ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΛΑΜΠΡΙΝΗΣ Σ. ΤΑΣΟΥΛΑ

«ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ, ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΑΝΑΤΟΜΙΚΟ-ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΞΗΡΟΦΥΤΙΚΩΝ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ – ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΗΣ ΧΛΩΡΙΔΑΣ, ΥΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ, ΣΕ ΑΣΤΙΚΟ ΦΥΤΟΔΩΜΑ»



ΑΘΗΝΑ 2020

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΛΑΜΠΡΙΝΗΣ Σ. ΤΑΣΟΥΛΑ

«Διερεύνηση της ανάπτυξης, καθώς και ανατομικο-φυσιολογικών παραμέτρων ξηροφυτικών αρωματικών – φαρμακευτικών ειδών της Μεσογειακής χλωρίδας, υπό την επίδραση υδατικής καταπόνησης και διαφορετικών ειδών υποστρώματος, σε αστικό φυτοδώμα»

Τριμελής Επιτροπή

Μαρία Παπαφωτίου, ως Επιβλέπουσα

Γεώργιος Κάργας, ως Μέλος

Γεώργιος Λιακόπουλος, ως Μέλος

Επταμελής Εξεταστική Επιτροπή

Μαρία Παπαφωτίου, Καθηγήτρια, Γ.Π.Α.

Γεώργιος Κάργας, Αναπλ. Καθηγητής, Γ.Π.Α.

Γεώργιος Λιακόπουλος, Επίκ. Καθηγητής, Γ.Π.Α.

Παναγιώτης Νεκτάριος, Καθηγητής, Γ.Π.Α.

Αναστασία Ακουμιανάκη, Αναπλ. Καθηγήτρια, Γ.Π.Α.

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

Δημήτριος Μπιλάλης, Καθηγητής, Γ.Π.Α.

ΑΘΗΝΑ 2020

Η έγκρισις της παρούσης διδακτορικής διατριβής υπό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών δεν υποδηλώνει αποδοχήν των γνώμεων του συγγραφέως
(Νόμος 5343/1932, άρθρο 202)

«Αν ένας τρόπος είναι καλύτερος από έναν άλλο,
τότε σίγουρα είναι ο τρόπος της Φύσης»
<u>Αριστοτέλης</u>



Στον Ευάγγελο…
στην Ευφροσύνη…
και στον Αλέξανδρο…

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου, σε όλους όσους βοήθησαν στην πραγματοποίηση της Διδακτορικής αυτής Διατριβής. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω την Πρόεδρο του Τμήματος Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής και Διευθύντρια του Εργαστηρίου Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Καθηγήτρια Δρ. Μαρία Παπαφωτίου, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεση του θέματος, για τη συνεχή της παρακολούθηση και ενθάρρυνση, καθώς και την εξαιρετική συνεργασία μας, από το στάδιο του σχεδιασμού μέχρι την παρουσίαση της εργασίας.

Εκφράζω τις θερμές μου ευχαριστίες στον Αναπληρωτή Καθηγητή του Εργαστηρίου Γεωργικής Υδραυλικής Δρ. Γεώργιο Κάργα και στον Επίκουρο Καθηγητή του Εργαστηρίου Φυσιολογίας και Μορφολογίας φυτών, Δρ. Γεώργιο Λιακόπουλο, για τις καθοριστικές υποδείξεις τους, καθώς και για την παραγωγική συνεργασία μας καθ' όλη τη διάρκεια των πειραμάτων.

Επίσης, ένα μεγάλο ευχαριστώ, θα ήθελα να εκφράσω στον Καθηγητή του Εργαστηρίου Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας Δρ. Κωνσταντίνο Φασσέα, για την πολύτιμη βοήθειά του, στη χρήση του οπτικού μικροσκοπίου και της ψηφιακής απεικόνισης του ελάσματος των φυτικών ειδών των πειραμάτων.

Ευχαριστώ τους φίλους και συναδέλφους, Δρ. Κώστα Μπερτσουκλή και Δρ. Νίκο Ντούλα, μέλη ΕΔΙΠ του Εργαστηρίου Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, για την ηθική συμπαράστασή τους και την άμεση βοήθειά τους σε πρακτικά θέματα των πειραμάτων.

Ιδιαιτέρως θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κ.κ. Μαργαρίτα Φουσκάκη, Ρεβέκκα Κεφαλοπούλου και Δημήτρη Γαλάνη για την άρτια και ευχάριστη συνεργασία μας τον πρώτο χρόνο των πειραμάτων που αφορούσαν στο *A. halimus*, στο *A. maritimus* και στο *L. cretica*.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους τέσσερις γονείς μου, καθώς και την Έλλη και τη Μαρία, για τη θετική τους στάση και για τη βοήθεια που μου προσέφεραν.

Ευχαριστώ τα παιδιά μου για την υπομονή τους και την ψυχική δύναμη που με γέμιζαν, όσο διήρκησε το ερευνητικό μου αυτό ταξίδι.

Ευχαριστώ κυρίως τον σύζυγό μου, για το ότι είναι η έμπνευση, το στήριγμα και η κινητήριος δύναμη σε ότι κάνω…

Λαμπρινή Σ. Τασούλα

Αθήνα 2020

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ 5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ 13
ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ 15
ABSTRACT 15
KEY WORDS 17
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ 17
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 18
1.1 Φυτεμένο δώμα 18
1.2 Ιστορική αναδρομή των φυτοδωμάτων 20
1.3 Τύποι φυτοδωμάτων 21
1.3.1 Εκτατικός τύπος 21
1.3.2 Εντατικός τύπος 23
1.3.3 Ημιεντατικός τύπος 24
1.4 Πλεονεκτήματα φυτοδωμάτων 24
1.4.1 Περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα 24
1.4.1.1 Εξοικονόμηση ενέργειας 24
1.4.1.2 Μείωση του φαινομένου της θερμικής νησίδας 25
1.4.1.3 Μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης 25
1.4.1.4 Μείωση της ηχορύπανσης 25
1.4.1.5 Μείωση του όγκου των όμβριων υδάτων και καθυστέρηση της απορροής τους 26
1.4.1.6 Ενίσχυση της αισθητικής αξίας του τοπίου 27
1.4.2 Οικολογικά πλεονεκτήματα 27
1.4.3 Κοινωνικά πλεονεκτήματα 28
1.4.3.1 Ψυχική και σωματική υγεία 28
1.4.3.2 Εκπαίδευση 28
1.4.3.3 Αστικές καλλιέργειες 29
1.4.4 Οικονομικά πλεονεκτήματα 29
1.5 Μειονεκτήματα φυτοδωμάτων 30
1.6 Κατασκευή φυτεμένων δωμάτων 30

1.6.1 Μονωτικό στρώμα 31
1.6.2 Προστατευτικό στρώμα – φράγμα ριζών 31
1.6.3 Στεγανωτική μεμβράνη 31
1.6.4 Αποστραγγιστικό στοιχείο 32
1.6.5 Διηθητικό φίλτρο 34
1.6.6 Υπόστρωμα ανάπτυξης – υλικά 34
1.6.6.1 Κομπόστα (Compost) 36
1.6.6.2 Κομπόστα από στέμφυλα οινοποιίας 38
1.6.6.3 Σχιστόλιθος 40
1.6.6.4 Περλίτης 41
1.6.6.5 Ελαφρόπετρα 41
1.6.6.6 Πετροβάμβακας 42
1.6.6.7 Τέφρα 42
1.6.7 Φυτικό υλικό 42
1.6.7.1 Αυτοφυή φυτά σε φυτοδώματα 42
1.6.7.2 Μεσογειακά φυτικά είδη σε φυτοδώματα 44
1.6.7.3 Αρωματικά – φαρμακευτικά φυτά (ΑΦΦ) 44
1.7 Το είδος *Convolvulus cneorum* 45
1.7.1 Ονομασία, Καταγωγή, Βοτανική ταξινόμηση, Χαρακτηριστικά 45
1.7.2 Ιδιότητες - Χρήσεις 47
1.7.3 Πολλαπλασιασμός 47
1.8 Το είδος *Origanum dictamnus* 48
1.8.1 Ονομασία, Καταγωγή, Βοτανική ταξινόμηση, Χαρακτηριστικά 48
1.8.2 Ιδιότητες – Χρήσεις 52
1.8.3 Πολλαπλασιασμός – Επιχειρηματική καλλιέργεια 54
1.9 Το είδος *Sideritis athoa* 56
1.9.1 Ονομασία, Καταγωγή, Βοτανική ταξινόμηση, Χαρακτηριστικά 56
1.9.2 Ιδιότητες – Χρήσεις 58
1.9.3 Πολλαπλασιασμός – Καλλιέργεια 59
1.10 Το είδος *Atriplex halimus* 61
1.10.1 Ονομασία, Καταγωγή, Βοτανική ταξινόμηση, Χαρακτηριστικά 61
1.10.2 Ιδιότητες – Χρήσεις 64
1.10.3 Πολλαπλασιασμός 65

1.11 Το είδος *Asteriscus maritimus* 65
1.11.1 Ονομασία, Καταγωγή, Βοτανική ταξινόμηση, Χαρακτηριστικά 65
1.11.2 Ιδιότητες – Χρήσεις 67
1.11.3 Πολλαπλασιασμός 68
1.12 Το είδος *Lomelosia cretica* 68
1.12.1 Ονομασία, Καταγωγή, Βοτανική ταξινόμηση, Χαρακτηριστικά 68
1.12.2 Ιδιότητες – Χρήσεις 70
1.12.3 Πολλαπλασιασμός 70
1.13 Οι φαρμακευτικές ιδιότητες των φυτικών ειδών του πειράματος 71
1.14 Φυσιολογικές και ανατομικές παράμετροι 72
1.14.1 Η στοματική αντίσταση 72
1.14.2 Η μέγιστη φωτοχημική απόδοση του φωτοσυστήματος ΙΙ 72
1.14.3 Η συγκέντρωση των χλωροφυλλών ($Chl_{ολ}$) 73
1.14.4 Το σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) 74
1.14.5 Το πάχος του ελάσματος 74
1.14.6 Μορφολογικά και ανατομικά χαρακτηριστικά του ελάσματος 74
1.14.7 Αποδοτικότητα χρήσης του νερού (WUE) 75
1.15 Ο σκοπός του πειράματος 76
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ 77
2.1 Φυτικό υλικό 77
2.2 Μεταφύτευση – Εγκατάσταση φυτικού υλικού 78
2.3 Σύστημα υποδομής πειραματικών τεμαχίων 80
2.4 Υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών 81
2.3.1 Τύποι υποστρώματος 81
2.3.2 Βάρος υποστρώματος 82
2.4 Άρδευση 83
2.5 Λίπανση 85
2.6 Φυτοπροστασία 85
2.7 Μετεωρολογικά δεδομένα πειραμάτων 87
2.8 Περιγραφή πειραμάτων 89
2.9 Μετρήσεις ανθοφορίας 94
2.10 Προσδιορισμός νωπού και ξηρού βάρους 95
2.11.1 Προσδιορισμός νωπού και ξηρού βάρους υπέργειου μέρους φυτού 95

2.11.2 Προσδιορισμός νωπού και ξηρού βάρους ταξιανθιών 96
2.11.3 Προσδιορισμός νωπού και ξηρού βάρους ριζικού συστήματος 96
2.11 Προσδιορισμός στοματικής αντίστασης (r_s) 98
2.12 Προσδιορισμός μέγιστης φωτοχημικής απόδοσης του φωτοσυστήματος II (Φ_{PSIIo}) 99
2.13 Προσδιορισμός της συγκέντρωσης των χλωροφυλλών ($Chl_{ολ}$) 100
2.14 Προσδιορισμός του σχετικού περιεχομένου σε νερό (RWC) 101
2.15 Προσδιορισμός του πάχους του ελάσματος 101
2.16 Υπολογισμός της αποδοτικότητας χρήσης του νερού (WUE) 102
2.17 Παρατήρηση/απεικόνιση δομής ελάσματος φύλλου 102
2.18 Προσδιορισμός της υγρασίας του υποστρώματος (Θ) 102
2.19 Προσδιορισμός φυσικών και χημικών ιδιοτήτων των υποστρωμάτων 103
2.20 Υπολογισμός εδαφοκάλυψης 104
2.21 Πειραματικό σχέδιο – Στατιστική επεξεργασία 105
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ 106
3.1 Επεξεργασία μετεωρολογικών δεδομένων 106
3.2 Φυσικές και χημικές ιδιότητες υποστρωμάτων 109
3.3 Αποτελέσματα για το φυτικό είδος *Convolvulus cneorum* 114
3.3.1 Ανάπτυξη μέσης διαμέτρου 114
3.3.2 Ανάπτυξη ύψους 117
3.3.3 Αριθμός πλαγίων βλαστών 119
3.3.4 Αριθμός ανθέων 122
3.3.5 Νωπό και ξηρό βάρος υπέργειου μέρους 123
3.3.6 Ξηρό βάρος ριζικού συστήματος 124
3.3.7 Στοματική αντίσταση (r_s) 125
3.3.8 Μέγιστη φωτοχημική απόδοση του φωτοσυστήματος II (Φ_{PSIIo}) 129
3.3.9 Συγκέντρωση των χλωροφυλλών ($Chl_{ολ}$) 133
3.3.10 Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) 133
3.3.11 Προσδιορισμός του πάχους του ελάσματος 134
3.3.12 Αποδοτικότητα χρήσης του νερού (WUE) 135
3.3.13 Μορφολογικές και ανατομικές παρατηρήσεις της δομής του ελάσματος 135
3.3.14 Οπτική παρατήρηση πειραματικών τεμαχίων 137
3.3.15 Συζήτηση 140

3.4 Αποτελέσματα για το φυτικό είδος *Origanum dictamnus* 147
3.4.1 Ανάπτυξη μέσης διαμέτρου 147
3.4.2 Ανάπτυξη ύψους 150
3.4.3 Αριθμός πλαγίων βλαστών 153
3.4.4 Αριθμός, νωπό και ξηρό βάρος ταξιανθιών 155
3.4.5 Νωπό και ξηρό βάρος υπέργειου μέρους 157
3.4.6 Ξηρό βάρος ριζικού συστήματος 157
3.4.7 Στοματική αντίσταση (r_s) 158
3.4.8 Μέγιστη φωτοχημική απόδοση του φωτοσυστήματος II (Φ_{PSIIo}) 162
3.4.9 Συγκέντρωση των χλωροφυλλών ($Chl_{ολ}$) 165
3.4.10 Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) 166
3.4.11 Προσδιορισμός του πάχους του ελάσματος 167
3.4.12 Αποδοτικότητα χρήσης του νερού (WUE) 168
3.4.13 Μορφολογικές και ανατομικές παρατηρήσεις της δομής του ελάσματος 168
3.4.14 Οπτική παρατήρηση πειραματικών τεμαχίων 170
3.4.15 Συζήτηση 173
3.5 Αποτελέσματα για το φυτικό είδος *Sideritis athoa* 179
3.5.1 Ανάπτυξη μέσης διαμέτρου 179
3.5.2 Ανάπτυξη ύψους 183
3.5.3 Αριθμός πλαγίων βλαστών 185
3.5.4 Αριθμός ταξιανθιών 187
3.5.5 Ξηρό βάρος υπέργειου μέρους 189
3.5.6 Ξηρό βάρος ριζικού συστήματος 190
3.5.7 Στοματική αντίσταση (r_s) 190
3.5.8 Μέγιστη φωτοχημική απόδοση του φωτοσυστήματος II (Φ_{PSIIo}) 194
3.5.9 Συγκέντρωση των χλωροφυλλών ($Chl_{ολ}$) 198
3.5.10 Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) 199
3.5.11 Προσδιορισμός του πάχους του ελάσματος 199
3.5.12 Αποδοτικότητα χρήσης του νερού (WUE) 200
3.5.13 Μορφολογικές και ανατομικές παρατηρήσεις της δομής του ελάσματος 201
3.5.14 Οπτική παρατήρηση πειραματικών τεμαχίων 203

3.5.15 Συζήτηση 206
3.6 Αποτελέσματα για το φυτικό είδος *Atriplex halimus* 213
3.6.1 Ανάπτυξη μέσης διαμέτρου 213
3.6.2 Ανάπτυξη ύψους 216
3.6.3 Αριθμός πλαγίων βλαστών 218
3.6.4 Αριθμός, νωπό και ξηρό βάρος ταξιανθιών 221
3.6.5 Νωπό και ξηρό βάρος υπέργειου μέρους 222
3.6.6 Νωπό και ξηρό βάρος ριζικού συστήματος 224
3.6.7 Στοματική αντίσταση (r_s) 226
3.6.8 Μέγιστη φωτοχημική απόδοση του φωτοσυστήματος ΙΙ (Φ_{PSIIo}) 229
3.6.9 Συγκέντρωση των χλωροφυλλών ($Chl_{ολ}$) 233
3.6.10 Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) 234
3.6.11 Προσδιορισμός του πάχους του ελάσματος 235
3.6.12 Αποδοτικότητα χρήσης του νερού (WUE) 235
3.6.13 Μορφολογικές και ανατομικές παρατηρήσεις της δομής του ελάσματος 236
3.6.14 Οπτική παρατήρηση πειραματικών τεμαχίων 238
3.6.15 Συζήτηση 240
3.7 Αποτελέσματα για το φυτικό είδος *Asteriscus maritimus* 245
3.7.1 Ανάπτυξη μέσης διαμέτρου 245
3.7.2 Ανάπτυξη ύψους 248
3.7.3 Αριθμός και μέσο μήκος πλαγίων βλαστών 251
3.7.4 Αριθμός ανθέων 252
3.7.5 Εδαφοκάλυψη και αυτοσπορά 253
3.7.6 Στοματική αντίσταση (r_s) 254
3.7.7 Μέγιστη φωτοχημική απόδοση του φωτοσυστήματος ΙΙ (Φ_{PSIIo}) 258
3.7.8 Συγκέντρωση των χλωροφυλλών ($Chl_{ολ}$) 262
3.7.9 Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) 263
3.7.10 Προσδιορισμός του πάχους του ελάσματος 264
3.7.11 Μορφολογικές και ανατομικές παρατηρήσεις της δομής του ελάσματος 264
3.7.12 Οπτική παρατήρηση πειραματικών τεμαχίων 267
3.7.13 Συζήτηση 269
3.8 Αποτελέσματα για το φυτικό είδος *Lomelosia cretica* 275

3.8.1 Ανάπτυξη μέσης διαμέτρου 275
3.8.2 Ανάπτυξη ύψους 278
3.8.3 Αριθμός πλαγίων βλαστών 281
3.8.4 Αριθμός ταξιανθιών και αριθμός καρποταξιών 282
3.8.5 Νωπό και ξηρό βάρος υπέργειου μέρους 285
3.8.6 Νωπό και ξηρό βάρος ριζικού συστήματος 286
3.8.7 Στοματική αντίσταση (r_s) 287
3.8.8 Μέγιστη φωτοχημική απόδοση του φωτοσυστήματος II (Φ_{PSIIo}) 290
3.8.9 Συγκέντρωση των χλωροφυλλών ($Chl_{ολ}$) 294
3.8.10 Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) 295
3.8.11 Προσδιορισμός του πάχους του ελάσματος 295
3.8.12 Αποδοτικότητα χρήσης του νερού (WUE) 296
3.8.13 Μορφολογικές και ανατομικές παρατηρήσεις της δομής του ελάσματος 297
3.8.14 Οπτική παρατήρηση πειραματικών τεμαχίων 298
3.8.15 Συζήτηση 302
3.9 Αποτελέσματα πειραμάτων θερμοκηπίου 306
3.9.1 Ανάπτυξη τελικής μέσης διαμέτρου 306
3.9.2 Ανάπτυξη τελικού ύψους 307
3.9.3 Τελικός αριθμός πλαγίων βλαστών 308
3.9.4 Ξηρό βάρος υπέργειου μέρους 309
3.9.5 Αποδοτικότητα χρήσης του νερού (WUE) 310
3.10 Συγκριτικά αποτελέσματα πειραμάτων στο φυτοδώμα - Συζήτηση 311
3.10.1 Επιδράσεις των κύριων παραγόντων 311
3.10.2 Επιδράσεις των επεμβάσεων 313
3.10.3 Συγκρίσεις ξηρού βάρους υπέργειου μέρους του φυτού 314
3.10.4 Συγκρίσεις στοματικής αντίστασης (r_s) πριν και μετά την άρδευση 316
3.10.5 Συγκρίσεις μέγιστης φωτοχημικής απόδοσης του φωτοσυστήματος II (Φ_{PSIIo}) πριν και μετά την άρδευση 317
3.10.6 Συγκρίσεις συγκέντρωσης των χλωροφυλλών ($Chl_{ολ}$), σχετικού περιεχομένου σε νερό (RWC) και πάχους ελάσματος 319
3.10.7 Συγκρίσεις της αποδοτικότητας χρήσης του νερού (WUE) 322
3.11 Σύγκριση πειραματικών αποτελεσμάτων φυτοδώματος και θερμοκηπίου

αναφορικά με WUE 323
3.12 Συζήτηση – Συμπεράσματα γενικά 328
4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 335
4.1 Διεθνής βιβλιογραφία 335
4.2 Ελληνική βιβλιογραφία 366
5. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 378
5.1 Παράρτημα Ι (Λοιπά μετεωρολογικά δεδομένα) 374
5.2 Παράρτημα ΙΙ (Δείγματα βιοποικιλότητας στο φυτοδώμα του ΓΠΑ) 385
5.3 Παράρτημα ΙΙΙ (Μετρήσεις υγρασίας των υποστρωμάτων) 389
ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ 390

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα φυτοδώματα, μέσω της καλλιέργειας ιθαγενών φυτών, συνεισφέρουν στην αύξηση της βιοποικιλότητας και των οικοτόπων σε αστικές περιοχές. Στην παρούσα μελέτη διερευνήθηκε η ανάπτυξη, καθώς και ανατομικο-φυσιολογικές παράμετροι ξηροφυτικών, αρωματικών - φαρμακευτικών ειδών της Μεσογειακής χλωρίδας, υπό την επίδραση υδατικής καταπόνησης και διαφορετικών ειδών υποστρώματος, σε αστικό φυτοδώμα. Έρριζα μοσχεύματα των φυτικών ειδών *Convolvulus cneorum* L., *Origanum dictamnus* L., *Sideritis athoa* L., *Atriplex halimus* L., *Asteriscus maritimus* (L.) Greuter και *Lomelosia cretica* (L.) Greuter & Burdet, φυτεύτηκαν σε πειραματικά τεμάχια, με υποδομή φυτοδώματος (στρώμα συγκράτησης του νερού και προστασίας της μόνωσης, αποστραγγιστικό στοιχείο και διηθητικό φύλλο), σε ένα πλήρως εκτεθειμένο δώμα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Χρησιμοποιήθηκαν δύο υποστρώματα ανάπτυξης, ήτοι κομπόστα στέμφυλων (ΚΣ): περλίτης (Π): έδαφος (Ε): ελαφρόπετρα (ΕΛ) (3:3:2:2, v/v) ή ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v, με βάθος 10 cm. Κατά τη θερινή περίοδο (Μάιο – Σεπτέμβριο), των ετών 2011, 2012, 2013 και 2014, εφαρμόστηκαν δύο συχνότητες άρδευσης, κανονική και αραιή, όταν η υγρασία του υποστρώματος ήταν 17 - 20% και 5 - 11% v/v, αντίστοιχα. Το εδαφικό υπόστρωμα ευνόησε τις περισσότερες παραμέτρους ανάπτυξης του *C. cneorum*, λιγότερες του *A. halimus*, ενώ στο *L. cretica*, ευνόησε μόνο το τελικό ύψος των φυτών. Η συχνότητα της αραιής άρδευσης επέδρασε αρνητικά στις περισσότερες παραμέτρους ανάπτυξης του *O. dictamnus*, του *A. halimus* και του *L. cretica*, ενώ στο *S. athoa* και στο *A. maritimus* επηρέασε αρνητικά μόνο τον αριθμό των πλαγίων βλαστών. Η στοματική αντίσταση (r_s) και των έξι φυτικών ειδών ήταν αυξημένη τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο μία μέρα πριν την άρδευση στα φυτά που αρδεύονταν αραιά υποδεικνύοντας υδατική καταπόνηση. Οι τιμές της r_s επανέρχονταν το φθινόπωρο στις χαμηλές τους τιμές υποδεικνύοντας το τέλος της υδατικής καταπόνησης. Η συχνότητα της αραιής άρδευσης αύξησε το πάχος του ελάσματος όλων των φυτικών ειδών ως αποτέλεσμα υδατικής καταπόνησης. Στο *O. dictamnus* και στο *A. maritimus* αυτό έγινε σε συνδυασμό με το εδαφικό υπόστρωμα. Η συχνότητα της αραιής άρδευσης μείωσε την τιμή της μέγιστης φωτοχημικής απόδοσης του φωτοσυστήματος ΙΙ (Φ_{PSIIo}), μετρούμενη πριν και μετά από εφαρμογή άρδευσης, στο *A. maritimus* και στο *L. cretica*, ενώ την αύξησε μετά από εφαρμογή άρδευσης στο *A. halimus*. Επίσης μείωσε την τιμή της συγκέντρωσης χλωροφυλλών ($Chl_{ολ}$) όλων των φυτικών ειδών, εκτός του *S. athoa*. Στο *C. cneorum*, στο *O.dictamnus* και στο *L. cretica*

η επίδραση αυτή φάνηκε μόνο υπό την παρουσία εδάφους στο υπόστρωμα. Παρότι μια μέρα πριν από άρδευση τα αραιώς αρδευόμενα φυτά είχαν τις μικρότερες τιμές Φ_{PSIIo}, ποτέ αυτές δεν έπεσαν σε κρίσιμα επίπεδα, αποκλείοντας μη αντιστρεπτές βλάβες στο φωτοσύστημα ΙΙ, ενώ μία μέρα μετά από άρδευση οι τιμές της Φ_{PSIIo} επανέρχονταν πλήρως σε φυσιολογικές τιμές. Η συμμετοχή του εδάφους στο υπόστρωμα ευνόησε την αποδοτικότητα χρήσης νερού (WUE) του *C. cneorum* ενώ στα είδη *A. halimus* και *L. cretica* η WUE ευνοήθηκε από τη συχνότητα της αραιής άρδευσης. Μεγαλύτερες τιμές WUE επέδειξε το *S. athoa* καλλιεργούμενο σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση, ενώ σε εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση οι τιμές WUE του *S. athoa* ήταν όμοιες με του *C. cneorum*. Παράλληλα, διεξήχθη θερμοκηπιακό πείραμα όπου μελετήθηκε η επίδραση της συχνότητας άρδευσης καθώς και του είδους του υποστρώματος, στην ανάπτυξη και στην αποδοτικότητα χρήσης του νερού (WUE), των φυτικών ειδών *C. cneorum, O. dictamnus* και *S. athoa*, έτσι ώστε τα αποτελέσματα να συγκριθούν με τα αντίστοιχα του φυτοδώματος. Έρριζα μοσχεύματα φυτεύτηκαν σε γλάστρες τον Μάιο του 2013, σε θερμοκήπιο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών σε δύο υποστρώματα ανάπτυξης, βάθους 10 cm, ήτοι Κομπόστα Στέμφυλων (ΚΣ): Περλίτης (Π): Έδαφος (Ε): Ελαφρόπετρα (ΕΛ) (3:3:2:2, v/v) ή όπως το ανωτέρω αλλά με αντικατάσταση του εδάφους από ελαφρόπετρα (ήτοι ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v). Εφαρμόστηκαν δύο συχνότητες άρδευσης, κάθε 4 ημέρες (κανονική) και κάθε 7 ημέρες (αραιή). Το *C. cneorum* ήταν το φυτό που ανέπτυξε μεγαλύτερο ύψος, μεγαλύτερο ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους του φυτού και μεγαλύτερη WUE. Εντούτοις, οι τιμές της WUE που επέδειξε σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση, είναι συγκρίσιμες με του *O. dictamnus* και του *S. athoa*. Η συχνότητα της αραιής άρδευσης επέδρασε αρνητικά στο ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους και των τριών φυτικών ειδών. Το εδαφικό υπόστρωμα ευνόησε το ξ.β. και την WUE του *C. cneorum* και στο φυτοδώμα και στο θερμοκήπιο και του *S. athoa* το ξ.β. και την WUE στο θερμοκήπιο. Και τα τρία φυτικά είδη φαίνεται πως κατά την υδατική καταπόνηση, ακολουθούν τη στρατηγική της αποφυγής με οικονομία νερού, ώστε να αποδίδουν ικανοποιητικά σε ξηρό βάρος και τελικά να έχουν και ικανοποιητική αποδοτικότητα χρήσης του νερού. Εν κατακλείδι, τα Μεσογειακά ξηροφυτικά, αρωματικά - φαρμακευτικά είδη *C. cneorum, O.dictamnus, S. athoa, A. halimus, A. maritimus* και *L. cretica,* παρουσίασαν ικανοποιητική ανάπτυξη ενώ καλλιεργήθηκαν υπό αραιή άρδευση και σε μη εδαφικό υπόστρωμα (ελαφρύ), αναπτύσσοντας στρατηγικές εγκλιματισμού και προστατεύοντας τις φυσιολογικές τους λειτουργίες. Με παρακολούθηση των απαιτήσεων υγρασίας των

φυτών κατά την ανθοφορία, αναπροσαρμόζοντας το διάστημα μεταξύ αραιών αρδεύσεων στο *O. dictamnus* και στο *A. maritimus*, καθώς και με αντιμετώπιση των εντομολογικών εχθρών του *S. athoa* με οικολογικά σκευάσματα και τα έξι, αποτελούν φυτικά είδη πολλά υποσχόμενα για χρήση σε εκτατικού τύπου φυτοδώματα.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Κονβόλβουλος, δίκταμος, σιδερίτης, αλιμιά, αστερίσκος, λομελόζια, ταρατσόκηπος, Μεσογειακό αυτοφυές φυτό, βάρος υποστρώματος, κόμποστ στεμφύλων, έδαφος, ελαφρόπετρα, περλίτης, στοματική αντίσταση, φωτοχημική ικανότητα, αρωματικά φυτά, φαρμακευτικά φυτά, αποδοτικότητα χρήσης νερού.

ABSTRACT

Green roofs contribute to increasing biodiversity and habitats in urban areas, by cultivating native plants on them. This study investigated the growth and anatomic-physiological parameters of aromatic - medicinal species of the Mediterranean flora under the effect of water stress and different types of substrate, on a green roof. Rooted cuttings of the plant species *Convolvulus cneorum* L.*, Origanum dictamnus* L.*, Sideritis athoa* L.*, Atriplex halimus* L.*, Asteriscus maritimus*(L.) Greuter and *Lomelosia cretica* (L.) Greuter & Burdet, were planted in experimental modules with a green roof infrastructure (substrate moisture retention and protection of the insulation mat, drainage element, and filter sheet) on a fully exposed flat roof at the Agricultural University of Athens. Two types of substrate, 10 cm deep, were used, one with soil, i.e. grape marc compost: perlite: soil: pumice (3:3:2:2, v/v) and a lighter one, without soil, i.e. grape marc compost: perlite: pumice (3:3:4, v/v). Two irrigation frequencies were applied during the dry period (May-September), normal and sparse, when substrate moisture was 17-20% and 5-11%, respectively. Soil substrate favored most of the growth parameters of *C. cneorum*, fewer of the *A. halimus*, while in *L. cretica*, it favored only the final height. The frequency of sparse irrigation negatively influenced most of the growth parameters of *O. dictamnus*, *A. halimus* and *L. cretica*, while in *S. athoa* and *A. maritimus* only the number of shoots were negatively influenced by sparse irrigation. In all six plant species, stomatal resistance ($r_{s)}$ was increased in July and August one day before irrigation in sparsely irrigated plants indicating water stress. In autumn r_s values were normal again, indicating the end of water stress. As a result of

water stress, sparse irrigation increased the thickness of the leaf in all plant species, in *O. dictamnus* and *A. maritimus*, in combination with the soil substrate. Sparse irrigation reduced the maximum quantum yield of PSII (Φ_{PSIIo}) before and after the application of irrigation in *A. maritimus* and *L. cretica*, while it increased Φ_{PSIIo} after an irrigation event in *A. halimus.* Sparse irrigation reduced $Chl_{o\lambda}$ of all plant species, other than *S. athoa*, while in *C. cneorum*, *O. dictamnus* and *L. cretica* this effect was evident only in the presence of soil on the substrate. Although one day before irrigation, the sparsely irrigated plants had the lower Φ_{PSIIo} values, never they fell to critical levels, excluding irreversible damage to the photosynthetic apparatus, while one day after the irrigation event, Φ_{PSIIo} values returned to the normal levels completely. Soil's participation in the substrate favored water use efficiency (WUE) in *C. cneorum*, while in *A. halimus* and *L. cretica* WUE was favored by sparse irrigation's frequency. Higher WUE values were observed in S. athoa grown on soilless substrate under sparse irrigation, whereas on soil substrate under normal irrigation the WUE values of *S. athoa* were similar to *C. cneorum*. At the same time, a greenhouse experiment was conducted where the effect of irrigation frequency was studied as well as the type of substrate on the growth and water use efficiency of *C. cneorum, O. dictamnus* and *S. athoa*, in order to compare the results with those of the green roof. Plantlets were planted in pots in May 2013 in a greenhouse of the Agricultural University of Athens. Two types of substrate with 10 cm depth were used, grape marc compost: perlite: soil: pumice (3:3:2:2, v/v) and grape marc compost: perlite: pumice (3:3:4, v/v), and two irrigation frequencies every 4 days (normal) and every 7 days (sparse). *C. cneorum* was the species that developed bigger height, higher overhead dry weight and the largest WUE. However, WUE prices of *C. cneorum* when cultured at the soilless substrate under sparse irrigation are comparable to WUE prices of *O. dictamnus* and *S. athoa.* The frequency of sparse irrigation adversely affected the above ground dry weight of all three plant species. Soil substrate favored the above ground dry weight and WUE of *C. cneorum* in both green roof and green house and of *S. athoa* the above ground dry weight in the green house. It seems that all three plant species develop the strategy of avoidance functioning as water savers, so as to produce sufficient dry weight and ultimately water use efficiency. In conclusion, the Mediterranean xerophytes aromatic - pharmaceutical species *C. cneorum, O. dictamnus, S. athoa, A. halimus, A. maritimus* and *L. cretica*, had satisfying growth while being cultivated under sparse irrigation and soilless substrate (light), developing water stress acclimatization strategies and protecting their physiological functions. By monitoring

the plant's moisture requirements during flowering, adjusting the interval between sparse irrigation to *O. dictamnus* and *A. maritimus*, as well as by confronting the entomologist enemies of *S. athoa* with ecological methods, all six plant species are promising for use in Mediterranean, urban extensive green roofs.

