

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΥΤΟΦΥΟΥΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ
ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΧΛΩΡΙΔΑΣ
ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΖΟΜΕΝΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΩΝ
ΑΡΧΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΜΕ ΣΤΟΧΟ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ
ΜΝΗΜΕΙΟΥ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΤΟΥ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΗΛΕΚΤΡΑΣ Π. ΚΑΝΕΛΛΟΥ
ΓΕΩΠΟΝΟΥ, MSc ΑΡΧ. ΤΟΠΙΟΥ

Επιβλέπουσα: Καθηγήτρια, Μ. Παπαφωτίου

ΑΘΗΝΑ 2019

Γ Ε Ω Π Ο Ν Ι Κ Ο Π Α Ν Ε Π Ι Σ Τ Η Μ Ι Ο Α Θ Η Ν Ω Ν

ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΥΤΟΦΥΟΥΣ
ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ
ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΧΛΩΡΙΔΑΣ ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΖΟΜΕΝΩΝ
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ, ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΡΧΩΝ
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΜΕ ΣΤΟΧΟ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ
ΤΟΥ ΜΝΗΜΕΙΟΥ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΤΟΥ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΗΛΕΚΤΡΑΣ Π. ΚΑΝΕΛΛΟΥ
ΓΕΩΠΟΝΟΥ, MSc ΑΡΧ. ΤΟΠΙΟΥ

Επιβλέπουσα: Καθηγήτρια Μ. Παπαφωτίου

ΑΘΗΝΑ 2019

Η παρούσα έρευνα έχει χρηματοδοτηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο – ΕΚΤ) και από Εθνικούς πόρους, μέσω του επιχειρησιακού προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση», του Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Αναφοράς (ΕΣΠΑ), στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος ΘΑΛΗΣ - Ενίσχυση της διεπιστημονικής και διδρυματικής έρευνας και καινοτομίας με τη δυνατότητα προσέλκυσης ερευνητών υψηλού επιπέδου από το εξωτερικό, μέσω της διενέργειας βασικής και εφαρμοσμένης έρευνας αριστείας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Διδακτορική Διατριβή

Ανάπτυξη μεθόδων διαχείρισης αυτοφυούς βλάστησης αρχαιολογικών χώρων με βάση ενδεικτική καταγραφή χλωρίδας και σχετιζόμενων προβλημάτων καθώς και διαμόρφωση αρχών σχεδιασμού της βλάστησης με στόχο την προστασία του μνημείου και την ανάδειξη του ιστορικού τοπίου

Ηλέκτρα Π. Κανέλλου, Γεωπόνου, MSc Αρχ. Τοπίου

Επιβλέπουσα

Μαρία Παπαφωτίου, Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Μαρία Παπαφωτίου, Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

Γαρυφαλλιά Οικονόμου, Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

Αγγελική Παρασκευοπούλου, Επικ. Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

Επταμελής Εξεταστική Επιτροπή

Μαρία Παπαφωτίου, Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

Γαρυφαλλιά Οικονόμου, Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

Αγγελική Παρασκευοπούλου, Επικ. Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

Παύλος Λέφας, Καθηγητής Πανεπιστημίου Πατρών

Παναγιώτης Νεκτάριος, Καθηγητής Γ.Π.Α.

Σοφία Ριζοπούλου, Καθηγήτρια Ε.Κ.Π.Α.

Κώστας Σαϊτάνης, Αναπλ. Καθηγητής Γ.Π.Α.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Δεν ξέρω πώς να χωρέσω εδώ όλους αυτούς που θέλω να ευχαριστήσω για τη βοήθεια, την ενθάρρυνση και την υποστήριξη, κατά τη διάρκεια της διατριβής μου, ένα μεγάλο ταξίδι κυριολεκτικά και μεταφορικά, που εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχ. Τοπίου, του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Θα ήθελα να ξεκινήσω εκφράζοντας τη βαθιά ευγνωμοσύνη μου στην επιβλέπουσά μου, Καθηγήτρια Μ. Παπαφωτίου, Διευθύντρια του Εργαστηρίου, που με εισήγαγε στον κόσμο της έρευνας και μου εμφύσησε τον επιστημονικό τρόπο σκέψης, αλλά και για την αμέριστη βοήθεια, εμπιστοσύνη και υποστήριξη. Την ευχαριστώ ξεχωριστά για όσα μοιράστηκε μαζί μου απλόχερα και ανιδιοτελώς, στα πάνω από δέκα χρόνια άψογης συνεργασίας μας, πρώτα στις προπτυχιακές μου σπουδές, αργότερα στις μεταπτυχιακές σπουδές και τώρα στη διδακτορική μου έρευνα.

Επίσης, θερμά ευχαριστώ την Καθηγήτρια Γ. Οικονόμου, την Επίκ. Καθηγήτρια Α. Παρασκευοπούλου, όπως και τον Αναπλ. Καθηγητή Κ. Σαϊτάνη, τον Καθηγητή S. Knezevic και την Καθηγήτρια Σ. Ριζοπούλου, για τις γνώσεις που μου μετέδωσαν και τη θερμή και ευγενική καθοδήγηση, κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διατριβής. Οφείλω ακόμη να ευχαριστήσω τους Καθηγητές Π. Νεκτάριο και Π. Λέφα για την τιμή να συμμετάσχουν ως μέλη και να παρευρεθούν στην εξέταση υποστήριξης της διατριβής.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επίκ. Καθηγητή Ε. Κάρτσωνα για τη φιλοξενία στους χώρους του ΑΤΕΙ Πελοποννήσου στην Καλαμάτα και την πολύτιμη βοήθεια κατά τη διάρκεια των πειραμάτων. Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω και στην Καθηγήτρια Φ. Μαλλούχου-Tufano για την παροχή αρχειακού υλικού και την προθυμία της να μοιραστεί μαζί μου την πολύτιμη εμπειρία της.

Δεν θα παρέλειπα να ευχαριστήσω εγκάρδια τους συναδέλφους, φίλους και φοιτητές Κ. Μπερτσουκλή, Κ. Μαρτίνη, Κ. Μέλλο, Κ. Πετροχείλου, Γ. Βλάχου, Ε. Γαβριήλ, Δ. Λύρα και G. Marco Martinez, για τη βοήθεια κατά την εγκατάσταση και παρακολούθηση των πειραμάτων και τη συμβολή τους στην ολοκλήρωση της έρευνάς μου. Ιδιαίτερω ευχαριστώ το συνάδελφο και συνοδοιπόρο Ν. Ντούλα για την απέραντη και ανεκτίμητη βοήθεια και για όλα τα χιλιόμετρα που διανύσαμε μαζί σε όλη την Ελλάδα, κατά τη διάρκεια αυτής της έρευνας.

Θα ήθελα ακόμη να ευχαριστήσω τους προϊστάμενους και το προσωπικό των Εφορειών Αρχαιοτήτων, για τη συνεργασία μας κατά τη διάρκεια του ερευνητικού προγράμματος. Ευχαριστώ την κ. Σαραγά και την Εφορεία Αρχαιοτήτων (ΕΦ.Α.) Αθηνών, για την παραχώρηση άδειας εργασίας στην Αρχαία Αγορά Αθήνας, αλλά και την Αμερικανική Σχολή Κλασικών Σπουδών στην Αθήνα για την παραχώρηση πληροφοριακού υλικού. Ακόμη, ευχαριστώ τις κ. Ανδρικού και κ. Μωραϊτίου και την ΕΦ.Α. Ανατολικής Αττικής, για την παραχώρηση άδειας εργασίας στο Αμφιθέατρο Ωρωπού και τον κ. Κυριαζή για την παραχώρηση βοήθειας αλλά και

πληροφοριακού υλικού. Τις κ. Χρυσουλάκη και κ. Μιχαλοπούλου και την ΕΦ.Α. Δυτικής Αττικής Πειραιώς και Νήσων, για την παραχώρηση άδειας και υποστήριξης για τις εργασίες μας στην Κολώνα Αίγινας, αλλά και τον κ. Μπίτρο για την συνεργασία μας όσο δουλεύαμε στο χώρο.

Οφείλω ακόμη να ευχαριστήσω τον κ. Θέμελη και την Εταιρία Μεσσηνιακών Αρχαιολογικών Σπουδών, που με μεγάλη προθυμία υποδέχθηκε την έρευνά μας. Ευχαριστώ θερμά την κ. Μερκούρη και την κ. Μπρίκου από την ΕΦ.Α. Πρέβεζας για τη συνεργασία μας στο Νεκρομαντείο Αχέροντα. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κ. Μισαηλίδου-Δεσποτίδου και την ΕΦ.Α. Πόλης Θεσσαλονίκης, για την παραχώρηση άδειας εργασίας στην Αρχαία Αγορά Θεσσαλονίκης. Τέλος, τους κ. Δαδάκη και κ. Χατζηωαννίδη αλλά και την ΕΦ.Α. Καβάλας, για την παραχώρηση άδειας εργασίας στην Παλαιοχριστιανική Αμφίπολη Σερρών.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τις εταιρίες Lafarge Beton A.B.E.E. και Δαλκαφούκη Οίκος Ε.Π.Ε. για τη δωρεά αδρανών υλικών και εργασίας, για την κατασκευή πειραματικών διατάξεων. Ακόμη, την εταιρία Χελλαφάρμ Α.Ε. για την παραχώρηση ρυθμιστών ανάπτυξης, την εταιρία Eurofilm Μάντζαρης Α.Ε. για την παραχώρηση των φιλμ εδαφοκάλυψης, την εταιρία Hellagro Α.Ε. για την παραχώρηση γεωφάσματος και την εταιρία Σπόροι Γάτου για την παροχή σπόρων.

Κλείνοντας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου Πέτρο και Γιάννα, που είναι πάντα οι πρώτοι επιμελητές των κειμένων μου, χωρίς την αγάπη και τη συμπαράσταση των οποίων δεν θα ήταν δυνατή η εκπόνηση της διατριβής μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η βλάστηση αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του τοπίου των αρχαιολογικών χώρων. Η πλούσια αυτοφυής βλάστηση που εποικίζει χώρους και μνημεία, αλλά και η φυτεμένη, στο πλαίσιο ενός συστηματικού προγράμματος, καλλωπιστική βλάστηση, αναδεικνύει τα μνημεία, δημιουργεί ατμόσφαιρα, υπογραμμίζοντας το πέρασμα του χρόνου και αντανακλά τη σχέση παρελθόντων πολιτισμών με τη περιβάλλουσα φύση, ως μια ευκαιρία αναδρομής και ονειροπόλησης. Παρ' όλα αυτά όταν αφήνεται ανεξέλεγκτη προκαλεί ποικίλα προβλήματα στην κατάσταση διατήρησης των μνημείων και τη λειτουργικότητα των αρχαιολογικών χώρων, όπως μηχανικές καταστροφές, χημική διάβρωση, δυσκολία στην προσπέλαση των χώρων, παρεμπόδιση των εργασιών συντήρησης και αποκατάστασης και κίνδυνο πυρκαγιάς. Με βάση τα παραπάνω, προκύπτει η ανάγκη διαχείρισης της βλάστησης των αρχαιολογικών χώρων, που περιλαμβάνει την αξιολόγηση της αυτοφυούς βλάστησης και των σχετιζόμενων προβλημάτων, την εφαρμογή μεθόδων περιορισμού των ζιζανίων και τη μελέτη του θεωρητικού πλαισίου, που διέπει την προσθήκη καλλωπιστικής βλάστησης στους αρχαιολογικούς χώρους, με γνώμονα την προστασία και ανάδειξη του μνημείου και του φυσικού τοπίου.

Ως μέρος της παρούσας διατριβής καταγράφηκε η αυτοφυής βλάστηση, επτά αρχαιολογικών χώρων, με τη λήψη τυχαίων δειγμάτων πάνω και γύρω από τα μνημεία. Από την καταγραφή βρέθηκε ότι στους χώρους μελέτης κυριαρχούσαν τα θερόφυτα, οι τρεις πολυπληθέστερες σε είδη βοτανικές οικογένειες, ήταν οι *Fabaceae*, *Poaceae* και *Asteraceae* και οι χώροι παρουσίαζαν υψηλές τιμές δεικτών ποικιλότητας. Τα παραπάνω σχετίζονται με τις ξηροθερμικές κλιματικές συνθήκες και με τη διαταραχή που προκαλούν οι ετήσιες επεμβάσεις περιορισμού των ζιζανίων στους χώρους. Επιπλέον, φάνηκε ότι τα φυτικά είδη τείνουν να ομαδοποιούνται και να χαρακτηρίζουν τους αρχαιολογικούς χώρους στους οποίους φύονται, στοιχείο που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την ανάδειξη ενός αρχαιολογικού χώρου, στο διευρυμένο πλαίσιο ολοκληρωμένης αποκατάστασης και ανάδειξης.

Ακόμη, διεξήχθη έρευνα ερωτηματολογίου σε όλες τις Εφορείες Αρχαιοτήτων της χώρας, σχετικά με τις μεθόδους διαχείρισης της βλάστησης, που υιοθετούνται από τις περιφερειακές υπηρεσίες του Υπουργείου Πολιτισμού και Αθλητισμού. Επιπλέον, διερευνήθηκε η αποτελεσματικότητα μεθόδων διαχείρισης ζιζανίων και πιο συγκεκριμένα η φλόγιση, η ηλιοαπολύμανση, η κατάχωση ευπαθών ευρημάτων, η διάστρωση με αδρανή υλικά, η εντοπισμένη εφαρμογή ζιζανιοκτόνων, ο περιορισμός ανεπιθύμητης καρποφορίας και τέλος η εγκατάσταση τεχνητού λειμώνα ποωδών ειδών με σπορά. Από τις απαντήσεις στην έρευνα ερωτηματολογίου, αντλήθηκαν πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την αντίληψη της σχέσης μνημείου και βλάστησης, από τους αρμόδιους επίσημους φορείς. Από τα αποτελέσματα των πειραματικών εφαρμογών μεθόδων περιορισμού ζιζανίων φάνηκε ότι η φλόγιση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο ζιζανίων σε αρχαιολογικούς χώρους, καθώς περιορίζει

σημαντικά (>90%) τον πληθυσμό ζιζανίων, κατά τη διάρκεια της βλαστητικής περιόδου. Η εφαρμογή ηλιοαπολύμανσης μπορεί να επιφέρει την πλήρη αποτροπή ανάδυσης των ζιζανίων για τρεις έως τέσσερις μήνες, κατά τη διάρκεια της περιόδου με την πιο άφθονη βλάστηση και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο πλαίσιο ενός προγράμματος διαχείρισης βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους. Τα αποτελέσματα του πειράματος κατάχωσης έδειξαν ότι η προτεινόμενη διάταξη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτική λύση, για την αποτελεσματική προστασία ψηφιδωτών και άλλων ευπαθών ευρημάτων σε αρχαιολογικούς χώρους, ενώ τα αδρανή υλικά παρέχουν άριστη προστασία από την ανάδυση ζιζανίων στους χώρους κίνησης επισκεπτών. Η εντοπισμένη εφαρμογή ζιζανιοκτόνων είχε 100% επιτυχία στην εξόντωση φυτών κάπαρης και αείλανθου, εξαλείφοντας το σοβαρό πρόβλημα των μηχανικών καταστροφών από την ανάπτυξη ριζών μέσα στις αρχαίες κατασκευές, εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα την προστασία του μνημείου και του περιβάλλοντος. Από τη μελέτη αντιμετώπισης ανεπιθύμητης καρποφορίας, φάνηκε ότι δόση NAA 300 ppm και άνω μπορεί να επιφέρει υψηλό ποσοστό καρπόπτωσης (80%) σε ελαιόδεντρα, αν εφαρμοστεί σε πρώιμο στάδιο της ανάπτυξης των καρπών, περιορίζοντας εξαιρετικά τη διασπορά σπερμάτων και άρα και νέων δενδρυλλίων στα μνημεία. Τα πειράματα τεχνητού λειμώνα ποωδών ειδών έδειξαν ότι είναι δυνατή η εγκατάσταση μίγματος με σπορά, παρ' όλα αυτά είναι απαραίτητη η εφαρμογή ελέγχου των ζιζανίων κατά τη χειμερινή βλαστητική περίοδο, ενώ καταλληλότερα είδη ήταν τα καλέντουλα, μηδική, τριφύλλι υπόγειο και πεντάνευρο.

Από τη συλλογή στοιχείων, που αφορούν το θεωρητικό πλαίσιο των επεμβάσεων στην περιβάλλουσα βλάστηση των αρχαιολογικών χώρων, που συμπορεύεται με τις αρχές των αναστηλώσεων, φάνηκε ότι η βλάστηση που περιβάλλει τα μνημεία πρέπει να μελετάται, οι νέες φυτεύσεις δεν πρέπει να απειλούν την κατάσταση διατήρησης των μνημείων, η επιλογή των ειδών πρέπει να συμβαδίζει με τον ιστορικό χαρακτήρα του χώρου, ενώ η βλάστηση, αυτοφυής και καλλωπιστική, μπορεί να ενταχθεί στο μουσειολογικό αντικείμενο των χώρων για την ανάδειξη της σχέσης παρελθόντων πολιτισμών με τη φύση ή/και για την ανάδειξη του φυσικού τοπίου καθ' εαυτού.

Επιστημονικό πεδίο: Γεωργικές επιστήμες

Λέξεις κλειδιά: Βιοποικιλότητα αρχαιολογικών χώρων, έρευνα ερωτηματολογίου σε Εφορείες Αρχαιοτήτων, φλόγιση, ηλιοαπολύμανση, κατάχωση, αδρανή υλικά για χώρους κίνησης επισκεπτών, εφαρμογές ακριβείας με ζιζανιοκτόνο, αντιμετώπιση ανεπιθύμητης καρποφορίας, εγκατάσταση τεχνητού λειμώνα, ανάδειξη αρχαιολογικών συνόλων.

ABSTRACT

Vegetation is an integral part of the landscape of archaeological sites. The rich indigenous vegetation that colonizes sites and monuments, as well as the carefully planned ornamental vegetation, highlights the monuments and places them in a more “natural” setting, highlighting the passage of time and reflecting the relationship of past civilizations with nature. Nevertheless, vegetation left uncontrolled causes various problems both to the monuments and the functionality of the sites, such as mechanical displacements, erosion, obstruction of visitor access, interference with regular maintenance and restoration and increased risk of fire. The need for management of vegetation in archaeological sites includes the evaluation of the native vegetation and its effects, the application of weed control methods and the study of the historical framework which addresses the use of ornamental vegetation in archaeological sites in order to protect and enhance the monument and the natural landscape.

As part of this thesis, the indigenous vegetation of seven archaeological sites, was recorded by random sampling, on and around the monuments. The results revealed that therophytes were predominant in the sites, the three most abundant botanical families were *Fabaceae*, *Poaceae* and *Asteraceae*, and the sites exhibited high values of diversity indices. This attributed to the dry climatic conditions and to the disturbance caused by annual weed control interventions in the sites. In addition, plant species tended to be grouped together and to characterize the archaeological sites in which they were found, a feature that could be used to enhance the significance of an archaeological site.

In addition, a questionnaire survey was carried out, for the assessment of the practices currently adopted by the regional departments, of the Ministry of Culture and Sports. In addition, the effectiveness of weed management methods was studied, namely, flame weeding, soil solarization, reburial, layering with inert materials, localized application of herbicides, early fruit drop and establishing herbaceous wildflower meadows by sowing. From the answers to the questionnaire survey, valuable information on the perception of the relationship between monument and vegetation was obtained from the authorities. From the results of the experimental applications of weed control methods it was shown that flame weeding can be used to control weeds in archaeological sites, as it provided excellent weed control (>90%) for over 2 months. The application of soil solarization can result in complete weed control for three to four months, during the most abundant growing season and can be used as part of a vegetation management program in archaeological sites. The results of the reburial experiment have shown that the proposed stratification can be used as an alternative solution, to effectively protect mosaics and other vulnerable artifacts in archaeological sites, while inert materials provide excellent protection against the emergence of weeds in visitors' traffic areas. The localized application of herbicides was

100% successful in killing off both caper and ailanthus plants, thus eliminating the dangerous problem of mechanical disruptions from root development in constructions, while ensuring the protection of the monument and the environment. An NAA dose of over 300 ppm resulted in a high percentage of fruit drop (80%) in olives, when applied at an early stage of fruit growth, greatly limiting the dispersal of seeds and thus new seedlings on the monuments. Our experiments on herbaceous wildflower meadows showed that it is possible to establish a mixture by sowing, yet it is necessary to apply weed control during the winter growing season, while the most suitable species were field marigold, burclover, subterranean clover and plantain.

From the literature review on the philosophy of botanical planning in archaeological sites, within the larger context of restoration and management of historical sites, it was shown that the vegetation surrounding the monuments should be studied, new plantings should be compatible with archaeological structures, the selected species should be historically suitable, while the didactic aspect and the naturalistic value of the native or ornamental vegetation should be taken into account in the wider historical and environmental context.

“Development of methods for vegetation management in archaeological sites based on indicative recording of vegetation and related problems and review of botanical planning to protect the monument and enhance the historical landscape”

Scientific discipline: Agricultural sciences

Keywords: Biodiversity of archaeological sites, questionnaire research in Ephorates of Antiquities, flame weeding, soil solarization, reburial, inert materials for paving purposes at archaeological sites, precise spot application of herbicides, complete fruit drop, establishment of wildflower meadows, botanical planning of archaeological sites.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΓΕΝΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ	17
ΜΕΡΟΣ Ι: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΑΥΤΟΦΟΥΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΕΠΤΑ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ...21	
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	23
1.1 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΑΥΤΟΦΟΥΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΤΟ ΤΟΠΙΟ ΤΩΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ	23
1.2 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΟΙΚΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΜΝΗΜΕΙΟΥ ΑΠΟ ΑΝΩΤΕΡΑ ΦΥΤΑ	27
1.3 ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ	33
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	37
2.1 ΟΙ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	37
2.2 ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΜΕΛΕΤΗΣ	38
2.3 Η ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ ΣΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	43
2.4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΛΗΨΗΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ	45
2.4.1 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΣΤΙΣ ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΜΕΛΩΝ.....	45
2.4.2 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΑΝΩ ΣΤΑ ΜΕΛΗ ΤΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ.....	47
2.5 ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ	48
2.6 ΣΤΑΣΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ – ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΣΤΑΔΩΝ ΚΑΙ ΚΥΡΙΩΝ ΣΥΝΙΣΤΩΣΩΝ	49
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	51
3.1 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΙΔΩΝ ΣΕ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ	51
3.2 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΙΔΩΝ ΣΕ ΒΟΤΑΝΙΚΕΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ.....	54
3.3 ΠΛΟΥΤΟΣ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΕΙΔΩΝ.....	56
3.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΣΤΑΔΩΝ ΚΑΙ ΚΥΡΙΩΝ ΣΥΝΙΣΤΩΣΩΝ.....	61
3.5 ΚΑΤΑΛΟΓΟΙ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΠΟΥ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΚΑΝ ΣΕ ΕΠΤΑ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ71	
3.5.1 ΑΡΧΑΙΑ ΑΓΟΡΑ ΑΘΗΝΑΣ	71
3.5.2 ΚΟΛΩΝΑ ΑΙΓΙΝΑΣ	77
3.5.3 ΑΡΧΑΙΑ ΑΓΟΡΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	81
3.5.4 ΧΡΙΣΤΙΑΝΙΚΗ ΑΜΦΙΠΟΛΗ.....	84
3.5.5 ΑΡΧΑΙΑ ΜΕΣΣΗΝΗ.....	89
3.5.6 ΑΜΦΙΑΡΕΙΟ ΩΡΩΠΟΥ.....	96
3.5.7 ΝΕΚΡΟΜΑΝΤΕΙΟ ΑΧΕΡΟΝΤΑ.....	104
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	111

ΜΕΡΟΣ ΙΙ: ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ.....	113
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	115
1.1 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ	115
1.1.1 Η ΒΛΑΣΤΗΣΗ ΩΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΑΜΕΣΗΣ ΦΘΟΡΑΣ ΤΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ.....	115
1.1.2 Η ΕΜΜΕΣΗ ΖΗΜΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ.....	124
1.2 Ο ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΚΑΙ Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ.....	128
1.2.1 ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ	129
1.2.1.1 ΚΑΘΟΛΙΚΟΙ ΨΕΚΑΣΜΟΙ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ.....	130
1.2.1.2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΜΕ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΟ	134
1.2.1.3 ΑΠΟΨΙΛΩΣΗ	137
1.2.1.4 ΚΑΤΑΧΩΣΗ ΨΗΦΙΔΩΤΩΝ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΕΥΠΑΘΩΝ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ	138
1.2.1.5 ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΧΩΡΟΥΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΠΙΣΚΕΠΤΩΝ	142
1.2.1.6 ΒΟΣΚΗΣΗ	143
1.2.2 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΜΕ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ.....	143
1.2.2.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΜΕ ΦΛΟΓΙΣΗ.....	145
1.2.2.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΜΕ ΗΛΙΟΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ	146
1.2.2.3 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΗΣ ΚΑΡΠΟΦΟΡΙΑΣ.....	149
1.2.2.4 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΛΕΙΜΩΝΑ	149
1.3 ΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΑΝΩ ΣΤΙΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ	154
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	157
2.1 ΕΡΕΥΝΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ.....	157
2.1.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ	157
2.1.2 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	158
2.2 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΕΠΤΑ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ	159

2.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΜΕ ΦΛΟΓΙΣΗ	160
2.3.1 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΑΓΡΩΝ.....	160
2.3.2 ΣΥΝΘΕΣΗ ΖΙΖΑΝΙΟΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ.....	162
2.3.3 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	162
2.3.4 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	163
2.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΜΕ ΗΛΙΟΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ.....	164
2.4.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΑΓΡΩΝ	164
2.4.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	164
2.4.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	166
2.5 ΚΑΤΑΧΩΣΗ ΨΗΦΙΔΩΤΩΝ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΕΥΠΑΘΩΝ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ.....	167
2.5.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ	167
2.5.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	169
2.5.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	169
2.6 ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΧΩΡΟΥΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΠΙΣΚΕΠΤΩΝ.....	172
2.6.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ	172
2.6.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.....	174
2.6.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	174
2.7 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΜΕ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΟ	178
2.7.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	178
2.7.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	182
2.7.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	182
2.8 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΗΣ ΚΑΡΠΟΦΟΡΙΑΣ	183
2.8.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	183
2.8.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	183
2.8.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	183
2.9 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΛΕΙΜΩΝΑ	184
2.9.1 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΜΙΓΜΑΤΩΝ ΣΠΟΡΩΝ.....	184
2.9.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΑΙ ΣΕ ΚΙΒΩΤΙΑ ΣΠΟΡΑΣ.....	188
2.9.2.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΠΟΡΩΝ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ	188
2.9.2.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΠΟΡΩΝ ΣΕ ΚΙΒΩΤΙΑ ΣΠΟΡΑΣ	188

2.9.3 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ	189
2.9.3.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΙΓΜΑΤΩΝ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΛΕΙΜΩΝΩΝ ΣΤΟ ΓΠΑ ΚΑΙ ΤΟ ΤΕΙ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ	189
2.9.3.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΙΓΜΑΤΩΝ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΛΕΙΜΩΝΩΝ ΣΕ ΤΡΕΙΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ	190
2.9.3.3 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	191
2.9.4 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	192
2.9.4.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΑΙ ΣΤΑ ΚΙΒΩΤΙΑ ΣΠΟΡΑΣ	192
2.9.4.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ ΤΟΥ ΓΠΑ, ΤΕΙ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ ΚΑΙ ΣΤΟΥΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ	192
2.9.5 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	193
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	195
3.1 ΕΡΕΥΝΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ	195
3.2 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΕΠΤΑ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ	211
3.2.1 ΕΜΜΕΣΕΣ ΖΗΜΙΕΣ	211
3.2.2 ΑΜΕΣΕΣ ΦΘΟΡΕΣ	213
3.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΜΕ ΦΛΟΓΙΣΗ	226
3.3.1 ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΟΥ ΤΕΜΑΧΙΟΥ	226
3.3.2 ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΑΓΡΩΣΤΩΔΩΝ ΚΑΙ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ ΕΙΔΩΝ ΣΤΗ ΦΛΟΓΙΣΗ	233
3.3.3 ΜΕΣΟ ΥΨΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	235
3.3.4 ΜΕΙΩΣΗ ΒΑΡΟΥΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	236
3.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΜΕ ΗΛΙΟΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ	237
3.4.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΕΔΑΦΟΥΣ	237
3.4.2 ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ	240
3.4.3 ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	244
3.5 ΚΑΤΑΧΩΣΗ ΨΗΦΙΔΩΤΩΝ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΕΥΠΑΘΩΝ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ	249
3.6 ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΧΩΡΟΥΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΠΙΣΚΕΠΤΩΝ	253
3.7 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΜΕ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΟ	258
3.8 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΗΣ ΚΑΡΠΟΦΟΡΙΑΣ	262

3.9 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΛΕΙΜΩΝΑ	265
3.9.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΠΟΡΩΝ ΤΩΝ ΜΙΓΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ	265
3.9.2 ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΑΝΑΔΥΣΗ ΦΥΤΑΡΙΩΝ ΑΝΑ ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ.....	288
3.9.3 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΦΥΤΑΡΙΩΝ	308
3.9.4 ΠΟΣΟΣΤΟ ΖΙΖΑΝΙΩΝ	313
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	319
ΜΕΡΟΣ ΙΙΙ: Η ΒΛΑΣΤΗΣΗ ΩΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΑΝΑΔΕΙΞΗΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΝΟΛΩΝ ΚΑΙ ΜΝΗΜΕΙΩΝ	
.....	325
1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	327
1.1 ΕΩΣ ΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΟΥ 18 ^{ΟΥ} ΑΙ.: Η ΓΕΝΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΝΟΙΑΣ ΤΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ	327
1.2 18 ^{ΟΣ} ΑΙ. ΕΩΣ ΤΟ 1931: ΟΙ ΠΡΩΤΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΑΝΑΣΤΗΛΩΣΕΩΝ.....	328
1.3 Η ΧΑΡΤΑ ΤΩΝ ΑΘΗΝΩΝ	332
1.4 20 ^{ΟΣ} ΑΙ. ΕΩΣ ΤΟΝ Β' ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΠΟΛΕΜΟ: Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΟΥ ΜΑΖΙΚΟΥ ΤΟΥΡΙΣΜΟΥ	333
1.5 ΜΕΤΑ ΤΟΝ Β' ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΠΟΛΕΜΟ ΕΩΣ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ 21 ^{ΟΥ} ΑΙ.: Η ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....	337
2. ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΘΕΩΡΙΑ	347
2.1 ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΘΕΩΡΙΑ ΑΝΑΣΤΗΛΩΣΕΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ.....	347
2.2 Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΤΟ ΤΟΠΙΟ ΤΩΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ.....	349
2.3 Η ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΦΥΤΕΥΣΗ ΕΝΟΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ	350
2.4 ΤΑ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΑ ΠΑΡΚΑ	352
2.5 ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ	357
2.6 ΜΕΛΕΤΕΣ ΑΝΑΔΕΙΞΗΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΥΤΟΦΥΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ.....	369
3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	375
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	379
ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΟΥ ΠΡΟΕΚΥΨΑΝ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ	400
ΔΙΑΛΕΞΕΙΣ – ΠΡΟΣΚΕΚΛΗΜΕΝΗ ΔΙΔΑΣΚΟΥΣΑ.....	404
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	405
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	405
ΚΟΛΩΝΑ ΑΙΓΙΝΑΣ	405

ΑΡΧΑΙΑ ΜΕΣΣΗΝΗ	407
ΧΡΙΣΤΙΑΝΙΚΗ (ΠΑΛΑΙΟΧΡΙΣΤΙΑΝΙΚΗ) ΑΜΦΙΠΟΛΗ ΣΕΡΡΩΝ	409
ΝΕΚΡΟΜΑΝΤΕΙΟ ΑΧΕΡΟΝΤΑ	411
ΑΡΧΑΙΑ ΑΓΟΡΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ.....	413
ΑΡΧΑΙΑ ΑΓΟΡΑ ΑΘΗΝΑΣ	414
ΑΜΦΙΑΡΕΙΟ ΩΡΩΠΟΥ	417
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ: ΕΝΤΥΠΟ ΕΡΕΥΝΑΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ.....	419
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ: ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ	427
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV: ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΦΛΟΓΙΣΗΣ	452
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V: ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΗΛΙΟΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ	455
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI: ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑΧΩΣΗΣ.....	458
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VII: ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	459
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VIII: ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΗΣ ΚΑΡΠΟΦΟΡΙΑΣ	460
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙX: ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΛΕΙΜΩΝΑ.....	461
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ X: ΠΡΟΣΧΕΔΙΟ ΦΥΤΕΥΣΗΣ ΑΡΧΑΙΑΣ ΑΓΟΡΑΣ ΑΘΗΝΑΣ	469
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ XI: ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΤΟΥ ΔΑΛΚΑΦΟΥΚΗΣ ΟΙΚΟΣ Ε.Π.Ε.	472
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ XII: ΤΕΧΝΙΚΑ ΔΕΛΤΙΑ ΥΛΙΚΩΝ.....	473

ΓΕΝΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα ακίνητα μνημεία συνιστούν τα σπουδαιότερα παραδείγματα της ανθρώπινης πολιτιστικής δραστηριότητας και συμβολίζουν τη συλλογική κοινωνική ταυτότητα και τη συνέχεια του πολιτισμού. Ένα από τα σημαντικότερα καθήκοντά μας είναι η εξασφάλιση της διατήρησής τους. Το ζήτημα της διατήρησης των μνημείων είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε χώρες, όπως η Ελλάδα, με τεράστιο μνημειακό πλούτο. Στην Ελλάδα η πολιτιστική κληρονομιά προστατεύεται από το Σύνταγμα, που στο Άρθρο 24 ορίζει ότι η προστασία των μνημείων είναι υποχρέωση του Κράτους και δικαίωμα του καθενός.

Ο νόμος 3028/2002 ΦΕΚ Α 153, για την προστασία των αρχαιοτήτων και εν γένει της πολιτιστικής κληρονομιάς, ορίζει ότι αυτή έχει ως σκοπό τη διατήρηση της ιστορικής μνήμης χάριν της παρούσας και των μελλοντικών γενεών και την αναβάθμιση του πολιτιστικού περιβάλλοντος. Ο νόμος συνεχίζει με τον ορισμό του περιεχομένου της προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς, η οποία συνίσταται σε εντοπισμό, διατήρηση, αποτροπή καταστροφής, συντήρηση, αποκατάσταση, διευκόλυνση πρόσβασης, ανάδειξη και ένταξη στην σύγχρονη κοινωνική ζωή, στην παιδεία, αισθητική αγωγή και ευαισθητοποίηση των πολιτών.

Η Χάρτα της Βενετίας, είναι μια διεθνής σύμβαση που υπογράφηκε το 1964 με το τέλος του 2^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου Αρχιτεκτόνων και Τεχνικών Ιστορικών Μνημείων. Στα άρθρα της ορίζονται οι κανόνες για την Αποκατάσταση και Συντήρηση Μνημείων και Μνημειακών Συνόλων, οι οποίοι ενσωματώνονται στις Εθνικές νομοθεσίες των χωρών που τη συνυπογράφουν, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας. Σε αυτήν ορίζεται ότι η συντήρηση έχει ως πρωταρχική απαίτηση τη συνεχή και μόνιμη φροντίδα, για τη διατήρηση των μνημείων, για να διασωθούν όχι μόνο ως έργα τέχνης αλλά και ως ιστορικές μαρτυρίες και να χρησιμοποιηθούν με κάποιο ωφέλιμο σκοπό στην κοινωνία (Venice Charter for the Conservation and Restoration of monuments and sites, 1964, Art. 3-5).

Η ανάγκη για συνεχή και μόνιμη φροντίδα για τη διατήρηση των μνημείων προκύπτει από την αναπόφευκτη φθορά, που προκαλούν ποικίλοι βιοτικοί και αβιοτικοί παράγοντες. Το ιδιαίτερο αντικείμενο αυτής της διατριβής αφορά τη διατήρηση και ανάδειξη, ως μέρος της προστασίας, των ακίνητων μνημείων και των αρχαιολογικών χώρων, ως προς την ανάπτυξη ανώτερων φυτών. Τα ανώτερα φυτά είναι παράγοντας που συμμετέχει, μεταξύ άλλων, στη βιολογική φθορά των μνημείων και η ανάπτυξή τους είναι μια πρόκληση για τη συντήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς (Whalen, 2008). Παράλληλα όμως μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάδειξη ενός μνημείου καθώς αυτό είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με το άμεσο περιβάλλον του.

Η χώρα μας είναι τμήμα της λεκάνης της Μεσογείου, η οποία αποτέλεσε το χώρο ανάπτυξης σπουδαίων και μακρόβιων πολιτισμών, προϊστορικών, αρχαίων, βυζαντινών κ.α. Ως εκ τούτου

είναι διάσπαρτη με πληθώρα αρχαιολογικών καταλοίπων. Η πλούσια πολιτιστική μας κληρονομιά διαδραματίζει ιδιαίτερο ρόλο στη σύγχρονη κοινωνία, οικονομία αλλά και εθνική ταυτότητα. Στη χώρα μας διεξάγεται μεγάλος όγκος ανασκαφών και γίνεται πολλή έρευνα γύρω από ζητήματα συντήρησης και αποκατάστασης των μνημείων.

Παρ' όλα αυτά, δεν υπάρχει επαρκής έρευνα που να αφορά τα ανώτερα φυτά, ως παράγοντα φθοράς αλλά και ανάδειξης των μνημείων. Τα προβλήματα όμως είναι σοβαρά και απασχολούν ιδιαίτερος την Ελληνική Αρχαιολογική Υπηρεσία, ενώ ταυτόχρονα δεν γίνονται μελέτες, όπως ορίζεται από τη Χάρτα της Αθήνας, για τη διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου των μνημείων (Athens Charter for the Restoration of Historic Monuments, Art. III). Προκύπτει λοιπόν η ανάγκη για συνολική μελέτη του ζητήματος της σχέσης που αναπτύσσεται ανάμεσα στα μνημεία και το φυσικό περιβάλλον των αρχαιολογικών χώρων.

Η Χάρτα της Βενετίας (1964) αναφέρει ότι η συντήρηση και αποκατάσταση μνημείων είναι επιστημονικός κλάδος, ο οποίος αποτελείται στη συνεργασία όλων των επιστημών και όλων των τεχνών, που μπορούν να συνεισφέρουν στη μελέτη και διάσωση της μνημειακής κληρονομιάς. Ο κατακερματισμός της γνώσης οδηγεί στην απομόνωση των διαφόρων πεδίων γνώσης και μειώνει τις ευκαιρίες για εποικοδομητική συνεργασία μεταξύ των πεδίων. Έτσι, στο πεδίο της συντήρησης και αποκατάστασης η σύγκλιση των διαφόρων επιστημονικών πεδίων είναι απαραίτητη και αποφέρει σημαντικά αποτελέσματα. Στο πεδίο αυτό συναντώνται ιστορικοί τέχνης, συντηρητές, αρχιτέκτονες, μηχανικοί, αρχαιολόγοι, βιολόγοι, γεωπόνοι, φυσικοί, χημικοί σε μια συνεχή προσπάθεια να συμβαδίσουν αρμονικά (Valassina, 2008).

Ο στόχος της διατριβής είναι να παρουσιάσει τη συνεισφορά του πεδίου της φυτικής βιολογίας, γεωπονίας και αρχιτεκτονικής τοπίου, στην κατανόηση, συντήρηση, αποκατάσταση και ανάδειξη της πολιτιστικής κληρονομιάς. Η διατριβή εξετάζει το παραπάνω ζήτημα εντός του πλαισίου που διαμορφώνει η γεωγραφική θέση της Ελλάδας, με την ιδιαίτερη πολιτιστική κληρονομιά και βιοποικιλότητα.

Η διατριβή στοχεύει στην παροχή πληροφοριών για επιστημονικά και τεχνικά εργαλεία που είναι απαραίτητα σε ένα πεδίο που αναπτύσσεται και απευθύνεται στους επαγγελματίες που σχετίζονται με το φυσικό περιβάλλον και τη συντήρηση μνημείων. Πολύ συχνά γίνεται συζήτηση για την ανάλυση και επίλυση προβλημάτων που σχετίζονται με τη βιολογική φθορά σε μνημεία. Με τη σύνδεση όμως των αποτελεσμάτων με τα αίτια που τα προκαλούν, οι επαγγελματίες μπορούν να τα κατανοήσουν καλύτερα και να τα αντιμετωπίσουν αποτελεσματικότερα.

Μια ακόμη στόχευση της παρούσας διατριβής είναι η συμβολή στη διαμόρφωση «εργαλειοθήκης» μεθόδων και αντίληψης, πάνω στο ζήτημα της διαχείρισης της βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους. Αυτή περιλαμβάνει σύγχρονες μεθόδους περιορισμού βλάστησης,

για την πρόληψη και αντιμετώπιση προβλημάτων, κανόνες που διέπουν το σχεδιασμό, αλλά και ποικίλες δυνατότητες που δίνει η χρήση βλάστησης για την ανάδειξη του αρχαιολογικού τοπίου.

Στα Κεφάλαια που ακολουθούν θα αναλυθούν ζητήματα από την τρέχουσα εθνική και διεθνή βιβλιογραφία:

- Η σημασία της αυτοφυούς βλάστησης στο τοπίο των αρχαιολογικών χώρων
- Οι μηχανισμοί εποικισμού του μνημείου
- Τα άμεσα και έμμεσα προβλήματα που προκύπτουν από την παρουσία αυτοφυούς βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους
- Οι προτεινόμενες μέθοδοι περιορισμού της αυτοφυούς βλάστησης

Ακολούθως, θα αναλυθεί το πειραματικό μέρος αυτής της διατριβής, που περιλαμβάνει την περιγραφή των υλικών και μεθόδων, που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ερευνητική διαδικασία, τα αποτελέσματα και τη συζήτηση πάνω στην έρευνα που διεξήχθη και περιλάμβανε:

- Έρευνα ερωτηματολογίου, με στόχο να τεκμηριωθούν οι εφαρμοζόμενες πρακτικές από την Αρχαιολογική Υπηρεσία, σχετικά με το ζήτημα της διαχείρισης βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους
- Καταγραφή της αυτοφυούς βλάστησης και των σχετιζόμενων προβλημάτων σε επτά αρχαιολογικούς χώρους της Ελλάδας
- Διερεύνηση αποτελεσματικότητας εφαρμογής φλόγισης για τον περιορισμό ζιζανίων σε αρχαιολογικούς χώρους
- Διερεύνηση αποτελεσματικότητας ηλιοαπολύμανσης για τον περιορισμό ζιζανίων σε αρχαιολογικούς χώρους
- Διερεύνηση αποτελεσματικότητας σύνθετων στρώσεων κατάχωσης για την προστασία ψηφιδωτών δαπέδων από τη ζιζανιοχλωρίδα
- Χρήση αδρανών υλικών εδαφοκάλυψης ως μέσο αποτροπής ζιζανίων
- Εντοπισμένη χρήση ζιζανιοκτόνων για την εξόντωση φυτικών ειδών με υψηλό δείκτη επικινδυνότητας προς το μνημείο
- Πρόκληση καρπόπτωσης πριν από τη φυσιολογική ωρίμανση των καρπών, για την ανάσχεση διασποράς δενδρυλλίων στο μνημείο
- Εγκατάσταση μίγματος αυτοφυών ποωδών ειδών ως εδαφοκαλυπτικό για χρήση σε αρχαιολογικούς χώρους

Στο τελευταίο μέρος θα αναλυθεί η βλάστηση ως στοιχείο ανάδειξης αρχαιολογικών χώρων και μνημείων, που περιλαμβάνει:

- Ιστορική αναδρομή βλάστησης ως στοιχείο για την ανάδειξη αρχαιολογικών χώρων
- Σύγχρονη θεωρία της προστασίας και ανάδειξης του τοπίου των αρχαιολογικών χώρων
- Σύγχρονες υλοποιημένες παρεμβάσεις στη διαμόρφωση της βλάστησης αρχαιολογικών χώρων
- Προτάσεις ανάδειξης τριών αρχαιολογικών χώρων, με την αξιοποίηση αυτοφυών φυτικών ειδών

**ΜΕΡΟΣ Ι: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΑΥΤΟΦΥΟΥΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΕΠΤΑ
ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ**

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΑΥΤΟΦΟΥΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΤΟ ΤΟΠΙΟ ΤΩΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Στο παρόν Κεφάλαιο θα αναλυθούν τα οφέλη της συνύπαρξης της αυτοφυούς βλάστησης με τα μνημεία, στους αρχαιολογικούς χώρους. Όπως θα αναλυθεί παρακάτω, η ανάπτυξη αυτοφυούς βλάστησης βελτιώνει την αισθητική αξία των αρχαιολογικών χώρων, αντανακλά τη σχέση παρελθόντων πολιτισμών με την περιβάλλουσα φύση, προάγει τη βιοποικιλότητα, προστατεύει τα αρχαία μέλη από παράγοντες διάβρωσης και σε ορισμένες περιπτώσεις υποβοηθά το ανασκαφικό έργο με την υποδήλωση θέσης θαμμένων μνημείων.

Το τοπίο των αρχαιολογικών χώρων είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με την ξεχωριστή χλωρίδα της χώρας μας, όπου: «Την άνοιξη, το φρέσκο χορτάρι και τα πολύχρωμα αγριολούλουδα χαρίζουν ομορφιά στις αρχαίες πέτρες» (Τουλούπα, 1998). Ο Δ. Πικιώνης (1985) αναφέρει σε γραπτό κείμενο:

«Εν αντιθέσει προς παρεμβάσεις, αίτινες εις τας περισσοτέρας των περιπτώσεων απεδείχθησαν ψευδαισθητικά και εκζητημένα, η έλλειψις κάθε φροντίδος δυνατόν να μη συνεβάδιζε πάντοτε με μίαν καλώς εννοούμενην συντήρησιν των κειμιλίων της Αρχαιότητας, δυνατόν να έφερε βλάβας [...], ουχ ήττον όμως πρέπει να ομολογηθή ότι η φύσις, χωρίς να ενδιαφέρεται δια τα έργα των ανθρώπων και δια την συντήρησιν της μνήμης των, κατέχει το μυστικό, ενεργούσα με τας αλόγους δυνάμεις της, να τα περιβάλλη, όταν δεν τα καταστρέφη, δια της αγνοτέρας ποιήσεως. Η εγκατάλειψις αυτή, η οποία είναι ως να έχη ως μυστικόν σκοπόν να επαναφέρη και να κρύψη εις τους κόλπους της τα έργα τα οποία, εν απωτέρα αναλύσει, ανάγονται εις τα ίδιας της φύσεως αρχάς και συνεπώς είναι τέκνα της, η εγκατάλειψις αυτή, πρέπει να τ' ομολογήσωμεν, ενέχει μίαν ποιήσιν από τας πλέον αγνάς».

Πράγματι, ήδη από τον 19^ο αι. η αισθητική αξία των ερείπιων έχαιρε υψηλής εκτίμησης και η ανάπτυξη φυτών πάνω σε αυτά θεωρούνταν ότι βελτίωνε τη γραφικότητα του τοπίου καθώς υπογράμμιζε το πέρασμα του χρόνου (Pinna & Salvadori, 2008a). Η αντίληψη του τοπίου των αρχαιολογικών χώρων πιθανώς συνδέεται στη συλλογική μνήμη με τις περιγραφές των περιηγητών των προηγούμενων αιώνων. Τον 17^ο -19^ο αι. συνέρευσαν στην Ελλάδα περιηγητές και φυσιοδίφες, οι οποίοι ανακάλυψαν και μελέτησαν τα ερείπια του Αρχαίου Ελληνικού πολιτισμού, αλλά και τον πλούτο της Ελληνικής φύσης. Οι περιηγητές γοητεύθηκαν από τα μνημεία και το χώρο που τα περιβάλλει και αυτά απέκτησαν τότε τη διάσταση του αντικειμένου της αισθητικής απόλαυσης. Οι περιγραφές, αλλά και οι απεικονίσεις του Ελληνικού τοπίου της εποχής, υπογραμμίζουν τη γοητεία που αυτό ασκούσε, με την ποικιλία της χλωρίδας, που συνόδευε τα ερείπια στη μελαγχολική τους εγκατάλειψη (Ζάχος, 1998, Εικόνα 1).



Εικόνα 1: (α) Οι καρυάτιδες του Ερέχθειου, Cassas Louis-Francois, 1813 (commons.wikimedia.org, 2017) (β) Άποψη του μνημείου του Φιλοπάππου, Le Bas Jacques Piliippe, 1758 (search.getty.edu, 2017). Διακρίνεται η ανάπτυξη αυτοφυών φυτικών ειδών πάνω στα μέλη των μνημείων

Σήμερα, στη συνείδηση του επισκέπτη, οι αρχαιολογικοί χώροι και τα μνημεία της Ελλάδας, συνδέονται άμεσα με την ξεχωριστή χλωρίδα της ελληνικής Γής, η οποία τα περιβάλλει και τα αναδεικνύει (Ζάχος, 1998). Είναι αδύνατο να γίνεται διαχείριση της πολιτιστικής κληρονομιάς, χωρίς να λαμβάνεται υπ' όψιν το φυσικό τοπίο στο οποίο εντάσσεται, ως μια ευκαιρία να ενοποιηθεί το φυσικό και το δομημένο περιβάλλον (Blasi, 2008). Η αρμονική ένταξη των μνημείων στο φυσικό τους περιβάλλον βελτιώνει την αισθητική τους ένταξη και αφήνει «το ψυχικό περιθώριο για ιστορική αναδρομή και ονειροπόληση» (Στράτου, 1998).

Συχνά μάλιστα, η συνύπαρξη αυτοφυούς βλάστησης και αρχαιολογικών χώρων, είναι όχι μόνο αρμονική αλλά και αναγκαία, καθώς η αρχική επιλογή θέσης για την εγκατάσταση κάποιου ιερού, μιας ακροπόλεως ή ενός οικισμού γίνονταν με κριτήριο το φυσικό περιβάλλον (Χαραμή, 1998). Επίσης, η ιδιαίτερη ελληνική χλωρίδα είναι συνυφασμένη με τα μνημεία, αφού αυτά είναι εμπνευσμένα από τη λεπτομέρεια της ελληνικής φύσης (Εικόνα 2, Στράτου, 1998). Το πιο γνωστό και χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η απόδοση του φύλλου άκανθα (*Acanthus spinosus*) στο κορινθιακό κιονόκρανο.

Πέρα όμως από αυτό, υπάρχουν πολυάριθμα παραδείγματα χρήσης των φυτών στην καθημερινή ζωή, στη λατρεία, στη μυθολογία, στη φαρμακευτική. Τέτοια φυτά συναντούμε σήμερα να αυτοφύονται στους αρχαιολογικούς χώρους, όπως η ίριδα (*Iris* sp.), που ονομάστηκε από την ομώνυμη θεά που συνόδευε του θνητούς στους τόπους της αιώνιας ειρήνης, η παπαρούνα (*Paraver rhoeas*), που χρησιμοποιούνταν ως ελαφρύ ηρεμιστικό και ως αντιβηχικό, το χρυσάνθεμο (*Chrysanthemum coronarium*), από το οποίο κατασκεύαζαν στεφάνια για το στολισμό των ναών ή το ορνιθογάλο (*Ornithogalum* sp.), του οποίου οι βολβοί ήταν βρώσιμοι και τα άνθη του στόλιζαν τα γαμήλια στεφάνια (Μπάουμαν, 1999).



Εικόνα 2: Απόδοση στάχων και ρόδακα σε μαρμάρινο μέλος, στον αρχαιολογικό χώρο της Ελευσίνας (προσωπικό αρχείο, λήψη 2008)

Τα παραπάνω μπορούν να αξιοποιηθούν στο πλαίσιο ανάδειξης ενός αρχαιολογικού χώρου. Η σύγχρονη θεωρία για την ολοκληρωμένη προστασία και διαχείριση των μνημείων, όπως διατυπώνεται μέσα από τις Διεθνείς Χάρτες περιγράφει την άρρηκτη σχέση του μνημείου με το τοπίο στο οποίο βρίσκεται. Η Χάρτα της Βενετίας (1964) ορίζει ότι η έννοια του μνημείου δεν καλύπτει μόνο το αρχιτεκτονικό έργο, αλλά και την τοποθεσία που μαρτυρεί ένα ιδιαίτερο πολιτισμό και συνεχίζει λέγοντας ότι η συντήρηση ενός μνημείου συνεπάγεται τη διατήρηση του άμεσου περιβάλλοντός του, από το οποίο δεν μπορεί να διαχωριστεί. Η Χάρτα για τη Μεθερμηνεία και την Παρουσίαση των Τόπων Πολιτιστικής Κληρονομιάς του ICOMOS (2008) διακηρύσσει τη διασύνδεση με την κοινωνία, την επαύξηση της εκπαιδευτικής επιρροής και το σεβασμό στην αυθεντικότητα του τόπου. Το ίδιο έτος (2008) η Διακήρυξη του Québec για τη Διαφύλαξη του Πνεύματος του Τόπου (*genius loci*) του ICOMOS, όρισε ότι το πνεύμα του τόπου περιέχει τα υλικά και άυλα πολιτιστικά αγαθά, τα φυσικά και πνευματικά στοιχεία που δίνουν νόημα, αξία, συναισθημα και μυστήριο σε ένα τόπο.

Σε αυτό το αναβαθμισμένο πλαίσιο η αυτοφυής βλάστηση μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο για τη διατήρηση της ατμόσφαιρας ενός τόπου (*genius loci*), αλλά και ως επιπλέον στοιχείο εκπαίδευσης και αναψυχής. Ιδιαίτερος στην περίπτωση των αρχαιολογικών πάρκων που είναι ένας νέος όρος που χρησιμοποιείται τα τελευταία χρόνια για να περιγράψει ένα σχεδιασμένο τοπίο, που εξιστορεί στοιχεία που αφορούν τον πολιτιστικό και φυσικό πλούτο (Tsanaoroulis & Fragou, 2013) λαμβάνονται υπ' όψιν η αξία της προστασίας των ειδών (μελέτη βιοκοινοτήτων), αλλά και η εκπαιδευτική τους αξία ως μουσειολογικό αντικείμενο (σύνδεση με την ιστορία του τόπου, Caneva, 1999).

Επιπλέον, έχει προταθεί πολλές φορές, από ειδικότητες που σχετίζονται με το αντικείμενο, ότι οι αρχαιολογικοί χώροι θα μπορούσαν να λειτουργούν ως χώροι πρασίνου, αφού συνήθως

τοποθετούνται σε περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, καταλαμβάνουν μεγάλες εκτάσεις, προστατεύονται και φυλάσσονται, με στόχο τη διατήρηση της πλούσιας εγχώριας χλωρίδας (Στράτου, 1998). Έτσι, στο σύγχρονο κόσμο, όπου πρέπει να είναι επαυξημένη η επαγρύπνηση για ζητήματα προστασίας του περιβάλλοντος, οι αρχαιολογικοί χώροι θα μπορούσαν να λειτουργούν και ως νησίδες προστασίας της βιοποικιλότητας.

Ακόμη, η παρουσία θαμνωδών, δενδρωδών ειδών αλλά και εδαφοκάλυψης από ποώδη είδη μπορεί να προστατεύσει τα αρχαία μέλη από την απόθεση σωματιδίων ατμοσφαιρικών ρύπων, τα οποία παγιδεύονται στην επιφάνεια των φύλλων. Επιπλέον, η παρουσία εδαφοκαλυπτικών φυτών μπορεί να προστατεύσει από φαινόμενα διάβρωσης του εδάφους (Altieri & Pinna, 2008).

Τέλος, η αυτοφυής βλάστηση μπορεί να καταδείξει τη θέση θαμμένων δομών και αρχιτεκτονικών μελών. Η παρουσία υπόγειων δομών διακόπτει τη συνέχεια του εδάφους και διαφοροποιεί την υπερκείμενη βλάστηση. Σε περιοχές όπου υπάρχουν θαμμένα μνημεία παρατηρείται (Ceschin *et al.*, 2012):

- Μείωση του αριθμού ατόμων αλλά και της κάλυψης των ειδών
- Μείωση του φυτικού πλούτου
- Μεταβολές στα μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών, όπως ύψος και ευρωστία
- Παρουσία ή απουσία ειδών που σχετίζεται με την ανθεκτικότητά τους σε φτωχά, συμπιεσμένα και ρηχά εδάφη

1.2 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΟΙΚΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΜΝΗΜΕΙΟΥ ΑΠΟ ΑΝΩΤΕΡΑ ΦΥΤΑ

Η διακοπή της ανθρώπινης δραστηριότητας σε μια περιοχή οδηγεί στον εποικισμό της, από την αυτοφυή χλωρίδα (Ζάχος, 1998). Σε αυτό το Κεφάλαιο θα εξεταστούν οι μηχανισμοί έναρξης και εξέλιξης του εποικισμού των μνημείων, από ανώτερα φυτά, και οι παράγοντες που τον επηρεάζουν. Με άλλα λόγια, θα εξεταστεί η οικολογία του εποικισμού των μνημείων.

Η οικολογία μελετά τις σχέσεις μεταξύ των έμβιων οργανισμών και το περιβάλλον τους. Οι οικολογικοί παράγοντες, που επηρεάζουν τη ζωή ενός οργανισμού, είναι φυσικοί, χημικοί ή βιολογικοί και η ανάπτυξη ενός οργανισμού εξαρτάται από τον παράγοντα ο οποίος είναι σε ελάχιστη ή μέγιστη ποσότητα, σε σχέση με τις ανάγκες του οργανισμού (Canena & Ceschin, 2008). Πάνω σε μέλη μνημείων, οι περιοριστικοί παράγοντες για την ανάπτυξη ανώτερων φυτών, είναι το περιορισμένο έδαφος, η διαθεσιμότητα και η ικανότητα συγκράτησης νερού (Pacini & Signorini, 2008).

Ο εποικισμός στην περίπτωση των μνημείων και αρχαιολογικών χώρων ξεκινάει μετά την εγκατάλειψή τους ή συνηθέστερα μετά την ανασκαφή τους. Ο εποικισμός αναφέρεται στις μεταβολές μια βιοκοινότητας, όπως η διαδοχή των ειδών, που παρατηρούνται μετά από μια σοβαρή διαταραχή που καθιστά διαθέσιμη μια θέση ως προς το χώρο (Connell & Slatyer, 1977).

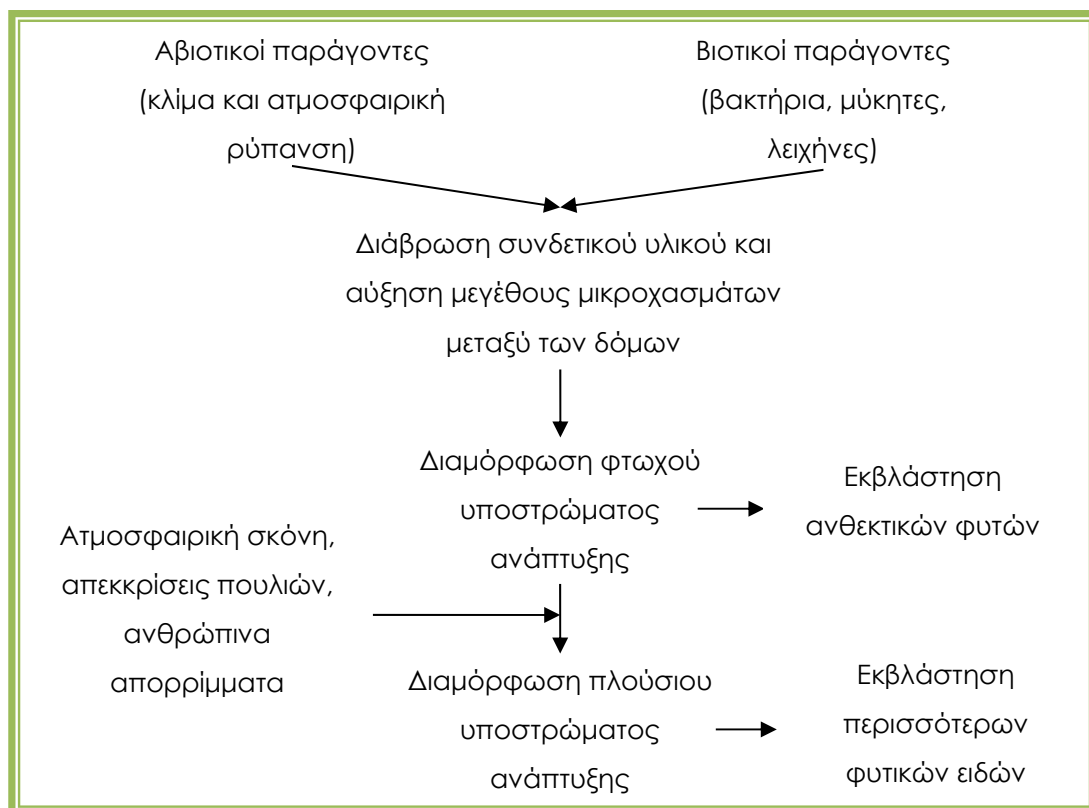
Ο εποικισμός των μνημείων μετά την ανασκαφή τους, είναι πρωτογενής και ακολουθεί το μοντέλο της διευκόλυνσης (facilitation model). Σύμφωνα με το μοντέλο της διευκόλυνσης, ο εποικισμός ξεκινάει με την εγκατάσταση πρότερων εποικιστών (early succession species), που τροποποιούν το περιβάλλον, έτσι ώστε να μπορέσουν να φιλοξενηθούν δευτερεύοντες εποικιστές (late succession species). Οι πρότεροι εποικιστές έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά όπως: παράγουν μεγάλο αριθμό σπόρων, που μπορούν να διασπείρονται σε μεγάλες αποστάσεις, μπορούν να επιβιώνουν υπο μορφή σπόρου για μεγάλο χρονικό διάστημα και έχουν πολύ μικρό βιολογικό κύκλο, δηλαδή, φτάνουν γρήγορα σε αναπαραγωγικό στάδιο. Συνηθέστερα οι πρότεροι εποικιστές είναι ετήσια είδη. Οι πρότεροι εποικιστές τροποποιούν το περιβάλλον, μειώνοντας το pH, αυξάνοντας το επίπεδο του αζώτου στο υπόστρωμα, συσσωρεύοντας οργανική ουσία κ.α. έτσι ώστε περισσότερα είδη να μπορούν τώρα να επιβιώσουν. Σταδιακά οι πρότεροι εποικιστές αντικαθίστανται από μεταγενέστερους εποικιστές, οι οποίοι με τη σειρά τους θα αντικατασταθούν από νέα είδη. Ο κύκλος αυτός σταματάει όταν οι τελευταίοι μέτοικοι του χώρου δεν τροποποιούν πια το περιβάλλον με τέτοιο τρόπο ώστε να διευκολύνεται η εισαγωγή νέων ειδών (Connell & Slatyer, 1977).

Έτσι, και στον εποικισμό των μνημείων παρατηρούνται φαινόμενα διαδοχής των ειδών. Αυτό οφείλεται στην αλλοίωση των χαρακτηριστικών του υποστρώματος από τον πρότερο εποικιστή, όπως αύξηση του πορώδους, ρήξη του υλικού, προσθήκη οργανικής ουσίας,

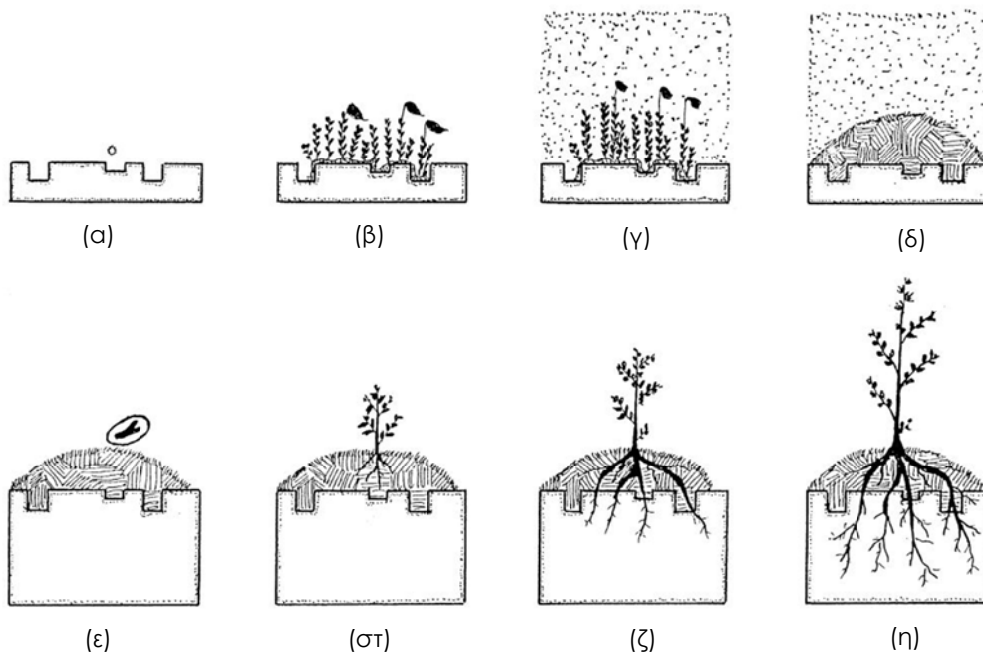
μεταβολή του pH, με αποτέλεσμα άλλα είδη τα οποία μέχρι εκείνη τη στιγμή δεν μπορούσαν να αποικίσουν το σημείο, τώρα μπορούν (Canena & Ceschin, 2008). Μια λιθοδομή συνήθως ακολουθεί δύο μοντέλα διάδοχων καταστάσεων, τα οποία διαφοροποιούνται ως προς τη θέση εποικισμού, τη διαθεσιμότητα νερού και τη διαδοχή των φυτικών ειδών (Lisci *et al.*, 2003).

Η πρώτη εκδοχή μοντέλου εποικισμού αφορά επιφάνειες κυρίως κατακόρυφες. Αυτή ξεκινάει είτε με τη φθορά, είτε με τις συνθήκες που δημιουργούν αβιοτικοί παράγοντες, όπως το κλίμα και η ατμοσφαιρική ρύπανση, αλλά και βιοτικοί παράγοντες, όπως βακτήρια, μύκητες και λειχήνες, στο συνδετικό υλικό μεταξύ λίθων (Lisci *et al.*, 2003). Με την επίδραση αυτών των παραγόντων, διαβρώνεται το συνδετικό υλικό μεταξύ των δόμων και μετατρέπεται σε κατάλληλο υπόστρωμα, για την βλάστηση σπόρων πρότερων, ανθεκτικότερων φυτών. Στη συνέχεια το «υπόστρωμα» εμπλουτίζεται από ατμοσφαιρική σκόνη, απεκκρίσεις πτηνών και ανθρώπινα απορρίμματα και συντελεί στην ανάπτυξη περισσότερων φυτικών ειδών (Εικόνα 3, Lisci *et al.*, 2003).

Το δεύτερο μοντέλο εποικισμού αφορά οριζόντιες επιφάνειες, που διατηρούν μεγαλύτερο υδατικό δυναμικό. Σε αυτές πρότεροι εποικιστές είναι τα βρύα, τα οποία παγιδεύουν την ατμοσφαιρική σκόνη σχηματίζοντας υπόστρωμα κατάλληλο για την εκβλάστηση σπόρων φυτών (Εικόνα 4) (Lisci *et al.*, 2003).



Εικόνα 3: Σχηματική απεικόνιση του πρώτου μοντέλου εποικισμού οικοδομημάτων από ανώτερα φυτά (Lisci *et al.*, 2003)



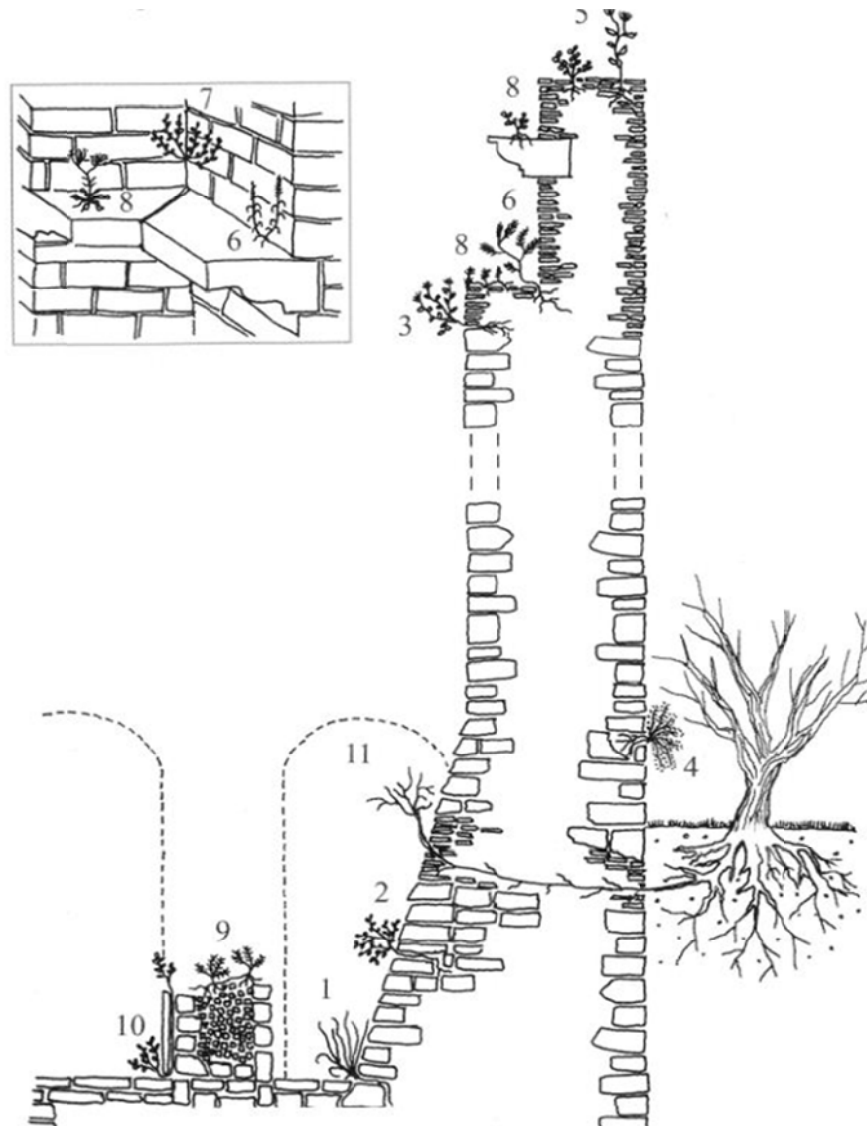
Εικόνα 4: Σχηματική απεικόνιση του δεύτερου μοντέλου εποικισμού: (α) Σπόροι από βρύα πέφτουν πάνω σε πορώδες υλικό και (β) βλαστάνουν. (γ) Στη συνέχεια πέφτει ατμοσφαιρική σκόνη και (δ) σχηματίζει υπόστρωμα ανάπτυξης. (ε) Σπόροι φυτών πέφτουν στο υπόστρωμα, (στ) βλάστάνουν, (ζ) αναπτύσσονται και (η) προκαλούν ζημιά στο υλικό κατασκευής (Lisci *et al.*, 2003)

Το Μεσογειακό κλίμα χαρακτηρίζεται από ετήσιες βροχοπτώσεις που κυμαίνονται ανάμεσα στα 400-1500 mm, από ήπιους χειμώνες με θερμοκρασίες που δεν πέφτουν, συνήθως, κάτω από τους 0 °C και από ιδιαίτερες ξηρά καλοκαίρια. Η περίοδος των χαμηλότερων βροχοπτώσεων είναι η θερινή με τις υψηλότερες θερμοκρασίες. Αυτό δημιουργεί έντονες ξηροθερμικές περιόδους ποικίλης διάρκειας (Canena & Pacini, 2008).

Λόγω των συνθηκών αυτών, στους αρχαιολογικούς χώρους της Μεσογείου, στα πρώτα στάδια εποικισμού του μνημείου, κυριαρχούν ποώδη είδη με ετήσιο κύκλο, τα θερόφυτα. Τα θερόφυτα έχουν ιδιαίτερα αισθητή εποχική διαφοροποίηση και στο Μεσογειακό κλίμα παρουσιάζουν εκρηκτική ανάπτυξη την Άνοιξη ή το Φθινόπωρο και στη συνέχεια εξαφανίζονται. Στη διαδοχή του εποικισμού, τα θερόφυτα αργότερα αντικαθίστανται με πολυετή ποώδη είδη, που όμως παρουσιάζουν ανθεκτικότητα στην ξηρασία (Canena & Pacini, 2008).

Οι μικροθέσεις, στις οποίες αναπτύσσονται τα φυτά πάνω σε ένα οικοδόμημα, εξειδικεύονται περαιτέρω, σε σχέση με την ικανότητα συγκράτησης νερού και υποστρώματος και αναλύονται ως εξής (Lisci *et al.* 2003, η αρίθμηση αντιστοιχεί στις θέσεις που απεικονίζονται στην Εικόνα 5):

1. Κοιλότητες στο επίπεδο του εδάφους. Αυτή η θέση φιλοξενεί πολλά είδη, καθώς συγκεντρώνεται εκεί υπόστρωμα και νερό, ενώ οι ρίζες των φυτών μπορούν να αναπτυχθούν και στο έδαφος. Τα είδη που φύονται εδώ δεν υπόκεινται σε μεγάλη περιβαλλοντική πίεση.
2. Κοιλότητες σε κεκλιμένες επιφάνειες. Αυτή η θέση παρουσιάζει καλύτερες συνθήκες συγκράτησης σπόρων αλλά και νερού σε σχέση με τις κατακόρυφες επιφάνειες.
3. Κοιλότητες μεταξύ διαφορετικών υλικών κατασκευής. Η διαφορά στην χημική σύσταση μεταξύ των δύο υλικών αυξάνει τη διαθεσιμότητα σε θρεπτικά στοιχεία.
4. Κοιλότητες σε κατακόρυφες επιφάνειες ομογενών υλικών. Αυτή η θέση είναι η πιο φιλόξενη καθώς δεν ευνοεί τη συγκράτηση υγρασίας.
5. Κοιλότητες σε οριζόντιες επιφάνειες. Σε αυτές τις θέσεις υπάρχει καλή διαθεσιμότητα νερού, με την προϋπόθεση ότι το φυτικό είδος είναι ικανό να το συγκρατεί.
6. Κοιλότητες στα σημεία συνάντησης κατακόρυφων και οριζόντιων επιφανειών. Η διαθεσιμότητα νερού είναι παρόμοια με τη θέση (1), παρ' όλα αυτά η διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων είναι μικρότερη.
7. Κοιλότητες στα σημεία τομής δύο οριζόντιων επιφανειών. Η θέση έχει παρόμοια χαρακτηριστικά με τη θέση (6), παρ' όλα αυτά είναι μικρότερη η διαθεσιμότητα νερού.
8. Συγκέντρωση υποστρώματος σε οριζόντια πορώδη επιφάνεια.
9. Συγκέντρωση υποστρώματος στην άνω επιφάνεια λιθοδομής που έχει μερικώς αποδομηθεί. Προέρχεται από την αποδόμηση των υλικών γεμίματος ή σύνδεσης τοιχοποιιών.
10. Μικρά διάκενα μεταξύ των λιθοδομών και του επιχρίσματος τοίχου. Οι θέσεις αυτές φιλοξενούν είδη με ριζώματα, τα οποία μπορούν να επιφέρουν την πλήρη αποκόλληση του επιχρίσματος.
11. Δομή που έχει εποικισθεί από παραφυάδες δέντρων, που φύονται σε παρακείμενη θέση. Αυτή η περίπτωση παρατηρείται συνήθως σε τοίχους αντιστήριξης και μπορεί να φιλοξενεί δέντρα και θάμνους με ανάλογα όργανα αγενούς αναπαραγωγής.



Εικόνα 5: Οι κύριες μικροθέσεις για την ανάπτυξη φυτών σε οικοδομήματα (Lisci *et al.*, 2003)

Ο χρόνος έναρξης του εποικισμού εξαρτάται από το κλίμα: σε τροπικά κλίματα είναι πολύ γρήγορος (λίγοι μήνες), ενώ σε Μεσογειακά κλίματα μετράται σε χρόνια ή δεκαετίες και τέλος σε ερημικά κλίματα μπορεί να διαρκεί ακόμα περισσότερο. Ανάλογα, η εξέλιξη του εποικισμού είναι πιο γρήγορη σε τροπικά κλίματα, όπου διαρκεί λίγες δεκαετίες, ενώ σε πιο δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες διαρκεί χιλιάδες χρόνια. Ο χρόνος εξέλιξης του εποικισμού εξαρτάται και από την κατάσταση του υποστρώματος. Σε υποστρώματα γυμνά, χωρίς χώμα, όπως στην περίπτωση εκτεθειμένων λίθων, η διαδοχή είναι πρωτογενής και εξελίσσεται πολύ αργά σε βάθος χιλιετιών, μέχρι να φτάσει σε ωριμότερα στάδια (Canena & Ceschin, 2008).

Τα φυτικά είδη, τα οποία εποικίζουν μνημεία, προέρχονται από το ευρύτερο περιβάλλον των μνημείων και διαθέτουν μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά, που τους επιτρέπουν να επιβιώνουν σε αφιλόξενα περιβάλλοντα (Lisci *et al.*, 2003, Pacini & Signorini, 2008):

- Παράγουν σπόρους οι οποίοι μπορούν να φτάσουν σε μικρά κενά μεταξύ των μελών. Οι κύριοι μηχανισμοί για να επιτευχθεί αυτό είναι ο άνεμος και τα πουλιά (Pacini & Signorini, 2008, Οικονόμου, 1998)
- Παράγουν σπόρους που βλαστάνουν με ελάχιστη υγρασία (Lisci *et al.*, 2003)
- Φτάνουν γρήγορα σε αναπαραγωγικό στάδιο (Lisci *et al.*, 2003)
- Διαθέτουν όργανα αγενούς αναπαραγωγής (π.χ. στόλωνες, παραφυάδες κλπ., Lisci *et al.*, 2003)
- Διαθέτουν εξαιρετική αντοχή στην ξηρασία (Lisci *et al.*, 2003, Οικονόμου, 1998)
- Διαθέτουν βαθύ ριζικό σύστημα και ικανότητα ανάπτυξης αυτού σε σπηλαιώσεις (Lisci *et al.*, 2003)

Η εγκατάσταση των φυτών πάνω σε αρχαία κατάλοιπα γίνεται κυρίως με τη μεταφορά σπόρων, με τον άνεμο ή σε κάποιες περιπτώσεις με ζώα, τα οποία τρώνε καρπούς και στη συνέχεια αποθέτουν σπόρους με τα αποχωρήματά τους. Πάνω στα αρχιτεκτονικά μέλη, η διάδοση φυτών γίνεται συνήθως με αγενείς τρόπους πολλαπλασιασμού και λιγότερο με σπόρους (Pacini & Signorini, 2008).

Τα ετήσια και πολυετή ποώδη είδη, λόγω της μορφολογίας τους, δεν προκαλούν σημαντικές φθορές. Στη διαδοχή εποικισμού όμως, αυτά ακολουθούνται από δευτερογενείς προσβολές από θάμνους και δέντρα τα οποία προκαλούν πολύ σοβαρές βλάβες (Lisci *et al.*, 2003).

Η διαδοχή των βιοκοινοτήτων, με την παρέλευση επαρκούς χρόνου, σταματάει. Οι αρχικές βιοκοινότητες (pioneer communities) αντικαθίστανται από ωριμότερες βιοκοινότητες, που είναι πιο σταθερές και είναι άριστα προσαρμοσμένες στο κλίμα και στο υπόστρωμα στο οποίο αναπτύσσονται (climax communities). Παρ' όλα αυτά, όταν υπάρχουν παράγοντες πίεσης, όπως έντονη κλίση υποστρώματος που δεν επιτρέπει τη συσσώρευση χώματος, όπως στην περίπτωση κατακόρυφων επιφανειών μνημείων, δεν είναι δυνατός ο σχηματισμός τέτοιων σταθερών βιοκοινοτήτων, παρά μόνο πληθυσμών λιγότερο σταθερών, με σύνθεση και δομές λιγότερο εξελιγμένες (Canena & Ceschin, 2008). Επιπλέον, οι διάφορες επεμβάσεις περιορισμού των ζιζανίων, όπως κοπές και ζιζανιοκτόνα, που εφαρμόζονται στους αρχαιολογικούς χώρους, εμποδίζουν τη διαδοχή του εποικισμού, σε ωριμότερες βιοκοινότητες με πολυετή είδη και οδηγούν σε αύξηση των ετησίων ειδών (Pacini & Signorini, 2008).

1.3 ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ

Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα Κεφάλαια το ζήτημα της βιοποικιλότητας των αρχαιολογικών χώρων απασχολεί τους ερευνητές, καθώς άπτεται ζητημάτων παρουσίασης των αρχαιολογικών χώρων, αναγνωσιμότητας του τοπίου, εκπαίδευσης του κοινού και προστασίας του περιβάλλοντος (Ζάχος, 1998, Στράτου, 1998, Blasi, 2008, Pinna & Salvadori, 2008a).

Η βιοποικιλότητα είναι μια παράμετρος της δομής μιας κοινότητας που συναρτάται από τον αριθμό των ειδών, που συμμετέχουν σε αυτή αλλά και από τη σχετική τους αφθονία (Washington, 1984). Ως κοινότητα εννοείται μια σύνθεση οργανισμών που συνυπάρχουν και αλληλοεπηρεάζονται ως προς την κατανομή και αφθονία (Connell & Slatyer, 1977).

Το ενδιαφέρον γύρω από τη βιοποικιλότητα αφορά το αν σχετίζεται με τη σταθερότητα μιας κοινότητας ή όχι. Η γενική συναίνεση μεταξύ των ερευνητών είναι ότι δεν υπάρχει απαραίτητα σχέση μεταξύ των δύο μεγεθών (Margalef, 1969, Murdoch, 1975, Washington, 1984). Ως σταθερότητα μια κοινότητας εννοείται:

- Η σχετική σταθερότητα διαφόρων μετρήσιμων μεγεθών μιας κοινότητας σε διάστημα χρόνου (Margalef, 1968)
- Η αντίσταση σε διαταραχή, δηλαδή η ικανότητα μιας κοινότητας να παραμένει όμοια παρά τις μεταβολές του περιβάλλοντος (MacArthur, 1955, Pielou, 1975)
- Η ικανότητα μια κοινότητας να επανέλθει στην πρότερη κατάσταση μετά από μια διαταραχή, δηλαδή η ανάπτυξη δυνάμεων που τείνουν να επαναφέρουν μια κοινότητα στην αρχική της φάση (Margalef, 1969, Krebs, 1972)

Ως προς το αν η σταθερότητα προκαλεί υψηλή ποικιλότητα υπάρχουν δύο αντιλήψεις (Washington, 1984). Η Pielou (1975) υποστηρίζει ότι η περιβαλλοντική σταθερότητα οδηγεί σε υψηλή ποικιλότητα. Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία η περιβαλλοντική σταθερότητα οδηγεί σε σταθερότητα των κοινοτήτων που επιτρέπει την ανάπτυξη ποικιλότητας. Αντίθετα, ο Connell (1979) υποστηρίζει ότι η υψηλή ποικιλότητα είναι μια ασταθής ενδιάμεση φάση διαδοχής των βιοκοινοτήτων μετά από κάποιο φαινόμενο διαταραχής. Συνεχίζει λέγοντας ότι περιβαλλοντική αστάθεια μπορεί να αυξήσει την ποικιλότητα σε μη σταθερές κοινότητες και ότι η υπόθεση της ενδιάμεσης διαταραχής (intermediate disturbance) είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας που προκαλεί υψηλή ποικιλότητα και με αυτό συμφωνεί και ο Washington (1984). Τέλος, ο Goodman (1975) υποστηρίζει ότι η σταθερότητα μια κοινότητας καθορίζεται από το στάδιο εξέλιξής της και όχι από την ποικιλότητα.

Ως προς το αν η υψηλή ποικιλότητα προκαλεί σταθερότητα, ο MacNaughton (1978) υποστηρίζει ότι κοινότητες με υψηλότερη ποικιλότητα πιθανώς να είναι περισσότερο σταθερές, σε σχέση με λιγότερο ποικίλες κοινότητες. Οι φτωχότερες κοινότητες συνήθως

χαρακτηρίζονται από έντονες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ειδών και η ένταση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των ειδών μειώνεται καθώς αυξάνεται η ποικιλότητα. Έτσι η υψηλή ποικιλότητα μπορεί να προκαλέσει σταθερότητα, αλλά όχι σε όλες τις περιπτώσεις (Washington, 1984).

Για την κατανόηση μιας βιοκοινότητας αλλά και την παρακολούθηση αλλαγών σε αυτή χρησιμοποιούνται οι δείκτες ποικιλότητας (Washington, 1984). Οι δείκτες ποικιλότητας υπολογίζονται από δειγματοληπτικές καταγραφές, εφόσον δεν είναι δυνατό να μετρηθεί το σύνολο των ατόμων που συνθέτουν τη βιοκοινότητα (Heltshel & Forrester, 1983). Δύο από τους πιο σημαντικούς και ευρέως χρησιμοποιούμενους δείκτες ποικιλότητας είναι οι δείκτες Shannon-Wiener και Simpson.

Για τον υπολογισμό των δεικτών αυτών χρησιμοποιείται η σχετική αφθονία των ειδών που συμμετέχουν στην κοινότητα, $P_i = N_i / N$, όπου N_i ο αριθμός ατόμων ή η κάλυψη ή το ξηρό βάρος του είδους i και N το σύνολο των ατόμων ή της κάλυψης ή το ξηρό βάρος όλων των ειδών.

Ο δείκτης ποικιλότητας Simpson (1949) υπολογίζεται ως:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^n P_i^2$$

Ο δείκτης Simpson, εκφράζει την πιθανότητα δύο άτομα που θα παρθούν τυχαία να ανήκουν σε διαφορετικό είδος και εξαρτάται περισσότερο από τα «άφθονα» είδη και είναι λιγότερο ευαίσθητος στα σπάνια είδη (Washington, 1984) και παίρνει τιμές από 0 έως 1.

Ο δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener (Shannon & Weaver, 1949) υπολογίζεται ως:

$$H' = - \sum_i^S P_i \ln P_i$$

Ο δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener μετρά το βαθμό αβεβαιότητας στην πρόβλεψη του είδους που ανήκει ένα άτομο, είναι ευαίσθητος στα σπάνια είδη και συνηθέστερα κινείται μεταξύ των τιμών 1,5 έως 3,5 και σπάνια ξεπερνάει την τιμή 4,5 (Margalef, 1972).

Επιπλέον, οι δείκτες ισομέρειας (evenness index) μετράνε την ομοιογένεια της κατανομής των ατόμων στα είδη της κοινότητας:

$$E = H' \ln S_{obs}^{-1}$$

όπου H' ο δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener και S_{obs} ο αριθμός των καταγεγραμμένων ειδών. Ο δείκτης ομοιογένειας παίρνει τιμές από 0 έως 1, όπου τιμή 1 αντανακλά μία βιοκοινότητα όπου όλα τα είδη παρουσιάζουν την ίδια σχετική αφθονία (Magurran, 1996).

Ακόμη, ένας από τους παλαιότερους και βασικότερους δείκτες της ποικιλότητας μια κοινότητας είναι ο αριθμός των ειδών που συμμετέχουν ή αλλιώς ο πλούτος των ειδών (species richness). Η εκτίμηση του πλούτου των ειδών από δειγματοληπτική καταγραφή

περικλείει το σφάλμα ότι πιθανότατα κάποια είδη δεν καταγράφηκαν. Ο αριθμός των καταγεγραμμένων ειδών (S_{obs}) θεωρείται ο ελάχιστος αριθμός ειδών που υπάρχουν στην βιοκοινότητα. Έτσι, μπορεί να υπολογιστεί ένας εκτιμητής του πλούτου των ειδών (S_e) με τη μέθοδο Jack-Knife, με βάση τον αριθμό των καταγεγραμμένων ειδών (S_{obs} , Heltshe & Forrester, 1983), όπου:

$$S_e = S_{obs} + k (n-1) n^{-1}$$

για n : αριθμός δειγματοληπτικών μονάδων και k : αριθμός ειδών που βρέθηκαν σε ένα μόνο δείγμα (μοναδικά είδη).

Οι δείκτες ποικιλότητας χρησιμοποιούνται στην προστασία και διαχείριση των οικοσυστημάτων (Magurran, 1996) και βοηθούν στην ανίχνευση αλλαγών σε αυτά (Washington, 1984). Είναι χρήσιμο να υπολογίζονται διαφορετικοί δείκτες ποικιλότητας καθώς αυτοί παρουσιάζουν διαφορετική ευαισθησία στην αφθονία ή σπανιότητα των ειδών και μπορεί να μην παρουσιάζουν την ίδια ευαισθησία στην ανίχνευση αλλαγών. Επιπλέον του αριθμού των ειδών, πρέπει να υπολογίζονται και δείκτες που λαμβάνουν υπ' όψιν τη σχετική αφθονία των ειδών, όπως ο δείκτης Simpson ή ο Shannon-Wiener (Magurran, 1996).

Στην Ιταλία, που έχει ανάλογο μνημειακό πλούτο, καθώς ήκμασαν εκεί σπουδαίοι αρχαίοι, αλλά και μεταγενέστεροι πολιτισμοί, γίνονται έρευνες που περιλαμβάνουν καταγραφή και ανάλυση της αυτοφυούς βλάστησης, για την κατανόηση των βιοκοινοτήτων που αναπτύσσονται σε μνημεία και αρχαιολογικούς χώρους. Ενδεικτικά αναφέρονται οι εργασίες των Hruska (1987), Gamper & Bacchetta (2001), Bellinzoni *et al.* (2003), Motti & Stinca (2011), Kumbatic *et al.* (2012). Στην Ελλάδα είναι πολύ περιορισμένος ο αριθμός των ερευνών πάνω στο ζήτημα και ενδεικτικά αναφέρεται η Διπλωματική Εργασία της Ζερβού (1997), με τίτλο: «Η χλωρίδα του βράχου της Ακρόπολης των Αθηνών και των γύρω αρχαιολογικών χώρων».

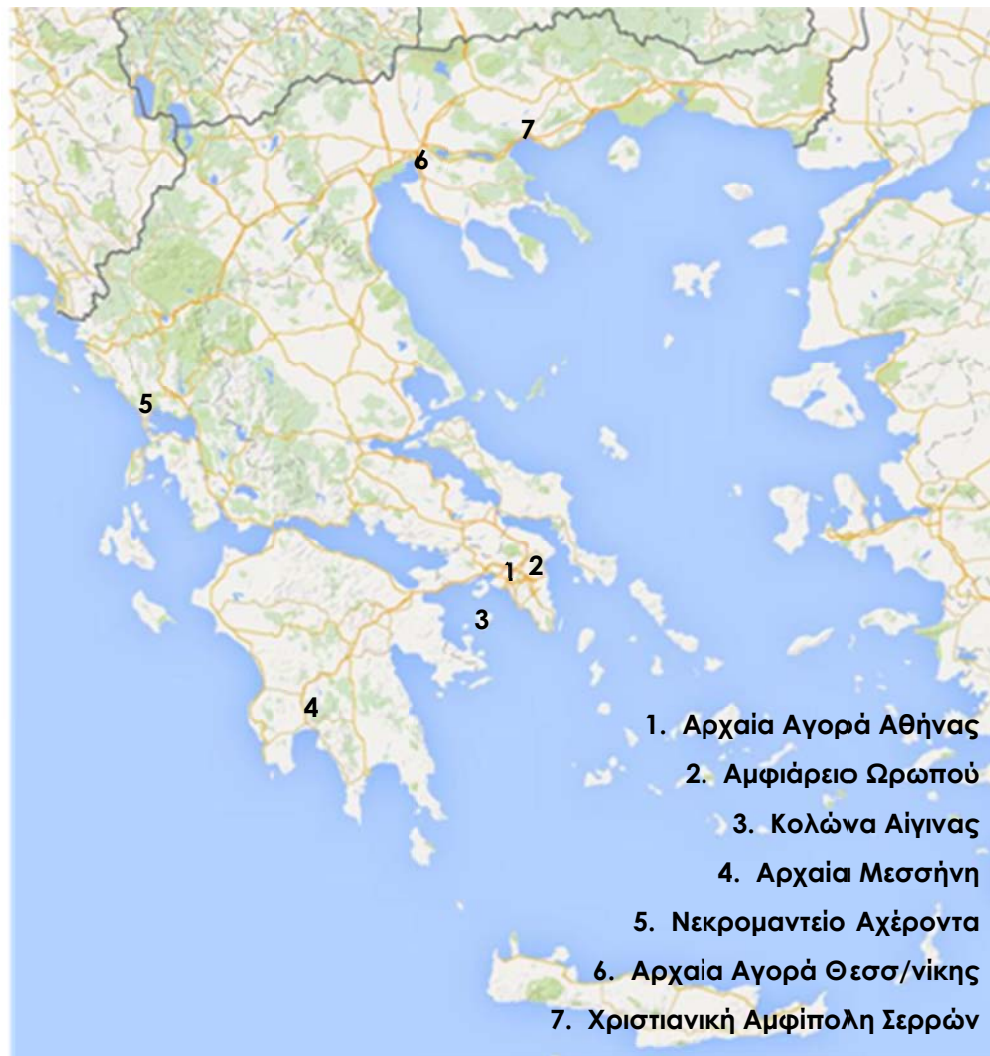
Με βάση όσα αναπτύχθηκαν στο κεφάλαιο της εισαγωγής θεωρήθηκε χρήσιμο να γίνει **καταγραφή της βλάστησης** σε επτά αρχαιολογικούς χώρους της χώρας μας, για την κατανόηση της βιοποικιλότητας των αρχαιολογικών χώρων, αλλά και την επέκταση του μουσειολογικού αντικειμένου στην αυτοφυή χλωρίδα.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 ΟΙ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ ΜΕΛΕΤΗΣ

Για την καταγραφή της αυτοφυούς βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους, επελέγησαν επτά χώροι, με γνώμονα τη γεωγραφική τους θέση, με στόχο να καταγραφεί η βλάστηση των μνημείων και αρχαιολογικών χώρων, με διαφορετικές κλιματικές συνθήκες της χώρας μας.

Οι επτά χώροι που επελέγησαν είναι το Αμφιάρειο Ωρωπού, η Χριστιανική Αμφίπολη Σερρών, η Αρχαία Αγορά Αθήνας, η Αρχαία Αγορά Θεσσαλονίκης, η Αρχαία Μεσσήνη, η Κολώνα Αίγινας και το Νεκρομαντείο Αχέροντα (εφεξής για λόγους συντομίας θα αναφέροντα ως: Αμφιάρειο, Αμφίπολη, Αγορά Αθήνας, Αγορά Θεσσαλονίκης, Μεσσήνη, Κολώνα και Νεκρομαντείο, Εικόνα 6). Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται το γεωγραφικό μήκος και πλάτος αλλά και το υψόμετρο των επτά αρχαιολογικών χώρων. Στο Παράρτημα Ι παρουσιάζονται ιστορικά στοιχεία που αφορούν τους χώρους μελέτης.



Εικόνα 6: Οι θέσεις των αρχαιολογικών χώρων μελέτης (google.gr/maps, 2016)

Πίνακας 1: Γεωγραφικό μήκος και πλάτος και υψόμετρο των επτά αρχαιολογικών χώρων

A/A	Αρχαιολογικός Χώρος	Γεωγρ. μήκος	Γεωγρ. πλάτος	Υψόμ. (m)
1	Αμφιάρειο Ωρωπού	23°50'46.7''E	38°17'28.4''N	145
2	Αμφίπολη Σερρών	23°50'51.7''E	40°49'13.9''N	120
3	Αρχαία Αγορά Αθήνας	23°43'19.3''E	37°58'30.1''N	57
4	Αρχαία Αγορά Θεσσαλονίκης	22°56'45.2''E	40°38'15.9''N	26
5	Αρχαία Μεσσήνη	21°55'13.7''E	37°10'31.8''N	323
6	Κολώνα Αίγινας	23°25'25.3''E	37°45'0.6''N	2
7	Νεκρομαντείο Αχέροντα	20°32'2.5''E	39°14'10.4''N	40

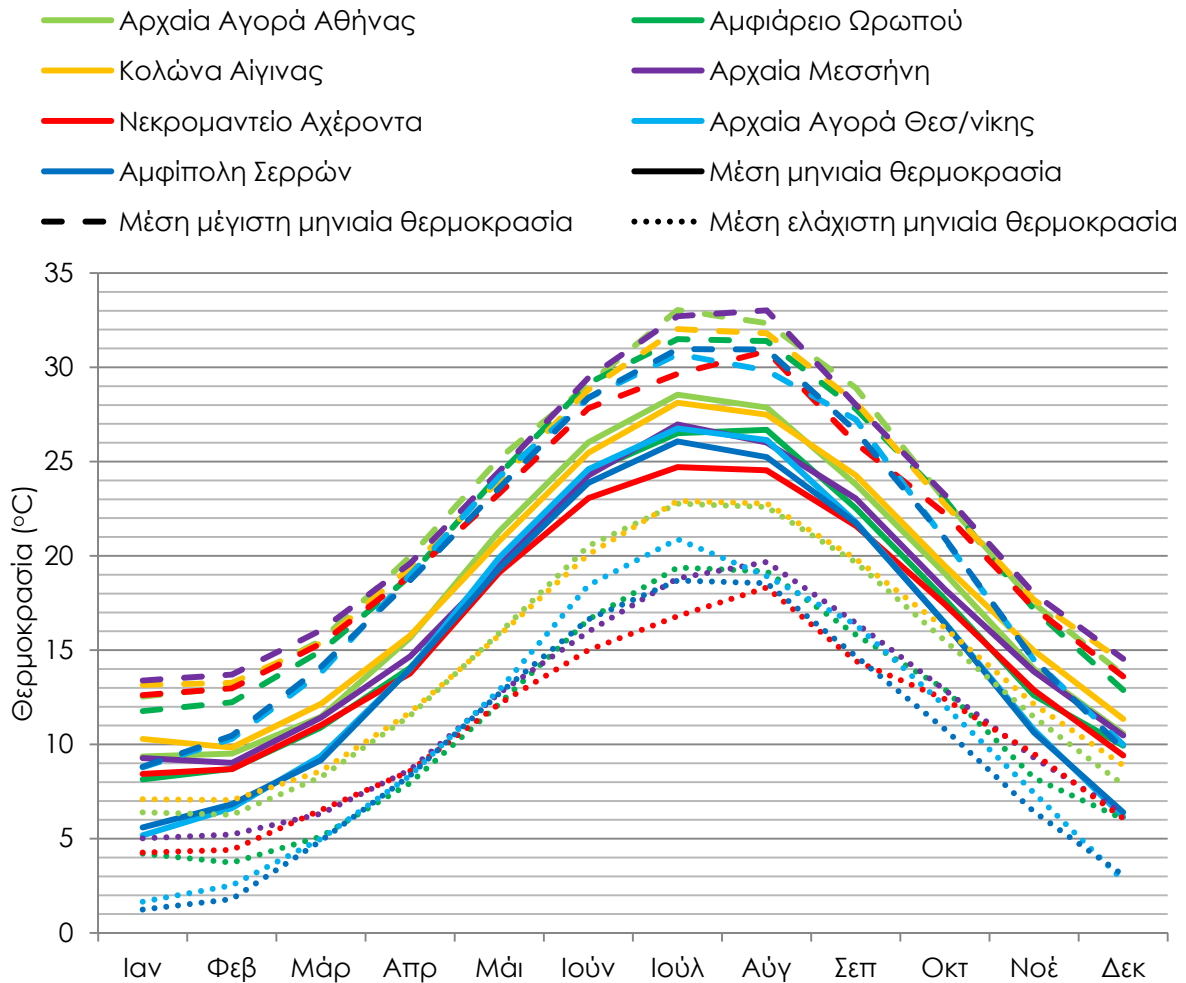
2.2 ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΜΕΛΕΤΗΣ

Το κλίμα επηρεάζει σημαντικά ως περιβαλλοντικός παράγοντας την κατανομή και ανάπτυξη των φυτικών ειδών μιας περιοχής. Οι διαφορετικές τιμές των παραμέτρων του κλίματος διαμορφώνουν τη σύνθεση της βλάστησης (Braun-Blanquet, 1932). Παρακάτω παρουσιάζονται στοιχεία ετήσιας διακύμανσης των παραμέτρων θερμοκρασίας (μέση, μέγιστη και ελάχιστη), σχετικής υγρασίας, υετού, αλλά και τα ομβροθερμικά σχήματα για τις επτά περιοχές μελέτης.

Τα στοιχεία που παρατίθενται στη συνέχεια αποκτήθηκαν από την εφαρμογή Γεώκλιμα, της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας, η οποία είναι ένα ολοκληρωμένο Γεωγραφικό Σύστημα Κλιματικής Πληροφορίας, που διαχειρίζεται, αναλύει και χαρτογραφεί το σύνολο της κλιματικής πληροφορίας, που αφορά τη χώρα μας. Τα δεδομένα αφορούν τις ακριβείς συντεταγμένες των χώρων μελέτης και όχι τους πλησιέστερους μετεωρολογικούς σταθμούς, με εξαίρεση την Κολώνα Αίγινας, για την οποία δεν υπήρχαν ολοκληρωμένα μηνιαία στοιχεία και χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα από τον πλησιέστερο σταθμό του Ελληνικού. Τα δεδομένα αφορούν την περίοδο των ετών 1975–2004 (geoclima.gr, 2016).

Στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται η μέση, μέση μέγιστη και μέση ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία για τους επτά αρχαιολογικούς χώρους μελέτης. Παρατηρείται ότι τις υψηλότερες τιμές μέσων θερμοκρασιών παρουσιάζει η Κολώνα, η Μεσσήνη και η Αγορά Αθήνας, που φαίνεται να είναι οι θερμότεροι χώροι. Στην Αγορά Αθήνας, τους θερινούς μήνες η μέση μέγιστη θερμοκρασία είναι περίπου 32 °C, ενώ η μέση μηνιαία θερμοκρασία τον Ιανουάριο, είναι περίπου 9 °C (Σχήμα 1). Παρόμοιες τιμές παρουσιάζουν η Κολώνα και η Μεσσήνη. Αντίθετα, ψυχρότεροι χώροι φαίνεται να είναι η Αμφίπολη και η Αγορά Θεσσαλονίκης. Στην Αγορά Θεσσαλονίκης η μέση ελάχιστη θερμοκρασία φτάνει τον Ιανουάριο τον 1 °C περίπου, ενώ τον Αύγουστο η μέση μέγιστη θερμοκρασία είναι 29 °C (Σχήμα 1). Παρόμοιες τιμές παρουσιάζει η

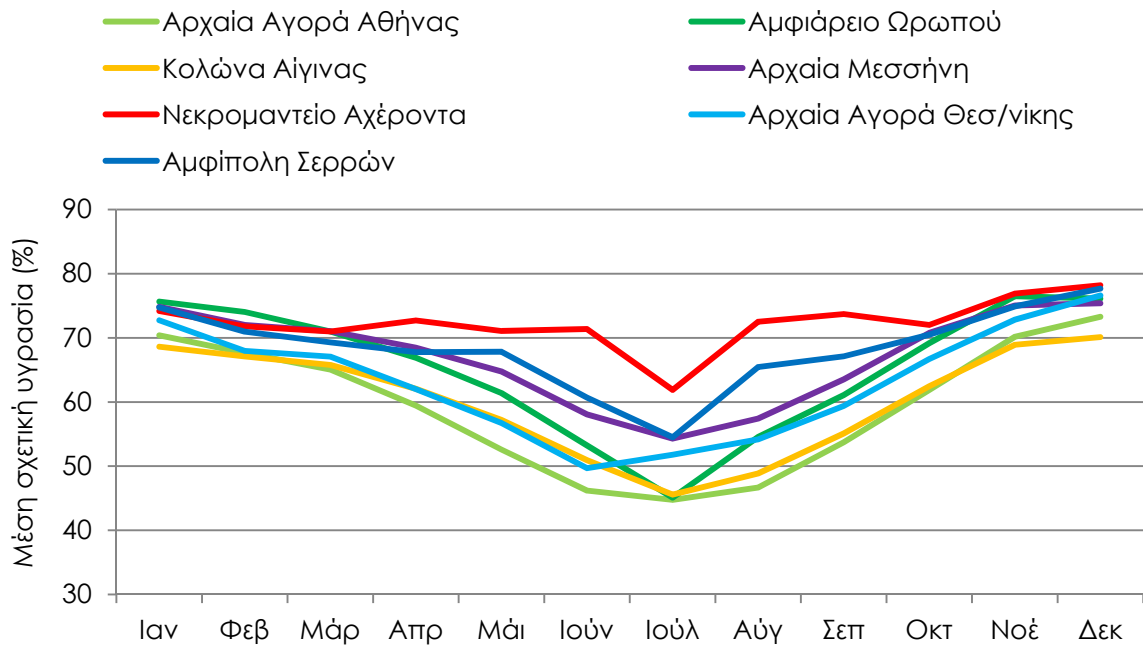
Αμφίπολη. Τέλος, το Νεκρομαντείο και το Αμφιάρειο παρουσιάζουν ηπιότερη διακύμανση των παραμέτρων θερμοκρασίας, κατά τη διάρκεια του έτους, σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους, με ήπια καλοκαίρια αλλά και χειμώνες. Φαίνεται ότι η Αγορά Αθήνας, η Κολώνα και η Μεσσήνη, έχουν ήπιους χειμώνες και θερμά καλοκαίρια, σε σχέση με την Αμφίπολη και την Αγορά Θεσσαλονίκης, όπου παρουσιάζονται ψυχροί χειμώνες, χωρίς θερμοκρασιακές εξάρσεις το θέρος και τέλος στο Αμφιάρειο και το Νεκρομαντείο δεν παρατηρούνται ιδιαίτερος θερμά καλοκαίρια ή ψυχροί χειμώνες σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους.



Σχήμα 1: Διακύμανση της μέσης μηνιαίας, τη μέσης μέγιστης και μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας, ανά μήνα, στις επτά περιοχές μελέτης

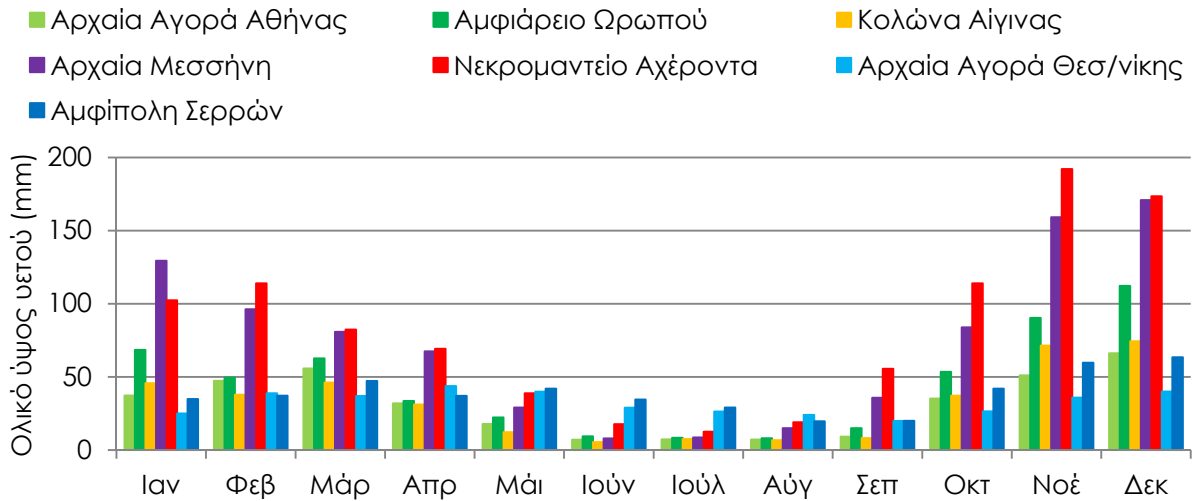
Στο Σχήμα 2 παρουσιάζεται η διακύμανση της μέσης σχετικής υγρασίας για τις επτά περιοχές μελέτης. Παρατηρείται ότι το Νεκρομαντείο παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές σχετικής υγρασίας κατά τη διάρκεια του έτους και τη μικρότερη υγρασιακή διακύμανση, όπου η σχετική υγρασία κατά τους θερινούς μήνες δεν πέφτει κάτω από 60%. Αντίθετα, η Κολώνα, η Αγορά Αθήνας και το Αμφιάρειο παρουσιάζουν υψηλή υγρασιακή διακύμανση κατά τη διάρκεια του έτους και τις χαμηλότερες τιμές σχετικής υγρασίας κατά τη διάρκεια του θέρους, περίπου 45%

(Σχήμα 2). Ενδιάμεσες τιμές σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους παρουσιάζουν η Μεσσήνη, η Αμφίπολη και η Αγορά Θεσσαλονίκης, όπου κατά τους θερινούς μήνες η σχετική υγρασία είναι περίπου 50-55%.



Σχήμα 2: Διακύμανση της μέσης σχετικής υγρασίας ανά μήνα στις επτά περιοχές μελέτης

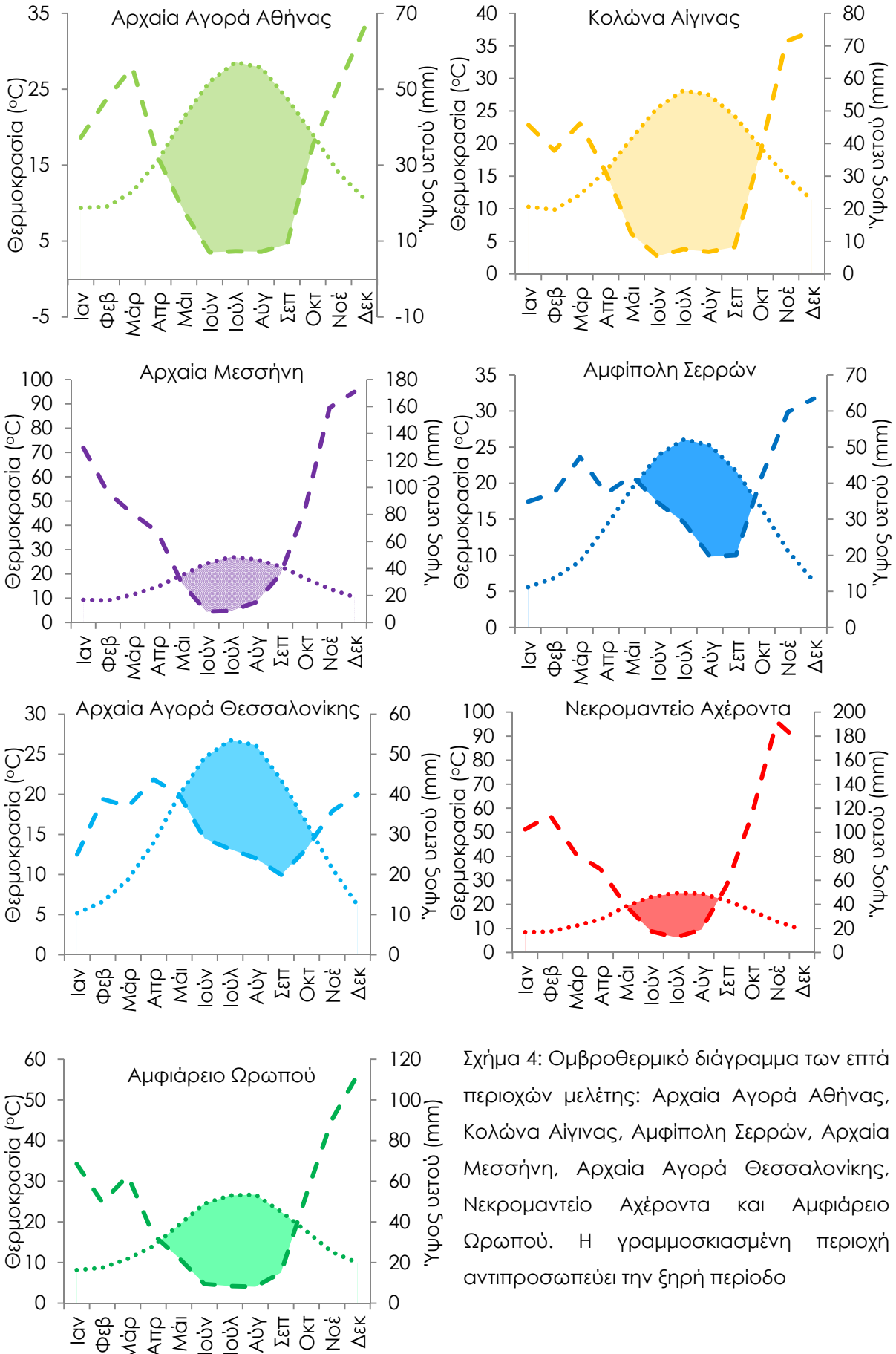
Από το Σχήμα 3 του μηνιαίου ολικού ύψους υετού διακρίνεται ότι κατά την περίοδο των υψηλών βροχοπτώσεων (Οκτώβριο έως Μάρτιο), υψηλότερα επίπεδα υετού παρουσιάζουν το Νεκρομαντείο και η Μεσσήνη, όπου το ύψος υετού αγγίζει το Νοέμβριο τα 192 και 159 mm αντιστοίχως. Οι υπόλοιποι χώροι παρουσιάζουν χαμηλότερα επίπεδα υετού κατά την περίοδο των βροχοπτώσεων. Το Νοέμβριο το ύψος υετού είναι 90 mm στο Αμφιάρειο, 71 mm στην Κολώνα, 51 mm στην Αγορά Αθήνας, ενώ αντίστοιχες τιμές εμφανίζουν η Αγορά Θεσσαλονίκης και η Αμφίπολη. Το ύψος υετού είναι ιδιαίτερα χαμηλό κατά τους θερμούς μήνες. Τον Ιούλιο η Αγορά Αθήνας δέχεται 7 mm υετού, ενώ η Μεσσήνη 8 mm, ενώ αντίστοιχες τιμές παρουσιάζουν το Αμφιάρειο, η Κολώνα και το Νεκρομαντείο. Υψηλότερα επίπεδα υετού κατά τους θερμούς μήνες παρουσιάζουν η Αγορά Θεσσαλονίκης και η Αμφίπολη, όπου τον Ιούλιο το ύψος υετού φτάνει τα 26 και 29 mm αντιστοίχως.



Σχήμα 3: Διακύμανση του ύψος υετού ανά μήνα, για τις επτά περιοχές μελέτης

Στο Σχήμα 4 δίνονται τα επιμέρους ομβροθερμικά σχήματα των περιοχών μελέτης. Σε αυτά παρουσιάζονται ταυτόχρονα δύο σημαντικές παράμετροι του κλίματος, η μέση μηνιαία θερμοκρασία και το μηνιαίο ύψος υετού, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Στα σχήματα η κλίμακα που ακολουθείται είναι 1:2, σε ότι αφορά την κλίμακα της θερμοκρασίας προς τη κλίμακα του ύψους υετού, έτσι ώστε να είναι συγκρίσιμες οι περίοδοι ξηρασίας, που παρουσιάζονται στα σχήματα με γραμμοσκίαση. Παρατηρείται ότι η Αγορά Αθήνας και η Κολώνα παρουσιάζουν τις πιο εκτεταμένες περιόδους ξηρασίας, από τον Απρίλιο έως τον Οκτώβριο, σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους (Σχήμα 4). Στο Αμφιάρειο, την Αγορά Θεσσαλονίκης και την Αμφίπολη, δεν παρουσιάζονται τόσο εκτεταμένες περιόδους ξηρασίας, ενώ η Μεσσήνη και το Νεκρομαντείο παρουσιάζουν τις πιο περιορισμένες περιόδους ξηρασίας, σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους, από τον Μάιο έως τον Αύγουστο (Σχήμα 4).

Από τις κλιματικές παραμέτρους φαίνεται ότι η Αγορά Αθήνας και η Κολώνα παρουσιάζουν ήπιους χειμώνες και θερμά καλοκαίρια, με ιδιαίτερα εκτεταμένες περιόδους ξηρασίας. Η Μεσσήνη παρουσιάζει επίσης ήπιους χειμώνες και θερμά καλοκαίρια, αλλά η περίοδος ξηρασίας είναι περιορισμένη καθώς έχει υψηλό επίπεδο βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια του έτους. Η Αμφίπολη και η Αγορά Θεσσαλονίκης παρουσιάζουν ψυχρούς χειμώνες και ήπια καλοκαίρια, χωρίς ιδιαίτερα εκτεταμένες περιόδους ξηρασίας. Το Νεκρομαντείο και το Αμφιάρειο παρουσιάζουν ήπιους χειμώνες και καλοκαίρια σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους. Παρ' όλα αυτά το Νεκρομαντείο έχει ιδιαίτερα περιορισμένη περίοδο ξηρασίας, λόγω των υψηλών βροχοπτώσεων, σε σχέση με το Αμφιάρειο, που παρουσιάζει πιο εκτεταμένη περίοδο ξηρασίας.



Σχήμα 4: Ομβροθερμικό διάγραμμα των επτά περιοχών μελέτης: Αρχαία Αγορά Αθήνας, Κολώνα Αίγινας, Αμφίπολη Σερρών, Αρχαία Μεσσήνη, Αρχαία Αγορά Θεσσαλονίκης, Νεκρομαντείο Αχέροντα και Αμφιάρειο Ωρωπού. Η γραμμοσκιασμένη περιοχή αντιπροσωπεύει την ξηρή περίοδο

2.3 Η ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ ΣΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ο Emburger (1955), καθόρισε βιοκλιματικούς τύπους για την υποδιαίρεση της επιφάνειας της Γής σε ζώνες, ανάλογα με τη μεταβολή θερμοκρασίας και το ύψος βροχόπτωσης. Η μέθοδος βασίζεται στον υπολογισμό του ομβροθερμικού δείκτη Q_2 , με βάση τρεις κλιματικές παραμέτρους: το ετήσιο ύψος υετού P (mm), τη μέση μέγιστη θερμοκρασία του θερμότερου μήνα M (°C), τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα m (°C) και το θερμοκρασιακό εύρος $M-m$. Με βάση αυτές τις παραμέτρους υπολογίζεται ο ομβροθερμικός δείκτης Q_2 όπου:

$$Q_2 = \frac{2000P}{(M + m + 546,4)(M - m)}$$

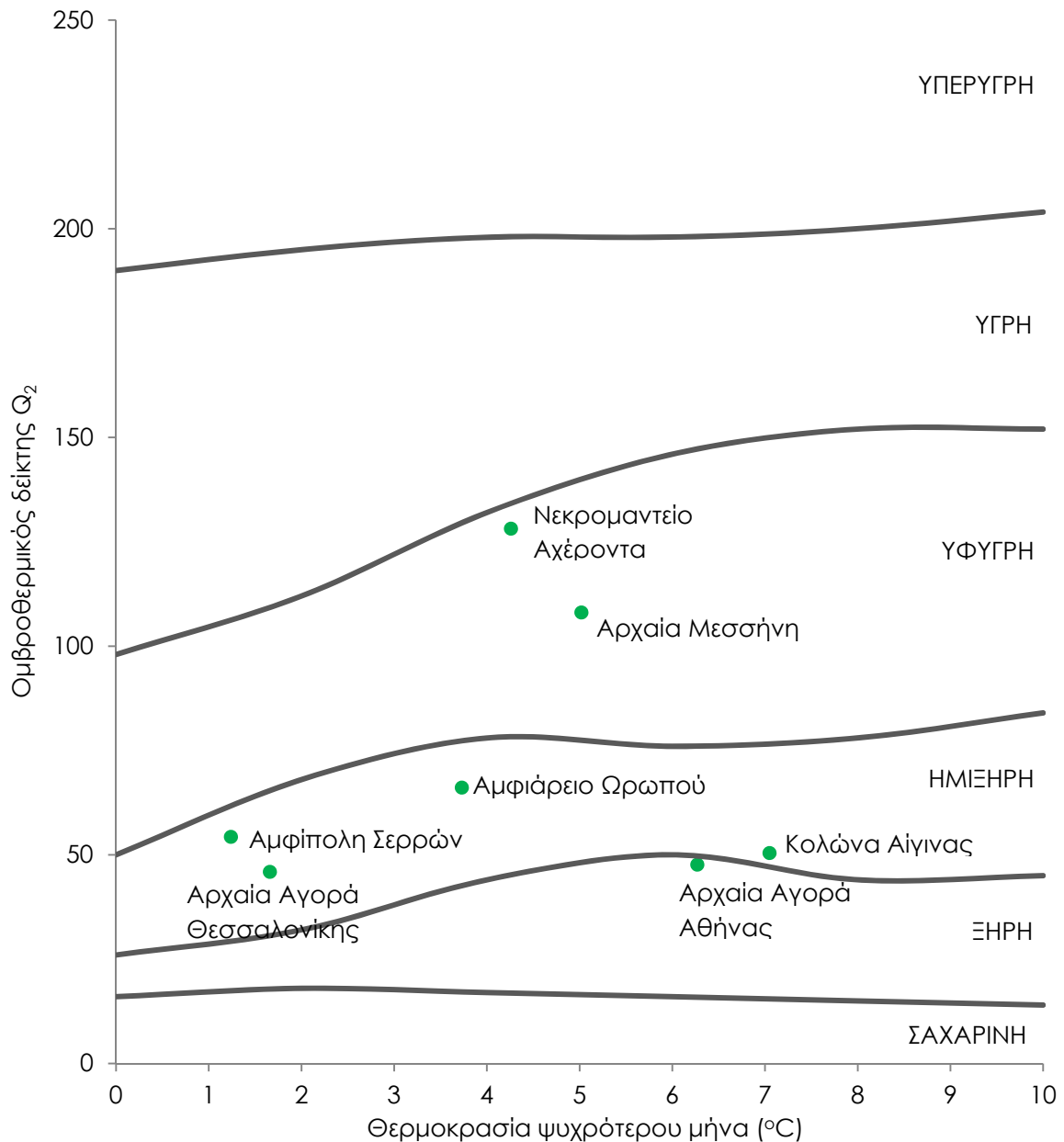
Με βάση τον ομβροθερμικό δείκτη κάθε περιοχή τοποθετείται στο βιοκλιματικό διάγραμμα των Emburger-Sauvage, στο οποίο για την περιοχή της Μεσογείου διακρίνονται 5 βιοκλιματικές ζώνες: Σαχαρινή, Ξηρή, Ημίξηρη, Ύφυγη και Υγρή. Η κάθε περιοχή τοποθετείται στο διάγραμμα χρησιμοποιώντας ως τεταγμένη τον ομβροθερμικό δείκτη Q_2 , ενώ ως τετμημένη τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα m (Emburger, 1955).

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι τιμές των παραμέτρων του ομβροθερμικού δείκτη, για τους επτά αρχαιολογικούς χώρους. Με βάση την τιμή του ομβροθερμικού δείκτη και τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα, κάθε χώρος τοποθετείται στο κλιματόγραμμα και κατατάσσεται στην αντίστοιχη βιοκλιματική ζώνη (Σχήμα 5).

Πίνακας 2: Κλιματικές παράμετροι του ομβροθερμικού λόγου για τους επτά αρχαιολογικούς χώρους

A/A	Αρχαιολογικός χώρος	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q_2
1	Αμφιάρειο Ωρωπού	533,7	31,5	3,7	66,1
2	Αμφίπολη Σερρών	467,2	31,0	1,2	54,3
3	Αρχαία Αγορά Αθήνας	373,4	33,0	6,3	47,6
4	Αρχαία Αγορά Θεσ/νίκης	386,0	30,7	1,7	45,9
5	Αρχαία Μεσσήνη	884,3	33,0	5,0	108,1
6	Κολώνα Αίγινας	384,0	32,0	7,1	52,5
7	Νεκρομαντείο Αχέροντα	991,3	30,9	4,3	128,2

Παρατηρείται, όπως και από τα σχήματα των κλιματικών παραμέτρων ότι η Αγορά Αθήνας και η Κολώνα, με τους ήπιους χειμώνες και τις εκτεταμένες περιόδους ξηρασίας, τοποθετούνται σε κοντινές θέσεις στο βιοκλιματικό διάγραμμα, στο όριο μεταξύ της ξηρής και ημίξηρης ζώνης. Η Αγορά Θεσσαλονίκης και η Αμφίπολη, τοποθετούνται επίσης σε κοντινές θέσεις στην ημίξηρη ζώνη, ενώ το Αμφιάρειο τοποθετείται στην ημίξηρη ζώνη, αλλά είναι το εγγύτερο στην ύφυγρη ζώνη. Η Μεσσήνη και το Νεκρομαντείο, με ήπιους χειμώνες και πολύ υψηλές βροχοπτώσεις τοποθετούνται στην ύφυγρη ζώνη, ενώ Νεκρομαντείο εμφανίζει εγγύτερη θέση στην υγρή ζώνη, σε σχέση με τη Μεσσήνη.



Σχήμα 5: Βιοκλιματικό διάγραμμα Emberger-Sauvage. Διακρίνεται η τοποθέτηση των επτά αρχαιολογικών χώρων μελέτης, με βάση τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα (°C) και τον υπολογισμό του ομβροθερμικού δείκτη Q_2

2.4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΛΗΨΗΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ

Πραγματοποιήθηκε δειγματοληπτική καταγραφή, των αυτοφυών εποχιακών ειδών σε δύο βλαστητικές περιόδους, με στόχο να καλυφθούν τα χειμερινοεαρινά και θερινοφθινοπωρινά εποχικά είδη (Dana *et al.*, 2002). Αντίθετα, τα αυτοφυή πολυετή είδη επειδή δεν παρουσιάζουν εποχική διαφοροποίηση, καταγράφηκαν μόνο κατά την περίοδο της Άνοιξης, στο σύνολό τους και όχι δειγματοληπτικά. Για την καταγραφή των χειμερινοεαρινών εποχιακών ειδών πραγματοποιήθηκαν επισκέψεις στους αρχαιολογικούς χώρους, το 2012: στην Αρχαία Αγορά Αθήνας 26 Μαρτίου έως 2 Απριλίου, στην Κολώνα Αίγινας 9 έως 12 Απριλίου, στην Αρχαία Αγορά Θεσσαλονίκης 23 και 24 Απριλίου, στη Χριστιανική Αμφίπολη 2 έως 4 Μαΐου, στην Αρχαία Μεσσήνη 8 έως 10 Μαΐου, στο Αμφιάρειο Ωρωπού 15 έως 25 Μαΐου και στο Νεκρομαντείο Αχέροντα 30 Μαΐου έως 1 Ιουνίου. Οι επισκέψεις για την καταγραφή των θερινοφθινοπωρινών εποχιακών ειδών πραγματοποιήθηκαν, το 2012: στην Κολώνα Αίγινας 28 Ιουνίου έως 29 Ιουνίου, στην Αρχαία Αγορά Θεσσαλονίκης 18 και 19 Σεπτεμβρίου, στη Χριστιανική Αμφίπολη 20 έως 22 Σεπτεμβρίου, στην Αρχαία Μεσσήνη 26 έως 28 Σεπτεμβρίου, στο Αμφιάρειο Ωρωπού 2 έως 7 Νοεμβρίου, στο Νεκρομαντείο Αχέροντα 13 έως 16 Νοεμβρίου και στην Αρχαία Αγορά Αθήνας 27 Νοεμβρίου έως 4 Δεκεμβρίου.

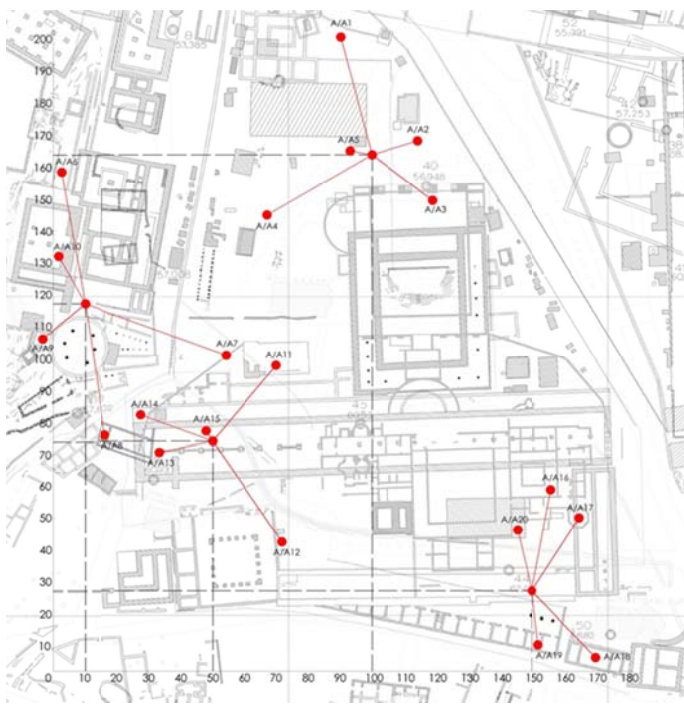
Οι καταγραφές αφορούσαν δύο διακριτά τμήματα των αρχαιολογικών χώρων: α) πάνω στα αρχιτεκτονικά κατάλοιπα των μνημείων και β) γύρω από αυτά, στις ελεύθερες επιφάνειες μεταξύ των αρχαίων κατασκευών.

2.4.1 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΣΤΙΣ ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΜΕΛΩΝ

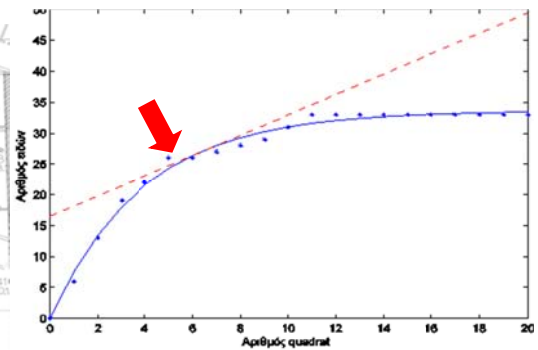
Για την καταγραφή των αυτοφυών ειδών στις ελεύθερες επιφάνειες των χώρων, ελήφθησαν δείγματα, με τη χρήση πλαισίων, το μέγεθος των οποίων ήταν 50 επί 50 cm. Τα πλαίσια τοποθετούνταν τυχαία στο χώρο με τη χρήση γεννήτριας τυχαίων αριθμών, πάνω σε σύστημα συντεταγμένων, για κάθε χώρο (Εικόνα 7). Κατά τη διάρκεια των καταγραφών, για τον προσδιορισμό του απαραίτητου αριθμού των πλαισίων δειγμάτων σχεδιάζονταν καμπύλη κορεσμού των ανευρισκόμενων ειδών, η οποία σχηματίζεται από τη σχέση δύο παραμέτρων: τον αριθμό των πλαισίων και τον αριθμό των ειδών που προστίθενται σε κάθε μέτρηση. Το σημείο κορεσμού προσδιορίζεται με βάση τον κανόνα του 10%, δηλαδή όταν μια αύξηση του αριθμού των δειγμάτων κατά 10%, αποδίδει λιγότερο από 10% νέα είδη. Το σημείο κορεσμού είναι το σημείο τομής της καμπύλης ανευρισκόμενων ειδών με μια ευθεία που ορίζεται από την αρχή των αξόνων (0,0) και το σημείο με συντεταγμένες στο 10% του αριθμού των ειδών και το 10% του αριθμού των πλαισίων (Εικόνα 8). Μετά το σημείο κορεσμού λαμβάνονταν ακόμη δέκα πλαίσια δείγματα και έπειτα σταματούσαν οι μετρήσεις.

Σε κάθε πλαίσιο, έγινε εκτίμηση της κάλυψης ως μέτρο της αφθονίας κάθε είδους, με χρήση της κλίμακας Braun-Blanquet, που περιλαμβάνει επτά κλάσεις για την κάλυψη του κάθε είδους

(Πίνακας 3, Braun-Blanquet, 1932). Η κλίμακα Braun-Blanquet χρησιμοποιείται συχνά για τη διερεύνηση της βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους (Salvadori & Urzi, 2008).



Εικόνα 7: Σημεία δειγματοληψίας στην Αρχαία Αγορά Αθήνας, στα οποία τοποθετήθηκαν πλαίσια για την καταγραφή της αυτοφυούς βλάστησης του χώρου



Εικόνα 8: Παράδειγμα καμπύλης κορεσμού ανευρισκόμενων ειδών από τον αρχαιολογικό χώρο της Κολώνας στην Αίγινα. Επισημαίνεται με βέλος το σημείο κορεσμού

Πίνακας 3: Κλίμακα κάλυψης-αφθονίας κατά Braun-Blanquet

Κλάση	Περιγραφή κλάσης
r	Ένα ή λίγα άτομα
+	Περιστασιακή εμφάνιση, λιγότερο από 5% κάλυψη
1	Αφθονο αλλά με μικρή κάλυψη λιγότερο του 5%
2	5-25% κάλυψη
3	25-50% κάλυψη
4	50-75% κάλυψη
5	75-100% κάλυψη

Σε κάθε πλαίσιο καταγράφηκαν ακόμη, οι συντεταγμένες του, η κλίση του, ο προσανατολισμός του, η ύπαρξη σκιάς, υγρασίας ή όχλησης και το μέγιστο ύψος του υψηλότερου φυτού. Παράλληλα συλλέγονταν δείγματα από κάθε είδος τα οποία μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο και έγινε η ταυτοποίησή τους, με βάση τη *Flora Europea*. Από

τα δείγματα στοιχειοθετήθηκε ερμπάριο αλλά και ηλεκτρονικό ερμπάριο με σάρωση των δειγμάτων.

Μετά την ταυτοποίηση των ειδών υπολογίστηκαν τα ποσοστά συμμετοχής των βοτανικών οικογενειών και τα ποσοστά συμμετοχής των βιολογικών μορφών κατά Raunkiaer (1934, 1937) δηλαδή θερόφυτα (T), ημικρυπτόφυτα (H), γεώφυτα (G), χαμαίφυτα (Ch) και φανερόφυτα (P), αλλά και η σχετική συχνότητα εμφάνισης $P_i = N_i N^{-1}$, για κάθε είδος, σε κάθε χώρο ξεχωριστά, όπου N_i : το σύνολο των εμφανίσεων του είδους στο μνημείο και N : το σύνολο των εμφανίσεων όλων των ειδών σε όλο το μνημείο.

2.4.2 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΑΝΩ ΣΤΑ ΜΕΛΗ ΤΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ

Για την καταγραφή των αυτοφύων εποχιακών ειδών, πάνω στα αρχιτεκτονικά μέλη των μνημείων, επελέγησαν τυχαία σημεία τα οποία επιδιώχθηκε να ανήκουν, κατά το δυνατόν, σε όλες τις κατηγορίες μικροοικοθέσεων που ορίζουν οι Lisci *et al.* (2003, βλ. Κεφάλαιο 1.2). Τα σημεία στα οποία έγιναν καταγραφές πάνω σε αρχιτεκτονικά μέλη παρουσιάζουν εξαιρετική ανομοιομορφία ως προς τη μορφολογία (κάθετες, οριζόντιες, κεκλιμένες επιφάνειες, μέγεθος δομικών μερών, μέγεθος αρμών, υπόστρωμα ανάπτυξης κ.α.) και έτσι δεν ήταν δυνατή η λήψη δειγμάτων με ομοιόμορφες διαστάσεις. Λόγω της ανομοιομορφίας των δειγμάτων η καταγραφή των φυτικών ειδών σε αυτά τα σημεία έγινε με δεδομένα παρουσίας-απουσίας. Τα αυτοφυή πολυετή είδη, κυρίως δέντρα και θάμνοι, καταγράφηκαν στο σύνολό τους σε όλη την επιφάνεια του μνημείου και όχι δειγματοληπτικά. Και σε αυτή την περίπτωση ωστόσο συλλέχθηκαν δείγματα, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την ταυτοποίηση των ειδών και για τη στοιχειοθέτηση φυσικού και ηλεκτρονικού ερμπάριου. Τέλος, υπολογίστηκε, όπως και στην περίπτωση των ελευθέρων επιφανειών, το ποσοστό συμμετοχής των βοτανικών οικογενειών και των βιολογικών μορφών κατά Raunkiaer (1934, 1937), αλλά και η σχετική συχνότητα εμφάνισης $P_i = N_i N^{-1}$, για κάθε είδος, σε κάθε χώρο ξεχωριστά, όπου N_i : το σύνολο των εμφανίσεων του είδους στο μνημείο και N : το σύνολο των εμφανίσεων όλων των ειδών σε όλο το μνημείο.

2.5 ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

Για την περιγραφή και εκτίμηση της ποικιλότητας στους επτά αρχαιολογικούς χώρους καταγράφηκε ο αριθμός των ειδών που παρατηρήθηκαν (S_{obs}) και εκτιμήθηκε ο πλούτος των ειδών (S_e) με τη μέθοδο Jack-Knife (Heltshel & Forrester, 1983), όπου:

$$S_e = S_{obs} + k(n-1)n^{-1}$$

για n : αριθμός δειγματοληπτικών μονάδων και k : αριθμός ειδών που βρέθηκαν σε ένα μόνο δείγμα (μοναδικά είδη). Η εκτίμηση του πλούτου των ειδών αφορούσε τα είδη που καταγράφηκαν στις ελεύθερες επιφάνειες, αλλά και πάνω στα μέλη των μνημείων.

Από τα δεδομένα που ελήφθησαν από τις ελεύθερες επιφάνειες μεταξύ των καταλοίπων, με δειγματοληπτικά πλαίσια υπολογίστηκαν οι σχετικές συχνότητες κάλυψης κάθε είδους $P_i = N_i N^{-1}$, για N_i : κάλυψη του κάθε είδους ξεχωριστά και N : το σύνολο της κάλυψης των ειδών σε κάθε μνημείο. Από τις σχετικές συχνότητες κάλυψης υπολογίστηκαν οι δείκτες ποικιλότητας Simpson και Shannon-Wiener. Ο δείκτης ποικιλότητας Simpson (Simpson, 1949):

$$D = 1 - \sum_{i=1}^n P_i^2$$

και ο δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener (Shannon & Weaver, 1949):

$$H' = - \sum_i^S P_i \ln P_i$$

Ακόμη υπολογίστηκε ο δείκτης ισομέρειας (Washington, 1984):

$$E = H' \ln S_{obs}^{-1}$$

Δεν ήταν δυνατός ο υπολογισμός των δεικτών ποικιλότητας από τα δεδομένα που ελήφθησαν από τα μέλη των μνημείων, καθώς όπως αναφέρθηκε τα μέλη παρουσιάζουν εξαιρετική ανομοιομορφία, που δεν επιτρέπει την ομοιόμορφη δειγματοληψία. Έτσι δεν ήταν δυνατός ο υπολογισμός της σχετικής συχνότητας κάλυψης, εφόσον τα δεδομένα ήταν παρουσίας-απουσίας και όχι ποσοτικά (κάλυψη).

2.6 ΣΤΑΣΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ – ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΣΤΑΔΩΝ ΚΑΙ ΚΥΡΙΩΝ ΣΥΝΙΣΤΩΣΩΝ

Στη συνέχεια έγινε ανάλυση συστάδων, με τη μέθοδο συσσωρευτικής ιεραρχικής συσταδοποίησης (Agglomerative Hierarchical Clustering) και ανάλυση κυρίων συνιστωσών (Principal Component Analysis), στα δεδομένα που αφορούσαν τα είδη που εμφανίζονταν πάνω σε μέλη μνημείων.

Για τις αναλύσεις αποφασίστηκε να εξαιρεθούν τα σπάνια είδη και να χρησιμοποιηθούν δεδομένα, που αφορούσαν τα είδη που βρέθηκαν να είναι πολύ άφθονα σε κάθε χώρο ξεχωριστά, αλλά και στο σύνολο των χώρων. Για να βρεθούν τα πολύ άφθονα είδη, σε κάθε χώρο ξεχωριστά, υπολογίστηκε η σχετική συχνότητα εμφάνισης $P_i = N_i / N$, για κάθε είδος, σε κάθε χώρο ξεχωριστά, όπου N_i : το σύνολο των εμφανίσεων του είδους στο μνημείο και N : το σύνολο των εμφανίσεων όλων των ειδών σε όλο το μνημείο. Στη συνέχεια υπολογίστηκε το N_2 (Hill, 1972), όπου:

$$N_2 = 1 / \sum_{i=1}^S P_i^2$$

το οποίο δίνει τον απόλυτο αριθμό των πολύ άφθονων ειδών σε κάθε μνημείο ξεχωριστά.

Για να βρεθούν τα πολύ άφθονα είδη, ως προς το σύνολο των μνημείων, υπολογίστηκε η σχετική συχνότητα εμφάνισης, $P_i = N_i / N$, για κάθε είδος, ως προς το σύνολο των μνημείων όπου N_i : το σύνολο των εμφανίσεων του είδους στο σύνολο των μνημείων και N : το σύνολο των εμφανίσεων όλων των ειδών στο σύνολο των μνημείων. Ακολουθώς υπολογίστηκε το N_2 , με βάση τον τύπο που προαναφέρθηκε, αλλά αυτή τη φορά στο σύνολο των μνημείων και προέκυψε ο αριθμός των πολύ άφθονων ειδών στο σύνολο των μνημείων. Στη συνέχεια επελέγησαν τα είδη που βρέθηκαν να είναι πολύ άφθονα ως προς κάθε μνημείο ξεχωριστά αλλά και ως προς το σύνολο των μνημείων.

Η ανάλυση συστάδων είναι μια πολυπαραγοντική μέθοδος με την οποία αναζητούνται οι ομοιογένειες των δεδομένων. Στόχος είναι να δημιουργηθούν συστάδες όπου τα αντικείμενα που συμμετέχουν σε μία συστάδα παρουσιάζουν ομοιότητες, αλλά διαφέρουν από τα αντικείμενα μιας διαφορετικής συστάδας. Με άλλα λόγια κάθε συστάδα/ομάδα διαθέτει ομοειδή σύσταση, με σχεδόν όμοιες τιμές παρατηρήσεων, ενώ κάθε συστάδα/ομάδα έχει διαφορετικές τιμές από τις άλλες συστάδες. Κατά την ανάλυση συστάδων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της συσσωρευτικής ιεραρχικής ταξινόμησης. Η ομοιότητα και ομαδοποίηση των δεδομένων γίνεται με τη μέτρηση της απόστασης της ομοιότητας δύο τιμών, με τη χρήση διαφόρων συντελεστών ομοιότητας ή ανομοιότητας (Rencher, 2002, Πετρίδης, 2015). Κατά την ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν οι συντελεστές ευκλείδειας απόστασης (Euclidean distance), τετραγωνικής ευκλείδειας απόστασης (Squared Euclidean distance), Bray Curtis, Kendall και Chi squared, ενώ η διασύνδεση των ομάδων υπολογίστηκε με αποστάσεις απλού συνδέσμου

(single linkage), πλήρους συνδεσιμότητας (complete linkage) μέσου όρου της ομάδας (average linkage) και μέθοδο Ward (Ward's method, Πετρίδης, 2015), με στόχο να επιλεγεί το δενδρόγραμμα το οποίο θα προέκυπτε πιο συχνά ως αποτέλεσμα των αναλύσεων (Dana *et al.*, 2002, Rencher, 2002). Η συσσωρευτική ιεραρχική ταξινόμηση έγινε με στόχο την ομαδοποίηση των μνημείων, ως προς τη βλάβη που καταγράφηκε σε αυτά, αλλά και την ομαδοποίηση των ειδών που καταγράφηκαν ως προς ποιά είδη τείνουν να εμφανίζονται μαζί. Τελικά, για την συσταδοποίηση των μνημείων χρησιμοποιήθηκε η τετραγωνική ευκλείδεια απόσταση, με πλήρη συνδεσιμότητα των ομάδων, ενώ για τη συσταδοποίηση των φυτικών ειδών ο συντελεστής Bray Curtis, με τη μέθοδο πλήρους συνδεσιμότητας, για τη διασύνδεση των ομάδων.

Η ανάλυση των κυρίων συνιστωσών είναι μια μέθοδος πολυμεταβλητής ανάλυσης, που στοχεύει στον περιορισμό των μεταβλητών, που ερμηνεύουν την παραλλακτικότητα των δεδομένων. Κατά την ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν οι συντελεστές συσχέτισης: Pearson (n-1), Pearson (n), Spearman και Kendall, σε συνδυασμό με τις μεθόδους περιστροφής των κυρίων αξόνων: μέγιστης διακύμανσης (varimax), μέγιστης ισοδυναμίας (equamax), orthomax, μέγιστης τέταρτης δύναμης (quartimax), parsimax και ελάχιστης τέταρτης δύναμης (quartimin), με στόχο να επιλεγεί το γράφημα των κυρίων συνιστωσών, που θα ερμήνευε το μεγαλύτερο ποσοστό παραλλακτικότητας των δεδομένων (Rencher, 2002). Τελικά για την ερμηνεία των δεδομένων επελέγη η μέθοδος Spearman, χωρίς την περιστροφή των αξόνων.

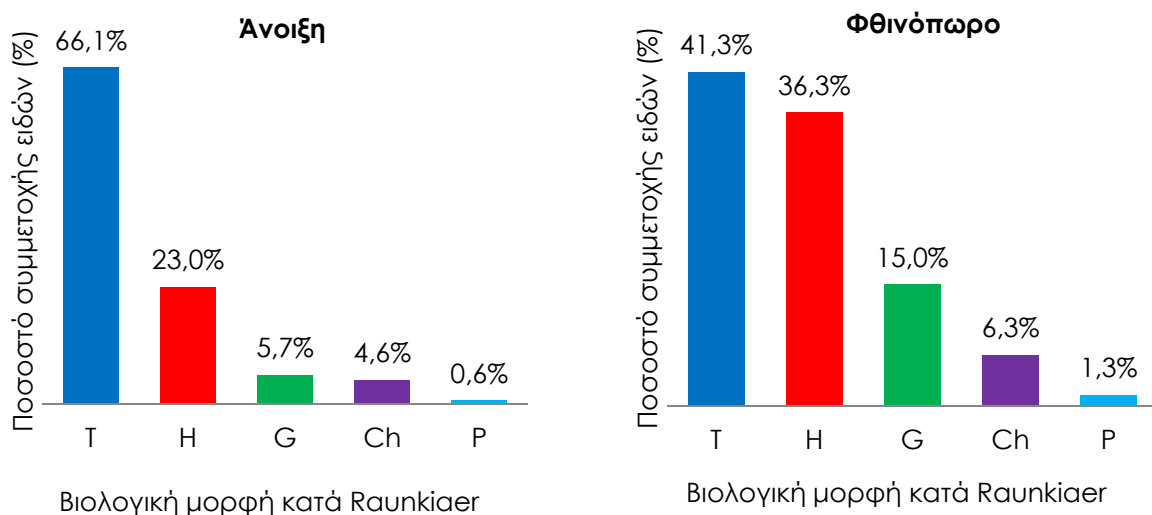
Για την συσσωρευτική ιεραρχική συσταδοποίηση, την ανάλυση κυρίων συνιστωσών, αλλά και την ανάλυση παλινδρόμησης χρησιμοποιήθηκε το πακέτο XLSTAT 2014 (Addinsoft, New York, NY, USA).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

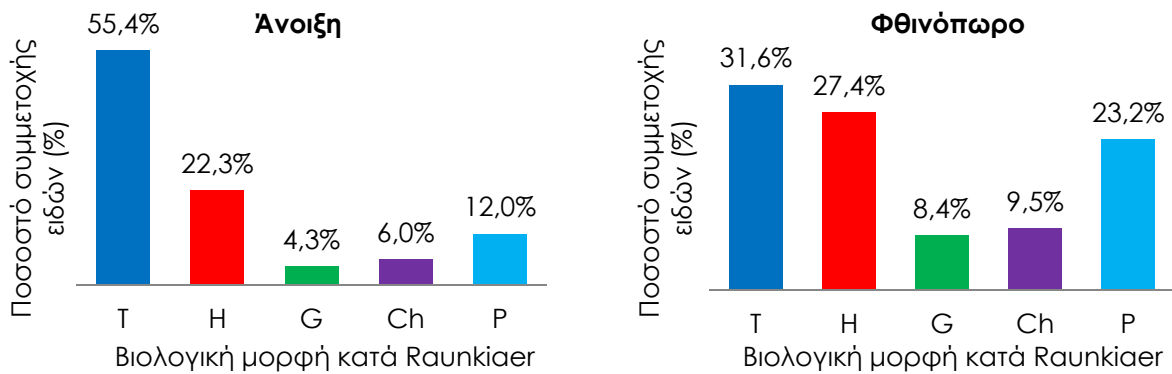
3.1 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΙΔΩΝ ΣΕ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ

Από τη συγκέντρωση των αποτελεσμάτων, κατανομής των ειδών σε βιολογικές μορφές, κατά Raunkiaer (1934, 1937), βρέθηκε ότι στις ελεύθερες επιφάνειες, αλλά και πάνω στα αρχαία κατάλοιπα των μνημείων, κυριαρχούν τα θερόφυτα, τόσο κατά την περίοδο της Άνοιξης, όσο και του Φθινοπώρου. Την Άνοιξη, το ποσοστό των θερόφυτων, που αυτοφύονταν στις ελεύθερες επιφάνειες των χώρων σε σχέση με τις υπόλοιπες βιολογικές μορφές, ήταν 66,1%, ενώ την περίοδο του Φθινοπώρου 41,3% (Σχήμα 6). Ανάλογα, πάνω στα κατάλοιπα των αρχαίων κατασκευών, κατά πλειοψηφία, εμφανίζονταν θερόφυτα σε ποσοστό 55,4% την Άνοιξη και 31,6% το Φθινόπωρο (Σχήμα 7).

Τα ημικρυπτόφυτα, γεώφυτα και χαμαίφυτα εμφανίζονταν σε χαμηλότερα ποσοστά. Την περίοδο της Άνοιξης στις ελεύθερες επιφάνειες τα ποσοστά των αντίστοιχων μορφών ήταν: ημικρυπτόφυτα 23,0%, γεώφυτα 5,7% και χαμαίφυτα 4,6% (Σχήμα 6). Ανάλογα ήταν τα ποσοστά των παραπάνω βιολογικών μορφών στις ελεύθερες επιφάνειες την περίοδο του Φθινοπώρου και πάνω στα μέλη και τις δύο περιόδους καταγραφών (Σχήμα 7). Αυτοφυή φανερόφυτα καταγράφηκαν σε εξαιρετικά χαμηλό ποσοστό στις ελεύθερες επιφάνειες των χώρων (Σχήμα 6). Αντίθετα, πάνω στα αρχαία κατάλοιπα καταγράφηκαν φανερόφυτα σε ποσοστό 12,0% και 23,2%, την περίοδο της Άνοιξης και του Φθινοπώρου αντίστοιχα (Σχήμα 7).



Σχήμα 6: Κατανομή (%) των φυτικών ειδών, που καταγράφηκαν σε ελεύθερες επιφάνειες αρχαιολογικών χώρων, την περίοδο της Άνοιξης και του Φθινοπώρου, σε βιολογικές μορφές κατά Raunkiaer (1934, 1937), όπου T: Θερόφυτα, H: Ημικρυπτόφυτα, G: Γεώφυτα, Ch: Χαμαίφυτα και P: Φανερόφυτα



Σχήμα 7: Κατανομή (%) των φυτικών ειδών, που καταγράφηκαν πάνω σε μνημεία την περίοδο της Άνοιξης και του Φθινοπώρου, σε βιολογικές μορφές κατά Raunkiaer (1934, 1937), όπου T: Θερόφυτα, H: Ημικρυπτόφυτα, G: Γεώφυτα, Ch: Χαμαίφυτα και P: Φανερόφυτα

Από την κυριαρχία των θερόφυτων στους αρχαιολογικούς χώρους μελέτης φαίνεται ότι αυτοί βρίσκονται σε πρώιμα στάδια εποικισμού, αφού τα αποτελέσματα συμφωνούν με παλαιότερες έρευνες που δείχνουν ότι σε μεσογειακά κλίματα οι αρχαιολογικοί χώροι κατακλύζονται από θερόφυτα στα πρώιμα στάδια εποικισμού (Canena & Pacini, 2008).

Αυτό πιθανώς οφείλεται στις επεμβάσεις περιορισμού των ζιζανίων που εφαρμόζονται στους αρχαιολογικούς χώρους, που εμποδίζουν την εξέλιξη της διαδοχής του εποικισμού, σε ωριμότερες βιοκοινότητες, τις οποίες θα συνέθεταν πολυετή είδη (Pacini & Signorini, 2008). Στους χώρους στους οποίους έγιναν οι καταγραφές, στα πλαίσια της παρούσας έρευνας, εφαρμόζεται σε ετήσια βάση καταπολέμηση των ζιζανίων στις ελεύθερες επιφάνειες, με μηχανικά μέσα (μεινέζα ή άλλα περιστροφικά εργαλεία κοπής, προσωπική επικοινωνία με προϊστάμενους αντίστοιχων Εφορειών Αρχαιοτήτων), η οποία φαίνεται να εμποδίζει την εξέλιξη της διαδικασίας του εποικισμού.

Επιπλέον, ο εποικισμός των αρχαιολογικών χώρων ξεκινάει μετά την ολοκλήρωση της ανασκαφής τους και τη διαμόρφωση των σύγχρονων σταθμών. Αυτό, στους χώρους μελέτης, συνέβη στο πρόσφατο παρελθόν, αναλογικά με την εξέλιξη της διαδικασίας του εποικισμού, που στην περίπτωση πρωτογενούς εποικισμού μπορεί να εξελιχθεί σε βάθος εκατονταετιών (Canena & Ceschin, 2008). Πιο συγκεκριμένα, στην Αγορά της Αθήνας οι συστηματικές ανασκαφές ξεκίνησαν μετά το 1930, ενώ στην Αμφίπολη και το Νεκρομαντείο μετά το 1950 (Παράρτημα Ι). Αυτό ισχύει για την πλειοψηφία των αρχαιολογικών χώρων, αφού το συστηματικό ανασκαφικό έργο της Ελληνικής Αρχαιολογικής Υπηρεσίας ξεκίνησε κατά την περίοδο του Μεσοπολέμου (Μαλλούχου-Tufano, 2015).

Πάνω στα μέλη διακρίνεται η παρουσία φανερόφυτων, που δεν παρατηρούνται στις καταγραφές αυτοφυούς βλάστησης των ελεύθερων επιφανειών. Τα φανερόφυτα αυτά φαίνεται να προέρχονται κυρίως από διασπορά σπερμάτων των φανερόφυτων, που έχουν φυτευτεί ως καλλωπιστικά στους αντίστοιχους αρχαιολογικούς χώρους, καλλιεργούνται ή

αυτοφύοναι στις γύρω περιοχές. Για παράδειγμα, στην περίπτωση της Αγοράς Αθήνας τα φανερόφυτα που καταγράφηκαν πάνω στα κατάλοιπα είναι είδη όπως η λαντάνα (*Lantana camara*), η δάφνη (*Laurus nobilis*) και η πικροδάφνη (*Nerium oleander*, Κεφ. 3.5.1), είδη τα οποία είχαν φυτευτεί στο χώρο την δεκαετία του '50 στα πλαίσια της μελέτης ανάδειξης (Βάθης, 2002). Στην Αρχαία Μεσσήνη τα φανερόφυτα, που καταγράφηκαν πάνω σε μέλη, ήταν κυρίως συκιές (*Ficus carica*), που φύονται στις καλλιεργούμενες εκτάσεις που συνορεύουν με το χώρο, ενώ στο Αμφιάρειο καταγράφηκαν σχίνα (*Pistacia lentiscus*) πάνω στα μέλη, που αυτοφύονται στη γύρω περιοχή. Ακόμη, στην Αγορά Αθήνας και στην Αμφίπολη καταγράφηκαν αείλανθοι (*Ailanthus altissima*), ένα επιθετικό ζιζάνιο που συχνά καταγράφεται σε αρχαιολογικούς χώρους (Οικονόμου, 1998). Στους χώρους στους οποίους έγινε καταγραφή βλάστησης, για την απομάκρυνση φυτικών ειδών από τα μέλη εφαρμόζεται βοτάνισμα (προσωπική επαφή με προϊστάμενους αντίστοιχων Εφορειών Αρχαιοτήτων), που φαίνεται να μην είναι αποτελεσματικό ενάντια στα φανερόφυτα.

Η κατανομή των βιολογικών μορφών, που φύονται στους αρχαιολογικούς χώρους, θα μπορούσε να υποδείξει το πρόγραμμα διαχείρισης της βλάστησης, καθώς σχετίζεται με το είδος των προβλημάτων που δημιουργούνται στους χώρους. Η γνώση της οικολογίας των φυτών στόχων είναι πολύ σημαντική, για το σχεδιασμό του προγράμματος επεμβάσεων ζιζανιοκτονίας (Mortensen, 2000), ενώ οι επεμβάσεις περιορισμού βλάστησης στους αρχαιολογικούς χώρους, θα πρέπει να επαναλαμβάνονται περιοδικά, ανάλογα με τον βλαστητικό κύκλο των αυτοφυών ειδών (Canena *et al.*, 2008a).

Η εκρηκτική ανάπτυξη των θερόφυτων κατά την περίοδο της Άνοιξης, στις ελεύθερες επιφάνειες των αρχαιολογικών χώρων, προκαλεί προβλήματα όπως δυσκολία στις εργασίες συντήρησης και αποκατάστασης, οπτικό αποκλεισμό των καταλοίπων, δυσκολία στην πρόσβαση των επισκεπτών και κίνδυνο πυρκαγιάς (Lisci *et al.*, 2003). Για τις ελεύθερες επιφάνειες των χώρων, ένα ετήσιο πρόγραμμα επεμβάσεων με στόχο την πλήρη αποτροπή σχηματισμού σπόρου από τα θερόφυτα θα ήταν η βέλτιστη λύση για την, σε βάθος χρόνου, μείωση της δαπάνης ζιζανιοκτονίας και αύξηση της αποτελεσματικότητας της μεθόδου. Για τα θερόφυτα τα στάδια του σπόρου είναι ιδιαίτερα σημαντικό καθώς αφορά την επιβίωση του πληθυσμού (Holst & Rasmussen, 2007). Έτσι, για την καταπολέμηση των θερόφυτων, σε παραγωγικές καλλιέργειες, έχει προταθεί και εφαρμόζεται η παντελής αποτροπή σχηματισμού σπόρου (No Seed Threshold). Η μέθοδος αυτή έχει ως στόχο να μειώσει το δυναμικό των σπόρων του εδάφους και φαίνεται να μειώνει σε βάθος χρόνου το κόστος της ζιζανιοκτονίας, στα πλαίσια ενός προγράμματος ολοκληρωμένης διαχείρισης (Mortensen, 2000, Norris, 1999).

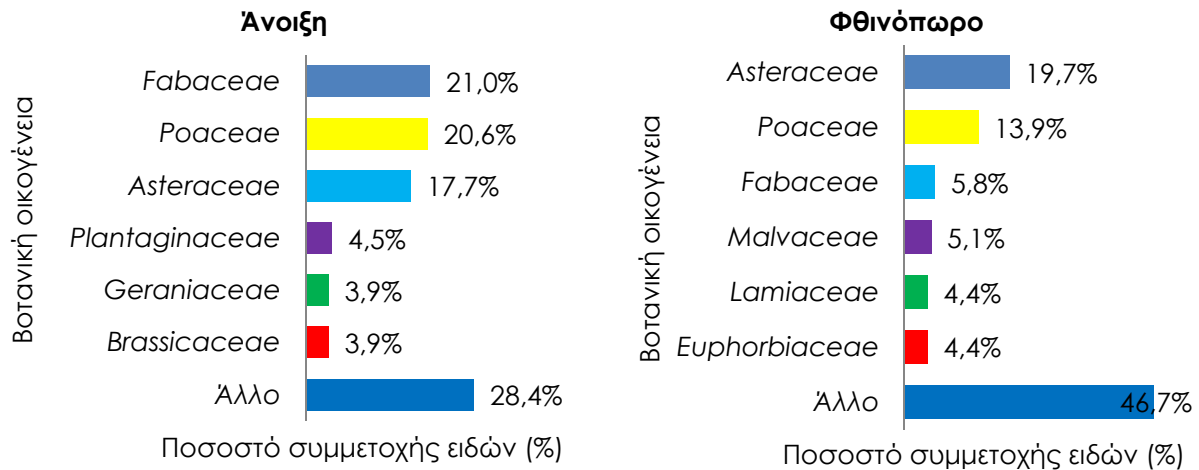
Παράλληλα όμως, οι εντατικοποιημένες επεμβάσεις, για την παντελή αποτροπή σχηματισμού σπόρου, μπορούν να εφαρμόζονται στη ζώνη άμεσης γεινίασης με το μνημείο, ενώ στον υπόλοιπο χώρο να εφαρμόζονται πολύ ήπιες επεμβάσεις, με στόχο την προστασία της βιοποικιλότητας. Μικρότεροι πληθυσμοί ζιζανίων απαιτούν λιγότερο εντατικές επεμβάσεις για

τον έλεγχο τους σε επιθυμητά επίπεδα (Mortensen, 2000). Μια επέκταση του παραπάνω αφορά τον γεωγραφικό καταμερισμό των επεμβάσεων, οπότε προτείνεται σε παραγωγικές καλλιέργειες η εντατικοποίηση των επεμβάσεων σε ορισμένα τμήματα του αγρού, με σημαντικούς πληθυσμούς ζιζανίων και η μείωση των επεμβάσεων σε άλλα τμήματα, όπου δεν υπάρχει ανάγκη, με στόχο και τη μείωση του κόστους (Mortensen, 2000).

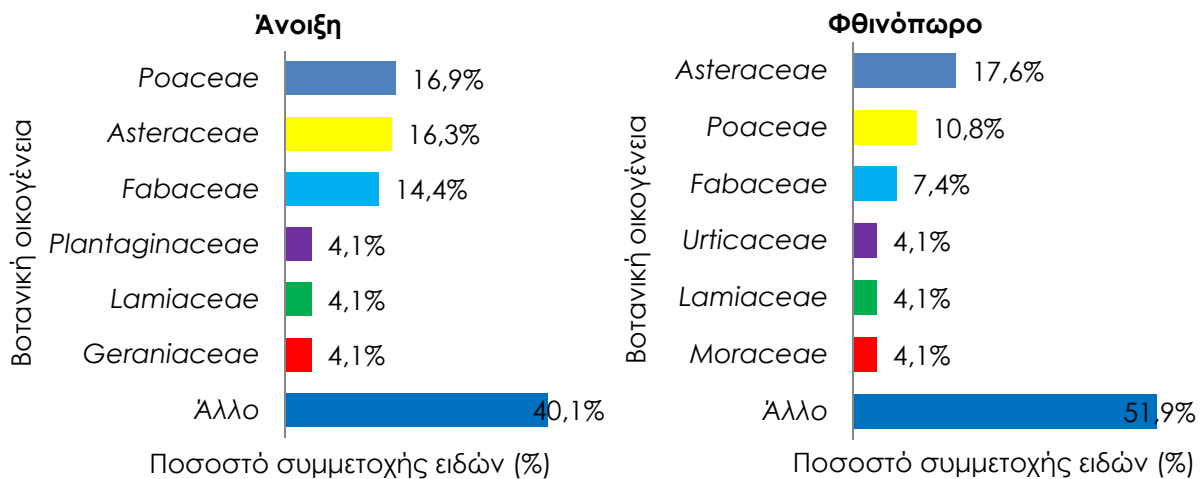
Αντίστοιχα, η ανάπτυξη φυτικών ειδών πάνω στα μέλη των μνημείων προκαλεί κυρίως μηχανικές καταπονήσεις, η σοβαρότητα των οποίων συνδέεται με τη βιολογική μορφή, κατά τη σειρά T<H<G<Ch<P (Motti & Stinca, 2011). Η σύγχρονη θεωρία για τη διαχείριση βλάστησης στους αρχαιολογικούς χώρους με στόχο την προστασία των μνημείων, ορίζει ότι επεμβάσεις αφαίρεσης βλάστησης θα πρέπει να γίνονται μόνο όταν υπάρχει μεγάλη πιθανότητα πρόκλησης βλάβης για το μνημείο, για λόγους προστασίας της βιοποικιλότητας (Nimis *et al.*, 1992, Arino & Saiz-Jimenez, 1996, Celesti Grapow & Blasi, 2003, Caneva *et al.*, 2008a). Για τις επεμβάσεις πάνω στα κατάλοιπα προτείνεται η απομάκρυνση μόνο των ειδών με υψηλό Δείκτη Επικινδυνότητας (ΔΕ, θα αναλυθεί στο Μέρος II, Κεφάλαιο 1.1.1), κατά τη σειρά T<H<G<Ch<P, με στόχο τη μείωση της δαπάνης των εφαρμογών και την προστασία της βιοποικιλότητας των φυτοκοινωνιών. Παράλληλα, προτείνεται η βελτίωση της μεθόδου καταπολέμησης καθώς το βοτάνισμα είναι αναποτελεσματικό ενάντια στα είδη με υψηλό ΔΕ, επειδή συνήθως απομακρύνει μόνο το υπέργειο μέρος, ενώ το υπόγειο μέρος παραμένει και συνεχίζει να αναπτύσσεται (Caneva *et al.*, 2008b).

3.2 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΙΔΩΝ ΣΕ ΒΟΤΑΝΙΚΕΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ

Από την ταυτοποίηση των *taxa*, από τους επτά αρχαιολογικούς χώρους, βρέθηκαν 67 βοτανικές οικογένειες. Οι τρεις πολυπληθέστερες σε είδη βοτανικές οικογένειες, που βρέθηκαν στους αρχαιολογικούς χώρους, ήταν οι *Fabaceae*, *Poaceae* και *Asteraceae*. Η κυριαρχία των παραπάνω οικογενειών παρατηρείται στις ελεύθερες επιφάνειες, αλλά και πάνω στα κατάλοιπα και τις δύο περιόδους καταγραφών, Άνοιξη και Φθινόπωρο. Συγκεκριμένα, την περίοδο της Άνοιξης, στις ελεύθερες επιφάνειες, πλειοψηφούσαν τα είδη της οικογένειας *Fabaceae* με ποσοστό 21,0%, ακολουθούμενη από την *Poaceae* (20,6%) και την *Asteraceae* (17,7%, Σχήμα 8). Αντίθετα, την περίοδο του Φθινοπώρου κυριαρχούσε η οικογένεια *Asteraceae* (19,7%) ακολουθούμενη από την *Poaceae* (13,9%) και την *Fabaceae* (5,8%, Σχήμα 8). Πάνω στα κατάλοιπα, την περίοδο της Άνοιξης κυριαρχούσε η *Poaceae* (16,9%), ακολουθούμενη από την *Asteraceae* (16,3%) και την *Fabaceae* (14,4%, Σχήμα 9). Την περίοδο του Φθινοπώρου πάνω στα μέλη πλειοψηφούσαν τα είδη της οικογένειας *Asteraceae* (17,6%) και ακολουθούσε η *Poaceae* (10,8%) και η *Fabaceae* (7,4%, Σχήμα 9).



Σχήμα 8: Κατάνομή (%) των φυτικών ειδών, που καταγράφηκαν σε ελεύθερες επιφάνειες αρχαιολογικών χώρων, την περίοδο της Άνοιξης και του Φθινοπώρου, σε βοτανικές οικογένειες



Σχήμα 9: Κατάνομή (%) των φυτικών ειδών που καταγράφηκαν την περίοδο της Άνοιξης και του Φθινοπώρου πάνω σε μέλη μνημείων, σε βοτανικές οικογένειες

Οι αρχαιολογικοί χώροι στην περιοχή της Μεσόγειου κατακλύζονται από θερόφυτα στα πρώτα στάδια εποικισμού. Τα είδη των οικογενειών *Poaceae*, *Asteraceae* και *Fabaceae* είναι προσαρμοσμένα για διασπορά και αντοχή σε διαταραγμένα περιβάλλοντα και ιδιαίτερως ξηροθερμικές συνθήκες.

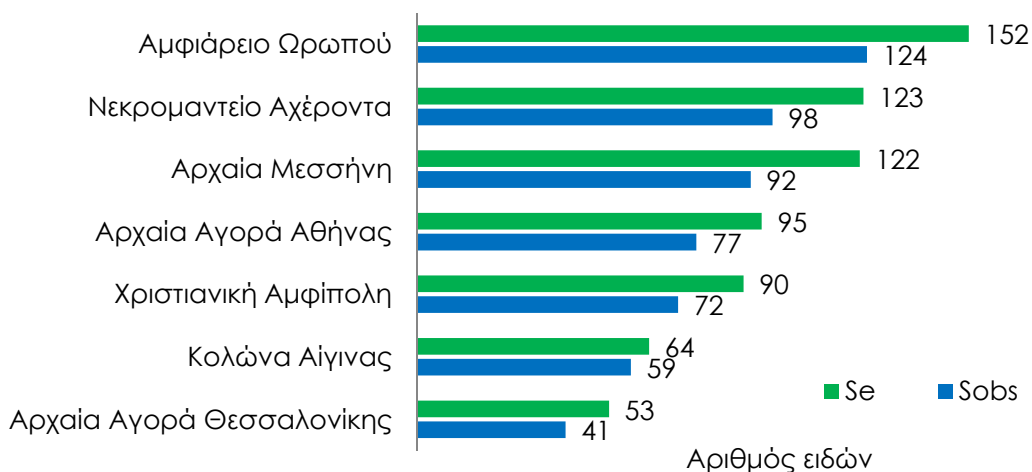
Η αφθονία των αγρωστωδών (*Poaceae*) σε διαταραγμένα περιβάλλοντα έχει σχετιστεί με την ανθεκτικότητά τους, αλλά και με τη διασπορά των σπόρων τους από τα μερμήγκια, καθώς πολλά αγρωστώδη βασίζονται στη μεσοπανίδα για τη διασπορά των σπόρων τους στη φύση (Benvenuti, 2004). Ακόμη, είδη όπως η αγριοβρώμη (*Avena sterilis*), ο βρώμος (*Bromus sterilis*) και το αγριοκρίθαρο (*Hordeum murinum*), μπορούν να διατηρούν τους πληθυσμούς τους σε περιοχές με περιορισμένη βροχόπτωση, με εγγενή αναπαραγωγή, λόγω των μηχανισμών που

διαθέτουν οι σπόροι τους για «αυτοεπικάλυψη» με έδαφος. Οι σπόροι των ειδών αυτών μπορούν να εισέρχονται στο έδαφος και να παραμένουν εκεί μέχρι να βρέξει (Benvenuti, 2004).

Ακόμη, το υψηλό ποσοστό κυριαρχίας των *Asteraceae* οφείλεται στα εξαρτήματα πτήσης που έχουν οι σπόροι τους (ανεμόγαμα), τα οποία τους επιτρέπουν να διασπείρονται σε μεγάλες αποστάσεις (Benvenuti, 2004). Τέλος, τα ψυχανθή (*Fabaceae*) έχει παρατηρηθεί ότι παρουσιάζουν ανθεκτικότητα στις κοπές και μάλιστα ευνοούνται από αυτές. Οι Dupre και Diekman (2001) βρήκαν θετική συσχέτιση μεταξύ της παρουσίας ψυχανθών και της βόσκησης σε χορτολιβαδικές εκτάσεις, που συμφωνεί και με παλαιότερες μελέτες (Noy-Meir *et al.*, 1989, Hadar & Noy-Meir, 1999). Στους αρχαιολογικούς χώρους στους οποίους έγινε καταγραφή, εφαρμόζονται ετήσιες κοπές ζιζανίων (προσωπική επαφή με προϊστάμενους των αντίστοιχων Εφορειών Αρχαιοτήτων).

3.3 ΠΛΟΥΤΟΣ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΕΙΔΩΝ

Στο Σχήμα 10 παρουσιάζεται ο πλούτος των ειδών των επτά αρχαιολογικών χώρων, με τον αριθμό των ειδών που καταγράφηκαν σε ελεύθερες επιφάνειες και πάνω στα μέλη των μνημείων (S_{obs}) και την εκτίμηση πλούτου (S_e) με τη μέθοδο Jack-Knife, που εκτιμά μια διόρθωση του πλούτου με βάση πόσα είδη μπορεί να έχουν παραλειφθεί λόγω σφάλματος κατά τις δειγματοληπτικές καταγραφές (Heltshel & Forrester, 1983). Φαίνεται ότι το Αμφιάρειο, το Νεκρομαντείο και η Μεσσήνη είναι οι τρεις πλουσιότεροι χώροι σε φυτικά είδη, με εκτίμηση πλούτου ειδών στα 152, 123 και 122 είδη αντίστοιχα. Αντίθετα η Αγορά Θεσσαλονίκης, η Κολώνα και η Αγορά Αθήνας είναι οι τρεις φτωχότεροι χώροι σε φυτικά είδη και η εκτίμηση του πλούτου των ειδών σε αυτούς τους χώρους ήταν 53, 64 και 95 είδη, αντίστοιχα.