KEY WORDS

Convolvulus, *Origanum*, *Sideritis*, *Atriplex*, *Asteriscus*, *Lomelosia*, green roof, Mediterranean native plant, substrate weight, grape marc compost, soil, pumice, perlite, stomatal resistance, maximum quantum yield of PSII, aromatic plants, medicinal plants, water use efficiency.

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

EAW	Άμεσα διαθέσιμο νερό
WUE	Αποδοτικότητα χρήσης του νερού
ΑΦΦ	Αρωματικά – φαρμακευτικά φυτά
EC	Ηλεκτρική αγωγιμότητα
Φ_{PSIIo}	Μέγιστη φωτοχημική απόδοση του φωτοσυστήματος ΙΙ
ν.β	Νωπό βάρος
ξ.β.	Ξηρό βάρος
r_s	Στοματική αντίσταση
$Chl_{ολ}$	Συγκέντρωση των χλωροφυλλών
RWC	Σχετικό περιεχόμενο σε νερό
Θs	Υγρασία κορεσμού
Θ	Υγρασία υποστρώματος
Ks	Υδραυλική αγωγιμότητα στον κορεσμό
ΡΦ	Φαινόμενη πυκνότητα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Φυτεμένο δώμα

Σήμερα, που ο παγκόσμιος αστικός πληθυσμός ξεπερνά το 50% του συνολικού παγκόσμιου πληθυσμού, το άμεσο περιβάλλον για τον άνθρωπο είναι πλέον το αστικό και όχι το φυσικό. Στην Ευρώπη 4 στους 5 πολίτες ζουν σε πόλεις, αμφιβόλου βιωσιμότητας μια και η φύση έχει υποταχθεί στις ανάγκες της παραγωγής και της κατανάλωσης του αστικού πληθυσμού, άκομψα τιθασευμένη σε τεχνητά περιβάλλοντα. Τεράστιες Ευρωπαϊκές αστικές περιοχές αντιμετωπίζουν περιβαλλοντικές προκλήσεις που αφορούν στην ποιότητα του αέρα, στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, στην ηχορύπανση, στη μειωμένη βιοποικιλότητα, κ.λ.π. (Yan *et al*., 2019, European Commission, 2007).

Το αδιαμφισβήτητο γεγονός της υπερθέρμανσης του πλανήτη που προκαλεί κλιματικές αλλαγές συνεχώς (Nila *et al*., 2019, IPCC, 2007), οδηγεί σε διαφοροποίηση της βλάστησης (Sanguesa – Barreda *et al*., 2019) και σε προβλέψεις πως τα επόμενα 30 – 90 χρόνια, θα υπάρξουν σοβαρές και εκτεταμένες ξηρασίες λόγω λειψυδρίας και αυξημένης εξάτμισης (Dai, 2013). Λόγω των παραπάνω, απαιτούνται περιβαλλοντικές στρατηγικές, όπως είναι οι «πράσινες κατασκευές» και τα «πράσινα δίκτυα» (Gill *et al.*, 2007), τα οποία θα παίξουν δυναμικό ρόλο στο αστικό περιβάλλον, στο βιοτικό επίπεδο και στην υγεία των πολιτών (Kondo *et al*., 2018, Santamouris, 2014, Cameron *et al.*, 2012).

Τα φυτοδώματα αποτελούν μια δυναμική και οικολογική προσέγγιση για τις υποβαθμισμένες αστικές περιοχές, γι' αυτό και τις τελευταίες δεκαετίες οι «πράσινες στέγες» είναι το αγαπημένο επιστημονικό αντικείμενο πολλών ερευνητών (Jusselme *et al*., 2019, Silva *et al*., 2018, Moore *et al.*, 2017, William *et al.*, 2016, Vijayaraghavan, 2016, Berardi *et al.*, 2014, Papafotiou *et al.*, 2013, Santamouris, 2014, Bowler *et al.*, 2010, Dunnett & Kingsbury, 2008), δίνοντας λύση σε πολλά θέματα της καθημερινότητας. Θα μπορούσε κανείς να πει ότι τα φυτοδώματα προάγουν την «Ανθρώπινη, Κοινωνική και Περιβαλλοντική Αειφορία».

Με τον όρο «φυτεμένο δώμα» ή «φυτοδώμα» περιγράφεται μία φυτοκαλλυμένη επιφάνεια το υπόστρωμα της οποίας δεν έχει επαφή με το φυσικό έδαφος. Για τα φυτοδώματα έχουν διατυπωθεί και επικρατήσει διάφορες ορολογίες. Ο όρος «πράσινες στέγες» (*green roofs*) χρησιμοποιείται για να περιγράψει επιφάνειες καλλωπιστικής

αλλά και φυσικής φύτευσης (Ζαχαροπούλου, 2004). Ο όρος «κήποι δωμάτων» (roof gardens ή rooftop gardens) που διατυπώθηκε από τον Brownlie (1900) περιγράφει επιφάνειες καλλωπιστικής κυρίως φύτευσης, με υπόστρωμα απομονωμένο από το περιβάλλον και οι οποίες βρίσκονται πάνω σε δομική κατασκευή ενός τουλάχιστον ορόφου.

Ο όρος «οικολογικά δώματα» (eco roofs) χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένα εκτεταμένο δώμα με φυσική εγκατάσταση φυτών (English Natural Research Reports, 2003). Συνήθως τα οικολογικά δώματα είναι καλυμμένα με πράσινα φυτά κατά τη διάρκεια όλου του χρόνου. Πρακτικά, το φυτοδώμα είναι ένα μηχανικά μελετημένο οικοσύστημα, κυρίως από ελαφριά υλικά (Susca *et al.*, 2011), αποτελούμενο από βλάστηση και υπόστρωμα ανάπτυξης και βρίσκεται πάνω σε στρώμα συγκράτησης υγρασίας και προστατευτική μόνωση (Oberndorfer *et al.*, 2007). Έτσι, μπορεί να αποτελέσει ένα ανεξάρτητο οικοσύστημα με κατάλληλο περιβάλλον επιβίωσης και ανάπτυξης άγριων ειδών χλωρίδας και πανίδας (Schrader & Boning, 2006).

Με τον όρο «modular system» (σπονδυλωτό σύστημα διαμόρφωσης), εννοούνται ειδικά κατασκευασμένοι χώροι που καλύπτουν μεγάλο μέρος του δώματος. Ο αντίθετος όρος «non-modular system» εννοεί κατασκευή που καταλαμβάνει όλο το φυτοδώμα.

Στις Μεσογειακές χώρες, η ιδέα των φυτοδωμάτων κερδίζει έδαφος, ως σημαντικότατο στοιχείο της Ολοκληρωμένης Περιβαλλοντικής Διαχείρισης, διότι λειτουργούν ως πνεύμονες πρασίνου ιδιαίτερα στις πυκνοκατοικημένες περιοχές (Sysoeva & Aksenov, 2019, Grant, 2012, Dvorak & Volder, 2010). Έτσι τα τελευταία χρόνια τα φυτοδώματα αποτελούν αγαπημένο θέμα των ερευνητών, που ασχολούνται με στρατηγικές αύξησης πρασίνου και τις ωφέλειές τους (William *et al.*, 2016, Berardi *et al.*, 2014, Santamouris, 2014, Bowler *et al.*, 2010, Dunnett & Kingsbury, 2008).

Η σημαντικότητά τους έχει γίνει κατανοητή στις περισσότερες χώρες του αναπτυγμένου κόσμου. Το 1996 τουλάχιστον το 50% από τις 80 Γερμανικές πολιτείες προσέφεραν κίνητρα στους ιδιοκτήτες ακινήτων προκειμένου να εγκαταστήσουν φυτεμένα δώματα στα κτήριά τους (Appl, 2006). Στην Ιαπωνία η ανάγκη της μείωσης του φαινομένου της «θερμικής αστικής νησίδας» οδήγησε στην υιοθέτηση παρόμοιας πολιτικής (Yok & Sia, 2005). Στο Portland του Oregon η εγκατάσταση των φυτοδωμάτων γίνεται με σκοπό την αποθήκευση και τη βελτίωση της ποιότητας των όμβριων υδάτων. Η επέκταση των κτιριακών εγκαταστάσεων επιτρέπεται μόνο αν συνοδεύεται από μελέτη εγκατάστασης φυτοδώματος (Waynes, 2003).

Αν και η Αθήνα είναι η ευρωπαϊκή πόλη με πολύ μικρή αναλογία αστικού πρασίνου ανά κάτοικο (2,5 m^2), η κυβερνητική πολιτική για την εγκατάσταση φυτεμένων δωμάτων στα κτήρια δεν βοηθά ουσιαστικά. Ακολουθώντας το παράδειγμα άλλων Μεσογειακών κρατών, έρευνα που γίνεται για τις εδώ συνθήκες λόγω Μεσογειακού κλίματος, μπορεί να αποτελέσει το κίνητρο για τους πολίτες να υιοθετήσουν αυτήν τη ελπιδοφόρα στρατηγική για την αναβάθμιση του αστικού περιβάλλοντος.

1.2 Ιστορική αναδρομή των φυτοδωμάτων

Η ιδέα του φυτοδώματος, δεν αποτελεί ένα καινούργιο φαινόμενο, αλλά κατασκευαστική πρακτική εκατοντάδων αν όχι χιλιάδων χρόνων. Η εμφάνισή τους συναντάται με τους γνωστούς, ως ένα από τα επτά θαύματα του κόσμου, Κρεμαστούς Κήπους της Βαβυλώνας, γύρω στο 604-652 π.Χ. (Williams *et al.*, 2010). Στα Ζιγκουράτ (ziggurats) ναούς των αρχαίων Βαβυλωνίων σε μορφή πυραμίδας, είχαν κατασκευαστεί κήποι που βρίσκονταν πάνω από το έδαφος, γύρω στο 4.000 π.Χ. (Wark, 2003).

Ο Διόδωρος ο Σικελιώτης, Έλληνας ιστορικός, στο έργο του «Ιστορική Βιβλιοθήκη» (60-30 π.Χ.), είχε καταγράψει όλους τους κρεμαστούς κήπους, ενώ περιέγραφε την τμηματική κατασκευή τους, σε στέγες πάνω από υπόγεια δωμάτια.

Στην Ιρλανδία, ως δείγματα Κελτικής αρχιτεκτονικής, χρονολογούνται στα 5000 χρόνια ενώ στα ελληνορωμαϊκά χρόνια, βρίσκουν εφαρμογές, σε Φοινίκη, Πομπηία και Εγγύς Ανατολή. Στο Μεσαίωνα και την Αναγέννηση, συναντώνται σε παλάτια και επαύλεις της Ιταλίας, και σε μοναστηριακά συγκροτήματα της βορειοδυτικής Γαλλίας (Osmundson, 1999, Becker *et al*., 2003).

Οι Βενεδικτίνοι μοναχοί ήταν θαυμαστές τους, ενώ στη Νορβηγία, αποτελούσαν μορφή μόνωσης για εκατοντάδες χρόνια. Ακόμη και σήμερα στη Νορβηγία και στις ΗΠΑ χρησιμοποιούν τη μέθοδο μόνωσης με χλοοτάπητα στη στέγη, για προστασία από τους υπερβολικά κρύους χειμώνες (Coutts *et al.*, 2013). Και το σπίτι του Γουίλιαμ Σαίξπηρ στο Στάτφορντ, Αγγλία, της Ελισαβετιανής εποχής από τα μέσα του 1.500 μ.Χ.**.** είχε φυτοδώμα.

Παράδειγμα ταρατσόκηπου της δεκαετίας του 1930 είναι το Rockfeller Center της Νέας Υόρκης, στο οποίο έγινε εγκατάσταση πέντε κήπων σε όροφο. Αρχικά είχαν

σχεδιαστεί για να χαρίζουν στους επισκέπτες τη θέα της μεγαλούπολης. Την ίδια εποχή οι Άγγλοι έκρυβαν στους ταρατσόκηπους στρατιωτικά υλικά (Osmondson, 1999).

Η χώρα που αναγνωρίστηκε στη σύγχρονη εποχή για την πρωτοποριακή συμβολή της στα φυτοδώματα, θεωρητικά και πρακτικά, είναι η Γερμανία. Κατά τη δεκαετία του 1880, περίοδο έντονης βιομηχανοποίησης και αστικοποίησης, στα χαμηλού κόστους κτίρια, κάλυπταν τη στέγη με υψηλής ευφλεκτότητας πίσσα. Ένας κατασκευαστής στεγών ο Koch για να μειώσει τον κίνδυνο της φωτιάς, κάλυπτε την πίσσα με άμμο και χαλίκι. Σπόροι φυσικά εγκατεστημένοι στις στέγες αυτές τελικά βλάστησαν δημιουργώντας αυτό που ονομάζουμε σήμερα φυτεμένο δώμα (Getter & Rowe, 2006, Kohler & Keeley, 2005).

Γύρω στο 1980, η κατασκευή φυτοδωμάτων στη Γερμανία ήταν έντονη. Οι πολεοδόμοι της χώρας ίδρυσαν την Εταιρεία Έρευνας, Ανάπτυξης και Κατασκευής Γερμανικών Τοπίων το 1975 (German Landscape Research, Development and Construction Society – FLL) και μέχρι το 2002, το 14% των κτιρίων είχαν φυτοδώματα. Από την ίδρυσή της και μέχρι σήμερα η FLL ασχολείται με τη σύνταξη των προδιαγραφών κατασκευής των φυτοδωμάτων τις οποίες και ανανεώνει (FLL, 2010).

Στην Ελλάδα και γενικότερα στη Ν. Μεσόγειο, δεν έχουμε επίσημα στοιχεία για την έκτασή τους, αν και είναι σαφώς περιορισμένη σε σχέση με την υπόλοιπη Ευρώπη (Dunnett & Kingsbury, 2004). Υπάρχει όμως μία τάση των πολιτών να ενδιαφέρονται να τα γνωρίσουν και να τα αποδεχτούν. Αυτό μπορεί να γίνει, εφόσον ληφθούν υπόψη τα τοπικά και εν προκειμένω τα Ελληνικά δεδομένα, διότι το ξηρό Μεσογειακό κλίμα, δεν καθιστά πάντα τις προδιαγραφές του FLL επαρκείς.

1.3 Τύποι φυτοδωμάτων

1.3.1 Εκτατικός τύπος

Στα εκτατικού τύπου φυτοδώματα ανήκουν οι ταρατσόκηποι που έχουν κατασκευαστεί κυρίως για περιβαλλοντικούς σκοπούς και το κοινό δεν έχει πρόσβαση σε αυτούς εκτός από τους διαδρόμους κίνησης (Εικ. 1.1). Χρησιμοποιούνται σε οροφές μεγάλου μεγέθους εφόσον έχουν μικρό βάρος κατασκευής (Malcvor *et al*., 2013) και για σκεπές με κλίση μέχρι 30^{o} (Oberlander *et al*., 2002), ενώ το βάθος υποστρώματος μπορεί να είναι μικρότερο από 20 cm (Papafotiou *et al*., 2013, Mendez *et al*., 2011). Το

βάρος τους δεν είναι μεγαλύτερο από αυτό ενός συμβατικού δώματος, δηλαδή 72,6 – 169,4 K· m^{-2} (Peck *et al*., 1999, Getter & Rowe, 2006).



Εικ. 1.1
Φυτοδώμα εκτατικού τύπου, Υπουργείο Οικονομίας και Ανάπτυξης, Αθήνα (http://www.mediterraneangardensociety.org/59-roof.html#1)



Εικ. 1.2
Φυτοδώμα εντατικού τύπου, Yale University Smilow Cancer Hospital (http://www.igra-world.com/types_of_green_roofs/index.php)



Εικ. 1.3
Φυτοδώμα ημιεντατικού τύπου, (http://www.zincogreenroof.co.uk/greenroof_systems/semi_intensive_green_roofs/index.php)

Συνήθως δεν έχουν επισκεψιμότητα λόγω της κλίσης της οροφής και της ανάγκης μειωμένου βάρους της (Liu & Baskaran, 2005, Maclvor *et al*., 2013), όμως χαρίζουν πολλά άλλα πλεονεκτήματα (Vijayaraghavan, 2016). Το φυτικό τους υλικό, έχει συνήθως υψηλή αντοχή στις ακραίες θερμοκρασίες, στους ισχυρούς ανέμους και στην ελλειμματική άρδευση, ενώ συνήθως αποτελείται από χλοοτάπητα, φυτά του γένους *Sedum* και ιθαγενή χλωρίδα. Έτσι απαιτούν ελάχιστη συντήρηση του φυτεμένου δώματος αλλά και αραιή συχνότητα άρδευσης (Tam *et al*., 2004, Soprema, 2011). Το κόστος κατασκευής ενός τέτοιου τύπου φυτοδώματος είναι πολύ μικρότερο από αυτό των ημιεντατικών και εντατικών φυτοδωμάτων.

1.3.2 Εντατικός τύπος

Στα φυτοδώματα εντατικού τύπου (Εικ. 1.2), ανήκουν οι παραδοσιακοί ταρατσόκηποι με τα μεγάλα δέντρα και τους θάμνους. Σε αυτούς επιδιώκεται η πρόσβαση του κοινού και χρησιμοποιούνται ως συμβατικοί κήποι. Συχνά διαθέτουν διαδρόμους, καθιστικά, σιντριβάνια και άλλα στοιχεία που τελικά δίνουν στο φυτεμένο δώμα τη μορφή ενός πάρκου, οπότε στη ουσία υποκαθιστούν τους κήπους και τα πάρκα που απουσιάζουν από τα αστικά κέντρα (Worden *et al.,* 2004).

Χαρακτηρίζονται από πολλά επίπεδα βλάστησης (χλοοτάπητας, ανθόφυτα, θάμνοι, δέντρα) και λόγω αυτού, έχουν ανάγκη συνεχούς άρδευσης (Bates *et al.,* 2013, Maclvor *et al.,* 2013) και τακτικής συντήρησης, ενώ εγκαθίστανται κυρίως σε επίπεδες οροφές. Το βάθος του υποστρώματος κυμαίνεται από 30 έως 125 cm ανάλογα με τον τύπο της βλάστησης, ενώ το φορτίο τους ανέρχεται στα 290-980 $K \cdot m^{-2}$ (Peck & Kuhn, 2003). Εξ' αιτίας του μεγάλου φορτίου που δέχεται το κτήριο είναι απαραίτητη ειδική μελέτη και ίσως ενίσχυση του κτηρίου πριν την εγκατάσταση του φυτοδώματος.

Απαιτούν μεγάλο βάθος υποστρώματος, άρα επιτυγχάνουν καλύτερη θερμική απόδοση του κτιρίου σε σχέση με τα εκτατικού τύπου φυτοδώματα (Wong *et al.,* 2003), αλλά έχουν υψηλό κόστος εγκατάστασης (Ascione *et al.,* 2013). Επίσης επιβαρύνουν δομικά το κτίριο λόγω αυξημένου βάρους κατασκευής (Lanham, 2007) και είναι απαιτητικά στη συντήρησή τους (Schweitzer & Erell, 2014, Kim *et al.,* 2012).

1.3.3 Ημιεντατικός τύπος

Στα ημιεντατικού τύπου φυτοδώματα ανήκουν οι ταρατσόκηπου που έχουν κατασκευαστεί για αισθητικούς και περιβαλλοντικούς λόγους και η πρόσβαση του κοινού σε αυτά είναι περιστασιακή (Εικ. 1.3).

Η βλάστηση του ημιεντατικού τύπου φυτοδώματος περιλαμβάνει φυτά εδαφοκάλυψης, διάφορα είδη χλοοτάπητα, πολυετή ποώδη και μικρούς θάμνους, συμβάλλοντας στη μεγαλύτερη βιοποικιλότητα, ενώ το βάθος του υποστρώματος κυμαίνεται από 8 cm έως και πάνω από 15 cm, δηλαδή τα βάθη υποστρώματος είναι ελαφρώς μεγαλύτερα από του εκτατικού τύπου (Liu & Baskaran, 2005).

Το φορτίο που δέχεται το κτίριο είναι μέτριο και η συντήρηση περιλαμβάνει ενίοτε άρδευση, λίπανση και κοπή του χλοοτάπητα. Το κόστος κατασκευής αυτού του τύπου φυτοδωμάτων είναι μικρότερο από αυτό του εντατικού τύπου (Dunnett & Nolan, 2004) και μεγαλύτερο από αυτό του εκτατικού.

1.4 Πλεονεκτήματα φυτοδωμάτων

1.4.1 Περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα

1.4.1.1 Εξοικονόμηση ενέργειας

Τα φυτοδώματα δημιουργούν σκίαση και μόνωση, επιτυγχάνοντας όπως έδειξε πρόσφατη έρευνα 55% - 81% οικονομία ενέργειας (Porcaro *et al*., 2019). Κατ' αυτόν τον τρόπο μειώνουν τις μεταβολές της θερμοκρασίας του εσωτερικού των κτιρίων και μειώνουν τα επίπεδα κατανάλωσης ενέργειας των κτιρίων σε θερμά αλλά και ψυχρά κλίματα (Silva *et al.,* 2016, Coma *et al.,* 2016, Saadatian *et al.,* 2013, Jaffal *et al.,* 2012, Castleton *et al.,* 2010). Ιδίως στα θερμά κλίματα μειώνουν σημαντικά την εσωτερική θερμοκρασία του κτιρίου (Ouldboukhitine, 2011, Niu *et al.,* 2010). Σε φυτεμένο δώμα παρατηρήθηκε μείωση μηνιαίας θερμοκρασίας κατά 1.06 ^{o}C (Speak *et al.,* 2013). Έτσι, τα κτίρια των πόλεων μπορούν να αποτελέσουν στοιχείο βιώσιμης ανάπτυξης (Coutts *et al.,* 2013). Στη Μεσόγειο, η κατανάλωση ενέργειας μπορεί να μειωθεί μέχρι και 60 % (Olivieri, 2013). Σημαντικός παράγοντας είναι τα είδη των φυτών που θα χρησιμοποιηθούν στο φυτοδώμα (Jim, 2012). Και στην Ελλάδα σε έρευνα θερμικής απόδοσης φυτοδώματος, προέκυψε πως η μείωση των φορτίων ψύξης του κτιρίου κατά

τη θερινή περίοδο, ήταν σημαντική, περίπου 40%, αλλά της θέρμανσης οριακή (Spala *et al.,* 2008).

1.4.1.2 Μείωση του φαινομένου της θερμικής νησίδας

Η χρήση φυτεμένων δωμάτων σε έκταση, δεν δρα ευεργετικά μεμονωμένα στα κτίρια, αλλά συνολικά στον αστικό ιστό (Tewari *et al.,* 2019, Susca *et al.,* 2011, Alexandri *et al.,* 2008). Ενώ η έλλειψη πρασίνου ελαχιστοποιεί το ενδεχόμενο ψύξης μέσω εξάτμισης, στα προάστια συμβαίνει το αντίθετο λόγω αύξησής του (Getter & Rowe, 2006). Με τις νέες εφαρμοζόμενες τεχνολογικές μεθόδους παρατηρήθηκε μείωση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντα αέρα από 0.3 ^{o}C μέχρι και 3 ^{o}C (Santamouris, 2014, Berardi *et al.,* 2014). Επομένως, τα φυτοδώματα μειώνουν την επίδραση του φαινομένου της θερμικής νησίδας (Bowler *et al.,* 2010, Mackey *et al.,* 2012).

1.4.1.3 Μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Τα φυτά φιλτράρουν τα σωματίδια του αέρα και τους αέριους ρύπους (Currie *et al.,* 2008). Η βλάστηση ενός φυτοδώματος μειώνει τη συγκέντρωση του CO_2 στην ατμόσφαιρα (Getter *et al.,* 2009, Li *et al.,* 2010). Από έρευνα στη Σιγκαπούρη, προέκυψε ότι η ρύπανση μετά την εγκατάσταση φυτοδώματος, μειώθηκε και μάλιστα με τη χρήση εκτατικού φυτοδώματος, το ποσοστό μείωσης του ρυπασμένου αέρα έφτασε το 37% (Tan *et al.,* 2005).

1.4.1.4 Μείωση της ηχορύπανσης

Ο θόρυβος έχει δυσμενή αποτελέσματα στην υγεία των πολιτών, προκαλώντας βαρηκοΐα, υπέρταση, ισχαιμική καρδιοπάθεια, ενοχλήσεις, διαταραχές του ύπνου, μειωμένη σχολική απόδοση κ.λπ. (Getter & Rowe, 2006, Passchier - Vermeer & Passchier, 2000). Τα φυτοδώματα μειώνουν την ηχορρύπανση των δρόμων, των σιδηροδρόμων και της εναέριας κυκλοφορίας (Dunnett & Kingsbury, 2008, Yu & Kang, 2009, Kang & Zhang, 2010) και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν ηχητική μόνωση σε κτίρια με ελαφριά δομή (Kang *et al.,* 2009). Στις αστικές χαράδρες και στις αυλές των κτιρίων που ο ήχος πολλαπλασιάζεται πάνω από τις οροφές, από τις

θορυβώδεις πλευρές προς τις ήσυχες (Van Renterghem & Bottledooren, 2011, Hornikx & Fossen, 2007), τα φυτεμένα δώματα απορροφούν ειδικά τα διαθλώμενα ηχητικά κύματα ανάμεσα στις παράλληλες οδούς και έχει αποδειχτεί ότι είναι αποτελεσματικά στην ελάττωση του θορύβου δημιουργώντας «ήσυχες πλευρές» (Van Renterghem & Bottledooren, 2011). Στο αεροδρόμιο της Φρανκφούρτης, φυτεμένο δώμα με υπόστρωμα 10 cm βάθους μείωσε τα επίπεδα θορύβου κατά 5 dB (Dunnett & Kingsbury, 2008), ενώ υπόστρωμα ανάπτυξης βάθους 12 cm στο φυτεμένο δώμα μπορεί να μειώσει το θόρυβο μέχρι και 40 dB (Peck & Kuhn, 2001). Γενικά τα φυτοδώματα σε όλες τις έρευνες αποδείχθηκε ότι προσφέρουν πολλά στον τομέα της μείωσης της ηχορύπανσης (Connelly & Hodgson, 2011, 2008, Kang & Zhang, 2010).

1.4.1.5 Μείωση του όγκου των όμβριων υδάτων και καθυστέρηση της απορροής τους

Τα φυτοδώματα δρουν καταλυτικά, καθυστερώντας την απορροή και αποτρέποντας την υπερχείλιση των όμβριων υδάτων (Sims *et al*., 2019, Moran *et al.,* 2004, Liu, 2003). Ο μεγάλος όγκος απορροής των όμβριων υδάτων μπορεί να καταστρέψει τα συστήματα απορροής και αποχέτευσης (Cheney, 2005). Επιπλέον, ένα πρόβλημα που δημιουργείται από τους ρύπους, τα άλατα, τα βαρέα μέταλλα, τα ζωικά απόβλητα, τα φυτοφάρμακα και άλλα στοιχεία που συσσωρεύονται στα όμβρια ύδατα, είναι ο ευτροφισμός, ο οποίος οδηγεί στη μείωση των θαλάσσιων ειδών. Τα φυτοδώματα, ανάλογα με τον τύπο τους, το βάθος και τη σύσταση του υποστρώματος, τα φυτικά είδη που χρησιμοποιούνται, αλλά και τις καιρικές συνθήκες, μειώνουν την απορροή από 60% μέχρι και 100% (Getter & Rowe, 2006).

Συνεπώς συνεισφέρουν κατά πολύ στην καλύτερη διαχείριση των όμβριων υδάτων (Moore *et al.,* 2017, Soulis *et al.,* 2017a,b, Whittinghill *et al.,* 2015, Nagase & Dunnett, 2012, Sherrard & Jacobs, 2012, Fioretti *et al.,* 2010). Σε περιοχές με βλάστηση, το βρόχινο νερό διηθείται στο έδαφος ή επιστρέφει στην ατμόσφαιρα, μέσω εξατμισοδιαπνοής. Με αυτόν τον τρόπο αντιμετωπίζονται τα υπερβολικά ηλιακά φορτία και επιτυγχάνεται δροσισμός (Pęczkowski *et al.,* 2018, Getter & Rowe, 2006).

1.4.1.6 Ενίσχυση της αισθητικής αξίας του τοπίου

Αναμφίβολα, ο ρόλος της Αρχιτεκτονικής τοπίου είναι σημαντικότατος για το σωστό σχεδιασμό και την μέγιστη απόδοση ενός φυτοδώματος και αισθητικά. Οι πράσινες στέγες αλλάζουν το χρώμα και το άρωμα στις πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές. Δίνουν την αίσθηση ενός πιο φυσικού τοπίου, αφήνοντας μέρος της φύσης να διεισδύσει στο παραμορφωμένο αστικό περιβάλλον, ενώ έχει αποδειχτεί ότι είναι βιώσιμες σε μακροπρόθεσμη βάση (Chen, 2013, Rowe, 2011). Η αισθητική αξία ενός φυτοδώματος, αποφέρει και οικονομικά οφέλη, καθώς οι ιδιοκτήτες κατοικιών αυξάνουν τη χρηματική τους αξία (Getter & Rowe, 2006).

1.4.2 Οικολογικά πλεονεκτήματα

Έχει αποδειχτεί ότι τα φυτεμένα δώματα ιδίως τα εκτατικού τύπου που είναι αδιατάραχτα από το κοινό, επιδρούν θετικά στην ενίσχυση της βιοποικιλότητας και στην ελάττωση των απωλειών των ενδιαιτημάτων (Jusselme *et al*., 2019, Maclvor & Lundholmb, 2011), μέσω της επαναφοράς του πρασίνου στον αστικό ιστό (Brenneisen, 2006). Σε έρευνα που έγινε και αφορούσε τη σύγκριση οικότοπου φυτοδώματος και οικότοπου στην επιφάνεια του εδάφους, προέκυψε ότι οι πράσινες στέγες είναι ιδιαίτερα επιθυμητές από τις άγριες μέλισσες, έχοντας σαν συνέπεια, τη βιωσιμότητα των επικονιαστών και της αστικής γεωργικής παραγωγής (Colla *et al.,* 2009). Σε φυτοδώματα στο Σικάγο, οι άγριες μέλισσες προτίμησαν ιδιαίτερα εκείνα που ήταν καλυμμένα με αυτοφυή βλάστηση (Tonietto *et al.,* 2011). Σε μελέτες που έγιναν στη Γερμανία, στην Ελβετία και στην Αγγλία καταγράφηκαν είδη αραχνών, σκαθαριών, είδη εντόμων υπό εξαφάνιση ή σπάνια είδη, κάποια σπάνια είδη ορχιδέας, Sedum, καθώς και πολλά είδη πτηνών σε φυτεμένα δώματα (Brenneisen, 2006, Getter & Rowe, 2006, Coffman & Davis, 2005). Επίσης, η εγκατάσταση των φυτεμένων δωμάτων στον αστικό ιστό είναι μια ευκαιρία για να επιστρέψουν και να φιλοξενηθούν, μέσα σε αυτά, είδη που προϋπήρχαν στις πόλεις, αλλά με την αλλοίωση του φυσικού περιβάλλοντος και την ανοικοδόμηση, δεν κατάφεραν να διατηρηθούν εκεί (Dewey *et al.,* 2004).

1.4.3 Κοινωνικά πλεονεκτήματα

1.4.3.1 Ψυχική και σωματική υγεία

Οι πράσινες κατασκευές μπορούν να ενισχύσουν σε μεγάλο βαθμό την ανθρώπινη υγεία (Hunter *et al*., 2019, Tzoulas *et al.,* 2007). Η επαφή του ανθρώπου με τη φύση έχει άμεσες συνέπειες τόσο στην ψυχική όσο και στη σωματική του υγεία. Αρκετοί ερευνητές πιστεύουν ότι η ουσιαστική επαφή του ανθρώπου με τη φύση είναι τόσο σημαντική όσο και οι διαπροσωπικές και κοινωνικές του επαφές, (Kaplan, 1988). Έρευνα νευροεπιστημόνων, έδειξε ότι ένα διάλειμμα 40 δευτερολέπτων για να παρατηρήσει κανείς ένα ανθισμένο φυτοδώμα, αυξάνει την εστίαση της προσοχής του ανθρώπου (Lee *et al.,* 2015). Άνθρωποι που έχουν θέα σε βλάστηση και γενικά φυσικά τοπία παρουσιάζουν θετικά αποτελέσματα σε ότι αφορά την υγεία τους, όπως μειωμένο άγχος, μειωμένη αρτηριακή πίεση, βελτιωμένη μυϊκή κατάσταση και περισσότερα θετικά συναισθήματα (Ulrich & Simmons, 1986). Πολλές ασθένειες του αναπνευστικού συστήματος και καρδιοαναπνευστικές δυσλειτουργίες οφείλονται στην αυξημένη ατμοσφαιρική ρύπανση (Pope *et al.,* 1995). Η θετική επίδραση των φυτοδωμάτων έχει σαν αποτέλεσμα τη βελτίωση της υγείας (λιγότερο άγχος, λιγότερους πονοκεφάλους και αρρώστιες) αλλά και τη βελτίωση της παραγωγικότητας (Kaplan *et al.,* 1988).

1.4.3.2 Εκπαίδευση

Και ο Comenius (1592 – 1670 μ.Χ.) και ο Dewey (1859 – 1952 μ.Χ.) και οι χρονικά ενδιάμεσοί τους παιδαγωγοί και φιλόσοφοι, κατάλαβαν σε βάθος την εκπαιδευτική αξία της φύσης και δεν είναι τυχαίο που ακόμη και σήμερα για την ίδια αξία μιλούμε, την ίδια αξία διερευνούμε (Τασούλα, 2017, Akoumianaki *et al.,* 2016, Ταμπούκου *et al.*, 2012, Παπαδάκη, 2012), έχοντας προχωρήσει και ενσωματώνοντας σε αυτήν και την τεχνολογία για τη δημιουργία πράσινων κατασκευών, όπως τα φυτοδώματα. Ένα φυτοδώμα ως σχολικός κήπος, μπορεί να αποτελέσει το στοιχείο εκείνο στην παιδική - εφηβική ζωή των νέων πολιτών, που θα επιτύχει την επανασύνδεση του ανθρώπου με το φυσικό του περιβάλλον, την οποία έχει χάσει προ πολλού. Η επανασύνδεση αυτή δεν θα είναι τυπική, άχρωμη και άοσμη, αλλά μια αληθινή ενεργειακή επικοινωνία που θα έχει ως αποτέλεσμα την σωματική και κυρίως την ψυχική του ισορροπία. Μια επικοινωνία που μόνο η Φύση μπορεί να εμπνεύσει, να

υπαγορεύσει και να μετουσιώσει με τον «συμπαντικό» της τρόπο (Τασούλα, 2017). Και όπως είπε ο Αριστοτέλης, *«αν ένας τρόπος είναι καλύτερος από έναν άλλο, τότε σίγουρα είναι ο τρόπος της φύσης» ...*

1.4.3.3 Αστικές καλλιέργειες

Το πρόγραμμα αστικών καλλιεργειών «CORE/EI Centro» στο Μιλγουόκι, απευθύνεται σε κοινότητες μεταναστών, βοηθώντας τες να «βρουν ξανά τις ρίζες τους» καλλιεργώντας (Ackerman *et al.*, 2014). Τις τελευταίες δεκαετίες, σε πολλά μέρη στον κόσμο, ιδιαίτερα σε κοινωνίες χαμηλών εισοδημάτων, εμφανίστηκαν κινήματα αστικής καλλιέργειας, τα οποία αποδείχθηκαν σημαντικά για βιοποριστικούς, περιβαλλοντικούς και ψυχολογικούς λόγους (Cabral *et al.*, 2017, Orsini *et al.*, 2013, Brock & Foeken, 2006, Hynes & Howe, 2004,), παίρνοντας κοινωνικές διαστάσεις και τονίζοντας τη δικαιοσύνη και την απλοχεριά της φύσης (Ferris *et al.,* 2001). Η χρήση των φυτοδωμάτων για τις αστικές καλλιέργειες, είτε σε ιδιόκτητο, είτε σε δημόσιο κήπο, αποτελεί ορθολογική και ενδιαφέρουσα λύση για την οικονομική ανάπτυξη, γι' αυτό και οι τεχνικές και τα υλικά κατασκευής τους θα πρέπει να βελτιωθούν και να δοθούν στο ευρύτερο κοινό (Whittinghill & Rowe, 2012). Πειράματα παραγωγής αρωματικών ειδών και λαχανικών σε εκτατικού τύπου φυτοδώματα, ειδικά σε μικρού βάθους υποστρώματα, έδωσαν θετικά αποτελέσματα (Whittinghill *et al.,* 2013), χωρίς μάλιστα να επηρεάζουν αρνητικά την απορροή των όμβριων υδάτων ποσοτικά ή ποιοτικά (Whittinghill *et al.,* 2015).