Σχήμα 10: Αριθμός ειδών (S_{obs}) που καταγράφηκαν και εκτίμηση πλούτου ειδών (S_e) στους επτά αρχαιολογικούς χώρους

Οι Hawkins *et al.* (2003) βρήκαν ότι το ύψος υετού ήταν ο κύριος παράγοντας που καθορίζει τον πλούτο των φυτικών ειδών. Η διαθεσιμότητα του νερού είναι ο παράγοντας κλειδί για τον πλούτο των ειδών, ειδικά σε θερμές περιοχές. Οι τρεις πλουσιότεροι χώροι σε φυτικά είδη, το Αμφιάρειο, το Νεκρομαντείο και η Μεσσήνη, παρουσιάζουν και τον υψηλότερο ετήσιο υετό, τους υψηλότερους ομβροθερμικούς δείκτες και τη συντομότερη ξηροθερμική περίοδο, κατά τη διάρκεια του θέρους. Παρ' όλα αυτά, η ανάλυση απλής γραμμικής παλινδρόμησης, μεταξύ του αριθμού καταγεγραμμένων ειδών και του ετήσιου ύψους υετού σε κάθε περιοχή, δεν έδειξε σημαντική σχέση μεταξύ των παραγόντων ($F=3,92^{NS}$). Επιπλέον, ούτε η ανάλυση απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ του αριθμού των ειδών και του λογάριθμου της έκτασης των χώρων έδειξε σημαντική σχέση ($F=0,02^{NS}$), όπως προβλέπει η σχέση αριθμού ειδών και έκτασης:

$$S=cA^z \text{ (Arrhenious, 1921)}$$

όπου S είναι ο αριθμός των ειδών και A είναι η έκταση της περιοχής δειγματοληψίας.

Καταδεικνύεται έτσι η πολυπλοκότητα των παραγόντων που καθορίζουν τις μεταβολές του πλούτου των ειδών από περιοχή σε περιοχή, όπως το ιστορικό της περιοχής, το κλίμα, η περιβαλλοντική σταθερότητα, τα φαινόμενα διαταραχής, η θήρευση και ο ανταγωνισμός, η ετερογένεια των ενδιαιτημάτων και η διαθέσιμη ενέργεια, που διαμερίζεται μεταξύ των ειδών, που αφορά τη θερμοκρασία, την ηλιακή ακτινοβολία, την πραγματική και δυνητική εξατμισοδιαπνοή και την πρωτογενή παραγωγικότητα (Currie, 1991, Whittaker *et al.*, 2001). Αυτές οι διαδικασίες, που παράγουν βιοποικιλότητα, επηρεάζουν με διαφορετικό τρόπο και σε διαφορετικό βαθμό την έκφανση των φαινομένων, ανάλογα με την κλίμακα τόπου, χρόνου και αλλαγών και λειτουργούν συνθετικά και όχι αντιπαραθετικά (Blondel, 1987), ενώ δεν υπάρχει μια γενική θεωρία βιοποικιλότητας (Whittaker *et al.*, 2001).

Οι δείκτες ποικιλότητας υπολογίστηκαν με βάση τις παρατηρήσεις μόνο στις ελεύθερες επιφάνειες, καθώς εκεί ήταν δυνατή η λήψη ομοιόμορφων δειγμάτων (βλ. Κεφ. 2.5) και σταθμίζουν τον αριθμό των ειδών με τη σχετική τους αφθονία. Από τον υπολογισμό των δεικτών ποικιλότητας και ισομέρειας φαίνεται ότι οι χώροι εμφάνιζαν υψηλές τιμές την περίοδο της Άνοιξης. Πιο συγκεκριμένα ο δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener (H'), που συνηθέστερα κινείται μεταξύ των τιμών 1,5 έως 3,5 και σπάνια ξεπερνάει την τιμή 4,5 (Margalef, 1972), είχε τιμή 2,36 στην Κολώνα, 2,73 στην Αρχαία Αγορά Αθήνας και 2,68 στο Νεκρομαντείο (Πίνακας 4). Ανάλογες τιμές παρουσιάστηκαν στη Χριστιανική Αμφίπολη και τη Μεσσήνη. Υψηλότερη τιμή παρουσίασε το Αμφιάρειο 3,42 και χαμηλότερη η Αρχαία Αγορά Θεσσαλονίκης 1,61.

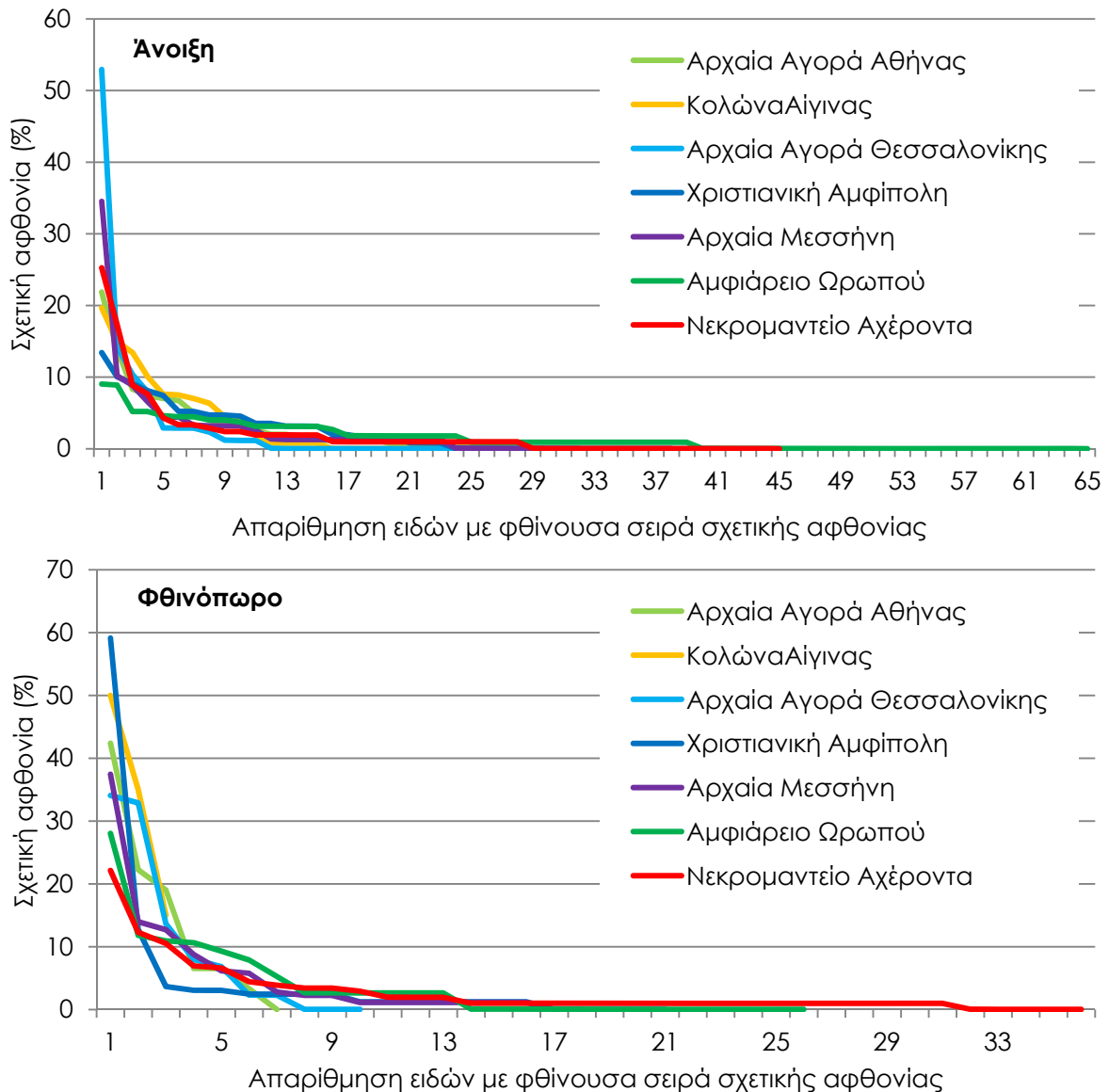
Ο δείκτης ποικιλότητας Simpson (D), που παίρνει τιμές μεταξύ 0-1 (Washington, 1984), επίσης παρουσίαζε υψηλές τιμές. Στο Αμφιάρειο, την Άνοιξη είχε τιμή 0,96 και στην Αμφίπολη 0,93 (Πίνακας 4). Στην Αγορά Αθήνας παρουσίαζε τιμή 0,90, ενώ ανάλογες τιμές είχαν και το Νεκρομαντείο, η Μεσσήνη και η Κολώνα. Χαμηλότερη τιμή του δείκτη Simpson παρουσίαζε η

περισσότερους χώρους, από 0,79 στην Αμφίπολη έως 0,67 στην Κολώνα, ενώ χαμηλότερη τιμή εμφανίζονταν στην Αγορά Θεσσαλονίκης (0,53, Πίνακας 4).

Ο δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener (H') είναι ευαίσθητος στα σπάνια είδη, ενώ ο δείκτης ποικιλότητας Simpson (D), εξαρτάται από τα άφθονα είδη. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα κατανομής της αφθονίας των ειδών, υψηλότερες τιμές του δείκτη Shannon-Wiener παρουσιάζουν οι χώροι που έχουν πολλά είδη με μικρή αφθονία, όπως το Αμφιάρειο Ωρωπού την περίοδο της Άνοιξης και το Νεκρομαντείο, την περίοδο του Φθινοπώρου και αντίστοιχα οι χώροι με περισσότερα άφθονα είδη παρουσιάζουν υψηλές τιμές του δείκτη Simpson, όπως η Αμφίπολη και το Αμφιάρειο την περίοδο της Άνοιξης και το Αμφιάρειο την περίοδο του Φθινοπώρου (Σχήμα 11).

Πίνακας 4: Αριθμός ειδών (S), δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener (H'), δείκτης ποικιλότητας Simpson (D) και δείκτης ισομέρειας (E), που καταγράφηκαν στους επτά αρχαιολογικούς χώρους, στις ελεύθερες επιφάνειες μεταξύ των μνημείων, την περίοδο της Άνοιξης και του Φθινοπώρου

Αρχαιολογικός χώρος	Δείκτης							
	Άνοιξη				Φθινόπωρο			
	S	H'	D	E	S	H'	D	E
Αρχαία Αγορά Θεσσαλονίκης	21	1,61	0,68	0,53	10	1,56	0,74	0,68
Κολώνα	33	2,36	0,89	0,67	3	1,00	0,61	0,91
Αίγινας								
Αρχαία Μεσσήνη	48	2,50	0,85	0,65	29	2,08	0,81	0,62
Νεκρομαντείο Αχέροντα	54	2,68	0,88	0,67	39	2,84	0,91	0,78
Αρχαία Αγορά Αθήνας	43	2,73	0,90	0,72	7	1,48	0,73	0,76
Χριστιανική Αμφίπολη	38	2,89	0,93	0,79	28	1,65	0,63	0,50
Αμφιάρειο Ωρωπού	82	3,42	0,96	0,78	26	2,27	0,86	0,70



Σχήμα 11: Κατανομή αφθονίας ειδών που καταγράφηκαν στους επτά αρχαιολογικούς χώρους, στις ελεύθερες επιφάνειες μεταξύ των μνημείων, (α) την περίοδο της Άνοιξης και (β) του Φθινοπώρου

Την περίοδο του Φθινοπώρου, λόγω των ξηροθερμικών συνθηκών του θέρους, είναι περιορισμένη εμφάνιση θερινοφθινοπωρινών ειδών και οι δείκτες ποικιλότητας ήταν χαμηλότεροι, σε σχέση με την περίοδο της Άνοιξης. Ο δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener (H') είχε υψηλότερη τιμή 2,84 στο Νεκρομαντείο και χαμηλότερη στην Κολώνα 1,00, ενώ ενδιάμεσες τιμές 1,48-2,27 είχε στους υπόλοιπους χώρους (Πίνακας 4). Ο δείκτης ποικιλότητας Simpson (D) είχε αντίστοιχη κατανομή τιμών μεταξύ των χώρων, με υψηλότερη τιμή 0,91 στο Νεκρομαντείο και χαμηλότερη στην Κολώνα 0,61, ενώ στους υπόλοιπους χώρους εμφάνιζε ενδιάμεσες τιμές. Ο δείκτης ισομέρειας εμφάνιζε υψηλές τιμές την περίοδο του Φθινοπώρου 0,91 στην Κολώνα, 0,76 στην Αγορά Αθήνας και ανάλογες τιμές το Αμφιάρειο, το

Νεκρομαντείο και την Αγορά Θεσσαλονίκης, ενώ χαμηλότερες τιμές παρουσιάζει στην Αμφίπολη 0,50 και τη Μεσσήνη 0,62.

Οι δείκτες ποικιλότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μέτρο παρακολούθησης αλλαγών σε μία βιοκοινότητα. Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή η υψηλή ποικιλότητα δεν είναι *a priori* συνδεδεμένη με τη σταθερότητα ενός οικοσυστήματος (Washington, 1984), ή με την υψηλή ποιότητα του οικοσυστήματος (Magurran, 1996). Οι δείκτες ποικιλότητας βρίσκουν εφαρμογή στην παρακολούθηση και προστασία των οικοσυστημάτων. Τα μολυσμένα οικοσυστήματα παρουσιάζουν μείωση της βιοποικιλότητας, ενώ οι διάφοροι δείκτες ποικιλότητας μπορεί να έχουν διαφορετική ευαισθησία στην ποσοτικοποίηση των αλλαγών, έτσι είναι χρήσιμο να εξετάζονται και ο πλούτος των ειδών, αλλά και οι δείκτες που υπολογίζονται με βάση τη σχετική αφθονία των ειδών, όπως οι δείκτες Simpson και Shannon-Wiener, για την ανίχνευση αλλαγών (Magurran, 1996).

Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι οι χώροι παρουσιάζουν υψηλούς δείκτες ποικιλότητας την περίοδο της Άνοιξης. Η υψηλή ποικιλότητα μιας βιοκοινότητας πιθανότατα αποδίδεται σε φαινόμενα διαταραχής, σύμφωνα με την υπόθεση της ενδιάμεσης διαταραχής (intermediate disturbance) (Washington, 1984). Ο Connell (1979) υποστηρίζει ότι η ενδιάμεση διαταραχή είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας διατήρησης της υψηλής ποικιλότητας, καθώς η υψηλή ποικιλότητα αποτελεί μια μη σταθερή ενδιάμεση φάση στην εξέλιξη των κοινοτήτων, μετά από κάποια διαταραχή.

Η υψηλή ποικιλότητα των αρχαιολογικών χώρων πιθανώς να οφείλεται στην ενδιάμεση διαταραχή που προκαλούν οι ετήσιες επεμβάσεις περιορισμού των ζιζανίων με μεσινέζα. Οι Dupre και Dickmann (2001) βρήκαν ότι θετική συσχέτιση μεταξύ της βόσκησης και του πλούτου των ειδών σε λιβάδια και με αυτό συμφωνούν και παλαιότερες έρευνες (Bakker *et al.*, 1993, Tremont, 1994, Smith & Rushton, 1994, Petit *et al.*, 1995). Φαίνεται ότι η βόσκηση μειώνει την ευρωστία των ανταγωνιστικών ειδών, ευνοώντας λιγότερο ανταγωνιστικά είδη και επίσης η δημιουργία κενών επιτρέπει την αναγέννηση των ειδών από σπόρους στο έδαφος (Dupre & Diekman, 2001). Τα παραπάνω συμφωνούν με την υπόθεση της ενδιάμεσης διαταραχής όπου ο μέγιστος πλούτος ειδών συναντάται σε μεσαία επίπεδο διαταραχής (Connell, 1979).

3.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΣΤΑΔΩΝ ΚΑΙ ΚΥΡΙΩΝ ΣΥΝΙΣΤΩΣΩΝ

Στον Πίνακα 5 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα πολύ άφθονα είδη, που φύονταν πάνω σε μέλη μνημείων, ως προς τις σχετικές συχνότητες εμφάνισης, όπως υπολογίστηκαν από το συντελεστή N_2 (Hill, 1972). Τα είδη αυτά συμμετείχαν στην ανάλυση συστάδων και κυρίων συνιστωσών, τα αποτελέσματα των οποίων παρουσιάζονται στη συνέχεια.

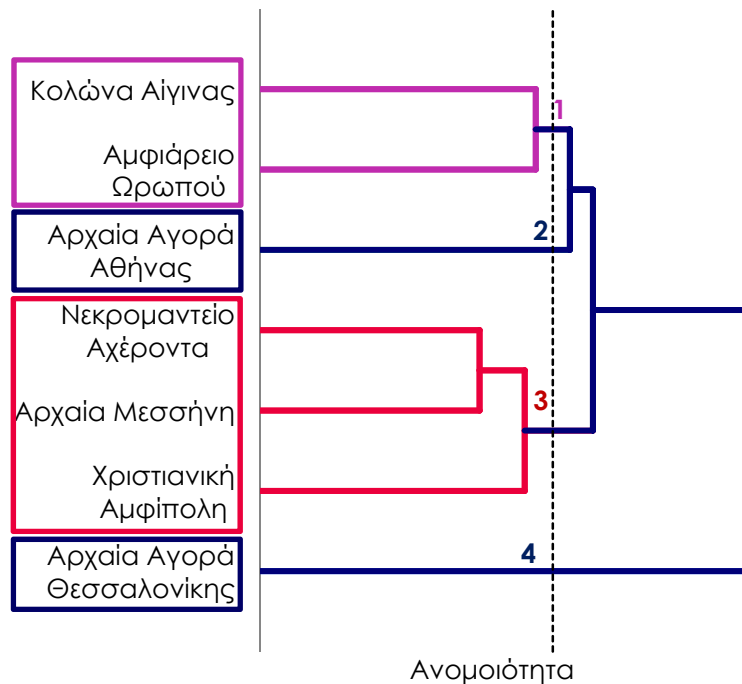
Πίνακας 5: Πίνακας σχετικών συχνοτήτων των πιο άφθονων ειδών που φύονταν σε μέλη των επτά αρχαιολογικών χώρων. Παρουσιάζεται η σχετική συχνότητα εμφάνισης κάθε είδους σε κάθε αρχαιολογικό χώρο, αλλά και στο σύνολο των αρχαιολογικών χώρων, κατά φθίνουσα σχετική συχνότητα, ως προς το σύνολο των αρχαιολογικών χώρων

Αρχαιολογικός χώρος	Αρχαία Αγορά Αθήνας	Αρχαία Αγορά Θεσσαλονίκης	Αρχαία Μεσσήνη	Αμφίδρειο Ωρωπού	Χριστιανική Αμφίπολη	Κολώνα Αίγνας	Νεκρομαντείο Αχέροντα	Σύνολο αρχ. χώρων
Είδος	Σχετική συχνότητα							
<i>Parietaria judaica</i>	8,39	17,71	7,01		13,56	3,52	7,07	7,28
<i>Reichardia picroides</i>	9,01		2,55	7,69		9,05		4,63
<i>Oryzopsis miliacea</i>	12,42		3,18	1,36		2,01	0,67	3,68
<i>Sonchus oleraceus</i>	4,04	3,13	5,10		4,52	4,52	3,37	3,47
<i>Avena sterilis</i>	3,73	1,04	3,82	1,36	5,65	2,51	2,02	2,93
<i>Hypochaeris radicata</i>	4,04	1,04		0,45	1,69	2,51	3,70	2,31
<i>Conyza bonariensis</i>	0,93	3,13	5,10		0,56		4,04	1,84
<i>Phagnalon graecum</i>	4,35			3,17		3,02		1,84
<i>Hordeum murinum</i>	2,48		1,27		1,69	4,02	1,35	1,70
<i>Mellilotus officinalis</i>	2,17	18,75						1,70
<i>Stellaria media</i>	2,17	9,38	1,27		3,39			1,63
<i>Erodium moschatum</i>	0,31		0,64	0,45	0,56		6,06	1,50
<i>Convolvulus althaeoides</i>					4,52	6,53		1,43
<i>Cynodon dactylon</i>			1,27	2,26	1,13		3,37	1,29
<i>Sonchus asper</i>			6,37	0,90			2,36	1,29
<i>Fumaria officinalis</i>	4,97	1,04					0,67	1,29
<i>Cotyledon umbilicus</i>	1,24		1,27		1,13		3,37	1,23
<i>Erodium malacoides</i>	3,73	2,08				2,01		1,23
<i>Hypericum perforatum</i>				1,81		7,04		1,23
<i>Bromus sterilis</i>	3,11				3,95			1,16
<i>Veronica arvensis</i>	0,31	12,50					1,35	1,16

Αρχαιολογικός χώρος	Αρχαία Αγορά Αθήνας	Αρχαία Αγορά Θεσσαλονίκης	Αρχαία Μεσσήνη	Αμφιάρειο Ωρωπού	Χριστιανική Αμφίπολη	Κολώνα Αίγινας	Νεκρομαντείο Αχέροντα	Σύνολο αρχ. χώρων
Είδος	Σχετική συχνότητα							
<i>Satureja thymbra</i>	0,93			6,33				1,16
<i>Geranium brutium</i>	2,17	1,04	2,55		2,26			1,09
<i>Cheilanthes acrostica</i>			2,55				4,04	1,09
<i>Senecio vulgaris</i>	3,73	2,08				0,50	0,34	1,09
<i>Gallium aparine</i>	1,24		0,64		5,08			0,95
<i>Papaver rhoeas</i>	0,31				3,95	0,50	1,35	0,88
<i>Psoralea bituminosa</i>				5,88				0,88
<i>Plantago lanceolata</i>	2,80						1,01	0,82
<i>Sanguisorba minor</i>			3,18	3,17				0,82
<i>Crepis sp.</i>							4,04	0,82
<i>Calamintha cretica</i>				2,26		3,02		0,75
<i>Trifolium campestre</i>	0,31		1,27	0,45	3,39		0,34	0,75
<i>Veronica persica</i>	1,55	3,13					1,01	0,75
<i>Conyza canadiensis</i>						5,53		0,75
<i>Anthemis sp.</i>							3,37	0,68
<i>Reseda alba</i>	1,86					2,01		0,68
<i>Berteroa incana</i>							3,03	0,61
<i>Calendula arvensis</i>	0,62		0,64			3,02		0,61
<i>Campanula ramosissima</i>							3,03	0,61
<i>Euphorbia helioscopia</i>						4,52		0,61
<i>Helichrysum sp.</i>				4,07				0,61
<i>Trigonella corniculata</i>						4,52		0,61
<i>Chondrilla juncea</i>					2,26	2,01		0,54
<i>Convolvulus arvensis</i>	0,62		1,91				1,01	0,54
<i>Mercurialis annua</i>				0,90	3,39			0,54
<i>Buglossoides arvensis</i>						4,02		0,54
<i>Crepis sp.</i>							2,69	0,54
<i>Fumaria capreolata</i>	2,48							0,54
<i>Lamium sp.</i>							2,69	0,54
<i>Tragopogon porrifolius</i>	0,62		1,91		0,56	1,01		0,54
<i>Veronica cymbalaria</i>	2,17						0,34	0,54
<i>Ajuga iva</i>				1,36		2,01		0,48
<i>Desmazeria rigida</i>				0,90			1,68	0,48

Αρχαιολογικός χώρος	Αρχαία Αγορά Αθήνας	Αρχαία Αγορά Θεσσαλονίκης	Αρχαία Μεσσήνη	Σχετική συχνότητα			Σύνολο αρχ. χώρων
				Αμφιάρειο Ωρωπού	Χριστιανική Αμφίπολη	Κολώνα Αίγινας	
<i>Hyarrhenia hirta</i>			2,55	1,36			0,48
<i>Vulpia ciliata</i>			1,91	1,36	0,56		0,48
<i>Asplenium ceterach</i>			3,82	0,45			0,48
<i>Capsella bursa pastoris</i>							2,36
<i>Cyperus sp.</i>							2,36
<i>Medicago rugosa</i>						3,52	0,48
<i>Medicago truncatula</i>	2,17						0,48
<i>Bromus fasciculatus</i>				1,36			1,01
<i>Medicago polymorpha</i>			1,27	0,90			0,27

Το δενδρόγραμμα που προέκυψε από την ανάλυση συστάδων, των μνημείων, ως προς τα φυτικά είδη που αφθονούν σε πάνω σε μέλη, παρουσιάζεται στο Σχήμα 12. Από την ανάλυση προέκυψαν τέσσερις συστάδες (Σχήμα 12). Η πρώτη **(1)** περιλαμβάνει την Κολώνα και το Αμφιάρειο, η δεύτερη **(2)** την Αγορά Αθήνας, η τρίτη **(3)** τη Μεσσήνη, την Αμφίπολη και το Νεκρομαντείο και η τέταρτη **(4)** την Αγορά Θεσσαλονίκης.



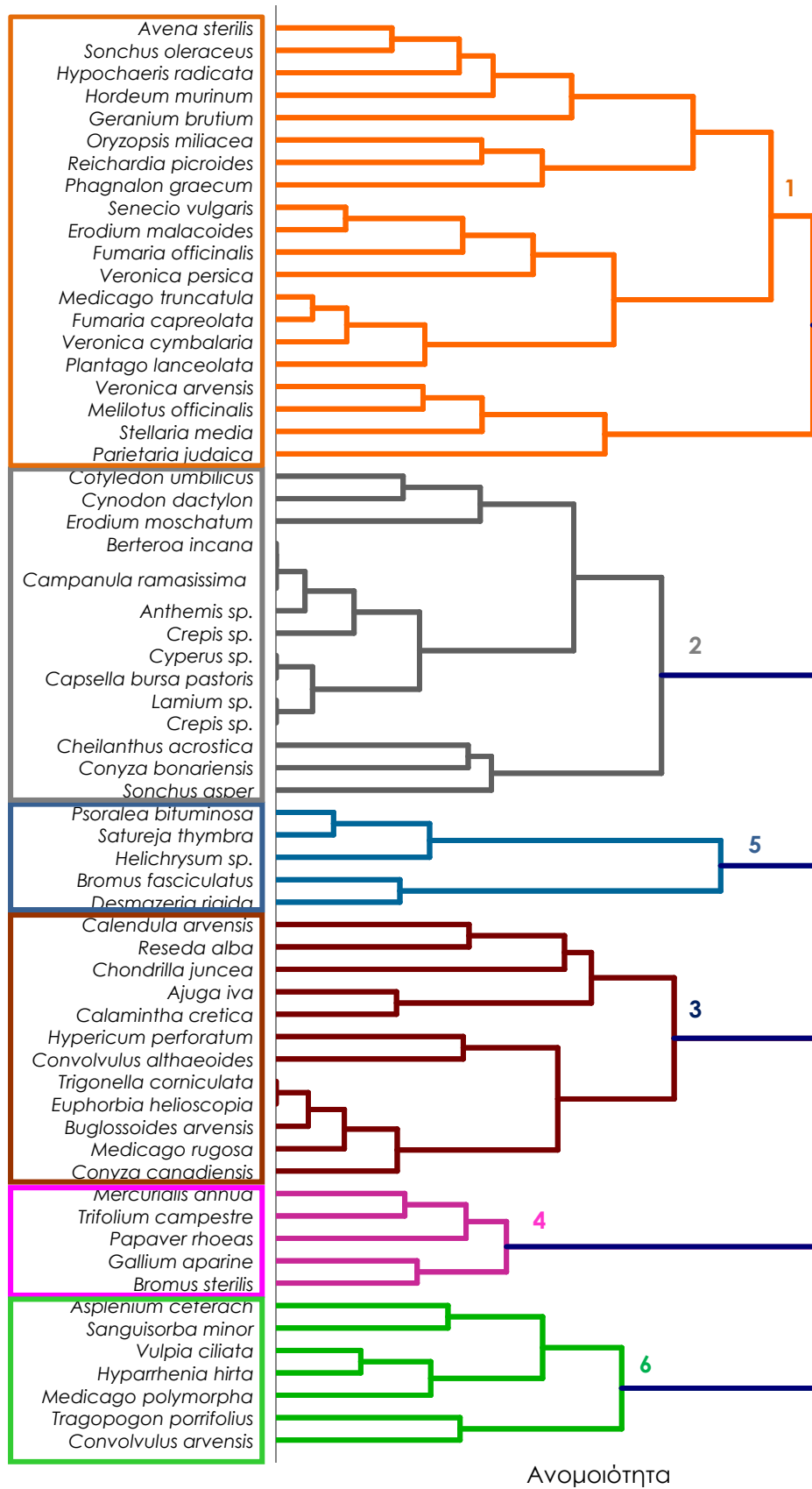
Σχήμα 12: Δενδρόγραμμα ομαδοποίησης των επτά αρχαιολογικών χώρων μελέτης, ως προς τα άφθονα φυτικά είδη που καταγράφηκαν σε αυτούς, με συντελεστή την τετραγωνική ευκλείδεια απόσταση και μέθοδο πλήρους συνδεσιμότητας των ομάδων

Από το δενδρόγραμμα που προέκυψε από την ανάλυση συστάδων των φυτικών ειδών, που αφθονούσαν πάνω στα μνημεία προέκυψαν έξι ομάδες (Σχήμα 13). Η πρώτη ομάδα **(1)** περιλάμβανε τα είδη που ήταν τα πιο κοινά μεταξύ των χώρων και αφθονούσαν σε πολλαπλούς χώρους. Μεταξύ άλλων, αυτά περιλάμβαναν τα *Parietaria judaica*, που αφθονούσε σε έξι χώρους, *Avena sterilis*, που αφθονούσε σε επτά χώρους, *Sonchus oleraceus*, που αφθονούσε σε έξι χώρους και *Oryzopsis miliaceae*, που αφθονούσε σε πέντε χώρους (Σχήμα 13). Η δεύτερη ομάδα **(2)** περιλάμβανε τα είδη που ήταν πιο άφθονα κυρίως στο Νεκρομαντείο, ενώ κάποια ήταν κοινά και στη Μεσσήνη, το Αμφιάρειο και την Αμφίπολη, όπως τα *Erodium moschatum*, *Cynodon dactylon* και *Campanula ramosissima*. Η τρίτη ομάδα **(3)** περιλάμβανε είδη που ήταν τα πλέον κυρίαρχα στην Κολώνα, όπως τα *Convolvulus althaeoides*, *Hypericum perforatum* και *Calendula arvensis*. Η τέταρτη ομάδα **(4)** περιλάμβανε είδη τα οποία ήταν πιο άφθονα στην Αμφίπολη και ήταν κοινά με την Αγορά Αθήνας, όπως τα *Bromus sterilis*, *Galium aparine* και *Paraver rhoeas*. Η πέμπτη ομάδα **(5)** περιλάμβανε είδη που κυριαρχούσαν στο Αμφιάρειο, όπως τα *Satureja thymbra*, *Psoralea bituminosa* και *Helichrysum* sp. Η τελευταία ομάδα **(6)** περιλάμβανε είδη που κυριαρχούσαν στη Μεσσήνη και το Αμφιάρειο, όπως τα *Sanguisorba minor*, *Hyparhenia hirta* και *Vulpia ciliata* (Σχήμα 13).

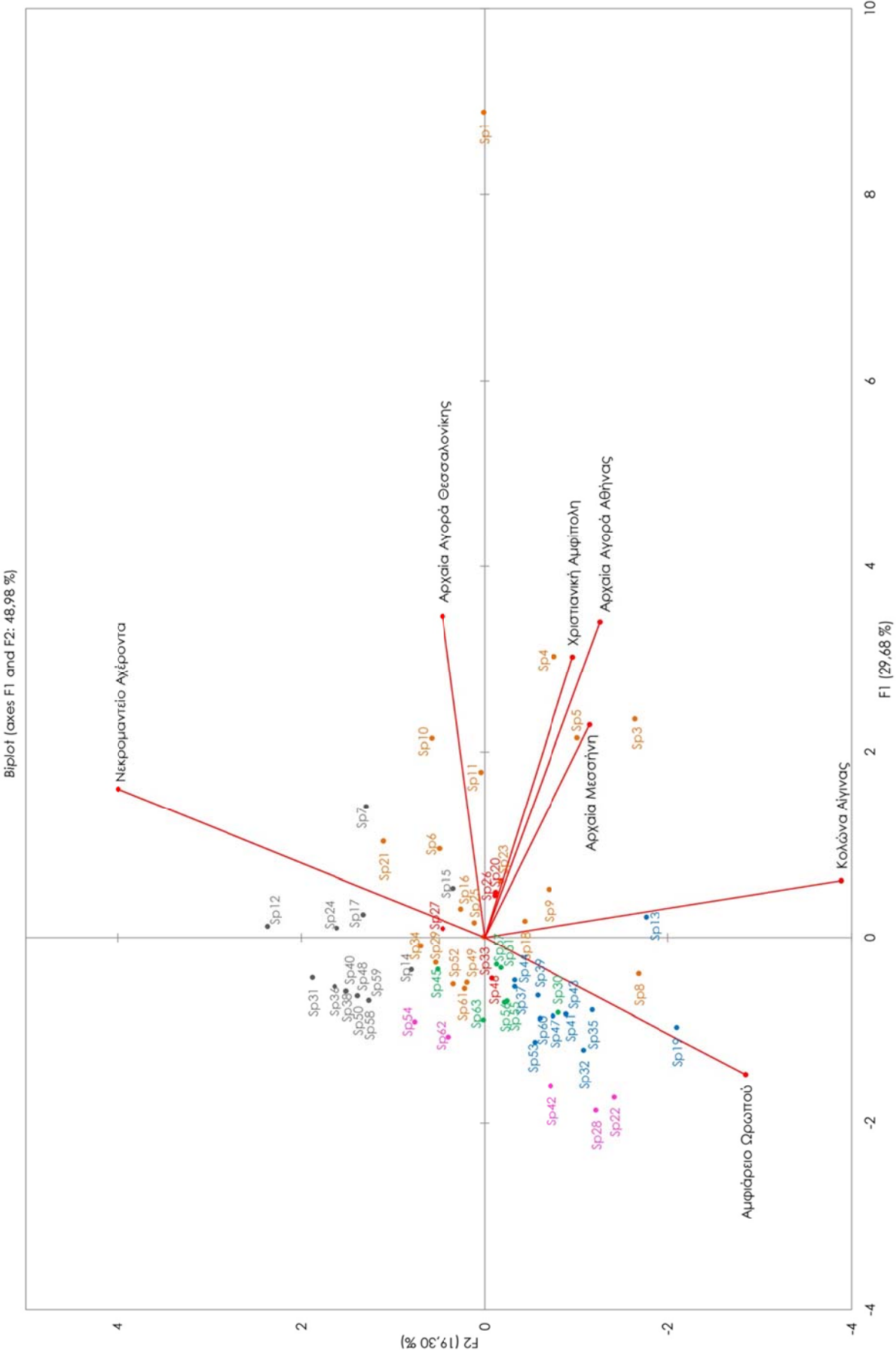
Στο Σχήμα 14 παρουσιάζεται το γράφημα των δύο κυρίων συνιστωσών, με βάση τα παραγοντικά φορτία των μεταβλητών και τις τιμές των δειγμάτων, όπως προέκυψε από την ανάλυση κύριων συνιστωσών. Στο σχήμα διακρίνεται ότι η Αγορά Αθήνας, η Αμφίπολη και η Μεσσήνη σχηματίζουν ομάδα και παρουσιάζουν ισχυρή συσχέτιση μεταξύ τους και είναι υπεύθυνες για το σχηματισμό του πρώτου άξονα F_1 , επειδή σχετίζονται ισχυρά με αυτόν. Με τον ίδιο άξονα σχετίζεται ισχυρά και η Αγορά Θεσσαλονίκης. Το Νεκρομαντείο σχετίζεται ισχυρά με τον άξονα F_2 . Η Κολώνα σχετίζεται αρνητικά με το Νεκρομαντείο και συνεισφέρει κυρίως στο σχηματισμό του F_2 , ενώ το Αμφιάρειο, που επίσης σχετίζεται αρνητικά με το Νεκρομαντείο συνεισφέρει στο σχηματισμό και των δύο αξόνων F_1 και F_2 .

Ως προς τα φυτικά είδη, σημεία τα οποία είναι γειτονικά διατεταγμένα προδιαθέτουν ενδεχόμενη ομαδοποίηση και είναι χαρακτηριστικά των χώρων που δημιουργούν τους κοντινούς άξονες παραλλακτικότητας. Παρατηρείται ότι υπάρχει αναλογία με τις ομάδες που προέκυψαν από την ανάλυση συστάδων. Τα είδη της ομάδας **(2)**, τα οποία αφθονούσαν στο Νεκρομαντείο, ομαδοποιούνται και είναι χαρακτηριστικά του Νεκρομαντείου, που δημιουργεί τον κοντινό άξονα παραλλακτικότητας, όπως τα *Anthemis* sp., *Campanula ramosissima* και *Cotyledon umbilicus* (με γκρι στο Σχήμα 14). Τα είδη της ομάδας **(3)** και **(5)**, από την ανάλυση συστάδων, που κυριαρχούσαν στην Κολώνα και στο Αμφιάρειο παρατάσσονται γειτονικά στον άξονα παραλλακτικότητας που δημιουργείται από την Κολώνα και το Αμφιάρειο, όπως τα *Convolvulus althaeoides*, *Hypericum perforatum* και *Calamintha cretica* (με μπλε και ροζ Σχήμα 14). Τα είδη της ομάδας **(1)**, που περιέχει τα πιο κοινά είδη μεταξύ των χώρων και σε αυτήν συμμετέχουν είδη που αφθονούσαν σε πολλαπλούς χώρους, παρουσιάζουν

διαφορετικές συνιστώσες τιμές (με πορτοκαλί στο Σχήμα 14). Τα είδη που παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες συνιστώσες τιμές σχετίζονται με τον άξονα παραλλακτικότητας F₁ που σχηματίζεται από την ομάδα Αγορά Αθήνας, Αμφίπολη, Μεσσήνη και την Αγορά Θεσσαλονίκης, όπως τα *Avena sterilis*, *Sonchus oleraceus* και *Oryzopsis miliaceae*. Τα είδη της ομάδας (1) με μικρότερες συνιστώσες τιμές σχετίζονται με τον άξονα που δημιουργεί το Νεκρομαντείο, όπως τα *Veronica cymbalaria*, *Plantago lanceolata* και *Fumaria officinalis*. Μικρές συνιστώσες τιμές παρουσιάζουν επίσης τα είδη της ομάδας (4) που αφθονούσαν στην Αγορά Αθήνας και την Αμφίπολη, που σχετίζονται με τον άξονα παραλλακτικότητας που σχηματίζουν αυτοί οι χώροι και συμπεριλαμβάνουν τα *Bromus sterilis*, *Galium aparine* και *Paranvet rhoeas* (με κόκκινο στο Σχήμα 14). Τέλος, τα είδη της ομάδας (6), που αφθονούσαν στη Μεσσήνη και το Αμφιάρειο, σχετίζονται με τον άξονα που δημιουργείται από το Αμφιάρειο, όπως τα *Hyparrhenia hirta*, *Asplenium ceterach* και *Sanguisorba minor* (με πράσινο στο Σχήμα 14).



Σχήμα 13: Δενδρόγραμμα ομαδοποίησης των άφθονων φυτικών ειδών που καταγράφηκαν στους επτά αρχαιολογικούς χώρους μελέτης, με χρήση του συντελεστή Bray Curtis και της πλήρους συνδεσιμότητας, για τη διασύνδεση των ομάδων



Σχήμα 14: Σχήμα των δύο κυρίων συνιστωσών με βάση τα παραγοντικά φορτία των μεταβλητών (Νεκρομαντείο Αχέρωντα, Αρχαία Αγορά Θεσσαλονίκης, Αρχαία Μεσσήνη, Κολώνα Αίγινας, Αρχαία αγορά Αθήνας, Αμφιπέριο Ωρωπού και Χριστιανική Αμφίπολη) και τις τιμές των δειγμάτων SpN. Στον Πίνακα 6 αντιστοιχίζονται τα φυτικά είδη με την αριθμημένη συντομογραφία των δειγμάτων (SpN) στο διάγραμμα

Πίνακας 6: Κατάλογος δειγμάτων όπως εμφανίζονται με αριθμημένη συντομογραφία SpN στο Σχήμα 14, ανάλυσης κυρίων συστασιών των πολύ άφθονων ειδών που καταγράφηκαν στους επτά αρχαιολογικούς χώρους μελέτης

Sp1	<i>Parietaria judaica</i>	Sp22	<i>Satureja thymbra</i>	Sp43	<i>Trigonella corniculata</i>
Sp2	<i>Reichardia picroides</i>	Sp23	<i>Geranium brutium</i>	Sp44	<i>Chondrilla juncea</i>
Sp3	<i>Oryzopsis miliacea</i>	Sp24	<i>Cheilanthes acrostica</i>	Sp45	<i>Convolvulus arvensis</i>
Sp4	<i>Sonchus oleraceus</i>	Sp25	<i>Senecio vulgaris</i>	Sp46	<i>Mercurialis annua</i>
Sp5	<i>Avena sterilis</i>	Sp26	<i>Gallium aparine</i>	Sp47	<i>Buglossoides arvensis</i>
Sp6	<i>Hypochaeris radicata</i>	Sp27	<i>Papaver rhoeas</i>	Sp48	<i>Crepis sp.</i>
Sp7	<i>Conyza bonariensis</i>	Sp28	<i>Psoralea bituminosa</i>	Sp49	<i>Fumaria capreolata</i>
Sp8	<i>Phagnalon graecum</i>	Sp29	<i>Plantago lanceolata</i>	Sp50	<i>Lamium sp.</i>
Sp9	<i>Hordeum murinum</i>	Sp30	<i>Sanguisorba minor</i>	Sp51	<i>Tragopogon porrifolius</i>
Sp10	<i>Melilotus officinalis</i>	Sp31	<i>Crepis sp.</i>	Sp52	<i>Veronica cymbalaria</i>
Sp11	<i>Stellaria media</i>	Sp32	<i>Calamintha cretica</i>	Sp53	<i>Ajuga iva</i>
Sp12	<i>Erodium moschatum</i>	Sp33	<i>Trifolium campestre</i>	Sp54	<i>Desmazeria rigida</i>
Sp13	<i>Convolvulus althaeoides</i>	Sp34	<i>Veronica persica</i>	Sp55	<i>Hyparrhenia hirta</i>
Sp14	<i>Cynodon dactylon</i>	Sp35	<i>Conyza canadiensis</i>	Sp56	<i>Vulpia ciliata</i>
Sp15	<i>Sonchus asper</i>	Sp36	<i>Anthemis sp.</i>	Sp57	<i>Asplenium ceterach</i>
Sp16	<i>Fumaria officinalis</i>	Sp37	<i>Reseda alba</i>	Sp58	<i>Capsella bursa pastoris</i>
Sp17	<i>Cotyledon umbilicus</i>	Sp38	<i>Berteroa incana</i>	Sp59	<i>Cyperus sp.</i>
Sp18	<i>Erodium malacoides</i>	Sp39	<i>Calendula arvensis</i>	Sp60	<i>Medicago rugosa</i>
Sp19	<i>Hypericum perforatum</i>	Sp40	<i>Campanula ramosissima</i>	Sp61	<i>Medicago truncatula</i>
Sp20	<i>Bromus sterilis</i>	Sp41	<i>Euphorbia helioscopia</i>	Sp62	<i>Bromus fasciculatus</i>
Sp21	<i>Veronica arvensis</i>	Sp42	<i>Helichrysum sp.</i>	Sp63	<i>Medicago polymorpha</i>

Από την ανάλυση συστάδων και κυρίων συνιστώσων φαίνεται ότι τα φυτικά είδη τείνουν να ομαδοποιούνται και να χαρακτηρίζουν τους αρχαιολογικούς χώρους στους οποίους φύονται, ενώ οι αρχαιολογικοί χώροι δημιουργούν παραλλακτικότητα που αφορά τα είδη που φύονται σε αυτούς. Το ανωτέρω είναι ιδιαίτερα σημαντικό καθώς υποδηλώνει ότι ο κάθε αρχαιολογικός χώρος έχει ξεχωριστή και μοναδική χλωριδική ταυτότητα. Το στοιχείο αυτό θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στα πλαίσια μιας μελέτης ανάδειξης ενός αρχαιολογικού χώρου, στο πλαίσιο ανάδειξης που θέτουν οι σύγχρονες Διεθνείς Χάρτες.

Οι Διεθνείς Χάρτες προστατεύουν το τοπίο που περιβάλλει τα μνημεία ως μέρος της πολιτιστικής κληρονομιάς (Χάρτα Βενετίας 1964, Χάρτα για τη Μεθερμηνεία και την Παρουσίαση των Τόπων Πολιτιστικής Κληρονομιάς 2008, Διακήρυξη του Québec για τη Διαφύλαξη του Πνεύματος του Τόπου *genius loci* 2008). Επιπλέον, στα αρχαιολογικά πάρκα η κεντρική αφήγηση αξιοποιεί όλα τα διαθέσιμα στοιχεία της περιοχής (Parageorgiou, 2000). Η δημιουργία ενός αρχαιολογικού πάρκου μπορεί να λειτουργήσει ως μοχλός ανάπτυξης τοπικών και απομακρυσμένων κοινωνικών κέντρων ενώ η υπογράμμιση της μοναδικής ταυτότητας της πολιτιστικής κληρονομιάς μίας περιοχής υποστηρίζει την οικονομική βιωσιμότητα (Tsanaoroulos & Fragou, 2013).

Τέτοιο στοιχείο θα μπορούσε να είναι η χλωριδική ταυτότητα ενός αρχαιολογικού χώρου. Η Ελλάδα διαθέτει μια καταπληκτική ποικιλία φυτών και η χλωρίδα της είναι από τις πλουσιότερες της Ευρώπης. Πάνω από 6.000 είδη διαβιούν εδώ, ενώ 700 είναι ενδημικά είδη (Μπάουμαν, 1999, Μπάουμαν, 2004). Αυτή τη ποικιλία της βλάστησης έπαιξε σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση και εξέλιξη των πολιτισμών, αρχαίων και νεότερων, στη χώρα μας. Οι αρχαίοι Έλληνες και οι Ρωμαίοι αναγνώριζαν πάνω από 1.000 είδη φυτών και διάφορα φυτικά είδη συμμετείχαν σε πολλές πτυχές της ζωής ως ιερά σύμβολα, ως φαρμακευτικά σκευάσματα και ως έμπνευση για την τέχνη και τη μυθολογία (Μπάουμαν, 1999, Μπάουμαν, 2004).

Το περδικάκι (*Parietaria judaica*), το οποίο αφθονεί στην Αγορά Αθήνας, συνδέεται με μια ιστορία που αναφέρει ο Πλίνιος: κατά τη διάρκεια της κατασκευής του Παρθενώνα ένας τεχνίτης έπεσε από το βράχο και τραυματίστηκε σοβαρά. Τότε εμφανίστηκε η θεά Αθηνά στον Περικλή και του υπέδειξε το περδικάκι για να περιποιηθεί τον τεχνίτη. Ο Περικλής έβαλε φύλλα από το φυτό στις πληγές του τεχνίτη και τις γιάτρεψε. Από τότε οι Αθηναίοι ονόμασαν το φυτό «παρθένιο», προς τιμή της Αθηνάς Παρθένου (Μπάουμαν, 1999). Η παπαρούνα (*Paranervtheas*), που αφθονεί στην Αμφίπολη, θεωρούνταν στους αρχαίους χρόνους σύμβολο γονιμότητας, λόγω της πληθώρας σπερμάτων στο εσωτερικών των καψών (Μπάουμαν, 2004). Ο Διοσκουρίδης και ο Θεόφραστος αναφέρονται στα κείμενά τους στις φαρμακευτικές και γαστρονομικές ιδιότητες του τραγοπόγωνα (*Tragopogon porrifolius*), που αφθονεί στη Μεσσήνη, ενώ άλλο φυτό γνωστό για τις φαρμακευτικές του ιδιότητες ήταν η περιπλοκάδα (*Convolvulus althaeoides*) που βρέθηκε να αφθονεί στην Κολώνα (Λαδόπουλος, 2012). Το βαλσαμόχορτο ή σπαθόχορτο (*Hypericum perforatum*), που βρέθηκε επίσης στην Κολώνα

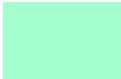
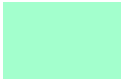


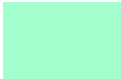
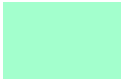
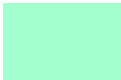
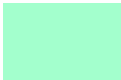
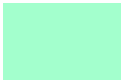
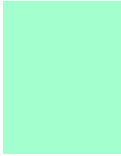
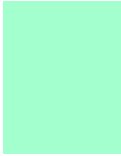


ήταν γνωστό από την αρχαιότητα για τις ηρεμιστικές του ιδιότητες, αλλά και σαν αλοιφή για πληγές και καψίματα (Λαδόπουλος, 2012). Η ονομασία του ετυμολογείται από τους αρχαίους χρόνους από τη ρίζα «υπέρ εικών», καθώς τοποθετούνταν ως φυλαχτό πάνω από παραστάσεις αγαπημένων προσώπων (Δαβίας, 2009).

Η στενή και πολύπλευρη σχέση των αρχαίων πολιτισμών με την αυτοφυή βλάστηση είναι στοιχείο που σήμερα δεν αναδεικνύεται στους αρχαιολογικούς χώρους. Ο πλούτος της βλάστησης, που όπως φάνηκε διαφέρει από μνημείο σε μνημείο θα μπορούσε να αναδειχθεί ως δεύτερο επίπεδο εκπαίδευσης και απόλαυσης στην περιήγηση ενός αρχαιολογικού χώρου. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στην έκδοση «Ηριδανός, το ποτάμι της Αρχαίας πόλης» επιχειρείται η σύνδεση του αρχαιολογικού με το φυσικό τοπίο, με φόντο τον Ηριδανό, στον αρχαιολογικό χώρο του Κεραμεικού. Εκεί γίνεται σύντομη αρίθμηση του χλωριδικού καταλόγου του Κεραμεικού (Γιαννίσαρος *et al.*, 2000). Η προσπάθεια αυτή θα μπορούσε με την καταγραφή της αυτοφυούς βλάστησης να επεκταθεί και σε άλλους αρχαιολογικούς χώρους, έτσι ώστε η αυτοφυής βλάστηση και το φυσικό τοπίο εν γένει να γίνει μέρος του μουσειολογικού αντικειμένου κάθε χώρου. Η γνώση των φυτικών ειδών ενός χώρου μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο σχεδιασμό διαδρομών που συνδυάζουν το αρχαιολογικό ενδιαφέρον με την ύπαρξη συγκεκριμένων ειδών. Κάτι αντίστοιχο έχει εφαρμοστεί στον αρχαιολογικό χώρο της Νεάπολης στις Συρακούσες της Σικελίας, όπου οι μελετητές του χώρου ανέδειξαν τη βιοποικιλότητα σε σύνδεση με το ιστορικό περιβάλλον (Minissale *et al.*, 2015).

3.5 ΚΑΤΑΛΟΓΟΙ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΠΟΥ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΚΑΝ ΣΕ ΕΠΤΑ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

3.5.1 ΑΡΧΑΙΑ ΑΓΟΡΑ ΑΘΗΝΑΣ

Κατάλογος 1: Φυτικά είδη που καταγράφηκαν στην Αρχαία Αγορά Αθήνας, το Μάρτιο και Νοέμβριο του 2012. Αναφέρεται η βιολογική μορφή κατά Raunkiaer (P: φανερόφυτα, Ch: χαμαίφυτα, G: γεώφυτα, H: ημικρυπτόφυτα και T: θερόφυτα) και με χρώμα επισημαίνεται η καταγραφή του είδους ανά περίοδο (Άνοιξη ή Φθινόπωρο) και θέση ανάπτυξης (πάνω στα μέλη ή σε ελεύθερες επιφάνειες)

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Πάνω σε μέλη	Σε ελεύθερες επιφάνειες		Πάνω σε μέλη	Σε ελεύθερες επιφάνειες	
<i>Acanthaceae</i>							
<i>Acanthus mollis</i> L.	H						
<i>Adoxaceae</i>							
<i>Viburnum tinus</i> L.	P						
<i>Anacardiaceae</i>							
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	P						
<i>Apocynaceae</i>							
<i>Nerium oleander</i> L.	P						
<i>Asparagaceae</i>							
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	G						
<i>Muscari commutatum</i> Guss.	G						
<i>Ornithogalum atticum</i> Boiss. & Heldr.	G						
<i>Asteraceae</i>							
<i>Calendula arvensis</i> L.	T						
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	T						

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Πάνω σε μέλη ων	Σε ελεγχόμενες επιφάνειες	Σε ελεγχόμενες επιφάνειες	Πάνω σε μέλη ων	Σε ελεγχόμενες επιφάνειες	Σε ελεγχόμενες επιφάνειες
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.	T	■			■	■	■
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	T					■	■
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	H	■	■	■			
<i>Matricaria recutita</i> L.	T		■	■			
<i>Phagnalon graecum</i> Boiss. & Heldr.	Ch	■			■		
<i>Reichardia picroides</i> L.	H	■			■	■	■
<i>Senecio vulgaris</i> L.	T	■	■	■			
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	T	■	■	■			
<i>Tragopogon porrifolius</i> L.	H	■	■	■			
Brassicaceae							
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medicus	T		■	■			
<i>Erysimum greacum</i> Boiss. & Heldr.	H	■	■	■			
Caryophyllaceae							
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	T	■	■	■			
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	T	■	■	■			
Convolvulaceae							
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	H	■	■	■	■	■	■
Crassulaceae							
<i>Cotyledon umbilicus</i> L.	H	■			■		
Cyperaceae							
<i>Cyperus rotundus</i> L.	G						■

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Πόλυς σε μέλη	Σε ελεγχόμενες επιφάνειες		Πόλυς σε μέλη	Σε ελεγχόμενες επιφάνειες	
Euphorbiaceae							
<i>Euphorbia peplus</i> L.	T	■					
Fabaceae							
<i>Astragalus hamosus</i> L.	T		■				
<i>Medicago arborea</i> L.	P	■			■		
<i>Medicago praecox</i> DC.	T	■	■				
<i>Medicago sativa</i> L.	H	■					
<i>Medicago</i> sp.	T		■				
<i>Medicago</i> sp.	T				■		
<i>Medicago truncatula</i> Gaertner	T	■					
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pallas	H	■					
<i>Trifolium campestre</i> Schreber	T	■					
<i>Trifolium stellatum</i> L.	T		■				
<i>Trifolium tomentosum</i> L.	T		■				
<i>Trigonella corniculata</i> L.	T		■				
<i>Vicia sativa</i> L.	T	■					
Geraniaceae							
<i>Erodium malacoides</i> (L.) L' Her.	T	■					
<i>Erodium moschatum</i> (L.) L' Her.	T	■					
<i>Geranium brutium</i> L.	T	■					
Lamiaceae							

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Πάνω σε μέλη	Σε θέρους	Σε ανθίσει	Πάνω σε μέλη	Σε θέρους	Σε ανθίσει
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	T	■	■	■			
<i>Lamium moschatum</i> Miller	T	■	■				
<i>Satureja thymbra</i> L.	Ch	■			■		
Lauraceae							
<i>Laurus nobilis</i> L.	P	■			■		
Linaceae							
<i>Linum angustifolium</i> Huds.	H	■					
Malvaceae							
<i>Malva sylvestris</i> L.	H	■	■	■	■	■	■
Moraceae							
<i>Ficus carica</i> L.	P	■			■		
<i>Olea europaea</i> L.	P	■			■		
Palmaceae							
<i>Phoenix canariensis</i> Chabaud		■			■		
Papaveraceae							
<i>Fumaria capreolata</i> L.	T	■	■	■	■	■	■
<i>Fumaria officinalis</i> L.	T	■	■	■	■		
<i>Papaver rhoeas</i> L.	T	■	■				
Plantaginaceae							
<i>Linaria</i> sp.	T		■	■			
<i>Plantago lanceolata</i> L.	H	■	■	■			

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Πάνω σε μέλη	Σαράφηδες	Σαράφηδες	Πάνω σε μέλη	Σαράφηδες	Σαράφηδες
<i>Veronica arvensis</i> L.	T	■	■	■			
<i>Veronica cymbalaria</i> Bodard	T	■	■	■	■		
<i>Veronica persica</i> Poir.	T	■	■	■			
Poaceae							
<i>Avena sterilis</i> L.	T	■	■	■			
<i>Bromus sterilis</i> L.	T	■	■	■			
<i>Hordeum murinum</i> L.	T	■	■	■			
<i>Lagurus ovatus</i> L.	T	■					
<i>Lophochloa cristata</i> (L.) Hyl.	T		■	■			
<i>Oryzopsis miliacea</i> (L.) Cosson	H	■	■	■	■	■	
<i>Poa annua</i> L.	T		■	■			
<i>Vulpia myuros</i> (L.) C.C. Gmel.	T		■	■			
Resedaceae							
<i>Reseda alba</i> L.	T	■					
Rosaceae							
<i>Cotoneaster</i> sp.	P	■			■		
Rubiaceae							
<i>Galium aparine</i> L.	T	■	■	■			
Simarumbaceae							
<i>Ailanthus altissima</i> (Miller) Swingle	P	■			■		

		Άνοιξη		Φθινόπωρο	
		Υψηλή Πρώτος ώρα	Σε μέση ώρα	Υψηλή Πρώτος ώρα	Σε μέση ώρα
Urticaceae					
<i>Parietaria judaica</i> L.	Ch	■		■	
<i>Urtica urens</i> L.	T	■			
Verbenaceae					
<i>Lantana camara</i> L.	P	■		■	
<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene	H	■		■	

3.5.2 ΚΟΛΩΝΑ ΑΙΓΙΝΑΣ

Κατάλογος 2: Φυτικά είδη που καταγράφηκαν στην Κολώνα Αίγινας, τον Απρίλιο και Ιούνιο του 2012. Αναφέρεται η βιολογική μορφή κατά Raunkiaer (P: φανερόφυτα, Ch: χαμαιίφυτα, G: γεώφυτα, H: ημικρυπτόφυτα και T: θερόφυτα) και με χρώμα επισημαίνεται η καταγραφή του είδους ανά περίοδο (Άνοιξη ή Καλοκαίρι) και θέση ανάπτυξης (πάνω στα μέλη ή σε ελεύθερες επιφάνειες)

Είδος		Άνοιξη		Καλοκαίρι	
		Πάνω σε μέλη	Σε ελεύθερες επιφάνειες	Πάνω σε μέλη	Σε ελεύθερες επιφάνειες
Aizoaceae					
<i>Mesembryanthemum nodiflorum</i> L.	T			■	
Amaranthaceae					
<i>Beta macrocarpa</i> Guss.	T		■		
<i>Chenopodium album</i> L.	T		■		
Anacardiaceae					
<i>Pistacia vera</i> L.	P	■		■	
Asteraceae					
<i>Calendula arvensis</i> L.	T	■	■		
<i>Chondrilla juncea</i> L.	H			■	
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	T		■		
<i>Coryza canadiensis</i> (L.) Cronq.	T	■	■	■	
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	H	■	■		
<i>Matricaria recutita</i> L.	T	■	■		
<i>Phagnalon graecum</i> Boiss. & Heldr.	Ch		■	■	
<i>Reichardia picroides</i> L.	H	■	■	■	

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Πύλη Πάνω	Στάθμη Στάθμη	Επιφάνεια	Πύλη Πάνω	Στάθμη Στάθμη	Επιφάνεια
<i>Senecio vulgaris</i> L.	T	■					
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	T	■	■				
<i>Tragopogon porrifolius</i> L.	H	■	■	■	■		
Boraginaceae							
<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) I.M. Johnst	T	■					
Brassicaceae							
<i>Erucaria aleppica</i> Gaertner	T		■				
<i>Sinapis nigra</i> L.	T		■				
Capparaceae							
<i>Capparis spinosa</i> L.	Ch	■			■		
Caryophyllaceae							
<i>Silene colorata</i> Poir.	T	■	■				
Convolvulaceae							
<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	G	■	■	■	■	■	■
Cucurbitaceae							
<i>Ecballium elaterium</i> (L.) A. Rich.	H	■	■	■	■	■	■
Euphorbiaceae							
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	T	■	■				
<i>Mercurialis annua</i> L.	T	■	■				
Fabaceae							
<i>Lathyrus clymenum</i> L.	T		■				

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Πύλη Πάνω	Στάθμη Στάθμη	Στάθμη Επίπεδο	Πύλη Πάνω	Στάθμη Στάθμη	Στάθμη Επίπεδο
<i>Lotus halophilus</i> Boiss. & Spruner	T	■	■				
<i>Medicago rugosa</i> Desr.	T	■	■	■			
<i>Trigonella corniculata</i> L.	T	■	■				
Geraniaceae							
<i>Erodium cicutarium</i> L.	T		■	■			
<i>Erodium malacoides</i> L.	T	■	■				
Hypericaceae							
<i>Hypericum perforatum</i> L.	H	■			■		
Iridaceae							
<i>Gynandrisis sisyrinchium</i> (L.) Parl.	G	■					
Lamiaceae							
<i>Ajuga iva</i> (L.) Schreb.	Ch	■			■		
<i>Calamintha cretica</i> L.	H	■			■		
Malvaceae							
<i>Malva sylvestris</i> L.	H		■				
Oxalidaceae							
<i>Oxalis pes caprae</i> L.	G	■	■	■			
Papaveraceae							
<i>Papaver rhoeas</i> L.	T	■					
Plantaginaceae							

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Πύλη Πάνω	Στάθμε Πάνω	Στάθμε Πάνω	Πύλη Πάνω	Στάθμε Πάνω	Στάθμε Πάνω
<i>Misopates orontium</i> (L.) Raf.	T						
Poaceae							
<i>Anthoxanthum</i> sp.	T						
<i>Avena sterilis</i> L.	T						
<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) Beauv.	T						
<i>Bromus madritensis</i> L.	T						
<i>Hordeum murinum</i> L.	T						
<i>Lolium perenne</i> L.	H						
<i>Oryzopsis miliacea</i> (L.) Cosson	H						
<i>Phalaris minor</i> Retz.	T						
<i>Poa annua</i> L.	T						
<i>Stipa capensis</i> Thunb.	T						
Resedaceae							
<i>Reseda alba</i> L.	T						
Scrophulariaceae							
<i>Verbascum sinuatum</i> L.	H						
Urticaceae							
<i>Parietaria judaica</i> L.	Ch						

3.5.3 ΑΡΧΑΙΑ ΑΓΟΡΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Κατάλογος 3: Φυτικά είδη που καταγράφηκαν στην Αρχαία Αγορά Θεσσαλονίκης, τον Απρίλιο και Σεπτέμβριο του 2012. Αναφέρεται η βιολογική μορφή κατά Raunkiaer (P: φανερόφυτα, Ch: χαμαιφυτά, G: γεώφυτα, H: ημικρυπτόφυτα και T: θερόφυτα) και με χρώμα επισημαίνεται η καταγραφή του είδους ανά περίοδο (Άνοιξη ή Φθινόπωρο) και θέση ανάπτυξης (πάνω στα μέλη ή σε ελεύθερες επιφάνειες)

Είδος		Άνοιξη		Φθινόπωρο	
		Πάνω στα μέλη	Σε ελεύθερες επιφάνειες	Πάνω στα μέλη	Σε ελεύθερες επιφάνειες
Asteraceae					
<i>Aster squamatus</i> (Sprengel) Hieron.	H				
<i>Calendula arvensis</i> L.	T				
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.	T				
<i>Crepis</i> sp.	H				
<i>Filago vulgaris</i> Lam.	T				
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	H				
<i>Matricaria recutita</i> L.	T				
<i>Senecio vulgaris</i> L.	T				
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	T				
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	T				
<i>Taraxacum</i> sp.	H				
Brassicaceae					
<i>Capsella bursa pastoris</i> (L.) Medicus	T				
<i>Clypeola jonthlaspi</i> L.	T				
Caryophyllaceae					

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Πόρνη Λύπη 30 ωρών	Σαδ3θρ3ε3 3Σ	Σα3ανρφ3η3 επ3η3	Πόρνη Λύπη 30 ωρών	Σαδ3θρ3ε3 3Σ	Σα3ανρφ3η3 επ3η3
<i>Stellaria media</i> L.	T	■					
Euphorbiaceae							
<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	T				■	■	
Fabaceae							
<i>Medicago polymorpha</i> L.	T		■	■			
<i>Medicago minima</i> L.	T		■	■			
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pallas	H	■	■	■			
<i>Trifolium nigrescens</i> Viv.	T		■	■			
<i>Trigonella monspeliaca</i> (L.) Trautv.	T	■	■	■			
Geraniaceae							
<i>Erodium malacoides</i> (L.) L' Her.	T	■	■	■			
<i>Geranium brutium</i> L.	T	■	■	■			
Lamiaceae							
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	T	■	■	■			
Malvaceae							
<i>Malva sylvestris</i> L.	H	■	■	■		■	
Papaveraceae							
<i>Fumaria officinalis</i> L.	T	■	■	■			
Plantaginaceae							
<i>Veronica arvensis</i> L.	T	■	■	■			
<i>Veronica persica</i> Poir.	T	■	■	■			

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Πόνη σον ωνή	Σάδθρησ	Σηρηφθη	Πόνη σον ωνή	Σάδθρησ	Σηρηφθη
Poaceae							
<i>Anthoxanthum</i> sp.	T	■	■	■			
<i>Avena sterilis</i> L.	T	■	■	■			
<i>Bromus tectorum</i> L.	T	■	■	■			
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	T				■	■	■
<i>Eragrostis minor</i> Host.	T				■	■	■
<i>Hordeum murinum</i> L.	T		■	■			
<i>Poa annua</i> L.	T						■
<i>Tragus racemosus</i> (L.) All.	T				■	■	
Polygonaceae							
<i>Polygonum aviculare</i> L.	T						■
Portulacaceae							
<i>Portulaca oleraceae</i> L.	T				■	■	■
Scrophulariaceae							
<i>Linaria simplex</i> (Willd.) DC.	T	■	■	■			
Solanaceae							
<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.	H		■	■			■
Urticaceae							
<i>Parietaria judaica</i> L.	Ch	■	■	■	■	■	
Zygophyllaceae							
<i>Tribulus terrestris</i> L.	T				■	■	■

3.5.4 ΧΡΙΣΤΙΑΝΙΚΗ ΑΜΦΙΠΟΛΗ

Κατάλογος 4: Φυτικά είδη που καταγράφηκαν στη Χριστιανική Αμφίπολη, το Μάιο και Σεπτέμβριο του 2012. Αναφέρεται η βιολογική μορφή κατά Raunkiaer (P: φανερόφυτα, Ch: χαμαίφυτα, G: γεώφυτα, H: ημικρυπτόφυτα και T: θερόφυτα) και με χρώμα επισημαίνεται η καταγραφή του είδους ανά περίοδο (Άνοιξη ή Φθινόπωρο) και θέση ανάπτυξης (πάνω στα μέλη ή σε ελεύθερες επιφάνειες)

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο	
		Πάνω σε μέλη	Σε ελεύθερες επιφάνειες	Σε ελεύθερες επιφάνειες	Πάνω σε μέλη	Σε ελεύθερες επιφάνειες
Amaranthaceae						
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	T					
Apocynaceae						
<i>Cynanchum acutum</i> L.	H					
Asparagaceae						
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	G					
<i>Ornithogalum</i> sp.	G					
Asteraceae						
<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	T					
<i>Centaurea diffusa</i> Lam.	H					
<i>Chondrilla juncea</i> L.	H					
<i>Cichorium intybus</i> L.	H					
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.	T					
<i>Crepis foetida</i> L.	H					
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	H					
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	T					

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Λύπη σσ Πάνω	Σαδάθηρη ΣΣ	Σαδάρθηρη ΕΠΙΣ	Λύπη σσ Πάνω	Σαδάθηρη ΣΣ	Σαδάρθηρη ΕΠΙΣ
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	T	■					
<i>Tragopogon porrifolius</i> L.	H	■					
Boraginaceae							
<i>Heliotropium europaeum</i> L.	T					■	
Brassicaceae							
<i>Capsella bursa pastoris</i> (L.) Medicus	T		■				
<i>Sinapis arvensis</i> L.	T	■	■				
Caryophyllaceae							
<i>Dianthus</i> sp.	H					■	
<i>Herniaria incana</i> Lam.	H					■	
<i>Silene otites</i> (L.) Wibel	H				■		
<i>Stellaria media</i> L.	T	■					
Convolvulaceae							
<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	G	■					
Crassulaceae							
<i>Cotyledon umbilicus</i> L.	H	■					
Cyperaceae							
<i>Cyperus</i> sp.	G					■	
Euphorbiaceae							
<i>Chrozophora tinctoria</i> (L.) A. Juss.	T				■		
<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	T					■	

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Πόρνη Λύπηρο ωνάρη	Σαρόθρη λύπηρο ΣΣ	Σαίανρη φίλη	Πόρνη Λύπηρο μάρη	Σαρόθρη λύπηρο ΣΣ	Σαίανρη φίλη
<i>Euphorbia</i> sp.							
<i>Mercurialis annua</i> L.	T						
Fabaceae							
<i>Astragalus hamosus</i> L.	T						
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	P						
<i>Coronilla cretica</i> L.	T						
<i>Hymenocarpus circinnatus</i> (L.) Savi	T						
<i>Medicago minima</i> L.	T						
<i>Medicago</i> sp.							
<i>Medicago</i> sp.							
<i>Onobrychis aequidentata</i> (Sm.) d' Urv.	T						
<i>Ononis spinosa</i> L.	Ch						
<i>Trifolium campestre</i> Schreber	T						
<i>Trifolium spumosum</i> L.	T						
<i>Trifolium</i> sp.							
<i>Vicia lutea</i> L.	T						
<i>Vicia villosa</i> Roth	T						
Geraniaceae							
<i>Erodium moschatum</i> (L.) L' Her.	T						
<i>Geranium brutium</i> L.	T						
Lamiaceae							

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Πύλη σε μέλη	Σειθαρήνες	Σειθαρήνες	Πύλη σε ώλη	Σειθαρήνες	Σειθαρήνες
<i>Marrubium peregrinum</i> L.	H						
Malvaceae							
<i>Althaea cannabina</i> L.	G						
<i>Malva sylvestris</i> L.	H						
Moraceae							
<i>Ficus carica</i> L.	P						
Papaveraceae							
<i>Hypocoum procumbens</i> L.	H						
<i>Papaver rhoeas</i> L.	T						
Poaceae							
<i>Anthoxanthum</i> sp.	T						
<i>Avena sterilis</i> L.	T						
<i>Bromus sterilis</i> L.	T						
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	G						
<i>Hordeum murinum</i> L.	T						
<i>Lolium perenne</i> L.	H						
<i>Poa annua</i> L.	T						
<i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv.	T						
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	H						
<i>Tragus racemosus</i> (L.) All.	T						

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Πόνη σε μάλη	Σαδθρζελε ες	Σεζανρφπλε	Πόνη σε ωνρμ	Σαδθρζελε ες	Σεζανρφπλε
<i>Vulpia ciliata</i> Dumort	T						
Portulacaceae							
<i>Portulaca oleraceae</i> L.	T						
Rosaceae							
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	P						
Rubiaceae							
<i>Gallium aparine</i> L.	T						
Scrophulariaceae							
<i>Verbascum</i> sp.	H						
Simarumbaceae							
<i>Ailanthus altissima</i> (Miller) Swingle	P						
Urticaceae							
<i>Parietaria judaica</i> L.	Ch						
Violaceae							
<i>Viola</i> sp.	T						
Zygophyllaceae							
<i>Tribulus terrestris</i> L.	T						

3.5.5 ΑΡΧΑΙΑ ΜΕΣΣΗΝΗ

Κατάλογος 5: Φυτικά είδη που καταγράφηκαν στην Αρχαία Μεσσήνη, το Μάιο και Σεπτέμβριο του 2012. Αναφέρεται η βιολογική μορφή κατά Raunkiaer (P: φανερόφυτα, Ch: χαμαίφυτα, G: γεώφυτα, H: ημικρυπτόφυτα και T: θερόφυτα) και με χρώμα επισημαίνεται η καταγραφή του είδους ανά περίοδο (Άνοιξη ή Φθινόπωρο) και θέση ανάπτυξης (πάνω στα μέλη ή σε ελεύθερες επιφάνειες)

Είδος		Άνοιξη		Φθινόπωρο	
		Πάνω σε μέλη	Σε ελεύθερες επιφάνειες	Πάνω σε μέλη	Σε ελεύθερες επιφάνειες
Amaranthaceae					
<i>Amaranthus albus</i> L.	T			■	■
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	T			■	■
Apiaceae					
<i>Anethum graveolens</i> L.	T	■		■	
<i>Daucus carota</i> L.	H		■		
<i>Heracleum</i> sp.		■			
<i>Tordylium apulum</i> L.	T		■		
<i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertner	T	■	■		
Asparagaceae					
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	G			■	■
<i>Muscari commutatum</i> Guss.	G			■	■
Aspleniaceae					
<i>Asplenium ceterach</i> L.	H	■		■	
Asteraceae					
<i>Calendula arvensis</i> L.	T	■	■		■





Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο	
		Πύλη σε μέλι	Σε ελεθέρους	Σε ελεθέρους	Πύλη σε μέλι	Σε ελεθέρους
<i>Chondrilla juncea</i> L.	H					
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.	T					
<i>Crepis rubra</i> L.	T					
<i>Galactites tomentosus</i> Moench.	H					
<i>Hypochaeris cretensis</i> (L.) Bory & Chaub.	H					
<i>Lactuca serriola</i> L.	H					
<i>Matricaria recutita</i> L.	T					
<i>Picris echioides</i> L.	H					
<i>Reichardia picroides</i> L.	H					
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	T					
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	T					
<i>Tragopogon porrifolius</i> L.	H					
Boraginaceae						
<i>Heliotropium europaeum</i> L.	T					
Brassicaceae						
<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All.	T					
<i>Sinapis arvensis</i> L.	T					
Caprifoliaceae						
<i>Knautia integrifolia</i> (L.) Bertol.	T					
Campanulaceae						

Είδος		Άνοιξη		Φθινόπωρο	
		Πύλη σε μέλη	Σε ελεγχόμενες	Πύλη σε μέλη	Σε ελεγχόμενες
<i>Campanula erinus</i> L.	T	■			
<i>Campanula patula</i> L.	H	■			
Caryophyllaceae					
<i>Stellaria media</i> L.	T	■			
Convolvulaceae					
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	H				■
Crassulaceae					
<i>Cotyledon umbilicus</i> L.	H	■			
Cyperaceae					
<i>Cyperus rotundus</i> L.	G				■
Euphorbiaceae					
<i>Chrozophora tinctorial</i> (L.) A. Juss.	T			■	■
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	T		■		
<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	T				■
Fabaceae					
<i>Ceratoniasiliqua</i> L.	P	■		■	
<i>Lotus ornithopodioides</i> L.	T		■		
<i>Lotus</i> sp.	T				■
<i>Medicago laciniata</i> (L.) Miller	T		■		
<i>Medicago polymorpha</i> L.	T	■	■		

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Πάνω σε μέλη	Σε θέτες	Σε ανθιστά	Πάνω σε μέλη	Σε θέτες	Σε ανθιστά
<i>Medicago</i> sp.							
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pallas	H						
<i>Onobrychis caput galli</i> (L.) Lam.	T						
<i>Securigera securidata</i> (L.) Degen & Dorfl.	T						
<i>Trifolium campestre</i> Schreber	T						
<i>Trifolium pallidum</i> Waldst. & Kit.	T						
<i>Trifolium repens</i> L.	H						
<i>Trifolium tomentosum</i> L.	T						
<i>Trigonella corniculata</i> L.	T						
<i>Vicia lutea</i> L.	T						
<i>Vicia pannonica</i> Crantz.	T						
<i>Vicia sativa</i> L.	T						
<i>Vicia villosa</i> Roth	T						
Geraniaceae							
<i>Erodium moschatum</i> (L.) L' Her.	T						
<i>Geranium brutium</i> L.	T						
Lamiaceae							
<i>Mentha suaveolens</i> Ehrh.	H						
Linaceae							
<i>Linum strictum</i> (Pers.) Nyman	T						




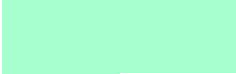


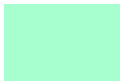
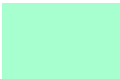


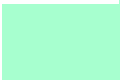


Είδος		Άνοιξη		Φθινόπωρο	
		Πόνη σε μίλη	Σε ελεθέρη	Πόνη σε μίλη	Σε ελεθέρη
Malvaceae					
<i>Malva sylvestris</i> L.	H				
Moraceae					
<i>Ficus carica</i> L.	P				
Oleaceae					
<i>Olea europaea</i> L.	P				
Oxalidaceae					
<i>Oxalis corniculata</i> L.	G				
Papaveraceae					
<i>Fumaria judaica</i> Boiss.	T				
Plantaginaceae					
<i>Plantago lanceolata</i> L.	H				
Poaceae					
<i>Avena sterilis</i> L.	T				
<i>Bromus hordeaceus</i> L.	T				
<i>Bromus rigidus</i> Roth	T				
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	G				
<i>Cynosurus echinatus</i> L.	T				
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	T				
<i>Eragrostis</i> sp.					

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Πύλη ΣΟ Πύλη	Σαθ Σαθ Πύλη	Πύλη ΣΟ Πύλη	Πύλη ΣΟ Πύλη	Σαθ Σαθ Πύλη	Πύλη ΣΟ Πύλη
<i>Hordeum bulbosum</i> L.	H						
<i>Hordeum murinum</i> L.	T						
<i>Hyparrhenia hirta</i> (L.) Stapf.	H						
<i>Lamarckia aurea</i> (L.) Moench	T						
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	T						
<i>Lolium perenne</i> L.	H						
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin	T						
<i>Oryzopsis miliacea</i> (L.) Cosson	H						
<i>Phalaris minor</i> Retz.	T						
<i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv.	T						
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	H						
<i>Vulpia ciliata</i> Dumort	T						
Portulacaceae							
<i>Portulaca oleraceae</i> L.	T						
Pteridaceae							
<i>Cheilanthes acrostica</i> (Balb.) Tod.	G						
Rosaceae							
<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	H						
Rubiaceae							
<i>Gallium aparine</i> L.	T						

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο	
		Πάνω σε μέρη	Σε θέρους	Σε ανθίσις	Πάνω σε μέρη	Σε θέρους
Scrophulariaceae						
<i>Scrophularia</i> sp.	H					
Urticaceae						
<i>Parietaria judaica</i> L.	Ch					
Zygophyllaceae						
<i>Tribulus terrestris</i> L.	T					

3.5.6 ΑΜΦΙΑΡΕΙΟ ΩΡΩΠΟΥ

Κατάλογος 6: Φυτικά είδη που καταγράφηκαν στο Αμφιάρειο Ωρωπού, το Μάιο και Νοέμβριο του 2012. Αναφέρεται η βιολογική μορφή κατά Raunkiaer (P: φανερόφυτα, Ch: χαμαίφυτα, G: γεώφυτα, H: ημικρυπτόφυτα και T: θερόφυτα) και με χρώμα επισημαίνεται η καταγραφή του είδους ανά περίοδο (Άνοιξη ή Φθινόπωρο) και θέση ανάπτυξης (πάνω στα μέλη ή σε ελεύθερες επιφάνειες)

Είδος		Άνοιξη		Φθινόπωρο	
		Πάνω σε μέλη	Σε ελεύθερες επιφάνειες	Πάνω σε μέλη	Σε ελεύθερες επιφάνειες
Anacardiaceae					
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	P				
Apiaceae					
<i>Daucus carota</i> L.	H				
<i>Thapsia garganica</i> L.	H				
<i>Tordylium apulum</i> L.	T				
Asparagaceae					
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	G				
Aspleniaceae					
<i>Asplenium ceterach</i> L.	H				
Asteraceae					
<i>Atractylis cancellata</i> L.	T				
<i>Calendula arvensis</i> L.	T				
<i>Crepis sancta</i> L.	T				
<i>Crepis</i> sp.					
<i>Crupina vulgaris</i> Pers. ex. Cass.	H				

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Υψηλή Σοφωάρη	Σεθέρη ΣΣ	Σεινάρη	Υψηλή Σοφωάρη	Σεθέρη ΣΣ	Σεινάρη
<i>Filago eriocephala</i> Guss.	T						
<i>Helichrysum</i> sp.	Ch						
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	H						
<i>Leontodon</i> sp.							
<i>Matricaria recutita</i> L.	T						
<i>Pallenis spinosa</i> (L.) de Cassini	H						
<i>Phagnalon graecum</i> Boiss. & Heldr.	Ch						
<i>Picris echioides</i> L.	H						
<i>Reichardia picroides</i> L.	H						
<i>Rhagadiolus stellatus</i> (L.) Gaertner	T						
<i>Scorzonera crocifolia</i> Sm. in Sibth. & Sm.	H						
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	T						
Boraginaceae							
<i>Anchusa</i> sp.							
<i>Heliotropium europaeum</i> L.	T						
<i>Onosma frutescens</i> Lam.	H						
Cistaceae							
<i>Cistus incanus</i> L.	Ch						
<i>Fumana arabica</i> (L.) Spach.	Ch						
Convolvulaceae							
<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	G						

Είδος	Άνοιξη			Φθινόπωρο		
	Πάνω σε μέλη	Σε θέσεις επιφάνειας	Πάνω σε μέλη	Σε θέσεις επιφάνειας	Σε θέσεις επιφάνειας	
Cyperaceae						
<i>Carex</i> sp.						
<i>Cyperus</i> sp.	G					
Dispacaceae						
<i>Scabiosa</i> sp.						
Ericaceae						
<i>Erica</i> sp.						
Euphorbiaceae						
<i>Euphorbia exigua</i> L.	T					
<i>Mercurialis annua</i> L.	T					
Fabaceae						
<i>Anthyllis hermanniae</i> L.	Ch					
<i>Astragalus</i> sp.						
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	P					
<i>Cercis siliquastrum</i> L.	P					
<i>Dorycnium hirsutum</i> (L.) Ser.	Ch					
<i>Hymenocarpos circinnatus</i> (L.) Savi	T					
<i>Lathyrus aphaca</i> L.	T					
<i>Lotus ornithopodioides</i> L.	T					
<i>Medicago arabica</i> (L.) Huds.	T					

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Πύλη Πάνω	Σειρήνες	Σειρήνες	Πύλη Πάνω	Σειρήνες	Σειρήνες
<i>Medicago minima</i> L.	T						
<i>Medicago polymorpha</i> L.	T						
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pallas	H						
<i>Melilotus</i> sp.							
<i>Onobrychis caput galli</i> (L.) Lam.	T						
<i>Ononis pubescens</i> L.	T						
<i>Psoralea bituminosa</i> (L.) C. H. Stirt.	H						
<i>Scorpiurus muricatus</i> L.	T						
<i>Securigera securidata</i> (L.) Degen & Dorfl	T						
<i>Trifolium angustifolium</i> L.	T						
<i>Trifolium campestre</i> Schreber	T						
<i>Trifolium lappaceum</i> L.	T						
<i>Trifolium scabrum</i> L.	T						
<i>Trifolium stellatum</i> L.	T						
<i>Trigonella</i> sp.							
<i>Vicia</i> sp.							
<i>Vicia</i> sp.							
Fagaceae							
<i>Quercus coccifera</i> L.	P						
Gentianaceae							
<i>Blackstonia perfoliata</i> (L.) Huds.	T						

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Πάνω σε μέλη	Σε ελεύτερες	Σειανρήματα	Πάνω σε φάρμα	Σε ελεύτερες	Σειανρήματα
<i>Centaureum erythraea</i> Rafn.	H						
Geraniaceae							
<i>Erodium moschatum</i> (L.) L' Her.	T						
Hypericaceae							
<i>Hypericum perforatum</i> L.	H						
Lamiaceae							
<i>Ajuga iva</i> (L.) Schreb.	Ch						
<i>Calamintha cretica</i> L.	H						
<i>Micromeria</i> sp.							
<i>Satureja thymbra</i> L.	Ch						
<i>Teucrium polium</i> L.	H						
<i>Thymus capitatus</i> (L.) Lk. & Hoffm.	Ch						
Malvaceae							
<i>Malva sylvestris</i> L.	H						
Moraceae							
<i>Ficus carica</i> L.	P						
Myrtaceae							
<i>Myrtus communis</i> L.	P						
Orchidaceae							
<i>Ophrys apifera</i> Huds.	G						

Είδος		Άνοιξη		Φθινόπωρο	
		Πύλη Πύλη	Σειθρό Σειθρό	Πύλη Πύλη	Σειθρό Σειθρό
<i>Anacamptis coriophora</i> (L.) R.M. Bateman, Pidgeon & M.W. Chase	G		■		
Oxalidaceae					
<i>Oxalis pes caprae</i> L.	G				■
Phyllanthaceae					
<i>Andrachne telephioides</i> L.	Ch	■	■	■	■
Pinaceae					
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	P	■		■	
Plantaginaceae					
<i>Kickxia</i> sp.		■	■		
<i>Linaria</i> sp.		■			
<i>Plantago albicans</i> L.	H	■	■		
<i>Plantago bellardii</i> All.	T	■		■	■
<i>Plantago lanceolata</i> L.	H		■		
Poaceae					
<i>Aegilops cylindrica</i> Host.	T	■			
<i>Aegilops neglecta</i> Req. ex Bertol.	T	■	■	■	
<i>Avena sterilis</i> L.	T	■	■		
<i>Brachypodium retusum</i> (Pers.) P. Beauv.	H	■	■		
<i>Bromus fasciculatus</i> C. Presl.	T	■	■		

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Πύλη στο άνορι	Συδερή στο άνορι	Συδερή στο άνορι	Πύλη στο άνορι	Συδερή στο άνορι	Συδερή στο άνορι
<i>Bromus tectorum</i> L.	T						
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	G						
<i>Cynosurus echinatus</i> L.	T						
<i>Dactylis glomerata</i> L.	H						
<i>Dasyphyrum villosum</i> (L.) Borbas	T						
<i>Desmazeria rigida</i> L.	T						
<i>Hyparrhenia hirta</i> (L.) Stapf.	H						
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin	T						
<i>Lophochloa cristata</i> (Linn.) Hyl.	T						
<i>Oryzopsis miliacea</i> (L.) Cosson	H						
<i>Poa bulbosa</i> L.	G						
<i>Stipa bromoides</i> (L.) Doerfl.	H						
<i>Vulpia ciliata</i> Dumort	T						
Primulaceae							
<i>Anagallis arvensis</i> L.	T						
Ranunculaceae							
<i>Ranunculus marginatus</i> d 'Urv.	T						
Rosaceae							
<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	H						
<i>Sarcopoterium spinosum</i> (L.) Spach	P						

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Πύλη στο άνορι	Σειθρό άνορι ΣΣ	Σειθρό άνορι ΠΠ	Πύλη στο άνορι	Σειθρό άνορι ΣΣ	Σειθρό άνορι ΠΠ
Rubiaceae							
<i>Crucianella latifolia</i> L.	T						
<i>Gallium</i> sp.							
Scrophulariaceae							
<i>Verbascum</i> sp.							
Smilacaceae							
<i>Smilax aspera</i> L.	P						
Solanaceae							
<i>Nicotiana glauca</i> Graham	P						
Urticaceae							
<i>Parietaria</i> sp.							
Verbenaceae							
<i>Verbena officinalis</i> L.	H						
Zygophyllaceae							
<i>Tribulus terrestris</i> L.	T						

3.5.7 ΝΕΚΡΟΜΑΝΤΕΙΟ ΑΧΕΡΟΝΤΑ

Κατάλογος 7: Φυτικά είδη που καταγράφηκαν στο Νεκρομαντείο Αχέροντα, το Μάιο και Νοέμβριο του 2012. Αναφέρεται η βιολογική μορφή κατά Raunkiaer (P: φανερόφυτα, Ch: χαμαίφυτα, G: γεώφυτα, H: ημικρυπτόφυτα και T: θερόφυτα) και με χρώμα επισημαίνεται η καταγραφή του είδους ανά περίοδο (Άνοιξη ή Φθινόπωρο) και θέση ανάπτυξης (πάνω στα μέλη ή σε ελεύθερες επιφάνειες)

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Πάνω σε μέλη	Σε θέσεις επιφανείας		Πάνω σε μέλη	Σε θέσεις επιφανείας	
Amaranthaceae							
<i>Chenopodium</i> sp.	T		■				
Apiaceae							
<i>Ammi majus</i> L.	T					■	
<i>Tordylium apulum</i> L.	T		■				
<i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertner	T	■			■		
Araceae							
<i>Arisarum vulgare</i> (Targ. Tozz.)	G				■	■	
Asparagaceae							
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	G					■	
Asteraceae							
<i>Anthemis</i> sp.					■	■	■
<i>Bellis perennis</i> L.	H				■	■	■
<i>Carduus</i> sp.		■					■
<i>Cichorium intybus</i> L.	H						
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.	T	■	■	■	■	■	■

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Πύλη σε ωάρη	Σειθροειδές	Σειθροειδές	Πύλη σε ωάρη	Σειθροειδές	Σειθροειδές
<i>Crepis foetida</i> L.	H						
<i>Crepis</i> sp.							
<i>Crepis</i> sp.							
<i>Hedypnois rhagadioloides</i> (L.) F. W. Schmidt	T						
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	H						
<i>Matricaria recutita</i> L.	T						
<i>Senecio vulgaris</i> L.	T						
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	T						
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	T						
<i>Urospermum picroides</i> (L.) Scop. ex F.W. Schmidt	T						
Boraginaceae							
<i>Echium</i> sp.							
<i>Heliotropium europaeum</i> L.	T						
Brassicaceae							
<i>Berteroa incana</i> (L.) D.C.	T						
<i>Capsella bursa pastoris</i> (L.) Medicus	T						
<i>Sinapis nigra</i> L.	T						
<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop.	T						
Campanulaceae							
<i>Campanula ramosissima</i> Sm. in Sibth. & Sm.	H						

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Πύλη 30.09.2011	Στάθμη 30.09.2011	Στάθμη 30.09.2011	Πύλη 30.09.2011	Στάθμη 30.09.2011	Στάθμη 30.09.2011
Caryophyllaceae							
<i>Arenaria sepyllifolia</i> L.	T	■	■				
<i>Polycarpon tetraphyllum</i> L.	T	■	■	■			
Colchicaceae							
<i>Colchicum</i> sp.						■	
Convolvulaceae							
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	H	■	■	■	■	■	■
Crassulaceae							
<i>Cotyledon umbilicus</i> L.	H				■	■	
<i>Sedum</i> sp.		■	■				
<i>Sedum stellatum</i> L.	T	■	■				
Cyperaceae							
<i>Cyperus</i> sp.					■	■	■
Euphorbiaceae							
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	T		■	■			
<i>Euphorbia peplus</i> L.	T				■	■	■
Fabaceae							
<i>Astragalus hamosus</i> L.	T		■	■			
<i>Medicago arabica</i> (L.) Huds.	T		■	■			
<i>Medicago orbicularis</i> (L.) Bartal.	T	■	■	■			
<i>Medicago</i> sp.					■	■	■

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Πύλη στο πάρκ	Σειρά θέρσης στο πάρκ	Σειρά φθίσης στο πάρκ	Πύλη στο πάρκ	Σειρά θέρσης στο πάρκ	Σειρά φθίσης στο πάρκ
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	P	■			■		
<i>Trifolium campestre</i> Schreber	T	■					
<i>Trifolium repens</i> L.	H		■			■	
<i>Trifolium subterraneum</i> L.	T		■				
<i>Vicia lutea</i> L.	T	■					
Geraniaceae							
<i>Erodium moschatum</i> (L.) L' Her.	T	■	■	■	■	■	■
<i>Geranium rotundifolium</i> L.	T					■	■
<i>Geranium</i> sp.		■	■	■	■		
Lamiaceae							
<i>Lamium</i> sp.		■	■	■	■	■	■
Malvaceae							
<i>Lavatera punctata</i> All.	T		■	■			
<i>Malva sylvestris</i> L.	H		■			■	
Moraceae							
<i>Ficus carica</i> L.	P	■			■		
Oxalidaceae							
<i>Oxalis corniculata</i> L.	H		■				
Papaveraceae							
<i>Fumaria officinalis</i> L.	T	■	■	■			

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Πύλη Ποταμού	Σειθόθρονα ΣΣ	Σειθόθρονα ΣΣ	Πύλη Ποταμού	Σειθόθρονα ΣΣ	Σειθόθρονα ΣΣ
<i>Papaver rhoeas</i> L.	T						
Plantaginaceae							
<i>Plantago lanceolata</i> L.	H						
<i>Veronica arvensis</i> L.	T						
<i>Veronica cymbalaria</i> Bodard	T						
<i>Veronica persica</i> Poir.	T						
<i>Veronica</i> sp.							
Poaceae							
<i>Avena sterilis</i> L.	T						
<i>Bromus fasciculatus</i> C. Presl.	T						
<i>Bromus tectorum</i> L.	T						
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	G						
<i>Dactylis glomerata</i> L.	H						
<i>Desmazeria rigida</i> L.	T						
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	T						
<i>Hordeum bulbosum</i> L.	H						
<i>Hordeum murinum</i> L.	T						
<i>Lagurus ovatus</i> L.	T						
<i>Lophochloa cristata</i> (L.) Hyl.	T						
<i>Oryzopsis miliacea</i> (L.) Cosson	H						

Είδος		Άνοιξη			Φθινόπωρο		
		Πάνω σε μέλη	Σε θέρη 3/3 ες	Σε θέρη 3/3 ες	Πάνω σε μέλη	Σε θέρη 3/3 ες	Σε θέρη 3/3 ες
<i>Poa annua</i> L.	T		■				
Polygonaceae							
<i>Polygonum aviculare</i> L.	T					■	
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	H	■	■	■			
Portulacaceae							
<i>Portulaca oleraceae</i> L.	T				■	■	
Pteridaceae							
<i>Anogramma leptophylla</i> (L.) Link.	T	■					
<i>Cheilanthes acrostica</i> (Balb.) Tod.	G	■			■		
Rubiaceae							
<i>Crucianella latifolia</i> L.	T	■					
<i>Gallium setaceum</i> Lam.	T	■					
<i>Gallium</i> sp.	T					■	
<i>Sherardia arvensis</i> L.	T		■				
Scrophulariaceae							
<i>Verbascum</i> sp.		■	■	■	■	■	
Solanaceae							
<i>Solanum nigrum</i> L.	T					■	
Urticaceae							
<i>Parietaria judaica</i> L.	Ch	■			■	■	

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την καταγραφή της βλάστησης στους επτά αρχαιολογικούς χώρους φάνηκε ότι αυτοί κατακλύζονται, και στις ελεύθερες επιφάνειες αλλά και πάνω στα ερείπια, από θερόφυτα. Αυτό πιθανώς οφείλεται στο ότι μετά την ανασκαφή οι χώροι είναι σε πρώιμα στάδια εποικισμού ή/και οι επεμβάσεις περιορισμού της βλάστησης (μηχανική κοπή με μεσινέζα) εμποδίζουν την εξέλιξη του εποικισμού σε ωριμότερα στάδια, που περιλαμβάνουν υψηλότερα ποσοστά πολυετών ειδών. Η παρουσία θερόφυτων στους αρχαιολογικούς χώρους υπαγορεύει και το σχεδιασμό των επεμβάσεων περιορισμού της ανεπιθύμητης βλάστησης, που στη ζώνη άμεσης γεινίασης με το μνημείο θα πρέπει να στοχεύουν στο στάδιο του σπόρου, αφού από αυτό εξαρτάται η επιβίωση του πληθυσμού, ενώ πάνω στα αρχαία κατάλοιπα θα πρέπει να στοχεύουν στην απομάκρυνση μόνο των επικίνδυνων πολυετών ειδών, με στόχο την προστασία της βιοποικιλότητας και τη μείωση του κόστους των επεμβάσεων.

Όπως φάνηκε από τα αποτελέσματα των καταγραφών οι βοτανικές οικογένειες που κυριαρχούσαν στους αρχαιολογικούς χώρους είναι οι *Fabaceae*, *Poaceae* και *Asteraceae*. Η κυριαρχία των οικογενειών αυτών συνδέεται με την ικανότητά τους να διασπείρονται και να επιμένουν σε αντίξοα περιβάλλοντα και ξηροθερμικές συνθήκες.

Από τον υπολογισμό των δεικτών ποικιλότητας των χώρων μελέτης φάνηκε ότι οι χώροι παρουσιάζουν υψηλές τιμές των δεικτών, κυρίως την περίοδο της Άνοιξης, οπότε αφθονούν τα χειμερινοεαρινά είδη. Αυτό πιθανώς συνδέεται με την ενδιάμεση διαταραχή που προκαλούν οι ετήσιες επεμβάσεις περιορισμού των ζιζανίων με μεσινέζα στους αρχαιολογικούς χώρους, η οποία προκαλεί αύξηση της βιοποικιλότητας. Οι δείκτες ποικιλότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση των βιοκοινοτήτων που φύονται στους αρχαιολογικούς χώρους.

Τα φυτικά είδη που καταγράφηκαν στους χώρους τείνουν να ομαδοποιούνται και να χαρακτηρίζουν τους χώρους στους οποίους φύονται, ενώ οι αρχαιολογικοί χώροι δημιουργούν παραλλακτικότητα που αφορά τα είδη που φύονται σε αυτούς. Το στοιχείο αυτό θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στο πλαίσιο ανάδειξης ενός αρχαιολογικού χώρου. Οι σύγχρονες διεθνείς συμβάσεις για την προστασία των μνημείων προστατεύουν και το άμεσο περιβάλλον των μνημείων, ενώ στα αρχαιολογικά πάρκα γίνεται προσπάθεια ανάδειξης του πολιτιστικού και φυσικού πλούτου. Η ξεχωριστή χλωριδική ταυτότητα των αρχαιολογικών χώρων μπορεί να αξιοποιηθεί ως ένα επιπλέον επίπεδο εκπαίδευσης και απόλαυσης των αρχαιολογικών χώρων που προάγει την οικονομική βιωσιμότητα.

**ΜΕΡΟΣ ΙΙ: ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΚΑΙ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ**

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Τα προβλήματα που σχετίζονται με την ανάπτυξη βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους μπορούν να ομαδοποιηθούν σε δύο κατηγορίες: στις άμεσες φθορές και τις έμμεσες ζημιές. Άμεσες φθορές προκύπτουν από τις φυσιολογικές λειτουργίες των φυτών και καταγράφονται πάνω στο μνημείο και τα μέλη του. Όπως θα αναπτυχθεί στα επόμενα κεφάλαια, η σοβαρότητα των άμεσων φθορών σχετίζεται με τα διαφορετικά φυσιολογικά χαρακτηριστικά των διαφόρων φυτικών ειδών. Οι έμμεσες ζημιές αφορούν το σύνολο του αρχαιολογικού χώρου και τη λειτουργικότητά του και συνδέονται κυρίως με την παραγωγή υπέργειας βιομάζας των ειδών που αυτοφύονται στους αρχαιολογικούς χώρους.

1.1.1 Η ΒΛΑΣΤΗΣΗ ΩΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΑΜΕΣΗΣ ΦΘΟΡΑΣ ΤΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ

Η ανάπτυξη ανώτερων φυτών, πάνω στα μέλη αρχαίων κατασκευών, μπορεί να είναι γραφική, είναι όμως και ένας από τους κύριους παράγοντες διάβρωσής τους, ο οποίος κατατάσσεται στην κατηγορία της βιολογικής φθοράς (Pinna & Salvadori, 2008a, Lisci *et al.*, 2003). Ο H.J. Hueck το 1965 περιέγραψε την βιολογική φθορά ως: «Όποιαδήποτε ανεπιθύμητη μεταβολή των ιδιοτήτων ενός υλικού που προκαλείται από τις ζωτικές δραστηριότητες ενός οργανισμού» (Pinna & Salvadori, 2008a). Ο στόχος του παρόντος κεφαλαίου είναι να αναγνωρίσει τα βασικά στοιχεία που σχετίζονται με τη βιολογική φθορά από ανώτερα φυτά και να βοηθήσει στην κατανόηση αυτών των διαδικασιών απαντώντας στα ερωτήματα:

- Τι είναι βιολογική φθορά από ανώτερα φυτά;
- Πώς συμβαίνει και πώς εκδηλώνεται;
- Ποια είναι τα αίτια;

Πιο συγκεκριμένα, θα εξεταστούν οι μηχανισμοί βιολογικής φθοράς από ανώτερα φυτά που σχετίζονται με τα δομικά υλικά κατασκευής των ακίνητων μνημείων. Στα δομικά υλικά περιλαμβάνονται υλικά όπως το μάρμαρο ή ο ασβεστόλιθος, τα κεραμικά όπως τούβλα, πλακίδια και άλλα, αλλά και τα συνδετικά υλικά και κονιάματα. Τα υλικά αυτά, είτε φυσικά είτε τεχνητά, είναι ευρέως διαδεδομένα, καθώς είναι τα βασικότερα στοιχεία των ακίνητων μνημείων και συχνότερα υπόκεινται βιολογική φθορά, καθώς είναι εκτεθειμένα στο περιβάλλον και παρουσιάζουν ομοιότητες ως προς τους μηχανισμούς εποικισμού τους από ανώτερα φυτά (Pinna & Salvadori, 2008b).

Για να γίνουν κατανοητοί οι μηχανισμοί βιολογικής φθοράς από ανώτερα φυτά, πρέπει να γίνει αντιληπτό ότι η αποίκιση ενός υλικού σχετίζεται με τη χρήση του υποστρώματος ως πηγή

θρεπτικών ουσιών ή/και ως σημείο έδρασης για την ανάπτυξη του φυτού (Pinna & Salvadori, 2008a). Παρακάτω αναλύονται οι μηχανισμοί βιολογικής φθοράς:

Μηχανικές καταστροφές των υλικών δομής των μνημείων, λόγω της διείσδυσης των ριζών, σε σημεία των μνημείων με τη μικρότερη αντίσταση, όπως στις ρωγμές, στα μικρά διάκενα ή στο συνδετικό υλικό μεταξύ δομικών στοιχείων. Η διείσδυση ριζών και στη συνέχεια η κατά πλάτος και μήκος αύξηση, δημιουργεί επιπλέον ρωγμές και αποκολλά λίθους ή και μεγαλύτερα τμήματα λιθοδομών (Εικόνες 9-12, Pinna & Salvadori, 2008a, Lisci *et al.*, 2003, Mishra *et al.*, 1995).

Μια ειδική περίπτωση του παραπάνω προβλήματος αφορά κατάλοιπα που βρίσκονται μέσα στο έδαφος, είτε λόγω κατασκευής (π.χ. κατακόμβες ή τάφοι), είτε λόγω αδυναμίας ανασκαφής και απομάκρυνσης. Η ανάπτυξη ριζών σε τέτοιες κατασκευές μπορεί να επιφέρει την αποδιοργάνωση ή κατάρρευσή τους (Εικόνες 13-14, Albertano *et al.*, 2008). Ορισμένα είδη φυτών δε, μπορεί να αναπτύξουν ρίζες σε βάθος 15 m και πλάτος 25 m (Albertano *et al.*, 2008). Στην περίπτωση της Villa Torlonia στη Ρώμη, το ριζικό σύστημα ειδών που αναπτύσσονταν σε πάρκο υπερκείμενο του δικτύου Εβραϊκών κατακομβών, όπως: αείλανθος (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle), συκιά (*Ficus carica* L.), δάφνη (*Laurus nobilis* L.), κουκουναριά (*Pinus pinea* L.) και αριά (*Quercus ilex* L.), απειλούσε τη στατική επάρκεια των κατακομβών (Caneva *et al.*, 2009).

Ακόμη μια ιδιαίτερη έκφραση του παραπάνω προβλήματος αφορά την ανάπτυξη φυτών σε ψηφιδωτά δάπεδα, τα οποία είναι πολύτιμα και ιδιαίτερα ευαίσθητα ευρήματα (Ζάχος, 1998). Ποώδη φυτικά είδη αναπτύσσονται ανάμεσα από τις ψηφίδες ή τα χάσματα των ρωγμών του ψηφιδωτού και επιφέρουν την αποδιοργάνωση της ψηφοθετημένης επιφάνειας. Επίσης, δέντρα και θάμνοι φυτρώνουν συνήθως στην περιφέρεια των ψηφιδωτών, αλλά οι ρίζες τους αναπτύσσονται κάτω από τη στρώση των ψηφίδων ή του συνδετικού κονιάματος και προκαλούν αποκολλήσεις (Εικόνες 15-19, Roby and Alberti, 2008).



Εικόνα 9: Μηχανική μετατόπιση από ανάπτυξη ελαιόδεντρου στον αρχαιολογικό χώρο της Ελευσίνας (προσωπικό αρχείο, λήψη 2006)



Εικόνα 10: Μηχανική ζημιά από την ανάπτυξη ριζικού συστήματος ελαιόδεντρου σε οχυρωματική τοιχοδομία στο Νεκρομαντείο Αχέροντα. Διακρίνεται ότι η ρίζα έχει υποκαταστήσει πλήρως το συνδετικό υλικό μεταξύ των λίθων (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)



Εικόνα 11: Ανάπτυξη δενδρυλλίου ελιάς στο διάκενο μεταξύ δομικών λίθων οχυρωματικού τείχους στην Ελευσίνα (προσωπικό αρχείο, λήψη 2006)



Εικόνα 12: Συκιά που φύεται σε τοιχοδομία στις Μυκήνες (προσωπικό αρχείο, λήψη 2015)



Εικόνα 13: (α) και (β) Ανάπτυξη ρίζας σε αρχαίο τάφο (Perez & Συρόπουλος, 2014)



Εικόνα 14: Ανάπτυξη ρίζας σε αρχαίο φρέαρ στην περιοχή του Πειραιά, σε βάθος 10 m (προσωπικό αρχείο, λήψη 2016)



Εικόνα 15: Ανάπτυξη ποωδών ειδών σε ψηφιδωτό δάπεδο στην Ελευσίνα (προσωπικό αρχείο, λήψη 2006)



Εικόνα 16: Ανάπτυξη ποωδών ειδών σε ψηφιδωτό δάπεδο στην Ελευσίνα (προσωπικό αρχείο, λήψη 2006)



Εικόνα 17: Ανάπτυξη ριζικού συστήματος σε ψηφιδωτό δάπεδο (προσωπικό αρχείο, λήψη 2006)



Εικόνα 18: Ανάπτυξη ριζικού συστήματος σε ψηφιδωτό δάπεδο (προσωπικό αρχείο λήψη 2006)

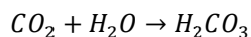


Εικόνα 19: Ανάπτυξη ποωδών ειδών σε ψηφιδωτό δάπεδο στο Δίον (προσωπικό αρχείο, λήψη 2015)

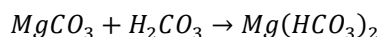
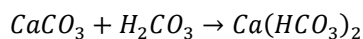
Χημική διάβρωση των υλικών κατασκευής του μνημείου προκαλείται λόγω της επαφής τους με το ριζικό σύστημα των φυτών (Almeida *et al.*, 1994). Διάφορα φυτικά είδη, όπως το περδικούλι (*Parietaria judaica* L.), εκκρίνουν ουσίες με όξινο pH, που αντιδρά με το υπόστρωμα, προκαλώντας χημική διάβρωση στα ασβεστολιθικά πετρώματα και στα ασβεστοκονιάματα (Εικόνες 20, 21, Pinna & Salvadori, 2008a, Lisci *et al.*, 2003, Mishra *et al.*, 1995).

Ακόμη, χημική διάβρωση προκαλείται λόγω ανταλλαγής κατιόντων μεταξύ των ριζών και των υλικών του υποστρώματος. Τα κατιόντα υδρογόνου (H^+), που υπάρχουν στην επιφάνεια των ριζών, ανταλλάσσονται μέσω ισόμορφης αντικατάστασης με κατιόντα βαρίου (Ba^{++}), ασβεστίου (Ca^{++}), μαγνησίου (Mg^{++}), καλίου (K^+) και νατρίου (Na^+), που υπάρχουν στα υλικά δομής (Pinna & Salvadori, 2008a, Mishra *et al.*, 1995). Η διάβρωση είναι ανάλογη του pH των ριζών, το οποίο συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 4-6 (Pinna & Salvadori, 2008a).

Τέλος ένας ακόμη μηχανισμός χημικής διάβρωσης οφείλεται στον σχηματισμό ανθρακικού οξέως. Ένα από τα προϊόντα αναπνοής των ριζών είναι το διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο όταν έρθει σε επαφή με νερό σχηματίζει ανθρακικό οξύ κατά την αντίδραση:



Ακολούθως, το ανθρακικό οξύ προκαλεί τη λύση μορίων ανθρακικού ασβεστίου και ανθρακικού μαγνησίου, που υπάρχουν σε ασβεστιπικής σύστασης υποστρώματα, κατά την αντίδραση (Mishra *et al.*, 1995):



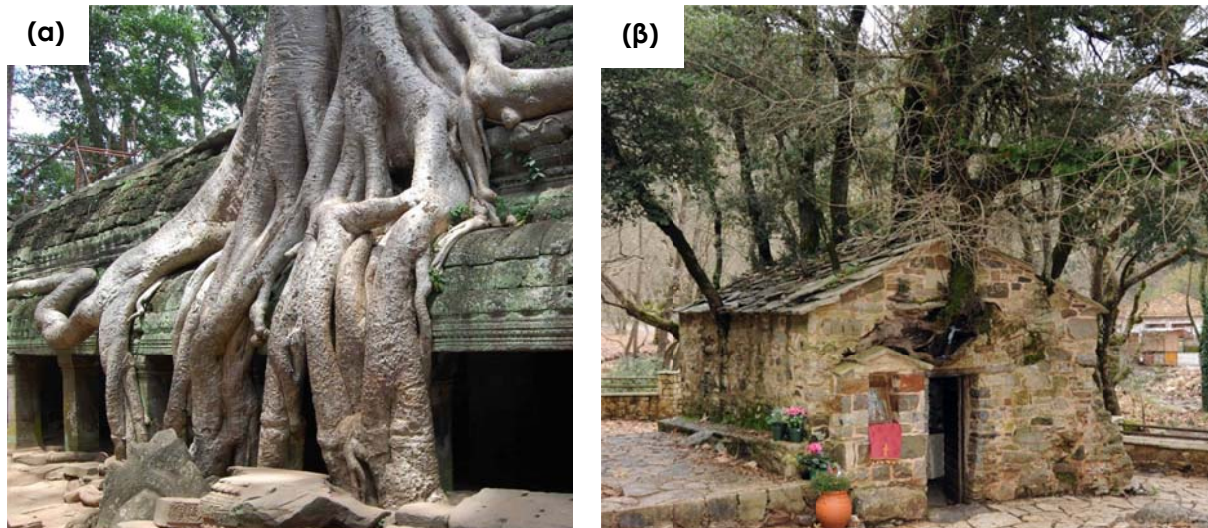
Εικόνα 20: Περδικούλι που αναπτύσσεται σε σημείο απόθεσης μελών στη Ρωμαϊκή Αγορά Αθήνας (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)



Εικόνα 21: Περδικούλι που αναπτύσσεται σε οχρωματικό τείχος στο Νεκρομαντείο Αχέροντα (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)

Κίνδυνος για τη στατικότητα του μνημείου λόγω του επιπρόσθετου βάρους του φυτού, που μπορεί να οδηγήσει σε καταρρεύσεις τμημάτων του μνημείου (Εικόνα 22, Lisci *et al.*, 2003, Mishra *et al.*, 1995).

Αύξηση ή διατήρηση υγρασίας στο μικροπεριβάλλον των μελών (Ζάχος, 1998, Almeida *et al.*, 1994).



Εικόνα 22: Ρίζες δέντρου που αναπτύσσονται (α) πάνω στο Ναό Rajanihara (Ta Prohm), Angkor, Καμπότζη (worldalldetails.com, n.d.) και (β) στην Αγ. Θεοδώρα Μεσσηνίας (peloronese.events, 2016) και απειλούν τη στατική τους επάρκεια

Διαφορετικοί μηχανισμοί οδηγούν στη φθορά των μνημείων, από ανώτερα φυτά, φυσικοί που προκαλούν λύση της συνοχής, ρήξη και κατακερματισμό των δομών ή χημικοί που προκαλούν μετασχηματισμό ή αποδόμηση των συνδετικών υλικών. Αυτές οι διαδικασίες συμβαίνουν ταυτόχρονα, αλλά κάποιος μηχανισμός μπορεί να υπερτερεί άλλου ανάλογα με το υπόστρωμα και τη σύνθεση της φυτικής κοινότητας, αλλά και τις συνθήκες του περιβάλλοντος (Pinna & Salvadori, 2008a).

Σε ότι αφορά τις μηχανικές ζημιές, δεν είναι όλα τα είδη φυτών το ίδιο επικίνδυνα για ένα μνημείο (Lisci *et al.*, 2003). Η Signorini (1996) πρότεινε τη χρήση μιας κλείδας προσδιορισμού του **Δείκτη Επικινδυνότητας (ΔΕ)**, κάθε φυτικού είδους που φύτευται σε μνημείο. Πρόκειται για ένα αριθμητικό δείκτη, που κωδικοποιεί την επικινδυνότητα κάθε φυτικού είδους, που φύτευται πάνω σε μνημείο.

Για τον υπολογισμό του ΔΕ κάθε φυτικό είδος παίρνει τιμές για τρεις παραμέτρους, που αφορούν τον τύπο ανάπτυξης, την ευρωστία και την επιθετικότητα του υπέργειου τμήματος του φυτού, αλλά και του ριζικού συστήματος (Πίνακας 7). Οι τιμές των παραμέτρων αθροίζονται και προκύπτει ο ΔΕ. Ο ΔΕ παίρνει τιμές μεταξύ 0-10 και καθορίζει το επίπεδο επέμβασης για την αντιμετώπιση του προβλήματος, όπου: για ΔΕ: 0-3, το είδος θεωρείται

ακίνδυνο και δεν απομακρύνεται, για ΔΕ: 4-6, το είδος θεωρείται μετρίως επικίνδυνο και αφαιρείται κατά περίπτωση και τέλος για ΔΕ: 7-10, το είδος θεωρείται πολύ επικίνδυνο και πρέπει να αφαιρείται μόλις εντοπίζεται (Signorini, 1996). Για παράδειγμα, με βάση τον Πίνακα 7, ένα δέντρο (6), με παραφυάδες (1), πολύ επιθετικό (2), παίρνει τιμές 6.1.2, που αν αθροιστούν δίνουν τιμή ΔΕ: 9.

Ο ΔΕ είναι πολύ χρήσιμος στο σχεδιασμό των επεμβάσεων συντήρησης, για την προστασία των μνημείων, αλλά και για την προστασία της φυτικής βιοποικιλότητας, που είναι πολύτιμη, αν αυτή είναι συμβατή με το μνημείο (Pinna & Salvadori, 2008b).

Πίνακας 7: Κλείδα προσδιορισμού του Δείκτη Επικινδυνότητας, για την αξιολόγηση των φυτικών ειδών που φύονται σε μνημεία (Signorini, 1996)

Βιολογική μορφή	Ευρωστία και επιθετικότητα	Ριζικό σύστημα
0. Ετήσια φυτά	0.0. Ορθότονα με κανονική ανάπτυξη	0.0.0 Χωρίς πασσαλώδη ρίζα
		0.0.1 Με μικρή πασσαλώδη ρίζα
		0.0.2 Με μεγάλη πασσαλώδη ρίζα
	0.1. Έρποντα με κανονική ανάπτυξη	0.1.0 Χωρίς πασσαλώδη ρίζα
		0.1.1 Με μικρή πασσαλώδη ρίζα
		0.1.2 Με μεγάλη πασσαλώδη ρίζα
	0.2. Με έντονη ανάπτυξη	0.2.0 Χωρίς πασσαλώδη ρίζα
		0.2.1 Με μικρή πασσαλώδη ρίζα
		0.2.2 Με μεγάλη πασσαλώδη ρίζα
		1.0.0 Χωρίς πασσαλώδη ρίζα
1. Διετή φυτά	1.0. Έρποντα και μη έρποντα	1.0.1 Με μικρή πασσαλώδη ρίζα
		1.0.2 Με μεγάλη πασσαλώδη ρίζα
2. Πολυετή ποώδη	2.0. Βρύα και λειχήνες	2.0.0 Χωρίς πασσαλώδη ρίζα
	2.1. Πόες με ανάπτυξη μη επιθετική ή με εύθραυστη ανάπτυξη	2.1.0 Χωρίς πασσαλώδη ρίζα
		2.1.1 Με μικρή πασσαλώδη ρίζα
		2.1.2 Με μεγάλη πασσαλώδη ρίζα
	2.2. Πόες με επιθετική ανάπτυξη ή με ανάπτυξη πολύ έντονη	2.2.0 Χωρίς πασσαλώδη ρίζα
		2.2.1 Με μικρή πασσαλώδη ρίζα
2.2.2 Με μεγάλη πασσαλώδη ρίζα		

		3.0.0 Λίγο επιθετικό
	3.0. Πολυετή με ετήσιο κύκλο	3.0.1 Μετρίως επιθετικό
		3.0.2 Πολύ επιθετικό
		4.0.0 Λίγο επιθετικό
	4.0. Μικροί θάμνοι, ή θάμνοι που δεν παράγουν παραφυάδες	4.0.1 Μετρίως επιθετικό
		4.0.2 Πολύ επιθετικό
3,4. Θαμνώδη είδη		4.1.0 Λίγο επιθετικό
	4.1. Θάμνοι που παράγουν παραφυάδες	4.1.1 Μετρίως επιθετικό
		4.1.2 Πολύ επιθετικό
		4.2.0 Λίγο επιθετικό
	4.2. Θάμνοι με στόλωνες	4.2.1 Μετρίως επιθετικό
		4.2.2 Πολύ επιθετικό
		5.0.0 Λίγο επιθετικό
	5.0. Χωρίς εναέριες ρίζες	5.0.1 Μετρίως επιθετικό
		5.0.2 Πολύ επιθετικό
5. Αναρριχώμενα		5.1.0 Λίγο επιθετικό
	5.1. Με εναέριες ρίζες	5.1.1 Μετρίως επιθετικό
		5.1.2 Πολύ επιθετικό
		6.0.0 Λίγο επιθετικό
	6.0. Χωρίς παραφυάδες	6.0.1 Μετρίως επιθετικό
		6.0.2 Πολύ επιθετικό
		6.1.0 Λίγο επιθετικό
6. Δέντρα	6.1. Με παραφυάδες	6.1.1 Μετρίως επιθετικό
		6.1.2 Πολύ επιθετικό
		6.2.0 Λίγο επιθετικό
	6.2. Με στόλωνες	6.2.1 Μετρίως επιθετικό
		6.2.2 Πολύ επιθετικό

Παρατηρείται ότι ο ΔΕ παρουσιάζει αναλογία με τις βιολογικές μορφές κατά Raunkiaer, όπου T: θερόφυτα, H: ημικρυπτόφυτα, G: γεώφυτα, Ch: χαμαίφυτα και P: φανερόφυτα. Έτσι κατά αύξουσα σειρά επικινδυνότητας για το μνημείο δίνεται T<H<G<Ch<P (Kumbacic *et al.*, 2012). Σε εργασία που αφορούσε την ανάπτυξη ανώτερων φυτών σε μνημείο της Ιταλίας, βρέθηκε ότι ο ΔΕ επηρεάζεται στατιστικώς σημαντικά από τη βιολογική μορφή των φυτικών ειδών, με τα φανερόφυτα να παρουσιάζουν τον υψηλότερο μέσο ΔΕ, με τιμή 7, ακολουθούμενα από ημικρυπτόφυτα (4,3), χαμαίφυτα (4,3), γεώφυτα (3,1) και θερόφυτα (1,1, Motti & Stinca, 2011).

1.1.2 Η ΕΜΜΕΣΗ ΖΗΜΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Επιπλέον της άμεσης βιολογικής φθοράς, η ανάπτυξη φυτών γύρω από τα μνημεία είναι συνδεδεμένη με ποικίλες έμμεσες ζημιές στον αρχαιολογικό χώρο. Οι απαλλοτριώσεις εκτεταμένων περιοχών και οι όροι χρήσεις γης, εντός αλλά και πλησίον των αρχαιολογικών χώρων, δημιουργούν τις προϋποθέσεις για την ανάπτυξη αυτοφυούς βλάστησης, η οποία αναπτύσσεται στο μέγιστο των δυνατοτήτων που επιτρέπουν οι εδαφοκλιματικές συνθήκες μιας περιοχής (Ζάχος, 1998). Η ανάπτυξη φυτών, στον περιβάλλοντα χώρο των μνημείων, προκαλεί προβλήματα, τα οποία αφορούν κατά πλειοψηφία την καθ' ύψος ανάπτυξη και την πυκνότητα των φυτικών ειδών. Αυτά είναι:

Δυσκολία στην προσπέλαση τμημάτων ή και ολόκληρων των αρχαιολογικών χώρων. Υπάρχουν αρκετές περιπτώσεις όπου η πυκνή βλάστηση καθιστά αδύνατη την πρόσβαση των επισκεπτών στο μνημείο (Εικόνες 23-26, Ζάχος, 1998, Οικονόμου, 1998).

Απόκρυψη περιοχών του μνημείου λόγω της ανάπτυξης κόμης των φυτών (Εικόνες 23-26) (Lisci *et al.*, 2003, Mishra *et al.*, 1995, Γιαννοπολίτης, 1998).

Παρεμπόδιση των εργασιών συντήρησης και αποκατάστασης (Mishra *et al.*, 1995).

Κίνδυνος πυρκαγιάς κατά τη διάρκεια των θερμών μηνών του έτους. Τα ετήσια είδη τα οποία ξεραίνονται τους θερινούς μήνες, μπορεί να δημιουργήσουν εστίες πυρκαγιών (Εικόνες 27-30) (Lisci *et al.*, 2003, Mishra *et al.*, 1995). Οι φθορές που δημιουργούνται από πυρκαγιά σε μνημείο μπορεί να είναι ανυπολόγιστες και μη αναστρέψιμες, καθώς οι λίθοι επικαλύπτονται με μαύρη καπνιά, ασβεστοποιούνται, απολεπίζονται και κατακερματίζονται (θερμική θραύση) (Ζάχος, 1998). Επιπλέον, λίγοι αρχαιολογικοί χώροι διαθέτουν σύστημα πυροπροστασίας, καθώς η συχνά απομακρυσμένη θέση τους καθιστά την εγκατάσταση τέτοιων συστημάτων οικονομικά αλλά και τεχνικά ανέφικτη (Βασιλάκης, 1998).

Αίσθητική υποβάθμιση του μνημείου Η ανεξέλεγκτη ανάπτυξη αυτοφυών ειδών, σε διάφορα σημεία του μνημείου αλλά και στον περιβάλλοντα χώρο, προκαλεί το αίσθημα έλλειψης επιμέλειας για το χώρο (Pinna & Salvadori, 2008a).

Φιλοξενία μυκήτων που προσβάλλουν πορώδη υλικά (δευτερογενής ζημία). Η ανάπτυξη μυκήτων πάνω σε αρχαία ερείπια είναι ένας από τους παράγοντες φθοράς τους. Έχει βρεθεί ότι κάποια είδη μυκήτων, που προσβάλλουν πορώδη υλικά, είναι επιφυτικοί μύκητες, όπως το *Trimmatostroma abietis*, που μπορεί να διαβιούν στο φύλλωμα κωνοφόρων ή άλλων φυτών με δερματώδη φύλλα (Wollenzien *et al.*, 1997, Butin *et al.*, 1996).



Εικόνα 23: Απόκρυψη περιοχών του μνημείου και δυσκολία στην προσπέλαση του χώρου λόγω της ανάπτυξης ετησίων ποωδών ειδών στον αρχαιολογικό χώρο της Ελευσίνας (προσωπικό αρχείο, λήψη 2006)



Εικόνα 24: Απόκρυψη περιοχών του μνημείου και δυσκολία στην προσπέλαση του χώρου λόγω της ανάπτυξης ετησίων ποωδών ειδών στον αρχαιολογικό χώρο του Άργους (προσωπικό αρχείο, λήψη 2015)



Εικόνα 25: Απόκρυψη περιοχών του μνημείου και δυσκολία στην προσπέλαση του χώρου λόγω της ανάπτυξης ετησίων ποωδών ειδών στο Δίον (προσωπικό αρχείο, λήψη 2015)



Εικόνα 26: Απόκρυψη περιοχών του μνημείου και δυσκολία στην προσπέλαση του χώρου λόγω της ανάπτυξης ετησίων ποωδών ειδών στο Δίον (προσωπικό αρχείο, λήψη 2015)



Εικόνα 27: Πυκνή ξηρανθείσα βλάστηση κατά τους θερινούς μήνες, στον αρχαιολογικό χώρο της Κολώνας στην Αίγινα (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)



Εικόνα 28: Πυκνή ξηρανθείσα βλάστηση κατά τους θερινούς μήνες, στον αρχαιολογικό χώρο της Ελευσίνας (προσωπικό αρχείο, λήψη 2007)



Εικόνα 29: Πυκνή ξηρανθείσα βλάστηση κατά τους θερινούς μήνες, στον αρχαιολογικό χώρο της Αμφίπολης Σερρών (προσωπικό αρχείο, λήψη 2015)



Εικόνα 30: Πυκνή ξηρανθείσα βλάστηση κατά τους θερινούς μήνες στον αρχαιολογικό χώρο των Μυκηνών (προσωπικό αρχείο, λήψη 2015)

1.2 Ο ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΚΑΙ Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Στα προηγούμενα κεφάλαια αναλύθηκαν οι άμεσες και έμμεσες φθορές που προκαλεί η ανάπτυξη αυτοφυούς βλάστησης, σε αρχαιολογικούς χώρους. Διαπιστώθηκε με βάση αυτά, ότι προκύπτει η ανάγκη διαχείρισης της αυτοφυούς βλάστησης, με στόχο τον περιορισμό των προκαλούμενων προβλημάτων.

Η γνώση της λειτουργίας, του συστήματος αλληλεπίδρασης φυτικών ειδών, υλικών και περιβάλλοντος, είναι απαραίτητη για την κατανόηση, της γένεσης και μεταβολής, της βιολογικής φθοράς. Αυτό οδηγεί στο σχεδιασμό κατάλληλων στρατηγικών πρόληψης αλλά και αντιμετώπισης της βιολογικής φθοράς (Canena & Ceschin, 2008). Ακόμη, η υπογράμμιση της σημασίας της γνώσης πάνω σε ζητήματα που αφορούν το φυτικό κόσμο, από πλευράς ταξινομικής, λειτουργικής και οικολογικής, σε σχέση με τη βιολογική φθορά, αποτιμάται θετικά, καθώς αναδεικνύει ζητήματα που σχετίζονται με τη διατήρηση της βιοποικιλότητας (Blasi, 2008).

Η επιστημονική κοινότητα έχει απασχοληθεί με τον ορισμό του όρου «ζιζάνιο». Οι περισσότεροι ορισμοί τονίζουν το ότι είναι ανεπιθύμητο, ως ένα φυτό που φυτρώνει σε λάθος σημείο (Nanas, 1991). Η ευρωπαϊκή κοινότητα για τη μελέτη των ζιζανίων (European Weed Research Society) ορίζει το ζιζάνιο ως οποιοδήποτε φυτό που παρεμβαίνει στις ανάγκες και τους σκοπούς του ανθρώπου (Weed: Any plant or vegetation, interfering with the objectives or requirements of people, EWRS Constitution and Bye-Laws, 2008). Με βάση τον παραπάνω ορισμό, τα είδη που προκαλούν άμεση βιολογική φθορά ή και έμμεσες ζημιές, σε αρχαιολογικούς χώρους, θεωρούνται ζιζάνια, εφόσον παρεμβαίνουν στο σκοπό της διατήρησης και ανάδειξης της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Ο έλεγχος της βιολογικής φθοράς, αλλά και των έμμεσων ζημιών από ζιζάνια σε αρχαιολογικούς χώρους, περιλαμβάνει όλα τα μέτρα που περιορίζουν τη φθορά που αυτά προκαλούν, αλλά και κατά περίπτωση αυτά που προλαμβάνουν την επανεμφάνισή τους (Canena *et al.*, 2008a).

Η απόφαση για την παρέμβαση ή όχι και η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου περιορισμού πρέπει να γίνεται με προσοχή, λαμβάνοντας υπ όψιν τους ανάλογους εμπλεκόμενους παράγοντες (Canena *et al.*, 1994, Koerstler *et al.*, 1997, Warscheid, 2000, Warscheid, 2003). Τα κύρια στοιχεία που πρέπει να εξετάζονται είναι (Canena *et al.*, 2008a):

- Η εξέταση της αιτιολογίας που προκαλεί τη ζημιά και η σοβαρότητα της ζημιάς. Η γνώση της οικολογίας και φυσιολογίας, αλλά και των μορφολογικών χαρακτηριστικών των ειδών που προκαλούν τη ζημιά μας βοηθούν στην κατανόηση του μηχανισμού της συγκεκριμένης φθοράς. Η επέμβαση θεωρείται σωστή μόνο όταν υπάρχει υψηλή πιθανότητα πρόκλησης βλάβης στο μνημείο, από τα ανώτερα φυτά

- Ο χρόνος ζωής της επέμβασης. Αν τα αποτελέσματα είναι βραχύβια τότε η απόφαση εξαρτάται από τη σοβαρότητα της ζημίας και το χρόνο επανεποικισμού. Σε περιπτώσεις σοβαρών φθορών η επέμβαση κρίνεται απαραίτητη, αλλά πρέπει να επαναλαμβάνεται περιοδικά ως μέρος γενικότερου σχεδιασμού. Σε αρχαιολογικούς χώρους, όπου κατακλύζονται από είδη με εποχική εμφάνιση, πρέπει να υπάρχει σχεδιασμός για περιοδική συντήρηση των περιοχών επεμβάσεων και να προσαρμόζεται με βάση το ρυθμό ανάπτυξης των φυτών, έτσι ώστε αυτές να γίνονται στα αρχικά στάδια επανεποικισμού
- Οι κίνδυνοι που πιθανώς προκύπτουν από την παρέμβαση. Η αδιάκριτη εξάλειψη της βιοποικιλότητας μπορεί να προκαλέσει την εξάλειψη ειδών που μπορεί να παρουσιάζουν ενδιαφέρον (Arino & Saiz-Jimenez, 1996, Celesti Grapow & Blasi, 2003). Αυτό είναι συχνά συνέπεια της εφαρμογής ζιζανιοκτόνων με καθολικούς ψεκασμούς. Σε περιπτώσεις όπως τείχη ή άλλες δομές με μεγάλα δομικά στοιχεία δεν συνιστάται η πλήρης εξάλειψη των φυτικών κοινωνιών, παρά μόνο η απομάκρυνση των ειδών με υψηλό ΔΕ (Κεφ. 1.1.1). Επιπλέον πρέπει να εκτιμάται ο κίνδυνος και για το ίδιο το μνημείο έτσι ώστε να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα προστασίας
- Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου σε σχέση με το είδος στόχο, η οποία εξαρτάται από το φυτικό είδος και από το στάδιο ανάπτυξης στο οποίο βρίσκεται το είδος. Οι εφαρμογές που αφορούν είδη με εποχική εμφάνιση, όπως τα θερόφυτα, πρέπει να γίνονται όταν αυτά είναι στην πιο ευαίσθητη φάση του βλαστητικού τους κύκλου.
- Η καινοτομία σε σχέση με παλιότερες μεθόδους

1.2.1 ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Στην Ελλάδα δεν υπάρχει επίσημη και ενιαία πολιτική διαχείρισης της αυτοφυούς βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους, όπως διαπιστώνει ο Κ. Ζάχος το 1998, και αυτό δεν έχει αλλάξει μέχρι σήμερα. Εξ αυτού, δεν υπάρχουν επίσημα στοιχεία για το ποιες μέθοδοι περιορισμού βλάστησης υιοθετούνταν ή υιοθετούνται, από την Αρχαιολογική Υπηρεσία και σε ποιά έκταση.

Παρ' όλα αυτά, από τα πρακτικά της διημερίδας με θέμα «Η αυτοφυής βλάστηση στους αρχαιολογικούς χώρους», που είχε γίνει στην Αθήνα, το 1998, από την Ένωση Φίλων Ακροπόλεως (ΕΦΑ), αντλούνται πολύτιμες πληροφορίες, που σκιαγραφούν την περιρρέουσα ατμόσφαιρα, σχετικά με το θέμα της διαχείρισης βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους της Ελλάδας, από την πλευρά των δημόσιων φορέων που άπτονται του ζητήματος.

Κατά τη διάρκεια της διημερίδας αρχαιολόγοι, γεωπόνοι, βιολόγοι, δασολόγοι και άλλοι επιστήμονες τοποθετήθηκαν σχετικά με την πολυπλοκότητα του θέματος της προστασίας των

ευρημάτων από την ανεπιθύμητη βλάστηση, αλλά και συγχρόνως την προστασία του περιβάλλοντος και την ανάδειξη του αρχαιολογικού τοπίου. Αξίζει δε να σημειωθεί ότι, πλέον αυτής της πηγής (Πρακτικά της διημερίδας με θέμα «Η αυτοφυής βλάστηση στους αρχαιολογικούς χώρους», Ένωση Φίλων Ακροπόλεως Αθήνα, 1998), δεν υπάρχουν πιο πρόσφατα επίσημα στοιχεία, από πλευράς του ΥΠ.ΠΟ.Α., πάνω στο ζήτημα.

Οι μέθοδοι λοιπόν που συζητούνται και προτείνονται στα πλαίσια της διημερίδας αναλύονται στα παρακάτω υποκεφάλαια, παράλληλα με τις πιο πρόσφατες συστάσεις της διεθνούς βιβλιογραφίας, πάνω στο ζήτημα.

1.2.1.1 ΚΑΘΟΛΙΚΟΙ ΨΕΚΑΣΜΟΙ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ

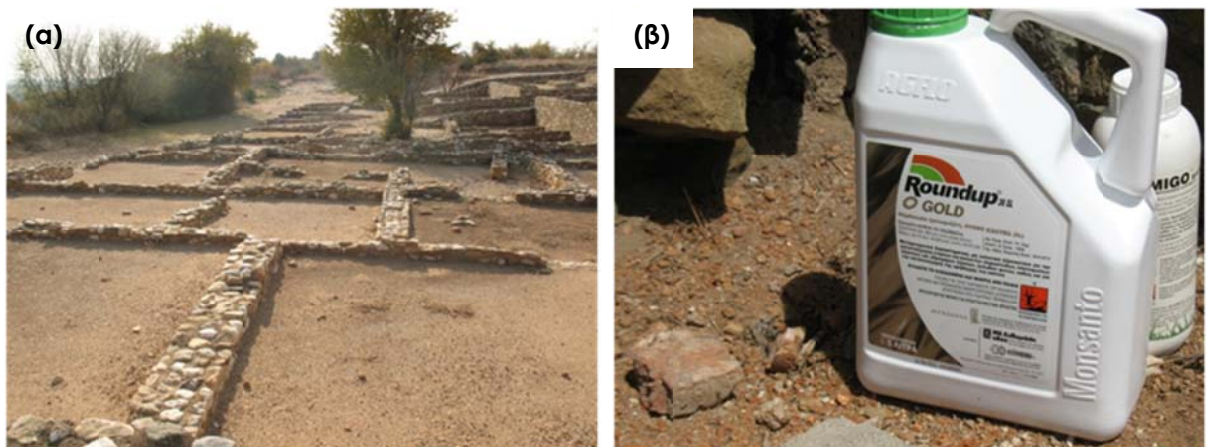
Η μέθοδος περιλαμβάνει την εφαρμογή, μέσω ψεκασμού, κατάλληλων χημικών ουσιών (ζιζανιοκτόνα), τα οποία όταν έρθουν σε επαφή με τα φυτά στόχους, αναστέλλουν την ικανότητά τους για ανάπτυξη, μέσω διαφόρων μηχανισμών και αυτά πεθαίνουν. Η Τουλούπα (1998) αναφέρει ότι η χρήση ζιζανιοκτόνων συνιστάται από την Κεντρική Αρχαιολογική Υπηρεσία, ενώ ο Ζάχος (1998) και ο Βασιλάκης (1998) επισημαίνουν ότι κατά το παρελθόν γινόταν συστηματική χρήση ζιζανιοκτόνων από τις Εφορείες Αρχαιοτήτων.

Πολλοί επιστήμονες υποστηρίζουν τη χρήση τέτοιων ουσιών, για την εξάλειψη βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους, κυρίως λόγω του χαμηλού κόστους και της υψηλής αποτελεσματικότητάς τους (Γιαννοπολίτης, 1998, Ελευθεροχωρινός, 1998). Η Σγούρου (1998) αναφέρει ότι σε αρχαιολογικούς χώρους της Θάσου και σε χώρους της πρώην ΙΗ' Εφορείας Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων, όπως η Αμφίπολη και οι Φίλιπποι, γίνονται ραντισμοί με Round Up, μετά από προτροπή γεωπόνου. Συνεχίζει λέγοντας ότι οι επεμβάσεις αυτές θεωρούνται επιτυχείς και κατάλληλες για χρήση σε αρχαιολογικούς χώρους. Ο Βασιλάκης (1998) αναφέρεται στη χρήση ζιζανιοκτόνων σε αρχαιολογικούς χώρους της Κρήτης και θεωρεί ότι είναι μια μέθοδος αποτελεσματική.

Παρ' όλα αυτά, στις τοποθετήσεις άλλων επιστημόνων φαίνεται ότι ήδη το 1998 είχαν αρχίσει να εγείρονται σοβαρές αντιρρήσεις, σχετικά με τη χρήση ζιζανιοκτόνων, που αφορούν την ασφάλεια του περιβάλλοντος αλλά και του ίδιου του μνημείου. Ο Βασιλάκης (1998) τονίζει ότι πιθανώς τα ζιζανιοκτόνα να εξαφανίζουν σπάνια φυτικά είδη, ενώ η Τουλούπα (1998) υπογραμμίζει το θλιβερό αισθητικά αποτέλεσμα της χρήσης ζιζανιοκτόνων, αφού η βλάστηση εξαλείφεται παντελώς και ο επισκέπτης αντικρίζει «καμένη γη». Πράγματι οι καθολικοί ψεκασμοί ζιζανιοκτόνων εξαλείφουν κάθε ίχνος βλάστησης, χωρίς διάκριση ανάμεσα στα είδη που προκαλούν ζημιά ή όχι, αφήνοντας το τοπίο υποβαθμισμένο (Εικόνες 31-33).



Εικόνα 31: (α) και (β) Αρχαιολογικός χώρος στον οποίο γίνεται εφαρμογή ζιζανιοκτόνων με καθολικούς ψεκασμούς (Στάγειρα, Χαλκιδικής, προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)



Εικόνα 32: Αρχαιολογικός χώρος στον οποίο γίνεται εφαρμογή ζιζανιοκτόνων με καθολικούς ψεκασμούς (α) Αρχαία Όλυνθος (προσωπικό αρχείο, λήψη 2011) και (β) Αρχαία Αγορά Θεσσαλονίκης (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)



Εικόνα 33: Αρχαιολογικός χώρος στον οποίο γίνεται εφαρμογή ζιζανιοκτόνων με καθολικούς ψεκασμούς (Αρχαία Όλυνθος, προσωπικό αρχείο, λήψη 2011)



Ταυτόχρονα οι καθολικοί ψεκασμοί ζιζανιοκτόνων απειλούν τη βιοποικιλότητα, καθώς διαταράσσουν την ισορροπία του τοπικού οικοσυστήματος. Ο Χατζηδάκης (1998) διηγείται πως στη Δήλο, μετά από χρήση ζιζανιοκτόνων το 1990, ο χώρος παρέμενε καθαρός από ζιζάνια για δύο χρόνια. Δημιουργήθηκαν όμως άλλα προβλήματα, καθώς αρχικά μειώθηκε ο αριθμός των φιδιών, με αποτέλεσμα να αυξηθεί φοβερά ο πληθυσμός των ποντικών, τα οποία εισέβαλαν στο Μουσείο και έφαγαν τα κουφώματα των παραθύρων, που είχαν πρόσφατα τοποθετηθεί. Για να μειωθεί ο πληθυσμός των ποντικών εισήχθησαν γάτες από τη Μύκονο, οι οποίες περιόρισαν μεν τα ποντικά, εξαφάνισαν δε τα κροκοδείλια και τις σαύρες. Στη συνέχεια έγινε προσπάθεια να μειωθεί ο πληθυσμός των γατών. Έκτοτε και για τα επόμενα χρόνια ξεκίνησε η σταδιακή εξισορρόπηση του φαινομένου. Ο Χατζηδάκης (1998) κλείνει, την τοποθέτησή του, λέγοντας ότι η χρήση ζιζανιοκτόνων είναι απαγορευτική σε αρχαιολογικούς χώρους, καθώς δεν είναι περιβαλλοντικά ασφαλής και υπογραμμίζει ότι στόχος είναι ο περιορισμός και όχι η παντελής εξάλειψη της βλάστησης, κάτι που θα ήταν ασύμβατο με την ιστορική και αισθητική ταυτότητα των αρχαιολογικών χώρων.

Η Χαραμή (1998) αναφέρει ότι δεν συνηγορεί στη χρήση ζιζανιοκτόνων, καθώς αυτά μπορεί να προκαλούν φθορά στο μνημείο. Πράγματι, πολλά ζιζανιοκτόνα έχουν όξινο pH, ή σχηματίζουν όξινα παραπροϊόντα λόγω οξειδωτικής αποδόμησης του σκευάσματος, το οποίο προκαλεί τη λύση των μορίων ανθρακικού ασβεστίου που υπάρχει στους ασβεστόλιθους, ένα πολύ κοινό υλικό κατασκευής των μνημείων (Mouga *et al.*, 1997).

Η πιο σύγχρονη διεθνής βιβλιογραφία τοποθετείται αρνητικά πάνω στο ζήτημα της εφαρμογής ζιζανιοκτόνων με καθολικούς ψεκασμούς σε αρχαιολογικούς χώρους, για λόγους αισθητικής και ασφάλειας του ανθρώπου και του περιβάλλοντος (Canena & Galotta, 1994, Canena *et al.*, 2008b). Η αποφυγή χρήσης ζιζανιοκτόνων με ψεκασμούς αποτρέπει την άσκοπη διαφυγή δυνητικά επικίνδυνων ουσιών στο περιβάλλον, προστατεύει φυτικά είδη τα οποία οφείλεται να προστατευούνται και αποτρέπει τη διάβρωση του εδάφους λόγω παντελούς έλλειψης εδαφοκάλυψης. Επιπλέον, η αδυναμία ελέγχου της διασποράς του ψεκαστικού νέφους εγκυμονεί κινδύνους για τα υλικά δομής του μνημείου (Canena *et al.*, 2008b).

Σήμερα, στην Ελλάδα, είναι σε ισχύ η ΚΥΑ 8197/90920 (ΦΕΚ 1883/Β/1-8-2013) για τη «Θέσπιση Εθνικού Σχεδίου Δράσης με στόχο την εφαρμογή της Οδηγίας 2009/128/ΕΚ και την προστασία του ανθρώπου και του περιβάλλοντος» και η τροποποιητική ΚΥΑ 6669/79087 (ΦΕΚ 1791/Β/15-7-2015). Στο Άρθρο 26 «Εφαρμογή γεωργικών φαρμάκων στις ειδικές περιοχές» ορίζεται ότι στις «ειδικές περιοχές», στις οποίες περιλαμβάνονται οι αρχαιολογικοί χώροι, θα πρέπει να εφαρμόζονται κατά προτεραιότητα μέτρα βιολογικού ελέγχου και γεωργικά φάρμακα χαμηλού κινδύνου. Ακόμη, ορίζει τις κατ' ελάχιστο αποστάσεις που πρέπει να τηρούνται μεταξύ ζώνης ψεκασμού γεωργικών φαρμάκων και της ειδικής περιοχής, ανάλογα με τη σήμανση επικινδυνότητας του σκευάσματος (Εικόνα 34). Σε ότι αφορά τους αρχαιολογικούς χώρους, αναφέρει ότι σε περίπτωση εφαρμογής με χαμηλή αερομεταφορά ψεκαστικού νέφους, πρέπει

η κατ'ελάχιστον απόσταση από τον αρχαιολογικό χώρο να είναι 200 m για σκευάσματα με επισήμανση ως τοξικά (T) ή πολύ τοξικά (T+) και 80 m για σκευάσματα με σήμανση ως βλαβερά (Xn) ή ερεθιστικά (Xi), ενώ τέλος σκευάσματα χωρίς καμία από τις προηγούμενες σημάνσεις επικινδυνότητας μπορούν να εφαρμόζονται χωρίς περιορισμό.

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ (ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ)				21199
Χώροι προστασίας	Χρήση εξοπλισμού εφαρμογής με χαμηλή αερομεταφορά του ψεκαστικού νέφους			Εφαρμογή με νεφελοψεκαστήρες με εξαίρεση ηλεκτροστατικούς νεφελοψεκαστήρες
	σκευάσματα με επισήμανση T ή T+	σκευάσματα με επισήμανση Xn ή Xi	σκευάσματα χωρίς καμία από τις προηγούμενες επισημάνσεις	
				
Νοσοκομεία, ευαγή ιδρύματα, παιδικές χαρές, κατασκηνωτικοί χώροι και άλλες εγκαταστάσεις αναψυχής, σχολεία και εκπαιδευτήρια, αθλητικές εγκαταστάσεις, δημόσια πάρκα	200 μέτρα	80 μέτρα	20 μέτρα	200 μέτρα
Ξενοδοχειακές επιχειρήσεις, στρατόπεδα, αρχαιολογικούς και τουριστικούς χώρους.	200 μέτρα	80 μέτρα	Χωρίς περιορισμό	200 μέτρα
Κατοικίες εκτός σχεδίου πόλεως, οικισμού ή ζώνης	50 μέτρα	10 μέτρα	Χωρίς περιορισμό	50 μέτρα

Εικόνα 34: Απόσταση από το ΦΕΚ 1791/Β/15-7-2015, όπου ορίζονται οι κατ'ελάχιστο αποστάσεις που πρέπει να τηρούνται μεταξύ ζώνης ψεκασμού γεωργικών φαρμάκων και της «ειδικής περιοχής», ανάλογα με την επικινδυνότητα του σκευάσματος

Πράγματι, τα ζιζανιοκτόνα που επιλέγονται για χρήση σε αρχαιολογικούς χώρους, είναι χαμηλής τοξικότητας. Μια πολύ κοινή δραστική ουσία, που χρησιμοποιείται σε αρχαιολογικούς χώρους, είναι το glyphosate. Η δημοφιλία του glyphosate οφείλεται στη χαμηλή τοξικότητα και τη μικρή υπολειμματική διάρκεια στο έδαφος (Mouga, *et al.*, 1997, Caneva *et al.*, 2008b), ενώ λόγω της διασυστηματικής του δράσης, είναι αποτελεσματικό και εναντίον των πολυετών ειδών. Το σκεύασμα Round Up Gold 36 SL, με δραστική ουσία glyphosate, έχει σήμανση επικινδυνότητας «επικίνδυνο για το περιβάλλον» (N) και εμπίπτει στην κατηγορία ουσιών, που σύμφωνα με το νόμο, μπορούν να εφαρμόζονται χωρίς περιορισμό σε αρχαιολογικούς χώρους. Παρ' όλα αυτά, το σκεύασμα αυτό, έχει όξινο pH και πειράματα έχουν δείξει πως όταν έρχεται σε επαφή με ασβεστολιθικά πετρώματα, προκαλεί έντονη διάβρωση (Mouga *et al.*,

1997). Έτσι, κατά την εφαρμογή του με καθολικούς ψεκασμούς σε αρχαιολογικούς χώρους, θα πρέπει να λαμβάνονται μετρά για την αποφυγή επαφής του με τα μέλη του μνημείου.

Τα ζιζανιοκτόνα έχουν αποδεδειγμένα εξαιρετική αποτελεσματικότητα εναντίον των φυτών στόχων και η εφαρμογή τους, με καθολικό ψεκασμό, είναι απλή και με ιδιαίτερα χαμηλό κόστος. Τα σοβαρά μειονεκτήματά τους έγκεινται στο ότι η επαφή των σκευασμάτων με τα υλικά κατασκευής του μνημείου, μπορεί να προκαλέσει τη διάβρωσή τους και τη σταδιακή απώλεια δομικού υλικού. Ταυτόχρονα η εφαρμογή με ψεκασμό εξαλείφει αδιακρίτως όλα τα φυτικά είδη του αρχαιολογικού χώρου, ανεξαρτήτως του αν προκαλούν βλάβη ή όχι, προκαλώντας αισθητική υποβάθμιση και απειλώντας τη βιοποικιλότητα της τοπικής χλωρίδας και πανίδας. Τα τελευταία χρόνια τα παραπάνω μειονεκτήματα αξιολογούνται συνήθως ως αποτρεπτικά για τη χρήση τέτοιων ουσιών σε αρχαιολογικούς χώρους και η συζήτηση περιστρέφεται γύρω από το ποιο είναι το επιθυμητό αρχαιολογικό τοπίο, σταθμίζοντας αισθητικούς, εκπαιδευτικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες.

1.2.1.2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΜΕ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΟ

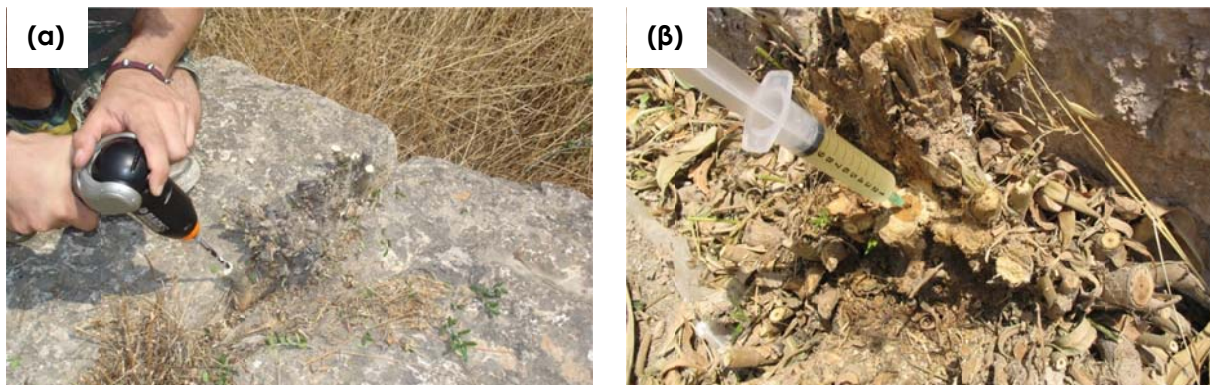
Στο προηγούμενο Κεφάλαιο διαπιστώθηκαν οι αρνητικές συνέπειες της χρήσης ζιζανιοκτόνων με καθολικούς ψεκασμούς σε αρχαιολογικούς χώρους. Παρ' όλα αυτά υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες συνίσταται η εφαρμογή ζιζανιοκτόνων σε αρχαιολογικούς χώρους, για την αντιμετώπιση οξέων προβλημάτων, με ειδικές μεθόδους διανομής του ζιζανιοκτόνου διαλύματος, με στόχο την προστασία του μνημείου και του περιβάλλοντος.

Όπως αναπτύχθηκε στο Κεφ. 1.1.1, ένα από τα κυριότερα και σοβαρότερα προβλήματα, που συνδέεται με την ανάπτυξη ανώτερων φυτών πάνω σε μέλη μνημείου, είναι οι μηχανικές καταστροφές, που δημιουργούνται από την ανάπτυξη των ιστών των φυτών, που ασκούν τάσεις, σε μικρά χάσματα μεταξύ των μελών. Το πρόβλημα είναι ανάλογο του Δείκτη Επικινδυνότητας του φυτικού είδους και αφορά κυρίως πολυετή είδη, θάμνους, δενδρύλλια ή και δέντρα (Signorini, 1996).

Η ασφαλέστερη μέθοδος επίλυσης τους προβλήματος είναι η απομάκρυνση τέτοιων ειδών από το σημείο, συμπεριλαμβανομένων και των ριζών. Τα πολυετή όμως είδη, είναι δύσκολο να απομακρυνθούν ολόκληρα, ενώ οι ιστοί που δεν ήταν δυνατό να απομακρυνθούν μπορεί να ξαναδώσουν βλάστηση από λανθάνοντες οφθαλμούς (Caneva *et al.*, 2008b, Lisci *et al.*, 2003). Έτσι, για την αποτελεσματική θανάτωση και απομάκρυνση θάμνων και δενδρυλλίων, από μέλη μνημείου, απαιτούνται εφαρμογές ακριβείας με ζιζανιοκτόνο (Parafotiu *et al.*, 2010α, β, Caneva *et al.*, 2008b, Lisci *et al.*, 2003).

Η εφαρμογή ακριβείας με ζιζανιοκτόνο, για την εξόντωση θάμνων και δενδρυλλίων, συνίσταται σε ειδικές μεθόδους διανομής του ζιζανιοκτόνου σκευάσματος (Mishra *et al.*, 1995). Μία μέθοδος (stump treatment) αφορά σε αποκοπή του υπέργειου τμήματος του φυτού, στο ύψος του λαιμού, και στη συνέχεια επάλειψη της τομής με διάλυμα ζιζανιοκτόνου (Parafotiu

et al., 2010α, β, Mishra et al., 1995). Μία ακόμη μέθοδος είναι η έγχυση του ζιζανιοκτόνου στο εσωτερικό του στελέχους (injection treatment). Για την εφαρμογή της μεθόδου γίνεται και πάλι αποκοπή του υπέργειου μέρους του φυτού και στη συνέχεια ανοίγονται τρήματα με δράπανο στο στέλεχος, μία οπή ανά 2 cm διαμέτρου του στελέχους, και με σύριγγα γίνεται έγχυση του διαλύματος (Εικόνα 35, Παραφοτιού et al., 2010α, β, Canena et al., 2008b). Η μέθοδος αυτή θεωρείται πιο κατάλληλη για φυτά μεγαλύτερου μεγέθους, με διάμετρο λαιμού πάνω από 8 cm (Mishra et al., 1995). Τα διαλύματα ζιζανιοκτόνου που χρησιμοποιούνται σε τέτοιες επεμβάσεις πρέπει να είναι πυκνά (1:10, Canena et al., 2008b).



Εικόνα 35: (α) Διάνοιξη οπών στο λαιμό δένδρουλλίου ελιάς για την έγχυση πυκνού διαλύματος ζιζανιοκτόνου και (β) Έγχυση με ένεση πυκνού διαλύματος ζιζανιοκτόνου σε πικροδάφνη (προσωπικό αρχείο, λήψη 2006)

Αυτές οι μέθοδοι διανομής έχουν το πλεονέκτημα ότι αποτρέπουν τη διασπορά ζιζανιοκτόνων στην περιοχή επέμβασης και με αυτό τον τρόπο προστατεύεται το περιβάλλον, από τη διασπορά ζιζανιοκτόνου, αλλά και τα μέλη του μνημείου, καθώς αποφεύγεται η επαφή τους με το σκεύασμα.

Ακόμη, η εντοπισμένη χρήση ζιζανιοκτόνων μπορεί να εφαρμοστεί σε αρχαιολογικούς χώρους και για την απομάκρυνση επιθετικών, ξενικών ζιζανίων, που εκτός από την κατάσταση διατήρησης του μνημείου απειλούν και τη βιοποικιλότητα του αρχαιολογικού τοπίου. Τέτοια περίπτωση είναι ο αείλανθος (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle), που έχει επισημανθεί ως ζιζάνιο, το οποίο αυτοφύεται και εξαπλώνεται σε αρχαιολογικούς χώρους της χώρας μας (Οικονόμου, 1998, Χαραμή, 1998). Από την έρευνα ερωτηματολογίου προέκυψε ότι είναι ένα από τα ζιζάνια που πιο συχνά προκαλούν προβλήματα σε εγχώριους αρχαιολογικούς χώρους (βλ. Κεφάλαιο 3.1), ενώ επισημαίνεται ότι έχει προσβάλει σε εκτεταμένη κλίμακα το βράχο της Ακρόπολης στην Αθήνα, προκαλώντας ποικιλία προβλημάτων (προφορική επικοινωνία με την κ. Αγγελακοπούλου, προϊστάμενη τεχνικού γραφείου της Υπηρεσίας Συντήρησης Μνημείων Ακροπόλεως, του ΥΠ.ΠΟ.Α.). Ανάλογες αναφορές υπάρχουν και στην

Ιταλία, όπου οι Celesti-Grarow and Blasi, 2004, βρήκαν ότι ο αείλανθος είναι ένα από πιο επικίνδυνα ζιζάνια των αρχαιολογικών χώρων.

Η εισαγωγή ξενικών ειδών σε διάφορα οικοσυστήματα θεωρείται ένας από τους κύριους παράγοντες φτωχοποίησης της βιοποικιλότητας (Motard *et al.*, 2011), ενώ έχει βρεθεί ότι ο αείλανθος φτωχοποιεί δραματικά τα οικοσυστήματα στα οποία εισβάλλει (Vila *et al.*, 2006, Motard *et al.*, 2011).

Ο αείλανθος είναι ένα είδος με καταγωγή από την Κίνα, το οποίο έχει χαρακτηριστικά που το καθιστούν επιθετικό και επικίνδυνο. Αναπτύσσεται σε ευρεία κλίμακα γεωγραφικών πλατών, σε όλες τις ηπείρους, εκτός από την Ανταρκτική. Κατακλύζει ευρεία γκάμα αστικών οικοσυστημάτων και έχει την ικανότητα να φυτρώνει σε μικρές σχισμές. Είναι ιδιαίτερα ανθεκτικό στην ξηρασία, στα φτωχά εδάφη και στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Η διασπορά του είδους γίνεται με παραφυάδες που μπορεί να αναπτύσσονται μέχρι και 27 m μακριά από το μητρικό φυτό και με αχάινια που φέρουν πτητικό εξάρτημα, ενώ εκκρίνει ουσίες με αλληλοπαθητικές ιδιότητες (Kowarik & Samuel, 2007).

Η απομάκρυνση των φυτών του αείλανθου είναι πολύ δύσκολη, εφόσον έχουν αναπτύξει την κεντρική τους ρίζα. Τα νεαρά άτομα αναπτύσσουν σύντομα πλούσιο ριζικό σύστημα, που καθιστά το ξερίζωμα αναποτελεσματικό, καθώς μετά την απομάκρυνση των νεαρών φυτών, νέοι βλαστοί αναπτύσσονται από τους οφθαλμούς των εναπομεινάντων ιστών της ρίζας. Η απλή αποκοπή των βλαστών οδηγεί σε εκβλάστηση πληθώρας οφθαλμών από τη ρίζα και τον κεντρικό βλαστό (Kowarik & Samuel, 2007, Constan-Nava *et al.*, 2010, Bond & Midgley, 2001).

Αποτελεσματική μέθοδος εξάλειψης του αείλανθου είναι η αποκοπή των υπέργειων στελεχών και η τοπική εφαρμογή ζιζανιοκτόνου. Οι Constan-Nava *et al.* (2010) σε πείραμα που παρακολούθησε σε βάθος πενταετίας τρεις μεθόδους περιορισμού (μια αποκοπή το χρόνο, δυο αποκοπές το χρόνο και μια αποκοπή σε συνδυασμό εφαρμογή ακριβείας με ζιζανιοκτόνο, με επάλειψη της τομής με πινέλο) βρήκαν ότι μόνο η αποκοπή σε συνδυασμό με ζιζανιοκτόνο ήταν αποτελεσματική στη θανάτωση των φυτών.

Οι Meloche and Murphy (2006) επίσης συνέκριναν μεθόδους καταπολέμησης του αείλανθου και βρήκαν ότι το ξερίζωμα νεαρών δενδρυλλίων μείωσε κατά 50% τον αριθμό των παραφυάδων, η αποκοπή των στελεχών χωρίς καμία άλλη επέμβαση αύξησε κατά 160% τον αριθμό των παραφυάδων, ενώ βέλτιστα αποτελέσματα επετεύχθησαν με την αποκοπή των στελεχών, σε συνδυασμό με επάλειψη της τομής με ζιζανιοκτόνο, που μείωσε κατά 90% τον αριθμό των παραφυάδων (Meloche & Murphy, 2006).

Από την Ελλάδα δεν υπάρχουν δημοσιεύσεις που να αφορούν την εξάλειψη αείλανθου με εφαρμογές ακριβείας ζιζανιοκτόνου, σε αρχαιολογικούς ή άλλους χώρους. Σε προηγούμενα πειράματα στον αρχαιολογικό χώρο της Ελευσίνας βρέθηκε ότι η εντοπισμένη χρήση πυκνού

διαλύματος ζιζανιοκτόνου, με έγχυση ή με επάλειψη της τομής ήταν 100% αποτελεσματική, όταν εφαρμόστηκε σε δενδρύλλια ελιάς (*Olea europaea*) και πικροδάφνης (*Nerium oleander*) (Παπαφωτίου *et al.*, 2009, Παραφοτίου *et al.*, 2010α, Παραφοτίου *et al.*, 2010β). Το πυκνό διάλυμα ζιζανιοκτόνου περιείχε τη δραστική ουσία glyphosate και για την παρασκευή του διαλύθηκαν 100 g Round Up σε 300 ml νερό, ενώ η διανομή του διαλύματος έγινε είτε με έγχυση στο εσωτερικό του στελέχους, είτε με επάλειψη της τομής, αφού είχε αφαιρεθεί το υπέργειο μέρος των δενδρυλλίων. Σε αντίθεση με τους μάρτυρες που αναβλάστησαν και οι δύο μέθοδοι διανομής θανάτωσαν τους εναπομείναντες ιστούς των δενδρυλλίων.

Από πλευράς της Αρχαιολογικής Υπηρεσίας υπάρχει μια απολογιστική Τεχνική Έκθεση της Χλουβεράκη (2007), για τις επεμβάσεις συντήρησης στον Αρχαιολογικό χώρο του Αζοριά, στη Κρήτη, όπου αναφέρεται ότι έγιναν επεμβάσεις με ενέσεις Round Up για την απομάκρυνση «θάμνων». Το διάλυμα ζιζανιοκτόνου ήταν 1:1 με νερό και αναφέρεται πως οι επεμβάσεις ήταν επιτυχείς, ενώ οι ιστοί ξεράθηκαν και συρρικνώθηκαν και τα υπολείμματα απομακρύνθηκαν χωρίς να προκληθούν ζημιές στην τοιχοποιία (Χλουβεράκη, 2007). Δεν είναι γνωστή άλλη τεκμηριωμένη εφαρμογή της μεθόδου από πλευράς της Αρχαιολογικής Υπηρεσίας.

1.2.1.3 ΑΠΟΨΙΛΩΣΗ

Η αποψίλωση γίνεται με τη χρήση μηχανικών μέσων, όπως περιστροφικά εργαλεία κοπής (μεισινέζα) ή και βοτάνισμα με το χέρι (Χαραμή, 1998). Οι μηχανικές μέθοδοι (μεισινέζα, μηχανές γκαζόν κλπ.), παρά τη μεγάλη ποικιλία μεθόδων καταπολέμησης ζιζανίων, χρησιμοποιούνται πιο συχνά σε αρχαιολογικούς χώρους (Εικόνες 36-38). Αυτές οι μέθοδοι παρουσιάζουν άμεσα αποτελέσματα, καθώς απομακρύνουν τη φυλλική επιφάνεια και προτείνονται για περιοδική εφαρμογή σε αρχαιολογικούς χώρους καθώς είναι περιβαλλοντικά ασφαλείς και το αισθητικό αποτέλεσμα είναι αποδεκτό (Caneva & Galotta, 1994, Caneva *et al.*, 2008b).



Εικόνα 36: Εργάτης απομακρύνει με μεισινέζα τα ζιζάνια στον αρχαιολογικό χώρο του Κεραμεικού (προσωπικό αρχείο, λήψη 2013)



Εικόνα 37: Εργάτης βοτανίζει στον αρχαιολογικό χώρο της Ελευσίνας (προσωπικό αρχείο, λήψη 2007)

Παρ' όλα αυτά, δεν απομακρύνουν τη βάση ανάπτυξης του φυτού με αποτέλεσμα αυτά να αναβλαστάνουν. Η μέθοδος αυτή έχει μακρά παράδοση στην Ελληνική Αρχαιολογική υπηρεσία, αλλά θεωρείται πολύ δαπανηρή καθώς μεγάλο μέρος των ετησίων κονδυλίων των Εφορειών Αρχαιοτήτων κατευθύνεται εκεί, ενώ μπορεί να εγκυμονεί κινδύνους και για τα αρχαία μέλη καθώς μπορεί να προκληθούν φθορές από τα εργαλεία κοπής (Αρβανίτης, 1998, Catizone, 1998).



Εικόνα 38: Εργάτης απομακρύνει με μεσινέζα τα ζιζάνια στον αρχαιολογικό χώρο της Ελευσίνας (προσωπικό αρχείο, λήψη 2007)

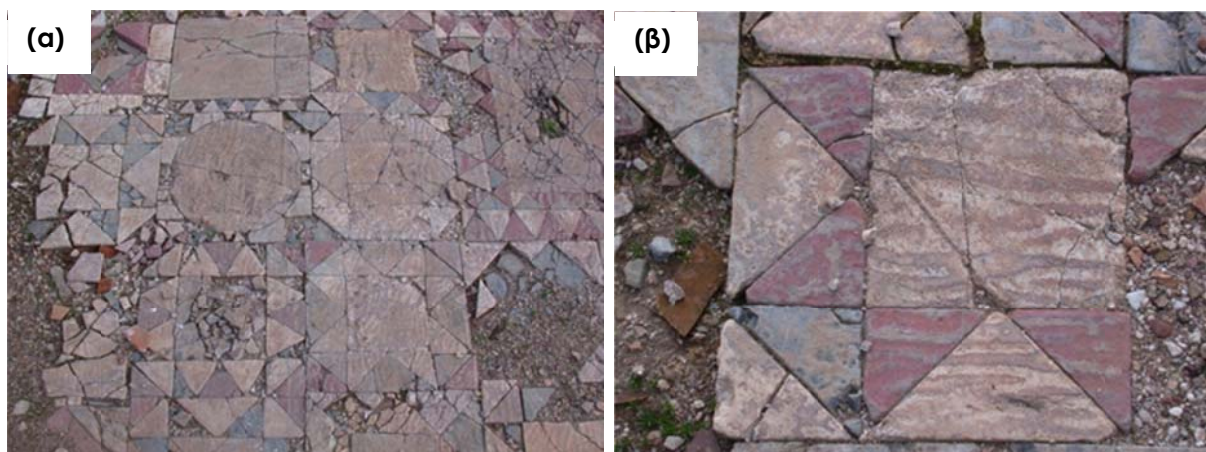
1.2.1.4 ΚΑΤΑΧΩΣΗ ΨΗΦΙΔΩΤΩΝ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΕΥΠΑΘΩΝ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ

Η «κατάχωση» (reburial) είναι μια *in situ* μέθοδος προστασίας των ψηφιδωτών, ή και άλλων ευαίσθητων ευρημάτων, όπως κονιάματα και κατασκευές από χωματολόσπη, που περιλαμβάνει τη φυσική προστασία των ευρημάτων, με την τοποθέτηση υλικών, τα οποία συνδυάζονται κατά στρώσεις (Altieri & Pinna, 2008). Τα ψηφιδωτά δάπεδα αποτελούν πολύ σημαντικό στοιχείο πολλών αρχαιολογικών χώρων και πολλών τύπων μνημείων. Η αφαίρεση του χώματος από την επιφάνεια των ψηφιδωτών, μετά την ανασκαφή, τα εκθέτει σε διάφορους παράγοντες φθοράς, από τους οποίους έως τότε ήταν προστατευμένα, που μπορεί να επιφέρουν απώλεια ψηφιδων, συνδετικού υλικού αλλά και υλικών της υπόβασης του ψηφιδωτού (Roby & Alberti, 2008).

Η κατάχωση μπορεί να έχει μόνιμο ή προσωρινό χαρακτήρα, προστατεύει το ψηφιδωτό από περιβαλλοντικές καταπονήσεις (καιρικά φαινόμενα, καταπόνηση από πάτημα, ανάπτυξη φυτών κλπ.) και προσφέρει μεγαλύτερη θερμοκρασιακή και υγρασιακή σταθερότητα στο μικροπεριβάλλον του ψηφιδωτού (Roby & Alberti, 2008).

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις καταχώσεις θα πρέπει να έχουν ορισμένα χαρακτηριστικά (Roby & Alberti, 2008):

- Να επιτρέπουν την ομαλή εξάτμιση του νερού, που μπορεί να συγκεντρωθεί στην επιφάνεια του ψηφιδωτού. Νερό μπορεί να συγκεντρωθεί στο μικροπεριβάλλον των ψηφιδωτών λόγω βροχόπτωσης, λόγω συμπύκνωσης υδρατμών στην επιφάνεια του ψηφιδωτού ή λόγω ανερχόμενης υγρασίας από το έδαφος, κάτω από το ψηφιδωτό. Η συγκέντρωση υγρασίας συμπαρασύρει άλατα, τα οποία σχηματίζουν κρούστες με ισχυρή συνάφεια με το ψηφιδωτό και διαρρηγνύουν τους πόρους του υλικού κατασκευής. Επιπλέον, η συγκέντρωση υγρασίας στο μικροπεριβάλλον των ψηφιδωτών μπορεί να προκαλέσει μηχανικές βλάβες, είτε λόγω της διόγκωση των υλικών κατασκευής από προσρόφιση νερού, είτε λόγω της διόγκωσης του νερού σε περίπτωση παγετού (Εικόνα 39).
- Να μην προάγουν την ανάπτυξη βλάστησης ή μικροοργανισμών, δηλαδή να μην συγκρατούν υγρασία για μεγάλο χρονικό διάστημα και να μην περιέχουν θρεπτικά στοιχεία
- Να μην είναι περατά από ρίζες. Η ανάπτυξη ριζών στο περιβάλλον των ψηφιδωτών προκαλεί πολύ σοβαρές μηχανικές καταστροφές
- Να έχουν μεγάλο χρόνο ζωής έτσι ώστε να παραμένουν λειτουργικά και να μην φθείρουν το ψηφιδωτό λόγω αποδιοργάνωσης τους



Εικόνα 39: (α) Μαρμαροθέτημα και (β) λεπτομέρεια μαρμαροθετήματος, σε εγχώριο αρχαιολογικό χώρο (προσωπικό αρχείο, λήψη 2003). Διακρίνεται η φθορά που έχει προκληθεί από κατάχωση με φύλλο (PVC), που προήγαγε τη συγκέντρωση υγρασίας στην επιφάνεια του μαρμαροθετήματος και τη διάβρωσή του

Στον Πίνακα 8, που ακολουθεί, αναφέρονται τα υλικά και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της χρήσης τους σε καταχώσεις:

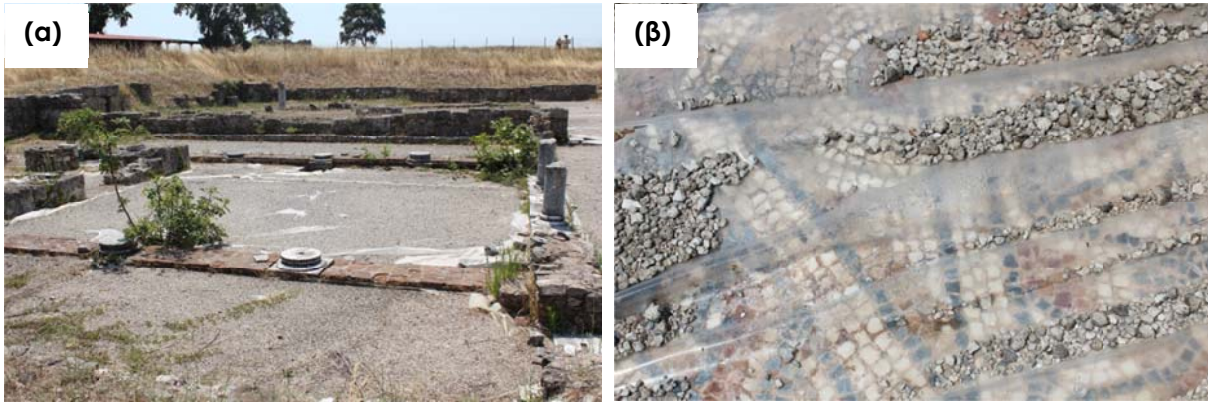
Πίνακας 8: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υλικών που χρησιμοποιούνται στις καταχώσεις και προτείνονται από τη βιβλιογραφία (Roby & Alberti, 2008)

	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Υλικά στρώσεων κατάχωσης		
Χώμα	Είναι εύκολα διαθέσιμο (χώμα ανασκαφής). Προάγει την καλή κυκλοφορία του νερού και παρέχει σταθερή υγρασία και θερμοκρασία	Περιέχει σπόρους φυτών και προάγει την ανάπτυξή τους, ενώ διαβρώνεται από τον άνεμο και τη βροχή
Άμμος	Δεν προάγει την ανάπτυξη βλάστησης όσο το χώμα	Δεν παρέχει και τόσο σταθερό περιβάλλον από άποψη θερμοκρασίας και υγρασίας
Χαλίκι	Αποτρέπει την ανάπτυξη φυτών	Δεν παρέχει σταθερό περιβάλλον από άποψη θερμοκρασίας και υγρασίας
Ειδικά υλικά: LECA (Light Expanded Clay Agrigate), διογκωμένο πολυστυρένιο, ηφαιστειογενή υλικά	Είναι υλικά ελαφριά και έχουν μονωτικές ιδιότητες	Είναι ακριβά και δεν είναι πάντα διαθέσιμα
Υλικά διαχωρισμού στρώσεων		
Πλαστικά φύλλα	Είναι εύκολα διαθέσιμα και έχουν χαμηλό κόστος	Δεν προτείνεται η χρήση τους γιατί διακόπτουν τη συνέχεια της κυκλοφορίας του νερού
Πλαστικά δίχτυα (σίτα)	Επιτρέπουν την ομαλή κυκλοφορία του νερού είναι φθηνά και εύκολα διαθέσιμα	Δεν μπορούν να διαχωρίσουν πολύ λεπτόκοκκα υλικά και δεν αποτρέπουν την ανάπτυξη ριζών

Γεωφάσματα	Διαχωρίζουν αποτελεσματικά στις στρώσεις των υλικών, ενώ η απόδοσή τους ως προς την κυκλοφορία του νερού και την αποτροπή ανάπτυξης ριζών εξαρτάται από τον τύπο	Δεν προτείνεται η διάστρωση του γεωφάσματος κατευθείαν στην επιφάνεια του ψηφιδωτού γιατί δεν εξασφαλίζεται καλή συνάφεια με το ψηφιδωτό και δημιουργούνται κενοί θύλακες
-------------------	--	---

Πριν τη δεκαετία του 1990, οι συστάσεις της διεθνούς βιβλιογραφίας, για την προσωρινή προστασία των ψηφιδωτών, προέτρεπαν σε χρήση πλαστικών φύλλων (PVC), τα οποία καλύπτονταν με στρώμα άμμου ή ποζολανικών υλικών. Δυστυχώς, συχνά τέτοιου είδους προσωρινές καταχώσεις αφέθηκαν και παραμένουν ενεργές μέχρι σήμερα, πρόβλημα που υπογραμμίζεται από τη σύγχρονη βιβλιογραφία, καθώς τα φύλλα πλαστικού φθείρονται, σχίζονται και παραμορφώνονται, συκρατούν υγρασία και ευνοούν την ανάπτυξη βλάστησης (Εικόνες 40, 41, Roby & Demas, 2012).