1.4.4 Οικονομικά πλεονεκτήματα

Μακροπρόθεσμα, τα φυτοδώματα, μπορούν να βοηθήσουν στην οικονομία ενός κτιρίου και αυτό αποδεικνύεται, αφού τα κτίρια καταναλώνουν το 36% της συνολικής ενέργειας που χρησιμοποιείται παγκοσμίως και 65% από τη συνολική κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος. Το πλεονέκτημα των φυτοδωμάτων είναι ότι οδηγούν σε χαμηλότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, για ψύξη ή θέρμανση. Μάλιστα από έρευνα είναι γνωστό ότι όταν ο περιβάλλων αέρας υπερβαίνει τους 35^{o} C, η απαιτούμενη ενέργεια για το κλιματιστικό αυξάνεται, ενώ μειώνεται η ψυκτική ικανότητά του (Getter & Rowe, 2006).

1.5 Μειονεκτήματα φυτοδωμάτων

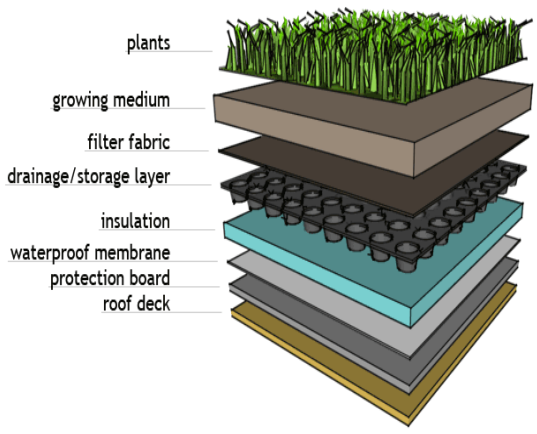
Τα μειονεκτήματα των φυτοδωμάτων σχετίζονται με τον τύπο τους. Έτσι τα εντατικού τύπου έχουν συνήθως μεγάλο βάρος και μεγάλο βάθος υποστρώματος. Επίσης η κατασκευή τους είναι πιο δαπανηρή, καθώς και η συντήρησή τους. Τα εκτατικού τύπου διαχειρίζονται μικρότερες ποσότητες όμβριων υδάτων, προσφέρουν λιγότερο ενεργειακά, ενώ συνήθως δεν είναι προσβάσιμα.

Τυχόν αστοχίες κατά τη μόνωση του δώματος, προκαλούν δαπανηρές επισκευές του στο μέλλον. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει η εγκατάσταση του φυτοδώματος να γίνεται από σοβαρούς και υπεύθυνους επαγγελματίες που διαθέτουν την απαραίτητη τεχνογνωσία των φυτοδωμάτων και τα μέσα για να την εφαρμόσουν. Επίσης είναι σημαντικό να γίνεται συχνότερη κι επισταμένη συντήρηση του συστήματος απορροής των υδάτων, κ.λπ.

1.6 Κατασκευή φυτεμένων δωμάτων

Μεταξύ των κατασκευαστών, υπάρχει μεγάλη ποικιλία σε σχέση με τα υλικά και την τεχνολογία που χρησιμοποιείται για να επιτευχθεί ο στόχος του κάθε επιπέδου ενός φυτοδώματος. Η επιφάνεια του δώματος θα πρέπει φυσικά να είναι αδιαβροχοποιημένη πριν την εγκατάσταση. Συχνά, το πιο κοινό υλικό για το σκοπό αυτό, είναι η επίστρωση «ελαστικής» ασφάλτου. Αναλυτικά ένα σύστημα φυτεμένου δώματος περιλαμβάνει τα εξής επίπεδα (Εικ. 1.4) από πάνω προς τα κάτω:

1. Φυτικό υλικό
2. Υπόστρωμα ανάπτυξης
3. Διηθητικό φίλτρο
4. Αποστραγγιστικό στοιχείο
5. Διάστρωση προστασίας από τη διείσδυση ριζών
6. Στεγανωτική μεμβράνη
7. Οροφή κτηρίου



Εικ. 1.4 Απεικόνιση διαστρώσεων σε σύστημα φυτοδώματος (https://myrooff.com/green-roofing-construction/)

1.6.1 Μονωτικό στρώμα

Σε μια κανονική κατασκευή δώματος η μόνωση έχει προβλεφθεί και βρίσκεται κάτω από τη στεγανωτική μεμβράνη. Παρόλα αυτά, κατά την κατασκευή ενός φυτοδώματος μπορεί να τοποθετηθεί επιπλέον μόνωση ώστε να διατηρείται σταθερή η θερμοκρασία όλης της δομής του δώματος και να διασφαλίζεται η στεγανότητά του (Dunnett & Kingsbury, 2003).

1.6.2 Προστατευτικό στρώμα-φράγμα ριζών

Τα φράγματα ριζών είναι κατασκευασμένα από υλικά με πυκνή δομή, τα οποία εμποδίζουν τη διείσδυση των ριζών και προστατεύουν την ακεραιότητα της στεγανωτικής μεμβράνης. Υπάρχουν είδη με χαμηλή περιεκτικότητα σε PVC και άλλα που αποτελούνται από μεγαλύτερο ποσοστό σε PVC και που είναι εμποτισμένα με χημικές ουσίες, τοξικές για τις ρίζες (Peck and Kuhn, 2003). Η ανάγκη ύπαρξής τους εξαρτάται από το είδος της στεγανωτικής μεμβράνης. Οι συνθετικές μεμβράνες συνήθως δεν απαιτούν την ύπαρξη φράγματος ριζών (Dunnett & Kingsbury, 2003).

1.6.3 Στεγανωτική μεμβράνη

Οι μεμβράνες αυτές έχουν σκοπό να προστατεύσουν το κτίριο από διαρροές. Είναι το πιο σημαντικό όπως και το πιο ακριβό συστατικό του φυτοδώματος. Κατασκευάζονται από ποικίλα υλικά, από οργανικά ως συνθετικά: ελαστική άσφαλτος, συνθετικά ασφαλτόπανα (πίσσα με πολυεστερικά υλικά), συνθετικά ελαστικά (EPDM), ενισχυμένα φύλλα PVC κ.ά.

Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι στεγανοποίησης. Οι δομικές μεμβράνες είναι ο πιο κοινός τύπος και αποτελούνται από άσφαλτο ή ασφαλτικά υλικά, έχουν περιορισμένη διάρκεια ζωής (15-20 χρόνια) και θα πρέπει πάντα να συνδυάζονται με αντιρριζικές μεμβράνες Οι μεμβράνες σε μονά τυλιγμένα φύλλα ανόργανου πλαστικού ή συνθετικού καουτσούκ, καλύπτουν τους αρμούς και σφραγίζονται με θερμοκόλληση, όμως οι ρίζες είναι δυνατόν να διαφύγουν από τα σημεία συρραφής και ένωσης μεταξύ των φύλλων. Επομένως, τα υλικά που χρησιμοποιούνται μπορεί να είναι ασφαλτικά, αλλά και συνθετικά θερμοπλαστικά όπως χλωριούχο πολυαιθυλένιο CSM, βουτιλικό καουτσούκ

ΙΙΑ, κ.λπ. Οι υγρές μεμβράνες διατίθενται σε θερμή ή ψυχρή μορφή, ώστε να ψεκάζεται ή να βάφεται η επιφάνεια της στέγης και όταν στεγνώσουν προστατεύουν πλήρως και δεν δημιουργούν προβλήματα στη μόνωση του κτιρίου (Osmundson, 1999).

Η σωστή τοποθέτηση της στεγανωτικής μεμβράνης, έχει μεγάλη σημασία για τη βιωσιμότητα του πράσινου δώματος. Θα πρέπει να δοκιμάζεται η στεγανότητά της αμέσως μετά την τοποθέτησή της, διότι είναι δύσκολες οι επεμβάσεις μετά τις φυτεύσεις.

1.6.4 Αποστραγγιστικό στοιχείο

Το αποστραγγιστικό στοιχείο απομακρύνει και αποθηκεύει το νερό που δεν απορροφάται από το μέσο ανάπτυξης των φυτών και δεν χρησιμοποιείται από τα φυτά. Έτσι προλαμβάνεται η αύξηση του βάρους του συστήματος, καθώς και το σάπισμα των ριζών. Για την απορροή των υδάτων στο φυτοδώμα, συστήνεται μια ελάχιστη κλίση 2º, ενώ όταν η κλίση της στέγης ξεπερνά τις 5° είναι δυνατόν να μη χρειάζεται η προσθήκη στρώματος αποστράγγισης. Για τα εκτατικά φυτοδώματα, που μπορούν να εγκατασταθούν σε κεκλιμένες επιφάνειες επιτυχώς, η μέγιστη γωνία που συστήνεται είναι 30º (Τσογγαράκης, 2005, Johnson & Newton, 1993).

Κάποιες εταιρείες προτείνουν αποστραγγιστικά στοιχεία από πλαστικό ή πολυστερίνη, ή υλικά με κυψέλες, όπου μπορεί να αποθηκεύεται το νερό. Γερμανικές έρευνες αμφισβητούν την αναγκαιότητα του αποστραγγιστικού στοιχείου, διότι είναι πιθανό να ξηράνει το υπόστρωμα και να δυσκολέψει την ανάπτυξη των φυτών (Dunnett & Kingsbury, 2003). Τα φυτοδώματα πρέπει να χρησιμοποιούν το σύστημα απορροής του κτιρίου (υδρορροές, αποχετεύσεις και φίλτρα) έστω με μερικές μετατροπές, ώστε να αποφεύγεται η διάβρωση του υλικού ανάπτυξης και το φράξιμο των σωληνώσεων. Μικρή κλίση του δώματος της τάξης του 10-15º συντελεί στη φυσική αποστράγγιση του συστήματος. Επιθυμητή είναι η επαναχρησιμοποίηση του νερού, και ειδικά του όμβριου. Για το σκοπό αυτό, το σύστημα αποστράγγισης μπορεί να συνδεθεί με κάποια δεξαμενή.

Όσον αφορά στα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο αποστραγγιστικό στρώμα των φυτεμένων δωμάτων, αυτά μπορεί να είναι φυσικά χαλίκια, ή θρυμματισμένες πέτρες, λάβα, σπασμένα κεραμίδια, πετροβάμβακας, αφρώδη υλικά και πλαστικά υφάσματα με κυψέλες. Το απλούστερο απ’ αυτά, τα φυσικά χαλίκια (κατά προτίμηση όχι στρογγυλά ώστε να μην κατρακυλούν στις στέγες με κλίση) και οι

θρυμματισμένες πέτρες, είναι παραδείγματα αποστραγγιστικού υλικού φυσικής προέλευσης το οποίο λειτουργεί ικανοποιητικά. Είναι φθηνά, και όταν αποτελούν τοπικά υλικά έχουν και οικονομικό όφελος, αλλά και συμβολή στη διατήρηση της βιοποικιλότητας, προσφέροντας «πίσω» το βιότοπο των ασπόνδυλων και των εντόμων που ζούσαν στο έδαφος, την επιφάνεια του οποίου κατέλαβε το κτίριο. Το μειονέκτημα αυτών των υλικών είναι το μεγάλο βάρος τους. Επίσης, δεν μπορούν να συγκρατήσουν ποσότητα διαλυμένων θρεπτικών στοιχείων που χρειάζεται για τα φυτά (FLL, 1995).

Η λάβα και τα τούβλα έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά. Είναι πορώδη, μπορούν να αποθηκεύσουν νερό και θρεπτικά συστατικά σε μεγαλύτερη ποσότητα από την πέτρα, συντελούν στην ελάττωση των θρεπτικών συστατικών που παροχετεύονται από ένα πράσινο δώμα στους υπονόμους, είναι ελαφρά υλικά και μπορούν να λειτουργήσουν ως βιότοπος για τα ασπόνδυλα. Τα αφρώδη υλικά μπορούν να προέλθουν από ανακυκλωμένα καθίσματα αυτοκινήτων κ.ά. Αποστραγγίζουν το νερό, αλλά δεν αποθηκεύουν μεγάλη ποσότητα θρεπτικών στοιχείων (Ευαγγελίου *et al.,* 2008).

Όσον αφορά τα πλαστικά αποστραγγιστικά στρώματα με κυψέλες, κυκλοφορούν σε διάφορες εκδόσεις και τύπους. Άλλα είναι κατασκευασμένα για φυτοδώματα εντατικού τύπου με υπόστρωμα μεγάλου πάχους και κάποια για φυτοδώματα εκτατικού τύπου.

Η ιδέα της λειτουργίας τους είναι η εξής: το νερό γεμίζει τις κυψέλες και απλώνεται σε όλη την επιφάνεια. Όταν οι πλαστικές κυψέλες γεμίσουν, το νερό που περισσεύει αποστραγγίζεται μέσω των οπών. Αυτά τα υλικά είναι πολύ εύκολο να μεταφερθούν και να τοποθετηθούν.

Το μειονέκτημά τους ενδεχομένως είναι το γεγονός ότι μπορούν να γίνουν πολύ στεγνά. Τα πορώδη υλικά στεγνώνουν με πιο αργό ρυθμό, δίνοντας στα φυτά μια «προειδοποίηση», ώστε να μπορέσουν να προσαρμοστούν στη υπάρχουσα διαθεσιμότητα νερού. Επίσης, τα πλαστικά δεν αποθηκεύουν θρεπτικά συστατικά, και μπορούν να είναι μια πιο ακριβή λύση, ειδικά αν υπολογιστεί η εμπεριεχόμενη ενέργεια στην κατασκευή τους, και το γεγονός ότι το πλαστικό προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή (FLL, 1995).

1.6.5 Διηθητικό φίλτρο

Το διηθητικό φίλτρο είναι απαραίτητο ώστε να μην επιτρέπει την είσοδο του υποστρώματος ανάπτυξης, στο στρώμα της αποστράγγισης. Υφάσματα με κρυσταλλικές ίνες ή από πολυαιθυλένιο και πολυπροπυλένιο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σκοπό αυτό (FLL, 1995). Οι άκρες του διηθητικού φίλτρου πρέπει να διπλώνονται πάνω από τις άκρες του υποστρώματος, ώστε να αποτρέψουν τη διαφυγή του. Τα στρώματα αυτά διατίθενται σε ρολά και κάθε ρολό πρέπει να επικαλύπτει το διπλανό του κατά 20 cm περίπου (Dunnett and Kingsbury, 2008). Το στρώμα διήθησης μπορεί να είναι ενσωματωμένο με το αποστραγγιστικό σύστημα ή να αποτελεί μία ξεχωριστή μονάδα (Snodgrass & Snodgrass, 2006).

1.6.6 Υπόστρωμα ανάπτυξης – υλικά

Κατά το σχεδιασμό και την εγκατάσταση ενός φυτεμένου δώματος, κύριος στόχος είναι να δημιουργηθεί ένα περιβάλλον, που θα μιμείται όσο το δυνατόν περισσότερο το φυσικό. Βασικός φυσικός παράγων που απουσιάζει είναι το έδαφος, η απουσία του οποίου αντισταθμίζεται με την εγκατάσταση υποστρώματος, το οποίο θα παίζει το ρόλο του εδάφους, ενώ παράλληλα θα συμβάλλει στη θερμική προστασία και στη συγκράτηση του νερού (Teemusk & Mander, 2007).

Κριτήρια επιλογής ενός κατάλληλου μίγματος, ως μέσου ανάπτυξης, είναι το να εξασφαλίζει μεγάλη διάρκεια ζωής στο φυτικό υλικό, επαρκή αερισμό του ριζικού συστήματος των φυτών ακόμη κι αν είναι κορεσμένο, ενώ θα πρέπει να μην συμπιέζεται εύκολα προκειμένου να μην εμποδίζεται η αποστράγγιση του νερού, να έχει μεγάλη ικανότητα συγκράτησης υγρασίας, να αποδεσμεύει τα θρεπτικά στοιχεία με βραδύ ρυθμό, να αποτελεί σταθερή βάση για τα φυτά, προκειμένου να αυξηθεί η ανθεκτικότητά τους στους ισχυρούς ανέμους και να αποφευχθεί η διάβρωσή του, να είναι απαλλαγμένο από σπόρους ζιζανίων και ασθένειες και να μην έχει μεγάλο βάρος. Θα πρέπει επίσης να διασφαλίζει τη στεγανότητα του δώματος και την προστασία του από διαβρώσεις και φθορές που μπορεί να προκαλέσει η φύτευση (Bousselot *et al.,* 2011, Thuring *et al.,* 2010).

Ειδικά στις Μεσογειακές πόλεις που τα κτίρια είναι μεγάλης ηλικίας, το βάρος των φυτοδωμάτων χρήζει ιδιαίτερης προσοχής. Το βάρος των εκτατικών φυτοδωμάτων εξαρτάται κυρίως από το είδος και το βάθος του υποστρώματος, ενώ το βάρος του

φυτικού υλικού δεν παίζει σημαντικό ρόλο (Scrivens, 1990). Λόγω του ότι τα φυσικά εδάφη είναι βαριά, πολλοί κατασκευαστές αναγκάστηκαν να πειραματιστούν και να δημιουργήσουν τα δικά τους υποστρώματα ανάπτυξης (Bianchini & Hewage, 2012). Στα πράσινα δώματα συνήθως χρησιμοποιούνται ελαφρά μίγματα που αποτελούνται από π.χ. από περλίτη, ελαφρόπετρα κ.ά., υψηλής ποιότητας compost (από υπολείμματα γεωργικών καλλιεργειών, από κοπριά ζώων, κ.λπ.) και ανακυκλωμένα υλικά (Eksi & Rowe, 2019, Getter & Rowe 2006, Molineux *et al.,* 2009) όπως για παράδειγμα υλικά κατεδάφισης. Δηλαδή υλικά τα οποία είναι πορώδη, μπορούν να αποθηκεύσουν νερό και θρεπτικά στοιχεία, συμβάλλουν στην ανάπτυξη των φυτών και επιπλέον συγκρατούν μεγάλο ποσοστό των ρύπων που περιέχει το νερό της βροχής.

Επιπλέον είναι και «οικολογικά», διότι μπορούν να αποτελέσουν το βιότοπο οργανισμών, όπως ασπόνδυλων και εντόμων μέσα στο αστικό περιβάλλον. Τα υποστρώματα ανάπτυξης που χρησιμοποιούνται θα πρέπει να έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε πορώδη ορυκτά και μικρότερη συγκέντρωση οργανικής ύλης, ώστε να διατηρείται η ισορροπία μεταξύ του κατάλληλου βάρους αλλά και της σωστής λειτουργίας τους (Clark *et al.,* 2008).

Η εφαρμογή καλλιεργητικών τεχνικών φιλικών προς το περιβάλλον, επιβάλλει την επιλογή υλικών που η παραγωγή τους δεν «αφήνει» μεγάλο αποτύπωμα άνθρακα. Το ανθρακικό αποτύπωμα είναι ένας τρόπος να υπολογισθούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και χρησιμοποιείται σε διαφορετικούς τομείς δραστηριοτήτων (Wright *et al.,* 2011). Επομένως και στην περίπτωση των φυτοδωμάτων, θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη. Για παράδειγμα, εδαφικά μίγματα που περιέχουν διογκωμένη άργιλο έχουν δεχθεί κριτική λόγω της μεγάλης εμπεριεχόμενης ενέργειας της διαδικασίας παραγωγής τους.

Η συμμετοχή οργανικής ύλης στο υπόστρωμα ανάπτυξης, συμβάλλει στη συγκράτηση της υγρασίας. Το υπόστρωμα ανάπτυξης σε εντατικά φυτοδώματα, μπορεί να περιέχει έως και 45% οργανική ύλη, ενώ στα εκτατικά μέχρι 30% (Dunnett & Nagase, 2010). Η οργανική ύλη που περιέχεται στο υπόστρωμα μπορεί να αποτελείται από έδαφος με τύρφη, πριονίδι ή φύλλα, που προσφέρουν θρεπτικά συστατικά στο φυτό (Dunnett & Kingsbury, 2004).

1.6.6.1 Κομπόστα (Compost)

Η χρήση compost στα φυτοδώματα διερευνάται επανειλημμένα και ποικιλοτρόπως (Jusselme *et al*., 2019, Akoumianaki *et al.,* 2017, Paraskevopoulou *et al.,* 2015, Nektarios *et al.,* 2011, Santos *et al.,* 2008, Reis *et al.,* 2001). Προσφάτως αποδείχθηκε ότι η συμμετοχή κομπόστας σε συνδυασμό με γαιοσκώληκες, είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση του διαθέσιμου αζώτου και φωσφόρου για τα φυτά, την αύξηση της βιομάζας των φυτών, τον όγκο του νέκταρος στα άνθη και την αύξηση της συγκέντρωσης των σακχάρων που είχε ως συνέπεια τη μεγαλύτερη επισκεψιμότητα από ποικίλους και άφθονους επικονιαστές (Jusselme *et al*., 2019).

Η κατασκευή compost, προϋποθέτει ορισμένες γνώσεις και η ποιότητά του εξαρτάται από το είδος και την ποιότητα των υλικών που προστίθενται στη φάση της κομποστοποίησης. Η κομποστοποίηση είναι μια διαδικασία της αερόβιας αποδόμησης των οργανικών υπολειμμάτων και η μετατροπή τους σε χούμο, σε ουσίες σχετικά σταθερές, καθώς επίσης και στο σχηματισμό αργιλλοχουμικών συμπλόκων.

Τα υπολείμματα οφείλουν να έχουν κατάλληλη περιεκτικότητα σε N και C ώστε να ευνοούν τον πολλαπλασιασμό και την αύξηση των μικροοργανισμών, όπως και τις δραστηριότητές τους. Η σχέση C/N, πρέπει να κυμαίνεται από 30 έως και 50, με ιδανική το 25. Αν είναι μικρότερη από 20, δρομολογούνται ευνοϊκές συνθήκες αμμωνιοποίησης, συμβάλλοντας έτσι σε απώλειες N από το κομποστοποιούμενο υλικό. Αν είναι μεγαλύτερη από 50, προκαλείται καθυστέρηση στην έναρξη της κομποστοποίησης και επιμήκυνση της διάρκειάς της κατά 50 %, καθώς και μείωση της ποιότητάς της (Σιδηράς, 1997).

Οι βασικοί στόχοι της λίπανσης με compost είναι :

α) Η κάλυψη των αναγκών των εδαφών σε οργανική ουσία και η ταυτόχρονη αύξηση των αργιλοχουμικών συμπλόκων.

β) Η αποτελεσματικότερη αξιοποίηση των θρεπτικών στοιχείων που υπάρχουν στα οργανικά υλικά, λόγω της αύξησης των αργιλοχουμικών συμπλόκων.

γ) Η μείωση των απωλειών με έκπλυση, λόγω μεγαλύτερης προσρόφησης των στοιχείων.

δ) Η άμβλυνση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, λόγω αξιοποίησης των γεωργικών υπολειμμάτων (Σιδηράς, 1997).

Επίσης τα composts έχουν πλεονεκτήματα όπως: ενισχύουν την αντοχή των φυτών σε παθογόνα, εμπλουτίζουν το έδαφος με θρεπτικά στοιχεία, ορμόνες και φυσικά

αντιβιωτικά, αποτρέπουν την έκπλυση των θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος, βελτιώνοντας ταυτόχρονα τη σταθερότητά του, την ικανότητα συγκράτησης υγρασίας, τον αερισμό του και τη θερμοκρασία του (Μαρσέλος, *et al.,* 2000).

Για την επιτυχία της κομποστοποίησης σημαντικό ρόλο "παίζει" ο εξοπλισμός. Ο βασικός εξοπλισμός περιλαμβάνει τον αναστροφέα (Compost Turner), τον θρυμματιστή (Shredder), το κόσκινο (Screen), το υλικό κάλυψης των σωρών (Compost protection fleece) και τα όργανα μετρήσεων.

Γενικότερα, οι κομπόστες είναι υλικά πλούσια σε οργανική ύλη και συγκρατούν μεγάλα ποσά υγρασίας. Χρησιμοποιούνται υπό τη μορφή μιγμάτων ή σε ανάμειξη με το έδαφος, διότι εάν χρησιμοποιηθούν μόνα τους δεν παρέχουν καλή στήριξη στα φυτά και καθίστανται τοξικά (Σιδηράς, 1997). Η εξυγίανσή τους γίνεται μέσω κατεργασίας με υψηλές θερμοκρασίες που εξουδετερώνονται οι δυσάρεστες οσμές. Με τη χρήση τους εξοικονομείται ενέργεια, καθώς περιορίζεται η χρήση λιπασμάτων και μειώνεται ο κίνδυνος ρύπανσης εξαιτίας του περιορισμού των απορριμμάτων στις χωματερές.

Οι κομπόστες μπορούν να αντικαθιστούν την τύρφη, γεγονός πολύ σημαντικό, καθώς η τύρφη είναι υλικό ακριβό και μη ανακυκλώσιμο (Akoumianaki *et al.,* 2017, Paraskevopoulou *et al.,* 2015, Nektarios *et al.,* 2011, Παπαφωτίου *et al.,* 2009a,b). Παράλληλα, βελτιώνουν τη σταθερότητα και γονιμότητα του υποστρώματος και δημιουργούν καλύτερες συνθήκες αερισμού, με αποτέλεσμα την καλύτερη απορρόφηση του νερού και τη μεγαλύτερη συγκράτηση θρεπτικών συστατικών από το έδαφος. Σημαντικές ποσότητες τύρφης και πετροβάμβακα μπορούν να υποκατασταθούν επιτυχώς από τα στέμφυλα οινοποιίας (Παπαφωτίου *et al.,* 2009a,b, Reis *et al.,* 2001).

Υλικά για composts είναι τα κλαδιά, οι φλοιοί και τα φύλλα των δένδρων, το πριονίδι, τα οργανικά υλικά από στάβλους, τα οργανικά οικιακά υπολείμματα, τα υπολείμματα γεωργικών βιομηχανιών όπως οι ελαιοπυρήνες, οι φλοιοί ρυζιού, τα εκκοκκιστήρια βάμβακος, τα στέμφυλα οινοποιίας, τα διάφορα κηπευτικά προϊόντα, τα υπολείμματα λαχανικών και τα μανιτάρια, η ιλύς βιολογικών καθαρισμών, τα υπολείμματα των δενδροκομείων και οι κληματίδες, τα φύκη και άλλα φυτικά υπολείμματα (Άλκιμος, 2000).

Η επιλογή των προς ανάμιξη υλικών και η εκατοστιαία (κατ΄όγκον) συμμετοχή τους εξαρτάται : από το λόγο C/N, έκαστου εξ αυτών, τις διαθέσιμες ποσότητες, το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά ή ως προς την καταλληλότητα χρήσεων, και το κόστος συγκέντρωσης και μεταφοράς. Η ιλύς

βιολογικών καθαρισμών είναι αναγκαίο να αναμιγνύεται με υπολείμματα κήπων, κλαδιά, υπολείμματα βιομηχανιών τροφίμων, πριονίδι και άλλα.

Ο γενικός κανόνας είναι ότι όταν υπάρχουν διαθέσιμα περισσότερα των δύο υλικών και επιλεγεί προσεκτικά η εκατοστιαία συμμετοχή τους με βάση καθορισμένα κριτήρια το τελικό compost θα είναι ώριμο σε μικρότερο χρόνο, ανώτερων ποιοτικών χαρακτηριστικών και με ευρύτητα χρήσεων (Κανακόπουλος, 2005).

Το κομπόστ που επιλέγεται για να χρησιμοποιηθεί πρέπει να είναι ώριμο έτσι ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος φυτοτοξικότητας για το φυτικό υλικό. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται και στην περιεκτικότητα του κομπόστ σε άλατα η οποία πρέπει να είναι κάτω από 10 mmho/cm στους 25^{o}C (Compost Council, 1996).

Όσον αφορά τις συνθήκες δημιουργίας μιας κομπόστας, θα πρέπει να καλύπτονται οι ανάγκες των μικροοργανισμών σε οξυγόνο (επιτυγχάνεται με αναμόχλευση), ενώ η θερμοκρασία του σωρού κομποστοποίησης, καθορίζει και το ρυθμό της. Η επιλογή θερμοκρασίας εξαρτάται από το είδος των υλικών, αλλά και τους στόχους. Για παράδειγμα, θερμοκρασία μεγαλύτερη από 55^{o} C, επιτυγχάνει μέγιστο ποσοστό εξυγίανσης, 65^{o} C μέγιστη σταθεροποίηση, 35-40^{o} C μέγιστη μικροβιακή ποικιλότητα. Στα περισσότερα συστήματα κομποστοποίησης, η καταλληλότερη θερμοκρασία είναι αυτή των 55^{o} C, ενώ απαραίτητη υγρασία 55-65% (Stendiford, 1996).

1.6.6.2 Κομπόστα από στέμφυλα οινοποιίας

Τα στέμφυλα της οινοποιίας είναι το υπόλειμμα από την έκθλιψη των σταφυλιών για παραγωγή γλεύκους. Αποτελούνται από τους μίσχους, τα υπολείμματα της σάρκας, τους φλοιούς και τα σπέρματα των σταφυλιών, η μεταξύ των οποίων αναλογία εξαρτάται από την ποικιλία, την ανάπτυξη των βοτρύων και από τη μέθοδο της έκθλιψης. Αυτά τα στέμφυλα καλούνται «μη εξαντλημένα» και διαφέρουν από αυτά που προκύπτουν έπειτα από απόσταξη και καλούνται «εξαντλημένα».

Από στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας (ΕΣΥΕ), προκύπτει ότι η ετήσια παραγωγή σταφυλιών που προορίζονται για οινοπαραγωγή ανέρχεται σε 650.000 τόνους. Με βάση το στοιχείο αυτό και δεδομένου ότι η απόδοση των σταφυλιών σε νωπά στέμφυλα κυμαίνεται από 12% μέχρι 17%, ανάλογα με την ποικιλία και το σύστημα πίεσης, η ετήσια παραγωγή σε νωπά στέμφυλα υπολογίζεται

στο ποσό των 78.000 μέχρι 110.000 τόνων. Η παραγωγή αυτή είναι εποχιακή, την περίοδο Σεπτεμβρίου – Νοεμβρίου (Φεγγερός, 1989).

Τα στέμφυλα οινοποιείων αποτελούν μια από τις καλύτερες πρώτες ύλες για κομποστοποίηση. Αποδομούνται εύκολα και γρήγορα ακόμη και μόνα τους, ενώ το παραγόμενο compost χαρακτηρίζεται από πολύ ήπιες τιμές pH και E.C. Χαρακτηριστικό των στέμφυλων είναι η αυξημένη περιεκτικότητά τους σε N που όμως δεν είναι άμεσα διαθέσιμο στους μικροοργανισμούς αποδόμησης εξαιτίας του εγκλωβισμού του, κατά το μεγαλύτερο μέρος, μέσα στα γίγαρτα. Η σχετική ανθεκτικότητα των γιγάρτων στην μικροβιακή αποδόμηση συμβάλλει στη μεγάλη διάρκεια παραμονής του παραγόμενου κόμποστ στο έδαφος, όπως και της ελαιοπυρήνας. Η συγκέντρωσή τους στις μονάδες οινοποίησης κάνει πολύ εύκολη και οικονομική τη συγκέντρωση και μεταφορά τους σε μονάδες κομποστοποίησης. (Μανιαδάκης *et al.,* 2010).

Διάφορες μελέτες γίνονται από επιστήμονες σε όλο τον κόσμο για να διαπιστωθούν οι ευεργετικές ιδιότητες της κομπόστας από στέμφυλα σε διάφορες καλλιέργειες αλλά και τα χαρακτηριστικά της. Στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, έγινε χρήση διαφόρων ειδών κομπόστας σε πειράματα πτυχιακών μελετών, του εργαστηρίου Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου.

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσίασε η μελέτη για τη διερεύνηση της συνεργιστικής δράσης λίπανσης και διαφόρων ειδών κομπόστας στην υπέργεια και υπόγεια ανάπτυξη του *Ficus benjamina*, όπου η κομπόστα στεμφύλων ευνόησε την ανάπτυξη του φυτού, αντικαθιστώντας επιτυχώς το 75 % της τύρφης του υποστρώματος με πολλαπλά οφέλη, ήτοι μείωση του κόστους παραγωγής, μείωση της απαιτούμενης ποσότητας τύρφης και ως εκ τούτου διατήρησή της στα φυσικά οικοσυστήματα, με βάση τις διεθνείς επιταγές των ημερών μας και διάθεση με φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο ενός γεωργικού αποβλήτου (Παπαφωτίου *et al*., 2009α).

Σε πείραμα με στόχο τη διερεύνηση της συνεργιστικής δράσης κομπόστας υπολειμμάτων στέμφυλων και daminozide στη βλαστική ανάπτυξη γλαστρικού χρυσάνθεμου, η χρήση της κομπόστας στο υπόστρωμα, μείωσε το μήκος των βλαστών και οδήγησε στη μείωση της απαιτούμενης ποσότητας του παρεμποδιστή ανάπτυξης, για την απόκτηση νάνων, συμπαγών φυτών, άρα η χρήση της, έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα ως προς την επιχειρηματική παραγωγή γλαστρικού χρυσάνθεμου με όφελος τη μείωση του κόστους παραγωγής, αλλά και τον περιορισμό της χρήσης χημικών σκευασμάτων στην καλλιέργεια (Παπαφωτίου *et al.,* 2009β).