Μετά τη δεκαετία του 1990, η εξέλιξη των υλικών διαχωρισμού των στρώσεων οδήγησε τελικά στη χρήση γεωφασμάτων, καθώς επιτρέπουν την ομαλή κυκλοφορία του νερού. Δεν υπάρχει όμως επαρκής βιβλιογραφία που να ερευνά τα διάφορα χαρακτηριστικά των γεωφασμάτων, τη λειτουργία τους και τα πιθανά μειονεκτήματά τους (Roby & Demas, 2012). Η διείσδυση ριζών διαμέσου των στρώσεων των καταχώσεων είναι ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα και υπάρχει ανάγκη έρευνας πάνω στο ζήτημα. Σε προηγούμενο πείραμα, σε δωμάτιο Ρωμαϊκής Βίλλας, με ψηφιδωτό δάπεδο, στον αρχαιολογικό χώρο της Ελευσίνας, έγινε αντικατάσταση παλαιού τύπου κατάχωσης, με φύλλο πλαστικού (PVC) και χαλίκι, με διαδοχικές στρώσεις κατάλληλων υλικών (LECA, γεωφάσμα και χαλίκι), με στόχο την προστασία του ψηφιδωτού από την ανάπτυξη ζιζανίων. Τα υλικά επελέγησαν έτσι ώστε να εξασφαλίζουν την κυκλοφορία του νερού. Βρέθηκε ότι τρία χρόνια μετά την εφαρμογή φύτευσε περιορισμένος αριθμός ζιζανίων στις ανώτερες στρώσεις της κατάχωσης και το ψηφιδωτό δάπεδο παρέμεινε προστατευμένο από την ανάπτυξη ζιζανίων (Παπαφωτίου *et al.*, 2009, Παραφοτίου *et al.*, 2010α, Παραφοτίου *et al.*, 2010β).



Εικόνα 40: (α) Κατάχωση και (β) λεπτομέρεια κατάχωσης με πλαστικό φύλλο (PVC) και χαλίκι σε εγχώριο αρχαιολογικό χώρο (προσωπικό αρχείο, λήψη 2014). Διακρίνεται η συμπύκνωση υδρατμών μεταξύ του φύλλου και της επιφάνειας του ψηφιδωτού

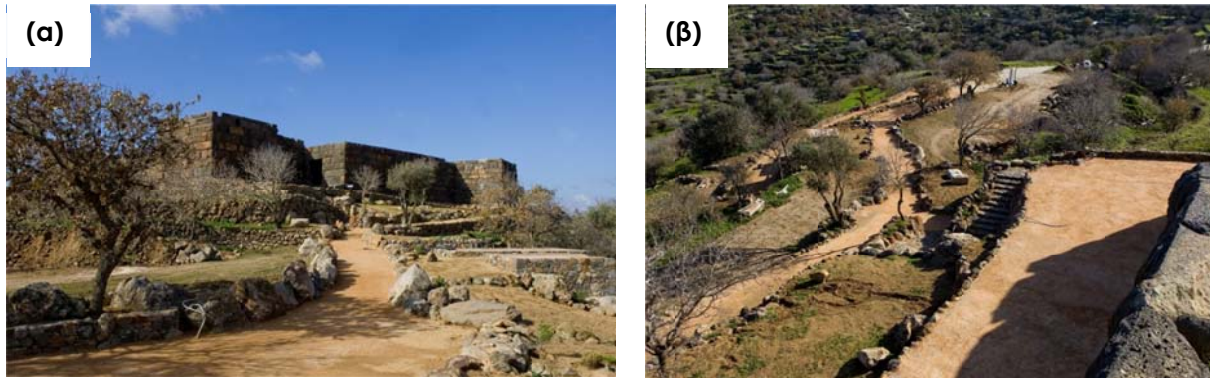


Εικόνα 41: (α) και (β) κατάχωση με πλαστικό φύλλο και χαλίκι σε εγχώριο αρχαιολογικό χώρο (προσωπικό αρχείο, λήψη 2006). Διακρίνεται η ανάπτυξη βλάστησης όπου έχει σκιστεί το πλαστικό φύλλο

1.2.1.5 ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΧΩΡΟΥΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΠΙΣΚΕΠΤΩΝ

Η χρήση κατάλληλων υλικών εδαφοκάλυψης αφορά σε διάστρωση κατάλληλων αδρανών με στόχο την πλήρη αναχαίτιση της βλάστησης, σε ορισμένες περιοχές του αρχαιολογικού χώρου, όπως οι χώροι κίνησης επισκεπτών (Χαραμή, 1998). Τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε τέτοιου είδους εφαρμογές θα πρέπει να μπορούν να αφαιρεθούν, κατά το δυνατόν εύκολα, χωρίς τη διαδικασία ανασκαφής και να εντάσσονται αισθητικά στο τοπίο των αρχαιολογικών χώρων. Μια διάταξη που προτείνεται είναι η διάστρωση με φύλλο πλαστικού (PVC) και στη συνέχεια με χαλίκι, που είναι αβλαβής για το μνημείο και απολύτως αναστρέψιμη, στην οποία όμως θα πρέπει να εφαρμόζεται περιοδικό βοτάνισμα (Σγούρου, 1998). Επίσης, κατάλληλο υλικό για τέτοιες επεμβάσεις είναι η εφαρμογή τσιμεντοκονιάματος, το οποίο με την κατάλληλη

διαβάθμιση αδρανών και προσθήκη χρωστικών ουσιών μπορεί να ενταχθεί αισθητικά στον περιβάλλοντα χώρο (Εικόνα 42) (Χατζηδάκης, 1998).



Εικόνα 42: (α) και (β) Διάστρωση διαδρόμων κίνησης επισκεπτών με κονίαμα σε αρχαιολογικό χώρο (Δαλκαφούκη Οίκος Ε.Π.Ε, 2009)

1.2.1.6 ΒΟΣΚΗΣΗ

Η βόσκηση είναι μέθοδος που εφαρμόζονταν κατά τη διάρκεια του μεσοπολέμου και υπάρχουν αναφορές για αποτελεσματικό περιορισμό της ανάπτυξης της βλάστησης. Παρ' όλα αυτά οι αρχαιολόγοι επισημαίνουν ότι εγκυμονεί κινδύνους για το μνημείο, καθώς τα ζώα συνηθίζουν να αναρριχώνται στα ερείπια, ενώ θεωρούν ότι η μέθοδος αυτή δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε επισκέψιμους αρχαιολογικούς χώρους (Ζάχος, 1998, Βασιλάκης, 1998).

1.2.2 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΜΕ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Τα ζιζάνια είναι μια από τις προκλήσεις που οφείλει να αντιμετωπίζει η παραγωγική γεωργία. Η έρευνα για την ανάπτυξη νέων αποτελεσματικότερων και φθηνότερων μεθόδων καταπολέμησης ζιζανίων είναι συνεχής και καταδεικνύει την ένταση του προβλήματος.

Η περίοδος από το τέλος του δευτέρου παγκοσμίου πολέμου έως και τα τέλη της δεκαετίας του '70 χαρακτηρίζεται ως «εποχή των ζιζανιοκτόνων» για τη γεωργία. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου δημιουργήθηκαν πολύ υψηλές προσδοκίες για τα ζιζανιοκτόνα, τα οποία ήταν φθηνά και αποτελεσματικά και θα αποτελούσαν την «τελική λύση» στο επίμονο πρόβλημα των ζιζανίων (Mortensen, 2000). Πράγματι, τα ζιζανιοκτόνα είναι αξεπέραστα ως εργαλεία καταπολέμησης ζιζανίων: είναι αξιόπιστα, έχουν υψηλή αποτελεσματικότητα και είναι φθηνά.

Σήμερα όμως υπάρχει διάχυτος προβληματισμός σχετικά με τη χρήση των ζιζανιοκτόνων στις παραγωγικές καλλιέργειες. Οι αρνητικές συνέπειες της χρήσης ζιζανιοκτόνων είναι πολλές και σοβαρές και συχνά υπογραμμίζονται από τη διεθνή βιβλιογραφία. Αυτές περιλαμβάνουν την ανάπτυξη ανθεκτικών ζιζανίων στις διάφορες δραστικές ουσίες (Heap, 2014), ανίχνευση

υπολειμμάτων ζιζανιοκτόνων ή υποπροϊόντων τους στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα (Albanis *et al.*, 1998), αλλά και στα τρόφιμα (Tadeo *et al.*, 2000).

Έτσι πολλές χώρες υιοθετούν νομικά πλαίσια που προωθούν τον περιορισμό της χρήσης ζιζανιοκτόνων και η έρευνα αναπτύσσεται στην κατεύθυνση ανεύρεσης εναλλακτικών μεθόδων καταπολέμησης ζιζανίων, οι οποίες είναι αποδεκτές στο πλαίσιο της βιολογικής γεωργίας. Στο πλαίσιο αυτό έχουν αναπτυχθεί μέθοδοι καταπολέμησης ζιζανίων για γεωργικές εκμεταλλεύσεις, η εφαρμογή των οποίων θα μπορούσε να επεκταθεί και στους αρχαιολογικούς χώρους, όπου επίσης είναι επιθυμητός ο περιορισμός της χρήσης ζιζανιοκτόνων.

Μια τέτοια μέθοδος είναι η ηλιοαπολύμανση, που αναπτύσσεται από τη δεκαετία του 1970. Η μέθοδος πρωτοεφαρμόστηκε για την καταπολέμηση παθογόνων του εδάφους, αλλά αργότερα ανακαλύφθηκε ότι είναι αποτελεσματική εναντίον παρασίτων και ζιζανίων. Η ηλιοαπολύμανση έχει βρεθεί ότι είναι αποτελεσματική εναντίον σαράντα μυκήτων, αρκετών βακτηρίων, εικοσιπέντε ειδών νηματωδών και πολυάριθμων ζιζανίων (Cohen & Rubin, 2007).

Μία μεγάλη ομάδα εναλλακτικών μεθόδων, που έχουν δοκιμασθεί για τον περιορισμό ζιζανίων, είναι οι θερμικές μέθοδοι (thermal weed control), που περιλαμβάνουν τη φλόγιση, τη χρήση ζεστού νερού ή ατμού, την ακτινοβολία με μικροκύματα, υπέρυθρη, υπεριώδη ακτινοβολία και ακτίνες laser, και την ηλεκτροπληξία. Οι θερμικές μέθοδοι προκαλούν τον άμεσο θάνατο των ζιζανίων, χωρίς να αφήνουν κατάλοιπα χημικών ουσιών στο έδαφος και το νερό, παρ' όλα αυτά το κόστος εφαρμογής, η κατανάλωση ενέργειας και η υπολειμματική διάρκεια των μεθόδων πρέπει να εξετάζονται (Ascard *et al.*, 2007). Οι θερμικές μέθοδοι προκαλούν την αύξηση της θερμοκρασίας το εσωτερικό των κυττάρων, που προκαλεί τη μετουσίωση των πρωτεϊνών και τη ρήξη των κυτταρικών μεμβρανών, που οδηγεί στο θάνατο των φυτικών ιστών (Ellwanger *et al.*, 1973).

Μεταξύ των θερμικών μεθόδων, η φλόγιση αναπτύσσεται ερευνητικά και χρησιμοποιείται εμπορικά για την καταπολέμηση ζιζανίων, παρ' όλα αυτά άλλες θερμικές μέθοδοι δεν είναι πρακτικές, έχουν πολύ μεγάλη κατανάλωση ενέργειας και εγείρουν ζητήματα ασφάλειας του εφαρμοστή. Έχει υπολογισθεί ότι κατά τη φλόγιση η κατανάλωση ενέργειας είναι περίπου 2.300 MJ ha⁻¹, ενώ η χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας καταναλώνει 4 φορές περισσότερη ενέργεια, η χρήση laser έως 6 φορές περισσότερη ενέργεια και η χρήση μικροκυμάτων 40 φορές περισσότερη ενέργεια. Η εφαρμογή υπεριώδους ακτινοβολίας και ηλεκτροπληξίας έχει εξαιρετικά υψηλό κόστος εξοπλισμού, ενώ τα ζητήματα ασφάλειας για τον εφαρμοστή έχουν περιορίσει τη χρήση των μικροκυμάτων και της ηλεκτροπληξίας. Η χρήση ατμού έχει πολύ υψηλή κατανάλωση ενέργειας, 5 έως δέκα φορές περισσότερη από τη φλόγιση, και είναι ιδιαίτερος χρονοβόρα καθώς απαιτεί 70-100 h ha⁻¹ (Ascard *et al.*, 2007).

Στα επόμενα Κεφάλαια θα εξεταστούν οι μέθοδοι της φλόγισης ζιζανίων και της ηλιοαπολύμανσης, οι οποίες δοκιμάστηκαν στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, με στόχο να εφαρμοστούν ως εναλλακτικές μέθοδοι περιορισμού ζιζανίων σε αρχαιολογικούς χώρους. Τέλος εξετάζεται η χρήση φυτορρυθμιστικών ουσιών για τον περιορισμό ανεπιθύμητης καρποφορίας, η οποία μέθοδος στο πλαίσιο της γεωργίας δεν είναι μέθοδος περιορισμού ζιζανίων, αλλά ως τέτοια εξετάζεται στο περιβάλλον των αρχαιολογικών χώρων, για τον περιορισμό διασποράς σπερμάτων και νεαρών δενδρυλλίων.

Ακόμη, ως εναλλακτική μέθοδος διαχείρισης ζιζανίων σε αρχαιολογικούς χώρους, εξετάζεται και η εγκατάσταση τεχνητού λειμώνα ποωδών ειδών. Οι τεχνητοί λειμώνες είναι μια μέθοδος που αναπτύσσεται την τελευταία εικοσαετία, στο πεδίο της αρχιτεκτονικής τοπίου, καθώς έχουν χαμηλό κόστος συντήρησης και υψηλό αισθητικό αποτέλεσμα. Για τη δημιουργία τους ενισχύονται οι πληθυσμοί ορισμένων επιθυμητών ειδών και περιορίζονται οι πληθυσμοί άλλων (Hitchmough *et al.*, 2004, Hitchmough, 2014). Η μέθοδος θα μπορούσε να εφαρμοστεί στο ευαίσθητο τοπίο των αρχαιολογικών χώρων όπου το υψηλό νατουραλιστικό αποτέλεσμα, σε συνδυασμό με τις χαμηλές ανάγκες σε συντήρηση είναι σε άμεση προτεραιότητα.

1.2.2.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΜΕ ΦΛΟΓΙΣΗ

Η καύση ή φλόγιση (flaming) είναι μια μη χημική μέθοδος, φυσική μέθοδος περιορισμού των ζιζανίων. Η φλόγιση ζιζανίων με χρήση προπανίου ως καύσιμο, είναι μια αποδεκτή μέθοδος περιορισμού, στα πλαίσια της βιολογικής γεωργίας, και τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται ενδιαφέρον για την εφαρμογή της τόσο σε βιολογικές όσο και σε συμβατικές καλλιέργειες (Bond & Grundy, 2001). Η φλόγιση ζιζανίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε άλλες περιπτώσεις όπου απαγορεύεται η χρήση ζιζανιοκτόνων, όπως σε πάρκα ή άλλες αστικές κατασκευές (Hansen *et al.*, 2004, Rask *et al.*, 2012).

Η διαδικασία αφορά σε έκθεση των ιστών του φυτού σε υψηλή θερμοκρασία, που προέρχεται από την καύση προπανίου σε ειδική κατασκευή, φλόγιστρο, το οποίο διοχετεύει στη συνέχεια, μέσω ειδικής κεφαλής, την παραγόμενη φλόγα. Οι υψηλές θερμοκρασίες στις οποίες εκτίθενται οι ιστοί οδηγούν σε λύση των φυτικών κυττάρων και ιστών, που στη συνέχεια οδηγεί στο θάνατο του φυτού (Lague *et al.*, 2001). Το φλόγιστρο μπορεί να παράξει θερμοκρασίες καύσης μέχρι και 1.900 °C (Ascard, 1998), η οποία αυξάνει στιγμιαία την θερμοκρασία των φυτικών ιστών. Η αύξηση της θερμοκρασίας των ιστών, πάνω από τους 50 °C, οδηγεί σε μετουσίωση των πρωτεϊνών των μεμβρανών των φυτικών κυττάρων, οι οποίες καταστρέφονται (Lague *et al.*, 2001, Parish, 1990, Pelletier *et al.*, 1995, Rifai *et al.*, 1996).

Η επιβίωση των φυτών μετά τη φλόγιση εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως η τεχνική φλόγισης, η δομή του εδάφους, η υγρασία στην επιφάνεια των φύλλων, η παρουσία προστατευτικών τριχών ή κηρού στην επιφάνεια των φύλλων, ο βαθμός ξυλοποίησης και

ενυδάτωσης των ιστών (Ascard, 1995). Παρ' όλα αυτά, η επιβίωση των φυτών μετά τη φλόγιση εξαρτάται πρωτίστως από την ικανότητα του φυτού να αναβλαστάνει (Ascard, 1995, Ascard *et al.*, 2007).

Η επιδεκτικότητα των ζιζανίων στις επεμβάσεις φλόγισης διαφέρει μεταξύ των ειδών και του μεγέθους του φυτού (Cineros & Zandstra, 2008, Sivesind *et al.*, 2009, Ulloa *et al.*, 2010a). Τα αγρωστώδη είδη είναι πιο ανθεκτικά στη φλόγιση σε σχέση με τα πλατύφυλλα (Ulloa *et al.*, 2010a, Ulloa *et al.*, 2010b, Wszelaki *et al.*, 2007), λόγω της θέσης του οφθαλμού ανάπτυξης, ο οποίος στα αγρωστώδη, στα πρώτα στάδια ανάπτυξης, είναι κάτω από το έδαφος (Datta & Knezevic, 2013). Επιπλέον, τα πολυετή είδη είναι πιο ανθεκτικά στη φλόγιση, σε σχέση με τα ετήσια, καθώς η φλόγιση δεν καταστρέφει τα υπόγεια αναπαραγωγικά όργανα των πολυετών ειδών (Datta & Knezevic, 2013). Η ανθεκτικότητα στη φλόγιση διαφέρει ανάμεσα στα στάδια ανάπτυξης του φυτού και τα νεαρότερα άτομα είναι πιο ευαίσθητα στις επεμβάσεις φλόγισης (Ascard, 1995, Cineros & Zandstra, 2008, Sivesind *et al.*, 2009), καθώς έχουν λεπτότερα φύλλα, μικρότερη βιομάζα και πιο εκτεθειμένα μεριστώματα, σε σχέση με μεταγενέστερα στάδια όπου τα φύλλα είναι παχύτερα και τα φυτά έχουν αυξημένη ικανότητα αναβλάστησης (Ascard, 1994, 1995).

Η σύγχρονη βιβλιογραφία για τη φλόγιση, αναφέρεται στην εφαρμογή της μεθόδου σε παραγωγικές καλλιέργειες (Sivesind *et al.*, 2009, Ulloa *et al.*, 2010a, Ulloa *et al.*, 2010b, Ulloa *et al.*, 2011, Datta & Knezevic, 2013). Η εφαρμογή μιας μεταχείρισης φλόγισης μπορεί να επιτρέψει στην καλλιέργεια να αναπτυχθεί, χωρίς στην καλλιεργητική περίοδο, καθώς μειώνει σημαντικά την ανάπτυξη των ζιζανίων, ακόμα και όταν δεν επιτυγχάνεται πλήρης θάνατος των φυτών στόχων (Knezevic & Ulloa, 2007, Ulloa *et al.*, 2010a). Παρ' όλα αυτά οι επεμβάσεις φλόγισης δεν επηρεάζουν τη μεταγενέστερη ανάπτυξη ζιζανίων (Bond & Grundy, 2001) και συνεπώς δύο συναπτές εφαρμογές φλόγισης είναι πιο αποτελεσματικές σε σχέση με τη μια (Bond & Grundy, 2001), ενώ η δεύτερη εφαρμογή θα πρέπει να γίνεται μετά την αναβλάστηση των φυτών στόχων, αλλά πριν να μεγαλώσουν πολύ οι ιστοί (Ascard, 1995).

1.2.2.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΜΕ ΗΛΙΟΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ

Η ηλιοαπολύμανση είναι μια ακόμη μη χημική μέθοδος περιορισμού των ζιζανίων, αποδεκτή στα πλαίσια της βιολογικής γεωργίας και μπορεί να εφαρμοστεί όπου το επιτρέπουν οι κλιματικές συνθήκες, καθώς περίοδοι με άφθονη ηλιακή ακτινοβολία και υψηλή θερμοκρασία είναι απαραίτητες για την επιτυχία της μεθόδου (Vizantonopoulos & Katranis, 1993, Bond & Grundy, 2001). Η μέθοδος περιλαμβάνει την κάλυψη του εδάφους με διαφανές φύλλο πλαστικού, αφού έχει διαβραχεί ιδανικά έως το σημείο κορεσμού. Αυτό προκαλεί την αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους, λόγω της διάχυσης και παγίδευσης της ηλιακής ακτινοβολίας, κάτω από το πλαστικό, σε συνθήκες υψηλής υγρασίας (Horowitz *et al.*, 1983, Cohen & Rubin,

2007, Candido *et al.*, 2012). Η διάρκεια κάλυψης του εδάφους είναι περίπου έξι εβδομάδες (Bond & Grundy, 2001) και η Ελλάδα είναι κατάλληλη για την εφαρμογή της μεθόδου, καθώς οι υψηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του θέρους, ευνοούν την αποτελεσματική εφαρμογή της (Αντωνίου, 1995), ενώ οι Vizantinopoulos και Katranis (1993) αναφέρουν υψηλή αποτελεσματικότητα της μεθόδου έναντι των ζιζανίων στη χώρα μας.

Η αυξημένη θερμοκρασία και υγρασία είναι οι δύο σημαντικότεροι παράγοντες, που προκαλούν το θερμικό θάνατο των σπόρων, κατά τη διάρκεια της ηλιοαπολύμανσης (Egley, 1990, Cohen & Rubin, 2007). Οι μέγιστες θερμοκρασίες και ο αθροιστικός αριθμός ωρών, κατά τις οποίες η θερμοκρασία είναι υψηλή, είναι πολύ σημαντικά μεγέθη, καθώς η θανάτωση των σπόρων επέρχεται όταν ξεπεραστούν τα όρια ανθεκτικότητας τους (Elmore, 1991, Dahquist *et al.*, 2007). Η αυξημένη θερμοκρασία μπορεί να προκαλέσει άμεσο θερμικό θάνατο των σπόρων ή διακοπή του λήθαργου των σπόρων και στη συνέχεια θανάτωση των νεαρών φυταρίων λόγω των υψηλών θερμοκρασιών (Rubin & Benjamin, 1984, Egley, 1990). Οι θερμοκρασίες εδάφους που μπορεί να αναπτυχθούν κάτω από το πλαστικό είναι 40 έως 55 °C και έχει παρατηρηθεί ότι θερμοκρασίες άνω των 45 °C είναι ικανές να μειώσουν την ανάδυση ζιζανίων (Horowitz *et al.*, 1983, Egley, 1990). Επιπλέον, ο αριθμός των ωρών κατά τις οποίες οι θερμοκρασίες ξεπερνούν μια τιμή όριο, κατά τη διάρκεια της ηλιοαπολύμανσης, έχει αθροιστικό αποτέλεσμα, ακόμη και αν δεν είναι συνεχόμενες (Horowitz *et al.*, 1983, Egley, 1990).

Η διαβροχή του εδάφους, ιδανικά σε σημείο κορεσμού, ακριβώς πριν την κάλυψη του εδάφους με πλαστικό, είναι κατά κοινή ομολογία των ερευνητών πολύ σημαντική για την επιτυχία της μεθόδου. Το φύλλο πλαστικού συγκρατεί την υγρασία, κατά τη διάρκεια της ηλιοαπολύμανσης, ενώ δεν είναι απαραίτητη η επανάληψη της διαβροχής (Horowitz *et al.*, 1983). Η υψηλή υγρασία κατά τη διάρκεια της ηλιοαπολύμανσης παίζει σημαντικό ρόλο καθώς, έχει βρεθεί ότι οι σπόροι είναι περισσότερο ευαίσθητοι και θανατώνονταν ευκολότερα στις υψηλές θερμοκρασίες, όταν βρίσκονταν σε βρεγμένο υπόστρωμα, σε σχέση με στεγνό υπόστρωμα (Horowitz *et al.*, 1983, Egley, 1990). Επιπλέον, η διαβροχή προάγει την εκβλάστηση των σπόρων, που είναι θεμιτό καθώς τα νεαρά φυτά είναι πιο ευαίσθητα στις υψηλές θερμοκρασίες (Dahquist *et al.*, 2007). Τέλος, η διαβροχή βελτιώνει τη μεταφορά θερμότητας προς το έδαφος και αυξάνει τη μικροβιακή δραστηριότητα (Cohen & Rubin, 2007). Πριν από τη διάστρωση του πλαστικού συνήθως προηγείται εδαφοκατεργασία για να βελτιωθεί η απορρόφηση του νερού, να ισοπεδωθεί ο αγρός και να διευκολυνθεί η διάστρωση του πλαστικού (Cohen & Rubin, 2007).

Ο Katan (1976) και άλλοι ερευνητές (Stapleton & De Vay, 1986, El-Keblawy & Al-Hamadi, 2009) περιέγραψε τη χρήση διαφανούς πλαστικού για την ηλιοαπολύμανση. Παρ' όλα αυτά έχει δοκιμαστεί και αδιαφανές πλαστικό για τον περιορισμό των ζιζανίων. Ο Horowitz *et al.* (1983) βρήκε ότι το αδιαφανές πλαστικό προκάλεσε σημαντική μείωση του αριθμού των

ζιζανίων, αν και μικρότερη σε σχέση με το διαφανές και ανέφερε ότι η θερμοκρασία κάτω από το αδιαφανές πλαστικό ήταν υψηλότερη σε σχέση με τον ακάλυπτο μάρτυρα, αλλά χαμηλότερη σε σχέση με το διαφανές πλαστικό. Άλλοι ερευνητές αναφέρουν ότι η θερμοκρασία του εδάφους κάτω από αδιαφανές πλαστικό ήταν χαμηλότερη σε σχέση με το ακάλυπτο έδαφος, παρ' όλα αυτά επέφερε περιορισμό των ζιζανίων, αν και χαμηλότερου επιπέδου σε σχέση με το διαφανές πλαστικό (Rubin & Benjamin, 1984, Standifer *et al.*, 1984).

Επιπλέον του θερμικού θανάτου, υπάρχουν δευτερεύοντες μηχανισμοί δράσης της ηλιοαπολύμανσης. Η κάλυψη του εδάφους προκαλεί την αύξηση της συγκέντρωσης CO₂ στο έδαφος, που παρακινεί τη βλάστηση των σπόρων, ενώ στη συνέχεια τα νεαρά φυτάρια θανατώνονται λόγω των ακραίων συνθηκών. Ακόμη, η αποδόμηση οργανικής ουσίας στο έδαφος, παράγει φυτοτοξικά πτητικά αέρια, τα οποία παγιδεύονται κάτω από το πλαστικό (biofumigation) και μειώνουν τη βλαστικότητα των σπόρων. Τέλος, η ηλιοαπολύμανση αυξάνει τη μικροβιακή δραστηριότητα του εδάφους, που προκαλεί επιπλέον αύξηση της θερμοκρασίας, λόγω εξωθερμικών διεργασιών αποδόμησης και διευκολύνει την αποδόμηση των προστατευτικών περιβλημάτων των σπόρων, καθιστώντας τους πιο ευαίσθητους (Cohen & Rubin, 2007).

Η ηλιοαπολύμανση έχει αποδειχθεί ότι ελέγχει αποτελεσματικά διάφορα είδη ζιζανίων, όμως η αποτελεσματικότητα της μεθόδου εξαρτάται από το είδος των ζιζανίων στόχων (Horowitz *et al.*, 1983, Cohen & Rubin, 2007, Candido *et al.*, 2011). Τα ετήσια χειμερινά ζιζάνια ελέγχονται πολύ αποτελεσματικά από την ηλιοαπολύμανση, καθώς οι σπόροι των ειδών αυτών βλαστάνουν σε χαμηλές θερμοκρασίες και είναι ευαίσθητοι σε υψηλές θερμοκρασίες εδάφους, οπότε κατά την ηλιοαπολύμανση θανατώνονται οι σπόροι χωρίς να έχουν βλαστήσει (Elmore, 1991), ή οι σπόροι βλαστάνουν λόγω των χαμηλότερων απαιτήσεων σε θερμοκρασία και τα φυτάρια θανατώνονται. Τα ετήσια θερινά είδη είναι δυσκολότερο να περιοριστούν με την ηλιοαπολύμανση, παρ' όλα αυτά πολλές έρευνες έχουν δείξει υψηλή αποτελεσματικότητα της μεθόδου έναντι των θερινών ζιζανίων, όταν εφαρμόζεται για 4-6 εβδομάδες (Elmore, 1991). Πιθανώς οι σπόροι των ετησίων θερινών να ληθαργούν λόγω των υψηλών θερμοκρασιών (Dahquist *et al.*, 2007). Τα πολυετή είδη είναι περισσότερο ανθεκτικά στην ηλιοαπολύμανση, καθώς τα υπόγεια όργανα τους, όπως ριζώματα, κόνδυλοι κ.α. αναπτύσσονται σε μεγαλύτερο βάθος (>10 cm) από εκείνο στο οποίο έχει σημαντική επίδραση η ηλιοαπολύμανση (5-10 cm) και παραμένουν προστατευμένα. Εξάλλου, τα περισσότερα πολυετή είδη είναι ικανά να βλαστήσουν ακόμη και από μερικώς κατεστραμμένα υπόγεια όργανα (Horowitz *et al.*, 1983).

1.2.2.3 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΗΣ ΚΑΡΠΟΦΟΡΙΑΣ

Η πρόληψη της εγκατάστασης νέων φυτικών ατόμων στο μνημείο είναι πολύ σημαντική για τη διατήρησή του, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για είδη με βαθύ και επιθετικό ριζικό σύστημα (Mishra *et al.*, 1995). Έχει παρατηρηθεί ότι νεαρά δενδρύλλια που φύονται πάνω σε μνημείο μπορεί να προέρχονται από τη διασπορά σπερμάτων ενήλικων ατόμων αντίστοιχου είδους που φύονται κοντά στο μνημείο (Parafotίου *et al.*, 2010β, Pacini & Signorini, 2008). Τα φυτικά είδη με υψηλό ΔΕ μπορεί να προκαλέσουν σοβαρές μηχανικές βλάβες στα μέλη στα οποία αναπτύσσονται (βλ. Κεφ. 1.1.1). Για την πρόληψη του προβλήματος μπορεί να προκληθεί ολική καρπόπτωση, με τη χρήση φυτορρυθμιστικών ουσιών, πριν από τη φυσιολογική ωρίμανση των σπερμάτων και έτσι να προληφθεί το πρόβλημα της διασποράς δενδρυλλίων (Parafotίου *et al.*, 2010β). Η μέθοδος θα μπορούσε να εφαρμοστεί για την πρόληψη διασποράς σπερμάτων ενήλικων ελαιόδεντρων που αποτελούν μέρος της φυτοτεχνικής διαμόρφωσης του αρχαιολογικού χώρου. Το φαινόμενο έχει παρατηρηθεί στον αρχαιολογικό χώρο της Ελευσίνας, όπου δενδρύλλια ελιάς φύονταν σε πολλαπλές θέσεις πάνω στο μνημείο (Parafotίου *et al.*, 2010β).

Η καρπόπτωση (αραίωμα καρπών) εφαρμόζεται σε εμπορικούς ελαιώνες για την αύξηση του μέσου μεγέθους του ελαιόκαρπου, αλλά και για την εξάλειψη της παρενιαυτοφορίας (Barone *et al.*, 2013, Dag *et al.*, 2009, Martin *et al.*, 1994). Η καρπόπτωση επιτυγχάνεται με ψεκασμό των δέντρων με φυτορρυθμιστικές ουσίες και πιο συγκεκριμένα με ναφθαλινοξικό οξύ (NAA), πολύ σύντομα μετά την άνθηση. Το NAA απορροφάται από τα φύλλα και μεταφέρεται στους αναπτυσσόμενους καρπούς, όπου επιδρά στη μεταβολική δραστηριότητα του εμβρύου και προάγει τη σύνθεση αιθυλενίου, που αναστέλλει την ανάπτυξη των καρπών και προάγει την αποκοπή των ασθενέστερων καρπών (Williams & Fallahi, 1999). Το NAA εφαρμόζεται σε συγκεντρώσεις περίπου 100 έως 200 ppm σε παραγωγικούς ελαιώνες (Barone *et al.*, 2013, Martin *et al.*, 1994), αλλά ο Dag *et al.* (2009) αναφέρει ότι η μείωση του αριθμού των καρπών είναι ανάλογη της αύξησης συγκέντρωσης του NAA. Σε πείραμα σε δενδρύλλια ελιάς στον αρχαιολογικό χώρο της Ελευσίνας, βρέθηκε ότι συγκέντρωση 100 ppm NAA επέφερε 77% καρπόπτωση, ενώ συγκέντρωση 300 ppm και άνω επέφερε ολική καρπόπτωση (100%) στα ελαιόδεντρα (Παπαφωτίου *et al.*, 2009, Parafotίου *et al.*, 2010α, Parafotίου *et al.*, 2010β).

1.2.2.4 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΛΕΙΜΩΝΑ

Ο μηχανισμός της διαδοχής των κοινοτήτων θεωρείται πολύ σημαντική έννοια για τη διαχείριση του τοπίου, οπότε οι επεμβάσεις σε αυτό μπορεί να στοχεύουν στην πρόληψη ή προώθηση ή εκτροπή της οικολογικής διαδοχής (Dunnnett, 2014, Kingsbury, 2014). Πάνω σε αυτή την έννοια βασίζεται και η εγκατάσταση νατουραλιστικών φυτεύσεων ή οικολογικών φυτεύσεων (nature-like planting, ecologically informed plantings, Hitchmough & Dunnnett, 2014), ποικιλόμορφων ταξονομικά ειδών, που μπορεί να είναι μίγματα ειδών, μεταξύ άλλων,

για τεχνητούς λειμώνες ποωδών, θαμνώνες, δασότοπους ή υγρότοπους, που εγκαθίστανται σε αστικό ή περιαστικό περιβάλλον.

Η οικολογική διαδοχή περιλαμβάνει μια συνεχή μεταβολή της δομής των κοινοτήτων ως προς τα είδη που συμμετέχουν, αλλά και το χαρακτήρα της βιοκοινότητας (π.χ. εξέλιξη λειμώνων σε δασώδη περιοχή). Η διαδοχή μπορεί να χειραγωγηθεί μέσω της εφαρμογής επεμβάσεων διαταραχής, που στοχεύουν στη δημιουργία συνθηκών κατάλληλων για την εγκατάσταση συγκεκριμένων ειδών, όπου στις περισσότερες περιπτώσεις αφορά την απομάκρυνση των ανταγωνιστικών ειδών. Επιπλέον, η ελεγχόμενη εισαγωγή συγκεκριμένων ειδών είναι ένας βασικός πυλώνας της χειραγώγησης της διαδοχής (Dunnnett, 2014).

Οι παραπάνω έννοιες θα μπορούσαν να εφαρμοστούν και στη διαχείριση βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους. Ο Ζάχος (1998) και η Σγούρου (1998) υποστηρίζουν ότι η παρέμβαση, με την προσθήκη συγκεκριμένων φυτικών ειδών, ή/και την υποβοήθηση εξάπλωσης υφιστάμενων ειδών με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, θα ήταν η βέλτιστη λύση στο ζήτημα της διαχείρισης βλάστησης των αρχαιολογικών χώρων. Με αυτό τον τρόπο θα επιτευχθεί η προστασία του μνημείου από τα ανεπιθύμητα είδη, αλλά θα διατηρηθεί και η αισθητική αξία του αρχαιολογικού τοπίου (Γιαννοπολίτης, 1998, Ζάχος, 1998, Σγούρου, 1998).

Στην περίπτωση των αρχαιολογικών χώρων θα μπορούσαν να εγκατασταθούν τεχνητοί λειμώνες αυτοφυών ποωδών ειδών, με χαρακτηριστικά όπως χαμηλό μέσο ύψος και έλλειψη επιθετικότητας προς το μνημείο, για τον περιορισμό προβλημάτων όπως ο οπτικός αποκλεισμός του μνημείου, οι δυσκολίες συντήρησης και αποκατάστασης, η δυσκολία προσπέλασης του χώρου κ.α. (Mishra *et al.*, 1995, βλ. Μέρος II, Κεφ. 1.1.2 της παρούσας).

Επιπλέον, η τροποποίηση της σύνθεσης των ειδών ενός πληθυσμού, με την ενίσχυση συγκεκριμένων ειδών με θελκτικά χαρακτηριστικά μπορεί να βελτιώσει την εκτίμηση του κοινού για τα αυτοφυή είδη και την αντίληψή του για το φυσικό τοπίο και τις τοπικές του εκφάνσεις (Kingsbury, 2014), γεγονός πολύ σημαντικό για την ανάδειξη της αξίας της αυτοφυούς βλάστησης ως μουσειολογικό αντικείμενο που συνδέεται με την ιστορία του τόπου. Η εκτίμηση του κοινού για την αυτοφυή βλάστηση μπορεί να είναι χαμηλή και το τοπίο να εμφανίζεται ως «χορταριασμένο». Έτσι οι αρχιτέκτονες τοπίου προσπαθούν να ενισχύσουν μια θετικότερη αντίληψη της αυτοφυούς βλάστησης με παρεμβάσεις που περιλαμβάνουν την εξάλειψη λιγότερο επιθυμητών οπτικά στοιχείων, την ενίσχυση των πλατύφυλλων ειδών σε σχέση με τα αγρωστώδη, την εξάλειψη των υψηλόκορμων ειδών, τη χρήση ειδών με ιδιαίτερα αισθητικά χαρακτηριστικά, όπως χρώμα άνθους και την επίτευξη ενός πιο ομοιόμορφου οπτικά αποτελέσματος με τη μείωση του αριθμού των ειδών (Kingsbury, 2014). Έχει βρεθεί ότι χαμηλότερου ύψους βλάστηση θεωρείται από τους επισκέπτες πιο περιποιημένη και ασφαλής, ενώ είναι σημαντικό στο σχεδιασμό τεχνητών λειμώνων να χρησιμοποιούνται στοιχεία που δείχνουν ότι η βλάστηση είναι σκόπιμη και κάποιος φροντίζει για αυτή (Hitchmough, 2014).

Παρ' ότι η μέθοδος προκρίνεται ως πολύ καλή λύση, για τη διαχείριση ζιζανίων σε αρχαιολογικούς χώρους, η έρευνα πάνω στο ζήτημα είναι ελλιπής. Ο Catizone (1998) αναφέρει ότι στην Πομπηία αποφασίστηκε να προωθηθεί η εξάπλωση αγριάδας (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), που ενδημούσε στον αρχαιολογικό χώρο, αλλά δεν υπάρχουν αναφορές στη βιβλιογραφία για την εφαρμογή αντίστοιχων πρακτικών σε άλλους αρχαιολογικούς χώρους.

Για την διερεύνηση εφαρμογής της μεθόδου, μπορεί να αντληθεί εμπειρία από το πεδίο της αρχιτεκτονικής τοπίου όπου την τελευταία εικοσαετία υπάρχει πολύ αυξημένο ενδιαφέρον για τις νατουραλιστικές φυτεύσεις εν γένει, αλλά και για τα μίγματα ποωδών ειδών για τεχνητούς λειμώνες ειδικότερα (Hitchmough *et al.*, 2003, Hitchmough *et al.*, 2004, Dunnett, 2014, Kingsbury, 2014, Morrison, 2014). Αυτό οφείλεται εν πολλοίς στο χαμηλό κόστος συντήρησης σε σχέση με την πιο κλασσική κηποτεχνία. Αυτού του είδους οι φυτεύσεις έχουν χαμηλές ανάγκες σε συντήρηση, καθώς συνήθως δεν εφαρμόζεται άρδευση, λίπανση, φυτοπροστασία κ.α. Επιπλέον, μπορεί να φιλοξενήσουν ποικιλία πανίδας, καθώς η ποικιλία ειδών δημιουργεί ποικίλα μικροπεριβάλλοντα, ενώ μπορεί να εφαρμοστούν για την προστασία και αποκατάσταση διαταραγμένων περιοχών (Hitchmough & Dunnett, 2014).

Η επιλογή των ειδών για τα μίγματα τεχνητών λειμώνων βασίζεται σε αισθητικά και λειτουργικά προαπαιτούμενα (Morrison, 2014, Hitchmough, 2014). Τα επιλεγμένα είδη θα πρέπει να αντανakλούν το χαρακτήρα του τοπίου έτσι ώστε να υπογραμμίζεται η τοπική βιοποικιλότητα (Dunnett, 2014), ενώ η χρήση αυτοφυών ειδών παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη δημιουργία ζωνών μετάβασης από το φυσικό στο ανθρωπογενές τοπίο (Kingsbury, 2014). Τα είδη μπορεί να μην είναι απαραίτητα αυτοφυή της περιοχής, αλλά να προέρχονται από παρόμοια βιόσφαιρα, δηλαδή περιβάλλοντα με παρόμοια οικολογικά χαρακτηριστικά (Kingsbury, 2014), καθώς η επιλογή ειδών με παρόμοια οικολογικά χαρακτηριστικά μειώνει την ανάγκη για εντατικές παρεμβάσεις στο περιβάλλον (Dunnett, 2014).

Ως προς το βιολογικό κύκλο των ειδών, τα ετήσια είδη χρησιμοποιήθηκαν πολύ πιο πρόσφατα σε σχέση με τα πολυετή για τη δημιουργία λειμώνων. Παρ' όλα αυτά έχουν πολλά πλεονεκτήματα, καθώς έχουν εντυπωσιακό οπτικό αποτέλεσμα και ευκολία εγκατάστασης, αφού με σπορά εγκαθίστανται γρήγορα και με χαμηλό κόστος (Kingsbury, 2014), ενώ μπορεί να προστεθούν και ορισμένα πολυετή είδη με ολιγοετή κύκλο (Dunnett, 1999).

Στα μίγματα για τεχνητούς λειμώνες υπάρχει η τάση να μειώνεται ή να εξαλείφεται η συμμετοχή αγρωστωδών ειδών, καθώς η απόρριψη της χρήσης αγρωστωδών ειδών δημιουργεί πιο δραματικό αποτέλεσμα (Hitchmough *et al.*, 2004), ενώ τα πλατύφυλλα είδη ανθίζουν νωρίτερα και πιο άφθονα απουσία αγρωστωδών ειδών (Hitchmough, 2014). Παρ' όλα αυτά οι τεχνητοί λειμώνες πλατύφυλλων είναι περισσότερο απαιτητικοί σε συντήρηση και είναι ευαίσθητοι σε προσβολές από επιθετικά αυτοφυή αγρωστώδη είδη (Hitchmough, 2014).

Ο αριθμός των ειδών που συνθέτουν τα μίγματα για τεχνητούς λειμώνες είναι μικρότερος σε σχέση με φυσικούς λειμώνες, καθώς πολύ υψηλή ποικιλότητα μπορεί να οδηγήσει σε «οπτικό χάος», ενώ δεν είναι δυνατή η ανεύρεση πολλών ειδών στο εμπόριο (Kingsbury, 2014). Ο Dunnett (1999) τονίζει ότι είναι σημαντικό τα μίγματα να είναι απλά, με συμμετοχή περίπου 10 ειδών.

Η εγκατάσταση των μιγμάτων για τεχνητούς λειμώνες με σπορά είναι πολύ συχνή πρακτική επειδή παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα. Η εγκατάσταση με σπορά οδηγεί σε υψηλό αισθητικά, νατουραλιστικό οπτικό αποτέλεσμα, καθώς επιτυγχάνεται η ρευστή δυναμική κατανομή των ειδών στο χώρο, όπως στους φυσικούς λειμώνες (Kingsbury, 2014, Hitchmough, 2014). Έχει μειωμένο κόστος προμήθειας και εγκατάστασης πολλαπλασιαστικού υλικού (Hansen *et al.*, 2004), ενώ μπορεί να εφαρμοστεί σε χώρους όπου θα ήταν δύσκολη η φύτευση λόγω των ιδιοτήτων του εδάφους και όταν αναφερόμαστε σε ετήσια ή διετή είδη είναι η μονη λύση (Hitchmough, 2014). Παρ' όλα αυτά η επιτυχημένη εγκατάσταση με σπορά εξαρτάται από τις συνθήκες εκβλάστησης των σπόρων, που δεν είναι δυνατό πάντα να εξασφαλιστούν στο πεδίο, ενώ είναι απαραίτητες πιο εντατικές επεμβάσεις περιορισμού των ζιζανίων (Hitchmough, 2014).

Για τη δημιουργία τεχνητού λειμώνα ποωδών ειδών, η επιδιωκόμενη πυκνότητα φυταρίων είναι 100-200 φυτάρια m^{-1} , ενώ σε περιοχές με επιθετικά ζιζάνια πιθανώς να είναι επιθυμητές ακόμη υψηλότερες πυκνότητες φυταρίων. Η υψηλότερη πυκνότητα φυταρίων πιθανώς να εξαλείψει είδη του μίγματος με χαμηλό ρυθμό ανάπτυξης, λόγω ανταγωνισμού με τα πιο εύρωστα είδη του μίγματος. Παρ' όλα αυτά όταν υπάρχουν επιθετικά ζιζάνια είναι προτιμότερο να επιδιώκεται υψηλή πυκνότητα φυταρίων στο μίγμα, καθώς ακόμη και σε χαμηλές πυκνότητες τα είδη με αργή ανάπτυξη μπορεί ούτως ή άλλως να εξαλειφθούν από τα ανταγωνιστικά ζιζάνια. Το σύνηθες βάρος σπόρου του μίγματος κυμαίνεται από 0,5 έως 2 $g m^{-1}$ και εξαρτάται από την επιδιωκόμενη πυκνότητα και το βάρος των σπόρων (Hitchmough, 2014).

Η εποχή σποράς παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην επιτυχία της. Η βέλτιστη εποχή για σπορά είναι σε περιόδους με υψηλότερες βροχοπτώσεις και θερμοκρασία αρκετά υψηλή ώστε να επιτρέπει τη βλάστηση των σπόρων. Συνήθως η προτιμώμενη εποχή σποράς είναι από Οκτώβριο έως Φεβρουάριο ή από Μάρτιο έως Ιούνιο. Η σπορά το φθινόπωρο ή νωρίς το χειμώνα παρουσιάζει το πλεονέκτημα της *in situ* έκθεσης των σπόρων στο ψύχος του χειμώνα, που είναι μια απλή και σε πολλές περιπτώσεις η πιο αποτελεσματική μέθοδος διακοπής του ληθάργου των σπόρων. Μειονέκτημα αυτής της περιόδου σποράς είναι ότι σπόροι μικρότερου μεγέθους μπορεί να παρασυρθούν σε μεγαλύτερο βάθος από τη βροχόπτωση (Hitchmough, 2014).

Η σπορά γίνεται με την ενσωμάτωση του σπόρου σε ένα φορέα, όπως η άμμος, για τη διευκόλυνση της σποράς και την ομοιόμορφη κατανομή του σπόρου, ενώ μετά τη σπορά

γίνεται η ενσωμάτωση του σπόρου στο έδαφος με τσουγκράνα, που βελτιώνει την εκβλάστηση των σπόρων και την εγκατάσταση των φυταρίων (Hitchmough, 2014).

Η συντήρηση των νατουραλιστικών φυτεύσεων είναι πολύ σημαντική για την εις βάθος χρόνου επιτυχία τους, καθώς αφ' ενός οι ανάγκες σε επεμβάσεις συντήρησης είναι χαμηλές, αφ' ετέρου αυτές είναι απαραίτητες (Kingsbury, 2014, Hitchmough, 2014). Η εξάλειψη ειδών του λειμώνα από ανταγωνιστικά είδη είναι ένας συνεχής αγώνας και αυτό μπορεί να οφείλεται είτε σε εξωγενή είτε σε ενδογενή ανταγωνισμό. Οι κοπές είναι μια πολύ κοινή πρακτική για τη διαχείριση και συντήρηση των λειμώνων, για την εξάλειψη του ανταγωνισμού είτε ζιζανίων, είτε ειδών του λειμώνα που αναπτύσσονται πολύ γρήγορα (Hitchmough, 2014).

Όπως αναφέρθηκε ανωτέρω, η κατανόηση της οικολογικής διαδοχής παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη διαχείριση των τεχνητών λειμώνων και με την εφαρμογή μεθόδων όπως η κοπή, εμποδίζεται η εξέλιξη της και διατηρείται η ποώδης βλάστηση (Kingsbury, 2014). Οι κοπές είναι επεμβάσεις διαταραχής μέσης έντασης, που διατηρούν υψηλή την ποικιλότητα ειδών, ενώ η διακοπή τέτοιων επεμβάσεων συντήρησης οδηγεί στην κυριαρχία επιθετικών αγρωστωδών ειδών και τη μείωση της ποικιλότητας (Dunnett, 2014). Οι επεμβάσεις συντήρησης, στην περίπτωση του τεχνητού λειμώνα ποωδών ειδών, έχουν σαν στόχο να σταματούν τη διαδοχή σε ένα συγκεκριμένο στάδιο, οπότε είναι αναμενόμενο ότι ορισμένα είδη θα επιτύχουν, ορισμένα θα αποτύχουν και θα υπάρχει και κάποιο ποσοστό προσβολών από ζιζάνια (Hitchmough, 2014).

Η εξάλειψη του ανταγωνισμού των ζιζανίων είναι πολύ σημαντική για την επιβίωση του λειμώνα (Brown *et al.*, 1990, Wilson & Gerry, 1995), ιδιαίτερα στις περιπτώσεις όπου ο λειμώνας έχει μόνο πλατύφυλλα είδη, καθώς στις περισσότερες περιπτώσεις ο ανταγωνισμός με τα ζιζάνια είναι ιδιαίτερα επιβλαβής (Hitchmough, 2014). Ο περιορισμός των ζιζανίων στις περισσότερες περιπτώσεις γίνεται συνήθως την Άνοιξη με κοπή της βλάστησης σε ύψος 5-10 cm, ανάλογα και με το ύψος του λειμώνα. Καθώς τα ζιζάνια μεγαλώνουν ταχύτερα, με τις κοπές χάνουν μεγαλύτερο μέρος της φυλλικής τους επιφάνειας, βελτιώνοντας τις συνθήκες ανάπτυξης για τα φυτά του λειμώνα. Οι κοπές πρέπει να ξεκινούν όταν τα ζιζάνια φτάσουν σε ύψος 15 cm περίπου και συνεχίζονται μηνιαία ανάλογα με την ανάπτυξη των ζιζανίων (Hitchmough, 2014). Τέλος, η έρευνα έχει δείξει ότι πολύ σημαντικός περιοριστικός παράγοντας για την επιτυχία τέτοιων εφαρμογών είναι και η επιβίωση του μίγματος κατά τη διάρκεια των θερμών και ξηρών μηνών του έτους (Brown *et al.*, 1990, Wilson & Gerry, 1995).

Η επιτυχής αυτοσπορά, τα επόμενα έτη μετά την σπορά, σε τεχνητούς λειμώνες ετησίων ειδών είναι περιστασιακή, λόγω χαμηλής παραγωγής σπόρου, ανεπαρκούς χώρου εκβλάστησης των σπόρων χωρίς ανταγωνιστικά φυτά ή αδυναμίας των φυταρίων να επιβιώσουν, λόγω σκίασης από ενήλικα φυτά και στις περισσότερες περιπτώσεις απαιτείται ετήσια επανασπορά με μικρότερη ποσότητα σπόρου (Hitchmough, 2014).

Οι επεμβάσεις εγκατάστασης φυτών σε ένα τοπίο είναι ένας συμβιβασμός μεταξύ του τι είναι επιθυμητό και τι είναι εφικτό και η εγκατάσταση τεχνητών λειμώνων μπορεί να αποφέρει το επιθυμητό οπτικά αποτέλεσμα με σχετικά μικρή τροποποίηση του τοπίου (Dunnnett, 2014). Η κατανόηση του μηχανισμού εγκατάστασης τεχνητών λειμώνων με σπορά γίνεται μέσω της πρακτικής εφαρμογής (Hitchmough *et al.*, 2004) και η εφαρμογή της μεθόδου σε αρχαιολογικούς χώρους μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα για την προστασία του μνημείου και του τοπίου των αρχαιολογικών χώρων. Σε αντίθεση με άλλες χώρες, η Ελληνική χλωρίδα είναι εξαιρετικά πλούσια σε αυτοφυή ποώδη είδη, τα οποία αφθονούν στους αρχαιολογικούς χώρους. Έτσι η επιλογή των ειδών, που δύνανται να χρησιμοποιηθούν σε τέτοια μίγματα, μπορεί να γίνει από μια ευρεία «δεξαμενή» φυτικών ειδών.

1.3 ΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΑΝΩ ΣΤΙΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Η διαχείριση της βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους είναι πολυδιάστατη. Η αυτοφυής βλάστηση των αρχαιολογικών χώρων αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του τοπίου των αρχαιολογικών χώρων συνοδεύοντας τα ερείπια και υπογραμμίζοντας το πέρασμα του χρόνου. Ταυτόχρονα όμως ο εποικισμός των μνημείων από ανώτερα φυτά προκαλεί συχνά άμεσες φθορές και έμμεσες βλάβες τόσο στα μνημεία, όσο και στους αρχαιολογικούς χώρους. Στα πλαίσια της προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς προκύπτει η ανάγκη περιορισμού της αυτοφυούς βλάστησης με στόχο την ανάσχεση βλαβερών φαινομένων. Αυτό βέβαια οφείλει να γίνεται σε ένα πλαίσιο που, ταυτόχρονα με την προστασία του μνημείου, λαμβάνει υπ όψιν την προστασία της βιοποικιλότητας, την αισθητική του τοπίου και τη λειτουργικότητα του χώρου.

Αν και το ζήτημα αυτό απασχολεί έντονα τους επαγγελματίες, που σχετίζονται με την προστασία και αναστήλωση μνημείων στην Ελλάδα, εν τούτοις η έρευνα πάνω στο ζήτημα είναι περιορισμένη. Στόχος της παρούσας διατριβής είναι να διαφωτίσει ποικίλα ζητήματα που άπτονται της διαχείρισης αυτοφυούς βλάστησης στους αρχαιολογικούς χώρους, όπως οι υφιστάμενες πρακτικές, από πλευράς της Αρχαιολογικής Υπηρεσίας, η σύνθεση της αυτοφυούς βλάστησης των αρχαιολογικών χώρων και η σύνδεσή της με τα προβλήματα και η διερεύνηση της αποτελεσματικότητας των μεθόδων περιορισμού της ανεπιθύμητης βλάστησης, κατάλληλων για εφαρμογή σε αρχαιολογικούς χώρους. Προς αυτό οι επιμέρους στόχοι της διατριβής διαμορφώθηκαν ως εξής:

- Κρίθηκε σκόπιμο, δεδομένου ότι η πιο πρόσφατη Ελληνική βιβλιογραφία είναι του έτους 1998 και δεν ήταν δυνατό να ανευρεθούν νεότερα στοιχεία, να γίνει **έρευνα ερωτηματολογίου** σε όλες της Εφορείες Αρχαιοτήτων της χώρας, για τη διαχείριση βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους. Στόχος αυτού είναι να τεκμηριωθούν

απαντήσεις σε ερωτήματα όπως: ποια και πόσο σοβαρά θεωρούνται τα προβλήματα της βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους, πως και σε ποια εποχή αντιμετωπίζονται και πόσο σημαντικό ρόλο παίζει η διαμόρφωση του τοπίου στους αρχαιολογικούς χώρους.

- Λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι θα ήταν χρήσιμο να διερευνηθούν εναλλακτικές μη χημικές μέθοδοι περιορισμού ζιζανίων, κατάλληλες για χρήση σε αρχαιολογικούς χώρους, επελέγη προς δοκιμή η **φλόγιση ζιζανίων**. Στόχος του πειράματος φλόγισης ζιζανίων ήταν να προσδιοριστεί η δόση φλόγισης και ο αριθμός των εφαρμογών φλόγισης, για τη διατήρηση του πληθυσμού των ζιζανίων σε αποδεκτά επίπεδα κατά τη διάρκεια της βλαστητικής περιόδου, σε αρχαιολογικό χώρο.
- Αντίστοιχα με τον παραπάνω στόχο, επελέγη μια ακόμη μέθοδος αποδεκτή στα πλαίσια της βιολογικής γεωργίας, η οποία θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε αρχαιολογικούς χώρους, η **ηλιοαπολύμανση**. Η ηλιοαπολύμανση είναι μέθοδος περιορισμού ζιζανίων η οποία είναι περιβαλλοντικά ασφαλής. Όμως, η κάλυψη του εδάφους με πλαστικό συμπίπτει με τους θερμότερους μήνες του έτους, οπότε και υπάρχει αυξημένη επισκεψιμότητα στους περισσότερους αρχαιολογικούς χώρους. Ακόμη η ανάγκη για εδαφοκατεργασία δημιουργεί περιορισμούς, καθώς υπάρχουν τμήματα αρχαιολογικών χώρων τα οποία δεν έχουν ανασκαφεί και πιθανώς να περικλείουν αρχαία μέλη και άρα η εδαφοκατεργασία να μην είναι επιτρεπτή. Στόχος λοιπόν του πειράματος της ηλιοαπολύμανσης ήταν να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα της με δύο τύπους πλαστικών φιλμ (διαφανές και αδιαφανές), με ή χωρίς εδαφοκατεργασία και σε δύο περιόδους εφαρμογών Ιούλιος-Αύγουστος (βέλτιστη περίοδος) και Αύγουστος- Σεπτέμβριος (με στόχο να γίνεται η επέμβαση σε περίοδο μειωμένης επισκεψιμότητας).
- Θεωρήθηκε χρήσιμο να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα δύο τύπων γεωφάσματος ως προς την αποτροπή ανάπτυξης βλάστησης σε **στρωμάτωση κατάχωσης** για αρχαιολογικούς χώρους της Ελλάδας.
- Διερευνήθηκε η εγχώρια αγορά **υλικών εδαφοκάλυψης**, με στόχο να βρεθούν υλικά που θα ήταν αισθητικά αποδεκτά για χρήση σε διαδρόμους κίνησης επισκεπτών αρχαιολογικών χώρων, τα οποία θα αποτρέπουν αποτελεσματικά την ανάπτυξη ζιζανίων.
- Η ανάπτυξη θάμνων και δενδρυλλίων ανάμεσα σε κατάλοιπα μνημείων προκαλεί οξεία προβλήματα μηχανικών καταστροφών. Η διεθνής βιβλιογραφία, για την εξόντωση τέτοιων υποκειμένων, προτείνει την **εντοπισμένη εφαρμογή ζιζανιοκτόνου** με ειδικές μεθόδους διανομής, όπως έγχυση με σύριγγα στο εσωτερικό του στελέχους και επάλειψη της εκτεθειμένης τομής, μετά την απομάκρυνση του υπέργειου μέρους του

φυτού στόχου. Στην Ελλάδα υπάρχουν περιορισμένες βιβλιογραφικές αναφορές εφαρμογής της μεθόδου, σε δενδρύλλια ελιάς και πικροδάφνης (Παπαφωτίου *et al.*, 2009, Παραφοτίου *et al.*, 2010α, Παραφοτίου *et al.*, 2010β). Έτσι κρίθηκε σκόπιμο να εξεταστεί η αποτελεσματικότητα της μεθόδου εναντίον δύο ειδών που θεωρούνται επικίνδυνα και δυσεξόντωτα ζιζάνια των αρχαιολογικών χώρων, την κάπαρη και τον αείλανθο. Η πειραματική δοκιμή περιλάμβανε και τις δύο μεθόδους διανομής του ζιζανιοκτόνου: με έγχυση ή με επάλειψη.

- Για την πρόληψη του πολλαπλασιασμού δενδρυλλίων ελιάς, από τη διασπορά σπερμάτων από ενήλικα ελαιόδεντρα σε αρχαιολογικούς χώρους, διερευνήθηκε η **εφαρμογή ναφθαλινοξικού οξέως (NAA) για την αντιμετώπιση ανεπιθύμητης καρποφορίας**. Πιο συγκεκριμένα, στόχος του πειράματος ήταν να προσδιορισθεί η απαραίτητη συγκέντρωση NAA και η κατάλληλη εποχή εφαρμογής, με στόχο να μεγιστοποιηθεί η καρπότητα πριν από τη φυσιολογική ωρίμανση των καρπών.
- Η παρέμβαση στη βλάστηση των αρχαιολογικών χώρων θα μπορούσε να αποτελέσει τη βέλτιστη λύση στο ζήτημα της διαχείρισης βλάστησης, καθώς το αποτέλεσμα θα είχε πολύ χαμηλή ανάγκη σε εισροή εργασιών συντήρησης, υψηλό ποιοτικά αισθητικό αποτέλεσμα και εξαιρετική ένταξη στο αρχαιολογικό τοπίο. Έτσι, ο επιμέρους στόχος του παρόντος πειράματος ήταν να διερευνηθεί η **εγκατάσταση με σπορά, τεχνητού λειμώνα ποωδών ειδών**, κατάλληλων για δημιουργία λειμώνα, για χρήση ως εδαφοκάλυψη σε αρχαιολογικούς χώρους.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 ΕΡΕΥΝΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

2.1.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ

Στο Κεφάλαιο 1.2 επισημάνθηκε η έλλειψη πρόσφατης βιβλιογραφίας σχετικά με το θέμα της διαχείρισης βλάστησης στους αρχαιολογικούς χώρους της χώρας μας. Για τη διερεύνηση της αντίληψης αλλά και των πρακτικών των αρμόδιων φορέων, πάνω στο ζήτημα της διαχείρισης βλάστησης στους αρχαιολογικούς χώρους, αποφασίστηκε η διεξαγωγή έρευνας ερωτηματολογίου για την άντληση δεδομένων από όλες τις περιφερειακές μονάδες της Αρχαιολογικής Υπηρεσίας με στόχο τη συγκέντρωση στοιχείων, που να σκιαγραφούν επαρκώς την υπάρχουσα κατάσταση σε θέματα διαχείρισης βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους.

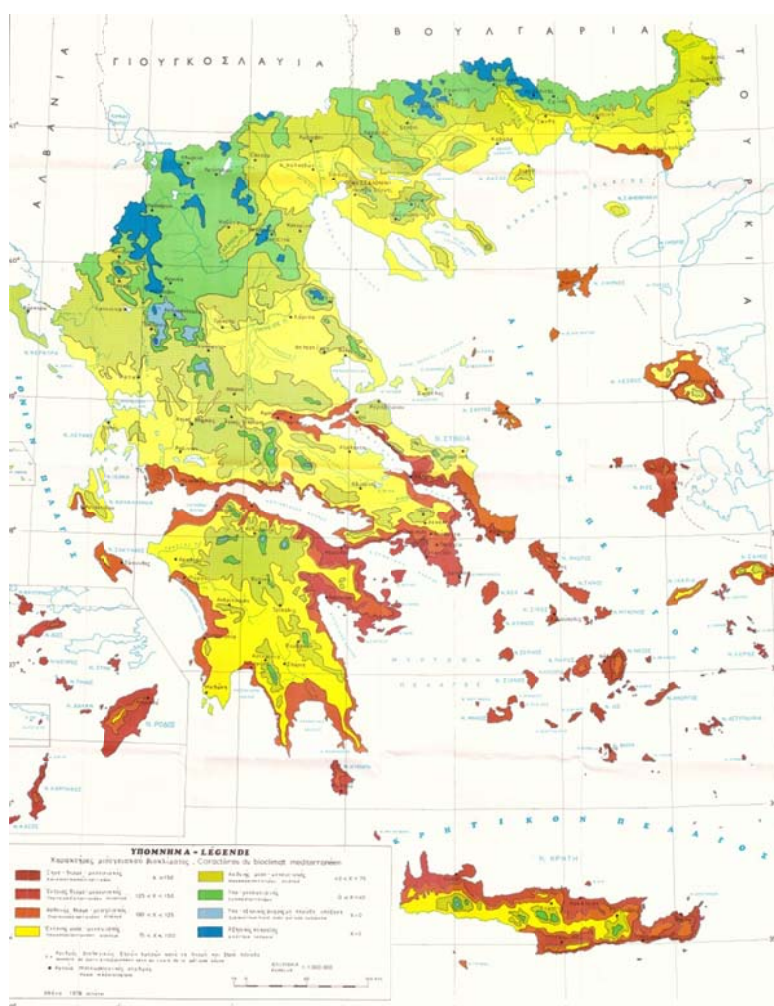
Το ερωτηματολόγιο είχε τίτλο: «Έρευνα που αφορά τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται από την Αρχαιολογική Υπηρεσία για τη διαχείριση βλάστησης στους Αρχαιολογικούς χώρους» και αποτελούνταν από 29 ερωτήσεις που αφορούσαν: τα προσωπικά στοιχεία του ερωτώμενου, την αντίληψη των προβλημάτων που σχετίζονται με τη βλάστηση σε ένα αρχαιολογικό χώρο, τις μεθόδους περιορισμού της βλάστησης, την περίοδο εφαρμογής τους από την υπηρεσία, καθώς και την αντίληψη του αρχαιολογικού τοπίου. Στο Παράρτημα II παρατίθεται το έντυπο του ερωτηματολογίου.

Το ερωτηματολόγιο διακινήθηκε σε όλες τις αρμόδιες περιφερειακές μονάδες του Υπουργείου Πολιτισμού και Αθλητισμού (ΥΠ.ΠΟ.Α.). Η «Γενική Διεύθυνση Αρχαιοτήτων και Πολιτιστικής Κληρονομιάς» είναι η υπηρεσιακή δομή του ΥΠ.ΠΟ.Α., κύριος φορέας για την προστασία, διάσωση, ανεύρεση, συντήρηση, ανάδειξη και προβολή της πολιτιστικής κληρονομιάς στην Ελλάδα. Σε αυτήν υπάγονται 52 περιφερειακές υπηρεσιακές μονάδες που ονομάζονται «Εφορείες Αρχαιοτήτων» και έχουν γεωγραφικό προσδιορισμό (π.χ. Αθηνών, Αργολίδας, Ηλείας κ.λπ.). Το ερωτηματολόγιο κοινοποιήθηκε σε όλες τις Εφορείες Αρχαιοτήτων, μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, είτε στην ηλεκτρονική διεύθυνση του προϊστάμενου εφόρου, αν ήταν διαθέσιμη, είτε στη διεύθυνση της Εφορείας, υπ' όψιν των προϊστάμενων. Η αποστολή του ερωτηματολογίου έγινε τον Οκτώβριο του 2014 και απαντήσεις λαμβάνονταν από τον Οκτώβριο του 2014 έως τον Μάρτιο του 2015.

Για τη διευκόλυνση της διανομής του ερωτηματολογίου και της συγκέντρωσης των απαντήσεων χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή Google Forms, η οποία δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου, διανομής μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και συγκέντρωσης των απαντήσεων σε υπολογιστικά φύλλα Excel.

2.1.2 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Από τα δεδομένα που αντλήθηκαν καταρτίστηκαν οι πίνακες συχνοτήτων των απαντήσεων στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου. Επίσης, διερευνήθηκε η συσχέτιση των απαντήσεων κάθε περιφερειακής Εφορείας Αρχαιοτήτων, με το χαρακτήρα του βιοκλίματος της περιοχής, με τη μέθοδο της λογιστικής παλινδρόμησης, για συγκεκριμένες ερωτήσεις, που αφορούσαν τι προβλήματα δημιουργεί η βλάστηση στους αρχαιολογικούς χώρους, πως αξιολογείται η σοβαρότητά τους και τι μέθοδοι χρησιμοποιούνται για τον περιορισμό βλάστησης κ.α. Κάθε περιοχή, από την οποία ελήφθη απάντηση, κατηγοριοποιήθηκε με βάση τους χαρακτήρες του βιοκλιματικού χάρτη της Ελλάδας ως: ξηρό-θερμό-μεσογειακή, έντονη θερμο-μεσογειακή, ασθενής θερμο-μεσογειακή, έντονη μέσο-μεσογειακή, ασθενής μέσο-μεσογειακή, υπό-μεσογειακή, υπό-αξηρική ψυχρή και αξηρική εύκρατη (Μαυρομάτης, 1978). Πραγματοποιήθηκε διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση στις ερωτήσεις 7, 10, 12 και 13, ενώ στις ερωτήσεις 8 και 14 πραγματοποιήθηκε τακτική λογιστική παλινδρόμηση (Παράρτημα ΙΙΙ). Για τη δοκιμασία ανεξαρτησίας των μεταβλητών υπολογίστηκε ο συντελεστής χ^2 , Pearson's Chi Square. Για τις αναλύσεις χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό JMP® ver. 8 (SAS Institute Inc.).



Εικόνα 43: Βιοκλιματικός χάρτης της Ελλάδας κατά Μαυρομάτη (1978)

2.2 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΕΠΤΑ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Για τη διαπίστωση των προβλημάτων που σχετίζονται με την ανάπτυξη βλάστησης στους επτά αρχαιολογικούς χώρους μελέτης αξιοποιήθηκαν τα στοιχεία που είχαν συλλεγεί κατά τη διάρκεια των καταγραφών βλάστησης στους χώρους, σε δύο βλαστητικές περιόδους (Άνοιξη και Φθινόπωρο) και σε δύο τμήματα των χώρων (πάνω σε μέλη των μνημείων και σε ελεύθερες επιφάνειες μεταξύ των μελών, βλ. Μέρος Ι, Κεφ. 2.4). Για την τεκμηρίωση των έμμεσων ζημιών που σχετίζονται με την ανάπτυξη βλάστησης σε ελεύθερες επιφάνειες, όπως παρεμπόδιση των εργασιών συντήρησης, δυσκολία στην προσπέλαση του χώρου κ.α. υπολογίστηκε η κάλυψη του χώρου από βλάστηση, ως η μέση κάλυψη των πλαισίων δειγμάτων, που είχαν ληφθεί για την καταγραφή βλάστησης (βλ. Μέρος Ι, Κεφ. 2.4.1). Ακόμη, υπολογίστηκε το μέσο μέγιστο ύψος, από τα μέγιστα ύψη που καταγράφονταν σε κάθε πλαίσιο δείγμα, που είχε ληφθεί κατά την καταγραφή βλάστησης (βλ. Μέρος Ι, Κεφ. 2.4.1).

Για την τεκμηρίωση των άμεσων φθορών που προκύπτουν από την ανάπτυξη βλάστησης πάνω σε μέλη των μνημείων συγκεντρώθηκαν τα δεδομένα που αφορούσαν τα είδη με υψηλό Δείκτη Επικινδυνότητας (βλ. Μέρος ΙΙ, Κεφ. 1.1.1) και τον τύπο θέσης (βλ. Μέρος Ι, Κεφ. 1.2, Lisci *et al.*, 2003), κυρίως δέντρα και θάμνοι, που είχαν καταγραφεί στο σύνολό τους σε όλη την επιφάνεια του μνημείου (βλ. Μέρος Ι, Κεφ. 2.4.2), τα οποία σχετίζονται με μηχανικές μετατοπίσεις των μελών. Για τις φθορές που προκαλούνται από αυτοφυή ποώδη είδη με χαμηλό ΔΕ (χημική διάβρωση και αύξηση υγρασίας στο εσωτερικό των μελών) καταρτίστηκαν οι κατάλογοι των φυτικών ειδών, που καταγράφηκαν πάνω στα μέλη των μνημείων και οι τύποι θέσης στους οποίους διαπιστώθηκαν προσβολές.

2.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΜΕ ΦΛΟΓΙΣΗ

Λαμβάνοντας υπ όψιν ότι η φλόγιση είναι μια μη χημική μέθοδος καταπολέμησης ζιζανίων, θα ήταν ωφέλιμο να μελετηθεί η αποτελεσματικότητα της εφαρμογής της μεθόδου σε αρχαιολογικούς χώρους. Ο στόχος του πειράματος φλόγισης είναι να διακριβωθεί η αποτελεσματικότητα δύο δόσεων προπανίου και πολλαπλών εφαρμογών φλόγισης σε ζιζανιοτάπητα αρχαιολογικών χώρων της Ελλάδας.

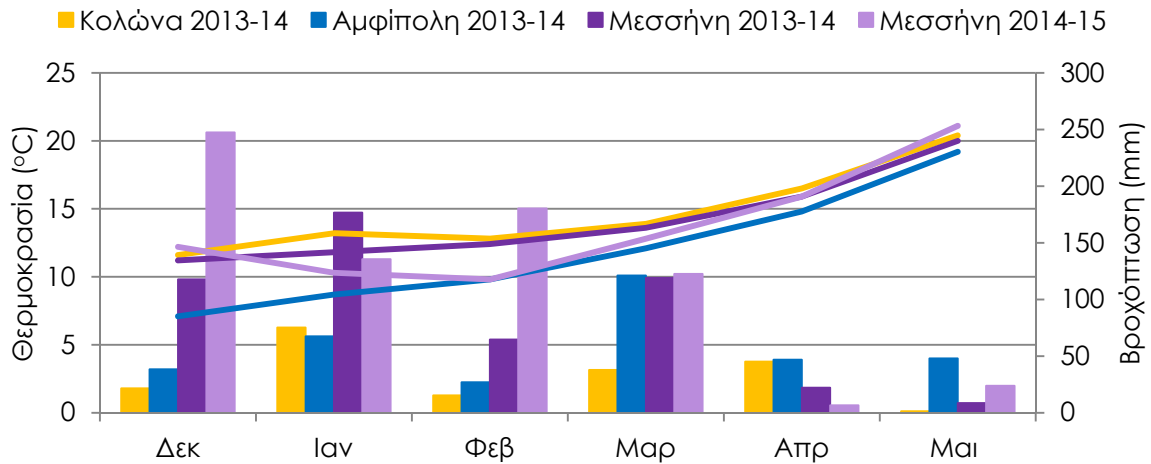
2.3.1 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΑΓΡΩΝ

Για τη μελέτη των επεμβάσεων φλόγισης στην ανάπτυξη ζιζανίων, διεξήχθη πείραμα, το οποίο διήρκεσε δύο έτη, σε τρεις αρχαιολογικούς χώρους: στην Κολώνα, τη Μεσσήνη και την Αμφίπολη. Η κύρια περίοδος ανάπτυξης ζιζανίων στους αρχαιολογικούς χώρους της Μεσογείου είναι από το Νοέμβριο έως τον Απρίλιο. Κατά τη διάρκεια του θέρους, λόγω των ξηροθερμικών συνθηκών, δεν ευνοείται η ανάπτυξη ζιζανίων και οι εφαρμογές καταπολέμησης ζιζανίων περιορίζονται στη χειμερινή περίοδο. Μετεωρολογικά δεδομένα από την περίοδο των πειραματικών δοκιμών παρουσιάζονται στο Σχήμα 15, όπου παρατηρείται ότι, προς το τέλος της περιόδου των πειραματικών δοκιμών, υπάρχει αύξηση της θερμοκρασίας και μείωση του επιπέδου των βροχοπτώσεων, που σηματοδοτούν και το τέλος της χειμερινής βλαστητικής περιόδου.

Κατά το πρώτο πειραματικό έτος (2013-14), τα πειράματα ξεκίνησαν στην Κολώνα στις 29 Νοεμβρίου 2013, στην Αρχαία Μεσσήνη στις 23 Ιανουαρίου 2014 και στην Αμφίπολη στις 13 Μαρτίου 2014. Οι διαφορές στις ημερομηνίες έναρξης των πειραματικών δοκιμών βασίστηκαν στις εποχικές διαφορές μεταξύ των περιοχών, που οδηγούν σε διαφορές στις περιόδους ανάπτυξης των ζιζανίων. Στην Κολώνα παρατηρήθηκε η πιο πρώιμη ανάπτυξη ζιζανίων (Νοέμβριος) ενώ αντίθετα στην Αμφίπολη η πιο όψιμη (Φεβρουάριος). Η ημερομηνία έναρξης των εφαρμογών φλόγισης καθορίστηκε με βάση το μέσο ύψος των ζιζανίων, το οποίο κατά την πρώτη εφαρμογή κυμαίνονταν από 10 cm έως 20 cm (Εικόνα 44).



Εικόνα 44: (α) Ο πειραματικός αγρός στη Μεσσήνη, την ημέρα 0, τη δεύτερη πειραματική χρονιά (2014-15) και (β) η εφαρμογή φλόγισης στον πειραματικό αγρό της Κολώνας την ημέρα 0, την πρώτη πειραματική χρονιά (2013-14)



Σχήμα 15: Μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C) και μηνιαία βροχόπτωση (mm), κατά τη διάρκεια των πειραματικών δοκιμών φλόγισης στην Κολώνα, Αμφίπολη και Μεσσήνη, κατά το πρώτο πειραματικό έτος (2013-14) και στη Μεσσήνη, κατά το δεύτερο πειραματικό έτος (2014-15)

Κατά τον πειραματισμό ακολουθήθηκε το σχέδιο των εντελώς τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων, με επτά επεμβάσεις και τρεις επαναλήψεις (σύνολο τεμαχίων 21). Τα τεμάχια είχαν διαστάσεις 2 m επί 2 m και οι επεμβάσεις αφορούσαν δύο δόσεις προπτανίου, 99 kg ha⁻¹ (χαμηλή, X) και 129 kg ha⁻¹ (υψηλή, Y), οι οποίες εφαρμόστηκαν δύο (2), τρεις (3) ή τέσσερις (4) φορές σε διαστήματα 14 ημερών και τεμάχια μάρτυρες στα οποία δεν έγινε καμία μεταχείριση (εφεξής οι επεμβάσεις θα αναφέρονται ως 2X, 2Y, 3X, 3Y, 4X, 4Y και M). Για τις επεμβάσεις χρησιμοποιήθηκε το φλόγιστρο πλάτης PiroBag One (Maito s.r.l. via Romana 68, Arezzo, Italy), το οποίο έφερε κεφαλή μήκους 30 cm, η οποία παρήγαγε φλόγα μήκους περίπου 40 cm. Κατά τη διάρκεια των εφαρμογών κάθε τεμάχιο φλογίζονταν ομοιόμορφα για 52 sec (Εικόνα 44). Με αυτή την ταχύτητα αποδίδονταν δόση προπτανίου 99 kg ha⁻¹, όταν η πίεση λειτουργίας του οργάνου ήταν 200 kPa και 129 kg ha⁻¹, όταν η πίεση λειτουργίας του οργάνου ήταν 350 kPa. Οι δόσεις και ο αριθμός εφαρμογών επελέγησαν με βάση προπείραμα της περιόδου 2012-13. Απαραίτητη προϋπόθεση κατά τη διάρκεια των επεμβάσεων φλόγισης ήταν η απουσία σταγονιδίων νερού στην επιφάνεια των φύλλων των φυτών, τα οποία θα μείωναν την αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων (Datta & Knezevic, 2013). Έτσι, οι επεμβάσεις γίνονταν με αίθριο καιρό κατά τις μεσημεριανές ώρες έτσι ώστε να έχει εξατμιστεί εντελώς τυχούσα δρόσος.

Κατά το δεύτερο πειραματικό έτος (2014-15) το πείραμα επαναλήφθηκε μόνο σε ένα αρχαιολογικό χώρο και πιο συγκεκριμένα στη Μεσσήνη. Κατά το πείραμα επαναλήφθηκαν οι πιο πετυχημένες επεμβάσεις, ως προς τον έλεγχο των ζιζανίων, του πρώτου πειραματικού έτους ακολουθώντας το σχέδιο των εντελώς τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων, με πέντε επεμβάσεις και τρεις επαναλήψεις (σύνολο τεμαχίων 15). Οι επεμβάσεις αφορούσαν δύο

δόσεις προπανίου, 99 kg ha⁻¹ (χαμηλή, Χ) και 129 kg ha⁻¹ (υψηλή, Υ), οι οποίες εφαρμόστηκαν τρεις (3) ή τέσσερις (4) φορές σε διαστήματα 14 ημερών και τεμάχια μάρτυρες στα οποία δεν έγινε καμία επέμβαση (εφεξής οι επεμβάσεις θα αναφέρονται ως 3Χ, 3Υ, 4Χ, 4Υ και Μ). Οι εφαρμογές έγιναν με όμοιο τρόπο όπως το πρώτο έτος.

2.3.2 ΣΥΝΘΕΣΗ ΖΙΖΑΝΙΟΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ

Το πιο άφθονο είδος σε όλους τους πειραματικούς αγρούς ήταν η αγριοβρώμη (*Avena sterilis* L.). Η μέση κάλυψη των τεμαχίων με αγριοβρώμη ήταν 72,1% στην Κολώνα, 69,3% στην Αμφίπολη και 55,1% και 74,3% στη Μεσσήνη, το πρώτο και δεύτερο πειραματικό έτος αντίστοιχα. Ακόμη εμφανίζονταν διαφορετικά πλατύφυλλα είδη, όπως η οξαλίδα (*Oxalis pes carrae* L.) με ποσοστό 11,3% στην Κολώνα, το γεράνιο (*Geranium brutium* L.) με ποσοστό 14,7% στην Αμφίπολη και η καλέντουλα (*Calendula arvensis* L.) με ποσοστό 42,2% και 13,7% στη Μεσσήνη, το πρώτο και δεύτερο πειραματικό έτος αντίστοιχα. Άλλα είδη εμφανίζονταν σποραδικά και σε πολύ μικρά ποσοστά στα τεμάχια και περιλάμβαναν τα είδη: σιληνή η έγχρωμη (*Silene colorata* Poir.), καλέντουλα, μαύρο σινάπι (*Sinapis nigra* L.), μολόχα (*Malva sylvestris* L.) και ήρα (*Lolium rigidum* Gaudin), στην Κολώνα, αγριόβικος (*Vicia lutea* L.), σκαρολάχανο (*Mercurialis annua* L.) και άνηθο (*Anethum graveolens* L.), στη Μεσσήνη το πρώτο έτος και αγριόβικος και γεράνιο στη Μεσσήνη, το δεύτερο έτος.

2.3.3 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Κατά το πρώτο πειραματικό έτος, το επίπεδο ελέγχου των ζιζανίων (ζημία) εκτιμήθηκε οπτικά κατά τις ημέρες 1, 14, 28, 42 και 72, μετά την πρώτη εφαρμογή φλόγισης. Οι οπτικές εκτιμήσεις του επιπέδου ελέγχου ζιζανίων εκφράζονται ως ποσοστό (%) του πειραματικού τεμαχίου που έχει υποστεί ζημία από τις επεμβάσεις φλόγισης, με τιμή 0, για καμία ζημία των ζιζανίων και 100 για θάνατο των ζιζανίων του συνόλου του τεμαχίου (Ulloa *et al.*, 2010a). Οι οπτικές εκτιμήσεις του επιπέδου ελέγχου αφορούσαν το σύνολο του τεμαχίου, αλλά και κάθε είδος που συμμετείχε στη σύνθεση των τεμαχίων ξεχωριστά. Κατά την ημέρα 72 (τελευταία ημέρα του πειράματος) μετρήθηκε το ύψος είκοσι τυχαίων ατόμων σε κάθε τεμάχιο και συλλέχθηκε υπέργεια φυτική βιομάζα, από πλαίσιο διαστάσεων 50 cm επί 50 cm, το οποίο τοποθετήθηκε στο κέντρο κάθε πειραματικού τεμαχίου. Με τη χρήση ηλεκτρικού ψαλιδιού μπορντούρας αποκόβονταν η φυτική βιομάζα, που περικλείονταν στο πλαίσιο, στην επιφάνεια του εδάφους. Στη συνέχεια η νωπή βιομάζα, από κάθε τεμάχιο ξεχωριστά τοποθετούνταν σε πλαστική σακούλα, που κλείνονταν ερμητικά, έτσι ώστε να μην χάσει υγρασία. Την επόμενη μέρα τα δείγματα μεταφέρονταν στο Εργαστήριο, όπου ζυγίζονταν το νωπό βάρος και στη συνέχεια τα δείγματα τοποθετούνταν σε χάρτινες σακούλες, σε κλίβανο (ED 400, BINDER GmbH, Tuttlingen, Germany), όπου αποξηραίνονταν για 3-4 ημέρες στους 70 °C. Μετά την ολοκλήρωση της

διαδικασίας αποξήρανσης τα δείγματα αφαιρούνταν από τον κλίβανο και ζυγίζονταν εκ νέου. Από τις μετρήσεις της νωπής και ξηρής φυτικής βιομάζας, υπολογίστηκε η μείωση του βάρους ως ποσοστό (%) σε σύγκριση με τη βιομάζα που συλλέχθηκε από τα τεμάχια μάρτυρες. Κατά το δεύτερο πειραματικό έτος ακολουθήθηκαν οι ίδιες διαδικασίες για τις μετρήσεις με εξαίρεση την τελευταία μέρα του πειράματος, η οποία μετακινήθηκε στην ημέρα 100, μετά την πρώτη εφαρμογή φλόγισης, για να τεκμηριωθεί περαιτέρω η υπολειμματική διάρκεια των αποτελεσμάτων των εφαρμογών.

2.3.4 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων, του επιπέδου ελέγχου των ζιζανίων, πραγματοποιήθηκε πολυπαραγοντική ανάλυση των δεδομένων, σύμφωνα με το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο, ορίζοντας ως κύριο τεμάχιο τη δόση προπανίου, ως υποτεμάχιο τον αριθμό εφαρμογών και υπο-υποτεμάχιο το χρόνο (ημερομηνίες μετρήσεων), με τη χρήση του λογισμικού JMP® ver. 8 (SAS Institute Inc.). Η ανάλυση των δεδομένων, στην πλειοψηφία των χώρων, έδειξε σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων του πειράματος, δηλαδή τη δόση προπανίου και τον αριθμό εφαρμογών φλόγισης και δεν επέτρεψε την περαιτέρω πολυπαραγοντική ανάλυση των δεδομένων (Παράρτημα IV). Έτσι, στα δεδομένα του επιπέδου ελέγχου των ζιζανίων, πραγματοποιήθηκε μονοπαραγοντική ανάλυση, με τη μέθοδο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο, με τις επεμβάσεις ως κύριο τεμάχιο και το χρόνο (ημερομηνίες λήψης αποτελεσμάτων) ως υποτεμάχιο, με τη χρήση του λογισμικού JMP® ver. 8 (SAS Institute Inc.). Οι μέσοι των επεμβάσεων διαχωρίστηκαν με τη χρήση της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς του Fisher (LSD), για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($P < 0.05$). Λόγω στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των χώρων τα δεδομένα παρουσιάζονται για κάθε χώρο και χρονιά ξεχωριστά.

Στα δεδομένα που αφορούσαν το επίπεδο ελέγχου των άφθονων ζιζανίων, το ύψος των ζιζανίων και τη βιομάζα που συλλέχθηκε από τα τεμάχια, την τελευταία πειραματική ημέρα, πραγματοποιήθηκε μονοπαραγοντική ανάλυση διασποράς, για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($P < 0.05$), με τη χρήση του λογισμικού Statgraphics Centurion ver. 15.2.11 (Statpoint Technologies Inc. Warrenton, VA, USA).

2.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΜΕ ΗΛΙΟΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ

Καθώς η ηλιοαπολύμανση είναι αποδεκτή μέθοδος στα πλαίσια της βιολογικής γεωργίας και η χώρα μας παρουσιάζει κατάλληλες κλιματικές συνθήκες για την εφαρμογή της, θα ήταν χρήσιμη η μελέτη της αποτελεσματικότητας της μεθόδου, με στόχο την εφαρμογή της σε αρχαιολογικούς χώρους. Ο στόχος της μελέτης είναι να διαπιστωθεί η αποτελεσματικότητα της μεθόδου στον περιορισμό ζιζανίων, σε δύο περιόδους εφαρμογής, με δύο τύπους πλαστικού και δύο τύπους προετοιμασίας του εδάφους, σε σχέση με τη θερμοκρασία εδάφους.

2.4.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΑΓΡΩΝ

Η πειραματική μελέτη της ηλιοαπολύμανσης διεξήχθη σε πειραματικό αγρό στο Δενδροκομείο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στο Βοτανικό από τις 10 Ιουλίου 2014 έως τις 21 Απριλίου 2015. Η εγκατάσταση του πειράματος ακολούθησε το πειραματικό σχέδιο των υποδιαιρεμένων τεμαχίων, ορίζοντας ως κύριο τεμάχιο το είδος εδαφοκάλυψης (δύο τύποι πλαστικού φιλμ και ακάλυπτα τεμάχια ως μάρτυρες) και ως υποτεμάχιο το είδος εδαφοκατεργασίας (με και χωρίς εδαφοκατεργασία). Η κάθε επέμβαση είχε τρεις επαναλήψεις και τα πειραματικά τεμάχια είχαν διαστάσεις 2 m επί 2 (σύνολο 18 πειραματικά τεμάχια, Εικόνα 45). Οι επεμβάσεις είδους εδαφοκάλυψης και εδαφοκατεργασίας αξιολογήθηκαν σε δύο περιόδους εφαρμογής. Πιο συγκεκριμένα η πρώτη περίοδος εφαρμογής διήρκεσε από τις 10 Ιουλίου έως 20 Αυγούστου 2014 (περίοδος Αυγούστου) και η δεύτερη περίοδος διήρκεσε από τις 20 Αυγούστου έως 30 Σεπτεμβρίου 2014 (περίοδος Σεπτεμβρίου),

Οι τύποι πλαστικού φιλμ ήταν διαφανές (PE, με πάχος 50 μm, Thermosol, Eurofilm, Μάντζαρης Α.Ε., Κορινθία, Ελλάδα, Εικόνα 47) και αδιαφανές (MDPE-LLDPE, με πάχος 40 μm, Γεωφίλμ μαύρο, Eurofilm, Μάντζαρης Α.Ε., Κορινθία, Ελλάδα, Εικόνα 48), ενώ ως μάρτυρες, χρησιμοποιήθηκαν ακάλυπτα τεμάχια.

Πριν από τη διάστρωση των πλαστικών και στις δύο περιόδους εφαρμογής έγινε εδαφοκατεργασία με φρέζα, σε όσα τεμάχια προβλέπονταν, σε βάθος 10 cm, ακολούθησε η διάνοιξη αυλάκων περιφερικά των τεμαχίων, για την παράχωση των πλαστικών φύλλων και η άρδευση του εδάφους μέχρι του σημείου κορεσμού (Εικόνα 46). Τέλος, διαστρώθηκε το πλαστικό φύλλο, διαφανές ή αδιαφανές, το οποίο παραχώθηκε περιφερικά του τεμαχίου για την αποφυγή ανταλλαγής αερίων με το περιβάλλον (Εικόνες 47, 48).

2.4.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Κατά τη διάρκεια των περιόδων, κατά τις οποίες τα τεμάχια παρέμεναν καλυμμένα με πλαστικό φιλμ, καταγράφονταν η θερμοκρασία εδάφους με αισθητήρες εδάφους PT100, UTECO (Scientact, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα), οι οποίοι ήταν τοποθετημένοι σε βάθος 5 cm από την επιφάνεια του εδάφους και μετρούσαν τη θερμοκρασία ανά διαστήματα 30 min. Ακόμη, καταγράφονταν η θερμοκρασία του αέρα σε ύψος 1 m από την επιφάνεια του εδάφους, ανά διαστήματα 10 min.



Εικόνα 45: Η οριοθέτηση των πειραματικών τεμαχίων στον αγρό του ΓΠΑ



Εικόνα 46: Η διάνοιξη αυλακιού περιφερικά των τεμαχίων για την παράχωση του φύλλου πλαστικού



Εικόνα 47: Η διάστρωση του διαφανούς φύλλου πλαστικού στα τεμάχια



Εικόνα 48: Η διάστρωση του αδιαφανούς φύλλου πλαστικού στα τεμάχια

Για τη μέτρηση της αποτελεσματικότητας της μεθόδου, μετά την περίοδο των εφαρμογών, γίνονταν οπτική εκτίμηση του επίπεδου ελέγχου των ζιζανίων (ζημία) και εκφράζονταν ως ποσοστό του τεμαχίου που παρέμενε ακάλυπτο, με τιμή 0 για την πλήρη κάλυψη του τεμαχίου από ζιζάνια και 100 για την πλήρη απουσία ζιζανίων. Οι εκτιμήσεις των παραπάνω παραμέτρων γίνονταν ανά 15 ημέρες, μετά το τέλος των εφαρμογών και για διάστημα εννέα μηνών, κατά τη διάρκεια της επόμενης χειμερινής βλαστητικής περιόδου. Στις 19 Μαρτίου 2015, ένα μήνα πριν τη λήξη του πειράματος, συλλέχθηκε υπέργεια φυτική βιομάζα από τετράγωνο πλαίσιο, διαστάσεων 50 cm επί 50 cm, που τοποθετήθηκε στο κέντρο του τεμαχίου. Με τη χρήση ηλεκτρικού ψαλιδιού μπορντούρας αποκόβονταν η φυτική βιομάζα, που περικλείονταν στο πλαίσιο, στην επιφάνεια του εδάφους. Στη συνέχεια η νωπή βιομάζα, από κάθε τεμάχιο τοποθετούνταν ξεχωριστά σε πλαστική σακούλα, που κλείνονταν ερμητικά, έτσι ώστε να μην χάσει υγρασία. Τα δείγματα μεταφέρονταν στο Εργαστήριο, όπου ζυγίζονταν το νωπό βάρος και στη συνέχεια τοποθετούνταν σε χάρτινες σακούλες στον κλίβανο (ED 400, BINDER GmbH, Tuttlingen, Germany), όπου αποξηραίνονταν για 3-4 ημέρες στους 70 °C. Μετά την

ολοκλήρωση της διαδικασίας αποξήρανσης τα δείγματα αφαιρούνταν από τον κλίβανο και ζυγίζονταν εκ νέου.

2.4.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Για τη σύγκριση των δύο περιόδων εφαρμογής της ηλιοαπολύμανσης πραγματοποιήθηκε ανάλυση των δεδομένων ελέγχου των ζιζανίων, σύμφωνα με το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο, ορίζοντας ως κύριο τεμάχιο το σύνολο των επεμβάσεων εδαφοκάλυψης και εδαφοκατεργασίας για κάθε περίοδο εφαρμογής και ως υποτεμάχιο το χρόνο (ημερομηνίες μετρήσεων), με τη χρήση του λογισμικού JMP® ver. 8 (SAS Institute Inc.). Επιπλέον, για κάθε περίοδο εφαρμογής πραγματοποιήθηκε ανάλυση των δεδομένων ελέγχου των ζιζανίων, σύμφωνα με το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο, ορίζοντας ως κύριο τεμάχιο το είδος εδαφοκάλυψης, ως υποτεμάχιο το είδος εδαφοκατεργασίας και υπο-υποτεμάχιο το χρόνο (ημερομηνίες μετρήσεων), με τη χρήση του λογισμικού JMP® ver. 8 (SAS Institute Inc.). Οι μέσοι των επεμβάσεων διαχωρίστηκαν με τη χρήση της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς του Fisher (LSD), για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($P < 0.05$).

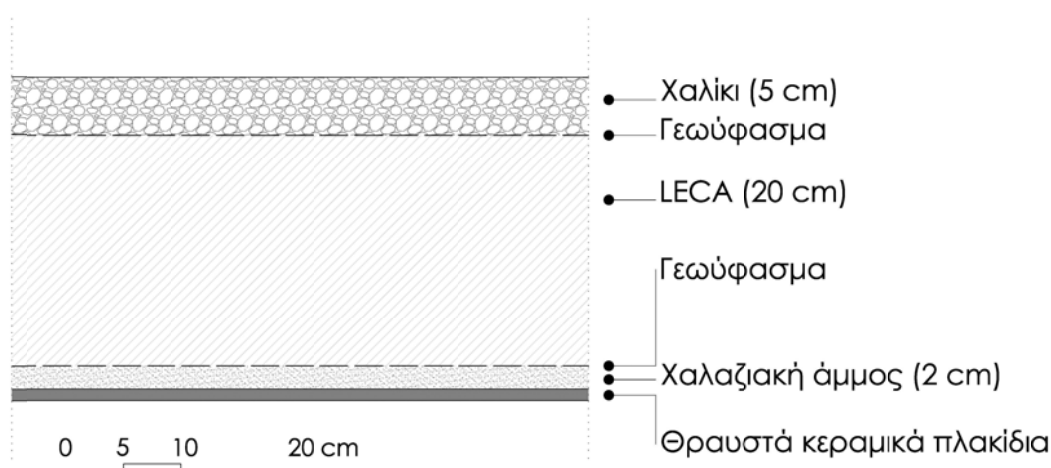
Για τη σύγκριση των δύο περιόδων εφαρμογής της ηλιοαπολύμανσης, στα δεδομένα που αφορούσαν τη βιομάζα, που συλλέχθηκε κατά την τελευταία ημερομηνία δειγματοληψίας από τα τεμάχια, πραγματοποιήθηκε μονοπαραγοντική ανάλυση διασποράς στο σύνολο των επεμβάσεων εδαφοκάλυψης και εδαφοκατεργασίας, ενώ για κάθε περίοδο ξεχωριστά πραγματοποιήθηκε πολυπαραγοντική ανάλυση διασποράς, με τη χρήση του λογισμικού JMP® ver. 8 (SAS Institute Inc.). Οι μέσοι των επεμβάσεων διαχωρίστηκαν με τη χρήση της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς του Fisher (LSD) για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($P < 0.05$).

2.5 ΚΑΤΑΧΩΣΗ ΨΗΦΙΔΩΤΩΝ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΕΥΠΑΘΩΝ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ

Δεδομένου ότι η κατάχωση είναι μια μέθοδος που υιοθετείται από την Ελληνική Αρχαιολογική Υπηρεσία, κρίθηκε σκόπιμο να διερευνηθεί η συμπεριφορά δύο γεωφασμάτων, που είναι διαθέσιμα στην εγχώρια αγορά, ως προς την ικανότητά τους να αποτρέπουν την ανάπτυξη βλάστησης, σε στρώματωση κατάχωσης, με επιλεγμένα αδρανή υλικά. Στόχος είναι να βρεθεί μια άμεσα εφαρμόσιμη πρόταση, εναρμονισμένη με τη σύγχρονη βιβλιογραφία, για την προστασία ψηφιδωτών και άλλων ευπαθών ευρημάτων σε αρχαιολογικούς χώρους της Ελλάδας.

2.5.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ

Για την δοκιμή, ως προς την αποτροπή βλάστησης, σε στρώση κατάχωσης, κατασκευάστηκαν πειραματικά δοκίμια, στον αγρό του Εργ. Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στο Βοτανικό. Το πείραμα διήρκεσε 18 μήνες, από τον Δεκέμβριο του 2014 έως τον Ιούνιο του 2016. Η διάταξη της κατάχωσης περιλάμβανε, κατά σειρά, τις εξής στρώσεις: α) προσομοίωση ψηφιδωτού δαπέδου, με θραυστά κεραμικά πλακίδια, β) χαλαζιακή άμμο (διατομής 0-2 mm), σε στρώση πάχους 2 cm, γ) γεωύφασμα, δ) σφαιρίδια ψημένης αργίλου (LECA, Light Expansion Clay Agrigate, διατομής 10-20 mm), σε στρώση πάχους 20 cm, ε) γεωύφασμα και στ) φυσική ψηφίδα (χαλίκι, διατομής 2-4 mm) σε στρώση πάχους 5 cm (Εικόνα 49). Η προμήθεια της χαλαζιακής άμμου, των σφαιριδίων ψημένης αργίλου (LECA) και της φυσικής ψηφίδας έγινε από τον Δαλκαφούκη Οίκος ΕΠΕ (Θεσσαλονίκη), ο οποίος διαθέτει πιστοποίηση ISO 9001 για την «Εμπορία και παραγωγή παραδοσιακών δομικών υλικών και υλικών αποκατάστασης ιστορικών κτιρίων» (Παράρτημα XI).



Εικόνα 49: Τομή της πειραματικής διάταξης υλικών για κατάχωση ψηφιδωτών δαπέδων, διακρίνονται οι στρώσεις των υλικών

Οι επεμβάσεις αφορούσαν δύο τύπους γεωφάσματος, υφαντό και μη υφαντό, και δύο επίπεδα καταιονισμού, ήτοι με και χωρίς τεχνητό καταιονισμό. Τα δύο γεωφάσματα ήταν α) ένα μη υφαντό γεωφάσμα από πολυεστέρα, ECOFELT PES-SB 150 GR/MQ (ECOFIBRE, Montale, Italy, βλ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ XII, Τεχνικά δελτία υλικών) και β) ένα υφαντό γεωφάσμα από πολυπροπυλένιο (Hellaagro A.E., Ασπρόπυργος Αττικής, Ελλάδα, βλ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ XII, Τεχνικά δελτία υλικών).

Οι επεμβάσεις καταιονισμού επελέγησαν ως παράγοντας πίεσης, ο οποίος προάγει τη βλάστηση των φυτών σε βάρος των υλικών. Για τον καθορισμό του ύψους του τεχνητού καταιονισμού επελέγη μια περιοχή της χώρας με πολύ υψηλή βροχόπτωση, η Άρτα και δεδομένα αφορούσαν την περίοδο των ετών 1975–2004 (geoclima.gr, 2016). Τα δοκίμια, στα οποία δεν γίνονταν καταιονισμός, δέχονταν τη φυσική βροχόπτωση της Αθήνας. Αντίθετα, στα δοκίμια στα οποία εφαρμόστηκε καταιονισμός, το ύψος άρδευσης ήταν ίσο με τη διαφορά του ύψους βροχόπτωσης μεταξύ Αθήνας και Άρτας, για κάθε τρίμηνο του έτους (Πίνακας 9). Ο καταιονισμός εφαρμόζονταν με εκτοξευτήρες MP3000 (Hunter), με ακτίνα κάλυψης 7 m και παροχή, 2,63 l/min, για 15 min ανά ημέρα, τους μήνες Ιανουάριος έως Μάρτιος, 15 min ανά 2 ημέρες τους μήνες Απρίλιος έως Μάιος, 13 min ανά 7 ημέρες τους μήνες Ιούνιος έως Αύγουστος και 15 min ανά ημέρα, τους μήνες Οκτώβριος έως Δεκέμβριος, κατά τη διάρκεια του πειράματος (Δεκέμβριος 2014 έως Ιούνιος 2016).

Πίνακας 9: Ύψος (mm) βροχόπτωσης σε Αθήνα και Άρτα, ανά τρίμηνο του έτους. Τα δεδομένα αφορούν τα έτη 1975-2004 (geoclima.gr, 2016)

	Χειμώνας (Α' τρίμ.)	Άνοιξη (Β' τρίμ.)	Καλοκαίρι (Γ' τρίμ.)	Φθινόπωρο (Δ' τρίμ.)
	Ύψος βροχόπτωσης (mm)			
Αθήνα	140,54	80,68	13,80	99,71
Άρτα	427,19	217,15	48,36	371,82

Τα πειραματικά δοκίμια ακολουθούσαν το σχέδιο των υποδιαιρεμένων τεμαχίων, με κύριο τεμάχιο το επίπεδο άρδευσης και υποτεμάχιο τον τύπο του γεωφάσματος και τρεις επαναλήψεις ανά επέμβαση.

Πριν από την κατασκευή των πειραματικών δοκιμίων, ο χώρος ισοπεδώθηκε με εκσκαφέα Bobcat. Για την κατασκευή των δοκιμίων μορφοποιήθηκαν ξύλινα πλαίσια, διαστάσεων 1 m x 2 m x 0,3 m, μέσα στα οποία εγκιβωτίστηκαν οι διατάξεις προστασίας των ψηφιδωτών δαπέδων. Για την κατασκευή των πειραματικών δοκιμίων πρώτα διαστρώθηκαν στα ξύλινα πλαίσια, τα κεραμικά πλακίδια, τα οποία στη συνέχεια διαιρέθηκαν σε μικρότερα κομμάτια

ώστε να προσομοιάζουν ψηφιδωτό δάπεδο (Εικόνες 50, 51). Στη συνέχεια απλώθηκε η χαλαζιακή άμμος και από πάνω τοποθετήθηκε το πρώτο φύλλο γεωυφάσματος (Εικόνες 52-55). Ακολούθως τοποθετήθηκε η στρώση LECA και από πάνω καλύφθηκε με το δεύτερο φύλλο γεωυφάσματος (Εικόνες 56-58). Τέλος, τοποθετήθηκε η στρώση με ψηφίδα για την προστασία και σταθεροποίηση των υπολοίπων στρώσεων (Εικόνες 59, 60).

2.5.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Οι μετρήσεις αφορούσαν το επίπεδο προσβολής των τεμαχίων από ζιζάνια, ως ποσοστιαία επιφάνεια του τεμαχίου που καλύπτονταν από ζιζάνια, με 0 για καμία προσβολή και 100 για πλήρη κάλυψη του τεμαχίου από ζιζάνια. Μετρήσεις λαμβάνονταν ανά 15 ημέρες, για 18 μήνες, από τον Δεκέμβριο του 2014 έως τον Ιούνιο του 2016. Ταυτόχρονα γίνονταν δειγματοληπτικός έλεγχος, στα φυτικά είδη που φύονταν στα πειραματικά δοκίμια, ως προς το αν οι ρίζες τους είχαν διαπεράσει την ανώτερη διαχωριστική στρώση γεωυφάσματος και καταγράφονταν τα είδη των ζιζανίων που φύονταν στα τεμάχια.

2.5.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων, του επιπέδου προσβολής των τεμαχίων από ζιζάνια, πραγματοποιήθηκε ανάλυση των δεδομένων, σύμφωνα με το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο, ορίζοντας ως κύριο τεμάχιο το επίπεδο καταιονισμού, ως υποτεμάχιο τον τύπο γεωυφάσματος και ως υπο-υποτεμάχιο το χρόνο (ημερομηνίες μετρήσεων), με τη χρήση του λογισμικού JMP® ver. 8 (SAS Institute Inc.). Η πολυπαραγοντική ανάλυση των δεδομένων, έδειξε σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων του πειράματος, δηλαδή του επιπέδου καταιονισμού και του τύπου γεωυφάσματος και δεν επέτρεψε την περαιτέρω πολυπαραγοντική ανάλυση των δεδομένων (Παράρτημα VI). Έτσι, πραγματοποιήθηκε μονοπαραγοντική ανάλυση, με τη μέθοδο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο, με τις επεμβάσεις ως κύριο τεμάχιο και το χρόνο (ημερομηνίες λήψης αποτελεσμάτων) ως υποτεμάχιο, με τη χρήση του λογισμικού JMP® ver. 8 (SAS Institute Inc.). Οι μέσοι των επεμβάσεων διαχωρίστηκαν με τη χρήση της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς του Fisher (LSD), για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($P < 0.05$).



Εικόνα 50: Τα ξύλινα καλούπια στα οποία εγκιβωτίστηκαν οι πειραματικές διατάξεις κατάχωσης



Εικόνα 51: Τα θραυστά κεραμικά πλακίδια στη βάση των καταχώσεων



Εικόνα 52: Η προσθήκη της χαλαζιακής άμμου



Εικόνα 53: Η στρώση της χαλαζιακής άμμου



Εικόνα 54: Η πρώτη στρώση γεωφάσματος πάνω από τη χαλαζιακή άμμο, διακρίνονται οι δύο τύποι γεωφάσματος άσπρο: μη υφαντό, μαύρο: υφαντό



Εικόνα 55: Η πρώτη στρώση γεωφάσματος, διακρίνονται οι δύο τύποι, άσπρο: μη υφαντό, μαύρο: υφαντό



Εικόνα 56: Η στρώση του LECA



Εικόνα 57: Ισοπέδωση της στρώσης του LECA



Εικόνα 58: Η δεύτερη στρώση γεωφάσματος διακρίνονται οι δύο τύποι, άσπρο: μη υφαντό, μαύρο: υφαντό



Εικόνα 59: Η στρώση της ψηφίδας



Εικόνα 60: Το τελικό αποτέλεσμα, διακρίνεται η τελευταία στρώση της διάταξης, η ψηφίδα

2.6 ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΧΩΡΟΥΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΠΙΣΚΕΠΤΩΝ

Με δεδομένο ότι εφαρμογές με αδρανή υλικά χρησιμοποιούνται σε αρχαιολογικούς χώρους, θεωρήθηκε χρήσιμο να διερευνηθούν υλικά που είναι διαθέσιμα στην εγχώρια αγορά και πληρούν κριτήρια που άπτονται της αισθητικής και της αντιστρεψιμότητας της επέμβασης, ως προς την ικανότητά τους να αποτρέπουν τη βλάστηση.

2.6.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ

Για την δοκιμή αδρανών υλικών εδαφοκάλυψης, για χώρους κίνησης επισκεπτών, ως προς την αποτροπή ανάδυσης βλάστησης, εγκαταστάθηκε πείραμα στο αγρό του Εργ. Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στο Βοτανικό. Το πείραμα εγκαταστάθηκε τον Δεκέμβριο του 2014 και έληξε τον Ιούνιο του 2016. Οι επεμβάσεις αφορούσαν τέσσερις τύπους υλικών εδαφοκάλυψης και ακάλυπτο έδαφος και δύο επίπεδα καταιονισμού (με και χωρίς τεχνητό καταιονισμό). Τα πειραματικά τεμάχια, διαστάσεων 1 m x 2 m, ακολουθούσαν το σχέδιο των υποδιαιρεμένων τεμαχίων με κύριο τεμάχιο το επίπεδο καταιονισμού και υποτεμάχιο το είδος του υλικού, σε τρεις επαναλήψεις.

Τα δύο επίπεδα τεχνητού καταιονισμού αφορούσαν ό,τι εφαρμόστηκε και στην περίπτωση των καταχώσεων, δηλαδή αύξηση του ύψους του νερού που δέχονταν τα πειραματικά τεμάχια, μέχρι το επίπεδο του ύψους βροχόπτωσης της Άρτας, ως παράγοντας πίεσης που προάγει τη βλάστηση σε βάρος των υλικών (Κεφ. 2.5.1).

Τα υλικά που δοκιμάστηκαν ήταν:

- Hydromedia, pervious concrete (LaFarge Beton ABEE, Παιανία, Αττική, Ελλάδα),
- Sand (LaFarge Beton ABEE, Παιανία, Αττική, Ελλάδα),
- Κονίαμα Μακεδονικών Τάφων (ΜΤ) (Δαλκαφούκη Οίκος ΕΠΕ, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα) και
- Γεωύφασμα και φυσική ψηφίδα (χαλίκι), διατομής 4-6 mm, σε στρώση πάχους 5 cm.

Τα υλικά Hydromedia και Sand, επελέγησαν ανάμεσα από διάφορα σκυροδέματα της εταιρίας LaFarge. Το Hydromedia δεν περιέχει στη σύνθεσή του λεπτόκοκκα αδρανή υλικά και έχει αυξημένο πορώδες, που του αποδίδει εξαιρετικές αποστραγγιστικές ιδιότητες (pervious concrete). Λόγω της ιδιότητας αυτής μειώνεται ο κίνδυνος πλημμυρικών φαινομένων και αστοχίας υλικού λόγω ανύψωσης του υδροφόρου ορίζοντα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αρχαιολογικούς χώρους, που παρουσιάζουν ανάλογα φαινόμενα. Το Sand επελέγη για αισθητικούς λόγους καθώς έχει την όψη και υφή φυσικής άμμου. Και τα δύο υλικά διατίθενται σε διάφορους χρωματισμούς, γεγονός που προσδίδει ευελιξία στο σχεδιασμό ενός αρχαιολογικού χώρου, καθώς με βάση το χρωματισμό μπορεί να γίνει καλύτερη ένταξη του

υλικού στο ανάλογο περιβάλλον. Η εταιρία LaFarge δεν παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη σύνθεση των προϊόντων Hydromedia και Sand.

Η σύνθεση του κονιάματος ΜΤ επελέγη ανάμεσα από πέντε συνθέσεις κονιαμάτων, που προτάθηκαν από τον Δαλκαφούκη Οίκος ΕΠΕ, γιατί δεν περιείχε στη σύνθεσή του τσιμέντο και γιατί επίσης η όψη του θυμίζει φυσική άμμο. Η χρήση τσιμέντου πρέπει να αποφεύγεται σε αρχαιολογικούς χώρους, εκτός από λόγους αισθητικής, γιατί το τσιμέντο διασπείρει διαλυτά άλατα, που μπορεί να προκαλέσουν ζημιά στα πορώδη υλικά. Το κονίαμα ΜΤ επίσης μπορεί να έχει διάφορους χρωματισμούς για καλύτερη ένταξή του στο περιβάλλον ενός αρχαιολογικού χώρου. Η σύνθεση του κονιάματος ΜΤ αναλύεται στον Πίνακα 10:

Πίνακας 10: Υλικά και ποσοστά συμμετοχής κατά βάρος, στη σύνθεση του κονιάματος ΜΤ

Υλικό	Ποσοστό (%) συμμετοχής κατά βάρος (w/w)
Άργιλος	30
Κεραμάλευρο	10
Υδράσβεστος	10
Ψηφίδα, 4-6 mm	10
Άμμος ποταμού, 0-2 mm	20

Για την κατασκευή των δοκιμών μορφοποιήθηκαν ξύλινα πλαίσια (καλούπια), διαστάσεων 1 m x 2 m x 0,15 m, στα οποία εγκιβωτίστηκαν τα υλικά. Τα υλικά Hydromedia και Sand, χυτεύτηκαν από συνεργείο της εταιρίας LaFarge. Τα υλικά έφτασαν στο χώρο του Πανεπιστημίου σε αυτοκινούμενες μπετονιέρες, υπό συνεχή ανάδευση (Εικόνα 62). Στη συνέχεια απλώθηκε μη υφαντό γεωύφασμα από πολυεστέρα, ECOFELT PES-SB 150 GR/MQ (ECOFIBRE, Montale, Italy) στα καλούπια, για να αποφευχθεί η επαφή των υλικών με το χώμα και ακολούθως χυτεύτηκαν τα υλικά (Εικόνες 61, 63, 67). Μετά τη χύτευση τα υλικά ισοπεδώθηκαν και συμπιέστηκαν με χειροκίνητο κόπανο και βενζινοκίνητο δονητή (Εικόνες 64, 65, 68, 69).

Το κονίαμα ΜΤ παρασκευάστηκε στο χώρο του Πανεπιστημίου. Η προμήθεια των υλικών για την κατασκευή, του κονιάματος ΜΤ έγινε από τον Οίκο Δαλκαφούκη ΕΠΕ, οποίος διαθέτει πιστοποίηση ISO 9001 για την «Εμπορία και παραγωγή παραδοσιακών δομικών υλικών και υλικών αποκατάστασης ιστορικών κτιρίων» (Παράρτημα XI). Τα υλικά ανακατεύτηκαν σε βενζινοκίνητη μπετονιέρα, εν ξηρώ, και στη συνέχεια το κονίαμα χυτεύτηκε στα καλούπια (Εικόνες 70-75). Ακολούθως το ξηρό κονίαμα ισοπεδώθηκε, καταβρέχτηκε και συμπιέστηκε με χειροκίνητο κόπανο (Εικόνες 76-78). Μετά τη χύτευση όλα τα δοκίμια (Hydromedia, Sand, κονίαμα ΜΤ) καλύφθηκαν με πλαστικό φύλο για την αποτροπή της απότομης απώλειας υγρασίας και παρέμειναν καλυμμένα για μία εβδομάδα (Εικόνα 79).

Για την κατασκευή των δοκιμίων με γεωύφασμα και ψηφίδα, χρησιμοποιήθηκε υφαντό γεωύφασμα από πολυπροπυλένιο (Hellagro A.E., Ασπρόπυργος Αττικής, Ελλάδα, βλ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΙΙ, Τεχνικά δελτία υλικών) και στη συνέχεια απλώθηκε στην επιφάνειά του στρώση με ψηφίδες, διατομής 4-6 mm, πάχους 5 cm (Εικόνα 80).

2.6.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Οι μετρήσεις αφορούσαν επίπεδο αποτροπής βλάστησης, ως εκατοστιαίο ποσοστό του τεμαχίου που παρέμενε ακάλυπτο (μάρτυρας) και λαμβάνονταν ανά 15 ημέρες από την 1^η Δεκεμβρίου του 2014 έως και τις 30 Ιουνίου του 2016. Ταυτόχρονα καταγράφονταν τα είδη των ζιζανίων που φύονταν στα τεμάχια και γίνονταν δειγματοληπτικός έλεγχος, στα είδη που φύονταν στα πειραματικά δοκίμια με γεωύφασμα και ψηφίδα, ως προς το αν οι ρίζες τους είχαν διαπεράσει το γεωύφασμα ή όχι.

2.6.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων, του επιπέδου προσβολής των τεμαχίων από ζιζάνια, πραγματοποιήθηκε πολυπαραγοντική ανάλυση των δεδομένων, σύμφωνα με το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο, ορίζοντας ως κύριο τεμάχιο το επίπεδο καταιονισμού, ως υποτεμάχιο το είδος υλικού και ως υπο-υπότεμάχιο το χρόνο (ημερομηνίες μετρήσεων), με τη χρήση του λογισμικού JMP® ver. 8 (SAS Institute Inc.). Οι μέσοι των επεμβάσεων διαχωρίστηκαν με τη χρήση της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς του Fisher (LSD), για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($P < 0.05$).



Εικόνα 61: Τα ξύλινα πλαίσια (καλούπια) στα οποία εγκιβωτίστηκαν τα υλικά, διακρίνεται το λευκό γεωύφασμα που τοποθετήθηκε πριν τη χύτευση



Εικόνα 62: Μεταφορά του σκυροδέματος Hydromedia από τη μπετονιέρα προς τα καλούπια



Εικόνα 63: Χύτευση του Hydromedia στα καλούπια



Εικόνα 64: Ισοπέδωση του Hydromedia πριν τη συμπίεση



Εικόνα 65: Συμπίεση του Hydromedia με κόπανο



Εικόνα 66: Κάλυψη του δοκιμίου Hydromedia με πλαστικό μετά τη συμπίεση



Εικόνα 67: Χύτευση του Sand στα καλούπια



Εικόνα 68: Ισοπέδωση του Sand πριν από τη συμπίεση



Εικόνα 69: Συμπύεση του Sand με δονητή



Εικόνα 70: Η ανάδευση των υλικών εν ξηρώ για την κατασκευή του κονιάματος ΜΤ σε μπετονιέρα



Εικόνα 71: Η ανάδευση των υλικών εν ξηρώ για την κατασκευή του κονιάματος ΜΤ σε μπετονιέρα



Εικόνα 72: Η μεταφορά του ξηρού μίγματος για το κονίαμα ΜΤ προς τα καλούπια



Εικόνα 73: Η χύτευση του ξηρού μίγματος για το κονίαμα ΜΤ στα καλούπια



Εικόνα 74: Ομοιόμορφη κατανομή του ξηρού μίγματος για το κονίαμα ΜΤ στα καλούπια και ισοπέδωση



Εικόνα 75: Ομοιόμορφη κατανομή του ξηρού μίγματος για το κονίαμα Μ7 στα καλούπια και ισοπέδωση



Εικόνα 76: Διαβροχή του μίγματος για το κονίαμα Μ7



Εικόνα 77: Διαβροχή του μίγματος για το κονίαμα Μ7



Εικόνα 78: Συμπύεση του κονιάματος Μ7 μετά τη διαβροχή με χειροκίνητο κόπανο



Εικόνα 79: Κάλυψη των δοκιμών μετά τη χύτευση με πλαστικό για την αποτροπή απότομης απώλειας υγρασίας



Εικόνα 80: Δοκίμια με γεωϋφασμα και ψηφίδα μετά την κατασκευή

2.7 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΜΕ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΟ

Όπως θα γίνει αντιληπτό σε επόμενο Κεφάλαιο, από τα αποτελέσματα έρευνας ερωτηματολογίου, διαπιστώθηκε ότι οι μηχανικές ζημιές από είδη με υψηλό Δείκτη Επικινδυνότητας (Signorini, 1996), είναι το πιο συχνό και πιο σοβαρό πρόβλημα που εμφανίζεται σε αρχαιολογικούς χώρους της χώρας μας (βλ. Κεφ. 3.1). Έτσι αποφασίστηκε να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα των δύο μεθόδων εντοπισμένης διανομής, ενός ζιζανιοκτόνου με ήπια σήμανση επικινδυνότητας ως προς το περιβάλλον, σε είδη θάμνων και δενδρυλλίων που είναι κοινά και επικίνδυνα ζιζάνια σε αρχαιολογικούς χώρους.

2.7.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Για τη μελέτη της αποτελεσματικότητας της εντοπισμένης εφαρμογής πυκνού διαλύματος ζιζανιοκτόνου, για την εξόντωση πολυετών ειδών που φύονται πάνω σε μνημεία, διεξήχθη πείραμα στον αρχαιολογικό χώρο της Στοάς του Ευμένους, στο Ηρώδειο, στη Νοτιά Κλιτύ της Ακροπόλεως (Εικόνα 81).



Εικόνα 81: Η Στοά του Ευμένους, στο Ηρώδειο, Νότια Κλιτύς Ακροπόλεως. Διακρίνονται οι προσβολές του μνημείου από ανώτερα φυτά

Οι επεμβάσεις των υπευθύνων του χώρου μέχρι τότε αφορούσαν απλή αποκοπή του υπέργειου μέρους των φυτών, που όμως ήταν αναποτελεσματική αφού τα φυτά ξαναπέταγαν βλαστούς από εναπομείναντες οφθαλμούς στη ρίζα (προφορική επικοινωνία με τον κ. Μπολέτη, Επιστημονική Επιτροπή Νότιας Κλιτύς Ακροπόλεως, ΥΠ.ΠΟ.Α.).

Οι επεμβάσεις του πειράματος αφορούσαν το φυτικό είδος, το οποίο χρησιμοποιήθηκε ως φυτό στόχος και τη μέθοδο εφαρμογής του ζιζανιοκτόνου. Κατά τον πειραματισμό χρησιμοποιήθηκαν υποκείμενα των ειδών κάπαρης (*Capparis spinosa* L.) και αείλανθος

(*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle), που είναι ιδιαίτερα διαδεδομένα και επικίνδυνα ζιζάνια του βράχου της Ακρόπολης.

Στα υποκείμενα, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν κατά τον πειραματισμό, έγινε αποκοπή του υπέργειου μέρους από το σημείου του λαιμού (Εικόνες 82, 84). Η εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου έγινε είτε με επάλειψη της τομής του λαιμού (stump treatment), είτε με έγχυση στο εσωτερικό του καμβίου (injection treatment). Ακόμη χρησιμοποιήθηκαν υποκείμενα μάρτυρες στα οποία έγινε αποκοπή του υπέργειου μέρους χωρίς καμία άλλη επέμβαση. Κάθε μεταχείριση έγινε σε πέντε επαναλήψεις, σε ισάριθμα υποκείμενα ανά φυτικό είδος, δηλαδή χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 15 υποκείμενα κάπαρης και 15 υποκείμενα αείλανθου (Εικόνες 82, 83). Πριν από την εφαρμογή των επεμβάσεων, μετρήθηκε το ύψος και δύο διάμετροι κόμης σταυροειδώς, και υπολογίστηκε ο δείκτης ανάπτυξης σε κάθε υποκείμενο ως μέτρο του μεγέθους των φυτών στόχων (Πίνακας 11). Ο δείκτης ανάπτυξης υπολογίστηκε ως το άθροισμα των δύο διαμέτρων και του ύψους του φυτού, διά τρία (Nektarios *et al.*, 2011).

Πίνακας 11: Δείκτης Ανάπτυξης φυτών κάπαρης και αείλανθου πριν τις πειραματικές επεμβάσεις με πυκνό διάλυμα ζιζανιοκτόνου

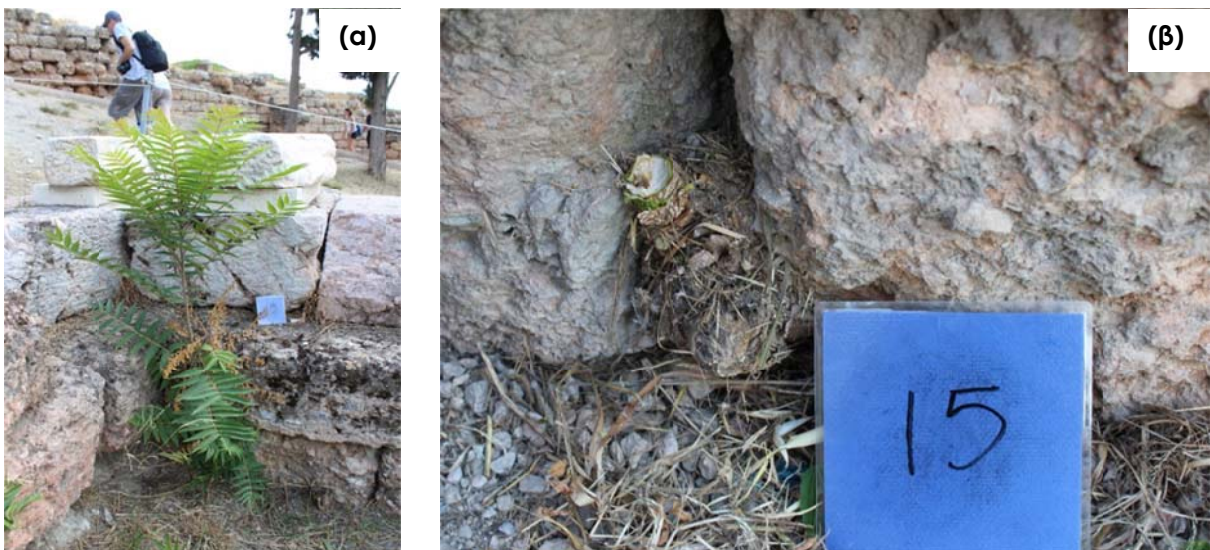
Δείκτης Ανάπτυξης						
Κάπαρη			Αείλανθος			
Αρ. Υποκ.	Μάρτυρας	Επάλειψη	Έγχυση	Μάρτυρας	Επάλειψη	Έγχυση
1	46,7	67,7	85,0	90,7	57,7	136,0
2	40,0	75,7	51,3	83,3	89,3	94,0
3	88,3	96,3	39,0	119,0	84,7	79,0
4	50,7	56,3	48,3	73,0	80,3	116,7
5	43,0	59,3	51,0	50,7	56,3	103,7

Για την προετοιμασία του πυκνού διαλύματος ζιζανιοκτόνου, χρησιμοποιήθηκε το σκεύασμα RoundUp 68 SG (glyphosate, Monsanto, St. Louis, Missouri, USA) και διαλύθηκαν 100 g σκευάσματος (υδατοδιαλυτοί κόκκοι) σε 300 ml νερού. Η εφαρμογή του πυκνού διαλύματος

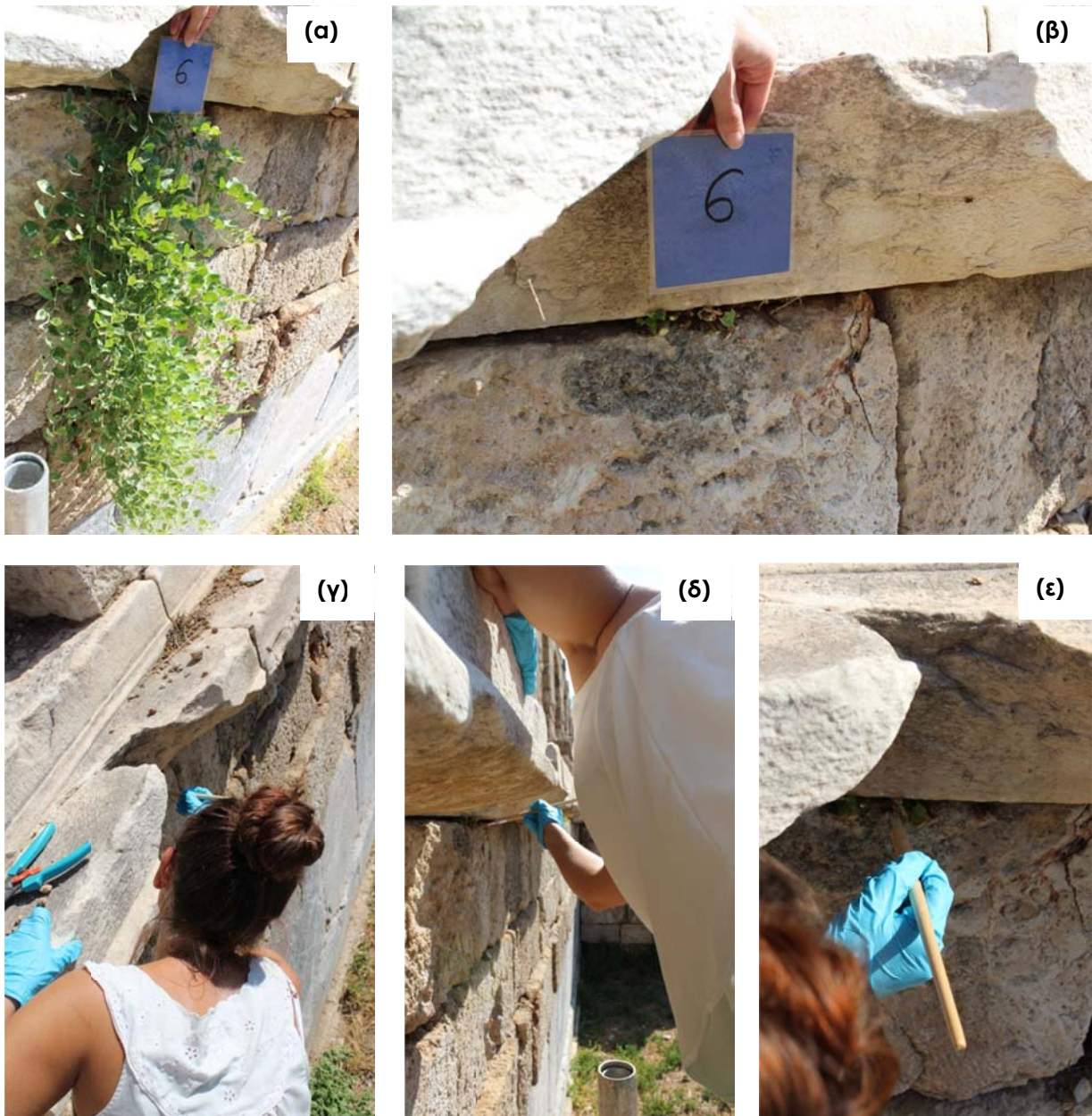
ζιζανιοκτόνου, με επάλειψη της τομής του λαιμού (stump treatment), έγινε με τη χρήση ψήκτρας και μέχρις σημείου πολύ καλής διαβροχής της τομής με το διάλυμα ζιζανιοκτόνου (Εικόνα 84). Για την εφαρμογή του πυκνού διαλύματος ζιζανιοκτόνου με ένεση (injection treatment), έγινε διάνοιξη διατρημάτων στους εναπομείναντες ξυλώδεις ιστούς κάτω από το σημείο του λαιμού, ένα ανά 2 cm διαμέτρου του λαιμού. Τα τρήματα, διαμέτρου 4-5 mm, ανοίχτηκαν με δράπανο και στη συνέχεια έγινε πλήρωση των τρημάτων με το πυκνό διάλυμα ζιζανιοκτόνου με σύριγγα (Εικόνα 85). Οι εφαρμογές έγιναν στις 5 Σεπτεμβρίου 2014.



Εικόνα 82: Φυτό κάπαρης (α) πριν και (β) μετά την αποκοπή του υπέργειου τμήματος



Εικόνα 83: Φυτό αείλανθου (α) πριν και (β) μετά την αποκοπή του υπέργειου τμήματος



Εικόνα 84: Φυτό κάπαρης (α) πριν και (β) μετά την αποκοπή του υπέργειου μέρους και (γ), (δ), (ε) κατά την επάλειψη της τομής με πυκνό διάλυμα ζιζανιοκτόνου



Εικόνα 85: (α) Διάνοιξη τρημάτων και (β) έγχυση, πυκνού διαλύματος ζιζανιοκτόνου, με σύριγγα στο εσωτερικού του στελέχους, σε φυτά αείλανθου

2.7.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Τα αποτελέσματα των επεμβάσεων ελήφθησαν στις 30 Σεπτεμβρίου 2014 και 16 Ιουνίου 2015, 25 ημέρες και εννέα μήνες μετά τις εφαρμογές, αντίστοιχα, οπότε μετρήθηκε πόσα και ποια υποκείμενα είχαν αναβλαστήσει μετά τις επεμβάσεις.

2.7.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων, πραγματοποιήθηκε ανάλυση διασποράς στα δεδομένα με τη χρήση του λογισμικού Statgraphics Centurion ver. 15.2.11 (Statpoint Technologies Inc. Warrenton, VA, USA). Τα δεδομένα αναλύθηκαν για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($P < 0.05$), με τη χρήση του Statgraphics Centurion ver 15.2.11.

2.8 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΗΣ ΚΑΡΠΟΦΟΡΙΑΣ

Αποφασίστηκε να δοκιμασθεί η εφαρμογή αυξημένων συγκεντρώσεων ναφθαλινοξικού οξέως (NAA), αμέσως μετά την άνθηση, με στόχο να επιτευχθεί ολική καρπόπτωση στα ελαιόδεντρα. Η μέθοδος θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε αρχαιολογικούς χώρους για την πρόληψη διασποράς νεαρών δενδρυλλίων ελιάς.

2.8.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Για τη μελέτη της αποτελεσματικότητας της εφαρμογής ναφθαλινοξικού οξέως (NAA), για την πρόκληση καρπόπτωσης πριν από τη φυσιολογική ωρίμανση των καρπών, έγινε πείραμα στον ελαιώνα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Οι επεμβάσεις αφορούσαν έξι δόσεις NAA: 0, 100, 200, 300, 400 και 500 ppm και δύο διακριτές περιόδους εφαρμογής. Οι χρόνοι εφαρμογής καθορίστηκαν με βάση το μέγεθος καρπού: 21 Μαΐου 2014, όταν το μέγεθος καρπού ήταν περίπου 2 mm (νωρίς) και 6 Ιουνίου 2014, όταν το μέγεθος καρπού ήταν περίπου 9 mm (αργά).

Οι επεμβάσεις έγιναν σε τρεις επαναλήψεις, σε ελαιόδεντρα, όπου στο καθένα εφαρμόστηκαν όλες οι δόσεις σε διαφορετικούς κλαδίσκους. Ο ψεκασμός έγινε με ψεκαστήρες χειρός σε κλαδίσκους μήκους 30 cm. Για την προετοιμασία των διαλυμάτων χρησιμοποιήθηκε το σκεύασμα Hellafix 1 SL (1-naphthyl acetic acid, Χελλαφάρμ Α.Ε., Αθήνα, Ελλάδα).

2.8.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Πριν από τους ψεκασμούς μετρήθηκε ο αριθμός των καρπών σε κάθε κλαδίσκο, ενώ 60 και 90 μέρες μετά τις επεμβάσεις μετρήθηκε ο εναπομείνας αριθμός καρπών στους κλαδίσκους και υπολογίστηκε το ποσοστό καρπόπτωσης.

2.8.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων του ποσοστού καρπόπτωσης πραγματοποιήθηκε ανάλυση διασποράς, με τη χρήση του προγράμματος STATGRAPHICS (Centurion XV). Η ανάλυση έδειξε ότι δεν υπήρχαν αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων: της δόσης και του χρόνου εφαρμογής και ως εκ τούτου τα αποτελέσματα αναλύθηκαν διπαραγοντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ($P < 0.05$). Πραγματοποιήθηκε επίσης ανάλυση παλινδρόμησης στα δεδομένα που αφορούσαν το ποσοστό καρπόπτωσης και τη δόση του NAA, με επίπεδο σημαντικότητας 5% ($P < 0.05$, Παράρτημα VIII).

2.9 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΛΕΙΜΩΝΑ

Η εγκατάσταση τεχνητού λειμώνα με σπορά μπορεί να παράξει ελκυστικό νατουραλιστικό οπτικό αποτέλεσμα, με χαμηλό κόστος, ενώ παράλληλα να αποδώσει υψηλή πυκνότητα φυταρίων, που μπορεί να ανταγωνισθούν επιτυχώς τα ζιζάνια, με χαμηλό κόστος συντήρησης. Έτσι, στα πλαίσια του πειραματικού μέρους της παρούσας διατριβής, μελετήθηκε η εγκατάσταση με σπορά, δύο μιγμάτων ποωδών ειδών για χρήση σε αρχαιολογικούς χώρους. Για τη μελέτη έγιναν πειραματικές δοκιμές στο εργαστήριο, στον αγρό του Εργ. Ανθοκομίας και Αρχ. Τοπίου του ΓΠΑ και του τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων, του ΤΕΙ Πελοποννήσου, στην Καλαμάτα, αλλά και σε τρεις αρχαιολογικούς χώρους με στόχο να γίνει:

- Μελέτη της βλαστικότητας των ειδών που συμμετέχουν στα μίγματα
- Διερεύνηση της επίδρασης της εποχής σποράς στην εγκατάσταση των μιγμάτων
- Διερεύνηση των συνεπειών των παραπάνω στη διαχείριση βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους

Ως αποτέλεσμα αναμένεται να προκριθούν τα καταλληλότερα είδη και εποχή σποράς για την πρακτική εφαρμογή της μεθόδου σε αρχαιολογικούς χώρους της χώρας μας.

Κατά το σχεδιασμό του πειράματος ελήφθησαν υπ' όψιν δεδομένα προπείραματος του έτους 2013-2014. Σε αυτό το προπείραμα είχαν δημιουργηθεί 6 μίγματα, με 19 πλατύφυλλα και αγρωστώδη είδη, τα οποία είχαν χρησιμοποιηθεί για σπορά στον αγρό του ΓΠΑ και του ΤΕΙ Πελοποννήσου (Parafotiou *et al.*, 2015). Από τα αποτελέσματα του πειράματος αποφασίστηκε η απλοποίηση των μιγμάτων, η χρήση των πιο επιτυχημένων πλατύφυλλων ειδών, η αφαίρεση των αγρωστωδών από τα μίγματα και η εντατικοποίηση των επεμβάσεων περιορισμού των ζιζανίων.

2.9.1 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΜΙΓΜΑΤΩΝ ΣΠΟΡΩΝ

Για τις ανάγκες του πειράματος δημιουργήθηκαν δύο μίγματα σπόρων (M_1 και M_2). Τα είδη επελέγησαν με κριτήριο ορισμένα επιθυμητά χαρακτηριστικά: χαμηλό μέσο ύψος, έλλειψη επιθετικότητας προς το μνημείο και καλλωπιστικά χαρακτηριστικά. Τα είδη τα οποία επελέγησαν για συμμετοχή στα μίγματα είναι είδη τα οποία είχαν καταγραφεί σε αρχαιολογικούς χώρους κατά την αρχική φάση της παρούσας διατριβής (Μέρος Ι, Κεφ. 3): *Bellis perennis*, *Calendula arvensis*, *Heliotropium europaeum*, *Matricaria recutita*, *Medicago polymorpha*, *Papaver rhoeas*, *Plantago lanceolata*, *Portulaca oleraceae*, *Trifolium campestre*, *Trifolium repens*, *Trifolium subterraneum* και *Veornica persica*. Επιπλέον αυτών των ειδών επελέγησαν και τα είδη *Lotus corniculatus*, *Medicago lupulina*, *Viola arvensis* και *Taraxacum officinale*, τα οποία είναι συγγενικά ειδών που καταγράφηκαν στους αρχαιολογικούς χώρους και έχουν παρόμοια οικολογικά χαρακτηριστικά.

Ένα ακόμη κριτήριο, για την επιλογή των ειδών και τη δημιουργία των μιγμάτων, ήταν η διαθεσιμότητα των σπόρων στο εμπόριο, εγχώριο ή διεθνές. Στην χώρα μας υπάρχουν ελάχιστα διαθέσιμα είδη ποωδών ειδών, υπό μορφή σπόρου στο εμπόριο και συνήθως πρόκειται για είδη που προορίζονται για την παραγωγή ζωοτροφών. Αντίθετα στο εξωτερικό υπάρχουν οίκοι παραγωγής σπόρων, με τεράστια ποικιλία σε ποώδη είδη, που προορίζονται για εφαρμογές αρχιτεκτονικής τοπίου. Παρ' όλα αυτά οι τιμές του σπόρου στο εξωτερικό είναι υψηλές, ενώ είναι σχετικά δύσκολη η πρόσβαση στο προϊόν. Αντίθετα, οι σπόροι που διατίθενται στην εγχώρια αγορά έχουν πολύ χαμηλή τιμή και είναι άμεσα διαθέσιμοι. Έτσι σχεδιάστηκαν δύο μίγματα, το M_1 , στο οποίο συμμετέχουν κατά πλειοψηφία είδη από διεθνή οίκο παραγωγής με μεγαλύτερη ποικιλία ειδών και M_2 , με είδη αποκλειστικά από το εγχώριο εμπόριο. Η προμήθεια των σπόρων του διεθνούς εμπορίου έγινε από τον οίκο Herbiseed (W End, Reading RG10 0NJ, Ηνωμένο Βασίλειο) και Nona-Flore (Za des fontaines, 49330 Champigne, Γαλλία), ενώ η προμήθεια των σπόρων που διατίθενται στο τοπικό εμπόριο έγινε από τους Σπόροι Γάτου (Ευαλκίδου 22, Λόφος Σκουζέ 10444, Αθήνα, Ελλάδα) και Gemma (Λ. Θρακομακεδόνων 107, Αχαρνάι 13679, Αττική, Ελλάδα, Πίνακας 12).

Πριν τη δημιουργία των μιγμάτων οι σπόροι ζυγίσθηκαν, για να προσδιορισθεί το βάρος τους, έτσι ώστε να καθορισθεί ο συντελεστής συμμετοχής τους στο μίγμα. Καθώς τα είδη έχουν πολύ μικρό μέγεθος σπόρου, ζυγίστηκαν έξι επαναλήψεις των είκοσι σπόρων για κάθε είδος και υπολογίστηκε το μέσο βάρος (Πίνακες 13, 14). Το M_1 περιείχε 14 είδη, εκ των οποίων αυτά που έχουν μικρό σπόρο (χαμηλό βάρος) συμμετείχαν με διπλάσιο αριθμό σπόρων ($2n$) m^{-2} σε σχέση με αυτά που έχουν μεγάλο σπόρο (υψηλό βάρος), καθώς τα είδη με μικρό σπόρο εγκαθίστανται δυσκολότερα, σε σχέση με τα είδη με μεγάλο σπόρο (Hitchmough *et al.*, 2003). Το τελικό μίγμα περιείχε 1.610 σπόρους m^{-2} σποράς ή 2,82 g μίγματος m^{-2} σποράς (Πίνακας 13). Το M_2 περιείχε επτά είδη που συμμετείχαν και πάλι με συντελεστή n και $2n$, ανάλογα με το μέγεθος του σπόρου. Το τελικό μίγμα περιείχε 1.560 σπόρους m^{-2} σποράς ή 1,75 g μίγματος m^{-2} σποράς (Πίνακας 14).

Πίνακας 12: Κατάλογος φυτικών ειδών που συμμετείχαν στα μίγματα και αντίστοιχων προμηθευτών

Μ ₁		
Επιστημονικό όνομα	Κοινό όνομα	Προμηθευτής
<i>Bellis perennis</i>	Μπέλλα	Nova-Flore
<i>Calendula arvensis</i>	Καλέντουλα	Nova-Flore
<i>Heliotropium europaeum</i>	Ηλιοτρόπιο	Herbiseed
<i>Lotus corniculatus</i>	Λωτός	Herbiseed
<i>Matricaria recutita</i>	Χαμομήλι	Herbiseed
<i>Medicago lupulina</i>	Μηδική λυκίσκη	Herbiseed
<i>Medicago polymorpha</i>	Μηδική	Σπόροι Γάτου
<i>Papaver rhoeas</i>	Παπαρούνα	Gemma
<i>Plantago lanceolata</i>	Πεντάνευρο	Herbiseed
<i>Portulaca oleraceae</i>	Γλυστρίδα	Herbiseed
<i>Trifolium repens</i>	Τριφύλλι έρπον	Σπόροι Γάτου
<i>Trifolium subterraneum</i>	Τριφύλλι υπόγειο	Σπόροι Γάτου
<i>Veronica persica</i>	Βερονίκη	Herbiseed
<i>Viola arvensis</i>	Κοινός αγριοπανσές	Nova-Flore
Μ ₂		
<i>Matricaria recutita</i>	Χαμομήλι	Gemma
<i>Medicago polymorpha</i>	Μηδική	Σπόροι Γάτου
<i>Papaver rhoeas</i>	Παπαρούνα	Gemma
<i>Portulaca oleraceae</i>	Γλυστρίδα	Gemma
<i>Taraxacum officinale</i>	Ταραξάκο	Gemma
<i>Trifolium campestre</i>	Τριφύλλι πεδινό	Σπόροι Γάτου
<i>Trifolium repens</i>	Τριφύλλι έρπον	Σπόροι Γάτου

Πίνακας 13: Είδη, βάρος είκοσι σπόρων, αριθμός σπόρων m⁻² και ποσότητα σπόρου (g m⁻², g kg⁻¹) για το μίγμα Μ₁

Μ ₁						
Επιστημονικό όνομα	Κοινό όνομα	Βάρος 20 σπ. (mg)	±SE	Αρ. σπ m ⁻²	g m ⁻²	g kg ⁻¹ μίγματος
<i>Bellis perennis</i>	Μπέλλα	2,88	0,03	140	0,02	7,09
<i>Calendula arvensis</i>	Καλέντουλα	260,80	4,30	70	0,91	322,70
<i>Heliotropium europaeum</i>	Ηλιοτρόπιο	15,50	0,29	140	0,11	39,01
<i>Lotus corniculatus</i>	Λωτός	18,92	0,36	140	0,13	46,10
<i>Matricaria recutita</i>	Χαμομήλι	1,33	0,06	140	0,01	3,55
<i>Medicago lupulina</i>	Μηδική λυκίσκη	34,85	0,26	70	0,12	42,55
<i>Medicago polymorpha</i>	Μηδική	94,33	0,36	70	0,33	117,02
<i>Paraver rhoeas</i>	Παπαρούνα	1,65	0,04	140	0,01	3,55
<i>Plantago lanceolata</i>	Πεντάνευρο	33,97	0,32	70	0,12	42,55
<i>Portulaca oleraceae</i>	Γλυστρίδα	2,40	0,06	140	0,02	7,09
<i>Trifolium repens</i>	Τριφύλλι έρπον	13,20	0,07	140	0,09	31,91
<i>Trifolium subterraneum</i>	Τριφύλλι υπόγειο	237,12	1,86	70	0,83	294,33
<i>Veronica persica</i>	Βερονίκη	8,18	0,12	140	0,06	21,28
<i>Viola arvensis</i>	Κοινός αγριοπανσές	8,38	0,16	140	0,06	21,28
				Σύνολο	1.610	2,82

Πίνακας 14: Είδη, βάρος είκοσι σπόρων, αριθμός σπόρων m⁻² και ποσότητα σπόρου (g m⁻², g kg⁻¹) για το μίγμα M₂

M ₂						
Επιστημονικό όνομα	Κοινό όνομα	Βάρος 20 σπ. (mg)	±SE	Αρ. σπ m ⁻²	g m ⁻²	g kg ⁻¹ μίγματος
<i>Matricaria recutita</i>	Χαμομήλι	2,13	0,06	240	0,03	17,14
<i>Medicago polymorpha</i>	Μηδική	94,33	0,36	240	1,13	645,72
<i>Paraver rhoeas</i>	Παπαρούνα	1,65	0,04	240	0,02	11,43
<i>Portulaca oleraceae</i>	Γλυστρίδα	9,2	0,1	240	0,11	62,86
<i>Taraxacum officinale</i>	Ταραξάκο	11,02	0,08	240	0,13	74,29
<i>Trifolium campestre</i>	Τριφύλλι πεδινό	28,00	0,23	120	0,17	97,14
<i>Trifolium repens</i>	Τριφύλλι έρπον	13,20	0,07	240	0,16	91,43
				Σύνολο	1.560	1,75

2.9.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΑΙ ΣΕ ΚΙΒΩΤΙΑ ΣΠΟΡΑΣ

2.9.2.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΠΟΡΩΝ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Για τον έλεγχο της βλαστικότητας των σπόρων, έγινε πείραμα στο εργαστήριο. Για τον πειραματισμό χρησιμοποιήθηκαν είκοσι σπόροι από κάθε είδος, οι οποίοι τοποθετήθηκαν σε τριβλία Petri, με διηθητικό χαρτί κορεσμένο σε νερό, σε τέσσερις επαναλήψεις (σύνολο 80 σπόρων ανά επέμβαση). Οι δοκιμές έγιναν σε θαλάμους ανάπτυξης σταθερών συνθηκών. Οι επεμβάσεις αφορούσαν τη φωτοπερίοδο: απόλυτο σκοτάδι, (τα τριβλία τυλίγονταν με αλουμινόχαρτο) ή φώς, 37,5 μ mol m⁻² sec⁻¹, από λαμπτήρες φθορισμού, και τη θερμοκρασία περιβάλλοντος (10, 15, 20 και 25 °C). Επιπλέον, το είδος καλέντουλα δοκιμάστηκε με την προσθήκη 0,2% νιτρικού καλίου (KNO₃) στο υπόστρωμα, όπως προτείνει το εγχειρίδιο των κανόνων δοκιμασιών σπόρων, της ένωσης επισήμων δοκιμαστών σπόρων (Rules for testing seeds, 1981), στους 15 °C ή 20 °C, σε φώς ή σκοτάδι, επί 24 h.

2.9.2.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΠΟΡΩΝ ΣΕ ΚΙΒΩΤΙΑ ΣΠΟΡΑΣ

Παράλληλα, έγινε σπορά των μιγμάτων σε κιβώτια σποράς. Το πείραμα είχε τρεις επαναλήψεις και τα κιβώτια σποράς είχαν διαστάσεις 40 cm x 60 cm. Η σπορά έγινε στις 10 Νοεμβρίου 2014

και τα κιβώτια τοποθετήθηκαν στο θερμοκήπιο του Εργαστηρίου Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στο Βοτανικό. Τα κιβώτια μεταφέρθηκαν στην ύπαιθρο, στον κήπο του Εργ. Ανθοκομίας και Αρχ. Τοπίου στις 15 Απριλίου 2015, οπότε έγινε και νέα σπορά σε ξεχωριστά κιβώτια, εκτός θερμοκηπίου. Το υπόστρωμα σποράς περιείχε έδαφος, τύρφη και περλίτη, σε αναλογία 2:1:1 ν/ν, αντιστοιχώς. Η σύσταση του εδάφους ήταν άμμος 50,5%, άργιλος 17,3% και ιλύς 32,2%, με περιεκτικότητα σε CaCO_3 19,7%, pH 7,66, ηλεκτρική αγωγιμότητα 1.900 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$ και ηλεκτρική αντίσταση 525 Ωm . Άρδευση εφαρμόζονταν μέχρι σημείου απορροής 1-2 φορές τη βδομάδα κατά τη διάρκεια του χειμώνα και 3-4 φορές τη βδομάδα κατά τη διάρκεια των θερμών μηνών.

2.9.3 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ

Η εγκατάσταση του πειράματος έγινε στον αγρό του Εργ. Ανθοκομίας και Αρχ. Τοπίου, του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στο Βοτανικό και του τμήματος τεχνολόγων γεωπόνων, του ΤΕΙ Πελοποννήσου, στον Αντικάλανο Καλαμάτας (εφεξής ΓΠΑ και ΤΕΙ Πελοποννήσου), και σε τρεις αρχαιολογικούς χώρους, στην Κολώνα, τη Μεσσήνη και την Αμφίπολη, αντίστοιχα.

2.9.3.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΙΓΜΑΤΩΝ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΛΕΙΜΩΝΩΝ ΣΤΟ ΓΠΑ ΚΑΙ ΤΟ ΤΕΙ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

Οι επεμβάσεις αφορούσαν το είδος του μίγματος σπόρων (M_1 και M_2) και την περίοδο σποράς (Φθινόπωρο ή Άνοιξη). Η φθινοπωρινή σπορά έγινε στον αγρό του ΓΠΑ (Αθήνα) στις 18 Νοεμβρίου 2014 και στον αγρό του ΤΕΙ Πελοποννήσου (Καλαμάτα) στις 20 Νοεμβρίου 2014, ενώ αντίστοιχα η εαρινή σπορά έγινε στο ΓΠΑ στις 18 Μαρτίου 2014 και στο ΤΕΙ Πελοποννήσου στις 3 Μαρτίου 2014. Στις δυο αυτές περιοχές, σε αντίθεση με τα πειράματα που εγκαταστάθηκαν στους αρχαιολογικούς χώρους, επειδή παρέχονταν η δυνατότητα, έγινε προεργασία του εδάφους με φρέζα, για την καλύτερη προετοιμασία της σποροκλίνης. Τα πειραματικά τεμάχια, διαστάσεων 1 m x 2 m, ακολουθούσαν το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων, σε δέκα επαναλήψεις. Γύρω από τα πειραματικά τεμάχια τοποθετήθηκε γεωύφασμα, πλάτους 0,5 m, για την προστασία των περιθωρίων από προσβολές ζιζανίων και την καλύτερη οριοθέτηση των τεμαχίων. Η σπορά έγινε χύδην, αφού οι σπόροι είχαν αναμιχθεί με 200 g άμμου ποταμού, για ομοιόμορφη διασπορά του μίγματος στο τεμάχιο (Nagase & Dunnett, 2013).

Επιπλέον, επειδή κατά τη διάρκεια προπειραμάτων των ετών 2013-14 παρατηρήθηκε ότι κατά τη διάρκεια εγκατάστασης των φυταρίων παρουσιάστηκαν προσβολές από ζιζάνια στα πειραματικά τεμάχια, αποφασίστηκε να εφαρμοστεί μηχανική κοπή για τον περιορισμό τους και να ενσωματωθεί ως επέμβαση στο πείραμα που εγκαταστάθηκε στον αγρό του ΓΠΑ, σε πέντε από τις δέκα επαναλήψεις. Οι κοπές γίνονταν με ηλεκτρικό κλαδευτικό ψαλίδι, όταν τα

ζιζάνια ξεπερνούσαν τα 15-20 cm ύψους, με στόχο να παραχθούν δεδομένα με άμεση πρακτική αξία για την εφαρμογή της μεθόδου. Οι κοπές έγιναν κατά τους μήνες μέγιστης ανάπτυξης των χειμερινών ζιζανίων, στις 24 Φεβρουαρίου, 16 Μαρτίου και 14 Απριλίου 2015, περίπου μια κάθε μήνα, για τρεις μήνες.

2.9.3.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΙΓΜΑΤΩΝ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΛΕΙΜΩΝΩΝ ΣΕ ΤΡΕΙΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Το πείραμα εγκαταστάθηκε στους παρακάτω αρχαιολογικούς χώρους: Κολώνα Αίγινας, Χριστιανική Αμφίπολη Σερρών και Αρχαία Μεσσήνη. Οι επεμβάσεις αφορούσαν το είδος του μίγματος (M_1 και M_2) και την εποχή σποράς (Φθινόπωρο ή Άνοιξη), σε έξι επαναλήψεις. Στην Κολώνα Αίγινας η φθινοπωρινή σπορά έγινε στις 22 Οκτωβρίου 2014, ενώ η εαρινή στις 14 Μαρτίου 2015. Στην Αμφίπολη η φθινοπωρινή σπορά έγινε στις 16 Οκτωβρίου 2014, ενώ η εαρινή στις 25 Μαρτίου 2015. Τέλος, στη Μεσσήνη η φθινοπωρινή σπορά έγινε στις 5 Νοεμβρίου 2014, ενώ η εαρινή την 1η Μαρτίου 2015. Για τον πειραματισμό οριοθετήθηκαν πειραματικά τεμάχια διαστάσεων 1 m x 2 m, τα οποία ακολουθούσαν το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων. Πριν την οριοθέτηση των πειραματικών τεμαχίων, έγινε πολύ προσεκτικός καθαρισμός της περιοχής από τα ζιζάνια με μεσινέζα και απομάκρυνση των υπολειμμάτων κοπής (Εικόνα 86). Γύρω από τα πειραματικά τεμάχια τοποθετήθηκε γεωύφασμα, πλάτους 0,5 m, για την προστασία των περιθωρίων από προσβολές ζιζανίων και την καλύτερη οριοθέτηση των τεμαχίων (Εικόνα 87). Η σπορά έγινε χύδην, αφού οι σπόροι είχαν αναμιχθεί με 200 g άμμου ποταμού, για ομοιόμορφη διασπορά του μίγματος στο τεμάχιο (Nagase & Dunnett, 2013, Εικόνα 88).



Εικόνα 86: Ο καθαρισμός του πειραματικού αγρού από τα ζιζάνια, Αμφίπολη, 16 Οκτωβρίου 2014



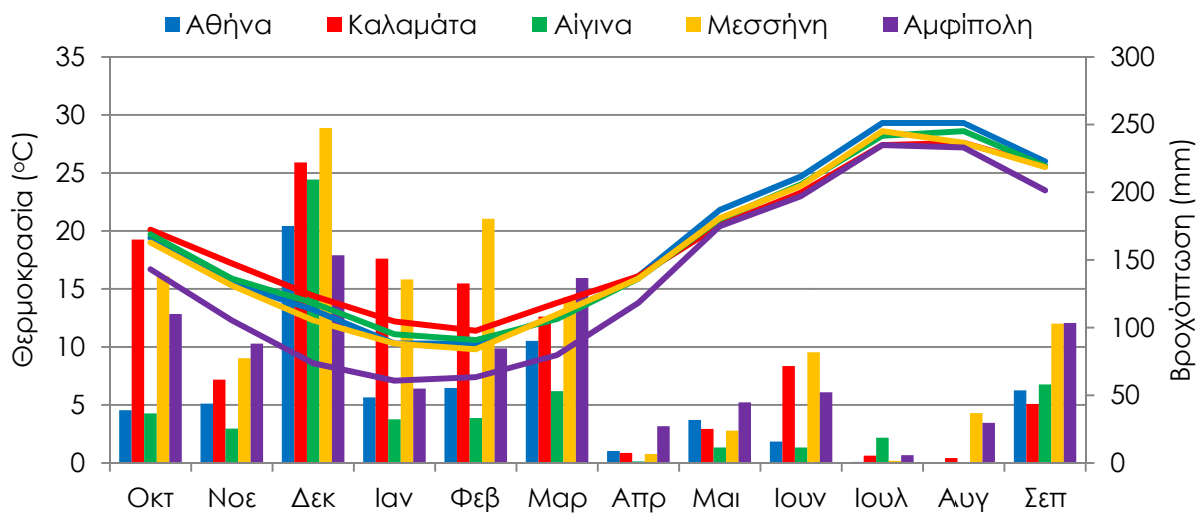
Εικόνα 87: Ο πειραματικός αγρός μετά την προετοιμασία για σπορά, Αμφίπολη, 16 Οκτωβρίου 2014



Εικόνα 88: Η διαδικασία της σποράς, Αμφίπολη, 16 Οκτωβρίου 2014

2.9.3.3 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζονται μετεωρολογικά δεδομένα που αφορούν τη μέση μηνιαία βροχόπτωση και τη μέση μηνιαία θερμοκρασία, σε όλους τους χώρους, για τη διάρκεια των πειραματικών δοκιμών (Σχήμα 16, meteosearch.meteo.gr, n.d.).



Σχήμα 16: Μέση μηνιαία βροχόπτωση (mm) και μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C), στην Αθήνα, Καλαμάτα, Αίγινα, Αμφίπολη και Μεσσήνη, κατά το διάστημα των πειραματικών δοκιμών εγκατάστασης μιγμάτων σπόρων, Οκτώβριος 2014 έως Σεπτέμβριος 2015

2.9.4 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

2.9.4.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΑΙ ΣΤΑ ΚΙΒΩΤΙΑ ΣΠΟΡΑΣ

Στον εργαστηριακό έλεγχο της βλαστικότητας των σπόρων, μετρήσεις λαμβάνονταν κάθε δύο ημέρες, οπότε οι σπόροι ελέγχονταν ως προς το αν έχουν βλαστήσει, απομακρύνονταν όσοι σπόροι είχαν βλαστήσει και συμπληρώνονταν, αν ήταν απαραίτητο, νερό στο διηθητικό χαρτί. Ως βλάστηση λαμβάνονταν η εμφάνιση ριζιδίου, μήκους 2 mm. Οι μετρήσεις σταματούσαν εφόσον δεν υπήρχε καμία εκβλάστηση σπόρου για διάστημα δέκα ημερών. Από τις μετρήσεις υπολογίστηκε το T_{50} , που είναι ο χρόνος απαραίτητος για να βλαστήσει το 50% των σπόρων και το ποσοστό βλαστικότητας του κάθε είδους.

Οι μετρήσεις του πειράματος σε κιβώτια σποράς κήπο του Εργ. Ανθοκομίας και Αρχ. Τοπίου, αφορούσαν τον αριθμό φυταρίων και ελήφθησαν ένα μήνα μετά τη σπορά, το Δεκέμβριο για τη σπορά του Νοεμβρίου και το Μάιο για τη σπορά του Απριλίου. Από τον αριθμό φυταρίων καθορίστηκε το σύνολο των παραχθέντων φυταρίων, για κάθε μίγμα και εποχή σποράς, αλλά και το ποσοστό ανάδυσης για κάθε είδος. Η ανάδυση των φυταρίων εκφράστηκε ως ποσοστό του αριθμού των φυταρίων που εμφανίστηκαν ανά είδος, προς το σύνολο των αναμενόμενων σπόρων ανά είδος, με βάση ομοιόμορφη κατανομή του μίγματος ανά μονάδα επιφάνειας (Hitchmough *et al.*, 2004).

2.9.4.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ ΤΟΥ ΓΠΑ, ΤΕΙ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ ΚΑΙ ΣΤΟΥΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Οι μετρήσεις που ελήφθησαν στους αγρούς του ΓΠΑ, ΤΕΙ Πελοποννήσου και στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους, αφορούσαν αριθμό φυταρίων ανά είδος, για τον προσδιορισμό του συνολικού αριθμού των φυταρίων του λειμώνα, αλλά και του ποσοστού ανάδυσης ανά είδος. Η ανάδυση των φυταρίων εκφράστηκε ως ποσοστό του αριθμού των φυταρίων που εμφανίστηκαν ανά είδος, προς το σύνολο των αναμενόμενων σπόρων ανά είδος, με βάση ομοιόμορφη κατανομή του μίγματος ανά μονάδα επιφάνειας (Hitchmough *et al.*, 2004). Οι μετρήσεις ελήφθησαν περίπου δύο μήνες μετά τη σπορά και τις δύο εποχές σποράς. Στον αγρό του ΓΠΑ και ΤΕΙ Πελοποννήσου, τον Ιανουάριο του 2015, για τη σπορά του Νοεμβρίου και το Μάιο, για τη σπορά του Μαρτίου. Στην Κολώνα μετρήσεις της πυκνότητας φυταρίων ελήφθησαν δύο μήνες μετά τη σπορά, το Δεκέμβριο και Μάιο, για τη σπορά του Οκτωβρίου και Μαρτίου αντίστοιχα. Στη Μεσσήνη μετρήσεις του αριθμού των φυταρίων ελήφθησαν περίπου δύο μήνες μετά τη σπορά, το Φεβρουάριο και Μάιο, για τη σπορά Νοεμβρίου και Μαρτίου, αντίστοιχα. Στην Αμφίπολη μετρήσεις του αριθμού των φυταρίων μετά τη Φθινοπωρινή σπορά του Οκτωβρίου ελήφθησαν το Μάρτιο. Για τη σπορά του Μαρτίου στην Αμφίπολη μετρήσεις ελήφθησαν δύο μήνες μετά τη σπορά, το Μάιο.

Επιπλέον, στον αγρό του ΓΠΑ παρακολουθούνταν το επίπεδο προσβολής από ζιζάνια, στα τεμάχια στα οποία είχε γίνει φθινοπωρινή σπορά και των δύο μιγμάτων, ανά 15 ημέρες από το Δεκέμβριο του 2014 έως τον Απρίλιο του 2015, για την παρακολούθηση των επεμβάσεων κοπής των ζιζανίων. Οι μετρήσεις επιπέδου προσβολής από ζιζάνια εκφράζονταν ως ποσοστό του τεμαχίου που καλύπτονταν από ζιζάνια (0 κανένα ζιζάνιο έως 100 πλήρης κάλυψη από ζιζάνια). Παράλληλα με το επίπεδο προσβολής από ζιζάνια, μετρώνταν και ο αριθμός φυταρίων ανά είδος, με στόχο να διαπιστωθεί η επίδραση των επεμβάσεων κοπής στα φυτάρια του μίγματος, ανά είδος αλλά και στο σύνολο.

2.9.5 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων του ποσοστού βλαστικότητας και του T_{50} των σπόρων στο εργαστήριο, πυκνότητας φυταρίων και ανάδυσης φυταρίων ανά είδος, στα κιβώτια σποράς, στον αγρό του ΓΠΑ και του ΤΕΙ Πελοποννήσου και στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους πραγματοποιήθηκε ανάλυση διασποράς στα δεδομένα, με τη χρήση του λογισμικού Statgraphics Centurion ver. 15.2.11 (Statpoint Technologies Inc. Warrenton, VA, USA). Η διπαραγοντική ανάλυση των δεδομένων έδειξε σε ορισμένα πειράματα σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων και δεν επέτρεψε την περαιτέρω πολυπαραγοντική ανάλυση των δεδομένων (Παράρτημα ΙΧ). Έτσι τα δεδομένα για τα πειράματα στα οποία εμφανίστηκαν αλληλεπιδράσεις αναλύθηκαν μονοπαραγοντικά, για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($P < 0.05$), με τη χρήση του Statgraphics Centurion ver 15.2.11. Στα υπόλοιπα πειράματα, όπου η διπαραγοντική ανάλυση δεν έδειξε αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων, τα δεδομένα αναλύθηκαν διπαραγοντικά για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($P < 0.05$), με τη χρήση του Statgraphics Centurion ver 15.2.11 (Παράρτημα ΙΧ).

Τα δεδομένα προσβολής από ζιζάνια και ο αριθμός φυταρίων ανά είδος, κατά την περίοδο των κοπών, στον αγρό του ΓΠΑ αναλύθηκαν με τη μέθοδο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο, με τις επεμβάσεις κοπής ως κύριο τεμάχιο και το χρόνο (ημερομηνίες λήψης αποτελεσμάτων) ως υποτεμάχιο με τη χρήση του λογισμικού JMP® ver. 8 (SAS Institute Inc.). Οι μέσοι των επεμβάσεων διαχωρίστηκαν με τη χρήση της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς του Fisher (LSD), για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($P < 0.05$, Παράρτημα ΙΧ). Καθώς δεν παρουσιάζονταν στατιστικώς σημαντικές διαφορές, μεταξύ του επιπέδου προσβολής από ζιζάνια των δύο διαφορετικών μιγμάτων, τα δεδομένα ομαδοποιήθηκαν.

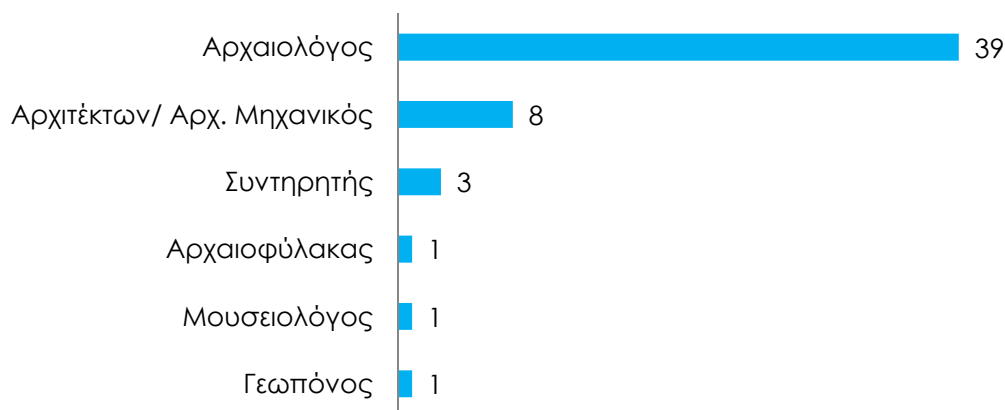
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1 ΕΡΕΥΝΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Η έρευνα ερωτηματολογίου, για τη διαχείριση βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους, απευθύνθηκε σε όλες της Εφορείες Αρχαιοτήτων της χώρας. Στόχος αυτού ήταν να τεκμηριωθούν απαντήσεις σε ερωτήματα όπως: ποια και πόσο σοβαρά θεωρούνται τα προβλήματα της βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους, πως και σε ποια εποχή αντιμετωπίζονται και πόσο σημαντικό ρόλο παίζει η διαμόρφωση του τοπίου στους αρχαιολογικούς χώρους.

Μετά τη διανομή των ερωτηματολογίων στις Εφορείες Αρχαιοτήτων (ΕΦΑ), ελήφθησαν 53 απαντήσεις από 35 ΕΦΑ, που αφορούσαν 191 αρχαιολογικούς χώρους, αφού κάθε ΕΦΑ έχει στην αρμοδιότητά της πολλούς χώρους. Από τις απαντήσεις που δόθηκαν στην έρευνα ερωτηματολογίου, αντλούνται πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την αντίληψη της σχέσης μνημείου και βλάστησης, από τους αρμόδιους φορείς. Στο Παράρτημα ΙΙΙ δίνονται οι πίνακες συχνότητας, των απαντήσεων του ερωτηματολογίου και οι πίνακες λογιστικής παλινδρόμησης.

Η πλειοψηφία των απαντήσεων δόθηκε από αρχαιολόγους (38 απαντήσεις), ενώ πολύ λιγότερες απαντήσεις δόθηκαν από επαγγελματίες άλλων ειδικοτήτων, όπως μηχανικοί και συντηρητές, που σχετίζονται με το πεδίο της συντήρησης και αποκατάστασης μνημείων (Σχήμα 17).