Επίσης, η κομπόστα στεμφύλων οινοποιίας, χρησιμοποιήθηκε σε καλλιέργεια ντομάτας cv. *Sinatra* ως υποκατάστατο του πετροβάμβακα σε ανοιχτό αλλά και κλειστό σύστημα θερμοκηπίου, χωρίς διαφορές στην απόδοση κατά τη συγκομιδή (Reis *et al.,* 2001), ενώ παράλληλα αντικατέστησε ή συμπλήρωσε την τύρφη σε καλλιέργεια παραγωγής σπορόφυτων λαχανικών. Η ανάπτυξη φυτών πιπεριάς, αγγουριάς και τομάτας, ήταν γρηγορότερη στα εδαφικά μίγματα που περιείχαν κομπόστα από εκείνο της τύρφης σε συνδυασμό με βερμικουλίτη (Inbar *et al.,* 1986).

Η κομποστοποίηση των υπολειμμάτων οινοποιίας εφαρμόζεται πλέον ως οικολογικός τρόπος διαχείρισής τους. Σε πείραμα που έγινε στη Βαρκελώνη, μελετήθηκαν η λάσπη των υπολειμμάτων και τα επεξεργασμένα στέμφυλα, σε αναλογίες 1:1 και 1:2 αντίστοιχα, τα οποία είχαν διαμορφωθεί σε διαφορετικούς σωρούς. Καλύτερη ωρίμανση συνέβη στην αναλογία 1:2, σε υγρασία περίπου 55 %, μέγιστη θερμοκρασία 65 ° C και O_2 σε συγκέντρωση όχι μεγαλύτερη από 5–10%. Η κομπόστα που δημιουργήθηκε, είχε μεγάλη γεωργική αξία για τους αμπελώνες με χαμηλή περιεκτικότητα οργανικής ουσίας στο έδαφος. Έτσι γίνεται σωστή διαχείριση των υπολειμμάτων, τα οποία επανέρχονται στον κύκλο παραγωγής (Bertran *et al.,* 2004).

Στα πειράματα της παρούσας εργασίας, χρησιμοποιήθηκε κομπόστα από στέμφυλα οινοποιίας, εφόσον έχει αποδειχθεί ότι είναι πολύ αποτελεσματική σε διάφορες καλλιέργειες (Papafotiou *et al.,* 2011a, 2011b, Reis *et al.,* 2001), συμπεριλαμβανομένων και των φυτοδωμάτων (Papafotiou *et al.,* 2012, 2013). Το συγκεκριμένο είδος κομπόστας μειώνει την ανάπτυξη των παθογόνων στα φυτά, όπως του *Rhizoctonia solani*, του *Sclerotium rolfsii* (Gorodecki & Hadar, 1990, Mandelbaum *et al.,* 1985) καθώς και του *Pythium sp*. (Santos *et al.,* 2008).

1.6.6.3 Σχιστόλιθος

Για να είναι ελαφρύ το σύνολο της κατασκευής, προτιμάται το μη οργανικό μέρος του υποστρώματος να περιέχει άμμο, ελαφρόπετρα και πορώδη ορυκτά που είναι ελαφριά και επίσης βοηθούν να αποφευχθεί η ενοποίηση του υποστρώματος (Palla *et al.,* 2009, Schrader & Boning 2006).

Ένα από τα προτεινόμενα υλικά για τα εκτατικού τύπου φυτοδώματα, είναι ο θερμικά διογκωμένος σχιστόλιθος. Το υλικό αυτό σε πολύ μεγάλες αναλογίες (> 80%), ανέστειλε την ανάπτυξη των φυτών. Σε ποσοστό 80%, σε συνδυασμό με κομπόστα,

τύρφη και άμμο, έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα και για την ανάπτυξη των φυτών και για το βάρος της κατασκευής του φυτοδώματος (Getter & Rowe, 2006).

1.6.6.4 Περλίτης

Ένα πολύ συνηθισμένο υλικό που χρησιμοποιείται στα υποστρώματα είναι ο περλίτης, ανόργανο, αργιλλοπυριτικό ορυκτό με κρυσταλλικό νερό, ο οποίος είναι ηφαιστιογενούς προέλευσης. Είναι πολύ ελαφρύς, συγκρατεί 3-4 φορές το βάρος του σε νερό, είναι χημικά αδρανής, με pH περίπου 7-7.5. Αυξάνει το πορώδες, εξασφαλίζει αερισμό της ρίζας, βελτιώνει τη στράγγιση και κατακρατά υγρασία και θρεπτικές ουσίες εφοδιάζοντας τα φυτά. Ο συνδυασμός του με τύρφη ή φυτόχωμα προκαλεί και αισθητή μείωση του συνολικού βάρους. Αποτρέπει το σβόλιασμα και τα σκασίματα των υποστρωμάτων, ενώ εξίσου σημαντική είναι η θερμομονωτική του δράση κατά τη διάρκεια των χειμερινών και θερινών μηνών. Δεν αποσαθρώνεται και δεν σαπίζει με αποτέλεσμα να έχει απεριόριστη διάρκεια ζωής, ενώ έχει ταυτόχρονα χαμηλό κόστος συγκριτικά με άλλα ανόργανα υλικά (Ολύμπιος, 1994, Guler *et al.,* 1995, Κυρίτσης & Μαυρογιαννόπουλος, 1996).

1.6.6.5 Ελαφρόπετρα

Η ελαφρόπετρα (κίσσηρης) ανήκει στα πυριγενή πετρώματα. Είναι ηφαιστιογενές, χημικά αδρανές υλικό, πορώδες, ικανό να επιπλέει στο νερό. Έχει μεγάλη μηχανική αντοχή κάτι που την καθιστά ιδανική στο να εξυπηρετεί ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, ως υλικό κατασκευών, ως συστατικό υποστρωμάτων υδροπονικής καλλιέργειας και φυτεμένων δωμάτων κ.ά., καθώς και ομοιογενή ποιότητα και χαμηλό ειδικό βάρος. Είναι φιλική προς το περιβάλλον, άκαυστη και δρα ως θερμομονωτικός παράγοντας, ενώ απορροφά ήχους περιορίζοντας την ηχορύπανση (Τασούλα, Γ. 2013). Τέλος, η ελαφρόπετρα μπορεί να αποτελέσει ιδανικό συστατικό υποστρωμάτων καλλιέργειας αφού έχει και χαμηλό κόστος και στη χώρα μας αλλά και στο εξωτερικό (http://www.lava.gr/products/holystone/applications/geotexnikes/).

1.6.6.6 Πετροβάμβακας

Ο πετροβάμβακας είναι ένα υλικό που εκτός από μονωτικό, χρησιμοποιείται και ως συστατικό του υποστρώματος ανάπτυξης. Οι ρίζες των φυτών μπορούν να το διαπεράσουν, μπορεί να συγκρατήσει μεγάλη ποσότητα νερού, την οποία απελευθερώνει στα φυτά, ενώ επιτρέπει την αποστράγγιση του πλεονάζοντος. Σε πολύ ελαφρές κατασκευές, με χρήση χλοοτάπητα, ο πετροβάμβακας χρησιμοποιείται ως υποκατάστατο του υποστρώματος ανάπτυξης. Στην επιφάνειά του διασπείρονται χαλίκια προκειμένου να αποτρέψουν τη μετακίνηση του χλοοτάπητα από τον αέρα. Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι αυτή η λύση δεν έχει τη δυνατότητα συγκράτησης θρεπτικών στοιχείων για τα φυτά και χρειάζεται λίπανση. Επίσης θα πρέπει κανείς να λάβει υπόψη την ενέργεια που χρειάζεται για την κατασκευή του πετροβάμβακα (Νεκτάριος *et al.,* 2002).

1.6.6.7 Τέφρα

Η τέφρα, ηφαιστειακή ή θερμικά επεξεργασμένη, είναι ένα υλικό με θετικές συστάσεις, που όμως η ικανότητά του και οι ιδιότητές του, θα πρέπει να εξετασθούν με περαιτέρω έρευνες (Williams *et al.,* 2010).

Τα υποστρώματα που χρησιμοποιούνται σήμερα διαφέρουν σε σύνθεση, αριθμό στρώσεων, βάθος και βάρος. Τα φυτεμένα δώματα εκτατικού τύπου απαιτούν βάθος περίπου 8-15 cm και τα εντατικού τύπου 12-100 cm, ανάλογα με το μέγεθος των φυτών που θα φυτευτούν, ενώ στα ημιεντατικού τύπου το βάθος του υποστρώματος κυμαίνεται από 10-25 cm. Ο Berge *et al.,* το (2000) αναφέρει ότι η χλόη και τα ποώδη απαιτούν βάθος υποστρώματος 10 cm, οι θάμνοι 25 cm ενώ τα μικρά δέντρα 45-80 cm.

1.6.7 Φυτικό υλικό φυτοδωμάτων

1.6.7.1 Αυτοφυή φυτά σε φυτοδώματα

Πρακτικά, τα κριτήρια για την επιλογή του φυτικού υλικού ενός φυτοδώματος, είναι αρκετά όπως το επιλεγμένο σύστημα φύτευσης, ο σχεδιαστικός στόχος του κατασκευαστή, το αισθητικό αποτέλεσμα, οι περιβαλλοντικές συνθήκες της περιοχής, τα χαρακτηριστικά των φυτών (η ευκολία εγκατάστασης και εγκλιματισμού, η

μακροβιότητα και η ανθεκτικότητα σε εχθρούς και ασθένειες, η αυτοσπορά, η επεκτατικότητα - επιθετικότητα κ.ά.), οι συνθήκες του εδαφικού υποστρώματος και το διαθέσιμο βάθος του (Chow *et al*., 2019, Papafotiou *et al.,* 2013, Nektarios *et al.,* 2011, Getter & Rowe, 2006), κ.λ.π. Στα φυτοδώματα εκτατικού τύπου, το ενδιαφέρον εστιάζεται στη γρήγορη και πυκνή εδαφοκάλυψη, καθώς και στον εύκολο πολλαπλασιασμό των φυτικών ειδών (White & Snodgrass, 2003). Επίσης επιθυμητή είναι η μεγάλη αντοχή τους σε συνθήκες ελλειμματικής - αραιής άρδευσης.

Όπως μας αναλύουν ο Καραμπουρνιώτης *et al.* (2012), στο βιβλίο τους «Φυσιολογία καταπονήσεων των φυτών», ο εγκλιματισμός των αυτοφυών στην υδατική καταπόνηση περιλαμβάνει επίκτητες τροποποιήσεις, δομών και λειτουργιών. Στην περίπτωση των φυτοδωμάτων, που συμβαίνει «μακροπρόθεσμος» εγκλιματισμός, αυτός αφορά στην κατασκευή νέων οργάνων που ανταποκρίνονται στις συνθήκες υδατικής καταπόνησης. Έτσι, τα γηραιότερα φύλλα αποβάλλονται, ώστε να περιοριστεί η διαπνέουσα επιφάνεια. Επίσης, η δομή και η λειτουργία των νέων φύλλων που εκπτύσσονται ανταποκρίνονται καλύτερα στις νέες δυσμενείς συνθήκες παροχής νερού. Τέλος, μπορεί να μεταβληθεί ο λόγος υπεργείου/υπογείου τμήματος του φυτού.

Επιπλέον, τα αυτοφυή διατηρούν και αυξάνουν τη βιοποικιλότητα, συμπεριλαμβανομένων και των επικονιαστών αλλά και των ενδιαιτημάτων (Benvenuti, 2014, Cook-Patton & Bauerle, 2012, Lundholm & Peck, 2008), ενώ προστατεύουν τον τοπικό χαρακτήρα (Papafotiou *et al.,* 2012, 2013), δίνοντας την εικόνα του φυσικού τοπίου και βελτιώνουν την ψυχολογία των εργαζομένων (Loder, 2014).

Τα είδη του γένους *Sedum* θεωρούνται κατάλληλα για εκτατικούς ταρατσόκηπους λόγω της ανθεκτικότητάς τους στην υδατική καταπόνηση αλλά και για άλλους λόγους (Chow *et al*., 2019, Nektarios *et al.,* 2015, Rowe *et al.,* 2012, Butler & Orians, 2011, Durhman *et al.,* 2007). Τα Sedum είναι παχύφυτα με μεταβολισμό (CAM). Σε αντίθεση με εκείνα τα είδη που έχουν C3 και C4 μεταβολισμό, τα CAM φυτά απορροφούν ατμοσφαιρικό CO_2 κατά τη διάρκεια της νύχτας, συμπίπτοντας έτσι με τις ελάχιστες απαιτήσεις εξατμοδιαπνοής (Ting, 1985). Επιπλέον, η αποικοδόμηση του CO_2 σε υδατάνθρακες, πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια της ημέρας με το κλείσιμο των στοματίων (Borland & Dodd, 2002). Επιπλέον τα Sedum, χρειάζονται ελάχιστη συντήρηση, μπορούν να καλλιεργηθούν σε χαμηλό βάθος υποστρώματος και δεν έχουν επιθετικό ριζικό σύστημα (Durhman *et al.,* 2007).

Συγκρινόμενα με τα παραπάνω είδη, τα φρυγανώδη, λόγω της μεγαλύτερης καθ' ύψος και πλάτος ανάπτυξής τους, συμπεριφέρονται καλύτερα στη διαχείριση των

όμβριων υδάτων (Whittinghill *et al.,* 2015, Nagase & Dunnett, 2012), ενώ παρέχουν και καλύτερη θερμική μόνωση στα κτίρια (Vanuytrecht *et al.,* 2014, Blanusa *et al.,* 2013, Theodosiou, 2003).

Οι Nagase και Dunnett το 2010, πρότειναν ως καλή επιλογή φυτών για τα φυτοδώματα, συνδυασμούς ειδών, δηλαδή φρύγανα, γρασίδια και είδη του γένους *Sedum*, διότι τα είδη που διέφεραν ταξονομικά, παρουσίαζαν διαφορετικό επίπεδο ανθεκτικότητας στην υδατική καταπόνηση και το φυτοδώμα παρουσίαζε μεγαλύτερη βιωσιμότητα από εκείνο με τη μονοκαλλιέργεια. Επίσης, η μίξη ειδών είναι και ενεργειακά αποτελεσματικότερη, καθώς και ελάχιστων υδατικών απαιτήσεων (Lee *et al.,* 2014, Dvorak & Volder, 2010, Butler & Orians, 2011).

1.6.7.2 Μεσογειακά φυτικά είδη σε φυτοδώματα

Στις Μεσογειακές χώρες, που η καλοκαιρινή περίοδος είναι μακρά και θερμή, τα φυτοδώματα κρίνονται απαραίτητα ακόμη κι αν απαιτούν αρδευόμενη βλάστηση. Πολλοί ερευνητές συνιστούν την καλλιέργεια αυτοφυών Μεσογειακών ειδών και ειδικά ξηροφυτικών (Martinetti *et al.,* 2018, Monteiro *et al.,* 2017, Benvenuti, 2014, Papafotiou *et al.,* 2012, 2013, Kotsiris *et al.,* 2012, Nektarios *et al.,* 2011, Benvenuti & Bacci, 2010) για πολλούς λόγους. Τα ξηροφυτικά είδη μπορούν να επιβιώσουν στις κλιματικές αλλαγές λόγω των ανατομικών και φυσιολογικών τους χαρακτηριστικών.

1.6.7.3 Αρωματικά – φαρμακευτικά φυτά (ΑΦΦ)

Πριν από 5.500 χρόνια, οι Σουμέριοι, χρησιμοποίησαν το θυμάρι ως καρύκευμα και φάρμακο, ενώ οι Αιγύπτιοι το ονόμασαν θαμ και μεταχειρίζονταν το αφέψημα του, για να πλύνουν εκείνους που «πήγαν στα θυμαράκια», ως προετοιμασία της μουμιοποίησης τους (Δαβίας, 2009). Ο Θεόφραστος (372 – 287 π.Χ.) από τη Λέσβο, μαθητής του Αριστοτέλη, πρώτος χρησιμοποίησε συστηματική γραφή και σκίτσα των φυτικών ειδών και έκανε την πρώτη καταγραφή της θεραπείας με βότανα. Το έργο του «Ιστορία των φυτών» σε 9 τόμους τον ανέδειξε σε πατέρα της Βοτανικής. Ο Διοσκουρίδης (25 – 90 μ.Χ.), είναι ο θεμελιωτής της Φαρμακολογίας. Μέσα από το πεντάτομο έργο του «Περί ύλης Ιατρικής», κέρδισε ύψιστη θέση στην Ιστορία της Ιατρικής μαζί με τον Ιπποκράτη και τον Γαληνό (Καταγάς, 2007).

Περίπου το 12,5% των 422.000 των φυτικών ειδών που έχουν καταγραφεί παγκοσμίως, έχουν χαρακτηριστεί ως φαρμακευτικά, αλλά μόνο μερικές εκατοντάδες καλλιεργούνται (Rao *et al*., 2004).

Η Ελληνική χλωρίδα περιλαμβάνει περισσότερα από 6000 είδη ανώτερων φυτών από τα οποία 500-600 χαρακτηρίζονται ως αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, χωρίς να έχει διερευνηθεί ο ρόλος των υπολοίπων (Σκρουμπής 1998). Αν και η χώρα μας λόγω γεωγραφικής θέσης και κλίματος είναι ιδανικός τόπος για την καλλιέργεια πολλών από τα παραπάνω φυτά, εντούτοις η εξάπλωση της καλλιέργειάς τους στην Ελλάδα είναι περιορισμένη και είναι κυρίως τοπικού ενδιαφέροντος.

Σύμφωνα με στοιχεία του Οργανισμού Πληρωμών και Ελέγχου Κοινοτικών Ενισχύσεων Προσανατολισμού και Εγγυήσεων (ΟΠΕΚΕΠΕ), βάσει των δηλώσεων ΟΣΔΕ, το 2014 οι καλλιεργούμενες εκτάσεις των ΑΦΦ στην Ελλάδα ανέρχονταν σε 29.000 στρέμματα που έως σήμερα έχουν αυξηθεί τουλάχιστον κατά 30%. Από αυτά την μεγαλύτερη έκταση καταλαμβάνει η καλλιέργεια της ρίγανης (11.000 στρέμματα). Άλλα είδη που καλλιεργούνται είναι η λεβάντα (*Lavandula sp*), το τσάι του βουνού (*Sideritis sp.*), ο κρόκος ή σαφράν (*Crocus sativus*), και πολύ λιγότερο το φασκόμηλο (*Salvia fruticosa* και *Salvia officinalis*), το μελισσόχορτο (*Melissa officinalis*), το κρίταμο (*Crithmum maritimum*), ο δυόσμος (*Mentha spicata*), το χαμομήλι (*Matricaria chamomilla*) κλπ. (Υπ.Α.Α.Τ., 2017).

1.7 Το είδος *Convolvulus cneorum*

1.7.1 Ονομασία - Καταγωγή - Βοτανική ταξινόμηση – Χαρακτηριστικά

Ονομασία: Το *C. cneorum* L., ονομάζεται «silver bush», «silverbush», «vine plant» δηλαδή κληματίδα και «bindweed» δηλαδή περικοκλάδα (Irish, 2006).

Καταγωγή: Είναι ένας αειθαλής Μεσογειακός θάμνος. Συναντάται σε ακτές της Ισπανίας, της Ιταλίας, της Κροατίας και της Αλβανίας. Στην Ιταλία βρίσκεται στην Τοσκάνη, στη δυτική Σικελία και στα νησιά Capri & Li Galli (Blamey & Grey-Wilson, 1988, Irish, 2006, Pantza, 2002).

Βοτανική ταξινόμηση:

ΒΑΣΙΛΕΙΟ: Plantae

ΣΥΝΟΜΟΤΑΞΙΑ: Spermatophyta

ΥΠΟΑΘΡΟΙΣΜΑ: Magnoliophyta ή Angiospermae

ΚΛΑΣΗ: Eudicots ή Eudicotidae ή Eudicotyledons ή Tricolpates

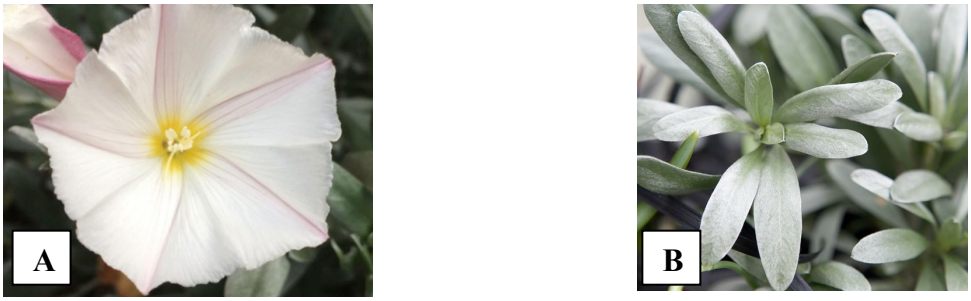
ΥΠΟΚΛΑΣΗ: Asterids

ΤΑΞΗ: Solanales

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ: Convolvulaceae

ΓΕΝΟΣ: *Convolvulus*

ΕΙΔΟΣ: *C. cneorum*



Εικ. 1.5 Α: Άνθος και Β: Φύλλα του είδους *C. cneorum*
(A:https://www.parks.ox.ac.uk/article/convolvulus-cneorum,
B:https://horomidis.gr/product/convolvulus-cneorum-κονβολβουλουσ-κνεορουμ/?lang=en)



Εικ. 1.6 Το είδος *C. cneorum* στο φυσικό περιβάλλον
(http://www.public.asu.edu/~camartin/plants/Plant%20html%20files/)

Χαρακτηριστικά: Σχηματίζει χαμηλή θολωτή κόμη, ύψους 60 cm, ομοιόμορφης ανάπτυξης (Εικ. 1.6). Έχει φύλλα γκρι – πράσινα, ελλειπτικού σχήματος (Εικ. 1.5 Β)., με τριχίδια στην επιφάνειά τους, που δίνουν στο φυτό την ασημί απόχρωση. Την άνοιξη φέρει πολυάριθμα λευκά άνθη, περιστασιακά ροζέ, διαμέτρου 20-30 mm, ακραία κεφάλια (Εικ. 1.5 Α)., που καλύπτουν σχεδόν πλήρως την κόμη (Blamey & Grey-Wilson, 1988). Οι καρποί του είναι χνουδωτοί και δηλητηριώδεις και το φυτό συγκαταλέγεται στη λίστα δεδομένων δηλητηριωδών φυτών FDA (U.S. Food and Drug Administartion, Poisonous Plant Database) (Hartman, 1977). Είναι φυτό C_3 (Sage, 2001) και περιέχει γαλακτοφόρους σωλήνες που βοηθούν στην άμυνά του κατά των φυτοφάγων (Fineran *et al.,* 1988).

1.7.2 Ιδιότητες – Χρήσεις

Προτιμά τα αλκαλικά ασβεστώδη εδάφη, με καλή αποστράγγιση καθώς και τις ηλιόλουστες, βραχώδεις, παράκτιες περιοχές. Αντέχει σε χαμηλές θερμοκρασίες μέχρι και -9 ^{o}C (Blamey & Grey-Wilson, 1988, Irish, 2006). Χρησιμοποιείται ως καλλωπιστικό, συχνά σε πήλινες γλάστρες λόγω των εντυπωσιακών ανθέων και των τοξωτών βλαστών του. Επιτυγχάνει εδαφοκάλυψη και ανήκει στα φυτά με τις λιγότερες αναφλέξιμες ουσίες (Gildmeister, 2004). Επίσης έχει δειχθεί πολύ αποτελεσματικό στην αναχαίτιση της σωματιδιακής ατμοσφαιρικής ρύπανσης (Shackleton *et al.,* 2012).

Πολύ σημαντική είναι η χρήση του για την παραγωγή τροπανιωδών αλκαλοειδών (Palazón *et al.,* 2006). Τα αλκαλοειδή της ομάδας του τροπανίου είναι δευτερογενείς μεταβολίτες που περιέχουν έναν σκελετό πυρήνα 8-αζαδικυκλο [3.2.1] οκτανίου ως βασικό δομικό στοιχείο. Έχουν παραισθησιογόνα χαρακτηριστικά και δραστηριοποιούνται στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Μερικά από αυτά, όπως η ατροπίνη και η σκοπολαμίνη, που περιέχει ο κονβόλβουλος, χρησιμοποιούνται στην ιατρική (De Simone *et al.,* 2008).

1.7.3 Πολλαπλασιασμός

Πολλαπλασιάζεται με μοσχεύματα, είτε τον Σεπτέμβριο σε σύστημα υδρονέφωσης, είτε τον Απρίλιο απλά σε δροσερό ριζωτήριο, δίχως υδρονέφωση (Usrey, 1961).

1.8 Το είδος *Origanum dictamnus*

1.8.1 Ονομασία - Καταγωγή - Βοτανική ταξινόμηση – Χαρακτηριστικά

Ονομασία: Η λέξη «δίκταμνος» είναι σύνθετη. Αποτελείται από πρώτο συνθετικό το όρος της Κρήτης «Δίκτη» και από δεύτερο τη λέξη «θάμνος». Υπάρχει επίσης μια αρκετά εξεζητημένη εκδοχή για το δεύτερο συνθετικό, το οποίο θεωρείται ως η λέξη «αμνός», λόγω του τριχωτού των φύλλων του φυτού (Θεοδοσίου, 1972).

Η επιστημονική βοτανική ονομασία του φυτού είναι *Origanum dictamnus* L. (*Amaracus dictamnus*), Lamiaceae (Ody, 1995). Αρκετές φορές, αναφέρεται και ως *Origanum creticum* Bauh., *Amaracus dictamnus* Benth., *Origanum pseudodictamnus* Sieb., *Origanum creticum*, *Latifolium tomentosum* Tourn., ενώ ως *Dictamnus creticus* αναφερόταν παλαιότερα σε έρευνες για τη φαρμακευτική του χρήση (Πρινέας *et al.,* 1983, Καββάδας, 1956).

Το φυτό είναι γνωστό με πάρα πολλές λαϊκές ονομασίες, κυρίως στο νησί της Κρήτης, όπου απαντάται ως αυτοφυές (Εικ. 1.6). Αποκαλείται «στοματόχορτο» και κυρίως «Έρωντας», επειδή για να το συλλέξει κανείς από τα κακοτράχαλα βουνά της Κρήτης, πρέπει να περάσει πολλές δυσκολίες, που παρομοιάζονται με τα βάσανα του έρωτα (Ζαννετού, 2000, Μπαζαίος, 1986). Άλλη θεωρία είναι ότι ονομάστηκε έτσι, γιατί όταν χρησιμοποιείται προκαλεί ερωτική διέγερση, αφού πολλοί πιστεύουν πως αν ρίξουν στο ζεστό λουτρό τους φύλλα και άνθη του φυτού και μείνουν στο λουτρό μισή ώρα, τους προκαλεί το παραπάνω αίσθημα και τους διατηρεί νέους (Μπαζαίος, 1986). Επιπλέον, παίρνει ονομασίες ανάλογα με τις περιοχές στις οποίες φύεται. Κατ' αυτόν τον τρόπο το αποκαλούν Έρωντα ή Έρωτα (Λασήθι, Ψηλορείτης, Γωνιές Μαλεβιζίου, Ασίτες, Τήλισσος κ.α.), Σταματόχορτο (Καστέλλι Κισσάμου, Σφακιά), Δίκταμνος (Μάλεσι Ιεράπετρα), Αδίχταμος (Νομός Λασηθίου) (Θεοδοσίου, 1972). «Στοματόχορτο» ονομάζεται, γιατί όταν μασάει κανείς τα φύλλα του, σταματά την κακοσμία του στόματος, «στομαχόχορτο» γιατί βοηθάει στη χώνευση και καταπραΰνει τους πόνους του στομαχιού και «σταματόχορτο» γιατί αν βάλει κανείς κοπανισμένα φύλλα πάνω σε πληγή σταματάει την αιμορραγία (Μπαζαίος, 1986).

Ο ίδιος ο Διοσκουρίδης, σύμφωνα με μια ξενόγλωσση μετάφραση των κειμένων του, αναφέρει ότι το φυτό αυτό, στην εποχή του, χρησιμοποιούταν με πολλαπλές ονομασίες. Έτσι, το αποκαλούσαν *Pulegium sylvestre, Embactron, Beluacos,*

Artemedion (Αρτεμίδιο), *Creticus, Ephemeron, Eldian, Belotocos, Dorcidium, Elbunium*, ενώ οι Ρωμαίοι *Ustilago rustica* (Gunther, 1968).

Στην αρχαία Ελλάδα το φυτό ονομαζόταν Αρτεμίδιο, από την θεά του κυνηγιού Άρτεμη Ο Διοσκουρίδης τον ονομάζει Βελουάκο και Βελοτόκο λόγω της ιδιότητας του, όταν φαγωθεί από τους κτυπημένους με βέλη αίγαγρους, να βγάζει τα βέλη από το σώμα τους. Τέλος επειδή φύεται αποκλειστικά στην Κρήτη ονομάζεται και Κρητική.(Γεννάδιος Π.Γ.,1914.)

Καταγωγή: Είναι ενδημικό φυτό της Κρήτης και είχε χαρακτηρισθεί απειλούμενο εξαιτίας της υπερεκμετάλλευσης. Κάποιοι από τους πληθυσμούς βρίσκονται στο φαράγγι της Σαμαριάς, όπου ως εθνικό πάρκο η συλλογή απαγορεύεται από το νόμο. Στην Κρήτη παρουσιάζει ευρεία εξάπλωση, αν και είναι σπανιότερο στην ανατολική πλευρά του νησιού.

Κατά την Γούλα *et al.* (2004), ο δίκταμος ανήκει στη sectio *Amaracus* (Gleditsch) Bentham, η οποία περιλαμβάνει επτά είδη, που συναντώνται στην Κύπρο, την Τουρκία και την Ανατολική Μεσόγειο και μάλιστα στην Ελλάδα. Έτσι πολλές φορές το είδος *O. dictamnus* της Κρήτης, μπορεί να μπερδευτεί με το *O. boissieri* (Ietswaart) της Τουρκίας, το *O. calcaratum* (Jussieu) επίσης Ελληνικό, το *O. cordifolium* (Montbret et Aucher ex Bentham, Vogel) της Κύπρου, το *O. saccatum* (Davis) και το *O. solymicum* (Davis) της Τουρκίας, καθώς και το *O. symes* (Carlstrom) της Ελλάδας. Γι' αυτό και ο Turland (1995) και η Med-Checklist (1986) επισημαίνουν ότι αναφορές που βρίσκουν το είδος *O. dictamnus* στην Ν.Δ. Τουρκία, πιθανότατα αναφέρονται σε συγγενές μη πλήρως προσδιορισμένο είδος.

Πρέπει να σημειωθεί ότι το είδος *Origanum dictamnus*, παρόλο που έγιναν προσπάθειες να καλλιεργηθεί και σε άλλες περιοχές (π.χ. Ιωάννινα) παρουσίασαν μειωμένη δυναμικότητα (Υπουργείο Οικονομίας-Γεωπονικό Παν., 2003, Ody, 1995, Πλυμάκη, 1997). Καλλιεργείται και στην Ιταλία, αλλά η ποιότητά του δεν είναι ικανοποιητική. Το αν μπορεί να καλλιεργηθεί εκτός Κρήτης χωρίς να χάσει τις θεραπευτικές του ιδιότητες και χωρίς την αλλαγή της σύστασης του αιθέριου ελαίου του, δεν έχει μελετηθεί πλήρως (Κουτσός, 2006).

Βοτανική ταξινόμηση

ΒΑΣΙΛΕΙΟ: Plantae

ΣΥΝΟΜΟΤΑΞΙΑ: Spermatophyta

ΥΠΟΑΘΡΟΙΣΜΑ: Magnoliophyta ή Angiospermae

ΚΛΑΣΗ: Eudicots ή Eudicotidae ή Eudicotyledons ή Tricolpates

ΥΠΟΚΛΑΣΗ: Asteridae

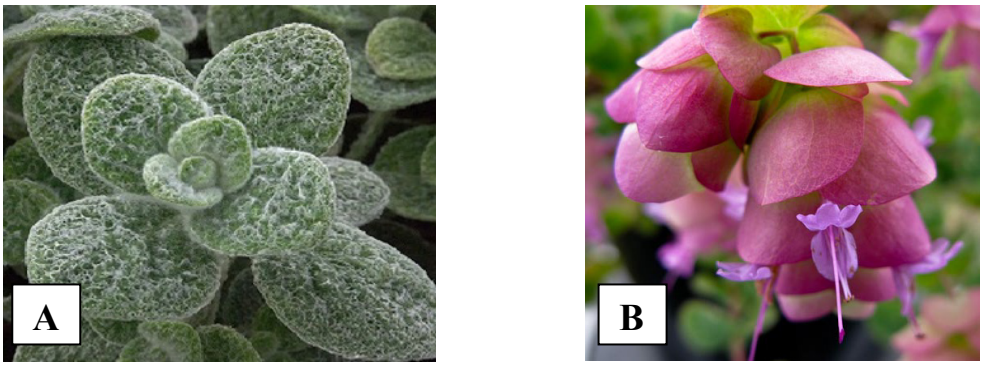
ΤΑΞΗ: Lamiales

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ: Lamiaceae ή Labiatae, Χειλανθή

ΓΕΝΟΣ: *Origanum*

ΕΙΔΟΣ: *O. dictamnus*

(Σκρουμπής, 1990, Γκανιάτσας, 1966, Μπαμπαλώνας *et al*., 1999).



Εικ. 1.7 Α: Φύλλα και Β: Άνθος του είδους *O. dictamnus*
(A:https://www.thegrowers-exchange.com/Dittany_of_Crete_p/her-or04.htm
B:https://jekkasherbfarm.wordpress.com/category/oregano-2/)



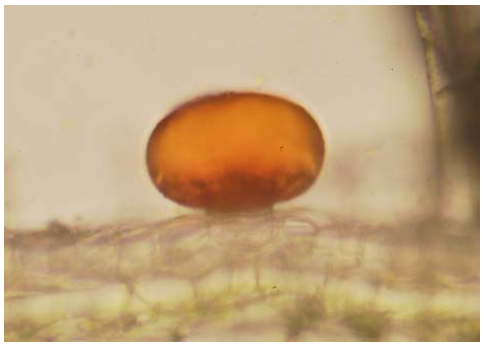
Εικ. 1.8 Το είδος *O. dictamnus* στο φυσικό περιβάλλον
(https://simeiakairwn.wordpress.com/2015/05/28/)

Χαρακτηριστικά: Είναι νάνο, πολυετές, αειθαλές φρύγανο (Εικ. 1.8). Το φυτό έχει βλαστό τετραγωνικό, πολύκλαδο (Σκρουμπής, 1990). Έχει ένα μέσο ύψος περίπου 35 cm και σε κάθε γόνατο του βλαστού του φέρει ένα ζευγάρι φύλλα, σταυρωτά τοποθετημένα ως προς τα υπερκείμενα και υποκείμενα ζευγάρια. Τα φύλλα (Εικ. 1.7 Α), έχουν περίπου το ίδιο μήκος και πλάτος (γύρω στα 2 cm) και η επιφάνειά τους είναι πυκνά επικαλυμμένη από μη-αδενικές τρίχες που της προσδίνουν μια βελούδινη όψη. Εκτός από τις μη-αδενικές τρίχες, υπάρχουν και αδενικές τρίχες, οι οποίες παράγουν ένα αιθέριο έλαιο με το χαρακτηριστικό άρωμα του δικτάμου (Skrubis, 1979, Katsiotis and Oikonomou, 1986). Έχει άνθη ανοιχτού ρόδινου χρώματος (Εικ. 1.7 Β), σε κορύμβους διανθείς κεφαλιόμορφους, με μορφή ιούλων λυκίσκου, τα οποία εκφύονται από πλατιά βράκτια, σκούρου ρόδινου, πορφυρού χρώματος, με σχήμα ημικυκλικό και μέγεθος λίγο μεγαλύτερο από του κάλυκα, με πυκνή δικτυωτή νεύρωση. Ο κάλυκας είναι πράσινος, μικρός, κυλινδρικός, δίχειλος με το άνω χείλος μακρύτερο και πλατύτερο από το κάτω. Η στεφάνη είναι δίχειλη, ρόδινη, με το άνω χείλος δίλοβο και το κάτω τρίλοβο. Οι στήμονες είναι τέσσερεις και προεξέχουν από τη στεφάνη. Ο στύλος έχει δισχιδή μορφή, ενώ ο καρπός είναι κάρυο με τέσσερα μελανά στίλβοντα σπέρματα (Καββάδας, 1956, Σκρουμπής, 1990).

Έχει αδενώδεις τρίχες (Εικ. 1.9), (χαρακτηριστικές των Lamiaceae) στα φύλλα και σε όλα τα υπέργεια τμήματα π.χ. βλαστός, κάλυκας, στεφάνη και στήμονες (Bosabalidis, 2002).

Το τρίχωμά του αποτελεί ένα σημαντικό μορφολογικό χαρακτηριστικό, γι'αυτό και πρέπει να εξεταστεί ξεχωριστά και αναλυτικά.Τα διαφορά είδη τριχών που απαντώνται είναι : Μη αδενώδεις τρίχες (non glanular hairs): Είναι πολυκύτταρες και στο δίκταμο συνήθως διακλαδισμένες Γενικά για το *Origanum* taxon έχουν παρατηρηθεί στα βλαστικά και στα αναπαραγωγικά τμήματα του φυτού. Έχουν αμυντικό ρόλο, γι'αυτό και χαρακτηρίζονται ως αμυντικές ή προστατευτικές .Στο φύλλο του απαντώνται και στις δύο επιφάνειες, με μεγαλύτερη συχνότητα κοντά στις φλέβες της κάτω επιφάνειας. Επίσης κοντά στη βάση του φύλλου αυξάνεται η πυκνότητα και το μήκος τους. Ο μίσχος του φύλλου καλύπτεται επίσης με παχύ χνούδι (*indumentum*), λόγω των αμυντικών τριχών.(Vrachnakis T., 2003). Αδενώδεις τρίχες: Αδενώδεις τρίχες χαρακτηριστικές για τα Lamiaceae έχουν παρατηρηθεί εκτός από τα φύλλα, στα οποία αναφέρονται και οι περισσότερες μελέτες, σε όλα τα υπέργεια τμήματα π.χ βλαστός κάλυκας ,στεφάνη και στήμονες (Πάγκαλος, 2009).

Το αιθέριο έλαιο, κατά το σχηματισμό του, περιορίζεται σε ένα χώρο-θύλακα, που σχηματίζεται μεταξύ της εφυμενίδας και του κορυφώδους τοιχώματος των εκκριτικών κυττάρων της κεφαλής της τρίχας (Εικ. 1.9). Ο ενδοεφυμενιδιακός αυτός χώρος αρχικά είναι περιορισμένος και στη συνέχεια μεγαλώνει, ώσπου τελικά η εφυμενίδα θραύεται και ελευθερώνει το αιθέριο έλαιο (Λιόλιος, 2004). Ο ρόλος των αιθέριων ελαίων στα φυτά ενδέχεται να είναι πολύ σημαντικός, διότι προστατεύουν τα φυτά από την υψηλή θερμοκρασία γιατί λόγω εξάτμισης τους μειώνεται η θερμοκρασία των φυτών και κάνουν τα φυτά πιο ανθεκτικά στην ξηρασία γιατί ελαττώνουν την διαπνοή με την ύπαρξη στους μεσοκυττάριους χώρους (Δόρδας, 2009).



Εικ. 1.9
Κεφαλωτή αδενώδης τρίχα *O. dictamnus* με πολυκύτταρη κεφαλή (Χριστοδουλάκης & Νικολακάκη, 2003-2004)(http://www.neatv.gr/el/356916/o-erontas-tis-kritis-kai-to-martini.php)

1.8.2 Ιδιότητες – Χρήσεις

Από την Ελληνική μυθολογία γνωρίζουμε ότι ο δίκταμος, ήταν φυτό αφιερωμένο στην θεά του κυνηγιού Άρτεμη, στην οποία οφείλει και την ονομασία του Αρτεμίδιο (Gunther, 1968). Ο συσχετισμός αυτός με τη θεά Άρτεμη την Ειλειθυία, οφείλεται πιθανώς στο ότι η θεά, όπως και το φυτό, κατά την παράδοση, διευκόλυνε τους δύσκολους τοκετούς και την υστεροτοκία. Από τα αρχαία χρόνια, το χρησιμοποιούσαν για παθήσεις του στομάχου και γενικότερα του πεπτικού συστήματος, του σπλήνα, για τους ρευματισμούς, αρθριτικά και τέλος για παθήσεις της μήτρας και τις δυστοκίες (Λιόλιος, 2004).

Οι θεραπευτικές ιδιότητες του φυτού έχουν σημειωθεί από τουλάχιστον 24 συγγραφείς μέχρι τον 4ο αι. π.Χ. Ο Όμηρος (9ος αι. π.Χ.) στην Ιλιάδα (στιχ.843-847) αναφέρει ότι οι ρίζες του θεραπεύουν το έλκος και σταματάνε την αιμορραγία (η πικρή ρίζα για την οποία μιλάει ο ποιητής, κατά τον Berendes (1902), αναφέρεται στο Δίκταμο). Ο τραγικός ποιητής Ευριπίδης (480-406 π.Χ.) υποστηρίζει ότι επάγει τον

τοκετό. Αναφερόμενος στον Ιππόλυτο λέει: «Στρέφεσθε την εν Αγραίς Άρτεμιν Απολλόδωρος δε παρά Κρήσιν Δίκταμνος ή Σίνον είναι φήσιν αυτής στεφανώματα» (Πάνου-Φιλοθέου κ.ά., 1997). Ο μεγάλος φιλόσοφος Αριστοτέλης (384-322 π.Χ.) στο έργο του «Περί Ζώων Ιστορίαν» αναφέρει ότι οι πληγωμένοι αίγαγροι του βουνού Ίδη (κρι-κρι, *Capra aegagrus cretica*) τρώνε τον Δίκταμο προκειμένου να βγάλουν το βέλος από το σώμα τους και να κλείσει η πληγή. Ο Θεόφραστος (372-287 π.Χ.) όταν περιγράφει το φυτό επαναλαμβάνει με σκεπτικισμό την ιστορία του δασκάλου του για τους αίγαγρους. Η ιστορία αυτή επαναλαμβάνεται πολύ αργότερα και από τον Φλαμανδό περιηγητή και συγγραφέα O. Dapper, ο οποίος παραθέτει και μία περίφημη λιθογραφία (Bauman, 1982). Ο Ιπποκράτης ο Κώος, ο πατέρας της Ιατρικής, (460-377 π.Χ.) χρησιμοποιούσε τον δίκταμο, για τις παθήσεις της χοληδόχου κύστης, για τη φυματίωση, σε καταπλάσματα για πληγές, αλλά κυρίως για το δύσκολο τοκετό σε γυναίκες. Παρόμοιες ιδιότητες με τους αρχαίους Έλληνες συγγραφείς αποδίδουν στο φυτό και οι μεταγενέστεροι Λατίνοι συγγραφείς Κικέρωνας (106-43 π.Χ.) και Βιργίλλιος (70-19 π.Χ.). Ο Βιργίλλιος συγκεκριμένα στο έργο του Αινειάδα (κεφ.XII στιχ.411) φαντάζεται τη θεά Αφροδίτη προκειμένου να θεραπεύσει τον πόνο του γιού της Αινεία, να σπεύδει στο βουνό Ίδη της Κρήτης προς αναζήτηση του Δίκταμου. Το φυτό αναφέρεται επίσης από τους Λατίνους Πλίνιο (23-79 μ.Χ.) και Κέλσο ($1^{ος}$ αι. μ.Χ.) ο οποίος προτείνει κατάποση τεσσάρων γουλιών από αμμωνιακό διάλυμα ή από υδατικό διάλυμα του «*Cretan dittany»*, προκειμένου να υπάρξει η ανάλογη δράση. Αργότερα αναφέρεται από τους Έλληνες Πλούταρχο (46-127 μ.Χ.) και Διοσκουρίδη (54-79 μ.Χ.) στο έργο του «Περί Ιατρικής Ύλης», όπου και αποδίδονται στο Δίκταμο παρόμοιες θεραπευτικές ιδιότητες «φάσι δε και τας αιγάς έν Κρήτη τοξευθείσας και νεμηθείσας την πόαν εκβάλλειν τα τοξεύματα». Τέλος ο Έλληνας ιατρός και πατέρας της Φαρμακευτικής Γαληνός, αποδίδει στο Δίκταμνο επουλωτικές, αντιρρευματικές και εκτρωτικές ιδιότητες (Berendes, 1902, Λιόλιος 2004).

Το αιθέριο έλαιο εξάγεται με απόσταξη των ανθισμένων κορυφών του, έχει οικονομική σημασία και χρησιμοποιείται στην οινοποιία (μαρτίνι, bitters/vermouth) και στην κοσμετολογία. Χημικές αναλύσεις που έγιναν στο αιθέριο έλαιο έδειξαν ότι το κύριο συστατικό του είναι η καρβακρόλη (60-80% περίπου) (Skrubis 1979, Katsiotis and Oikonomou 1986). Περιέχει όμως επίσης πουλεγόνη και θυμόλη. Ο δίκταμος έχει αντοοξειδωτικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες, ενώ προκαλεί και καταστροφή των καρκινικών κυττάρων, λόγω της κυτταροτοξικής του δράσης (Τέζιας, 2004).Το αιθέριο

έλαιο του δίκταμου έχει δειχθεί ότι θα μπορούσε να αξιοποιηθεί επίσης για τη διατήρηση της ποιότητας των καρπών πιπεριάς (*Capsicum annuum* I. cv. Sammy), μετασυλλεκτικά (Καλοτεράκης, 2016).

Η καλλιέργειά του ως καλλωπιστικού σε βραχόκηπους το έχει κάνει σημαντικό είδος σε πολλά φυτώρια ανά την Ελλάδα.

1.8.3 Πολλαπλασιασμός – Επιχειρηματική καλλιέργεια

Απαντάται σε ΒΑ έκθεσης σχισμές βράχων στα 500 – 700 m υψόμετρο κυρίως. Προτιμά μέτρια υψόμετρα, αντέχει στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα, ευημερεί σε διάρκεια φωτός κατά τα 3/4 της ημέρας, απαιτεί στραγγερό έδαφος, με αρκετή όμως υδατοϊκανότητα και pH 6 – 6,5 (Κουτσός, 2006). Μπορεί να παραμείνει στο ίδιο χωράφι για 4-5 χρόνια (Αυγουλάς, 2003). Ποτίζεται, αναλόγως με την ξηρότητα του εδάφους, δύο έως τρεις φορές την εβδομάδα. Επίσης χρησιμοποιείται λίπασμα δύο έως τρεις φορές (Θειϊκή - Νιτραμωνία κ.α) και σε αναλογία 10-15 Kg ανά χίλια φυτά περίπου (και αυτά τα μεγέθη όμως εξαρτώνται από το έδαφος). Φυτοπροστασία δεν γίνεται συνήθως (Πλυμάκη, 1997). Σύμφωνα με τον Καθ. Χ.Ε Αυγουλά του Γεωπονικού Παν/μίου Αθηνών (σε Λιόλιος, 2004), η φύτευση των φυτών που προέρχονται από σπόρο, από μοσχεύματα ή παραφυάδες, γίνεται το φθινόπωρο (Οκτώβριο-Νοέμβριο) ή την άνοιξη (Φεβρουάριο-Μάρτιο)

Πρέπει να αναφερθεί εδώ, ότι έχουν γίνει και προσπάθειες υδροπονικής καλλιέργειας N.F.T (Nutrient Film Technique) του δίκταμου. Κατά την ποιοτική-ποσοτική ανάλυση των πτητικών συστατικών, φύλλων και βράκτιων, μεταξύ άγριου και καλλιεργημένου με τεχνική N.F.T δίκταμου, βρέθηκαν ποιοτικές και ποσοτικές διαφορές σχετικά με τη χημική τους σύσταση (Economakis, 1993). Σύγκριση έγινε και στη χημική σύνθεση των αιθέριων ελαίων που ελήφθησαν από φύλλα και βράκτια υδροπονικώς καλλιεργημένου *Origanum dictamnus* υπό τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις φωσφόρου (5, 30 και 60 mg / L) στο θρεπτικό διάλυμα κατά την καλλιέργεια, χρησιμοποιώντας την τεχνική θρεπτικού φιλμ (NFT), όπου η καρβακρόλη και το ρ-κυμένιο ταυτοποιήθηκαν ως οι κύριες ενώσεις σε όλα τα δείγματα που αναλύθηκαν, ενώ η θυμοκινόνη βρέθηκε σε υψηλότερο ποσοστό στα φύλλα. Τα αιθέρια έλαια που λαμβάνονται από τα βράκτια βρέθηκαν να είναι πιο δραστικά έναντι Gram-θετικών και Gram-αρνητικών βακτηριδίων (Economakis, 2005).

Η εντατική καλλιέργεια του *O. dictamnus*, άρχισε το 1923 και σιγά σιγά επεκτάθηκε στα χωριά της Κρήτης. Το 1964 έγινε εξαγωγή 24 τόνων περίπου ξηρού δίκταμου από το λιμάνι του Ηρακλείου. Τοπικοί καλλιεργητές λένε ότι ο Συνεταιρισμός Καλλιεργητών Δίκταμου ιδρύθηκε το 1956. Μετά το 1982 ο συνεταιρισμός ατόνησε (Πλυμάκη, 1997).

Το είδος κινδύνευσε να εξαφανισθεί, γεγονός που επιβεβαιώνεται από το ότι συμπεριλαμβάνεται στην «Κόκκινη λίστα» (IUCN Red List of threatened plants, 1998), παρουσιάζοντας τότε ελάχιστα άτομα στα βουνά της Κρήτης. Όμως η καλλιέργειά του που ήδη είχε αρχίσει, το έσωσε από την εξαφάνιση.

Το 2004 καλλιεργείτο συστηματικά σε υψόμετρο 430 m, στις ΝΔ υπώρειες της Δίκτης και στις γύρω κοινότητες. Το μεγαλύτερο μέρος της καλλιέργειας πραγματοποιείτο κυρίως στο Ν. Ηρακλείου. Η έκταση ποίκιλε από 40 - 100 στρέμματα και η αυξομείωσή της είναι ευθέως ανάλογη της τιμής του προϊόντος (Λιόλιος, 2004).

Σήμερα υπάρχουν καλλιεργητές δίκταμου στην Κρήτη αλλά και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας, όπως στη Λακωνία και στις Σέρρες. Στη Λακωνία μάλιστα οι καλλιεργητές ανήκουν στον Αγροτικό Συνεταιρισμό Βιοκαλλιεργητών Κροκέων.

Στο φυσικό περιβάλλον της Κρήτης θεωρείται «σπάνιο» και προστατεύεται από τους Ευρωπαϊκούς νόμους, ώστε να μην εξαφανισθεί (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Πηγή 9). Λόγω της σπανιότητάς του, προστατεύεται με τη συνθήκη της Βέρνης την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ και το Π.Δ. 67/81, ενώ κομμάτι του πληθυσμού υπάγεται μέσα στον Εθνικό Δρυμό της Σαμαριάς, όπου και απαγορεύεται η συλλογή του (Παπαγεωργίου *et al.,* 2001).

Στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, είναι η ανάπτυξη της καλλιέργειας ελληνικών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών και προβάλει τις προϋποθέσεις υπό τις οποίες η «στροφή» προς αυτόν τον κλάδο μπορεί να έχει προοπτικές. Για το δίκταμο συγκεκριμένα το υπουργείο δίνει τιμή 8€/Kg, απόδοση 200 Kg/στρέμμα και μικτά έσοδα 1600€/στρέμμα (Πηγή 11).

Πολλές εταιρείες όπως για παράδειγμα η ΚΝΩΣΣΟΣ – Βιολογικές Υπερτροφές καλλιεργούν και διαθέτουν το δίκταμο ως προϊόν σε όλη την Ελλάδα, ενώ παράλληλα κάνουν και εξαγωγές. Στους Μηλλιαράδες του Ηρακλείου της Κρήτης καλλιεργείται βιολογικά, από το 2012, από την εταιρεία ΔΙΚΤΕΟΝ. Μία περιήγηση στο διαδίκτυο αποδεικνύει ότι το *O. dictamnus* πωλείται στο εξωτερικό. Επίσης συναντάται ως προϊόν σε ηλεκτρονική πλατφόρμα αγοράς ειδών με Γερμανική προέλευση, χωρίς βέβαια αυτό

να σημαίνει ότι καλλιεργείται στη Γερμανία. Συγκαταλέγεται όμως στα είδη που καλλιεργεί το φυτώριο SAN MARCOS GROWERS στην Καλιφόρνια (Πηγή 12).

ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΑΜΟΥ

ΕΤΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ (στρέμματα)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (τόνοι)	ΣΤΡΕΜ. ΑΠΟΔΟΣΗ (κιλά/στρεμ.)	ΑΥΤΟΦΥΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (τόνοι)
2000	**150**	**60,0**	**400**	**1**
2001	**150**	**50,0**	**333**	**1**
2002	**150**	**60,0**	**400**	**1**
2003	**130**	**40,0**	**308**	**1**
2004	**150**	**55,0**	**367**	**1,5**
2005	**50**	**20,0**	**400**	**1,5**
2006	**40**	**16,0**	**400**	**1,5**
2007	**40**	**16,0**	**400**	**1,5**
2008	**40**	**17,0**	**425**	
2009	**50**	**20,0**	**400**	
2010	**41**	**17,5**	**427**	
2011	**60**	**26,0**	**433**	

(Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων,
http://www.minagric.gr/images/stories/agropol/Greek/Agro_pol/diktamo.htm.)

1.9 Το είδος *Sideritis athoa*

1.9.1 Ονομασία - Καταγωγή - Βοτανική ταξινόμηση – Χαρακτηριστικά

Ονομασία: Το επιστημονικό του όνομα «*Sideritis»,* προέρχεται από την ελληνική λέξη «σίδηρος» και πιθανό να δόθηκε στο φυτό διότι θεραπεύει πληγές από σιδερένια εργαλεία. Κατά μια άλλη εκδοχή είναι φυσική πηγή σιδήρου (Fe), θετική για τον ανθρώπινο οργανισμό. Μια ακόμη άποψη λέει ότι τα δόντια του κάλυκα μοιάζουν με αιχμή λόγχης (Gonzales-Burgos *et al.,* 2011).

Καταγωγή: Το είδος *Sideritis athoa* L. *(*σιδερίτης, τσάϊ του Άθω ή βλάχικο τσάϊ) ήταν μεταξύ των απειλούμενων με εξαφάνιση αυτοφυών της Ελλάδας. Είναι πολυετής πόα που αυτοφύεται στον Άθω (Εικ. 1.10), την Πίνδο και στα ορεινά της Σαμοθράκης (Papanikolaou & Kokkini, 1982). Το γένος *Sideritis*, χαρακτηρίζεται από έντονο υβριδισμό μεταξύ των ειδών, γεγονός που καθιστά δύσκολη την ταξινόμησή του. Ο διαχωρισμός μεταξύ των ειδών γίνεται βάση μορφολογικών χαρακτηριστικών αλλά και

βάσει της ανάλυσης των διτερπενοειδών και των φλαβονοειδών που περιέχουν (Gonzales-Burgos et al., 2011).

Βοτανική ταξινόμηση:

ΒΑΣΙΛΕΙΟ: Plantae

ΣΥΝΟΜΟΤΑΞΙΑ: Spermatophyta

ΥΠΟΑΘΡΟΙΣΜΑ: Magnoliophyta ή Angiospermae

ΚΛΑΣΗ: Eudicots ή Eudicotidae ή Eudicotyledons ή Tricolpates

ΥΠΟΚΛΑΣΗ: Asterids

ΤΑΞΗ: Lamiales

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ: Lamiaceae ή Labiatae, Χειλανθή

ΓΕΝΟΣ: *Sideritis*

ΕΙΔΟΣ: *S. athoa* L., συνώνυμο *perfoliata*



Εικ. 1.10
Το είδος *S. athoa*
στο φυσικό περιβάλλον
(https://gr.pinterest.com/pin/477663104209576137/?lp=true)



Εικ. 1.11
Φύλλα και ταξιανθία
του είδους *S. athoa*
(από το αρχείο του πειράματος)

Χαρακτηριστικά: Το είδος *S. athoa*, είναι πολυετής πόα, αποξυλωμένη στη βάση, χνοώδης, ύψους 50 cm, αρωματική. Τα φύλλα του σιδερίτη (Εικ. 1.11), είναι αντίθετα, επιμήκη, λογχοειδή, ακέραια, τα κατώτερα με μίσχο, τα ανώτερα άμισχα. Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα κίτρινα, μικρά, κατά σπονδύλους απομακρυσμένους, με βράκτια σε ταξιανθία στάχυ. Ο κάλυκας είναι σωληνοειδής με 5 νευρώσεις και καταλήγει σε 5 οδόντες, ενώ σκεπάζεται από μακρύ και πυκνό τρίχωμα. Η στεφάνη είναι κίτρινη (Εικ. 1.11), μικρότερη από τον κάλυκα, με δύο χείλη, από τα οποία το επάνω αποτελείται από δύο συμφυή πέταλα και είναι δισχιδές και το κάτω καταλήγει σε τρεις λοβούς με το μεσαίο μεγαλύτερο. Έχει τέσσερις στήμονες, οι δύο μπροστινοί επιμηκέστεροι, το στύλο που καταλήγει σε δύο άνισα στίγματα και δίχωρη ωοθήκη που με ψευδή διαφράγματα γίνεται τετράχωρη (Tunalier *et al.,* 2004, Γκόλιαρης, 1999).

1.9.2 Ιδιότητες – Χρήσεις

Τα φυτά του γένους *Sideritis* έχουν αντιμικροβιακή δράση έναντι Gram--θετικών και Gram-αρνητικών βακτηρίων, καθώς και ήπια ανασταλτική δράση έναντι της *Candida albicans*. Η δράση οφείλεται σε ορισμένα διτερπένια με παρουσία συστήματος 1,3-διόλης και μιας ακετοξυ-ομάδας (Diaz *et al.,* 1987, Rodriguez *et al.,* 1994). Ο σιδερίτης, δρα ενάντια σε ιούς, ζύμες και βακτήρια, μέσω των αιθέριων ελαίων του, κυρίως το απιπένιο και η καρβακρόλη (Aligiannis *et al.,* 2001, Fokialakis *et al.,* 2007). Η μελέτη των ελληνικών ειδών *S. sipylea, S. euboea, S. clandestina* ssp. *cyllenea* and *S. clandestina* ssp. *Clandestina,* οδήγησε σε ανάλογα συμπεράσματα (Gergis *et al.,* 1990).

Οι δράσεις των φυτών του γένους *Sideritis* οφείλονται σε τρείς φυτοχημικές ομάδες, που υπάρχουν σ' αυτά: στα φλαβονοειδή, στα διτερπένια και στα πτητικά συστατικά (Charami *et al.,* 2008). Συγκεκριμένο αντιφλεγμονώδες συστατικό, που εμπεριέχεται σε φυτά του γένους *Sideritis* είναι το διτερπένιο bojartriol, που απομονώθηκε αρχικά από το *S. mugronensis* και το φλαβονοειδές sideritoflavone (Alcaraz *et al.,* 1989, Alcaraz & Hoult, 1985, Ferrandiz *et al.,* 1990). Το *S. mugronensis*, χρησιμοποιείται ως λαϊκό αντιρρευματικό φάρμακο (Villar κ.ά., 1984). Είναι και αναλγητικό, λόγω των φυτοστερολών, των α- και β- αμιρινών και διτερπενίων με σκελετό καουρενίου (Gonzalez-Burgos *et al.,* 2011).Τέλος ο σιδερίτης είναι ισχυρό αντιοξειδωτικό, μέσω του οξικού αιθυλεστέρα και της βουτανόλης που περιέχει (Gonzalez-Burgos *et al.,* 2011, Charami *et al.,* 2008).

Τα αιθέρια έλαια που παράγει, ενδέχεται να προστατεύουν το φυτό όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες γιατί όπως προαναφέρθηκε και στο *O. dictamnus*, λόγω εξάτμισης τους μειώνεται η θερμοκρασία των φυτών που τα παράγουν και τα καθιστούν πιο ανθεκτικά στην ξηρασία γιατί ελαττώνουν την διαπνοή (Δόρδας, 2009).

Είναι φυτό πολύ ανθεκτικό στις αντίξοες καιρικές συνθήκες, ικανό να αναπτυχθεί σε ορεινές και προβληματικές περιοχές της χώρας μας (Γκολιάρης, 2009). Χρησιμοποιείται και ως καλλωπιστικό φυτό σε βραχόκηπους (Gonzales-Burgos *et al.,* 2011).

1.9.3 Πολλαπλασιασμός - Καλλιέργεια

Πολλαπλασιάζεται εγγενώς με σπόρο και αγενώς με παραφυάδες (Γκόλιαρης, 1995). Ο σπόρος σπέρνεται το καλοκαίρι σε ανοικτά σπορεία με 5 g σπόρου/m^2. Για κάθε στρέμμα απαιτούνται 5-6 m^2 σπορείου. Τα σπορόφυτα φυτεύονται στο χωράφι το φθινόπωρο, όπου ριζώνουν χωρίς εμφανή ανάπτυξη όλο το χειμώνα, αλλά αναλαμβάνουν πολύ γρήγορα την άνοιξη. Το πρώτο καλοκαίρι εκπτύσσουν λίγα ανθοφόρα στελέχη, ενώ το δεύτερο έτος η φυτεία φθάνει σχεδόν στην κανονική απόδοση. Τις περισσότερες φορές οι παραγωγοί προτιμούν να εγκαταστήσουν τις καλλιέργειες τους με διαίρεση φυτών, που παίρνουν από παλιές φυτείες. Πρέπει να προτιμούνται περισσότερο οι πλευρικοί εξωτερικοί βλαστοί των φυτών, διότι αυτοί έχουν νεότερο και χωρίς πολλές φθορές ριζικό σύστημα. Η καλύτερη εποχή εγκατάστασης για το τσάι του βουνού είναι το φθινόπωρο.

Σε πείραμα (Papafotiou & Kalantzis, 2009) όπου σπόροι *S. athoa* συλλέχθηκαν τον Αύγουστο και βλάστησαν τον Νοέμβριο in vitro ή με τύρφη-περλίτη (1: 1 o / o) ή 100% μέσο περλίτη, απεδείχθη ότι η βλάστηση στους 20 ° C ήταν υψηλή ανεξάρτητα από το υπόστρωμα και το φως. Η υψηλότερη βλάστηση (80-88%) ελήφθη για σπόρους φυτευμένους σε τύρφη-περλίτη ή 100% περλίτη στους 20 ° C. Σε στερεό μέσης κατάστασης μέσου MS με 20 g / L σακχαρόζης, η βλάστηση ήταν ελαφρώς χαμηλότερη και καθυστέρησε. Κομμάτια μοσχεύματος από φυτά που καλλιεργήθηκαν in vitro καλλιεργήθηκαν σε στερεό MS με άγαρ 8 g / L και σακχαρόζη 20 g / L συμπληρωμένο με διάφορους ρυθμιστές ανάπτυξης φυτών (BA, 2iP, TDZ, NAA, IBA) προκειμένου να προκληθεί αναγέννηση βλαστών. Οι υψηλότεροι αριθμοί βλαστών ελήφθησαν σε μέσα με BA (0,2, 0,5 ή 1,0 mg / L) (2,3-2,5 βλαστούς ανά έκφυτο, μήκους 0,6 cm). Η προσθήκη του NAA στο μέσο BA μείωσε την παραγωγή βλαστοκυττάρων και προκάλεσε τύλους και ελαττώματα βλαστών. Κώνος και δυσπλασίες παρατηρήθηκαν σε μέσα TDZ, ενώ τα 2iP-μέσα έδωσαν χαμηλή παραγωγή βλαστών. Το μέσο με IBA 1 mg / L παρήγαγε λιγότερους αλλά μεγαλύτερους βλαστούς σε σύγκριση με τα MB-μέσα (1,5 βλαστοί ανά έκφυτο, μήκους 2 cm). Τα μοσχεύματα κόμβων από βλαστούς που παράχθηκαν in vitro αρχικά υποκαλλιεργήθηκαν επιτυχώς για πολλαπλασιασμό σε μέσα με 0,2 mg / L BA με ή χωρίς 0,1 mg / L IBA. Εν τούτοις, σε επόμενες υποκαλλιέργειες, πολλοί βλαστοί υπερανθράφηκαν. Αυξημένη συγκέντρωση άγαρ (12 ή 20 g / L) ή σακχαρόζης (30 g / L) απέκλεισε την υπερ-ενυδάτωση. Τα μικροσκοπικά που συγκρατήθηκαν σε IBA (2 mg / L) μόνο ή με NAA (1 mg / L) έδωσαν την καλύτερη ριζοβολία όσον αφορά το ποσοστό (46% ή 53% αντίστοιχα) και την ποιότητα των ριζών.

Συνιστάται αγενής αναπαραγωγή, παρόλο που οι σπόροι φυτρώνουν σχετικά εύκολα, διότι τα είδη μπορεί να υβριδίζουν μεταξύ τους και η συλλογή σπερμάτων από τη φύση δεν προσφέρει καμιά ασφάλεια σε σχέση με τον γενότυπο των παραγόμενων φυτών και την απόδοσή τους. Πολλαπλασιασμός με σπόρο δημιουργεί μεγάλη ανομοιομορφία φυτικού υλικού ως προς την ανάπτυξη, την περίοδο άνθισης και την ποσότητα των ανθοφόρων στελεχών. Αρχικό υλικό υψηλής ποιότητας μπορεί να δημιουργηθεί με ιστοκαλλιέργεια (Shtereva *et al.,* 2015, Papafotiou & Kalantzis, 2009) και στη συνέχεια στον αγρό να προκύψουν νέα φυτά από παραφυάδες. Σε ειδικευμένα φυτώρια ο μαζικός πολλαπλασιασμός μπορεί να γίνει με επιτυχία και με μοσχεύματα (Μαλούπα *et al.,* 2013).

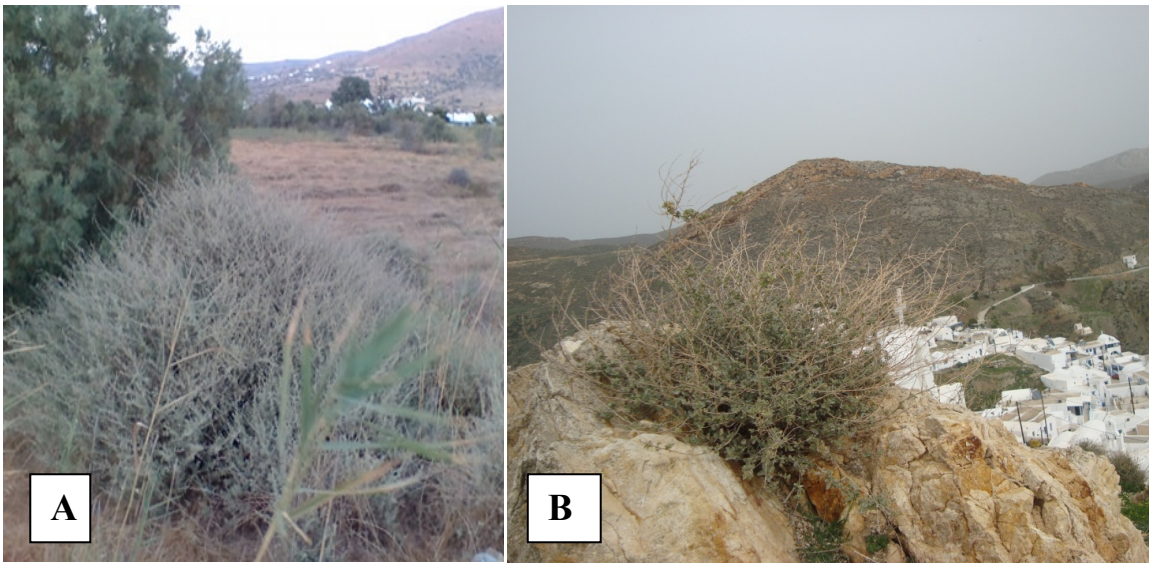
1.10 Το είδος *Atriplex halimus*

1.10.1 Ονομασία - Καταγωγή - Βοτανική ταξινόμηση – Χαρακτηριστικά

Ονομασία: Στη χώρα μας, κοινώς καλείται «Αλιμιά» και βρίσκεται κυρίως σε παράκτιες περιοχές (Εικ. 1.12 Α, Β).

Καταγωγή: Το *Atriplex halimus* L. είναι ένας πολυετής, αλοφυτικός, νιτρόφιλος θάμνος. Αναπτύσσεται κάτω από ξηρικές ή ημι-ξηρικές συνθήκες και συναντάται από τις ακτές του Ατλαντικού, μέσω των χωρών της λεκάνης της Μεσογείου, μέχρι την Μέση Ανατολή (Walker *et al.,* 2014). Συναντάται σε διάφορα μέρη όπως στο Ιράν, Ιράκ, Πακιστάν, Νέα Ζηλανδία, Η.Π.Α. και Χιλή (Al Turki *et al.,* 2000, Walker *et al.,* 2005).