Σχήμα 17: Ερώτηση (3), κατανομή ερωτηθέντων ανά επαγγελματική ιδιότητα, σε απόλυτο αριθμό απαντήσεων

Η αυτοφυής βλάστηση δημιουργεί προβλήματα στους αρχαιολογικούς χώρους που απασχολείστε,

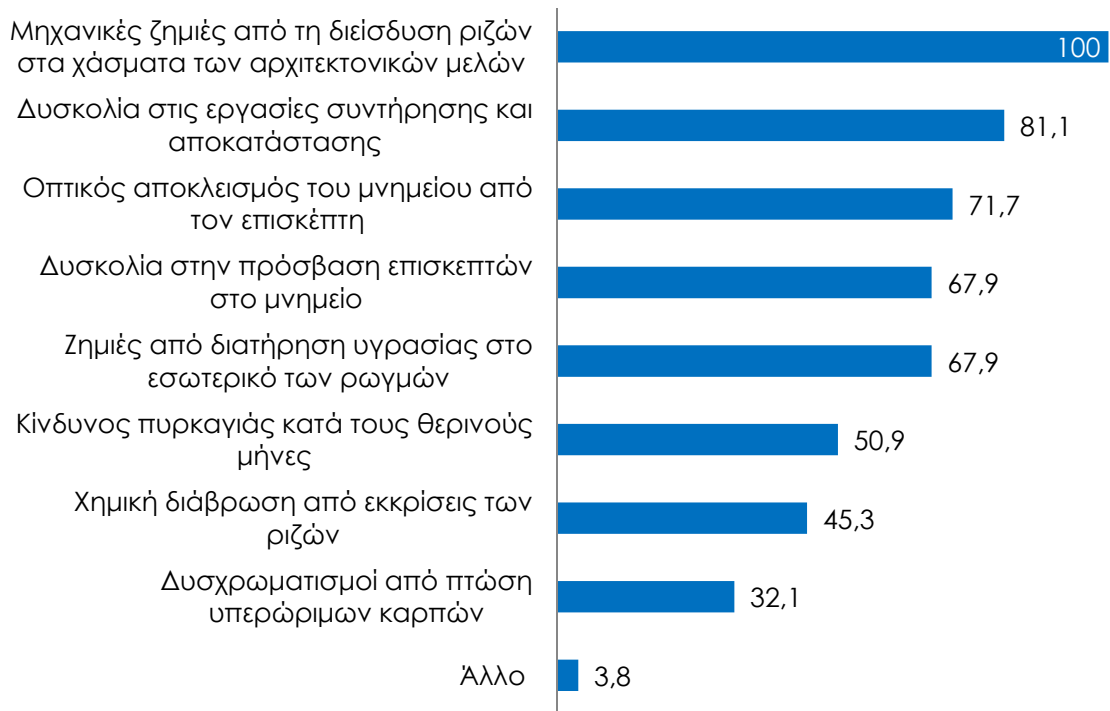


Σχήμα 18: Κατανομή απαντήσεων (%) στην ερώτηση (6), που αφορούσε το αν η αυτοφυής βλάστηση δημιουργεί προβλήματα στους αρχαιολογικούς χώρους που απασχολούνται οι ερωτώμενοι

Από τη συγκέντρωση των απαντήσεων προέκυψε ότι η αυτοφυής βλάστηση σχετίζεται με προβλήματα στους αρχαιολογικούς χώρους. Το σύνολο των ερωτηθέντων (100%) απάντησε θετικά στο εάν η αυτοφυής βλάστηση προκαλεί προβλήματα, που φανερώνει τον υπερτοπικό και έντονο χαρακτήρα του προβλήματος, για τους επαγγελματίες που ασχολούνται με τη διαχείριση αρχαιολογικών χώρων (Σχήμα 18).

Η περαιτέρω εξειδίκευση των προβλημάτων, που δημιουργεί η αυτοφυής βλάστηση στους αρχαιολογικούς χώρους, κατά φθίνουσα σειρά ποσοστού απαντήσεων, είναι: οι μηχανικές ζημιές από διείδυση ριζών, με καθολική επισήμανση (100%), οι δυσκολίες στις εργασίες συντήρησης και αποκατάστασης (81,1%), ο οπτικός αποκλεισμός των μνημείων (71,7%), η δυσκολία στην πρόσβαση των επισκεπτών (67,9%), οι ζημιές από τη διατήρηση υγρασίας (67,9%) και ο κίνδυνος πυρκαγιάς κατά τους θερινούς μήνες (50,9%, Σχήμα 19). Σε μικρότερα ποσοστά, κάτω του 50%, εμφανίζονται τα προβλήματα της χημικής διάβρωσης από εκκρίσεις ριζών (45,3%) και οι δυσχρωματισμοί από την πτώση υπερώριμων καρπών (32,1%). Τα αποτελέσματα συμφωνούν με προηγούμενες δημοσιεύσεις σχετικά με τις άμεσες και έμμεσες συνέπειες της ανεξέλεγκτης ανάπτυξης αυτοφυούς βλάστησης σε μνημεία και αρχαιολογικούς χώρους (Pinna & Salvadori, 2008b, Lisci *et al.*, 2003, Ζάχος, 1998, Mishra *et al.*, 1995). Από τη διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση των αποτελεσμάτων της ερώτησης (7) που αφορούσε τι προβλήματα προκαλούνται στους αρχαιολογικούς χώρους από τη βλάστηση, δεν βρέθηκε σημαντική σχέση μεταξύ των προβλημάτων και του βιοκλίματος της περιοχής (Παράρτημα III).

Τι προβλήματα δημιουργεί η αυτοφυής βλάστηση στους αρχαιολογικούς χώρους,

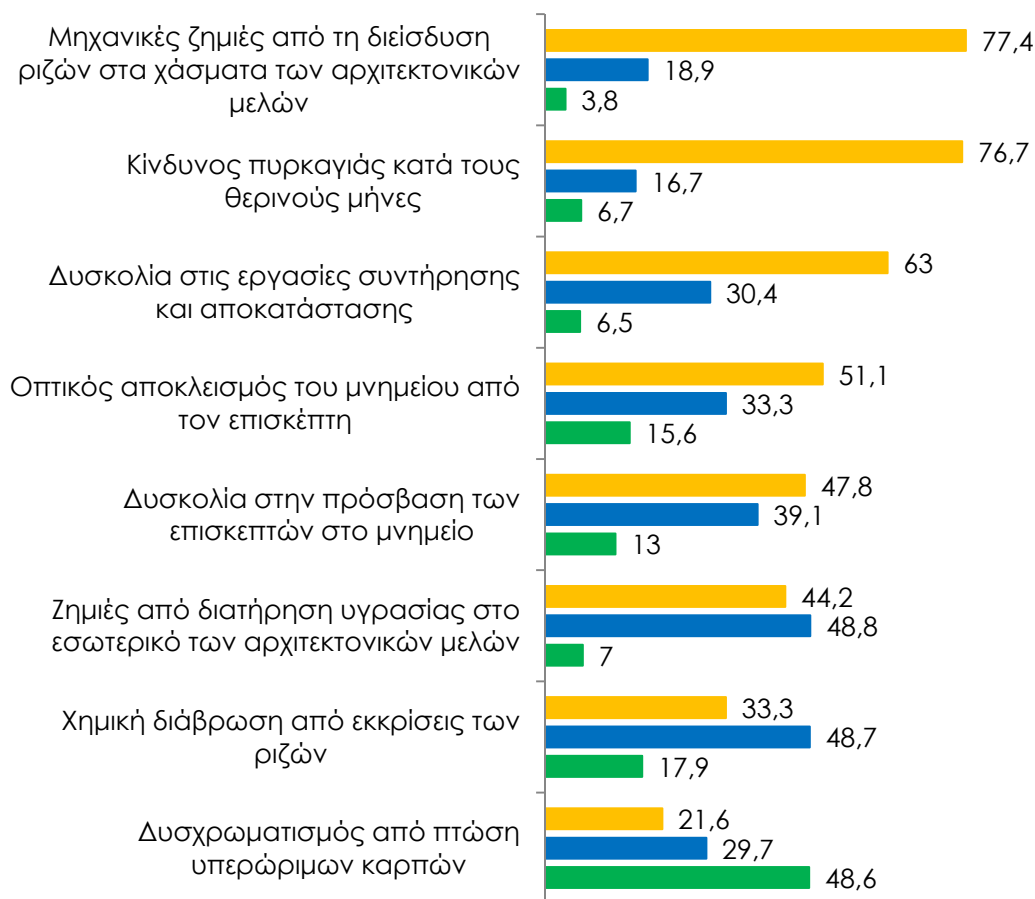


Σχήμα 19: Κατανομή απαντήσεων (%) στην ερώτηση (7) τι προβλήματα δημιουργεί η αυτοφυής βλάστηση του αρχαιολογικούς χώρους, σύμφωνα με τη γνώμη των ερωτώμενων

Σύμφωνα με τις απαντήσεις που δόθηκαν και αφορούσαν την αξιολόγηση της σοβαρότητας των προβλημάτων, εξαιρετικά σοβαρά προβλήματα, που χρειάζονται άμεση αντιμετώπιση, είναι: οι μηχανικές ζημιές, ο κίνδυνος πυρκαγιάς, η δυσκολία στις εργασίες συντήρησης και αποκατάστασης, ο οπτικός αποκλεισμός και η δυσκολία στην πρόσβαση στο μνημείο (Σχήμα 20). Αντίθετα, η χημική διάβρωση και η διατήρηση υγρασίας στο εσωτερικό των μελών θεωρείται ότι δημιουργούν δυσκολίες, παρ' όλα αυτά δεν χρήζουν άμεσης αντιμετώπισης. Τέλος, ο δυσχρωματισμός από πτώση υπερώριμων καρπών θεωρείται αμελητέο πρόβλημα.

Παρακαλώ αξιολογήστε τη σοβαρότητα των αναφερόμενων προβλημάτων

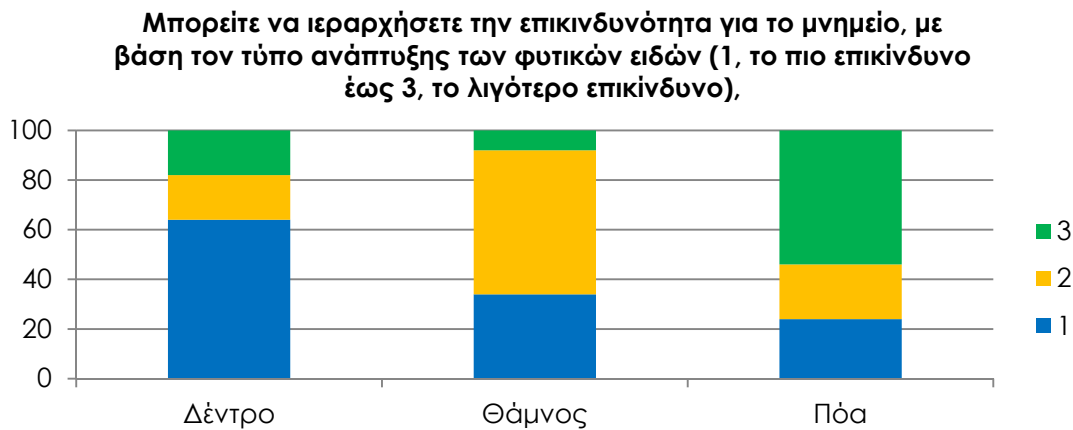
- Εξαιρετικά σοβαρό πρόβλημα, χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση
- Δημιουργεί δυσκολία αλλά δεν χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση
- Είναι αμελητέο



Σχήμα 20: Κατανομή απαντήσεων (%) στη ερώτηση (8) που αφορούσε την αξιολόγηση των προκαλούμενων προβλημάτων, από την αυτοφυή βλάστηση, ως εξαιρετικά σοβαρά, που χρειάζονται άμεση αντιμετώπιση ή δημιουργούν δυσκολία, αλλά δεν χρειάζονται άμεση αντιμετώπιση, ή είναι αμελητέα

Από την τακτική λογιστική παλινδρόμηση των αποτελεσμάτων της ερώτησης (8) που αφορούσε την αξιολόγηση της σοβαρότητας των προβλημάτων που προκαλούνται στους αρχαιολογικούς χώρους από τη βλάστηση, δεν βρέθηκε σημαντική σχέση μεταξύ των προβλημάτων και του βιοκλίματος της περιοχής για τα περισσότερα προβλήματα (Παράρτημα III). Σημαντική σχέση παρατηρήθηκε στην περίπτωση του οπτικού αποκλεισμού του μνημείου από τους επισκέπτες, όπου συχνότερα επισημάνθηκε ως εξαιρετικά σοβαρό πρόβλημα, σε περιοχές με έντονο μέσο-μεσογειακό χαρακτήρα και ως δύσκολο πρόβλημα σε περιοχές με έντονο θερμό-μεσογειακό χαρακτήρα.

Ως προς τον τύπο της ανάπτυξης, οι ερωτηθέντες κατατάσσουν κατά φθίνουσα σειρά επικινδυνότητας για τα μνημεία, τα δέντρα, τους θάμνους και λιγότερο επικίνδυνες τις πόες (Σχήμα 21), ενώ τα είδη που πιο συχνά δημιουργούν προβλήματα σε αρχαιολογικούς χώρους, κατά φθίνουσα σειρά, είναι η συκιά, η αγριάδα, η βρωμοκαρυδιά, το περδικούλι, η αγριοβρώμη και η κάπαρη (Σχήμα 22). Τα αποτελέσματα συμφωνούν με τη βιβλιογραφία που υποστηρίζει ότι η επικινδυνότητα ενός είδους αυξάνεται κατά τη φορά Ετήσια<Διετή<Πολυετή ποώδη<Θαμνώδη<Δενδρώδη (Signorini, 1996), ενώ, ως προς τα είδη που πιο συχνά προκαλούν προβλήματα σε αρχαιολογικούς χώρους, αυτά αναφέρονται και σε παλαιότερες δημοσιεύσεις των Οικονόμου, 1998, Χατζηδάκης, 1998, Χαραμή, 1998, Σγούρου, 1998.



Σχήμα 21: Κατανομή απαντήσεων (%) στην ερώτηση (9) που αφορούσε την ιεράρχηση των φυτικών ειδών ως προς την επικινδυνότητα για το μνημείο, με βάση τον τύπο ανάπτυξης (δέντρο, θάμνος, πόα)



Σχήμα 22: Κατανομή απαντήσεων (%) στην ερώτηση (10) που αφορούσε τον προσδιορισμό των φυτικών ειδών, που πιο συχνά δημιουργούν προβλήματα σε αρχαιολογικούς χώρους, κατά τη γνώμη των ερωτώμενων

Από την διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση των αποτελεσμάτων της ερώτησης (10) που αφορούσε τα φυτικά είδη, που πιο συχνά προκαλούν προβλήματα σε αρχαιολογικούς χώρους, δεν βρέθηκε σημαντική σχέση μεταξύ των ειδών και του βιοκλίματος της περιοχής για τα περισσότερα φυτικά είδη. Συχνότερη επισήμανση του αείλανθου ως είδους που συχνά προκαλεί προβλήματα παρατηρήθηκε σε περιοχές με έντονο θέρμο-μεσογειακό χαρακτήρα (Παράρτημα III).

Σε ότι αφορά τις ερωτήσεις που σχετίζονται με τον περιορισμό της ανεπιθύμητης βλάστησης, παρατηρείται ότι οι ερωτηθέντες απάντησαν, κατά πλειοψηφία, ότι δεν υπάρχουν (45,8%) ή δεν γνωρίζουν αν υπάρχουν (29,2%), κεντρικές συστάσεις-οδηγίες από το Υπουργείο σχετικά με τις μεθόδους αντιμετώπισης (Σχήμα 23), ενώ οι ερωτώμενοι απαντούν θετικά στο αν θα επωφελούνταν η Αρχαιολογική Υπηρεσία από την υπηρεσία γεωπόνου για την αντιμετώπιση προβλημάτων που σχετίζονται με τη βλάστηση, σε ποσοστό 92% (Σχήμα 24).

Υπάρχουν κεντρικές συστάσεις-οδηγίες, από το Υπουργείο Πολιτισμού, για την αντιμετώπιση της ανεπιθύμητης βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους;



Σχήμα 23: Κατανομή απαντήσεων (%) στην ερώτηση (15) αν υπάρχουν κεντρικές συστάσεις του Υπουργείου Πολιτισμού για την αντιμετώπιση ανεπιθύμητης βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους

Νομίζετε ότι η υπηρεσία σας θα επωφελούνταν από την παρουσία ειδικευμένου εργαζόμενου (γεωπόνου) για την αντιμετώπιση του προβλήματος,



Σχήμα 24: Κατανομή απαντήσεων (%) στην ερώτηση (16) αν η υπηρεσία του ερωτώμενου θα επωφελούνταν από τη συνεργασία με γεωπόνο για την αντιμετώπιση του προβλήματος της ανεπιθύμητης βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους

Στην Ελλάδα δεν υπάρχει επίσημη και ενιαία πολιτική διαχείρισης της αυτοφυούς βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους, όπως διαπιστώνει ο Κ. Ζάχος το 1998. Τα αποτελέσματα της έρευνάς μας δείχνουν ότι, παρά τον έντονο προβληματισμό πάνω στο ζήτημα της διαχείρισης βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους, ακόμη δεν φαίνεται να υπάρχει κεντρικός σχεδιασμός από πλευράς της Αρχαιολογικής Υπηρεσίας, ο οποίος να κοινοποιείται στις περιφερειακές υπηρεσίες. Χαρακτηριστικό αυτού του γεγονότος είναι ότι στον αρχαιολογικό νόμο 3028 «Για την προστασία των αρχαιοτήτων και εν γένει της πολιτιστικής κληρονομιάς» (ΦΕΚ Α 153/28-6-2002), δεν γίνεται καμία αναφορά στο παραπάνω ζήτημα.

Έτσι επαφίεται στους κατά τόπους αρμόδιους αρχαιολόγους να λαμβάνουν αποφάσεις για το σχεδιασμό του προγράμματος διαχείρισης της βλάστησης στους αρχαιολογικούς χώρους της εποπτείας τους (προφορική επικοινωνία με την κ. Χρυσουλάκη, προϊστάμενη της ΕΦΑ Δυτικής Αττικής, Πειραιώς και Νήσων). Κατά συνέπεια οι μέθοδοι που εφαρμόζονται δεν έχουν ελεγχθεί και εγκριθεί κεντρικά ως προς την καταλληλότητα και την ασφάλεια τους για τα μνημεία και το περιβάλλον και δεν συλλέγονται κεντρικά πληροφορίες σχετικά με το ποιες είναι τελικά οι εφαρμοζόμενες πρακτικές, αλλά και η αποτελεσματικότητά τους.

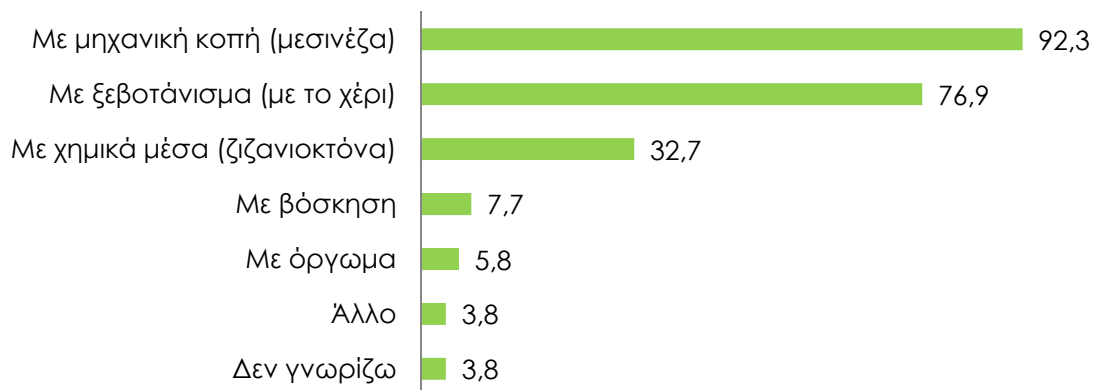
Η ύπαρξη κεντρικού πρωτοκόλλου για τον περιορισμό της ανεπιθύμητης βλάστησης, σε συνεργασία με γεωπόνο, που όπως φαίνεται, από την έρευνα ερωτηματολογίου, είναι επιθυμητή από τους ερωτηθέντες και επιβεβαιώνεται από τη βιβλιογραφία (Σγούρου, 1998, Χαραμή, 1998, Βασιλάκης, 1998, Αρβανίτης, 1998) πιθανώς να εξασφάλιζε εναρμόνιση με τις διεθνείς σύγχρονες θεωρίες και πρακτικές, πάνω στο ζήτημα, να εγγυόνταν την ασφάλεια των μνημείων και του περιβάλλοντος και να βελτιώνε την αποδοτικότητα των μεθόδων, βάσει σωστής επιλογής των μεθόδων αλλά και βελτίωσης του τρόπου εφαρμογής (Αρβανίτης, 1998).

Από τη συγκέντρωση των απαντήσεων διακρίνονται οι μέθοδοι περιορισμού που εφαρμόζονται κατά πλειοψηφία. Αυτές, κατά φθίνουσα σειρά συχνότητας, είναι η μηχανική κοπή (μεσινέζα) (92,3%), το βοτάνισμα (76,0%) και τα χημικά μέσα (32,7%, Σχήμα 25). Σε πολύ μικρά ποσοστά εφαρμόζονται η βόσκηση και το όργωμα. Σε ότι αφορά την εφαρμογή ζιζανιοκτόνων, διαπιστώνεται από τα αποτελέσματα ότι γίνεται χρήση τέτοιων ουσιών στο περίπου 30% των περιπτώσεων, που είναι βέβαια χαμηλό ποσοστό, σε σχέση με τις μηχανικές μεθόδους, αλλά όχι αμελητέο (Σχήμα 25). Από την διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση των αποτελεσμάτων της ερώτησης (12) που αφορούσε με τι τρόπους γίνεται ο περιορισμός βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους, δεν βρέθηκε σημαντική σχέση μεταξύ των επιλεγόμενων τρόπων και του βιοκλίματος της περιοχής (Παράρτημα ΙΙΙ).

Από τα αποτελέσματα της έρευνας, παρατηρείται ότι κατά πλειοψηφία εφαρμόζονται μη χημικές μέθοδοι περιορισμού ζιζανίων, όπως η μηχανική κοπή, και επιβεβαιώνουν τη διάχυτη εντύπωση ότι υπάρχει προβληματισμός στην Αρχαιολογική Υπηρεσία για την ασφάλεια του

περιβάλλοντος και των μνημείων, σε σχέση με τη χημική καταπολέμηση (Βασιλάκης, 1998, Τουλούπα, 1998, Χαραμή, 1998, Χατζηδάκης, 1998). Το παραπάνω αντανακλά και το πνεύμα της ΚΥΑ 6669/79087 (ΦΕΚ 1791/Β/15-7-2015), όπου στο Άρθρο 26, ορίζεται στους αρχαιολογικούς χώρους θα πρέπει να εφαρμόζονται κατά προτεραιότητα μέτρα βιολογικού ελέγχου και γεωργικά φάρμακα χαμηλού κινδύνου.

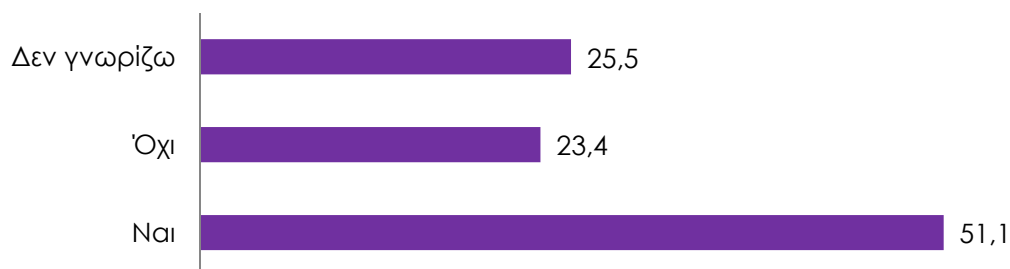
Με τι τρόπο/ους γίνεται στην υπηρεσία σας ο περιορισμός της αυτοφυούς βλάστησης,



Σχήμα 25: Κατανομή απαντήσεων (%) στην ερώτηση (12) με τι τρόπους γίνεται στην υπηρεσία του ερωτώμενου ο περιορισμός της αυτοφυούς βλάστησης

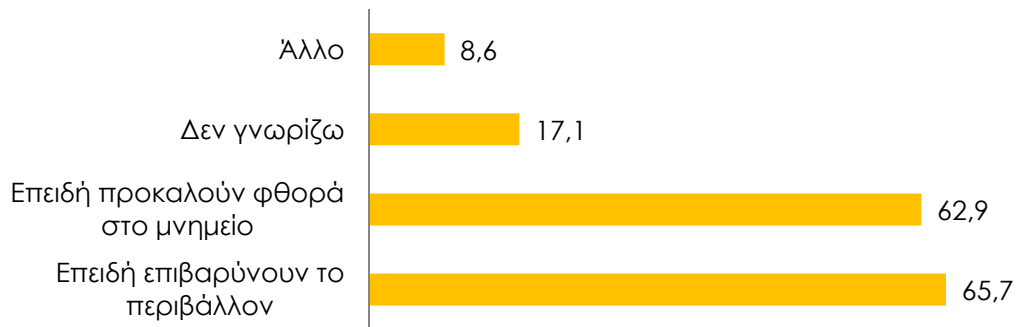
Επιπλέον, σε ποσοστό 50% οι ερωτηθέντες απάντησαν ότι κατά το παρελθόν γίνονταν χρήση ζιζανιοκτόνων στην Υπηρεσία τους, αλλά σήμερα έχει εγκαταλειφθεί (Σχήμα 26), ενώ με ποσοστό περίπου 60% οι ερωτηθέντες απάντησαν ότι δεν χρησιμοποιούν ζιζανιοκτόνα, γιατί επιβαρύνουν το περιβάλλον και προκαλούν φθορά στα μνημεία (Σχήμα 27).

Σε περίπτωση που στην υπηρεσία σας δεν γίνεται χρήση ζιζανιοκτόνων, κατά το παρελθόν γινόταν στην υπηρεσία σας χρήση ζιζανιοκτόνων,



Σχήμα 26: Κατανομή απαντήσεων (%) στην ερώτηση (22) αν στο παρελθόν γινόταν χρήση ζιζανιοκτόνων στην υπηρεσία του ερωτώμενου

Σε περίπτωση που στην υπηρεσία σας δεν γίνεται χρήση ζιζανιοκτόνων, γιατί δεν γίνεται χρήση ζιζανιοκτόνων,

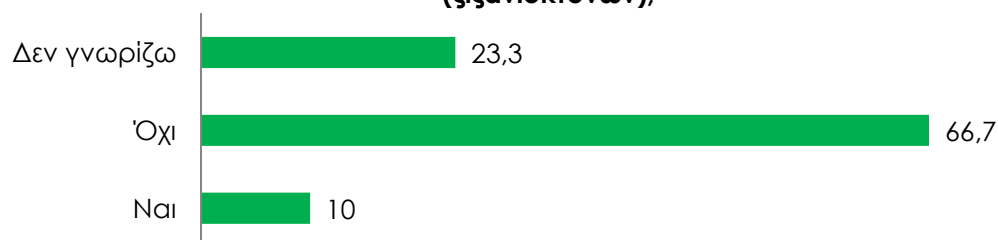


Σχήμα 27: Κατανομή απαντήσεων (%) στην ερώτηση (21) για ποιους λόγους δεν γίνεται χρήση ζιζανιοκτόνων στην υπηρεσία του ερωτώμενου

Κατά την επιλογή και εφαρμογή των μεθόδων περιορισμού της βλάστησης, σε αρχαιολογικούς χώρους, είναι πολύ σημαντική η προστασία της βιοποικιλότητας (Arino & Saiz-Jimenez, 1996, Celesti Grarow & Blasi, 2003, Caneva *et al.*, 2008a). Η επιλογή και εφαρμογή μεθόδων περιορισμού της βλάστησης, χωρίς τη συνεργασία με ειδικό, πιθανώς να παραβλέπει ζητήματα προστασίας της βιοποικιλότητας, καθώς μπορεί να υπερεκτιμάται ή να υποτιμάται ο δυνητικός κίνδυνος ενός είδους για τα αρχαία κατάλοιπα (Σκούλλος, 1998), ενώ δεν συνίσταται η αδιάκριτη εξάλειψη όλων των φυτικών ειδών, παρά μόνο όσων προκαλούν προβλήματα, με ήπια μέσα αντιμετώπισης (Γιαννίσαρος, 1998).

Σε υπηρεσίες που χρησιμοποιούν ζιζανιοκτόνα διαπιστώθηκε, από τα αποτελέσματα της έρευνας, ότι δεν υπάρχει προσωπικό ειδικά εκπαιδευμένο (πιστοποιημένο) στη χρήση τέτοιων ουσιών (Σχήμα 28), ο προστατευτικός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται είναι συνήθως γάντια και μάσκα (Σχήμα 29), ενώ το πιο κοινό σκεύασμα είναι το Round Up (Σχήμα 30).

Σε περίπτωση που στην υπηρεσία σας γίνεται χρήση ζιζανιοκτόνων, υπάρχει ειδικευμένο προσωπικό ειδικά εκπαιδευμένο (πιστοποιημένο) στη χρήση γεωργικών φαρμάκων (ζιζανιοκτόνων),



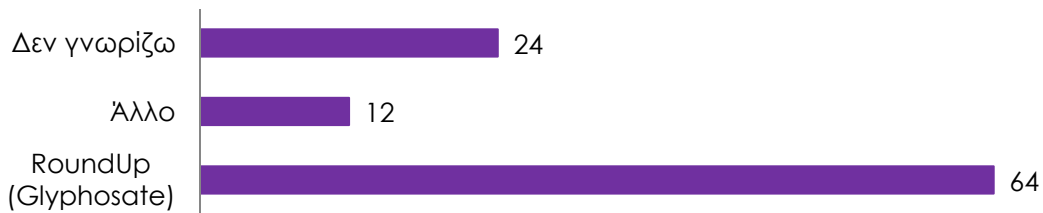
Σχήμα 28: Κατανομή απαντήσεων (%) στην ερώτηση (17) που αφορούσε το αν υπάρχει στην υπηρεσία του ερωτώμενου προσωπικό πιστοποιημένο στη χρήση γεωργικών φαρμάκων, σε περίπτωση που γίνεται χρήση τέτοιων ουσιών

Σε περίπτωση που στην υπηρεσία σας γίνεται χρήση ζιζανιοκτόνων, γίνεται χρήση κατάλληλων ατομικών μέσων προστασίας από αυτούς που εφαρμόζουν τα ζιζανιοκτόνα,



Σχήμα 29: Κατανομή απαντήσεων (%) στην ερώτηση (18) ποια είναι τα ατομικά μέσα προστασίας που χρησιμοποιεί το προσωπικό που εφαρμόζει τα ζιζανιοκτόνα στην υπηρεσία του ερωτώμενου

Σε περίπτωση που στην υπηρεσία σας γίνεται χρήση ζιζανιοκτόνων, ποιο ζιζανιοκτόνο σκεύασμα χρησιμοποιείται,



Σχήμα 30: Κατανομή απαντήσεων (%) στην ερώτηση (20) ποιο ζιζανιοκτόνο σκεύασμα χρησιμοποιείται στην υπηρεσία του ερωτώμενου

Ο νόμος 4036/2012 (Α'8), στο άρθρο 17, παρ. 1, ορίζει ότι «Επαγγελματίας χρήστης είναι κάθε πρόσωπο που χρησιμοποιεί γεωργικά φάρμακα κατά την επαγγελματική του δραστηριότητα, συμπεριλαμβανομένων των χειριστών, των τεχνικών, των εργοδοτών και των αυτοαπασχολούμενων, τόσο στο γεωργικό τομέα, όσο και σε άλλους τομείς». Η ΚΥΑ 8197/90920 (ΦΕΚ 1883/Β/1-8-2013), στο άρθρο 12, παρ. 1, ορίζει ότι «Οι επαγγελματίες χρήστες γεωργικών φαρμάκων υποχρεούνται να κατέχουν πιστοποιητικό γνώσεων ορθολογικής χρήσης γεωργικών φαρμάκων [...]». Το πιστοποιητικό γνώσης ορθολογικής χρήσης γεωργικών φαρμάκων αφορά τα μέσα ατομικής προστασίας του εφαρμοστή, τις ορθές πρακτικές εφαρμογής, τη χρήση του εξοπλισμού εφαρμογής, τα μέτρα για το χειρισμό και αποθήκευση των φαρμάκων, τη διαχείριση συσκευασιών και υπολειμμάτων και άλλα ζητήματα, που αφορούν την προστασία του ανθρώπου και του περιβάλλοντος.

Σε ότι αφορά τα μέσα ατομικής προστασίας, κατά τη χρήση γεωργικών φαρμάκων, αυτά περιλαμβάνουν: φόρμα, γάντια, μάσκα, καπέλο, μπότες, προσωπίδα και γυαλιά, τα οποία πρέπει να έχουν πιστοποίηση CE (Εγχειρίδιο ασφαλούς χρήση γεωργικών φαρμάκων, Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο).

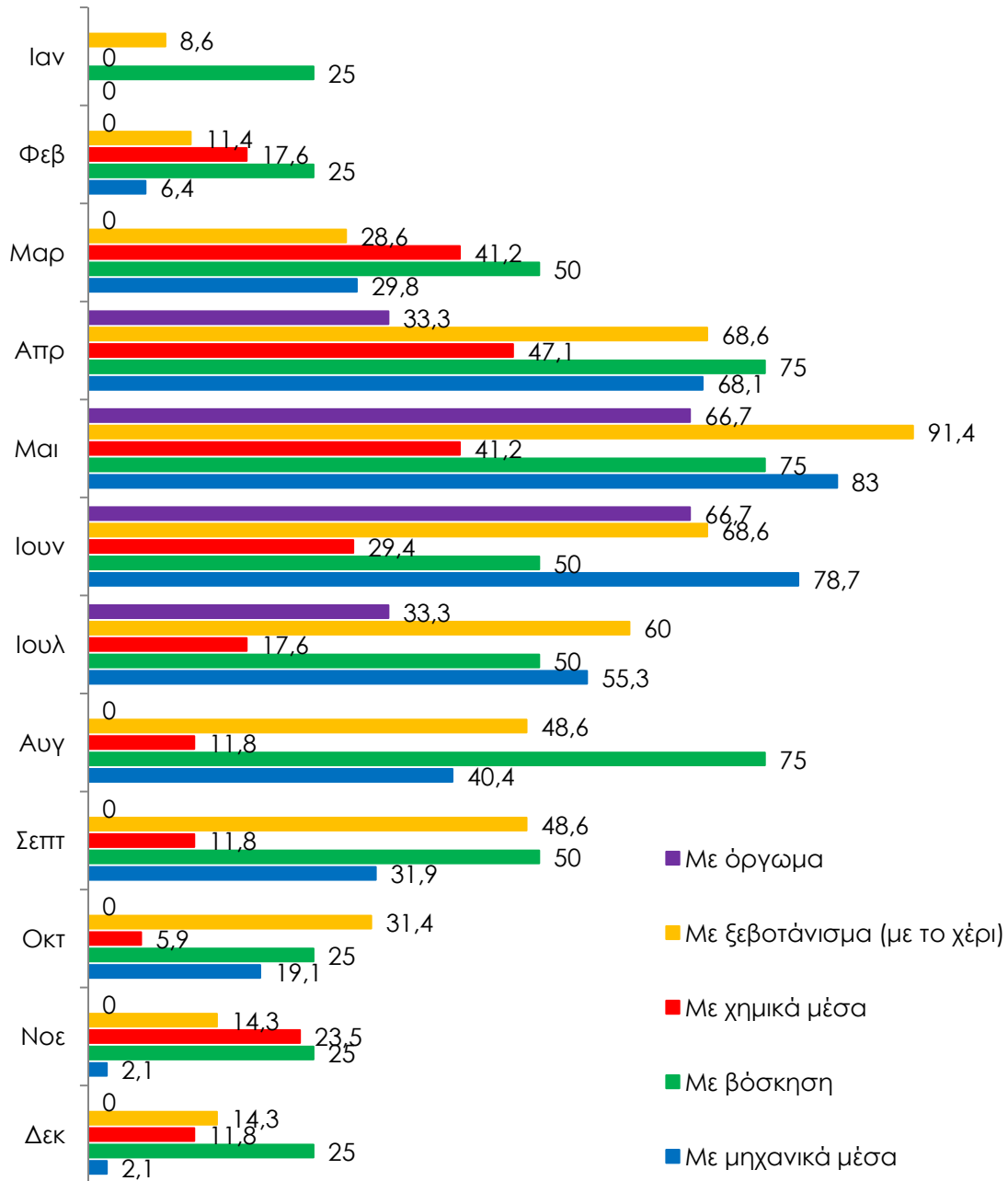
Από τα αποτελέσματα της έρευνας διαπιστώνεται ότι δεν είναι ικανοποιητική η συμμόρφωση με τους νόμους για την προστασία του ανθρώπου και του περιβάλλοντος. Ενδεικτικά, οι εφαρμοστές δεν φοράνε φόρμα που να καλύπτει όλο το σώμα σε ποσοστό περίπου 60%, ενώ περίπου το 70% των εφαρμοστών δεν είναι πιστοποιημένο για χρήση γεωργικών φαρμάκων. Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι η ενημέρωση και εκπαίδευση σχετικά με ζητήματα ασφαλείας, που ανακύπτουν από τη χρήση γεωργικών φαρμάκων σε αρχαιολογικούς χώρους, είναι ελλιπής και εγκυμονεί κινδύνους.

Τέλος, η διαδεδομένη επιλογή του Round Up, για χρήση σε αρχαιολογικούς χώρους οφείλεται στη χαμηλή τοξικότητα και τη μικρή υπολειμματική διάρκεια στο έδαφος του glyphosate, της δραστικής ουσίας του Round Up (Caneva *et al.*, 2008b). Παρ' όλα αυτά, το Round Up έχει όξινο pH και έχει αποδειχθεί (Mouga *et al.*, 1997) ότι προκαλεί λύση των μορίων των υλικών κατασκευής των μνημείων. Η εφαρμογή ζιζανιοκτόνων με ψεκασμό δεν δύναται να είναι στοχευμένη και είναι πολύ πιθανό τμήμα του ψεκαστικού νέφους να καταλήγει πάνω στα μέλη προκαλώντας χημική διάβρωση (Caneva *et al.*, 2008b).

Σε ότι αφορά την περίοδο εφαρμογής των μεθόδων περιορισμού της βλάστησης, φαίνεται ότι η κορύφωση των εφαρμογών γίνεται από τα μέσα της Άνοιξης έως τα μέσα του Καλοκαιριού (Σχήμα 31). Η εφαρμογή μηχανικής κοπής και το βοτάνισμα κορυφώνονται τους μήνες Απρίλιος έως Ιούνιος, ενώ η χημική καταπολέμηση, λίγο νωρίτερα τον Μάρτιο έως Απρίλιο. Φαίνεται ότι η εντατικοποίηση των μεθόδων περιορισμού της αυτοφυούς βλάστησης στους αρχαιολογικούς χώρους σχετίζεται με το είδος της βλάστησης που κυριαρχεί σε αυτούς, που είναι θερόφυτα με εποχική εμφάνιση, όπως φάνηκε από αποτελέσματα της καταγραφής αυτοφυούς βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους (Μέρος I, Κεφ. 3.1).

Από τη διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση της ερώτησης (13) που αφορούσε τον προσδιορισμό της περιόδου εφαρμογής των μεθόδων περιορισμού της ανεπιθύμητης βλάστησης, δεν βρέθηκε σημαντική σχέση μεταξύ της περιόδου εφαρμογής και του βιοκλίματος της περιοχής, για την πλειοψηφία των μεθόδων και μηνών εφαρμογής (Παράρτημα III). Παρατηρήθηκε σημαντική σχέση στην περίπτωση των χημικών μέσων, όπου το Φεβρουάριο συχνότερα δεν χρησιμοποιούνταν σε περιοχές με έντονο μέσο-μεσογειακό χαρακτήρα και έντονο θέρμο-μεσογειακό χαρακτήρα και στην περίπτωση του βοτανίσματος που συχνότερα δεν εφαρμόζονταν τον Ιανουάριο, Φεβρουάριο, Νοέμβριο και Δεκέμβριο σε περιοχές με έντονο μέσο-μεσογειακό χαρακτήρα και έντονο θέρμο-μεσογειακό χαρακτήρα.

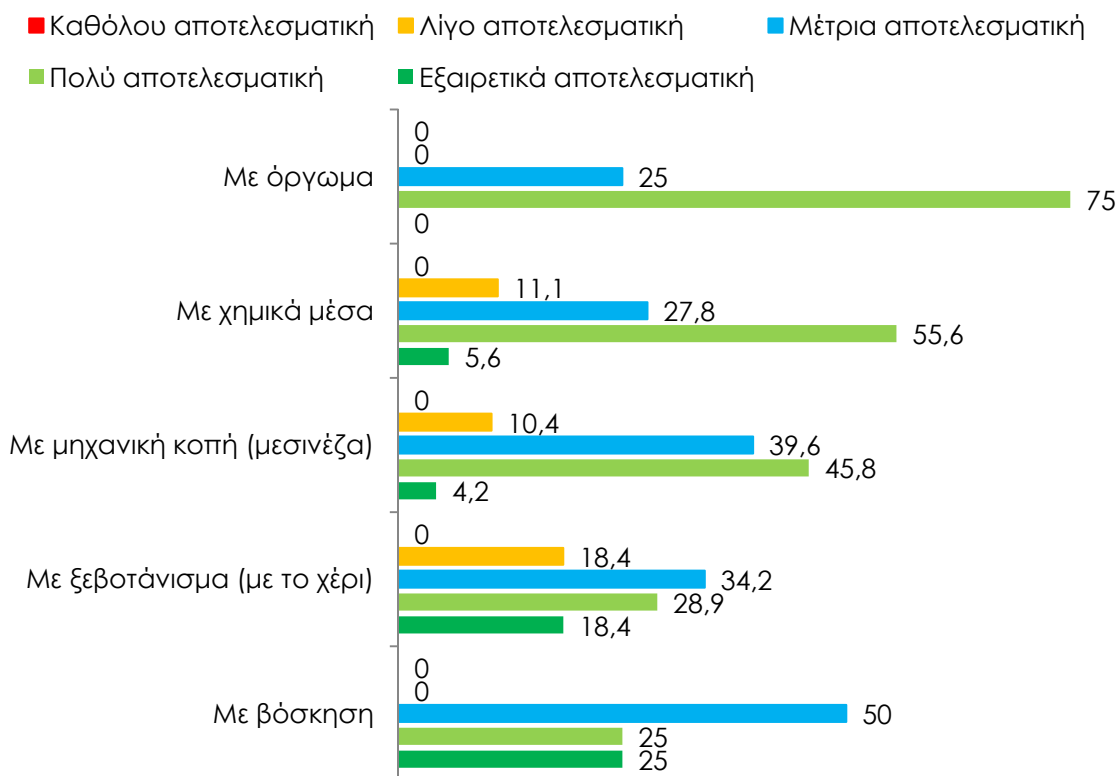
Παρακαλώ αναφέρετε αν γνωρίζετε τους μήνες εφαρμογής του τρόπου/ων περιορισμού της αυτοφυούς βλάστησης από την υπηρεσία σας



Σχήμα 31: Κατανομή απαντήσεων (%) στην ερώτηση (13) προσδιορισμού της περιόδου εφαρμογής των μεθόδων περιορισμού της ανεπιθύμητης βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους, ανάλογα με τη μέθοδο

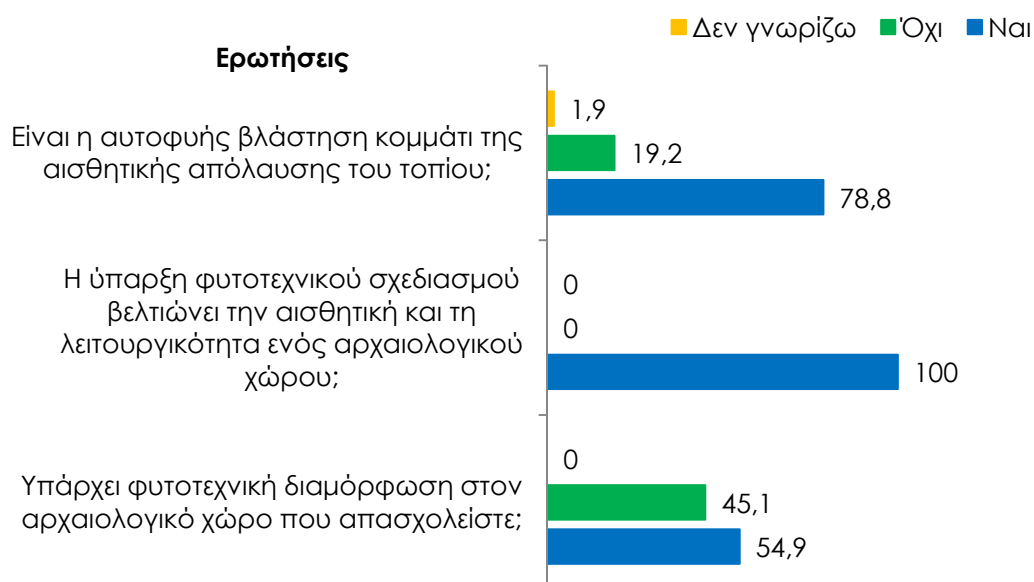
Σχετικά με την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των μεθόδων που εφαρμόζονται για την αντιμετώπιση ζιζανίων, πολύ αποτελεσματικές εμφανίζονται να είναι τα χημικά μέσα, η μηχανική κοπή και το όργωμα, ενώ η βόσκηση και το βοτάνισμα θεωρούνται μέτρια αποτελεσματικές μέθοδοι (Σχήμα 32). Τα αποτελέσματα συμφωνούν με προηγούμενες δημοσιεύσεις που αναφέρονται στην αποτελεσματικότητα των μεθόδων περιορισμού της βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους (Γιαννοπολίτης, 1998, Αρβανίτης, 1998). Από την τακτική λογιστική παλινδρόμηση των αποτελεσμάτων της ερώτησης (14) που αφορούσε την αποτελεσματικότητα των μεθόδων περιορισμού αυτοφυούς βλάστησης, δεν βρέθηκε σημαντική σχέση μεταξύ της αποτελεσματικότητας και του βιοκλίματος της περιοχής (Παράρτημα ΙΙΙ).

Πόσο αποτελεσματική είναι η μέθοδος/οι καταπολέμησης ζιζανίων που χρησιμοποιεί η υπηρεσία σας,



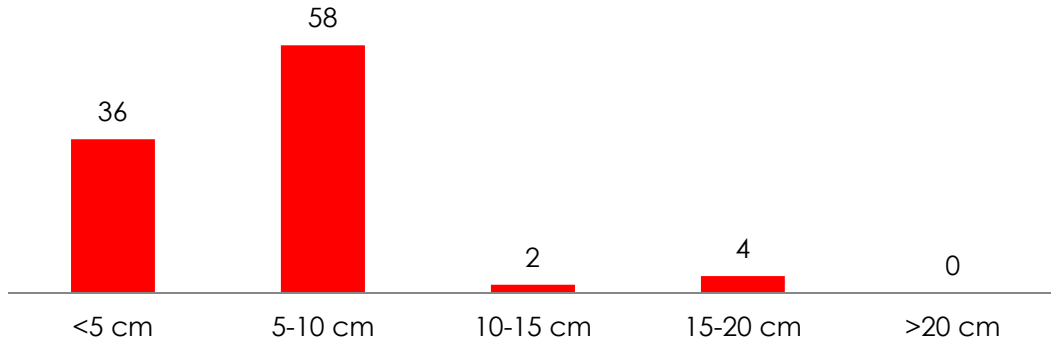
Σχήμα 32: Κατανομή απαντήσεων (%) στην ερώτηση (14) για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της μεθόδου περιορισμού της ανεπιθύμητης βλάστησης, ανάλογα με τη μέθοδο

Το τελευταίο μέρος του ερωτηματολογίου αφορούσε τη χρήση βλάστησης για την ανάδειξη των μνημείων. Από τις απαντήσεις γίνεται αντιληπτό ότι οι σχετιζόμενοι επαγγελματίες, από πλευράς Αρχαιολογικής Υπηρεσίας, αντιλαμβάνονται τη δυναμική αξία της βλάστησης για την ανάδειξη ενός αρχαιολογικού χώρου. Κατά πλειοψηφία (78,8%) απαντούν θετικά ότι η αυτοφυής βλάστηση αποτελεί κομμάτι της αισθητικής απόλαυσης του τοπίου και ομόφωνα (100%) απαντούν ότι η ύπαρξη φυτοτεχνικού σχεδιασμού βελτιώνει την αισθητική και τη λειτουργικότητα ενός χώρου (Σχήμα 33). Παρ' όλα αυτά, μόνο οι μισοί περίπου από τους χώρους (54,9%) έχουν φυτοτεχνική διαμόρφωση, ενώ οι υπόλοιποι όχι (45,1%). Τα φυτικά είδη που θεωρούνται ως περισσότερο ελκυστικά, για φύτευση σε αρχαιολογικούς χώρους, είναι είδη της τοπικής χλωρίδας (84%) και είδη που σχετίζονται με την ιστορία του χώρου (58%), ενώ ως λιγότερο ελκυστικά θεωρούνται είδη με εντυπωσιακή ανθοφορία (32%) (Σχήμα 35). Τέλος το επιθυμητό ύψος εδαφοκάλυψης για ένα αρχαιολογικό χώρο θεωρείται ότι είναι 5-10 cm (58%, Σχήμα 34).



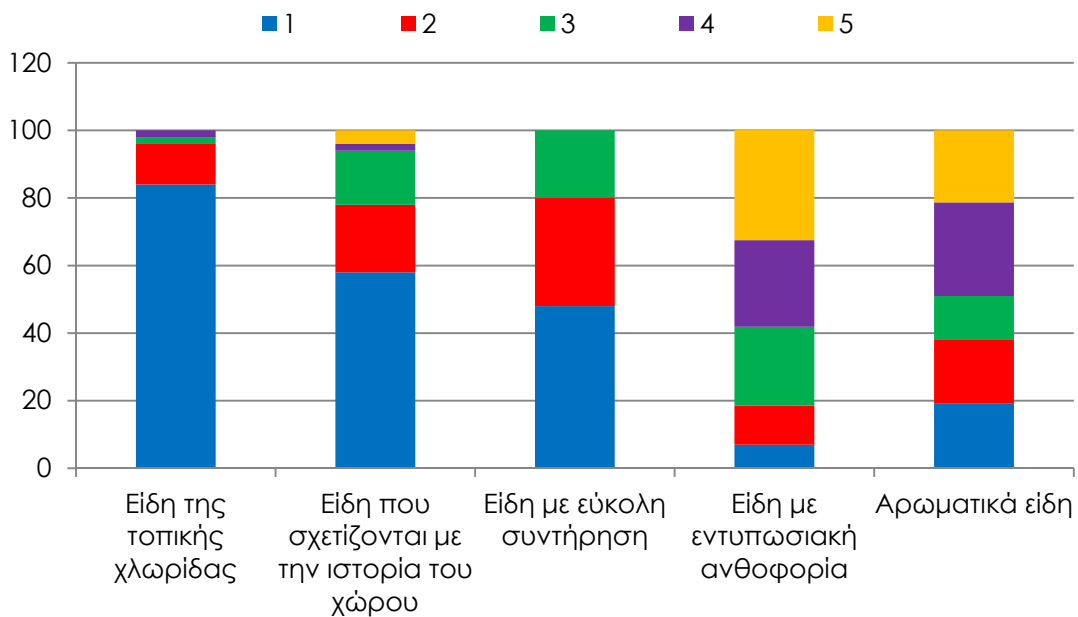
Σχήμα 33: Κατανομή απαντήσεων (%) στις ερωτήσεις (24), (27) και (28) αν είναι η αυτοφυής βλάστηση κομμάτι της αισθητικής απόλαυσης του τοπίου, αν η ύπαρξη φυτοτεχνικού σχεδιασμού βελτιώνει την αισθητική και τη λειτουργικότητα του τοπίου και αν υπάρχει φυτοτεχνική διαμόρφωση στο χώρο που απασχολείται ο ερωτώμενος

Ποιο κατά τη γνώμη σας, θα ήταν το επιθυμητό ύψος για φυτά εδαφοκάλυψης,



Σχήμα 34: Κατανομή (%) απαντήσεων στην ερώτηση (29) ποιο θα ήταν το επιθυμητό ύψος για φυτά εδαφοκάλυψης σε αρχαιολογικούς χώρους

Τι φυτά θα προτιμούσατε να χρησιμοποιηθούν για τη διαμόρφωση ενός αρχαιολογικού χώρου, (ιεραρχήστε με 1, το περισσότερο ελκυστικό έως 5, το λιγότερο ελκυστικό)



Σχήμα 35: Κατανομή (%) απαντήσεων στην ερώτηση (28) ποια κατηγορία φυτικών ειδών θα ήταν περισσότερο ελκυστικά για τη διαμόρφωση ενός αρχαιολογικού χώρου

Τα αποτελέσματα συμφωνούν με προηγούμενες δημοσιεύσεις που δείχνουν ότι η αυτοφυής βλάστηση είναι αναπόσπαστο κομμάτι του αρχαιολογικού τοπίου (Σγούρου, 1998, Χατζηδάκης, 1998). Παράλληλα και στο παρελθόν έχει υπογραμμισθεί η θετική υπεραξία της ύπαρξης μελετημένου φυτοτεχνικού σχεδιασμού για την αισθητική και λειτουργία ενός αρχαιολογικού χώρου (Ζάχος, 1998). Φαίνεται ότι οι επαγγελματίες, που σχετίζονται με το

πεδίο, αναγνωρίζουν τις δυνατότητες της προσθήκης καλλωπιστικής βλάστησης στους αρχαιολογικούς χώρους. Η επιλογή τοπικής χλωρίδας ενισχύει την ένταξη του μνημείου στο τοπίο και η επιλογή φυτών που σχετίζονται με την ιστορία του χώρου υπογραμμίζει την εκπαιδευτική τους αξία, ως μια ευκαιρία αναδρομής στο χρόνο (Ζάχος, 1998, Stroszeck, 1998). Οι προγενέστεροι πολιτισμοί είχαν σε πολλές περιπτώσεις, πολύ στενές σχέσεις με τα φυτικά είδη που τους περιέβαλαν. Οι αρχαίοι Έλληνες και Ρωμαίοι αναγνώριζαν πάνω από 1.000 φυτικά είδη, τα οποία συμμετείχαν στην καθημερινή τους ζωή, στην τέχνη και στη λατρεία (Μπάουμαν, 1999). Αυτό όμως είναι ένα εκπαιδευτικό εργαλείο που εκλείπει συχνά από τους αρχαιολογικούς χώρους.

Προχωρώντας στο ζήτημα της χρήσης βλάστησης για την ανάδειξη των μνημείων, η σύγχρονη θεωρία υποστηρίζει ότι η αρμονική ένταξη των μνημείων στο περιβάλλον φυσικό τοπίο, έχει μεγάλη σημασία, αφού αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάδειξη του μνημείου, και η προσθήκη βλάστησης στον αρχαιολογικό χώρο μπορεί να βελτιώσει την αισθητική και τη λειτουργικότητα του χώρου, αλλά και να αναβαθμίσει την εκπαιδευτική του αξία (Matteini, 2006). Από τα αποτελέσματά του ερωτηματολογίου όμως προκύπτει ότι, σε μεγάλο ποσοστό των χώρων (45%) δεν υπάρχει φυτοτεχνική διαμόρφωση. Ως συνέπεια προκύπτει η ανάγκη εκπόνησης αντίστοιχων μελετών και εφαρμογών, σε συμφωνία με το αρ. III, παρ. 1 και 2 της Χάρτας των Αθηνών, που ορίζει ότι πρέπει να λαμβάνεται ειδική μέριμνα για τον περιβάλλοντα χώρο των μνημείων, που θα περιλαμβάνει φυτοτεχνική μελέτη για την προσθήκη καλλωπιστικής βλάστησης κατάλληλης ως προς τη διατήρηση του χαρακτήρα των μνημείων.

Η χρήση των Google forms και η διανομή ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου διευκόλυνε πολύ την άμεση και χωρίς κόστος διανομή του ερωτηματολογίου σε όλες της περιφερειακές Εφορείες Αρχαιοτήτων (ΕΦΑ), μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Φάνηκε ότι σε όλες τις υπηρεσίες υπήρχε εξοικείωση με τέτοιου είδους εφαρμογές και η ανταπόκριση ήταν σχετικά άμεση. Παρ' όλα αυτά, πιθανώς θα ήταν χρήσιμο, παράλληλα με τη διακίνηση του ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου, να γίνονταν και επιτόπιες επισκέψεις και συνεντεύξεις, σε ορισμένους χώρους της εποπτείας των αντίστοιχων ΕΦΑ, για πιθανή άντληση περισσότερων πληροφοριών. Επιπλέον θα ήταν ενδιαφέρον, το κομμάτι του ερωτηματολογίου που αφορούσε την προσθήκη καλλωπιστικής βλάστησης για την ανάδειξη των μνημείων να απευθύνονταν και σε επισκέπτες των χώρων. Η αντίληψη των επισκεπτών για το τοπίο του χώρου, για την παρουσία αυτοφυούς βλάστησης, για την εκπαιδευτική αξία της βλάστησης, πιθανώς να έδινε πολύτιμες πληροφορίες που θα συνδιαμόρφωναν τον φυτοτεχνικό σχεδιασμό ενός αρχαιολογικού χώρου.

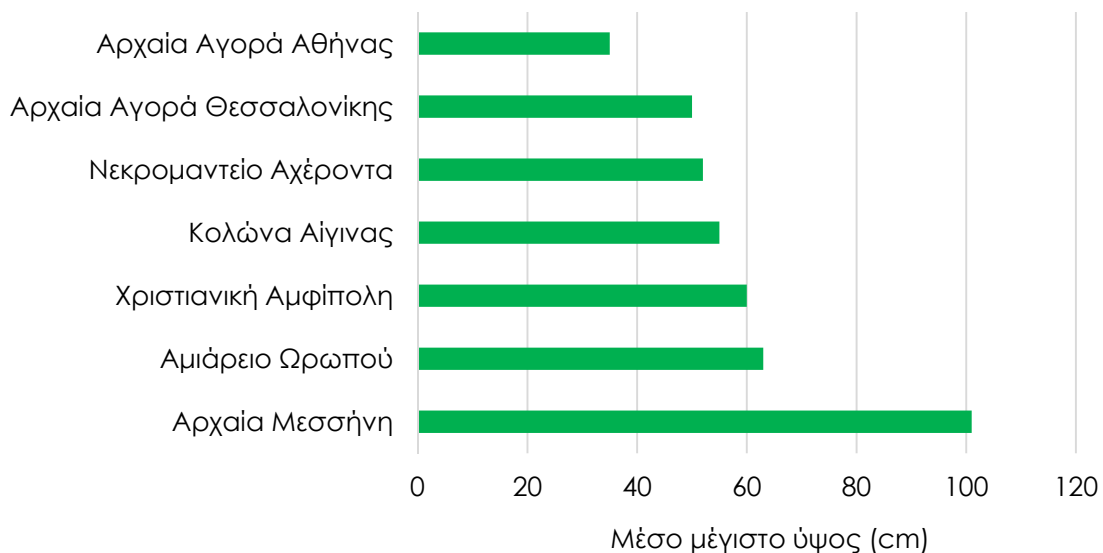
3.2 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΕΠΤΑ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

3.2.1 ΕΜΜΕΣΕΣ ΖΗΜΙΕΣ

Στους επτά αρχαιολογικούς χώρους (Αγορά Αθήνας, Κολώνα, Αμφίπολη, Αγορά Θεσσαλονίκης, Αμφιάρειο, Μεσσήνη και Νεκρομαντείο), στους οποίους έγινε καταγραφή προβλημάτων που σχετίζονται με την αυτοφυή βλάστηση, διαπιστώθηκαν έμμεσες ζημιές από την καθ' ύψος ανάπτυξη εποχιακών ειδών στις ελεύθερες επιφάνειες των χώρων. Αυτές περιλάμβαναν:

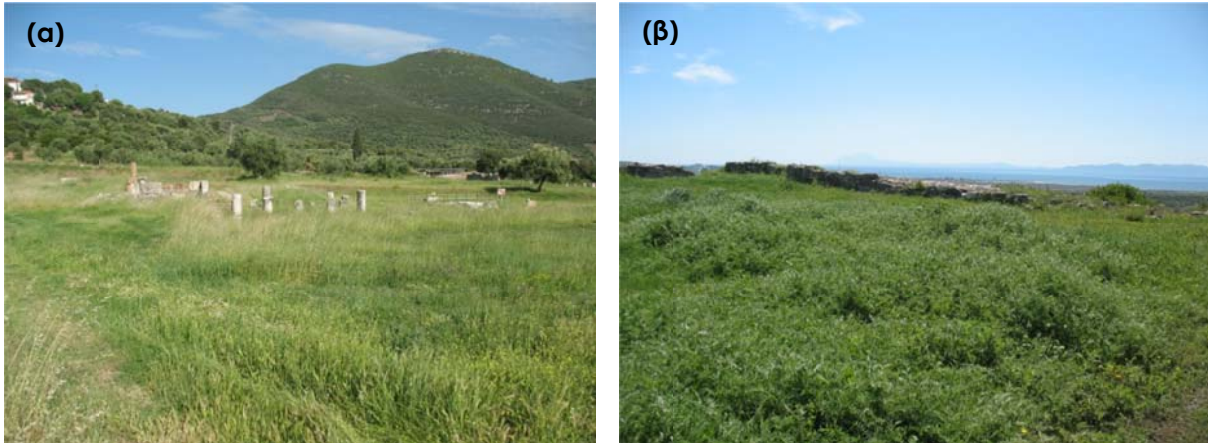
- Δυσκολία στις εργασίες συντήρησης και αποκατάστασης
- Οπτικό αποκλεισμό του μνημείου
- Δυσκολία στην προσπέλαση του χώρου από τους επισκέπτες
- Κίνδυνο πυρκαγιάς κατά τη διάρκεια των θερμών μηνών του έτους
- Αισθητική υποβάθμιση του χώρου

Οι εν δυνάμει αυτές ζημιές διαπιστώθηκαν κατά την περίοδο της Άνοιξης όπου η κάλυψη των ελεύθερων επιφανειών από αυτοφυή βλάστηση ήταν 100% και το μέσο μέγιστο ύψος της βλάστησης ήταν υψηλό (Εικόνα 89). Πιο συγκεκριμένα στην Αγορά Αθήνας το μέσο μέγιστο ύψος ήταν 35 cm, στη Μεσσήνη 101 cm, στην Κολώνα 55 cm, ενώ ανάλογες τιμές παρουσίαζαν και οι υπόλοιποι χώροι (Σχήμα 36).



Σχήμα 36: Μέσο μέγιστο ύψος αυτοφυών φυτικών ειδών, που καταγράφηκαν σε δείγματα πλαίσια, στις ελεύθερες επιφάνειες, κατά τη διάρκεια της Άνοιξης, το Μάρτιο έως το Μάιο, του 2012, σε επτά αρχαιολογικούς χώρους

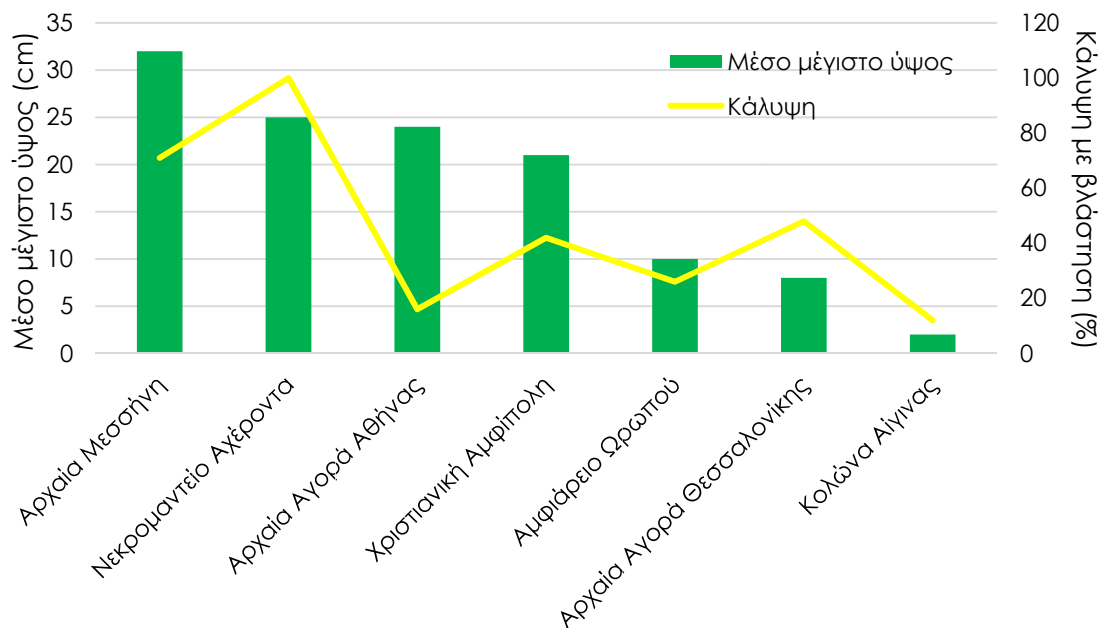
Τα προβλήματα αυτά, κατά τη διάρκεια της Άνοιξης, αντιμετωπίζονται με την εφαρμογή μηχανικών κοπών με μεσινέζα και απομάκρυνση των υπολειμμάτων από τους χώρους (προσωπική επαφή με τους προϊστάμενους των αντίστοιχων Εφορειών Αρχαιοτήτων). Τα προβλήματα που διαπιστώθηκαν συμφωνούν με τις αναφορές στη βιβλιογραφία (Pinna & Salvadori, 2008a, Lisci *et al.*, 2003, Οικονόμου, 1998, Mishra, *et al.*, 1995), αλλά και με τα αποτελέσματα της έρευνας ερωτηματολογίου σε άλλους αρχαιολογικούς χώρους της χώρας.



Εικόνα 89: Γενική άποψη του χώρου (α) της Μεσσήνης και (β) της Αμφίπολης, την περίοδο της Άνοιξης, το Μάιο του 2012, όπου διακρίνεται η παρουσία πυκνής και ψηλής, αυτοφυούς βλάστησης στις ελεύθερες επιφάνειες των χώρων

Αντίθετα, κατά τη διάρκεια του Φθινοπώρου, στην πλειοψηφία των χώρων, λόγω των ιδιαίτερως ξηροθερμικών συνθηκών, δεν δημιουργούνταν τα αντίστοιχα προβλήματα. Η κάλυψη των ελεύθερων επιφανειών, από θερινοφθινοπωρινά αυτοφυή είδη, ήταν περιορισμένη σε συνδυασμό με περιορισμένο μέγιστο ύψος της βλάστησης (Εικόνα 90). Πιο συγκεκριμένα στην Αγορά Αθήνας οι ελεύθερες επιφάνειες καλύπτονταν κατά 16% από βλάστηση, ενώ το μέσο μέγιστο ύψος της βλάστησης ήταν 24 cm, το Αμφιάρειο καλύπτονταν κατά 26% και το μέσο μέγιστο ύψος της βλάστησης ήταν 10 cm, ενώ ανάλογα χαμηλές τιμές παρουσίαζαν η Κολώνα, η Αγορά Θεσσαλονίκης, η Αμφίπολη και το Αμφιάρειο.

Εξαιρεση αποτελούσαν το Νεκρομαντείο και η Μεσσήνη, όπου η κάλυψη των ελεύθερων επιφανειών από βλάστηση ήταν υψηλή, 100% και 71% αντιστοίχως, και το μέσο μέγιστο ύψος της βλάστησης ήταν υψηλό, 25 και 32 cm αντιστοίχως. Σε αυτούς τους χώρους λόγω των υψηλών βροχοπτώσεων και της περιορισμένης ξηροθερμικής περιόδου, εμφανίζεται αφθονία θερινοφθινοπωρινών ειδών στις ελεύθερες επιφάνειες που σχετίζονται με τα προβλήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω.



Σχήμα 37: Μέσο μέγιστο ύψος της αυτοφυούς βλάστησης (cm) και κάλυψη των χώρων με βλάστηση ως ποσοστό επιφάνειας (%), στους επτά αρχαιολογικούς χώρους, κατά τη διάρκεια των καταγραφών του Φθινοπώρου, το Σεπτέμβριο έως το Νοέμβριο του 2012



Εικόνα 90: Γενική άποψη του χώρου (α) της Κολώνας, τον Ιούνιο του 2012 και (β) του Αμφιάρειου, το Νοέμβριο του 2012 όπου διακρίνεται η απουσία θερινοφθινοπωρινών ειδών στις ελεύθερες επιφάνειες των χώρων

3.2.2 ΑΜΕΣΕΣ ΦΘΟΡΕΣ

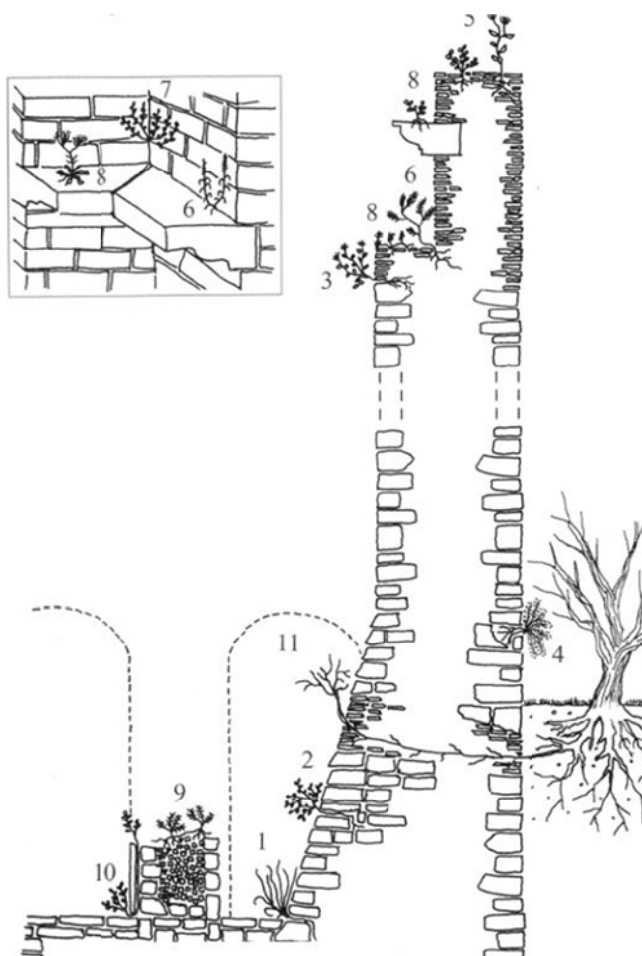
Σε ότι αφορά τις άμεσες φθορές από την παρουσία αυτοφυών ειδών πάνω στα μέλη των μνημείων διαπιστώθηκαν τα εξής εν δυνάμει προβλήματα:

- Μηχανικές καταστροφές από τη διείσδυση ριζών ανάμεσα στα μέλη
- Χημική διάβρωση από εκκρίσεις των ριζών

- Αύξηση της υγρασίας στο μικροπεριβάλλον των μελών

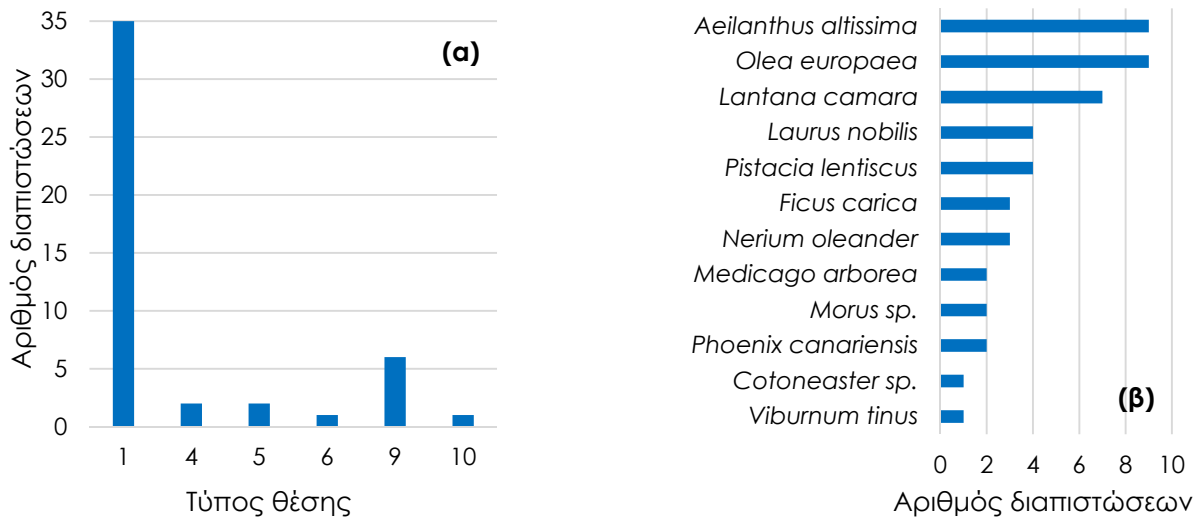
Οι μηχανικές καταστροφές σχετίζονται με την ανάπτυξη ειδών με υψηλό Δείκτη Επικινδυνότητας μεγάλωσμων πολυετών ειδών, κυρίως δέντρων (βλ. Μέρος II, Κεφ. 1.1.1), τα οποία αν αναπτυχθούν αρκετά μπορούν με το ριζικό τους σύστημα να μετατοπίσουν τα δομικά μέρη των μνημείων. Η χημική διάβρωση και η αύξηση της υγρασίας σχετίζονται με την ανάπτυξη ποωδών ετησίων ή διετών ειδών που αναπτύσσονται πάνω στα μέλη. Στους επτά αρχαιολογικούς χώρους όπου έγιναν καταγραφές τα παραπάνω προβλήματα αντιμετωπίζονται με την εφαρμογή βοτανισμού, για την απομάκρυνση των φυτικών ειδών από τα μέλη (προσωπική επαφή με τους προϊστάμενους των αντίστοιχων Εφορειών Αρχαιοτήτων). Τα προβλήματα που διαπιστώθηκαν συμφωνούν με τις αναφορές στη βιβλιογραφία (Pinna & Salvadori, 2008α, Lisci *et al.*, 2003, Οικονόμου, 1998, Mishra, *et al.*, 1995), αλλά και με τα αποτελέσματα της έρευνας ερωτηματολογίου σε άλλους αρχαιολογικούς χώρους της χώρας (βλ. Μέρος II, Κεφ. 3.1).

Παρακάτω θα αναφερθούν αναλυτικότερες πληροφορίες σχετικά με τα είδη που φύονταν πάνω στα μέλη των μνημείων τις δύο περιόδους καταγραφών, με βάση τον Δείκτη Επικινδυνότητας και την κατηγοριοποίηση των μικροθέσεων του μνημείου οι οποίες προσβάλλονται από αυτοφυή είδη (Εικόνα 91).



Εικόνα 91: Κατηγορίες μικροθέσεων πάνω στο μνημείο, που προσβάλλονται από φυτικά είδη, όπου: (1) Κοιλότητες στο επίπεδο του εδάφους, (2) Κοιλότητες σε κεκλιμένες επιφάνειες (3) Κοιλότητες μεταξύ διαφορετικών υλικών (4) Κοιλότητες σε κατακόρυφες επιφάνειες ομογενών υλικών (5) Κοιλότητες σε ύπτιες επιφάνειες (6) Κοιλότητες στα σημεία συνάντησης κατακόρυφων και οριζόντιων επιφανειών (7) Κοιλότητες στα σημεία τομής δύο οριζόντιων επιφανειών (8) Συγκέντρωση υποστρώματος σε οριζόντια πορώδη επιφάνεια (9) Συγκέντρωση υποστρώματος στην άνω επιφάνεια λιθοδομής που έχει μερικώς αποδομηθεί (10) Μικρά διάκενα μεταξύ των λιθοδομών και του επιχρίσματος τοίχου (11) Δομή που έχει εποικισθεί από παραφυάδες δέντρων, που φύονται σε παρακείμενη θέση

Στην **Αρχαία Αγορά Αθήνας** παρατηρήθηκαν σε 47 θέσεις πάνω στο μνημείο θαμνώδη και δενδρώδη είδη με υψηλό ΔΕ, η πλειοψηφία των οποίων ήταν ελιές (*Olea europaea*) και αειλανθοί (*Ailanthus altissima*) και συνήθως πρόσβαλαν θέσεις τύπου 1 (Εικόνα 91, Σχήμα 38). Σε ότι αφορά φυτικά είδη με χαμηλότερο ΔΕ, κυρίως ετήσια και διετή, καταγράφηκαν σε θέσεις τύπου: 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8 και 9. Την Άνοιξη καταγράφηκε μεγαλύτερος αριθμός ειδών πάνω σε μέλη (48 είδη), σε σχέση με την περίοδο του Φθινοπώρου (14 είδη, Πίνακας 15).

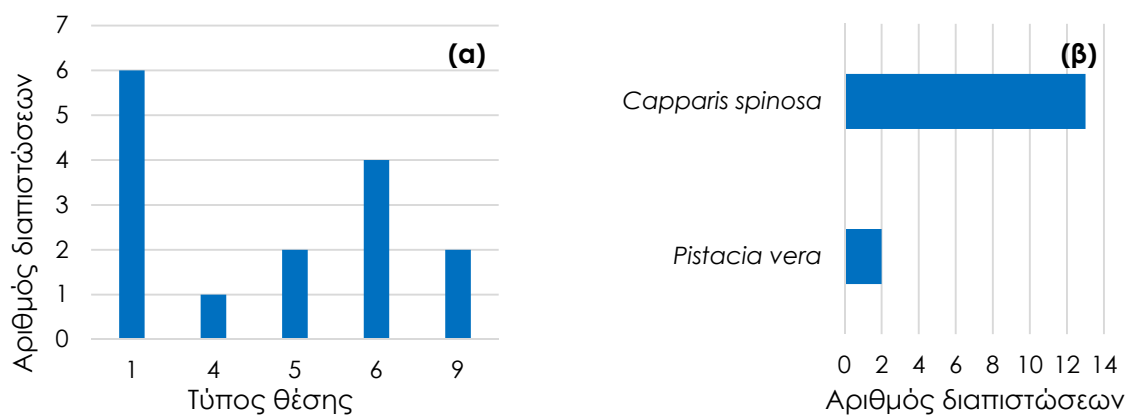


Σχήμα 38: Διαπιστώσεις προσβολών από είδη με υψηλό ΔΕ στην Αρχαία Αγορά Αθήνας, το 2012 (α) ανάλογα με τον τύπο θέσης, πάνω στο μνημείο και (β) ανάλογα με το είδος

Πίνακας 15: Φυτικά είδη με χαμηλό ΔΕ που καταγράφηκαν πάνω σε μέλη στην Αρχαία Αγορά Αθήνας το Μάρτιο και Νοέμβριο του 2012

Μάρτιος 2012		
<i>Acanthus mollis</i>	<i>Geranium brutium</i>	<i>Parietaria judaica</i>
<i>Aster squamatus</i>	<i>Hordeum murinum</i>	<i>Phagnalon graecum</i>
<i>Avena sterilis</i>	<i>Hypochaeris radicata</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Bromus sterilis</i>	<i>Lagurus ovatus</i>	<i>Reichardia picroides</i>
<i>Calendula arvensis</i>	<i>Lamium amplexicaule</i>	<i>Reseda alba</i>
<i>Cerastium glomeratum</i>	<i>Lamium moschatum</i>	<i>Satureja thymbra</i>
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Linaria sp.</i>	<i>Senecio vulgaris</i>
<i>Conyza bonariensis</i>	<i>Linum angustifolium</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>
<i>Cotyledon umbilicus</i>	<i>Lippia nodiflora</i>	<i>Stellaria media</i>
<i>Erodium malacoides</i>	<i>Malva sylvestris</i>	<i>Tragopogon porrifolius</i>
<i>Erodium moschatum</i>	<i>Medicago praecox</i>	<i>Trifolium campestre</i>
<i>Erysimum graecum</i>	<i>Medicago sativa</i>	<i>Urtica urens</i>
<i>Euphorbia peplus</i>	<i>Medicago truncatula</i>	<i>Veronica arvensis</i>
<i>Fumaria capreolata</i>	<i>Melilotus officinalis</i>	<i>Veronica cymbalaria</i>
<i>Fumaria officinalis</i>	<i>Oryzopsis miliacea</i>	<i>Veronica persica</i>
<i>Gallium aparine</i>	<i>Papaver rhoeas</i>	<i>Vicia sativa</i>
Νοέμβριος 2012		
<i>Acanthus mollis</i>	<i>Fumaria capreolata</i>	<i>Phagnalon graecum</i>
<i>Asparagus acutifolius</i>	<i>Lippia nodiflora</i>	<i>Reichardia picroides</i>
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Medicago sp.</i>	<i>Satureja thymbra</i>
<i>Conyza bonariensis</i>	<i>Oryzopsis miliacea</i>	<i>Veronica cymbalaria</i>
<i>Cotyledon umbilicus</i>	<i>Parietaria judaica</i>	

Στην **Κολώνα Αίγινας** παρατηρήθηκαν σε 15 θέσεις πάνω στο μνημείο είδη με υψηλό ΔΕ τα οποία ήταν κυρίως κάπαρη (*Carraris spinosa*) και πρόσβαλαν κυρίως θέσεις τύπου 1 (Σχήμα 39). Σε ότι αφορά φυτικά είδη με χαμηλότερο ΔΕ, κυρίως ετήσια και διετή, καταγράφηκαν σε θέσεις τύπου: 1, 5, και 9. Την Άνοιξη καταγράφηκε μεγαλύτερος αριθμός ειδών πάνω σε μέλη (35 είδη), σε σχέση με την περίοδο του Φθινοπώρου (15 είδη, Πίνακας 16).



Σχήμα 39: Διαπιστώσεις προσβολών από είδη με υψηλό ΔΕ στην Κολώνα Αίγινας το 2012 (α) ανάλογα με τον τύπο θέσης, πάνω στο μνημείο και (β) ανάλογα με το είδος

Πίνακας 16: Φυτικά είδη με χαμηλό ΔΕ που καταγράφηκαν πάνω σε μέλη στην Κολώνα Αίγινας, τον Απρίλιο και Ιούνιο του 2012

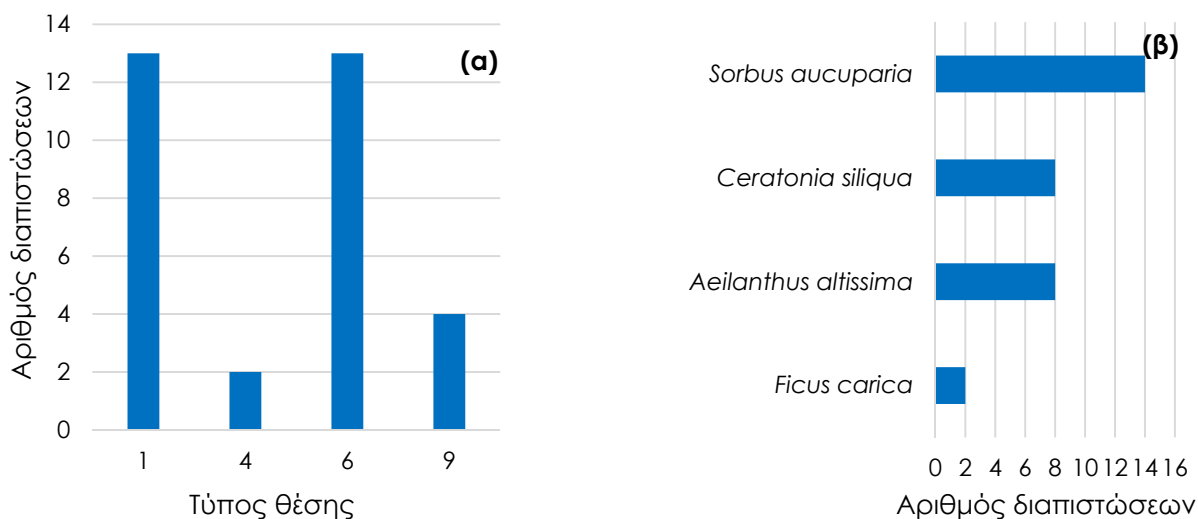
Απρίλιος 2012		
<i>Ajuga iva</i>	<i>Gynandris sisyrinchium</i>	<i>Phagnalon graecum</i>
<i>Anthoxanthum sp.</i>	<i>Hordeum murinum</i>	<i>Poa annua</i>
<i>Avena sterilis</i>	<i>Hypericum perforatum</i>	<i>Reichardia picroides</i>
<i>Bromus madritensis</i>	<i>Hypochaeris radicata</i>	<i>Reseda alba</i>
<i>Buglossoides arvensis</i>	<i>Lotus halophilus</i>	<i>Senecio vulgaris</i>
<i>Calamintha cretica</i>	<i>Matricaria recutita</i>	<i>Silene colorata</i>
<i>Calendula arvensis</i>	<i>Medicago rugosa</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>
<i>Convolvulus althaeoides</i>	<i>Misopates orontium</i>	<i>Stipa capensis</i>
<i>Conyza canadiensis</i>	<i>Oryzopsis miliacea</i>	<i>Tragopogon porrifolius</i>
<i>Ecballium elaterium</i>	<i>Oxalis pes caprae</i>	<i>Trigonella corniculata</i>
<i>Erodium malacoides</i>	<i>Papaver rhoeas</i>	<i>Verbascum sinuatum</i>
<i>Euphorbia helioscopia</i>	<i>Parietaria judaica</i>	
Ιούνιος 2012		
<i>Ajuga iva</i>	<i>Conyza canadiensis</i>	<i>Parietaria judaica</i>
<i>Avena sterilis</i>	<i>Ecballium elaterium</i>	<i>Phagnalon graecum</i>
<i>Calamintha cretica</i>	<i>Hypericum perforatum</i>	<i>Reichardia picroides</i>
	<i>Mesembryanthemum nodiflorum</i>	
<i>Chondrilla juncea</i>		<i>Tragopogon porrifolius</i>
<i>Convolvulus althaeoides</i>	<i>Oryzopsis miliacea</i>	<i>Verbascum sinuatum</i>

Στην **Αρχαία Αγορά Θεσσαλονίκης** δεν παρατηρήθηκαν σε θέσεις στο μνημείο είδη με υψηλό ΔΕ. Είδη με χαμηλότερο ΔΕ, κυρίως ετήσια και διετή, καταγράφηκαν σε θέσεις τύπου: 1, 3, 7, 9, 4, 6, και 5. Την Άνοιξη καταγράφηκε μεγαλύτερος αριθμός ειδών πάνω σε μέλη (21 είδη), σε σχέση με την περίοδο του Φθινοπώρου (8 είδη, Πίνακας 17).

Πίνακας 17: Φυτικά είδη με χαμηλό ΔΕ που καταγράφηκαν πάνω σε μέλη στην Αρχαία Αγορά Θεσσαλονίκης, τον Απρίλιο και Σεπτέμβριο του 2012

Απρίλιος 2012		
<i>Anthoxanthum sp.</i>	<i>Geranium brutium</i>	<i>Parietaria judaica</i>
<i>Avena sterilis</i>	<i>Hypochaeris radicata</i>	<i>Senecio vulgaris</i>
<i>Clypeola jonthlaspi</i>	<i>Lamium amplexicaule</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>
<i>Conyza bonariensis</i>	<i>Linaria simplex</i>	<i>Stellaria media</i>
<i>Erodium malacoides</i>	<i>Malva sylvestris</i>	<i>Trigonella monspeliaca</i>
<i>Filago vulgaris</i>	<i>Matricaria recutita</i>	<i>Veronica arvensis</i>
<i>Fumaria officinalis</i>	<i>Mellilotus officinalis</i>	<i>Veronica persica</i>
Σεπτέμβριος 2012		
<i>Conyza bonariensis</i>	<i>Euphorbia prostrata</i>	<i>Tragus racemosus</i>
<i>Digitaria sanguinalis</i>	<i>Parietaria judaica</i>	<i>Tribulus terrestris</i>
<i>Eragrostis minor</i>	<i>Portulaca oleraceae</i>	

Στην **Αμφίπολη** παρατηρήθηκαν σε 32 θέσεις πάνω στο μνημείο είδη με υψηλό ΔΕ τα οποία ήταν κυρίως αγριοσορβιά (*Sorbus aucuparia*), ξυλοκερατιά (*Ceratonia siliqua*) και αειλανθος (*Ailanthus altissima*) και πρόσβαλαν κυρίως θέσεις τύπου 1 και 6 (Σχήμα 40). Σε ότι αφορά φυτικά είδη με χαμηλότερο ΔΕ, κυρίως ετήσια και διετή, καταγράφηκαν σε θέσεις τύπου: 1, 9, 5, 6, 4 και 3. Την Άνοιξη καταγράφηκε μεγαλύτερος αριθμός ειδών πάνω σε μέλη (30 είδη), σε σχέση με την περίοδο του Φθινοπώρου (14 είδη, Πίνακας 18).

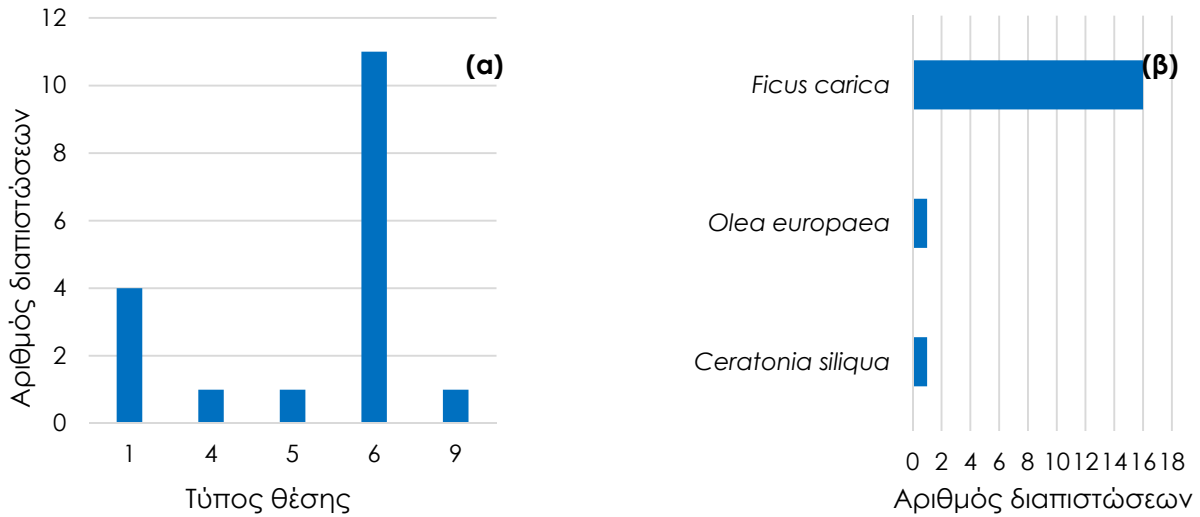


Σχήμα 40: Διαπιστώσεις προσβολών από είδη με υψηλό ΔΕ στη Χριστιανική Αμφίπολη το 2012 (α) ανάλογα με τον τύπο θέσης, πάνω στο μνημείο και (β) ανάλογα με το είδος

Πίνακας 18: Φυτικά είδη με χαμηλό ΔΕ που καταγράφηκαν πάνω σε μέλη στην Χριστιανική Αμφίπολη, το Μάιο και Σεπτέμβριο του 2012

Μάιος 2012		
<i>Asparagus acutifolius</i>	<i>Gallium aparine</i>	<i>Papaver rhoeas</i>
<i>Astragalus hamosus</i>	<i>Geranium brutium</i>	<i>Parietaria judaica</i>
<i>Avena sterilis</i>	<i>Hordeum murinum</i>	<i>Sinapis arvensis</i>
<i>Bromus sterilis</i>	<i>Hypochaeris radicata</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>
<i>Carduus pycnocephalus</i>	<i>Lolium perenne</i>	<i>Stellaria media</i>
<i>Convolvulus althaeoides</i>	<i>Malva sylvestris</i>	<i>Tragopogon porrifolius</i>
<i>Coronilla cretica</i>	<i>Medicago minima</i>	<i>Trifolium campestre</i>
<i>Cotyledon umbilicus</i>	<i>Medicago sp.</i>	<i>Vicia lutea</i>
<i>Erodium moschatum</i>	<i>Mercurialis annua</i>	<i>Vicia villosa</i>
<i>Euphorbia sp.</i>	<i>Onobrychis aequidentata</i>	<i>Vulpia ciliata</i>
Σεπτέμβριος 2012		
<i>Chondrilla juncea</i>	<i>Crepis foetida</i>	<i>Setaria viridis</i>
<i>Chrozophora tinctoria</i>	<i>Cynanchum acutum</i>	<i>Silene otites</i>
<i>Cichorium intybus</i>	<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Verbascum sp.</i>
<i>Convolvulus althaeoides</i>	<i>Euphorbia sp.</i>	<i>Tribulus terrestris</i>
<i>Conyza bonariensis</i>	<i>Parietaria judaica</i>	

Στη **Μεσσήνη** παρατηρήθηκαν σε 18 θέσεις πάνω στο μνημείο είδη με υψηλό ΔΕ τα οποία ήταν κυρίως συκιές (*Ficus carica*) και πρόσβαλαν κυρίως θέσεις τύπου 6 (Σχήμα 41). Σε ότι αφορά φυτικά είδη με χαμηλότερο ΔΕ, κυρίως ετήσια και διετή, καταγράφηκαν σε θέσεις τύπου: 5, 6, 4 και 9. Την Άνοιξη καταγράφηκε μεγαλύτερος αριθμός ειδών πάνω σε μέλη (41 είδη), σε σχέση με την περίοδο του Φθινοπώρου (18 είδη, Πίνακας 19).

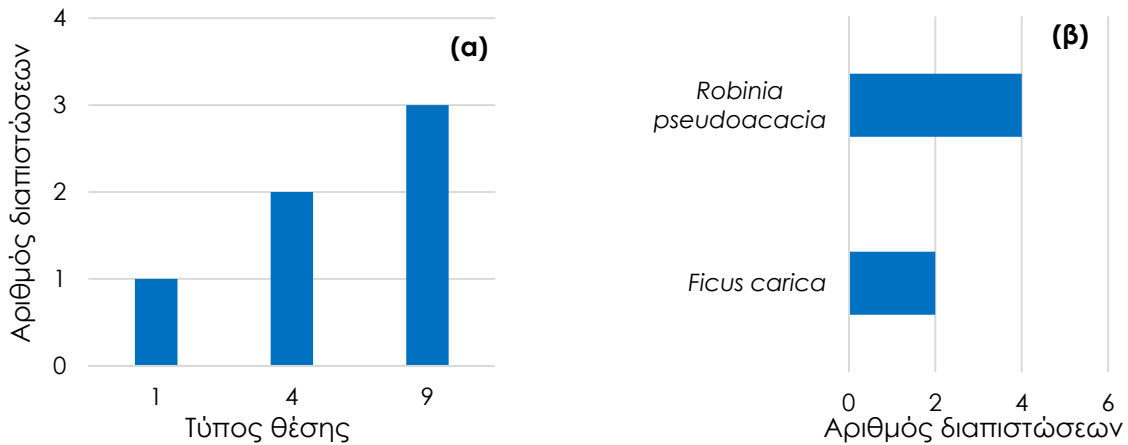


Σχήμα 41: Διαπιστώσεις προσβολών από είδη με υψηλό ΔΕ στην Αρχαία Μεσσήνη το 2012 (α) ανάλογα με τον τύπο θέσης, πάνω στο μνημείο και (β) ανάλογα με το είδος

Πίνακας 19: Φυτικά είδη με χαμηλό ΔΕ που καταγράφηκαν πάνω σε μέλη στην Αρχαία Μεσσήνη, το Μάιο και Σεπτέμβριο του 2012

Μάιος 2012		
<i>Anethum graveolens</i>	<i>Erodium moschatum</i>	<i>Parietaria judaica</i>
<i>Asplenium ceterach</i>	<i>Fumaria judaica</i>	<i>Phalaris minor</i>
<i>Avena sterilis</i>	<i>Gallium aparine</i>	<i>Sanguisorba minor</i>
<i>Bromus hordeaceus</i>	<i>Geranium brutium</i>	<i>Scrophularia sp.</i>
<i>Bromus rigidus</i>	<i>Heracleum sp.</i>	<i>Sonchus asper</i>
<i>Calendula arvensis</i>	<i>Hordeum murinum</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>
<i>Campanula erinus</i>	<i>Hyparrhenia hirta</i>	<i>Stellaria media</i>
<i>Campanula patula</i>	<i>Hypochaeris cretensis</i>	<i>Torilis nodosa</i>
<i>Cheilanthes acrostica</i>	<i>Lamarckia aurea</i>	<i>Tragopogon porrifolius</i>
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Lolium perenne</i>	<i>Trifolium campestre</i>
<i>Conyza bonariensis</i>	<i>Medicago polymorpha</i>	<i>Trifolium pallidum</i>
<i>Cotyledon umbilicus</i>	<i>Medicago sp.</i>	<i>Trifolium repens</i>
<i>Crepis rubra</i>	<i>Oryzopsis miliacea</i>	<i>Vulpia ciliata</i>
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Oxalis corniculata</i>	
Σεπτέμβριος 2012		
<i>Amaranthus albus</i>	<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Oxalis corniculata</i>
<i>Anethum graveolens</i>	<i>Conyza bonariensis</i>	<i>Parietaria judaica</i>
<i>Asparagus acutifolius</i>	<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Reichardia picroides</i>
<i>Asplenium ceterach</i>	<i>Digitaria sanguinalis</i>	<i>Sanguisorba minor</i>
<i>Cheilanthes acrostica</i>	<i>Hyparrhenia hirta</i>	<i>Sonchus asper</i>
<i>Chrozophora tinctoria</i>	<i>Oryzopsis miliacea</i>	<i>Tribulus terrestris</i>

Στο **Νεκρομαντείο** παρατηρήθηκαν σε 6 θέσεις πάνω στο μνημείο είδη με υψηλό ΔΕ τα οποία ήταν συκιές (*Ficus carica*) και ψευδακακίες (*Robinia pseudoacacia*) και πρόσβαλαν κυρίως θέσεις τύπου 9 (Σχήμα 42). Σε ότι αφορά φυτικά είδη με χαμηλότερο ΔΕ, κυρίως ετήσια και διετή, καταγράφηκαν σε θέσεις τύπου: 4, 1 και 9. Την Άνοιξη καταγράφηκε μεγαλύτερος αριθμός ειδών πάνω σε μέλη (44 είδη), σε σχέση με την περίοδο του Φθινοπώρου (26 είδη, Πίνακας 20).



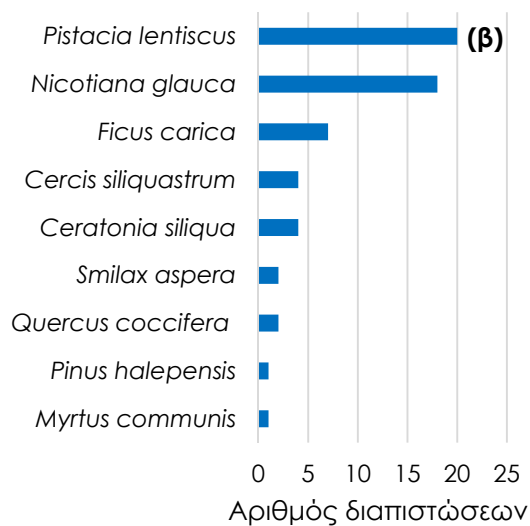
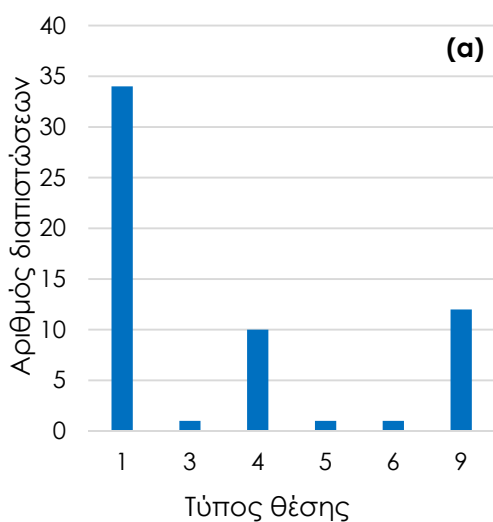
Σχήμα 42: Διαπιστώσεις προσβολών από είδη με υψηλό ΔΕ στο Νεκρομαντείο Αχέροντα το 2012 (α) ανάλογα με τον τύπο θέσης, πάνω στο μνημείο και (β) ανάλογα με το είδος

Πίνακας 20: Φυτικά είδη με χαμηλό ΔΕ που καταγράφηκαν πάνω σε μέλη στο Νεκρομαντείο Αχέροντα, το Μάιο και Νοέμβριο του 2012

Μάιος 2012		
<i>Anogramma leptophylla</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Parietaria judaica</i>
<i>Arenaria sepyllifolia</i>	<i>Desmazeria rigida</i>	<i>Polycarpon tetraphyllum</i>
<i>Avena sterilis</i>	<i>Erodium moschatum</i>	<i>Rumex obtusifolius</i>
<i>Berteroa incana</i>	<i>Fumaria officinalis</i>	<i>Sedum sp.</i>
<i>Bromus fasciculatus</i>	<i>Gallium setaceum</i>	<i>Sedum stellatum</i>
<i>Bromus tectorum</i>	<i>Geranium sp.</i>	<i>Sonchus asper</i>
<i>Campanula ramosissima</i>	<i>Hordeum bulbosum</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>
<i>Capsella bursa pastoris</i>	<i>Hordeum murinum</i>	<i>Torilis nodosa</i>
<i>Carduus sp.</i>	<i>Lagurus ovatus</i>	<i>Trifolium campestre</i>
<i>Cheilanthes acrostica</i>	<i>Lamium sp.</i>	<i>Urospermum picroides</i>
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Lophochloa cristata</i>	<i>Verbascum sp.</i>
<i>Conyza bonariensis</i>	<i>Matricaria recutita</i>	<i>Veronica arvensis</i>
<i>Crepis sp.</i>	<i>Medicago orbicularis</i>	<i>Veronica persica</i>
<i>Crucianella latifolia</i>	<i>Oryzopsis miliacea</i>	<i>Vicia lutea</i>
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Papaver rhoeas</i>	
Νοέμβριος 2012		
<i>Anthemis sp.</i>	<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Parietaria judaica</i>

<i>Arisarum vulgare</i>	<i>Cyperus sp.</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Bellis perennis</i>	<i>Erodium moschatum</i>	<i>Portulaca oleraceae</i>
<i>Berteroa incana</i>	<i>Euphorbia peplus</i>	<i>Senecio vulgaris</i>
<i>Capsella bursa pastoris</i>	<i>Gallium setaceum</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>
<i>Cheilanthes acrostica</i>	<i>Geranium sp.</i>	<i>Verbascum sp.</i>
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Hypochaeris radicata</i>	<i>Veronica cymbalaria</i>
<i>Conyza bonariensis</i>	<i>Lamium sp.</i>	<i>Veronica persica</i>
<i>Cotyledon umbilicus</i>	<i>Medicago sp.</i>	

Στο **Αμφιάρειο** παρατηρήθηκαν σε 59 θέσεις πάνω στο μνημείο είδη με υψηλό ΔΕ τα οποία ήταν κυρίως σχίνος (*Pistacia lentiscus*) και νικοτιανή (*Nicotiana glauca*) και πρόσβαλα κυρίως θέσεις τύπου 1 (Σχήμα 43). Σε ότι αφορά φυτικά είδη με χαμηλότερο ΔΕ, κυρίως ετήσια και διετή, καταγράφηκαν σε θέσεις τύπου: 5, 6, 4 και 9. Την Άνοιξη καταγράφηκε μεγαλύτερος αριθμός ειδών πάνω σε μέλη (65 είδη), σε σχέση με την περίοδο του Φθινοπώρου (19 είδη, Πίνακας 21).



Σχήμα 43: Διαπιστώσεις προσβολών από είδη με υψηλό ΔΕ στο Αμφιάρειο Ωρωπού το 2012 (α) ανάλογα με τον τύπο θέσης, πάνω στο μνημείο και (β) ανάλογα με το είδος

Πίνακας 21: Φυτικά είδη με χαμηλό ΔΕ που καταγράφηκαν πάνω σε μέλη στο Αμφιάρειο Ωρωπού, το Μάιο και Νοέμβριο του 2012

Μάιος 2012		
<i>Aegilops cylindrica</i>	<i>Desmazeria rigida</i>	<i>Picris echioides</i>
<i>Aegilops neglecta</i>	<i>Erodium moschatum</i>	<i>Plantago albicans</i>
<i>Ajuga iva</i>	<i>Euphorbia exigua</i>	<i>Plantago bellardii</i>
<i>Anagalis arvensis</i>	<i>Fumana arabica</i>	<i>Poa bulbosa</i>
<i>Anchusa sp.</i>	<i>Gallium sp.</i>	<i>Psoralea bituminosa</i>
<i>Andrachne telephioides</i>	<i>Helichrysum sp.</i>	<i>Reichardia picroides</i>
<i>Anthyllis hermaniae</i>	<i>Hymenocarpus circinatus</i>	<i>Rhagadiolus stellatus</i>
<i>Asparagus acutifolius</i>	<i>Hyparrhenia hirta</i>	<i>Sanguisorba minor</i>
<i>Astragalus sp.</i>	<i>Hypericum perforatum</i>	<i>Satureja thymbra</i>
<i>Atractylis cancellata</i>	<i>Kickxia sp.</i>	<i>Scorpiurus muricatus</i>
<i>Avena sterilis</i>	<i>Linaria sp.</i>	<i>Sonchus asper</i>
<i>Brachypodium retusum</i>	<i>Lolium rigidum</i>	<i>Thapsia garganica</i>
<i>Bromus fasciculatus</i>	<i>Lotus ornithopodioides</i>	<i>Thymus capitatus</i>
<i>Bromus tectorum</i>	<i>Medicago polymorpha</i>	<i>Tordylium apulum</i>
<i>Calamintha cretica</i>	<i>Mercurialis annua</i>	<i>Trifolium angustifolium</i>
<i>Carex sp.</i>	<i>Micromeria sp.</i>	<i>Trifolium campestre</i>
<i>Cistus incanus</i>	<i>Onobrychis caput galli</i>	<i>Trifolium lappaceum</i>
<i>Crepis sp.</i>	<i>Ononis pubescens</i>	<i>Trifolium scabrum</i>
<i>Crucianella latifolia</i>	<i>Onosma frutescens</i>	<i>Trifolium stellatum</i>
<i>Crupina vulgaris</i>	<i>Oryzopsis miliacea</i>	<i>Verbena officinalis</i>
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Parietaria sp.</i>	<i>Vulpia ciliata</i>
<i>Daucus carota</i>	<i>Phagnalon graecum</i>	
Νοέμβριος 2012		
<i>Aegilops neglecta</i>	<i>Cistus incanus</i>	<i>Malva sylvestris</i>
<i>Anchusa sp.</i>	<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Plantago bellardii</i>
<i>Andrachne telephioides</i>	<i>Cyperus sp.</i>	<i>Psoralea bituminosa</i>
<i>Anthyllis hermaniae</i>	<i>Helichrysum sp.</i>	<i>Reichardia picroides</i>
<i>Asplenium ceterach</i>	<i>Heliotropium europaeum</i>	<i>Satureja thymbra</i>
<i>Astragalus sp.</i>	<i>Hypochaeris radicata</i>	
<i>Calamintha cretica</i>	<i>Leontodon sp.</i>	

Στις Εικόνες 92-94 που ακολουθούν φαίνονται παραδείγματα προσβολών από φυτικά είδη πάνω σε μέλη των μνημείων κατά τη διάρκεια των καταγραφών.



Εικόνα 92: Προσβολή στην Αρχαία Αγορά Αθήνας (α) από περδικούλι (*Parietaria judaica*) και (β) συκιά (*Ficus carica*)



Εικόνα 93: (α) Προσβολή από κάπαρη (*Carraris spinosa*) στην Κολώνα Αίγινας και (β) προσβολή από συκιά (*Ficus carica*) στη Χριστιανική Αμφίπολη



Εικόνα 94: Προσβολή στην Αρχαία Μεσσήνη (α) και (β) από ποώδη είδη φυτών

3.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΜΕ ΦΛΟΓΙΣΗ

Στόχος του πειράματος φλόγισης ζιζανίων ήταν να προσδιοριστεί η δόση φλόγισης, σε kg προπανίου ανά μονάδα επιφάνειας και ο αριθμός των εφαρμογών φλόγισης, για τη διατήρηση του πληθυσμού των ζιζανίων σε αποδεκτά επίπεδα κατά τη διάρκεια της βλαστητικής περιόδου, σε αρχαιολογικό χώρο. Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου εκτιμήθηκε από το επίπεδο ελέγχου των ζιζανίων ως ποσοστό των πειραματικών τεμαχίων, το ύψος της βλάστησης και το ξηρό βάρος βιομάζας. Στο Παράρτημα IV παρατίθενται οι πίνακες στατιστικής ανάλυσης των αποτελεσμάτων.

3.3.1 ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΟΥ ΤΕΜΑΧΙΟΥ

Με βάση την οπτική εκτίμηση του επιπέδου ελέγχου των ζιζανίων, φαίνεται ότι οι επεμβάσεις φλόγισης επηρέασαν σημαντικά την ανάπτυξη των ζιζανίων στα πειραματικά τεμάχια. Όπως περιγράφηκε αναλυτικά στο Κεφάλαιο 2.3.1, οι επεμβάσεις αφορούσαν δύο δόσεις προπανίου, 99 kg ha⁻¹ (χαμηλή, X) και 129 kg ha⁻¹ (υψηλή, Y), οι οποίες εφαρμόστηκαν τρεις (3) ή τέσσερις (4) φορές και αναφέρονται ως 3X, 3Y, 4X, 4Y.

Το υψηλότερο επίπεδο ελέγχου επετεύχθη με την επέμβαση 4Y. Στην Κολώνα η επέμβαση 4Y απέδωσε 95% επίπεδο ελέγχου των ζιζανίων την ημέρα 72 (Σχήμα 44). Ανάλογα αποτελέσματα ελήφθησαν και στην Αμφίπολη και στη Μεσσήνη, όπου η επέμβαση 4Y απέδωσε επίπεδο ελέγχου 100% (Σχήμα 45). Αποτελέσματα από το δεύτερο έτος εφαρμογής στη Μεσσήνη έδειξαν ότι η επέμβαση 4Y πέτυχε 100% έλεγχο των ζιζανίων ακόμη και μέχρι την ημέρα 100 (Σχήμα 45).

Αντίθετα λιγότερες εφαρμογές της υψηλής δόσης απέδωσαν χαμηλότερο επίπεδο ελέγχου στην Κολώνα. Πιο συγκεκριμένα στην Κολώνα η επέμβαση 3Y απέδωσε περίπου 40% επίπεδο ελέγχου την ημέρα 72, υπογραμμίζοντας τη σημασία των πολλαπλών εφαρμογών υψηλής δόσης (τουλάχιστον τέσσερις φορές). Φαίνεται ότι μικρότερος αριθμός εφαρμογών, όπως 3Y ή 2Y, αποδίδει υψηλό επίπεδο ελέγχου (>90%), την ημέρα 28 και 14 αντίστοιχα, αλλά στη συνέχεια παρατηρείται αναβλάστηση των ζιζανίων και μείωση του επιπέδου ελέγχου μέχρι το τέλος του πειράματος (Σχήμα 44).

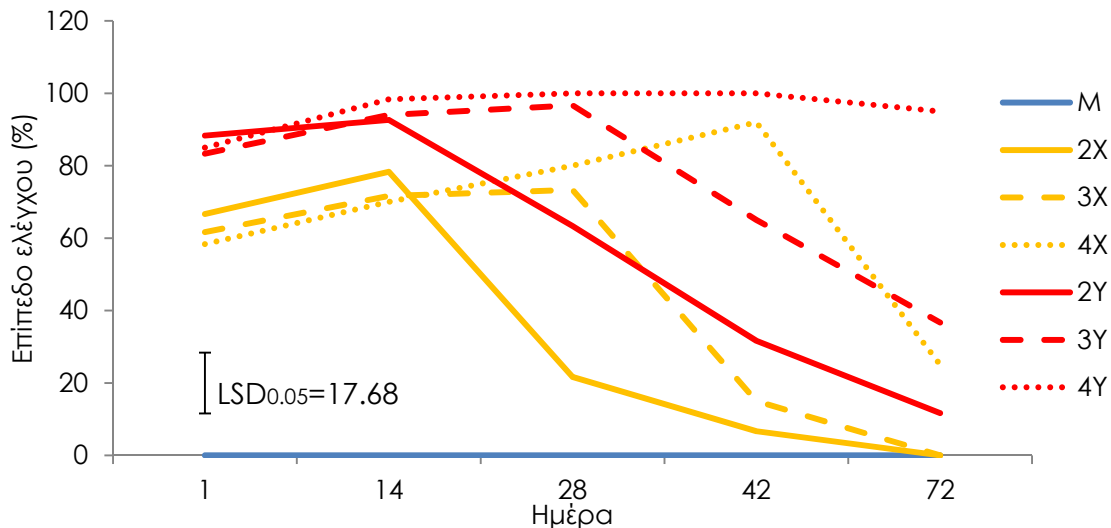
Σε αντίθεση με τα αποτελέσματα στην Κολώνα, πολύ καλό επίπεδο ελέγχου επετεύχθη στην Αμφίπολη με τη μεταχείριση 4X και στη Μεσσήνη με τις 3Y και 4X (Σχήμα 45). Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί στο ότι και οι δύο περιοχές παρουσίαζαν ένα παχύ στρώμα από ξερή φυλλοστρώμη αγριάδας (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), το οποίο αναφλέγονταν κατά τη διάρκεια των επεμβάσεων, βελτιώνοντας την απόδοση των εφαρμογών.

Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν ότι ένα πρωτόκολλο φλόγισης μπορεί να διαχειριστεί αποτελεσματικά τον πληθυσμό ζιζανίων ενός αρχαιολογικού χώρου. Η εφαρμογή της υψηλής δόσης τέσσερις φορές απέδιδε συστηματικά υψηλό επίπεδο ελέγχου (>95%) σε όλους τους χώρους που δοκιμάστηκε. Παρ' όλα αυτά χαμηλότερη δόση και λιγότερες εφαρμογές δεν

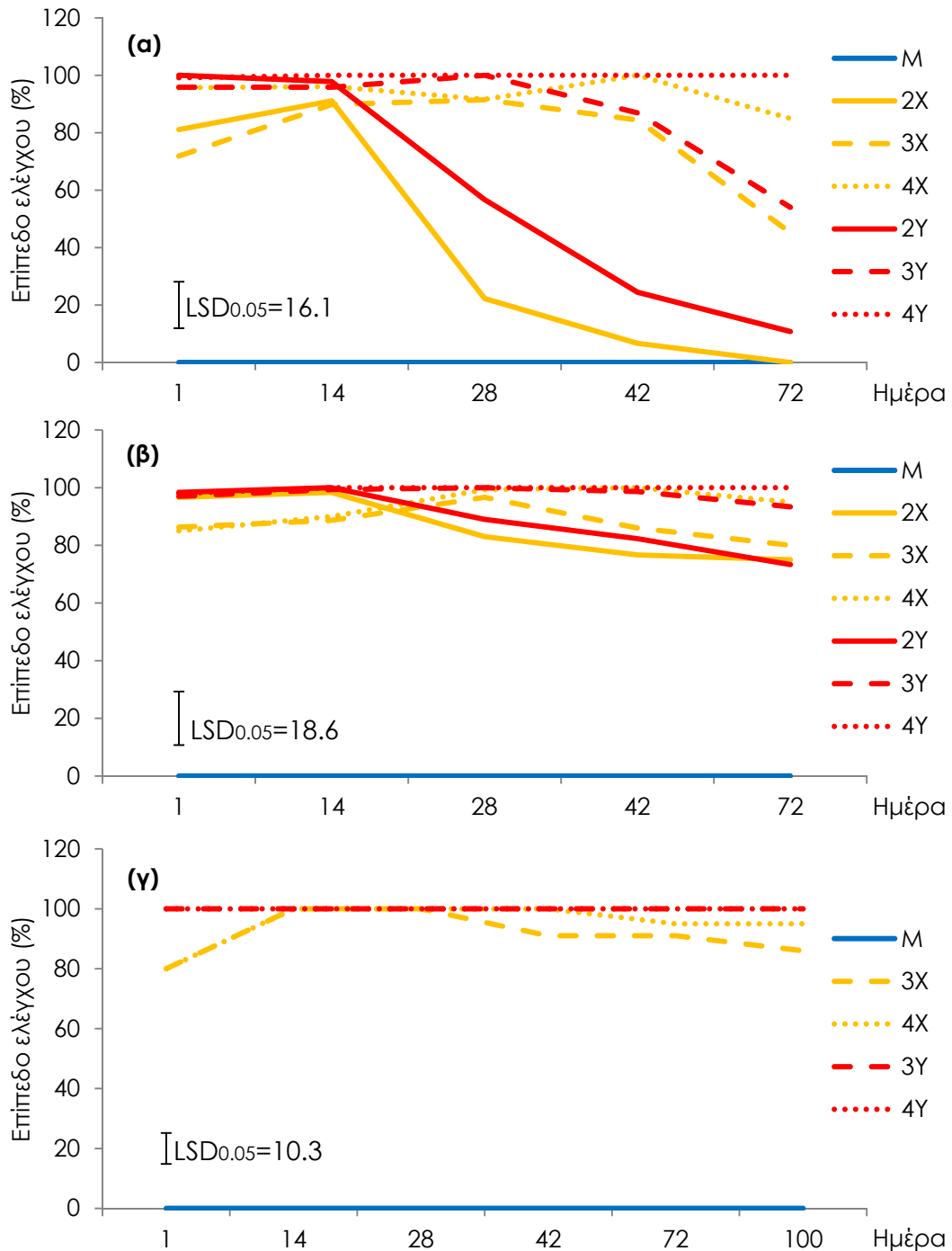
απέδωσαν υψηλό επίπεδο ελέγχου στην Κολώνα, ενώ αντίθετα στην Αμφίπολη τέσσερις φορές χαμηλή δόση και στη Μεσσήνη τρεις φορές υψηλή και τέσσερις χαμηλή απέδωσαν ικανοποιητικό επίπεδο ελέγχου καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης των ζιζανίων.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία οι επαναλαμβανόμενες εφαρμογές είναι πιο αποτελεσματικές σε σχέση με μία μοναδική εφαρμογή (Bond & Grundy, 2001), καθώς οι εφαρμογές φλόγισης δεν επηρεάζουν τη μεταγενέστερη ανάπτυξη ζιζανίων. Έτσι, αυξημένες δόσεις και πολλαπλές εφαρμογές αποδείχθηκαν απαραίτητες για την επίτευξη υψηλού επιπέδου ελέγχου των ζιζανίων, καθ' όλη τη διάρκεια των πειραματικών δοκιμών, η οποία συμπίπτει με την περίοδο των πιο έντονων βροχοπτώσεων στην Ελλάδα και την πιο πλούσια περίοδο ανάπτυξης ζιζανίων. Με βάση τα παραπάνω φαίνεται ότι η φλόγιση μπορεί να επιλεγεί ως ένα νέο και εναλλακτικό εργαλείο για τη διαχείριση ζιζανίων σε αρχαιολογικούς χώρους.

Η βελτιωμένη απόδοση των επεμβάσεων στην Αμφίπολη και στη Μεσσήνη, σε αντίθεση με τα αποτελέσματα από την Κολώνα που αποδόθηκε στην ανάφλεξη της ξερής φυλλοστρώμνης αγριάδας κατά τη διάρκεια των επεμβάσεων, αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων οδηγεί στην επισήμανση ότι η παρουσία ξερών φυτικών ιστών στις περιοχές όπου εφαρμόζεται φλόγιση μπορεί να αυξήσει την πιθανότητα ανεπιθύμητων πυρκαγιών και πρέπει να λαμβάνονται μέτρα προστασίας, όπως η εφαρμογή της μεθόδου μια μέρα μετά από τοπική βροχόπτωση.

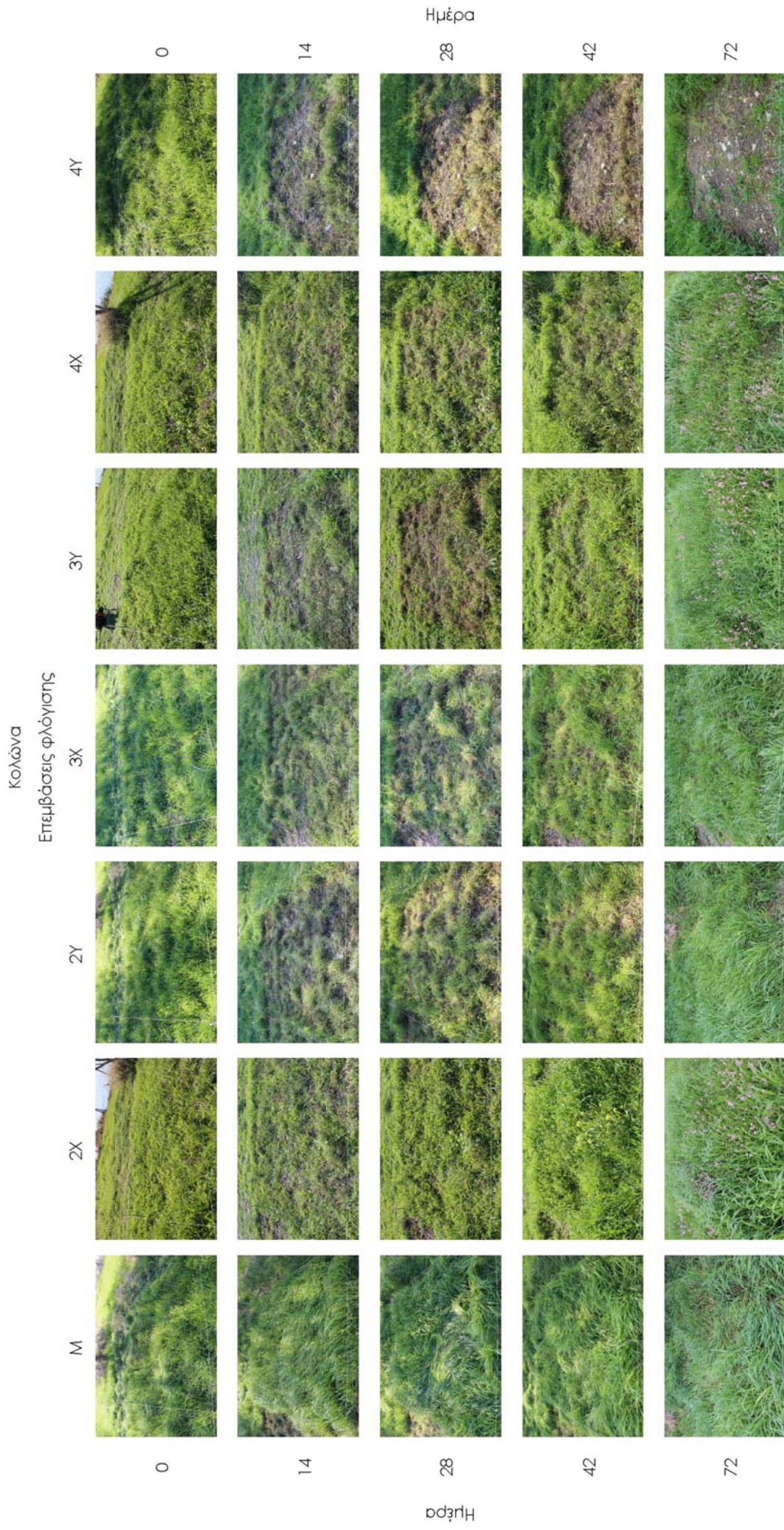


Σχήμα 44: Επίπεδο ελέγχου των ζιζανίων ως ποσοστό (%) του πειραματικού τεμαχίου, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις φλόγισης στην Κολώνα (F^{***}), το πρώτο πειραματικό έτος (2013-14), κατά τη διάρκεια 72 ημερών, σύμφωνα με το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο. Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών επαναλήψεων, M: μάρτυρας, 2X: 2 εφαρμογές 99 kg προπανίου ha^{-1} , 3X: 3 εφαρμογές 99 kg προπανίου ha^{-1} , 4X: 4 εφαρμογές 99 kg προπανίου ha^{-1} , 2Y: 2 εφαρμογές 129 kg προπανίου ha^{-1} , 3Y: 3 εφαρμογές 129 kg προπανίου ha^{-1} και 4Y: 4 εφαρμογές 129 kg προπανίου ha^{-1} . Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$



Σχήμα 45: Επίπεδο ελέγχου των ζιζανίων ως ποσοστό (%) του πειραματικού τεμαχίου, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις φλόγισης (α) στην Αμφίπολη (F***), (β) στη Μεσσήνη (F***), το πρώτο πειραματικό έτος (2013-14), κατά τη διάρκεια 72 ημερών και (γ) στη Μεσσήνη (F***), το δεύτερο πειραματικό έτος (2014-15), κατά τη διάρκεια 100 ημερών, σύμφωνα με το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο. Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών επαναλήψεων, M: μάρτυρας, 2X: 2 εφαρμογές 99 kg προπτανίου ha⁻¹, 3X: 3 εφαρμογές 99 kg προπτανίου ha⁻¹, 4X: 4 εφαρμογές 99 kg προπτανίου ha⁻¹, 2Y: 2 εφαρμογές 129 kg προπτανίου ha⁻¹, 3Y: 3 εφαρμογές 129 kg ha⁻¹ και 4Y: 4 εφαρμογές 129 kg προπτανίου ha⁻¹. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, P<0.05

Πίνακας 22: Πίνακας εικόνων πειραματικών τεμαχίων φλόγισης, κατά τη διάρκεια 72 ημερών, στην Κολώνα, την Αμφίπολη και τη Μεσσήνη, το πρώτο πειραματικό έτος (2013-14) και κατά τη διάρκεια 100 ημερών στη Μεσσήνη, το δεύτερο πειραματικό έτος (2014-15), όπως επηρεάστηκαν από τις επεμβάσεις φλόγισης



* M: μάρτυρας, 2X: 2 εφαρμογές 99 kg ha⁻¹, 3X: 3 εφαρμογές 99 kg ha⁻¹, 4X: 4 εφαρμογές 99 kg ha⁻¹, 2Y: 2 εφαρμογές 129 kg ha⁻¹, 3Y: 3 εφαρμογές 129 kg ha⁻¹ και 4Y: 4 εφαρμογές 129 kg ha⁻¹

Αμφίτολη

Επεμβάσεις φλόγισης



0 14 28 42 72

0 14 28 42 72

Μέτρα

Μέτρα

* M: μάρτυρας, 2X: 2 εφαρμογές 99 kg ha⁻¹, 3X: 3 εφαρμογές 99 kg ha⁻¹, 4X: 4 εφαρμογές 99 kg ha⁻¹, 2Y: 2 εφαρμογές 129 kg ha⁻¹, 3Y: 3 εφαρμογές 129 kg ha⁻¹ και 4Y: 4 εφαρμογές 129 kg ha⁻¹

Μεσσήνη (2013-14)
Επεμβάσεις φλόγισης



* Μ: μάρτυρας, 2X: 2 εφαρμογές 99 kg ha⁻¹, 3X: 3 εφαρμογές 99 kg ha⁻¹, 4X: 4 εφαρμογές 99 kg ha⁻¹, 2Y: 2 εφαρμογές 129 kg ha⁻¹, 3Y: 3 εφαρμογές 129 kg ha⁻¹ και 4Y: 4 εφαρμογές 129 kg ha⁻¹

Μεσσήνη (2014-15)
Επεμβάσεις φλόγισης



* M: μάρτυρας, 2X: 2 εφαρμογές 99 kg ha⁻¹, 3X: 3 εφαρμογές 99 kg ha⁻¹, 4X: 4 εφαρμογές 99 kg ha⁻¹, 2Y: 2 εφαρμογές 129 kg ha⁻¹, 3Y: 3 εφαρμογές 129 kg ha⁻¹ και 4Y: 4 εφαρμογές 129 kg ha⁻¹

3.3.2 ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΑΓΡΩΣΤΩΔΩΝ ΚΑΙ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ ΕΙΔΩΝ ΣΤΗ ΦΛΟΓΙΣΗ

Οι εφαρμογές φλόγισης απέδωσαν καλύτερο επίπεδο ελέγχου για τα πλατύφυλλα είδη σε σχέση με τα αγρωστώδη. Στην Αμφίπολη το πλατύφυλλο γεράνιο (*Geranium brutium* L.), με την επέμβαση 3X ελέγχθηκε ολοκληρωτικά (100%), ενώ αντίθετα η αγριοβρώμη (*Avena sterilis* L.) χρειάστηκε την επέμβαση 4Y για να φτάσει στο ίδιο επίπεδο ελέγχου (Πίνακας 23). Αναλόγως και στη Μεσσήνη η καλέντουλα (*Calendula arvensis* L.) ελέγχθηκε πλήρως (100%) ακόμη και με την επέμβαση 2X, ενώ η ίδια επέμβαση έδωσε 72% επίπεδο έλεγχου για την αγριοβρώμη, για την οποία απαιτήθηκε η επέμβαση 4X για να φτάσει σε 90% επίπεδο ελέγχου (Πίνακας 23). Τα αγρωστώδη είδη είναι πιο ανθεκτικά στις εφαρμογές φλόγισης καθώς κατά την εποχή των επεμβάσεων το κορυφαίο μερίστωμα είναι κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, προστατευμένο από τη φλόγα (Datta & Knezevic, 2013, Ulloa *et al.*, 2010a, Knezevic & Ulloa, 2007).

Οι Datta and Knezevic (2013) υποστηρίζουν ότι τα πολυετή πλατύφυλλα είδη απαιτούν περισσότερες εφαρμογές και υψηλότερες δόσεις σε σχέση με τα ετήσια είδη. Αυτό παρατηρήθηκε και στο παρόν πείραμα. Το πολυετές είδος οξαλίδα (*Oxalis pes caprae* L.) χρειάστηκε την επέμβαση 4Y προκειμένου να επιτευχθεί ένα υψηλό επίπεδο ελέγχου (100%) στην Κολώνα. Λιγότερες εφαρμογές και χαμηλότερες δόσεις δεν έδωσαν ικανοποιητικά αποτελέσματα για την οξαλίδα, όπου οι επεμβάσεις 3Y και 2X απέδωσαν 50% και 25% επίπεδο ελέγχου αντίστοιχα (Πίνακας 23).

Από τη συγκέντρωση των αποτελεσμάτων των καταγραφών βλάστησης στους επτά αρχαιολογικούς χώρους διαπιστώθηκε ότι καταγράφηκαν πάνω από 300 *taxa*. Η ύπαρξη τόσο ποικιλόμορφων πληθυσμών, που περιλαμβάνουν ετήσια αγρωστώδη αλλά και πολυετή πλατύφυλλα, θα απαιτεί την εφαρμογή υψηλών δόσεων και πολλαπλών εφαρμογών για την επιτυχή διαχείριση ζιζανίων καθ' όλη τη βλαστική περίοδο (Νοέμβριος- Μάρτιος).

Οι Reyes and Trabaud (2009), εξέθεσαν σπόρους σε καπνό ή υψηλές θερμοκρασίες για 5-10 min και ανέφεραν ότι η αυξημένη θερμότητα, που προκαλείται από φωτιά σε φυσικά περιβάλλοντα, είχε ποικίλες επιδράσεις στη βλαστικότητα των σπόρων Μεσογειακών ειδών, που ανάλογα με το είδος μπορεί να αυξηθεί ή να μειωθεί. Οι Crosti *et al.* (2006) επίσης ανέφεραν ότι δεν είναι σαφής η επίδραση των παραγόντων που σχετίζονται με τη φωτιά, στην βλαστικότητα των σπόρων φυτικών ειδών. Στα πειράματά μας δεν παρατηρήθηκε μεταβολή της βλαστικότητας των σπόρων των ειδών, που αυτοφύονταν στα πειραματικά τεμάχια, λόγω της πιθανής τους έκθεσης στις υψηλές θερμοκρασίες των επεμβάσεων φλόγισης. Οι επεμβάσεις φλόγισης διαρκούν πολύ σύντομο χρονικό διάστημα (13 sec ανά m²), σε σχέση με μια φωτιά σε φυσικό περιβάλλον και πιθανότατα η στιγμιαία αύξηση της θερμότητας δεν προλαβαίνει να επηρεάσει τη βλαστικότητα των σπόρων.

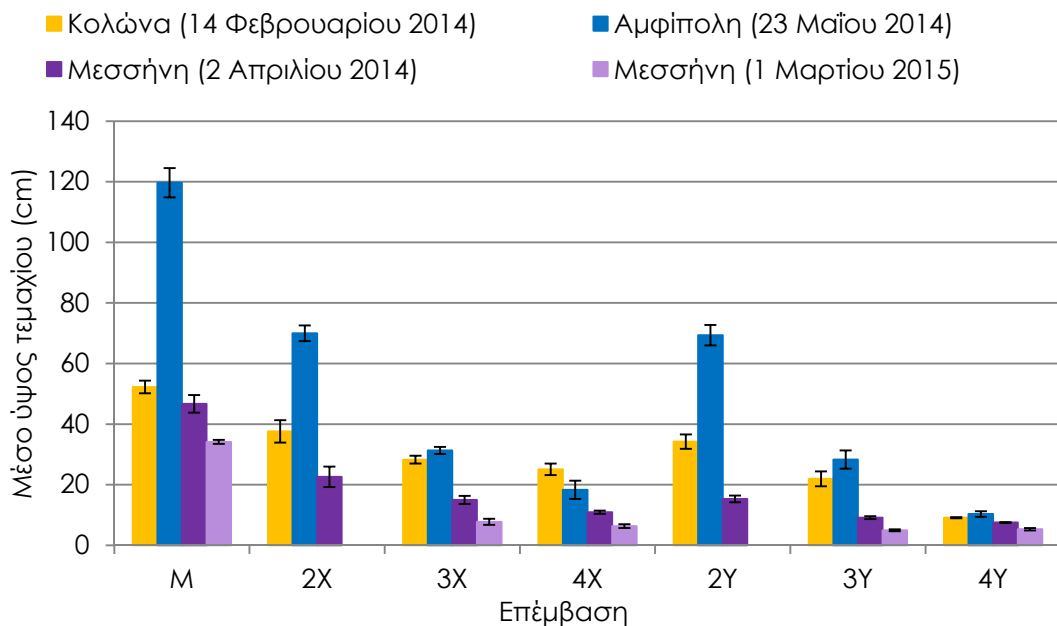
Πίνακας 23: Επίπεδο ελέγχου (%) των άφθονων ποωδών φυτικών ειδών, την τελευταία πειραματική ημέρα στην Κολώνα (2013-14), την Αμφίπολη (2013-14) και τη Μεσσήνη (2013-14, 2014-15), όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις φλόγισης

Επέμβαση	Επίπεδο ελέγχου ^a							
	Κολώνα		Αμφίπολη		Μεσσήνη		Μεσσήνη	
	(2013-14)		(2013-14)		(2013-14)		(2014-15)	
	<i>Avena sterilis</i> L. (Αγριοβρώμη)	<i>Oxalis pes caprae</i> L.(Οξαλίδα)	<i>Avena sterilis</i> L. (Αγριοβρώμη)	<i>Geranium brutium</i> L. (Γεράνιο)	<i>Avena sterilis</i> L. (Αγριοβρώμη)	<i>Calendula arvensis</i> L. (Καλέντουλα)	<i>Avena sterilis</i> L. (Αγριοβρώμη)	<i>Calendula arvensis</i> L. (Καλέντουλα)
	%							
M	0 c	0 c	0 d	0 b	0 c	0 b	0 b	0 b
2X	0 c	25.0 bc	3.7 d	33.3 b	72.0 ab	100.0 a	-	-
3X	0 c	50.0 b	36.3 c	100.0 a	76.7 ab	100.0 a	65.8 a	100.0 a
4X	23.3 bc	15.0 bc	78.3 b	100.0 a	93.3 a	100.0 a	96.7 a	100.0 a
2Y	14.6 bc	29.0 bc	6.0 d	16.7 b	56.7 b	100.0 a	-	-
3Y	46.0 b	25.0 bc	45.5 c	100.0 a	90.3 ab	100.0 a	100.0 a	100.0 a
4Y	98.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a
F	**	**	***	***	***	-	**	-

^aΟι τιμές είναι η μέση τιμή τριών επαναλήψεων και οι τιμές που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$. M: μάρτυρας, 2X: 2 εφαρμογές 99 kg ha⁻¹, 3X: 3 εφαρμογές 99 kg ha⁻¹, 4X: 4 εφαρμογές 99 kg ha⁻¹, 2Y: 2 εφαρμογές 129 kg ha⁻¹, 3Y: 3 εφαρμογές 129 kg ha⁻¹ και 4Y: 4 εφαρμογές 129 kg ha⁻¹

3.3.3 ΜΕΣΟ ΥΨΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ

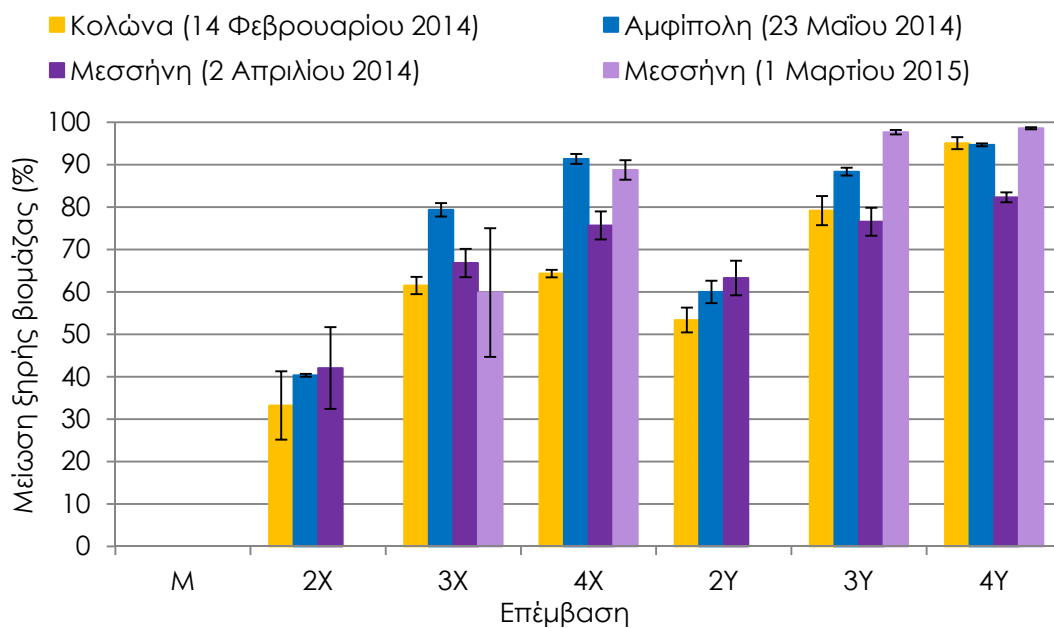
Οι επεμβάσεις φλόγισης μείωσαν σημαντικά το μέσο ύψος της βλάστησης σε όλους τους πειραματικούς χώρους και τα δύο έτη. Το χαμηλότερο μέσο ύψος παρατηρήθηκε με την εφαρμογή της επέμβασης 4Υ, η οποία μείωσε το μέσο ύψος βλάστησης των τεμαχίων σε λιγότερο από 10 cm στην Αμφίπολη, σε σύγκριση με τον μάρτυρα το μέσο ύψος του οποίου έφτασε τα 119 cm (Σχήμα 46). Ανάλογα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και στους άλλους χώρους και κατά συνέπεια οι επεμβάσεις φλόγισης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο του ύψους της βλάστησης. Η έρευνα ερωτηματολογίου (Κεφάλαιο 3.1) έδειξε ότι, οι επαγγελματίες του πεδίου προστασίας και αναστήλωσης μνημείων, πιστεύουν ότι η αυτοφυής βλάστηση αποτελεί τμήμα της απόλαυσης του τοπίου των αρχαιολογικών χώρων και συμφωνούν ότι βλάστηση ύψους 5-10 cm, είναι ιδανική, ως εδαφοκάλυψη σε αρχαιολογικούς χώρους. Βλάστηση μεγαλύτερου ύψους εμποδίζει τις εργασίες συντήρησης και αποκατάστασης, την πρόσβαση των επισκεπτών και αποκρύπτει τμήματα του μνημείου. Τα αποτελέσματα της έρευνας είναι πολύ ενθαρρυντικά καθώς δείχνουν ότι η επέμβαση 4Υ μπορεί να διατηρήσει σε χαμηλό επίπεδο το μέσο ύψος βλάστησης στα τεμάχια.



Σχήμα 46: Μέσο ύψος (cm) βλάστησης των πειραματικών τεμαχίων, την τελευταία πειραματική ημέρα, στην Κολώνα (F***, 14 Φεβρουαρίου 2014), την Αμφίπολη (F***, 23 Μαΐου 2014) και τη Μεσσήνη (F***, 2 Απριλίου 2014 και F***, 1 Μαρτίου 2015), όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις φλόγισης. Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών επαναλήψεων, Μ: μάρτυρας, 2Χ: 2 εφαρμογές 99 kg ha⁻¹, 3Χ: 3 εφαρμογές 99 kg ha⁻¹, 4Χ: 4 εφαρμογές 99 kg ha⁻¹, 2Υ: 2 εφαρμογές 129 kg ha⁻¹, 3Υ: 3 εφαρμογές 129 kg ha⁻¹ και 4Υ: 4 εφαρμογές 129 kg ha⁻¹. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, P<0.05

3.3.4 ΜΕΙΩΣΗ ΒΑΡΟΥΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Η μεγαλύτερη μείωση στην παραγωγή βιομάζας παρατηρήθηκε με την υψηλότερη δόση προπανίου και πολλαπλό αριθμό εφαρμογών. Στην Κολώνα και την Αμφίπολη η επέμβαση 4Y επέφερε πάνω από 94% μείωση του βάρους της ξηρής βιομάζας που συλλέχθηκε σε σχέση με τα τεμάχια μάρτυρες (Σχήμα 47). Ανάλογα αποτελέσματα ελήφθησαν και στη Μεσσήνη και τα δύο έτη. Αυτά τα αποτελέσματα είναι πολύ ενθαρρυντικά καθώς η παρουσία ξηρής βιομάζας κατά τη διάρκεια του θέρους δεν είναι επιθυμητή στους αρχαιολογικούς χώρους, επειδή μπορεί να αποτελέσει εστία πυρκαγιάς. Στο Κεφάλαιο 3.1 διαπιστώθηκε, από τα αποτελέσματα της έρευνας ερωτηματολογίου, ότι το 76,7% των ερωτηθέντων υπαλλήλων των ΕΦΑ πιστεύει ότι ο κίνδυνος πυρκαγιάς είναι ένα εξαιρετικά σοβαρό πρόβλημα που χρήζει άμεσης αντιμετώπισης. Οι βλάβες που προκαλούνται στα αρχαία κατάλοιπα από τις φλόγες είναι μη αναστρέψιμη, καθώς οι πωρόλιθοι απολεπίζονται, ασβεστοποιούνται, ρηγματώνονται ή καλύπτονται από μαύρη καπνιά. Σημειώνεται πως οι περισσότεροι αρχαιολογικοί χώροι δεν διαθέτουν σύστημα πυροπροστασίας (Ζάχος, 1998).



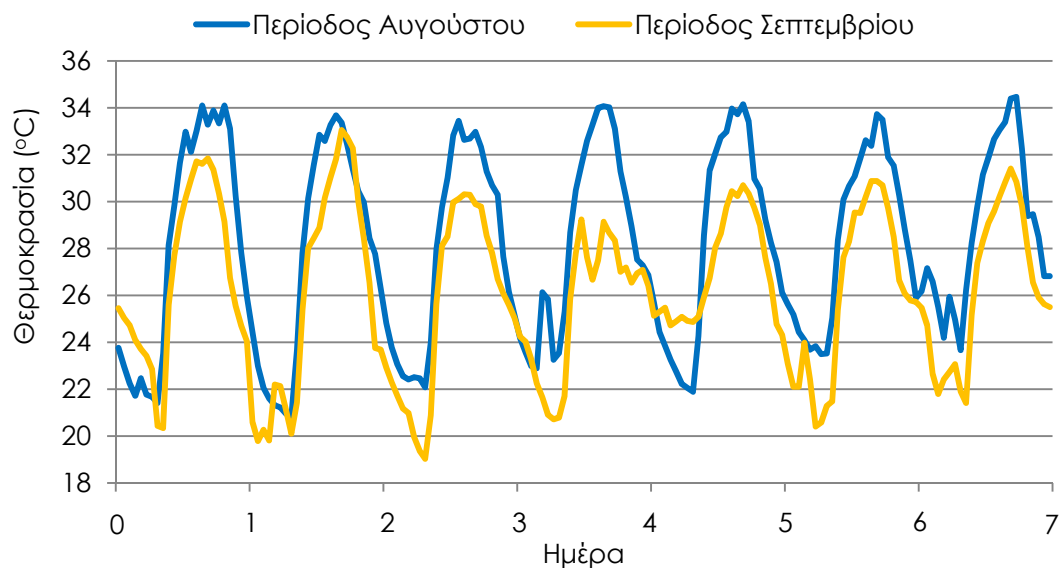
Σχήμα 47: Μείωση ξηρής βιομάζας (%) την τελευταία πειραματική ημέρα στην Κολώνα (F***, 14 Φεβρουαρίου 2014), την Αμφίπολη (F***, 23 Μαΐου 2014) και τη Μεσσήνη (F***, 2 Απριλίου 2014 και F**, 1 Μαρτίου 2015), όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις φλόγισης. Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών επαναλήψεων, Μ: μάρτυρας, 2Χ: 2 εφαρμογές 99 kg ha⁻¹, 3Χ: 3 εφαρμογές 99 kg ha⁻¹, 4Χ: 4 εφαρμογές 99 kg ha⁻¹, 2Υ: 2 εφαρμογές 129 kg ha⁻¹, 3Υ: 3 εφαρμογές 129 kg ha⁻¹ και 4Υ: 4 εφαρμογές 129 kg ha⁻¹. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, P<0.05

3.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΜΕ ΗΛΙΟΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ

Στόχος του πειράματος της ηλιοαπολύμανσης ήταν να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα της μεθόδου, με δύο τύπους πλαστικών φιλμ (διαφανές και αδιαφανές), με ή χωρίς εδαφοκατεργασία και σε δύο περιόδους εφαρμογών Ιούλιος-Αύγουστος (βέλτιστη περίοδος) και Αύγουστος- Σεπτέμβριος. Για την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας της μεθόδου μετρήθηκε η θερμοκρασία εδάφους και αέρα, κατά τη διάρκεια των εφαρμογών, το επίπεδο ελέγχου των ζιζανίων ως ποσοστό του τεμαχίου και το ξηρό βάρος βιομάζας που συλλέχθηκε από τα πειραματικά τεμάχια. Στο Παράρτημα V παρατίθενται οι πίνακες στατιστικής ανάλυσης των αποτελεσμάτων.

3.4.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΕΔΑΦΟΥΣ

Η θερμοκρασία του αέρα διαφοροποιήθηκε ανάμεσα στις δύο περιόδους εφαρμογής της μεθόδου και κυμάνθηκε σε υψηλότερα επίπεδα, κατά την περίοδο Αυγούστου, σε σχέση με την περίοδο Σεπτεμβρίου, περίπου κατά 1 έως 5 °C (Σχήμα 48). Σε διάστημα τεσσάρων εβδομάδων, κατά τη διάρκεια των εφαρμογών, ο αθροιστικός χρόνος κατά τον οποίο η θερμοκρασία αέρος ήταν ≥ 30 °C, ήταν 254 ώρες την περίοδο Αυγούστου και 122 ώρες την περίοδο Σεπτεμβρίου. Κατά συνέπεια, και η θερμοκρασία εδάφους ήταν χαμηλότερη κατά την περίοδο Σεπτεμβρίου σε σχέση με την περίοδο Αυγούστου.



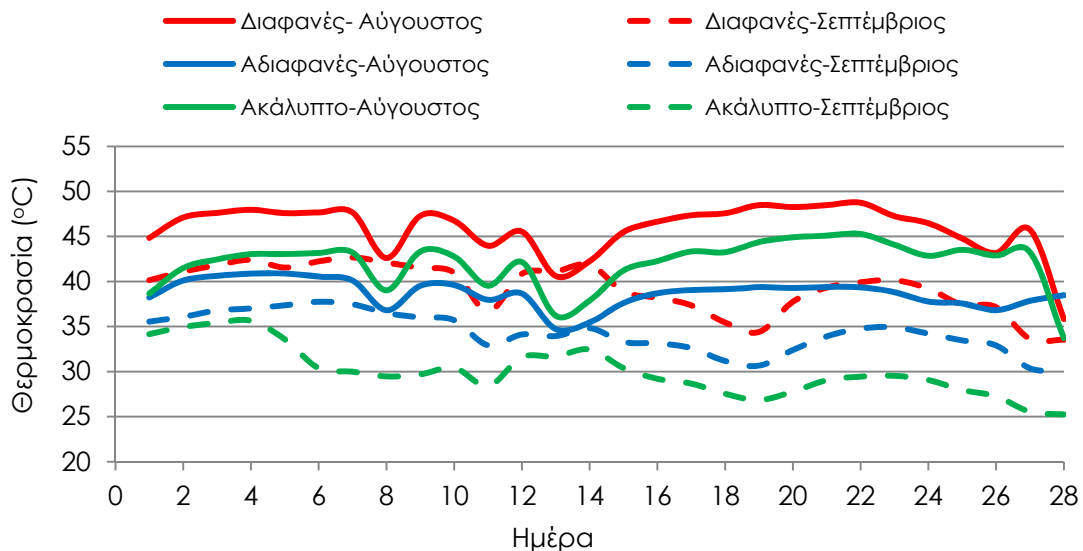
Σχήμα 48: Ημερήσια διακύμανση θερμοκρασίας αέρα, κατά τη διάρκεια αντιπροσωπευτικής εβδομάδας των εφαρμογών ηλιοαπολύμανσης, όπως επηρεάστηκε από την περίοδο εφαρμογής

Η θερμοκρασία εδάφους διαφοροποιήθηκε ανάμεσα στους τύπους εδαφοκάλυψης και τις δύο περιόδους εφαρμογών. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες εδάφους παρατηρήθηκαν κάτω

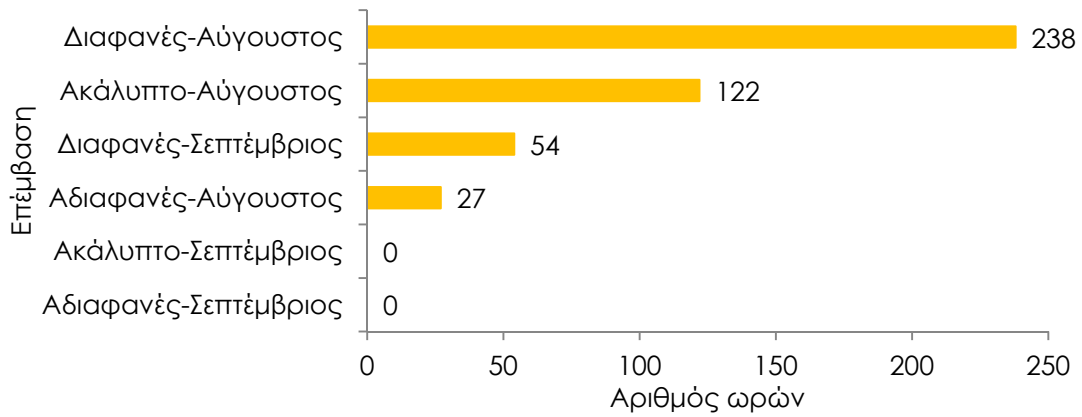
από το διαφανές πλαστικό, την περίοδο Αυγούστου, όπου καταγράφηκαν θερμοκρασίες υψηλότερες σε σχέση με τα ακάλυπτα τεμάχια, κατά έως 6 °C και οι μέγιστες ημερήσιες θερμοκρασίες κυμάνθηκαν από 35 έως 48 °C, σε σχέση με τα ακάλυπτα τεμάχια που κυμάνθηκαν από 33 έως 45 °C (Σχήμα 49). Τα τεμάχια τα οποία ήταν καλυμμένα με αδιαφανές πλαστικό παρουσίαζαν τη χαμηλότερη θερμοκρασία την περίοδο Αυγούστου, όπου οι μέγιστες ημερήσιες θερμοκρασίες κυμάνθηκαν από 34 έως 40 °C.

Αντίστοιχα, την περίοδο Σεπτεμβρίου, κάτω από το διαφανές πλαστικό καταγράφηκαν υψηλότερες θερμοκρασίες, κατά έως 12 °C, σε σχέση με τα ακάλυπτα τεμάχια και οι μέγιστες ημερήσιες θερμοκρασίες κυμάνθηκαν από 33 έως 42 °C, σε σχέση με τα ακάλυπτα τεμάχια που κυμάνθηκαν από 25 έως 35 °C. Τα τεμάχια τα οποία ήταν καλυμμένα με αδιαφανές πλαστικό παρουσίαζαν χαμηλότερη θερμοκρασία, σε σχέση με το διαφανές πλαστικό, αλλά υψηλότερη σε σχέση με τα ακάλυπτα τεμάχια και οι μέγιστες ημερήσιες θερμοκρασίες κυμάνθηκαν από 30 έως 37 °C (Σχήμα 49).

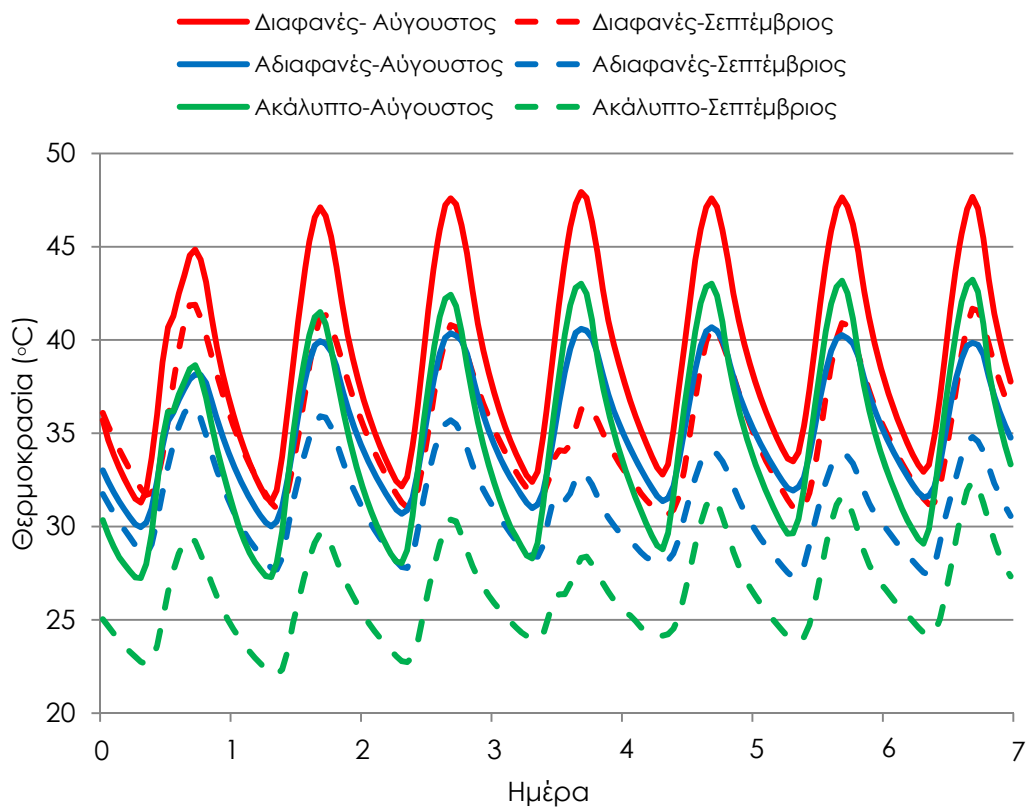
Κάτω από το διαφανές πλαστικό την περίοδο Αυγούστου ο αθροιστικός αριθμός ωρών, κατά τις οποίες η θερμοκρασία εδάφους ξεπερνούσε τους 40 °C, ήταν 238 ώρες (Σχήματα 50, 51). Στα τεμάχια τα οποία ήταν καλυμμένα με αδιαφανές πλαστικό ο αθροιστικός αριθμός ωρών, κατά τις οποίες η θερμοκρασία εδάφους ξεπερνούσε τους 40 °C ήταν 27 ώρες και στα τεμάχια μάρτυρες 122 ώρες. Την περίοδο Σεπτεμβρίου οι θερμοκρασίες εδάφους ξεπέρασαν τους 40 °C κάτω από το διαφανές πλαστικό, για 54 ώρες, ενώ στα τεμάχια με αδιαφανές πλαστικό και στα ακάλυπτα τεμάχια το ανάλογο μέγεθος ήταν 0 ώρες (Σχήμα 51).



Σχήμα 49: Μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία εδάφους, σε βάθος 5 cm, κατά τη διάρκεια τεσσάρων εβδομάδων των εφαρμογών ηλιοαπολύμανσης, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις ηλιοαπολύμανσης



Σχήμα 50: Άθροισμα ωρών κατά τις οποίες η θερμοκρασία εδάφους ήταν ≥ 40 °C, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις ηλιοαπολύμανσης



Σχήμα 51: Ημερήσια διακύμανση θερμοκρασίας εδάφους, σε βάθος 5 cm, κατά τη διάρκεια αντιπροσωπευτικής εβδομάδας των εφαρμογών ηλιοαπολύμανσης, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις ηλιοαπολύμανσης

Οι μέγιστες ημερήσιες θερμοκρασίες, που καταγράφηκαν κάτω από το διαφανές πλαστικό, είναι ανάλογες με τις τιμές που αναφέρει ο Vizantinopoulos (1993), για πείραμα

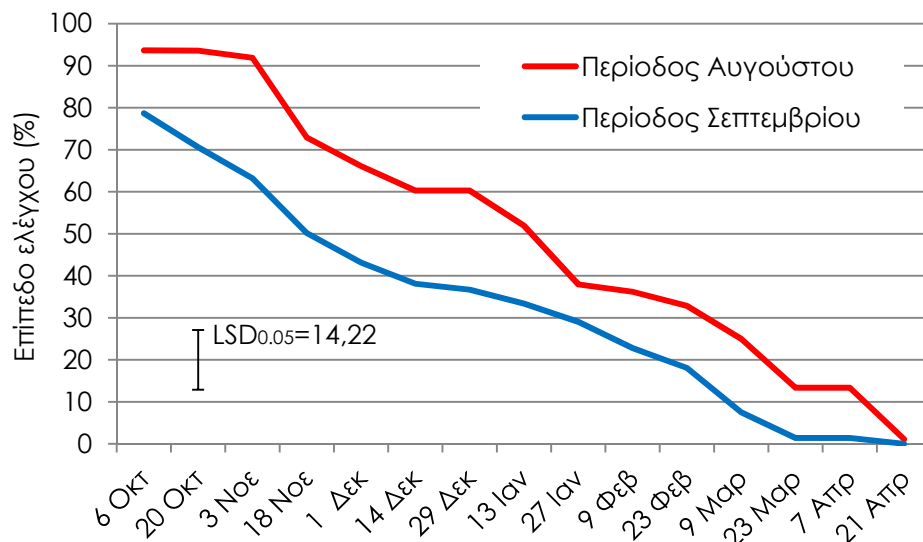
ηλιοαπολύμανσης στην περιοχή της Λαμίας. Παρ' όλα αυτά είναι χαμηλότερες από τις τιμές που αναφέρει ο Tjamos (1983), έως 53 °C, πιθανώς λόγω διαφορών στη σύσταση του εδάφους.

Ο αθροιστικός αριθμός ωρών με πολύ υψηλές θερμοκρασίες είναι πολύ σημαντικό μέγεθος για την αποτελεσματικότητα της μεθόδου, καθώς έχουν σωρευτικό αποτέλεσμα ακόμη και αν δεν είναι συνεχόμενες, (Egley, 1990, Horowitz *et al.*, 1983) και η θανάτωση των σπόρων επέρχεται όταν ξεπεραστούν τα όρια ανθεκτικότητάς τους (Dahquist *et al.*, 2007, Elmore, 1991).

3.4.2 ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Τα αποτελέσματα του επιπέδου ελέγχου των ζιζανίων έδειξαν ότι υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και οι επεμβάσεις ηλιοαπολύμανσης μείωσαν τον αριθμό των ζιζανίων σε σχέση με τα ακάλυπτα τεμάχια.

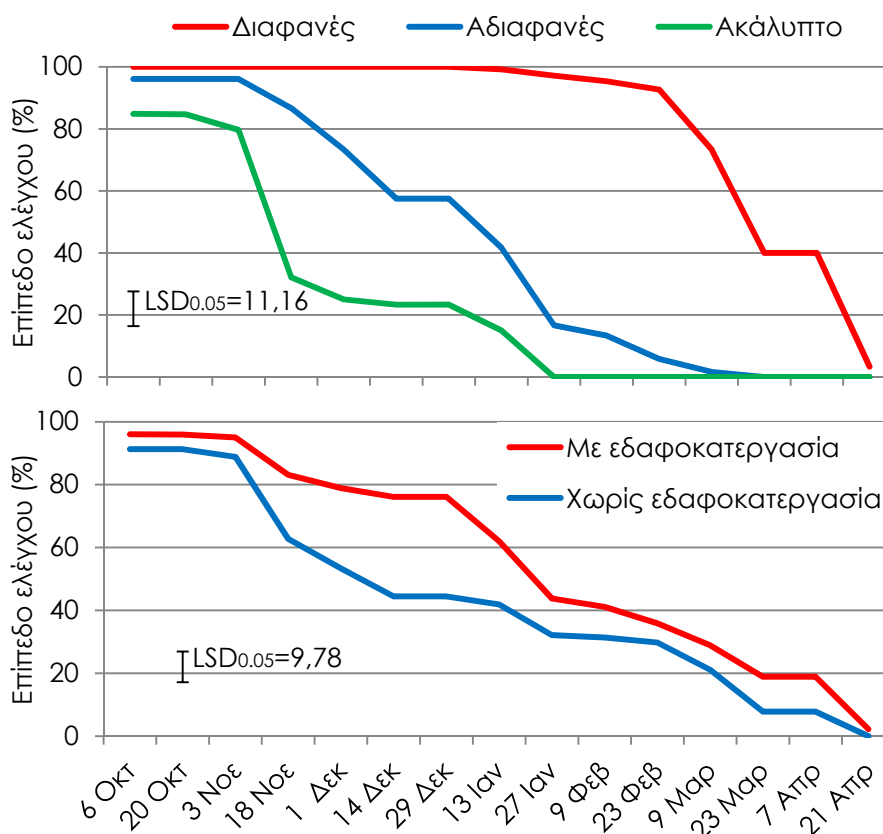
Η περίοδος εφαρμογής επηρέασε σημαντικά το επίπεδο ελέγχου των ζιζανίων. Υψηλότερο επίπεδο ελέγχου επιτεύχθηκε με την εφαρμογή της περιόδου Αυγούστου, που απέδωσε άνω του 90% έλεγχο των ζιζανίων για ένα μήνα και άνω του 60%, για περίπου δύο μήνες επιπλέον (Σχήμα 52). Αντίθετα, η εφαρμογή της περιόδου Σεπτεμβρίου τον πρώτο μήνα απέδωσε περίπου 70% επίπεδο ελέγχου, ενώ τους δύο μήνες που ακολούθησαν το επίπεδο ελέγχου ήταν 50-35%.



Σχήμα 52: Επίπεδο ελέγχου των ζιζανίων ως ποσοστό (%) του πειραματικού τεμαχίου, όπως επηρεάστηκε από την περίοδο εφαρμογής της ηλιοαπολύμανσης, για το σύνολο των επεμβάσεων εδαφοκάλυψης και εδαφοκατεργασίας, κατά τη διάρκεια έξι μηνών, σύμφωνα με το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο (F^{***}). Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων της περιόδου Αυγούστου έδειξε ότι δεν υπήρχαν σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων του πειράματος, δηλαδή του τύπου εδαφοκάλυψης και εδαφοκατεργασίας (Παράρτημα V). Η αποτελεσματικότητα των εφαρμογών της περιόδου Αυγούστου επηρεάστηκε σημαντικά κυρίως από το είδος πλαστικού φιλμ και δευτερευόντως από το είδος εδαφοκατεργασίας. Υψηλότερο επίπεδο ελέγχου επιτεύχθηκε με το διαφανές πλαστικό το οποίο απέδωσε σχεδόν πλήρη έλεγχο των ζιζανίων (>90%) για σχεδόν τέσσερις μήνες, ενώ για ένα ακόμη μήνα οι προσβολές ήταν περιορισμένες έως 40% (Σχήμα 53). Το αδιαφανές πλαστικό δεν απέδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα, αφού σχεδόν πλήρης έλεγχος των ζιζανίων (>90%) επιτεύχθηκε για περίπου ένα μήνα, ενώ τους επόμενους 2 μήνες, το επίπεδο ελέγχου μειώνονταν έως περίπου 60%, ενώ το μήνα που ακολούθησε το επίπεδο ελέγχου έπεσε κάτω από 20% (Σχήμα 53).

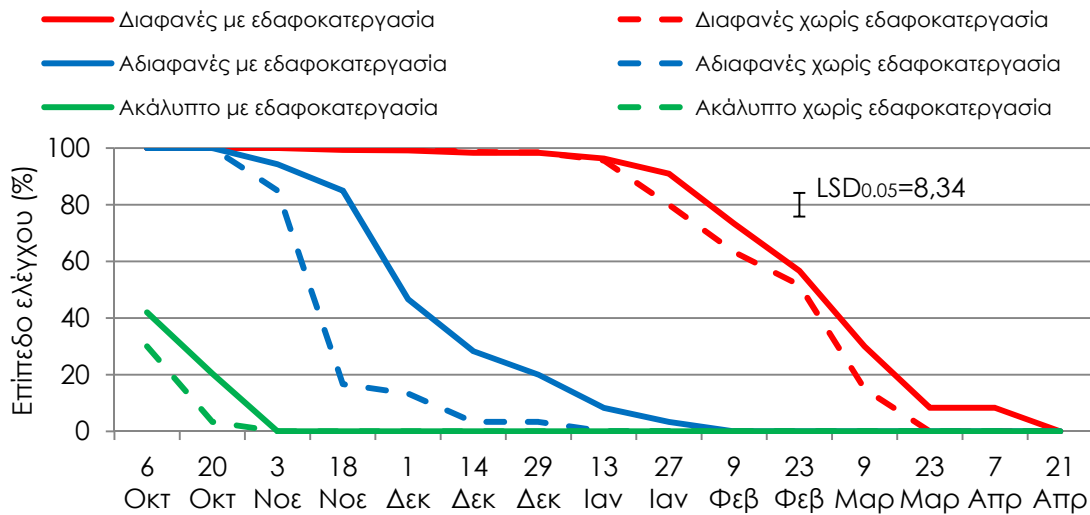
Οι επεμβάσεις εδαφοκατεργασίας βελτίωσαν το επίπεδο ελέγχου των ζιζανίων και παρατηρήθηκε άνω του 70% έλεγχος των ζιζανίων για περίπου τρεις μήνες, ενώ στα τεμάχια χωρίς εδαφοκατεργασία το επίπεδο ελέγχου ήταν χαμηλότερο, 90% τον πρώτο μήνα και έως 40% τους επόμενους δύο μήνες (Σχήμα 53).



Σχήμα 53: Επίπεδο ελέγχου των ζιζανίων ως ποσοστό (%) του πειραματικού τεμαχίου, της εφαρμογής της περιόδου Αυγούστου, όπως επηρεάστηκε (α) από το είδος εδαφοκάλυψης (F^{***}) και (β) το είδος εδαφοκατεργασίας (F^{**}), σύμφωνα με το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων της περιόδου Σεπτεμβρίου έδειξε ότι υπήρχαν σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων του πειράματος, δηλαδή του τύπου εδαφοκάλυψης και εδαφοκατεργασίας (Παράρτημα V). Οι επεμβάσεις με διαφανές πλαστικό την περίοδο Σεπτεμβρίου, απέδωσαν πολύ καλά αποτελέσματα, όπου με εδαφοκατεργασία υπήρξε πλήρης (100%) έλεγχος των ζιζανίων για τρεις μήνες, ενώ τον ακόλουθο μήνα οι προσβολές ήταν της τάξης του 50% (Σχήμα 54, Πίνακας 24). Ανάλογα αποτελέσματα επετεύχθησαν με την επέμβαση με διαφανές πλαστικό, χωρίς εδαφοκατεργασία.

Οι επεμβάσεις με αδιαφανές πλαστικό δεν έδωσαν ικανοποιητικά αποτελέσματα. Η επέμβαση με αδιαφανές πλαστικό, την περίοδο Σεπτεμβρίου, με εδαφοκατεργασία απέδωσε έως 80% έλεγχο των ζιζανίων για δύο μήνες στη συνέχεια ξεκίνησε η προσβολή των τεμαχίων από ζιζάνια, ενώ αντίστοιχα αποτελέσματα έδωσε και η επέμβαση με αδιαφανές πλαστικό χωρίς εδαφοκατεργασία (Σχήμα 54).



Σχήμα 54: Επίπεδο ελέγχου των ζιζανίων ως ποσοστό (%) του πειραματικού τεμαχίου, της εφαρμογής της περιόδου Σεπτεμβρίου, όπως επηρεάστηκε από το σύνολο επεμβάσεων εδαφοκαλυψης και εδαφοκατεργασίας (F^{***}), σύμφωνα με το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Τα αποτελέσματα συνάδουν με τις μετρήσεις της θερμοκρασίας εδάφους, που δείχνουν ότι κάτω από το διαφανές πλαστικό αυξήθηκαν οι θερμοκρασίες σε επίπεδα ικανά να επιφέρουν τη θανάτωση των σπόρων, αντίθετα με το αδιαφανές πλαστικό που απέτυχε να αυξήσει επαρκώς τη θερμοκρασία του εδάφους. Ο καλύτερος έλεγχος ζιζανίων επετεύχθη με το διαφανές πλαστικό την περίοδο του Αυγούστου, όπου σημειώθηκαν και οι υψηλότερες θερμοκρασίες, για το μεγαλύτερο άθροισμα ωρών (238 ώρες $T \geq 40 \text{ }^\circ\text{C}$). Παρατηρήθηκε ακόμη, ότι ενώ καταγράφηκαν μόλις 54 ώρες με θερμοκρασίες $\geq 40 \text{ }^\circ\text{C}$ στα τεμάχια με

διαφανές πλαστικό την περίοδο Σεπτεμβρίου, αυτό ήταν επαρκές για να επιφέρει ικανοποιητικό επίπεδο ελέγχου των ζιζανίων, που συμφωνεί και μετά αποτελέσματα των Vizaninopoulos και Katranis (1993) που υποστηρίζει ότι έκθεση σε θερμοκρασία ≥ 40 °C, για 50 ώρες, σε υγρό έδαφος, ήταν αρκετή για να θανατώσει το 90% των σπόρων χειμερινών ετήσιων ζιζανίων.

Οι ακραίες συνθήκες που δημιουργούνται με την ηλιοαπολύμανση και επιφέρουν το θάνατο των σπόρων είναι οι υψηλές θερμοκρασίες, σε συνδυασμό με υγρό έδαφος, αφού οι σπόροι είναι πιο ευαίσθητοι τις υψηλές θερμοκρασίες όταν είναι υγροί (Cohen & Rubin, 2007, Egley, 1990). Το φύλλο πλαστικού συγκρατεί την υγρασία, που διοχετεύεται στο έδαφος με την άρδευση, πριν την έναρξη της ηλιοαπολύμανσης, ενώ δεν είναι απαραίτητη η επανάληψη της άρδευσης κατά τη διάρκεια της ηλιοαπολύμανσης (Horowitz *et al.*, 1983). Ο μηχανισμός δράσης είναι ανάλογος της θερμικής μεθόδου της χρήσης ζεστού νερού, με το οποίο διαβρέχεται το έδαφος, για περιορισμό των ζιζανίων, που όμως είναι οικονομικά ασύμφορη και μη πρακτική μέθοδος, καθώς απαιτεί πολύ υψηλές ποσότητες ενέργειας και νερού για τη δημιουργία των κατάλληλων συνθηκών (Ascard *et al.*, 2007), σε αντίθεση με την ηλιοαπολύμανση που είναι μια απλή μέθοδος για την τροποποίηση των συνθηκών του περιβάλλοντος.

Έτσι, στα ακάλυπτα τεμάχια αν και καταγράφηκαν υψηλές θερμοκρασίες (122 ώρες $T \geq 40$ °C, την περίοδο του Αυγούστου) δεν παρατηρήθηκε μείωση ζιζανίων την επόμενη χειμερινή βλαστητική περίοδο, καθώς αυτά ήταν στεγνά. Ο Egley (1990) βρήκε ότι έκθεση στεγνών σπόρων σε θερμοκρασίες 40-50 °C για 7 ημέρες (168 ώρες) δεν μείωσε τη βλαστικότητα των σπόρων, ενώ έκθεση στους 60 °C για 7 ημέρες μείωσε μόλις ελάχιστα τη βλαστικότητα των σπόρων. Αντίθετα, η έκθεση βρεγμένων σπόρων στους 50 °C για 7 ημέρες μείωσε δραματικά τη βλαστικότητά τους, ανάλογα με το είδος.