Βοτανική Ταξινόμηση:
ΒΑΣΙΛΕΙΟ: Plantae
ΣΥΝΟΜΟΤΑΞΙΑ: Spermatophyta
ΥΠΟΑΘΡΟΙΣΜΑ: Magnoliophyta ή Angiospermae
ΚΛΑΣΗ: Eudicots ή Eudicotidae ή Eudicotyledons ή Tricolpates
ΥΠΟΚΛΑΣΗ: Asterids
ΤΑΞΗ: Caryophyllales
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ: Amaranthaceae
ΓΕΝΟΣ: *Atriplex* L.
ΕΙΔΟΣ: *A. halimus*



Εικ. 1.8 Το είδος *A. halimus*, Α. Γιαλός Ίου 25/7/2019, Β. Χώρα Ανάφης, 4/3/2018, (Λ. Τασούλα, προσωπικό αρχείο)

Χαρακτηριστικά: Το *A. halimus* είναι ορθόκλαδος, πολυετής θάμνος που φτάνει τα 3 m ύψος, ενώ οι διακλαδώσεις του ξεκινούν από τη βάση. Έχει γκριζόλευκο φλοιό και γκριζοπράσινα φύλλα μήκους 10 - 30 mm και πλάτους 5 - 20 mm. Το σχήμα τους ποικίλλει, δελτοειδές, σφαιροειδές ή λογχοειδές και στη βάση λεπταίνουν φέροντας μίσχο (Walker *et al.,* 2014, Blamey & Grey-Wilson, 1988). Το *A. halimus* διαιρέθηκε σε δύο υποείδη: το *halimus* και το *schweinfurthii,* λόγω μορφολογικών διαφορών (Franclet & Le Houerou, 1971, Le Houerou, 1992). Το υποείδος *halimus* έχει πιο όρθια ανάπτυξη και σχετικά μικρότερο ύψος (2 m) σε σχέση με το υποείδος *schweinfurthii*, του οποίου το ύψος φτάνει τα 3 m. Το υποείδος *halimus* έχει όρθια κλαδιά τα οποία έχουν πολλούς φυλλώδεις δευτερεύοντες βλαστούς που ξεκινούν από τη βάση, ενώ το υποείδος *schweinfurthii* έχει πιο κοντά κλαδιά, ειδικά αυτά που φέρουν καρπούς. Τα φύλλα του είναι περίπου τριγωνικά με δύο λοβούς στη βάση, πρασινωπά όταν είναι νεαρά και στη συνέχεια ασημογκρίζα. Η ταξιανθία του είναι κωνική και συμπαγής, τα θηλυκά άνθη αναπτύσσονται γύρω από τη βάση του βλαστού και τα αρσενικά κοντά στην άκρη των βλαστών. Αυτό δίνει στα στελέχη μια καφέ-πρασινωπή απόχρωση κατά τη διάρκεια της άνθισης, η οποία πραγματοποιείται από το Μάιο μέχρι τον Οκτώβριο, ενίοτε και μέχρι το Δεκέμβριο (Walker *et al.,* 2014, Blamey & Grey-Wilson, 1988). Οι ταξιανθίες συνολικά έξι φαινοτύπων, έχουν σύνθετη δομή και πολυπλοκότητα, διότι διαθέτουν τα αναπαραγωγικά συστήματα και των δύο φύλων και τα αρσενικά μπορεί να

έχουν ύπερο (Talamali *et al.,* 2003, Tamalali *et al.,* 2001).

Φωτοσυνθετικά, το *A. halimus* είναι φυτό C4, επομένως η ανατομία των φύλλων του είναι αυτή του ιδιαίτερου τύπου «Krantz». Αναλυτικότερα, τα κύτταρα του κολεού της δέσμης, τα οποία περιβάλλουν τις ηθμαγγειώδεις δεσμίδες, διαθέτουν παχύτερα κυτταρικά τοιχώματα, συνήθως με εναπόθεση φελλίνης και περιέχουν περισσοτέρους και μεγαλύτερους χλωροπλάστες σε σύγκριση με τα κύτταρα του μεσόφυλλου. Σε αυτά τα φυτά η φωτοσυνθετική διαδικασία απαιτεί μεγαλύτερη δαπάνη ενέργειας, αλλά η λειτουργία τους είναι αποδοτικότερη σε σχέση με τα άλλα φυτά αφού καταφέρνουν να περιορίσουν την λειτουργία της φωτοαναπνοής. Επομένως, το *A. halimus* μπορεί να επιβιώσει σε ζεστές, με μεγάλη ηλιοφάνεια περιοχές, με λίγο νερό και λειτουργεί αποδοτικά ακόμα και με μισόκλειστα στομάτια, περιορίζοντας έτσι τις απώλειες νερού (Mozafar & Goodin, 1970).

Ένα σημαντικό ανατομικό χαρακτηριστικό του, ειδικά για την αντοχή του στην υδατική καταπόνηση, είναι οι αδενώδεις τρίχες που διαθέτει στην επιφάνεια των φύλλων του (Mozafar & Goodin, 1970). Σχετικά με τις τρίχες του, ο Smaoui *et al.,* (2011), συμπεραίνουν ότι είναι μικροσκοπικές αδενώδεις τρίχες, οι οποίες επιφανειακά καλύπτονται από ένα κηρώδες υλικό και είναι συνδεδεμένες με επιδερμικά κύτταρα.

Η βέλτιστη θερμοκρασία φωτοσύνθεσης γι' αυτό το φυτικό είδος είναι σχετικά υψηλή, γύρω στους 35^{o} C. Επίσης μπορεί να αντέξει την υψηλή ένταση φωτός λόγω της αμοιβαίας σκίασης των φύλλων και της αντανάκλασης της ηλιακής ακτινοβολίας από τους κρυστάλλους άλατος που βρίσκονται πάνω στη φυλλική επιφάνεια (Zervoudakis *et al.,* 1998, Streb *et al.,* 1997).

Είναι ξηροφυτικό είδος και είναι πολύ αποδοτικό στη χρήση του νερού και ως εκ τούτου προσαρμόζεται εύκολα σε ξηρά κλίματα. Κάποιες φορές, όταν υπάρχει ανάγκη, μπορεί να ανακτήσει νερό από χαμηλά, από τη ζώνη διήθησης ύδατος (Le Houerou, 1992). Το επιτυγχάνει παράγοντας μακριές κύριες ρίζες, από τις οποίες παράγονται δευτερεύουσες ρίζες και έτσι μπορεί να κάνει πρόσληψη νερού από βαθύτερους ορίζοντες του υποστρώματος, ενώ λεπτές νέες ρίζες μπορούν να απορροφήσουν υγρασία και θρεπτικά συστατικά μετά τις βροχοπτώσεις (Walker, 2014).

Έχει βρεθεί, ότι η εξωτερική αλατότητα είναι αυτή που βοηθά το φυτό να ανταπεξέλθει στις υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος (Qiu και Lu, 2003). Το *A. halimus* λοιπόν θεωρείται αλόφυτο, και αυτό σημαίνει πως αντέχει μεγάλα επίπεδα αλατότητας στο έδαφος και για αυτό το λόγο συναντάται πολύ συχνά σε παραθαλάσσια μέρη και μπορεί να αναπτυχθεί εκεί (Debez *et al.,* 2003).

Σχετικά με το κρύο, το *A. halimus* επιδεικνύει μέτρια αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες αν και είναι ικανό να αντέξει θερμοκρασίες έως -12 ^{o}C (Le Houerou, 1992). Φάνηκε ότι η αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες οφείλεται στη συγκέντρωση κατιόντων νατρίου, κατιόντων καλίου, ενώσεων τεταρτοταγούς αμμωνίου και διαλυτών σακχάρων (Walker *et al.,* 2008).

1.10.2 Ιδιότητες – Χρήσεις

Το *A. halimus* σε κάποιες περιοχές της Μεσογείου και της Αιγύπτου, χρησιμοποιείται ως τροφή για μικρά μηρυκαστικά ζώα όπως πρόβατα, αλλά και για βοοειδή και καμήλες (Azam *et al.,* 2012, Khattab, 2007, Correal, 1993). Χρησιμοποιείται στην αποκατάσταση εδαφών σε χώρες με ξηρό κλίμα, στη ρύθμιση της απορροής των όμβριων υδάτων, της διάβρωσης της αργίλου και της μάργας του εδάφους (Walker, 2014), ανακυκλώνοντας τα θρεπτικά συστατικά, μειώνοντας την ταχύτητα του ανέμου στο επίπεδο του εδάφους και μειώνοντας την απορροή των όμβριων υδάτων και τη διάβρωση του εδάφους (Le Houerou, 1992).

Η γλυκίνη στους ιστούς του, επηρεάζει θετικά μονογαστρικά είδη, όπως τους χοίρους και τα πουλερικά. Φαίνεται να είναι σημαντικό σε διάφορες μεταβολικές διαδικασίες, σαν ωσμωπροστατευτικό των κυττάρων και των μικροβίων του εντέρου και στη βελτίωση της πεπτικόπτητας των ινών (Ratriyianto *et al.,* 2009).

Είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες (14-21% ακατέργαστη πρωτεΐνη) και παλαιότερα στο Ισραήλ σε περιόδους οικονομικής κρίσης χρησιμοποιούταν και για την ανθρώπινη διατροφή (Walker, 1979). Χαρακτηριστική είναι η αναφορά του στην Εβραϊκή παράδοση (Maimonides, 1963). Επίσης η περιεκτικότητα του σε ίνες μπορεί να είναι ωφέλιμη στην ποιότητα των γαλακτοκομικών που προέρχονται από κατσίκες, αποδεικνύοντας ότι η ποιότητα της ζωοτροφής εξαρτάται από την ποσότητα των φύλλων και των βλαστών που καταναλώνονται οικιοθελώς από τα ζώα (Alvarez *et al.,* 2008, Otal *et al.,* 2010). Όμως έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε ενέργεια και υψηλή σε αλάτι (Walker *et al.,* 2008).

Οι Άραβες χρησιμοποιούσαν τα φύλλα του για τη θεραπεία καρδιακών νοσημάτων, το διαβήτη και τους ρευματισμούς (Said *et al.,* 2002). Η αντιδιαβητική θεραπεία αναπτύχθηκε εκτενέστερα με τη χρήση του *A. halimus* μαζί με άλλα φυτά σε ένα προϊόν που χρησιμοποιούσε εκχυλίσματα των φύλλων τους (Said *et al.,* 2007). Από

την τέφρα του έφτιαχναν σαπούνι, ενώ οι καμμένες ρίζες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν αντιόξινη σκόνη (Walker *et al.,* 2014).

Γνωστή είναι η χρήση του *A. halimus* ως ενεργειακή καλλιέργεια, σε εγκαταλελειμμένες γεωργικές περιοχές. Επίσης, αποδίδει ικανοποιητικά σε φύλλα και σε ξηρούς βλαστούς και σε ξηρά ή ημίξηρα κλίματα, απουσία εισροών (Field *et al.,* 2007). Έτσι, θεωρείται «ξηρή» βιομάζα λόγω της χαμηλής υγρασίας του, ως εκ τούτου οικονομικά είναι καταλληλότερο για εξαερίωση (gasification), πυρόλυση ή καύση (McKendry *et al.,* 2002). Είναι σημαντικό φυτό για «ξηρή» βιομάζα ως πηγή ενέργειας λόγω της χαμηλής υγρασίας, της θερμιδικής αξίας, της αναλογίας του σταθερού άνθρακα και πτητικών ουσιών και της αναλογίας της περιεκτικότητας σε τέφρα προς την περιεκτικότητα των κατάλοιπων ουσιών και των αλκαλικών μετάλλων (Walker *et al*., 2008).

1.10.3 Πολλαπλασιασμός

Πολλαπλασιάζεται κυρίως με σπόρο, που μεταφέρεται μέσω των ζώων, του νερού και του ανέμου και έχει καταγραφεί ο αποικισμός του στα ελληνικά νησιά μέσω του Αιγαίου Πελάγους (Raus, 1988). Επιτυχώς διερευνήθηκε η δυνατότητα αγενούς πολλαπλασιασμού του *A. halimus* με μοσχεύματα, καθώς και με ιστοκαλλιέργεια (Papafotiou *et al.,* 2016).

1.11 Το είδος *Asteriscus maritimus*

1.11.1 Ονομασία - Καταγωγή - Βοτανική ταξινόμηση – χαρακτηριστικά

Ονομασία: Το είδος *A. maritimus* έχει ως συνώνυμο το *Pallenis maritime.* Ξενόγλωσση κοινή ονομασία είναι “gold coin”.

Καταγωγή: Το φυτό *A. maritimus* (L.) Greuter, συναντάται στην περιοχή της Δυτικής Μεσογείου, στην Πορτογαλία, στις Κανάριες Νήσους και στην Ελλάδα (Bartels, 2011). Φύεται σε ασβεστολιθικά, αργιλώδη εδάφη όπως μάργες και ψαμμίτες, σε βραχώδεις πλαγιές, κυρίως κοντά σε παραθαλάσσιες περιοχές (Εικ. 1.9 Α, Β) (Wiklund, 1985), όμως κατεγράφη στην βιοποικιλότητα του βουνού Τεσσάλα στη δυτική Αλγερία, σε υψόμετρο άνω των 800 μέτρων (Ouici *et al.,* 2015).

Βοτανική ταξινόμηση:

ΒΑΣΙΛΕΙΟ: Plantae

ΣΥΝΟΜΟΤΑΞΙΑ: Spermatophyta

ΥΠΟΑΘΡΟΙΣΜΑ: Magnoliophyta ή Angiospermae

ΚΛΑΣΗ: Eudicots ή Eudicotidae ή Eudicotyledons ή Tricolpates

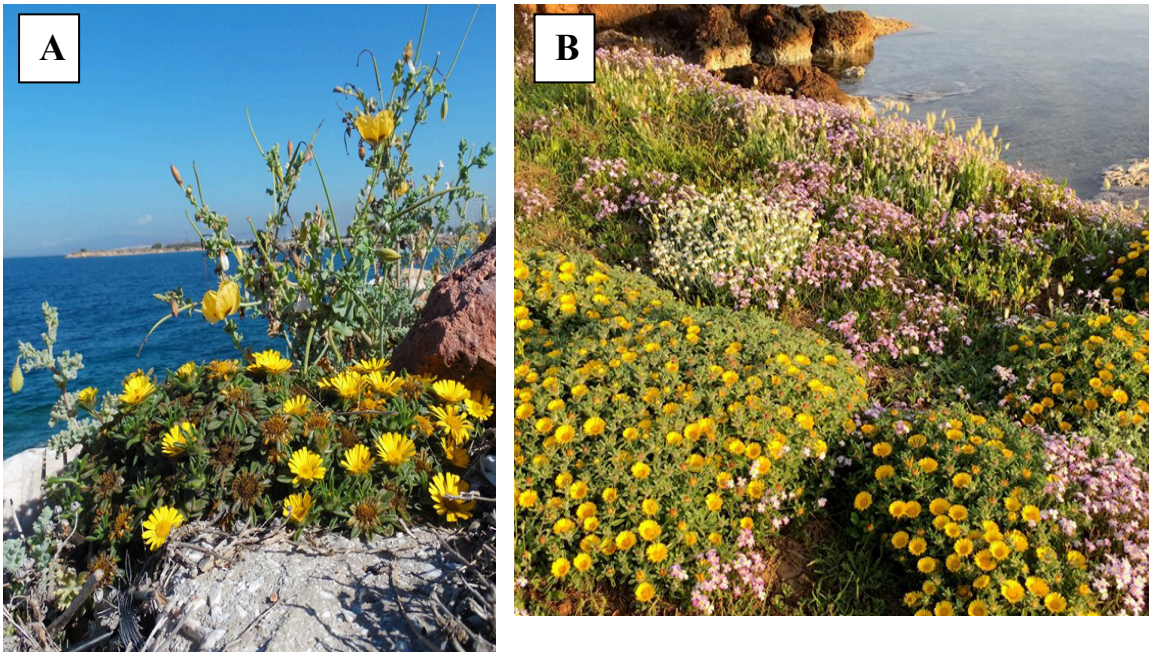
ΥΠΟΚΛΑΣΗ: Asterids

ΤΑΞΗ: Asterales

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ: Asteraceae

ΓΕΝΟΣ: *Asteriscus*

ΕΙΔΟΣ: *A. maritimus*



Εικ. 1.9 Το είδος *A. maritimus*, Α. Γλυφάδα Αττικής, 16/5/2019, Β. Μάτι Αττικής, 16/5/2019, (από το προσωπικό αρχείο του Σταύρου Αποστόλου)

Χαρακτηριστικά: Το φυτό *A. maritimus* είναι νανώδης θάμνος συνήθως πυκνός, συμπαγής, ξυλώδης στη βάση του και συχνά καλύπτει μεγάλη επιφάνεια. Το ύψος του μπορεί να φτάσει έως και τα 25 cm (Bartels, 2011). Οι βλαστοί του είναι γκριζοπράσινοι, με πορφυροειδείς αποχρώσεις και τα ξυλώδη τμήματα είναι γκριζοκάστανα, παχιά και εμφανίζουν συστροφή (Wiklund, 1985). Τα φύλλα του είναι έμμισχα, κατ' εναλλαγή, επιμήκη και έχουν σχήμα σπάτουλας. Το μέγεθός τους

ποικίλλει αν και συνήθως έχουν μήκος ως 3 cm, ένα νεύρο στο κέντρο τους και καλύπτονται από χνούδι (Bartels, 2011). Έχει εντυπωσιακή ανθοφορία, με άνθη έντονα κίτρινα (Polunin, 1987) σε απλές, ακραίες κεφαλές, οι οποίες έχουν διάμετρο 3-4 cm. Τα περιμετρικά γλωσσοειδή ανθίδια είναι οδοντωτά στο άκρο με 3 δόντια, ενώ τα σωλινοειδή ανθίδια βρίσκονται στο κέντρο σπειροειδώς διατεταγμένα. Η ανθοφορία του παρατηρείται από Απρίλιο- Ιούλιο (Bartels, 2011), αν και έχουν σημειωθεί περιπτώσεις ανθοφορίας σχεδόν καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου (Wiklund, 1985). Ο καρπός είναι αχαίνιο, στην κορυφή του οποίου βρίσκεται ο πάππος (πτητική συσκευή) (Σιδέρης & Αρτέμης, 2006).

Χαρακτήρες όπως η ανάπτυξη, το μήκος και η πυκνότητα των τριχιδίων στα φύλλα ποικίλουν ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες και την περιοχή. Δείγματα από φυτά σε περιοχές της Β. Αφρικής και Ισπανίας, ήταν πιο λεπτά και ελαφρώς τριχωτά, ενώ τα φυτά που βρίσκονταν κοντά σε παράκτιες βραχώδεις περιοχές, ήταν πιο παχιά και συμπαγή με ασημί φύλλα. Επιπρόσθετα, τα γλωσσοειδή ανθίδια τείνουν να είναι πιο μικρά στην Ευρώπη συγκριτικά με τις άλλες περιοχές. Αυτές οι διαφορές δεν αποτελούν ταξινομικά χαρακτηριστικά. Ωστόσο, όταν εξετάστηκε το μήκος των τριχών των φύλλων από ένα μεγάλο δείγμα ειδών, αποκαλύφθηκαν σημαντικές διαφορές όχι μόνο μεταξύ των ειδών που αναπτύσσονταν σε στέπα της βορείου Αφρικής και αυτών στις παράκτιες περιοχές της, αλλά και μεταξύ φυτών που είχαν την ίδια προέλευση. Γενικά, οποιοσδήποτε γεωγραφικός διαχωρισμός είναι πρακτικά αδύνατος λόγω των μικρών ποσοτικά διαφορών αλλά και λόγω του μεγάλου αριθμού φυτών που εμφανίζουν ενδιάμεσα χαρακτηριστικά (Wiklund, 1985).

1.11.2 Ιδιότητες – Χρήσεις

Είναι είδος που αγαπά τις ηλιόλουστες περιοχές, έχει μικρές απαιτήσεις σε νερό και διαθέτει αντοχή στην αλατότητα (Toscano *et al.,* 2014, Cassaniti *et al.,* 2012, Rodriguez *et al.,* 2005).

Σε εργασία που έγινε το 2014 από τους Medimagh-Saidana *et al.* και αφορούσε το είδος, απομονώθηκαν δύο νέοι μεταβολίτες που περιείχαν θείο, αστεροσουλφοξείδιο 1 και αστερισουλφόνιο 2, μαζί με έξι γνωστές ενώσεις, 4-υδροξυ-2-μεθοξυβενζαλδεϋδη 3, μεθυλοκαφεϊκή 5, ισοβουτυρική 10- διϋδροξυ-10-ισοβουτυρυλοξυθυμόλη 7 και 8-υδροξυ-9,14-διισοβουτυρυλοξυθυμόλη 8, από τις ρίζες του φυτού, ενώ αξιολογήθηκαν για την *in vitro* αντιβακτηριακή τους δράση έναντι των *Pseudomonas aureofasciens,*

Burkholderia glathei, Bacillus pumilus και των αντιμυκητιασικών τους δράσεων έναντι των *Aspergillus flavus, Aspergillus niger, Penicillium digitatum, Botrytis cinerea* και *Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici.* Τα αποτελέσματα που προέκυψαν υποδεικνύουν ότι οι απομονωμένες ενώσεις του αστερίσκου, θα μπορούσαν να υπόσχονται αβιοτικούς αντιμικροβιακούς παράγοντες.

Όμως και η φυτοχημική διερεύνηση του υπέργειου μέρους του φυτού και ειδικά των ανθέων, σε άλλο πείραμα που έγινε το 2016, απέδειξε ότι ο αστερίσκος διαθέτει συστατικά με αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες (Ezzat *et al.,* 2016). Καλλιεργείται ως καλλωπιστικό φυτό, σε γλάστρες, βραχόκηπους και ανθώνες (Πατλής, 2003). Επίσης, συνιστάται η χρήση του, σε πρανή και άλλα τοπία, για την αποφυγή της διάβρωσης του εδάφους, λόγω της ομοιόμορφης και πυκνής εδαφοκάλυψης που επιτυγχάνει (Alcaraz, 2017). Τέλος ο αστερίσκος συνιστάται από τον Rodriguez *et al.* (2005), ως χρήσιμο είδος για προγράμματα ανάπλασης πρασίνου, αρχιτεκτονικής τοπίου, ξηροκηπουρικής κ.λ.π., εξαιτίας της αντοχής του σε ξηρικές συνθήκες, καθώς και στην αλατότητα του νερού άρδευσης.

1.11.3 Πολλαπλασιασμός

Πολλαπλασιάζεται με σπόρο, αλλά και με μοσχεύματα. Απαιτεί καλή αποστράγγιση, αμμώδες υπόστρωμα, με μέτρια επίπεδα υγρασίας και πλήρη έκθεση στον ήλιο (Πατλής, 2003).

1.12 Το είδος *Lomelosia cretica*

1.12.1 Ονομασία - Καταγωγή - Βοτανική ταξινόμηση – Χαρακτηριστικά

Ονομασία: Ονομάζεται *Scabiosa cretica* L. (*Lomelosia cretica* (L.) Greuter & Burdet), λομελόζια ή σκαμπιόζα, ενώ η κοινή της ονομασία στην Κρήτη είναι Στραβόξυλο.

Καταγωγή: Η *Lomelosia cretica* ευδοκιμεί στη λεκάνη της Μεσογείου και στον Ελλαδικό χώρο. Στη φύση απαντάται σε ηλιόλουστες τοποθεσίες, σε ξηρούς λειμώνες και βραχώδεις πλαγιές (Brickell, 1999a).

Βοτανική ταξινόμηση:

ΒΑΣΙΛΕΙΟ: Plantae

ΣΥΝΟΜΟΤΑΞΙΑ: Spermatophyta

ΥΠΟΑΘΡΟΙΣΜΑ: Magnoliophyta ή Angiospermae

ΚΛΑΣΗ: Eudicots ή Eudicotidae ή Eudicotyledons ή Tricolpates

ΥΠΟΚΛΑΣΗ: Asterids

ΤΑΞΗ: Dipsacales

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ: Caprifoliaceae ή Dipsacaceae

ΓΕΝΟΣ: *Lomelosia* ή *Scabiosa*

ΕΙΔΟΣ: *L. cretica*



Εικ. 1.10 Το είδος *L. cretica* στο φυσικό περιβάλλον, (https://www.dreamstime.com/stock-photo-scabiosa-cretica-lomelosia-also-know-as-balearic-pincushion-flower-woody-perennial-numerous-beautiful-pink-image42370500)

Χαρακτηριστικά: Η *L. cretica* (Εικ. 1.10), είναι πολυετής, αειθαλής θάμνος (Brickell, 1999b, Blamey & Grey- Wilson, 1988) ύψους περίπου 40 cm. Έχει γκριζοπράσινα φύλλα ελλειπτικού σχήματος, ακέραια, αντίθετα, με μικρό μίσχο, διαστάσεων 2-4 x 1-2 cm, καλυπτόμενα από συμπαγή τριχίδια. Η ανθοταξία της αποτελείται από ένα λεπτό μίσχο, που φύεται στους επάκριους βλαστούς, ο οποίος στη συνέχεια διακλαδίζεται και στις απολήξεις του φέρει σύνθετα άνθη μπλε - μωβ χρώματος. Επιπλέον ο μίσχος της ανθοταξίας, φέρει βράκτια φύλλα τα οποία μαραίνονται όταν τελειώσει η ανθοφορία. Ανθίζει το Μάιο. Οι σπόροι της *L. cretica*

φέρουν πτητικούς μηχανισμούς και χαρακτηρίζονται από υψηλή βλαστικότητα, ενώ διαθέτουν και καλλωπιστική αξία.

1.12.2 Ιδιότητες – Χρήσεις

Σχηματίζει συμπαγή κόμη, σχεδόν σφαιρική, με γαλάζια μωβ ταξιανθία μεγάλης καλλωπιστικής αξίας τόσο κατά την άνθηση, όσο και στην απάνθηση, λόγω των πτητικών μηχανισμών των σπόρων (Blamey & Grey-Wilson, 1988).

Συγκαταλέγεται στα «λαχανευόμενα» φυτά της Κρήτης, ενώ περιέχει βιταμίνη K1, C, λουτεϊνη, τοκοφερόλη και τοκοφερόη, που προκαλούν φαρμακευτικές επιδράσεις, βελτιώνοντας την υγεία του ανθρώπου και συμβάλλοντας στην αποκατάστασή της (Vardavas, 2006).

Κατά τον Perdetzoglou *et al.,* 1996, περιέχει λιπαρά οξέα και στερόλη, τα οποία της προσδίδουν αντιβακτηριακές ιδιότητες έναντι κάποιων κοινών βακτηρίων Gram..

1.12.3 Πολλαπλασιασμός

Η *L. cretica* πολλαπλασιάζεται με σπόρο το φθινόπωρο, ο οποίος όταν ωριμάσει πρέπει να υποστεί εαρινοποίηση, με μαλακά μοσχεύματα βάσης την άνοιξη και με διαχωρισμό νωρίς την άνοιξη (Papafotiou *et al.,* 2017, Brickell, 1999b). Αγαπά τις ηλιόλουστες τοποθεσίες, τους ξηρούς λειμώνες και τις βραχώδης πλαγιές και αντέχει στις χαμηλές θερμοκρασίες, ενώ προτιμά τα μετρίως γόνιμα εδάφη με ουδέτερο pH ή ελαφρώς αλκαλικό, με καλή αποστράγγιση (Brickell, 1999b). Αφαιρώντας τις ξερές ταξιανθίες παρατείνεται η ανθοφορία. Θέλει προστασία από την παρατεταμένη υγρασία το χειμώνα, κάτι που επιτυγχάνεται με χρήση υποστρώματος με μεγάλο πορώδες. Δεν έχει ιδιαίτερες προσβολές από εχθρούς και ασθένειες. Προσβάλλεται από αφίδες, χωρίς όμως να δημιουργούν ιδιαίτερο πρόβλημα. Ενδείκνυται η μεταφύτευση και η διαίρεση του φυτού, κάθε τρία χρόνια σε καινούριο υπόστρωμα, εάν χρησιμοποιείται ως γλαστρικό (Brickell, 1999b).

1.13 Οι φαρμακευτικές ιδιότητες των φυτικών ειδών του πειράματος

Φυτικό είδος	**Φαρμακευτική – θεραπευτική ιδιότητα**
Convolvulus cneorum	Παράγει τα αλκαλοειδή ατροπίνη και σκοπολαμίνη, χρήσιμα στην ιατρική (De Simone *et al.,* 2008 Palazón *et al.,* 2006).
Origanum dictamnus	Έχει αντιοξειδωτική και αντιμικροβιακή δράση (Skrubis 1979, Katsiotis and Oikonomou 1986). Θεραπεύει το έλκος και σταματά την αιμορραγία, επάγει τον τοκετό, θεραπεύει τη χοληδόχο κύστη, (Όμηρος, 9ος αι. π.Χ., Ευριπίδης, 480-406 π.Χ., Ιπποκράτης ο Κώος, 460-377 π.Χ., Αριστοτέλης, 384-322 π.Χ. κ.λ.π.)
Sideritis athoa	Έχει αντιμικροβιακή, αναλγητική, αντιφλεγμωνώδη δράση, είναι αντιρρευματικό φάρμακο (Gonzalez-Burgos *et al.,* 2011, Charami *et al.,* 2008, Fokialakis *et al.,* 2007, Aligiannis *et al.,* 2001, Rodriguez *et al.,* 1994, Diaz *et al.,* 1987).
Atriplex halimus	Χρησιμοποιείται για τη θεραπεία καρδιακών νοσημάτων, το διαβήτη και τους ρευματισμούς (Said *et al.,* 2007, Said *et al.,* 2002).
Asteriscus maritimus	Έχει αντιμικροβιακές, αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες (Ezzat *et al.,* 2016, Medimagh-Saidana, 2014).
Lomelosia cretica	Περιέχει βιταμίνη K1, C, λουτεΐνη, τοκοφερόλη και τοκοφερόη, με φαρμακευτικές επιδράσεις, στην υγεία του ανθρώπου και συμβάλλοντας στην αποκατάστασή της (Vardavas, 2006). Έχει αντιβακτηριακές ιδιότητες (Perdetzoglou *et al.,* 1996).

1.14 Φυσιολογικές και ανατομικές παράμετροι

1.14.1 Η στοματική αντίσταση

Η στοματική αντίσταση των φύλλων αποτελεί τον αντίστροφο όρο της στοματικής αγωγιμότητας των φύλλων και εκφράζει την ευκολία διάχυσης των υδρατμών διαμέσου των στομάτων.

Η μείωση της στοματικής αγωγιμότητας, η οποία είναι αποτέλεσμα του κλεισίματος των στομάτων, οδηγεί σε μείωση τόσο της ταχύτητας διαπνοής, όσο και της φωτοσυνθετικής ταχύτητας. Ωστόσο, το μερικό κλείσιμο των στομάτων έχει ως αποτέλεσμα, την αναλογικά μεγαλύτερη μείωση της διαπνοής συγκριτικά με τη φωτοσύνθεση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της αποδοτικότητας χρήσης νερού (Καραμπουρνιώτης *et al.,* 2012).

Η αποφυγή είναι μία στρατηγική των φυτών να ελαχιστοποιήσουν τις απώλειες νερού σε κατάσταση υδατικής καταπόνησης. Ένας τρόπος είναι και το κλείσιμο των στομάτων (Καραμπουρνιώτης *et al.,* 2012, Chaves *et al.,* 2003). Σε συνθήκες ξηρασίας συνήθως υπάρχει καλή συσχέτιση μεταξύ στοματικής αγωγιμότητας και δυναμικού νερού των φύλλων, όμως η συσχέτιση επηρεάζεται επίσης από το φυτικό είδος, τον εγκλιματισμό στην υδατική καταπόνηση, καθώς και από τις κλιματικές συνθήκες κατά τη διάρκεια ανάπτυξης (Medrano *et al.,* 2002).

Σε μελέτη που διεξήχθη (Καμπράνης, 2007) στην καλλιέργεια *Sorghum bicolor* (L.) Moench, υποστηρίχθηκε ότι η αντίσταση των στοματίων αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα του κάθε φυτού. Επίσης, είναι ανάλογη της ανάπτυξης και σχετίζεται άμεσα με τους κλιματικούς παράγοντες και τη διαθεσιμότητα νερού.

1.14.2 Η μέγιστη φωτοχημική απόδοση του φωτοσυστήματος ΙΙ

Η Φ_{PSIIo} αντιπροσωπεύει την ικανότητα του φύλλου για τη διεξαγωγή των φωτεινών αντιδράσεων της φωτοσύνθεσης. Η παράμετρος αυτή αποτελεί έναν πολύ ευαίσθητο δείκτη τόσο για τη φωτοσυνθετική ταχύτητα, όσο και για τους παράγοντες καταπόνησης που την περιορίζουν. Η μέτρηση πραγματοποιείται μέσω του φθορισμού της χλωροφύλλης. Υποδηλώνει την αποδοτικότητα με την οποία το φωτοσύστημα ΙΙ μπορεί δυνητικά να αξιοποιήσει την συλλεγόμενη ενέργεια για την παραγωγή φωτοχημικού έργου όταν όλα τα κέντρα αντίδρασης του PSII είναι ανοικτά. Κάθε

φωτόνιο που απορροφάται από τις χλωροφύλλες, αντιπροσωπεύει την ενέργεια η οποία θα χρησιμοποιηθεί για τη φωτοσύνθεση. Ωστόσο, για διάφορους λόγους δεν χρησιμοποιείται το σύνολο αυτής της ενέργειας με αποτέλεσμα να δημιουργείται ενεργειακό πλεονέκτημα. Η περίσσεια της ενέργειας διοχετεύεται μέσω δύο εναλλακτικών οδών: η πρώτη είναι αυτή της θερμικής απόσβεσης, κυρίως μέσω του κύκλου των ξανθοφυλλών, και η δεύτερη είναι αυτή του φθορισμού της χλωροφύλλης. Επειδή η συμβολή των παραπάνω τρόπων διοχέτευσης της ενέργειας αλλάζει ανάλογα με τις συνθήκες, η μελέτη των αλλαγών στην ένταση του φθορισμού της χλωροφύλλης παρέχει πληροφορίες για τη σχετική συνεισφορά των άλλων δύο δρόμων διοχέτευσης της ενέργειας δηλαδή αυτών του φωτοχημικού έργου και της θερμικής απόσβεσης. Η πρώτη διαδικασία σχετίζεται άμεσα με τη φωτοσύνθεση ενώ η δεύτερη έχει σημαντικό φωτοπροστατευτικό ρόλο για τα φυτά.

Η τιμή της Φ_{PSIIo}, εμφανίζει εντυπωσιακή σταθερότητα, ανεξαρτήτως του φυτικού είδους, ίσως τη μεγαλύτερη μεταξύ όλων των παραμέτρων που μετρούνται στη Φυσιολογία φυτών. Σε μη καταπονημένα φυτά τα οποία είναι εγλιματισμένα σε υψηλές εντάσεις φωτεινής ακτινοβολίας πρέπει να αναμένονται τιμές μεταξύ 0,80 και 0,85. Συνεπώς κάθε μείωση της μετρούμενης τιμής από τα παραπάνω επίπεδα, υποδηλώνει την ύπαρξη βλαβών του PSII, λόγω καταπόνησης π.χ. υδατικής και ως εκ τούτου δυσλειτουργίες στο επίπεδο της φωτοσύνθεσης. Ωστόσο η ερμηνεία τέτοιων αποτελεσμάτων είναι επισφαλής εάν δεν συνυπολογιστούν και άλλες παράμετροι, π.χ. κλιματολογικές συνθήκες, οντογενετικό στάδιο, συνθήκες εγκλιματισμού και επιπρόσθετοι φυσιολογικοί δείκτες καταπόνησης, για την εκτίμηση της πιθανής καταπόνησης ενός δείγματος (Καραμπουρνιώτης *et al.,* 2012).

1.14.3 Η συγκέντρωση των χλωροφυλλών ($Chl_{ολ}$)

Η συγκέντρωση των χλωροφυλλών ($Chl_{ολ}$), αλλά και ο λόγος σε πολλές περιπτώσεις αποτελούν έναν δείκτη της φυσιολογικής κατάστασης των ιστών. Σε συνδυασμό με την εκτίμηση των παραμέτρων φθορισμού της χλωροφύλλης, μπορεί να εκτιμηθεί το εύρος των ζημιών, οι οποίες έχουν προκύψει από την εφαρμογή ενός παράγοντα καταπόνησης, στην προκειμένη περίπτωση της υδατικής καταπόνησης (Καραμπουρνιώτης *et al.,* 2012).

1.14.4 Το σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC)

Το σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) δίνει χρήσιμες πληροφορίες, σε συνδυασμό με το δυναμικό του νερού, για την υδατική κατάσταση των ιστών. Δίνεται από τον τύπο:

RWC=περιεχόμενο σε νερό/περιεχόμενο σε νερό σε πλήρη σπαργή, δηλαδή:

RWC=νωπό βάρος-ξηρό βάρος/κορεσμένο βάρος-ξηρό βάρος (Καραμπουρνιώτης *et al*., 2012).

Όταν το φυτό αντιμετωπίζει έλλειψη νερού, μειώνει το RWC, το δυναμικό του νερού των φύλλων, το ρυθμό διαπνοής, ενώ ταυτόχρονα προκαλείται αύξηση της θερμοκρασίας του φύλλου. Τα παραπάνω μπορούν να προκαλέσουν ακόμη και ανάσχεση της ανάπτυξης του φυτού (Sperry & Tyree, 1988).

1.14.5 Το πάχος του ελάσματος

Η πτώση των παλαιών φύλλων που αναπτύχθηκαν υπό συνθήκες επάρκειας νερού, μετά από εφαρμογή υδατικής καταπόνησης, οφείλεται εν μέρει και στην αδυναμία της υπάρχουσας δομής να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της έλλειψης νερού. Τα παλαιά φύλλα πολλές φορές αντικαθίστανται από νέα, τα οποία διαθέτουν περισσότερους ξηρομορφικούς χαρακτήρες, η ένταση των οποίων εξαρτάται από την ικανότητα εγκλιματισμού του συγκεκριμένου είδους φυτού. Τα φύλλα αυτά έχουν συνήθως, μικρότερο μέγεθος, αλλά μεγαλύτερο πάχος και πυκνότητα (Καραμπουρνιώτης *et al.,* 2012).

1.14.6 Μορφολογικά και ανατομικά χαρακτηριστικά του ελάσματος

Εκτός από μεγαλύτερο πάχος και πυκνότητα, όπως αναφέρθηκε στο 1.14.5, τα νέα φύλλα των υδατικώς καταπονημένων φυτών, παρουσιάζουν και στενότερα αγγεία, καθώς και μικρότερα και σε πυκνότερη διάταξη στόματα (Καραμπουρνιώτης *et al.,* 2012). Η ύπαρξη κυστόλιθων, επιεφυμενιδικών κηρών, τριχιδίων κ.λ.π. συνδέεται με την αντιμετώπιση αντίξοων συνθηκών, όπως η υδατική καταπόνηση (Tooulakou *et al.,* 2016, Ρέππα, 2013, Καραμπουρνιώτης *et al.,* 2012).

1.14.7 Αποδοτικότητα χρήσης του νερού (WUE)

Η αποδοτικότητα χρήσης του νερού ή η αποτελεσματικότητα χρήσης νερού (WUE= Water Use Efficiency) είναι ένας παράγοντας που διερευνάται έντονα λόγω της λειψυδρίας. Η WUE μπορεί να υπολογισθεί στη βάση της παραγωγής σε ξηρή μάζα (Sinclair *et al*., 1984). Μπορεί να υπολογιστεί από το πηλίκο του ξηρού βάρους του υπέργειου μέρους του κάθε φυτού προς την ολική κατανάλωση νερού κατά τη διάρκεια ενός πειράματος.

Κατά γενική διαπίστωση σύμφωνα με τα μέχρι σήμερα δεδομένα, στις καλλιέργειες γίνεται μεγάλη σπατάλη νερού, με βασικότερο αίτιο το γεγονός ότι δεν προσδιορίζονται επακριβώς οι ανάγκες τους σε νερό. Έτσι, όπου υπάρχουν διαθέσιμες μεγάλες ποσότητες ύδατος, χρησιμοποιούνται ανεξέλεγκτα, οδηγώντας μάλιστα σε μεγιστοποίηση της βλάστησης, χωρίς αυτό να σημαίνει αναγκαστικά και μεγιστοποίηση της παραγωγής. Στην Ελλάδα, το 80% των υδατικών πόρων, χρησιμοποιείται για άρδευση, γι' αυτό και είναι επιτακτική η ανάγκη του υπολογισμού των αρδευτικών αναγκών του κάθε φυτικού είδους, για την σωστή διαχείριση του πολύτιμου αυτού φυσικού πόρου.

Στη σύγχρονη γεωργία η ορθολογική χρήση των υδάτινων πόρων, λαμβάνεται σοβαρά υπόψη. Τα πειράματα λοιπόν θα πρέπει να στοχεύουν στη βελτίωση της αποδοτικότητας χρήσης του νερού.

Σύμφωνα με μελέτες η άνοδος της θερμοκρασίας οδήγησε σε άνιση κατανομή των όμβριων υδάτων, ενώ υπάρχει συνεχώς αύξηση της ζήτησης του νερού (Πολυχρονίδης, 2004). Λόγω της κλιματικής αλλαγής, καθώς και του ξηροθερμικού κλίματος της Μεσογείου και στην περίπτωση των φυτοδωμάτων, παράλληλα με τη δοκιμαστική χρήση διαφορετικών αυτοφυών ειδών, η βελτίωση της αποδοτικότητάς τους σε νερό, θα πρέπει να είναι ένας από τους σημαντικότερους στόχους των ερευνητών. Η άρδευση δε των φυτοδωμάτων όπου αυτά εγκαθίστανται θα πρέπει να γίνεται βάσει σχεδίου, με στόχο να προσδιορισθεί η δόση και το εύρος της άρδευσης (Stabler και Martin, 2000).

Φυτικά είδη με ανθεκτικότητα στην υδατική καταπόνηση, είναι σε θέση να διατηρήσουν την WUE, εμποδίζοντας τις απώλειες νερού με διάφορους τρόπους (Yu *et al*., 2020). Σε αντίθετη περίπτωση η WUE μειώνεται ανησυχητικά, οδηγώντας σε μειωμένη βιομάζα των φυτών (Farooq *et al.,* 2009).

1.15 Ο σκοπός του πειράματος

Η ανάπτυξη πράσινων κατασκευών στο σύγχρονο κόσμο και η χρήση των φυτοδωμάτων, είναι πλέον μια επιτακτική ανάγκη στις πυκνά δομημένες πόλεις, ιδίως σε μέρη με ξηροθερμικό κλίμα όπως η Μεσόγειος. Τα οφέλη των φυτεμένων είναι πολλαπλά για το περιβάλλον, για την κοινωνία και την οικονομία (υποκεφάλαιο 1.4). Επομένως, γίνονται πολλές μελέτες για τα κατάλληλα υλικά που πρέπει να χρησιμοποιηθούν, για την επιλογή του υποστρώματος, που πρέπει να είναι όσο το δυνατόν ελαφρύτερο, αλλά ταυτόχρονα να παρέχει και τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά και τη στήριξη για την ανάπτυξη των φυτών. Μελέτες γίνονται παράλληλα και για τα φυτικά είδη που είναι κατάλληλα για φύτευση σε εκτατικού τύπου φυτοδώματα. Στις Μεσογειακές χώρες δίνουν έμφαση στη χρήση φρυγάνων, λόγω των χαρακτηριστικών τους, αλλά και των αρωματικών - φαρμακευτικών για αρτυματική και φαρμακευτική χρήση, για αστικές καλλιέργειες (1.6.7.2).

Στην παρούσα μελέτη, αξιολογήθηκε η ανάπτυξη, καθώς και οι ανατομικοφυσιολογικές παράμετροι έξι αρωματικών – φαρμακευτικών Μεσογειακών ειδών, συγκεκριμένα των *Convolvulus cneorum* L., *Origanum dictamnus* L., *Sideritis athoa* L., *Atriplex halimus* L., *Asteriscus maritimus* (L.) Greuter και *Lomelosia cretica* (L.) Greuter & Burdet, σε δύο διαφορετικής σύστασης υποστρώματα (ένα που περιείχε έδαφος και ένα ελαφρύτερο – χωρίς έδαφος), μικρού βάθους (10 cm) και υπό διαφορετική συχνότητα άρδευσης (κανονική και αραιή), σε αστικό φυτοδώμα.

Ο σκοπός της Διατριβής ήταν η διερεύνηση της δυνατότητας αξιοποίησης του καθενός εκ των ανωτέρω ειδών σε εκτατικού τύπου αστικό φυτοδώμα, αφενός με ελάχιστη άρδευση, λόγω της ανάγκης για οικονομία νερού, ιδίως στις ξηροθερμικές περιοχές της Ανατολικής Μεσογείου και αφετέρου με χρήση υποστρώματος μικρού βάρους, για εξυπηρέτηση αναγκών εγκατάστασης φυτοδωμάτων σε ήδη υπάρχοντα παλαιά κτίρια, με περιορισμένη ικανότητα αντοχής σε φορτία.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Φυτικό υλικό

Κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων στο φυτοδώμα, χρησιμοποιήθηκαν έρριζα μοσχεύματα, ηλικίας ενός μηνός, των φυτικών ειδών *Convolvulus cneorum* κ. κονβόλβουλος (Εικ. 2.1 Α), *Origanum dictamnus* κ. δίκταμος (Εικ. 2.1 Β), καθώς και *Asteriscus maritimus* κ. αστερίσκος (Εικ. 2.1 Ε), από την ιδιωτική εταιρεία (Marigold Plants A.E.), η οποία τα είχε παράξει σε υπόστρωμα που περιελάμβανε περλίτη και τύρφη σε αναλογία 1:3.

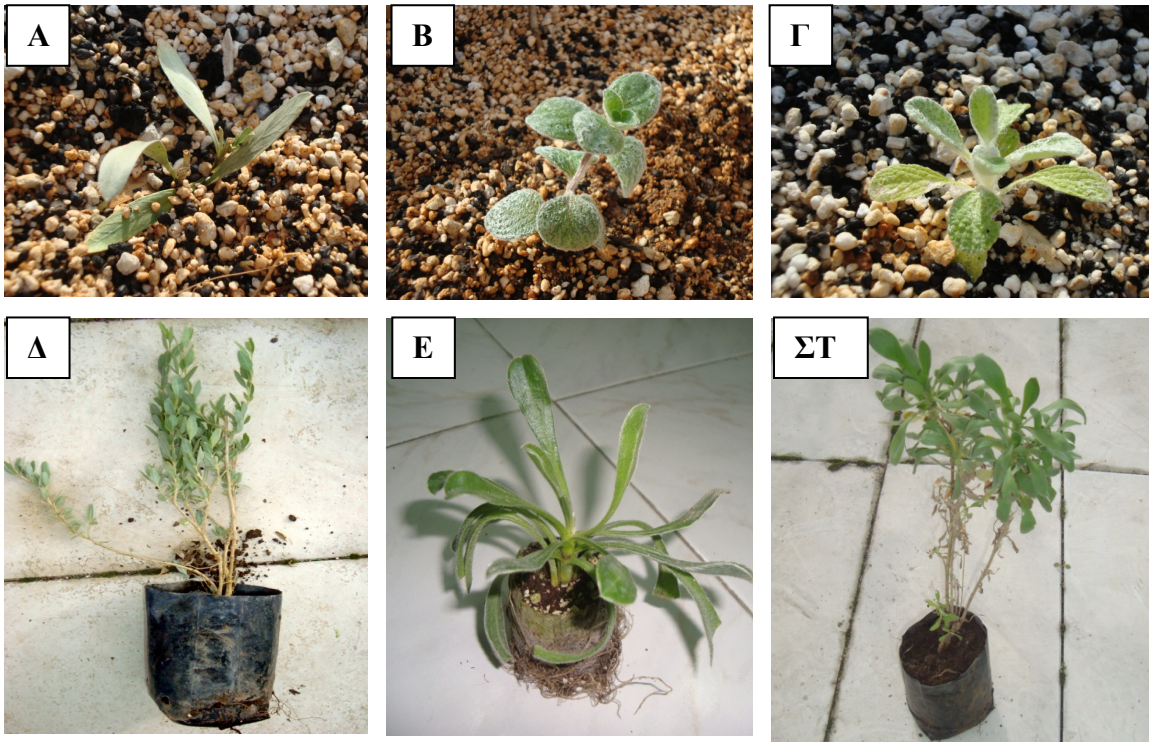
Χρησιμοποιήθηκαν και σπορόφυτα του είδους *Sideritis athoa* κ. τσάι του βουνού, που αναπτύξαμε στο θερμοκήπιο του Εργαστηρίου Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής τοπίου (Εικ. 2.1 Γ), επίσης σε υπόστρωμα περλίτη και τύρφης, αλλά σε αναλογία 1:1.

Αργότερα τα σπορόφυτα αντικαταστήθηκαν από έρριζα μοσχεύματα του ιδίου φυτικού είδους, από το φυτώριο Καλατζή (Μαραθώνας, Αττική). Τα μοσχεύματα αυτά προήλθαν από εγκλιματισμένα φυτά εγκατεστημένα στον Μαραθώνα Αττικής, τα οποία το 2003 είχαν επιλεγεί από τοπικό πληθυσμό σιδερίτη των Αγράφων σαν στόλωνες. Φυτεύθηκαν φθινόπωρο στον Μαραθώνα και τα περισσότερα άντεξαν. Από αυτά τα φυτά παίρνει μοσχεύματα και τα τοποθετεί στο ριζωτήριο. Το υπόστρωμα που χρησιμοποίησε το φυτώριο ήταν το ΑΕΡΟΜΙΧ και περιείχε τύρφη, περλίτη και βερμικουλίτη σε παρόμοιες αναλογίες.

Επίσης χρησιμοποιήθηκαν φυτάρια ηλικίας 5 μηνών του είδους *Atriplex halimus* κ. αλιμιά (Εικ. 2.1 Δ) και του είδους *Lomelosia cretica* κ. λομελόζια (Εικ. 2.1 ΣΤ), τα οποία προήλθαν από μόσχευμα, είχαν παραχθεί σε έδαφος από τον Υμηττό και προσφέρθηκαν για τις ανάγκες του πειράματος από τη Φιλοδασική Ένωση Αθηνών (Καισαριανή, Αττική).

Τα φυτάρια παρέμειναν σε εξωτερικό χώρο, για μια εβδομάδα περίπου πριν την εγκατάσταση του πειράματος.

Στα πειράματα του θερμοκηπίου, χρησιμοποιήθηκαν έρριζα μοσχεύματα των φυτικών ειδών *C. cneorum, O. dictamnus* και *S. athoa*, που τα προμηθευτήκαμε ως ανωτέρω.



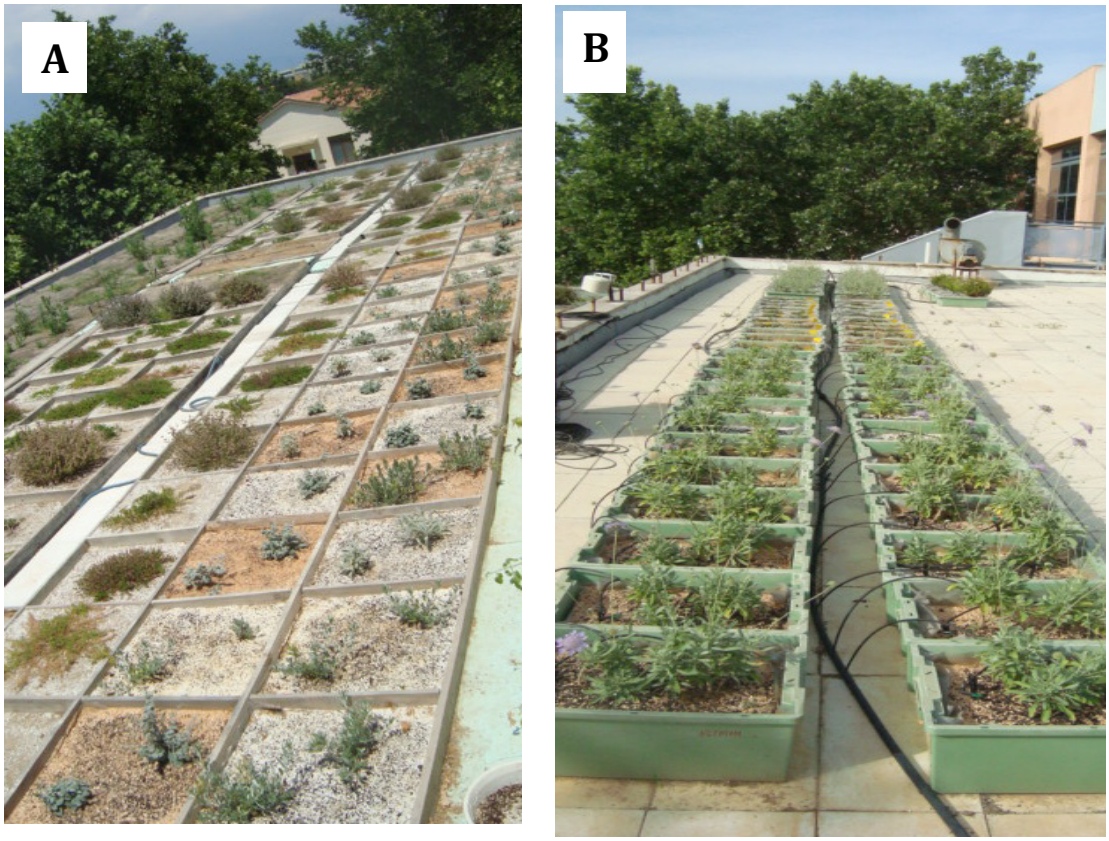
Εικ. 2.1 Α. Μόσχευμα του είδους *C. cneorum* Β. Μόσχευμα του είδους *O. dictamnus* Γ. Σπορόφυτο του είδους *S. athoa* Δ. Φυτάριο του είδους *A. halimus* Ε. Μόσχευμα του είδους *A. maritimus* ΣΤ. Φυτάριο του είδους *L. cretica*

2.2 Μεταφύτευση – Εγκατάσταση φυτικού υλικού

Η μεταφύτευση του *C. cneorum*, του *O. dictamnus* και του *S. athoa* έγινε το 1ο δεκαήμερο του Ιουλίου του 2011 σε πειραματικά τεμάχια στο δώμα (Εικ. 2.2α) διαστάσεων 50 x 50 (cm), διαιρεμένα με ξύλινα κάθετα τοιχώματα. Η μεταφύτευση του *A. halimus*, και της *L. cretica* έγινε στις 11 Δεκεμβρίου του 2012 ενώ του *A. maritimus* στις 14 Νοεμβρίου του 2012, σε κιβώτια της εταιρείας Holiday Land, Ελλάς (Εικ. 2.2, 2.3).

Ο τύπος του κιβωτίου που χρησιμοποιήθηκε ήταν ο AR 7925.760.415 με εξωτερικές διαστάσεις: 60x40x22 (cm), εσωτερικές διαστάσεις: 490x340x215 (mm), βάρος: 1,9 kg και χωρητικότητα 40 l. Τοποθετήθηκαν δύο μοσχεύματα ανά πειραματικό τεμάχιο (Εικ. 2.2), ενώ όλα τα πειραματικά τεμάχια ήταν τοποθετημένα στο δώμα του κτιρίου της φοιτητικής λέσχης (του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών) (37º59'N,23º42'E) το οποίο είναι επίπεδο και πλήρως εκτεθειμένο (Εικ. 2.2 Α και Β).

Η μεταφύτευση ολοκληρώθηκε επιτυχώς, καθώς όλα τα φυτάρια αναπτύχθηκαν κανονικά μετά την εγκατάσταση τους (Εικ. 2.2 Α,Β).



Εικ. 2.2

Α. Τα πειραματικά τεμάχια με *C. cneorum, O. dictamnus, S. athoa* (Μάιος 2012) μετά από 10 μήνες καλλιέργειας

Β. Τα πειραματικά κιβώτια με *A. halimus, A. maritimus, L. cretica* (Μάιος 2013) μετά από 6 μήνες καλλιέργειας

Στα πειράματα του θερμοκηπίου, η μεταφύτευση των μοσχευμάτων των φυτικών ειδών *C. cneorum, O. dictamnus* και *S. athoa*, έγινε στις 15 Μαΐου του 2013 σε πλαστικά γλαστράκια (διαμέτρου 13 cm, χωρητικότητας 1 l). Όλα τα γλαστράκια ήταν τοποθετημένα στον τσιμεντένιο πάγκο του υαλόφρακτου θερμοκηπίου του Εργαστηρίου Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής τοπίου του Γ.Π.Α. (Εικ. 5.1).

Η μεταφύτευση ολοκληρώθηκε επιτυχώς, καθώς όλα τα φυτά αναπτύχθηκαν κανονικά μετά την εγκατάσταση τους. Στην κάθε γλάστρα τοποθετήθηκε υπόστρωμα, βάθους 10 cm..

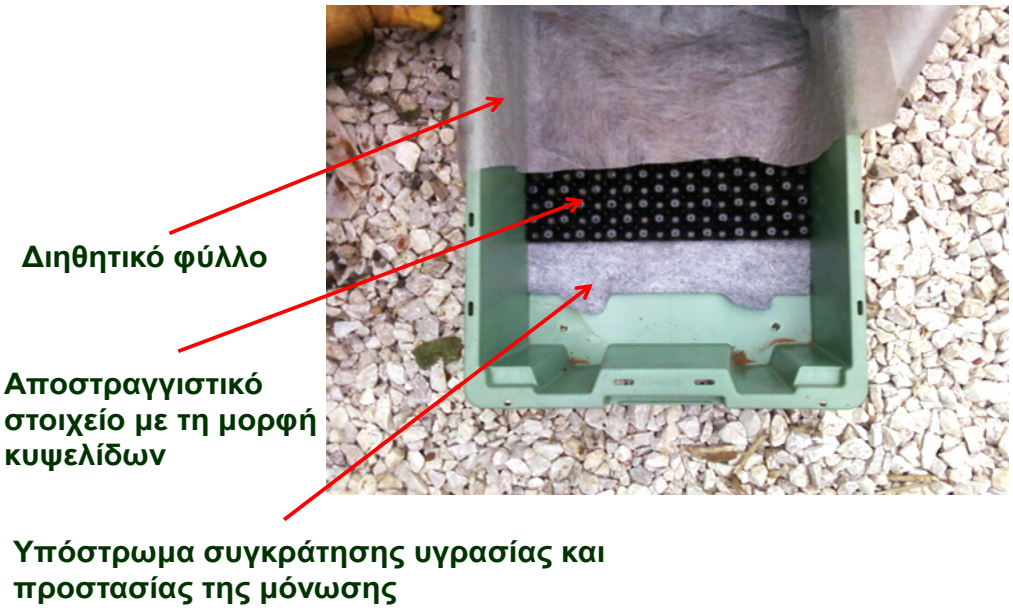
2.3 Σύστημα υποδομής πειραματικών τεμαχίων

Εκτός του φυτικού υλικού και του υποστρώματος ανάπτυξης, η βάση κάθε πειραματικού τεμαχίου έφερε σύστημα υποδομής φυτεμένου δώματος (Εικ. 2.3). Τα υλικά που τοποθετήθηκαν από κάτω προς τα πάνω ήταν τα εξής:

1. Προστατευτική μεμβράνη συγκράτησης υγρασίας, η οποία αποτελείται από ένα ανθεκτικό ύφασμα που συγκρατεί νερό και προστατεύει τη μόνωση από φθορές. Η προστατευτική μεμβράνη TSM 32: Συγκρατεί υγρασία και θρεπτικά στοιχεία, ενώ ταυτόχρονα εξασφαλίζει την προστασία της μόνωσης της στέγης από μηχανικές φθορές. Τα χαρακτηριστικά της έχουν ως εξής: το υλικό κατασκευής είναι συνθετικό υλικό με πολυεστερικές ίνες, η ικανότητα συγκράτησης υγρασίας είναι 3 lt/m^2, το πάχος είναι 3 mm, οι διαστάσεις του ρολού είναι 2 x 50 m, ενώ το βάρος (ξηρό) 0,32 kg/m^2 και η εγκατάσταση γίνεται με τοποθέτηση με αλληλοκάλυψη φύλλων τουλάχιστον 10 cm (www.egreen.gr).
2. Αποστραγγιστικό πλαστικό στοιχείο, το οποίο διαθέτει κυψέλες για συγκράτηση και αποθήκευση νερού, και οπές που λόγω της εξάτμισης του νερού μεταφέρουν υγρασία στο υπόστρωμα ανάπτυξης αλλά και βοηθούν στον αερισμό των ριζών. Το αποστραγγιστικό στοιχείο FLORADRAIN FD 25, έχει κενούς χώρους (κυψέλες) στους οποίους αποθηκεύει νερό, επιτρέποντας ταυτόχρονα την απορροή της πλεονάζουσας ποσότητας του νερού μέσω των καναλιών του προς τις υδρορροές του δώματος. Οι οπές που φέρει στην ανώτερη επιφάνεια των κυψελών επιτρέπουν τον αερισμό του ριζικού συστήματος των φυτών και βοηθούν στην εξάτμιση της υγρασίας προς το υπόστρωμα. Έχει τη δυνατότητα να συγκρατεί νερό στις κυψέλες του ακόμα και σε επικλινείς στέγες. Τα χαρακτηριστικά του αποστραγγιστικού στοιχείου, έχουν ως εξής: το υλικό κατασκευής είναι ανακυκλωμένο πολυαιθυλένιο, ύψους 2.5 cm, βάρους 1.5 kg/m^2 (*ξηρό*) / 4,5 kg/m^2 (*υγρό*), διαστάσεων φύλλα 1 x 2 m / ρολά πλάτους 1 m, χωρητικότητας νερού 3 lt/m^2και με μέγιστο επιβαλλόμενο φορτίο (κενό) 250 kN/m^2 (www.egreen.gr).
3. Διηθητικό φύλλο, το οποίο αποτρέπει τη μεταφορά τεμαχιδίων από το υπόστρωμα ανάπτυξης προς το σύστημα αποστράγγισης. Τα χαρακτηριστικά του διηθητικού φύλλου SF, έχουν ως εξής: το υλικό κατασκευής είναι θερμικά ενισχυμένο πολυπροπυλένιο, πάχους 0,1 kg/m^2, βάρους 0,6 mm, οι διαστάσεις του ρολού είναι 2 x

100 m, και η εγκατάσταση γίνεται με τοποθέτηση πάνω από το αποστραγγιστικό σύστημα με αλληλοκάλυψη φύλλων τουλάχιστον 15 cm (www.egreen.gr).

Τα παραπάνω υλικά αγοράστηκαν από την εταιρεία Zinco, που έχει έδρα τη Γερμανία και ο αντιπρόσωπος της στην Ελλάδα είναι η εταιρεία EGREEN (Σίνα 32, Αθήνα, Τ.Κ. 10762).



Εικ. 2.3 Υλικά συστήματος υποδομής πειραματικών τεμαχίων

2.4 Υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών

2.4.1 Τύποι υποστρώματος

Στα πειράματα, χρησιμοποιήθηκαν δύο μίγματα (υποστρώματα) ανάπτυξης των φυτών, με βάθος 10 cm. Το ένα υπόστρωμα περιείχε έδαφος σε αναλογία 20%, ενώ το άλλο δεν περιείχε έδαφος, αποτελώντας το ελαφρύ υπόστρωμα των πειραμάτων. Και τα δύο υποστρώματα περιείχαν κομπόστα στεμφύλων σε αναλογία 30%, περλίτη σε

αναλογία 30% και ελαφρόπετρα σε αναλογία 20% ή 40%. Τα δύο υποστρώματα ήταν τα εξής:

A. υπόστρωμα 3ΚΣ: 3Π: 2Ε: 2ΕΛ (3:3:2:2, v/v)

B. υπόστρωμα 3ΚΣ: 3Π: 4ΕΛ (3:3:4, v/v)

όπου ΚΣ: κομπόστα στέμφυλων οινοποιίας, τοπικής παραγωγής (περιοχή Ανατολικής Αττικής) 2007, η οποία παραχωρήθηκε από το θερμοκήπιο του Γ.Π.Α., Π: περλίτης (Perloflor, Isocon A.E., Αθήνα, κοκκομετρικής διαμέτρου 1-5 mm), Ε: έδαφος υπαίθριο, αμμοπηλώδες, με σύσταση: άμμος 86,48%, άργιλος 10,52%, ιλύς 3% και 0,70% οργανικά συστατικά, pH= 8,6, EC= 80 μS/cm) και ΕΛ: ελαφρόπετρα (Lava, Μεταλλευτική και Λατομική Α.Ε. Παιανία, Αττική, κοκκομετρικής διαμέτρου 1-8 mm, pH 7.3, EC 0.2 ds/m).

Σύμφωνα με τις προϋποθέσεις του FLL (2008), στα εκτατικού τύπου φυτοδώματα, το βάθος θα πρέπει να είναι μικρό (2 - 15 cm). Η οργανική ουσία του υποστρώματος θα πρέπει να είναι 3 – 8 κατά βάρος και τα ανόργανα υλικά από 70 έως και 90 %.

2.4.2 Βάρος υποστρώματος

Για να προσδιοριστεί το βάρος των υποστρωμάτων ανάπτυξης χρησιμοποιήθηκε ζυγαριά ακριβείας, τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων και ζυγίστηκαν τα κιβώτια καλλιέργειας, βαθύ και ρηχό κιβώτιο, άδεια, με τα υλικά υποδομής και με υπόστρωμα πριν τη διαβροχή του και μετά τη διαβροχή, μέχρι απορροής. Στη συνέχεια αφαιρέθηκε το βάρος του κιβωτίου συν την υποδομή και υπολογίστηκε το βάρος του υποστρώματος σε kg m^{-2} πριν και μετά τη διαβροχή του (στεγνό και κορεσμένο).

Το βάθος του υποστρώματος που χρησιμοποιήθηκε όπως ήδη αναφέρθηκε, ήταν 10 cm. Το υπόστρωμα με έδαφος συμπεριλαμβάνοντας ή όχι την υποδομή φυτοδώματος, ζύγιζε 79 ή 64 $kg.m^{-2}$ αντίστοιχα, ενώ το υπόστρωμα χωρίς έδαφος ζύγιζε 65,4 ή 50,4 $kg.m^{-2}$ αντίστοιχα. Τα βάρη αυτά είναι μικρότερα από τα επιστημονικώς επιτρεπόμενα για εκτατικού τύπου φυτοδώματα (Dunnett & Kingsbury, 2008, Fassman *et al.,* 2010).

2.5 Άρδευση

Το πρώτο δεκαήμερο, δηλαδή κατά την περίοδο εγκατάστασης των έρριζων μοσχευμάτων, σπορόφυτων και φυταρίων μετά τη μεταφύτευση τους, η άρδευση γινόταν χειρωνακτικά κάθε δύο μέρες όταν η φύτευση έγινε τον Ιούλιο και κάθε τέσσερις όταν έγινε Νοέμβριο και Δεκέμβριο, για να αποφευχθεί το «μεταφυτευτικό stress» και να προσαρμοστούν τα φυτά στις νέες συνθήκες. Στη συνέχεια, κάθε μέρα παίρνονταν μετρήσεις της υγρασίας του υποστρώματος (% v/v) με τον μετρητή (HH2, Delta-T devices, Cambridge, UK), ο οποίος συνδέεται με το διηλεκτρικό αισθητήρα εδαφικής υγρασίας (WET-2, Delta-T devices), ο οποίος εισερχόμενος από την επιφάνεια του εδάφους, μετρούσε σε 65 mm βάθος και 45 mm εύρος. Για την ακριβέστερη εκτίμηση της Θ έγινε βαθμονόμηση της συσκευής σε κάθε τύπο του υποστρώματος, με τη μεθοδολογία των Kargas *et al.,* 2013. Ο καθορισμός των συχνοτήτων άρδευσης έγινε με την οπτική παρατήρηση των φυτών, όταν τα φυτά έδειχναν τα πρώτα συμπτώματα μαρασμού. Η εμφάνιση των συμπτωμάτων έγινε όταν η μέση υγρασία υποστρώματος ήταν μεταξύ 4% και 11% v/v κι επιλεγόταν ως η «αραιή» συχνότητα άρδευσης. Η «κανονική» συχνότητα άρδευσης ορίστηκε όταν η υγρασία υποστρώματος ήταν μεταξύ 17% και 20% v/v.

Επίσης, μετρήσεις της υγρασίας του υποστρώματος παίρνονταν καθημερινά, καθ' όλη τη διάρκεια ενός κύκλου ποτίσματος, μία φορά το μήνα, κατά το διάστημα που εφαρμοζόταν το πρόγραμμα άρδευσης, δηλαδή κατά το διάστημα των μηνών Μάιο με Σεπτέμβριο, οπόταν επικρατούν ξηροθερμικές κλιματικές συνθήκες, ώστε να ελέγχεται αν η υγρασία των υποστρωμάτων διατηρείτο εντός των ορίων που ετέθησαν.



Εικ. 2.4 Α. Παροχή νερού και προγραμματιστές ηλεκτροβάνας, Β. Διάταξη σταλακτών στο πειραματικό τεμάχιο, Γ. Διάταξη σταλακτών στο κιβώτιο

Με βάση τα ανωτέρω, στη σειρά πειραμάτων του *C. cneorum*, του *O. dictamnus* και του *S. athoa*, κατά τους ξηροθερμικούς μήνες του 2011 και του 2012, εφαρμόστηκαν δύο συχνότητες άρδευσης, ήτοι κάθε 5 ημέρες η κανονική και κάθε 7 ημέρες η αραιή, ενώ κατά τους ξηροθερμικούς μήνες του 2013 η κανονική άρδευση προσδιορίστηκε στις 4 ημέρες και η αραιή στις 6, καθώς τα φυτά ήταν μεγαλύτερα και είχαν μεγαλύτερες απαιτήσεις σε υγρασία.