Οι επεμβάσεις εδαφοκατεργασίας βελτίωσαν την αποτελεσματικότητα της μεθόδου, παρ' όλα αυτά τα αποτελέσματα της εφαρμογής χωρίς εδαφοκατεργασία είναι πολύ ικανοποιητικά και δείχνουν ότι η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί, χωρίς απαραίτητα να προηγηθεί εδαφοκατεργασία, στο ευαίσθητο περιβάλλον των αρχαιολογικών χώρων.

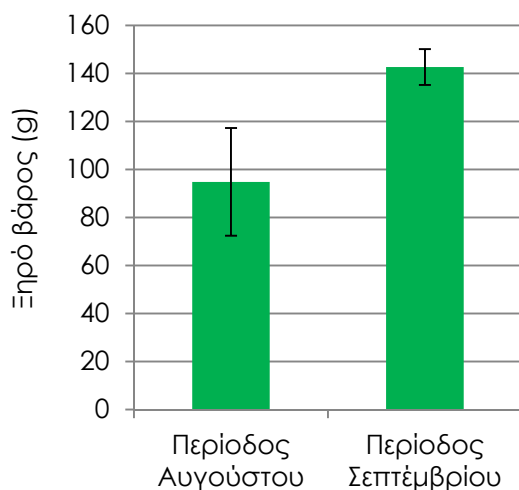
Δεν ήταν δυνατή η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την αποτελεσματικότητα της μεθόδου σε σχέση με τα διαφορετικά είδη που φύτευαν στα τεμάχια, καθώς φύτευαν πολλά είδη (25) και αυτά παρουσίαζαν εξαιρετική ανομοιομορφία στην κατανομή τους στα τεμάχια, που δεν επέτρεπε την ανάλυση των αποτελεσμάτων ανά είδος. Τα είδη που καταγράφηκαν στα τεμάχια κατά τη διάρκεια της μεθόδου ήταν: *Amaranthus retroflexus*, *Avena sterilis*, *Bromus hordeaceus*, *Capsella bursa pastoris*, *Chenopodium album*, *Convolvulus arvensis*, *Cyperus rotundus*, *Erodium malacoides*, *Fumaria arabica*, *Gallium aparine*, *Heliotropium europaeum*, *Hodeum murinum*, *Lactuca seriola*, *Lamium amplexicaule*, *Malva sylvestris*, *Matricaria*

recutita, *Medicago sp.*, *Oryzopsis miliaceae*, *Poa annua*, *Senecio vulgaris*, *Setaria viridis*, *Sinapis arvensis*, *Sonchus oleraceus*, *Tribulus terrestris* και *Veronica persica*.

Τα αποτελέσματα συμφωνούν με αυτά των Vizantinopoulos και Katranis (1993) και των Horowitz et. al. (1983), που δείχνουν τέσσερις μήνες πλήρους αποτροπής της ανάδυσης των ζιζανίων, στα τεμάχια τα οποία καλύφθηκαν με διαφανές πλαστικό κατά την περίοδο του θέρους. Οι τέσσερις μήνες αυτοί, μέχρι περίπου και τα μέσα Μαρτίου, είναι η περίοδος της πιο άφθονης ανάπτυξης των ζιζανίων στους αρχαιολογικούς χώρους. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η ηλιοαπολύμανση μπορεί να εφαρμοστεί στους αρχαιολογικούς χώρους και να δώσει άριστο έλεγχο των ζιζανίων ακόμη και χωρίς την εφαρμογή προετοιμασίας του εδάφους με εδαφοκατεργασία, μειώνοντας τη δαπάνη και προστατεύοντας τα αρχαία μέλη, που δεν έχουν αποκαλυφθεί. Ακόμη, τα αποτελέσματα των επεμβάσεων με διαφανές πλαστικό, την περίοδο του Σεπτεμβρίου, ενθαρρύνουν την εφαρμογή της μεθόδου σε περίοδο χαμηλής επισκεψιμότητας των χώρων, διατηρώντας πολύ καλό επίπεδο ελέγχου την ακόλουθη βλαστική περίοδο.

3.4.3 ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων του ξηρού βάρους της βιομάζας που συλλέχθηκε από τα τεμάχια έδειξε ότι η περίοδος εφαρμογής επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα. Μικρότερη βιομάζα συλλέχθηκε από τα τεμάχια των εφαρμογών της περιόδου Αυγούστου (95 g) σε σχέση με την περίοδο Σεπτεμβρίου (142 g, Σχήμα 55).

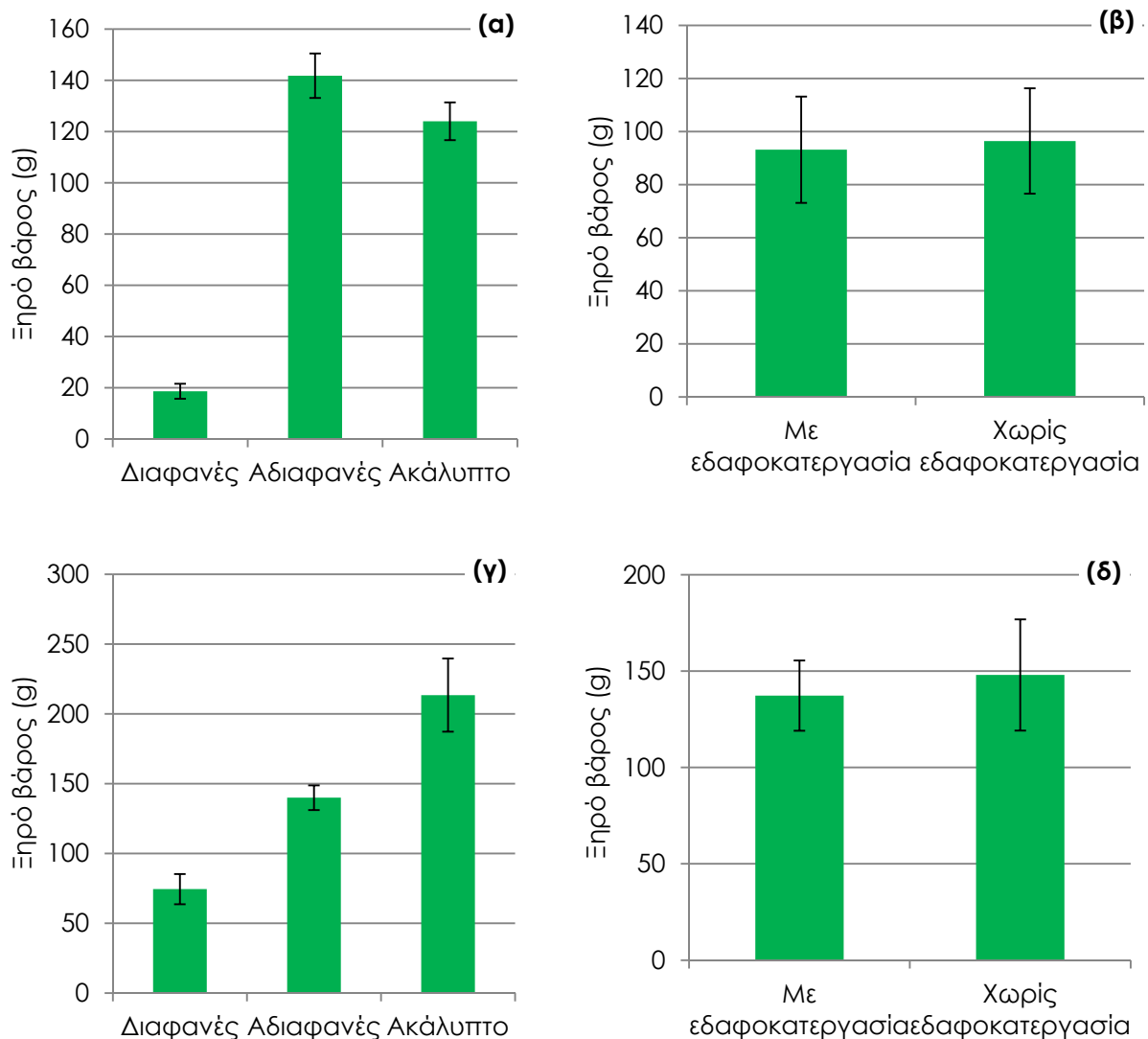


Σχήμα 55: Ξηρό βάρος βιομάζας (g) που συλλέχθηκε από τα πειραματικά τεμάχια την τελευταία ημέρα, όπως επηρεάστηκε από την περίοδο εφαρμογής της ηλιοαπολύμανσης (F*). Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Από τις εφαρμογές της περιόδου Αυγούστου καλύτερα αποτελέσματα επετεύχθησαν με το διαφανές πλαστικό, που απέδωσε μόλις 19 g βιομάζας, σε σχέση με το αδιαφανές πλαστικό (142 g) και τα ακάλυπτα τεμάχια (124 g) που δεν παρουσίαζαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους (Σχήμα 56). Οι επεμβάσεις εδαφοκατεργασίας δεν παρουσίαζαν σημαντικές διαφορές ως

προς τη βιομάζα και απέδωσαν 93 g και 96 g βιομάζας με και χωρίς εδαφοκατεργασία αντιστοίχως.





















Από τις εφαρμογές της περιόδου Σεπτεμβρίου παρατηρήθηκαν ανάλογα αποτελέσματα. Μικρότερη βιομάζα συλλέχθηκε από τα τεμάχια με διαφανές πλαστικό 74 g, ενώ τα τεμάχια με αδιαφανές πλαστικό απέδωσαν 139 g βιομάζας και τα ακάλυπτα τεμάχια 213 g βιομάζας (Σχήμα 56). Οι επεμβάσεις εδαφοκατεργασίας δεν παρουσίαζαν σημαντικές διαφορές ως προς τη βιομάζα και απέδωσαν 137 g και 148 g βιομάζας με και χωρίς εδαφοκατεργασία αντιστοίχως.



Σχήμα 56: Ξηρό βάρος βιομάζας (g) που συλλέχθηκε από τα πειραματικά τεμάχια την τελευταία ημέρα, της περιόδου Αυγούστου, όπως επηρεάστηκε (α) από το είδος εδαφοκάλυψης (F^{***}) και (β) το είδος εδαφοκατεργασίας (F^{NS}) και της περιόδου Σεπτεμβρίου, όπως επηρεάστηκε (γ) από το είδος εδαφοκάλυψης (F^{***}) και (δ) το είδος εδαφοκατεργασίας (F^{NS}). Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Σε ότι αφορά τα ζητήματα αισθητικής, που εγείρονται για τη διάστρωση των πλαστικών φύλλων, κατά τη διάρκεια εφαρμογής της ηλιοαπολύμανσης, αντιπαραβάλλεται ότι η μέθοδος δεν έχει μόνιμο χαρακτήρα, αλλά μπορεί να εφαρμόζεται περιοδικά, στο πλαίσιο ενός προγράμματος ολοκληρωμένης διαχείρισης των ζιζανίων. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της ηλιοαπολύμανσης είναι ότι μειώνει το διαθέσιμο δυναμικό των σπόρων του εδάφους, που μπορούν να παράγουν ζιζάνια ακόμη και αν έχει επιτευχθεί 100% έλεγχος των ζιζανίων της τρέχουσας χρονιάς (Egley, 1990). Οι μελέτες έχουν δείξει ότι η αποτελεσματικότητα της ζιζανιοκτονίας την τρέχουσα χρονιά επηρεάζεται σημαντικά από την αποτελεσματικότητα της ζιζανιοκτονίας την προηγούμενη χρονιά και από το μέγεθος του τρέχοντος πληθυσμού (Mortensen, 2000), ενώ η απομείωση του δυναμικού των σπόρων του εδάφους μειώνει σε βάθος χρόνου το κόστος της ζιζανιοκτονίας (Norris, 1999, Mortensen, 2000). Η ηλιοαπολύμανση μπορεί να εφαρμόζεται για λίγες χρονιές, με στόχο την αποδυνάμωση του πληθυσμού των ζιζανίων, ενώ τα προσεχή χρόνια να μην γίνονται εφαρμογές, μέχρι να κριθεί απαραίτητη η επανάληψη του κύκλου εφαρμογών.

Πίνακας 24: Εικόνες των πειραματικών τεμαχίων ηλιοπολύμανσης, κατά τη διάρκεια έξι μηνών μετά το τέλος των επεμβάσεων, όπως επηρεάστηκαν από τον τύπο εδαφοκάλυψης, την περίοδο επέμβασης και τον τύπο εδαφοκατεργασίας

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	
						Διαφανές πλαστικό, επέμβαση Αυγούστου, χωρίς εδαφοκατεργασία
						Διαφανές πλαστικό, επέμβαση Αυγούστου, με εδαφοκατεργασία
						Αδιαφανές πλαστικό, περίοδος Αυγούστου, χωρίς εδαφοκατεργασία
						Αδιαφανές πλαστικό, επέμβαση Αυγούστου, με εδαφοκατεργασία
						Ακάλυπτο τεμάχιο, επέμβαση Αυγούστου, χωρίς εδαφοκατεργασία
						Ακάλυπτο, επέμβαση Αυγούστου, με εδαφοκατεργασία

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ

ΜΑΡΤΙΟΣ



Διαφανές πλαστικό, επέμβαση Σεπτεμβρίου, χωρίς εδαφοκαταργασία



Διαφανές πλαστικό, επέμβαση Σεπτεμβρίου, με εδαφοκαταργασία



Αδιαφανές πλαστικό, επέμβαση Σεπτεμβρίου, χωρίς εδαφοκαταργασία



Αδιαφανές πλαστικό, επέμβαση Σεπτεμβρίου, με εδαφοκαταργασία



Ακάλυπτο τεμάχιο, επέμβαση Σεπτεμβρίου, χωρίς εδαφοκαταργασία

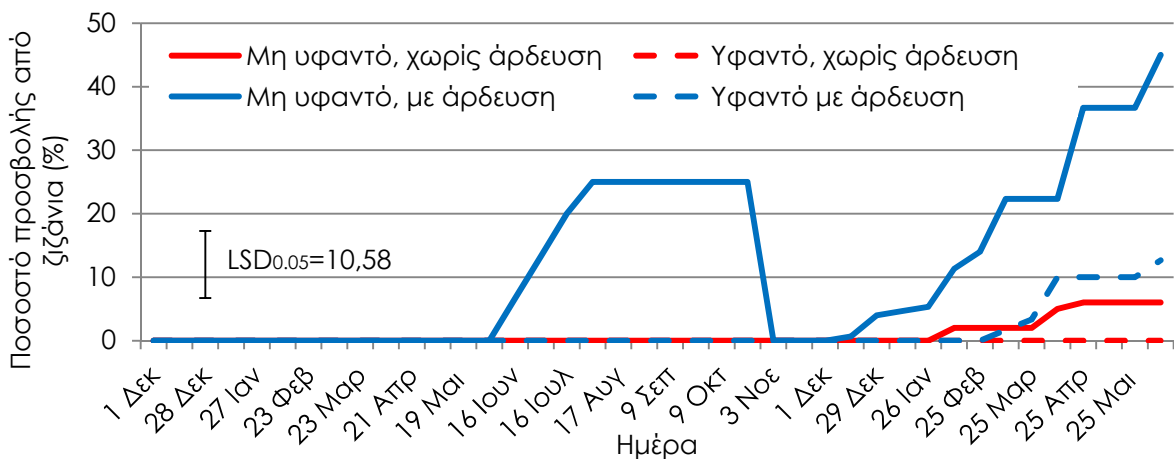


Ακάλυπτο τεμάχιο, επέμβαση Σεπτεμβρίου, με εδαφοκαταργασία

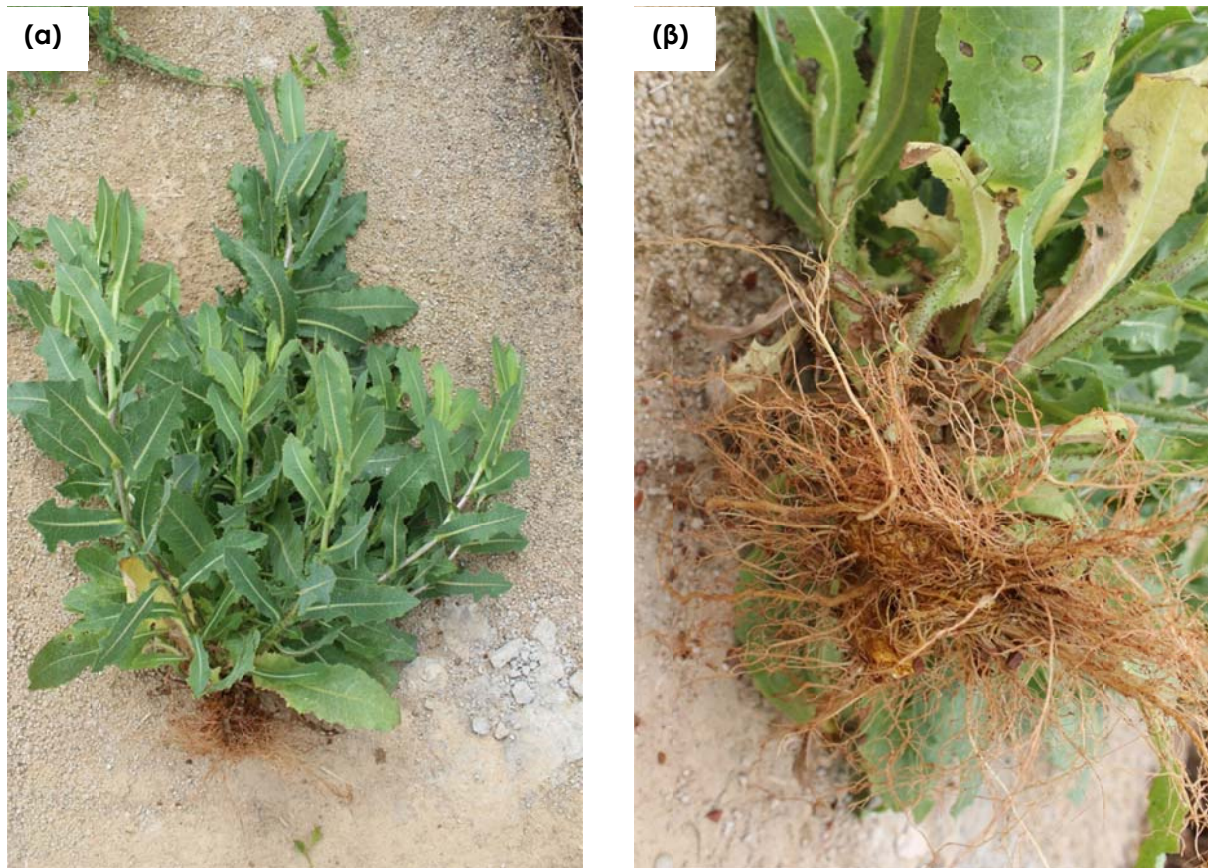
3.5 ΚΑΤΑΧΩΣΗ ΨΗΦΙΔΩΤΩΝ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΕΥΠΑΘΩΝ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ

Διερευνήθηκε η αποτελεσματικότητα στρωμάτωσης κατάχωσης για προστασία ψηφιδωτών ή άλλων ευπαθών αντικειμένων από την ανάπτυξη βλάστησης, για εφαρμογή σε αρχαιολογικούς χώρους της Ελλάδας. Η πειραματική διάταξη της κατάχωσης περιλάμβανε, προσομοίωση ψηφιδωτού δαπέδου, με θραυστά κεραμικά πλακίδια, χαλαζιακή άμμο, γεωύφασμα, σφαιρίδια ψημένης αργίλου (LECA) και φυσική ψηφίδα (χαλίκι). Οι επεμβάσεις αφορούσαν δύο τύπους γεωυφάσματος, υφαντό και μη υφαντό, και δύο επίπεδα καταιονισμού, ήτοι με και χωρίς τεχνητό καταιονισμό. Οι μετρήσεις περιλάμβαναν επίπεδο προσβολής των πειραματικών τεμαχίων από ζιζάνια, ως ποσοστό του τεμαχίου και έλεγχο των γεωυφασμάτων ως προς το αν τα έχουν διαπεράσει οι ρίζες ή όχι, σε περιπτώσεις προσβολής. Στο Παράρτημα VI παρατίθενται οι πίνακες στατιστικής ανάλυσης των αποτελεσμάτων.

Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, οι οποίες δεν απέτρεψαν με όμοιο τρόπο την ανάπτυξη βλάστησης στις στρώσεις κατάχωσης. Μικρότερο ποσοστό προσβολής από ζιζάνια εμφάνισε το υφαντό γεωύφασμα, το οποίο, στην επέμβαση χωρίς καταιονισμό, δεν είχε καμία προσβολή (0%), για τους 18 μήνες του πειράματος (Σχήμα 57, Πίνακας 25). Η μεταχείριση με υφαντό γεωύφασμα και καταιονισμό εμφάνισε μικρό ποσοστό προσβολών (10%), τους τελευταίους μήνες του πειράματος, Μάρτιο έως Ιούνιο, κατά κυριότητα από το είδος πετρομάρουλο (*Lactuca serriola* L.), και δευτερευόντως από ζωχό (*Sochus oleraceus* L.). Η δειγματοληπτική εξέταση όμως του ριζικού συστήματος των ζιζανίων έδειξε ότι οι ρίζες δεν είχαν διαπεράσει το γεωύφασμα και αναπτύσσονταν μόνο επιφανειακά στη στρώση του χαλικιού (Εικόνα 95).

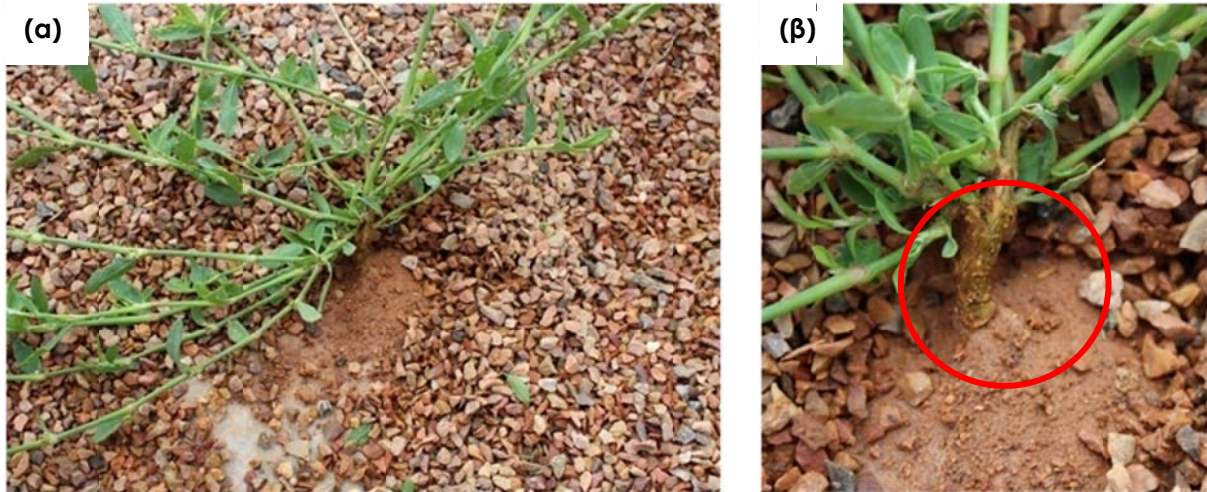


Σχήμα 57: Επίπεδο προσβολής των πειραματικών τεμαχίων από ζιζάνια, ως ποσοστό (%) του τεμαχίου, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις κατάχωσης, κατά τη διάρκεια 18 μηνών του πειράματος, σύμφωνα με το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο (F**). Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών επαναλήψεων ± τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$



Εικόνα 95: (α) και (β) Πετρομάρουλο που φύεται σε τεμάχιο κατάχωσης, με υφαντό γεώφασμα και καταιονισμό. Διακρίνεται η ελλιπής ανάπτυξη της ρίζας, που δεν κατάφερε να διαπεράσει το γεώφασμα και αναπτύσσονταν μόνο στην επιφανειακή στρώση με τα χαλίκια, 12 Μαΐου, 2016

Το μη υφαντό γεώφασμα δεν έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα αποτροπής της βλάστησης. Η μεταχείριση με καταιονισμό και μη υφαντό γεώφασμα παρουσίασε υψηλό ποσοστό προσβολών από ζιζάνια, που άγγιξε το 45% τους τελευταίους μήνες του πειράματος (Σχήμα 54, Πίνακας 25). Τα είδη που φύονταν στα τεμάχια με μη υφαντό γεώφασμα και καταιονισμό ήταν πετρομάρουλο, πολυκόμπι (*Polygonum aviculare* L.) και κλουβίδα (*Chenopodium album* L.), κατά τους μήνες Ιούνιο έως Οκτώβριο (θερινά ζιζάνια) και ζωχός, αγριοβρώμη (*Avena sterilis* L.), σινάπι (*Sinapis arvensis* L.) και μολόχα (*Malva sylvestris* L.), τους μήνες Δεκέμβριο έως Μάιο (χειμερινά ζιζάνια). Αντίθετα η μεταχείριση χωρίς καταιονισμό παρουσίασε μικρό ποσοστό προσβολών (5%), από τα είδη ζωχός και σινάπι, τους μήνες Ιανουάριο έως Απρίλιο και πετρομάρουλο, τον Μάιο και Ιούνιο. Και στις δύο περιπτώσεις όμως ο δειγματοληπτικός έλεγχος του ριζικού συστήματος των ζιζανίων έδειξε ότι οι ρίζες όλων των ειδών είχαν διαπεράσει το γεώφασμα και αναπτύσσονταν στη στρώση του LECA (Εικόνα 96).



Εικόνα 96: (α) και (β) Πολυκόμπι που φύεται στη στρώση της κατάχωσης με τα χαλίκια. Διακρίνεται το μη υφαντό γεωύφασμα και ο βλαστός του φυτού που φύεται μέσα από το γεωύφασμα, ενώ οι ρίζες έχουν διαπεράσει το γεωύφασμα και φύονται στη στρώση του LECA, 2 Ιουνίου, 2015

Το αυξημένο επίπεδο προσβολών που εμφάνισε το μη υφαντό γεωύφασμα, με καταιονισμό, πιθανώς να οφείλεται στην τάση του γεωυφάσματος να συγκρατεί υγρασία που ευνοεί τη βλάστηση σπόρων (Roby & Demas, 2012). Επιπλέον η επιδεκτικότητά του στη διάτρηση από ρίζες, το καθιστά ακατάλληλο για χρήση σε καταχώσεις αρχαιολογικών ευρημάτων, ιδιαίτερα σε περιοχές με υψηλή βροχόπτωση.

Καθώς το υφαντό γεωύφασμα απέδωσε εξαιρετικά αποτελέσματα, αφού ακόμα και σε συνθήκες υψηλής βροχόπτωσης εμφάνισε πολύ μικρό ποσοστό προσβολών και αντοχή στη διάτρηση από ρίζες, ενδείκνυται για καταχώσεις ψηφιδωτών σε αρχαιολογικούς χώρους. Σε περιοχές με υψηλή βροχόπτωση πιθανώς να χρειάζεται σε ετήσια βάση να γίνεται απομάκρυνση των ζιζανίων που φύονται στη στρώση του χαλικιού, τα οποία όμως αφαιρούνται εύκολα καθώς το ριζικό τους σύστημα είναι επιπόλαιο. Τα γεωυφάσματα μπορούν να ράβονται, υπο μορφή σάκων και να γεμίζονται με το LECA, έτσι ώστε να είναι δυνατή η περιοδική απομάκρυνση της κατάχωσης, για την περιοδική συντήρηση και έκθεση των ψηφιδωτών δαπέδων.

Πίνακας 25: Πίνακας εικόνων πειραματικών τμημάτων κατάχωσης, κατά τη διάρκεια 18 μηνών, στον πειραματικό αγρό του ΓΠΙΑ, όπως επηρεάστηκαν από τις επιμβάσεις κατάχωσης

Μήνας

Επέμβαση	Δεκέμβριος '14	Φεβρουάριος '15	Απρίλιος '15	Ιούνιος '15	Αύγουστος '15	Οκτώβριος '15	Δεκέμβριος '15	Φεβρουάριος '16	Απρίλιος '16
Υφαντό γεωϋφασμα, Χωρίς καταιονισμό									
Μη υφαντό γεωϋφασμα, Χωρίς καταιονισμό									
Υφαντό γεωϋφασμα, με καταιονισμό									
Μη υφαντό γεωϋφασμα, με καταιονισμό									

3.6 ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΧΩΡΟΥΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΠΙΣΚΕΠΤΩΝ

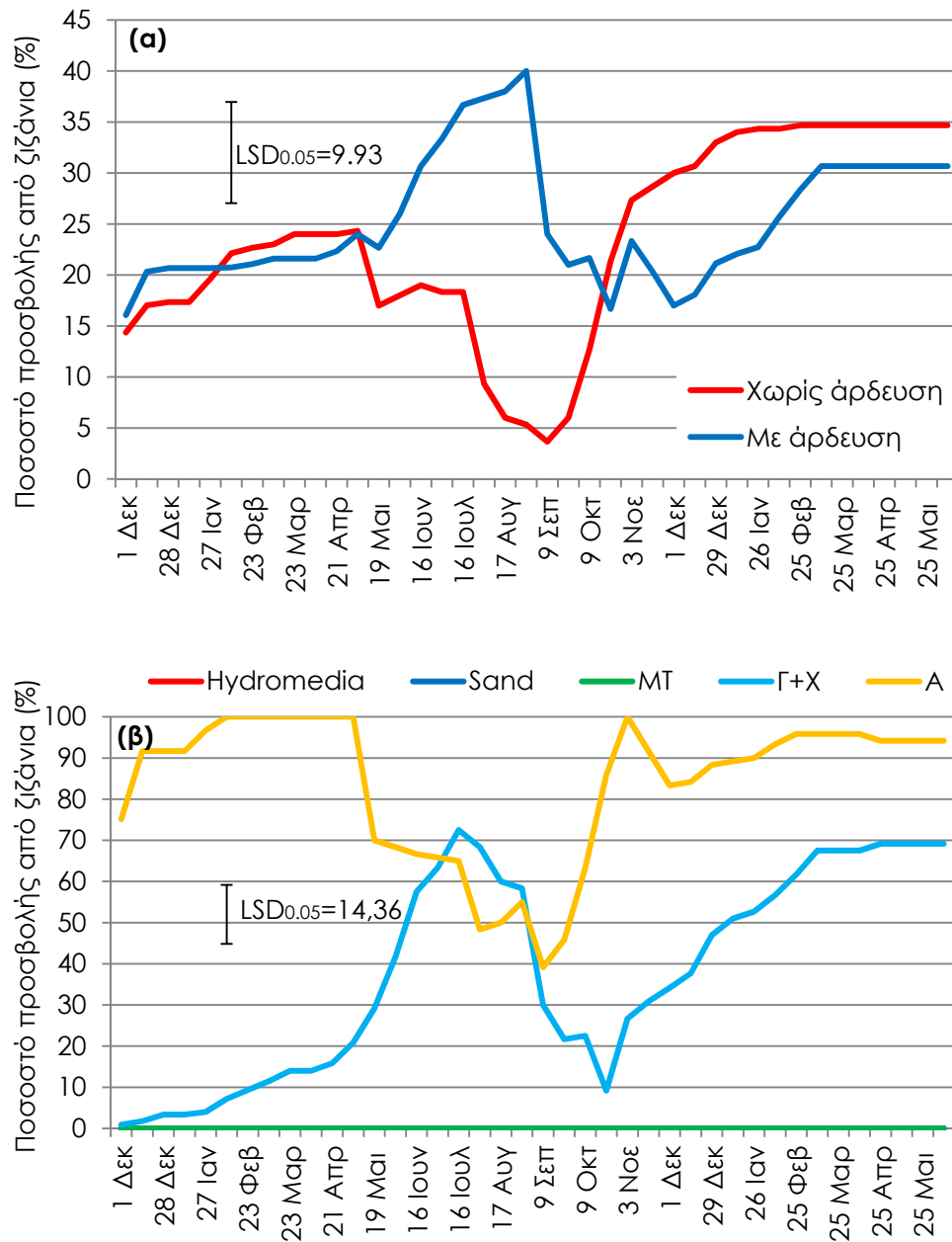
Μελετήθηκε η αποτελεσματικότητα υλικών εδαφοκάλυψης, με στόχο την αποτελεσματική αποτροπή ζιζανίων, σε χώρους κίνησης επισκεπτών. Τα υλικά που δοκιμάστηκαν ήταν: Hydromedia, pervious concrete (LaFarge Beton ABEE, Παιανία, Αττική, Ελλάδα), Sand (LaFarge Beton ABEE, Παιανία, Αττική, Ελλάδα), Κονίαμα Μακεδονικών Τάφων (ΜΤ) (Δαλκαφούκη Οίκος ΕΠΕ, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα) και υφαντό γεωύφασμα μαζί με φυσική ψηφίδα (χαλίκι), ενώ εφαρμόστηκαν δύο επίπεδα καταιονισμού, ήτοι με και χωρίς τεχνητό καταιονισμό. Οι μετρήσεις περιλάμβαναν επίπεδο προσβολής των πειραματικών τεμαχίων από ζιζάνια, ως ποσοστό του τεμαχίου και έλεγχο των γεωυφασμάτων ως προς το αν τα έχουν διαπεράσει οι ρίζες ή όχι, σε περιπτώσεις προσβολής. Στο Παράρτημα VII παρατίθενται οι πίνακες στατιστικής ανάλυσης των αποτελεσμάτων.

Το επίπεδο προσβολής των τεμαχίων από ζιζάνια δεν επηρεάστηκε σημαντικά από το επίπεδο καταιονισμού. Κατά τη διάρκεια της πρώτης χειμερινής βλαστητικής (Δεκέμβριο έως Απρίλιο) περιόδου παρουσιάστηκαν προσβολές 20-25%, ενώ τη δεύτερη χειμερινή βλαστητική περίοδο (Οκτώβριο έως Μάιο), παρουσιάστηκαν προσβολές 30-35%, χωρίς διαφορές μεταξύ των τεμαχίων με και χωρίς τεχνητό καταιονισμό (Σχήμα 58). Αντίθετα, κατά τη διάρκεια της θερινής βλαστητικής περιόδου τα τεμάχια που δέχονταν καταιονισμό παρουσίασαν προσβολές που άγγιξαν το 40%, σε σχέση με τα τεμάχια που δεν δέχονταν καταιονισμού όπου οι προσβολές ήταν χαμηλές, περίπου 5%.

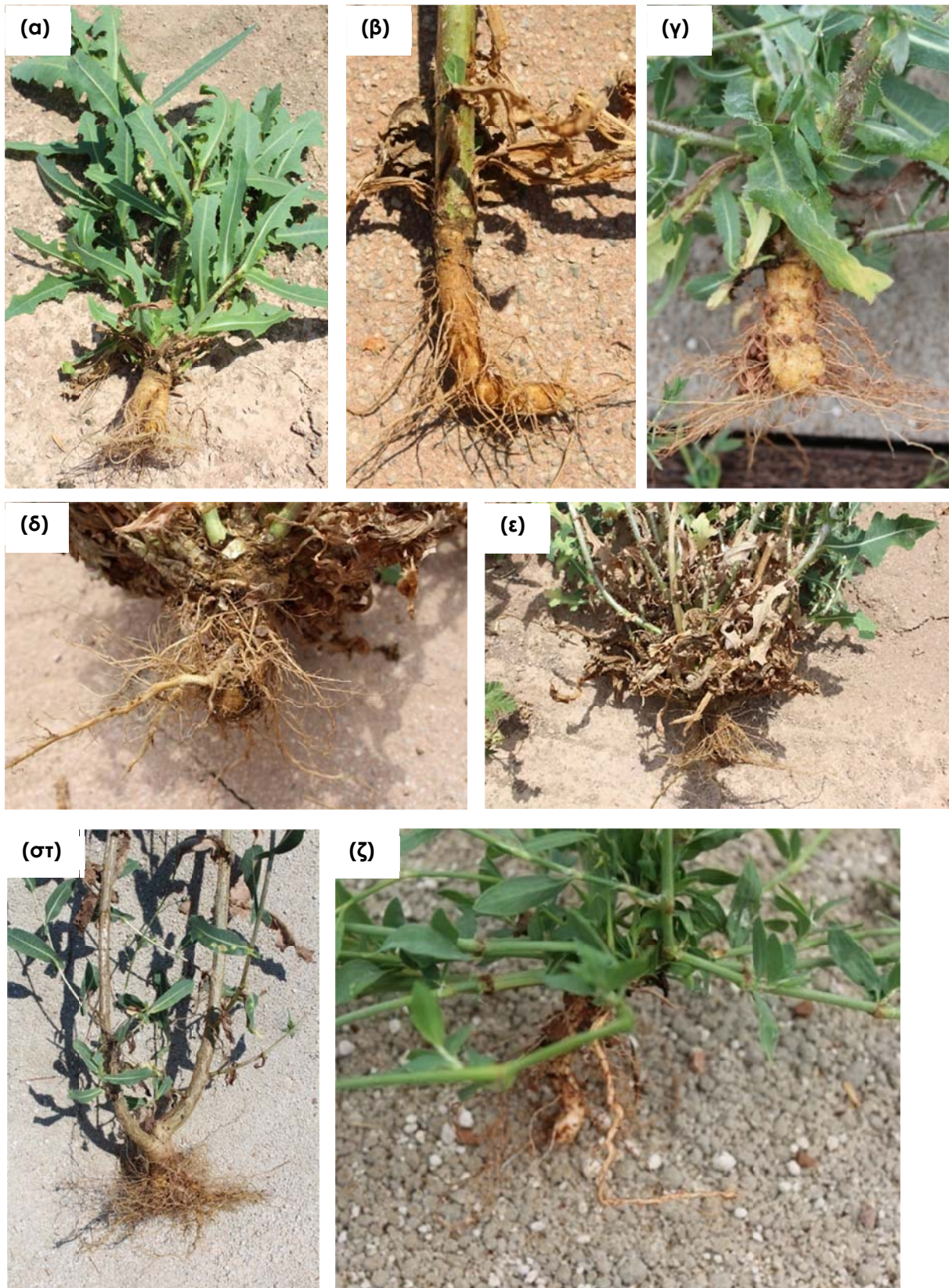
Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε διαφορές μεταξύ των υλικών, ως προς την αποτροπή ανάπτυξης βλάστησης. Βέλτιστα αποτελέσματα επετεύχθησαν με τα υλικά Sand, Hydromedia και κονίαμα ΜΤ, τα οποία δεν εμφάνισαν καμία προσβολή από ζιζάνια, κατά τη διάρκεια των 18 μηνών του πειράματος (Σχήμα 58).

Αντίθετα, η διάταξη με γεωύφασμα και χαλίκι εμφάνισε υψηλό ποσοστό προσβολών, που κορυφώνονταν κατά τη διάρκεια των δύο ετήσιων βλαστητικών περιόδων. Πιο συγκεκριμένα η επέμβαση με γεωύφασμα και χαλίκι, παρουσίασε προσβολές έως 72% την περίοδο του θέρους και 69% την περίοδο της Άνοιξης (Σχήμα 58, Πίνακας 26). Την περίοδο Μάιο έως Οκτώβριο, τα θερινοφθινοπωρινά είδη που καταγράφηκαν στα τεμάχια με γεωύφασμα και χαλίκι, χωρίς καταιονισμό ήταν: πετρομάρουλο (*Lactuca serriola* L.), στρύχνο ή γερμανός (*Solanum elaeagnifolium* Sav.), πολυκόμπι (*Polygonum aviculare* L.) και περιπλοκάδα (*Convolvulus arvensis* L.). Την περίοδο Νοέμβριο έως Απρίλιο, τα χειμερινοεαρινά είδη που καταγράφηκαν στα αντίστοιχα τεμάχια ήταν: πετρομάρουλο (*Lactuca serriola* L.), αγριοβρώμη (*Avena sterilis* L.), ορύζοψη (*Oryzopsis miliacea* (L.) Cosson), τσουκνίδα (*Urtica pilulifera* L.), βρώμος (*Bromus sterilis* L.), σινάπι (*Sinapis arvensis* L.), ζωχός (*Sonchus oleraceus* L.), αγριοκριθαρο (*Hordeum murinum* L.), καπνόχορτο (*Fumaria officinalis* L.) και κολλητσίδα (*Gallium aparine* L.).

Πάντως, η περιοδική δειγματοληπτική εξέταση των ζιζανίων που φύονταν στα τεμάχια με διάταξη γεωφάσμα χαλίκι έδειξε ότι το ριζικό στους σύστημα δεν κατάφερε να διαπεράσει την στρώση του υφαντού γεωφάσματος και αναπτύσσονταν στη στρώση του χαλικιού (Εικόνα 97).



Σχήμα 58: Επίπεδο προσβολής των πειραματικών τεμαχίων από ζιζάνια, ως ποσοστό (%) του τεμαχίου, όπως επηρεάστηκε (α) από το επίπεδο κατιονισμού (F^{NS}) και (β) από το είδος υλικού (F^{***}), σύμφωνα με το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο, κατά τη διάρκεια 18 μηνών του πειράματος. Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$



Εικόνα 97: Ελλιπής και παραμορφωμένη ανάπτυξη ριζικού συστήματος ζιζανίων που φύονταν στη διάταξη γεώφασμα και χαλίκι, (α) και (β) πετρομάρουλο, 5 Μαΐου 2015, (γ) πετρομάρουλο, 29 Μαΐου 2015, (δ) πετρομάρουλο, 11 Ιουνίου 2015, (ε) πετρομάρουλο, 11 Ιουνίου 2015, (στ) πετρομάρουλο, 16 Ιουλίου 2015, (ζ) πολυκόμπι, 18 Μαΐου 2015

Τα αδρανή υλικά Sand, Hydromedia και κονίαμα ΜΤ, παρουσίασαν άριστα αποτελέσματα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κάλυψη χώρων επισκεπτών σε αρχαιολογικούς χώρους. Η χρωματική ποικιλία στην οποία διατίθενται προσδίδει ευελιξία στην προσαρμογή στο τοπίο του εκάστοτε αρχαιολογικού χώρου. Σε αντίθεση με τα υλικά Sand και Hydromedia, τα οποία χυτεύονται από ειδικά συνεργεία της εταιρίας LaFarge, η σύνθεση του κονιάματος ΜΤ δίνεται από την Δαλκαφούκης Οίκος ΕΠΕ και η κατασκευή μπορεί να γίνει και με ίδια μέσα της Εφορείας Αρχαιοτήτων.

Η διάταξη με γεώφασμα και χαλίκι, παρουσίασε υψηλό επίπεδο προσβολών. Η λύση αυτή εφαρμόζεται σε αρχαιολογικούς χώρους, σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, όπως για την υποδήλωση περιοχών όπου υπήρχαν σκληρά υλικά και έχουν χαθεί (δάπεδο). Θα πρέπει όμως να εφαρμόζεται και περιοδικό ξεβοτάνισμα, ενώ η απομάκρυνση των ζιζανίων είναι ευκολότερη, καθώς το ριζικό τους σύστημα είναι επιπόλαιο, εφόσον οι ρίζες δεν διαπερνούν το γεώφασμα. Ακόμη, η διάταξη με γεώφασμα και χαλίκι είναι μια χαμηλού κόστους και εύκολα αναστρέψιμη λύση, σε περίπτωση ελλειμματικού προϋπολογισμού ή έλλειψης οριστικού σχεδιασμού για ένα χώρο.

Πίνακας 26: Πίνακας εικόνων επεμβάσεων μαρτύρα και γεωύφρασμα-χαλίκι, κατά τη διάρκεια 18 μηνών, στον αγρό του ΠΠΑ, όπως επηρεάστηκαν από τις επεμβάσεις Sand. Hydromedia και κονίαμα ΜΤ δεν παρουσιάζονται, καθώς δεν εμφάνιζαν προσβολές από δζζάνια και η εικόνα τους παρέμεινε σταθερή κατά τη διάρκεια του πειράματος

Μήνας

Επεμβάσεις	Απρίλιος '16	Φεβρουάριος '16	Δεκέμβριος '15	Οκτώβριος '15	Αύγουστος '15	Ιούνιος '15	Απρίλιος '15	Φεβρουάριος '15	Δεκέμβριος '14
Μάρτυρας χωρίς, καταιονισμό									
Γεωύφρασμα και χαλίκι, χωρίς καταιονισμό									
Μάρτυρας, με καταιονισμό									
Γεωύφρασμα και χαλίκι, με καταιονισμό									

3.7 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΜΕ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΟ

Οι δοκιμές της αποτελεσματικότητας εφαρμογών ακριβείας με ζιζανιοκτόνο εφαρμόστηκαν σε φυτά κάπαρης και αείλανθου. Οι επεμβάσεις αφορούσαν τη μέθοδο διανομής του ζιζανιοκτόνου, μετά από αποκοπή του υπέργειου μέρους: με έγχυση στο εσωτερικό του στελέχους ή επάλειψη της τομής με ψήκτρα. Παρατηρήσεις έγιναν 25 μέρες και εννέα μήνες μετά τις εφαρμογές, οπότε μετρήθηκε ποια φυτά παρέμεναν ζωντανά.

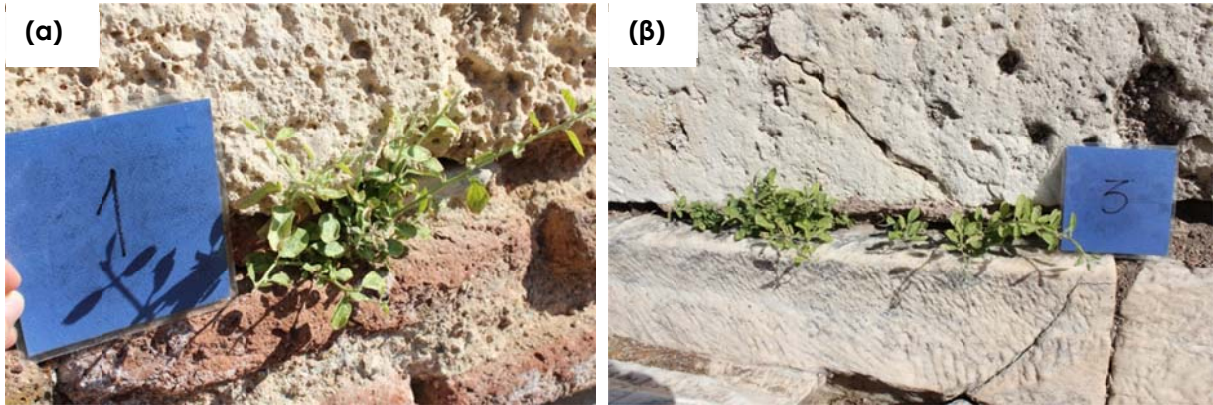
Τα αποτελέσματα που ελήφθησαν έδειξαν ότι η εντοπισμένη εφαρμογή πυκνού διαλύματος ζιζανιοκτόνου στο λαιμό φυτών κάπαρης και αείλανθου νέκρωσε τους ιστούς και απέτρεψε την αναβλάστηση αυτών. Η επιτυχία της μεθόδου ήταν 100% και αφορούσε και τις δύο μεθόδους εφαρμογής: είτε με επάλειψη της τομής, είτε με ένεση.

Πιο συγκεκριμένα στις 30 Σεπτεμβρίου 2014, 25 μέρες μετά την εφαρμογή της μεθόδου, ο έλεγχος των φυτών μαρτύρων κάπαρης και αείλανθου, τα οποία κλαδεύτηκαν και δεν δέχτηκαν εφαρμογή ζιζανιοκτόνου, έδειξε ότι όλα είχαν αναβλαστήσει (Εικόνες 98, 99). Αντίθετα τα φυτά κάπαρης και αείλανθου τα οποία είχαν υποστεί επέμβαση με ζιζανιοκτόνο, είτε με επάλειψη της τομής είτε με ένεση, δεν είχαν αναβλαστήσει (Εικόνες 100, 101). Δεύτερη επόπτευση των υποκειμένων έγινε στις 16 Ιουνίου 2015, εννέα μήνες μετά τις εφαρμογές, οπότε ελήφθησαν οι ίδιες παρατηρήσεις: τα υποκείμενα τα οποία είχαν υποστεί επέμβαση με ένεση διαλύματος ζιζανιοκτόνου, δεν είχαν αναβλαστήσει και οι ιστοί τους ήταν νεκροί, ενώ τα υποκείμενα μάρτυρες συνέχιζαν να αναπτύσσονται κανονικά.

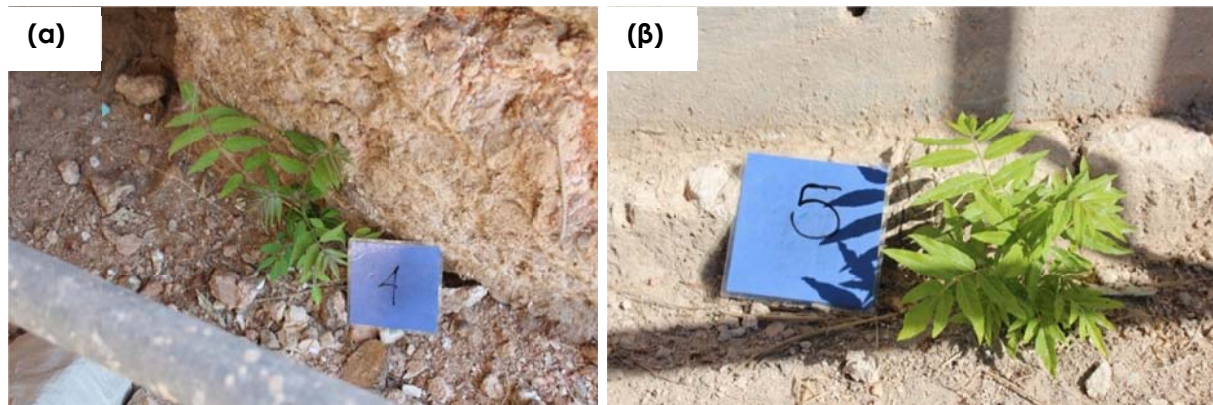
Τα αποτελέσματα συνάδουν με προηγούμενα πειράματα στον αρχαιολογικό χώρο της Ελευσίνας (Papafofotiu *et al.*, 2010β), τα οποία έδειξαν ότι η εφαρμογή πυκνού διαλύματος ζιζανιοκτόνου και με τους δύο προαναφερθέντες τρόπους, εξόντωσε δενδρύλλια ελιάς και πικροδάφνης, που φύτεωναν ανάμεσα σε διάφορα μέλη των μνημείων.

Ο τρόπος εφαρμογής του ζιζανιοκτόνου εξασφαλίζει ότι αυτό δεν έρχεται σε επαφή με τις επιφάνειες των μελών του μνημείου, αποτρέποντας την πρόκληση διάβρωσης λόγω επαφής με το ασβεσπιτικό υλικό κατασκευής των μνημείων (Caneva *et al.*, 2008b). Παράλληλα, η μέθοδος περιορίζει την απαιτούμενη ποσότητα σκευάσματος σε λίγα मिलίτρα, σε σχέση με καθολικούς ψεκασμούς, που θα απαιτούσαν αρκετά λίτρα σκευάσματος ανά στρέμμα, εξαλείφοντας τον κίνδυνο διαφυγής του σκευάσματος στο ευρύτερο περιβάλλον. Επιπλέον η στοχευμένη εφαρμογή, εξαλείφει μόνο τα είδη τα οποία, με βάση τον Δείκτη Επικινδυνότητας (βλ. Κεφάλαιο 1.1.1), έχουν αξιολογηθεί ως επικίνδυνα για πρόκληση φθοράς στο μνημείο, αφήνοντας ανενόχλητα τα ακίνδυνα είδη, προστατεύοντας τη βιοποικιλότητα του αρχαιολογικού τοπίου, κάτι που συνάδει με τις κατευθύνσεις που δίνει η διεθνής βιβλιογραφία (Arino & Saiz-Jimenez, 1996, Celesti Grapow & Blasi, 2003, Caneva *et al.*, 2008a).

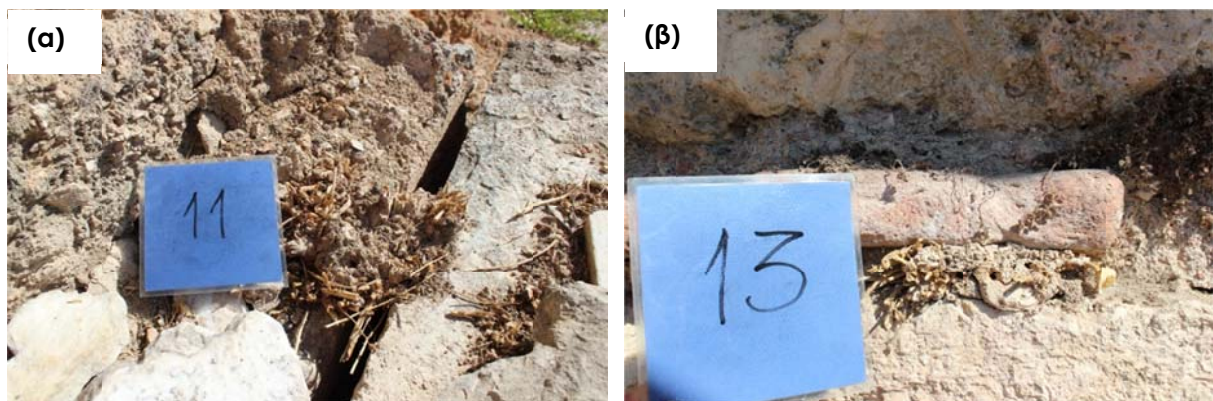
Η μέθοδος προκρίνεται ως η καταλληλότερη για την εξόντωση ειδών με υψηλό ΔΕ, που προκαλούν μηχανικές φθορές στα μνημεία και αναμένεται ότι θα είναι αποτελεσματική ενάντια σε πληθώρα ειδών, που αυτοφύονται σε μνημεία.



Εικόνα 98: (α) και (β) φυτά μάρτυρες κάπαρης. Παρατηρείται ότι έχουν αναβλαστήσει μετά την επέμβαση κοπής (30 Σεπτεμβρίου 2015, 25 ημέρες μετά την επέμβαση)



Εικόνα 99: (α) και (β) φυτά μάρτυρες αείλανθου. Παρατηρείται ότι έχουν αναβλαστήσει μετά την επέμβαση κοπής (30 Σεπτεμβρίου 2015, 25 ημέρες μετά την επέμβαση)



Εικόνα 100: (α) και (β) φυτά κάπαρης στα οποία έγινε εφαρμογή πυκνού διαλύματος ζιζανιοκτόνου μετά την κοπή. Παρατηρείται ότι δεν έχουν αναβλαστήσει (30 Σεπτεμβρίου 2015, 25 ημέρες μετά τις επεμβάσεις)



Εικόνα 101: (α) και (β) φυτά αείλανθου στα οποία έγινε εφαρμογή πυκνού διαλύματος ζιζανιοκτόνου μετά την κοπή. Παρατηρείται ότι δεν έχουν αναβλαστήσει (30 Σεπτεμβρίου 2015, 25 ημέρες μετά τις επεμβάσεις)

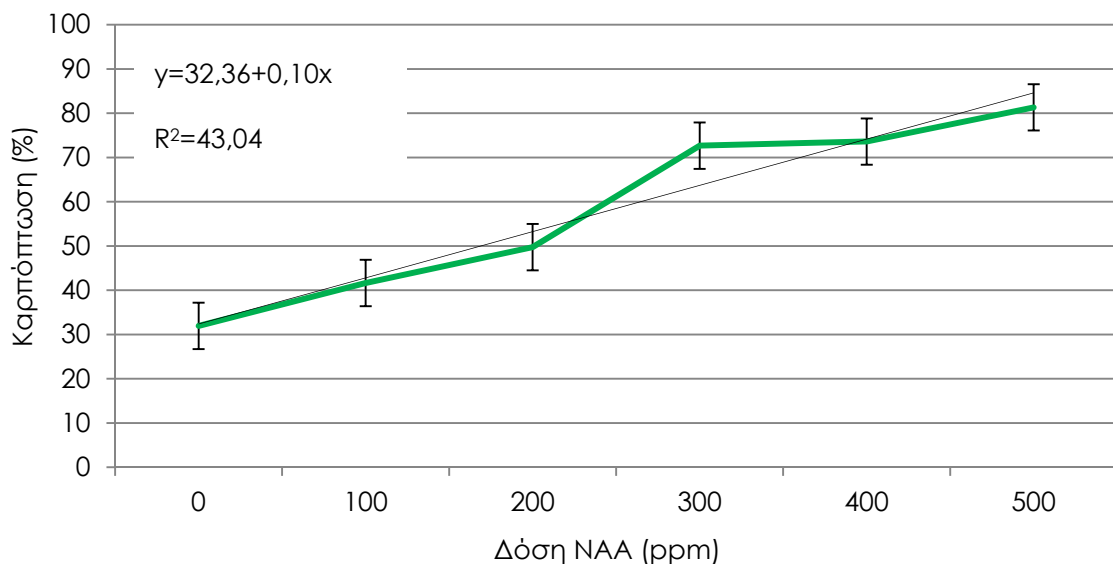
Επιπλέον, η αποτελεσματική εξάλειψη του αείλανθου από αρχαιολογικούς χώρους είναι κρίσιμη, για την προστασία της βιοποικιλότητας, αφού η εξάπλωση του αείλανθου φτωχοποιεί τα φυσικά οικοσυστήματα (Vila *et al.*, 2006, Motard *et al.*, 2011). Η αυθεντικότητα της ταυτότητας του αρχαιολογικού τοπίου της Ακρόπολης προστατεύεται από τη Χάρτα της Βενετίας, ως ιστορικός τόπος που περικλείει τα μνημεία, από τη διακήρυξη της Ακρόπολης ως μνημείο παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς της UNESCO, που περιλαμβάνει και τον περιβάλλοντα χώρο (unesco.org, 1987) και από την κήρυξη ως διατηρητέου μνημείου της διαμόρφωσης του περιβάλλοντος της Ακρόπολης από τον Πικιώνη, που περιλαμβάνει και το πράσινο (ΥΑ ΥΠΠΟ/ΔΙΛΑΠ/Γ/2633/36712/22/-7-1996-ΦΕΚ 696/Β/19-8-1996).

Επιπλέον, χαρακτηριστικό της ιδιαιτερότητας της βιοποικιλότητας της Ακρόπολης είναι και η παρουσία του στενότοπου ενδημικού είδους της μικρομέρειας της Ακρόπολης (*Micromeria acropolitana* Halacsy, Tan *et al.*, 2010), η οποία προστατεύεται από το ΠΔ67/1981 «Περί προστασίας της αυτοφυούς Χλωρίδος [...]».

Οι έως σήμερα προσπάθειες αναχαίτισης της εξάπλωσης του αείλανθου στο βράχο της Ακρόπολης ήταν αναποτελεσματικές καθώς αφορούσαν σε απλή αποκοπή των στελεχών, χωρίς εφαρμογή ζιζανιοκτόνου, που οδηγούσε σε ανάκαμψη των υποκειμένων. Η προτεινόμενη εφαρμογή ακριβείας με ζιζανιοκτόνο εξασφαλίζει την εξάλειψη των φυτών στόχων, παράλληλα με την προστασία του μνημείου, του περιβάλλοντος εν γένει αλλά και της τοπικής βιοποικιλότητας.

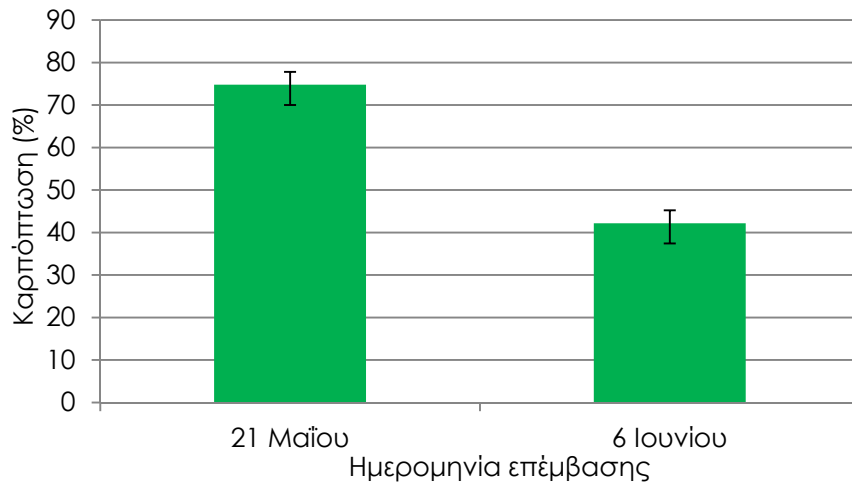
3.8 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΗΣ ΚΑΡΠΟΦΟΡΙΑΣ

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, προέκυψε ότι υπήρχε σημαντική επίδραση της εφαρμοζόμενης δόσης NAA, καθώς και της περιόδου εφαρμογής, στην αποτελεσματικότητα της μεθόδου, χωρίς σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων. Σε ότι αφορά τη δόση τα καλύτερα αποτελέσματα επετεύχθησαν με τη δόση των 500 ppm, που έδωσε 81% καρπόπτωση 90 μέρες μετά την εφαρμογή, ανεξαρτήτως εποχής (Σχήμα 59). Οι δόσεις των 300 και 400 ppm έδωσαν ποσοστό καρπόπτωσης 72% και 73% χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά από τα 500 ppm, με βάση τη σύγκριση μέσων με LSD. Οι δόσεις των 100 και 200 ppm επέφεραν πολύ χαμηλότερα ποσοστά καρπόπτωσης. Πιο συγκεκριμένα η δόση των 100 ppm επέφερε 41% καρπόπτωση ενώ η δόση των 200 ppm, 49%. Οι κλαδίσκοι μάρτυρες που ψεκάστηκαν με τα 0 ppm έχασαν το 31% των καρπών τους 90 μέρες μετά την εφαρμογή (Σχήμα 59).



Σχήμα 59: Ποσοστό καρπόπτωσης (%) ελαιόδεντρων σε σχέση με τη δόση NAA (ppm), που εφαρμόστηκε, 90 μέρες μετά την εφαρμογή (F***). Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών επαναλήψεων. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Η περίοδος εφαρμογής των ψεκασμών επίσης είχε σημαντική επίδραση στο ποσοστό καρπόπτωσης, 90 ημέρες μετά τις εφαρμογές. Η εφαρμογή των ψεκασμών στις 21 Μαΐου έδωσε ποσοστό καρπόπτωσης 74%, ενώ η εφαρμογή στις 6 Ιουνίου έδωσε ποσοστό καρπόπτωσης 42%, αποδεικνύοντας ότι η εφαρμογή των ψεκασμών σύντομα μετά την περίοδο άνθησης, όταν το μέγεθος του καρπού είναι περίπου 2 mm, είναι πιο αποτελεσματική (Σχήμα 60).



Σχήμα 60: Ποσοστό καρπόπτωσης (%) ελαιόδεντρων σε σχέση με την ημέρα εφαρμογής του ψεκασμού, 90 μέρες μετά την εφαρμογή (F***). Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών επαναλήψεων. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Οι Dag *et al.* (2009) βρήκε ότι το ποσοστό καρπόπτωσης είναι ανάλογο της δόσης NAA και αύξηση της δόσης επιφέρει ανάλογη μείωση του αριθμού των παραγόμενων καρπών, έως τα 320 ppm. Η εφαρμογή NAA γίνεται σε πειραματικό επίπεδο κυρίως για το χημικό αραιώμα της καρποφορίας παραγωγικών ελαιόδεντρων, με στόχο τη μείωση του φαινομένου της παρενιαυτοφορίας και την αύξηση του μέσου μεγέθους των καρπών. Έτσι επιδιώκεται η μείωση του φορτίου των καρπών, μέχρι του ποσοστού περίπου 40%, και οι συγκεντρώσεις που εφαρμόζονται είναι χαμηλότερες σε σχέση με αυτές που εφαρμόστηκαν στο πείραμά μας (έως 320 ppm οι Dag *et al.*, 2009, έως 200 ppm οι Barone *et al.*, 2013, έως 180 ppm οι Cigdem *et al.*, 2016).

Η απλή ανάλυση παλινδρόμησης των αποτελεσμάτων μας έδειξε ότι και σε αυτή την περίπτωση υπάρχει σημαντική ($F=25,69^{***}$) γραμμική σχέση που συνδέει το ποσοστό καρπόπτωσης με την εφαρμοζόμενη δόση NAA (Παράρτημα VIII), που συμφωνεί και με παλαιότερες μελέτες (Dag *et al.*, 2009).

Επίσης, υπογραμμίζεται η ανάγκη για έγκαιρη εφαρμογή των επεμβάσεων, καθώς οι πρωιμότεροι ψεκασμοί, σύντομα μετά την περίοδο άνθησης, επιφέρουν μεγαλύτερη απώλεια καρπών (Barone *et al.*, 2013).

Από το πείραμά μας φάνηκε ότι, η εφαρμογή 300 έως 500 ppm NAA σε ελαιόδεντρα λίγες ημέρες μετά την καρπόδεση, μπορεί να επιφέρει υψηλά ποσοστά καρπόπτωσης (80%), που αναμένεται να μειώσουν τη διασπορά ώριμων σπερμάτων σε άλλες περιοχές των αρχαιολογικών χώρων. Η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί σε αρχαιολογικούς χώρους για την πρόληψη διασποράς δενδρυλλίων ελιάς πάνω στα μέλη του μνημείου. Τα υψηλά ποσοστά

καρπόπτωσης, την «τρέχουσα» χρονιά εφαρμογής της μεθόδου, ενδέχεται να αυξήσουν την καρποφορία την επόμενη χρονιά και έτσι τονίζεται η ανάγκη η μέθοδος να εφαρμόζεται κάθε έτος.

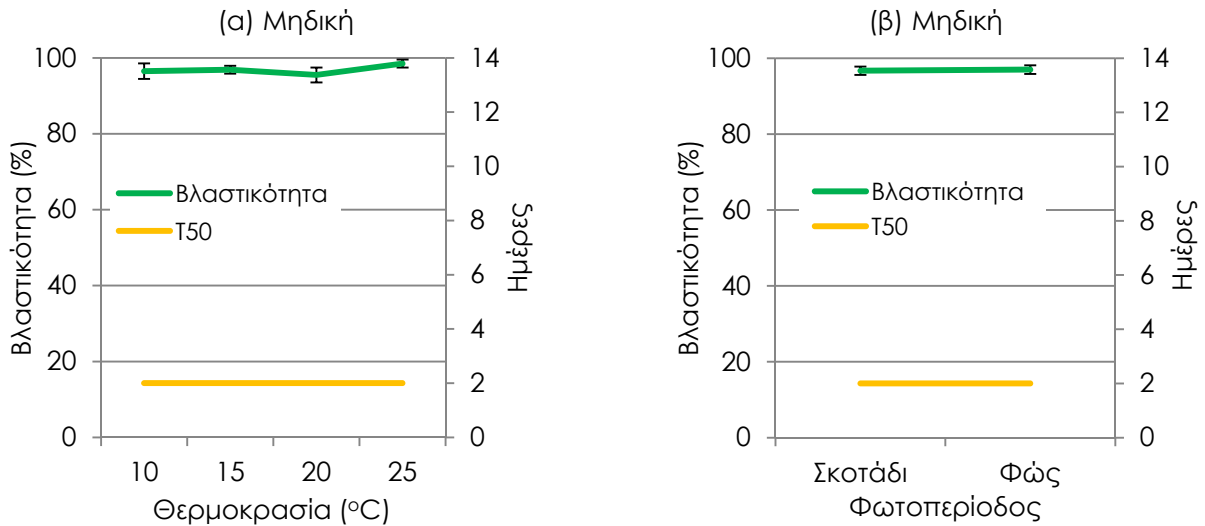
Ένα πολύ σημαντικό στοιχείο, που αξίζει να σημειωθεί, είναι ότι τα σκευάσματα που περιέχουν ΝΑΑ, δεν έχουν καμία σήμανση επικινδυνότητας, καθιστώντας τα ασφαλή στη χρήση. Έτσι αίρεται και οποιαδήποτε αντίρρηση για τη χρήση του σε αρχαιολογικούς χώρους, αφού ο νόμος (8197/90920/ΦΕΚ Β/1883/01.08.13) απαγορεύει τον ψεκασμό ουσιών που έχουν σήμανση επικινδυνότητας ως Τοξικά (Τ ή Τ+) ή Ερεθιστικά (Χn ή Χi).

3.9 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΛΕΙΜΩΝΑ

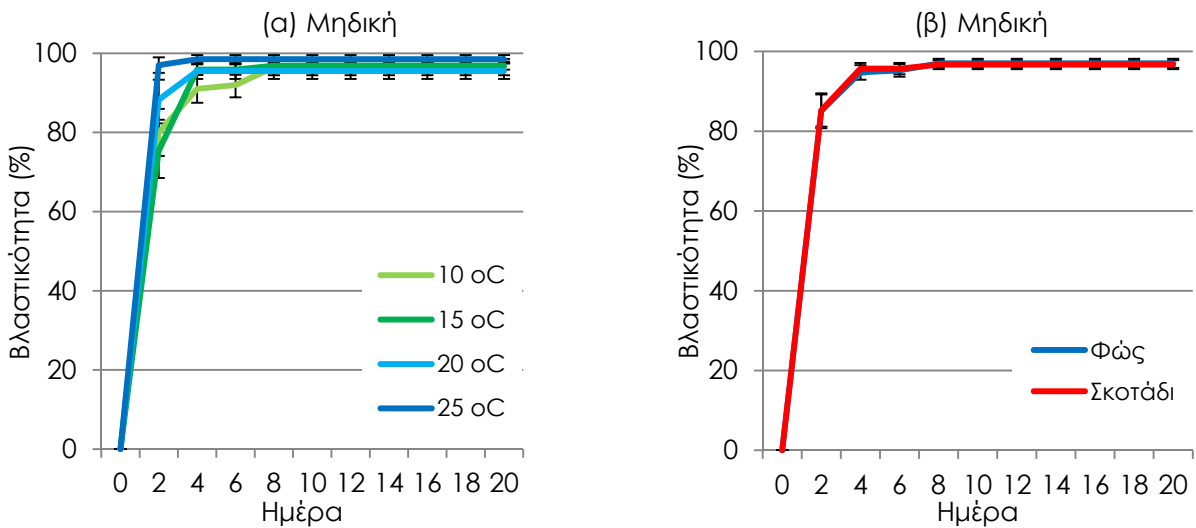
3.9.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΠΟΡΩΝ ΤΩΝ ΜΙΓΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων του ποσοστού βλαστικότητας και του T_{50} των σπόρων στο εργαστήριο σε τριβλία Petri (βλ. Μέρος II, Κεφάλαιο 2.9.2), πραγματοποιήθηκε πολυπαραγοντική ανάλυση διασποράς στα δεδομένα. Η διπαραγοντική ανάλυση των δεδομένων της βλαστικότητας και του T_{50} έδειξε σε ορισμένα είδη σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων, δηλαδή της φωτοπεριόδου και της θερμοκρασίας και δεν επέτρεψε την περαιτέρω πολυπαραγοντική ανάλυση των δεδομένων. Έτσι τα δεδομένα για τη βλαστικότητα αυτών των ειδών αναλύθηκαν μονοπαραγοντικά για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($P < 0.05$), με τη χρήση του Statgraphics Centurion ver 15.2.11. Στα υπόλοιπα είδη όπου η διπαραγοντική ανάλυση δεν έδειξε αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων, τα δεδομένα αναλύθηκαν διαπαραγοντικά για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($P < 0.05$), με τη χρήση του Statgraphics Centurion ver 15.2.11. Στο Παράρτημα ΙΧ παρατίθενται οι πίνακες της πολυπαραγοντικής ανάλυσης διασποράς της βλαστικότητας των σπόρων των μιγμάτων για τεχνητούς λειμώνες, την τελευταία ημέρα του πειράματος βλαστικότητας και της ταχύτητας βλάστησης (T_{50}), σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0.05$.

Στις δοκιμές εργαστηρίου, οι σπόροι της **μηδικής** (*Medicago polymorpha*) βλάστησαν από τη δεύτερη ημέρα, σε όλες τις επεμβάσεις θερμοκρασίας και φωτοπεριόδου (Σχήματα 61, 62). Οι σπόροι βλάστησαν σε εξαιρετικά υψηλό ποσοστό, άνω του 95%, σε όλες τις συνθήκες θερμοκρασίας και φωτοπεριόδου, χωρίς σημαντική επίδραση των παραγόντων (Σχήματα 61, 62). Το εύρος θερμοκρασίας για μέγιστη βλαστικότητα του σπόρου μηδικής (10-25 °C), δείχνει ότι ο σπόρος είναι ικανός να βλαστήσει σε αρκετά μεγάλη ποικιλία συνθηκών περιβάλλοντος. Στο τεχνικό εγχειρίδιο με τους κανόνες για τον έλεγχο βλαστικότητας των σπόρων, της Ένωσης Επιστήμων Αναλυτών Σπόρων (Rules for testing seeds, 1981), για το παραπάνω είδος προτείνεται η δοκιμασία βλαστικότητας να γίνεται στους 20 °C, χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις φωτοπεριόδου.

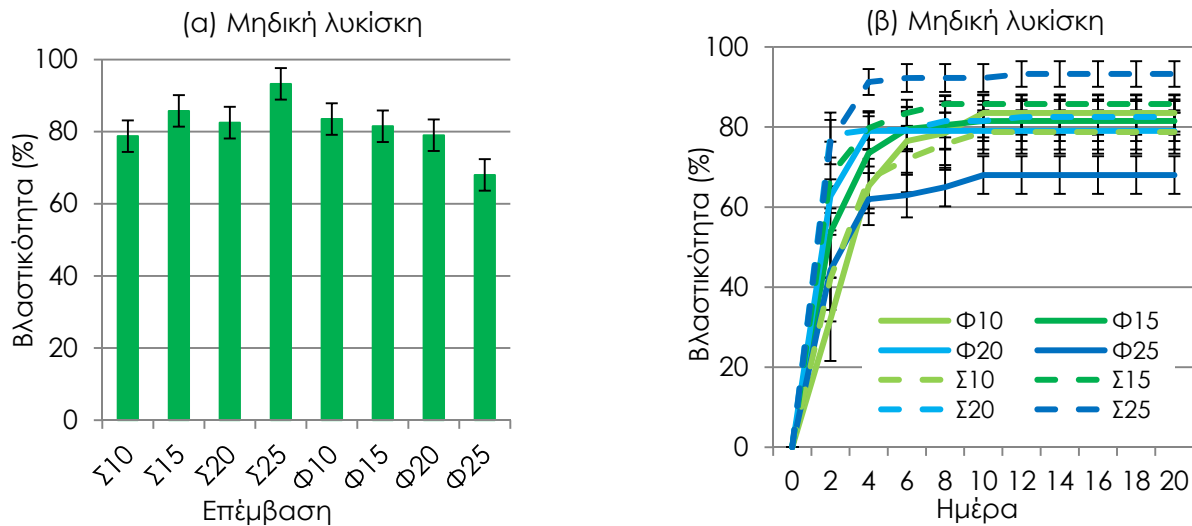


Σχήμα 61: Ποσοστό βλαστικότητας (%) και T_{50} (ημέρες), την τελευταία μέρα του πειράματος (ημέρα 20), όπως επηρεάστηκε (α) από τις επεμβάσεις θερμοκρασίας και (β) φωτοπεριόδου για το είδος μηδική. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Επίδραση στο ποσοστό βλαστικότητας: F_L^{NS} , F_T^{NS} και επίδραση στο T_{50} : F_L^{NS} , F_T^{NS} , πηγή παραλλακτικότητας όπου L: φωτοπερίοδος και T: θερμοκρασία. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

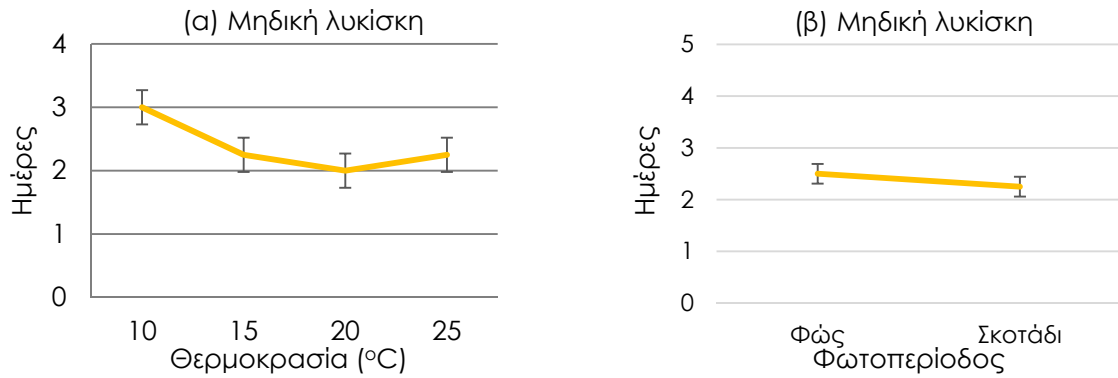


Σχήμα 62: Ποσοστό βλαστικότητας (%) κατά τη διάρκεια του πειράματος βλαστικότητας, όπως επηρεάστηκε (α) από τις επεμβάσεις θερμοκρασίας και (β) φωτοπεριόδου για το είδος μηδική. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Οι σπόροι της **μηδικής λυκίσκης** (*Medicago lupulina*) παρουσίασαν υψηλή βλαστικότητα σε όλες τις επεμβάσεις θερμοκρασίας και φωτοπεριόδου. Υψηλότερη βλαστικότητα (93%) παρατηρήθηκε στο σκοτάδι στους 25 °C και χαμηλότερη (68%) στο φως στους 25 °C, ενώ στις υπόλοιπες επεμβάσεις η βλαστικότητα ήταν 79-86% (Σχήμα 63). Βλάστηση παρατηρήθηκε από τη δεύτερη μέρα και οι σπόροι βλάστησαν ταχύτερα στις υψηλότερες θερμοκρασίες 15-25 °C ($T_{50}=2$), σε σχέση με τους 10 °C ($T_{50}=3$) χωρίς όμως σημαντική επίδραση της θερμοκρασίας, ενώ ούτε η φωτοπερίοδος δεν επηρέασε σημαντικά την ταχύτητα της βλάστησης (Σχήμα 64). Το εύρος θερμοκρασίας για μέγιστη βλαστικότητα του σπόρου μηδικής λυκίσκης (10-25 °C), δείχνει ότι είναι ικανό να βλαστήσει σε μεγάλη ποικιλία συνθηκών περιβάλλοντος. Στο τεχνικό εγχειρίδιο με τους κανόνες για τον έλεγχο βλαστικότητας των σπόρων, της Ένωσης Επισήμων Αναλυτών Σπόρων (Rules for testing seeds, 1981), για το παραπάνω είδος προτείνεται η δοκιμασία βλαστικότητας να γίνεται στους 17-20 °C, χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις φωτοπεριόδου.

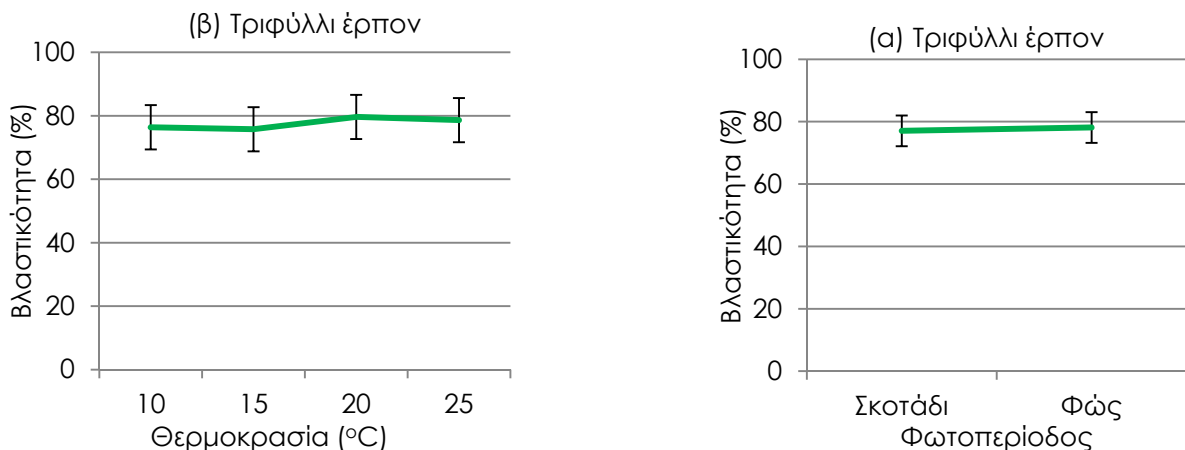


Σχήμα 63: (α) Ποσοστό βλαστικότητας (%) την τελευταία μέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20, F*) και (β) ποσοστό βλαστικότητας (%) κατά τη διάρκεια του πειράματος βλαστικότητας, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις, για το είδος μηδική λυκίσκη. Όπου: Σ: Σκοτάδι και Φ: Φως, 10: 10 °C, 15: 15 °C, 20: 20 °C και 25: 25 °C. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

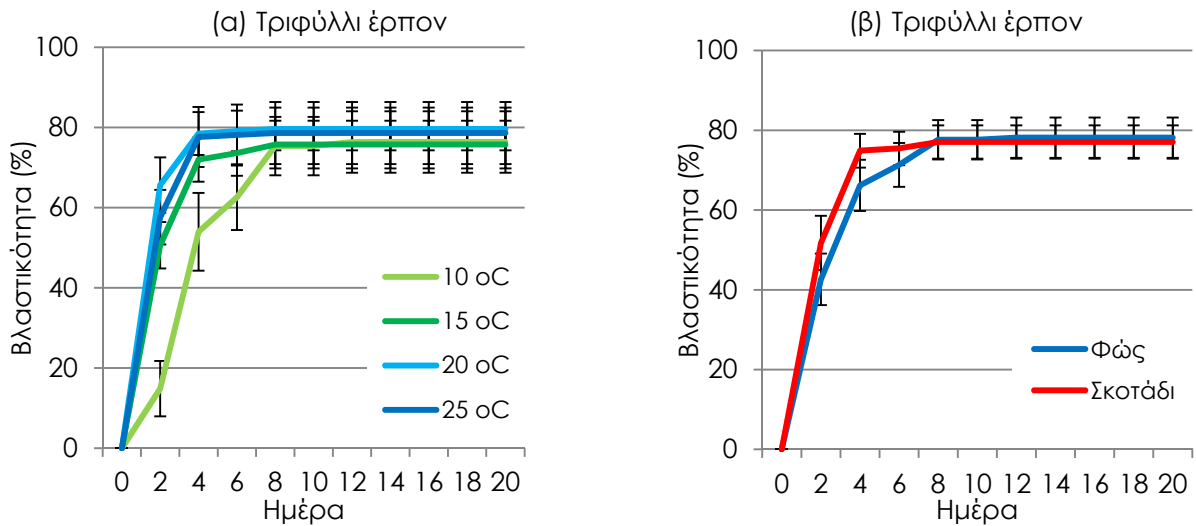


Σχήμα 64: T₅₀ (ημέρες), όπως επηρεάστηκε (α) από τις επεμβάσεις θερμοκρασίας (F^{NS}) και (β) φωτοπεριόδου (F^{NS}), για το είδος μηδική λυκίσκη. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων ± τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

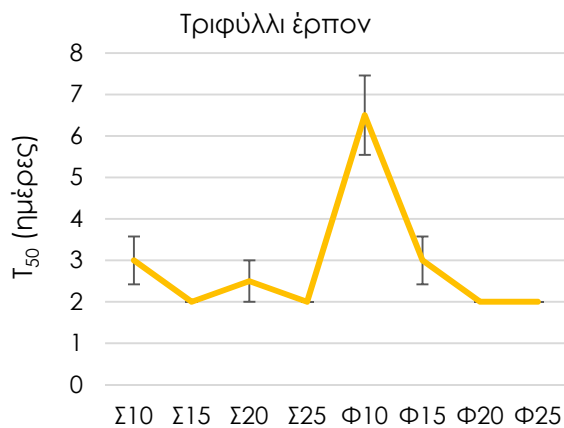
Το **τριφύλλι έρπον** (*Trifolium repens*) βλάστησε σε υψηλό ποσοστό (75-80%) σε όλες τις συνθήκες θερμοκρασίας και φωτοπεριόδου, χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Σχήματα 65, 66). Βλάστηση των σπόρων παρατηρήθηκε από τη δεύτερη ημέρα, και οι σπόροι βλάστησαν ταχύτερα (T₅₀=2-3) στις περισσότερες επεμβάσεις, με εξαίρεση στους 10 °C σε συνθήκες φωτός (T₅₀=7, Σχήμα 67). Το εύρος θερμοκρασίας για μέγιστη βλαστικότητα του σπόρου έρποντος τριφυλλίου (10-25 °C), δείχνει ότι είναι ικανό να βλαστήσει σε αρκετά μεγάλη ποικιλία συνθηκών περιβάλλοντος. Στο τεχνικό εγχειρίδιο με τους κανόνες για τον έλεγχο βλαστικότητας των σπόρων, της Ένωσης Επισήμων Αναλυτών Σπόρων (Rules for testing seeds, 1981), για το παραπάνω είδος προτείνεται η δοκιμασία βλαστικότητας να γίνεται στους 15-20 °C, χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις φωτοπεριόδου.



Σχήμα 65: Ποσοστό βλαστικότητας (%), την τελευταία μέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20), όπως επηρεάστηκε (α) από τις επεμβάσεις θερμοκρασίας (F^{NS}) και (β) φωτοπεριόδου (F^{NS}), για το είδος τριφύλλι έρπον. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων ± τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$



Σχήμα 66: Ποσοστό βλαστικότητας (%) κατά τη διάρκεια του πειράματος βλαστικότητας, όπως επηρεάστηκε (α) από τις επεμβάσεις θερμοκρασίας και (β) φωτοπεριόδου για το είδος τριφύλλι έρπον. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

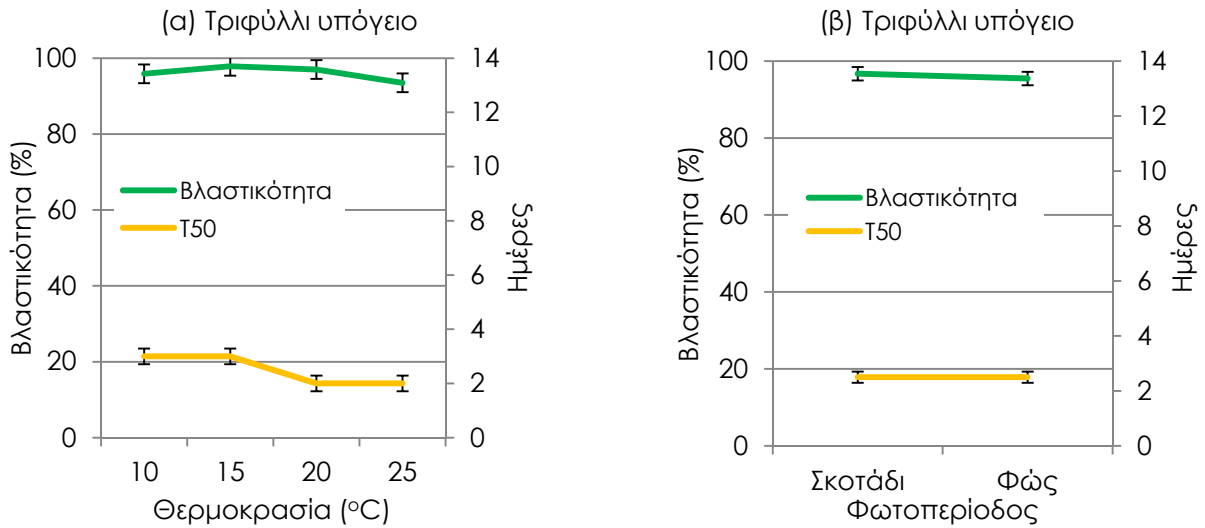


Σχήμα 67: T₅₀ (ημέρες), την τελευταία μέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20) όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις (F***), για το είδος τριφύλλι έρπον. Όπου: Σ: Σκοτάδι και Φ: Φως, 10: 10 °C, 15: 15 °C, 20: 20 °C και 25: 25 °C. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

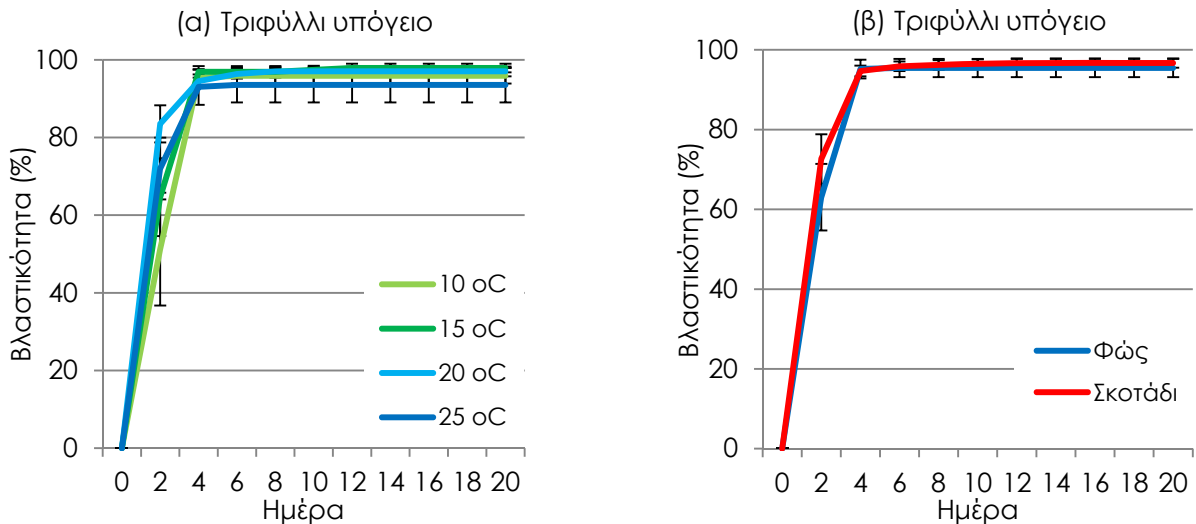
Στο **τριφύλλι υπόγειο** (*Trifolium subterraneum*) παρατηρήθηκε βλάστηση σπόρων από τη δεύτερη ημέρα. Οι σπόροι βλάστησαν σε εξαιρετικά υψηλό ποσοστό 93-98%, σε όλες τις συνθήκες θερμοκρασίας και φωτοπεριόδου, χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Σχήματα 68, 69). Οι σπόροι βλάστησαν ταχύτερα (T₅₀=2) στις υψηλότερες θερμοκρασίες (20-25 °C), σε σχέση με τις χαμηλότερες (T₅₀=3, στους 10-15 °C), χωρίς σημαντική επίδραση της φωτοπεριόδου.

Το εύρος θερμοκρασίας για μέγιστη βλαστικότητα του σπόρου υπόγειου τριφυλλίου (10-25 °C), δείχνει ότι είναι ικανό να βλαστήσει σε αρκετά μεγάλη ποικιλία συνθηκών περιβάλλοντος. Στο τεχνικό εγχειρίδιο με τους κανόνες για τον έλεγχο βλαστικότητας των σπόρων, της Ένωσης Επιστήμων Αναλυτών Σπόρων (Rules for testing seeds, 1981), για το παραπάνω είδος

προτείνεται η δοκιμασία βλαστικότητας να γίνεται στους 15-20 °C, χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις φωτοπεριόδου.

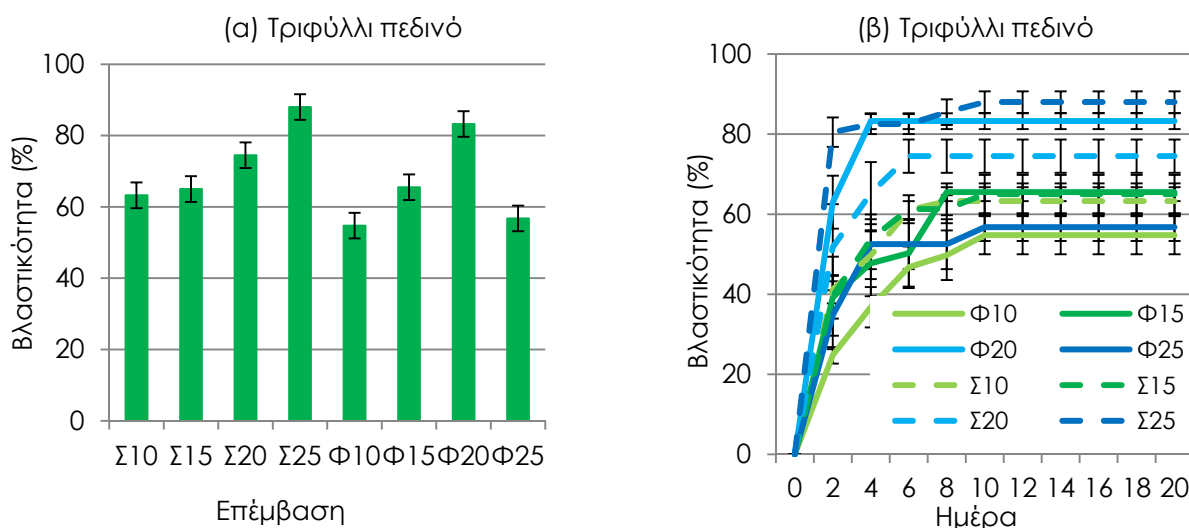


Σχήμα 68: Ποσοστό βλαστικότητας (%) και T_{50} (ημέρες), την τελευταία μέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20), όπως επηρεάστηκε (α) από τις επεμβάσεις θερμοκρασίας και (β) φωτοπεριόδου για το είδος τριφύλλι υπόγειο. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Επίδραση στο ποσοστό βλαστικότητας: F_L^{NS} , F_T^{NS} και επίδραση στο T_{50} : F_L^{NS} , F_T^* , πηγή παραλλακτικότητας όπου L: φωτοπερίοδος και T: θερμοκρασία. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

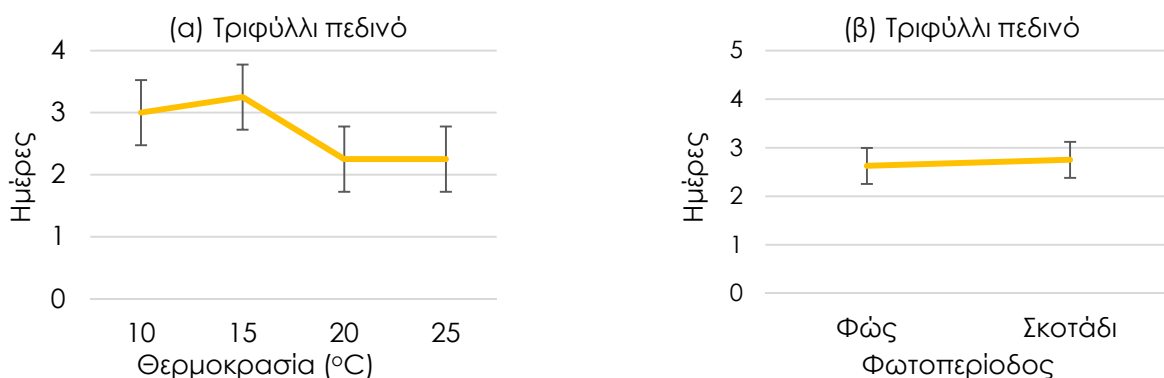


Σχήμα 69: Ποσοστό βλαστικότητας (%) κατά τη διάρκεια του πειράματος βλαστικότητας, όπως επηρεάστηκε από τις (α) επεμβάσεις θερμοκρασίας και (β) φωτοπεριόδου για το είδος τριφύλλι υπόγειο. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Οι σπόροι του **πεδινού τριφυλλιού** (*Trifolium campestre*) παρουσίασαν την υψηλότερη βλαστικότητα στο σκοτάδι στους 25 °C και στο φώς στους 20 °C, 88% και 83%, αντίστοιχα. Υψηλές τιμές βλαστικότητας (63-74%) παρουσίασαν οι επεμβάσεις στο σκοτάδι στους 10, 15 και 20 °C και στο φώς στους 15 °C (Σχήμα 70). Οι χαμηλότερες τιμές παρουσιάστηκαν στο φώς στις ακραίες τιμές θερμοκρασίας 10 και 25 °C, 55% και 57% αντιστοίχως. Οι σπόροι βλάστησαν ταχύτερα ($T_{50}=2$) στις υψηλές θερμοκρασίες 20-25 °C, αλλά χωρίς σημαντική διαφορά από τις χαμηλές των 10 και 15 °C ($T_{50}=3$, Σχήμα 71).

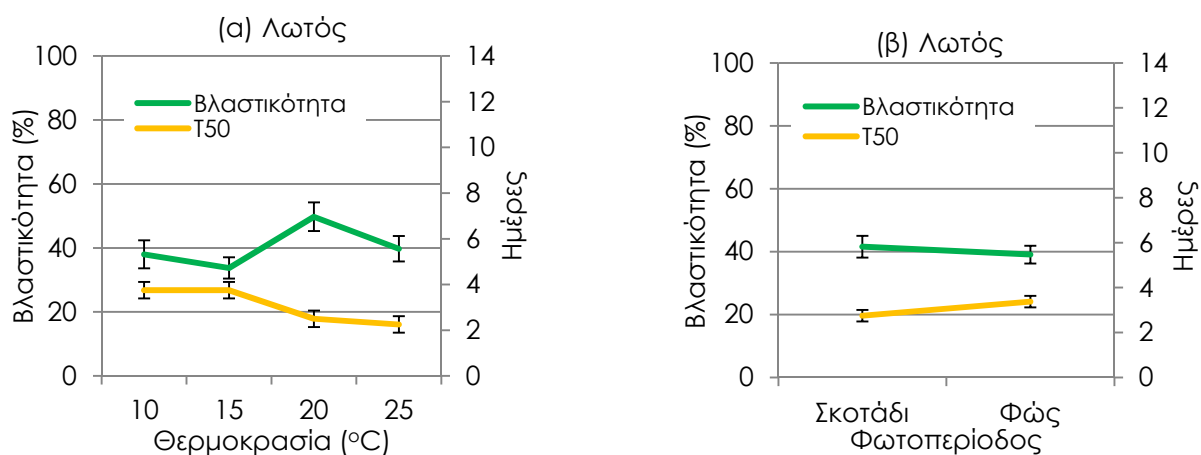


Σχήμα 70: (α) Ποσοστό βλαστικότητας (%) την τελευταία μέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20, F^{***}) και (β) ποσοστό βλαστικότητας (%) κατά τη διάρκεια του πειράματος βλαστικότητας, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις, για το είδος τριφύλλι πεδινό. Όπου: Σ: Σκοτάδι και Φ: Φώς, 10: 10 °C, 15: 15 °C, 20: 20 °C και 25: 25 °C. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P<0.05$

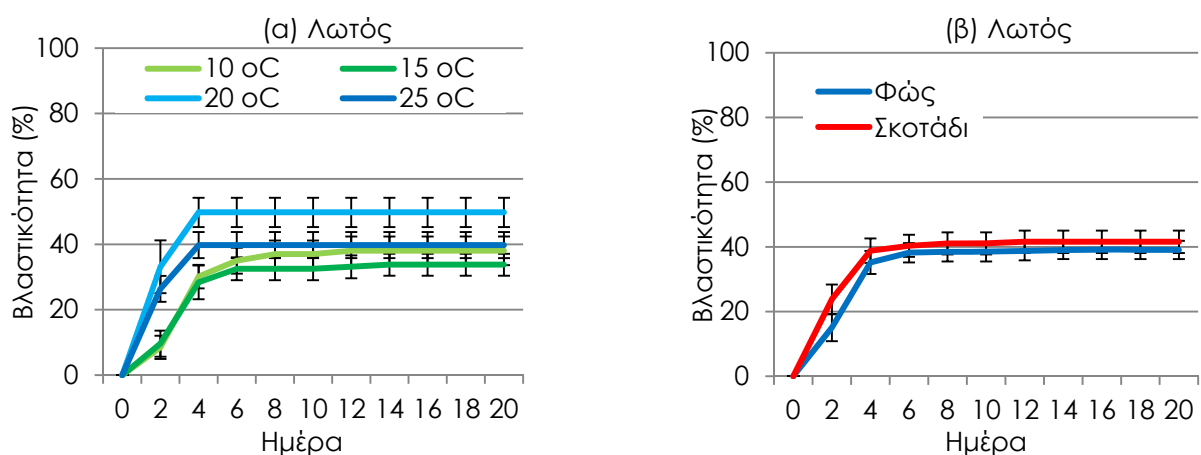


Σχήμα 71: T_{50} (ημέρες), την τελευταία μέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20), όπως επηρεάστηκε (α) από τις επεμβάσεις θερμοκρασίας (F^{NS}) και (β) φωτοπεριόδου (F^{NS}), για το είδος τριφύλλι πεδινό. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P<0.05$

Οι σπόροι του **λωτού** (*Lotus corniculatus*) βλάστησαν σε υψηλότερο ποσοστό στους 20 °C (50%), ενώ χαμηλότερη βλαστικότητα παρατηρήθηκε στους 25 °C (39%) και στους 10-15 °C (34-38%, Σχήματα 72, 73). Η φωτοπερίοδος δεν επηρέασε σημαντικά το ποσοστό βλαστικότητας. Οι σπόροι βλάστησαν ταχύτερα ($T_{50}=2$) στις υψηλότερες θερμοκρασίες (20-25 °C). Τα αποτελέσματά μας συμφωνούν με τη βιβλιογραφία (Rules for testing seeds, 1981), που προτείνει η βλαστικότητα σπόρων λωτού να ελέγχεται στους 20 °C, αφού σε αυτή τη θερμοκρασία παρατηρήθηκε η υψηλότερη βλαστικότητα, χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις φωτοπεριόδου.



Σχήμα 72: Ποσοστό βλαστικότητας (%) και T_{50} (ημέρες), την τελευταία μέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20), όπως επηρεάστηκε (α) από τις επεμβάσεις θερμοκρασίας και (β) φωτοπεριόδου για το είδος λωτός. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Επίδραση στο ποσοστό βλαστικότητας: F_L^{NS} , F_T^* και επίδραση στο T_{50} : F_L^{NS} , F_T^{**} , πηγή παραλλακτικότητας όπου L: φωτοπερίοδος και T: θερμοκρασία. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$



Σχήμα 73: Ποσοστό βλαστικότητας (%) κατά τη διάρκεια του πειράματος βλαστικότητας, όπως επηρεάστηκε (α) από τις επεμβάσεις θερμοκρασίας και (β) φωτοπεριόδου για το είδος λωτός. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

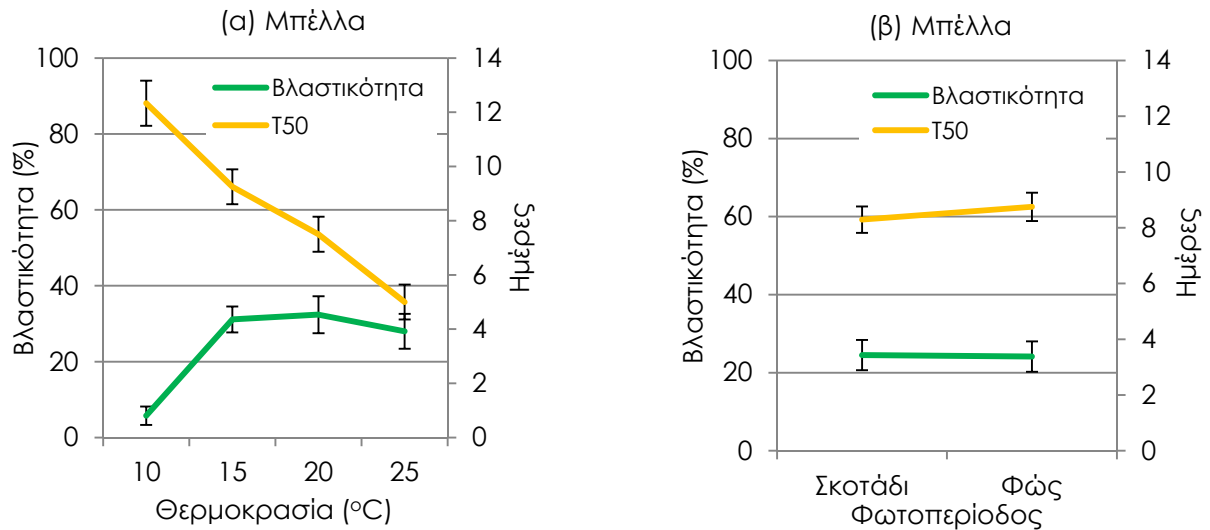
Η βιβλιογραφία αναφέρει ότι οι σπόροι των περισσότερων ειδών της οικογένειας *Fabaceae* έχουν συνήθως αδιαπέραστα περιβλήματα, τα οποία ευθύνονται για εξωγενή λήθαργο περιβλημάτων ή παρουσιάζουν κάποιο άλλο μηχανισμό ληθάργου. Ο Ballard (1958) βρήκε ότι οι σπόροι υπόγειου τριφυλλίου παρουσίαζαν λήθαργο και χαμηλή βλαστικότητα (15-30%) δύο έως εννέα εβδομάδες μετά τη συλλογή των σπόρων, η οποία όμως αυξήθηκε σημαντικά (90%), όταν παρήλθαν 18 εβδομάδες από τη συλλογή των σπόρων. Στην ίδια έρευνα παρατηρήθηκε βελτίωση της βλαστικότητας με εφαρμογή χαμηλής συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα, οπότε η σταδιακή απώλεια της βλαστικότητας αποδίδεται στη συσσώρευση διοξειδίου του άνθρακα από την αναπνοή των ιστών των σπόρων (Ballard, 1958).

Οι Balouchi and Sanany (2006) βρήκαν ότι η μηδική παρουσίαζε λήθαργο περιβλημάτων και η εμφάνιση σε θετικό οξύ αύξανε τη βλαστικότητα από το 12% στους μάρτυρες, στο 72%. Οι Assche et al. (2003) ανέφεραν ότι σπόροι 14 ειδών ψυχανθών, συμπεριλαμβανομένων των μηδική λυκίσκη, λωτός και τριφύλλι έρπον βλάστησαν σε πολύ χαμηλό ποσοστό (<10%) όταν δεν είχαν υποστεί καμία μεταχείριση για τη διακοπή του ληθάργου, δύο έως οκτώ εβδομάδες μετά τη συλλογή των σπόρων από αυτοφυείς πληθυσμούς. Οι Roberts and Boddrell βρήκαν ότι οι σπόροι αυτοφυών πληθυσμών λωτού, μηδικής λυκίσκης, πεδινού τριφυλλίου και έρποντος τριφυλλίου εμφάνιζαν λήθαργο περιβλημάτων. Παρ' όλα αυτά αναφέρουν ότι υπήρχε ένα ποσοστό «μαλακών σπόρων» που ήταν έτοιμοι να βλαστήσουν. Το ποσοστό των μαλακών σπόρων διαφέρει από χρονιά σε χρονιά αλλά και ανάμεσα στις διαφορετικές ποικιλίες ενός είδους (Roberts & Boddrell, 1985).

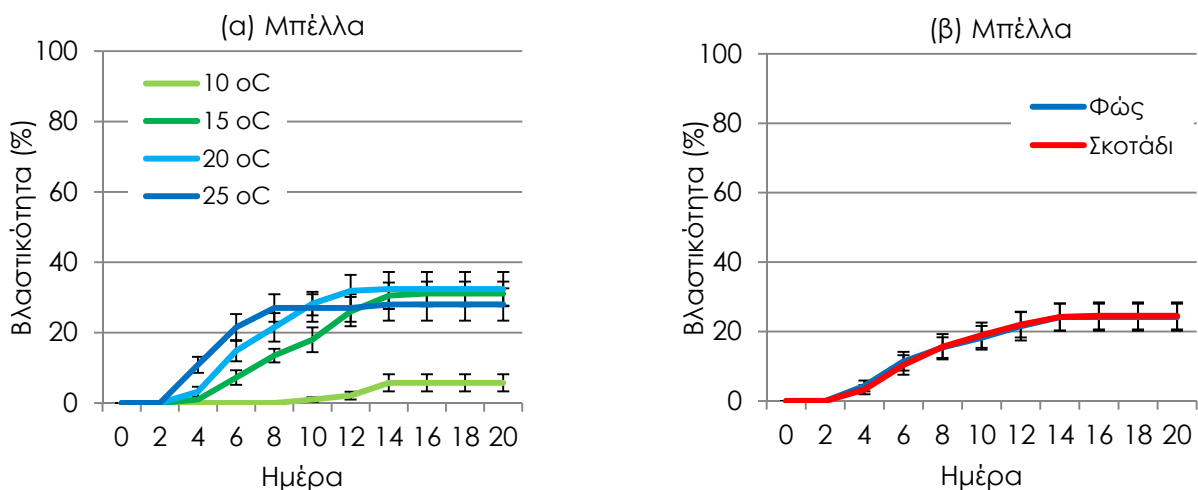
Στα είδη ψυχανθών που ελέγχθηκαν στο παρόν πείραμα δεν παρατηρήθηκε λήθαργος των σπόρων, οι οποίοι βλάστησαν σε υψηλά ποσοστά σε ποικιλία συνθηκών. Υποστηρίζεται ότι κάποιοι μηχανισμοί ληθάργου, που παρατηρούνται σε φυτά στη φύση, μπορεί να έχουν χαθεί κατά τη συστηματική επιλογή επιθυμητών ποικιλιών για γεωργική εκμετάλλευση (Ballard, 1958), καθώς παρατηρείται ποικιλότητα στο λήθαργο σε διαφορετικές χρονιές παραγωγής, διαφορετικές ποικιλίες και διαφορετικά είδη ψυχανθών (Ballard, 1958, Jain, 1982, Roberts & Boddrell, 1985). Οι σπόροι των ψυχανθών μηδική, τριφύλλι έρπον, τριφύλλι πεδινό και τριφύλλι υπόγειο ήταν εμπορικά προϊόντα που προορίζονταν για εγκατάσταση κτηνοτροφικής καλλιέργειας και πιθανώς να είναι επιλεγμένες ποικιλίες με υψηλό ποσοστό μαλακών σπόρων, ενώ το ίδιο πιθανώς να ισχύει και για το λωτό και τη μηδική λυκίσκη που προορίζονταν για εμπορική εκμετάλλευση ως καλλωπιστικά.

Οι σπόροι της **μπέλλα** (*Bellis perennis*) βλάστησαν σε υψηλότερο ποσοστό 28-32% στους 15-25 °C, ενώ χαμηλότερη βλαστικότητα παρατηρήθηκε στους 10 °C, περίπου 6% (Σχήματα 74, 75). Η φωτοπερίοδος δεν επηρέασε σημαντικά το ποσοστό βλαστικότητας. Οι σπόροι βλάστησαν ταχύτερα ($T_{50}=5$) στην υψηλότερη θερμοκρασία των 25 °C, ενώ στις χαμηλότερες θερμοκρασίες μειώνονταν κλιμακούμενα η ταχύτητα βλάστησης, 7 ημέρες στους 20 °C, έως 12 ημέρες στους 10 °C (Σχήμα 74). Για τον έλεγχο της βλαστικότητας των σπόρων της μπέλλα

η βιβλιογραφία προτείνει υψηλές θερμοκρασίες (Rules for testing seeds, 1981), που συμφωνούν και με τα δικά μας αποτελέσματα, σε συνθήκες όμως συνεχούς φωτισμού, που δεν συμφωνούν με τα αποτελέσματά μας, καθώς δεν βρέθηκε σημαντική επίδραση της φωτοπεριόδου στη βλαστικότητα των σπόρων της μπέλλα.

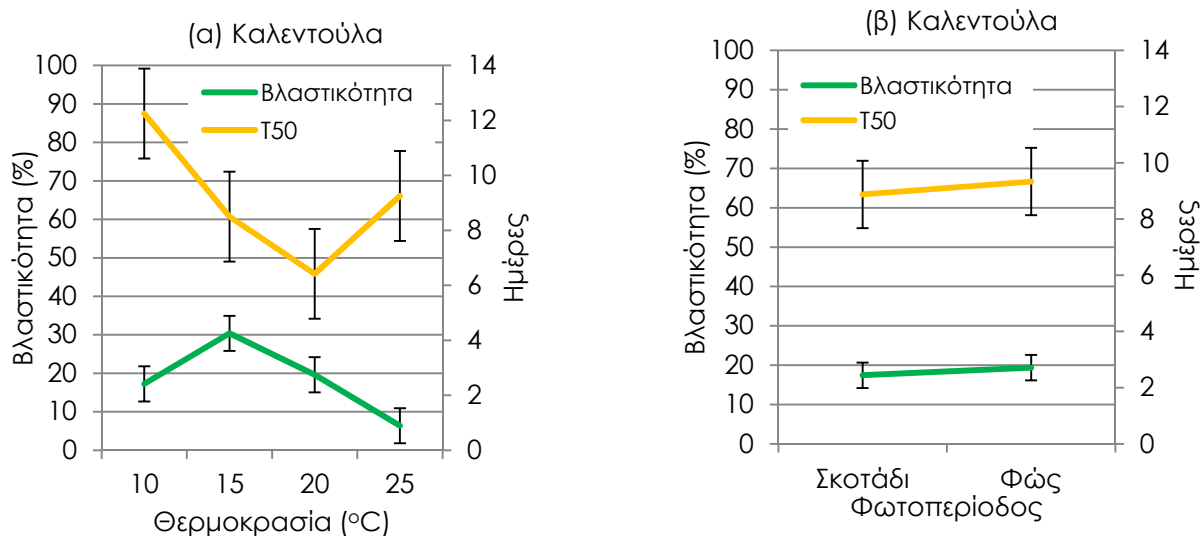


Σχήμα 74: Ποσοστό βλαστικότητας (%) και T_{50} (ημέρες), την τελευταία μέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20), όπως επηρεάστηκε (α) από τις επεμβάσεις θερμοκρασίας και (β) φωτοπεριόδου για το είδος μπέλλα. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Επίδραση στο ποσοστό βλαστικότητας: F_L^{NS} , F_T^{***} και επίδραση στο T_{50} : F_L^{NS} , F_T^{***} , πηγή παραλλακτικότητας όπου L: φωτοπερίοδος και T: θερμοκρασία. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

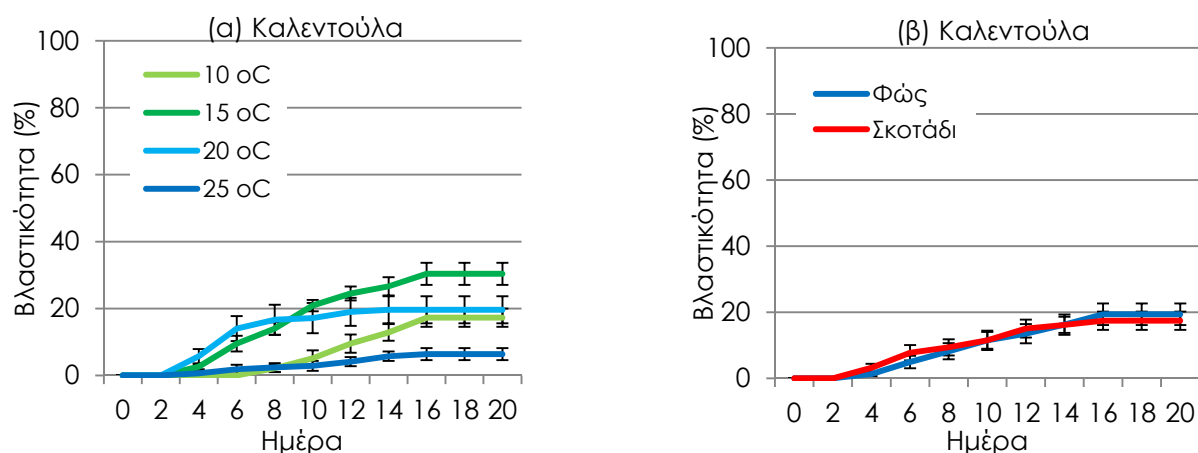


Σχήμα 75: Ποσοστό βλαστικότητας (%) κατά τη διάρκεια του πειράματος βλαστικότητας, όπως επηρεάστηκε (α) από τις επεμβάσεις θερμοκρασίας και (β) φωτοπεριόδου για το είδος μπέλλα. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Οι σπόροι της **καλέντουλα** (*Calendula arvensis*) βλάστησαν σε υψηλότερο ποσοστό στους 15 °C (30%), ενώ χαμηλότερη βλαστικότητα παρατηρήθηκε στους 20 °C (20%) και στους 10 και 25 °C (17% και 6% αντιστοίχως, Σχήματα 76, 77). Η φωτοπερίοδος δεν επηρέασε σημαντικά το ποσοστό βλαστικότητας. Οι σπόροι βλάστησαν ταχύτερα ($T_{50}=6$) στους 20 °C, σε σχέση με τους 15 °C ($T_{50}=8$), και τους 10 και 25 °C ($T_{50}=12$ και $T_{50}=9$ αντιστοίχως).

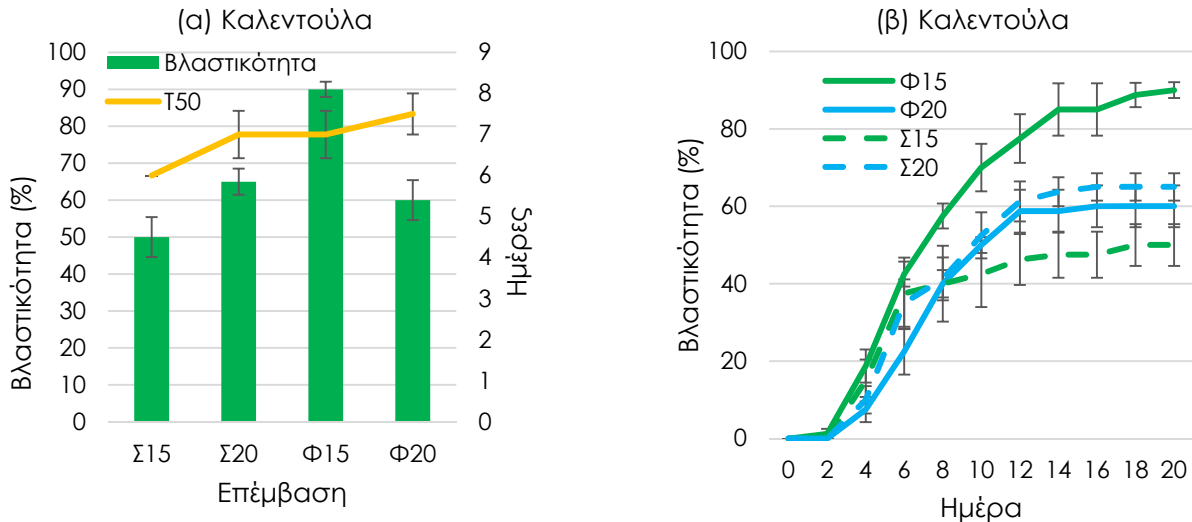


Σχήμα 76: Ποσοστό βλαστικότητας (%) και T_{50} (ημέρες), την τελευταία μέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20), όπως επηρεάστηκε (α) από τις επεμβάσεις θερμοκρασίας και (β) φωτοπεριόδου για το είδος καλεντούλα. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Επίδραση στο ποσοστό βλαστικότητας: F_L^{NS} , F_T^{***} και επίδραση στο T_{50} : F_L^{NS} , F_T^* , πηγή παραλλακτικότητας όπου L: φωτοπερίοδος και T: θερμοκρασία. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$



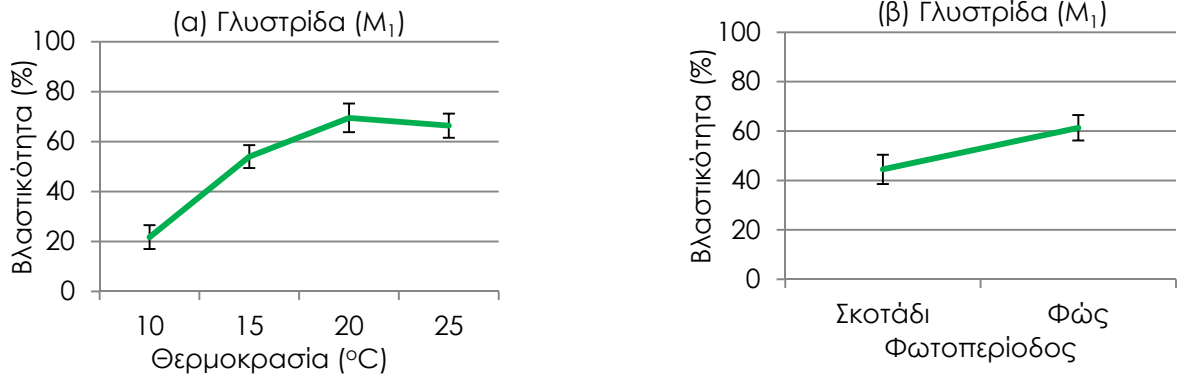
Σχήμα 77: Ποσοστό βλαστικότητας (%) κατά τη διάρκεια του πειράματος βλαστικότητας, όπως επηρεάστηκε (α) από τις επεμβάσεις θερμοκρασίας και (β) φωτοπεριόδου για το είδος καλεντούλα. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Η προσθήκη KNO_3 στο υπόστρωμα ανάπτυξης των σπόρων καλέντουλας βελτίωσε τη βλαστικότητα που έφτασε στο 90% στους 15 °C στο φώς, ενώ αυξημένη ήταν η βλαστικότητα και στις υπόλοιπες επεμβάσεις, 50% στους 15 °C στο σκοτάδι, 60% στους 20 °C στο φώς και 65% στους 20 °C στο σκοτάδι (Σχήμα 78). Τα αποτελέσματα βλαστικότητας της καλέντουλα συμφωνούν με τη βιβλιογραφία (Rules for testing seeds, 1981), που προτείνει την προσθήκη KNO_3 στο υπόστρωμα ανάπτυξης για την αύξηση της βλαστικότητας των σπόρων και οι βέλτιστες θερμοκρασίες βλάστησης είναι 15-20 °C.

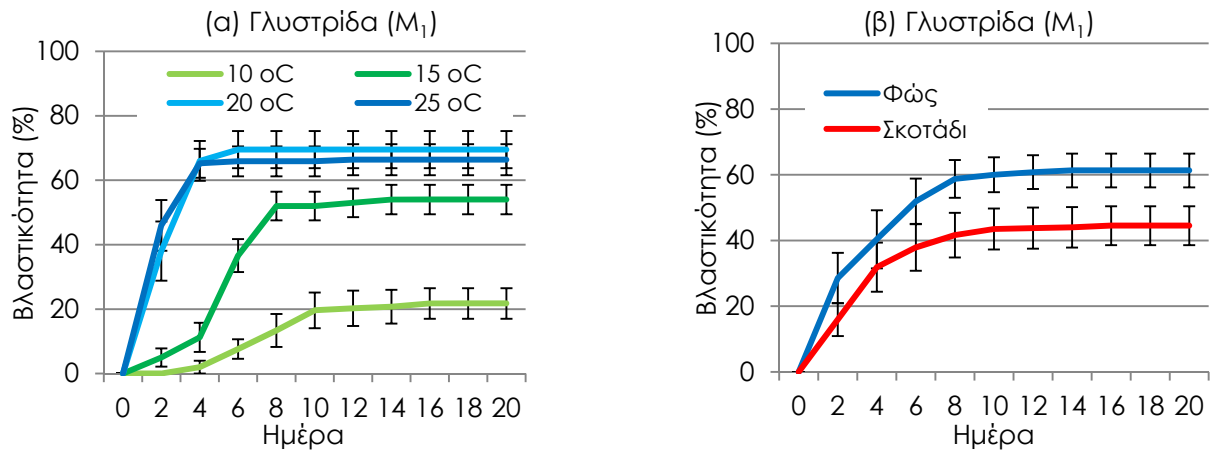


Σχήμα 78: (α) Ποσοστό βλαστικότητας (%), F^{***} και T_{50} (ημέρες, F^{NS}), την τελευταία μέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20) και (β) ποσοστό βλαστικότητας (%) κατά τη διάρκεια του πειράματος, για το είδος καλέντουλα, με την προσθήκη KNO_3 στο υπόστρωμα ανάπτυξης, κατά τη διάρκεια του πειράματος βλαστικότητας, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις. Όπου: Σ: Σκοτάδι και Φ: Φώς, 15: 15 °C και 20: 20 °C. Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

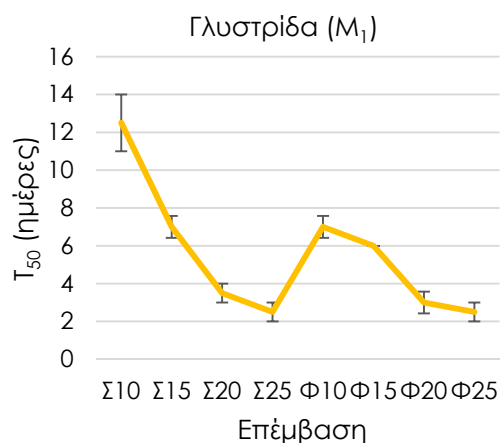
Οι σπόροι της **γλυστρίδας** του μίγματος **M₁** (*Portulaca oleraceae*) βλάστησαν σε υψηλό ποσοστό τις υψηλές θερμοκρασίες 20 και 25 °C, 69% και 66%, αντίστοιχα (Σχήματα 79, 80). Στις χαμηλότερες θερμοκρασίες η βλαστικότητα ήταν χαμηλότερη, 21% στους 10 °C και 54% στους 15 °C. Η βλαστικότητα επηρεάστηκε από τις συνθήκες φωτοπεριόδου και το συνεχές φώς βελτίωσε τη βλαστικότητα των σπόρων (61%) σε σχέση με το σκοτάδι (44%). Οι σπόροι βλάστησαν ταχύτερα ($T_{50}=2$) στις υψηλές θερμοκρασίες 20 και 25 °C στο φώς και στο σκοτάδι (Σχήμα 81).



Σχήμα 79: Ποσοστό βλαστικότητας (%) την τελευταία μέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20), όπως επηρεάστηκε (α) από τις επεμβάσεις θερμοκρασίας (F***) και (β) φωτοπεριόδου (F**), για το είδος γλυστρίδα (M_1). Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

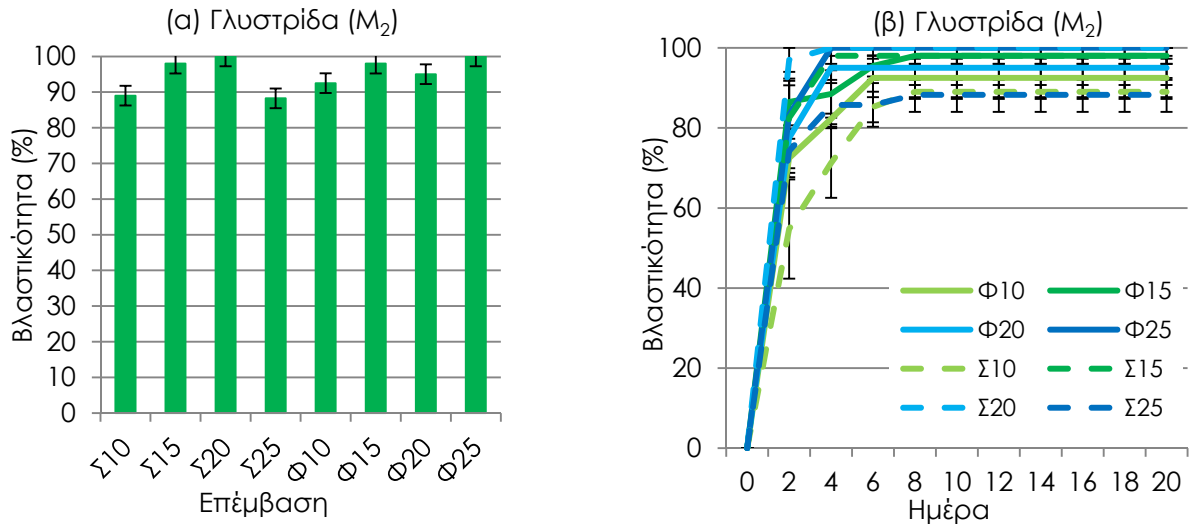


Σχήμα 80: Ποσοστό βλαστικότητας (%) κατά τη διάρκεια του πειράματος βλαστικότητας, όπως επηρεάστηκε (α) από τις επεμβάσεις θερμοκρασίας και (β) φωτοπεριόδου για το είδος γλυστρίδα (M_1). Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

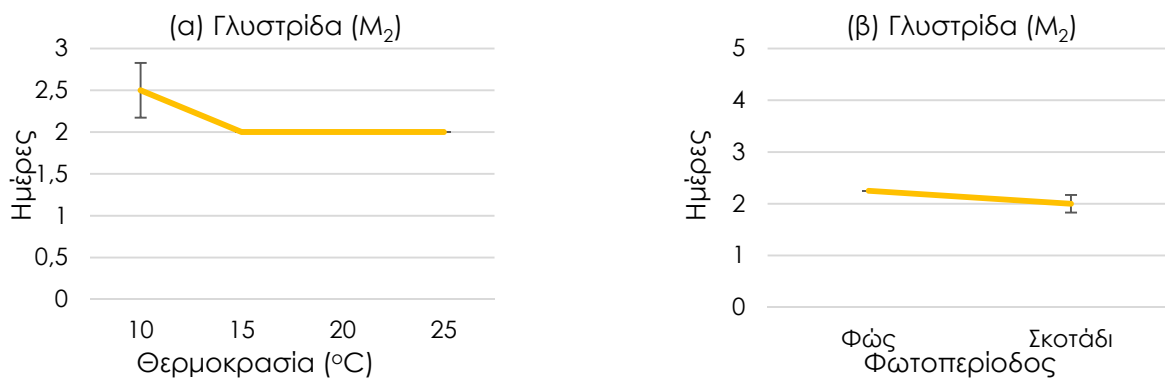


Σχήμα 81: T_{50} (ημέρες), την τελευταία μέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20) όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις (F***), για το είδος γλυστρίδα (M_1). Όπου: Σ: Σκοτάδι και Φ: Φώς, 10: 10 °C, 15: 15 °C, 20: 20 °C και 25: 25 °C. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Η βλαστικότητα των σπόρων της **γλυστρίδας** του μίγματος **M₂** ήταν εξαιρετικά υψηλή, άνω του 88%, σε όλες τις επεμβάσεις φωτοπεριόδου και θερμοκρασίας (Σχήμα 82). Υψηλότερη βλαστικότητα 98-100% παρατηρήθηκε στους 15 °C στο φώς και στο σκοτάδι, στους 20 °C στο σκοτάδι και στους 25 °C στο φώς. Οι σπόροι βλάστησαν ταχύτατα σε όλες τις επεμβάσεις ($T_{50}=2$), χωρίς σημαντικές διαφορές (Σχήμα 83).



Σχήμα 82: (α) Ποσοστό βλαστικότητας (%) την τελευταία μέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20, F*) και (β) ποσοστό βλαστικότητας (%) κατά τη διάρκεια του πειράματος βλαστικότητας, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις, για το είδος γλυστρίδα (M₂). Όπου: Σ: Σκοτάδι και Φ: Φώς, 10: 10 °C, 15: 15 °C, 20: 20 °C και 25: 25 °C. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων ± τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P<0.05$



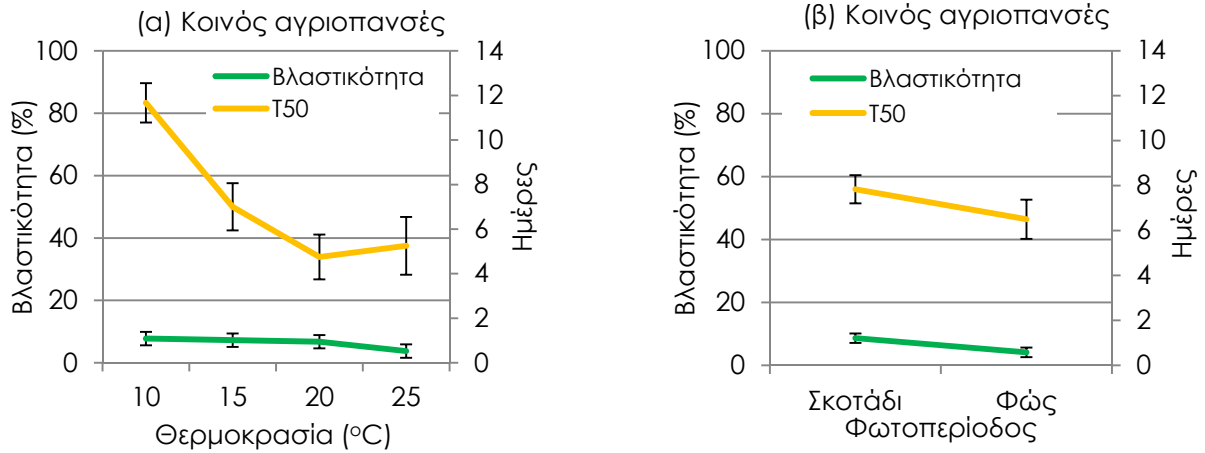
Σχήμα 83: T_{50} (ημέρες), την τελευταία μέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20), όπως επηρεάστηκε (α) από τις επεμβάσεις θερμοκρασίας (F^{NS}) και (β) φωτοπεριόδου (F^{NS}), για το είδος γλυστρίδα (M₂). Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων ± τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P<0.05$

Ο Singh (1973) βρήκε ότι το συνεχές φώς έπαιζε το σημαντικότερο ρόλο στη βλαστικότητα σπόρων γλυστρίδας, όπου στους 30 °C σε συνεχές φώς η βλαστικότητα έφτασε το 90%, σε σχέση με το συνεχές σκοτάδι όπου η βλαστικότητα ήταν 18%. Ακόμη, οι υψηλές θερμοκρασίες επηρέασαν τη βλαστικότητα των σπόρων, όπου σε συνεχές σκοτάδι η βλαστικότητα στους 20-30 °C ήταν 18-20% και αύξηση θερμοκρασίας στους 40 °C βελτίωσε τη βλαστικότητα που έφτασε το 36%. Η ελάχιστη θερμοκρασία για τη βλάστηση των σπόρων γλυστρίδας είναι 11 °C (Bierhuizen & Wagenvoort, 1974). Επιπλέον ο Singh (1973) βρήκε ότι η ηλικία του σπόρου επηρέαζε την ανάγκη σε φώς για την βλάστηση των σπόρων, όπου σε σπόρους ενός έτους οι οποίοι τοποθετούνταν σε συνεχές σκοτάδι και εκτίθεντο σε φώς για 15 min, η βλαστικότητα ξεπερνούσε το 90%. Αντίθετα σε σπόρους που μόλις είχαν συλλεγεί η βλαστικότητα σε συνεχές σκοτάδι παρέμενε χαμηλή παρά την έκθεση σε φώς για 15 min.

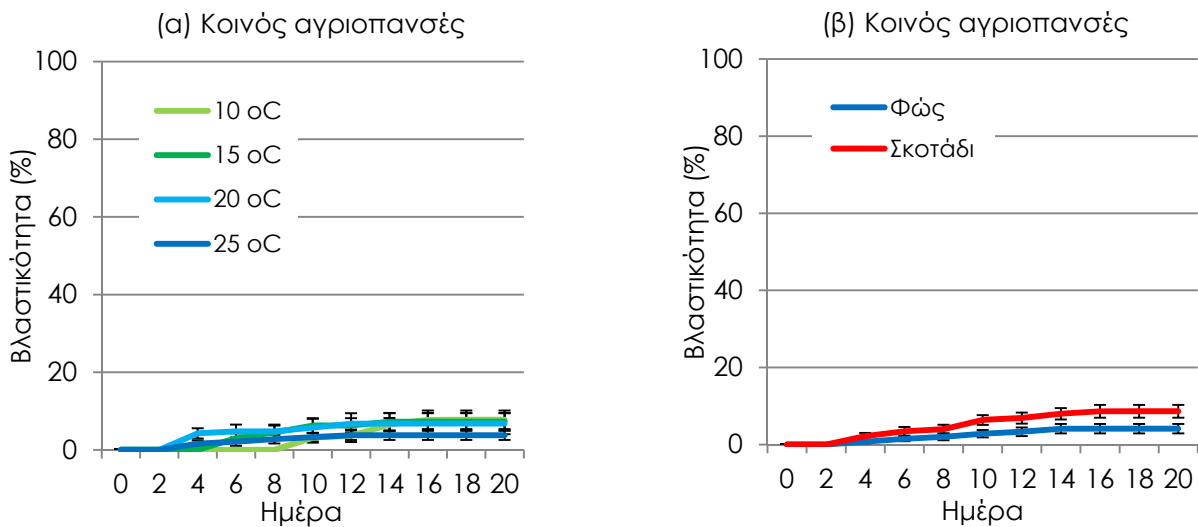
Τα αποτελέσματα βλαστικότητας της **γλυστρίδας M₁** συμφωνούν με τη βιβλιογραφία που αναφέρει ότι το είδος προτιμά τις υψηλές θερμοκρασίες για την εκβλάστηση των φυταρίων, ενώ η φωτοπερίοδος παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο, με τις συνθήκες συνεχούς φωτισμού να ευνοούν τη βλαστικότητα. Οι σπόροι της **γλυστρίδας M₂** παρουσίασαν υψηλότερη βλαστικότητα σε όλες τις επεμβάσεις. Αυτό πιθανώς μπορεί να αποδοθεί στο ότι ο σπόρος ήταν ωριμότερος και ακόμα και στο σκοτάδι, η σύντομη έκθεση των σπόρων στο φώς, κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, βελτίωσε τη βλαστικότητα.

Οι σπόροι του **κοινού αγριοπανσέ (Viola arvensis)** βλάστησαν σε πολύ χαμηλό ποσοστό (4-8%) σε όλες τις επεμβάσεις θερμοκρασίας και φωτοπεριόδου (Σχήματα 84, 85). Η υγρή στρωμάτωση των σπόρων στους 5 °C, για 15 και 30 ημέρες, πριν την τοποθέτησή τους στους 15 °C και 20 °C για βλάστηση δεν βελτίωσε τη βλαστικότητα, αφού δεν παρατηρήθηκε καθόλου βλάστηση (0%).

Η χαμηλή βλαστικότητα των σπόρων του κοινού αγριοπανσέ πιθανώς να οφείλεται σε λήθαργο των σπόρων, ο οποίος διαμορφώνεται από τις εποχικές διαφοροποιήσεις της θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Οι Baskin and Baskin (1995) βρήκαν ότι σπόροι του κοινού αγριοπανσέ είχαν πολύ χαμηλή βλαστικότητα (4-36%), τη χρονιά που παρήχθησαν, σε συνθήκες εργαστηρίου, η οποία αυξήθηκε μόνο όταν παρέμεναν θαμμένοι στο έδαφος, για τρία χρόνια μετά την παραγωγή τους.



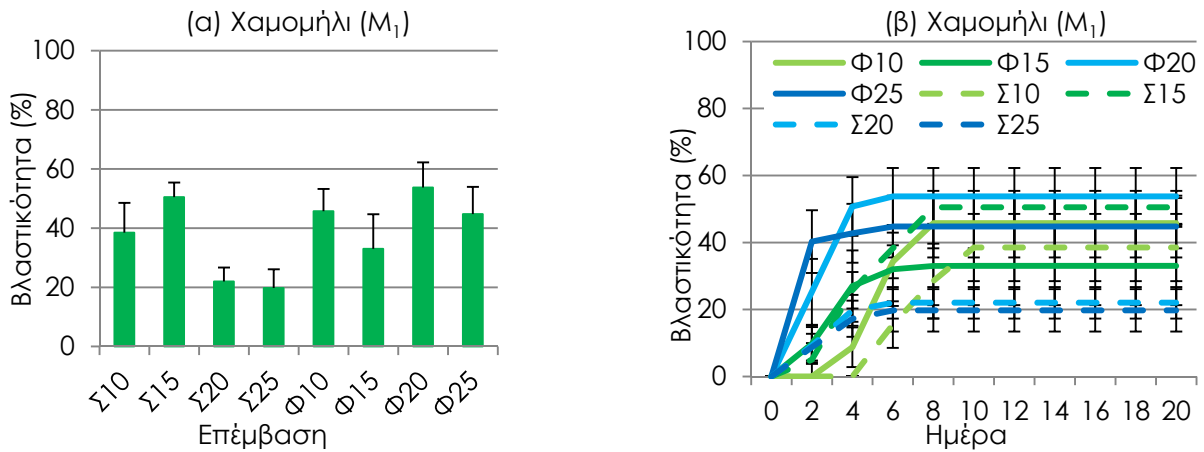
Σχήμα 84: Ποσοστό βλαστικότητας (%) και T₅₀ (ημέρες), την τελευταία μέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20), όπως επηρεάστηκε (α) από τις επεμβάσεις θερμοκρασίας και (β) φωτοπεριόδου για το είδος κοινός αγριοπανσές. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων ± τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Επίδραση στο ποσοστό βλαστικότητας: F_L^{*}, F_T^{NS} και επίδραση στο T₅₀: F_L^{NS}, F_T^{***}, πηγή παραλλακτικότητας όπου L: φωτοπερίοδος και T: θερμοκρασία. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, P<0.05



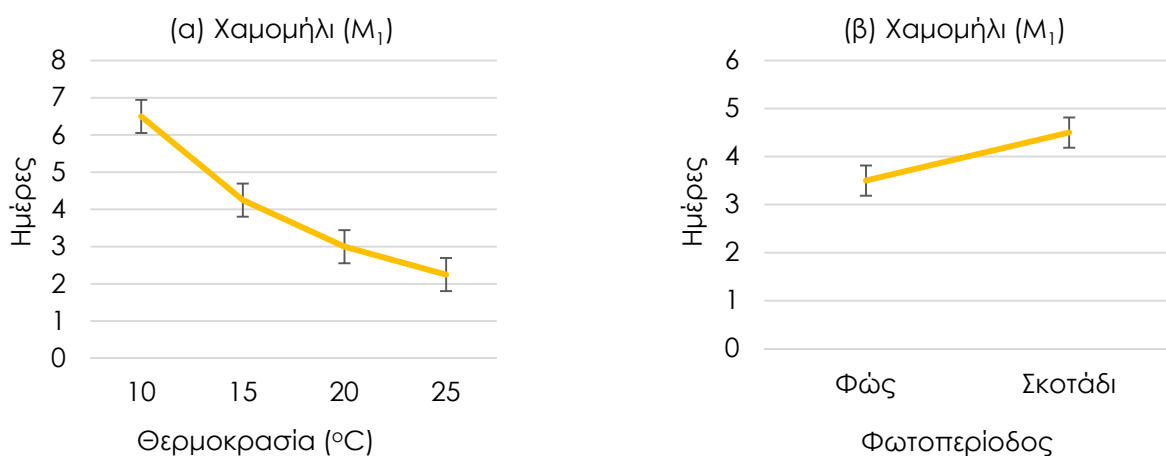
Σχήμα 85: Ποσοστό βλαστικότητας (%) κατά τη διάρκεια του πειράματος βλαστικότητας, όπως επηρεάστηκε (α) από τις επεμβάσεις θερμοκρασίας και (β) φωτοπεριόδου για το είδος κοινός αγριοπανσές. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων ± τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, P<0.05

Οι σπόροι του **χαμομηλιού M₁** (*Matricaria recutita*) παρουσίασαν τα υψηλότερα ποσοστά βλαστικότητας (50-53%) στο φώς στους 20 °C και στο σκοτάδι στους 15 °C (Σχήμα 86). Η βλαστικότητα εμφάνισε την τάση να ευνοείται από τις συνθήκες συνεχούς φωτισμού, αφού

στους 20 °C στο σκοτάδι η βλαστικότητα ήταν 22%, σε σχέση με το φώς που ήταν 53%, ενώ ανάλογα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και στους 10 και 25 °C. Η ταχύτητα βλάστησης (T_{50}) ευνοήθηκε από τις υψηλές θερμοκρασίες (20-25 °C, T_{50} =2-3 ημέρες), σε σχέση με τις χαμηλές T_{50} =6, στους 10 °C και T_{50} =4 στους 15 °C) και το φώς (T_{50} =3), σε σχέση με το σκοτάδι (T_{50} =4, Σχήμα 87).



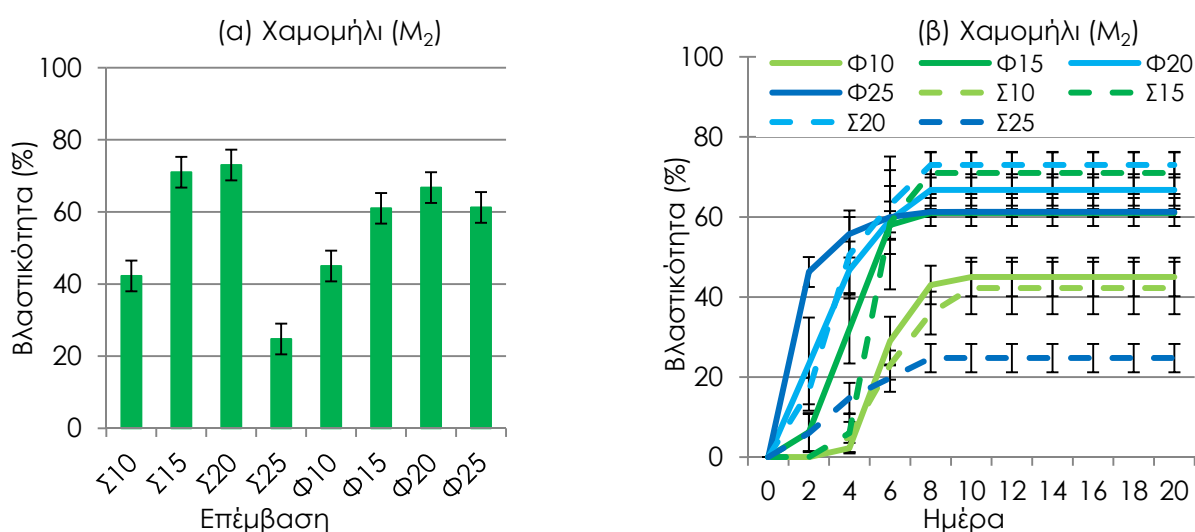
Σχήμα 86: (α) Ποσοστό βλαστικότητας (%) την τελευταία μέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20, F^{NS}) και (β) ποσοστό βλαστικότητας (%) κατά τη διάρκεια του πειράματος βλαστικότητας, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις, για το είδος χαμομήλι (M_1). Όπου: Σ: Σκοτάδι και Φ: Φώς, 10: 10 °C, 15: 15 °C, 20: 20 °C και 25: 25 °C. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$



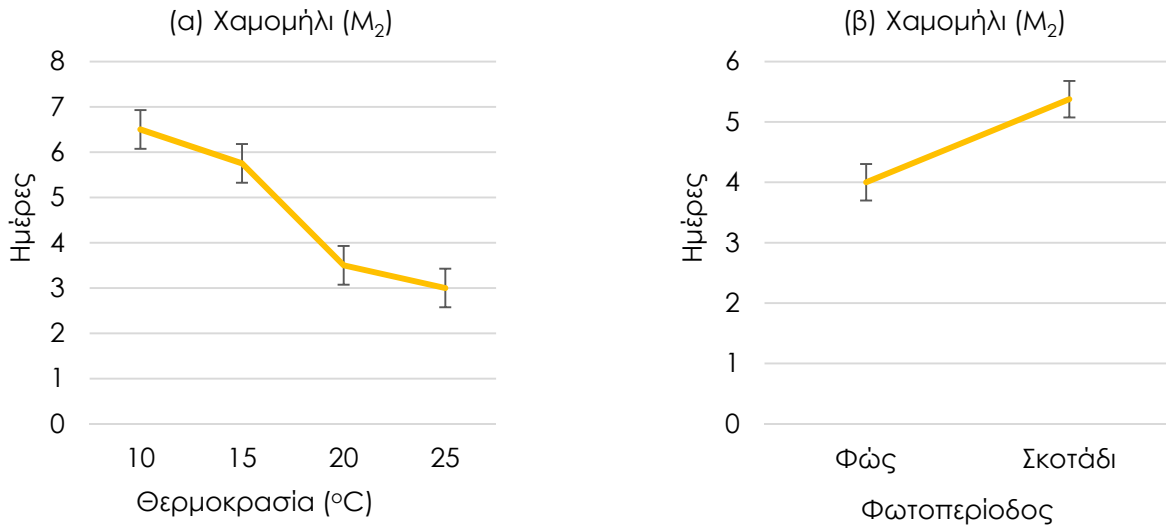
Σχήμα 87: T_{50} (ημέρες), την τελευταία μέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20), όπως επηρεάστηκε (α) από τις επεμβάσεις θερμοκρασίας (F^{***}) και (β) φωτοπεριόδου (F^*), για το είδος χαμομήλι M_1 . Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Οι σπόροι του **χαμομηλιού M₂** παρουσίασαν τα υψηλότερα ποσοστά βλαστικότητας (71-73%) στο σκοτάδι στους 15 και 20 °C και στο φώς (61-66%) στους 15-25 °C (Σχήμα 88). Το χαμομήλι M₂ παρουσίασε την τάση να έχει βελτιωμένη βλαστικότητα στις ενδιάμεσες θερμοκρασίες 15 και 20 °C, σε σχέση με τις χαμηλότερες ή υψηλότερες θερμοκρασίες. Στο σκοτάδι στους 15 °C είχε βλαστικότητα 71%, σε σχέση με τους 10 °C όπου η βλαστικότητα ήταν 42% και τους 25 °C, που η βλαστικότητα ήταν 25%, ενώ ανάλογο φαινόμενο παρατηρήθηκε και στο φώς. Η ταχύτητα βλάστησης (T_{50}) ευνοήθηκε από τις υψηλές θερμοκρασίες (20-25 °C, T_{50} =3 ημέρες), σε σχέση με τις χαμηλές T_{50} =6, στους 10 °C και T_{50} =6 στους 15 °C) και το φώς (T_{50} =4), σε σχέση με το σκοτάδι (T_{50} =5, Σχήμα 89).

Για το χαμομήλι, τα αποτελέσματα βλαστικότητας συμφωνούν με αυτά της βιβλιογραφίας, όπου προτείνεται η βλαστικότητα των σπόρων να ελέγχεται σε υψηλές θερμοκρασίες (20 °C, Αποπ., 1981), σε συνθήκες συνεχούς φωτισμού (Roberts & Neilson, 1981), που είναι συνθήκες που απέδωσαν υψηλές τιμές βλαστικότητας και επιτάχυνση της βλάστησης στο πείραμά μας.



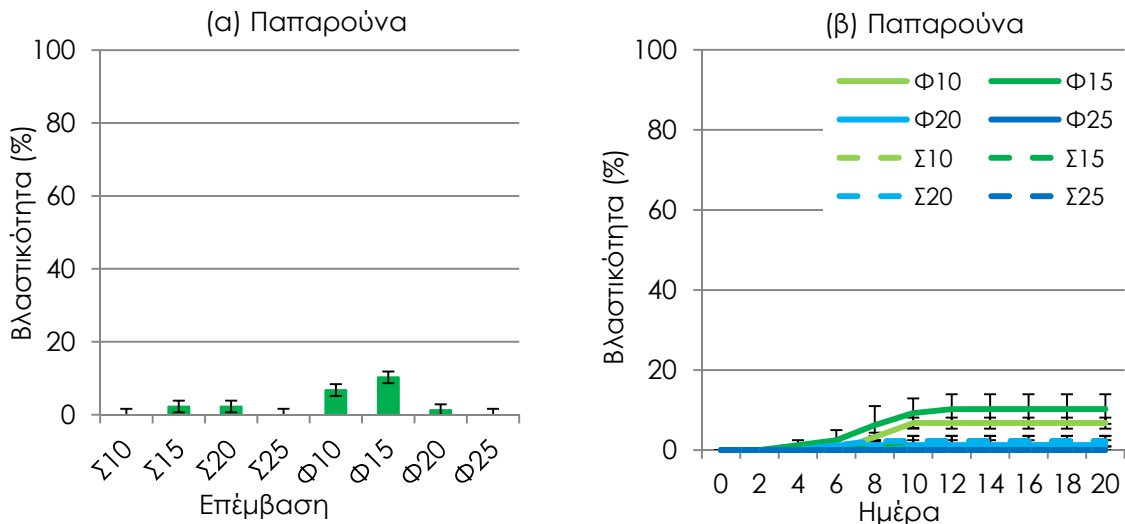
Σχήμα 88: (α) Ποσοστό βλαστικότητας (%) την τελευταία μέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20, F^{***}) και (β) ποσοστό βλαστικότητας (%) κατά τη διάρκεια του πειράματος βλαστικότητας, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις, για το είδος χαμομήλι M₂. Όπου: Σ: Σκοτάδι και Φ: Φώς, 10: 10 °C, 15: 15 °C, 20: 20 °C και 25: 25 °C. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων ± τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$



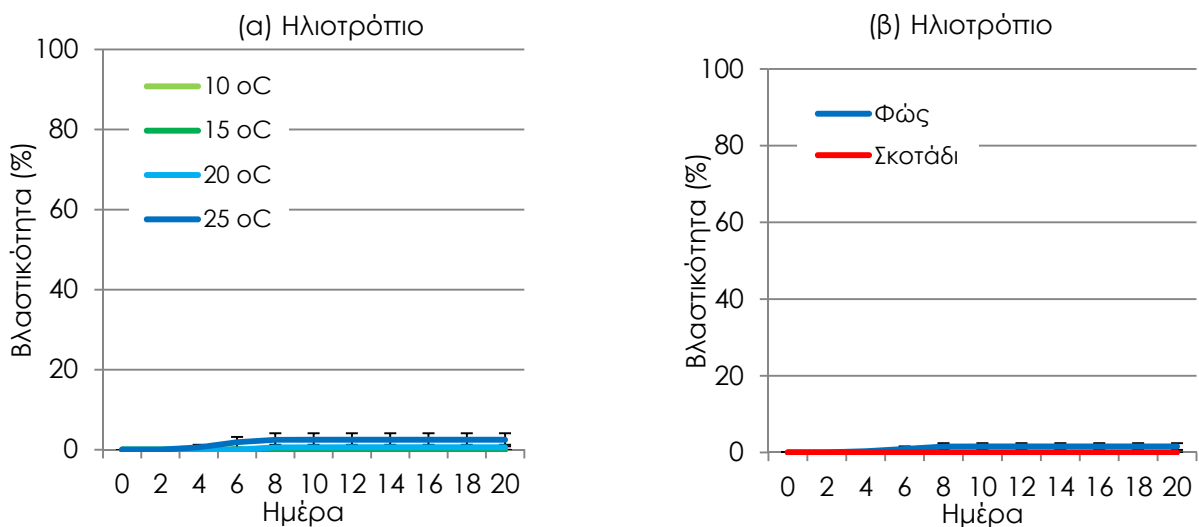
Σχήμα 89: T_{50} (ημέρες), την τελευταία μέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20), όπως επηρεάστηκε (α) από τις επεμβάσεις θερμοκρασίας (F^{***}) και (β) φωτοπεριόδου (F^{**}), για το είδος χαμομήλι M_2 . Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Οι σπόροι **παπαρούνας** (*Paraver rhoeas*) βλάστησαν σε πολύ χαμηλό ποσοστό (0-10%), σε όλες τις επεμβάσεις φωτοπεριόδου και θερμοκρασίας (Σχήμα 90). Η χαμηλή βλαστικότητα των σπόρων της παπαρούνας πιθανώς να οφείλεται σε λήθαργο των σπόρων. Οι Baskin *et al.* (2002) βρήκαν ότι σπόροι που είχαν μόλις συλλεγεί παρουσίαζαν μορφοφυσιολογικό λήθαργο και βλάστησαν σε πολύ χαμηλό ποσοστό (0-6%), σε εναλλασσόμενες θερμοκρασίες 15/5 °C, 20/10 °C και 25/15 °C. Η βλαστικότητα βελτιώθηκε σημαντικά (>80%) αφού είχαν παραμείνει οι σπόροι θαμμένοι στο έδαφος για 6-12 εβδομάδες, σε εναλλασσόμενες υψηλές θερμοκρασίες 20/10 °C και 25/15 °C. Το είδος είναι ετήσιο χειμερινό και ο λήθαργος διακόπτεται από την έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του θέρους (Baskin *et al.* 2002).

Οι σπόροι του **ηλιοτρόπιου** (*Heliotropium europaeum*) απέτυχαν να βλαστήσουν στους 10, 15 και 20 °C, ενώ στους 25 °C εμφάνισαν πολύ χαμηλή βλαστικότητα (2%, Σχήμα 91). Η χαμηλή βλαστικότητα του ηλιοτρόπιου πιθανώς μπορεί να αποδοθεί στις απαιτήσεις για υψηλότερη θερμοκρασία για βλάστηση των σπόρων. Οι Hunt *et al.*, 2009 βρήκαν ότι το εύρος θερμοκρασιών για βλάστηση των σπόρων ηλιοτρόπιου ήταν 30-40 °C. Η ελάχιστη θερμοκρασία για βλάστηση των σπόρων ήταν 20-25 °C, ενώ στους 25 °C παρατηρήθηκε εξαιρετικά χαμηλή βλαστικότητα. Το είδος είναι ετήσιο θερινό και απαιτεί τις υψηλές θερμοκρασίες του θέρους για βλάστηση των σπόρων (Hunt *et al.*, 2009).

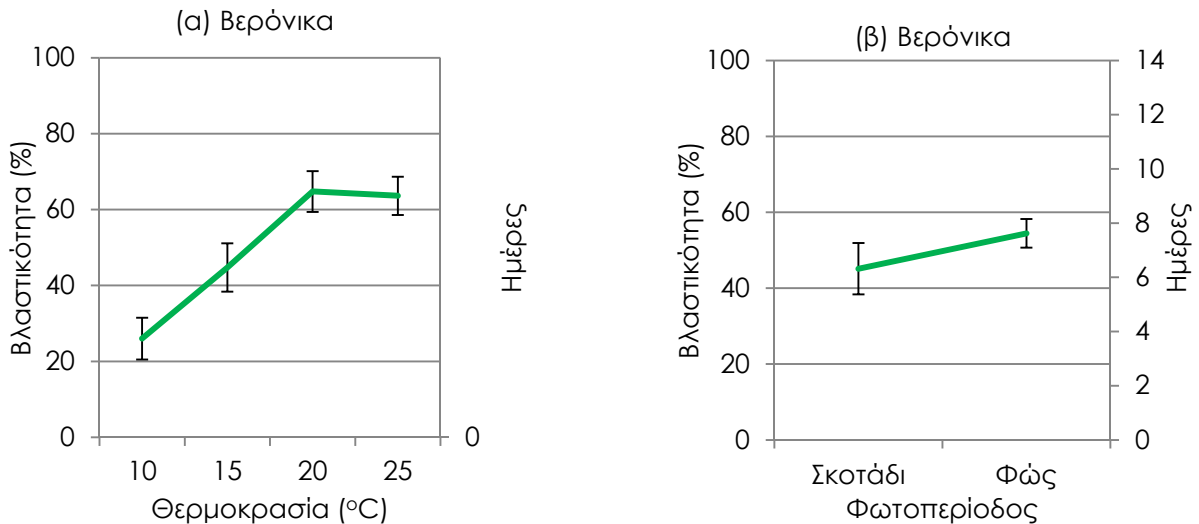


Σχήμα 90: (α) Ποσοστό βλαστικότητας (%) την τελευταία μέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20, F^{***}), και (β) ποσοστό βλαστικότητας (%) κατά τη διάρκεια του πειράματος βλαστικότητας, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις, για το είδος παπαρούνα. Όπου: Σ: Σκοτάδι και Φ: Φώς, 10: 10 °C, 15: 15 °C, 20: 20 °C και 25: 25 °C. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

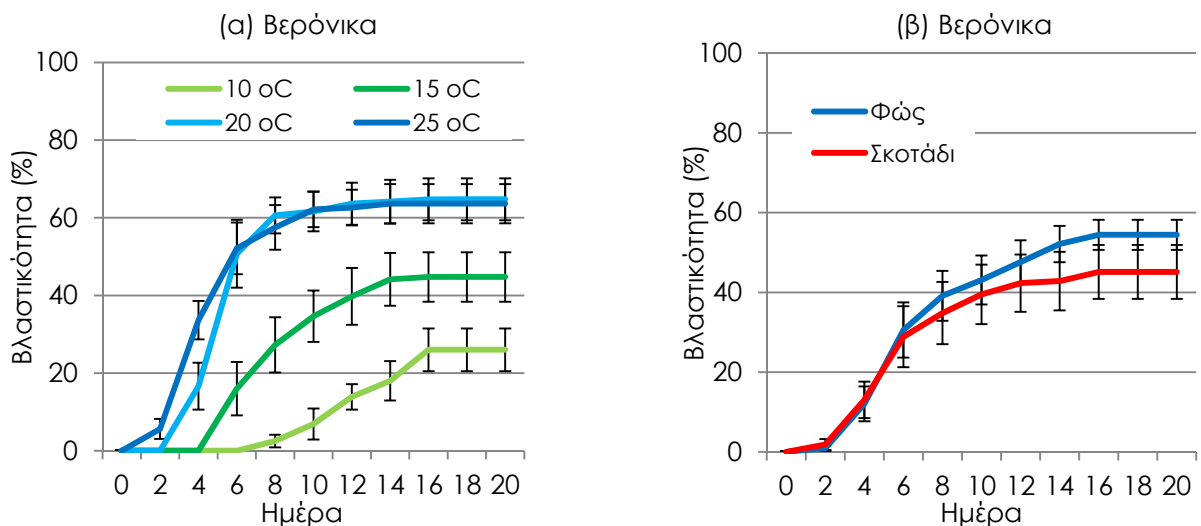


Σχήμα 91: Ποσοστό βλαστικότητας (%) κατά τη διάρκεια του πειράματος βλαστικότητας, όπως επηρεάστηκε (α) από τις επεμβάσεις θερμοκρασίας και (β) φωτοπεριόδου για το είδος ηλιοτρόπιο. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

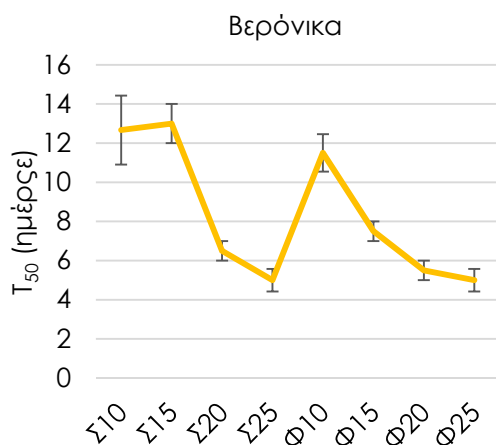
Οι σπόροι της **βερόνικα** (*Veronica persica*) παρουσίασαν υψηλότερη βλαστικότητα, περίπου 64% στους 20 και 25 °C (Σχήματα 92, 93). Η βλαστικότητα ήταν χαμηλότερη στους 15 °C (44%) και στους 10 °C (26%). Η φωτοπερίοδος δεν επηρέασε σημαντικά τη βλαστικότητα των σπόρων. Οι σπόροι βλάστησαν ταχύτερα στους 20 και 25 °C, στο φώς και στο σκοτάδι ($T_{50}=5-6$), σε σχέση με τις χαμηλότερες θερμοκρασίες 10 και 15 °C ($T_{50}=7-13$, Σχήμα 94).



Σχήμα 92: Ποσοστό βλαστικότητας (%) την τελευταία μέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20), όπως επηρεάστηκε (α) από τις επεμβάσεις θερμοκρασίας (F^{***}) και (β) φωτοπεριόδου (F^{NS}), για το είδος βερόνικα. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

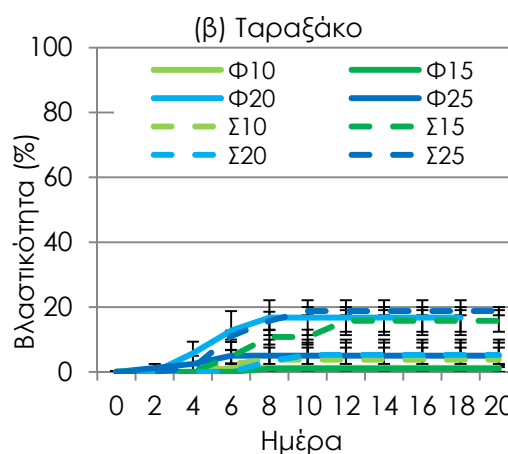
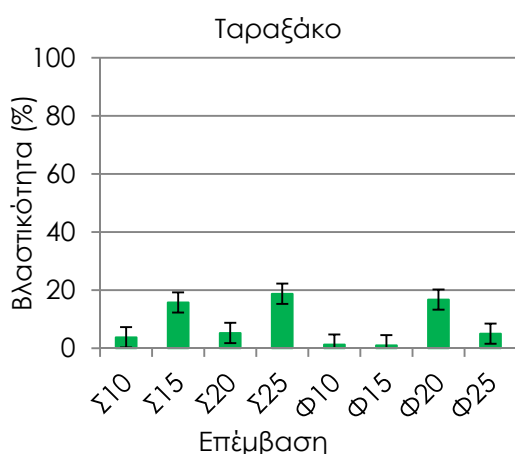


Σχήμα 93: Ποσοστό βλαστικότητας (%) κατά τη διάρκεια του πειράματος βλαστικότητας, όπως επηρεάστηκε (α) από τις επεμβάσεις θερμοκρασίας και (β) φωτοπεριόδου για το βερόνικα. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

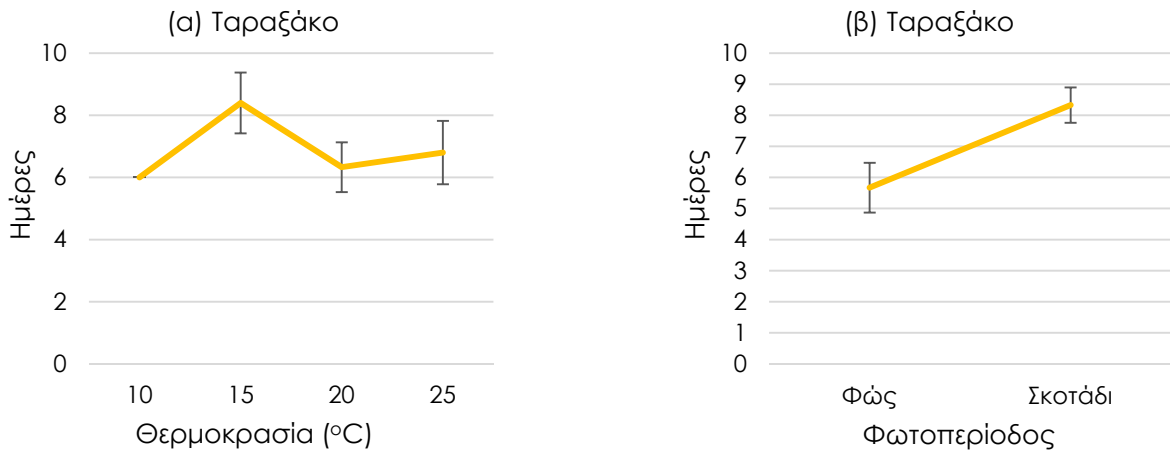


Σχήμα 94: T₅₀ (ημέρες), την τελευταία μέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20) όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις (F***), για το είδος βερόνικα . Όπου: Σ: Σκοτάδι και Φ: Φώς, 10: 10 °C, 15: 15 °C, 20: 20 °C και 25: 25 °C. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων ± τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, P<0.05

Οι σπόροι του είδους **ταραξάκο** (*Taraxacum officinale*) παρουσίασαν πολύ χαμηλή βλαστικότητα (1-5%) στις περισσότερες επεμβάσεις θερμοκρασίας και φωτοπεριόδου (Σχήμα 95). Υψηλότερη βλαστικότητα (16-19%) παρατηρήθηκε στο σκοτάδι στους 15 και 25 °C και στο φώς στους 20 °C. Οι Mezyński and Cole (1974) βρήκαν ότι φρέσκοι σπόροι ταραξάκου μπορούν να βλαστήσουν σε ευρεία ποικιλία συνθηκών. Οι Hoya *et al.* (2004) επίσης διαπίστωσαν υψηλή βλαστικότητα σε πολύ μεγάλο θερμοκρασιακό εύρος, 75-80%, στους 10-22 °C και 60-70% στους 25-34 °C, σε συνεχές φώς. Ανάλογα αποτελέσματα αναφέρουν και οι Luo and Cardina (2012), περίπου 70-90% στους 12-22 °C, στο φώς, ενώ δεν γίνεται αναφορά στην ύπαρξη ληθάργου. Πιθανώς η χαμηλή βλαστικότητα του ταραξάκου που παρατηρήθηκε στο πείραμά μας να οφείλεται σε κακή ποιότητα σπόρου.

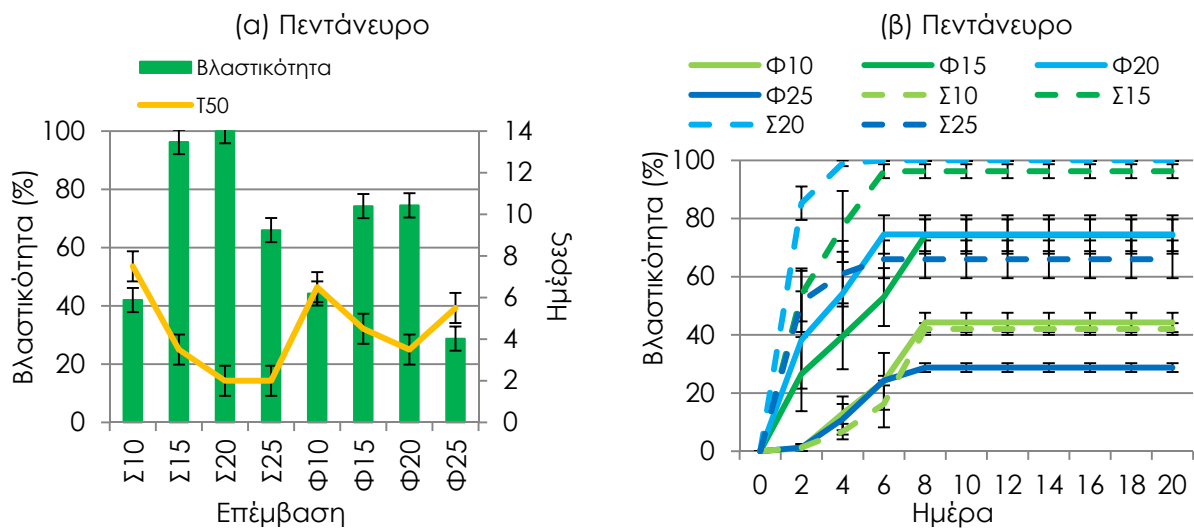


Σχήμα 95: (α) Ποσοστό βλαστικότητας (%) την τελευταία μέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20, F**), και (β) ποσοστό βλαστικότητας (%) κατά τη διάρκεια του πειράματος βλαστικότητας, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις, για το είδος ταραξάκο. Όπου: Σ: Σκοτάδι και Φ: Φώς, 10: 10 °C, 15: 15 °C, 20: 20 °C και 25: 25 °C. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων ± τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, P<0.05



Σχήμα 96: T_{50} (ημέρες), την τελευταία μέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20), όπως επηρεάστηκε (α) από τις επεμβάσεις θερμοκρασίας (F^{NS}) και (β) φωτοπεριόδου (F^{NS}), για το είδος χαμομήλι M_2 . Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Οι σπόροι του **πεντάνευρου** (*Plantago lanceolata*) παρουσίασαν υψηλότερη βλαστικότητα στους 15-20 °C (Σχήμα 97). Στο φώς η βλαστικότητα ήταν 74% στους 15-20 °C, ενώ στο σκοτάδι έφτασε το 96-100% στις ίδιες θερμοκρασίες. Μικρότερη βλαστικότητα παρατηρήθηκε στους 10 και 25 °C (29% στο φώς στους 10 °C, έως 66% στο σκοτάδι στους 25 °C). Βλάστηση παρατηρήθηκε από τη δεύτερη μέρα.



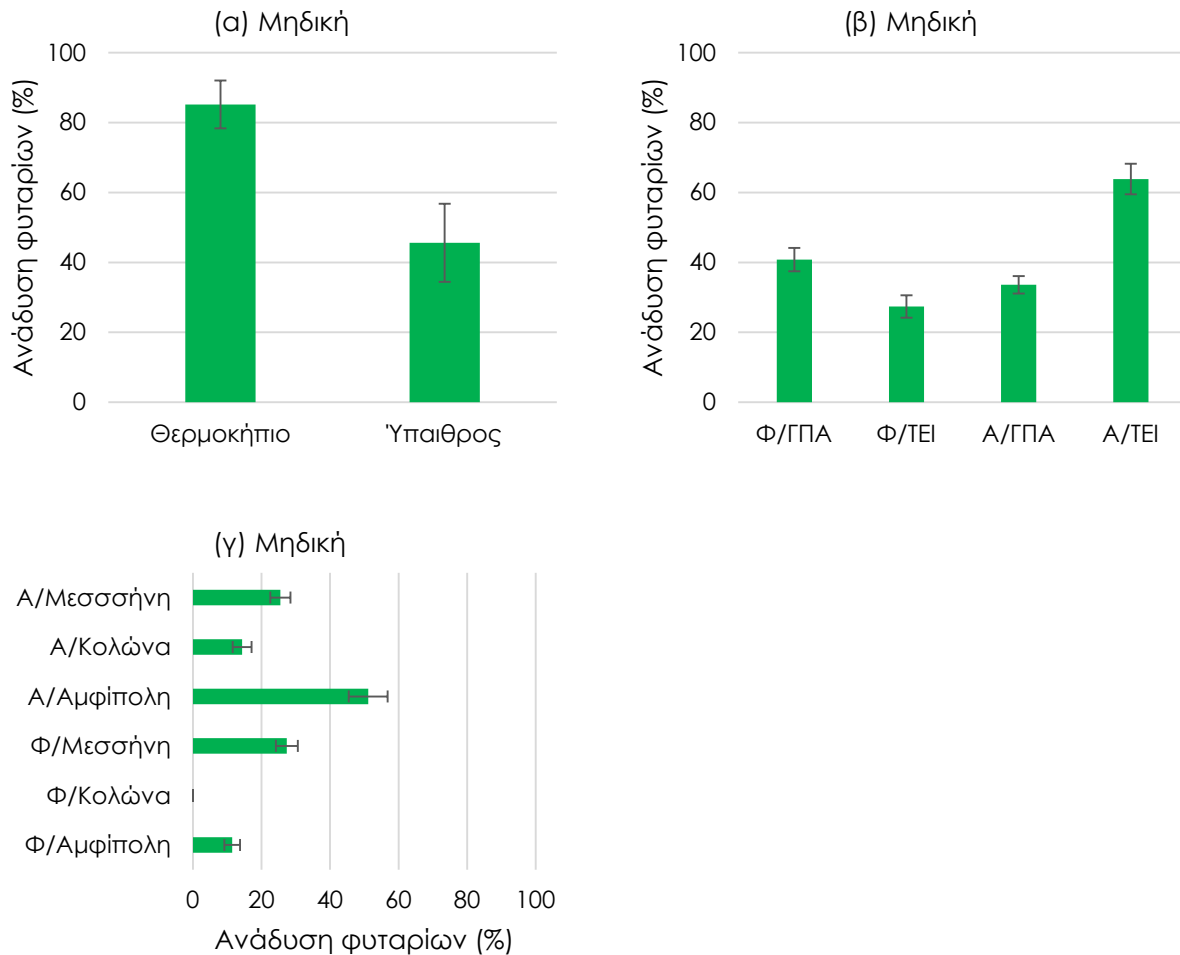
Σχήμα 97: (α) Ποσοστό βλαστικότητας (%; F^{***}) και T_{50} (ημέρες, F^{***}), την τελευταία μέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20), και (β) ποσοστό βλαστικότητας (%) κατά τη διάρκεια του πειράματος βλαστικότητας, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις, για το είδος πεντάνευρο. Όπου: Σ: Σκοτάδι και Φ: Φώς, 10: 10 °C, 15: 15 °C, 20: 20 °C και 25: 25 °C. Οι τιμές είναι μέση τιμή τεσσάρων επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

3.9.2 ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΑΝΑΔΥΣΗ ΦΥΤΑΡΙΩΝ ΑΝΑ ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ

Η ανάδυση των φυταρίων ανά είδος, υπολογίστηκε ως ποσοστό του αριθμού των φυταρίων που μετρήθηκαν ανά είδος, προς το σύνολο των αναμενόμενων σπόρων ανά είδος, με βάση ομοιόμορφη κατανομή του μίγματος ανά μονάδα επιφάνειας (Hitchmough *et al.*, 2004). Τα αποτελέσματα αφορούν μετρήσεις που έγιναν ένα ή δύο μήνες μετά τη σπορά (βλ. Μέρος II, Κεφάλαιο 2.9.1 και 2.9.4).

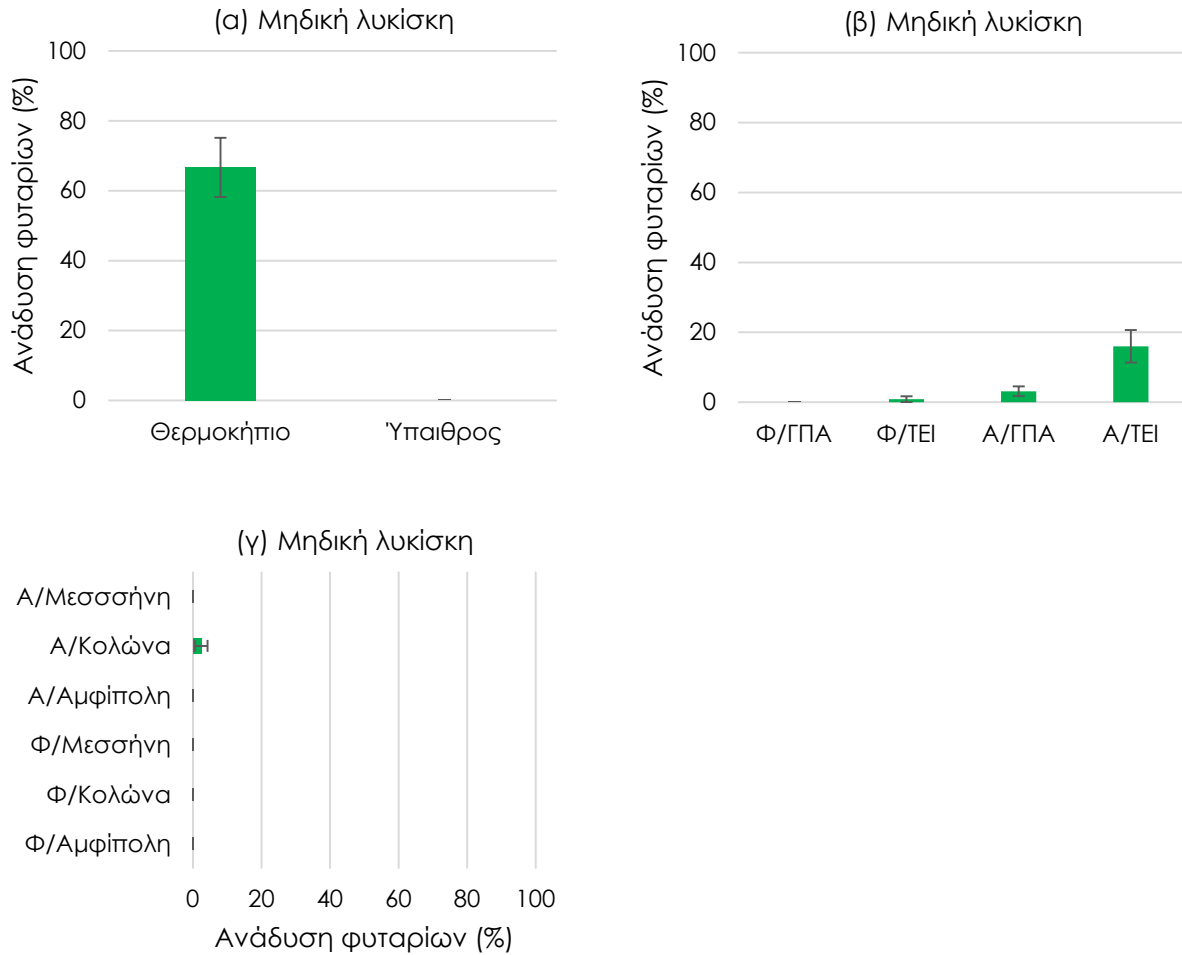
Τα δεδομένα που αφορούσαν την ποσοστιαία ανάδυση των φυταρίων ανά είδος αναλύθηκαν ξεχωριστά για τα κιβώτια σποράς, τον αγρό του ΓΠΑ και ΤΕΙ Πελοποννήσου και τους τρεις αρχαιολογικούς χώρους. Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε ανάλυση διασποράς στα δεδομένα. Η διπαραγοντική ανάλυση διασποράς για τα δεδομένα ανάδυσης για κάθε είδος, που αφορούσαν τον αγρό του ΓΠΑ και του ΤΕΙ Πελοποννήσου, έδειξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων του πειράματος, τόπο και εποχή σποράς και έτσι τα δεδομένα αναλύθηκαν μονοπαραγοντικά για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($P < 0.05$), με τη χρήση του Statgraphics Centurion ver 15.2.11. Το ίδιο παρατηρήθηκε και για τα δεδομένα που αφορούσαν τις σπορές στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους. Τα δεδομένα ανάδυσης φυταρίων για τα είδη μηδική, παπαρούνα και τριφύλλι έρπον, καθώς αυτά ήταν από κοινό προμηθευτή και συμμετείχαν και στα δύο μίγματα (βλ. Μέρος II, Κεφάλαιο 2.9.1) ομαδοποιήθηκαν, καθώς δεν παρουσίαζαν σημαντικές διαφορές. Στο Παράρτημα ΙΧ παρουσιάζονται οι πίνακες στατιστικής ανάλυσης των αποτελεσμάτων.

Η **μηδική** (*Medicago polytorpha*) παρουσίασε υψηλότερη ανάδυση φυταρίων στα κιβώτια με τη σπορά του Νοεμβρίου στο θερμοκήπιο (85%), σε σχέση με τη σπορά στην ύπαιθρο τον Απρίλιο (46%, Σχήμα 98). Καλύτερα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν με την εαρινή σπορά στο ΤΕΙ Πελοποννήσου (64%), την Κολώνα (14%) και την Αμφίπολη (51%). Αντίθετα, στο ΓΠΑ και στη Μεσσήνη δεν εμφανίστηκαν διαφορές μεταξύ των δύο εποχών σποράς.



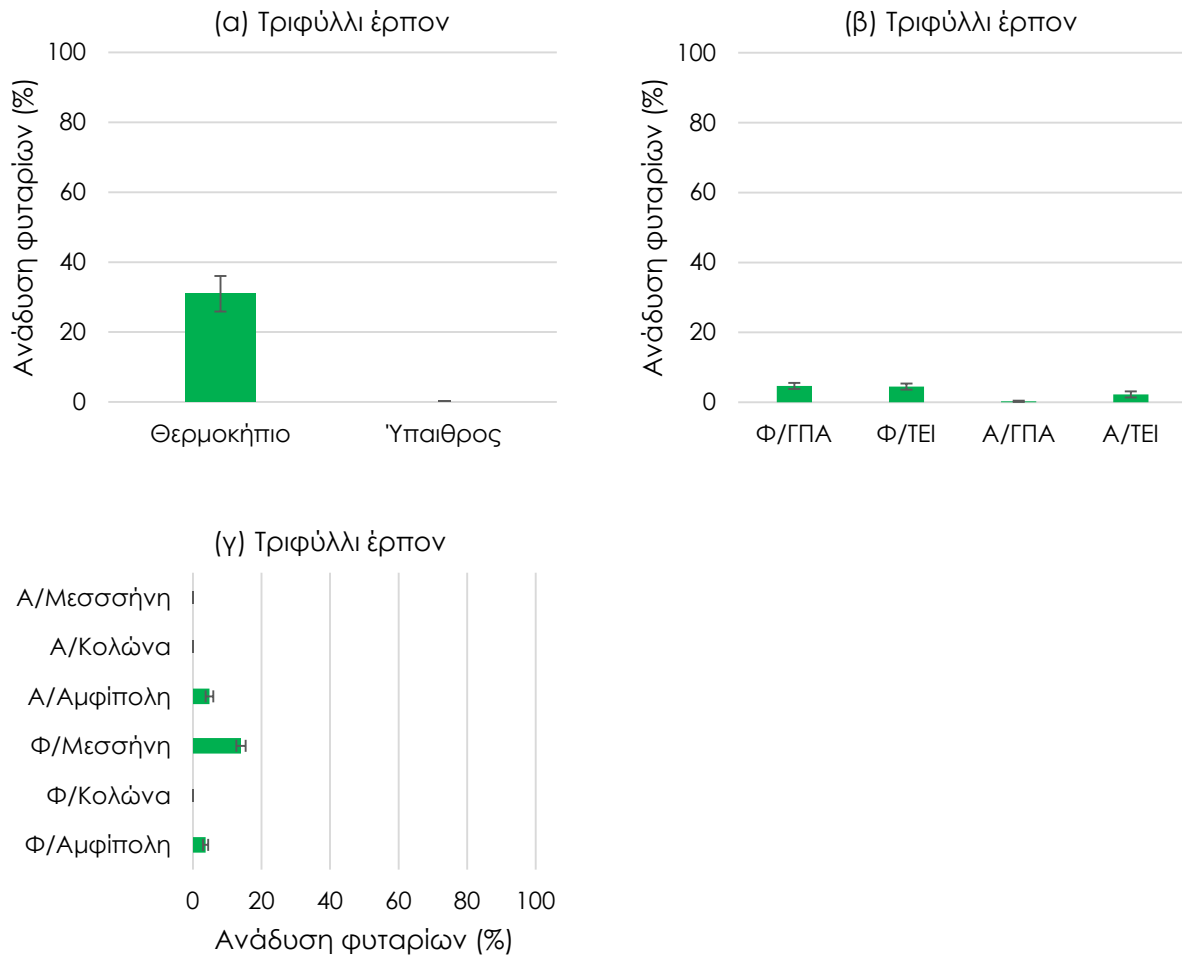
Σχήμα 98: Ανάδυση φυταρίων μηδικής (%), (α) στα κιβώτια σποράς (F^*), (β) στον αγρό του ΓΠΑ και του ΤΕΙ Πελοποννήσου (F^{***}) και (γ) στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους (F^{***}), όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις, όπου Φ: σπορά φθινοπώρου, Α: σπορά άνοιξης. Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών, δέκα και έξι επαναλήψεων αντίστοιχα \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Η **μηδική λυκίσκη** (*Medicago lupulina*) παρουσίασε υψηλότερη ανάδυση φυταρίων στα κιβώτια με τη σπορά του Νοεμβρίου στο θερμοκήπιο (67%), σε σχέση με τη σπορά στην ύπαιθρο τον Απρίλιο, όπου δεν κατάφερε να βλαστήσει (Σχήμα 99). Στους αγρούς του ΓΠΑ, του ΤΕΙ Πελοποννήσου και στους αρχαιολογικούς χώρους παρουσίασε πολύ χαμηλή βλαστικότητα (0-16%).



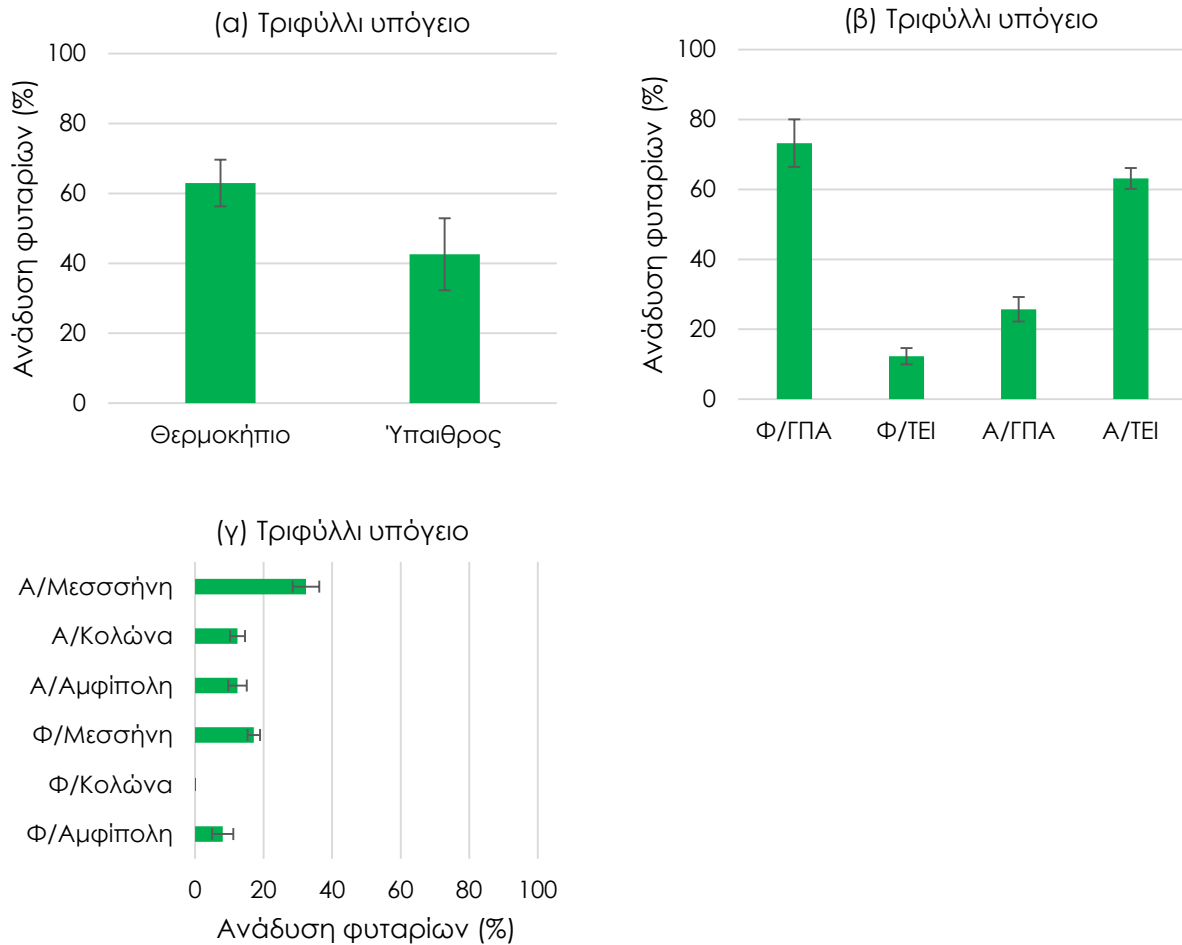
Σχήμα 99: Ανάδυση φυταρίων μηδικής λυκίσκης (%), (α) στα κιβώτια σποράς (F***), (β) στον αγρό του ΓΠΑ και του ΤΕΙ Πελοποννήσου (F***), και (γ) στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους (F^{NS}), όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις, όπου Φ: σπορά φθινοπώρου, Α: σπορά άνοιξης. Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών, δέκα και έξι επαναλήψεων αντίστοιχα ± τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Το **τριφύλλι έρπον** (*Trifolium repens*) παρουσίασε υψηλότερη ανάδυση φυταρίων στα κιβώτια με τη σπορά του Νοεμβρίου στο θερμοκήπιο (31%), σε σχέση με τη σπορά στην ύπαιθρο τον Απρίλιο, όπου δεν κατάφερε να βλαστήσει (Σχήμα 100). Στους αγρούς του ΓΠΑ, του ΤΕΙ Πελοποννήσου και στους αρχαιολογικούς χώρους παρουσίασε πολύ χαμηλή ανάδυση (0-14%).



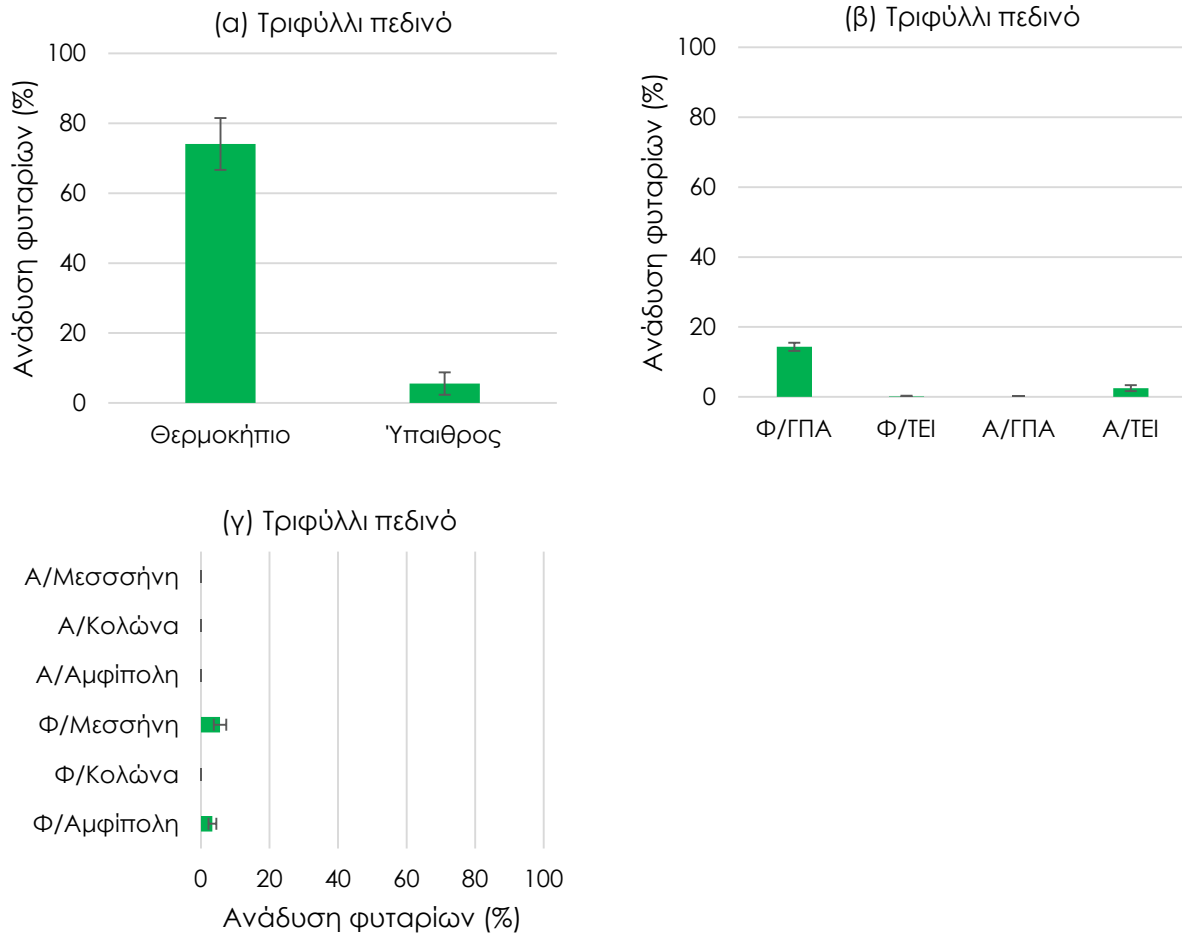
Σχήμα 100: Ανάδυση φυταρίων έρποντος τριφυλλιού (%), (α) στα κιβώτια σποράς (F***), (β) στον αγρό του ΓΠΑ και του ΤΕΙ Πελοποννήσου (F***) και (γ) στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους (F***), όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις, όπου Φ: σπορά φθινοπώρου, Α: σπορά άνοιξης. Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών, δέκα και έξι επαναλήψεων αντίστοιχα ± τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Το **τριφύλλι υπόγειο** (*Trifolium subterraneum*) αναδύθηκε σε ποσοστό 63% στα κιβώτια με τη σπορά του Νοεμβρίου στο θερμοκήπιο, ενώ με τη σπορά του Απριλίου στην ύπαιθρο σε ποσοστό 43%, χωρίς σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων (Σχήμα 101). Καλύτερα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν με την εαρινή σπορά στο ΤΕΙ Πελοποννήσου (73%), τη Μεσσήνη, (17%) και την Κολώνα (12%). Αντίθετα στο ΓΠΑ η ανάπτυξη ευνοήθηκε από τη Φθινοπωρινή σπορά (73%), ενώ στην Αμφίπολη δεν εμφανίστηκαν διαφορές μεταξύ των δύο εποχών σποράς.



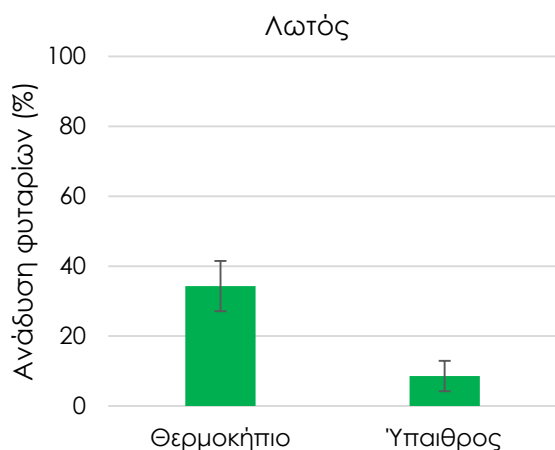
Σχήμα 101: Ανάδυση φυταρίων έρποντος τριφυλλιού (%), (α) στα κιβώτια σποράς (F^{NS}), (β) στον αγρό του ΓΠΑ και του ΤΕΙ Πελοποννήσου (F^{***}) και (γ) στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους (F^{***}), όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις, όπου Φ: σπορά φθινοπώρου, Α: σπορά άνοιξης. Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών, δέκα και έξι επαναλήψεων αντίστοιχα \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Το **τριφύλλι πεδινό** (*Trifolium campestre*) παρουσίασε υψηλότερη ανάδυση φυταρίων στα κιβώτια με τη σπορά του Νοεμβρίου στο θερμοκήπιο (74%), σε σχέση με τη σπορά στην ύπαιθρο τον Απρίλιο (6%, Σχήμα 102). Στους αγρούς του ΓΠΑ, ΤΕΙ Πελοποννήσου και στους αρχαιολογικούς χώρους παρουσίασε χαμηλά ποσοστά ανάδυσης (0-14%).



Σχήμα 102: Ανάδυση φυταρίων πεδινού τριφυλλιού (%), (α) στα κιβώτια σποράς (F***), (β) στον αγρό του ΓΠΑ και του ΤΕΙ Πελοποννήσου (F***) και (γ) στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους (F***), όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις, όπου Φ: σπορά φθινοπώρου, Α: σπορά άνοιξης. Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών, δέκα και έξι επαναλήψεων αντίστοιχα ± τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Ο **λωτός** (*Lotus corniculatus*) δεν εμφάνισε ικανοποιητικά αποτελέσματα στους πειραματικούς αγρούς, στο ΓΠΑ, το ΤΕΙ Πελοποννήσου και στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους, αφού απέτυχε να βλαστήσει (0-2%). Στα κιβώτια σποράς βλάστησε με τη σπορά του Νοεμβρίου στο θερμοκήπιο σε ποσοστό 34% και με τη σπορά του Απριλίου στην ύπαιθρο σε ποσοστό 9% (Σχήμα 103).



Σχήμα 103: Ανάδυση φυταρίων λωτού (%) στα κιβώτια σποράς όπως επηρεάστηκε από τις συνθήκες σποράς (F*). Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Στα πειράματα που έγιναν σε κιβώτια σποράς στο θερμοκήπιο και στην ύπαιθρο, στους αγρούς του ΓΠΑ και του ΤΕΙ Πελοποννήσου, αλλά και στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους, παρατηρήθηκε μείωση της ποσοστιαίας ανάδυσης των φυταρίων των ψυχανθών, σε σχέση με τη βλαστικότητα που είχε παρατηρηθεί στις εργαστηριακές δοκιμές. Τα ψυχανθή μηδική, μηδική λυκίσκη, τριφύλλι υπόγειο, τριφύλλι έρπον, τριφύλλι πεδινό και λωτός είχαν εμφάνισι πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα σε ποικιλία συνθηκών στις δοκιμές εργαστηρίου. Στη μηδική η βλαστικότητα σε συνθήκες εργαστηρίου ήταν άνω του 95%, σε θερμοκρασίες 10-25 °C, στο φως και το σκοτάδι. Η μηδική λυκίσκη είχε περίπου 80% βλαστικότητα, σε όλο το εύρος συνθηκών που δοκιμάσθηκε, ενώ το τριφύλλι υπόγειο είχε βλαστικότητα άνω του 90%, επίσης σε όλο το εύρος συνθηκών που δοκιμάσθηκε στο εργαστήριο. Ανάλογα αποτελέσματα είχαν παρατηρηθεί και για το τριφύλλι έρπον και το τριφύλλι πεδινό, ενώ ο λωτός είχε παρουσιάσει τη χαμηλότερη βλαστικότητα μεταξύ των ψυχανθών του πειράματος, 40-50% σε ευρεία ποικιλία συνθηκών (10-25 °C).

Στους πειραματικούς αγρούς του ΓΠΑ και του ΤΕΙ Πελοποννήσου, αλλά και στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους τις περιόδους όπου έγιναν οι σπορές οι θερμοκρασίες που επικρατούσαν ήταν ήπιες. Στο ΓΠΑ το Νοέμβριο, οπότε έγινε η σπορά, η μέση θερμοκρασία ήταν 15,5 °C και στο ΤΕΙ Πελοποννήσου 17,2 °C. Στην Αμφίπολη τον Οκτώβριο η μέση

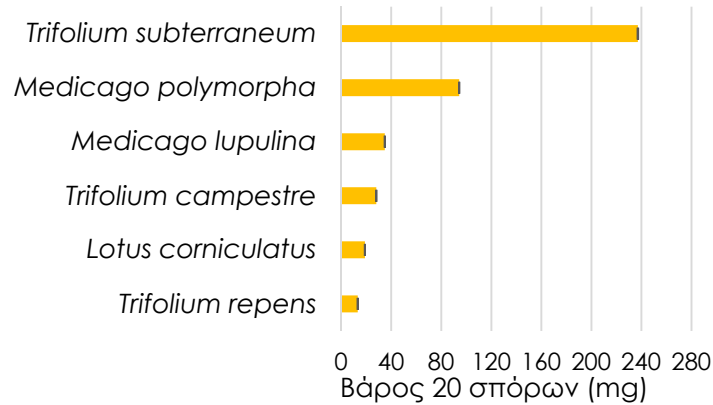
θερμοκρασία ήταν 16,7 °C, ενώ αντίστοιχες τιμές παρουσιάζονταν και στους υπόλοιπους χώρους.

Οι συνθήκες σποράς επηρεάζουν τη βλαστικότητα των σπόρων. Οι Fang *et al.* (2013) βρήκαν ότι βλαστικότητα πολυετών ποωδών ειδών για τεχνητούς λειμώνες, μειώνονταν από το εργαστήριο, στο θερμοκήπιο και από το θερμοκήπιο στον αγρό. Η βλαστικότητα ειδών με μεγάλο σπόρο ήταν διπλάσια στο εργαστήριο σε σχέση με τον αγρό, ενώ σε είδη με ενδιάμεσο και μικρό σπόρο η βλαστικότητα ήταν εννιά φορές μεγαλύτερη στο εργαστήριο σε σχέση με τον αγρό (Fang, *et al.*, 2013).

Σε συνθήκες πεδίου οι σπόροι βλαστάνουν και τα φυτάρια αναδύονται εφόσον ξεφύγουν της θήρευσης και των παθογόνων και βρουν χώρο ο οποίος θα τους εξασφαλίζει τις κατάλληλες συνθήκες για βλάστηση και εγκατάσταση, ενώ οι ακραιές ή οριακές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας μπορεί να ενυπάρχουν στο πεδίο (Sheldon, 1974). Η ενυδάτωση των σπόρων είναι ένα προαπαιτούμενο της βλάστησης και επηρεάζεται από το μέγεθος των σπόρων, το σχήμα, αλλά και τη μικροτοπογραφία του εδάφους (Harper & Benton, 1966, Foster, 1986).

Πιθανώς η μειωμένη βλαστικότητα που παρουσίασαν τα είδη ψυχανθών στους αγρούς, σε σχέση με τις δοκιμές εργαστηρίου, να οφείλεται σε ελλιπή ενυδάτωση των σπόρων στο πεδίο. Στη σύγχρονη γεωργία, όπου παρατηρείται χαμηλή βλαστικότητα σε συνθήκες αγρού, που μπορεί να μειώσουν την παραγωγικότητα, λόγω βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων πίεσης, εφαρμόζεται προμεταχείριση των σπόρων που βελτιώνουν τη βλαστικότητα (*seed priming*). Οι προμεταχειρίσεις περιλαμβάνουν την ενυδάτωση των σπόρων πριν τη σπορά, έως του σημείου που ξεκινούν οι διεργασίες βλάστησης, πριν όμως την εμφάνιση του ριζιδίου. Οι προμεταχειρίσεις αυτές εφαρμόζονται για τη βελτίωση της ταχύτητας και ομοιομορφίας της ανάδυσης, είτε υφίστανται περιβαλλοντική πίεση, είτε όχι (Ashraf and Foolad, 2005).

Έχει βρεθεί ότι μεγαλύτεροι σπόροι έχουν πλεονέκτημα, στη βλάστηση και ανάδυση, έναντι μικρότερων σπόρων, καθώς είναι ικανοί να βλαστήσουν από μεγαλύτερο βάθος, ενώ τα φυτάρια τους επιβιώνουν σε περισσότερο αντίξοα περιβάλλοντα ξηρασίας και σκίασης (Seiwa & Kikuzawa, 1991, Leishman & Westoby, 1994, Leishman *et al.*, 1995). Τα ψυχανθή που παρουσίασαν υψηλότερα ποσοστά εγκατάστασης, στους αγρούς του ΓΠΑ και ΤΕΙ Πελοποννήσου, αλλά και στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους, ήταν τα είδη μηδική και τριφύλλι υπόγειο. Τα είδη αυτά παρουσιάζουν και το μεγαλύτερο μέγεθος σπόρου ανάμεσα στα ψυχανθή των μιγμάτων, όπου το τριφύλλι υπόγειο έχει βάρος είκοσι σπόρων 237 mg και η μηδική 94 mg, σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη που το βάρος είκοσι σπόρων είναι λιγότερο από 40 mg (Σχήμα 104).



Σχήμα 104: Βάρος 20 σπόρων (mg) των ψυχανθών που συμμετείχαν στα μίγματα για τεχνητούς λειμώνες. Η τιμή είναι μέση τιμή έξι επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής

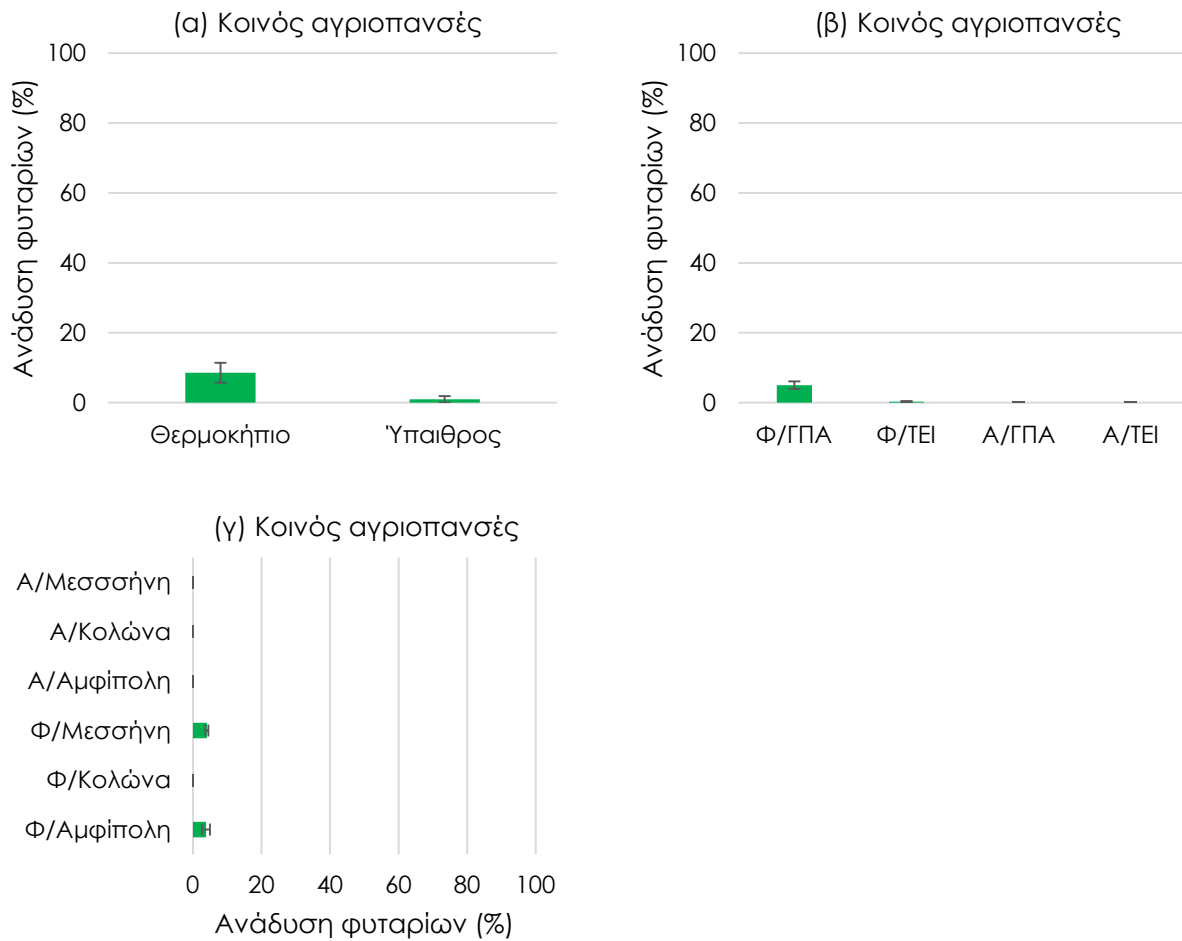
Η **μπέλλα** (*Bellis perennis*) απέτυχε να βλαστήσει (0%) σε όλους τους πειραματικούς αγρούς, στο ΓΠΑ, το ΤΕΙ Πελοποννήσου, στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους και στα κιβώτια σποράς. Οι σπόροι της μπέλλα βλάστησαν στο εργαστήριο σε υψηλότερο ποσοστό 28-32% στους 15-25 °C, ενώ χαμηλότερη βλαστικότητα παρατηρήθηκε στους 10 °C, περίπου 6%, ενώ η φωτοπερίοδος δεν επηρέασε σημαντικά το ποσοστό βλαστικότητας. Πιθανώς η χαμηλή ανάδυση των φυταρίων της μπέλλα να οφείλεται σε έλλειψη κατάλληλων θερμοκρασιακών συνθηκών κατά την εποχή σποράς. Στο ΓΠΑ το Νοέμβριο, οπότε έγινε η σπορά, η μέση θερμοκρασία ήταν 15,5 °C και στο ΤΕΙ Πελοποννήσου 17,2 °C. Στην Αμφίπολη τον Οκτώβριο η μέση θερμοκρασία ήταν 16,7 °C, ενώ αντίστοιχες τιμές παρουσιάζονταν και στους υπόλοιπους χώρους. Στο εργαστήριο η μπέλλα εμφάνισε χαμηλή βλαστικότητα στους 10 °C και πιθανώς οι χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της νύχτας στους αγρούς πεδίου να εμπόδισαν τη βλάστηση των σπόρων.

Το **ηλιοτρόπιο** (*Heliotropium europaeum*) επίσης απέτυχε να βλαστήσει (0%) σε όλους τους πειραματικούς αγρούς, στο ΓΠΑ, το ΤΕΙ Πελοποννήσου, στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους και στα κιβώτια σποράς. Αυτό αποδίδεται στην έλλειψη κατάλληλων θερμοκρασιών σε συνδυασμό με ημερήσια βροχόπτωση, κατά την περίοδο σποράς. Το ηλιοτρόπιο είχε απέτυχε να βλαστήσει στις δοκιμές εργαστηρίου στις θερμοκρασίες 10, 15, 20 και 25 °C. Οι Hunt *et al.*, 2009 βρήκαν ότι το εύρος θερμοκρασιών για βλάστηση των σπόρων ηλιοτρόπιου ήταν 30-40 °C. Η ελάχιστη θερμοκρασία για βλάστηση των σπόρων ήταν 20-25 °C, ενώ στους 25 °C παρατηρήθηκε εξαιρετικά χαμηλή βλαστικότητα. Το είδος είναι ετήσιο θερινό και απαιτεί υψηλές θερμοκρασίες και υγρασία (τουλάχιστον 25 mm), για την εκβλάστηση των σπόρων του, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η επιβίωση των νεαρών φυταρίων (Hunt *et al.*, 2009). Τέτοιες συνθήκες δεν παρουσιάστηκαν σε κανένα πειραματικό αγρό, κατά τη διάρκεια του πειράματος. Το ηλιοτρόπιο αφθονούσε στη Μεσσήνη, κατά τις καταγραφές αυτοφυούς βλάστησης τον

Οκτωβρίου του 2012 (Μέρος Ι, Κεφ. 3), που συνεπικουρεί τα ευρήματα του Hunt *et al.* (2009) περί ανάγκης υψηλής θερμοκρασίας και υγρασίας, καθώς την εποχή καταγραφής είχαν μόλις παρέλθει οι θερινοί μήνες, όπου παρουσιάζονται οι μέγιστες θερμοκρασίες, ενώ ο χώρος παρουσιάζει και υψηλή βροχόπτωση κατά τους θερμούς μήνες.

Το **ταραξάκο** (*Taraxacum officinale*) επίσης απέτυχε να βλαστήσει (0%) σε όλους τους πειραματικούς αγρούς, στο ΓΠΑ, το ΤΕΙ Πελοποννήσου, στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους και στα κιβώτια σποράς. Το ταραξάκο στις δοκιμές βλαστικότητας στο εργαστήριο δεν είχε παρουσιάσει ικανοποιητικά αποτελέσματα και παρατηρήθηκε πολύ χαμηλή βλαστικότητα (1-5%) στις περισσότερες επεμβάσεις. Η βιβλιογραφία αναφέρει ότι το ταραξάκο παρουσιάζει υψηλή βλαστικότητα (>70%) σε ευρεία ποικιλία συνθηκών (10-22 °C, Mezynski & Cole, 1974, Hoya *et al.*, 2004, Luo & Cardina, 2012). Πιθανώς η χαμηλή βλαστικότητα του ταραξάκο που παρατηρήθηκε στο πείραμά μας, στο εργαστήριο αλλά και στους πειραματικούς αγρούς να οφείλεται σε κακή ποιότητα σπόρου.

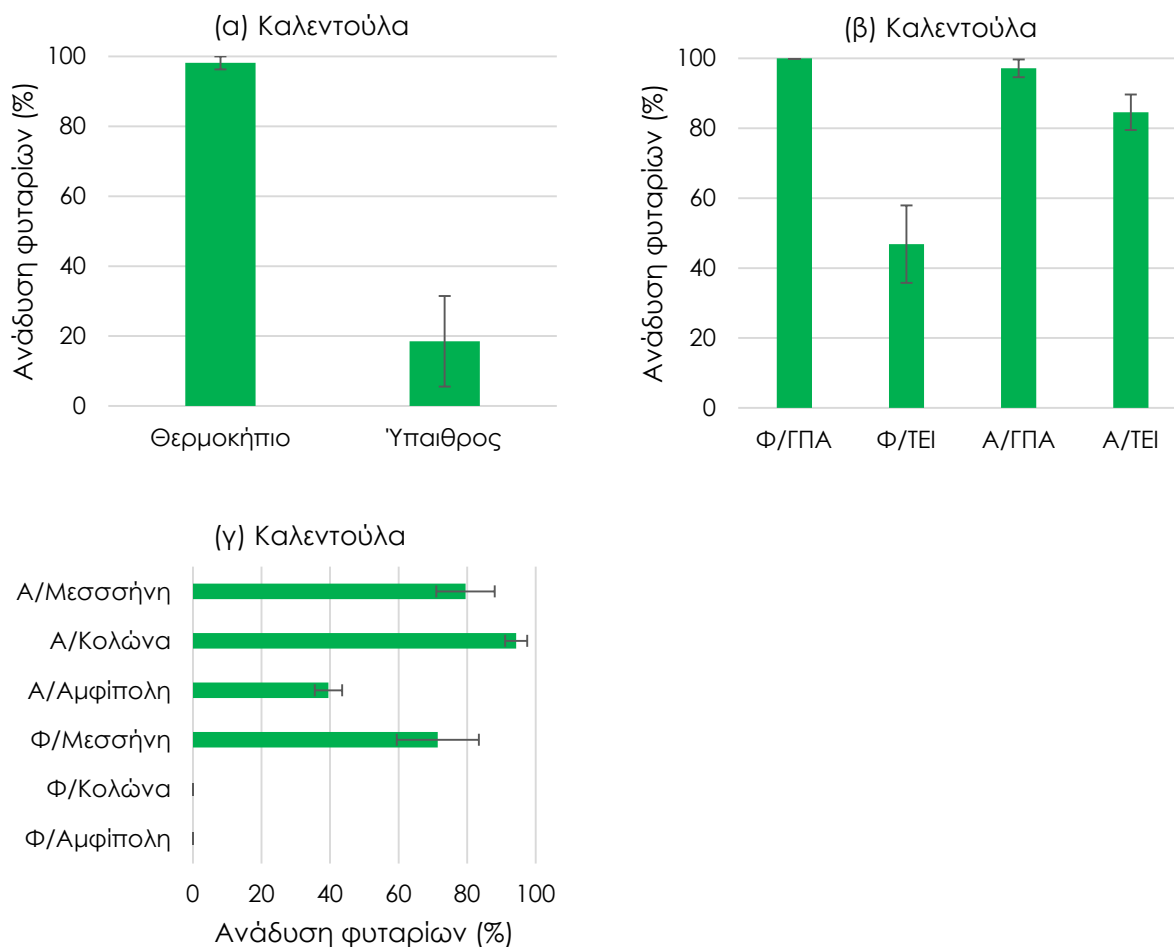
Ο **κοινός αγριοπανσές** (*Viola arvensis*) δεν εμφάνισε ικανοποιητικά αποτελέσματα στους πειραματικούς αγρούς, στο ΓΠΑ, το ΤΕΙ Πελοποννήσου, στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους και στα κιβώτια σποράς αφού η βλαστικότητά του ήταν πολύ χαμηλή (0-9%), σε όλες τις επεμβάσεις (Σχήμα 105). Πολύ χαμηλά ποσοστά βλαστικότητας (4-8%) είχαν παρουσιαστεί και στις δοκιμές βλαστικότητας στο εργαστήριο σε όλες τις επεμβάσεις. Η χαμηλή βλαστικότητα των σπόρων του κοινού αγριοπανσέ πιθανώς να οφείλεται σε λήθαργο των σπόρων, ο οποίος διαμορφώνεται από τις εποχικές διαφοροποιήσεις της θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Οι Baskin and Baskin (1995) βρήκαν ότι σπόροι του κοινού αγριοπανσέ είχαν πολύ χαμηλή βλαστικότητα (4-36%), τη χρονιά που παρήχθησαν, σε συνθήκες εργαστηρίου, η οποία αυξήθηκε μόνο όταν παρέμεναν θαμμένοι στο έδαφος, για τρία χρόνια μετά την παραγωγή τους. Ακόμη, έχει βρεθεί ότι κάποιος παράγοντας στο εδαφικό περιβάλλον, όπως περιορισμένος αερισμός, παρουσία πτητικών μεταβολιτών ή/και μεγάλη μεταβολή της ημερήσιας θερμοκρασίας αποτρέπει την εκβλάστηση θαμμένων σπόρων του κοινού αγριοπανσέ. Έτσι πολύ λίγοι σπόροι αναμένεται να βλαστήσουν σε συνθήκες αγρού (Baskin & Baskin, 1995).



Σχήμα 105: Ανάδυση φυταρίων κοινού αγριοπανσές (%), (α) στα κιβώτια σποράς (F^{NS}), (β) στον αγρό του ΓΠΑ και του ΤΕΙ Πελοποννήσου (F^{***}) και (γ) στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους (F^{***}), όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις, όπου Φ: σπορά φθινοπώρου, Α: σπορά άνοιξης. Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών, δέκα και έξι επαναλήψεων αντίστοιχα \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Η **καλέντουλα** (*Calendula arvensis*) παρουσίασε υψηλότερη ανάδυση φυταρίων στα κιβώτια με τη σπορά του Νοεμβρίου στο θερμοκήπιο (98%), σε σχέση με τη σπορά στην ύπαιθρο τον Απρίλιο (19%, Σχήμα 106). Υψηλά ποσοστά ανάδυσης παρουσίασε στους πειραματικούς αγρούς. Η ανάδυση των φυταρίων ευνοήθηκε με την εαρινή σπορά στο ΤΕΙ Πελοποννήσου (84%), την Κολώνα (94%) και την Αμφίπολη (40%). Δεν παρουσιάστηκαν διαφορές στην ανάδυση των φυταρίων μεταξύ των εποχών σποράς στο ΓΠΑ και τη Μεσσήνη (Διάγραμμα 102). Η καλέντουλα είχε παρουσιάσει στις εργαστηριακές δοκιμές υψηλότερη βλαστικότητα στις υψηλές θερμοκρασίες 15-20 °C. Η καλέντουλα ευνοήθηκε από τις ήπιες θερμοκρασίες που επικρατούσαν στους πειραματικούς αγρούς και τις δύο εποχές σποράς. Στο ΤΕΙ Πελοποννήσου το Νοέμβριο η μέση θερμοκρασία ήταν 17,2 °C, ενώ το Μάρτιο 13,8 °C. Στην

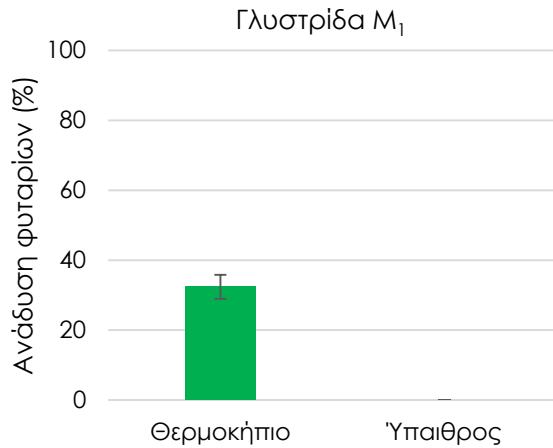
Αμφίπολη πιθανώς η βλάστηση της καλέντουλας εμποδίστηκε το Φθινόπωρο από τις χαμηλές θερμοκρασίες που ακολούθησαν τη σπορά (12,3 °C, το Νοέμβριο), ενώ στην Κολώνα το Φθινόπωρο τα τεμάχια κατακλύστηκαν από οξαλίδα (*Oxalis pes caprae*), που δεν επέτρεψε την ανάπτυξη κανενός φυταρίου των μιγμάτων.



Σχήμα 106: Ανάδυση φυταρίων καλέντουλας (%), (α) στα κιβώτια σποράς (F**), (β) στον αγρό του ΓΠΑ και του ΤΕΙ Πελοποννήσου, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις (F***), και (γ) στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους (F***), όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις, όπου Φ: σπορά φθινοπώρου, Α: σπορά άνοιξης. Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών, δέκα και έξι επαναλήψεων αντίστοιχα ± τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

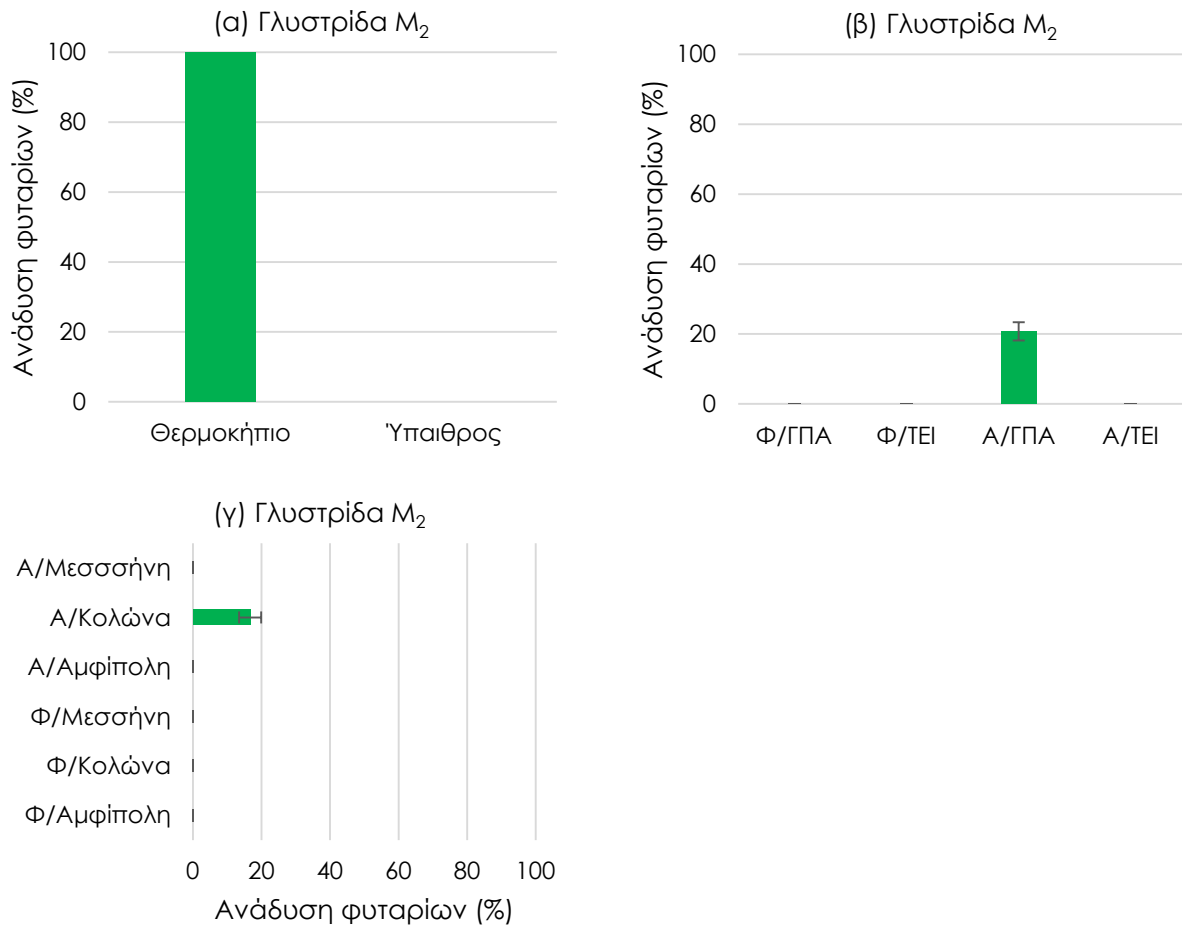
Η **γλυστρίδα** του μίγματος **M₁** (*Portulaca oleraceae*) παρουσίασε υψηλότερη ανάπτυξη φυταρίων στα κιβώτια με τη σπορά του Νοεμβρίου στο θερμοκήπιο (32%), σε σχέση με τη σπορά στην ύπαιθρο τον Απρίλιο, όπου απέτυχε να αναδυθεί (Σχήμα 107). Απέτυχε επίσης να αναδυθεί (0%) στους αγρούς του ΓΠΑ, του ΤΕΙ Πελοποννήσου και στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους. Η γλυστρίδα M₁ στις δοκιμές βλαστικότητας στο εργαστήριο παρουσίασε υψηλότερες τιμές στις υψηλές θερμοκρασίες 20-25 °C. Μέση μηνιαία θερμοκρασία τουλάχιστον 20 °C

παρουσιάστηκε στους πειραματικούς αγρούς το Μάιο, οπότε πιθανώς η έλλειψη επαρκούς βροχόπτωσης την περίοδο του Μαΐου και ο ανταγωνισμός με τα χειμερινά ζιζάνια να ανάστειλαν την εμφάνιση των φυταρίων γλυστρίδας M_1 .



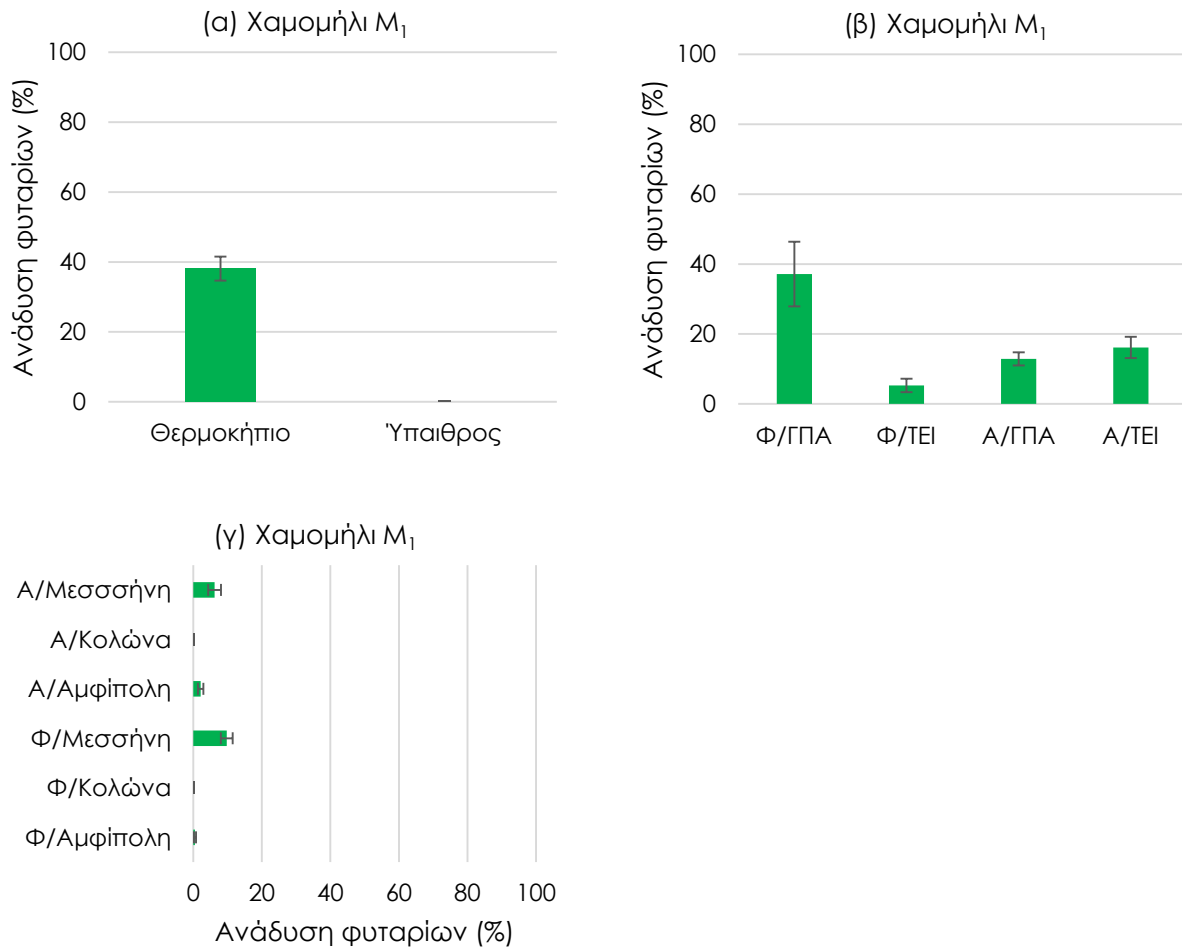
Σχήμα 107: Ανάδυση φυταρίων γλυστρίδας M_1 (%) στα κιβώτια σποράς, όπως επηρεάστηκε από τις συνθήκες σποράς (F^{***}). Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Η **γλυστρίδα** του μίγματος M_2 (*Portulaca oleraceae*) αναδύθηκε στα κιβώτια σε ποσοστό 100% με τη σπορά του Νοεμβρίου στο θερμοκήπιο, ενώ με τη σπορά του Απριλίου στην ύπαιθρο δεν κατάφερε να αναδυθεί (Σχήμα 108). Το είδος απέτυχε σχεδόν σε όλους του πειραματικούς αγρούς, αφού εμφανίστηκε μόνο με την εαρινή σπορά στο ΓΠΑ (20%) και την Κολώνα (17%). Η βλαστικότητα των σπόρων γλυστρίδας M_2 στον εργαστήριο ήταν εξαιρετικά υψηλή, άνω του 88%, σε όλες τις επεμβάσεις φωτοπεριόδου και θερμοκρασίας (10-25 °C). Πιθανώς η χαμηλή βλαστικότητα της γλυστρίδας του M_2 στους πειραματικούς αγρούς να οφείλεται σε έλλειψη επαρκούς υγρασίας στο περιβάλλον των σπόρων, καθώς το εύρος θερμοκρασίας για τη βλάστηση των σπόρων, όπως παρατηρήθηκε από τις δοκιμές εργαστηρίου, ικανοποιούνταν από τις δύο εποχές σποράς. Στη σπορά σε κιβώτια στο θερμοκήπιο το Νοέμβριο ήταν αυξημένη η διαθέσιμη εδαφική και σχετική υγρασία στο περιβάλλον των σπόρων.



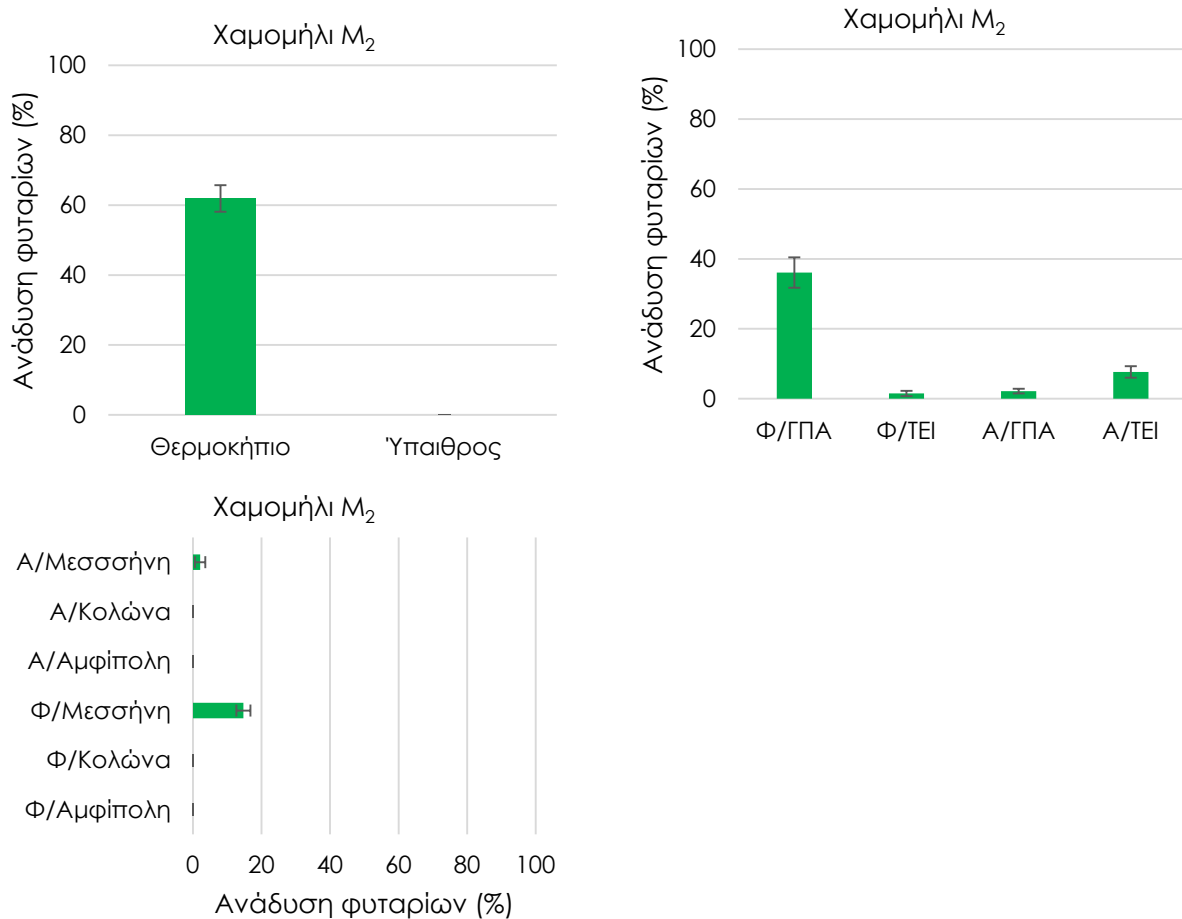
Σχήμα 108: Ανάδυση φυταρίων γλυστρίδας M_2 (%), (α) στα κιβώτια σποράς, (β) στον αγρό του ΓΠΑ και του ΤΕΙ Πελοποννήσου (F^{***}) και (γ) στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους (F^{***}), όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις, όπου Φ: σπορά φθινοπώρου, Α: σπορά άνοιξης. Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών, δέκα και έξι επαναλήψεων αντίστοιχα \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Το **χαμομήλι** του μίγματος M_1 (*Matricaria recutita*) παρουσίασε υψηλότερη ανάδυση φυταρίων στα κιβώτια με τη σπορά του Νοεμβρίου στο θερμοκήπιο (38%), σε σχέση με τη σπορά στην ύπαιθρο τον Απρίλιο, όπου απέτυχε να αναδυθεί (Σχήμα 109). Η ανάδυση ευνοήθηκε από τη φθινοπωρινή σπορά στο ΓΠΑ (37%), ενώ στο ΤΕΙ Πελοποννήσου δεν εμφάνισε διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους παρατηρήθηκε πολύ χαμηλή ανάδυση (0-10%).



Σχήμα 109: Ανάδυση φυταρίων χαμομηλιού M_1 (%), (α) στα κιβώτια σποράς (F^{***}), (β) στον αγρό του ΓΠΑ και του ΤΕΙ Πελοποννήσου (F^{***}) και (γ) στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους (F^{***}), όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις, όπου Φ: σπορά φθινοπώρου, Α: σπορά άνοιξης. Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών, δέκα και έξι επαναλήψεων αντίστοιχα \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Το **χαμομήλι** του μίγματος M_2 (*Matricaria recutita*) παρουσίασε υψηλότερη ανάδυση φυταρίων στα κιβώτια με τη σπορά του Νοεμβρίου στο θερμοκήπιο (62%), σε σχέση με τη σπορά στην ύπαιθρο τον Απρίλιο, όπου απέτυχε να αναδυθεί (Σχήμα 110). Η ανάδυση ευνοήθηκε από τη φθινοπωρινή σπορά στο ΓΠΑ (36%), ενώ στο ΤΕΙ Πελοποννήσου και στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους παρατηρήθηκε πολύ χαμηλή ανάδυση (0-14%).



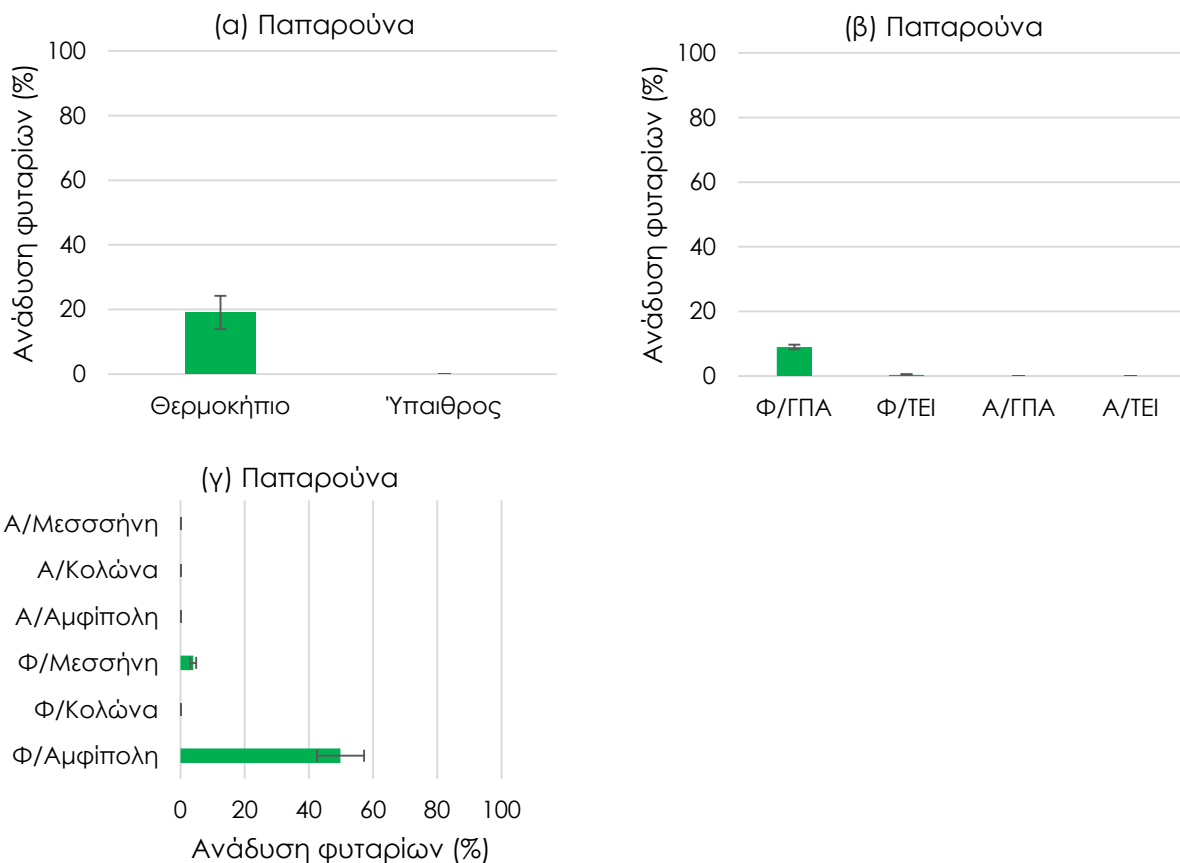
Σχήμα 110: Ανάδυση φυταρίων χαμομηλιού M₂ (%), (α) στα κιβώτια σποράς (F***), (β) στον αγρό του ΓΠΑ και του ΤΕΙ Πελοποννήσου (F***) και (γ) στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους (F***), όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις, όπου Φ: σπορά φθινοπώρου, Α: σπορά άνοιξης. Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών, δέκα και έξι επαναλήψεων αντίστοιχα ± τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Οι σπόροι του χαμομηλιού M₁ παρουσίασαν τα υψηλότερα ποσοστά βλαστικότητας, στις δοκιμές εργαστηρίου, στο φώς στους 20 °C (50-53%). Το είδος χαμομήλι M₂, στις εργαστηριακές δοκιμές, εμφάνισε τα υψηλότερα ποσοστά βλαστικότητας (71-73%) στο σκοτάδι στους 15 και 20 °C και στο φώς (61-66%) στους 15-25 °C. Στους πειραματικούς αγρούς, κατά τη φθινοπωρινή σπορά η μέση θερμοκρασία ήταν περίπου 15 °C, ενώ κατά την εαρινή περίπου 13 °C. Πιθανώς οι χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της νύχτας, την εποχή σποράς, να εμπόδισαν τη βλάστηση των σπόρων του χαμομηλιού M₁ και M₂.

Η **παπαρούνα** (*Paraver rhoeas*) παρουσίασε υψηλότερη ανάδυση φυταρίων στα κιβώτια με τη σπορά του Νοεμβρίου στο θερμοκήπιο (19%), σε σχέση με τη σπορά στην ύπαιθρο τον Απρίλιο, όπου απέτυχε να αναδυθεί (Σχήμα 111). Στις υπόλοιπες επεμβάσεις παρουσίασε πολύ

χαμηλή ανάδυση (0-9%), με εξαίρεση τη Φθινοπωρινή σπορά στην Αμφίπολη (50%). Πρέπει να σημειωθεί ότι η παπαρούνα αυτοφύονταν στην περιοχή του πειραματικού αγρού της Αμφίπολης και πιθανώς τα φυτάρια, που μετρήθηκαν στα πειραματικά τεμάχια, να προέρχονται από σπόρους αυτοφυών φυτών.

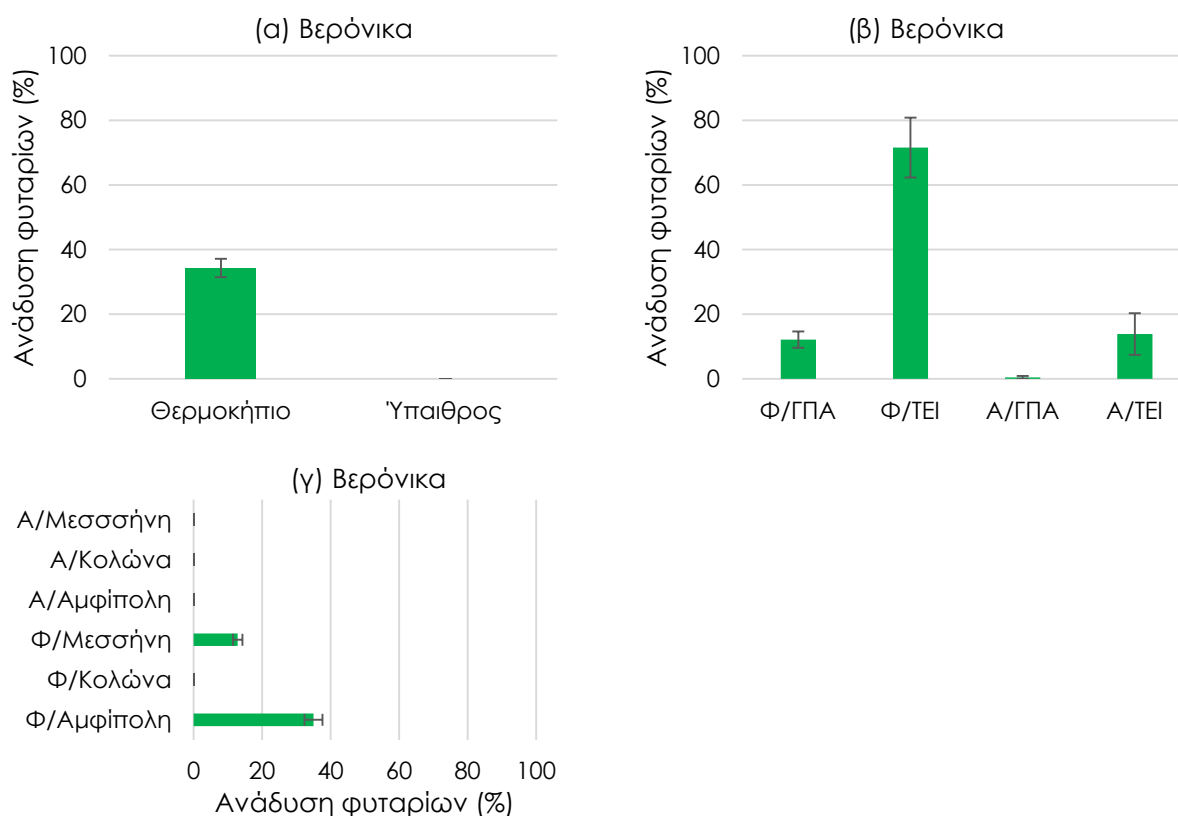
Οι σπόροι παπαρούνας βλάστησαν σε πολύ χαμηλό ποσοστό (0-10%) στο εργαστήριο, σε όλες τις επεμβάσεις φωτοπεριόδου και θερμοκρασίας. Η χαμηλή βλαστικότητα των σπόρων της παπαρούνας, στο εργαστήριο αλλά και στους πειραματικούς αγρούς, πιθανώς να οφείλεται σε λήθαργο των σπόρων. Οι Baskin *et al.* (2002) βρήκαν ότι σπόροι που είχαν μόλις συλλεγεί παρουσίαζαν μορφοφυσιολογικό λήθαργο και βλάστησαν σε πολύ χαμηλό ποσοστό (0-6%), σε εναλλασσόμενες θερμοκρασίες 15/5 °C, 20/10 °C και 25/15 °C. Η βλαστικότητα βελτιώθηκε σημαντικά (>80%) αφού είχαν παραμείνει οι σπόροι θαμμένοι στο έδαφος για 6-12 εβδομάδες, σε εναλλασσόμενες υψηλές θερμοκρασίες 20/10 °C και 25/15 °C. Το είδος είναι ετήσιο χειμερινό και ο λήθαργος διακόπτεται από την έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του θέρους (Baskin *et al.* 2002).



Σχήμα 111: Ανάδυση φυταρίων παπαρούνας (%), (α) στα κιβώτια σποράς (F***), (β) στον αγρό του ΓΠΑ και του ΤΕΙ Πελοποννήσου (F***) και (γ) στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους (F***), όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις, όπου Φ: σπορά φθινοπώρου, Α: σπορά άνοιξης. Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών, δέκα και έξι επαναλήψεων αντίστοιχα ± τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Η **βερόνικα** (*Veronica persica*) παρουσίασε υψηλότερη ανάδυση φυταρίων στα κιβώτια με τη σπορά του Νοεμβρίου στο θερμοκήπιο (34%), σε σχέση με τη σπορά στην ύπαιθρο τον Απρίλιο, όπου απέτυχε να αναδυθεί (Σχήμα 112). Η βερόνικα παρουσίασε χαμηλά ποσοστά ανάδυσης στους πειραματικούς αγρούς (0-13%), με εξαίρεση τη Φθινοπωρινή σπορά στο ΤΕΙ Πελοποννήσου (71%) και τη φθινοπωρινή σπορά στην Αμφίπολη (35%). Η βερόνικα στις δοκιμές εργαστηρίου παρουσίασε υψηλότερη βλαστικότητα, περίπου 64% στους 20 και 25 °C. Η βλαστικότητα ήταν χαμηλότερη στους 15 °C (44%) και στους 10 °C (26%), ενώ η φωτοπερίοδος δεν επηρέασε σημαντικά τη βλαστικότητα των σπόρων. Πρέπει να σημειωθεί ότι η βερόνικα αυτοφύονταν στην περιοχή του πειραματικού αγρού του ΤΕΙ Πελοποννήσου και πιθανώς τα φυτάρια, που μετρήθηκαν στα πειραματικά τεμάχια, να προέρχονται από σπόρους αυτοφυών φυτών.

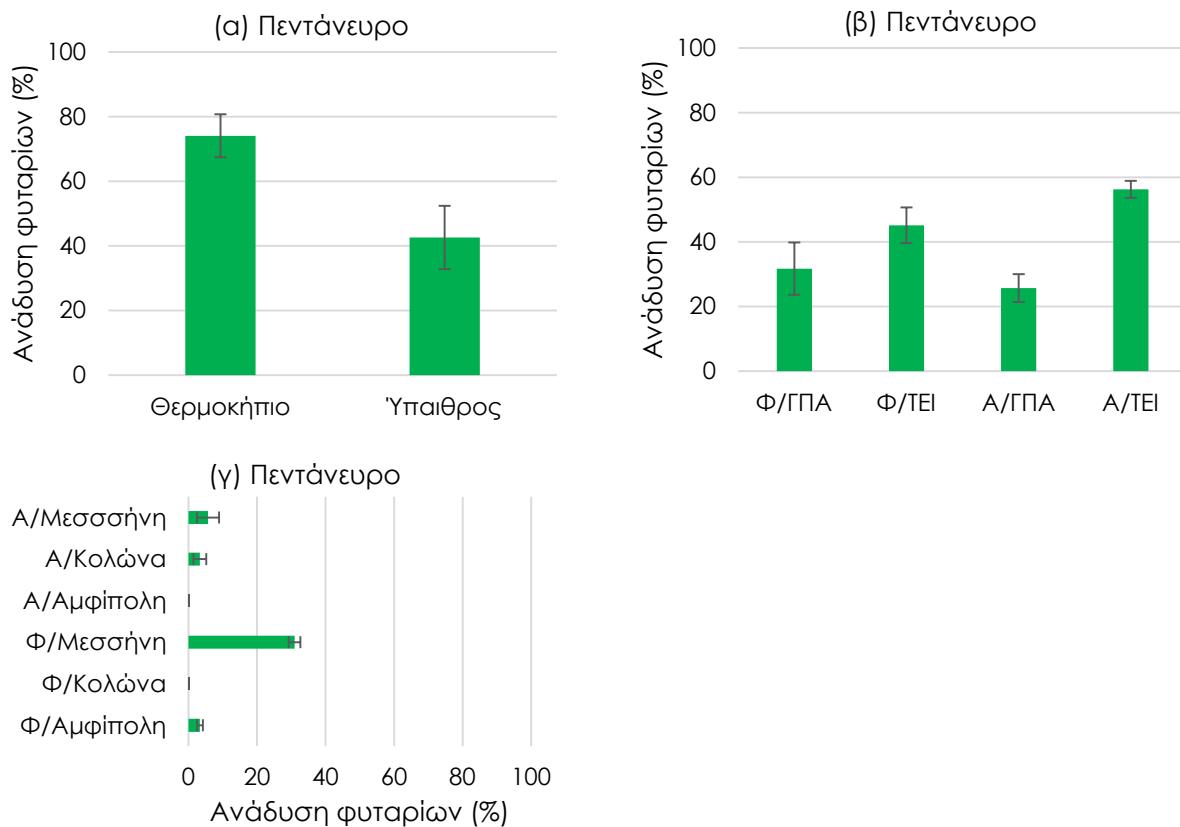
Πιθανώς, η χαμηλή βλαστικότητα των σπόρων της βερόνικα να οφείλεται σε έλλειψη κατάλληλων θερμοκρασιών. Μέση μηνιαία θερμοκρασία τουλάχιστον 20 °C, στην οποία παρουσίασε υψηλή βλαστικότητα στο εργαστήριο, παρουσιάστηκε στους πειραματικούς αγρούς το Μάιο, οπότε πιθανώς η έλλειψη επαρκούς βροχόπτωσης την περίοδο του Μαΐου και ο ανταγωνισμός με τα ζιζάνια να αναστείλαν την εμφάνιση των φυταρίων βερόνικα.



Σχήμα 112: Ανάδυση φυταρίων βερόνικας (%), (α) στα κιβώτια σποράς (F***), (β) στον αγρό του ΓΠΑ και του ΤΕΙ Πελοποννήσου (F***), και (γ) στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους (F***), όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις, όπου Φ: σπορά φθινοπώρου, Α: σπορά άνοιξης. Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών, δέκα και έξι επαναλήψεων αντίστοιχα ± τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Το **πεντάνευρο** (*Plantago lanceolata*) παρουσίασε υψηλότερη ανάδυση φυταρίων στα κιβώτια με τη σπορά του Νοεμβρίου στο θερμοκήπιο (74%), σε σχέση με τη σπορά στην ύπαιθρο τον Απρίλιο (43%, Σχήμα 113). Υψηλότερη ανάδυση (56%) παρουσίασε με την εαρινή σπορά στο ΤΕΙ Πελοποννήσου, χωρίς σημαντική διαφορά όμως από τη Φθινοπωρινή (45%), ενώ ούτε στον αγρό του ΓΠΑ παρουσίασε διαφορές μεταξύ των δύο περιόδων σποράς. Στους αρχαιολογικούς χώρους παρουσίασε χαμηλή βλαστικότητα (0-6%) και τις δύο εποχές σποράς, με εξαίρεση τη Φθινοπωρινή σπορά στη Μεσσήνη (31%). Πάντως, πεντάνευρο αυτοφύονταν στην περιοχή του πειραματικού αγρού της Μεσσήνης και πιθανώς τα φυτάρια που μετρήθηκαν να προέρχονται από αυτοφυείς πληθυσμούς.

Οι σπόροι του πεντάνευρου, στις δοκιμές εργαστηρίου, παρουσίασαν υψηλότερη βλαστικότητα στους 15-20 °C. Το πεντάνευρο φαίνεται να ευνοήθηκε από τις ήπιες θερμοκρασίες που επικρατούσαν κατά την εποχή σποράς στον αγρό του ΓΠΑ και του ΤΕΙ Πελοποννήσου, ενώ η προετοιμασία του εδάφους με αναστροφή που εφαρμόστηκε στους παραπάνω αγρούς φαίνεται να βελτίωσε την ανάδυση, σε σχέση με τους αρχαιολογικούς χώρους όπου ήταν χαμηλή.



Σχήμα 113: Ανάδυση φυταρίων πεντάνευρου (%), (α) στα κιβώτια σποράς (F^{NS}), (β) στον αγρό του ΓΠΑ και του ΤΕΙ Πελοποννήσου (F^{**}) και (γ) στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους (F^{***}), όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις, όπου Φ: σπορά φθινοπώρου, Α: σπορά άνοιξης. Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών, δέκα και έξι επαναλήψεων αντίστοιχα \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

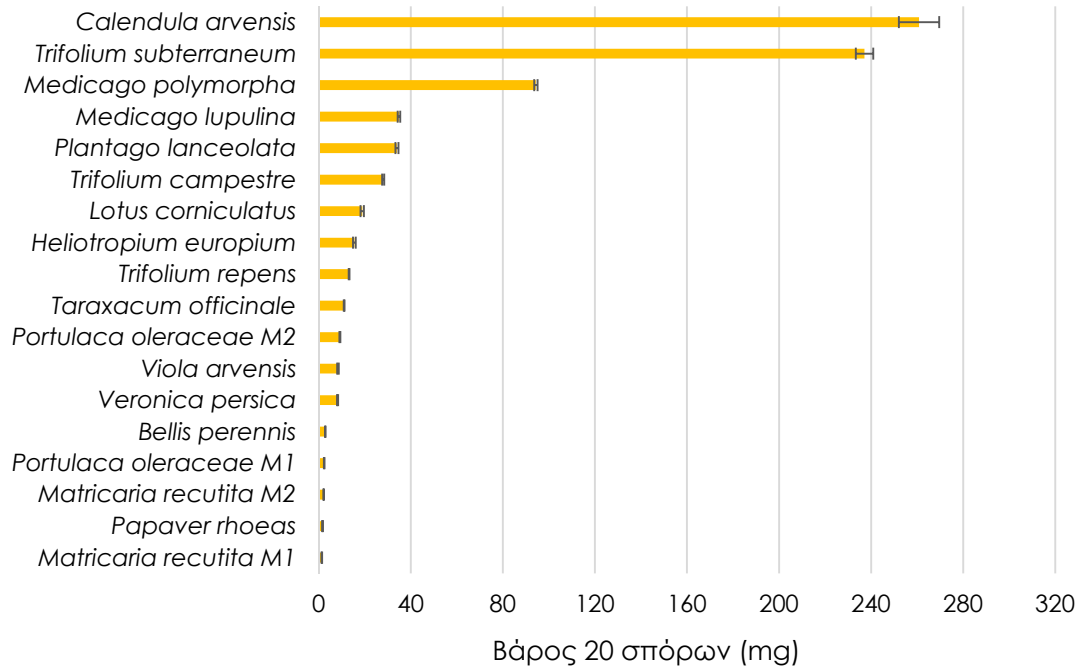
Πρέπει να σημειωθεί ότι στην Κολώνα Αίγινας το Δεκέμβριο, δύο μήνες μετά τη σπορά, τα πειραματικά τεμάχια είχαν κατακλυστεί (100%) από οξαλίδα, που δεν επέτρεψε την ανάδυση των φυταρίων του λειμώνα (Εικόνα 102). Η οξαλίδα είναι ένα ιδιαίτερος επιθετικό ζιζάνιο, που σχηματίζει πυκνό ενιαίο τάπητα και έχει αλληλοπαθητικές ιδιότητες (Tranlos *et al.*, 2008).



Εικόνα 102: Τα πειραματικά τεμάχια στην Κολώνα Αίγινας, όπου διακρίνεται η προσβολή από οξαλίδα

Τα περισσότερα είδη των μιγμάτων εμφάνισαν καλύτερα ποσοστά ανάδυσης στα κιβώτια σποράς στο θερμοκήπιο, σε σχέση με τον αγρό του ΓΠΑ και του ΤΕΙ Πελοποννήσου, ενώ ακόμα μικρότερα ποσοστά ανάδυσης παρατηρήθηκαν στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους. Αυτό πιθανώς οφείλεται στην ελλιπή ενυδάτωση των σπόρων στους υπαίθριους αγρούς, όπου οι σπόροι έλαβαν τη φυσική βροχόπτωση, σε σχέση με τη σπορά που έγινε στο θερμοκήπιο όπου εφαρμόζονταν άρδευση σε συνδυασμό με την υψηλή υγρασία στο θερμοκήπιο, που δεν επέτρεπε την ξήρανση της επιφάνειας του εδάφους. Καλύτερη βλαστικότητα εμφανίστηκε σε κάποια είδη και στους αγρούς το ΓΠΑ και του ΤΕΙ Πελοποννήσου, όπου είχε γίνει αναστροφή του εδάφους. Ο Hitchmough (2004) βρήκε ότι υψηλότερη βλαστικότητα παρατηρήθηκε σε έδαφος που είχε αναστραφεί σε σχέση με σπορά σε έδαφος χωρίς αναστροφή ή σε έδαφος καλυμμένο με άμμο. Η σπορά σε έδαφος που είχε αναστραφεί δεν επηρεάστηκε και από την περίοδο σποράς καθώς είχε υψηλότερη ικανότητα συγκράτησης υγρασίας, επειδή ήταν ψιλοχωματισμένο.

Τα είδη τα οποία παρουσίασαν ικανοποιητικά αποτελέσματα στους πειραματικούς αγρούς του ΓΠΑ, ΤΕΙ Πελοποννήσου και στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους ήταν τα μηδική, τριφύλλι υπόγειο και καλέντουλα. Τα είδη αυτά έχουν το μεγαλύτερο σπόρο ανάμεσα στα είδη του μίγματος (Σχήμα 114). Έχει βρεθεί ότι μεγαλύτεροι σπόροι έχουν πλεονέκτημα, στη βλάστηση και ανάδυση, έναντι μικρότερων σπόρων, καθώς είναι ικανοί να βλαστήσουν από μεγαλύτερο βάθος, ενώ τα φυτά τους επιβιώνουν σε περισσότερο αντίξοα περιβάλλοντα ξηρασίας και σκίασης (Seiwa & Kikuzawa, 1991, Leishman & Westoby, 1994, Leishman *et al.*, 1995).



Σχήμα 114: Βάρη είκοσι σπόρων, των ειδών που συμμετείχαν στα μίγματα για τεχνητούς λειμώνες. Η τιμή είναι μέση τιμή έξι επαναλήψεων ± τυπικό σφάλμα μέσης τιμής

3.9.3 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΦΥΤΑΡΙΩΝ

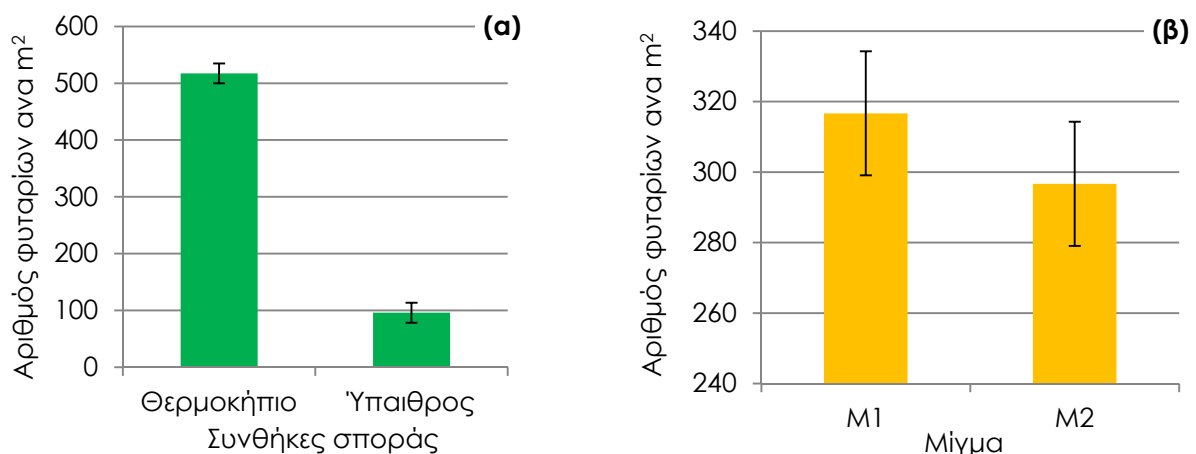
Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων της πυκνότητας φυταρίων στα κιβώτια σποράς πραγματοποιήθηκε ανάλυση διασποράς στα δεδομένα, με τη χρήση του λογισμικού Statgraphics Centurion ver. 15.2.11 (Statpoint Technologies Inc. Warrenton, VA, USA). Δεν εμφανίστηκαν σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων του πειράματος, μίγμα και εποχής σποράς, έτσι τα δεδομένα αναλύθηκαν διπαραγοντικά. Τα αποτελέσματα αφορούν μετρήσεις που έγιναν ένα μήνα μετά τη σπορά. Στο Παράρτημα ΙΧ παρατίθενται οι πίνακες στατιστικής ανάλυσης.

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων της πυκνότητας φυταρίων στον αγρό του ΓΠΑ και του ΤΕΙ Πελοποννήσου, πραγματοποιήθηκε ανάλυση διασποράς στα δεδομένα, με τη χρήση του λογισμικού Statgraphics Centurion ver. 15.2.11 (Statpoint Technologies Inc. Warrenton, VA, USA). Επειδή εμφανίστηκαν σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων, τόπος, μίγμα και εποχή σποράς, τα δεδομένα αναλύθηκαν για κάθε χώρο ξεχωριστά. Η διπαραγοντική ανάλυση δεδομένων πυκνότητας φυταρίων του αγρού του ΓΠΑ δεν εμφάνισε αλληλεπιδράσεις των παραγόντων, μίγμα και εποχή σποράς, έτσι τα δεδομένα αναλύθηκαν για κάθε παράγοντα χωριστά, για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($P < 0.05$), με τη χρήση του Statgraphics Centurion ver 15.2.11. Αντίθετα, στα δεδομένα από το ΤΕΙ Πελοποννήσου

εμφανίστηκαν αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων, μίγμα και εποχή σποράς, έτσι τα δεδομένα αναλύθηκαν μονοπαραγοντικά για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($P < 0.05$), με τη χρήση του Statgraphics Centurion ver 15.2.11. Στον αγρό του ΓΠΑ και του ΤΕΙ Πελοποννήσου μετρήσεις για τον υπολογισμό της πυκνότητας των φυταρίων ελήφθησαν περίπου δύο μήνες μετά τη σπορά. Στο Παράρτημα ΙΧ παρατίθενται οι πίνακες στατιστικής ανάλυσης.

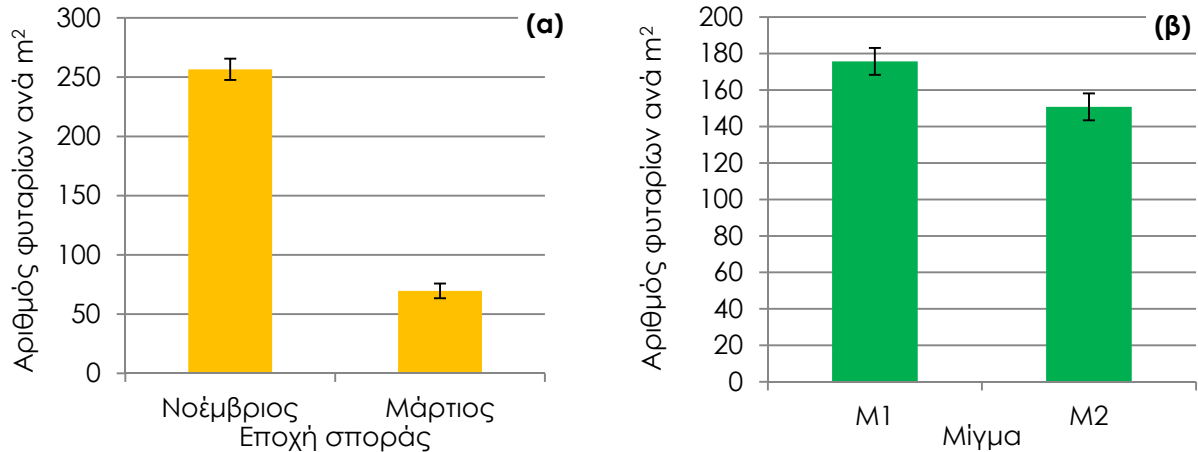
Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων της πυκνότητας φυταρίων στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους, πραγματοποιήθηκε ανάλυση διασποράς στα δεδομένα, με τη χρήση του λογισμικού Statgraphics Centurion ver. 15.2.11 (Statpoint Technologies Inc. Warrenton, VA, USA). Η πολυπαραγοντική ανάλυση των δεδομένων έδειξε σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων του πειράματος, αρχαιολογικός χώρος, μίγμα και εποχή σποράς, οπότε τα δεδομένα αναλύθηκαν για κάθε χώρο ξεχωριστά. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων πυκνότητας φυταρίων στην Κολώνα και στη Μεσσήνη δεν έδειξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων, εποχή σποράς και μίγμα, οπότε τα δεδομένα αναλύθηκαν διπαραγοντικά. Αντίθετα, στην Αμφίπολη φάνηκε ότι υπήρχε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων του πειράματος, ήτοι του μίγματος και της εποχής σποράς, οπότε τα δεδομένα αναλύθηκαν μονοπαραγοντικά. Μετρήσεις για τον υπολογισμό της πυκνότητας των φυταρίων ελήφθησαν περίπου δύο μήνες μετά τη σπορά. Στο Παράρτημα ΙΧ παρατίθενται οι πίνακες στατιστικής ανάλυσης.

Στα κιβώτια σποράς η φθινοπωρινή σπορά του Νοεμβρίου στο θερμοκήπιο απέδωσε μεγαλύτερη πυκνότητα φυταρίων (517 φυτάρια ανά m^2), σε σχέση με την εαρινή, του Απριλίου στην ύπαιθρο (96 φυτάρια ανά m^2 , Σχήμα 112). Επιπλέον, στα κιβώτια το M_1 απέδωσε υψηλότερο αριθμό φυταρίων (316 φυτάρια ανά m^2), σε σχέση με το M_2 (296 φυτάρια ανά m^2), χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά όμως μεταξύ των επεμβάσεων (Σχήμα 115).



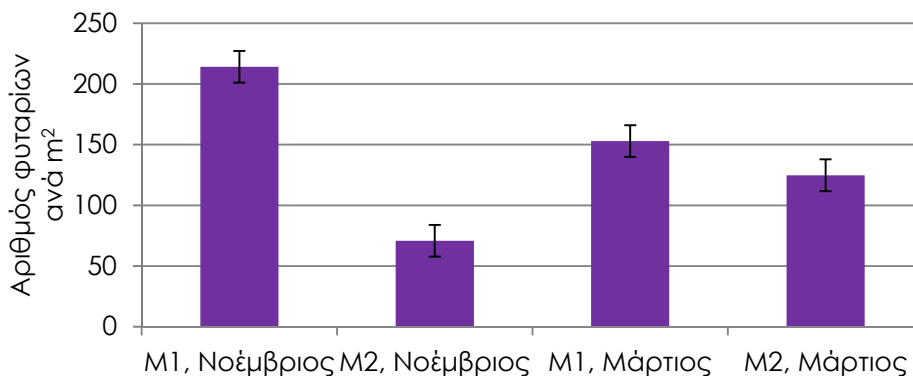
Σχήμα 115: Πυκνότητα φυταρίων στα κιβώτια σποράς ένα μήνα μετά τη σπορά, όπως επηρεάστηκε από (α) τις συνθήκες σποράς (F^{***}) και (β) το μίγμα σποράς (F^{NS}). Οι τιμές είναι μέση τιμή τριών επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Στον αγρό του ΓΠΑ η φθινοπωρινή σπορά απέδωσε μεγαλύτερη πυκνότητα φυταρίων, όπου με τη σπορά του Νοεμβρίου (φθινοπωρινή) προέκυψαν 256 φυτάρια ανά m^2 , σε σχέση με τη σπορά του Μαρτίου (Άνοιξης), όπου φύτεψαν 70 φυτάρια ανά m^2 (Σχήμα 116). Επιπλέον, το μίγμα M_1 απέδωσε σημαντικά μεγαλύτερο αριθμό φυταρίων στον αγρό του ΓΠΑ, όπου προέκυψαν 175 φυτάρια ανά m^2 , σε σχέση με το μίγμα M_2 , που απέδωσε 150 φυτάρια ανά m^2 .



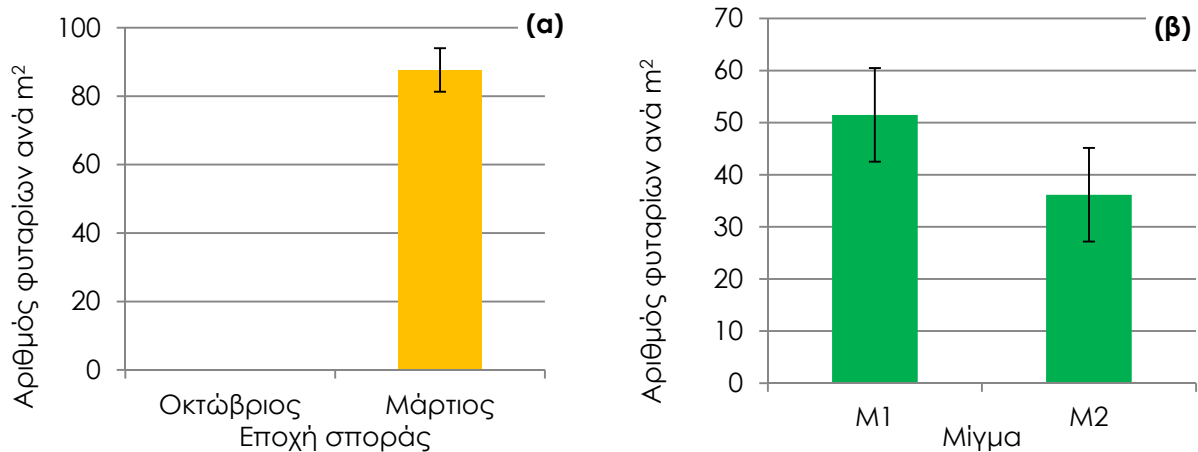
Σχήμα 116: Πυκνότητα φυταρίων, στον αγρό του ΓΠΑ δύο μήνες μετά τη σπορά, όπως επηρεάστηκε (α) από την εποχή σποράς (F^{***}) και (β) από το μίγμα σποράς (F^*). Οι τιμές είναι μέση τιμή δέκα επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Στο ΤΕΙ Πελοποννήσου υψηλότερη πυκνότητα φυταρίων προέκυψε από τη φθινοπωρινή σπορά, του Νοεμβρίου, του M_1 , 214 φυτάρια ανά m^2 , σε σχέση με τη φθινοπωρινή σπορά του M_2 , που απέδωσε μόλις 70 φυτάρια ανά m^2 (Σχήμα 117). Οι σπορές της Άνοιξης, το Μάρτιο στο ΤΕΙ Πελοποννήσου απέδωσαν ενδιάμεσο αριθμό φυταρίων, 153 φυτάρια ανά m^2 για το M_1 και 124 για το M_2 .



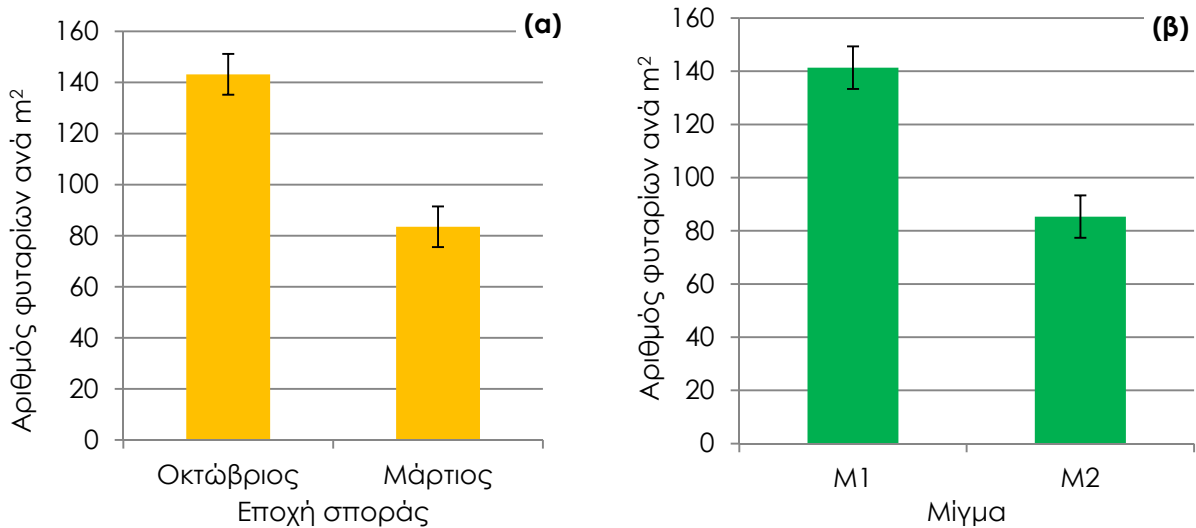
Σχήμα 117: Αριθμός φυταρίων ανά m^2 , στον αγρό του ΤΕΙ Πελοποννήσου, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις (F^{***} , όπου μίγμα σποράς: M_1 και M_2 και εποχή σποράς: Νοέμβριος και Μάρτιος) Οι τιμές είναι μέση τιμή δέκα επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Στην Κολώνα, η εαρινή σπορά του Μαρτίου απέδωσε μεγαλύτερη πυκνότητα φυταρίων δύο μήνες μετά τη σπορά, οπότε προέκυψαν 88 φυτάρια ανά m^2 , σε σχέση με τη σπορά του Οκτωβρίου (Φθινοπωρινή), οπότε δεν φύτρωσε κανένα φυτάριο στα τεμάχια (Σχήμα 118). Επιπλέον, το μίγμα Μ₁ απέδωσε μεγαλύτερο αριθμό φυταρίων, όπου προέκυψαν 52 φυτάρια ανά m^2 , σε σχέση με το μίγμα Μ₂, που απέδωσε 36 φυτάρια ανά m^2 , χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά.

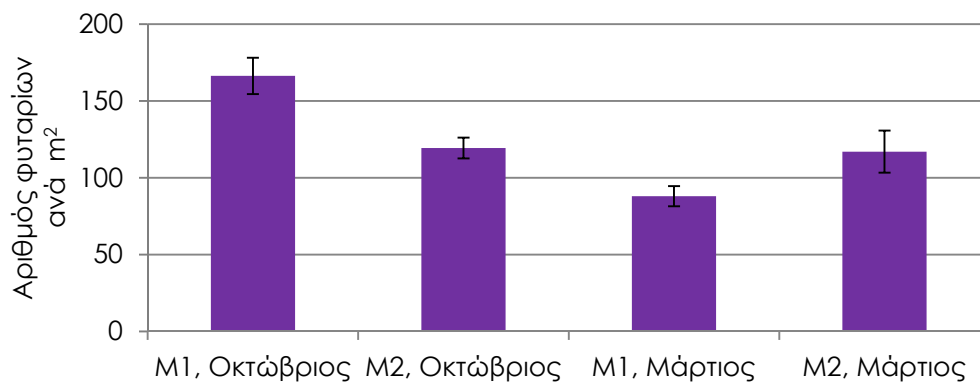


Σχήμα 118: Πυκνότητα φυταρίων, στην Κολώνα, δύο μήνες μετά τη σπορά, όπως επηρεάστηκε (α) από την εποχή σποράς (F^{***}) και (β) από το μίγμα σποράς (F^{NS}). Οι τιμές είναι μέση τιμή έξι επαναλήψεων \pm τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Δύο μήνες μετά τη σπορά, η φθινοπωρινή σπορά απέδωσε μεγαλύτερο αριθμό φυταρίων ανά μονάδα επιφάνειας στη Μεσσήνη, όπου με τη σπορά του Οκτωβρίου προέκυψαν 143 φυτάρια ανά m^2 , σε σχέση με τη σπορά του Μαρτίου, όπου μετρήθηκαν 87 φυτάρια ανά m^2 (Σχήμα 119). Ακόμη, στη Μεσσήνη το μίγμα Μ₁ απέδωσε σημαντικά μεγαλύτερο αριθμό φυταρίων 141, σε σχέση με το Μ₂, όπου απέδωσε 85 φυτάρια ανά m^2 . Στην Αμφίπολη υψηλότερο αριθμό φυταρίων απέδωσε η φθινοπωρινή σπορά του Μ₁ και Μ₂, με 166 και 119 φυτάρια ανά m^2 , αντίστοιχα, ενώ την Άνοιξη το Μ₁ απέδωσε 88 φυτάρια ανά m^2 και το Μ₂ 117 φυτάρια ανά m^2 (Σχήμα 120).



Σχήμα 119: Πυκνότητα φυταρίων, στη Μεσσήνη δύο μήνες μετά τη σπορά, όπως επηρεάστηκε (α) από την εποχή σποράς (F^{***}) και (β) από το μίγμα σποράς (F^{***}). Οι τιμές είναι μέση τιμή έξι επαναλήψεων ± τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$



Σχήμα 120: Αριθμός φυταρίων ανά m², στην Αμφίπολη δύο μήνες μετά τη σπορά, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις (F^{**}, όπου μίγμα σποράς: M₁ και M₂ και εποχή σποράς: Νοέμβριος και Μάρτιος). Οι τιμές είναι μέση τιμή έξι επαναλήψεων ± τυπικό σφάλμα μέσης τιμής. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Η Φθινοπωρινή σπορά απέδωσε υψηλότερη πυκνότητα φυταρίων στον αγρό του ΓΠΑ και στη Μεσσήνη, ενώ στο ΤΕΙ Πελοποννήσου και την Αμφίπολη, υψηλότερη πυκνότητα φυταρίων απέδωσε η φθινοπωρινή σπορά του M₁. Η αυξημένη πυκνότητα φυταρίων με τη σπορά του Φθινοπώρου, πιθανώς οφείλεται στην αυξημένη διαθέσιμη υγρασία στο εδαφικό περιβάλλον, κατά τους μήνες μετά τη σπορά, λόγω υψηλότερων βροχοπτώσεων, σε σχέση με την περίοδο της Άνοιξης. Στην Αθήνα την περίοδο που ακολούθησε τη Φθινοπωρινή σπορά Νοέμβριο έως

Ιανουάριο το ύψος του υετού ήταν 267 mm, σε σχέση με την περίοδο Μαρτίου-Μαΐου που ήταν 131 mm. Στην Καλαμάτα το ύψος υετού την περίοδο Νοεμβρίου-Ιανουαρίου ήταν 435 mm, σε σχέση με την περίοδο Μαρτίου-Μαΐου που ήταν 141 mm, ενώ αντίστοιχες τιμές παρατηρούνται και για τους υπόλοιπους χώρους. Τα αποτελέσματα συμφωνούν με προηγούμενες δημοσιεύσεις (Hitchmough *et al.*, 2004, Wilson & Gerry, 1995), που δείχνουν ότι οι βροχοπτώσεις είναι ένας κύριος παράγοντας που επηρεάζει την επιτυχημένη ανάδυση και εγκατάσταση των νεαρών φυταρίων του λειμώνα. Η βέλτιστη εποχή για σπορά είναι σε περιόδους με υψηλότερες βροχοπτώσεις (Hitchmough, 2014).

Στο ΤΕΙ Πελοποννήσου και την Αμφίπολη όπου δεν παρατηρήθηκε υψηλότερη πυκνότητα φυταρίων με τη φθινοπωρινή σπορά του M_2 , οφείλεται στη βελτιωμένη βλαστικότητα της μηδικής που κυριαρχούσε στα τεμάχια του M_2 και ευνοήθηκε από την εαρινή σπορά (Μέρος II, Κεφ. 3.9.2).

Στην Κολώνα, ενώ οι βροχοπτώσεις ήταν αντίστοιχα υψηλότερες τη φθινοπωρινή περίοδο, τα τεμάχια κατακλύστηκαν, την περίοδο μετά τη σπορά, από οξαλίδα (*Oxalis pes caprae* L.). Η οξαλίδα σχηματίζει πυκνό ενιαίο τάπητα και έχει αλληλοπαθητικές ιδιότητες (Tranlos *et al.*, 2008) και έτσι η προσβολή που άγγιξε το 100%, οδήγησε σε αποτυχία ανάδυσης φυταρίων με τη φθινοπωρινή σπορά. Αντίθετα, την Άνοιξη, παρ' ότι οι βροχοπτώσεις ήταν χαμηλές, η οξαλίδα είχε ολοκληρώσει το βλαστητικό της κύκλο και είχε εξαφανιστεί και έτσι έγινε δυνατή η ανάδυση των φυταρίων του μίγματος. Τα αποτελέσματα συμφωνούν με άλλες έρευνες που δείχνουν ότι οι προσβολές από ζιζάνια, κατά την περίοδο ανάδυσης των φυταρίων, είναι επίσης καθοριστικός παράγοντας για την επιτυχημένη εγκατάσταση του λειμώνα (Hitchmough *et al.*, 2004, Wilson & Gerry, 1995).

Για τη δημιουργία τεχνητού λειμώνα ποωδών ειδών η επιδιωκόμενη πυκνότητα φυταρίων είναι 100-200 φυτάρια m^{-1} , ενώ σε περιοχές με επιθετικά ζιζάνια πιθανώς να είναι επιθυμητές ακόμη υψηλότερες πυκνότητες φυταρίων (Hitchmough, 2014). Η επιθυμητή πυκνότητα φυταρίων επετεύχθη με τις περισσότερες επεμβάσεις. Στην Κολώνα δεν επετεύχθη η επιθυμητή πυκνότητα με καμία επέμβαση, λόγω της προσβολής από οξαλίδα το Φθινόπωρο και ελλιπούς βροχοπτώσης την Άνοιξη. Ακόμη, η επιθυμητή πυκνότητα φυταρίων δεν επετεύχθη με τη Φθινοπωρινή σπορά του M_2 στο ΤΕΙ Πελοποννήσου, με την εαρινή σπορά στη Μεσσήνη και με την εαρινή σπορά του M_1 στην Αμφίπολη.

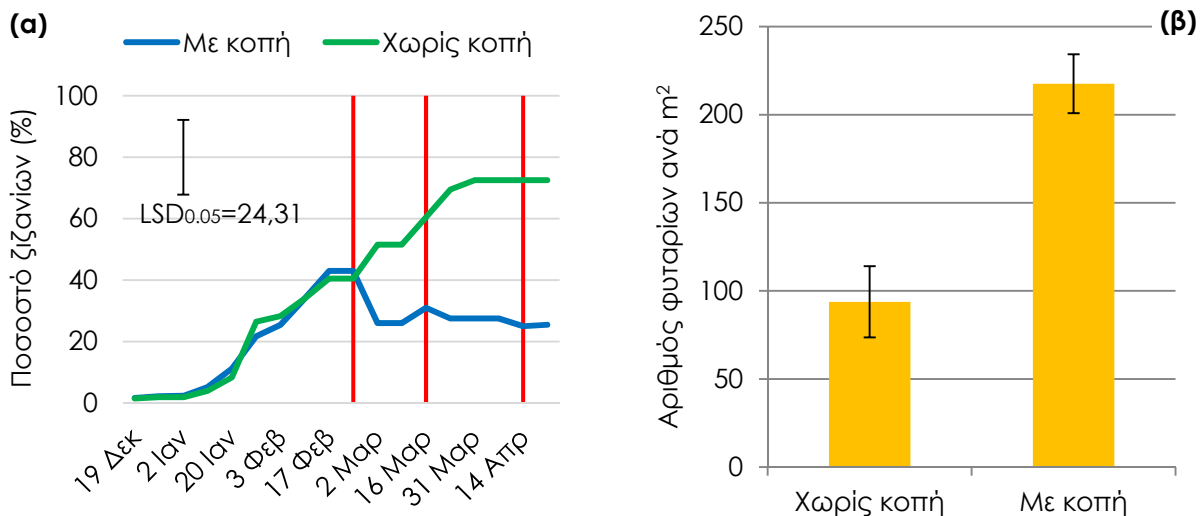
3.9.4 ΠΟΣΟΣΤΟ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Στον αγρό του ΓΠΑ εφαρμόστηκε μηχανική κοπή για τον περιορισμό των ζιζανίων τη χειμερινή βλαστητική περίοδο, σε πέντε από τις δέκα επαναλήψεις και παρακολουθήθηκε το επίπεδο προσβολής από ζιζάνια και ο αριθμός φυταρίων ανά είδος, των πειραματικών τεμαχίων στα οποία είχε γίνει φθινοπωρινή σπορά (Μέρος II, Κεφ. 2.9.3). Οι μετρήσεις του επιπέδου προσβολής από ζιζάνια εκφράζονταν ως ποσοστό του τεμαχίου που καλύπτονταν από

ζιζάνια (0 κανένα ζιζάνιο έως 100 πλήρης κάλυψη από ζιζάνια). Οι κοπές έγιναν κατά τους μήνες μέγιστης ανάπτυξης των χειμερινών ζιζανίων..

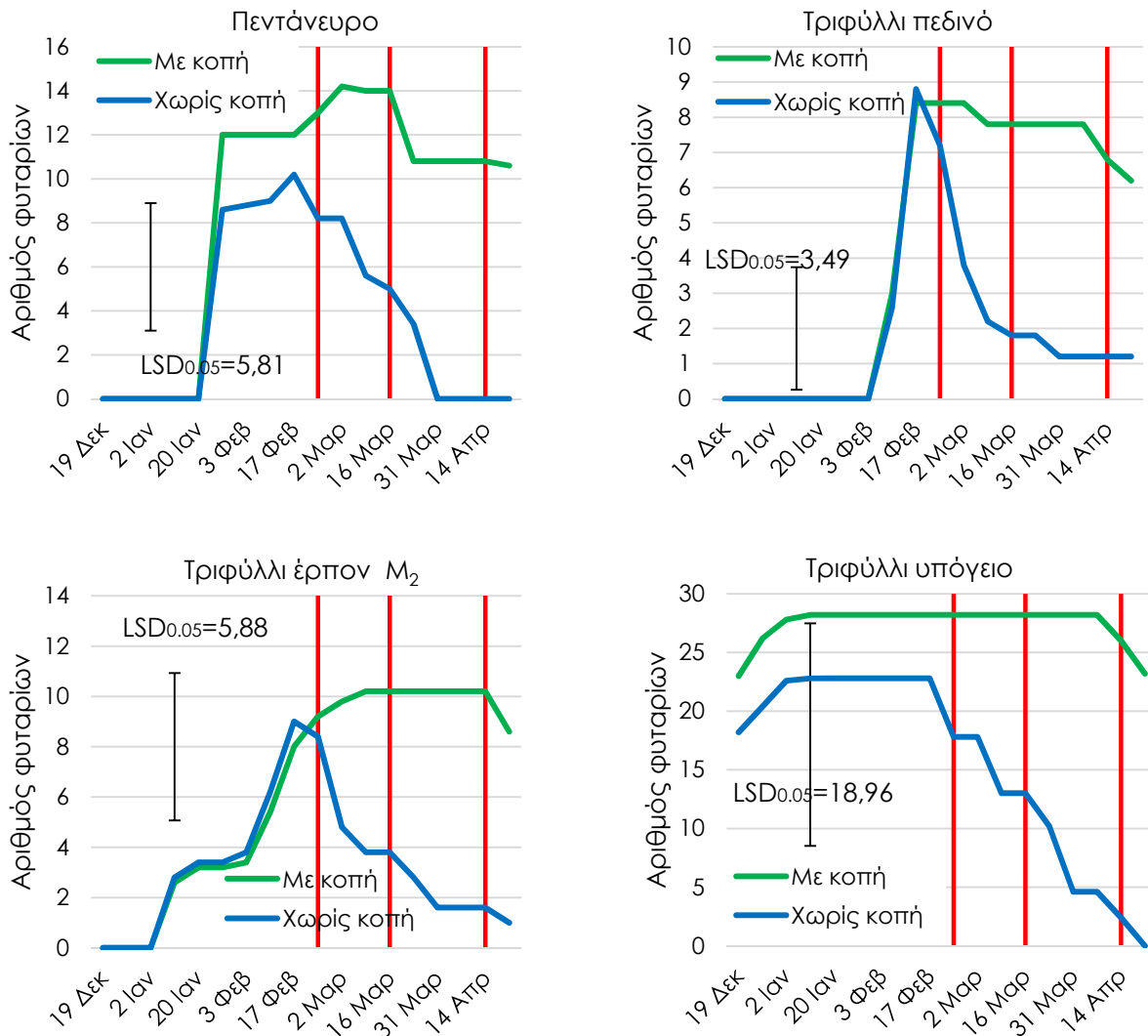
Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων του ποσοστού ζιζανίων στα τεμάχια εγκατάστασης του αγρού του ΓΠΑ, έδειξε ότι οι επεμβάσεις των κοπών μείωσαν σημαντικά το ποσοστό προσβολής των τεμαχίων από ζιζάνια. Κατά τους μήνες Μάρτιο και Απρίλιο, οπότε κορυφώνεται η ανάπτυξη των χειμερινών ζιζανίων και είναι η περίοδος του έτους με την πιο άφθονη ανάπτυξη ζιζανίων, τα πειραματικά τεμάχια στα οποία δεν έγιναν κοπές παρουσίαζαν περίπου 72% προσβολές από ζιζάνια (Σχήμα 121). Αντίθετα, στα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκαν κοπές, οι προσβολές των ζιζανίων ήταν περιορισμένες και την περίοδο Μαρτίου-Απριλίου κυμάνθηκαν περίπου στο 25%.

Οι μετρήσεις του αριθμού των φυταρίων του λειμώνα τον Απρίλιο, μετά το τέλος της περιόδου των κοπών, έδειξε σημαντικές διαφορές στον αριθμό των φυταρίων που επιβίωσαν κατά τη διάρκεια της χειμερινής βλαστητικής περιόδου, Ιανουάριο έως Απρίλιο. Στα τεμάχια στα οποία έγιναν κοπές των ζιζανίων επιβίωσαν 218 φυτάρια ανά m^2 , έναντι 94 φυταρίων ανά m^2 που μετρήθηκαν στα τεμάχια στα οποία δεν έγιναν κοπές (Σχήμα 121).



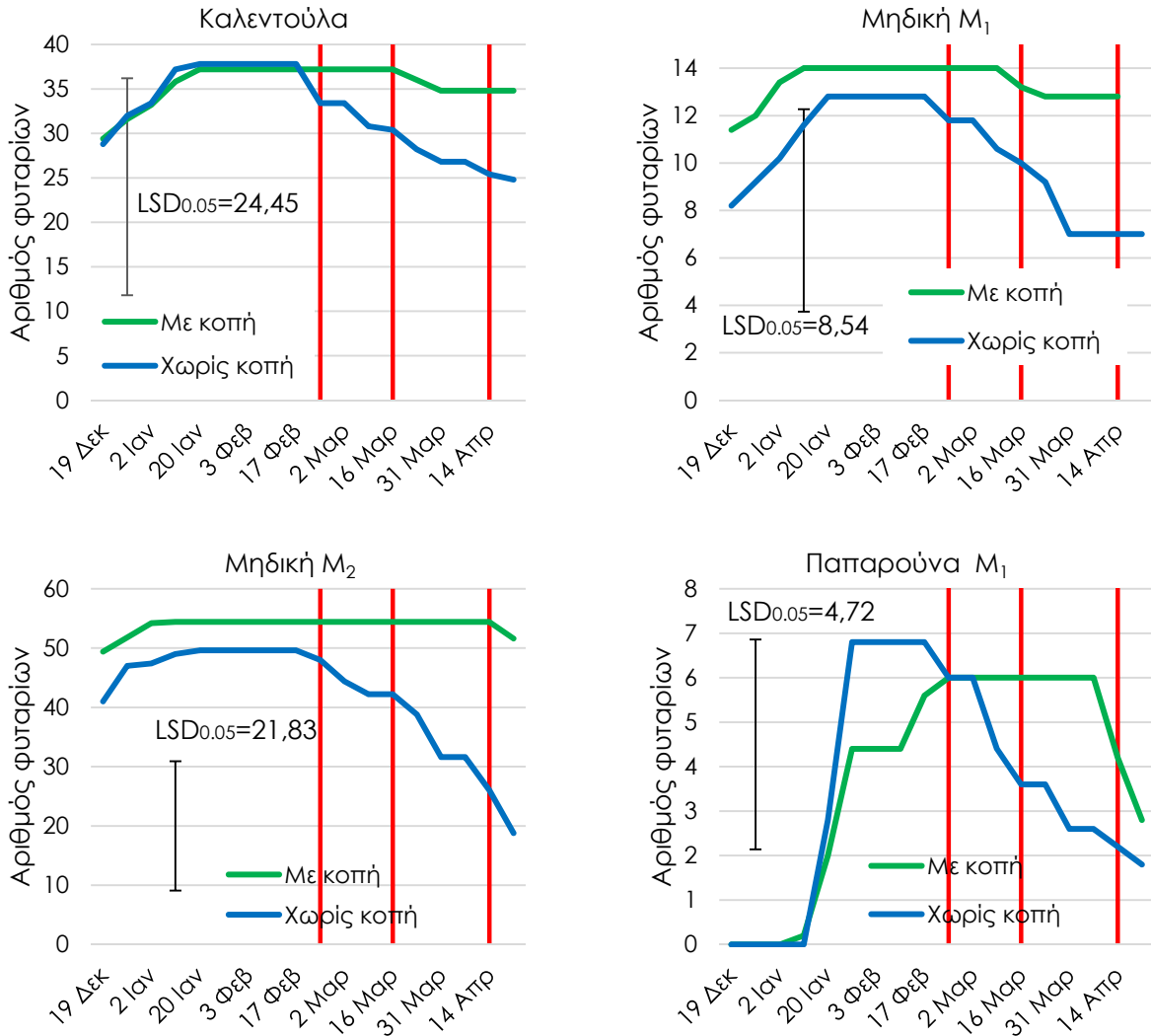
Σχήμα 121: (α) Ποσοστό ζιζανίων (%) στα πειραματικά τεμάχια του ΓΠΑ, κατά τη χειμερινή βλαστητική περίοδο, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις κοπής σύμφωνα με το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο (F^{**}). Οι τιμές είναι μέση τιμή πέντε επαναλήψεων. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$. Οι κόκκινες γραμμές καταδεικνύουν τις ημερομηνίες εφαρμογής των κοπών και (β) Αριθμός φυταρίων του λειμώνα ανά m^2 στον αγρό του ΓΠΑ, τον Απρίλιο, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις των κοπών (F^{***}). Οι τιμές είναι μέση τιμή πέντε επαναλήψεων. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$

Ο αριθμός φυταρίων πεντάνευρου στα τεμάχια επηρεάστηκε σημαντικά από τις επεμβάσεις κοπής. Στα τεμάχια στα οποία έγιναν κοπές μετρήθηκαν τον Απρίλιο περίπου δέκα φυτάρια πεντάνευρου, ενώ στα τεμάχια που δεν έγιναν κοπές δεν επιβίωσε κανένα φυτάριο (Σχήμα 122). Ανάλογα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και στο τριφύλλι πεδινό και το τριφύλλι έρπον M_2 , όπου στα τεμάχια που έγιναν κοπές μετρήθηκαν έξι και εννιά φυτάρια αντιστοίχως, σε αντίθεση με τα τεμάχια που δεν έγιναν κοπές όπου δεν επιβίωσαν σχεδόν καθόλου φυτάρια (Σχήμα 122). Ο αριθμός φυταρίων ήταν σημαντικά μεγαλύτερος στα τεμάχια που έγιναν κοπές και για το είδος τριφύλλι υπόγειο.

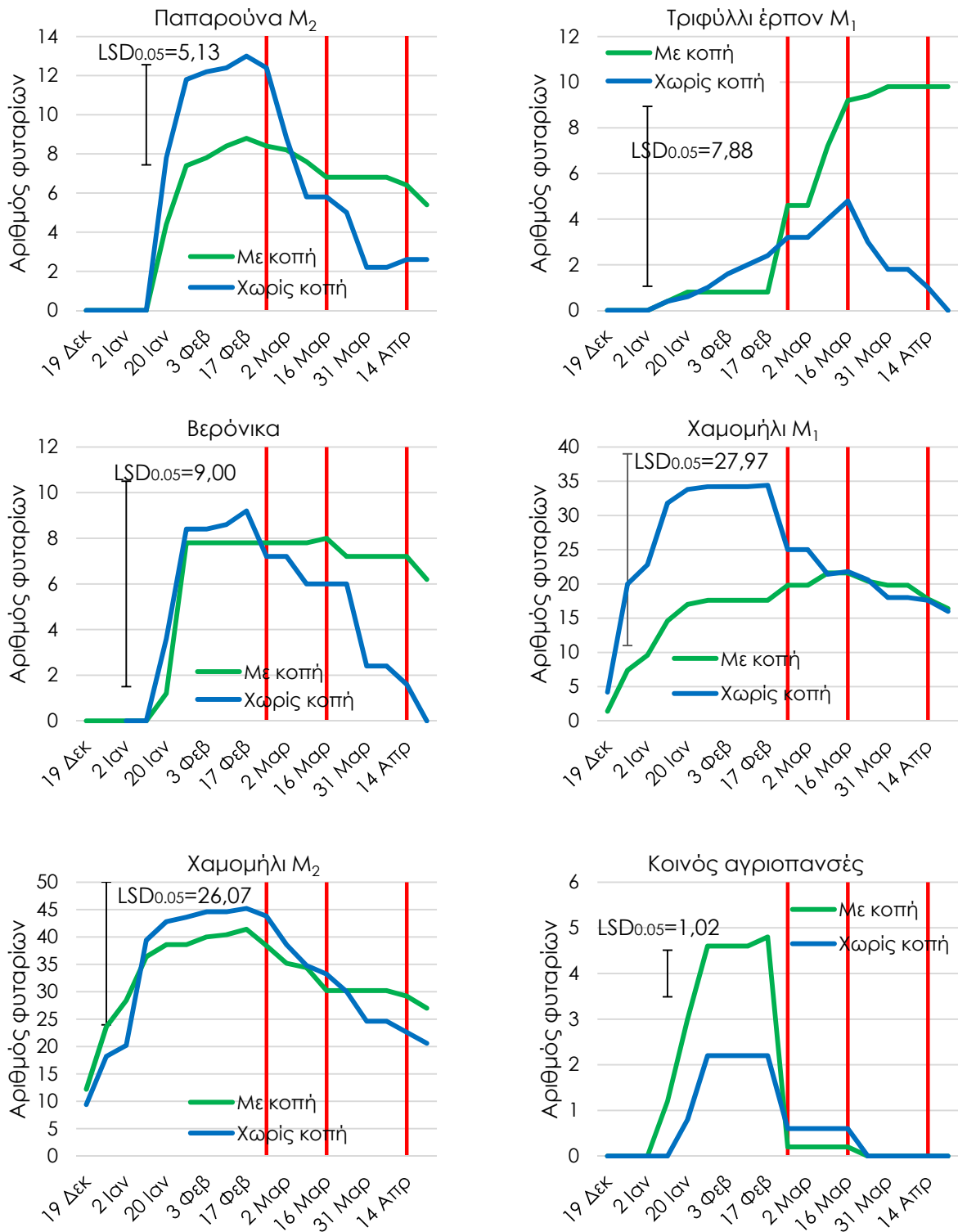


Σχήμα 122: Αριθμός φυταρίων πεντάνευρου (F^{**}), πεδινού τριφυλλίου (F^{**}), έρποντος τριφυλλίου M_2 (F^*) και υπόγειου τριφυλλίου (F^*), στα πειραματικά τεμάχια του ΓΠΑ, κατά τη χειμερινή βλαστική περίοδο, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις κοπής, σύμφωνα με το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο. Οι τιμές είναι μέση τιμή πέντε επαναλήψεων. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$. Οι κόκκινες γραμμές καταδεικνύουν τις ημερομηνίες εφαρμογής των κοπών

Για τα είδη καλέντουλα, μηδική M_1 και M_2 , παπαρούνα M_1 και M_2 , τριφύλλι έρπον M_1 και βερόνικα, ο αριθμός των φυταρίων που επιβίωσαν στα τεμάχια που εφαρμόστηκαν κοπές ήταν μεγαλύτερος, αλλά χωρίς σημαντική διαφορά από τα τεμάχια που δεν έγιναν κοπές (Σχήμα 123). Τα χαμομήλια M_1 και M_2 είχαν παραπλήσιο αριθμό φυταρίων μεταξύ των τεμαχίων με και χωρίς κοπή, ενώ τα φυτά του κοινού αγριοπανσέ δεν κατάφεραν να επιβιώσουν σε καμία επέμβαση (Σχήμα 124).



Σχήμα 123: Αριθμός φυταρίων καλεντούλας (F^{NS}), μηδικής M_1 (F^{NS}), μηδικής M_2 (F^{NS}) και παπαρούνας M_1 (F^{NS}), στα πειραματικά τεμάχια του ΓΠΑ, κατά τη χειμερινή βλαστική περίοδο, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις κοπής, σύμφωνα με το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο. Οι τιμές είναι μέση τιμή πέντε επαναλήψεων. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, $P < 0.05$. Οι κόκκινες γραμμές καταδεικνύουν τις ημερομηνίες εφαρμογής των κοπών



Σχήμα 124: Αριθμός φυταρίων παπαρούνας M₂ (F^{NS}), έρποντος τριφυλλίου M₁ (F^{NS}), βερόνικας (F^{NS}), χαμομηλιού M₁ (F^{NS}), χαμομηλιού M₂ (F^{NS}) και κοινού αγριοπανσές (F^{NS}), στα πειραματικά τεμάχια του ΓΠΑ, κατά τη χειμερινή βλαστική περίοδο, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις κοπής, σύμφωνα με το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο. Οι τιμές είναι μέση τιμή πέντε επαναλήψεων. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων με LSD, P<0.05. Οι κόκκινες γραμμές καταδεικνύουν τις ημερομηνίες εφαρμογής των κοπών

Από τα αποτελέσματα διαπιστώνεται η σημασία των επεμβάσεων περιορισμού των ζιζανίων, κατά τη φάση ανάπτυξης των φυταρίων, μετά την πρώτη ανάδυση. Φάνηκε ότι για την καλύτερη επιβίωση του πληθυσμού του λειμώνα, κατά την εγκατάσταση, τη χειμερινή βλαστητική περίοδο, όπου αφθονούν τα χειμερινά ζιζάνια, είναι απαραίτητη η εφαρμογή ελέγχου των ζιζανίων. Οι κοπές περιορίσαν σημαντικά τη φυλλική επιφάνεια των ζιζανίων, που αναπτύσσονταν γρηγορότερα, βελτιώνοντας τις συνθήκες ανάπτυξης για τα φυτά του λειμώνα. Τα αποτελέσματα συμφωνούν με παλαιότερες έρευνες που δείχνουν ότι η εξάλειψη του ανταγωνισμού των ζιζανίων είναι πολύ σημαντική για την επιβίωση του λειμώνα (Brown *et al.*, 1990, Wilson & Gerry, 1995), ιδιαίτερα στις περιπτώσεις όπου ο λειμώνας έχει μόνο πλατύφυλλα είδη, καθώς στις περισσότερες περιπτώσεις ο ανταγωνισμός με τα ζιζάνια είναι ιδιαίτερα επιβλαβής (Hitchmough, 2014). Είναι πολύ σημαντικό ο περιορισμός των ζιζανίων να ξεκινάει όταν αυτά φτάσουν σε ύψος 15 cm περίπου και να συνεχίζεται μηνιαία ανάλογα με την ανάπτυξη των ζιζανίων (Hitchmough, 2014). Όπως φάνηκε από το πείραμά μας, για τις συνθήκες της Ελλάδας, χρειάζονται 3-4 κοπές κατά τη διάρκεια της χειμερινής βλαστητικής περιόδου.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Έρευνα ερωτηματολογίου στην Ελληνική Αρχαιολογική Υπηρεσία για τη διαχείριση βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους. Η ανεξέλεγκτη ανάπτυξη αυτοφυούς βλάστησης προκαλεί προβλήματα σε όλους τους αρχαιολογικούς χώρους. Τα πιο σοβαρά και συχνά προβλήματα είναι οι μηχανικές ζημιές από τη διείδυση ριζών σε χάσματα των αρχιτεκτονικών μελών, η δυσκολία στις εργασίες συντήρησης και αποκατάστασης, ο οπτικός αποκλεισμός του μνημείου από τον επισκέπτη, η δυσκολία στην πρόσβαση των επισκεπτών στο μνημείο και ο κίνδυνος πυρκαγιάς κατά τους θερινούς μήνες. Τα προβλήματα που ανακύπτουν συνδέονται με τον τύπο ανάπτυξης του φυτικού είδους, ενώ η συκιά, η αγριάδα και η βρωμοκαρυδιά είναι είδη που προκαλούν συχνά τέτοια προβλήματα.

Η έλλειψη κεντρικού πρωτοκόλλου από την πλευρά της Αρχαιολογικής Υπηρεσίας για τις μεθόδους περιορισμού της βλάστησης, οδηγεί τους κατά τόπους αρχαιολόγους στη λήψη αποφάσεων επί του ζητήματος αποσπασματικά και κατακερματισμένα. Πιθανότατα η συνεργασία με ειδικευμένο προσωπικό (γεωπόνου), σε κεντρικό επίπεδο, να βελτιώνει το πλαίσιο εφαρμογής των μεθόδων περιορισμού της αυτοφυούς βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους, με άξονες την προστασία του μνημείου, της βιοποικιλότητας, αλλά και του αρχαιολογικού τοπίου. Είναι πολύ σημαντικό η επιλογή των μεθόδων να προστατεύει τη βιοποικιλότητα, αφαιρώντας μόνο τη βλάστηση που αποτελεί σοβαρό κίνδυνο για τα μνημεία.

Οι μέθοδοι που συνήθως υιοθετούνται από τις περιφερειακές υπηρεσίες του Υπουργείου πολιτισμού είναι κατά πλειοψηφία μηχανικές μέθοδοι, ενώ σε μικρότερο ποσοστό εφαρμόζονται ζιζανιοκτόνα. Η εφαρμογή των μεθόδων περιορισμού γίνεται περιοδικά και κορυφώνεται κατά τους μήνες Απρίλιο έως Ιούνιο, περίοδο που συμπίπτει με τη μέγιστη ανάπτυξη των χειμερινών θερόφυτων που κυριαρχούν στους αρχαιολογικούς χώρους.

Διαπιστώθηκε ότι υπάρχει διάχυτος προβληματισμός σχετικά με την ασφάλεια της εφαρμογής ζιζανιοκτόνων στους αρχαιολογικούς χώρους. Παρ' όλα αυτά σε ποσοστό περίπου 30% των περιπτώσεων γίνεται χρήση γεωργικών φαρμάκων και ο τρόπος εφαρμογής τους από τις Υπηρεσίες δημιουργεί ερωτηματικά σχετικά με την ασφάλεια των εφαρμοστών αλλά και του περιβάλλοντος. Πάνω σε αυτό το ζήτημα, θα πρέπει να ανοίξει ο διάλογος με τα υπέρ και τα κατά, σχετικά με τους καθολικούς ψεκασμούς ζιζανιοκτόνων σε αρχαιολογικούς χώρους και να ληφθεί μια συνολική και οριστική απόφαση. Ο ψεκασμός των ζιζανιοκτόνων εγείρει ζητήματα αισθητικής και ασφάλειας του περιβάλλοντος και των μνημείων. Παρ' όλα αυτά, αν θεωρηθεί ότι είναι σκόπιμο να εφαρμόζονται τέτοιες μέθοδοι, θα πρέπει να επιλεγεί το κατάλληλο χημικό σκεύασμα, να εκπαιδευτεί και να πιστοποιηθεί το προσωπικό που πρόκειται να τα εφαρμόζει και να διαθέτει κατάλληλο εξοπλισμό, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η ασφάλεια του εφαρμοστή, του περιβάλλοντος και του μνημείου.

Παράλληλα όμως, οι επαγγελματίες που σχετίζονται με το πεδίο αναγνωρίζουν τη δυνητική αξία της βλάστησης για την ανάδειξη του αρχαιολογικού τοπίου, αισθητικά και λειτουργικά. Ακόμη αποτιμούν θετικά την επιλογή ειδών της τοπική χλωρίδας ή είδη που σχετίζονται με την ιστορία του χώρου, ως μια ευκαιρία ένταξης του μνημείου στο τοπίο, παράλληλα με την επαύξηση της εκπαιδευτικής του επιρροής. Έτσι, και καθώς δεν υπάρχει φυτοτεχνική διαμόρφωση σε μεγάλο ποσοστό των αρχαιολογικών χώρων, θα ήταν σκόπιμο να προχωρήσουν οι μελέτες για την ανάδειξη περισσότερων χώρων, με τη χρήση βλάστησης. Σύμφωνα με τη Χάρτα της Αθήνας η φυτοτεχνική μελέτη οφείλει να είναι μέρος της συνολικής μελέτης ανάδειξης ενός αρχαιολογικού χώρου.

Έλεγχος ζιζανίων με φλόγιση. Τα αποτελέσματα της έρευνας μας δείχνουν ότι η φλόγιση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον περιορισμό ζιζανίων σε αρχαιολογικούς χώρους. Οι επεμβάσεις φλόγισης μπορούν να περιορίσουν σημαντικά τη βλάστηση για τις πρώτες 100 ημέρες της χειμερινής βλαστητικής περιόδου, οι οποίες είναι και οι μέρες με την αφθονότερη βλάστηση, στο Μεσογειακό κλίμα. Οι εφαρμογές φλόγισης μπορούν να μειώσουν το μέσο ύψος της βλάστησης εξασφαλίζοντας την άνετη πρόσβαση των επισκεπτών, την οπτική επαφή με τα μνημεία και την προστασία των μνημείων από πιθανές πυρκαγιές, λόγω της σημαντικής μείωσης της παραγόμενης βιομάζας. Παρ' όλα αυτά, είναι σημαντικό να σχεδιάζονται οι επεμβάσεις με βάση την περίοδο βλάστησης και τη σύνθεση του πληθυσμού των ζιζανίων ξεχωριστά για κάθε χώρο. Πιο συγκεκριμένα το μέσο ύψος της βλάστησης κατά την πρώτη εφαρμογή είναι πολύ σημαντικό κριτήριο. Οι Datta και Knezevic (2013) υποστηρίζουν ότι τα νεαρότερα ζιζάνια (2-10 cm) είναι πιο ευαίσθητα στις επεμβάσεις φλόγισης σε σχέση με τα μεγαλύτερα (20-50 cm). Στα πειράματά μας είδαμε ότι όταν οι επεμβάσεις ξεκινούσαν όταν το μέσο ύψος των ζιζανίων ήταν 10-20 cm, οι επεμβάσεις είχαν πολύ υψηλή αποτελεσματικότητα. Προτείνεται ότι ένα πρόγραμμα επεμβάσεων φλόγισης θα πρέπει να ξεκινάει όταν η βλάστηση ξεπεράσει τα 10 cm μέσο ύψος και να επαναλαμβάνεται τέσσερις φορές κατ' ελάχιστο ανά 2 έως 3 εβδομάδες, όταν υπάρχει αναβλάστηση 10-15 cm. Η παρουσία ξηρής βιομάζας όπως φυλλοστρώμνη ή κλαδιά, θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν πριν τις επεμβάσεις φλόγισης για την αποφυγή κινδύνου πυρκαγιάς. Προς αυτή την κατεύθυνση προτείνεται η εφαρμογή των επεμβάσεων φλόγισης να γίνονται μια ημέρα μετά από τοπική βροχή, εφόσον όμως δεν υπάρχουν σταγονίδια στα φύλλα.

Οι εφαρμογές φλόγισης μπορούν να συνδυαστούν με άλλες μεθόδους περιορισμού ζιζανίων ως μέρος προγράμματος ολοκληρωμένης διαχείρισης ζιζανίων, ιδίως σε χρονιές όπου οι καιρικές συνθήκες δεν ευνοούν τη φλόγιση (πολύ βροχερές περιόδους) ή σε περιόδους που είναι αυξημένη η τιμή του προπανίου.

Έλεγχος ζιζανίων με ηλιοαπολύμανση. Τα αποτελέσματα του πειράματός μας έδειξαν ότι η μέθοδος μπορεί να επιφέρει την πλήρη αποτροπή ανάδυσης των ζιζανίων για τρεις έως τέσσερις μήνες, κατά τη διάρκεια της περιόδου με την πιο άφθονη βλάστηση. Οι επεμβάσεις με

διαφανές πλαστικό, που επέφεραν τις υψηλότερες θερμοκρασίες εδάφους έδωσαν και τα καλύτερα αποτελέσματα περιορισμού των ζιζανίων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ακόμη και οι επεμβάσεις χωρίς εδαφοκατεργασία απέδωσαν άριστα αποτελέσματα και προτείνονται για τη μείωση του κόστους εργασίας και την προστασία των αρχαίων καταλοίπων που δεν έχουν ανασκαφεί. Τέλος, οι επεμβάσεις της περιόδου του Σεπτεμβρίου απέδωσαν ικανοποιητικά αποτελέσματα και ενθαρρύνουν την εφαρμογή της μεθόδου σε περιόδους χαμηλής επισκεψιμότητας στους αρχαιολογικούς χώρους. Η μέθοδος μπορεί να εφαρμόζεται στο πλαίσιο ενός προγράμματος ολοκληρωμένης διαχείρισης ζιζανίων με στόχο να μειωθεί το δυναμικό των σπόρων του εδάφους και να αποδυναμωθούν οι πληθυσμοί των ζιζανίων. Η τράπεζα σπόρων του εδάφους είναι πολύ σημαντική για την επιμονή των ειδών και αποτελεί το κλειδί για τον έλεγχο των ζιζανίων.

Κατάχωση ψηφιδωτών και άλλων ευπαθών ευρημάτων. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι η προτεινόμενη διάταξη κατάχωσης, με χαλαζιακή άμμο, γεωύφασμα, LECA και χαλίκι, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτική λύση, για την αποτελεσματική προστασία ψηφιδωτών και άλλων ευπαθών ευρημάτων σε αρχαιολογικούς χώρους, από την ανάπτυξη ζιζανίων.

Παρ' όλα αυτά φάνηκε ότι ο τύπος γεωυφάσματος επηρεάζει το επίπεδο προστασίας του ψηφιδωτού. Κρίθηκε ότι το υφαντό γεωύφασμα ήταν κατάλληλο για εφαρμογή σε καταχώσεις, καθώς δεν προάγει την ανάπτυξη βλάστησης και δεν είναι περατό από το ριζικό σύστημα των ζιζανίων. Σε περιοχές με υψηλή βροχοπτώση πιθανώς να χρειάζεται σε ετήσια βάση να γίνεται απομάκρυνση των ζιζανίων που φύονται στη στρώση του χαλικιού, τα οποία όμως αφαιρούνται εύκολα καθώς το ριζικό τους σύστημα είναι επιπόλαιο. Τα γεωυφάσματα μπορούν να ράβονται, υπο μορφή σάκων και να γεμίζονται με το LECA, έτσι ώστε να είναι δυνατή η περιοδική απομάκρυνση της κατάχωσης, για την περιοδική συντήρηση και έκθεση των ψηφιδωτών δαπέδων.

Αντίθετα, το μη υφαντό γεωύφασμα φάνηκε ότι δεν είναι κατάλληλο για καταχώσεις, καθώς προάγει την ανάπτυξη ζιζανίων, λόγω συγκράτησης υγρασίας από το γεωύφασμα και δεν είναι ανθεκτικό στη διατήρηση από τις ρίζες των ζιζανίων, οι οποίες το διαπέρασαν, θέτοντας σε κίνδυνο την ακεραιότητα του ψηφιδωτού.

Αδρανή υλικά για χώρους κίνησης επισκεπτών. Τα κονιάματα που υπάρχουν έτοιμα στο εμπόριο ή μπορούν να ιδιοκατασκευαστούν με βάση τις συνθέσεις των προμηθευτών υλικών, παρέχουν άριστη προστασία από την ανάδυση ζιζανίων στους χώρους κίνησης επισκεπτών. Διατίθενται σε ποικιλία χρωματισμών που επιτρέπει την καλύτερη αισθητική ένταξη στο αρχαιολογικό τοπίο, ενώ μπορεί να κατασκευαστούν και συνθέσεις που δεν περιέχουν τσιμέντο, αλλά έχουν ως συνδετικό υλικό την υδράρβεστο που θεωρείται υλικό συμβατό με τα αρχαία υλικά δομής, σε αντίθεση με το τσιμέντο.

Μια ακόμη λύση είναι η διάστρωση υφαντού γεωφάσματος και χαλικιού, που παρουσιάζει προσβολές από ζιζάνια, αλλά η απομάκρυνσή τους είναι εύκολη καθώς το ριζικό τους σύστημα είναι επιπόλαιο και δεν διαπερνά το γεωφάσμα. Αυτή η λύση προτείνεται για περιπτώσεις όπου υπάρχει περιορισμένος προϋπολογισμός ή έλλειψη οριστικού σχεδιασμού για ένα χώρο, ως προσωρινή λύση.

Εφαρμογές ακριβείας με ζιζανιοκτόνο. Η μελέτη μας έδειξε ότι αποτελεσματικός έλεγχος (εξόντωση) θάμνων και δενδρυλλίων μπορεί να επιτευχθεί με την εντοπισμένη εφαρμογή πυκνού διαλύματος ζιζανιοκτόνου. Η εφαρμογή πυκνού διαλύματος ζιζανιοκτόνου μετά από την αφαίρεση της κόμης του υποκειμένου, είτε με επάλειψη της τομής, είτε με έγχυση στο εσωτερικό του στελέχους είχε 100% επιτυχία σε φυτά κάπαρης και αείλανθου, εξαλείφοντας το σοβαρό πρόβλημα των μηχανικών καταστροφών από την ανάπτυξη ριζών μέσα στις αρχαίες κατασκευές. Η εφαρμογή ακριβείας με ζιζανιοκτόνο εξασφαλίζει την προστασία του μνημείου και του περιβάλλοντος, αφού δεν διαρρέει πλεονάζουσα ποσότητα διαλύματος στη γύρω περιοχή. Η εφαρμογή αυτή προστατεύει τα είδη που δεν προσκαλούν προβλήματα στο μνημείο, επιτρέποντας τη στοχοποίηση μόνο των επικίνδυνων φυτών. Η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί για την εξάλειψη επιθετικών ξενικών ζιζανίων, όπως ο αείλανθος, που φτωχοποιούν τη βιοποικιλότητα των οικοσυστημάτων στα οποία εγκαθίστανται.

Αντιμετώπιση ανεπιθύμητης καρποφορίας. Από τη μελέτη για την πρόκληση καρπόπτωσης σε ελαιόδεντρα φάνηκε ότι δόση NAA 300 ppm και άνω μπορεί να επιφέρει υψηλό ποσοστό καρπόπτωσης (80%) στα ελαιόδεντρα, αν εφαρμοστεί σε πρώιμο στάδιο της ανάπτυξης των καρπών, περιορίζοντας εξαιρετικά τη διασπορά σπερμάτων και άρα και νέων δενδρυλλίων στα μνημεία. Η μέθοδος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την πρόληψη μηχανικών προβλημάτων, που σχετίζονται με την ανάπτυξη δενδρυλλίων ελιάς σε δομικά μέλη μνημείων και να επεκταθεί, κατόπιν διερεύνησης, για χρήση και σε άλλα είδη δέντρων, με παρόμοια συμπεριφορά σε αρχαιολογικούς χώρους.

Τα σκευάσματα που περιέχουν NAA, δεν έχουν καμία σήμανση επικινδυνότητας για τον εφαρμοστή και το περιβάλλον, καθιστώντας τα ασφαλή στη χρήση σε αρχαιολογικούς χώρους. Έτσι αίρεται και οποιαδήποτε αντίρρηση για τη χρήση του σε αρχαιολογικούς χώρους αφού ο νόμος (8197/90920/ΦΕΚ Β/1883/01.08.13) απαγορεύει τον ψεκασμό ουσιών που έχουν σήμανση επικινδυνότητας ως Τοξικά (Τ ή Τ+) ή Ερεθιστικά (Χn ή Xi).

Εγκατάσταση τεχνητού λειμώνα. Τα πειράματα έδειξαν ότι είναι δυνατή η εγκατάσταση μίγματος ποωδών ειδών, της αυτοφυούς χλωρίδας, για τεχνητό λειμώνα με σπορά. Η φθινοπωρινή σπορά προκρίνεται ως καταλληλότερη για την εφαρμογή, καθώς οι βροχοπτώσεις της περιόδου ευνοούν την βλάστηση των σπόρων και την εγκατάσταση των φυταρίων. Παρ' όλα αυτά, φάνηκε ότι είναι απαραίτητη η εφαρμογή ελέγχου των ζιζανίων κατά τη χειμερινή βλαστητική περίοδο, για την επιβίωση των φυταρίων του λειμώνα. Καταλληλότερα

είδη για εγκατάσταση τεχνητού λειμώνα ήταν τα καλέντουλα, μηδική, τριφύλλι υπόγειο και πεντάνευρο, τα οποία εμφάνισαν υψηλό ποσοστό ανάδυσης φυταρίων στον αγρό. Οι επεμβάσεις κοπής, που εφαρμόστηκαν για τον περιορισμό του ανταγωνισμού με τα ζιζάνια, μείωσαν σημαντικά το ποσοστό των ζιζανίων και βελτίωσαν την επιβίωση των φυταρίων του λειμώνα, κατά τη διάρκεια της χειμερινής βλαστητικής περιόδου. Είναι πολύ σημαντικό οι κοπές να εφαρμόζονται μηνιαίως, 3-4 φορές κατά τη διάρκεια της χειμερινής βλαστητικής περιόδου για τη βελτίωση των συνθηκών ανάπτυξης των φυταρίων του λειμώνα.

**ΜΕΡΟΣ ΙΙΙ: Η ΒΛΑΣΤΗΣΗ ΩΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΑΝΑΔΕΙΞΗΣ
ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΝΟΛΩΝ ΚΑΙ ΜΝΗΜΕΙΩΝ**

1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Στο πρώτο Κεφάλαιο του τρίτου μέρους, θα γίνει αναδρομή της ιστορίας αναστήλωσης και αποκατάστασης των μνημείων και της βλάστησης ως στοιχείου για την ανάδειξη των αρχαιολογικών χώρων και συνόλων. Στόχος θα είναι να γίνει αντιληπτή η γέννηση και εξέλιξη των ιδεών και των αξιών, που διέπουν την αναστήλωση των μνημείων και πως αυτές διαμόρφωσαν το χαρακτήρα των επεμβάσεων που σχετίζονται με την καλλωπιστική βλάστηση στα μνημεία και τους αρχαιολογικούς χώρους, έως σήμερα. Η ιστορική αναδρομή γίνεται χρονολογικά, με ορόσημο σημαντικά ιστορικά γεγονότα, που διαμόρφωσαν και επηρέασαν τον τομέα της συντήρησης και αποκατάστασης μνημείων, όπως οι κοινωνικές ζυμώσεις στην Ευρώπη μέχρι το τέλος του 18^{ου} αι., η Χάρτα των Αθηνών, ο Β' Παγκόσμιος Πόλεμος κ.α.

1.1 ΕΩΣ ΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΟΥ 18^{ΟΥ} ΑΙ.: Η ΓΕΝΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΝΟΙΑΣ ΤΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ

Η έννοια της προστασίας των μνημείων, όπως τη γνωρίζουμε σήμερα, δεν είναι αυθύπαρκτη, αλλά γεννήθηκε στην Ευρώπη στο τέλος του 18^{ου} αι. Ο Διαφωτισμός ήταν περίοδος έντονων αναζητήσεων και ανάδυσης νέων ιδεών, που θεμελιώναν το σύγχρονο τότε κόσμο. Ο Διαφωτισμός επηρέασε αποφασιστικά το ιδεολογικό πλαίσιο των αναστηλώσεων. Την περίοδο εκείνη, η αντίληψη των καταλοίπων του παρελθόντος αναβαθμίστηκε στη συλλογική συνείδηση, ως κάτι που πρέπει να προστατεύεται. Ταυτόχρονα, η βιομηχανική επανάσταση απέκοψε τα μνημεία από τη σύγχρονη δημιουργική διαδικασία και η ανάπτυξη της επιστήμης της ιστορίας επέτρεψε την αποστασιοποιημένη ανάγνωση των μνημείων ως τεκμηρίων. Λίγο αργότερα, το 19^ο αι., το κίνημα της δημιουργίας των εθνικών κρατών της Ευρώπης και των αντίστοιχων εθνικών ταυτοτήτων, υποστηρίζει και υποστηρίζεται από αυτή τη νέα αντίληψη της προστασίας των μνημείων, ως μέρος της εθνικής ταυτότητας. Όλες οι παραπάνω πολύπλοκες κοινωνικές διεργασίες οδήγησαν σταδιακά στη διαμόρφωση της έννοιας του μνημείου, ως ιστορικό τεκμήριο, το οποίο οφείλουμε να προστατεύουμε, χάριν της παρούσας και των μελλοντικών γενεών (Μαλλούχου-Tufano, 2015, pp. 75-77).

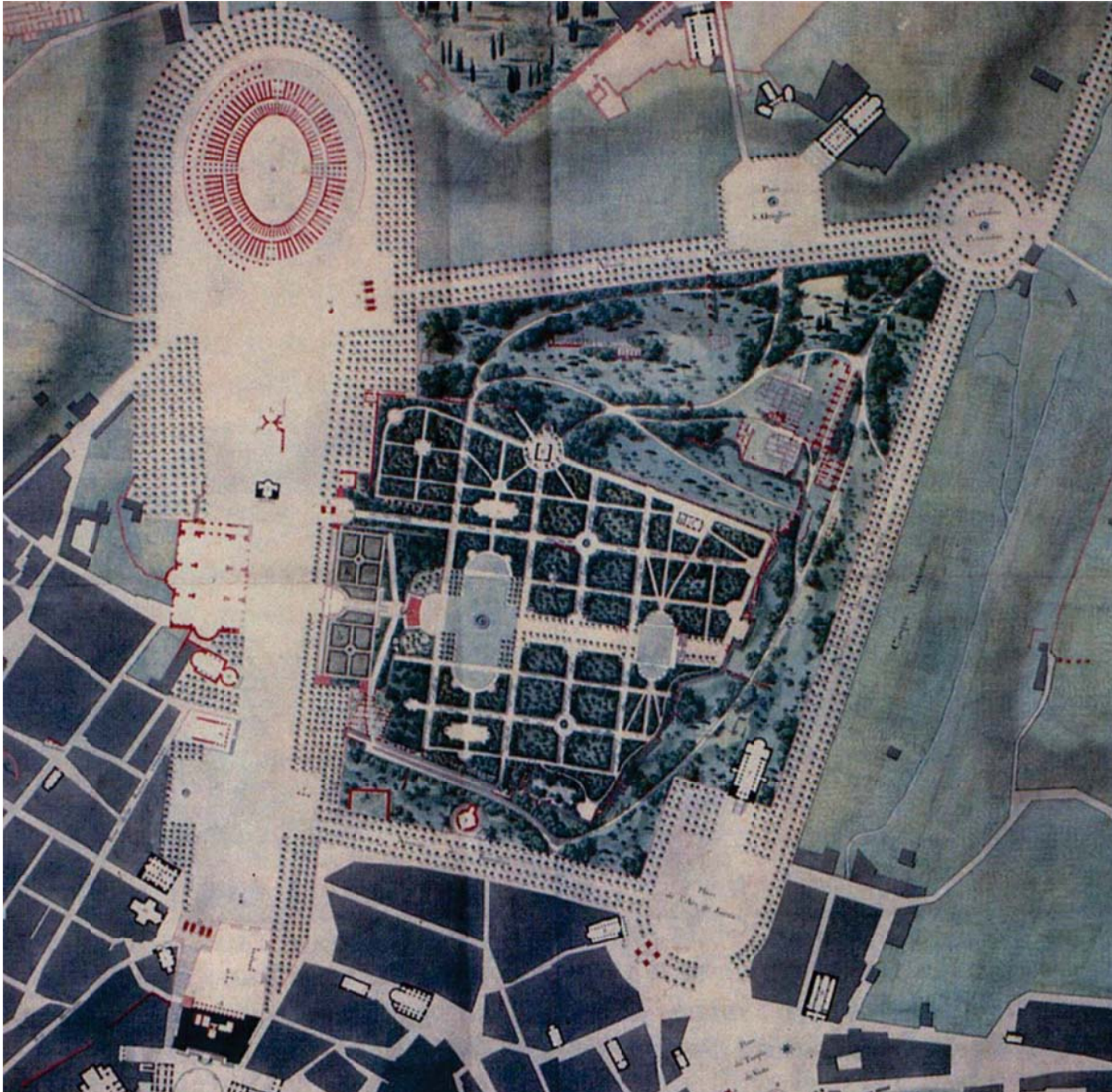
Παράλληλα με την εξέλιξη των ιδεών του Διαφωτισμού, εκδηλώνεται και ένα από τα ισχυρότερα πολιτιστικά και πολιτισμικά ρεύματα του Δυτικού κόσμου, ο Ρομαντισμός. Ο Ρομαντισμός αναπτύσσεται αντιπαραθετικά με το ιδεολογικό υπόβαθρο του Διαφωτισμού και τοποθετεί σε κεντρική θέση τη φύση και το φυσικό τοπίο, προσδίδοντας αυταξία σε αυτό (Μωραΐτης, 2015). Ο Ρομαντισμός όπως φαίνεται παρακάτω επηρέασε τα αναστηλωτικά κινήματα της περιόδου.

1.2 18^ος ΑΙ. ΕΩΣ ΤΟ 1931: ΟΙ ΠΡΩΤΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΑΝΑΣΤΗΛΩΣΕΩΝ

Το πρώτο συστηματικό πρόγραμμα αναστηλώσεων μνημείων πραγματοποιήθηκε στη Ρώμη, τις τρεις πρώτες δεκαετίες του 19^{ου} αι. (1800-1830). Οι εργασίες αυτές εντάσσονταν σε ένα ευρύτερο πρόγραμμα, μεγάλης κλίμακας, πολεοδομικής αναμόρφωσης της Ρώμης. Κυρίαρχη θέση σε αυτό είχε η ανάδειξη των μνημείων και αρχαιολογικών χώρων, με στόχο την ανάκτηση μέρους της αυτοκρατορικής μεγαλοπρέπειας των Ρωμαϊκών χρόνων (Μαλλούχου-Tufano, 2015, pp. 79-92). Ειδικότερα, τη σύντομη περίοδο της Ναπολεόντειας κατοχής της Ρώμης, 1809-1814, επιδιώχθηκε η ενοποίηση των μνημείων του κέντρου της πόλης σε ενιαίο αρχαιολογικό πάρκο, **Il jardin du Capitole**, όπου κυρίαρχο ρόλο θα είχε η προσθήκη βλάστησης για την ανάδειξη των μνημείων και την υπογράμμιση της ιστορικότητάς τους (Μαλλούχου-Tufano, 1998, Matteini, 2009).

Η πρώτη ανάθεση της μελέτης έγινε το 1811 σε δύο παπικούς αρχιτέκτονες, τους Giuseppe Camporesi και Giuseppe Valadier, οι οποίοι πρότειναν στη μελέτη τους τη δημιουργία ενός τοπίου ρομαντικού ύφους, στα πρότυπα του Αγγλικού γραφικού στυλ, το οποίο όμως δεν ικανοποίησε τους εκπροσώπους των Γάλλων στη Ρώμη (Watkin, 2009, Jokilehto, 2011). Λίγο αργότερα, το 1813 ο Louis Berthault πρότεινε τη δημιουργία ενός αστικού πάρκου, εκλεκτικιστικού τύπου. Σε αυτό συνδυάζονταν κήποι επίσημου, γαλλικού τύπου με κήπους γραφικού τύπου, στο οποίο τα μνημεία θα είχαν ρόλο σκηνογραφικού διακόσμου (Εικόνα 103). Όμως ούτε αυτό το σχέδιο δεν πραγματοποιήθηκε, λόγω των πολιτικών ανατροπών, αλλά η κεντρική ιδέα της ενοποίησης των μνημείων του κέντρου, σε ενιαίο αρχαιολογικό πάρκο, όπου η βλάστηση θα είχε δεσπόζουσα θέση, δεν εγκαταλείφθηκε ποτέ και σχεδόν ένα αιώνα αργότερα, αποτέλεσε το σπόρο για την *Passeggiata Archeologica*, όπως φαίνεται παρακάτω (Matteini, 2009, Palazzo & Pugliano, 2015).

Ενδιαφέρον όμως παρουσιάζει η σύγκρουση δύο τάσεων, όπως εκφράστηκαν στο παραπάνω παράδειγμα. Οι μεν Camporesi και Valadier είχαν προτείνει στη μελέτη τους να προηγηθούν των φυτεύσεων εκτεταμένες ανασκαφές της περιοχής, θέτοντας σε πρωτεύουσα θέση την ιστορική και αρχαιολογική αξία των μνημείων. Αντίθετα, ο Berthault έθεσε σε πρωτεύουσα θέση τη σχεδιαστική αντίληψη του τοπίου, θυσιάζοντας κάποια ιστορικά τεκμήρια και θέτοντας τα μνημεία σε ρόλο σκηνογραφικού διακόσμου. Φαίνεται λοιπόν η αντιπαράθεση της φιλολογικής τεκμηριωτικής αντίληψης και της υποβλητικής γραφικής αντίληψης του αρχαιολογικού τοπίου (Matteini, 2009).



Εικόνα 103: Σχεδιαστική πρόταση για το εκλεκτικιστικού τύπου πάρκο που θα ενοποιούσε τα μνημεία του κέντρου της Ρώμης. Διακρίνεται η θέση του Κολοσσαίου (πάνω αριστερά, Matteini, 2009)

Το πρόγραμμα αναστηλώσεων, αυτής της περιόδου στη Ρώμη, ήταν ιδιαίτερα έντονο και γόνιμο και το σύμπηγμα του ήταν οι αρχές και οι μέθοδοι της νεοκλασικής αντίληψης επεμβάσεων στα μνημεία, οι οποίες διαδόθηκαν διεθνώς (Μαλλούχου-Tufano, 2015, pp. 79-92). Η νεοκλασική αντίληψη διακήρυττε ότι οι συμπληρώσεις των ελλειπόντων μερών του μνημείου θα πρέπει να γίνονται αδρομερώς, μόνο για την αποκατάσταση των γενικών όγκων, αλλά όχι των λεπτομερειών, έτσι ώστε ο επισκέπτης να μπορεί να διακρίνει τις προσθήκες από τα αυθεντικά μέρη του μνημείου (Jokilehto, 2011, pp. 69-100). Η νεοκλασική προσέγγιση, με κύριο εκπρόσωπο τον κλασικιστή θεωρητικό Quatremere de Quincy, επηρέασε έντονα το μεταγενέστερο θεωρητικό πλαίσιο των αναστηλώσεων. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι ήδη η

νομοθεσία της περιόδου υπογράμμιζε τον δημόσιο και κοινωφελή χαρακτήρα των μνημείων και ανέθετε την προστασία τους στο κράτος (Μαλλούχου-Tufano, 2015, pp. 79-92).

Λίγο αργότερα, στα μέσα του 19^{ου} αι. καθώς συνεχίζονταν η ζύμωση σχετικά με τις αρχές της αποκατάστασης, που αφορούσαν το βαθμό επέμβασης στο μνημείο, το βαθμό λεπτομέρειας των συμπληρώσεων ή το αν θα πρέπει να γίνονται εξ αρχής συμπληρώσεις διαμορφώθηκαν διαφορετικές θεωρητικές τάσεις. Στη Γαλλία διαμορφώθηκε η λεγόμενη «στυλιστική» αποκατάσταση, η οποία περιλάμβανε επεμβάσεις που μιμούνταν με λεπτομέρεια τα μέρη του μνημείου, με στόχο να αποδοθεί πιστότερα η μορφολογία του. Το δόγμα της ολικής στυλιστικής αποκατάστασης, με κύριο εκφραστή τον αυτοδίδακτο αρχιτέκτονα Eugene Emmanuel Viollet le Duc, περιλάμβανε ανακατασκευές ελλειπόντων στοιχείων, που μιμούνταν τα αυθεντικά στοιχεία ή άλλα παρόμοια από συγγενή γεωγραφικά ή ιστορικά μνημεία, με στόχο την αποκατάσταση της στυλιστικής ενότητας του μνημείου (Jokilehto, 2011, pp.137-176, Μαλλούχου-Tufano, 2015, pp. 96-118).

Αντίθετα, στην Αγγλία μετά το τρίτο τέταρτο του 19^{ου} αι., ιδιαίτερη επιρροή άσκησε ο φιλόσοφος, κοινωνιολόγος και αυτοδίδακτος αρχιτέκτονας John Ruskin, ο οποίος πίστευε ότι τα μνημεία είναι κατάλοιπα του παρελθόντος, τα οποία διαφυλάττονται, έτσι ώστε η ανθρωπότητα να διδάσκεται από αυτά. Επέκρινε όμως τις σύγχρονες επεμβάσεις αποκατάστασης, καθώς θεωρούσε ότι αλλοιώνουν την αυθεντικότητα των μνημείων. Η μόνη επιτρεπτή επέμβαση κατά τον Ruskin ήταν η προληπτική και συνεχής συντήρηση. «[...] Εμείς ξεγελάμε τους εαυτούς μας σε αυτό το σπουδαίο ζήτημα. Είναι αδύνατο – όπως είναι αδύνατο να αναστηθούν οι νεκροί – να αποκατασταθεί ότι υπήρξε μεγάλο και ωραίο στην αρχιτεκτονική [...]», ενώ, καθώς τα μνημεία είναι οργανικά στοιχεία της φύσης, υπάγονται στη νομοτέλεια του κόσμου και η ερείπωσή τους είναι αναπόφευκτη, συνέχιζε λέγοντας «Αφήστε τα να πεθάνουν με αξιοπρέπεια». Από τις απόψεις του Ruskin γεννήθηκε το κίνημα ενάντια στις αποκαταστάσεις μνημείων (Anti Restoration Movement), το οποίο διαδόθηκε σε ολόκληρη την Ευρώπη και επηρέασε τις θεωρητικές προσεγγίσεις στην αποκατάσταση. Μάλιστα στην αγγλική γλώσσα η λέξη “restoration” απέκτησε αρνητική χροιά και αντικαταστάθηκε από τη λέξη “conservation” (Jokilehto, 2011, pp. 174-212, Μαλλούχου-Tufano, 2015, pp. 119-126).

Στις αρχές του 20^{ου} αι., και πάλι στη Ρώμη, δημιουργήθηκε ο **Αρχαιολογικός Περίπατος (Passeggiata Archeologica)**. Αυτός περιλάμβανε τους αρχαιολογικούς χώρους: *Forum Romanum*, Παλατίνος Λόφος, Κολοσσαίο, *Forum Boarium*, Θέρμες του Καρακάλλα κ.α., ενώ στα πλαίσια του έργου διενεργήθηκαν απαλλοτριώσεις και κατεδαφίσεις κτισμάτων και δενδροφυτεύσεις με χλωρίδα της τοπικής παράδοσης (Μαλλούχου-Tufano, 1998). Την περίοδο 1899-1922, ο αρχιτέκτονας Giacomo Boni ασχολήθηκε συστηματικά με την συνολική παρουσίαση των αρχαιολογικών χώρων του κέντρου της Ρώμης, με σχεδιαστικό γνώμονα την αρμονία μεταξύ των μνημείων και των φυτεύσεων με είδη συμβατά με το αισθητικό, περιβαλλοντικό, οικολογικό και ιστορικό πλαίσιο (Matteini, 2009).

Ο Boni, που ήταν συνεργάτης και θαυμαστής του Ruskin, συντάσσονταν με το Anti Restoration Movement και εναντιώνονταν στη ριζική μεταβολή της εικόνας των ερειπίων, ενώ θεωρούσε επιτρεπτή μόνο την αναστήλωση των μνημείων, δηλαδή την επανατοποθέτηση των μελών που έχουν πέσει, στην αρχική θέση τους. Ο Boni ανέφερε ότι «Η φύση, ανακτώντας τα υλικά που της απέσπασε ο άνθρωπος, δρα αρμονικά παρέχοντας στα ερείπια τη δυνατότητα μιας διανοητικής αναπαράστασης. Από εδώ πηγάζει η γοητεία και η ομορφιά τους» (Boni, 1913, Μαλλούχου-Tufano, 1998, Jokilehto, 2011, pp. 174-212).

Από αποσπάσματα του έργου του Boni «Μέθοδος αρχαιολογικών εξερευνήσεων» (1913), διαφαίνεται η πρωτοποριακή και πολύπλευρη αντίληψη του, για το ρόλο των φυτών στο αρχαιολογικό τοπίο, ως στοιχείο αναψυχής, εκπαίδευσης και προστασίας, το οποίο όμως θα πρέπει να τιθασεύεται (μτφ. της συγγραφέως):

«Θα ήθελα να εμπλουτίσω τη χλωρίδα του Παλατινού. Θα ήθελα να μεταδώσω την εκπαιδευτική επιρροή που προέρχεται από την αγάπη και το σεβασμό των φυτών την οποία αρκετοί επισκέπτες δείχνουν να έχουν μεγάλη ανάγκη».

«Ο χλοοτάπητας, που μοιάζει με γούνα και που αναπτύσσεται σε ένα λεπτό στρώμα οργανικής ουσίας στην κορυφή των ερειπίων, τα προστατεύει από τον καύσωνα και τον παγετό, σχηματίζοντας έναν ιστό από ριζίδια. Οι κορυφές των τειχών, που είναι κατασκευασμένα από τσιμέντο και τούβλα, είναι επιρρεπείς σε καταρρεύσεις και μπορούν να προστατευτούν με τη διάστρωση κονιάματος με θραυστό κεραμίδι (cocciopesto), πάνω στο οποίο απλώνεται χώμα και σπόροι, για να διευκολυνθεί ο σχηματισμός του πράσινου τάπητα. Εξαιρετικά για το σκοπό αυτό, είναι τα αγρωστώδη είδη και η *Lippia repens*, ένα χαριτωμένο και ανθεκτικό στην ξηρασία φυτό της οικογένειας *Verbenaceae*».

«Τα δέντρα με πολύ ευρεία κόμη πρέπει να εγκαθίστανται μακριά από τα μνημεία. Ακολουθώς, αποκλείονται τα ξενικά, επιθετικά είδη ψευδοακακία και αείλανθος, που διαλύουν τους τοίχους μέχρι την πλήρη κατάρρευση τους. Όλες οι χώρες πρέπει να προστατεύουν τη μνημειακή τους χλωρίδα».

Στα πλαίσια της συνολικής παρουσίασης των αρχαιολογικών χώρων του κέντρου της Ρώμης, ο Boni διερεύνησε τη χλωρίδα και συνεργάστηκε με γεωλόγους και φυσιδίφες για την τεκμηρίωση του έργου. Για την ανάδειξη του *Forum Romanum* ο Boni χρησιμοποίησε διάφορα είδη (πυξάρι, αγριόκεδρος, *sedum*, μεσημβριάνθεμο, τριανταφυλλιά, κισσός, λίππια κ.α.), για να ορίσει επιμέρους τμήματα του χώρου, να αποκρύψει αντιαισθητικά στοιχεία, να στερεώσει τις επιχώσεις και να προστατεύσει τα ερείπια. Τέλος, με τη χρήση φυτικών ειδών που αναφέρονται στις αρχαίες πηγές (κυπαρίσσι, δάφνη, μυρτιά, πεύκο, άμπελος) ζωντάνεψε το χώρο και δημιούργησε ένα ρομαντικό τοπίο (Μαλλούχου-Tufano, 1998).

Ο Boni συνέβαλε σημαντικά στην εξέλιξη της θεωρητικής σκέψης για το σχεδιασμό του τοπίου των αρχαιολογικών χώρων. Η εμπειρία του αντλήθηκε από πολυάριθμες επιθεωρήσεις και

αδιάκοπη παρατήρηση της οικολογίας της βλάστησης πάνω στα ερείπια, ενώ το έργο του είναι ακόμα ορατό στο ιστορικό κέντρο της Ρώμης (Matteini, 2009).

Ακόμη, περίπου την ίδια περίοδο 1898-1905, ο Marquis Curzon of Kedleston, τότε κυβερνήτης της Ινδίας, απόφοιτος του Πανεπιστημίου της Οξφόρδης, ασχολήθηκε συστηματικά με τα μνημεία της χώρας. Ιδιαίτερως συνεισέφερε στην αποκατάσταση του Taj Mahal, όπου πραγματοποιήθηκαν επεμβάσεις συμπληρώσεων και στερεώσεων, ενώ παράλληλα ασχολήθηκε με την ανασκαφή του κήπου, όπου επαναφυτεύθηκαν ανθόφυτα και δέντρα (Jokilehto, 2011, p. 275).

1.3 Η ΧΑΡΤΑ ΤΩΝ ΑΘΗΝΩΝ

Μετά από ένα αιώνα θεωρητικών αναζητήσεων, σε διάφορες κατευθύνσεις, αλλά και πρακτικών εφαρμογών, αποκρυσταλλώθηκε, τον Οκτώβριο του 1931, στη Συνδιάσκεψη των Αθηνών, το θεωρητικό συμπέρασμα και υπογράφηκε από τους κορυφαίους αναστηλωτές της εποχής, η πρώτη ευρωπαϊκή Χάρτα της Αποκατάστασης των Μνημείων της Τέχνης και της Ιστορίας (Μαλλούχου-Tufano, 2015, pp. 135-136). Στη συνδιάσκεψη των Αθηνών παραβρέθηκαν 120 αντιπρόσωποι από 23 χώρες κυρίως της Ευρώπης (Jokilehto, 2011, p. 284).

Με τη Χάρτα των Αθηνών διατυπώθηκε η πρώτη διεθνής καταστατική σύμβαση αρχών αποκατάστασης των μνημείων και μεταξύ άλλων:

- Εγκαταλείφθηκε οριστικά το δόγμα της ολικής στυλιστικής αποκατάστασης
- Δόθηκε βάρος στην αναστήλωση και συντήρηση των μνημείων
- Υπογραμμίστηκε η ανάγκη διαφύλαξης του άμεσου περιβάλλοντος των μνημείων
- Έγινε αποδεκτή η επιλογή νέων χρήσεων των μνημείων, συμβατών με το χαρακτήρα τους
- Υπογραμμίστηκε η ανάγκη διεπιστημονικής συνεργασίας για την προστασία και αναστήλωση των μνημείων
- Διατυπώθηκε η ανάγκη διακρατικής συνεργασίας για τη συγκέντρωση της σχετικής νομοθεσίας
- Διατυπώθηκε η ανάγκη επαρκούς τεκμηρίωσης, ευρετηρίασης των μνημείων και έκδοσης ειδικών δημοσιεύσεων
- Ενθαρρύνθηκε η καλλιέργεια ευαισθητοποίησης των νέων στις έννοιες της διαφύλαξης της πολιτιστικής κληρονομιάς

(Jokilehto, 2011, pp. 245-294, Μαλλούχου-Tufano, 2015, pp. 135-136).

Κατά τη Συνδιάσκεψη των Αθηνών, το ζήτημα της διαμόρφωσης του περιβάλλοντος χώρου των μνημείων απασχόλησε έντονα τους συναφείς επιστήμονες. Ομόφωνα διατυπώθηκε η άποψη πως η βλάστηση μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση και ανάδειξη των αρχαιολογικών χώρων. Ο Horta, εκπρόσωπος της Βασιλικής Ακαδημίας του Βελγίου, διατύπωσε την άποψη πως βλάστηση κατάλληλα κατανομημένη μπορεί να αποδώσει τη μορφή αρχιτεκτονικών μελών που έχουν χαθεί. Ο Lensi, εκπρόσωπος του Γραφείου Καλών Τεχνών της Φλωρεντίας, πίστευε ότι κατάλληλες φυτεύσεις, ως προς τα φυτικά είδη και την κλίμακα, αποτελούν ιδανικό φόντο για τα μνημεία. Ο Έλληνας εκπρόσωπος, Οικονόμος, τότε γραμματέας της «Έν Αθήναις Αρχαιολογικής Εταιρίας» (archetai.gr, 2013), πίστευε στην απομόνωση των αρχαιολογικών χώρων από την περιβάλλουσα σύγχρονη ζωή και πρότεινε τη θέσπιση ζώνης προστασίας των μνημείων, πλάτους 500 m, στην οποία η βλάστηση θα έχει ρόλο μεταβατικό, ενώ θα αποκαθιστά το αρχικό περιβάλλον των μνημείων και θα αποκαλύπτει την οργανική τους σχέση με την περιβάλλουσα φύση (Μαλλούχου-Tufano, 1998).

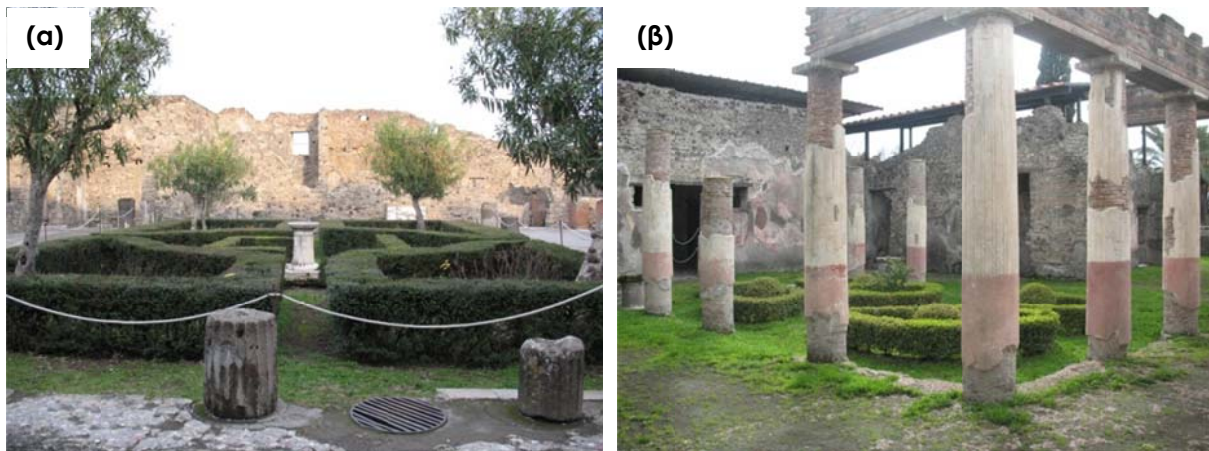
Στην τελική διαμόρφωση του άρθρου III, της Χάρτας των Αθηνών, διατυπώθηκε ότι πρέπει να λαμβάνεται ειδική μέριμνα για τον περιβάλλοντα χώρο των μνημείων, που θα περιλαμβάνει φυτοτεχνική μελέτη για την προσθήκη καλλωπιστικής βλάστησης κατάλληλης ως προς τη διατήρηση του χαρακτήρα των μνημείων (Athens Charter for the Restoration of Historic Monuments, art. III, par. 1, 2, 1931).

1.4 20^{ος} ΑΙ. ΕΩΣ ΤΟΝ Β' ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΠΟΛΕΜΟ: Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΟΥ ΜΑΖΙΚΟΥ ΤΟΥΡΙΣΜΟΥ

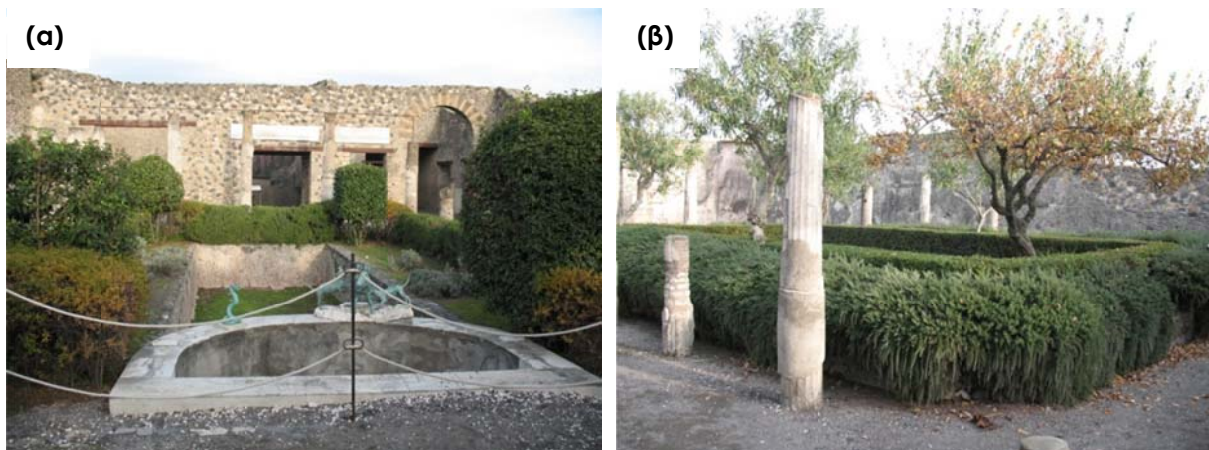
Κατά την περίοδο του Μεσοπολέμου, **στην Πομπηία και την αρχαία Ostia**, οι υπεύθυνοι αρχαιολόγοι Guido Calza και Amedeo Maiuri επηρεάστηκαν από τη συστηματική και μαζική τουριστική προσέγγιση των μνημείων, που σημειώνεται, στην Ιταλία και στην υπόλοιπη Ευρώπη, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας, την περίοδο αυτή. Οι συνθήκες αυτές επέβαλαν μια νέα προσέγγιση στο ζήτημα της αποκατάστασης των μνημείων και της εμφάνισης των αρχαιολογικών χώρων, για λόγους προστασίας αλλά και υψηλής επιστημονικής ερμηνείας και εκλαϊκευμένης μετάδοσης των πληροφοριών, που αντλήθηκαν από τις ανασκαφές, στις μάζες των επισκεπτών (Μαλλούχου-Tufano, 2015, pp. 194-203).

Στο πλαίσιο αυτό, έγιναν ενδεικτικές αποκαταστάσεις και ανακατασκευές χαρακτηριστικών τμημάτων των αρχαίων οικιών (στέγες, περιστύλια, αίθρια) και *in situ* διευθετήσεις του αρχικού διακόσμου και του κινητού εξοπλισμού, με στόχο να παρέχουν μια ζωντανή εικόνα της καθημερινής ζωής της πόλης, καθώς ο Maiuri πίστευε πως οι πληροφορίες για την οικία ήταν το πολυτιμότερο τεκμήριο που παρείχε ο αρχαιολογικός χώρος της Πομπηίας (Μαλλούχου-Tufano, 1998, Ragozzino, 2000). Έτσι, μεταξύ άλλων ανακτήθηκαν και οι εσωτερικοί κήποι των

οικιών, φυτεύοντας είδη και ακολουθώντας την τυπολογία των ρωμαϊκών κήπων, που ήταν γνωστά από αρχαίες πηγές (Εικόνες 104, 105, Μαλλούχου-Tufano, 1998).



Εικόνα 104: Ανάκτηση εσωτερικού κήπου, (α) Casa del Fauno, (β) Villa di Diomede Πομπηία (προσωπικό αρχείο, λήψη 2008)



Εικόνα 105: Ανάκτηση εσωτερικού κήπου, (α) και (β) Casa del Citarista, Πομπηία (προσωπικό αρχείο, λήψη 2008)

Παράλληλα, στη Ρώμη, την ίδια περίοδο πραγματοποιήθηκαν εκτενείς επεμβάσεις σε μνημεία, με στόχο να αναβιώσει το ένδοξο Ρωμαϊκό παρελθόν της πόλης, οι οποίες όμως αποδείχθηκαν υπερβολικές, ακαλαίσθητες και καταστροφικές για τα μνημεία. Κατά περιπτώσεις, απομακρύνθηκαν όλες οι μεταγενέστερες φάσεις των μνημείων, έγιναν αυθαίρετες ανακατασκευές, ανασκαφές χωρίς τεκμηρίωση και άλλες επεμβάσεις που δεν συμπορεύονταν με τις αρχές της αποκατάστασης των μνημείων (Μαλλούχου-Tufano, 2015, pp. 194-203).

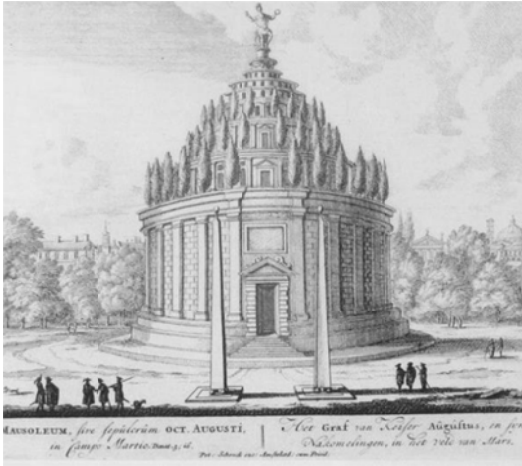
Αυτή την περίοδο, ιδιαίτερα παραδείγματα εφαρμογών χρήσης βλάστησης για την ανάδειξη μνημείων αποτελούν τα έργα του Antonio Muñoz, επικεφαλής της Διεύθυνσης Αρχαιοτήτων και Καλών Τεχνών, του Κυβερνείου της Ρώμης. Ο Muñoz πίστευε στην επικοινωνία των

μνημείων με τον ιστό της σύγχρονης πόλης, με τη χρήση ενδιάμεσης ζώνης πρασίνου. Ταυτόχρονα, χρησιμοποίησε πολύ έντονα το στοιχείο της υποδήλωσης ελλειπόντων τμημάτων και μελών των μνημείων με φυτικά είδη. Τη μέθοδο αυτή εφάρμοσε το 1934-35 στην αποκατάσταση **του ναού της Αφροδίτης και Ρώμης**, όπου σειρά με δάφνες καταλάμβαναν τη θέση του βόρειου τοίχου του σηκού, οι βαθμίδες της κρηπίδας αναπαράχθηκαν με πυξάρι, ενώ με κρανιές υποδηλώθηκαν οι ελλείποντες κίονες (Εικόνα 106, Μαλλούχου-Tufano, 1998). Ο Μυΐοζ αναφέρει για το έργο ότι η αποκατάσταση έγινε με απόλυτο κριτήριο το σεβασμό στις αρχαιότητες, χωρίς να εισαχθούν αυθαίρετα στοιχεία στο μνημείο και χωρίς τη χρήση σκληρών υλικών, πάρα μόνο με φυτικά είδη. Συνεχίζει λέγοντας ότι δημιουργήθηκε ένας υπέροχος και ζωντανός αρχιτεκτονικός κήπος, ενώ τα φυτικά στοιχεία έδωσαν ζωή στο ναό με τον μανδύα τους από πράσινο φύλλωμα (beniculturali.it, 2011).

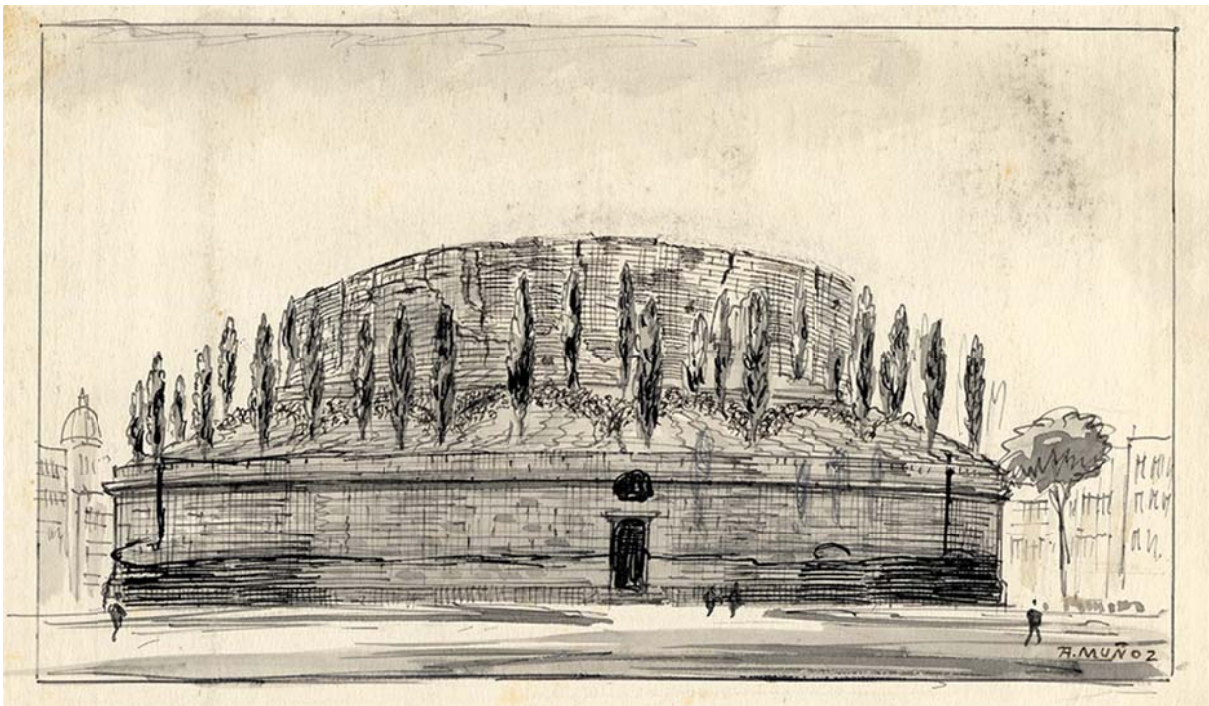


Εικόνα 106: Ο Ναός της Αφροδίτης και Ρώμης μετά την αποκατάσταση του Μυΐοζ, 1934-35. Διακρίνεται η υποδήλωση ελλειπόντων αρχιτεκτονικών στοιχείων με φυτικά είδη (beniculturali.it, 2017)

Ένα ακόμη έργο του Μυΐοζ (1938) είναι και η αποκατάσταση του **Μαυσωλείου του Αυγούστου** στη Ρώμη. Όπως περιγράφεται στις ιστορικές πηγές, το μνημείο, κατά την κατασκευή του το 28 π.Χ., έφερε περίκεντρη ανωδομή με άλσος από αειθαλή δέντρα (Εικόνα 107). Το μνημείο, στο πέρασμα των αιώνων υπέστη σημαντικές τροποποιήσεις, για να εξυπηρετήσει διάφορες χρήσεις, όπως κήπος (16^{ος} αι.), αρένα ταυρομαχίων (18^{ος} αι.), θέατρο και αίθουσα μουσικής (19^{ος} αι.). Η πρόταση του Μυΐοζ περιλάμβανε την απομάκρυνση των μεταγενέστερων επεμβάσεων, όπως της νεόδμητης οροφής, σε μια προσπάθεια να επιστρέψει το μνημείο στην αρχική του μορφή. Για την αποκατάσταση του άλσους της ανωδομής, πρότεινε επιχώσεις των τμημάτων του μνημείου που σώζονταν και φύτευση κυπαρισσιών στην κορυφή (Εικόνα 108, Μαλλούχου-Tufano, 1998). Το έργο πραγματοποιήθηκε και διατηρείται ως σήμερα (Εικόνα 109).



Εικόνα 107: Pieter Schenk (1705), φανταστική απεικόνιση του Μουσουλίου του Αυγούστου, βάσει των περιγραφών από τις ιστορικές πηγές (mausoleodiaugusto.it, n.d.)



Εικόνα 108: Η σχεδιαστική πρόταση του Μυζοζ για την αποκατάσταση του Μουσουλίου του Αυγούστου (mausoleodiaugusto.it, n.d.)



Εικόνα 109: Το Μουσουλίο του Αυγούστου όπως είναι σήμερα (restauratorisenzafrotiere.com, 2014)

1.5 ΜΕΤΑ ΤΟΝ Β' ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΠΟΛΕΜΟ ΕΩΣ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ 21^{ΟΥ} ΑΙ.: Η ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, κατά τη φάση ανοικοδόμησης των Ευρωπαϊκών κρατών, υπήρχε έντονος προβληματισμός στο ζήτημα της αναστήλωσης μνημείων. Στην Ιταλία, την περίοδο αυτή, έγινε αντιληπτό ότι το έως τότε θεωρητικό αναστηλωτικό πλαίσιο αδυνατούσε να καλύψει επαρκώς την ποικιλία των προβλημάτων που παρουσιάζονταν. Έτσι άρχισε να αναδύεται η σχολή της κριτικής αποκατάστασης και της δημιουργικής αντιμετώπισης του μνημείου. Σύμφωνα με αυτή, πρωτεύουσα αξία του μνημείου είναι η καλλιτεχνική, οπότε η αναστήλωση οφείλει να στοχεύει στην επισήμανση και ανάδειξη, μέσω δημιουργικών ανασυνθέσεων και συμπληρώσεων, εφόσον το μνημείο διατηρείται σε ικανοποιητικό βαθμό. Σε αντίθετη περίπτωση δεν πραγματοποιούνταν επεμβάσεις, καθώς η καλλιτεχνική πράξη της δημιουργίας του μνημείου θεωρούνταν ανεπανάληπτη. Στόχος της δημιουργικής αποκατάστασης ήταν να καταστεί λειτουργικό το μνημείο, εκ νέου. Παράλληλα, οι θεωρητικές προσεγγίσεις διευρύνθηκαν και περιέλαβαν τη χωροταξική αντιμετώπιση των μνημείων σε επίπεδο πόλης, με ανάγκη ένταξης του ιστορικού κέντρου στη σύγχρονη λειτουργία της πόλης, την παρεμπόδιση ερείπωσής του κ.α. (Μαλλούχου-Τufano, 2015, pp. 209-228).

Οι θεωρητικές ζυμώσεις, που εκφράστηκαν την περίοδο αυτή από τον Cesare Brandi, συμπυκνώθηκαν στη νέα Διεθνή Χάρτα της Βενετίας (1964), για την Αποκατάσταση Μνημείων και Τόπων. Οι βασικές αρχές της έχουν ως εξής (Μαλλούχου-Τufano, 2015, pp. 209-228):

- «Η έννοια ενός ιστορικού μνημείου δεν καλύπτει μόνο το μεμονωμένο αρχιτεκτονικό έργο, αλλά και την [...] τοποθεσία που μαρτυρεί ένα ιδιαίτερο πολιτισμό, μια ενδεικτική εξέλιξη ή ένα ιστορικό γεγονός [...]» (Αρ. 1)
- «Η συντήρηση και αποκατάσταση μνημείων αποτελεί έναν επιστημονικό κλάδο ο οποίος αποτίνεται στη συνεργασία όλων των επιστημών και όλων των τεχνών που μπορούν να συνεισφέρουν στη μελέτη και διάσωση της μνημειακής κληρονομιάς» (Αρ. 2)
- Η συντήρηση των μνημείων ευνοείται πάντα από την καταλληλότητά τους να χρησιμοποιηθούν για κάποιο ωφέλιμο σκοπό στην κοινωνία
- «Η συντήρηση ενός μνημείου συνεπάγεται τη διατήρηση του άμεσου περιβάλλοντός του [...] ενώ το μνημείο δεν μπορεί να διαχωριστεί από το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται» (Αρ. 6)
- «Η διαδικασία της αποκαταστάσεως [...] σταματάει στο σημείο που αρχίζουν να υπάρχουν υποθέσεις. Πέρα από αυτό το σημείο οποιαδήποτε εργασία που ενδεχομένως θα θεωρηθεί απαραίτητη για τεχνικούς ή αισθητικούς λόγους, θα πρέπει να διαχωρίζεται από την αρχική αρχιτεκτονική σύνθεση και να φέρει τη σφραγίδα της εποχής μας [...]» (Αρ. 9)

- «Τα στοιχεία που προορίζονται να αντικαταστήσουν τμήματα του μνημείου που έχουν καταστραφεί πρέπει να ενσωματώνονται αρμονικά στο σύνολο αλλά και να διακρίνονται από τα αυθεντικά μέρη έτσι ώστε να μην πλαστογραφούνται τα καλλιτεχνικά και ιστορικά τεκμήρια του κτηρίου» (Αρ. 12)
- Είναι ευπρόσδεκτη κάθε πρωτοβουλία που θα διευκολύνει την κατανόηση του μνημείου χωρίς να παραμορφώνει τη σημασία του. Ωστόσο κάθε εργασία ανακατασκευής αποκλείεται εκ των προτέρων. Μόνο η αναστήλωση μπορεί να αντιμετωπισθεί, δηλαδή η ανασύνθεση μελών που σώθηκαν αλλά έχουν μετακινηθεί. Οι συμπληρώσεις θα είναι πάντα αναγνωρίσιμες και θα αντιπροσωπεύουν το ελάχιστο που απαιτείται για να εξασφαλιστεί η συντήρηση του μνημείου και να αποκατασταθεί η μορφολογική του συνέχεια

Στην Ελλάδα, την περίοδο αυτή, έγιναν μεγάλου όγκου αναστηλωτικά έργα από την αρμόδια Υπηρεσία Αναστηλώσεως Αρχαίων και Ιστορικών Μνημείων (ΥΠ.ΑΝ.). Αυτά υπαγορεύτηκαν από τις απαιτήσεις της μαζικής τουριστικής προσέγγισης και την ευρύτερη ανάγκη απόδοσής τους στο κοινό. Χαρακτηριστικά, αναφέρονται τα έργα στην Ακρόπολη των Μυκηνών, η αναστήλωση του Ρωμαϊκού Ωδείου της Πάτρας, η αναστήλωση του θεάτρου της Επιδαύρου, η αναστήλωση του Ναού της Αφαιάς στην Αίγινα, η ολοκλήρωση της αποκατάστασης του Ναού του Αγ. Δημητρίου Θεσσαλονίκης, οι επεμβάσεις στον Ναό των Αγ. Ασωμάτων στην Αθήνα κ.α. (Μαλλούχου-Tufano, 2015, pp. 248-260).

Δύο πολύ σημαντικές επεμβάσεις της περιόδου, οι οποίες ήταν και οι πρώτες που αφορούν το σχεδιασμό του περιβάλλοντος χώρου μνημείων στην Ελλάδα, ήταν η διαμόρφωση του χώρου της Αρχαίας Αγοράς Αθηνών, από την Αμερικάνικη Σχολή Κλασικών Σπουδών στην Αθήνα και των κλιτύων της Ακρόπολης, από τον Δημήτρη Πικιώνη (Μαλλούχου-Tufano, 2015, pp. 260-263).

Οι πρώτες προτάσεις ανάδειξης των μνημείων, του κέντρου της Αθήνας, με τη συμβολή της βλάστησης είχαν διατυπωθεί από πολύ νωρίς από τους Σταμάτιο Κλεάνθη και Eduard Schaubert σε υπόμνημα τους προς τον Αντιβασιλέα, το 1832: «Μεταξύ των μνημείων πρέπει να γίνουν ανασκαφές μέχρι του εδάφους της αρχαίας πόλης [...]. Ο χώρος μεταξύ των μνημείων θα μπορούσε να διαμορφωθεί σε κήπο με δένδρα και χλοοτάπητα [...] ούτως ώστε το σύνολο να γίνει μουσείο αρχαίας τέχνης που δεν θα υπήρχε δεύτερο στον κόσμο» (culture.gr, 2002). Προηγουμένως (1831) οι Κλεάνθης και Schaubert είχαν εκπονήσει το σχέδιο πόλεως για τη νέα πρωτεύουσα της σύγχρονης Ελλάδας (Jokilehto, 2011, pp. 89-91). Ακόμη, στο Μεσοπόλεμο το ζήτημα απασχολούσε τους αρχαιολογικούς κύκλους, όπως φάνηκε από τη Συνδιάσκεψη των Αθηνών. Παρ' όλα αυτά, τέτοιες προτάσεις έμειναν μόνο σε θεωρητικό επίπεδο μέχρι τη δεκαετία του 1950 (Μαλλούχου-Tufano, 1998).

Η διαμόρφωση του χώρου της **Αρχαίας Αγοράς** ήταν το πρώτο τέτοιου είδους έργο που πραγματοποιήθηκε στην Ελλάδα, όπως μαρτυρείται από επιστολή του αρχιτέκτονα τοπίου Ralph E. Griswold, ο οποίος επέβλεψε το έργο (Mauzy, 2006):

«Ανάμεσα σε όλες τις ανασκαφές των αρχαίων τοποθεσιών στην Ελλάδα δεν υπάρχει προηγούμενο για την προτεινόμενη συστηματική διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου της Αθηναϊκής Αγοράς. Πρόκειται για ένα πρωτοποριακό εγχείρημα. Είναι τόσο μοναδικό για τη νεότερη αρχαιολογική πρακτική, όσο και η ιστορική σημασία της Αγοράς και θα προσδώσει νέο ενδιαφέρον στις αρχαίες παραδόσεις της [...]».

Πρωταρχικός στόχος του έργου ήταν να αναδειχθεί η ιστορική σημασία της Αρχαίας Αγοράς. Έτσι έγιναν φυτεύσεις σε θέσεις όπου ήταν γνωστό από την αρχαιότητα ότι υπήρχαν φυτά, ενώ οι υπόλοιπες φυτεύσεις, είχαν ως στόχο να προσφέρουν σκιά στους επισκέπτες, να λειτουργήσουν ως φόντο για τα ερείπια, να σημάνουν τις θέσεις σημαντικών οικοδομημάτων ή ανδριάντων, να οριοθετήσουν το χώρο, αλλά και για καθαρά διακοσμητικούς λόγους. Γύρω από το Ηφαιστείο είχαν εντοπισθεί σειρές ορυγμάτων στο φυσικό βράχο και αυτά ταυτίστηκαν με φυτοδοχεία. Σε αυτά φυτεύτηκαν ξανά δέντρα με στόχο να δημιουργηθεί ο κήπος του Ηφαιστου (Mauzy, 2006).

Ο Griswold θεωρούσε πολύ σημαντική την προσθήκη ποικίλης βλάστησης, με διαφορετικά σχήματα και χρώματα, δέντρα, θάμνους, πόες αλλά και «αγριολούλουδα», ενώ ήθελε να είναι στην πλειοψηφία τους είδη της Ελληνικής χλωρίδας, με λίγες εξαιρέσεις πλήρως εγκλιματισμένων ειδών στο κλίμα της Αττικής (Mauzy, 2006). Κατά την πρώτη φάση των φυτεύσεων ο Griswold συνάντησε δυσκολίες, που αφορούσαν κυρίως την εξεύρεση των κατάλληλων ειδών. Απευθύνθηκε τότε στην Ανωτάτη Γεωπονική Σχολή Αθηνών, Α.Γ.Σ.Α. (νυν Γ.Π.Α.) και ο πρύτανης Βασίλειος Δ. Κριμπάς, ανέθεσε στον Εμμανουήλ Βάθη, βοηθό στο Εργαστήριο Δενδροκομίας, να συμβάλλει στο έργο (Βάθης, 2002).

Η λύση που εφαρμόστηκε ήταν η μεταφύτευση των φυτών από την ύπαιθρο. Αυτοφυή φυτά λαμβάνονταν από τις περιοχές του Διονύσου, Τατοΐου, Ριτσώνας και Λιβαδιάς. Ακόμη προμήθεια του φυτικού υλικού γίνονταν από κρατικά δασικά φυτώρια, ιδιωτικά κτήματα, από το φυτώριο της Φιλοδασικής Ένωσης στην Καισαριανή και από το φυτώριο της Α.Γ.Σ.Α. (Βάθης, 2002).

Συνολικά φυτεύτηκαν πάνω από 4.500 φυτά (Mauzy, 2006), που άνηκαν σε πάνω από 250 είδη (Εικόνες 110, 111). Ο Βάθης (2002) αναφέρει ότι «Είναι ο τύπος πρασίνου που προσιδιάζει στον Ελληνικό χώρο, προσαρμόζεται στο Ελληνικό οικολογικό και ιστορικό περιβάλλον και αξιοποιεί επιτυχώς το άφθονο φυτικό υλικό της πλούσιας Ελληνικής χλωρίδας».

Λίστα των δενδρωδών ειδών που φυτεύτηκαν στο χώρο υπάρχει στο υπόμνημα του προσχεδίου φύτευσης του Griswold, στο οποίο καταδεικνύονται και οι θέσεις φύτευσης τους (Παράρτημα V). Πλήρης λίστα των ειδών που φυτεύτηκαν στην Αρχαία Αγορά υπάρχει στο

βιβλίο «Τα φυτά του πάρκου της Αρχαίας Αγοράς», με την ξεχωριστή και γεμάτη ευαισθησία εικονογράφηση του Βάθη (2002).



Εικόνα 110: (α) Το προσχέδιο των φυτεύσεων της Αρχαίας Αγοράς, του R. Griswold, Οκτώβριος 1953 (Mauzy, 2006), (β) Ο R. Griswold με μέλη του Σώματος Ελληνικού Οδηγισμού πραγματοποιούν φυτεύσεις στην Αρχαία Αγορά, Δεκέμβριος 1954 (agora.ascsa.net, n.d.)



Εικόνα 111: Πανοραμική αποψη της Αρχαίας Αγοράς Αθήνας (aristotelisguidegr.wordpress.com, 2014)

Η διαμόρφωση των υπωρειών του βράχου της Ακρόπολης, που περιλάμβανε την πρόσβαση στην Ακρόπολη, το δρόμο προς το λόφο Φιλοπάππου και τον Αγ. Δημήτριο Λουμπαδιάρη, ανατέθηκε στον Πικιώνη από το Υπουργείο Δημόσιων Έργων και πραγματοποιήθηκε την περίοδο 1954-1957. Ο Πικιώνης εργάστηκε με ένα ιδιαίτερο και χαρακτηριστικό γι' αυτό το έργο τρόπο, καθώς παρευρίσκονταν καθημερινά στο έργο και επέβλεπε σε βάθος λεπτομέρειας την κατασκευή (Αντωνακάκης, 1994), καθώς πίστευε ότι επρόκειτο για έργο με ιδιαίτερη ευαισθησία, το οποίο ήθελε να «κατασκευάσει ο ίδιος χρησιμοποιώντας τα χέρια των τεχνιτών» (Πικιώνης, 1955).

Ο Πικιώνης διαμόρφωσε τις οδούσεις προς το βράχο με βάση τις αντίστοιχες αρχαίες (Μαλλούχου-Tufano, 2015, pp. 260-263). Οι οδούσεις εξυπηρετούν την πρόσβαση προς το μνημείο, αλλά έχουν και χαρακτήρα περιπάτου. Επιπλέον, διαμορφώθηκαν σημεία θέασης και χώροι στάσης. Πιο εμβληματικό στοιχείο της επέμβασης αποτελεί το πλακόστρωτο όπου χρησιμοποιήθηκαν διάφορα υλικά, σκυρόδεμα, φυσικοί λίθοι, ακόμα και άνευ αρχαιολογικής αξίας κεραμικά στεγών αρχαίων οικιών της περιοχής, με διαφορετικό μέγεθος και τελική κατεργασία, ενώ η συνθετική διαδικασία γίνονταν επί τόπου (Παπαγεωργίου, 1994).

Στο πλαίσιο του έργου έγιναν και εκτεταμένες φυτεύσεις με είδη τα οποία ήταν γνωστό, από ιστορικά τεκμήρια, ότι φύονταν στην περιοχή κατά την αρχαιότητα (Παπαγεωργίου, 1994). Τα είδη που είχε επιλέξει ο Πικιώνης ήταν κυρίως θαμνώδη είδη: ρόδα, δάφνες και μυρσίνες, αλλά και άγριες και ήμερες ελιές, ενώ απομάκρυνε τα ξενικά είδη τα οποία θεωρούσε ότι δεν συνάδουν με το χαρακτήρα του τόπου (Πικιώνης, n.d.).

Ο Πικιώνης είχε αντιληφθεί από νωρίς την ιδιαίτερη αξία και την υποβλητικότητα του τοπίου που δημιουργεί η συνύπαρξη φύσης και μνημείων (Πικιώνης, 1940):

«Η πλαστική ευαισθησία του υλικού, η άπειρη ποικιλία στη σύνθεση των στοιχείων που μας προσφέρει η πραγματικότητα, είναι δώρα της φύσης. Τούτη η ευαισθησία, τούτη η φαντασία της φύσης, όπου ο άνθρωπος, όταν δουλεύει ωςάν ένα υπάκουο και παθητικό όργανό της, τις πραγματώνει ωςάν να έβγαιναν απ' αυτόν τον ίδιο, τούτα λοιπόν τα δώρα της φύσης πρέπει τώρα να γίνουν αρετές ανθρώπινες. Η φύση πρέπει να γείνη τέχνη. Το πώς γίνεται τούτο το βλέπουμε εξαιρετα στην τέχνη του λαού [...].

Οι αρχαίοι στάθηκαν μεγάλοι δάσκαλοι και σε τούτο. Επάνω στην Ακρόπολη δεν διανοήθηκαν ποτέ να εξαφανίσουν το πλούσια σε αισθητικά συναισθήματα έδαφος. Ο Παρθενώνας εγείρεται απάνω στο βράχο, απάνω του είναι σκαλισμένη η πρώτη βαθμίδα του στυλοβάτη του. Έτσι γίνεται η μετάβαση από τη Φύση στην Τέχνη. Τούτη τώρα εισάγοντας μέσα 'ς τη νεκρή ευθεία την σοφά κι ευαίσθητα υπολογισμένη έντασή της ζωντανής καμπύλης, συνεχίζει απάνω 'ς το δικό της το έργο την πλαστικότητα της φύσης»



Εικόνα 112: Εικόνα των επεμβάσεων του Πικιώνη στις υπώρειες του βράχου της Ακρόπολης (erietattali.com, n.d.)

Οι επεμβάσεις του Πικιώνη θεωρούνται υψηλής ποιότητας, μοναδικές και ταυτίστηκαν στη συλλογική συνείδηση με το τοπίο του βράχου της Ακρόπολης (Εικόνα 112, Μαλλούχου-Tufano, 2015). Το έργο του Πικιώνη γύρω από την Ακρόπολη χαρακτηρίστηκε το 1996 ως «ιστορικό διατηρητέο μνημείο», με την ΥΑ ΥΠΠΟ/ΔΙΛΑΠ/Γ/2633/36712/22-7-1996-ΦΕΚ 696/Β/19-8-1996, καθώς «αποτελεί μοναδικό και σπανίας αρχιτεκτονικής αξίας έργο παγκοσμίου ενδιαφέροντος [...], δημιουργία της επώνυμης μεταπολεμικής Αρχιτεκτονικής (listedmonuments.culture.gr, 2008).

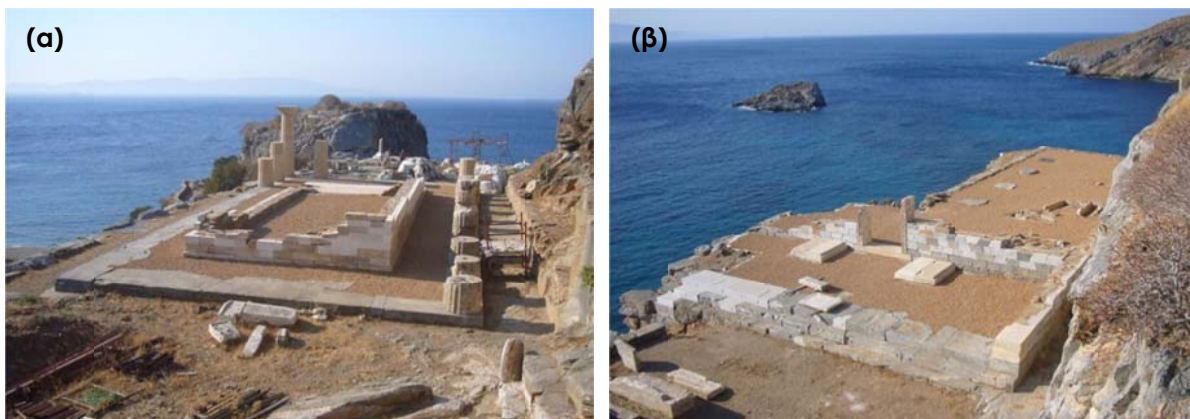
Την ίδια περίοδο με τη διαμόρφωση των υπωρειών της Ακρόπολης, μια ακόμη περίπτωση συστηματικής δενδροφύτευσης αρχαιολογικού χώρου, με στόχο την ανάδειξή του, είναι αυτή του **Κεραμεικού**. Οι φυτεύσεις στο χώρο του Κεραμεικού ξεκίνησαν τη δεκαετία του '50 από την Judith Perlzweig-Binder, η οποία ήταν μέλος της Αμερικανικής Σχολής Κλασικών Σπουδών στην Αθήνα, με αντικείμενο τις ανασκαφές στην Αρχαία Αγορά της Αθήνας (ascsa.edu.gr, 2018). Η Binder δενδροφύτευσε το νεκροταφείο του Ηριδανού, με στόχο ο επισκέπτης να αποκομίζει μια πιο πλήρη εικόνα ενός αρχαίου νεκροταφείου. Στα αρχαία νεκροταφεία οι ιδιώτες στόλιζαν τους οικογενειακούς τάφους με μαρμάρινες επιτύμβιες στήλες, αλλά και με φυτεύσεις, ενώ για πολλά φυτά υπάρχουν αναφορές για τη σχέση τους με την ταφική λατρεία. Η Perlzweig-Binder φύτευσε πάνω από 300 δέντρα, είδη της Ελληνικής χλωρίδας, που ήταν γνωστά και από αρχαίες πηγές. Φυτεύσεις έγιναν ακόμη για την εξυπηρέτηση λειτουργικών στόχων και την απόκρυψη αντιαισθητικών κτισμάτων της περιοχής. Σε μεταγενέστερες περιόδους, αλλά και έως σήμερα το Γερμανικό Αρχαιολογικό Ινστιτούτο φρόντιζε με ευαισθησία για τη συντήρηση της βλάστησης, αλλά και την προσθήκη νέων φυτεύσεων, όπου ήταν απαραίτητο, στο πνεύμα των πρώτων επεμβάσεων φύτευσης (Stroszeck, 1998). Από την

εποχή εκείνη δεν υπάρχουν αρχεία με τα είδη τα οποία φυτεύτηκαν στο χώρο, αλλά ούτε και σχέδια αποτυπώσεων με τις θέσεις φύτευσης (προφορική επικοινωνία με την κ. Stroszeck, υπεύθυνη ανασκαφών του Κεραμεικού, στο Γερμανικό Αρχαιολογικό Ινστιτούτο, 2017).

Σήμερα, στο πλαίσιο της μελέτης «Σχέδιο Διαχείρισης Αρχαιολογικού χώρου Κεραμεικού», μετά από ανάθεση του Γερμανικού Αρχαιολογικού Ινστιτούτου, έγινε καταγραφή και αποτύπωση των ειδών που φύονται στον Κεραμεικό. Από την καταγραφή βρέθηκαν 39 είδη φυτών, η πλειοψηφία των οποίων ανήκουν στις φυτεύσεις της δεκαετίας του '50 και περιλαμβάνουν κυρίως: ροδιές (*Punica granatum*), ελιές (*Olea europea*), κυπαρίσσια (*Cupressus sempervirens*), δάφνες (*Laurus nobilis*), συκιές (*Ficus carica*), πεύκη χαλέπιο (*Pinus halepensis*) κ.α. (Κανέλλου, 2017).

Αργότερα, μετά τη μεταπολίτευση, υπήρξε έντονη δραστηριότητα στον τομέα των αναστηλώσεων και της προστασίας των μνημείων. Αυτή περιλάμβανε επεμβάσεις συντήρησης, αποκατάστασης, ανάπλασης, διαχείρισης και ανάδειξης αρχαιολογικών χώρων, μνημείων και μουσείων. Πολύ σημαντικό στοιχείο είναι η παράλληλη ανάπτυξη εκπαιδευτικών προγραμμάτων από το ΥΠ.ΠΟ. Παρά ταύτα, τα προβλήματα που συναντώνται την τελευταία τετρακονταετία, αλλά και σήμερα, είναι η έλλειψη κατανόησης του μνημειακού πλούτου από το ευρύ κοινό, η μη εφαρμογή του νομικού πλαισίου που διέπει τη διαχείριση της πολιτιστικής κληρονομιάς, οι συχνά χαμηλής ποιότητας επεμβάσεις στα μνημεία, η πολυδιάσπαση των φορέων προστασίας και η έλλειψη συνολικού, κεντρικού σχεδιασμού των επεμβάσεων συντήρησης και αποκατάστασης, σε εθνικό επίπεδο (Μαλλούχου-Tufano, 2015, pp. 264-265).

Στο τέλος του 20^{ου} αι. πραγματοποιήθηκαν επεμβάσεις σε πολλούς χώρους, οι οποίες αφορούν τη συνολική παρουσίαση και οργάνωση του χώρου: συντήρησης, αναστήλωσης, περίφραξης, αποψίλωσης. Μεταξύ άλλων αναφέρονται οι αρχαιολογικοί χώροι: Πέλλα, Όλυνθος, Δίον, Καρθαία στην Κέα, Δωδώνη, Νικόπολη, Μεσσήνη, Νεμέα κ.α. Σε πολλές από αυτές τις περιπτώσεις, όπως πολύ πρόσφατα στην Καρθαία, οι επεμβάσεις έλαβαν διεθνείς διακρίσεις, βραβεία *Europra Nostra* (Εικόνα 113, Μαλλούχου-Tufano, 2015, pp. 264-282). Παρ' όλα αυτά, αξίζει να σημειωθεί ότι αυτές οι επεμβάσεις δεν περιλάμβαναν φυτοτεχνικές παρεμβάσεις, που θα συμπλήρωναν την ανάδειξη των χώρων, όπως στην περίπτωση της Αρχαίας Αγοράς, του λόφου της Ακρόπολης και του Κεραμεικού, που προσέθεσαν αξία στο τοπίο και αγαπήθηκαν από τους επισκέπτες (Βάθης, 2002, Mauzy, 2006).



Εικόνα 113: (α) και (β) ο αρχαιολογικός χώρος της Καρθαίας στην Κέα, μετά την ολοκλήρωση των εργασιών αναστήλωσης το 2008 (προσωπικό αρχείο, λήψη 2008)

Τέλος, αξίζει να γίνει αναφορά στην **Ενοποίηση των Αρχαιολογικών χώρων της Αθήνας** (Ε.Α.Χ.Α.). Αυτή είναι μια ιδέα που είχε εκφραστεί ήδη από τους Κλεάνθη και Schaubert, αλλά και τον Klenze κατά το σχεδιασμό της νέας πρωτεύουσας στις αρχές του 19^{ου} αι και έκτοτε αποτελούσε όραμα πολλών αρχαιολόγων, αρχιτεκτόνων και πολεοδόμων για σχεδόν δύο αιώνες.

Η πιο σύγχρονη προσπάθεια προς αυτή την κατεύθυνση ξεκίνησε το 1985, με πρωτοβουλία του Υπουργείου Πολιτισμού και της τότε Υπουργού Μ. Μερκούρη. Στόχος ήταν να δημιουργηθεί μια ενοποιημένη περιοχή έκτασης 7.000 στρεμμάτων, ένα αρχαιολογικό πάρκο, που θα περιείχε τα σημαντικότερα μνημεία του ιστορικού κέντρου της Αθήνας (culture.gr, 2002, Γαλάνη, 2004, Μαλλούχου-Tufano, 2015, pp. 284-285). Η συνολική μελέτη για το έργο (master plan) ανατέθηκε το 1988 σε ομάδα μελετητών (culture.gr, 2002). Το έργο θα αντιμετώπιζε τον κατακερματισμό των αρχαιολογικών χώρων του κέντρου και θα αναβάθμιζε την ζωή της πόλης δημιουργώντας ένα μεγάλο πολιτιστικό πόλο, που θα περιλάμβανε χώρους πρασίνου, χώρους πολιτιστικών δραστηριοτήτων, αναψυχής κ.α. (Γαλάνη, 2004).

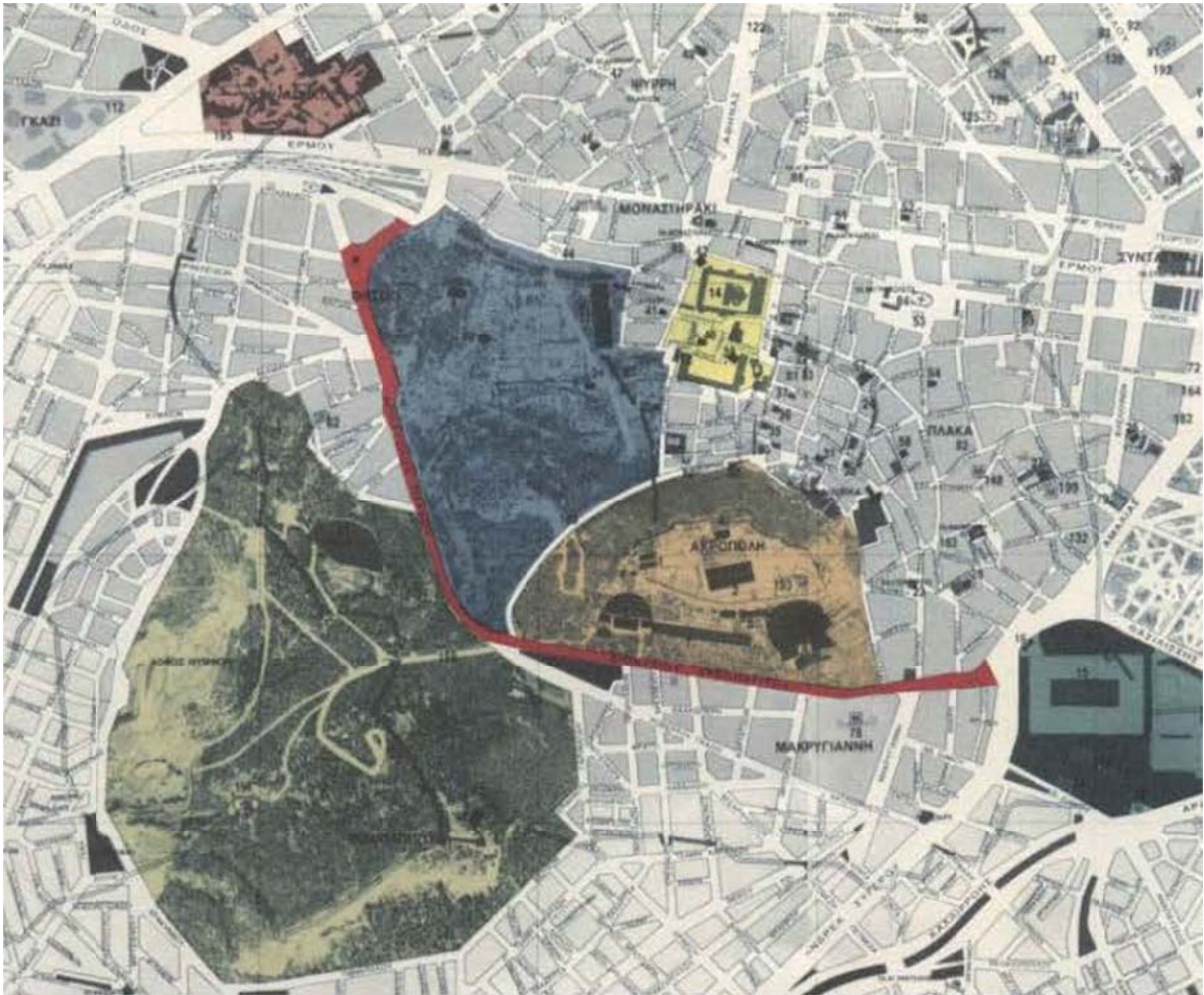
Επιμέρους στόχοι του έργου, μεταξύ άλλων, ήταν (Γαλάνη, 2004):

- Αναβάθμιση και ανάδειξη των αρχαιολογικών χώρων
- Συντήρηση και αποκατάσταση μνημείων
- Δημιουργία δικτύου πεζοδρόμων που θα συνέδεε τις αρχαιολογικές ζώνες
- Δημιουργία εκτεταμένων περιοχών πρασίνου

Μεταξύ άλλων, ως αντικείμενα των μελετών είχαν προδιαγραφεί έργα πρασίνου, εντός των αρχαιολογικών χώρων, αλλά και σε εκτεταμένες περιοχές στις νέες ζώνες ήπιας κυκλοφορίας που θα συνέδεαν τους χώρους, με στόχο την περιβαλλοντική και αισθητική αναβάθμιση. Για τις εντός αρχαιολογικών χώρων επεμβάσεις περιγράφονταν η αύξηση στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό του πρασίνου των χώρων για την περιβαλλοντική ανάπτυξη, τη βελτίωση της

αντιληπτικής εικόνας και την αναβάθμιση της αισθητικής και διδακτικής αξίας των μνημείων, ενώ ταυτόχρονα περιγράφονταν η απομάκρυνση της βλάστησης που προκαλεί προβλήματα στα μνημεία. Για τις εκτός αρχαιολογικών χώρων ζώνες προδιαγράφονταν η αύξηση του πρασίνου, η δημιουργία οροφώσεως στη σύνθεση της βλάστησης με στόχο την αύξηση της σταθερότητας και της πολυπλοκότητας των οικοσυστημάτων. Τα είδη που προτεινόταν να χρησιμοποιηθούν θα ήταν είδη της Ελληνικής χλωρίδας με κίνδυνο εξαφάνισης, είδη της αρχαίας χλωρίδας και ξενικά είδη με ιδιαίτερο αισθητικό ενδιαφέρον (Έκθεση Γραφείου Ενοποίησης Αρχαιολογικών Χώρων της Αθήνας, 1995).

Για την υλοποίηση του προγράμματος συστάθηκε το 1993 το Γραφείο Ε.Α.Χ.Α. (culture.gr, 2002), ενώ το 1997 συστάθηκε η Ε.Α.Χ.Α. Α.Ε. Το έργο υλοποιήθηκε με χρηματοδότηση από το Γ' Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης, την περίοδο 1998-2002, υπό την καθοδήγηση της αρχιτέκτονα πολεοδόμου Θ. Γαλάνη. Τελικά, κατά την υλοποίηση το έργο συρρικνώθηκε σε ένα μεγάλο αρχαιολογικό περίπατο. Έργα πραγματοποιήθηκαν στις περιοχές πέριξ των χώρων: του Κεραμεικού, της Αρχαίας Αγοράς, της Ρωμαϊκής Αγοράς, της Ακρόπολης, του Λόφου Φιλοπάππου και του Ολυμπίου. Τα έργα πρασίνου περιορίστηκαν σε δενδροφυτεύσεις των νέων πεζοδρόμων. Παρ' όλα αυτά ο μεγάλος περίπατος της Διονυσίου Αρεοπαγίτου και Απ. Παύλου, αναβάθμισε σημαντικά το κέντρο και αγκαλιάστηκε από τους Αθηναίους, αλλά και τους επισκέπτες της πόλης. Το έργο βραβεύτηκε με βραβείο Europa Nostra το 2005 (Μαλλούχου-Tufano, 2015, p. 276-285, Γαλάνη, 2004).



Εικόνα 114: Οι περιοχές παρέμβασης του έργου της Ενοποίησης Αρχαιολογικών Χώρων Αθήνας (Μαλλούχου-Τυφانو, 2015)

Όπως φάνηκε από το Κεφάλαιο 1, της ιστορικής αναδρομής, κατά τη συντήρηση και αποκατάσταση μνημείων προκύπτουν σημαντικά ερωτήματα, για τον τρόπο απόδοσης αυτών στην κοινωνία, στα οποία δίνουν απαντήσεις διάφορες θεωρητικές σχολές, μετά από μακροχρόνιες, πολύπλοκες και ευαίσθητες ζυμώσεις. Οι αρχαιολόγοι, αρχιτέκτονες, συντηρητές, μηχανικοί αλλά και οι αρχιτέκτονες τοπίου και οι γεωπόνοι, καλούνται να επιλύσουν σύνθετα, πολυπαραμετρικά προβλήματα, με στόχο την επαύξηση της αισθητικής, εκπαιδευτικής και λειτουργικής επιρροής των αρχαιολογικών χώρων.

2. ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΘΕΩΡΙΑ

Στο Κεφάλαιο 1 εξετάστηκε η εξέλιξη των ιδεών της αποκατάστασης μνημείων και της συμβολής της αρχιτεκτονικής τοπίου για την ανάδειξη αρχαιολογικών χώρων, έως το τέλος του 20^{ου} αι. Ποιες είναι όμως οι πιο σύγχρονες αρχές και αξίες που διέπουν τον τομέα των αναστηλώσεων και της ανάδειξης των αρχαιολογικών χώρων;

2.1 ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΘΕΩΡΙΑ ΑΝΑΣΤΗΛΩΣΕΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ

Οι φυτοτεχνικές επεμβάσεις σε ένα αρχαιολογικό χώρο θα πρέπει να συμβαδίζουν με τις αρχές του θεωρητικού πλαισίου των αναστηλώσεων, καθώς αυτές υπαγορεύουν το ευρύτερο πλαίσιο εντός του οποίου γίνονται παρεμβάσεις στα μνημεία και στον περιβάλλοντα χώρο τους. Έτσι, στο παρόν Κεφάλαιο θα γίνει αναφορά στις πιο σύγχρονες θεωρητικές προσεγγίσεις της αναστήλωσης και αποκατάστασης μνημείων.

Με τη Χάρτα της Βενετίας (1964) διευρύνθηκε το εννοιολογικό περιεχόμενο του μνημείου, το οποίο, εκτός από τα μνημεία τέχνης και ιστορίας, περιλαμβάνει ανώνυμα ταπεινά, μνημεία, φυσικούς και ιστορικούς τόπους και σύνολα (Χάρτα για την Αποκατάσταση Μνημείων και Τόπων) και καθορίστηκαν οι στόχοι της προστασίας, αλλά και οι μέθοδοι για να επιτευχθεί αυτή. Αργότερα, με τη Διακήρυξη του Άμστερνταμ (1975) και τη Σύμβαση της Γρανάδας (1985) εισήχθη η έννοια της ολοκληρωμένης προστασίας, όπου τα μνημεία και οι αρχαιολογικοί χώροι εντάσσονται σε ένα ευρύτερο χωροταξικό σχεδιασμό, με στόχο τη βελτίωση του αστικού και αγροτικού περιβάλλοντος (Μαλλούχου-Tufano, 2015, pp. 208-248).

Η Χάρτα για τη Μεθερμηνεία και την Παρουσίαση των Τόπων Πολιτιστικής Κληρονομιάς του ICOMOS (2008) θέτει τις αρχές διαχείρισης των πολιτιστικών τοπίων:

- Επαύξηση φυσικής και πνευματικής προσβασιμότητας των χώρων
- Διασύνδεση με την κοινωνία, επαύξηση εκπαιδευτικής επιρροής, ευρύτερη επικοινωνία των αξιών του χώρου
- Σεβασμός στην αυθεντικότητα
- Βιωσιμότητα
- Συνεργασία μεταξύ διαφόρων ειδικοτήτων, τοπικών κοινωνιών και άλλων εμπλεκομένων
- Συνεχής έρευνα, εκπαίδευση και αξιολόγηση

Η ολοκληρωμένη προστασία, που αποτελεί την πιο σύγχρονη θεωρητική ανάλυση της προστασίας και αποκατάστασης μνημείων, αποσκοπεί στη διάσωση του μνημείου, στη διαφύλαξη των λειτουργιών και αξιών του και στην ένταξη της πολιτιστικής κληρονομιάς στη

κοινωνική ζωή, σε ένα βιώσιμο πλαίσιο. Σε αυτά τα πλαίσια μπορεί να γίνει αναβίωση, επανάχρηση, εξυγίανση, ανανέωση και ανάδειξη των μνημείων (Μαλλούχου-Tufano, 2015, pp. 22-26).

Η ολοκληρωμένη προστασία και διαχείριση ως αντίληψη περιλαμβάνει τα μνημεία ως βασικό παράγοντα του χωροταξικού, πολιτιστικού, εκπαιδευτικού και περιβαλλοντικού σχεδιασμού και θεωρεί την αρχαιολογική προστασία ως δημόσια και συλλογική ευθύνη. Μεγάλο βάρος δίνεται στην εκπαίδευση και ενημέρωση του κοινού, αλλά και στην εκλαϊκευση της εικόνας, που επιτυγχάνεται με διδακτική διευθέτηση και παρουσίαση των αρχαιολογικών χώρων, όσο και τολμηρότερες εκπαιδευτικές ή διδακτικές ανακατασκευές (Μαλλούχου-Tufano, 2015, pp. 22-26).

Η διαχείριση της αρχαιολογικής κληρονομιάς περιλαμβάνει τη συντήρηση και προστασία, την ανάδειξη, την επαύξηση της εκπαιδευτικής και ψυχαγωγικής τους επιρροής και τη βελτίωση της οικονομικής τους απόδοσης. Η διαχείριση προϋποθέτει τη δυναμική διεπιστημονική συνεργασία πολλών ειδικοτήτων (Μαλλούχου-Tufano, 2015, pp. 22-26). Σήμερα, οι επεμβάσεις στα μνημεία, εκτός από σωστικό χαρακτήρα, τείνουν να αυξήσουν την εκπαιδευτική επιρροή του μνημείου και την αναγνωσιμότητά του, για την «αμεσότερη διανοητική απόλαυση και αισθαντική βίωση της πολιτιστικής κληρονομιάς» (Μαλλούχου-Tufano, 2015, p. 313).

Οι σημαντικότεροι άξονες που καθοδηγούν το σχεδιασμό των επεμβάσεων προστασίας και αποκατάστασης μνημείων είναι:

- Η **διεπιστημονική** προσέγγιση όλων των επιμέρους ειδικοτήτων που μπορούν να συνεισφέρουν στον τομέα
- Η **αντιστρεψιμότητα** των επεμβάσεων, δηλαδή η κυριολεκτική και πλήρης δυνατότητα επαναφοράς του μνημείου στην πρότερη κατάσταση
- Η διατήρηση της **αυθεντικότητας** των μνημείων. Ο όρος αυτός διατυπώνεται στην Χάρτα της Βενετίας, παρ' όλα αυτά δεν αναλύεται εννοιολογικά, καθώς θεωρήθηκε αυθύπαρκτος, αν και πολύπλοκος. Ο σεβασμός και η προστασία της αυθεντικότητας των πολιτιστικών τοπίων, των μνημείων δηλαδή με τη διευρυμένη έννοια της Χάρτας της Βενετίας, αφορά τη διατήρηση της ατμόσφαιρας του τόπου (spirit of place, genius loci)
- Η πρόκριση **προληπτικής συντήρησης** έναντι των επεμβάσεων αποκατάστασης
- Η μη διατάραξη αυθεντικών δομικών στοιχείων μνημείου
- Η **συμβατότητα των υλικών** που προστίθενται, τα οποία θα πρέπει να είναι καλής ποιότητας, με γνωστή και μακρόβια συμπεριφορά στο χρόνο
- Η απόδοση του μνημείου στο κοινό με τρόπο ασφαλή, εύληπτο και φιλικό προς τον επισκέπτη

- Η διαχείριση πολιτιστικής κληρονομιάς στο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης προς όφελος του κοινωνικού συνόλου

(Μαλλούχου-Tufano, 2015, pp. 322-348).

Οι ελάχιστες απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν οι επεμβάσεις συντήρησης και αποκατάστασης μνημείων είναι:

- Η αντίληψη του **επιδιωκόμενου οφέλους** από τις επεμβάσεις
- Η **έλλειψη οπτικής όχλησης**
- Η **προστασία της υλικής υπόστασης** του μνημείου
- Η αντίληψη των πιθανών **αρνητικών επιπτώσεων**

(Μαλλούχου-Tufano, 2015, pp. 322-348).

Στην Ελλάδα, την τελευταία τριακονταετία, οι σύγχρονες αρχές που χαρακτηρίζουν τα έργα συντήρησης και αποκατάστασης είναι:

- Η αντιστρεψιμότητα των επεμβάσεων
- Ο σεβασμός στο αρχικό σύστημα δόμησης των μνημείων
- Ο περιορισμός των επεμβάσεων στα ήδη αναστηλωμένα τμήματα των μνημείων
- Ο σεβασμός στην διαμορφωθείσα συλλογική μνήμη της εικόνας των μνημείων

(Μαλλούχου-Tufano, 2015, pp. 287-315).

Αργότερα, η Διακήρυξη του Québec για τη Διαφύλαξη του Πνεύματος του Τόπου (*genius loci*), ICOMOS, 2008, όρισε ότι το πνεύμα του τόπου περιέχει τα υλικά και άυλα πολιτιστικά αγαθά, τα φυσικά και πνευματικά στοιχεία που δίνουν νόημα, αξία, συναίσθημα και μυστήριο σε ένα τόπο. Αυτή η αντίληψη προσφέρει μια ευρύτερη, δυναμικότερη και πλουσιότερη κατανόηση του ζωντανού και μόνιμου χαρακτήρα των μνημείων, χώρων και τοπιών.

2.2 Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΤΟ ΤΟΠΙΟ ΤΩΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Στο σχεδιασμό του αρχαιολογικού τοπίου η βλάστηση είναι ένα πολύ σημαντικό εργαλείο που μπορεί να προσδώσει στη δομή του χώρου χωρική, λειτουργική και σημασιολογική-εκπαιδευτική σημασία (Matteini, 2006). Η βλάστηση, ανάλογα με το επίπεδο λεπτομέρειας των διαθέσιμων μαρτυριών του παρελθόντος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανακατασκευή του αρχαίου τοπίου με βάση τα διαθέσιμα τεκμήρια, για την υποθετική αναπαραγωγή, με βάση τις υποδείξεις των τεκμηρίων, ή για την εκ νέου ερμηνεία των πρωτότυπων συστατικών μερών και μεταφορά των χαρακτηριστικών στοιχείων στο σύγχρονο πλαίσιο (Matteini, 2006).

Όπως αναλύθηκε στο Κεφάλαιο 1 της ιστορικής αναδρομής η βλάστηση ως στοιχείο μετέχει ήδη στις πρώτες αναστηλωτικές προσπάθειες για την εξυπηρέτηση ποικίλων στόχων: αισθητική ανάδειξη του μνημείου (η βλάστηση ως φόντο), εξυπηρέτηση λειτουργικών σκοπών (στήριξη εδαφών, απόκρυψη αντιαισθητικών οπτικών κ.α.), στοιχείο εκπαίδευσης (χρήση ειδών που ήταν γνωστά από την αρχαιότητα), ανασύσταση αρχαίων κήπων, υποδήλωση ελλειπόντων μελών των μνημείων (επαύξηση διδακτικής αξίας), σύνδεση με το φυσικό περιβάλλον ή και απομόνωση του αρχαιολογικού χώρου.

Όπως θα αναπτυχθεί και παρακάτω σε πιο σύγχρονα παραδείγματα, η αξιοποίηση της βλάστησης συμβάλει στη δημιουργική εξυπηρέτηση αυτών των σκοπών, που συνάδουν με τις πιο σύγχρονες αρχές αναστηλώσεων, όπως η επαύξηση της διδακτικής επιρροής, ο σεβασμός στην αυθεντικότητα του τοπίου, η εκλαΐκευση της εικόνας, η οικονομική βιωσιμότητα, η σύνδεση με την κοινωνία, η αντιστρεψιμότητα των επεμβάσεων κ.α.

Σε ορισμένες περιπτώσεις η παρουσία φυτών μπορεί να παρέχει προστασία από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η φύτευση δέντρων και θάμνων μπορεί να βελτιώσει το μικροκλίμα στο περιβάλλον του μνημείου. Για παράδειγμα η σκίαση μπορεί να μειώσει τις θερμοκρασιακές μεταβολές του μικροπεριβάλλοντος, λόγω της μείωσης της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας, μειώνοντας την κίνηση του νερού, αλλά και των διαλυτών αλάτων, γύρω και πάνω στα μέλη. Ακόμη, κατάλληλη φύτευση μπορεί να προστατεύει τα μέλη από την επίδραση των ισχυρών ανέμων και στην περίπτωση παράκτιων χώρων από την απόθεση υδροσταγονιδίων της θάλασσας (αλατονέφωση) πάνω στα μέλη (Altieri & Pinna, 2008). Επίσης μπορεί να περιορίσει την απόθεση σωματιδίων και αέριων ρύπων πάνω στα δομικά υλικά (Matteini, 2006). Η παρουσία θαμνωδών, δενδρωδών ειδών, αλλά και εδαφοκάλυψης από ποώδη είδη, μπορεί να προστατεύσει τα μέλη από την απόθεση σωματιδίων ατμοσφαιρικών ρύπων, τα οποία παγιδεύονται στην επιφάνεια των φύλλων. Ακόμη η παρουσία εδαφοκάλυψης μπορεί να προστατεύσει από φαινόμενα διάβρωσης του εδάφους (Altieri & Pinna, 2008).

2.3 Η ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΦΥΤΕΥΣΗ ΕΝΟΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Το τοπίο των αρχαιολογικών χώρων είναι ιδιαίτερα εύθραυστο και πολύτιμο. Θεμελιώδους σημασίας στον σχεδιασμό των επεμβάσεων είναι η επιλογή των φυτικών ειδών που θα ενταχθούν στο τοπίο, τα οποία θα πρέπει να είναι κατάλληλα τόσο ως προς τις εδαφοκλιματικές συνθήκες του χώρου όσο και ως προς τα ιστορικά και πολιτιστικά στοιχεία (Matteini, 2006).

Η επιλογή των ειδών θα πρέπει να είναι συμβατή με το ιστορικό τοπίο. Για την επιλογή των κατάλληλων ειδών θα πρέπει να αντλούνται στοιχεία από τις ιστορικές πηγές και

αναπαραστάσεις φυτικών ειδών σε έργα τέχνης και άλλα τεκμήρια, όπως τοιχογραφίες, έργα γλυπτικής, κεραμοπλαστικής και αρχαιοβοτανικά ευρήματα. Από τις ιστορικές πηγές μπορεί ακόμη να αντληθούν πληροφορίες σχετικά με την οργάνωση της βλάστησης στο χώρο, όπως στην περίπτωση των ρωμαϊκών *viridaria* και *horti* (Altieri & Pinnas, 2008). Επιπλέον, στοιχεία μπορούν να αντληθούν από τη μυθολογία. Πολλά αυτοφυή είδη συνδέονται με κάποιο τοπικό μύθο ή είχαν συμβολική σχέση με κάποια θεότητα, όπως η ελιά με την Αθηνά, η ροδιά με τη Δήμητρα, η Δάφνη με τον Απόλλωνα, η συκιά και η άμπελος με τον Διόνυσο κ.α. (Canena, 1999).

Η ιδιαίτερη και πολύ πλούσια ελληνική χλωρίδα συμμετείχε στην καθημερινή ζωή και ενέπνευσε την τέχνη και τη μυθολογία των παρελθόντων πολιτισμών. Υπάρχουν αναρίθμητες αναφορές σε διάφορα είδη φυτών σε γραπτά κείμενα, αντικείμενα τέχνης καθημερινής χρήσης και τέχνηρα, καθώς και προφορικές παραδόσεις (Μπάουμαν, 1999), που προσφέρουν μια πολύ ευρεία δεξαμενή επιλογής ειδών, κατάλληλων για χρήση σε αρχαιολογικούς χώρους της Ελλάδας.

Τα ξενικά είδη δεν θεωρούνται κατά κανόνα κατάλληλα για αρχαιολογικούς χώρους. Έτσι, είδη που εισήχθησαν σε μεταγενέστερους χρόνους και μοντέρνα υβρίδια, όπως είδη των γενών *Rosa*, *Acacia*, *Robinia*, *Opuntia*, *Agave*, *Yucca*, *Eucalyptus*, *Pittosporum*, *Ailanthus* κ.α. δεν θεωρούνται κατάλληλα για μεσογειακούς αρχαιολογικούς χώρους, αν και συναντώνται σε ορισμένους (Altieri & Pinnas, 2008). Ακόμη, θα πρέπει να αποφεύγεται η εισαγωγή επιθετικών ζιζανίων, όπως ο αειλανθος (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle), και η ψευδακακία (*Robinia pseudoacacia* L.), καθώς τέτοια είδη αναπτύσσονται και επεκτείνονται γρήγορα, απειλώντας την κατάσταση διατήρησης των μνημείων (Celesti-Graporow and Blasi, 2004) και φτωχοποιώντας τα οικοσυστήματα στα οποία εισβάλλουν, κάτι που έχει επισημανθεί από τους μελετητές από πολύ νωρίς (Boni, 1913, Vila *et al.*, 2006, Motard *et al.*, 2011).

Ακόμη, τα φυτικά είδη, που επιλέγονται για τη φύτευση ενός αρχαιολογικού χώρου, θα πρέπει να μην απειλούν την κατάσταση διατήρησης των μνημείων και να είναι συμβατά με αυτό (Canena, 1999). Οι άμεσες και έμμεσες αρνητικές συνέπειες της φύτευσης καλλωπιστικής βλάστησης σε αρχαιολογικό χώρο, για την κατάσταση διατήρησης των μνημείων, θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν. Οι άμεσες αρνητικές συνέπειες περιλαμβάνουν μηχανικές καταστροφές λόγω της ανάπτυξης των ριζών των ειδών και ζητήματα αισθητικής φύσης όπως η απόκρυψη μερών του μνημείου από την κόμη του φυτού. Επιπλέον, θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν ο τρόπος πολλαπλασιασμού και διασποράς των επιλεγμένων φυτικών ειδών. Στον αρχαιολογικό χώρο της Ελευσίνας έχει παρατηρηθεί η διασπορά νεαρών δενδρυλλίων ελιάς, που φυτρώνουν πάνω σε μέλη του μνημείου και προκαλούν μηχανικές καταστροφές, που προέχονται από τη διασπορά σπερμάτων από τα ελαιόδεντρα που αποτελούν μέρος της φύτευσης του χώρου (Παπαφωτίου *et al.*, 2009, Parafotiu *et al.*, 2010a, Parafotiu *et al.*, 2010b).

Οι έμμεσες συνέπειες περιλαμβάνουν τη μεταβολή του μικροκλίματος που μπορεί π.χ. να οδηγήσει σε ανάπτυξη μικροοργανισμών, λόγω αυξημένης σκίασης και υγρασίας (Altieri & Pinna, 2008). Τέλος, τα οικολογικά χαρακτηριστικά των φυτών θα πρέπει να μελετώνται έτσι ώστε τα επιλεγμένα είδη να είναι συμβατά με το κλίμα και το έδαφος της περιοχής (Canena, 1999).

Στο πλαίσιο του ΘΑΛΗ επελέγησαν και αξιολογήθηκαν 14 θαμνώδη είδη κατάλληλα για χρήση σε αρχαιολογικούς χώρους. Τα είδη επελέγησαν ανάμεσα σε είδη που καταγράφηκαν μέσα ή γύρω από τους αρχαιολογικούς χώρους μελέτης, με βάση την ιστορική συμβατότητα και την προστασία του μνημείου. Συνεπώς επελέγησαν είδη γνωστά από τις αρχαίες πηγές, που δεν εγκαθίστανται σε τοίχοποιίες, χωρίς επιθετικό ριζικό σύστημα ή επιθετική εξάπλωση. Τα επιλεγμένα φυτικά είδη ήταν τα: *Anthyllis hermanniae*, *Anthyllis barba-jovis*, *Asphodelus fistulosus*, *Atriplex halimus*, *Ballota acetabulosa*, *Calamintha nepeta*, *Calamintha cretica*, *Limoniastrum monopetalum*, *Lomelosia hymettia*, *Teucrium capitatum*, *Thymelaea hirsuta*, *Thymelaea tartonraira*, *Hypericum taygeteum* και *Origanum scabrum*. Κατά τη διάρκεια του προγράμματος μελετήθηκε ο πολλαπλασιασμός τους και οι καλλιεργητικές τους απαιτήσεις στο φυτώριο, αλλά και *in situ*. Τα είδη αυτά θεωρούνται κατάλληλα για φυτεύσεις αρχαιολογικών χώρων της Ελλάδας.

2.4 ΤΑ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΑ ΠΑΡΚΑ

Ο όρος «αρχαιολογικά πάρκα» χρησιμοποιείται ευρέως την τελευταία εικοσαετία για να ορίσει κάτι διαφορετικό από τον αρχαιολογικό χώρο: μία ευρύτερης έκτασης περιοχή με στοιχεία αρχαιολογικού ενδιαφέροντος, τα οποία αποτελούν μέρος ενός σχεδιασμένου τοπίου, το οποίο εξιστορεί στοιχεία που αφορούν τον πολιτιστικό και φυσικό πλούτο (Tsaranopoulos & Fragou, 2013). Στόχος ενός τέτοιου έργου είναι η προστασία της πολιτιστικής και περιβαλλοντικής κληρονομίας προς όφελος της τοπικής κοινωνίας και της αειφορικής τουριστικής ανάπτυξης. Η κεντρική αφήγηση ενός αρχαιολογικού πάρκου αξιοποιεί όλα τα διαθέσιμα στοιχεία της περιοχής (Parageorgiou, 2000). Αυτό εξυπηρετεί ένα πολύ σημαντικό άξονα που αφορά τη βιωσιμότητα του έργου, με την αξιοποίηση μοναδικών τοπικών ποιοτήτων κληρονομίας (Tsaranopoulos & Fragou, 2013).

Ακόμη, μια αρχή που τίθεται από την ολοκληρωμένη διαχείριση μνημείων είναι η βελτίωση της φυσικής και πνευματικής προσβασιμότητας (Χάρτα για τη Μεθερμηνεία και την Παρουσίαση των Τόπων Πολιτιστικής Κληρονομίας του ICOMOS, 2008). Η στρατηγική σχεδιασμού των αρχαιολογικών πάρκων, διευρύνοντας το περιεχόμενο του χώρου συνάδει με αυτή την αρχή, λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι διαφορετικοί επισκέπτες έχουν διαφορετικά κίνητρα για να επισκεφτούν ένα χώρο, διαφορετικό επίπεδο γνώσης, διαφορετικά ενδιαφέροντα και ανάγκες (Pardo, 2016).

Στην Ιταλία το 2004 δημοσιεύτηκε το νομοθετικό διάταγμα 42/2004 για τα πολιτιστικά αγαθά και το τοπίο, στο οποίο ορίζεται ότι η πολιτιστική κληρονομιά του τόπου συναποτελείται από τα ολιστικά αγαθά και από τα αγαθά του τοπίου (*beni culturali e beni paesaggistici*), τα οποία προστατεύονται. Επιπλέον, το 2012 δημοσιεύτηκε το διάταγμα 18.04.2012/179 με τις κατευθυντήριες γραμμές για τη δημιουργία και ανάπτυξη των «αρχαιολογικών πάρκων». Το Ιταλικό Υπουργείο Πολιτισμού, λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι ο έως τότε σχεδιασμός ήταν ανεπαρκής και είχε προκύψει η ανάγκη μιας συνολικότερης αξιοποίησης της πολιτιστικής κληρονομιάς, που περιλαμβάνει ιστορικά, αρχαιολογικά, αρχιτεκτονικά και καλλιτεχνικά τεκμήρια, τα οποία ερμηνεύονται ως μέρος του περιβάλλοντος τοπίου, έφτιαξε μια ομάδα εργασίας με σκοπό αυτή να προσφέρει υποδείξεις και στοιχεία προβληματισμού και αξιολόγησης, χρήσιμα για τη δημιουργία αρχαιολογικών πάρκων. Στην ομάδα συμμετείχαν εκπρόσωποι από το Υπουργείο Πολιτισμού, την τοπική αυτοδιοίκηση και καθηγητές Πανεπιστημίου, ενώ θεωρήθηκε σημαντικό το απόσταγμα αυτής της νέας προσπάθειας να έχει χαρακτήρα πανεθνικό (Decreto 18.4.2012/179).

Ως αρχαιολογικό πάρκο ορίζεται στο διάταγμα μια γεωγραφική περιοχή που χαρακτηρίζεται από σημαντικά αρχαιολογικά ευρήματα και από τη συνύπαρξη ιστορικών, πολιτιστικών, περιβαλλοντικών αξιών και αξιών του τοπίου, με βάση μια επιστημονική και διαχειριστική μελέτη. Το διάταγμα περιγράφει τη μεθοδολογία εργασίας για την ανάπτυξη των αρχαιολογικών πάρκων, που περιλαμβάνει τρία στάδια: Επιστημονική μελέτη, Σχέδιο προστασίας και Ανάπτυξης και Σχέδιο Διαχείρισης.

Το πρώτο στάδιο, η **εκπόνηση επιστημονικής μελέτης** περιέχει δύο πεδία εμβάθυνσης: **Αρχαιολογική μελέτη** και **Τοπική μελέτη**. Η αρχαιολογική μελέτη περιλαμβάνει την αρχαιολογική τεκμηρίωση, την κατάσταση διατήρησης των μνημείων και την επιλογή μεθόδων συντήρησης και υλικών που πρόκειται να ενσωματωθούν στο χώρο. Η μελέτη του τοπίου, που είναι βαρύνουσας σημασίας, περιλαμβάνει την εκτίμηση της ποιότητας του περιβάλλοντος, γεωλογικά, γεωμορφολογικά και υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά και καταγραφή χλωρίδας και πανίδας και θέτει σε προτεραιότητα την προστασία συγκεκριμένων ειδών και βιοτόπων (Decreto 18.4.2012/179).

Στο δεύτερο στάδιο καταρτίζεται το **σχέδιο προστασίας και ανάπτυξης**, το οποίο λαμβάνει υπ' όψιν του όλα τα συμπεράσματα της επιστημονικής μελέτης. Το σχέδιο προστασίας έχει μια ολιστική αντίληψη για το αρχαιολογικό τοπίο, θέτει τους στόχους της προστασίας και ανάπτυξης και ορίζει τις επεμβάσεις, έτσι ώστε αυτοί να επιτευχθούν. Ειδικότερα, μεταξύ άλλων, γίνεται ανάλυση των κινδύνων και αδυναμιών της περιοχής, καθορισμός χρήσεων γης, σχεδιασμός δραστηριοτήτων, σχεδιασμός επεμβάσεων αποκατάστασης σε υποβαθμισμένες περιοχές, αξιοποίηση άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς, σχεδιασμός πρόσβασης και κίνησης επισκεπτών στο χώρο, εξυπηρέτηση επισκεπτών και κτηριολογικές εγκαταστάσεις. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στον επικοινωνιακό σχεδιασμό, τη διασύνδεση με την κοινωνία και στο

σχεδιασμό εκπαιδευτικών και ερευνητικών προγραμμάτων, καθώς αυτός άπτεται της οικονομικής βιωσιμότητας του έργου (Decreto 18.4.2012/179).

Το τρίτο και τελευταίο στάδιο αφορά το **σχέδιο διαχείρισης**, το οποίο μεριμνά για τη μελλοντική σταθερότητα και αποδοτικότητα των στόχων και προβλέψεων του σχεδίου ανάπτυξης και προστασίας. Περιλαμβάνει το σχέδιο οικονομικής και διοικητικής διαχείρισης και τον καθορισμό των αναγκών σε προσωπικό και εξοπλισμό. Θέτει ως προϋπόθεση την αιφορική, αυτόνομη και βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη του πάρκου (Decreto 18.4.2012/179).

Όλα τα παραπάνω συνδιαμορφώνουν το σχέδιο του αρχαιολογικού πάρκου στο οποίο διαφαίνεται η στρατηγική για την ανάπτυξη και αξιοποίηση της πολιτιστικής και περιβαλλοντικής-φυσικής κληρονομιάς και η εναρμόνισή τους με το σύγχρονο πλαίσιο. Πρόκειται για μία αντίληψη που εξετάζει το ιστορικό τοπίο και την πολιτιστική κληρονομιά, που περιέχεται σε αυτό, με την προσέγγιση της παγκόσμιας αρχαιολογίας και της αρχαιολογίας του τοπίου, η οποία μελετά την περιοχή λαμβάνοντας υπ' όψιν όλα τα απτά τεκμήρια της παρουσίας του ανθρώπου και της σχέσης του με το φυσικό περιβάλλον και τοπίο. Όλα τα παραπάνω θεωρούνται μέρος της ανάπτυξης της πολιτιστικής ζωής της χώρας (Decreto 18.4.2012/179).

Στην Ιταλία έχουν κηρυχθεί 18 περιοχές ως αρχαιολογικά πάρκα, μεταξύ των οποίων πολύ γνωστοί και με μεγάλη επισκεψιμότητα χώροι όπως: η Πομπηία (Pompeii), το Ερκολάνο (Ercolano), το Πέστουμ (Paestum), η αρχαία Αππία (Arpia antica) κ.α. (Εικόνα 115, beniculturali.it, 2018).



Εικόνα 115: Η αρχική σελίδα των αρχαιολογικών πάρκων (α) του Ερκολάνο (ercolano.beniculturali.it, 2018) και (β) του Πέστουμ (museopaestum.beniculturali.it, 2018)

Προσπάθεια δημιουργίας αρχαιολογικού πάρκου έχει γίνει και στο χώρο Αμπούριας (Empuries) στην Ισπανία. Το διαχειριστικό σχέδιο περιλάμβανε εκτενέστερη αρχαιολογική έρευνα για τη διεύρυνση του ιστορικού αντικειμένου, καλλιέργεια της σύνδεσης με το τοπίο,

βελτίωση των επιδεικτικών διατάξεων με σύγχρονη τεχνολογία, διεύρυνση του μουσειολογικού αντικειμένου, σχεδιασμός ποικίλων ξεναγήσεων κ.α. (Εικόνα 116). Τα αποτελέσματα ήταν πολύ θετικά ως προς την αύξηση της επισκεψιμότητας, αφού ο χώρος είναι πια από τους πιο επισκέψιμους στην Ισπανία, αλλά και του χρόνου που περνούν οι επισκέπτες στο χώρο. Ο χώρος έχει εκδοτικό κέντρο, μουσείο και μόνιμο κέντρο ερευνών στην κλασική αρχαιολογία, ενώ προσφέρει και εκπαιδευτικά προγράμματα για παιδιά (Pardo, 2016).

Αντίστοιχη προσπάθεια έχει γίνει και στην Καισάρεια (Κεσαρίγια, Caesariá) στο Ισραήλ (Εικόνα 117). Κατά το σχεδιασμό του έργου συνδυάστηκαν τα ιστορικά και πολιτιστικά στοιχεία του χώρου με τα οικολογικά περιβαλλοντικά, θέλοντας να παρουσιαστεί στον επισκέπτη μια εικόνα που υποβάλει στον επισκέπτη το ιστορικό τοπίο (Matteini, 2009).



Εικόνα 116: Το αρχαιολογικό πάρκο της Αμπούριας στην Ισπανία (portalclasico.com, 2016)



Εικόνα 117: Το αρχαιολογικό πάρκο της Καισάρειας στο Ισραήλ (Matteini, 2015)

Τα παραπάνω αποτελούν ένα έμπρακτο βήμα συμπόρευσης με τις αρχές που θέτουν οι νεότερες διεθνείς συμβάσεις για τη διαχείριση των πολιτιστικών αγαθών, όπως:

- Συναντίληψη του μνημείου με το περιβάλλον τοπίο
- Οικονομική βιωσιμότητα
- Σεβασμός στην αυθεντικότητα του τοπίου
- Διασύνδεση με την κοινωνία, επαύξηση εκπαιδευτικής επιρροής κ.α.

Παρ' όλα αυτά η διευρυμένη έννοια του αρχαιολογικού πάρκου, στο οποίο το αφήγημα περιλαμβάνει στοιχεία, που βασίζονται στην αξιοποίηση της βλάστησης, αυτοφυούς και καλλωπιστικής, είναι νέα και δεν έχει εξερευνηθεί επαρκώς, ενώ οι προσπάθειες προς αυτή την κατεύθυνση θα μπορούσαν να ενταθούν. Σε αυτό το νέο πλαίσιο η βλάστηση, ως μέρος του τοπίου που περιβάλλει το μνημείο έχει αναβαθμισμένο ρόλο. Καθώς οι αρχαιολογικοί χώροι είναι προστατευμένοι, ακόμα και αν βρίσκονται σε αστικό περιβάλλον φιλοξενούν ιδιαίτερη χλωρίδα. Στο περιβάλλον του αρχαιολογικού πάρκου τα ιδιαίτερα είδη και οι βιοκοινότητες θα μπορούσαν να προστατευτούν, σε συνάρτηση με την προστασία του μνημείου από τις

άμεσες και έμμεσες συνέπειες της ανεξέλεγκτης ανάπτυξης ζιζανίων. Κατά το βοτανικό σχεδιασμό ενός αρχαιολογικού πάρκου λαμβάνονται υπ' όψιν η αξία της προστασίας των ειδών (μελέτη βιοκοινοτήτων), αλλά και η εκπαιδευτική του αξία ως μουσειολογικό αντικείμενο (σύνδεση με την ιστορία του τόπου, Canena, 1999).

Το γενικό πνεύμα των νεότερων αρχών που διέπουν τη διαχείριση αρχαιολογικών χώρων, αλλά και ειδικότερα το παράδειγμα της Ιταλίας, είναι πολύ σημαντικό για τη χώρα μας, καθώς πρόκειται για μια εγγύς γεωγραφικά χώρα, με αντίστοιχα ευρύ πολιτιστικό πλούτο, ανάλογο κλίμα, ανάλογο πλούτο και ποικιλία χλωρίδας και πανίδας και της οποίας βασικός αναπτυξιακός πυλώνας αποτελεί ο τουρισμός.

Όπως φάνηκε από το Μέρος Ι, Κεφάλαιο 3, που αφορούσε τα αποτελέσματα καταγραφής βλάστησης, οι αρχαιολογικοί χώροι φιλοξενούσαν πλούσια αυτοφυή βλάστηση, η παρουσία της οποίας είναι συνδεδεμένη στη συλλογική μνήμη με την εικόνα των χώρων, προσδίδει ξεχωριστά χαρακτηριστικά ταυτότητας στους χώρους και χαρίζει έντονη εποχικότητα στο τοπίο, ενώ πολλά από τα είδη που καταγράφηκαν αναφέρονται στις αρχαίες πηγές.

Στην Ελλάδα με την εκπληκτική φυσική ποικιλία, που οι αρχαιολογικοί χώροι είναι συνδεδεμένοι με το ιδιαίτερο κάλλος της Ελληνικής φύσης συνθέτοντας μοναδικά πολιτιστικά τοπία, όπως στο Δίον, στη Μεσσήνη, στη Νικόπολη, στη Δήλο, στην Αμφίπολη κ.α., με κατάλληλες επεμβάσεις ανάδειξης αυτοί μπορούν να μετατραπούν σε αρχαιολογικά πάρκα. Επιπλέον, η δημιουργία αρχαιολογικών πάρκων μπορεί να λειτουργήσει ως μοχλός ανάπτυξης τοπικών και απομακρυσμένων κοινωνικών κέντρων (Tsaranoroulos & Fragou, 2013). Αυτή η ιδέα δεν είναι καινούργια αλλά ζυμώνεται από τη σύσταση του Νέου Ελληνικού Κράτους και έχει εκφραστεί σε έργα όπως η δενδροφύτευση του πάρκου της Αρχαίας Αγοράς, των υπωρειών της Ακρόπολης, της Ενοποίησης Αρχαιολογικών Χώρων της Αθήνας κ.α.

2.5 ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

Προστασία και ανάδειξη συγκροτήματος Ρωμαϊκών οικιών στη Brescia (Ιταλία, 2003). Κατά την ανασκαφή του συγκροτήματος Ρωμαϊκών οικιών, Domus dell' Ortaglia, στη Brescia βρέθηκαν πολύτιμα ψηφιδωτά που κοσμούσαν τις οικίες, αλλά και άλλα ευαίσθητα ευρήματα. Για την προστασία των ευρημάτων από την επίδραση των περιβαλλοντικών παραγόντων, αλλά και τη διευκόλυνση πρόσβασης στο κοινό αποφασίστηκε να κτιστεί ένα σύγχρονο κέλυφος πάνω και γύρω από τα ευρήματα. Για την καλύτερη ενσωμάτωση του νέου όγκου στο τοπίο, αλλά και για την κατανόηση των ερειπίων κατασκευάστηκε στη στέγη του νέου κτηρίου ένας ταρατσόκηπος, όπου απεικονίστηκε με σκληρά υλικά η κάτοψη των χώρων των οικιών όπως σώζονται, σε κλίμακα 1:1 και στους ενδιάμεσους χώρους φυτεύτηκε χλοοτάπητας (Εικόνα 118, divisare.com, 2016).



Εικόνα 118: Πανοραμική άποψη του προστατευτικού κελυφους που χτίστηκε πάνω από τα ερείπια Ρωμαϊκών οικιών στη Brescia. Στη στέγη διακρίνεται η απόδοση της κάτοψης των ερειπίων με σκληρά υλικά και η κάλυψη με χλοοτάπητα (divisare.com, 2016)

Giardino del Artemide a Siracusa (Ιταλία, 2005). Ο κήπος της Άρτεμης διαμορφώθηκε γύρω από το σημείο πρόσβασης στα ερείπια ενός ιονικού ναού, αφιερωμένου στη θεά, που διατηρείται κάτω από την επιφάνεια της γης (Εικόνα 119). Οι ανασκαφές στο χώρο ξεκίνησαν τη δεκαετία του 1960 και η κατασκευή του κήπου το 2003-2005 ήταν μέρος ενός ευρύτερου σχεδιασμού, που είχε σαν στόχο να βελτιώσει και να αναδείξει την πρόσβαση στον αρχαιολογικό χώρο. Το έργο είχε στόχο να εναρμονίσει το φυσικό και το τεχνητό περιβάλλον και να ζωντανέψει τη φαντασία γύρω από τη μυθολογία, λαμβάνοντας υπ' όψιν τη θέση του στο αστικό περιβάλλον (Εικόνα 120). Στο κήπο έχουν προστεθεί μεταλλικά στοιχεία, πλάκες και πλέγματα, σε διάφορα επίπεδα, αλλά και χαλίκι, τα οποία εναρμονίζονται με την αυτοφυή βλάστηση που ξεφυτρώνει στον κήπο, ανάμεσα από τα σκληρά υλικά και «καλεί» τη θεά Άρτεμη, προστάτιδα της φύσης (Cellini, 2015, vincenzolatina.com, 2018). Οι επεμβάσεις είναι πλήρως αντιστρέψιμες και είναι συμβατές με τον αρχαιολογικό χώρο, ενώ έχουν διατηρηθεί τα διάφορα επίπεδα που διαμορφώθηκαν στο χώρο κατά τη διάρκεια των ανασκαφών (Pola, 2013).



Εικόνα 119: Γενική άποψη, σε τομή, του κήπου της Άρτεμης. Διακρίνονται ο κήπος και τα ερείπια του ναού, που διατηρούνται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους (Pola, 2013)



Εικόνα 120: Άποψη του κήπου της Άρτεμης. Διακρίνονται τα μεταλλικά στοιχεία, το χαλίκι και η ανάπτυξη αυτοφυούς βλάστησης (vincenzolatina.com, 2018)

Έργα αποκατάστασης του Αρχαιολογικού τοπίου της Ολυμπίας (2008). Ο αρχαιολογικός χώρος της Ολυμπίας αποτελεί μνημείο παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς της UNESCO και είναι ιδιαίτερα αναγνωρίσιμος καθώς εκεί γίνεται, μεταξύ άλλων, η τελετή αφής της Ολυμπιακής φλόγας. Ο χώρος υπέστη καταστροφές με την πυρκαγιά του 2007 που έκαψε, μεταξύ άλλων, τον αύλειο χώρο του μουσείου, τον Κρόνιο λόφο, το μνημείο του Pierre de Coubertin και τη Διεθνή Ολυμπιακή Ακαδημία (Εικόνα 121). Αμέσως μετά κρίθηκε αναγκαία η αποκατάσταση του τοπίου και ιδιαίτερως η προστασία των εδαφών και οι παρεμβάσεις για την εγκατάσταση κατάλληλης βλάστησης. Το πλαίσιο επιλογής των φυτικών ειδών τέθηκε από το Κεντρικό Αρχαιολογικό Συμβούλιο, του ΥΠ.ΠΟ.Α. και αφορούσε την ανθεκτικότητα των ειδών στην πυρκαγιά, την ιστορία του χώρου και το αισθητικό αποτέλεσμα. Τα είδη επελέγησαν από τον κατάλογο των καταγεγραμμένων ειδών της ευρύτερης περιοχής, που δεν κήκε και τις αρχαίες πηγές, που αφορούσαν τη σύνθεση του αρχαίου δάσους της περιοχής και τη χρησιμότητα των ειδών στην καθημερινή ζωή των αρχαίων (Εικόνα 122). Στον κατάλογο των ειδών που φυτεύτηκαν στο χώρο περιλαμβάνονται τα: *Quercus coccifera*, *Quercus ilex*, *Pinus pinea*, *Cupressus sempervirens*, *Tilia tomentosa*, *Pistacia lentiscus*, *Vitex agnus castus*, *Arbutus unedo*, *Arbutus andrachne*, *Spartium junceum*, *Rosmarinus officinalis*, *Artemisia arborescens*, *Satureja thymbra* κ.α. (Λυριντζής *et al.*, 2011).



Εικόνα 121: Το μνημείο του P. de Coubertin, στην Ολυμπία, μετά την πυρκαγιά του 2007 (globalgiants.com, 2007)



Εικόνα 122: Το μνημείο του P. de Coubertin, στην Ολυμπία, μετά την αποκατάσταση του τοπίου, το 2009 (trekearth.com, 2013)

Rock Art Archaeological Park Campo Lameiro (Ισπανία, 2010). Πρόκειται για αρχαιολογικό χώρο που περικλείει μεγάλη συλλογή πετρογλυφικών βραχογραφιών, σε βράχους από γρανίτη. Οι απεικονίσεις περιλαμβάνουν ποικιλία θεμάτων της περιοχής της Γαλικίας από απλά γεωμετρικά σχέδια έως πολυπλοκότερα, όπως φιγούρες ζώων και ανθρώπων. Η δραστηριότητα στην περιοχή χρονολογείται από τους ύστερους Νεολιθικούς χρόνους έως την εποχή του Χαλκού και οι ιστορικές πληροφορίες που αντλούνται αφορούν τη γεωργική

δραστηριότητα των πληθυσμών, αλλά και την αντίληψή τους για τις κοινωνικές σχέσεις και το φυσικό περιβάλλον (Rock Art Archaeological Park Entry form, 2012).

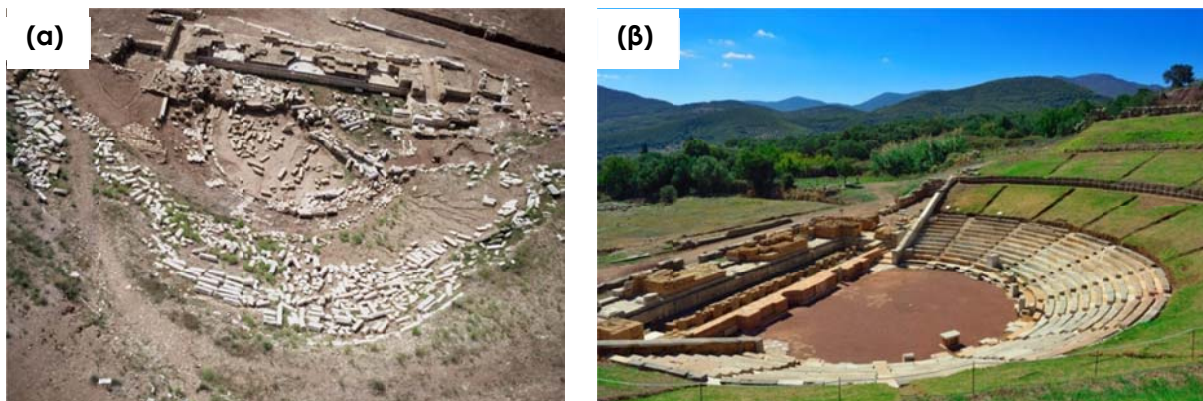
Θεωρήθηκε αναγκαίο να γίνουν επεμβάσεις στην περιοχή, καθώς η ανεξέλεγκτη αυτοφυής βλάστηση από θάμνους και δέντρα (*Ulex europaeus*, *Ulex minor*, *Eucalyptus globulus*, *Pinus pinaster*) υποβάθμιζε το τοπίο και απέκρυπτε τα ευρήματα. Το φυσικό τοπίο κρίθηκε ότι διαδραματίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην ανάδειξη του αρχαιολογικού χώρου. Έτσι, έγινε αρχαιοβοτανική έρευνα για τη σύνθεση της χλωρίδας της περιοχής 3.000-2.000 χρόνια π.Χ. Ακόμη έγινε εκτεταμένη προσπάθεια απομάκρυνσης των ειδών που θεωρήθηκαν ως ζιζάνια και μειώθηκαν σημαντικά οι πληθυσμοί τους. Οι νέες φυτεύσεις θεωρούνται θεμελιώδους σημασίας για την κατανόηση των πετρογραφιών στο κοινωνικό τοπίο της εποχής. Επιδιώχθηκε η δημιουργία ενός διαμπερούς τοπίου, με εύληπτη τοπογραφία, που επιτρέπει την κατανόηση της χωρικής κατανομής των πετρογλυφικών σε σχέση με τοπόσημα και φυσικά όρια (Εικόνα 123, Rock Art Archaeological Park Entry form, 2012).

Μετά το τέλος των επεμβάσεων δημιουργήθηκε ένα αρχαιολογικό πάρκο αφιερωμένο στην προστασία και ανάδειξη των πετρογραφιών της περιοχής. Στο χώρο εκπονούνται ποικίλα ερευνητικά προγράμματα που σχετίζονται με την πετρογραφία, οι επισκέπτες μπορούν να χρησιμοποιήσουν το χώρο για αναψυχή αλλά και εκπαίδευση και αναπτύσσεται βιώσιμη και ήπια τουριστική επισκεψιμότητα. Ιδιαίτερη σημασία δόθηκε στη μελέτη διαχείρισης του πάρκου που εστιάζει στην καλύτερη δυνατή προστασία των ευρημάτων σε συνδυασμό με τη μέγιστη δυνατή παροχή πρόσβασης στο κοινό (Rock Art Archaeological Park Entry form, 2012).

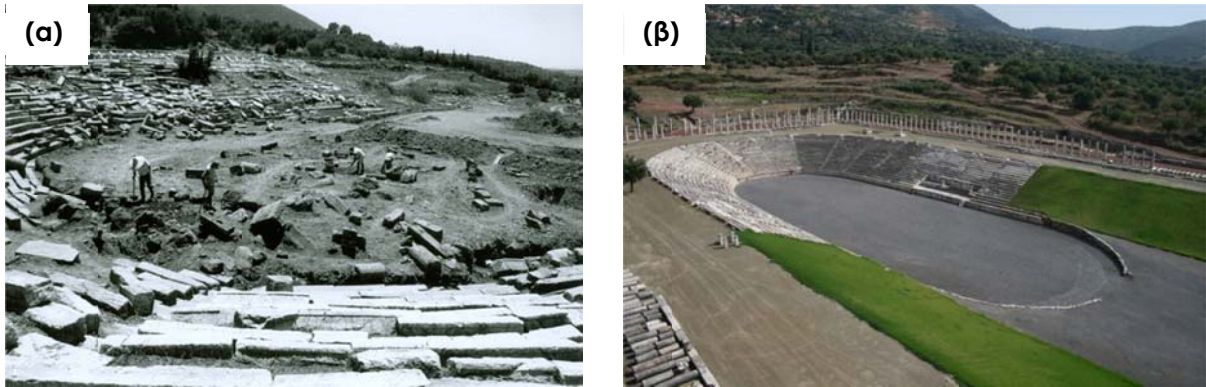


Εικόνα 123: (α) και (β) Το πάρκο πετρογλυφικών στην περιοχή Campo Lameiro της Ισπανίας. Διακρίνεται η απουσία υποορόφου (shadowsandstone.org, 2016).

Αποκατάσταση Θεάτρου και σταδίου στην Αρχαία Μεσσήνη (2010, 2013). Στον αρχαιολογικό χώρο της Αρχαίας Μεσσήνης πραγματοποιήθηκαν την τελευταία εικοσαετία εκτενείς επεμβάσεις ανασκαφών, συντήρησης, στερέωσης, αναστήλωσης, αποκατάστασης κ.α., από την Εταιρία Μεσσηνιακών Αρχαιολογικών Σπουδών, με επικεφαλής τον Καθ. Π. Θέμελη. Για όλες αυτές τις επιτυχημένες και μεγάλης κλίμακας παρεμβάσεις το έργο βραβεύτηκε με Ευρορα Nostra το 2011, καθώς η πόλη αναδείχθηκε ως ένα σημαντικό διοικητικό κέντρο της αρχαίας Ελλάδας. Τα μνημεία αποκαταστάθηκαν κατά το δυνατόν στην αρχική τους δομή, καθιστώντας τα προσβάσιμα και κατανοητά στο κοινό. Επιπλέον, οι επεμβάσεις σε δημόσιους χώρους θεάματος όπως στο στάδιο και το θέατρο επέτρεψαν τη σύνδεσή τους με την κοινωνία, αφού μελετήθηκαν ώστε να φιλοξενούν σύγχρονα καλλιτεχνικά δρώμενα κ.α. (europaeritageawards.eu, 2011). Στην περίπτωση του σταδίου όπως και του θεάτρου αναστηλώθηκαν τα μέλη που βρέθηκαν στις αρχικές τους θέσεις, ενώ η υπόλοιπη μορφή του κτηρίου, όπου δεν σώζονταν κατάλοιπα, αποδόθηκε με τη διαμόρφωση του εδάφους στο κατάλληλο σχήμα και στη συνέχεια εδαφοκάλυψη με χλοοτάπητα (Εικόνες 124, 125). Οι επεμβάσεις αυτές είναι πολύ σημαντικές για τη βελτίωση της αναγνωσιμότητας και αντιληψιμότητας του μνημείου, ενώ η εδαφοκάλυψη με χλοοτάπητα επιτρέπει την καλύτερη ένταξη στο φυσικό περιβάλλον, συγκρατεί το έδαφος και είναι μια πλήρως αντιστρέψιμη και ήπια λύση.



Εικόνα 124: Το θέατρο της Αρχαίας Μεσσήνης (α) πριν και (β) μετά την αποκατάσταση (ancientmessene.gr, 2013)



Εικόνα 125: Το στάδιο της Αρχαίας Μεσσήνης (α) πριν και (β) μετά την αποκατάσταση (ancientmessene.gr, 2013)

Ανάλογη περίπτωση είναι αυτή του **Teatro Romano di Gubbio (Ιταλία)**. Στην πόλη βρέθηκε θέατρο που χρονολογείται στους Ρωμαϊκούς χρόνους, χωρητικότητας 6.000 ατόμων. Κατά τις επεμβάσεις αποκατάστασης υποδηλώθηκαν τα χαμένα εδώλια του θεάτρου με κατάλληλη διαμόρφωση σε αναβαθμούς και εδαφοκάλυψη με βλάστηση. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η απόδοση της μορφολογίας, του οπτικού όγκου, αλλά και της χρηστικής λειτουργίας του θεάτρου (Εικόνα 126). Επιπλέον, αποφεύγεται η προσθήκη μεγάλων επιφανειών σκληρών υλικών, επέμβαση η οποία θα άγγιζε τα όρια της ανακατασκευής, που ρητά απαγορεύεται από τη Χάρτα της Βενετίας (1964). Άλλα τέτοια παραδείγματα είναι το **Vindonissa Amphitheater (Ελβετία)** και το **Αμφιθέατρο της Πομπηίας** (Εικόνα 127).



Εικόνα 126: Το αποκατεστημένο Teatro Romano di Gubbio (theatrum.de, n.d.)



Εικόνα 127: (α) Το αποκατεστημένο Vindonissa amphitheater (pinterest.co.uk., n.d.) και (β) το αποκατεστημένο αμφιθέατρο της Πομπηίας (προσωπικό αρχείο, λήψη 2008)

Επεμβάσεις φύτευσης στα νυμφαία του Παλατίνου λόφου (Ιταλία, 2012). Οι αυτοκρατορικοί κήποι και στη συνέχεια οι κήποι των Φαρνέζε αποτελούν πολύ σημαντικό κομμάτι της διάρθρωσης των αυτοκρατορικών οικιών στον Παλατίνο λόφο της Ρώμης. Το Ιταλικό Υπουργείο Πολιτισμού, το 2012, οργάνωσε μία έκθεση με τίτλο «Orti e Giardini il cuore di Roma antica», θέλοντας να αναζωογονήσει το ενδιαφέρον ειδικά για τα νυμφαία που υπήρχαν στους κήπους. Τα νυμφαία διατηρούνταν σε πολύ καλή κατάσταση και έτσι για μια νοητική αναπαράσταση υποδηλώθηκαν τα δύο βασικά οπτικά στοιχεία των νυμφαίων, το μάρμαρο και το νερό με φυτά με λευκά και γαλάζια άνθη αντίστοιχα (Εικόνα 128). Επιπλέον, στον κήπο του περιστυλίου της οικίας του Αυγούστου δημιουργήθηκε εκ νέου, σε κλίμακα 1:1, ο κήπος που αναπαρίσταται στις τοιχογραφίες της Villa Livia, που βρίσκονται στο Εθνικό Ρωμαϊκό Μουσείο, στη Ρώμη. Εκεί χρησιμοποιήθηκαν τα είδη που διακρίνονται στις τοιχογραφίες της Πομπηίας, αντίστοιχης περιόδου: βιβούρνα, πικροδάφνες, άγριες τριανταφυλλίες, κυπαρίσσια, κυδωνιές κ.α. Με την παράλληλη χρήση και άλλων οπτικών μέσων οι επεμβάσεις αυτές χρησιμοποιήθηκαν για την πληροφόρηση του κοινού σχετικά με την κηποτεχνία των αυτοκρατορικών χρόνων (Terranova, 2017).



Εικόνα 128: (α), (β) και (γ) Υποδήλωση των στοιχείων του νερού και του μαρμάρου με φυτά με γαλάζια και λευκά άνθη αντίστοιχα, στα νυμφαία των αυτοκρατορικών οικιών του Παλατινού λόφου (Terranova, 2017)

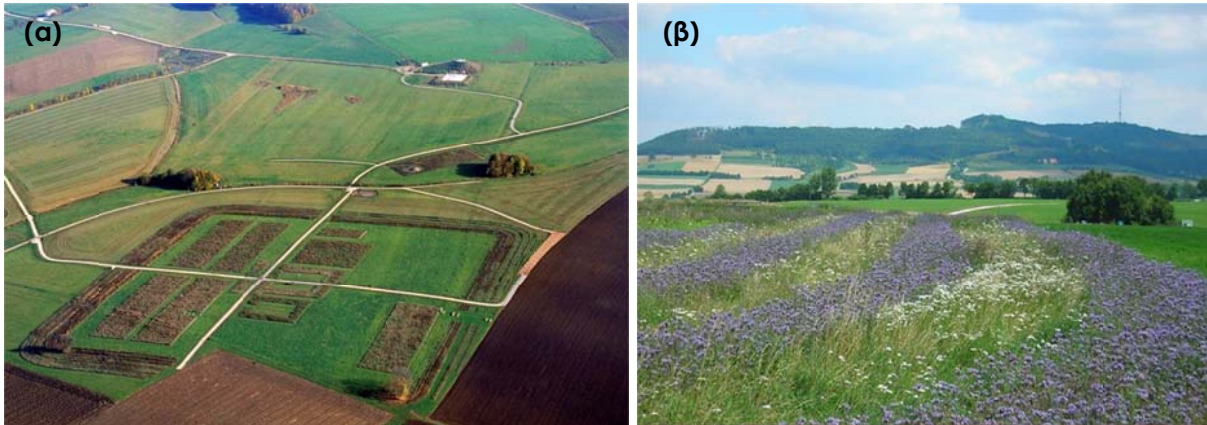
Ruffenhofen Roman Park and Limesium (Γερμανία, 2013). Πρόκειται για Ρωμαϊκό οχυρό και οικισμό, του 2^{ου} αι. μ.Χ., στην περιοχή της Φραγκονίας, στα σύνορα της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας (*Limes germanicus*). Όλες οι κατασκευές που αναπτύσσονται κατά μήκος των

Limes germanicus, όπως τείχη, οχυρά, τάφροι, φρούρια και παρατηρητήρια, αποτελούν μνημεία παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς της UNESCO (Ruffenhofen Park Entry form, 2016).

Μετά την εγκατάλειψή της από τους Ρωμαίους, στην περιοχή δεν ξαναχτίστηκε οικισμός. Οι κατασκευές χρησιμοποιήθηκαν ως πηγή οικοδομικού υλικού κατά τους μεσαιωνικούς χρόνους, ενώ αργότερα δημιουργήθηκαν εκεί γεωργικές εκμεταλλεύσεις. Έτσι τα αρχαία κατάλοιπα δεν διατηρούνται καθ' ύψος και τα ερείπια βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Παρ' όλα αυτά ο χώρος θεωρείται σημαντικός καθώς διατηρείται το ίχνος όλης της κάτοψης του μνημείου και αντλούνται σημαντικές ιστορικές πληροφορίες (Ruffenhofen Park Entry form, 2016).

Στο χώρο δημιουργήθηκε αρχαιολογικό πάρκο, με στόχο την προστασία, συντήρηση και παρουσίαση των ερειπίων στο κοινό (Ανον., 2016). Οι μελετητές σχεδίασαν φυτεύσεις ακολουθώντας τα ίχνη των κατασκευών και με αυτό τον τρόπο απέδωσαν οπτικά την κάτοψη του μνημείου. Οι διαφορετικές αρχιτεκτονικές δομές αποδόθηκαν με τη χρήση διαφορετικών φυτικών ειδών και περιοχών με κουρεμένο τάπητα (Εικόνα 129). Κατά μήκος του ίχνους των τειχών φυτεύτηκαν γαύροι (*Carpinus betulus*) που διακόπτονταν από κραινιές (*Cronus sp.*) στις θέσεις στις οποίες υπήρχαν παρατηρητήρια. Μέσα στο οχυρό τα κτήρια αποδόθηκαν με ποώδη ανθοφόρα είδη, ενώ στην περίμετρο των κτηρίων φυτεύτηκε χλοοτάπητας ο οποίος κουρεύεται αυστηρά για τη δημιουργία αντίθεσης. Στις αποθήκες σιτηρών φυτεύτηκε σιτάρι (*Triticum spelta*) και ένας ναός υποδηλώθηκε με πυξάρι (*Buxus sp.*). Οι φυτεύσεις προσδίδουν στο τοπίο έντονη εποχική διαφοροποίηση (Ruffenhofen Park Entry form, 2016, Εικόνα 130).

Αυτή η μέθοδος διδακτικής παρουσίασης θεωρείται ότι είναι βιώσιμος και πλήρως αναστρέψιμος, ενώ προστατεύει τα ερείπια και το περιβάλλον. Τα είδη που επελέγησαν είναι ενδημικά είδη και θεωρείται ότι μετά τις επεμβάσεις αυξήθηκε η βιοποικιλότητα της περιοχής. Οι θέσεις φύτευσης των μεγάλων δέντρων επελέγησαν ώστε να μην προκαλούν μηχανικές βλάβες στα αρχαία κατάλοιπα, με την ανάπτυξη του ριζικού τους συστήματος. Η δημιουργία του πάρκου αύξησε την τουριστική επισκεψιμότητα, αλλά επιπλέον ο χώρος χρησιμοποιείται από τους ντόπιους, ως πάρκο αναψυχής (Ruffenhofen Park Entry form, 2016).



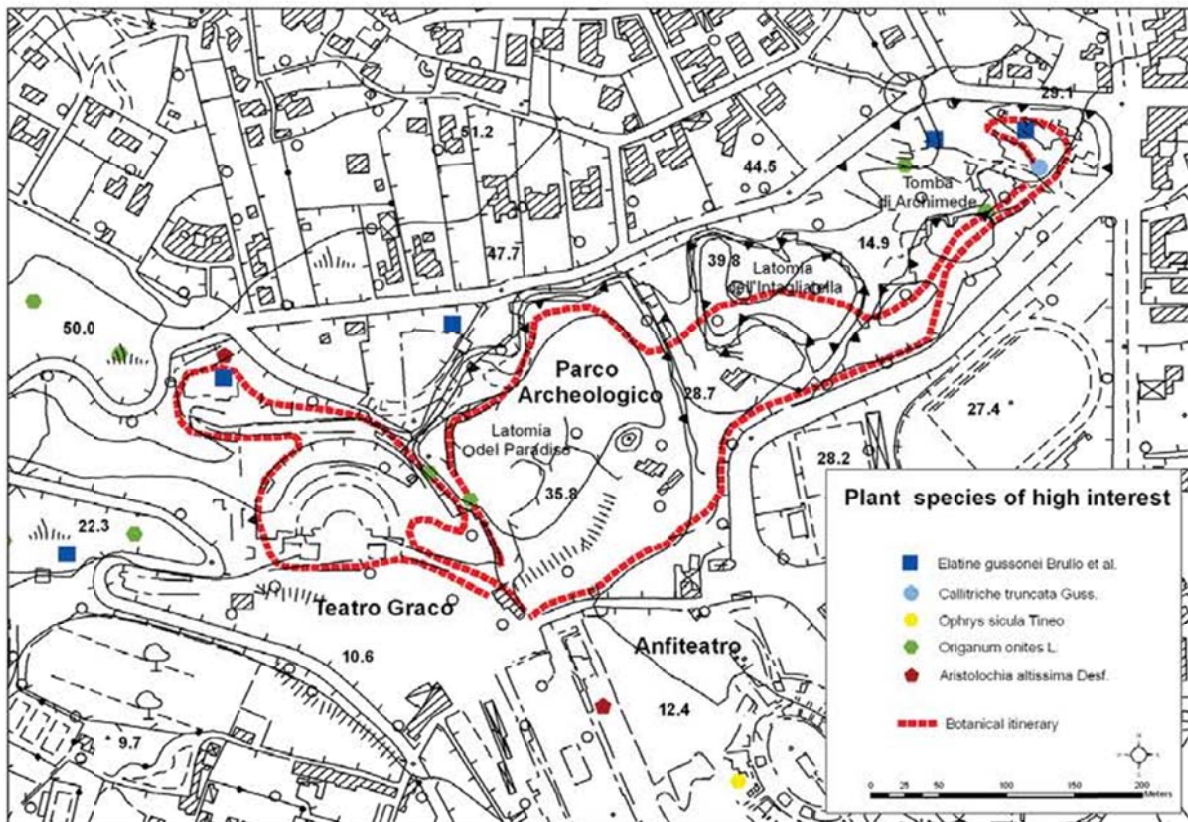
Εικόνα 129: Η οπτική απόδοση (α) του αρχαιολογικού χώρου στο Ruffenhofen (wikipedia.org, 2017) και (β) των τάφρων του φρούριου στο Ruffenhofen μετά την ολοκλήρωση των φυτεύσεων το 2014 (roemerpark-rufenhofen.de, n.d.).



Εικόνα 130: Η οπτική απόδοση κάτοψης στο Ruffenhofen με ανθοφόρα φυτά (roemerpark-rufenhofen.de, n.d.).

Μια βόλτα στη βλάστηση του αρχαιολογικού χώρου της Νεάπολης των Συρακουσών στη Σικελία (Ιταλία, 2013). Η αυτοφυής βλάστηση του χώρου παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς φύονται εκεί σπάνια ή ενδημικά φυτά. Ένα από τα σημαντικά φυτά του χώρου είναι το είδος *Origanum onites* αυτοφυές στις παράκτιες περιοχές και τα νησιά της Ελλάδας και της Τουρκίας. Πιθανολογείται ότι το φυτό εισήχθη στην περιοχή από τους Έλληνες αποίκους που έζησαν στο χώρο και προστατεύεται ως ιστορικό τεκμήριο. Ένα ακόμη ξεχωριστό είδος είναι το *Elatine gussonei*, το οποίο είναι ένα εφήμερο υδρόφιλο είδος που αναπτύσσεται το Φθινόπωρο και το Χειμώνα. Το είδος καταφέρνει να επιβιώνει στις μικρές λιμνούλες, που σχηματίζονται περιοδικά σε κοιλάτες στους βράχους ασβεστόλιθου, που δημιουργήθηκαν κατά τη λατόμηση οικοδομικού υλικού στην αρχαιότητα. Στο πλαίσιο των εκπαιδευτικών προγραμμάτων του χώρου θεωρήθηκε σημαντική η αξιοποίηση της τοπικής βιοποικιλότητας,

ως μέρος και της ιστορίας του τόπου. Έτσι, σχεδιάστηκε ένας θεματικός περίπατος που οδηγεί τον επισκέπτη στις θέσεις όπου φύονται τα σημαντικότερα είδη του χώρου, τον οποίο μπορεί να απολαύσει το ευρύ κοινό (Εικόνα 131, Minissale *et al.*, 2015).



Εικόνα 131: Θεματικός βοτανικός περίπατος στον αρχαιολογικό χώρο της Νεάπολης των Συρακουσών στη Σικελία (Minissale *et al.*, 2015)

Από τα σύγχρονα παραδείγματα γίνεται αντιληπτό πως το στοιχείο της βλάστησης διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ανάδειξη αρχαιολογικών χώρων και μνημείων. Τα στοιχεία πρασίνου συμμετέχουν στη διδακτική παρουσίαση των ερειπίων, λειτουργούν ως σκηνογραφικά μέρη, ενισχύουν το μουσειολογικό περιεχόμενο, βοηθούν στην ένταξη του μνημείου στον περιβάλλοντα χώρο, έχουν λειτουργικό ρόλο, όπως την προστασία των εδαφών, κ.α., ενώ οι εφαρμογές είναι πλήρως αντιστρέψιμες. Όλα τα παραπάνω συνάδουν με τις σύγχρονες αρχές της αναστήλωσης και αποκατάστασης μνημείων, στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης διαχείρισης που στοχεύει στην απόδοση των μνημείων στην κοινωνία με τρόπο άμεσο, κατανοητό και βιώσιμο. Ειδικότερα στην περίπτωση των αρχαιολογικών πάρκων, που τα τελευταία χρόνια αποτελούν με διευρυμένη προσέγγιση του αρχαιολογικού τοπίου, η προβολή και αξιοποίηση του στοιχείου της βλάστησης έχει αναβαθμισμένο ρόλο ως μέρος της πολιτιστικής κληρονομιάς που περιλαμβάνει τα πολιτιστικά αγαθά και τα αγαθά του τοπίου.

2.6 ΜΕΛΕΤΕΣ ΑΝΑΔΕΙΞΗΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΥΤΟΦΥΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ

Στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος ΘΑΛΗΣ, όπου έγινε προσπάθεια πολύπλευρης προσέγγισης του ζητήματος της διαχείρισης βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους, με την καταγραφή βλάστησης και σχετιζόμενων προβλημάτων, την ανάπτυξη εναλλακτικών μεθόδων διαχείρισης ζιζανίων και τη μελέτη του πολλαπλασιασμού και της εγκατάστασης κατάλληλων φυτικών ειδών σε αρχαιολογικούς χώρους, εκπονήθηκαν και προκαταρκτικές μελέτες ανάδειξης, για τρεις αρχαιολογικούς χώρους, ήτοι την Κολώνα, την Αμφίπολη και την Αρχαία Μεσσήνη, με έμφαση στην ενίσχυση των καλλωπιστικών φυτεύσεων, με θαμνώδη αυτοφυή είδη, χαρακτηριστικά του Ελληνικού τοπίου, κατάλληλα ως προς τον ιστορικό χαρακτήρα των αρχαιολογικών χώρων και ως προς την προστασία του μνημείου.

Όπως φάνηκε στο Κεφάλαιο 1 της Ιστορικής Αναδρομής, το στοιχείο της βλάστησης ως μέσο ανάδειξης του αρχαιολογικού τοπίου, συνοδεύει τα έργα αναστήλωσης και αποκατάστασης, ήδη από τις αρχές του 19^{ου} αι. Παρ' όλα αυτά στην Ελλάδα και ενώ υπάρχει πλούσιο αναστηλωτικό έργο, δεν είναι πολλά τα παραδείγματα ενσωμάτωσης καλλωπιστικής βλάστησης, κατάλληλης ως προς τη διατήρηση και ανάδειξη του ιστορικού χαρακτήρα του τοπίου, αλλά και ως ευκαιρία διεύρυνσης του μουσειολογικού αντικειμένου και συγκερασμού του φυσικού και πολιτιστικού τοπίου.

Συνηθέστερα, οι φυτεύσεις που γίνονται σε αρχαιολογικούς χώρους, γίνονται κατακερματισμένα χωρίς να λαμβάνεται υπ' όψιν το σύνολο του αρχαιολογικού χώρου και της ευρύτερης περιοχής και χωρίς εις βάθος μελέτη της καταλληλότητας των ειδών, ως προς την προέλευση και τις εδαφοκλιματικές απαιτήσεις.

Από τα αποτελέσματα της έρευνας ερωτηματολογίου που διεξήχθη στις Εφορείες Αρχαιοτήτων της χώρας (Μέρος II, Κεφ. 3.1), φάνηκε ότι κατά πλειοψηφία η αυτοφυής βλάστηση θεωρείται ότι αποτελεί κομμάτι της αισθητικής απόλαυσης του τοπίου και ότι η ύπαρξη φυτοτεχνικού σχεδιασμού βελτιώνει την αισθητική και τη λειτουργικότητα ενός χώρου, ενώ τα φυτικά είδη που θεωρούνται ως περισσότερο ελκυστικά, για φύτευση σε αρχαιολογικούς χώρους, είναι είδη της τοπικής χλωρίδας και είδη που σχετίζονται με την ιστορία του χώρου.

Έτσι, με βάση τα παραπάνω, στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος κρίθηκε απαραίτητη η στοιχειοθέτηση πιλοτικών προτάσεων εγκατάστασης βλάστησης για αρχαιολογικούς χώρους, με στόχο την επαύξηση της εκπαιδευτικής και ψυχαγωγικής επιρροής των χώρων, σύμφωνα με τη σύγχρονη αντίληψη της ολοκληρωμένης διαχείρισης μνημείων.

Πριν την κατάρτιση του Σχεδίου Γενικής διάταξης για τους τρεις αρχαιολογικούς χώρους, έγινε ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης και συγκεντρώθηκαν στοιχεία που αφορούσαν την ιστορική εξέλιξη των χώρων, τη γεωγραφική θέση, το περιβάλλον φυσικό τοπίο και τη σύνθεση

της αυτοφυούς χλωρίδας, βάσει των καταγραφών (Μέρος Ι, Κεφ. 3), ενώ τέλος αξιολογήθηκαν οι υποδομές εξυπηρέτησης των επισκεπτών.

Και στους τρεις χώρους κρίθηκε απαραίτητη η βελτίωση του δικτύου κίνησης των επισκεπτών και η χωροθέτηση νέων χώρων στάσης και αναψυχής. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην ενσωμάτωση αυτοφυών θαμνωδών ειδών. Τα είδη επελέγησαν ανάμεσα στα αυτοφυή είδη, με χαμηλή επιθετικότητα προς το μνημείο, με βάση την αισθητική και ιστορική τους αξία και τις χαμηλές απαιτήσεις σε συντήρηση. Τα είδη που επελέγησαν ήταν τα: καλαμίνθα (*Calamintha nepeta* (L.) Savi), τεύκριο (*Teucrium capitatum* L.), ανθουλλίσ του Χέρμαν και ανθουλλίσ γενειάδα του Δία (*Anthyllis hermanniae* L. και *A. barba-jovis* L.), μπαλότα (*Ballota acetabulosa* (L.) Benth.), λομελόζια (*Lomelosia hymettia* Boiss. & Spruner), λιμονιάστρο (*Limoniastrum monopetalum* (L.) Boiss. 1848), ασφόδελος (*Asphodelus fistulosus* L.) και άτριπλεξ (*Atriplex halimus* L.).

Τα παραπάνω είδη είναι γνωστά από τους αρχαίους χρόνους και αναφέρονται σε ιστορικά τεκμήρια, όπως ο ασφόδελος που συνδέονταν με το βασίλειο του Πλούτωνα και φυτεύονταν στα νεκροταφεία (Δαβίας, 2009), οι ανθουλλίδες που χρησιμοποιούνταν για την κατασκευή σαρώθρων και ως φαρμακευτικά, η αρωματική καλαμίνθα που χρησιμοποιούνταν για την απώθηση των φιδιών Παραφοτίου *et al.*, 2015), ενώ το τεύκριο είχε ποικίλες φαρμακευτικές χρήσεις (Μπάουμαν, 1999). Τα είδη αυτά είχαν επιλεγεί και αξιολογηθεί στο πλαίσιο του ΘΑΛΗ, όπου μελετήθηκαν τα πρωτόκολλα πολλαπλασιασμού, με τρεις μεθόδους: σπόρος, μοσχεύματα και μικροπολλαπλασιασμός, καθορίστηκαν οι φυτωριακές, καλλιεργητικές απαιτήσεις και μελετήθηκαν οι *in situ* καλλιεργητικές απαιτήσεις με την εγκατάσταση τους την Κολώνα, την Αμφίπολη και τη Μεσσήνη.

Πιο συγκεκριμένα, στην Κολώνα προτάθηκε η δημιουργία τεσσάρων χώρων στάσης και αναψυχής, που προσκαλούν τον επισκέπτη να απολαύσει το μνημείο και το φυσικό παράλιο τοπίο, αφού δύο από αυτούς προεκτείνονται πέρα από το ανάγλυφο αιωρούμενοι πάνω από τη θάλασσα (Εικόνες 132, 133). Στους χώρους στάσης τοποθετήθηκαν γραμμικά οι νέες φυτεύσεις με κατεύθυνση προς την πλευρά με το μεγαλύτερο οπτικό ενδιαφέρον (Παραφοτίου *et al.*, 2016α, Παπαφωτίου *et al.*, 2017α).

Στην Αμφίπολη σχεδιάστηκε το δίκτυο κίνησης των επισκεπτών, έτσι ώστε να καθοδηγεί τον επισκέπτη σε όλα τα μνημεία και προτάθηκε η δημιουργία δύο χώρων στάσης με απρόσκοπτη θέα προς τα μνημεία και το Στρυμόνα, καθώς ο χώρος είναι οχυρός και τοποθετείται σε υψηλό σημείο, από όπου εποπτεύει τη γύρω περιοχή. Οι διαδρομές, αλλά και οι φυτεύσεις ακολουθούν ελεύθερα οργανικά σχήματα που αγκαλιάζουν τις εξάρσεις και βυθίσεις του ανάγλυφου (Εικόνες 134, 135, Παραφοτίου *et al.*, 2016β, Παπαφωτίου *et al.*, 2017β).

Στην Αρχαία Μεσσήνη το προτεινόμενο δίκτυο κίνησης επισκεπτών ακολουθεί τον κήρυκα του Ιπποδάμειου συστήματος της αρχαίας πόλης, υπογραμμίζοντας τη σημασία των ιστορικών

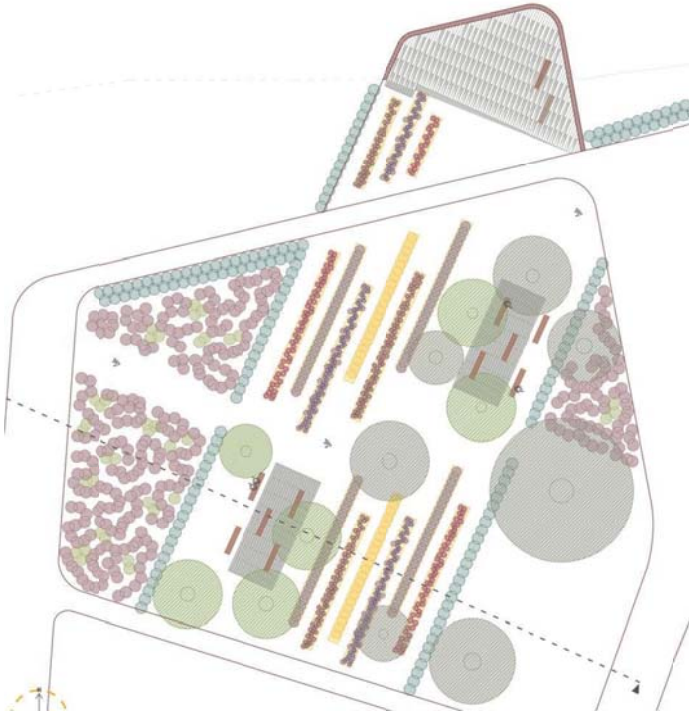
στοιχείων που αντλούνται, για την οργάνωση της αρχαίας πόλης. Οι νέοι χώροι στάσης εξασφαλίζουν οπτική επαφή με τα σημαντικότερα μνημεία του χώρου και οι φυτεύσεις γίνονται σε «ιπποδάμειο» κάναβο (Εικόνες 135, 136, Παραφοτιού *et. al.*, 2016c, Παπαφωτίου *et. al.*, 2017γ).

Οι προτεινόμενες επεμβάσεις στους τρεις χώρους αναμένεται να οδηγήσουν σε καλύτερη απόλαυση και κατανόηση των χώρων και στην ανάδειξη της σχέσης των παρελθόντων πολιτισμών με τη βλάστηση μέσω των διδακτικών φυτεύσεων.

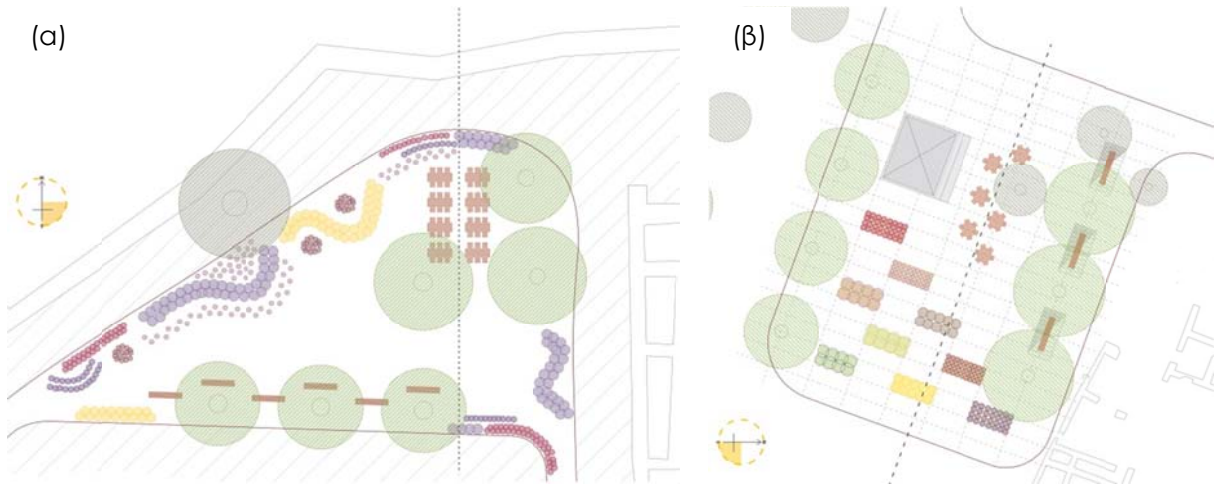


Εικόνα 132: Προτεινόμενοι νέοι χώροι στάσης και δίκτυο κίνησης επισκεπτών για τον αρχαιολογικό χώρο της Κολώνας στην Αίγινα

Εικόνα 133: Λεπτομέρεια προτεινόμενου χώρου στάσης στην Κολώνα



Εικόνα 134: Σχέδιο γενικής διάταξης για την Αμφίπολη



Εικόνα 135: Λεπτομέρεια χώρων στάσης (α) στην Αμφίπολη και (β) στην Αρχαία Μεσσήνη



Εικόνα 136: Σχέδιο γενικής διάταξης για την αρχαία Μεσσήνη

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στα συμπεράσματα αυτού του μέρους της διατριβής μπορούν να συμπυκνωθούν οι θεωρητικές αρχές, που διέπουν τις επεμβάσεις στην περιβάλλουσα βλάστηση των αρχαιολογικών χώρων, όπως αυτές διαμορφώθηκαν και εκφράστηκαν ως θεωρητικές διατυπώσεις και παραδείγματα εφαρμογών στο ιστορικό και σύγχρονο πλαίσιο:

- **Η βλάστηση που περιβάλλει τα μνημεία πρέπει να μελετάται** σε μια προσπάθεια ανάδειξης του μνημείου και ενοποίησης του φυσικού με το δομημένο περιβάλλον. Η αρχή αυτή έχει ήδη διατυπωθεί από τη Χάρτα των Αθηνών (1931), ενώ η προσπάθεια σε αυτή την κατεύθυνση έχει αποδώσει παραδείγματα, που πια θεωρούνται εμβληματικά και ταυτίζονται στη συλλογική συνείδηση με το τοπίο των αρχαιολογικών χώρων.
- Η βλάστηση, από τις αρχές των επεμβάσεων αναστήλωσης σε μνημεία, χρησιμοποιήθηκε για την **ενοποίηση αρχαιολογικών συνόλων**. Η βλάστηση είναι ένα πολύτιμο εργαλείο σε αυτή την κατεύθυνση, που περιλαμβάνει τα μνημεία ως βασικό παράγοντα του χωροταξικού, πολιτιστικού, εκπαιδευτικού και περιβαλλοντικού σχεδιασμού.
- Οι επεμβάσεις στη βλάστηση των αρχαιολογικών χώρων θα πρέπει να **σέβονται το τοπίο και την «ατμόσφαιρα» του χώρου**, στοιχεία τα οποία προστατεύονται από τις διεθνείς συμβάσεις (Χάρτα Βενετίας, Διακήρυξη Quebec).
- Η βλάστηση ενός αρχαιολογικού χώρου μπορεί να αξιοποιηθεί για τη μετατροπή του σε **αρχαιολογικό πάρκο**. Στα αρχαιολογικά πάρκα δίνεται έμφαση στην ανάδειξη του ιστορικού και του φυσικού τοπίου.
- **Η επιλογή των νέων φυτικών ειδών πρέπει να συμβαδίζει με τον ιστορικό χαρακτήρα του τοπίου** και τα κλιματολογικά στοιχεία της περιοχής. Επιλέγονται είδη της τοπικής χλωρίδας ή είδη που ήταν γνωστά από τους ιστορικούς χρόνους. Σε αυτή τη περίπτωση οι νέες φυτεύσεις μπορούν να λειτουργήσουν ως διδακτική διευθέτηση, για την πληροφόρηση του κοινού σχετικά με τη γνώση και τις χρήσεις των φυτών σε παρελθόντες πολιτισμούς. Τα επιθετικά ζιζάνια και τα ξενικά είδη αποφεύγονται, με εξαίρεση τα πλήρως εγκλιματισμένα είδη.
- Βάσει των παραπάνω βαρύνουσα σημασία έχει η **αξιοποίηση της αυτοφυούς βλάστησης** του χώρου. Όπως φάνηκε από την καταγραφή βλάστησης στους επτά αρχαιολογικούς χώρους (Μέρος Ι, Κεφ. 3), οι αρχαιολογικοί χώροι φιλοξενούν μια καταπληκτική ποικιλία φυτικών ειδών, που παρουσιάζουν έντονη εποχική διαφοροποίηση και χαρακτηρίζουν τους χώρους στους οποίους φύονται, ενώ πολλά από τα είδη αναφέρονται στις αρχαίες πηγές. Όλα αυτά τα στοιχεία αποτελούν μια

ευρεία δεξαμενή άντλησης στοιχείων εκπαίδευσης και αναψυχής, αλλά και επιλογής φυτικών ειδών για νέες φυτεύσεις και εφαρμογές, όπως η εγκατάσταση τεχνητών λειμώνων. Η αξιοποίηση της αυτοφυούς βλάστησης αποτελεί ένα εργαλείο για την προστασία και ανάδειξη του *genius loci*, του πνεύματος του τόπου, καθώς, ο τόπος, η φύση και ο πολιτισμός αποτελούν μια αδιάσπαστη ενότητα.

- Δεν θα πρέπει όμως να λησμονείται η **προστασία του μνημείου**. Όπου κρίνεται απαραίτητο θα πρέπει να απομακρύνεται η επιζήμια για το μνημείο αυτοφυής βλάστηση. Οι επεμβάσεις θα πρέπει να στοχεύουν στην απομάκρυνση μόνο των επικίνδυνων ειδών, με στόχο την προστασία της βιοποικιλότητας και τη μείωση του κόστους των επεμβάσεων. Θα πρέπει να εφαρμόζονται, κατά προτεραιότητα, μέτρα αποδεκτά στο πλαίσιο της βιολογικής γεωργίας, όπως η φλόγισι και η ηλιοαπολύμανση και παθητικά μέτρα προστασίας, όπως η κατάχωση και η επίστρωση με αδρανή υλικά, ενώ η χρήση ζιζανιοκτόνων αφορά στοχευμένες εφαρμογές σε περιπτώσεις εμφάνισης οξέων προβλημάτων, όπως αναπτύχθηκε στο Μέρος II, Κεφ. 3.
- Ακόμη, η βλάστηση όπου υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη **διδασκτική ανακατασκευή** αρχαίων κήπων. Η επέμβαση αυτή είναι πλήρως αντιστρέψιμη, ενώ διευρύνει το εκπαιδευτικό περιεχόμενο του χώρου.
- Τα φυτικά είδη μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την **υποδήλωση ελλειπόντων αρχιτεκτονικών μελών** με κατάλληλη επιλογή είδους ή μόρφωση του σχήματος της κόμης. Το στοιχείο αυτό έχει χρησιμοποιηθεί τόσο στο παρελθόν όσο και σε νεότερα παραδείγματα. Η επέμβαση αυτή παρουσιάζει το πλεονέκτημα της πλήρους αντιστρεψιμότητας, που συμβαδίζει με ένα πολύ σημαντικό προαπαιτούμενο των σύγχρονων επεμβάσεων αναστήλωσης. Επιπλέον η επέμβαση αυτή είναι πλήρως διακριτή από τα αυθεντικά μέρη, όπως ορίζει η Χάρτα της Βενετίας, ενώ βελτιώνει την αναγνωσιμότητα και αυξάνει την εκπαιδευτική επιρροή στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης προστασίας και διαχείρισης των μνημείων. Παρ' όλα αυτά, κατά το σχεδιασμό τέτοιων επεμβάσεων θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν το κόστος συντήρησης.
- Μια επέκταση του παραπάνω αποτελεί η εδαφοκάλυψη με κατάλληλα φυτικά είδη ευρύτερων επιφανειών με στόχο την **αδρομερή απόδοση του οπτικού όγκου** μνημείων, τα οποία έχουν κατά το μεγαλύτερο μέρος χαθεί, όπως σε αρκετά παραδείγματα αρχαίων θεάτρων. Με την επέμβαση αυτή μπορεί να βελτιωθεί η χρηστικότητα των μνημείων, σε μια προσπάθεια απόδοσης στην κοινωνία με λειτουργικό σκοπό και βελτίωσης της οικονομικής απόδοσης. Με την επέμβαση αυτή μπορεί να βελτιωθεί και η ένταξη στο περιβάλλον τοπίο.

- Οι νέες φυτεύσεις **δεν πρέπει να απειλούν την κατάσταση διατήρησης** των μνημείων. Προς αυτό πρέπει να συνυπολογίζονται και οι άμεσες αλλά και οι έμμεσες μεταβολές, που μπορεί να επιφέρουν οι νέες φυτεύσεις στο περιβάλλον του μνημείου
- Τέλος, η βλάστηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την **εξυπηρέτηση λειτουργικών σκοπών**, όπως για την απόκρυψη αντιαισθητικών σημείων, την καθοδήγηση των επισκεπτών κ.α.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Agathe.gr (n.d.) Athenian Agora Excavations. <http://agora.ascsa.net/research?q=t=image>.
- Agora.ascsa.net (n.d.). Agora Image: Landscaping of the Agora. Girl guides of Athens and Attica participating in the tree planting program at the Agora. Ralph Griswold supervising the planting. <http://agora.ascsa.net/id/agora/image/2004.01.1252>.
- Albanis, T., Hela, D., Sakellarides, T. and Konstantinou, I. (1998). Monitoring of pesticide residues and their metabolites in surface and underground waters of Imathis (N. Greece) by means of solid gas phase extraction disks and gas chromatography. *J. Chromatography* 823, 59-71.
- Albertano, P., Urzi, C. and Caneva, G. (2008). Tombs, Catacombs and Other Hypogean Environments. In *Plant Biology for Cultural Heritage* (Los Angeles, U.S.A.: The Getty Conservation Institute), p.183-190.
- Almeida, M., Mouga, T. and Barracosa, P. (1994). The weathering ability of higher plants. The case of *Ailanthus altissima* (Miller) Swinle. *Int. Biodeterioration and Biodegradation*, 33, 333-343.
- Altieri, A. and Pinna, D. (2008). Outdoor environments. In: *Plant biology for cultural heritage* (Los Angeles: The Getty Conservation Institute), p.287-294.
- Ancientmessene.gr (2013) Συλλογές φωτογραφιών. http://www.ancientmessene.gr/site/monuments_gallery.php.
- Archetai.gr (2013). Ev Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία. Πρόσωπα της εταιρείας. <http://www.archetai.gr/site/content.php?artid=1374>.
- Arino, X. and Saiz-Jimenez, C. (1996). Biological diversity and cultural heritage. *Aerobiologia* 12, 279-282.
- Aristotelisguidegr.wordpress.com (2014). Φωτογραφία της εβδομάδας: αλκυονίδες στην Αρχαία Αγορά. <https://aristotelisguidegr.wordpress.com/2014/02/06/>.
- Arrhenious, O. (1921). Species and area. *J. Ecology* 9, 95-99.
- Ascard, J. (1994). Dose response models for flame weeding in relation to plant size and density. *Weed Res.* 34, 377-385.
- Ascard, J. (1995). Effects of flame weeding in weed species at different developmental stages. *Weed Res.* 35, 397-411.
- Ascard, J. (1998). Comparison of flaming and infrared radiation techniques for thermal weed control. *Weed Res.* 38, 9-76.

Ascard, J., Hatcher, P., Melander, B. and Upadhyaya, M. (2007). Thermal weed control. In Non chemical weed management (Cambridge: CAB Int.), p.155-176.

Ascsa.edu.gr (2018). A History of the American School of Classical Studies, 1939-1980. <http://www.ascsa.edu.gr/index.php/archives/history-of-the-american-school-1939-1980-appendices#STAFF>.

Ashraf, M. and Foolad M. (2005). Pre-sowing seed treatment. A shotgun approach to improve germination, plant growth and crop yield under saline and non saline conditions. *Adv. Agron.* 88, 223-271.

Ashurst, J. and Dimes, F. (1990). Deterioration caused by living organisms. In Conservation of building and decorative stone (Oxford: Butterworth Heineman), p.167-169.

Athens Charter for the Restoration of Historic Monuments (1931). First International Congress of Architects and Technicians of Historic Monuments: Athens, Greece.

Bakker, J.P., Leeuw, J. de, Dijkema, K.S., Leendertse, P.C., Prins, H.H.T. and Rozema, J. (1993). Salt marshes along the coast of the Netherlands. *Hydrobiologia* (1993) 265-273.

Ballard, L. (1958). Studies of dormancy in the seeds of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.). I. Breaking dormancy by carbon dioxide and by activated carbon. *Australian J. Biological Sciences* 11, 246-260.

Balouchi, H. and Sanavy, S. (2006). Effect of gibberellic acid, prechilling, sulfuric acid and potassium nitrate on seed germination and dormancy of annual medic. *Pakistan J. Biological Sciences* 9, 2875-2880.

Barone, E., Manthia, M., Marchese, A. and Marra, F. (2013). Improvement in yield and fruit size and quality of the main Italian table olive cultivar 'Nocellara del Belice'. *Scientia Agricola* 71, 52-57.

Baskin, C., Milberg, P., Andersson, L. and J.M., B. (2002). Non-deep simple morphophysiological dormancy in seed of the weedy facultative winter annual *Papaver rhoeas*. *Weed Res.* 42, 194-202.

Baskin, J. and Baskin, C. (1995). Variation in the annual dormancy cycle in buried seeds of the weedy winter annual *Viola arvensis*. *Weed Res.* 35, 353-362.

Bellinzoni, A., Caneva, G. and Ricci, S. (2003). Ecological trends in travertine colonisation by pioneer algae and plant communities. *Int. biodeterioration and biodegradation* 51, 203-210.

Beniculturali.it (2017). Tempio Venere e Roma, Governatorato. https://www.beniculturali.it/mibac/export/MiBAC/sito-MiBAC/Menu-Utility/Immagine/index.html_646855895.html.

- Beniculturali.it (2018). Luoghi della cultura. Ricerca per parco archeologico. <http://www.beniculturali.it/mibac/opencms/MiBAC/sito-MiBAC/MenuPrincipale/LuoghiDellaCultura/Ricerca/index.html>.
- Benvenuti, S. (2004). Weed dynamics in the Mediterranean urban ecosystem: ecology, biodiversity and management. *Weed Res.* 44, 341-354.
- Bierhuizen, J. and Wagenvoort, W. (1974). Some aspects of seed germination in vegetables. 1. The determination and application of heat sums and minimum temperature for germination. *Sci. Hortic.* 2, 213-219.
- Blasi, C. (2008). Foreword. In *Plant Biology for Cultural Heritage* (Los Angeles, U.S.A.: The Getty Conservation Institute), p.9.
- Blondel, J. (1987). From biogeography to life history theory: a multithematic approach illustrated by the biogeography of vertebrates. *J. Biogeography* 14, 405-422.
- Bond, W. and Grundy, A. (2001). Non chemical weed management in organic farming systems. *Weed Res.* 421, 383-405.
- Bond, W. and Midgley, J. (2001). Ecology of sprouting in woody plants: the persistence niche. *Ecology and Evolution* 16, 45-51.
- Boni, G. (1913). Il "metodo" nelle esplorazioni archeologiche. *Bollettino d' Arte* 7, 43-57.
- Braun-Blanquet, J. (1932). *Plant sociology*. Authorized English translation of *Pfalzensoziologie*, 1928 (Wien, Austria: Springer Verlag).
- Brown, C. and Bugg, R. (2001). Effects of established perennial grasses on introduction of native forbs in California. *Restoration Ecology* 9, 38-48.
- Brown, J.E., Stevens, C., Khan, V., Hochmuth, J., Splittstoesser, W.E., Granberry, D.M. and Brandon, C.E. (1990). Development in plastics for soil solarization. Paper presented at: 1st Int. Conference on Soil Solarization (Amman, Jordan).
- Butin, H., Pehl, L., Hoog, G. and Wollenzien, U. (1996). *Trimmatostroma abietis* sp. nov. (hyphomycetes) and related species. *Antonie van Leeuwenhoek*, 69 (3), 03-209.
- Candido, V., D'Addabbo, T., Miccoli, V. and Castronuovo, D. (2011). Weed control and yield response of soil solarization with different plastic films in lettuce. *Sci. Hortic.* 130, 491-497.
- Caneva, G. (1999). A botanical approach to the planning of archeological parks in Italy. *Conservation and Management of Archeological Sites*, 3, 127-134.
- Caneva, G. and Ceschin, S. (2008). Ecology of biodeterioration. In *Plant Biology for Cultural Heritage* (Los Angeles, U.S.A.: The Getty Conservation Institute), p.35-58.

Caneva, G. and Galotta, G. (1994). Floristic and structural changes of plant communities of the Domus Aurea (Rome) related to a different weed control. Paper presented at: 3rd Int. Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean basin (Venice, Italy: ICCROM).

Caneva, G., Galotta, G., Cancellieri, L. and Savo, V. (2009). Tree roots and damages in the Jewish catacombs of Villa Torlonia (Roma). *J. Cultural Heritage* 10, 53-62.

Caneva, G., Nugari, M. and Salvadori, O. (1994). *La biologia nel restauro* (Firenze, Italy: Nardini editore).

Caneva, G., Nugari, M. and Salvadori, O. (2008a). Methodological aspects of the treatments. In *Plant biology for cultural heritage* (Los Angeles, U.S.A.: The Getty Conservation Institute), p.309-311.

Caneva, G., Nugari, M. and Salvadori, O. (2008b). Herbicide treatments. In *Plant biology for cultural heritage* (Los Angeles, U.S.A.: The Getty Conservation Institute), p.335-340.

Caneva, G. and Pacini, A. (2008). Problems of biodeterioration. In *Plant biology for cultural heritage. Biodeterioration and conservation* (Los Angeles, U.S.A.: The Getty Conservation Institute), p.222-237.

Catizone, P. (1998). Πομπηία και Σελινούντας: Δύο παραδείγματα διαχείρισης της βλάστησης σε Μεσογειακούς Αρχαιολογικούς χώρους. Εργασία που παρουσιάστηκε στην: Διημερίδα για την Αυτοφυή βλάστηση στους αρχαιολογικούς χώρους (Αθήνα: Ένωση Φίλων Ακροπόλεως).

Celesti Grapow, L. and Blasi, C. (2003). I siti archeologici nella conservazione della biodiversità in ambito urbano: la flora vascolare spontanea delle Terme di Caracalla a Roma. *J. Plant Taxonomy Geography* 58, 77-102.

Celesti-Grapow, L. and Blasi, C. (2004). The role of alien and native weeds in the deterioration of archaeological remains in Italy. *Weed Technol.* 18, 1508-1513.

Cellini, G. (2015). Giardino di Artemide. ArchiDiapCondividere l'architettura <http://www.archidiap.com/opera/giardino-di-artemide/>.

Ceschin, S., Kumbaric, A., Caneva, G. and Zuccarello, V. (2012). Testing flora as a bioindicator of buried structures in the archaeological area of Maxentius's villa (Rome, Italy). *J. Archaeological Science* 39, 1288-1295.

Chase, C.A., Sinclair, T.R., Chellemi, D.O., Olson, S.M., Gilreath, J.P. and Locascio, S.J. (1999). Heat retentive films for increasing soil temperatures during solarization in humid, cloudy environment. *HortScience* 34, 1085-1089.

Christopoulou, V. (2011). The ancient agora of Athens - The areopagus (Athens: Hellenic ministry of culture and tourism, Archaeological receipts fund).

- Cigdem, Z., Isfendiyaroglou, M. and Ozeker, E. (2016). Effects of chemical fruit thinning on fruit yield and quality in "Gemlik" olive (*Olea europaea* L.). *Bulgarian J. Agricultural Science* 22(5), 772-777.
- Cineros, J. and Zandstra, B. (2008). Flame weeding effects on several weeds species. *Weed Technol.* 22, 290-295.
- Clavijo, E. (2005). The reproductive strategies of the heterocarpic annual *Calendula arvensis* (Asteraceae). *Acta Oecologica* 28, 119-126.
- Cohen, O. and Rubin, B. (2007). Soil solarization and weed management. In *Non chemical weed management* (Cambridge: CAB Int.), p.177-200.
- Commons.wikimedia.org (2017). Wikimedia commons.
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cassas_Louis-Francois_-_The_Porch_of_the_Caryatids_on_the_Erectheion_-_Google_Art_Project.jpg.
- Connell, J. (1979). Tropical rainforests and coral reefs as open non-equilibrium systems. Paper presented at: Population dynamics, 20th Symposium of the British ecological society (Oxford: Blackwell scientific).
- Connell, J. and Slatyer, R. (1977). Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organisation. *The American Naturalist* 111, 1119-1144.
- Constan-Nava, S., Bonet, A., Pastor, E. and Lledo, M. (2010). Long term control of the invasive tree *Ailanthus altissima*: insights from mediterraneanprotected forests. *Forest Ecology and Management* 260, 1058-1064.
- Crosti, R., Ladd, P., Dixon, K. and Piotto, B. (2006). Post-fire germination: the effect of smoke on seeds of selected species from the Mediterranean basin. *Forest ecology and Management* 221, 306-312.
- Culture.gr (2002). Ενοποίηση Αρχαιολογικών Χώρων της Αθήνας. Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού. <https://www.culture.gr/el/service/SitePages/view.aspx?iID=2579>.
- Dag, A., Bustan, A., Avni, A., Lavee, S. and Riov, J. (2009). Fruit thinning using NAA shows potential for reducing biennial bearing of 'Barnea' and 'Picual' oil olive trees. *Crop and Pasture Science* 60, 1124-1130.
- Currie, D.J. (1991). Energy and large scale patterns of animal and plant species richness. *The American Naturalist* 137, 27-49.
- Dahquist, R., Prather, T. and Stapleton, J.J. (2007). Time and temperature requirements for weed seed thermal death. *Weed Science* 55, 619-625.
- Dana, E., Vivas, S. and Poveda, J. (2002). Urban vegetation of Almeria city - A contribution to urban ecology in Spain. *Landscape and Urban Planning* 59, 203-221.

Datta, A. and Knezevic, S. (2013). Flaming as an alternative weed control method for conventional and organic agronomic crop production systems: a review. *Adv. in Agron.* 118, 399-428.

Decreto 18.4.2012/179 (2012). Linee guida per la costituzione e la valorizzazione dei parchi archeologici. Ministero per i beni culturali: Direzione generale archeologia.

Divisare.com (2016). GTRF Tortelli Frassoni Architetti Associati Musealizzazione delle domus Dell' Ortaglia. <https://divisare.com/projects/325681-gtrf-tortelli-frassoni-architetti-associati-musealizzazione-delle-domus-dell-ortaglia>.

Dunnett, N. (1999). Annuals on the loose. *The Garden* 124, 168-171.

Dunnett, N. (2014). The dynamic nature of plant communities-pattern and process in designed plant communities. In *The dynamic landscape* (New York, U.S.A.: Routledge), p.97-114.

Dupre, C. and Diekman, M. (2001). Differences in species richness and life history traits between grazed and abandoned grasslands in southern Sweden. *Ecography* 24, 275-286.

Egley, G. (1990). High-temperature effects on germination and survival of weed seeds in soil. *Weed Science* 38, 429-435.

El-Keblawy, A. and Al-Hamadi, F. (2009). Assessment of the different response of weeds to soil solarization by two methods. *Weed Biology and Management* 9, 72-78.

Ellwanger, T., Bingham, S. and Chappell, W. (1973). Physiological effects of ultra high temperatures in corn. *Weed Science* 21(4), 96-299.

Elmore, C. (1991). Weed control by solarization. In *Soil solarization* (Boston, U.S.A.: CRC Press), p.61-70.

Emberger, L. (1955). Une classification biogéographique des climats. *Recueil travaux de laboratoire géolo-zoologique, Faculté des sciences, Service botanique* 7, 3-43.

Ercolano.beniculturali.it (2018). Ercolano antica. <http://ercolano.beniculturali.it/>.

Erietaattali.com (n.d.). Landscaping of the Acropolis surrounding area, Athens. <http://www.erietaattali.com/architectural-photography/dimitris-pikionis/landscaping-of-the-acropolis-surrounding-area-athens/>.

Europeanheritageawards.eu (2011). Ancient Messene. <http://www.europeanheritageawards.eu/winners/ancient-messene/>.

European Weed Research Society, Constitution and Bye-Laws (2008). Art. III, Definitions. EWRS: Wageningen, Netherlands.

- Fang, C., Li, B. and Gao, Y. (2013). Establishing ornamental flower meadow with buld and perennial by sowing in North China. *Acta Hortic.* 1002, 81-88.
- Foster, S. (1986). On the adaptive value of large seeds for tropical moist forest trees: a review and synthesis. *Botanical Review* 52, 260-299.
- Gamper, U. and Bacchetta, G. (2001). La vegetazione dei muri di Venezia (NE-Italia). *Fitosociologia* 38(2), 83-96.
- Geier, P., Stahlman, P. and Frihauf, J. (2006). KIH-485 and S-metholachlor efficacy comparisons in conventional and no-tillage corn. *Weed Technol.* 20, 622-626.
- Geoclima.gr (2016). Γεώκλιμα. <http://geo-ellanos.aegean.gr:88/geoclima/>.
- Globalgiants.com (2007). Forest area around the Pierre de Coubertin monument. http://www.globalgiants.com/archives/2007/10/cocacola_compan.html.
- Goodman, D. (1975). The theory of diversity-stability relationships in ecology. *Quarterly Review of Biology* 50, 237-266.
- Hadar, L. and Noy-Meir, I. P. A. (1999). The effect of shrub clearing and grazing on the composition of a Mediterranean plant community: functional groups versus species. *J. Vegetation Science* 10, 673-682.
- Hansen, P., Kristoffersen, P. and Kristensen, K. (2004). Strategies for non chemical weed control on public paved areas in Denmark. *Pest Management Science* 60, 600-604.
- Harper, J. and Benton, R. (1966). The behaviour of seeds in soil. II: The germination of seeds on the surface of a water supplying substrate. *J. Ecology* 54, 151-166.
- Hawkins, B., Field, R., Cornell, H.V., Currie, D.J., Guegan, J., Kaufman, D.M., Kerr, J.T., Mittelbach, G.G., Oberdorff, T., O'Brien, E.M., Porter, E.E. and Turner, J.R.G. (2003). Energy, water and broad-scale geographic patterns of species richness. *Ecology* 84, 3105-3117.
- Heap, I. (2014). Herbicide resistant weeds. In *Integrated pest management, Pesticide problems* (London, U.K.: Springer), p.281-301.
- Heltsh, J. and Forrester, N. (1983). Estimating species richness using the Jackknife procedure. *Biometrics* 39, 1-11.
- Hill, M. O. (1972). Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology* 54, 427-432.
- Hiltbrunner, J., Liedgens, M., Bloch, L., Stamp, P. and Streit, B.(2007). Legume cover crops as living mulches for organic wheat: components of biomass and the control of weeds. *Europ. J. Agron.* 26, 21-29.

- Hitchmough, J. (2014). Naturalistic herbaceous vegetation for urban landscapes. In *The dynamic landscape* (New York, U.S.A.: Routledge), p.130-183.
- Hitchmough, J. and Dunnett, N. (2014). Introduction to naturalistic planting in urban landscapes. In *The dynamic landscape* (New York, U.S.A.: Routledge), p.1-22.
- Hitchmough, J., Fleur, M. and Findlay, C. (2004). Establishing north American prairie vegetation in urban parks in Northern England. Part 1. Effect of sowing season, sowing rate and soil type. *Landscape and Urban Planning* 66, 75-90.
- Hitchmough, J., Kendle, A. and Paraskevopoulou, A. (2003). Emergence, survival and initial growth of North American prairie forbs and British meadow forbs and grasses in low-productivity urban "waste" soils. *J. Hortic. Science and Biotechnology* 78, 89-99.
- Holst, N. & Rasmussen, I. (2007). Field weed population dynamics: a review of model approaches and applications. *Weed Res.* 47, 1-14.
- Horowitz, M., Rgev, Y. and Herzlinger, G. (1983). Solarization for weed control. *Weed Science* 31, 170-179.
- Hoya, A., Shibaike, H., Morita, T. and Ito, M. (2004). Germination and seedling survivorship characteristics of hybrids between native and alien species of dandelion (*Taraxacum*). *Plant Species Biol.* 19, 81-90.
- Hruska, K., 1987. Syntaxonomical study of Italian wall vegetation. *Vegetation* 73, 13-20.
- Hunt, J., Cousens, R. and Knights, S. (2009). *Heliotropium europaeum* only germinates following sufficient rainfall to allow reproduction. *J. Arid Enviroments* 73, 602-610.
- Jaccard, P. (1908). Nouvelles recherches sur la distribution florale. *Bulletin de la Societe Vaudoise des Sciences Naturelles* 44, 223-269.
- Jain, S. (1982). Variation and adaptive role of seed dormancy in some annual grassland species. *Botanical Gazette* 143, 101-106.
- Jokilehto, J. (2011) *A history of architectural conservation* (New York, U.S.A.: Routledge), p.69-100, p.174-212, p.137-176, p.245-294.
- Katan, J., Greenberg, A., Alon, A. and Grinstein, A. (1976). Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil borne pathogens. *Phytopathology* 73, 1215-1219.
- Kingsbury, N. (2014). Contemporary overview of naturalistic planting design. In *The dynamic landscape* (New York, U.S.A.: Routledge), p.58-96.
- Knezevic, S. and Ulloa, S. (2007). Potential new tool for weed control in organically grown agronomic crops. *J. Agricultural Sciences* 52, 95-104.

- Koerstler, R., Warcheid, T. and Nieto, F. (1997). Biodeterioration: risk factors and their management. In *Saving our architectural heritage: The conservation of historic stone structures* (New York, U.S.A.: John Wiley & Sons Ltd.), p. 25-36.
- Kowarik, I. and Samuel, I. (2007). Biological flora of Central Europe: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 8, 207-237.
- Krebs, C. (1972). *Ecology, the experimental analysis of distribution and abundance*. (New York: Harper & Row).
- Kristoffersen, P., Rask, A. and Grundy, A. (2008). A review of pesticide policies and regulations for urban amenity areas in seven European countries. *Weed Res.* 8, 201-214.
- Kumbaric, A., Ceschin, S., Zuccarello, V. and Caneva, G. (2012). Main ecological parameters affecting the colonization of stone embankments of Lungotevere (Rome). *Int. Biodeterioration and Biodegradation* 72, 31-41.
- Lague, C., Gill, J. and Peloquin, G. (2001). Thermal control in plant protection. In *Physical control methods in plant protection* (Berlin, Germany: Springer-Verlag), p.35-36.
- Leishman, M. and Westoby, M. (1994). The role of large seed size on shaded conditions: experimental evidence. *Functional Ecology* 8, 205-214.
- Leishman, M., Westoby, M. and Jurado, E. (1995). Correlates of seed size variation: a comparison among five temperate floras. *J. Ecology* 83, 517-530.
- Lisci, M., Monte, M. and Pacini, E. (2003). Lichens and higher plants on stone: a review. *Int. Biodeterioration and Biodegradation* 51, 1-17.
- Listedmonuments.culture.gr (2008). Διαρκής κατάλογος των κηρυγμένων αρχαιολογικών χώρων και μνημείων της Ελλάδος.
http://listedmonuments.culture.gr/fek.Php%20?ID_FEKYA=16954.
- Luo, J. and Cardina, J. (2012). Germination patterns and implications for invasiveness in three *Taraxacum* (Asteraceae) species. *Weed Res.* 52, 112-121.
- MacArthur, R. (1955). Fluctuations of animal populations and a measure of community stability. *Ecology* 36, 533-536.
- MacArthur, R. and Wilson, E. (1967). *The theory of island biogeography* (Princeton, U.S.A.: Princeton University Press).
- Magurran, A. (1996). *Ecological diversity and its measurement* (London: Chapman and Hall).
- Margalef, R., (1968). *Perspectives in Ecological theory* (Chicago: The University of Chicago Press).

Margalef, R. (1972). Homage to Evelyn Hutchinson, or why there is an upper limit to diversity. *Connecticut Academy of Arts and Sciences* 44, 214-235.

Martin, G.C, Connell, J.H., Freeman, M.W., Krueger, W.H. and Sibbett, G.S. (1994). Efficacy of foliar application of two naphthalenacetic acid salts for fruit thinning. *Acta Hortic.* 356, 302-305.

Matteini, T. (2006). La vegetazione nel disegno dei paesaggi archeologici. *Quaderni del Dottorato di Ricerca in Progettazione Paesistica* 3, 153-156.

Matteini, T. (2009). Il jardin du capitol e le sistemazioni dei siti del Palatino e del Foro Romano. In *Paesaggi del tempo. Documenti archeologici e rovine artificiali nel disegno di giardini e paesaggi* (Firenze, Italy: Alinea editrice), p.152-153.

Matteini, T. (2015). Diversita biologiche e diversita temporale nei paesaggi delle archeologie. Paper presented at: *Convegno sulla Biodiversita: Significati e limiti. Differenza tra ambiente naturale e ambiente umano nelle correlazioni tra natura e cultura* (Prato, Italy).

Mausoleodiaugusto.it, n.d. La storia interattiva del Mausoleo di Augusto. <http://www.mausoleodiaugusto.it/it/>.

Mauzy, G. (2006). Οι ανασκαφές στην Αγορά της Αθήνας 1931-2006 (Αθήνα: Αμερικανική Σχολή Κλασικών Σπουδών στην Αθήνα).

McKersie, B., Tomes, D. and Yamamoto, S. (1981). Effect of seed size on germination, seedling vigor, electrolyte leakage and establishment of bird's-foot trefoil (*Lotus corniculatus* L.). *J. Plant Science* 61, 337-343.

McNaughton, S. (1978). Stability and diversity of ecological communities. *Nature* 274, 251-252.

Melander, B., Rasmussen, I. and Barberi, P. (2005). Integrating physical and cultural methods of weed control - examples from European research. *Weed Science* 53, 369-381.

Meloche, C. and Murphy, S. (2006). Managing tree-of-heaven (*Ailanthus altissima*) in parks and protected areas: a case study of Rondeau Provincial Park (Ontario, Canada). *Environmental Management* 37, 764-772.

Meteosearch.meteo.gr (n.d.). Διαδραστική βάση δεδομένων. <http://meteosearch.meteo.gr/>.

Mezynski, P. and Cole, D. (1974). Germination of dandelion seed on a thermogradient plate. *Weed Science* 22, 506-507.

Minissale, P., Trigilia, A., Brogna, F. and Sciandrello, S. (2015). Plants and vegetation in the archaeological park of NEapolis of Syracuse (Sicily, Italy): A management effort and also opportunity for better enjoyment of the site. *Conservation and Management of Archaeological Sites* 14, 40-369.

- Mishra, A., Jain, K. and Garg, K. (1995). Role of higher plants in the deterioration of historic buildings. *Science of the Total Environment* 167, 375-392.
- Morrison, D. (2014). A methodology for ecological landscape and planting design-site planning and spatial design. In *The dynamic landscape* (New York, U.S.A.: Routledge), p.115-129.
- Mortensen, B. (2000). The role of ecology in the development of weed management systems: an outlook. *Weed Res.* 40, 46-62.
- Motard, E., Muratet, A., Clair-Maczulajtys, D. and Machon, N. (2011). Does the invasive species *Ailanthus altissima* threaten floristic diversity of periurban forests? *Comptes Rendus Biologies* 334, 872-879.
- Motti, R. and Stinca, A. (2011). Analysis of the biodeteriogenic vascular flora at the Royal Palace of Portici in southern Italy. *Int. Biodeterioration and Biodegradation* 65, 1256-1265.
- Mouga, T., Almeida, M. and Rosa, P. (1997). Neutralisation of herbicides. Effects on wall vegetation. Lausanne. *Int. Biodeterioration and Biodegradation* 40, 141-149.
- Murdoch, W. (1975). Diversity, complexity and past control. *J. Applied Ecology* 12, 795-807.
- Museopaestum.beniculturali.it (2018). Parco archeologico di Paestum. <http://www.museopaestum.beniculturali.it>.
- Nagase, A. and Dunnett, N. (2013). Establishment of an annual meadow on extensive green roofs in the UK. *Landscape and Urban planning* 112, 50-62.
- Navas, M. (1991). Using plant biology in weed research: a strategy to improve weed management. *Weed Res.* 31, 171-179.
- Nektarios, P., Amountzias, I., Kokkinou, I. and Ntoulas, N. (2011). Green roof substrate type and depth affect the growth of the native species *Dianthus fruticosus* under reduced irrigation regimens. *HortScience* 46(8), 1208-1216.
- Nimis, P., Pinns, D. and Salvadori, O. (1992). *Licheni e conservazione dei monumenti* (Bologna, Italy: Clueb).
- Norris, R. (1999). Ecological implications of using thresholds for weed management. In *Expanding the context of weed management* (New York, U.S.A.: Haworth press), p.31-57.
- Noy-Meir, I., Gutman, M. and Kaplan, Y. (1989). Responses of Mediterranean grassland plants to grazing and protection. *J. Ecology* 77, 290-310.
- Pacini, E. and Signorini, M. (2008). Vascular plants. In *Plant biology for cultural heritage* (Los Angeles, U.S.A.: The Getty Conservation Institute), p.87-96.

Palazzo, A. and Pugliano, A. (2015). The burden of history: living heritage and everyday life in Rome. In *Theory and Practice in Heritage and Sustainability. Between past and future* (New York, U.S.A.: Routledge), p.54-68.

Papafotiou, M., Kanellou, E. and Economou, G. (2010a). Alternative Practices for Vegetation Management in Archaeological Sites - The Case of Eleusis. *Acta Hortic. 881*, 879-883.

Papafotiou, M., Kanellou, E. and Economou, G. (2010b). Vegetation management and restoration of a roman villa garden in the archaeological site of Eleusis. Paper presented at: 8th Int. Symposium on Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin (Patras, Greece).

Papafotiou, M., Kanellou, E., Economou, F., Paraskevopoulou, A. and Kartsonas, E. (2015). Establishing wildflower meadows as groundcover for use in archaeological sites. Paper presented at: 2nd International Conference on Changing cities: spatial design, landscape & socio-economic dimensions (Porto Heli, Greece).

Papafotiou, M., Martini, A.N. and Vlachou G. (2015). In Vitro Propagation as a Means of Producing Native Plants for Use as Ornamentals in Archaeological Sites of Greece. Paper presented at: 6th International Symposium on Production and Establishment of Micropropagated Plants (Sanremo, Italy).

Papafotiou, M., Marco-Martinez, G., Petrocheilou, A. and Kanellou, E. (2016a). Design proposal to increase functionality and enhance the landscape by native plants at the archaeological site of Kolona, Aegina island, Greece. Paper presented at: 6th International Conference on Landscape and Urban Horticulture (Athens, Greece).

Papafotiou, M., Marco-Martinez, G., Petrocheilou, A. and Kanellou, E. (2016b). Design proposal involving native plants for the historical site of Early Christian Amfipolis, Greece. Paper presented at: 6th International Conference on Landscape and Urban Horticulture (Athens, Greece).

Papafotiou, M., Marco-Martinez, G., Petrocheilou, A. and Kanellou, E. (2016c). Design proposal to increase functionality and aesthetics of archaeological sites: The case study of Ancient Messene, Greece. Paper presented at: 6th International Conference on Landscape and Urban Horticulture (Athens, Greece).

Papageorgiou, L. (2000). The unification of archaeological sites of Athens: the birth of an archaeological park? *Conservation and management of archaeological sites 4*, 176-184.

Pardo, J. (2016). The development of Empuries, Spain, as a visitor-friendly archaeological site. In *Archaeological displays and the public. Museology and interpretations* (New York, U.S.A.: Routledge), p. 13-28.

- Parish, S. (1990). A review of nonchemical weed control techniques. *Biological Agriculture and Horticulture*, 7, 117-137.
- Pelletier, Y., McLeod, C. and Bernard, G. (1995). Description of sub-lethal injuries caused to the Colorado potato beetle by propane flamer treatment. *J. Economic Entomology* 88, 1203-1205.
- Peloponnese.events (2016). Θρησκευτική Πανήγυρη στην Αγία Θεοδώρα-Βάστα. <https://peloponnese.events/event/thriskevtiki-panigiri-stin-agia-theodora-vasta/2016-09-11/>.
- Petit, N., Froend, R. and Ladd, P. (1995). Grazing in remnant woodland vegetation: changes in species composition and life form groups. *J. Vegetation Science* 6, 121-130.
- Pielou, E. (1975). *Ecological diversity* (New York, U.S.A.: Wiley).
- Pinna, D. and Salvadori, O. (2008a). Processes of biodeterioration: General mechanisms. In *Plant Biology for Cultural Heritage* (Los Angeles, U.S.A.: The Getty Conservation Institute), p.15-34.
- Pinna, D. and Salvadori, O. (2008b). Stone and related materials. In *Plant biology for cultural heritage* (Los Angeles, U.S.A.: The Getty Conservation Institute), p.128-149.
- Pinterest.co.uk (n.d.). Vindonissa amphitheater. <https://www.pinterest.co.uk/pin/410742428505428745/>.
- Pola, F. (2013). Il giardino di Artemide, Siracusa. *Restauro architettónica* - Francesca Pola. <http://francescapola.blogspot.gr/2013/10/il-giardino-di-artemide.html>.
- Portalclasico.com (2016). Abren al público el ágora y la stoa de Ampurias. <https://portalclasico.com/abren-al-publico-el-agora-y-la-stoa-de-ampurias>.
- Ragozzino, A. (2000). Presentazione. In *La casa Pompeiana* (Napoli, Italy: Generoso Procaccini), p.9.
- Rask, A., Kristoffersen, P. and Andreassen, C. (2012). Controlling grass weeds on hard surfaces: effects of time intervals between flame treatments. *Weed Technol.* 26, 83-88.
- Raunkiaer, C. (1934). *The life forms of plants and statistical plant geography* (Oxford: Clarendon Press).
- Raunkiaer, C. (1937). *Plant life forms* (Oxford: Clarendon Press).
- Rencher, A. (2002). *Methods of Multivariate Analysis*. U.S.A.: Wiley Interscience, J.Wiley & Sons Inc. Publications).
- Restauratorisenzafrontiere.com (2014). L' eterno restauro della tomba di Augusto da sette anni chiusa al pubblico. Restauro senza frontiere Italia

- <http://www.restauratorisenzafrontiere.com/letero-restauro-della-tomba-di-augusto-da-sette-anni-chiusa-al-pubblico/>.
- Reyes, O. and Trabaud, L. (2009). Germination behaviour of 14 Mediterranean species in relation to fire factors: smoke and heat. *Plant Ecology* 202, 113-121.
- Rifai, M., Zilka, T. and Mojzis, M. (1996). Flame and mechanical cultivation for weed control. *Zemedelska Technika* 42, 109-113.
- Roberts, H. and Boddrell, J. (1985). Seed survival and seasonal pattern of seedling emergence in some Leguminosae. *Annals of Applied Biology* 106, 125-132.
- Roberts, H. and Neilson, J. (1981). Seed survival and periodicity of seedling emergence in twelve weedy species of Compositae. *Annals of Applied Biology* 97, 325-334.
- Roby, T. and Alberti, L. (2008). Technician training for the maintenance of in situ mosaics (Los Angeles, U.S.A.: The Getty Conservation Institute).
- Roby, T. and Demas, M. (2012). Mosaics in situ. An overview of literature on conservation of mosaics in situ (Los Angeles, U.S.A.: The Getty Conservation Institute).
- Rock Art Archaeological Park Entry form (2012). European Union Prize for Cultural Heritage/Europa Nostra Awards, Europa Nostra.
- Roemerpark-ruffenhofen.de (n.d.). Romerpark Ruffenhofen. <https://www.roemerpark-ruffenhofen.de/index.php/en/natur/fruit-trees>.
- Rubin, B. and Benjamin, A. (1984). Solar heating of the soil: involvement of environmental factors in the weed control process. *Weed Science* 138, 138-142.
- Ruffenhofen Park Entry form (2016). European Union prize for cultural heritage/ Europa Nostra awards 2016, Europa Nostra.
- Rules for testing seeds (1981). *J. Seed Technol.* 6, 35-80.
- Salvadori, O. and Urzi, C. (2008). Techniques for the study of biodeterioration. In *Plant biology for cultural heritage, Biodeterioration and Coservation* (Los Angeles, U.S.A.: The Getty Conservation Institute), p.347-354.
- Sauerborn, J., Linke, K., Saxena, M. and Koch, W., 1989. Solarization: a physical control method for weeds and parasitic plants (*Orobanche* spp.) in Mediterranean agriculture. *Weed Res.* 29, 391-397.
- Seiwa, K. and Kikuzawa, K. (1991). Phenology of tree seedlings in relation to size. *Canadian J. Botany* 69, 532-538.
- Search.getty.edu (2017). Getty Search Gateway.

- <http://search.getty.edu/gateway/search?q=jacques%20louis%20david&cat=highlight&highlihigh=%22Open%20Content%20Images%22&rows=20&srt=d&dsp=0&img=0&dir=s&pg=1>.
- Shadowsandstone.org (2016). Rock Art under starlight at Campo Lameiro, Galicia, Spain. <https://blog.shadowsandstone.com/2016/09/02/rock-art-by-starlight-at-campo-lameiro-galicia-spain/>.
- Shannon, C. and Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication* (Urbana, U.S.A.: The University of Illinois Press).
- Sheldon, J. (1974). The behaviour of seeds in soil: III The influence of seed morphology and the behaviour of seedling on the establishment of plants from surface lying seeds. *J. Ecology* *62*, 47-66.
- Signorini, M. (1996). L' indice di Pericolosita: un contributo del botanico al controllo della vegetazione infestante nelle aree monumentali. *Informatore Botanico Italiano* *28*, 7-14.
- Simpson, E. (1949). Measurement of diversity. *Nature* *163*, 688.
- Singh, K. (1973). Effect of temperature and light on seed germination of two ecotypes of *Portulaca oleraceae* L. *New Phytology* *72*, 289-295.
- Sivesind, E.C., Leblanc, M.L., Cloutier, D.C. and Seguin, P. (2009). Weed response to flame weeding at different developmental stages. *Weed Technol.* *23*, 438-443.
- Smith, R. and Rushton, S. (1994). The effects of grazing management on the vegetation of mesotrophic (meadow) grassland in Northern England. *J. Applied Ecology* *31*, 13-24.
- Standifer, L., Wilson, P. and Porche-Sorbet, R. (1984). Effects of solarization on soil weed seed populations. *Weed Science* *32*, 569.
- Stapleton, J. and De Vay, J. (1986). Soil solarization: a non chemical approach for management of plant pathogens and pests. *Crop Protection* *5*, 190-198.
- Stevens, C., Khan, V.A., Okoronkwo, T., Tang, A., Wilson, A. and Lu, J. (1990). Soil solarization and dacthal: influence on weeds, growth and root microflora of collards. *HortScience* *25*, 1260-1262.
- Stroszeck, J. (1998). Δεντροφύτευση ενός αρχαιολογικού χώρου. Η περίπτωση του Κεραμεικού. Εργασία που παρουσιάστηκε στην: Διημερίδα για την Αυτοφυή βλάστηση στους αρχαιολογικούς χώρους (Αθήνα: Ένωση Φίλων Ακροπόλεως).
- Tadeo, J., Sanchez-Brunete, C., Perez, R. and Fernandez, M. (2000). Analysis of herbicide residues in cereals, fruits and vegetables. *J. Chromatography* *882*, 175-191.
- Tan, K., Tsounis, G. and Tsounis, L. (2010). *Micromeria acropolitana* (Lamiaceae) rediscovered in Athens (Greece). *Phytologia Balcanica* *16(2)*, 237-242.

Terranova, S. (2017). Orti e giardini il cuore di Roma antica. Ministero dei Beni e le Attivita Culturali e del Turismo

http://www.beniculturali.it/mibac/export/MiBAC/sito-MiBAC/Contenuti/MibacUnif/Eventi/visualizza_asset.html_947122402.html.

Theatrum.de (n.d.). Iguvium, Gubbio (region VI). <http://www.theatrum.de/512.html>.

Tjamos, E. (1983). Control of *Pyrenochaeta lycopersici* by combined soil solarization and low dose of metyl bromide in Greece. *Acta Hortic.* 152, 253-258.

Travlos, I., Paspatis, E. and Psomadeli, E. (2008). Allelopathic potential of *Oxalis pes caprae* tissues and root exudates as a tool for integrated weed management. *J. Agron.* 7, 202-205.

Trekeart.com (2013). Pierre de Coubertin's monument.

https://www.trekearth.com/gallery/Europe/Greece/Peloponnesus/Ilia/Ancient_Olympia/photo1442070.htm.

Tremont, R. (1994). Life history attributes of plants in grazed and ungrazed grasslands on the Northern Table grasslands of New South Wales. *Australian J. Botany* 42, 511-530.

Tsaravopoulos, A. and Fragou, G. (2013). Archaeological sites as self-sustained resources for economic regeneration: towards the creation of living archaeological parks on the islands of kythera and antikythera. *Conservation and Management of Archaeological Sites* 15, 94-108.

Ulloa, S., Datta, A. and Knezevic, S. (2010a). Tolerance of selected weed species to broadcast flaming at different growth stages. *Crop Protection* 29, 1381-1388.

Ulloa, S., Datta, A., Cavalieri, S. and Knezevic, S. (2010b). Popcorn (*Zea mays* L. var *everta*) yield and yield components as influenced by the timing of broadcast flaming. *Crop Protection* 29, 1496-1501.

Ulloa, S., Datta, A. and Knezevic, S. (2011). Growth stage influenced sorghum response to broadcast flaming: effects on yield and its components. *Agron. J.* 103, 7-12.

Valassina, C. (2008). Foreword. In *Plant Biology for Cultural Heritage* (Los Angeles, U.S.A.: The Getty Conservation Institute), p.11.

Unesco.org (1987). World Heritage List, Acropolis, Athens. <http://whc.unesco.org/en/list/404>.

Venice Charter for the Conservation and Restoration of monuments and sites (1964). International Council On Monuments and Sites (ICOMOS): Venice, Italy.

Vila, M., Tessier, M., Suehs, C.M., Brundu, G., Carta, L., Galanidis, A., Lambdon, P., Manca, M., Medail, F., Moragues, E., Traveset, A., Troumbis, A.Y., Hulme, P.E. (2006). Local and regional assessments of the impacts of plant invaders on vegetation structure and soil properties of Mediterranean islands. *J. Biogeography* 33, 853-861.

- Vizantonopoulos, S. and Katranis, N. (1993). Soil solarization in Greece. *Weed Res.* 33, 225-230.
- Warscheid, T. and Braams, J. (2000). Biodeterioration of stone: a review. *Int. Biodeterioration and Biodegradation* 46(4), 343-368.
- Warren, J. (1999). Agencies of failure and their identification. In *Conservation of earth structures* (Oxford, U.K.: Butterworth Heinman).
- Warscheid, T. (2000). Integrated concepts for the protection of cultural artifacts against biodeterioration. In *Of Microbes and Art. The role of microbial communities in the degradation and protection of cultural heritage* (New York, U.S.A.: Kluwer Academic/Plenum Publishers), p.185-201.
- Warscheid, T. (2003). The evaluation of biodeterioration processes on cultural objects and approaches for their effective control. In *Art, Biology and Conservation: Biodeterioration of Works of Art* (New York, U.S.A.: The Metropolitan Museum of Art), p.14-27.
- Washington, H. (1984). Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water Res.* 18(6), 653-694.
- Watkin, D. (2009). From Byron to King Victor Emmanuel. In *The Roman Forum* (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press), p.169-200.
- Whalen, T. (2008). Foreword. In *Plant Biology for Cultural Heritage* (Los Angeles, U.S.A.: The Getty Conservation Institute), p.8.
- Whittaker, R.J., Willis, K.J. and Field, R. (2001). Scale and species richness: towards a general hierarchical theory of species diversity. *J. Biogeography* 28, 453-470.
- Wikipedia.org (2017). Ruffenhofen Roman Park.
https://en.wikipedia.org/wiki/Ruffenhofen_Roman_Park.
- Williams, C. (1964). *Patterns in the balance of nature and related problems of quantitative ecology* (London: Academic press).
- Williams, K. and Fallahi, E. (1999). The effects of exogenous bioregulators and environment on regular cropping of apple. *HortTechnol.* 9, 323-327.
- Wilson, S. and Gerry, A. (1995). Strategies for mixed-grass prairie restoration: herbicide, tilling and nitrogen manipulation. *Restoration Ecology* 3, 290-298.
- Wollenzien, U., Hoog, G., Krumbein, W. and Uijthof, J. (1997). *Sacrinomyces petricola*, a new microcolonial fungus from marble in the Mediterranean basin. *Antonie van Leeuwenhoek* 77, 281-288.

Worldalldetails.com (n.d.) Ta Prohm, Angkor, Cambodia, Tree roots takes the temple. http://www.worldalldetails.com/Sightview/Ta_Prohm_Angkor_Cambodia_Tree_roots_takes_the_temple-228.html.

Wszelaki, A., Doohan, D. and Alexandrou, A. (2007). Weed control and crop quality in cabbage [*Brassica oleraceae* (capitata group)] and tomato (*Lycopersicon lycopersicum*) using propane flamer. *Crop Protection* 26, 134-144.

Vincenzolatina.com (2018). Il giardino di artemide nell'isola di ortigia - siracusa, 2005. http://www.vincenzolatina.com/page_1241001492965/s_pg_1286191994690/index.php.

Αγαλλοπούλου, Π. (2012). Αμφιάρειο στον Ωρωπό. Οδυσσεύς, Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού http://odysseus.culture.gr/h/3/gh351.jsp?obj_id=2413.

Αντωνακάκης, Δ. (1994). Σημείωση. Στο: Δημήτρης Πικιώνης. διαμόρφωση του περι την Ακρόπολη Αρχαιολογικού χώρου 1954-1957 (Αθήνα: Μπάστα-Πλέσσα), p.30.

Αντωνίου, Π. (1995). Διδακτορική Διατριβή στη Συμβολή της ηλιοαπολυμάνσεως του εδάφους στην αντιμετώπιση φυτοπαθογόνων μικροοργανισμών και η επίδραση της στην ανταγωνιστική μικροχλωρίδα του εδάφους. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Αρβανίτης, Π. (1998). Διαχείριση χλωρίδας στους αρχαιολογικούς χώρους ευθύνης της Β' ΕΠΚΑ. Εργασία που παρουσιάστηκε στην: Διημερίδα για την Αυτοφυή βλάστηση στους αρχαιολογικούς χώρους (Αθήνα: Ένωση Φίλων Ακροπόλεως).

Βάθης, Ε. (2002). Τα φυτά του πάρκου της Αρχαίας Αγοράς (Αθήνα: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών).

Βασιλάκης, Α. (1998). Εμπειρίες και προβλήματα από τη βλάστηση στους αρχαιολογικούς χώρους της Κεντρικής Κρήτης. Εργασία που παρουσιάστηκε στην: Διημερίδα για την Αυτοφυή βλάστηση στους αρχαιολογικούς χώρους (Αθήνα: Ένωση Φίλων Ακροπόλεως).

Γαλάνη, Ν. (2004). Πρόγραμμα ενοποίησης αρχαιολογικών χώρων Αθήνας. Η ανάπλαση του ιστορικού κέντρου της πόλης (Αθήνα: Ενοποίηση Αρχαιολογικών Χώρων Αθήνας Α.Ε.).

Γιαννίσαρος, Α. (1998). Η χλωρίδα των αρχαιολογικών χώρων της Ελλάδας. Εργασία που παρουσιάστηκε στην: Διημερίδα για την Αυτοφυή βλάστηση στους αρχαιολογικούς χώρους (Αθήνα: Ένωση Φίλων Ακροπόλεως).

Γιαννίσαρος, Α., Μπαζός, Ι. και Ζερβού, Σ. (2000). Η χλωρίδα του Κεραμεικού. Στο: Ηριδανός το ποτάμι της αρχαίας πόλης (Αθήνα: Ταμείο Αρχαιολογικών Πόρων Υπουργείου Πολιτισμού και Αθλητισμού), p.37-43.

Γιαννοπολίτης, Κ. (1998). Αντιμετώπιση ανεπιθύμητης βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους. Εργασία που παρουσιάστηκε στην: Διημερίδα για την Αυτοφυή βλάστηση στους αρχαιολογικούς χώρους (Αθήνα: Ένωση Φίλων Ακροπόλεως).

Γραφείο Ενοποίησης Αρχαιολογικών Χώρων της Αθήνας (1995). Αρχές και αντικείμενο μελέτης συνολικής ανάδειξης Αρχαιολογικών Χώρων. Συνολική ανάδειξη χώρου Κεραμεικού (Αθήνα).

Δαβίας, Ο. (2009). Θαύματα χλωρά (Αθήνα: Ποταμός).

Δρόσου, Δ. (2009). Ανάδειξη Αρχαιολογικών χώρων Νεκρομαντείου και Εφύρας Δ. Φαναρίου Νεκρομαντείο (Πρέβεζα: Υπουργείο Πολιτισμού, ΛΓ' Εφορεία Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων Πρέβεζας και Άρτας).

Ελευθεροχωρινός, Η. (1998). Χημική αντιμετώπιση της ανεπιθύμητης βλάστησης στους αρχαιολογικούς χώρους. Εργασία που παρουσιάστηκε στην: Διημερίδα για την Αυτοφυή βλάστηση στους αρχαιολογικούς χώρους (Αθήνα: Ένωση Φίλων Ακροπόλεως).

Ελευθεροχωρινός, Η. (2002). Ηλιοαπολύμανση του εδάφους (Soil solarization). Στο: Ζιζανιολογία (Αθήνα: Αγρότυπος), p.93-94.

Ζάχος, Κ. (1998). Αυτοφυής χλωρίδα στους αρχαιολογικούς χώρους. Η Ελληνική εμπειρία. Εργασία που παρουσιάστηκε στην: Διημερίδα για την Αυτοφυή βλάστηση στους αρχαιολογικούς χώρους (Αθήνα: Ένωση Φίλων Ακροπόλεως).

Ζήκος, Ν. (1989). Αμφίπολις (Αθήνα: Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού, Ταμείο Αρχαιολογικών Πόρων και Απαλλοτριώσεων).

Θέμελης, Π. (2014). Αρχαία Μεσσήνη. (Αθήνα: Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού, Ταμείο Αρχαιολογικών Πόρων και Απαλλοτριώσεων).

ΣΤ' ΕΠΚΑ (2012). Αρχαία Αγορά Θεσσαλονίκης, http://odysseus.culture.gr/h/3/gh351.jsp?obj_id=2457.

Κανέλλου, Η. (2017). Τεχνική έκθεση μελέτης αποτύπωσης υφιστάμενης καλλωπιστικής βλάστησης του Αρχαιολογικού χώρου του Κεραμεικού (Αθήνα, Γερμανικό Αρχαιολογικό Ινστιτούτο).

Λαδόπουλος, Ε. (2012). Πρωτομαγιά στον Μυστρα (Μυστράς: Ε. & Θ. Λαδόπουλος Ο.Ε.).

Λυριντζής, Γ., Μπαλούτσος, Γ., Καρέτσος, Γ., Μπουρλέτσικας, Α., Μάντακας, Γ. και Καούκης, Κ. (2011). Τα έργα αποκατάστασης του αρχαιολογικού τοπίου της Ολυμπίας (Αθήνα: ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.).

Μαλλούχου-Τυφανο, Φ. (1998). Η χρήση της βλάστησης στη διαμόρφωση και αποκατάσταση αρχαιολογικών χώρων και μνημείων. Ιστορική Αναδρομή. Εργασία που παρουσιάστηκε στην: Διημερίδα για την Αυτοφυή βλάστηση στους αρχαιολογικούς χώρους (Αθήνα: Ένωση Φίλων Ακροπόλεως).

Μαλλούχου-Τυφανο, Φ. (2015). Προστασία και διαχείριση μνημείων. Ιστορικές και θεωρητικές προσεγγίσεις (Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών).

Μαυρομάτης, Γ. (1978). Βιοκλιματικός χάρτης της Ελλάδας (Αθήνα, Υπουργείο Γεωργίας).

Μπάουμαν, Ε. (2004). Φυτά σε αρχαία Ελληνικά νομίσματα (Αθήνα: Ηλίβατον).

Μπάουμαν, Χ. (1999). Η Ελληνική χλωρίδα στον μύθο, στην τέχνη, στη λογοτεχνία (Αθήνα: Ελληνική Εταιρία Προστασίας της Φύσεως).

Μωραΐτης, Κ. (2015). Η Ρομαντική απόδοση αυταξίας στη φύση. Ο επαναπροσδιορισμός των αντιλήψεων για τον πολιτισμό. Στο: Η τέχνη του τοπίου: Πολιτιστική επισκόπηση των νεωτερικών τοπιακών θεωρήσεων και διαμορφώσεων (Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών), p.254-328.

Οικονόμου, Γ. (1998). Προβλήματα που προκύπτουν από την παρουσία της αυτοφυούς βλάστησης στους αρχαιολογικούς χώρους. Εργασία που παρουσιάστηκε στην: Διημερίδα για την Αυτοφυή βλάστηση στους αρχαιολογικούς χώρους (Αθήνα: Ένωση Φίλων Ακροπόλεως).

Παπαγεωργίου, Α. (1994). Έργα Ακροπόλεως. Μάιος 1954-Φεβρουάριος 1958. Στο: Δημήτρης Πικιώνης. Η διαμόρφωση του περί την Ακρόπολη αρχαιολογικού χώρου 1954-1957 (Αθήνα: Μπάστα-Πλέσσα), p.13-28.

Παπασταύρου, Ε. (2012). Αρχαιολογικός χώρος Κολώνας. Οδυσσεύς, Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού http://odysseus.culture.gr/h/3/gh351.jsp?obj_id=2452.

Παπαφωτίου, Μ., Κανέλλου, Η. και Οικονόμου, Φ. (2009). Διαχείριση βλάστησης στον αρχαιολογικό χώρο της Ελευσίνας και μελέτη διαχείρισης πρασίνου σε Ρωμαϊκή Βίλλα του χώρου. Εργασία που παρουσιάστηκε στο: 23ο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρίας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών (Χανιά).

Παπαφωτίου, Μ., Κανέλλου, Η., Marco-Martinez, G. και Πετροχείλου, Α. (2017α). Σχεδιαστική πρόταση βελτίωσης της λειτουργικότητας και της αισθητικής του αρχαιολογικού χώρου Κολώνας Αίγινας, με τη χρήση αυτοφυών φυτικών ειδών. Εργασία που παρουσιάστηκε στο: 28ο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρίας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών (Θεσσαλονίκη).

Παπαφωτίου, Μ., Κανέλλου, Η., Marco-Martinez, G. και Πετροχείλου, Α. (2017β). Πρόταση ανάδειξης του αρχαιολογικού χώρου της Παλαιοχριστιανικής Αμφίπολης, με τη χρήση θαμνωδών Μεσογειακών ειδών. Εργασία που παρουσιάστηκε στο: 28ο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρίας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών (Θεσσαλονίκη).

Παπαφωτίου, Μ., Κανέλλου, Η., Marco-Martinez, G. και Πετροχείλου, Α. (2017γ). Σχεδιαστική πρόταση ανάδειξης του αρχαιολογικού χώρου της αρχαίας Μεσσήνης, με τη χρήση αυτοφυών φυτικών ειδών. Εργασία που παρουσιάστηκε στο: 28ο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρίας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών (Θεσσαλονίκη).

Πετράκος, Β. Χ. (1968). Ο Ωρωπός και το ιερόν του Αμφιάραου (Αθήνα: Η εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία).

Πετρίδης, Δ. (2015). Ανάλυση κυρίων συνιστωσών - Παραγοντική Ανάλυση. Στο: ανάλυση πολυμεταβλητών τεχνικών. Εφαρμογές περιπτώσεων (Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών βιβλιοθηκών), p.125-156.

Πικιώνης, Δ. (n.d.). Εισηγητική έκθεση για τα περί την Ακρόπολη έργα Στο: Δημήτρης Πικιώνης. Η διαμόρφωση του περί την Ακρόπολη αρχαιολογικού χώρου 1954-1957 (Αθήνα: Μπάστα-Πλέσσα), p.34-35.

Πικιώνης, Δ. (1940). Το δίδαγμα. Στο: Δημήτρης Πικιώνης. Η διαμόρφωση του περί την Ακρόπολη αρχαιολογικού χώρου 1954-1957 (Αθήνα: Μπάστα-Πλέσσα), p.37.

Πικιώνης, Δ. (1955). Επιστολή Πικιώνη στον Υπουργό Δημοσίων Έργων το 1955. Στο: Δημήτρης Πικιώνης. Η διαμόρφωση του περί την Ακρόπολη αρχαιολογικού χώρου 1954-1957 (Αθήνα: Μπάστα-Πλέσσα), p.31-33.

Πικιώνης, Δ. (1985). Έκθεσις επί των έργων διευθετήσεως εν Δελφοίς. Στο: Δ. Πικιώνη: Κείμενα (Αθήνα: Μορφωτικό Ίδρυμα Εθνικής Τράπεζας), p.247-254.

Σγούρου, Μ. (1998). Το πρόβλημα της βλάστησης στους αρχαιολογικούς χώρους της Θάσου. Εργασία που παρουσιάστηκε στην: Διημερίδα για την Αυτοφυή βλάστηση στους αρχαιολογικούς χώρους (Αθήνα: Ένωση Φίλων Ακροπόλεως).

Σκούλλος, Μ. (1998). Φύση στους αρχαιολογικούς χώρους. Εργασία που παρουσιάστηκε στην: Διημερίδα για την Αυτοφυή βλάστηση στους αρχαιολογικούς χώρους (Αθήνα: Ένωση Φίλων Ακροπόλεως).

Στράτου, Φ. (1998). Προσφώνηση προέδρου Ένωσης Φίλων Ακροπόλεως. Εργασία που παρουσιάστηκε στην: Διημερίδα για την Αυτοφυή βλάστηση στους αρχαιολογικούς χώρους (Αθήνα: Ένωση Φίλων Ακροπόλεως).

Συρόπουλος, Γ. και Arjona-Perez, M. (2014). Σύντομη αναφορά της σωστικής ανασκαφής των τάφων 11 και 12 στο οικοπέδο φερόμενης ιδιοκτησίας Δημ. και Όλγας Παπαθανασίου επί της Λεωφ. Πειραιώς 31 και Μοσχονησίων στη Δημ. Κοινότητα Μοσχάτου του Δήμου Μοσχάτου-Ταύρου (Β' Φάση ανασκαφής, Πειραιάς, ΚΣΤ' ΕΠΚΑ, Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού).

Τουλούπα, Ε. (1998). Εισαγωγικό σημείωμα. Εργασία που παρουσιάστηκε στην: Διημερίδα για την Αυτοφυή βλάστηση στους αρχαιολογικούς χώρους (Αθήνα: Ένωση Φίλων Ακροπόλεως).

Χαραμή, Α. (1998). Προβλήματα αυτοφυούς βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους της Βοιωτίας. Εργασία που παρουσιάστηκε στην: Διημερίδα για την Αυτοφυή βλάστηση στους αρχαιολογικούς χώρους (Αθήνα: Ένωση Φίλων Ακροπόλεως).

Χατζηδάκης, Π. (1998). Αρχαιολογικοί χώροι και αυτοφυής βλάστηση. Η περίπτωση του αρχαιολογικού χώρου Δήλου-Ρηνείας. Εργασία που παρουσιάστηκε στην: Διημερίδα για την Αυτοφυή βλάστηση στους αρχαιολογικούς χώρους (Αθήνα: Ένωση Φίλων Ακροπόλεως).

Χλουβεράκη, Σ. (2007). Τεχνική έκθεση με θέμα: Επεμβάσεις Συντήρησης στον Αρχαιολογικό χώρο του Αζοριά 2003-2007 (Κέντρο Μελέτης Ανατολικής Κρήτης).

ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΟΥ ΠΡΟΕΚΥΨΑΝ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

- Kanellou E., Papafotiou M., Lefas P. and Petrocheilou A. (2017). Testing inert materials for reburial and paving purposes as a weed elimination method at archaeological sites. *Acta Horticulturae*, 1189, 73-76
- Kanellou E., Papafotiou M., Economou G. and Ntoulas N. (2017). Testing soil solarization as an alternative method for weed suppression at archaeological sites. *Acta Horticulturae*, 1189, 69-72
- Kanellou E., Papafotiou M., Economou G. and Paraskevopoulou A. (2017). Developing wildflower meadows for the enhancement of the archaeological landscape. *Acta Horticulturae*, 1189, 43-48
- Papafotiou M., Marco Martinez G., Petrocheilou A. and Kanellou E. (2017). Design proposal to increase functionality and enhance the landscape by native plants at the archaeological site of Kolona, Aegina Island, Greece. *Acta Horticulturae*, 1189, 93-96
- Papafotiou M., Marco Martinez G., Petrocheilou A. and Kanellou E. (2017). Design proposal to increase functionality and aesthetics of archaeological sites: The case study of Ancient Messene, Greece. *Acta Horticulturae*, 1189, 103-108
- Papafotiou M., Marco Martinez G., Petrocheilou A. and Kanellou E. (2017). Design proposal involving native plants for the historical site of Early Christian Amphipolis, Greece. *Acta Horticulturae*, 1189, 97-102
- Kanellou E., Economou G., Papafotiou M., Ntoulas N., Lyra D., Knezevic S. (2017). Flame weeding at archaeological sites of the Mediterranean region. *Weed technology*, 31, 396-403
- Kanellou I., Dimou P., Kalivas D., Economou G., Papafotiou M. (2016). The wild and undesired vegetation in Mediterranean Historic sites. The use of GIS to monitor species abundance and their spatial dispersal, 7th International Weed Science Congress, 19-25 June, Prague, Czech Republic
- Δήμου Π., Κανέλλου Η., Οικονόμου Γ., Παπαφωτίου Μ., Καλύβας Δ. (2015). Ανάπτυξη GIS αποτύπωσης και χωρικής ανάλυσης της βλάστησης αρχαιολογικών χώρων για την προστασία των μνημείων. 1ο Συνέδριο Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων και Χωρικής Ανάλυσης στη Γεωργία και στο Περιβάλλον, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 28-29 Μαΐου 2015, Αθήνα, Ελλάδα.
- Ριζοπούλου Σ., Παπαφωτίου Μ., Κανέλλου Η. (2015). Διατήρηση φυτικής ποικιλότητας στον αρχαιολογικό χώρο του Αμφιάρειου, 14ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Βοτανικής Εταιρείας, 8 - 11 Οκτωβρίου 2015, Πάτρα, Ελλάδα

- Κανέλλου Η., Παπαφωτίου Μ., Οικονόμου Γ., Δογάνη Ι., Γαλανού Α. (2015). Διαχείριση ανεπιθύμητης βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους, 4^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εταιρίας Έρευνας και Προώθησης της Επιστημονικής Αναστήλωσης των Μνημείων, 26-28 Νοεμβρίου 2015, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα.
- Κανέλλου Η., Παπαφωτίου Μ., Οικονόμου Γ., Παρασκευοπούλου Α. (2015). Εγκατάσταση μίγματος αυτοφύων ποωδών ειδών ως εδαφοκάλυψη σε αρχαιολογικούς χώρους. Τεύχος περιλήψεων 27^{ου} Επιστημονικού Συνεδρίου της ΕΕΕΟ, 'Υποστήριξη της Ανάπτυξης του Τομέα των Οπωροκηπευτικών', 28-29 Σεπτεμβρίου 2015, Βόλος, Ελλάδα
- Κανέλλου Η., Παπαφωτίου Μ., Knezevic S., Οικονόμου Γ., Ντούλας Ν. (2015). Πειραματική εφαρμογή φλόγισης ως μέσο καταπολέμησης ζιζανίων σε αρχαιολογικούς χώρους, Τεύχος περιλήψεων 27^{ου} Επιστημονικού Συνεδρίου της ΕΕΕΟ, «Υποστήριξη της Ανάπτυξης του Τομέα των Οπωροκηπευτικών», 28-29 Σεπτεμβρίου 2015, Βόλος, Ελλάδα
- Papafotiou M., Kanellou E., Economou F., Paraskevopoulou A., Kartsonas E. (2015). Establishing wildflower meadows as groundcover for use in archaeological sites, Proceedings of the 2nd International Conference on "Changing cities: Spatial Design, Landscape and Socio-economic Dimensions", 22-26 June 2015, Porto Heli, Peloponnese, Greece
- Kanellou, E., Papafotiou, M., Knezevic S., Lyra, D., Ntoulas, N., Economou, G. (2015). Flame weeding: a new approach in weed control for archaeological sites, 17th European Weed Research Society Symposium on "Weed management in changing environments", 23-26 June 2015, Montpellier, France
- Kanellou E., Papafotiou M., Paraskevopoulou A., Economou F., Nektarios P. (2014). Developing wildflower meadows for use in archaeological sites, Proceedings of 9th International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin, 3-5 June, Ankara Turkey
- Kanellou E., Papafotiou M., Economou F., Lyra D., Ntoulas N. (2014). Integrated weed management in archaeological sites – Thalys project, Proceedings of 9th International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin, 3-5 June, Ankara Turkey.
- Κανέλλου Η., Παπαφωτίου Μ., Οικονόμου Φ., Λύρα Δ. (2013). Η αυτοφύης βλάστηση των αρχαιολογικών χώρων: Η περίπτωση της Αρχαίας Μεσσήνης, 26^ο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρίας Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, Καλαμάτα, Ελλάδα

- Κανέλλου Η., Παπαφωτίου Μ., Οικονόμου Φ., Λύρα Δ. (2013). Η αυτοφυής βλάστηση των αρχαιολογικών χώρων: Η περίπτωση της Αρχαίας Αγοράς Θεσσαλονίκης, 26^ο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρίας Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, Καλαμάτα, Ελλάδα
- Κανέλλου Η., Παπαφωτίου Μ., Οικονόμου Φ., Λύρα Δ. (2013). Η αυτοφυής βλάστηση των αρχαιολογικών χώρων: Η περίπτωση της Χριστιανικής Αμφίπολης, 26^ο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρίας Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, Καλαμάτα, Ελλάδα
- Κανέλλου Η., Παπαφωτίου Μ., Οικονόμου Φ., Λύρα Δ. (2013). Η αυτοφυής βλάστηση των αρχαιολογικών χώρων: Η περίπτωση του Νεκρομαντείου Αχέροντα, 26^ο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρίας Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, Καλαμάτα, Ελλάδα
- Κανέλλου Η., Παπαφωτίου Μ., Οικονόμου Φ., Λύρα Δ., Κνεζεovic S., Κάρτσωνας Ε., Ντούλας Ν., Παρασκευοπούλου Α., Νεκτάριος Π., Αλεξόπουλος Α., Μουρούτογλου Χ., Νηφάκος Κ., Καρράς Σ. (2013). Εναλλακτικές μέθοδοι διαχείρισης της βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους: Η χρήση φλόγιστρου – Χλοοτάπητες αυτοφυών ποωδών, 26^ο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρίας Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, Καλαμάτα, Ελλάδα
- Kanellou I., Lyra D., Knezevic S., Economou G., Papafotiou M. (2013). The vegetation in archaeological sites (2013). An approach of integrated weed management to protect the historical landscape - Thalys project, Joint Workshop of the European Weed Research Society Working Groups: Novel and sustainable weed management in arid and semi-arid agro ecosystems and weed mapping, Mediterranean Agronomic Institute of Chania Crete, Greece
- Kanellou E., Papafotiou M., Economou F., Lyra D. (2013). Weed significance in archaeological sites 16th European Weed Research Society Symposium, Samsun, Turkey
- Κανέλλου Η., Παπαφωτίου Μ., Οικονόμου Φ., Λύρα Δ. (2012). Οι αρχαιολογικοί χώροι ως πηγή βιοποικιλότητας. 14^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρίας Γενετικής Βελτίωσης των Φυτών, «Η γενετική βελτίωση των φυτών απαντά στις προκλήσεις του σήμερα: Αειφορίας – περιβαλλοντικές καταπονήσεις – βιοποικιλότητα», 10-12 Οκτωβρίου 2012, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα
- Κανέλλου Η., Παπαφωτίου Μ., Οικονόμου Φ., Λύρα Δ. (2012). Η αυτοφυής χλωρίδα των αρχαιολογικών χώρων, 17^ο Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρίας, «Ζιζανιολογία – Γεωργία – Αστικό Πράσινο», 22-24 Νοεμβρίου 2012, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, Ελλάδα
- Κανέλλου Η., Παπαφωτίου Μ., Οικονόμου Φ., Λύρα Δ. (2012). Η αυτοφυής χλωρίδα των αρχαιολογικών χώρων: η περίπτωση της Κολώνας Αίγινας, 17^ο Επιστημονικό

Συνέδριο Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρίας, «Ζιζανιολογία – Γεωργία – Αστικό Πράσινο», 22-24 Νοεμβρίου 2012, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, Ελλάδα

- Κανέλλου Η., Παπαφωτίου Μ., Οικονόμου Φ., Λύρα Δ. (2012). Η αυτοφυής χλωρίδα των αρχαιολογικών χώρων: η περίπτωση της Αρχαίας Αγοράς Αθήνας, 17^ο Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρίας, «Ζιζανιολογία – Γεωργία – Αστικό Πράσινο», 22-24 Νοεμβρίου 2012, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, Ελλάδα
- Κανέλλου Η., Παπαφωτίου Μ., Οικονόμου Φ., Λύρα Δ. (2012). Η αυτοφυής χλωρίδα των αρχαιολογικών χώρων: η περίπτωση του Αμφιάρειου Ωρωπού, 17^ο Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρίας, «Ζιζανιολογία – Γεωργία – Αστικό Πράσινο», 22-24 Νοεμβρίου 2012, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, Ελλάδα
- Economou G., Papafotiou M., Kanellou I. (2012). The undesired vegetation in archaeological sites. Integrated management in respect to historic landscape, 6th International Weed Science Congress, 17-22 June, Hangzhou, China

ΔΙΑΛΕΞΕΙΣ – ΠΡΟΣΚΕΚΛΗΜΕΝΗ ΔΙΔΑΣΚΟΥΣΑ

- «Ολοκληρωμένη διαχείριση βλάστησης για την προστασία του μνημείου και την ανάδειξη του ιστορικού τοπίου» (2018), στο πλαίσιο του μαθήματος: Ειδικά θέματα αρχαιολογικής έρευνας, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών με τίτλο «Προστασία Μνημείων» Α' κατεύθυνση: Συντήρηση και Αποκατάσταση Ιστορικών Κτιρίων και Συνόλων, του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, 2018-2020.
- «Η βλάστηση των αρχαιολογικών χώρων και η διαχείρισή της» (2016), στο πλαίσιο του μαθήματος: Ειδικά θέματα αρχαιολογικής έρευνας, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών με τίτλο «Προστασία Μνημείων» Α' κατεύθυνση: Συντήρηση και Αποκατάσταση Ιστορικών Κτιρίων και Συνόλων, του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, 2016-2018.
- «Προβλήματα και μέθοδοι διαχείρισης βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους» (2014), στο πλαίσιο του μαθήματος: Ειδικά θέματα αρχαιολογικής έρευνας, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών με τίτλο «Προστασία Μνημείων» Α' κατεύθυνση: Συντήρηση και Αποκατάσταση Ιστορικών Κτιρίων και Συνόλων, του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, 2014-2016.
- «Διαχείριση αυτοφυούς βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους» (2012), στα πλαίσια του μαθήματος: Ειδικά θέματα αρχαιολογικής έρευνας, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών με τίτλο «Προστασία Μνημείων» Α' κατεύθυνση: Συντήρηση και Αποκατάσταση Ιστορικών Κτιρίων και Συνόλων, του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, 2012-2014.
- «Βλάστηση και αρχαιολογικοί χώροι» (2010), στα πλαίσια του Εαρινού Εργαστηρίου σχεδιασμού με θέμα: «Ιαυτότητα ενός τόπου και σύγχρονη πόλη: κατανόηση, ερμηνεία, και ενσωμάτωση ενός αρχαιολογικού χώρου στον αστικό ιστό», Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών με τίτλο «Διαχείριση μνημείων, αρχαιολογία, πόλη και αρχιτεκτονική» του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, Πανεπιστημίου Πατρών και Πανεπιστημίου Αιγαίου, 2010-2011.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

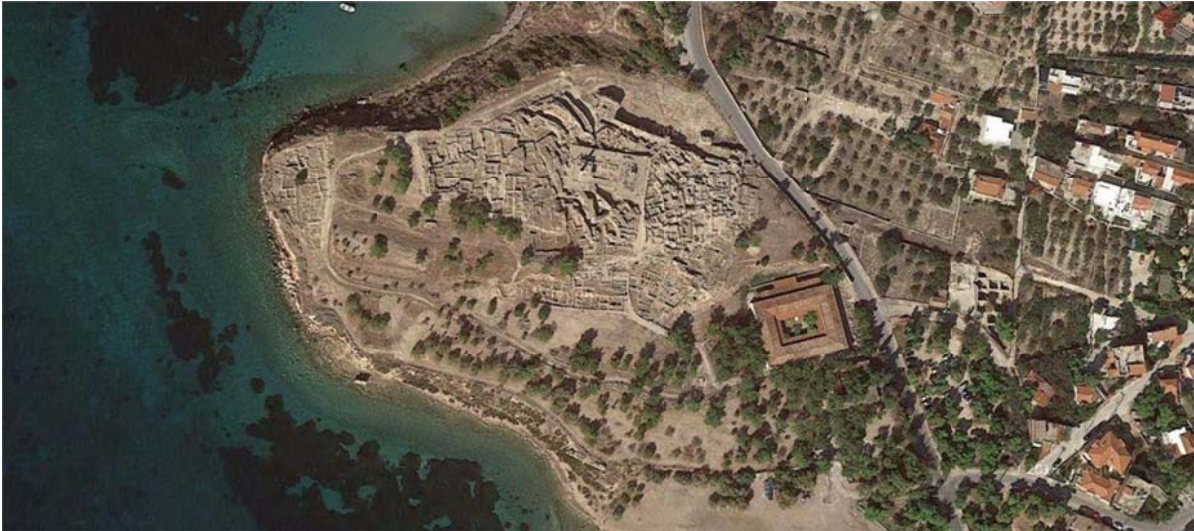
ΚΟΛΩΝΑ ΑΙΓΙΝΑΣ

Τα πρώτα οικιστικά κατάλοιπα στο λόφο της Κολώνας Αίγινας ανάγονται στη Νεότερη Νεολιθική Εποχή. Έκτοτε διαδοχικοί προϊστορικοί οικισμοί κάλυψαν το χώρο, ενώ τα πρώτα δείγματα λατρείας ανάγονται στον 8^ο αι. π.Χ. (Παπασταύρου, 2012).

Κατά τον 7^ο αι. π.Χ., ο λόφος μετατρέπεται σε ιερό, σε τόπο των θεών, γίνεται η ακρόπολη της πόλης, που μεταφέρεται κοντά στο λιμάνι. Στις αρχές του 6^{ου} αι. π.Χ. ανεγείρονται τα πρώτα οικοδομήματα για χρήση λατρείας. Ακολουθεί η περίοδος ακμής του ιερού. Μια τελευταία άνθιση σημειώθηκε κατά την ελληνιστική εποχή υπό την ηγεσία των βασιλέων της Περγάμου. Μετά την επικράτηση του χριστιανισμού όσα οικοδομήματα είχαν διασωθεί χρησιμοποιήθηκαν για άλλες χρήσεις και ο χώρος μετατράπηκε και πάλι σε οικισμό έως το τέλος της πρώτης χιλιετίας, οπότε, εξαιτίας φόβου επιδρομών από τη θάλασσα, ο οικισμός μεταφέρθηκε στο εσωτερικό του νησιού (στην Παλαιοχώρα. Παπασταύρου, 2012).

Οι πρώτες ανασκαφές στο χώρο έγιναν από τους Furtwaengler και Lolling. Από το 1921 έως το 1954 τη συστηματική ανασκαφή στην προϊστορική πόλη και το ναό ξεκίνησε ο G. Welter. Τις ανασκαφές συνέχισε από το 1966 ως το 1992 η Βαυαρική Ακαδημία με τον καθηγητή H. Walter που ανέσκαψε την προϊστορική πόλη και το ελληνορωμαϊκό τείχος. Από το 1994 τις ανασκαφές συνέχισε ο F. Felten για λογαριασμό της Αυστριακής Αρχαιολογικής Σχολής (Παπασταύρου, 2012).

Ο αρχαιολογικός χώρος της Κολώνας βρίσκεται στη βορειοδυτική πλευρά του νησιού, κοντά στο λιμάνι και τη σύγχρονη πόλη της Αίγινας. Ο λόφος ονομάστηκε Κολώνα από τους Βενετσιάνους ναυτικούς που είχαν ως σημάδι προσανατολισμού τους τις κολώνες του ναού του Απόλλωνος που δεσπόζει σ' αυτόν. Ο αρχαιολογικός χώρος περιλαμβάνει τα ερείπια της προϊστορικής πόλης και του ναού του Απόλλωνα, οικιστικά κατάλοιπα διαδοχικών οικισμών καθώς και τμήματα του υστερορωμαϊκού τείχους της Ακρόπολης (Εικόνες 137-141). Στο χώρο υπάρχει ακόμη Μουσείο το οποίο φιλοξενεί ευρήματα από τον αρχαιολογικό χώρο (Παπασταύρου, 2012).



Εικόνα 137: Αεροφωτογραφία του αρχαιολογικού χώρου της Κολώνας (google.gr/maps, 2016)



Εικόνα 138: Κολώνα Αίγινας (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)



Εικόνα 139: Κολώνα Αίγινας (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)



Εικόνα 140: Κολώνα Αίγινας (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)



Εικόνα 141: Ο ναός του Απόλλωνα, Κολώνα Αίγινας (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)

ΑΡΧΑΙΑ ΜΕΣΣΗΝΗ

Η πόλη της Μεσσήνης ιδρύθηκε το 369 π.Χ. από τον Θηβαίο Επαμεινώνδα και τους Αργείους συμμάχους του ως πρωτεύουσα της αυτόνομης Μεσσηνίας. Οι περισσότερες πληροφορίες για την διάρθρωση της πόλης αλλά και της ζωής σε αυτήν αντλούνται από την περιγραφή του περιηγητή Πausανία που επισκέφθηκε την πόλη το 155 μ.Χ., πέντε αιώνες μετά την ίδρυσή της. Η πόλη παρέμεινε σημαντικό κέντρο μέχρι τον 3^ο αι. μ.Χ. οπότε και άρχισε η σταδιακή παρακμή και εγκατάλειψη της πόλης, η οποία πιθανώς εντάθηκε το 395 μ.Χ. μετά από επιδρομή Γότθων στην Πελοπόννησο (Θέμελης, 2014).

Τα οικοδομήματα της Μεσσήνης ακολουθούν κánaβο που δημιουργείται από οριζόντιους και κάθετους δρόμους, σύστημα γνωστό και ως Ιπποδάμειο. Το σύστημα αυτό στηρίζεται στις αρχές της ισονομίας, ισοπολιτείας και της ισομοιρίας του δημοκρατικού πολιτεύματος. Στόχος ήταν όλοι οι πολίτες να έχουν ισομεγέθη οικόπεδα με πρόσβαση στα δημόσια και ιερά οικοδομήματα (Θέμελης, 2014).

Συστηματικές ανασκαφές ξεκίνησαν στην περιοχή το 1895, από την Αρχαιολογική Εταιρεία, από τον Θ. Σοφούλη, αργότερα Γ. Οικονόμο και έως το 1974 Α. Ορλάνδο, που έφεραν στο φώς το μεγαλύτερο μέρος του Ασκληπιείου. Από το 1986 έως και σήμερα τη διεύθυνση των ανασκαφών έχει αναλάβει ο Π. Θέμελης, με πλούσιο ανασκαφικό και αναστηλωτικό έργο (Θέμελης, 2014).

Σήμερα η Αρχαία Μεσσήνη είναι μια από τις σημαντικότερες σε μέγεθος και διατήρηση πόλεις της αρχαιότητας με πλούσιο μνημειακό περιεχόμενο και το προνόμιο να μην έχει καταστραφεί ή καλυφθεί από νεότερους οικισμούς (Εικόνα 142). Στον αρχαιολογικό χώρο σώζεται μεγάλο τμήμα της αρχαίας πόλης (Θέμελης, 2014).

Τα μνημεία που έχουν ανασκαφεί περιλαμβάνουν: το θέατρο, που εντάσσεται στην κατηγορία των μεγάλων θεάτρων της κλασικής/ελληνιστικής περιόδου, την αγορά της Μεσσήνης έκτασης 40.000 m² (Εικόνα 143), την κρήνη Αρσινόη με μήκος πάνω από 40 m (Εικόνα 144), το Ασκληπιείο, χώρο θεραπείας αλλά και κέντρο της δημόσιας ζωής και πολιτική αγορά διαστάσεων 72 επί 67 m (Εικόνα 145), το ιερό της Δήμητρας και των Διόσκουρων, το Βαλάνειο, το οποίο ήταν συγκρότημα λουτρών ελληνιστικών χρόνων, το Στάδιο και το Γυμνάσιο, τα πλέον εντυπωσιακά οικοδομήματα από άποψη διατήρησης κ.α. (Εικόνα 146, Θέμελης, 2014).

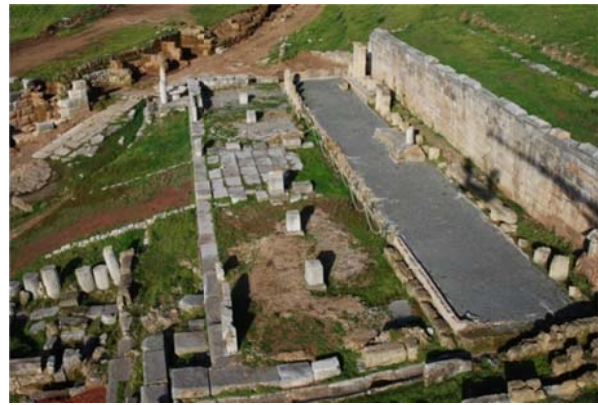
Ο χώρος περιλαμβάνει ακόμη Αρχαιολογικό Μουσείο που στεγάζει σπουδαία ευρήματα των ανασκαφών όπως το άγαλμα του Ερμή Ψυχοπομπού και το άγαλμά της Αρτέμιδος Λαφρίας (Θέμελης, 2014).



Εικόνα 142: Γενική άποψη του αρχαιολογικού χώρου της Μεσσήνης (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)



Εικόνα 143: Η περιοχή της αγοράς στη Μεσσήνη (ancientmessene.gr, 2013)



Εικόνα 144: Η κρήνη Αρσινόη στη Μεσσήνη (ancientmessene.gr, 2013)



Εικόνα 145: Το Ασκληπιείο στη Μεσσήνη (ancientmessene.gr, 2013)



Εικόνα 146: Το στάδιο στη Μεσσήνη (ancientmessene.gr, 2013)

ΧΡΙΣΤΙΑΝΙΚΗ (ΠΑΛΑΙΟΧΡΙΣΤΙΑΝΙΚΗ) ΑΜΦΙΠΟΛΗ ΣΕΡΡΩΝ

Ο αρχαιολογικός χώρος της Αμφίπολης βρίσκεται σε μικρή απόσταση νότια του χωριού Αμφίπολη, στην κορυφή υπερκείμενου λόφου (Εικόνα 147, Ζήκος, 1989).

Η Αμφίπολη ήταν από τις σημαντικότερες πόλεις της Μακεδονίας κατά τους αρχαίους χρόνους και διατήρησε την ακμή της στα ελληνιστικά αλλά και ρωμαϊκά χρόνια. Λόγω της διέλευσης της Εγνατίας οδού από την Αμφίπολη η πόλη παρέμεινε σπουδαία και στους παλαιοχριστιανικούς χρόνους. Μέσω της Εγνατίας οδού πέρασε ο Απόστολος Παύλος το 50 μ.Χ. από την Αμφίπολη, πηγαίνοντας από τους Φιλίππους στη Θεσσαλονίκη. Με τη διάδοση του χριστιανισμού η πόλη έγινε έδρα επισκόπου, που αναφέρεται σε γραπτές πηγές μέχρι το 692 μ.Χ. και θεωρούνταν αξιόλογο θρησκευτικό και αστικό κέντρο. Πιθανότατα καταστράφηκε τον 8^ο-9^ο αι. μ.Χ. (Ζήκος, 1989).

Με τις ανασκαφές των Στίκα και Λαζαρίδη αποκαλύφθηκαν τέσσερις παλαιοχριστιανικές βασιλικές (Εικόνες 148, 149), το επισκοπικό μέγαρο (Εικόνα 150) και ο περίκεντρος ναός (Εικόνα 151), ενώ στο χώρο σώζεται ο οχυρωματικός περίβολος της πόλης. Οι βασιλικές φέρουν πλούσιο διάκοσμο με δάπεδα με μαρμαροθετήματα ή ψηφιδωτά (Εικόνες 152, 153) (Ζήκος, 1989).



Εικόνα 147: Ο αρχαιολογικός χώρος της παλαιοχριστιανικής Αμφίπολης (google.gr/maps, 2018)



Εικόνα 148: Η βασιλική Γ' στην Παλαιοχριστιανική Αμφίπολη (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)



Εικόνα 149: Η βασιλική Δ' στην Παλαιοχριστιανική Αμφίπολη (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)



Εικόνα 150: Το επισκοπικό μέγαρο και οι δεξαμενές στην Παλαιοχριστιανική Αμφίπολη (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)



Εικόνα 151: Ο περίκεντρος ναός στην Παλαιοχριστιανική Αμφίπολη (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)



Εικόνα 152: Ψηφιδωτό δάπεδο της βασιλικής Α' στην Παλαιοχριστιανική Αμφίπολη (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)



Εικόνα 153: Λεπτομέρεια ψηφιδωτού δαπέδου της βασιλικής Α' στην Παλαιοχριστιανική Αμφίπολη (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)

ΝΕΚΡΟΜΑΝΤΕΙΟ ΑΧΕΡΟΝΤΑ

Το Νεκρομαντείο Αχέρωντα βρίσκεται 45 km βόρεια της Πρέβεζας, πλησίον της κοινότητας Μεσοποτάμου του Δήμου Φαναρίου. Είναι χτισμένο στο χαμηλό λόφο του Τιμίου Προδρόμου στην πεδιάδα του Αχέρωντα. Η περιοχή του Νεκρομαντείου κατοικούνταν από τους Θεσπρωτούς οι οποίοι εγκαταστάθηκαν στην Ήπειρο ήδη από τις αρχές της δεύτερης χιλιετίας π.Χ. Η ύπαρξη του ιερού κατά τους αρχαϊκούς και κλασικούς χρόνους είναι βεβαιωμένη τόσο από την φιλολογική παράδοση, όσο και από ανασκαφικά ευρήματα. Το 167 π.Χ. το Νεκρομαντείο είχε την ίδια τύχη με τις 70 πόλεις της Ηπείρου που πυρπολήθηκαν από τους Ρωμαίους (Δρόσου, 2009).

Στη συνέχεια το ιερό εγκαταλείφθηκε και μόνο στην αυλή του έχουν εντοπιστεί ίχνη κατοίκησης του 1^{ου} αι. π.Χ, που αποδίδονται σε ρωμαίους εποίκους. Στα χρόνια της τουρκοκρατίας, στις αρχές του 18^{ου} αι., στην κορυφή του λόφου του Νεκρομαντείου πλησίον της εισόδου του ανατολικού τμήματος του ιερού, ανεγέρθηκε διώροφη οχυρή κατοικία. Ακριβώς πάνω από το κυρίως ιερό ιδρύθηκε το σιναιϊτικό μετόχι του Αγίου Ιωάννη του Προδρόμου, μαζί με το σύγχρονό του νεκροταφείο, που λειτουργούσε έως την έναρξη των ανασκαφών το 1958 από την Αρχαιολογική Εταιρεία και τον Σ. Δάκαρη (Δρόσου, 2009).

Το Νεκρομαντείο καλύπτει μία έκταση περίπου τριών στρεμμάτων. Περιβάλλεται από ορθογώνιο περίβολο ο οποίος σώζεται σε μεγάλο ύψος και είναι κατασκευασμένος με ογκολίθους (Εικόνα 154). Το συγκρότημα του ιερού περιλαμβάνει το κυρίως ιερό, τον λαβύρινθο (Εικόνα 155), τους χώρους προσφορών (Εικόνα 156), τους χώρους προετοιμασίας των πιστών (Εικόνα 157), την είσοδο του ιερού, την αυλή και τους βοηθητικούς χώρους (Δρόσου, 2009).

Το Νεκρομαντείο μας είναι γνωστό από την Οδύσσεια και λειτουργούσε ως ιερό του Άδη και της Περσεφόνης. Σύμφωνα με την Ομηρική περιγραφή η είσοδος του κάτω κόσμου βρίσκεται εκεί που σμίγουν τρία ποτάμια: ο Αχέρων, ο Πυριφλεγέθων και ο Κώκυτος, πολύ κοντά στο Νεκρομαντείο. Οι επισκέπτες του Ιερού ακολουθούσαν ένα τελετουργικό: εισέρχονταν στην αυλή και στη συνέχεια πήγαιναν στα δωμάτια προετοιμασίας, όπου χωρίς κανένα φυσικό φωτισμό υποβάλλονταν σε ειδική διαίτα (νεκρόδειπνα) και τελετές μαγείας και εξαγνισμού για να προετοιμαστούν για την επικοινωνία με τους νεκρούς. Κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας η διαίτα γίνονταν αυστηρότερη, η απομόνωση πλήρης και οι τελετουργίες περισσότερες. Μετά την προετοιμασία, μαζί με τον ιερέα έκαναν προσφορές και έμπαιναν στην κεντρική αίθουσα όπου λάμβανε χώρα η επικοινωνία με τους νεκρούς (Δρόσου, 2009).



Εικόνα 154: Ο οχυρωματικός περίβολος του Νεκρομαντείου Αχέροντα (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)



Εικόνα 155: Ο λαβύρινθος πριν το κυρίως ιερό, στο Νεκρομαντείο Αχέροντα (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)



Εικόνα 156: Δωμάτιο προσφορών στο Νεκρομαντείο Αχέροντα (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)



Εικόνα 157: Δωμάτια προετοιμασίας στο Νεκρομαντείο Αχέροντα (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)

ΑΡΧΑΙΑ ΑΓΟΡΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Η Αρχαία Αγορά Θεσσαλονίκης καταλάμβανε έκταση περίπου 20 στρεμμάτων στην καρδιά της ρωμαϊκής πόλης. Άρχισε να κατασκευάζεται στο τέλος του 2^{ου} αι. μ.Χ., στη θέση μιας προϋπάρχουσας αγοράς των πρώτων αυτοκρατορικών χρόνων. Εκεί βρίσκονταν δημόσια κτήρια και διάφοροι χώροι που διαμορφώθηκαν με ενιαία αρχιτεκτονική αντίληψη σε δύο κλιμακωτά επίπεδα. Το συγκρότημα αποτελούσε τον οικονομικό και εμπορικό πυρήνα της πόλης, είχε, ωστόσο και διοικητικό και ψυχαγωγικό χαρακτήρα. Στα αυτοκρατορικά χρόνια αποκτά μνημειακό χαρακτήρα, ενώ εγκαταλείφθηκε σταδιακά από τον 7^ο αι. μ.Χ. (ΙΣΤ' ΕΠΚΑ, 2012). Ο αρχαιολογικός χώρος περιλαμβάνει: την αγορά, ένα συγκρότημα σε σχήμα Π με τρεις κιονοστήριχτες πτέρυγες (Εικόνα 158), ημιυπόγεια θολοσκεπή στοά (cryptoporticus) που λειτουργούσε ως δημόσια αποθήκη (Εικόνα 158), νομισματοκοπείο, ωδείο (Εικόνα 159), το οποίο αργότερα μετετράπη σε θέατρο (Εικόνα 159) και αρχείο εγγράφων. Από τα κτήρια της αγοράς έχει αναστηλωθεί και δοθεί η κρυπτή στοά σε χρήση για εκθέσεις, συνέδρια και συναυλίες από το 1966. Επίσης, έχει αναστηλωθεί το ωδείο (χωρητικότητας 350 ατόμων) και έχει δοθεί σε χρήση από το 1997 (ΙΣΤ' ΕΠΚΑ, 2012).



Εικόνα 158: (α) Στοά και (β) καταστήματα στην Αρχαία Αγορά Θεσσαλονίκης (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)



Εικόνα 159: (α) Το ωδείο και η πλατεία και (β) η υποστήλωση των κερκίδων του θεάτρου, στην Αρχαία Αγορά Θεσσαλονίκης (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)

ΑΡΧΑΙΑ ΑΓΟΡΑ ΑΘΗΝΑΣ

Η Αγορά ήταν πολύ σημαντικό στοιχείο των αρχαίων πόλεων. Η Αγορά ήταν μεγάλος υπαίθριος χώρος όπου διοργανώνονταν κοινωνικές και πολιτιστικές δραστηριότητες, εμπορικές συναλλαγές, θρησκευτικές εορτές, θεατρικές παραστάσεις, μουσικά δρώμενα και αθλητικοί αγώνες, αποτελούσε δηλαδή την καρδιά της πόλης. Στην Αθήνα η Αγορά λειτουργούσε και ως κέντρο πολιτικών συναθροίσεων και δημόσιας εκφοράς λόγου και εκεί λάμβαναν χώρα οι σημαντικότερες διοικητικές και δικαστικές πράξεις της Δημοκρατίας (Christoroulou, 2011, Mauzy, 2006).

Η Αρχαία Αγορά της Αθήνας αναπτύχθηκε τον 6^ο π.Χ. αι. και περιλάμβανε δημόσια κτήρια και ναούς όπως: το Βουλευτήριο, το Νομισματοκοπείο, το Μητρώο, ο Ναός του Απόλλωνα και η Στοά του Διός (Mauzy, 2006). Πλέον αυτών η Αγορά περιλάμβανε καταστήματα και εργαστήρια αλλά και πάγκους για μικροπωλητές, βωμούς, ιερά, πηγές και αγάλματα ανάμεσα στις συστάδες ψηλών δέντρων. Η Αγορά ήκμασε κατά τον 4^ο αι. π.Χ. και η δραστηριότητα στο χώρο συνεχίστηκε μέχρι και τον 2^ο αι. μ.Χ. (Εικόνα 160). Από τον 3^ο αι. μ.Χ. η Αγορά πέφτει σε παρακμή. Κατά τον 15^ο-17^ο αι. μ.Χ. εγκαθίστανται στην Αθήνα νέοι κάτοικοι, η πόλη επεκτείνεται και χτίζονται οικίες και εκκλησίες στην ευρύτερη περιοχή της Αγοράς. Μετά την Απελευθέρωση (1833) η ταχεία εξάπλωση της νέας πρωτεύουσας κάλυψε τελείως τα ερείπια της Αγοράς (Εικόνα 161) (Christoroulou, 2011).

Οι ανασκαφές στο χώρο της Αγοράς ξεκίνησαν το 1859 από την Αρχαιολογική Εταιρία και συνεχίστηκαν μέχρι το 1912. Το 1931 η Αμερικανική Σχολή Κλασικών Σπουδών στην Αθήνα (ΑΣΚΣΑ), μετά από συμφωνία με το Ελληνικό κράτος, ξεκίνησε συστηματικές ανασκαφές στο χώρο (Εικόνα 162). Η ταυτοποίηση των μνημείων της Αγοράς βασίστηκε στις περιγραφές του περιηγητή Πausανία. Λόγω του μεγάλου όγκου αλλά και της σημαντικότητας των φορητών ευρημάτων από τις ανασκαφές κρίθηκε αναγκαία η κατασκευή ενός μουσείου. Έτσι το 1953-56 ανακατασκευάστηκε η Στοά του Αττάλου στα ερείπια του υπάρχοντος μνημείου. Την ίδια περίοδο η ΑΣΚΣΑ ξεκίνησε τη φύτευση του χώρου με στόχο τη δημιουργία ενός αρχαιολογικού πάρκου. Κατά την περίοδο 1997-2004 στα πλαίσια του σχεδίου για την ενοποίηση των αρχαιολογικών χώρων η Α' Εφορεία Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων (Α' ΕΠΚΑ) εκπόνησε έργα για την αποκατάσταση σημαντικών μνημείων αλλά και του αρχαίου ανάγλυφου με στόχο τη βελτίωση της αναγνωσιμότητας του χώρου (Christoroulou, 2011, Mauzy, 2006).

Σήμερα η Αρχαία Αγορά της Αθήνας είναι ένα από τα σημαντικότερα μνημεία της πόλης. Εκτείνεται στη θέση βορειοδυτικά του βράχου της Ακρόπολη και περιγράφεται από τον Άρειο Πάγο από τα νότια, και το λόφο του Αγοραίου Κολωνού στα δυτικά. Στη βόρεια πλευρά του χώρου και κάτω από τη σημερινή οδό Αδριανού, βρίσκεται η κήτη του Ηριδανού, που κατά την αρχαιότητα περνούσε μέσα από το χώρο (Christoroulou, 2011).

Η πρόσβαση στο χώρο γίνεται από την κύρια είσοδο της οδού Αδριανού. Ο αρχαιολογικός χώρος περιλαμβάνει σπουδαία μνημεία όπως: η Οδός Παναθηναίων, από την οποία περνούσε η πομπή κατά τη διάρκεια των Μεγάλων Παναθηναίων, το Ωδείο του Αγρίππα, με αμφιθέατρο χωρητικότητας 1.000 ατόμων (Εικόνα 163), το Γυμνάσιο με έκταση 13.000 m² (Εικόνα 164), το ναό του Άρη, το βωμό του Αγοραίου Διός, το μνημείο των Επώνυμων Ηρώων με μήκος 16 m, το ναό του Απόλλωνα, τη Στοά του Ελευθέριου Διός, το Μητρώο (Εικόνα 165), το Βουλευτήριο, τη Μεσαία Στοά, το Ανατολικό κτήριο (Εικόνα 165) κ.α.



ATHENIAN AGORA (CENTER) PLAN 2nd century A.D.
DRAWN FOR J. KRULL NUMISMATIC VOLUME BASED ON P.D. 2557 (EXPANDED AND UPDATED) JANUARY 1992 R.C. ANDERSON
 DRAWN SCALE 1/500 PUBLISHED SCALE 1/2000 (F.R. + O. 250)

Εικόνα 160: Κάτοψη της Αρχαίας Αγοράς Αθήνας κατά τον 2^ο αι. μ.Χ. (agathe.gr, n.d.)



Εικόνα 161: Η περιοχή της Αγοράς το 1851, διακρίνονται οι οικίες που καλύπτουν την Αγορά (agathe.gr, n.d.)



Εικόνα 162: Οι ανασκαφές στην περιοχή της Αγοράς, 1931 (agathe.gr, n.d.)



Εικόνα 163: Άποψη των Τριτώνων και Γιγάντων της εισόδου του Γυμνασίου (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)



Εικόνα 164: Άποψη της ορχήστρας και του κοίλου του Ωδείου του Αγρίππα (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)



Εικόνα 165: Το Ανατολικό κτήριο και στο βάθος η ανακατασκευασμένη Στοά του Απάλλου (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)



Εικόνα 166: Το Μητρώο και στο βάθος ο ναός του Ηφαιστου (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)

ΑΜΦΙΑΡΕΙΟ ΩΡΩΠΟΥ

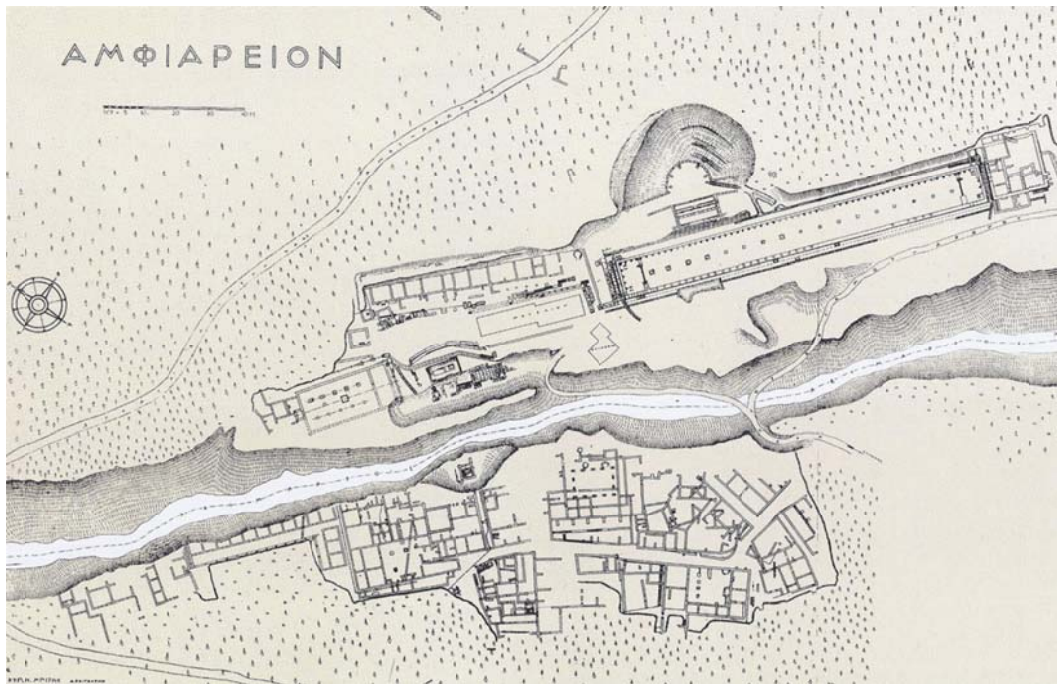
Το Αμφιάρειο του Ωρωπού βρίσκεται σε μια μικρή κοιλάδα νοτιοδυτικά της σκάλας Ωρωπού, το Μαυροδήλεσι, που τη διασχίζει ένα ξερό ποτάμι το οποίο οι αρχαίοι ονόμαζαν Χαράδρα (Εικόνα 167, Αγαλλοπούλου, 2012).

Το Αμφιάρειο ήταν το μεγαλύτερο στην αρχαία Ελλάδα ιερό του χθόνιου θεού και ήρωα του Άργους Αμφιαράου. Σε όλη την περίοδο της λειτουργίας του ήταν το εθνικό ιερό του Ωρωπού. Το Αμφιάρειο ιδρύθηκε στα τέλη του 5^{ου} αι. π.Χ. και ήκμασε κατά τον 3^ο αλλά και το πρώτο μισό του 2^{ου} αι. π.Χ. (ως το 146 π.Χ.). Το ιερό παρήκμασε όταν η λατρεία του Αμφιαράου έσβησε με την επικράτηση του Χριστιανισμού (Αγαλλοπούλου, 2012).

Η ίδρυση του Αμφιαρείου ήταν πολύ σημαντικό γεγονός για την πόλη του Ωρωπού. Μετά την ίδρυσή του το ιερό επεκτείνεται και η φήμη του απλώνεται στην Ελλάδα. Το ιερό φαίνεται να λειτουργεί με βάση σταθερό κανονισμό. Σύμφωνα με έναν κατάλογο με ονόματα νικητών εκείνης της εποχής διοργανώνονταν σε αυτό αγώνες: τα Μικρά Αμφιάρεια κάθε χρόνο και τα Μεγάλα κάθε πέντε χρόνια. Τα Αμφιάρεια περιλάμβαναν μουσικούς, αθλητικούς και ιππικούς αγώνες στους οποίους έπαιρναν μέρος αθλητές λόγιοι και ηθοποιοί από όλη την Ελλάδα, την Ιταλία και τη Μικρά Ασία (Αγαλλοπούλου, 2012).

Το 1884 ξεκίνησε η συστηματική ανασκαφή του ιερού από την Αρχαιολογική Εταιρεία με τον Β. Λεονάρδο. Η ανασκαφή διήρκεσε με διαλείμματα ως το 1929 και αποκάλυψε τα ερείπια μνημείων στο Μαυροδήλεσι και πολλές επιγραφές που είναι πολύτιμες για τις πληροφορίες που περιέχουν (Αγαλλοπούλου, 2012).

Σήμερα στη βόρεια όχθη του χειμάρρου που διασχίζει τον αρχαιολογικό χώρο διατηρούνται τα επίσημα οικοδομήματα: ο ναός, ο βωμός, η στοά και το θέατρο ενώ στη νότια όχθη διατηρείται η συνοικία που περιλαμβάνει γραφεία, καταστήματα, ξενοδοχεία, την αγορά και την Κλεψύδρα (υδραυλικό ρολόι, Εικόνες 169-170, Αγαλλοπούλου, 2012).



Εικόνα 167: Κάτοψη του χώρου του Αμφιάρειου (Πετράκος, 1968)



Εικόνα 168: Η στοά στο Αμφιάρειο (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)



Εικόνα 169: Ο βωμός και η ιερά πηγή στο Αμφιάρειο (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)



Εικόνα 170: Ο ναός του Αμφιάραου (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)



Εικόνα 171: Βάθρα αγαλμάτων στο Αμφιάρειο (προσωπικό αρχείο, λήψη 2012)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ: ΕΝΤΥΠΟ ΕΡΕΥΝΑΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΘΑΛΗΣ» ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΜΝΗΜΕΙΟΥ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΤΟΥ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ

ΕΡΕΥΝΑ ΠΟΥ ΑΦΟΡΑ ΤΙΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΤΟΥΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ	
ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ	

Το Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος «Θαλής», με τίτλο «Διαχείριση βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους, για την προστασία του μνημείου και την ανάδειξη του ιστορικού τοπίου», πραγματοποιεί έρευνα σχετικά με τις μεθόδους που χρησιμοποιεί η Αρχαιολογική Υπηρεσία για τη διαχείριση της βλάστησης στους αρχαιολογικούς χώρους. Η συμμετοχή σας στην έρευνα είναι πολύτιμη, για την απόκτηση των απαραίτητων πληροφοριών. Όλες οι απαντήσεις θεωρούνται σωστές, εφόσον αντανακλούν την προσωπική σας άποψη. Δεσμευόμαστε ότι τα στοιχεία σας θα παραμείνουν απόρρητα.

Στοιχεία επικοινωνίας:

Ηλέκτρα Κανέλλου, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Τηλ. 6974 346050, 210 529 4555, fax 210 5294553

A. Προσωπικά στοιχεία

1. Ονοματεπώνυμο (προαιρετικά):
2. Φορέας απασχόλησης:
3. Επάγγελμα:
4. Θέση:
5. Αρχαιολογικός/οι χώρος/οι απασχόλησης:

B. Γενικές πληροφορίες

6. Η αυτοφύκη βλάστηση δημιουργεί προβλήματα στους αρχαιολογικούς χώρους που απασχολείστε;

ΝΑΙ

ΟΧΙ

Δεν γνωρίζω

7. Αν ναι, τι προβλήματα δημιουργεί;

1. Μηχανικές ζημιές από τη διείδυση ριζών στα χάσματα των αρχιτεκτονικών μελών
2. Ζημιές από διατήρηση υγρασίας στο εσωτερικό των αρχιτεκτονικών μελών
3. Χημική διάβρωση από εκκρίσεις των ριζών
4. Δυσκολία στην πρόσβαση των επισκεπτών στο μνημείο
5. Δυσκολία στις εργασίες συντήρησης και αποκατάστασης

Συνέχεια στην σελ. 2

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΘΑΛΗΣ» ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΜΝΗΜΕΙΟΥ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΤΟΥ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ

6. Οπτικός αποκλεισμός του μνημείου από τον επισκέπτη
7. Κίνδυνος πυρκαγιάς κατά τους θερινούς μήνες
8. Δυσχρωματισμούς από πτώση υπερώριμων καρπών
9. Άλλο (προσδιορίστε):
10. Δεν γνωρίζω

8. Παρακαλώ αξιολογήστε τη σοβαρότητα των αναφερόμενων προβλημάτων

1. Μηχανικές ζημιές από τη διείδυση ριζών στα χάσματα των αρχιτεκτονικών μελών

Εξαιρετικά σοβαρό πρόβλημα, χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	
Δημιουργεί δυσκολία αλλά δεν χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	
Είναι αμελητέο	

2. Ζημιές από διατήρηση υγρασίας στο εσωτερικό των αρχιτεκτονικών μελών

Εξαιρετικά σοβαρό πρόβλημα, χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	
Δημιουργεί δυσκολία αλλά δεν χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	
Είναι αμελητέο	

3. Χημική διάβρωση από εκκρίσεις των ριζών

Εξαιρετικά σοβαρό πρόβλημα, χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	
Δημιουργεί δυσκολία αλλά δεν χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	
Είναι αμελητέο	

4. Δυσκολία στην πρόσβαση των επισκεπτών στο μνημείο

Εξαιρετικά σοβαρό πρόβλημα, χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	
Δημιουργεί δυσκολία αλλά δεν χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	
Είναι αμελητέο	

5. Δυσκολία στις εργασίες συντήρησης και αποκατάστασης

Εξαιρετικά σοβαρό πρόβλημα, χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	
Δημιουργεί δυσκολία αλλά δεν χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	
Είναι αμελητέο	

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΘΑΛΗΣ» ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΜΝΗΜΕΙΟΥ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΤΟΥ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ

6. Οπτικός αποκλεισμός του μνημείου από τον επισκέπτη

Εξαιρετικά σοβαρό πρόβλημα, χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	
Δημιουργεί δυσκολία αλλά δεν χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	
Είναι αμελητέο	

7. Κίνδυνος πυρκαγιάς κατά τους θερινούς μήνες

Εξαιρετικά σοβαρό πρόβλημα, χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	
Δημιουργεί δυσκολία αλλά δεν χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	
Είναι αμελητέο	

8. Δυσχρωματισμούς από πτώση υπερώριμων καρπών

Εξαιρετικά σοβαρό πρόβλημα, χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	
Δημιουργεί δυσκολία αλλά δεν χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	
Είναι αμελητέο	

9. Άλλο (προσδιορίστε):

Εξαιρετικά σοβαρό πρόβλημα, χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	
Δημιουργεί δυσκολία αλλά δεν χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	
Είναι αμελητέο	

9. **Μπορείτε να ιεραρχήσετε την επικινδυνότητα για το μνημείο, με βάση τον τύπο ανάπτυξης των φυτικών ειδών (1, το πιο επικίνδυνο έως 3, το λιγότερο επικίνδυνο);**

Δέντρο

Θάμνος

Πόα

10. **Μπορείτε να προσδιορίσετε φυτικά είδη που κατά τη γνώμη σας, πιο συχνά δημιουργούν προβλήματα σε αρχαιολογικούς χώρους;**

1. Κάπαρη

2. Βρωμοκαρυδιά (Αείλανθος)

3. Συκιά

4. Αγριοβρώμη

5. Αγριάδα

6. Περδικούλι

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΠΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΘΑΛΗΣ» ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΜΝΗΜΕΙΟΥ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΤΟΥ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ

7. Άλλο (προσδιορίστε):

11. Ο περιορισμός της αυτοφυούς βλάστησης γίνεται, κατά κανόνα, από προσωπικό της υπηρεσίας;

ΝΑΙ

ΟΧΙ

Δεν γνωρίζω

12. Με τι τρόπο/ους γίνεται στην υπηρεσία σας ο περιορισμός της αυτοφυούς βλάστησης;

1. Με χημικά μέσα (ζιζανιοκτόνα)

2. Με μηχανικό τρόπο (μεινέζα)

3. Με όργανα

4. Με βόσκηση

5. Με ξεβοτάνισμα (με το χέρι)

6. Άλλο (προσδιορίστε):

7. Δεν γνωρίζω

13. Παρακαλώ αναφέρετε αν γνωρίζετε, τους μήνες εφαρμογής του τρόπου/ων, περιορισμού της αυτοφυούς βλάστησης από την υπηρεσία σας

1. Με χημικά μέσα (ζιζανιοκτόνα)

Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ	Οκτ	Νοε	Δεκ

2. Με μηχανική κοπή

Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ	Οκτ	Νοε	Δεκ

3. Με βόσκηση

Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ	Οκτ	Νοε	Δεκ

4. Με ξεβοτάνισμα (με το χέρι)

Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ	Οκτ	Νοε	Δεκ

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΘΑΛΗΣ» ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΜΝΗΜΕΙΟΥ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΤΟΥ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ

5. Άλλο (προσδιορίστε):

Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ	Οκτ	Νοε	Δεκ

6. Δεν γνωρίζω

14. Πόσο αποτελεσματική είναι η μέθοδος/οι καταπολέμησης ζιζανίων που χρησιμοποιεί η υπηρεσία σας

1. Με χημικά μέσα (ζιζανιοκτόνα)

Εξαιρετικά αποτελεσματική	
Πολύ αποτελεσματική	
Μέτρια αποτελεσματική	
Λίγο αποτελεσματική	
Καθόλου αποτελεσματική	

2. Με μηχανική κοπή

Εξαιρετικά αποτελεσματική	
Πολύ αποτελεσματική	
Μέτρια αποτελεσματική	
Λίγο αποτελεσματική	
Καθόλου αποτελεσματική	

3. Με βόσκηση

Εξαιρετικά αποτελεσματική	
Πολύ αποτελεσματική	
Μέτρια αποτελεσματική	
Λίγο αποτελεσματική	
Καθόλου αποτελεσματική	

4. Με ξεβοτάνισμα (με το χέρι)

Εξαιρετικά αποτελεσματική	
Πολύ αποτελεσματική	
Μέτρια αποτελεσματική	
Λίγο αποτελεσματική	
Καθόλου αποτελεσματική	

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΠΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΘΑΛΗΣ» ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΜΝΗΜΕΙΟΥ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΤΟΥ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ

5. Άλλο (προσδιορίστε):

Εξαιρετικά αποτελεσματική	
Πολύ αποτελεσματική	
Μέτρια αποτελεσματική	
Λίγο αποτελεσματική	
Καθόλου αποτελεσματική	

15. Νομίζετε ότι η υπηρεσία σας θα επωφελούνταν από την συνεργασία με ειδικευμένο εργαζόμενο (γεωπόνου) για την αντιμετώπιση του προβλήματος;

ΝΑΙ

ΟΧΙ

Δεν γνωρίζω

Σε περίπτωση που στην υπηρεσία σας γίνεται χρήση χημικών (ζιζανιοκτόνων)(ερωτ. 16-19)

16. Υπάρχει προσωπικό ειδικά εκπαιδευμένο (πιστοποιημένο) στη χρήση χημικών ουσιών (ζιζανιοκτόνων);

ΝΑΙ

ΟΧΙ

Δεν γνωρίζω

17. Γίνεται χρήση κατάλληλων ατομικών μέσων προστασίας από αυτούς που χρησιμοποιούν χημικά (ζιζανιοκτόνα);

1. Ειδικά ρούχα με τα οποία καλύπτεται όλο το σώμα

2. Μάσκα

3. Γάντια

4. Δεν γνωρίζω

5. Όχι

18. Που γίνεται η απόρριψη των υπολειμμάτων των χημικών μέσων (ζιζανιοκτόνων);

Προσδιορίστε:

19. Ποιο ζιζανιοκτόνο σκεύασμα χρησιμοποιείται;

1. Round Up (Glyphosate)

2. Άλλο (προσδιορίστε):

3. Δεν γνωρίζω

Σε περίπτωση που στην υπηρεσία σας ΔΕΝ γίνεται χρήση χημικών μέσων (ζιζανιοκτόνων)(ερωτ. 19-20)

20. Γιατί δεν γίνεται χρήση χημικών μέσων (ζιζανιοκτόνων)

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΘΑΛΗΣ» ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΜΝΗΜΕΙΟΥ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΤΟΥ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ

1. Επειδή επιβαρύνουν το περιβάλλον
2. Επειδή προκαλούν φθορά στο μνημείο
3. Άλλο (προσδιορίστε)
4. Δεν γνωρίζω

21. Κατά το παρελθόν, γίνονταν στην υπηρεσία σας χρήση χημικών μέσων (ζιζανιοκτόνων);

ΝΑΙ ΟΧΙ Δεν γνωρίζω

22. Έχετε υπ' όψιν σας άλλες μεθόδους περιορισμού της βλάστησης που χρησιμοποιούνται σε άλλη υπηρεσία ή στο εξωτερικό;

Προσδιορίστε:

23. Είναι η αυτοφυής βλάστηση των αρχαιολογικών χώρων κομμάτι της αισθητικής απόλαυσης του τοπίου;

ΝΑΙ ΟΧΙ Δεν γνωρίζω

24. Υπάρχει φυτοτεχνική διαμόρφωση στον αρχαιολογικό χώρο/ους όπου απασχολείστε;

ΝΑΙ ΟΧΙ Δεν γνωρίζω

25. Αν υπάρχει φυτοτεχνική διαμόρφωση, η συντήρηση αναλαμβάνεται κατά κανόνα από προσωπικό της υπηρεσίας;

ΝΑΙ ΟΧΙ Δεν γνωρίζω

26. Η ύπαρξη φυτοτεχνικού σχεδιασμού μπορεί να βελτιώσει την αισθητική και τη λειτουργικότητα ενός αρχαιολογικού χώρου;

ΝΑΙ ΟΧΙ Δεν γνωρίζω

27. Τι φυτά θα προτιμούσατε να χρησιμοποιηθούν για τη διαμόρφωση ενός αρχαιολογικού χώρου; (ιεραρχήστε με 1, το περισσότερο ελκυστικό έως 5, το λιγότερο ελκυστικό)

Είδη της τοπικής χλωρίδας

Είδη που σχετίζονται με την ιστορία του χώρου

Είδη με εύκολη συντήρηση

Είδη με εντυπωσιακή ανθοφορία

Αρωματικά είδη

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΘΑΛΗΣ» ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΜΝΗΜΕΙΟΥ ΚΑΙ
ΤΗΝ ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΤΟΥ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ

Άλλο (προσδιορίστε):

28. Ποιο κατά τη γνώμη σας, θα ήταν το επιθυμητό ύψος για φυτά εδαφοκάλυψης (πράσινο χαλί);

1. <5 εκ.
2. 5-10 εκ.
3. 10-15 εκ.
4. 15-20 εκ.
5. >20 εκ.

29. Παρακαλώ παραθέστε τυχόν σχόλια που αφορούν το παραπάνω ζήτημα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ: ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Πίνακας 27: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (3) που αφορούσε την επαγγελματική ιδιότητα των ερωτηθέντων

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Αρχαιολόγος	39	73,58	73,58
	Αρχιτέκτων/Αρχ. Μηχανικός	8	15,09	15,09
	Συντηρητής	3	5,66	5,66
	Αρχαιοφύλακας	1	1,89	1,89
	Μουσειολόγος	1	1,89	1,89
	Γεωπόνος	1	1,89	1,89
	Σύνολο	53	100	100
	Ελλίπουσες	0	0	
	Γενικό Σύνολο	53	100	

Πίνακας 28: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (6) στην ερώτηση που αφορούσε το αν η αυτοφυής βλάστηση δημιουργεί προβλήματα στους αρχαιολογικούς χώρους που απασχολούνται οι ερωτώμενοι

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Ναι	53	100	100
	Όχι	0	0	0
	Σύνολο	53	100	100
	Ελλίπουσες	0	0	
	Γενικό Σύνολο	53	100	

Πίνακας 29: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (7) που αφορούσε τι προβλήματα δημιουργεί η αυτοφυής βλάστηση του αρχαιολογικούς χώρους, σύμφωνα με τη γνώμη των ερωτώμενων

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Μηχανικές ζημιές από τη διείσδυση ριζών στα χάσματα των αρχιτεκτονικών μελών	53	100	100
	Δυσκολία στις εργασίες συντήρησης και αποκατάστασης	43	81,1	81,1
	Οπτικός αποκλεισμός του μνημείου από τον επισκέπτη	38	71,7	71,7
	Δυσκολία στην πρόσβαση των επισκεπτών στο μνημείο	36	67,9	67,9
	Ζημιές από διατήρηση υγρασίας στο εσωτερικό των αρχιτεκτονικών μελών	36	67,9	67,9
	Κίνδυνος πυρκαγιάς κατά τους θερινούς μήνες	27	50,9	50,9
	Χημική διάβρωση από εκκρίσεις των ριζών	24	45,3	45,3
	Δυσχρωματισμούς από πτώση υπερώριμων καρπών	17	32,1	32,1
	Άλλο	2	3,8	3,8
	Σύνολο	53	100	100
	Ελλίπουσες	0	0	
	Γενικό Σύνολο	53	100	

Πίνακας 30: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (8.1) που αφορούσε την αξιολόγηση της σοβαρότητας των μηχανικών ζημιών

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Εξαιρετικά σοβαρό πρόβλημα, χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	41	77,4	77,4
	Δημιουργεί δυσκολία αλλά δεν χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	10	18,9	18,9
	Είναι αμελητέο	2	3,8	3,8
	Σύνολο	53	100	100
	Ελλίπουσες	0	0	
	Γενικό Σύνολο	53	100	

Πίνακας 31: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (8.2) που αφορούσε την αξιολόγηση της σοβαρότητας της διατήρησης υγρασίας στο εσωτερικό των μελών

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Εξαιρετικά σοβαρό πρόβλημα, χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	19	35,8	44,2
	Δημιουργεί δυσκολία αλλά δεν χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	21	39,6	48,8
	Είναι αμελητέο	3	5,6	7
	Σύνολο	43	81,1	100
	Ελλίπουσες	10	18,9	
	Γενικό Σύνολο	53	100	

Πίνακας 32: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (8.3) που αφορούσε την αξιολόγηση της σοβαρότητας της χημικής διάβρωσης

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Εξαιρετικά σοβαρό πρόβλημα, χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	13	24,5	33,3
	Δημιουργεί δυσκολία αλλά δεν χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	19	35,8	48,7
	Είναι αμελητέο	7	13,2	17,9
	Σύνολο	39	73,6	100
	Ελλίπουσες	14	26,4	
	Γενικό Σύνολο	53	100	

Πίνακας 33: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (8.4) που αφορούσε την αξιολόγηση της σοβαρότητας της δυσκολίας πρόσβασης επισκεπτών στο μνημείο

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Εξαιρετικά σοβαρό πρόβλημα, χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	22	41,5	47,8
	Δημιουργεί δυσκολία αλλά δεν χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	18	33,9	39,1
	Είναι αμελητέο	6	11,31	13
	Σύνολο	46	86,8	100
	Ελλίπουσες	7	13,2	
	Γενικό Σύνολο	53	100	

Πίνακας 34: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (8.5) που αφορούσε την αξιολόγηση της σοβαρότητας της δυσκολίας στις εργασίες συντήρησης και αποκατάστασης

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Εξαιρετικά σοβαρό πρόβλημα, χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	29	54,7	63
	Δημιουργεί δυσκολία αλλά δεν χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	14	26,4	30,4
	Είναι αμελητέο	3	5,7	6,5
	Σύνολο	46	86,8	100
	Ελλίπουσες	7	13,2	
	Γενικό Σύνολο	53	100	

Πίνακας 35: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (8.6) που αφορούσε την αξιολόγηση της σοβαρότητας του οπτικού αποκλεισμού του μνημείου από τον επισκέπτη

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Εξαιρετικά σοβαρό πρόβλημα, χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	23	43,4	51,1
	Δημιουργεί δυσκολία αλλά δεν χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	15	28,3	33,3
	Είναι αμελητέο	7	13,2	15,6
	Σύνολο	45	84,9	100
	Ελλίπουσες	8	15,1	
	Γενικό Σύνολο	53	100	

Πίνακας 36: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (8.7) που αφορούσε την αξιολόγηση της σοβαρότητας των δυσχρωματισμών από πτώση υπερώριμων καρπών

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Εξαιρετικά σοβαρό πρόβλημα, χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	8	15,1	21,6
	Δημιουργεί δυσκολία αλλά δεν χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	11	20,7	29,7
	Είναι αμελητέο	18	34,0	48,6
	Σύνολο	37	69,8	100
	Ελλίπουσες	16	30,2	
	Γενικό Σύνολο	53	100	

Πίνακας 37: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (8.8) που αφορούσε την αξιολόγηση της σοβαρότητας του κινδύνου πυρκαγιάς κατά τους θερινούς μήνες

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Εξαιρετικά σοβαρό πρόβλημα, χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	23	43,4	76,7
	Δημιουργεί δυσκολία αλλά δεν χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση	5	9,4	16,7
	Είναι αμελητέο	2	3,8	6,7
	Σύνολο	30	56,6	100
	Ελλίπουσες	23	43,4	
	Γενικό Σύνολο	53	100	

Πίνακας 38: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (9.1) που αφορούσε την ιεράρχηση της επικινδυνότητας με βάση τον τύπο ανάπτυξης, για τα δέντρα (1, το πιο επικίνδυνο έως 3, το λιγότερο επικίνδυνο)

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	1	32	60,37	64
	2	9	17,0	18
	3	9	17,0	18
	Σύνολο	50	94,3	100
	Ελλίπουσες	3	5,7	
	Γενικό Σύνολο	53	100	

Πίνακας 39: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (9.2) που αφορούσε την ιεράρχηση της επικινδυνότητας με βάση τον τύπο ανάπτυξης για τους θάμνους (1, το πιο επικίνδυνο έως 3, το λιγότερο επικίνδυνο)

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	1	17	32,1	34
	2	29	54,7	58
	3	4	7,5	8
	Σύνολο	50	94,3	100
	Ελλίπουσες	3	5,7	
	Γενικό Σύνολο	53	100	

Πίνακας 40: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (9.3) που αφορούσε την ιεράρχηση της επικινδυνότητας με βάση τον τύπο ανάπτυξης για τις πόες (1, το πιο επικίνδυνο έως 3, το λιγότερο επικίνδυνο)

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	1	12	22,6	24
	2	11	20,75	22
	3	27	50,94	54
	Σύνολο	50	94,3	100
	Ελλίπουσες	3	5,7	
	Γενικό Σύνολο	53	100	

Πίνακας 41: Πίνακας κατανομής συχνότητων για την ερώτηση (10) που αφορούσε τον προσδιορισμό φυτικών ειδών που πιο συχνά δημιουργούν προβλήματα σε αρχαιολογικούς χώρους

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Κάπαρη	12	22,6	24
	Βρώμοκαρυδιά (Αείλανθος)	27	50,1	54
	Συκιά	37	69,8	74
	Αγριοβρώμη	13	24,5	26
	Αγριάδα	32	60,4	64
	Περδικούλι	6	11,3	32
	Άλλο	18	34,0	36
	Σύνολο	50	94,3	100
Ελλίπουσες	3	5,6		
Γενικό Σύνολο	53	100		

Πίνακας 42: Πίνακας κατανομής συχνότητων για την ερώτηση (11) που αφορούσε το αν ο περιορισμός της βλάστησης γίνεται από προσωπικό της υπηρεσίας

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Ναι	47	88,7	92,2
	Όχι	2	3,8	3,9
	Δε γνωρίζω	2	3,8	3,9
Σύνολο	51	96,2	100	
Ελλίπουσες	2	3,8		
Γενικό Σύνολο	53	100		

Πίνακας 43: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (12) που αφορούσε με τι τρόπους γίνεται ο περιορισμός αυτοφυούς βλάστησης

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Με χημικά μέσα (ζιζανιοκτόνα)	17	32,1	32,7
	Με μηχανικό τρόπο (μεισινέζα)	48	90,6	92,3
	Με όργανο	3	5,6	5,8
	Με βόσκηση	4	7,5	7,7
	Με βοτάνισμα (με το χέρι)	40	75,5	76,9
	Άλλο	2	3,8	3,8
	Δεν γνωρίζω	2	3,8	3,8
	Σύνολο	52	98,1	100
	Ελλίπουσες	1	1,9	
Γενικό Σύνολο	53	100		

Πίνακας 44: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (13.1) που αφορούσε ποιους μήνες εφαρμόζεται περιορισμός βλάστησης με χημικά μέσα

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Ιανουάριος	0	0	0
	Φεβρουάριος	3	5,7	17,6
	Μάρτιος	7	13,2	41,2
	Απρίλιος	8	15,1	47,1
	Μάιος	7	13,2	41,2
	Ιούνιος	5	9,4	29,4
	Ιούλιος	3	5,7	17,6
	Αύγουστος	2	3,8	11,8
	Σεπτέμβριος	2	3,8	11,8
	Οκτώβριος	1	1,9	5,9
	Νοέμβριος	4	7,5	23,5
	Δεκέμβριος	2	3,8	11,8
	Σύνολο	17	32,07	100
Ελλίπουσες	36	67,93		
Γενικό Σύνολο	53	100		

Πίνακας 45: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (13.2) που αφορούσε ποιους μήνες εφαρμόζεται περιορισμός βλάστησης με μηχανικά μέσα

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Ιανουάριος	0	0	0
	Φεβρουάριος	3	5,66	6,38
	Μάρτιος	14	26,42	29,79
	Απρίλιος	32	60,38	68,09
	Μάιος	39	73,58	82,98
	Ιούνιος	37	69,81	78,72
	Ιούλιος	26	67,92	76,60
	Αύγουστος	19	33,96	38,30
	Σεπτέμβριος	15	28,30	31,91
	Οκτώβριος	9	13,21	14,89
	Νοέμβριος	1	1,89	2,13
	Δεκέμβριος	1	1,89	2,13
	Σύνολο	47	88,68	100
	Ελλίπουσες	6	11,32	
Γενικό Σύνολο	53	100		

Πίνακας 46: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (13.3) που αφορούσε ποιους μήνες εφαρμόζεται περιορισμός βλάστησης με βοτάνισμα

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Ιανουάριος	3	5,66	8,57
	Φεβρουάριος	4	7,55	11,43
	Μάρτιος	10	18,87	28,57
	Απρίλιος	24	43,40	65,71
	Μάιος	32	58,49	88,57
	Ιούνιος	24	43,40	65,71
	Ιούλιος	21	37,74	57,14
	Αύγουστος	17	30,19	45,71
	Σεπτέμβριος	17	30,19	45,71
	Οκτώβριος	11	20,75	31,43
	Νοέμβριος	5	9,43	14,29
	Δεκέμβριος	5	7,55	11,43
	Σύνολο	35	66,04	100
	Ελλίπουσες	18	33,96	
Γενικό Σύνολο	53	100		

Πίνακας 47: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (13.4) που αφορούσε ποιους μήνες εφαρμόζεται περιορισμός βλάστησης με όργωμα

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Ιανουάριος	0	0	0
	Φεβρουάριος	0	0	0
	Μάρτιος	0	0	0
	Απρίλιος	1	1,89	33,3
	Μάιος	2	3,77	66,7
	Ιούνιος	2	3,77	66,7
	Ιούλιος	1	1,89	33,3
	Αύγουστος	0	0	0
	Σεπτέμβριος	0	0	0
	Οκτώβριος	0	0	0
	Νοέμβριος	0	0	0
	Δεκέμβριος	0	0	0
	Σύνολο	3	5,66	100
	Ελλίπουσες	50	94,34	
	Γενικό Σύνολο	53	100	

Πίνακας 48: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (13.5) που αφορούσε ποιους μήνες εφαρμόζεται περιορισμός βλάστησης με βόσκηση

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Ιανουάριος	1	1,89	25
	Φεβρουάριος	1	1,89	25
	Μάρτιος	2	3,77	50
	Απρίλιος	3	5,66	75
	Μάιος	3	5,66	75
	Ιούνιος	2	3,77	50
	Ιούλιος	2	3,77	50
	Αύγουστος	2	3,77	50
	Σεπτέμβριος	1	1,89	25
	Οκτώβριος	1	1,89	25
	Νοέμβριος	1	1,89	25
	Δεκέμβριος	1	1,89	25
	Σύνολο	4	7,54	100
	Ελλίπουσες	49	92,45	
	Γενικό Σύνολο	53	100	

Πίνακας 49: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (14.1) που αφορούσε πόσο αποτελεσματικά θεωρούνται τα χημικά μέσα

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Εξαιρετικά αποτελεσματική	1	1,9	5,6
	Πολύ αποτελεσματική	10	18,9	55,6
	Μέτρια αποτελεσματική	5	9,4	27,8
	Λίγο αποτελεσματική	2	9,4	11,1
	Καθόλου αποτελεσματική	0	0	0
	Σύνολο	18	34,0	100
	Ελλίπουσες	35	66,0	
	Γενικό Σύνολο	53	100	

Πίνακας 50: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (14.2) που αφορούσε πόσο αποτελεσματική θεωρείται η μηχανική κοπή

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Εξαιρετικά αποτελεσματική	2	3,8	4,2
	Πολύ αποτελεσματική	22	41,4	45,8
	Μέτρια αποτελεσματική	19	35,8	39,6
	Λίγο αποτελεσματική	5	9,4	10,4
	Καθόλου αποτελεσματική	0	0	0
	Σύνολο	48	90,6	100
	Ελλίπουσες	5	9,4	
	Γενικό Σύνολο	53		

Πίνακας 51: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (14.3) που αφορούσε πόσο αποτελεσματικό θεωρείται το όργωμα

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Εξαιρετικά αποτελεσματική	0	0	0
	Πολύ αποτελεσματική	3	5,7	75
	Μέτρια αποτελεσματική	1	1,9	25
	Λίγο αποτελεσματική	0	0	0
	Καθόλου αποτελεσματική	0	0	0
	Σύνολο	4	7,5	100
	Ελλίπουσες	49	92,5	
	Γενικό Σύνολο	53		

Πίνακας 52: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (14.4) που αφορούσε πόσο αποτελεσματική θεωρείται η βόσκηση

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Εξαιρετικά αποτελεσματική	1	1,9	25
	Πολύ αποτελεσματική	1	1,9	25
	Μέτρια αποτελεσματική	2	3,8	50
	Λίγο αποτελεσματική	0	0	0
	Καθόλου αποτελεσματική	0	0	0
	Σύνολο	4	7,5	
	Ελλίπουσες	49	92,5	
	Γενικό Σύνολο	53		

Πίνακας 53: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (14.5) που αφορούσε πόσο αποτελεσματικό θεωρείται το βοτάνισμα

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Εξαιρετικά αποτελεσματική	7	13,2	18,4
	Πολύ αποτελεσματική	11	20,7	28,9
	Μέτρια αποτελεσματική	13	24,5	34,2
	Λίγο αποτελεσματική	7	13,2	18,4
	Καθόλου αποτελεσματική	0	0	0
	Σύνολο	38	71,7	100
	Ελλίπουσες	15	28,3	
	Γενικό Σύνολο	53		

Πίνακας 54: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (15) που αφορούσε το αν νομίζουν οι ερωτώμενοι ότι η υπηρεσία θα επωφελούνταν από τη συνεργασία με γεωπόνο

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Ναι	46	86,8	92
	Όχι	1	1,9	2
	Δεν γνωρίζω	3	5,7	6
	Σύνολο	50	94,3	100
	Ελλίπουσες	3	5,7	
	Γενικό Σύνολο	53		

Πίνακας 55: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (16) που αφορούσε αν υπάρχει πιστοποιημένο προσωπικό στη χρήση ζιζανιοκτόνων, σε περίπτωση που χρησιμοποιούνται

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Ναι	3	5,7	10
	Όχι	20	37,7	66,7
	Δεν γνωρίζω	7	13,2	23,3
	Σύνολο	30	56,6	100
	Ελλίπουσες	23	43,4	
	Γενικό Σύνολο	53		

Πίνακας 56: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (17) που αφορούσε αν γίνεται χρήση κατάλληλων ατομικών μέσων προστασίας από αυτούς που χρησιμοποιούν ζιζανιοκτόνα

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Ειδικά ρούχα που καλύπτουν το σώμα	10	18,9	41,7
	Μάσκα	19	35,8	79,2
	Γάντια	18	34,0	75
	Δεν γνωρίζω	4	7,5	16,7
	Όχι	1	1,9	4,2
	Σύνολο	24	45,3	
	Ελλίπουσες	29	54,7	
	Γενικό Σύνολο	53		

Πίνακας 57: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (19) που αφορούσε ποιο ζιζανιοκτόνο χρησιμοποιείται

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Round Up	16	30,2	64
	Άλλο	3	5,7	12
	Δεν γνωρίζω	6	11,3	24
	Σύνολο	25	47,2	100
	Ελλίπουσες	28	52,8	
	Γενικό Σύνολο	53		

Πίνακας 58: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (20) που αφορούσε γιατί δεν γίνεται χρήση ζιζανιοκτόνων

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Επειδή επιβαρύνουν το περιβάλλον	23	43,4	65,7
	Επειδή προκαλούν φθορά στα μνημεία	22	41,5	62,9
	Άλλο	6	11,32	17,1
	Δεν γνωρίζω	3	5,7	8,6
	Σύνολο	35	66,0	100
	Ελλίπουσες	18	34,0	
	Γενικό Σύνολο	53		

Πίνακας 59: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (21) που αφορούσε αν στο παρελθόν γίνονταν χρήση ζιζανιοκτόνων

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Ναι	24	45,3	51,1
	Όχι	11	20,7	23,4
	Δεν γνωρίζω	12	1,9	25,5
	Σύνολο	47	88,7	100
	Ελλιπούσες	6	11,3	
	Γενικό Σύνολο	53		

Πίνακας 60: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (23) που αφορούσε αν η αυτοφυής βλάστηση είναι κομμάτι της αισθητικής απόλαυσης του τοπίου των αρχαιολογικών χώρων

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Ναι	41	77,3	78,8
	Όχι	10	18,9	19,2
	Δεν γνωρίζω	1	1,9	1,9
	Σύνολο	52	98,1	100
	Ελλιπούσες	1	1,9	
	Γενικό Σύνολο	53		

Πίνακας 61: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (24) που αφορούσε αν υπάρχει φυτοτεχνική διαμόρφωση στον αρχαιολογικό χώρο που απασχολούνται οι ερωτώμενοι

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Ναι	28	52,8	54,9
	Όχι	23	43,4	45,1
	Δεν γνωρίζω	0	0	0
	Σύνολο	51	96,2	100
	Ελλιπούσες	2	3,8	
	Γενικό Σύνολο	53		

Πίνακας 62: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (25) που αφορούσε αν η συντήρηση της φυτοτεχνικής διαμόρφωσης αναλαμβάνεται κατά κανόνα από προσωπικό της υπηρεσίας

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	Ναι	29	54,7	80,6
	Όχι	4	7,5	11,1
	Δεν γνωρίζω	3	5,7	8,3
	Σύνολο	36	67,9	100
	Ελλίπουσες	17	32,1	
	Γενικό Σύνολο	53		

Πίνακας 63: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (27.1) που αφορούσε την ιεράρχηση με βάση την ελκυστικότητα φυτικών ειδών για χρήση σε αρχαιολογικούς χώρους, για είδη της τοπικής χλωρίδας (1, το περισσότερο ελκυστικό, έως 5 το λιγότερο ελκυστικό)

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	1	42	79,2	84
	2	6	11,3	12
	3	1	1,9	2
	4	1	1,9	2
	5	0	0	0
	Σύνολο	50	94,3	100
	Ελλίπουσες	3	5,7	
	Γενικό Σύνολο	53		

Πίνακας 64: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (27.2) που αφορούσε την ιεράρχηση με βάση την ελκυστικότητα φυτικών ειδών για χρήση σε αρχαιολογικούς χώρους, για είδη που σχετίζονται με την ιστορία του χώρου (1, το περισσότερο ελκυστικό, έως 5 το λιγότερο ελκυστικό)

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	1	29	54,7	58
	2	10	18,9	20
	3	8	15,1	16
	4	1	1,9	2
	5	2	3,8	4
	Σύνολο	50	94,3	100
	Ελλίπουσες	3	5,7	
	Γενικό Σύνολο	53		

Πίνακας 65: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (27.3) που αφορούσε την ιεράρχηση με βάση την ελκυστικότητα φυτικών ειδών για χρήση σε αρχαιολογικούς χώρους, για είδη με εύκολη συντήρηση (1, το περισσότερο ελκυστικό, έως 5 το λιγότερο ελκυστικό)

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	1	24	45,3	48
	2	16	30,2	32
	3	10	18,9	20
	4	0	0	0
	5	0	0	0
	Σύνολο	50	94,3	100
	Ελλίπουσες	3	5,7	
	Γενικό Σύνολο	53		

Πίνακας 66: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (27.4) που αφορούσε την ιεράρχηση με βάση την ελκυστικότητα φυτικών ειδών για χρήση σε αρχαιολογικούς χώρους, για είδη με εντυπωσιακή ανθοφορία (1, το περισσότερο ελκυστικό, έως 5 το λιγότερο ελκυστικό)

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	1	3	5,7	7
	2	25	47,2	11,6
	3	10	18,9	23,3
	4	11	20,7	25,6
	5	14	26,4	32,6
	Σύνολο	43	81,1	100
	Ελλίπουσες	10	18,9	
	Γενικό Σύνολο	53		

Πίνακας 67: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (27.5) που αφορούσε την ιεράρχηση με βάση την ελκυστικότητα φυτικών ειδών για χρήση σε αρχαιολογικούς χώρους, για αρωματικά είδη (1, το περισσότερο ελκυστικό, έως 5 το λιγότερο ελκυστικό)

		Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	1	9	17,0	19,1
	2	9	17,0	19,1
	3	6	11,3	12,8
	4	13	24,5	27,7
	5	10	18,9	21,3
	Σύνολο	47	88,7	100
	Ελλίπουσες	6	11,3	
	Γενικό Σύνολο	53		

Πίνακας 68: Πίνακας κατανομής συχνοτήτων για την ερώτηση (28) που αφορούσε το επιθυμητό ύψος για φυτά εδαφοκάλυψης

	Συχνότητα	Ποσοστό επί γενικού συνόλου (%)	Ποσοστό επί συνόλου (%)
Έγκυρες	<5 cm	18	34,0
	5-10 cm	29	54,7
	10-15 cm	1	1,9
	15-20 cm	2	3,8
	>20 cm	0	0
	Σύνολο	50	94,3
	Ελλίπουσες	3	5,7
	Γενικό Σύνολο	53	

Πίνακας 69: Διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση, με τη δοκιμασία ανεξαρτησίας χ^2 , Pearson's Chi Square, για την ερώτηση (7) που αφορούσε τι προβλήματα δημιουργεί η αυτοφυής βλάστηση στους αρχαιολογικούς χώρους, σύμφωνα με τη γνώμη των ερωτώμενων, σε σχέση τους χαρακτήρες βιοκλίματος κάθε περιοχής

Τύπος προβλήματος	Pearson's Chi Square	P
Δυσχρωματισμούς από πτώση υπερώριμων καρπών	6,44	0,26
Χημική διάβρωση από εκκρίσεις των ριζών	5,87	0,32
Κίνδυνος πυρκαγιάς κατά τους θερινούς μήνες	2,66	0,75
Ζημιές από διατήρηση υγρασίας στο εσωτερικό των αρχιτεκτονικών μελών	4,57	0,47
Δυσκολία στην πρόσβαση των επισκεπτών στο μνημείο	4,43	0,49
Οπτικός αποκλεισμός του μνημείου από τον επισκέπτη	1,76	0,88
Δυσκολία στις εργασίες συντήρησης και αποκατάστασης	3,67	0,60
Μηχανικές ζημιές από τη διείσδυση ριζών στα χάσματα των αρχιτεκτονικών μελών	0,00	-

$P < 0,05$: Σημαντική σχέση μεταξύ κατηγορικών μεταβλητών γραμμών και στηλών

Πίνακας 70: Τακτική λογιστική παλινδρόμηση, με τη δοκιμασία ανεξαρτησίας χ^2 , Pearson's Chi Square, για την ερώτηση (8) που αφορούσε την αξιολόγηση της σοβαρότητας των προβλημάτων, σε σχέση τους χαρακτήρες βιοκλίματος κάθε περιοχής

Τύπος προβλήματος	Pearson's Chi Square	P
Δυσχρωματισμούς από πτώση υπερώριμων καρπών	8,22	0,61
Χημική διάβρωση από εκκρίσεις των ριζών	8,61	0,57
Κίνδυνος πυρκαγιάς κατά τους θερινούς μήνες	8,21	0,61
Ζημιές από διατήρηση υγρασίας στο εσωτερικό των αρχιτεκτονικών μελών	5,91	0,82
Δυσκολία στην πρόσβαση των επισκεπτών στο μνημείο	15,78	0,07
Οπτικός αποκλεισμός του μνημείου από τον επισκέπτη	20,37	0,02
Δυσκολία στις εργασίες συντήρησης και αποκατάστασης	18,17	0,05
Μηχανικές ζημιές από τη διείδυση ριζών στα χάσματα των αρχιτεκτονικών μελών	2,37	0,99

$P < 0,05$: Σημαντική σχέση μεταξύ κατηγορικών μεταβλητών γραμμών και στηλών

Πίνακας 71: Διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση, με τη δοκιμασία ανεξαρτησίας χ^2 , Pearson's Chi Square, για την ερώτηση (10) που αφορούσε τον προσδιορισμό φυτικών ειδών που πιο συχνά δημιουργούν προβλήματα σε αρχαιολογικούς χώρους

	Pearson's Chi Square	P
Βρωμοκαρυδιά (Αείλανθος)	11,86	0,04
Συκιά	3,94	0,56
Αγριοβρώμη	6,23	0,28
Αγριάδα	6,93	0,22
Περδικούλι	9,32	0,10
Κάπαρη	5,04	0,41

$P < 0,05$: Σημαντική σχέση μεταξύ κατηγορικών μεταβλητών γραμμών και στηλών

Πίνακας 72: Διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση, με τη δοκιμασία ανεξαρτησίας χ^2 , Pearson's Chi Square, για την ερώτηση (12) που αφορούσε με τι τρόπους γίνεται ο περιορισμός αυτοφυούς βλάστησης, σε σχέση τους χαρακτήρες βιοκλίματος κάθε περιοχής

	Pearson's Chi Square	P
Με χημικά μέσα (ζιζανιοκτόνα)	5,57	0,35
Με μηχανικό τρόπο (μεινέζα)	2,03	0,84
Με όργωμα	4,99	0,42
Με βόσκηση	4,07	0,54
Με βοτάνισμα (με το χέρι)	2,57	0,77

$P < 0,05$: Σημαντική σχέση μεταξύ κατηγορικών μεταβλητών γραμμών και στηλών

Πίνακας 73: Διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση, με τη δοκιμασία ανεξαρτησίας χ^2 , Pearson's Chi Square, για την ερώτηση (13) που αφορούσε την περίοδο εφαρμογής μεθόδων περιορισμού της ανεπιθύμητης βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους, για τα χημικά μέσα, τα μηχανικά μέσα και τη βόσκηση, σε σχέση τους χαρακτήρες βιοκλίματος κάθε περιοχής

Μήνας εφαρμογής	Χημικά μέσα		Μηχανικά μέσα		Με βόσκηση	
	Pearson's Chi Square	P	Pearson's Chi Square	P	Pearson's Chi Square	P
Ιαν	0,00	-	0,00	-	5,17	0,39
Φεβ	17,47	0,004	1,70	0,89	5,17	0,39
Μάρ	9,34	0,10	4,75	0,45	2,31	0,80
Απρ	6,15	0,29	6,77	0,24	2,31	0,80
Μάι	4,54	0,47	2,92	0,71	2,31	0,80
Ιούν	6,43	0,26	5,40	0,37	5,17	0,39
Ιούλ	5,25	0,39	8,27	0,60	0,00	-
Αύγ	3,43	0,63	5,40	0,37	0,00	-
Σεπ	3,43	0,63	9,12	0,10	0,00	-
Οκτ	1,82	0,87	3,87	0,57	5,17	0,39
Νοέ	1,56	0,91	1,82	0,87	5,17	0,39
Δεκ	0,75	0,98	1,82	0,87	5,17	0,39

$P < 0,05$: Σημαντική σχέση μεταξύ κατηγορικών μεταβλητών γραμμών και στηλών

Πίνακας 74: Διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση, με τη δοκιμασία ανεξαρτησίας χ^2 , Pearson's Chi Square, για την ερώτηση (13) που αφορούσε τον προσδιορισμό της περιόδου εφαρμογής των μεθόδων περιορισμού της ανεπιθύμητης βλάστησης σε αρχαιολογικούς χώρους, με βοτάνισμα και όργωμα, σε σχέση τους χαρακτήρες βιοκλίματος κάθε περιοχής

Μήνας εφαρμογής	Με βοτάνισμα		Με όργωμα	
	Pearson's Chi Square	P	Pearson's Chi Square	P
Ιαν	22,72	0,0004	0,00	-
Φεβ	16,25	0,006	0,00	-
Μάρ	5,76	0,33	0,00	-
Απρ	4,57	0,47	1,82	0,87
Μάι	5,36	0,37	8,55	0,13
Ιούν	7,11	0,21	8,55	0,13
Ιούλ	3,15	0,68	1,68	0,89
Αύγ	4,00	0,55	0,00	-
Σεπ	4,00	0,55	0,00	-
Οκτ	8,48	0,13	0,00	-
Νοέ	13,13	0,02	0,00	-
Δεκ	16,25	0,006	0,00	-

$P < 0,05$: Σημαντική σχέση μεταξύ κατηγορικών μεταβλητών γραμμών και στηλών

Πίνακας 75: Τακτική λογιστική παλινδρόμηση, με τη δοκιμασία ανεξαρτησίας χ^2 , Pearson's Chi Square, για την ερώτηση (14) που αφορούσε την αποτελεσματικότητα των μεθόδων περιορισμού αυτοφυούς βλάστησης, σε σχέση τους χαρακτήρες βιοκλίματος κάθε περιοχής

	Pearson's Chi Square	P
Με χημικά μέσα (ζιζανιοκτόνα)	11,6	0,24
Με μηχανικό τρόπο (μεσινέζα)	19,05	0,20
Με όργανο	1,33	0,51
Με βόσκηση	5,00	0,29
Με βοτάνισμα (με το χέρι)	21,01	0,14

$P < 0,05$: Σημαντική σχέση μεταξύ κατηγορικών μεταβλητών γραμμών και στηλών

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV: ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΦΛΟΓΙΣΗΣ

Πίνακας 76: Ανάλυση διασποράς του επιπέδου ελέγχου των ζιζανίων ως ποσοστό (%) του πειραματικού τεμαχίου, όπως επηρεάστηκε από την τοποθεσία των εφαρμογών, σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$

Πηγή παραλλακτικότητας	F
Τοποθεσία	6,16***

*, **, *** Σημαντικότητα σε $P < 0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως

NS, Μη σημαντικό σε $P < 0,05$

Πίνακας 77: Ανάλυση διασποράς του επιπέδου ελέγχου των ζιζανίων ως ποσοστό (%) του πειραματικού τεμαχίου, με τη μέθοδο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο, ορίζοντας ως κύριο τεμάχιο τη δόση προπανίου, ως υποτεμάχιο τον αριθμό εφαρμογών φλόγισης και ως υπο-υποτεμάχιο το χρόνο (ημερομηνίες δειγματοληψίας), σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$

Τοποθεσία	Πηγή παραλλακτικότητας	F	Τοποθεσία	Πηγή παραλλακτικότητας	F	
Κολώνα	Δόση προπανίου (A)	282,51***	Μεσσήνη	Δόση προπανίου (A)	2.017,64***	
	Αρ. εφαρμογών (B)	35,00***		2014	Αρ. εφαρμογών (B)	3,83 ^{NS}
	Χρόνος (Γ)	90,00***			Χρόνος (Γ)	21,49***
	A x B	9,20**			A x B	1,32 ^{NS}
	A x Γ	24,13***			A x Γ	5,70***
	B x Γ	23,81***			B x Γ	7,17***
	A x B x Γ	9,87***			A x B x Γ	3,15***
Αμφίπολη	Δόση προπανίου (A)	821,86***	Μεσσήνη	Δόση προπανίου (A)	1.325,35***	
	Αρ. εφαρμογών (B)	97,63***		2015	Αρ. εφαρμογών (B)	1,28 ^{NS}
	Χρόνος (Γ)	64,23***			Χρόνος (Γ)	4,21**
	A x B	25,48***			A x B	1,28 ^{NS}
	A x Γ	19,04***			A x Γ	4,21***
	B x Γ	33,59***			B x Γ	0,36 ^{NS}
	A x B x Γ	9,21***			A x B x Γ	0,36 ^{NS}

*, **, *** Σημαντικότητα σε $P < 0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως

NS, Μη σημαντικό σε $P < 0,05$

Πίνακας 78: Ανάλυση διασποράς του επιπέδου ελέγχου των ζιζανίων ως ποσοστό (%) του πειραματικού τεμαχίου, με τη μέθοδο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο, ορίζοντας ως κύριο τεμάχιο τις επεμβάσεις φλόγισης και ως υποτεμάχιο το χρόνο (ημερομηνίες δειγματοληψίας), σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$

Τοποθεσία	Πηγή παραλλακτικότητας	F
Κολώνα	Επεμβάσεις (A)	69,53***
	Χρόνος (B)	90,00***
	A x B	14,21***
Αμφίπολη	Επεμβάσεις (A)	126,31***
	Χρόνος (B)	66,50***
	A x B	15,88***
Μεσσήνη 2014	Επεμβάσεις (A)	64,00***
	Χρόνος (B)	3,15*
	A x B	1,63 ^{NS}
Μεσσήνη 2015	Επεμβάσεις (A)	547,88***
	Χρόνος (B)	4,21**
	A x B	1,80*

*, **, *** Σημαντικότητα σε $P < 0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως
NS, Μη σημαντικό σε $P < 0,05$

Πίνακας 79: Ανάλυση διασποράς του επιπέδου ελέγχου των άφθονων ζιζανίων, στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους, την τελευταία πειραματική ημέρα, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις φλόγισης

Τοποθεσία	Είδος	F
Κολώνα, 14 Φεβρουαρίου 2014	<i>Avena sterilis</i> (Αγριοβρώμη)	6,99**
	<i>Oxalis pes caprae</i> (Οξαλίδα)	5,83**
Αμφίπολη, 23 Μαΐου 2014	<i>Avena sterilis</i> (Αγριοβρώμη)	34,67***
	<i>Geranium brutium</i> (Γεράνιο)	10,47***
Μεσσήνη, 2 Απριλίου 2014	<i>Avena sterilis</i> (Αγριοβρώμη)	8,14***
	<i>Calendula arvensis</i> (Καλέντουλα)	-
Μεσσήνη, 1 Μαρτίου 2015	<i>Avena sterilis</i> (Αγριοβρώμη)	8,48**
	<i>Calendula arvensis</i> (Καλέντουλα)	-

*, **, *** Σημαντικότητα σε $P < 0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως
NS, Μη σημαντικό σε $P < 0,05$

Πίνακας 80: Ανάλυση διασποράς του μέσου ύψους βλάστησης των πειραματικών τεμαχίων και της μείωσης ξηρής βιομάζας, στους τρεις αρχαιολογικούς χώρους, την τελευταία πειραματική ημέρα, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις φλόγισης

Τοποθεσία	F	
	Μέσο ύψος βλάστησης	Μείωση ξηρής βιομάζας
Κολώνα, 14 Φεβρουαρίου 2014	9,18***	18,45***
Αμφίπολη, 23 Μαΐου 2014	42,72***	174,96***
Μεσσήνη, 2 Απριλίου 2014	13,80***	10,09***
Μεσσήνη, 1 Μαρτίου 2015	95,10***	6,9**

*, **, *** Σημαντικότητα σε $P < 0,05$, $0,01$ και $0,001$ αντιστοίχως

NS, Μη σημαντικό σε $P < 0,05$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V: ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΗΛΙΟΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ

Πίνακας 81: Ανάλυση διασποράς του επιπέδου ελέγχου των ζιζανίων, ως ποσοστό (%) του τεμαχίου, σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$, σύμφωνα με το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο, ορίζοντας ως κύριο τεμάχιο το σύνολο των επεμβάσεων εδαφοκάλυψης και εδαφοκατεργασίας, για κάθε περίοδο εφαρμογής και το χρόνο (ημερομηνίες δειγματοληψίας) ως υποτεμάχιο

Πηγή παραλλακτικότητας	F
Περίοδος εφαρμογής (A)	85,16***
Χρόνος (B)	59,08***
A x B	0,97 ^{NS}

*, **, *** Σημαντικότητα σε $P < 0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως

NS, Μη σημαντικό σε $P < 0,05$

Πίνακας 82: Ανάλυση διασποράς του επιπέδου ελέγχου των ζιζανίων, ως ποσοστό (%) του τεμαχίου, σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$, για την εφαρμογή της περιόδου Αυγούστου, σύμφωνα με το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο, ορίζοντας το είδος εδαφοκάλυψης ως κύριο τεμάχιο, το είδος εδαφοκατεργασίας ως υποτεμάχιο και ως υπό-υποτεμάχιο το χρόνο (ημερομηνίες δειγματοληψίας)

Πηγή παραλλακτικότητας	F
Είδος εδαφοκάλυψης (A)	423,37***
Είδος εδαφοκατεργασίας (B)	33,19**
Χρόνος (Γ)	212,34***
A x B	2,48 ^{NS}
A x Γ	29,50***
B x Γ	5,55***
A x B x Γ	6,89***

*, **, *** Σημαντικότητα σε $P < 0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως

NS, Μη σημαντικό σε $P < 0,05$

Πίνακας 83: Ανάλυση διασποράς του επιπέδου ελέγχου των ζιζανίων, ως ποσοστό (%) του τεμαχίου, σε επίπεδο σημαντικότητας $P<0,05$, για την εφαρμογή της περιόδου Σεπτεμβρίου, σύμφωνα με το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο, ορίζοντας το είδος εδαφοκάλυψης ως κύριο τεμάχιο, το είδος εδαφοκατεργασίας ως υποτεμάχιο και ως υπό-υποτεμάχιο το χρόνο (ημερομηνίες δειγματοληψίας)

Πηγή παραλλακτικότητας	F
Είδος εδαφοκάλυψης (A)	624,47***
Είδος εδαφοκατεργασίας (B)	46,86***
Χρόνος (Γ)	558,64***
A x B	11,50**
A x Γ	193,69***
B x Γ	6,36***
A x B x Γ	11,99***

*, **, *** Σημαντικότητα σε $P<0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως

NS, Μη σημαντικό σε $P<0,05$

Πίνακας 84: Ανάλυση διασποράς του επιπέδου ελέγχου των ζιζανίων, ως ποσοστό (%) του τεμαχίου, σε επίπεδο σημαντικότητας $P<0,05$, για την εφαρμογή της περιόδου Σεπτεμβρίου, σύμφωνα με το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο, ορίζοντας το σύνολο των επεμβάσεων εδαφοκάλυψης και εδαφοκατεργασίας ως κύριο τεμάχιο και το χρόνο (ημερομηνίες δειγματοληψίας) ως υποτεμάχιο

Πηγή παραλλακτικότητας	F
Επεμβάσεις ηλιοαπολύμανσης (A)	446,55***
Χρόνος (B)	558,64***
A x B	83,54***

*, **, *** Σημαντικότητα σε $P<0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως

NS, Μη σημαντικό σε $P<0,05$

Πίνακας 85: Ανάλυση διασποράς της ξηρής βιομάζας που συλλέχθηκε την τελευταία ημέρα του πειράματος, σε επίπεδο σημαντικότητας $P<0,05$, όπως επηρεάστηκε από την περίοδο εφαρμογής

Πηγή παραλλακτικότητας	F
Περίοδος εφαρμογής	4,94*

*, **, *** Σημαντικότητα σε $P<0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως

NS, Μη σημαντικό σε $P<0,05$

Πίνακας 86: Ανάλυση διασποράς της ξηρής βιομάζας που συλλέχθηκε την τελευταία ημέρα του πειράματος, σε επίπεδο σημαντικότητας $P<0,05$, όπως επηρεάστηκε από το είδος εδαφοκάλυψης και εδαφοκατεργασίας, για κάθε περίοδο εφαρμογής της ηλιοσπολύμανσης ξεχωριστά

Περίοδος εφαρμογής	Πηγή παραλλακτικότητας	F
Αύγουστος	Είδος εδαφοκάλυψης (A)	141,40***
	Είδος εδαφοκατεργασίας (B)	0,12 ^{NS}
	A x B	1,35 ^{NS}
Σεπτέμβριος	Είδος εδαφοκάλυψης (A)	63,48***
	Είδος εδαφοκατεργασίας (B)	0,31 ^{NS}
	A x B	1,51 ^{NS}

*, **, *** Σημαντικότητα σε $P<0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως

NS, Μη σημαντικό σε $P<0,05$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI: ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑΧΩΣΗΣ

Πίνακας 87: Ανάλυση διασποράς του επιπέδου προσβολής των πειραματικών τεμαχίων από ζιζάνια, ως ποσοστό (%) του τεμαχίου, σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$, σύμφωνα με το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο, ορίζοντας το επίπεδο καταιονισμού ως κύριο τεμάχιο, το είδος γεωφάσματος ως υποτεμάχιο και τις ημερομηνίες δειγματοληψίας ως υπό-υποτεμάχιο

Πηγή παραλλακτικότητας	F
Καταιονισμός (A)	205,18**
Γεωφάσμα (B)	13,17*
Χρόνος (Γ)	6,59***
A x B	9,24*
A x Γ	4,48***
B x Γ	3,26***
A x B x Γ	2,26***

*, **, *** Σημαντικότητα σε $P < 0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως

NS, Μη σημαντικό σε $P < 0,05$

Πίνακας 88: Ανάλυση διασποράς του επιπέδου προσβολής των πειραματικών τεμαχίων από ζιζάνια, ως ποσοστό (%) του τεμαχίου, σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$, σύμφωνα με το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο, ορίζοντας τις επεμβάσεις κατάχωσης ως κύριο τεμάχιο και το χρόνο ως υποτεμάχιο

Πηγή παραλλακτικότητας	F
Επεμβάσεις κατάχωσης (A)	18,33**
Χρόνος (B)	6,59***
A x B	3,33***

*, **, *** Σημαντικότητα σε $P < 0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως

NS, Μη σημαντικό σε $P < 0,05$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VII: ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Πίνακας 89: Ανάλυση διασποράς του επιπέδου προσβολής των πειραματικών τεμαχίων από ζιζάνια, ως ποσοστό (%) του τεμαχίου, σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$, σύμφωνα με το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο, ορίζοντας το επίπεδο καταιονισμού ως κύριο τεμάχιο, το είδος υλικού ως υποτεμάχιο και τις ημερομηνίες δειγματοληψίας ως υπό-υποτεμάχιο

Πηγή παραλλακτικότητας	F
Καταιονισμός (A)	1,36 ^{NS}
Υλικό (B)	220,11 ^{***}
Χρόνος (Γ)	7,59 ^{***}
A x B	0,44 ^{NS}
A x Γ	8,86 ^{***}
B x Γ	9,85 ^{***}
A x B x Γ	3,47 ^{***}

*, **, *** Σημαντικότητα σε $P < 0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως

NS, Μη σημαντικό σε $P < 0,05$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VIII: ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΗΣ ΚΑΡΠΟΦΟΡΙΑΣ

Πίνακας 90: Πολυπαραγοντική ανάλυση διασποράς του ποσοστού καρπόπτωσης των ελαιόδεντρων 90 ημέρες μετά τις επεμβάσεις, σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$

Πηγή παραλλακτικότητας	F
Δόση NAA (Dose)	14,72***
Ημερομηνία επέμβασης (Date)	58,13***
Dose x Date	1,26 ^{NS}

*, **, *** Σημαντικότητα σε $P < 0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως
NS, Μη σημαντικό σε $P < 0,05$

Πίνακας 91: Απλή ανάλυση παλινδρόμησης του ποσοστού καρπόπτωσης (%) σε σχέση με τη δόση NAA (ppm)

Συντελεστές		
Παράμετρος	Εκτίμηση ελάχ. Τετρ.	Τυπικό σφάλμα
Σταθερά	32,36	6,24
Διεύθυνση	0,10	0,02

Ανάλυση διασποράς	
Πηγή παραλλακτικότητας	F
Μοντέλο	25,69***
Συντελεστής συσχέτισης=0,65	
$R^2=43,04$	

*, **, *** Σημαντικότητα σε $P < 0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως
NS, Μη σημαντικό σε $P < 0,05$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΧ: ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΛΕΙΜΩΝΑ

Πίνακας 92: Ανάλυση διασποράς της βλαστικότητας των σπόρων των μιγμάτων για τεχνητούς λειμώνες, την τελευταία ημέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20), όπως επηρεάστηκε από τη θερμοκρασία και τη φωτοπερίοδο σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$

Είδος	Πηγή παραλλακτικότητας	F	Είδος	Πηγή παραλλακτικότητας	F
Μηδική	Θερμοκρασία (T)	0,61 ^{NS}	Γλυστρίδα M ₂	Θερμοκρασία (T)	2,98 ^{NS}
	Φωτοπερίοδος (P)	0,04 ^{NS}		Φωτοπερίοδος (P)	1,72 ^{NS}
	T x P	1,2 ^{NS}		T x P	3,26*
Μηδική λυκίσκη	Θερμοκρασία (T)	0,2 ^{NS}	Κοινός αγριοπανσές	Θερμοκρασία (T)	0,7 ^{NS}
	Φωτοπερίοδος (P)	5,2*		Φωτοπερίοδος (P)	4,41*
	T x P	4,27*		T x P	0,47 ^{NS}
Τριφύλλι έρπον	Θερμοκρασία (T)	0,02 ^{NS}	Χαμομήλι M ₁	Θερμοκρασία (T)	0,63 ^{NS}
	Φωτοπερίοδος (P)	0,07 ^{NS}		Φωτοπερίοδος (P)	4,02 ^{NS}
	T x P	0,78 ^{NS}		T x P	3,6*
Τριφύλλι υπόγειο	Θερμοκρασία (T)	0,59 ^{NS}	Χαμομήλι M ₂	Θερμοκρασία (T)	0,63 ^{NS}
	Φωτοπερίοδος (P)	0,26 ^{NS}		Φωτοπερίοδος (P)	4,02 ^{NS}
	T x P	2,09 ^{NS}		T x P	3,6*
Τριφύλλι πεδινό	Θερμοκρασία (T)	11,5***	Παπαρούνα	Θερμοκρασία (T)	5,47**
	Φωτοπερίοδος (P)	9,0**		Φωτοπερίοδος (P)	9,16**
	T x P	11,51***		T x P	4,09*
Λωτός	Θερμοκρασία (T)	3,29*	Ηλιοτρόπιο	Θερμοκρασία (T)	2,26 ^{NS}
	Φωτοπερίοδος (P)	0,45 ^{NS}		Φωτοπερίοδος (P)	3,95 ^{NS}
	T x P	2,98 ^{NS}		T x P	2,26 ^{NS}
Μπέλλα	Θερμοκρασία (T)	9,63***	Βερόνικα	Θερμοκρασία (T)	12,76***
	Φωτοπερίοδος (P)	0,01 ^{NS}		Φωτοπερίοδος (P)	3,3 ^{NS}
	T x P	0,96 ^{NS}		T x P	2,06 ^{NS}
Καλέντουλα	Θερμοκρασία (T)	9,88***	Καλέντουλα με προσθήκη KNO ₃	Θερμοκρασία (T)	3,00**
	Φωτοπερίοδος (P)	0,38 ^{NS}		Φωτοπερίοδος (P)	16,33 ^{NS}
	T x P	0,82 ^{NS}		T x P	27,0***
Γλυστρίδα M ₁	Θερμοκρασία (T)	28,06***	Πεντάνευρο	Θερμοκρασία (T)	65,16***
	Φωτοπερίοδος (P)	16,65**		Φωτοπερίοδος (P)	49,14***
	T x P	0,19 ^{NS}		T x P	7,95***
Ταραξάκο	Θερμοκρασία (T)	2,94 ^{NS}			
	Φωτοπερίοδος (P)	3,91 ^{NS}			
	T x P	6,16**			

*, **, *** Σημαντικότητα σε $P < 0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως

NS, Μη σημαντικό σε $P < 0,05$

Πίνακας 93: Ανάλυση διασποράς της ταχύτητας βλάστησης (T_{50}) των σπόρων των μιγμάτων για τεχνητούς λειμώνες, σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$

Είδος	Πηγή παραλλακτικότητας	F	Είδος	Πηγή παραλλακτικότητας	F
Μηδική λυκίσκη	Φωτοπερίοδος (P)	0,86 ^{NS}	Γλυστρίδα M ₂	Φωτοπερίοδος (P)	3,0 ^{NS}
	Θερμοκρασία (T)	2,57 ^{NS}		Θερμοκρασία (T)	3,0 ^{NS}
	T x P	0,29 ^{NS}		T x P	3,0 ^{NS}
Τριφύλλι έρπον	Φωτοπερίοδος (P)	8,73 ^{**}	Κοινός αγριοπανσές	Φωτοπερίοδος (P)	1,55 ^{NS}
	Θερμοκρασία (T)	14,00 ^{***}		Θερμοκρασία (T)	10,90 ^{***}
	T x P	6,91 ^{**}		T x P	0,50 ^{NS}
Τριφύλλι υπόγειο	Φωτοπερίοδος (P)	0,00 ^{NS}	Χαμομήλι M ₁	Φωτοπερίοδος (P)	5,05 [*]
	Θερμοκρασία (T)	4,00 [*]		Θερμοκρασία (T)	17,47 ^{***}
	T x P	0,00 ^{NS}		T x P	1,47 ^{NS}
Τριφύλλι πεδινό	Φωτοπερίοδος (P)	0,06 ^{NS}	Χαμομήλι M ₂	Φωτοπερίοδος (P)	10,37 ^{**}
	Θερμοκρασία (T)	0,96 ^{NS}		Θερμοκρασία (T)	15,86 ^{***}
	T x P	0,21 ^{NS}		T x P	1,23 ^{NS}
Λωτός	Φωτοπερίοδος (P)	3 ^{NS}	Βερόνικα	Φωτοπερίοδος (P)	11,06 ^{**}
	Θερμοκρασία (T)	4,92 ^{**}		Θερμοκρασία (T)	33,67 ^{***}
	T x P	1,4 ^{NS}		T x P	4,66 [*]
Μπέλλα	Φωτοπερίοδος (P)	0,43 ^{NS}	Ταραξάκο	Φωτοπερίοδος (P)	1,96 ^{NS}
	Θερμοκρασία (T)	17,72 ^{***}		Θερμοκρασία (T)	0,94 ^{NS}
	T x P	1,58 ^{NS}		T x P	0,48 ^{NS}
Καλέντουλα	Φωτοπερίοδος (P)	0,16 ^{NS}	Πεντάνευρο	Φωτοπερίοδος (P)	6,00 [*]
	Θερμοκρασία (T)	4,80 [*]		Θερμοκρασία (T)	12,88 ^{***}
	T x P	0,65 ^{NS}		T x P	3,28 [*]
Γλυστρίδα M ₁	Φωτοπερίοδος (P)	12,25 ^{**}			
	Θερμοκρασία (T)	44,17 ^{***}			
	T x P	6,42 ^{**}			

^{*}, ^{**}, ^{***} Σημαντικότητα σε $P < 0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως

NS, Μη σημαντικό σε $P < 0,05$

Πίνακας 94: Ανάλυση διασποράς της βλαστικότητας των σπόρων των μιγμάτων για τεχνητούς λειμώνες, την τελευταία ημέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20), σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$

Είδος	F	Είδος	F	Είδος	F
Χαμομήλι M ₁	2,39 ^{NS}	Παπαρούνα	5,40 ^{***}	Ταραξάκο	4,46 ^{**}
Χαμομήλι M ₂	15,54 ^{***}	Πεντάνευρο	38,35 ^{***}	Τριφύλλι πεδινό	11,15 ^{***}
Μηδική λυκίσκη	2,66 [*]	Γλυστρίδα M ₂	2,92 [*]	Καλέντουλα με προσθήκη KNO ₃	15,44 ^{***}

^{*}, ^{**}, ^{***} Σημαντικότητα σε $P < 0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως

NS, Μη σημαντικό σε $P < 0,05$

Πίνακας 95: Ανάλυση διασποράς της ταχύτητας βλάστησης (T_{50}) των σπόρων των μιγμάτων για τεχνητούς λειμώνες, την τελευταία ημέρα του πειράματος βλαστικότητας (ημέρα 20), σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$

Είδος	F	Είδος	F	Είδος	F
Τριφύλλι έρπον	10,21 ^{***}	Βερόνικα	17,93 ^{***}	Πεντάνευρο	7,78 ^{***}
Γλυστρίδα M ₁	23,43 ^{***}	Καλέντουλα με προσθήκη KNO ₃	1,73 ^{NS}		

^{*}, ^{**}, ^{***} Σημαντικότητα σε $P < 0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως

NS, Μη σημαντικό σε $P < 0,05$

Πίνακας 96: Ανάλυση διασποράς ανάδυσης φυταρίων, ανά είδος, στον αγρό του ΓΠΑ και του ΤΕΙ Πελοποννήσου, δύο μήνες μετά τη σπορά σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$

Είδος	Πηγή παραλλακτικότητας	F	Είδος	Πηγή παραλλακτικότητας	F
Καλέντουλα	Εποχή σποράς (T)	7,85**	Κοινός αγριοπανσές	Εποχή σποράς (T)	22,79***
	Τόπος σποράς (S)	27,89***		Τόπος σποράς (S)	18,12***
	T x S	10,63**		T x S	18,12***
Λωτός	Εποχή σποράς (T)	1,05 ^{NS}	Χαμομήλι M ₂	Εποχή σποράς (T)	34,13***
	Τόπος σποράς (S)	1,05 ^{NS}		Τόπος σποράς (S)	37,48***
	T x S	6,19*		T x S	71,22***
Χαμομήλι M ₁	Εποχή σποράς (T)	1,76 ^{NS}	Γλυστρίδα M ₂	Εποχή σποράς (T)	62,78***
	Τόπος σποράς (S)	7,99**		Τόπος σποράς (S)	62,78***
	T x S	12,08**		T x S	62,78***
Μηδική λυκίσκη	Εποχή σποράς (T)	13,78***	Τριφύλλι πεδινό	Εποχή σποράς (T)	68,82***
	Τόπος σποράς (S)	7,76**		Τόπος σποράς (S)	65,04***
	T x S	5,94*		T x S	132,74***
Πεντάνευρο	Εποχή σποράς (T)	0,22 ^{NS}	Μηδική	Εποχή σποράς (T)	18,27***
	Τόπος σποράς (S)	15,87***		Τόπος σποράς (S)	6,04*
	T x S	2,41 ^{NS}		T x S	40,74***
Τριφύλλι υπόγειο	Εποχή σποράς (T)	0,15 ^{NS}	Παπαρούνα	Εποχή σποράς (T)	147,97***
	Τόπος σποράς (S)	7,58**		Τόπος σποράς (S)	127,18***
	T x S	132,67***		T x S	127,18***
Βερόνικα	Εποχή σποράς (T)	35,98***	Τριφύλλι έρπον	Εποχή σποράς (T)	18,96***
	Τόπος σποράς (S)	39,62***		Τόπος σποράς (S)	1,37 ^{NS}
	T x S	15,79***		T x S	2 ^{NS}

*, **, *** Σημαντικότητα σε $P < 0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως

^{NS}, Μη σημαντικό σε $P < 0,05$

Πίνακας 97: Ανάλυση διασποράς ανάδυσης φυταρίων, ανά είδος, στην Αίγινα, την Αμφίπολη και τη Μεσσήνη, δύο μήνες μετά τη σπορά σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$

Είδος	Πηγή παραλλακτικότητας	F	Είδος	Πηγή παραλλακτικότητας	F
Καλέντουλα	Εποχή σποράς (T)	82,99***	Κοινός αγριοπανσές	Εποχή σποράς (T)	41,02***
	Τόπος σποράς (S)	38,38***		Τόπος σποράς (S)	10,28***
	T x S	23,52***		T x S	10,28***
Λωτός	Εποχή σποράς (T)	1,62 ^{NS}	Χαμομήλι M ₂	Εποχή σποράς (T)	24,57***
	Τόπος σποράς (S)	1,62 ^{NS}		Τόπος σποράς (S)	43,44***
	T x S	1,62 ^{NS}		T x S	24,57***
Χαμομήλι M ₁	Εποχή σποράς (T)	0,51 ^{NS}	Γλυστρίδα M ₂	Εποχή σποράς (T)	26,79***
	Τόπος σποράς (S)	30,74***		Τόπος σποράς (S)	26,79***
	T x S	3,01 ^{NS}		T x S	26,79***
Μηδική λυκίσκη	Εποχή σποράς (T)	1,62 ^{NS}	Τριφύλλι πεδινό	Εποχή σποράς (T)	17,30***
	Τόπος σποράς (S)	1,62 ^{NS}		Τόπος σποράς (S)	5,14**
	T x S	1,62 ^{NS}		T x S	5,14**
Πεντάνευρο	Εποχή σποράς (T)	36,29***	Μηδική	Εποχή σποράς (T)	42,58***
	Τόπος σποράς (S)	63,30***		Τόπος σποράς (S)	30,53***
	T x S	38,19***		T x S	20,63***
Τριφύλλι υπόγειο	Εποχή σποράς (T)	25,47***	Παπαρούνα	Εποχή σποράς (T)	52,77***
	Τόπος σποράς (S)	28,65***		Τόπος σποράς (S)	41,91***
	T x S	2,42 ^{NS}		T x S	41,91***
Βερόνικα	Εποχή σποράς (T)	263,97***	Τριφύλλι έρπον	Εποχή σποράς (T)	44,95***
	Τόπος σποράς (S)	108,38***		Τόπος σποράς (S)	40,47***
	T x S	108,38***		T x S	57,73***

*, **, *** Σημαντικότητα σε $P < 0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως

NS, Μη σημαντικό σε $P < 0,05$

Πίνακας 98: Ανάλυση διασποράς της ανάπτυξης φυταρίων ανά είδος, στους πειραματικούς αγρούς, δύο μήνες μετά τη σπορά, σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$

Είδος	Κιβώτια σποράς	F	
		ΓΠΑ κ ΤΕΙ Πελοποννήσου	Αρχαιολογικοί χώροι
Μηδική	9,11*	21,68***	28,98***
Μηδική λυκίσκη	61,71***	9,16***	1,62 ^{NS}
Τριφύλλι έρπον	37,13***	7,44***	48,27***
Τριφύλλι υπόγειο	2,75 ^{NS}	46,8***	17,52***
Τριφύλλι πεδινό	72,07***	88,87***	7,57***
Λωτός	9,34*	2,76 ^{NS}	1,62 ^{NS}
Κοινός αγριοπανσές	6,38 ^{NS}	19,68***	16,43***
Καλέντουλα	36,99**	15,46***	41,36***
Γλυστρίδα Μ ₁	88,86***	-	-
Γλυστρίδα Μ ₂	-	62,78***	26,79***
Χαμομήλι Μ ₁	123,07***	7,28***	13,6***
Χαμομήλι Μ ₂	264,45***	47,61***	32,12***
Παπαρούνα	13,69***	134,11***	44,08***
Βερόνικα	144,06***	30,46***	139,5***
Πεντάνευρο	7,05 ^{NS}	6,17**	47,86***

*, **, *** Σημαντικότητα σε $P < 0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως

NS, Μη σημαντικό σε $P < 0,05$

Πίνακας 99: Ανάλυση διασποράς της πυκνότητας φυταρίων στους πειραματικούς αγρούς, δύο μήνες μετά τη σπορά, σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$

Πειραματικός αγρός	Πηγή παραλλακτικότητας	F	Πηγή παραλλακτικότητας	F	
Κιβώτια σποράς	Μίγμα σποράς (Μ)	0,65 ^{NS}	Κολώνα	Μίγμα σποράς (Μ)	2,91 ^{NS}
	Συνθήκες σποράς (Τ)	286,33***	Εποχή σποράς (Τ)	95,26***	
	Μ x Τ	0,83 ^{NS}	Μ x Τ	2,91 ^{NS}	
ΓΠΑ	Μίγμα σποράς (Μ)	5,68*	Μεσσήνη	Μίγμα σποράς (Μ)	24,6***
	Εποχή σποράς (Τ)	319,49***	Εποχή σποράς (Τ)	27,92***	
	Μ x Τ	0,22 ^{NS}	Μ x Τ	1,07 ^{NS}	
ΤΕΙ Πελοποννήσου	Μίγμα σποράς (Μ)	43,11***	Αμφίπολη	Μίγμα σποράς (Μ)	0,47 ^{NS}
	Εποχή σποράς (Τ)	0,08 ^{NS}	Εποχή σποράς (Τ)	9,4**	
	Μ x Τ	19,43***	Μ x Τ	8,34**	

*, **, *** Σημαντικότητα σε $P < 0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως

NS, Μη σημαντικό σε $P < 0,05$

Πίνακας 100: Ανάλυση διασποράς της πυκνότητας φυταρίων στους πειραματικούς αγρούς, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις σποράς, δύο μήνες μετά τη σπορά, σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$

Πειραματικός αγρός	Πηγή παραλλακτικότητας	F
ΤΕΙ Πελοποννήσου	Επεμβάσεις σποράς	20,87***
Αμφίπολη	Επεμβάσεις σποράς	6,07**

*, **, *** Σημαντικότητα σε $P < 0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως

NS, Μη σημαντικό σε $P < 0,05$

Πίνακας 101: Ανάλυση διασποράς του επιπέδου προσβολής των πειραματικών τεμαχίων από ζιζάνια, ως ποσοστό (%) του τεμαχίου σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$, όπως επηρεάστηκε από το μίγμα

Πηγή παραλλακτικότητας	F
Μίγμα σποράς	1,55 ^{NS}

*, **, *** Σημαντικότητα σε $P < 0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως

NS, Μη σημαντικό σε $P < 0,05$

Πίνακας 102: Ανάλυση διασποράς του επιπέδου προσβολής των πειραματικών τεμαχίων από ζιζάνια, ως ποσοστό (%) του τεμαχίου, σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$, σύμφωνα με το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο, ορίζοντας τις επεμβάσεις κοπής ως κύριο τεμάχιο και το χρόνο ως υποτεμάχιο

Πηγή παραλλακτικότητας	F
Επεμβάσεις κοπής (A)	11,12**
Χρόνος (B)	4,66***
A x B	14,17***

*, **, *** Σημαντικότητα σε $P < 0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως

NS, Μη σημαντικό σε $P < 0,05$

Πίνακας 103: Ανάλυση διασποράς του αριθμού των φυταρίων στο σύνολο των πειραματικών τεμαχίων, σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$, όπως επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις κοπής, τον Απρίλιο

Πηγή παραλλακτικότητας	F
Επεμβάσεις κοπής	22,21***

*, **, *** Σημαντικότητα σε $P < 0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως

NS, Μη σημαντικό σε $P < 0,05$

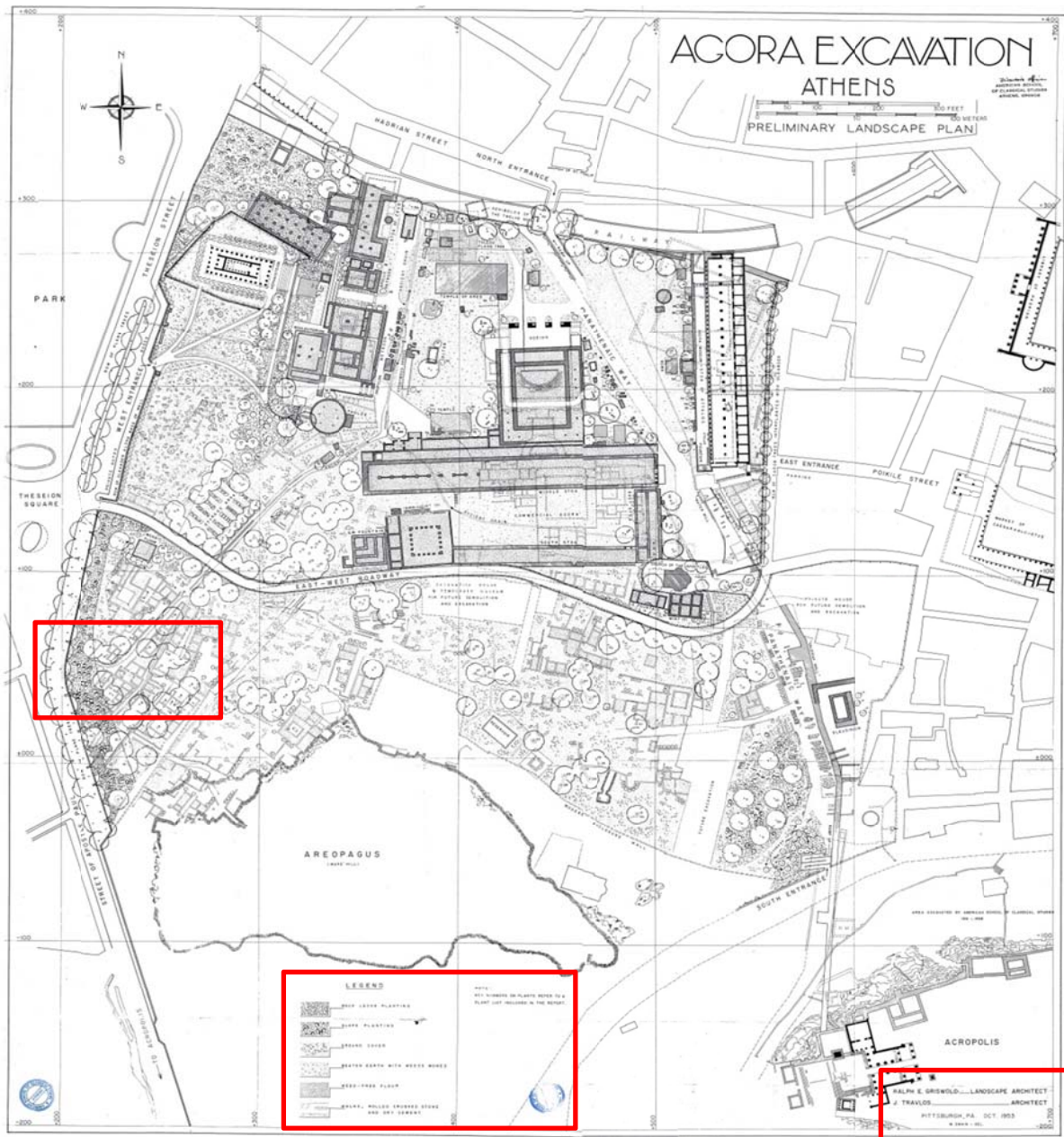
Πίνακας 104: Ανάλυση διασποράς του αριθμού των φυταρίων ανά είδος, σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0,05$, σύμφωνα με το μοντέλο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στο χρόνο, ορίζοντας τις επεμβάσεις κοπής ως κύριο τεμάχιο και το χρόνο ως υποτεμάχιο

Είδος	Πηγή παραλλακτικότητας	F	Είδος	Πηγή παραλλακτικότητας	F
Καλεντούλα	Επεμβάσεις κοπής (A)	0,67 ^{NS}	Κοινός αγριοπανσές	Επεμβάσεις κοπής (A)	0,34 ^{NS}
	Χρόνος (B)	3,51 ^{***}		Χρόνος (B)	1,60 ^{NS}
	A x B	0,54 ^{NS}		A x B	0,40 ^{NS}
Χαμομήλι Μ ₁	Επεμβάσεις κοπής (A)	0,004 ^{NS}	Χαμομήλι Μ ₂	Επεμβάσεις κοπής (A)	0,02 ^{NS}
	Χρόνος (B)	3,48 ^{**}		Χρόνος (B)	9,78 ^{***}
	A x B	1,25 ^{NS}		A x B	1,73 ^{NS}
Μηδική Μ ₁	Επεμβάσεις κοπής (A)	2,09 ^{NS}	Μηδική Μ ₂	Επεμβάσεις κοπής (A)	5,97 ^{NS}
	Χρόνος (B)	5,60 ^{***}		Χρόνος (B)	6,23 ^{***}
	A x B	1,83 ^{NS}		A x B	4,80 ^{***}
Τριφύλλι έρπον Μ ₁	Επεμβάσεις κοπής (A)	4,26 ^{NS}	Τριφύλλι έρπον Μ ₂	Επεμβάσεις κοπής (A)	10,97 [*]
	Χρόνος (B)	4,02 ^{***}		Χρόνος (B)	4,07 ^{***}
	A x B	9,96 ^{***}		A x B	4,91 ^{***}
Τριφύλλι υπόγειο	Επεμβάσεις κοπής (A)	7,86 [*]	Βερόνικα	Επεμβάσεις κοπής (A)	0,69 ^{NS}
	Χρόνος (B)	5,18 ^{***}		Χρόνος (B)	4,93 ^{***}
	A x B	2,62 [*]		A x B	2,31 [*]
Πεντάνευρο	Επεμβάσεις κοπής (A)	35,36 ^{**}	Τριφύλλι πεδινό	Επεμβάσεις κοπής (A)	25,65 ^{**}
	Χρόνος (B)	5,03 ^{***}		Χρόνος (B)	8,24 ^{***}
	A x B	0,91 ^{NS}		A x B	4,34 ^{***}
Παπαρούνα Μ ₁	Επεμβάσεις κοπής (A)	1,23 ^{NS}	Παπαρούνα Μ ₂	Επεμβάσεις κοπής (A)	1,05 ^{NS}
	Χρόνος (B)	8,53 ^{***}		Χρόνος (B)	14,99 ^{***}
	A x B	2,36 [*]		A x B	6,18 ^{***}

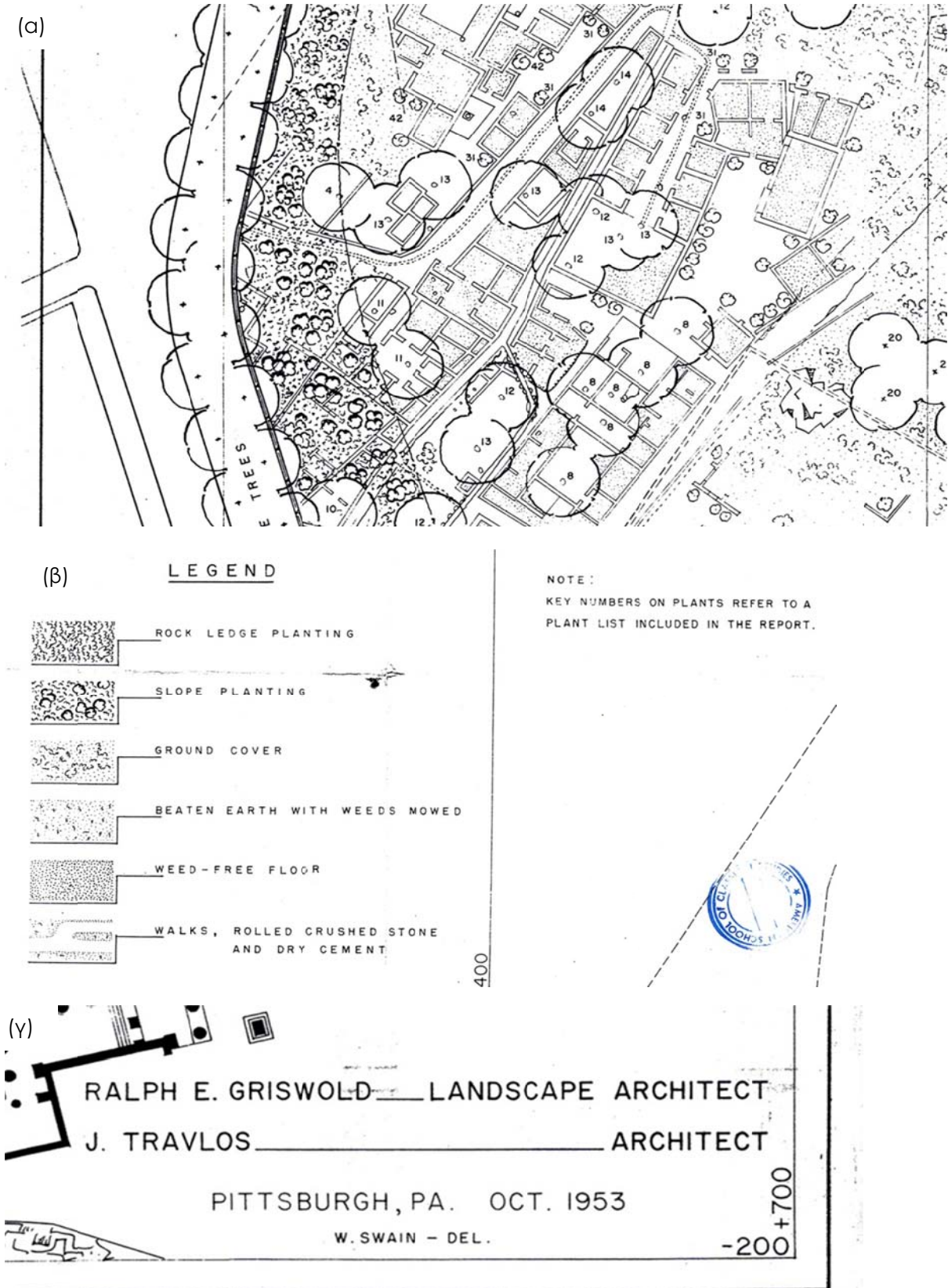
^{*}, ^{**}, ^{***} Σημαντικότητα σε $P < 0,05$, 0,01 και 0,001 αντιστοίχως

NS, Μη σημαντικό σε $P < 0,05$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Χ: ΠΡΟΣΧΕΔΙΟ ΦΥΤΕΥΣΗΣ ΑΡΧΑΙΑΣ ΑΓΟΡΑΣ ΑΘΗΝΑΣ



Εικόνα 172: Προσχέδιο για τη φύτευση της Αρχαίας Αγοράς της Αθήνας υπογεγραμμένο από τον Griswold και τον Ι. Τραυλό (1953). Επισημαίνονται οι περιοχές που παρουσιάζονται σε λεπτομέρεια παρακάτω. Παραχώρηση του αρχείου της Αμερικάνικης Σχολής Κλασικών Σπουδών στην Αθήνα



Εικόνα 173: (α) Λεπτομέρεια, (β) υπόμνημα και (γ) υπογραφή σχεδίου φύτευσης για την Αρχαία Αγορά της Αθήνας. Παραχώρηση του αρχείου της Αμερικάνικης Σχολής Κλασικών Σπουδών στην Αθήνα

Πίνακας 105: Λίστα φυτικών ειδών όπως περιλαμβάνονταν στο τεύχος της μελέτης φύτευσης της Αρχαίας Αγοράς Αθήνας. Τα νούμερα αντιστοιχούν σε αντίστοιχες θέσεις στο προσχέδιο φύτευσης. Παραχώρηση του αρχείου της Αμερικάνικης Σχολής Κλασσικών Σπουδών στην Αθήνα

Είδος	
1. <i>Platanus orientalis</i>	20. <i>Pinus halepensis</i>
2. <i>Populus alba</i>	21. <i>Ceratonia siliqua</i>
3. <i>Brushovitia aparifera</i>	22. <i>Cercis siliquastrum</i>
4. <i>Celtis australis</i>	23. <i>Amygdalus communis</i>
5. <i>Quercus coccifera</i>	24. <i>Punica granatum</i>
6. <i>Quercus robur</i>	25. <i>Ficus carica</i>
7. <i>Quercus ilex</i>	26. <i>Olea chrysophila</i>
8. <i>Quercus suber</i>	27. <i>Olea olaster</i>
9. <i>Quercus aegilops</i>	28. <i>Citrus aurantium</i>
10. <i>Sterkulia diversifolia</i>	29. <i>Vitex angus castus</i>
11. <i>Sophora japonica</i>	30. <i>Nerium oleander</i>
12. <i>Salix fragilis</i>	31. <i>Parkinsonia</i>
13. <i>Salix amplexicaulis</i>	32. <i>Pistacia vera</i>
14. <i>Salix caprea</i>	33. <i>Pistacia lentiscus</i>
15. Τζιτζιφιά	34. <i>Laurus nobilis</i>
16. <i>Cupressus sempervirens</i>	35. <i>Myrtus communis</i>
17. <i>Cupressus orizontalis</i>	36. <i>Acacia cyanophylla</i>
18. <i>Pinus laricio</i>	37. <i>Buxus sempervirens</i>
19. <i>Pinus pinea</i>	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΙ: ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΤΟΥ ΔΑΛΚΑΦΟΥΚΗΣ ΟΙΚΟΣ Ε.Π.Ε.






ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Με το παρόν βεβαιώνουμε ότι η εταιρεία

Δαλκαφούκη Οίκος ΕΠΕ

10χλμ Θεσσαλονίκης - Βέροιας
57008 Θεσσαλονίκη
Ελλάδα

ανέπτυξε και εφαρμόζει ένα **Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας**.

Πεδίο εφαρμογής:
Εμπορία & παραγωγή παραδοσιακών δομικών υλικών & υλικών αποκατάστασης ιστορικών κτιρίων.

Μετά από επιθεώρηση, η οποία τεκμηριώνεται με σχετική έκθεση αξιολόγησης, βεβαιώνεται ότι το Σύστημα Διαχείρισης ικανοποιεί τις απαιτήσεις του προτύπου:

ISO 9001 : 2008

Αριθμός καταχώρησης πιστοποιητικού	484989 QM08
Ημερομηνία πιστοποίησης	2011-05-26
Ισχύει έως	2014-05-25



TGA-ZM-02-90



Michael Drechsel
Γενικός Διευθυντής



Jan Böge
Γενικός Διευθυντής

Accredited Body: DQS GmbH, August-Schanz-Straße 21, 60433 Frankfurt am Main
Issuing Office: DQS Hellas, 6, Dragoumi Street, 14561 Kifissia - Athens, Greece



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΙΙ: ΤΕΧΝΙΚΑ ΔΕΛΤΙΑ ΥΛΙΚΩΝ



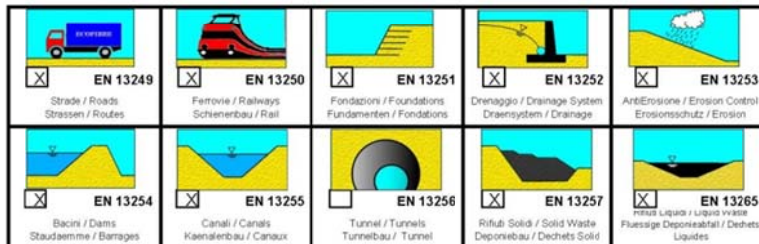
ECOFELT PES-SB 15

NONWOVEN NEEDLED FABRIC
PRODUCED WITH PES (POLYESTER) FIBER, WITHOUT CHEMICAL TREATMENTS

Funzioni / Function / Anwendungen / Function



FEATURES	NORM	U.M	AVERAGE	TOLERANCE
AERIC MASS	UNI EN ISO 9864	gr/mq	150	+/- 10%
THICKNESS (2kPa)	UNI EN ISO 9863	mm.	0,6	+/- 20%
LONGITUDINAL TRACT. RESISTANCE	EN ISO 10319	kN/m	1,5	-0,45
TRASVERSAL TRACT. RESISTANCE	EN ISO 10319	kN/m	1,65	-0,495
LONGITUDINAL ELONGATION	EN ISO 10319	%	50	-20%
TRANSVERSAL ELONGATION	EN ISO 10319	%	50	-20%
ENERGY ABSORPTION INDEX	EN ISO 10318	kJ/m²	0,6	+/- 20%
STATIC PUNCHING	EN ISO 12236	kN	0,28	-0,0825
DYNAMIC PUNCHING	UNI EN ISO 13433	mm.	-	+/- 10%
OPENING SIZE	EN ISO 12956	um.	50	+30%
WATER PERMEABILITY PERP. ON PLANE	EN ISO 11058	m/s	0,078	+/- 30%
DRAINING CAPACITY IN PLANE (2kPa)	EN ISO 12958	m²/s	1,00E-06	+/- 30%
DURABILITY	UNI EN 12224	Predicting durability of minimum 5 years in natural soils with 4 -spH <9 and soil temperature <25 ° Be covered within 2 weeks from installation.		



The above mentioned values have been obtained in Ecofibre SRL laboratory and in accredited outer Laboratories.
The values are real and correct according to our knowledge.

Quality Control Manager
ECOFIBRE s.r.l.

ECOFIBRE s.r.l. Via Paolo Paoletti 10, 51037 Montale (PT) Italia
Tel. +39 0573/959474 Fax +39 0573/959479 info@ecofibre.it, www.ecofibre.it



Groundcover fabric product information

General Properties

Groundcover is a porous material woven from long-lasting polypropylene tapes. Groundcover is suitable for use in both green houses and outside; for professional growers as well as for small gardeners.

Application:

- cultivation of vegetables and fruit
- cultivation of decorative plants and trees
- orchards, nurseries and garden centres
- garden and park hard landscaping
- landscaping of public areas and highway embankments

<u>Technical parameters</u>	<i>Standard</i>	<i>Unit</i>	<i>PPH 90 warp/weft</i>	<i>PPH 100 warp/weft</i>	<i>PPH 130 warp/weft</i>
Area weight	EN 965	g/m ²	90	100	130
Tensile strength	EN ISO 10319	kN/m	20/11	20/14	21/21
Elongation at break	EN ISO 10319	%	13/12	13/12	13/12
CBR – puncture resistance	EN ISO 12236	N	2100	2350	3000

Hydraulic properties

Opening size O ₉₀	EN ISO 12956	mm	0,2	0,2	0,2
Water permeability h = 100 mm (10°C)	EN ISO 11058	l/m ² .s	20	20	20

Rolls sizes

Length of roll	As requested – standard lengths 100 lm or 1000 lm
Width of roll	100, 200, 300, 400 and 500cm

UV stabilization

Colour / kLy	Black 750kLy	White 650kLy	Green 500kLy	Brown 400kLy
Central Europe - years	6	5	4	3

Inappropriate use of some pesticides can lower the UV resistance.

Groundcover has to be placed on clean prepared surfaces without rocks and weeds.