Στα πειράματα της *L. cretica* και του *A. maritimus*, εφαρμόστηκαν δύο συχνότητες άρδευσης κατά την ξηροθερμική περίοδο, ήτοι κάθε 3 ημέρες η κανονική και κάθε 5 ημέρες η αραιή κατά την ξηροθερμική περίοδο του 2013 και 2014 με εξαίρεση τον Αύγουστο 2014 για τη *L. cretica*, που η κανονική προσδιορίστηκε στις 2 ημέρες και η αραιή στις 4 ημέρες.

Στο πείραμα του *A. halimus* κατά την ξηροθερμική περίοδο του 2013, η κανονική άρδευση εφαρμοζόταν κάθε 5 ημέρες και κάθε 9 ημέρες η αραιή, ενώ κατά την ξηροθερμική περίοδο του 2014, η κανονική άρδευση εφαρμοζόταν κάθε 4 και κάθε 7 ημέρες αντίστοιχα.

Κατά τους υπόλοιπους μήνες των πειραμάτων δεν εφαρμοζόταν πρόγραμμα άρδευσης. Τον Οκτώβριο κρίθηκε απαραίτητο να διακόπτεται η άρδευση με το αυτόματο σύστημα, καθώς τα επίπεδα υγρασίας και οι θερμοκρασίες της εποχής διατηρούσαν σε καλά επίπεδα την υγρασία του υποστρώματος ανάπτυξης των φυτών. Έγιναν κάποιες αρδεύσεις, σε όλα τα πειράματα, όταν η υγρασία του υποστρώματος έπεφτε επικίνδυνα, κοινές για όλες τις επεμβάσεις, μέχρι απορροής.

Χρησιμοποιήθηκε αυτόματο σύστημα άρδευσης με προγραμματιστές τύπου Galcon 7001 D-E, ένας για κάθε συχνότητα άρδευσης (Εικ. 2.4 α). Οι σταλάκτες ήταν τύπου Δοϊράνη παροχής 4 l/h της εταιρείας Agrodrip, οι οποίοι τοποθετήθηκαν αντικριστά (Εικ. 2.4 β και γ) ώστε να γίνεται σχεδόν ταυτόχρονη διάχυση της υγρασίας στα πειραματικά τεμάχια. Ο κεντρικός αγωγός παροχής νερού που χρησιμοποιήθηκε είχε διάμετρο 20 mm ενώ ο δευτερεύων 6 mm. Έγινε μελέτη για την ώρα και για το χρονικό διάστημα που πρέπει να ποτίζονται τα φυτά, ώστε να παρατηρείται απορροή σε όλα τα κιβώτια ανάπτυξης. Έτσι, αποφασίστηκε η διάρκεια άρδευσης να είναι μια ώρα (1 h), τα ξημερώματα πριν την ανατολή του ηλίου, την καθορισμένη ημέρα για την κάθε επέμβαση.

Στα πειράματα του θερμοκηπίου, το πρόγραμμα άρδευσης εφαρμόστηκε από τις 25 Μαΐου μέχρι τις 15 Σεπτεμβρίου. Εφαρμόστηκαν δύο συχνότητες άρδευσης, ήτοι κάθε 4 ημέρες η κανονική και κάθε 7 ημέρες η αραιή. Η άρδευση γινόταν χειρωνακτικά, με 250 ml νερού/φυτό κάθε φορά, ώστε να υπάρχει απορροή σε όλες τις γλάστρες και στα δύο είδη υποστρώματος, 8.00 με 10.00 μ.μ., δηλαδή μετά τη δύση του ηλίου.

2.6 Λίπανση

Έγινε μία φορά λίπανση των φυτικών ειδών, *Convolvulus cneorum*, *Origanum dictamnus* και *Sideritis athoa* δύο εβδομάδες μετά τη φύτευση. Συγκεκριμένα, έγινε υγρή λίπανση με Nutri - Leaf 20-20-20 (Miller Chemical and Fertilizer LLC Corp., Hanover, Pennsylvania 17331, USA). Η ποσότητα λίπανσης ήταν 50 ml ανά φυτό, με διάλυμα που περιείχε 2 g λιπάσματος ανά λίτρο. Τα συστατικά του λιπάσματος είναι: 20% N - 20% P - 20% K - 0.02% B - 0.05% Cu- 0.10% Fe - 0.05% Mn- 0.0005% Mo - 0.05% Zn.

Τα φυτικά είδη *Atriplex halimus, Asteriscus maritimus και Lomelosia cretica* δεν λιπάνθηκαν, καθώς από το πείραμα των προηγούμενων ειδών κρίθηκε επαρκής η τροφοδότηση των φυτών από την κομπόστα και το έδαφος. Στα πειράματα του θερμοκηπίου επίσης δεν έγινε λίπανση.

2.7 Φυτοπροστασία

Προς το τέλος Σεπτεμβρίου του 2011 το φυτό *Sideritis athoa* προσβλήθηκε από κάμπιες κάποιου λεπιδόπτερου και για το λόγο αυτό έγινε ψεκασμός με το εντομοκτόνο Decis, με συγκέντρωση γαλακτοματοποιημένου σκευάσματος 25 g/L (2.8%w/w) deltamethrin. Η δόση ήταν 70 ml σε 100 L νερού. Λίγες μέρες μετά τον ψεκασμό υπήρξε απώλεια των περισσότερων φυτών, οπότε στις 27 Οκτωβρίου όλα τα φυτά αντικαταστάθηκαν από έρριζα μοσχεύματα του ιδίου μεγέθους. Προς τα τέλη Αυγούστου του 2012 υπήρξε ξανά προσβολή από το ίδιο έντομο και ο νέος ψεκασμός με το εντομοκτόνο κατέληξε και πάλι σε αρκετές απώλειες του είδους. Εντούτοις πάρθηκαν μετρήσεις στα εναπομείναντα φυτά θεωρώντας αιτία των απωλειών αποκλειστικά το στρεσάρισμα που προκάλεσε το εντομοκτόνο Decis.

Στα πειράματα του θερμοκηπίου, στις αρχές Ιουνίου τα είδη *Sideritis athoa* και *Origanum dictamnus*, προσβλήθηκαν από κάμπιες λεπιδοπτέρου. Μετά από συνεννόηση με το Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας του Γ.Π.Α., έγινε ψεκασμός με το βιολογικό σκεύασμα AGRISPRAY PLUS (7,5 ml) σε συνδυασμό με το DEXIN BASE (15ml) και τον γαλακτοματοποιητή APG 25 (0,5 ml). Η προσβολή υποχώρησε αμέσως μετά την εφαρμογή του σκευάσματος.



Εικ. 2.5
Η κάμπια λεπιδοπτέρου που προσέβαλε τα είδη *Sideritis athoa* και *Origanum dictamnus*, στο θερμοκήπιο

Στο *A. halimus*, τον Απρίλιο του 2013 είχε παρατηρηθεί ξήρανση κάποιων φύλλων και κάποιες μικρές προσβολές από αφίδες. Γι' αυτό το λόγο, προληπτικά, όλα τα φυτά ψεκάστηκαν με σαπουνόνερο για αποφυγή προσβολών.

Στο *A. maritimus*, στις 15 Ιουλίου 2013 πραγματοποιήθηκε ψεκασμός των φυτών με Systhane λόγω της εμφάνισης συμπτωμάτων ωιδίου. Τα συμπτώματα ήταν γενικευμένα, σχεδόν σε όλα τα φυτά του πειράματος και των δύο συχνοτήτων άρδευσης. Τα συμπτώματα υποχώρησαν μερικώς, για αυτό το λόγο πραγματοποιήθηκε επαναληπτικός ψεκασμός με Systhane στις 7 Αυγούστου. Η δοσολογία που εφαρμόστηκε ήταν 0,3 cm^3 στο 1 L ψεκαστικού διαλύματος.

Στη *L. cretica*, το 2^o δεκαήμερο του Μαΐου του 2013, έγιναν 2 ψεκασμοί, με χρονική διαφορά μίας εβδομάδας, με αραιό σαπουνόνερο για την αντιμετώπιση αφίδων.

Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, υπήρχε εμφάνιση ζιζανίων σε περιορισμένο βαθμό. Γινόταν ξεβοτάνισμα με το χέρι.

2.8 Μετεωρολογικά δεδομένα πειραμάτων

Οι μετεωρολογικές μετρήσεις δόθηκαν από το Εργαστήριο Γενικής και Γεωργικής Μετεωρολογίας του Γ.Π.Α., το οποίο διαθέτει μετεωρολογικό σταθμό. Ο μετεωρολογικός σταθμός είναι αυτόματος και βρίσκεται στο χώρο του Πανεπιστημίου, στα 200 m περίπου από το χώρο των πειραμάτων. Οι μετρήσεις της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας του αέρα πάρθηκαν σε απόσταση 1,5 m από την επιφάνεια του εδάφους και οι μετρήσεις για την Ολική Ακτινοβολία έγιναν με τη χρήση πυρανόμετρου. Οι μετεωρολογικές μετρήσεις για την θερμοκρασία αέρος (μέση μηνιαία), για την σχετική υγρασία (μέση μηνιαία), για την ολική ακτινοβολία (μέση μηνιαία) και για τη βροχόπτωση (συνολική βροχόπτωση μηνιαία, ημέρες βροχόπτωσης), κατά τους μήνες υδατικής καταπόνησης των ετών 2011 έως 2014, δίνονται στους πίνακες 2.1 και 2.2. Μετρήσεις για την θερμοκρασία αέρος (μέση μηνιαία) και για την σχετική υγρασία (μέση μηνιαία), στο θερμοκήπιο, δίνονται στον Πίν. 2.3. Οι μετρήσεις των υπόλοιπων μηνών της υπόλοιπης χρονικής διάρκειας των πειραμάτων, δίνονται στο Παράρτημα Ι.

Πίν. 2.1 Τιμές της ολικής μηνιαίας βροχόπτωσης, του αριθμού των ημερών βροχής ανά μήνα και της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας, κατά τους μήνες υδατικής καταπόνησης των ετών 2011 έως 2014

Μήνας Έτος	Μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C)	Ύψος βροχόπτωσης (mm)	Ημέρες βροχόπτωσης
Μάιος 2011	19.4	25.8	6
Ιούνιος 2011	24.5	32.8	3
Ιούλιος 2011	28.7	0.0	0
Αύγουστος 2011	28.3	1.2	1
Σεπτέμβριος 2011	25.5	3.4	1
Οκτώβριος 2011	16.7	44.4	5
Μάιος 2012	20.8	13.2	5
Ιούνιος 2012	27.2	0.0	0

Ιούλιος 2012	30.7	0.0	0
Αύγουστος 2012	29.2	0.0	0
Σεπτέμβριος 2012	24.8	1.4	3
Οκτώβριος 2012	21.5	1.0	5
Μάιος 2013	22.3	6.8	4
Ιούνιος 2013	25.3	11.2	5
Ιούλιος 2013	28.2	0.0	0
Αύγουστος 2013	28.6	0.0	0
Σεπτέμβριος 2013	24.1	0.0	0
Οκτώβριος 2013	18.5	11.8	4
Μάιος 2014	20.1	2.0	1
Ιούνιος 2014	24.9	10.6	6
Ιούλιος 2014	27.3	0.0	0
Αύγουστος 2014	28.0	0.0	0
Σεπτέμβριος 2014	23.7	0.2	1
Οκτώβριος 2014	18.4	12.3	3

Πίν. 2.2 Τιμές μέσης μηνιαίας σχετικής υγρασίας και μέσης μηνιαίας ολικής ακτινοβολίας κατά τους μήνες υδατικής καταπόνησης των ετών 2011 έως 2014..

	Μέση μηνιαία σχετική υγρασία	Ολική ακτινοβολία
Μήνας Έτος	(%)	(kWm^{-2})
Μάιος 2011	63,1	0,288
Ιούνιος 2011	57,6	0,317
Ιούλιος 2011	47,7	0,35
Αύγουστος 2011	45,7	0,31
Σεπτέμβριος 2011	49,1	0,253
Οκτώβριος 2011	65	0,169
Μάιος 2012	59,2	0,283
Ιούνιος 2012	47,8	0,357
Ιούλιος 2012	43,6	0,34

Αύγουστος 2012	42,9	0,297
Σεπτέμβριος 2012	58	0,243
Οκτώβριος 2012	69,1	0,157
Μάιος 2013	58,4	0,287
Ιούνιος 2013	54,5	0,316
Ιούλιος 2013	44,3	0,322
Αύγουστος 2013	44,3	0,308
Σεπτέμβριος 2013	60,1	0,236
Οκτώβριος 2013	66,1	0,176
Μάιος 2014	60,4	0,28
Ιούνιος 2014	58,1	0,29
Ιούλιος 2014	54,3	0,32
Αύγουστος 2014	54,3	0,28
Σεπτέμβριος 2014	64,8	0,21
Οκτώβριος 2014	69,2	0,15

Πίν. 2.3 Τιμές της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου και της μέσης μηνιαίας σχετικής υγρασίας, από τον Μάιο μέχρι τον Σεπτέμβριο του 2013.

Μήνας Έτος	Μέση μηνιαία θερμοκρασία (^oC)	Μέση μηνιαία σχετική υγρασία (%)
Μάιος 2013	24,53	58,75
Ιούνιος 2013	26,93	57,357
Ιούλιος 2013	29,5	49,583
Αύγουστος 2013	30,06	48,015
Σεπτέμβριος 2013	25,3	63,447

2.9 Περιγραφή Πειραμάτων

Στην πρώτη σειρά πειραμάτων με τα φυτικά είδη *C. cneorum*, *O. dictamnus* και *S. athoa*, χρησιμοποιήθηκαν τριάντα δύο (32) φυτά από το κάθε είδος. Τα σπορόφυτα του

S. athoa και τα έρριζα μοσχεύματα των άλλων δύο φυτικών ειδών, τοποθετήθηκαν τυχαιοποιημένα σε 48 πειραματικά τεμάχια οριοθετημένα με ξύλινα διαχωριστικά (2.2, Εικ. 2.6), τα οποία δημιουργούσαν μία διπλή σειρά πειραματικών τεμαχίων στην ανατολική πλευρά του πειραματικού φυτοδώματος του Γ.Π.Α. Τα φυτά τοποθετήθηκαν ανά δύο σε κάθε πειραματικό τεμάχιο (Εικ. 2.6).



Εικ. 2.6 Τα πειραματικά τεμάχια με *C. cneorum, O. dictamnus, S. athoa* (Μάιος 2012) μετά από 10 μήνες καλλιέργειας

Το πείραμα ήταν διπαραγοντικό με παράγοντες το είδος του υποστρώματος και τη συχνότητα άρδευσης. Εφαρμόστηκαν ως εκ τούτου τέσσερις (4) επεμβάσεις. Οι επεμβάσεις των πειραμάτων περιελάμβαναν τα δύο είδη υποστρώματος και δύο συχνότητες άρδευσης κατά την ξηροθερμική περίοδο. Κάθε επέμβαση περιελάμβανε τέσσερα (4) πειραματικά τεμάχια με δύο (2) φυτά του ίδιου είδους το καθένα, επομένως κάθε επέμβαση είχε 8 επαναλήψεις (φυτά).

Από τα 48 πειραματικά τεμάχια, τα είκοσι τέσσερα (24) περιείχαν υπόστρωμα καλλιέργειας 3ΚΣ:3Π:4ΕΛ και τα υπόλοιπα είκοσι τέσσερα (24) περιείχαν υπόστρωμα καλλιέργειας 3ΚΣ:3Π:2ΕΛ:2Ε (2.4.1). Το βάθος του υποστρώματος ήταν ίδιο σε όλα, ήτοι 10 cm.

Η εγκατάσταση του πειράματος έγινε το 1ο δεκαήμερο του Ιουλίου του 2011, στην ταράτσα πάνω από το εστιατόριο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Για μία εβδομάδα τα φυτά προσαρμόστηκαν στις νέες συνθήκες και από τότε ξεκίνησε η πειραματική μελέτη.

Το Δεκέμβριο του 2012 τα φυτά του *C. cneorum* κλαδεύτηκαν στα 12 cm ύψος και 30 cm διάμετρο, με τη βοήθεια ενός κυκλικού δίσκου κι ενός χάρακα. Οι

επεμβάσεις άρδευσης άρχισαν άμεσα και διακόπτονταν κάθε χρόνο περί τα μέσα Οκτωβρίου.

Όσον αφορά στο φυτικό είδος *O. dictamnus* στο τέλος του Αυγούστου του 2011 ξεράθηκαν το 16% των φυτών της επέμβασης ΧΕ/Α, το 25% της ΧΕ/Κ, το 8% της Ε/Α και το 16% της Ε/Κ, λόγω των μεγάλων θερμοκρασιών της εποχής. Από το μήνα εκείνο και μέχρι το τέλος του πειράματος, ο αριθμός των φυτών ανά επέμβαση ήταν για ΧΕ/Α n=6, για ΧΕ/Κ n=5, για Ε/Α n=7 και για Ε/Κ n=6. Επίσης, τον Ιούλιο του 2012 υπήρξε ξήρανση φύλλων και φυλλόπτωση ιδίως σε φυτά που αρδεύονταν αραιά και αναβλάστηση στα περισσότερα.

Λόγω του ότι κατά τα τέλη Σεπτεμβρίου του 2011 το φυτικό είδος *S. athoa* προσβλήθηκε από κάμπιες λεπιδοπτέρου, έγινε ψεκασμός με το εντομοκτόνο Decis, ο οποίος σε συνδυασμό με τις υψηλές θερμοκρασίες της εποχής, προκάλεσε την απώλεια των περισσότερων φυτών. Έτσι, στις 27 Οκτωβρίου όλα τα φυτά του *S. athoa* αντικαταστάθηκαν από έρριζα μοσχεύματα του ιδίου μεγέθους. Αν και υπήρξε προσβολή από το ίδιο λεπιδόπτερο στα τέλη του Αυγούστου του 2012 που οδήγησε σε απώλειες φυτών, που ως επί το πλείστον αρδεύονταν αραιά, το πείραμα συνεχίστηκε με τα υπόλοιπα. Υπήρξε απώλεια του 62% των φυτών της επέμβασης Ε/Α, του 37% της Ε/Κ, του 62% της ΧΕ/Α και του 50% της ΧΕ/Κ. Από το μήνα εκείνο και μέχρι το τέλος του πειράματος, ο αριθμός των φυτών ανά επέμβαση ήταν για ΧΕ/Α n=3, για ΧΕ/Κ n=4, για Ε/Α n=3 και για Ε/Κ n=5.

Στη δεύτερη σειρά πειραμάτων με τα φυτικά είδη *A. halimus, A. maritimus* και *L. cretica,* χρησιμοποιήθηκαν σαράντα οκτώ (48) φυτά του κάθε φυτικού είδους (2.2). Τα μοσχεύματα του *A. maritimus* τοποθετήθηκαν σε πλαστικά πειραματικά κιβώτια (2.2), στις 14/11/2012, της *L. cretica* στις 11/12/2012 και του *A. halimus* στις 15/12/2012.

Το πείραμα ήταν επίσης διπαραγοντικό με παράγοντες το είδος του υποστρώματος και τη συχνότητα άρδευσης. Εφαρμόστηκαν ως εκ τούτου τέσσερις (4) επεμβάσεις. Οι επεμβάσεις των πειραμάτων περιελάμβαναν και πάλι τα δύο είδη υποστρώματος και δύο συχνότητες άρδευσης κατά την ξηροθερμική περίοδο. Τα φυτά τοποθετήθηκαν ανά δύο του ίδιου είδους σε κάθε κιβώτιο καλλιέργειας. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν είκοσι τέσσερα (24) κιβώτια, από τα οποία τα δώδεκα (12) περιείχαν υπόστρωμα καλλιέργειας 3ΚΣ:3Π:4ΕΛ και τα υπόλοιπα δώδεκα (12) περιείχαν υπόστρωμα καλλιέργειας 3ΚΣ:3Π:2ΕΛ:2Ε. Όλα τα κιβώτια είχαν το ίδιο βάθος υποστρώματος, ήτοι 10 cm. Τα κιβώτια τοποθετήθηκαν σε δύο σειρές, ανάλογα

με τη συχνότητα άρδευσης. Τα κιβώτια που περιείχαν τα δύο είδη υποστρωμάτων διαχωρίστηκαν επίσης ισάριθμα στις δύο διαφορετικές συχνότητες άρδευσης. Έτσι λοιπόν, εφαρμόστηκαν δύο παράγοντες και τέσσερις (4) επεμβάσεις. Κάθε επέμβαση περιελάμβανε έξι (6) κιβώτια με δύο (2) φυτά το καθένα, επομένως κάθε επέμβαση είχε 12 επαναλήψεις. Τα κιβώτια εγκαταστάθηκαν στην ταράτσα πάνω από το εστιατόριο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, δίπλα (ανατολικά) του πειραματικού δώματος της πρώτης σειράς πειραμάτων.

Τα φυτά του *A. halimus* στις αρχές Φεβρουαρίου του 2013 και τον Σεπτέμβριο του 2013, κλαδεύτηκαν στα 12 cm ύψος και 12 cm διάμετρο. Τα φυτά της *L. cretica* τον Δεκέμβριο του 2013, κλαδεύτηκαν στα 29 cm διάμετρο και 15 cm ύψος.

Οι διαφορετικές συχνότητες άρδευσης άρχισαν στον *A. maritimus* και τη *L. cretica* στις 19/5/2013 και στο *A. halimus* στις 25/6/2013, ενώ σταματούσαν περί τα μέσα Οκτωβρίου.

Η ανάπτυξη και των έξι φυτικών ειδών, αξιολογείτο από την εγκατάσταση του πειράματος και κάθε μήνα, με τη μέτρηση του ύψους της κόμης, της μέσης διαμέτρου (μέσος όρος της μεγαλύτερης οριζόντιας διαμέτρου της κόμης του φυτού και της κάθετης σε αυτή στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο, μέτρηση που δείχνει το πλάτος του φυτού), του αριθμού των πλάγιων βλαστών κατά τους πρώτους μήνες ανάπτυξης και στο τέλος του πειράματος, την καταγραφή της έναρξης και του τέλους της περιόδου ανθοφορίας, του αριθμού των ανθέων ή ταξιανθιών κατά την περίοδο άνθησης ή κατά την μέγιστη ανθοφορία τους, του νωπού και ξηρού βάρους των ταξιανθιών (στα είδη *O. dictamnus* και *A. halimus*), καθώς και από τη μέτρηση νωπού και ξηρού βάρους του υπέργειου μέρους των φυτών στο τέλος του πειράματος (στο *A. halimus* πάρθηκε και μετά από 9 μήνες καλλιέργειας), καθώς και του ριζικού συστήματος στο τέλος του πειράματος.

Η έναρξη της πρώτης σειράς πειραμάτων ήταν τον Ιούλιο του 2011 και η λήξη τον Οκτώβριο του 2013. Η έναρξη της δεύτερης σειράς πειραμάτων ήταν το Νοέμβριο και Δεκέμβριο του 2012 και η λήξη τον Μάρτιο ή τον Σεπτέμβριο του 2014.

Η κατάσταση της φυσιολογίας των φυτών αξιολογείτο κατά τις ξηροθερμικές περιόδους, δηλαδή τις περιόδους εφαρμογής υδατικής καταπόνησης, με τη μέτρηση της στοματικής αντίστασης των φύλλων (r_s) των φυτών, καθώς και με τη μέτρηση της μέγιστης φωτοχημικής ικανότητας ($ΦPSII_o$) με τη χρήση ειδικών οργάνων (2.12, 2.13). Με αυτές τις μετρήσεις, εξετάστηκε κατά πόσον τα φυτά είχαν υποστεί υδατική καταπόνηση τους καλοκαιρινούς μήνες.

Επίσης κατά τις περιόδους υδατικής καταπόνησης, στο Εργαστήριο Φυσιολογίας και Μορφολογίας φυτών Γ.Π.Α., μετρήθηκε η ποσότητα χλωροφυλλών Col ($\mu g/cm^2$), η σχετική περιεκτικότητα σε νερό (RWC) και το πάχος του ελάσματος των φύλλων, σε όλα τα φυτικά είδη (2.14, 2.15, 2.16).

Πριν τη λήξη κάθε πειράματος, ελήφθησαν δείγματα φύλλων από όλα τα φυτικά είδη και από όλες τις επεμβάσεις, τμήθηκαν στον κρυοτόμο και έγινε παρατήρηση στο οπτικό μικροσκόπιο και ψηφιακή απεικόνιση στο Εργαστήριο Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας Γ.Π.Α., ώστε να παρατηρηθεί η δομή του ελάσματος και οι ανατομικές διαφορές μεταξύ των ειδών.

Σε συνεργασία με το Εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής Γ.Π.Α., έγινε μέτρηση του pH, της Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας (EC) και της Υδραυλικής Αγωγιμότητας στον κορεσμό (Ks) των υποστρωμάτων, ως εξής: Στη σειρά των πειραμάτων που αφορούσαν στα φυτικά είδη *C. cneorum*, *O. dictamnus* και *S. athoa,* έγινε προσδιορισμός των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων των υποστρωμάτων ανάπτυξης, σε τρία δείγματα που ενώθηκαν, κατά την εγκατάσταση του πειράματος, 15 μήνες μετά την εγκατάσταση και στο τέλος του πειράματος μετά από 27 μήνες καλλιέργειας, ενώ στη δεύτερη σειρά πειραμάτων που αφορούσαν στα φυτικά είδη *A. halimus*, *A. maritimus* και *L. cretica,* στην αρχή του πειράματος και μετά από 10 μήνες καλλιέργειας. Επίσης γίνονταν μετρήσεις υγρασίας των υποστρωμάτων για τον υπολογισμό της διακύμανσης της υγρασίας στα υποστρώματα στις κρίσιμες περιόδους της καταπόνησης (2.18, 2.19).

Στην αρχή των πειραμάτων στο Εργαστήριο Εδαφολογίας και Γεωργικής Χημείας, υπολογίστηκαν τα θρεπτικά στοιχεία της κομπόστας από στέμφυλα οινοποιίας, του εδάφους, καθώς και των δύο ειδών υποστρώματος (2.19).

Στα πειράματα του θερμοκηπίου, εφαρμόστηκαν συνολικά τέσσερις (4) επεμβάσεις. Οι επεμβάσεις των πειραμάτων περιελάμβαναν τα δύο είδη υποστρώματος και δύο συχνότητες άρδευσης καθ' όλη τη διάρκεια των πειραμάτων. Κάθε επέμβαση περιελάμβανε έξι (6) γλάστρες με ένα (1) φυτό η καθεμία, επομένως κάθε επέμβαση είχε 6 επαναλήψεις.

Από τα 72 γλαστράκια, τα τριάντα έξι (36) περιείχαν υπόστρωμα καλλιέργειας 3ΚΣ:3Π:4ΕΛ και τα υπόλοιπα τριάντα έξι (36) περιείχαν υπόστρωμα καλλιέργειας 3ΚΣ:3Π:2ΕΛ:2Ε. Το βάθος του υποστρώματος ήταν ίδιο σε όλα, ήτοι 10 cm.

Η εγκατάσταση των πειραμάτων έγινε στις 15 Μαΐου του 2013, στον τσιμεντένιο πάγκο του παλαιού υαλόφρακτου θερμοκηπίου του Εργαστηρίου Ανθοκομίας και

Αρχιτεκτονικής τοπίου του Γ.Π.Α. Για 10 μέρες τα φυτά προσαρμόστηκαν στις νέες συνθήκες και από τότε ξεκίνησε η πειραματική μελέτη.

Η ανάπτυξη και των τριών φυτικών ειδών, αξιολογήθηκε στις 15 Σεπτεμβρίου του 2013, τέσσερις μήνες από την εγκατάσταση του πειράματος, με την μέτρηση του ύψους, της μέσης διαμέτρου, του αριθμού των πλαγίων βλαστών, με τη μέτρηση του ξηρού βάρους του υπέργειου μέρους των φυτών, καθώς και με τον υπολογισμό της αποδοτικότητας σε νερό (WUE).

2.10 Μετρήσεις ανθοφορίας

Η ανθοφορία του *C. cneorum*, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, διαρκεί από τον Απρίλιο μέχρι και τον Ιούνιο (Blamey και Grey-Wilson, 1988). Ο αριθμός των ανθέων στα φυτά του *C. cneorum* μετρήθηκε τους μήνες Μάρτιο και Απρίλιο τις χρονιές 2012 και 2013, με μέγιστη ανθοφορία το μήνα Απρίλιο.

Η ανθοφορία του *O. dictamnus*, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία διαρκεί από τον Ιούνιο μέχρι και τον Σεπτέμβριο (Blamey και Grey-Wilson, 1988). Ο αριθμός των ταξιανθιών στα φυτά του *O. dictamnus* μετρήθηκε τον μήνα Αύγουστο τις χρονιές 2012 και 2013, που το φυτό παρουσίαζε τη μέγιστη ανθοφορία του. Το Σεπτέμβριο του 2013 υπολογίστηκε και το νωπό και ξηρό βάρος των ταξιανθιών.

Η ανθοφορία του *S. athoa*, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία βρίσκεται στα μέγιστα επίπεδα τον μήνα Ιούλιο (Papanikolaou και Kokkini, 1982). Ο αριθμός των ταξιανθιών στα φυτά του *S. athoa* μετρήθηκε από τον Απρίλιο μέχρι τον Αύγουστο του 2013, που η ανθοφορία ήταν συνεχής και ομαλή.

Η ανθοφορία του *A. halimus*, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, ξεκινά το Μάιο και μπορεί να διαρκέσει μέχρι το Δεκέμβριο (Walker, 2014). Στο πείραμα, το *A. halimus* άρχισε να εμφανίζει ταξιανθίες περί τα τέλη του Αυγούστου του 2013. Έγινε μέτρηση ταξιανθιών τον Σεπτέμβριο του 2013. Η ανθοφορία συνεχιζόταν μέχρι τον Οκτώβριο του 2013, που αφαιρέθηκε το υπέργειο μέρος του φυτού για τη μέτρηση νωπού και ξηρού βάρους. Όλα τα φυτά, από όλες τις επεμβάσεις εμφάνισαν ταξιανθίες την ίδια περίοδο. Έγινε επίσης μέτρηση ταξιανθιών στο τέλος του Αυγούστου του 2014.

Η ανθοφορία του *A. maritimus*, παρατηρείται από τον Απρίλιο μέχρι τον Ιούλιο (Bartels, 2011), αν και έχουν σημειωθεί περιπτώσεις ανθοφορίας σχεδόν καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου (Wiklund, 1985). Στο πείραμα, οι πρώτες μετρήσεις ανθέων

πραγματοποιήθηκαν το μήνα Απρίλιο του 2013, όπου ξεκίνησε η ανθοφορία μέχρι και τον Αύγουστο του ιδίου έτους. Οι μετρήσεις των ανθέων γίνονταν εβδομαδιαία και στην καταμέτρηση λαμβάνονταν υπόψη τα πλήρως εκπτυγμένα άνθη.

Η ανθοφορία της *L. cretica*, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία αρχίζει τον Μάιο και διαρκεί μέχρι και τον Ιούνιο (Blamey και Grey-Wilson, 1988). Στο πείραμα, οι πρώτες μετρήσεις ταξιανθιών πραγματοποιήθηκαν το μήνα Μάιο του 2013, όπου ξεκίνησε η ανθοφορία μέχρι και τον Ιούλιο του ιδίου έτους, καθώς και από τον Μάρτιο του 2014 μέχρι τον Ιούλιο του 2014, μετρώντας κάθε φορά τις μωβ ταξιανθίες.

2.11 Προσδιορισμός νωπού και ξηρού βάρους

2.11.1 Προσδιορισμός νωπού και ξηρού βάρους υπέργειου μέρους φυτού

Στο τέλος κάθε πειράματος, κόπηκε όλο το υπέργειο μέρος των φυτών στο σημείο του λαιμού, στην επιφάνεια του υποστρώματος ανάπτυξης και το κάθε ένα τοποθετήθηκε σε αριθμημένη χάρτινη σακούλα, για να γίνει μέτρηση του νωπού βάρους, σε ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας του Εργαστηρίου Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου Γ.Π.Α.

Στη συνέχεια, όλες οι χάρτινες σακούλες με τα δείγματα, τοποθετήθηκαν στο ξηραντήριο του Εργαστηρίου Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου Γ.Π.Α. (Εικ. 2.6) ή στο ξηραντήριο του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών Γ.Π.Α., για εφτά (7) ημέρες στους 60 ℃ και απευθείας μετρήθηκε το ξηρό βάρος του κάθε φυτού σε ηλεκτρονικό ζυγό ακριβείας (4 δεκαδικών στοιχείων).

Ειδικά στο *C. cneorum*, τον Δεκέμβριο του 2012, όλα τα φυτά κλαδεύτηκαν στα 12 cm ύψος και στα 30 cm πλάτος, με τη βοήθεια ενός χάρακα κι ενός κυκλικού δίσκου. Αυτό έγινε γιατί η ανάπτυξη των φυτών ήταν μεγάλη και έπρεπε να αποφευχθεί η αλληλοεπικάλυψη των πειραματικών τεμαχίων. Οπότε στο είδος αυτό έγιναν δύο μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους του υπέργειου μέρους των φυτών, μία τον Δεκέμβριο του 2012 και μία στο τέλος του πειράματος.

2.11.2 Προσδιορισμός νωπού και ξηρού βάρους ταξιανθιών

Στο *O. dictamnus* το Σεπτέμβριο του 2013, μετρήθηκε το ξηρό βάρος των ταξιανθιών (Εικ. 2.7, 2.8).

Στο *A. halimus*, στις 20/10/2013 έγινε μέτρηση του υπέργειου νωπού βάρους των φυτών που είχαν κλαδευτεί στο σημείο του λαιμού και μετά από εφτά (7) ημέρες που παρέμειναν στο ξηραντήριο στους 70 ℃, μετρήθηκε το ξηρό βάρος. Από το υπέργειο μέρος, διαχωρίστηκαν οι ταξιανθίες και τοποθετήθηκαν σε ξεχωριστές χάρτινες σακούλες οι οποίες επανατοποθετήθηκαν όλες μαζί στο ξηραντήριο για μία ημέρα. Κατευθείαν μετά την έξοδο από το ξηραντήριο, μετρήθηκε ξεχωριστά το ξηρό βάρος των ταξιανθιών στο ζυγό ακριβείας.



Εικ. 2.7 Οι χάρτινες σακούλες με το υπέργειο μέρος των φυτών τοποθετημένες στο ξηραντήριο του Εργαστηρίου Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου Γ.Π.Α.



Εικ. 2.8 Ταξιανθίες του *O. dictamnus*, πριν τη μέτρηση του νωπού βάρους

2.11.3 Προσδιορισμός νωπού και ξηρού βάρους ριζικού συστήματος

Για τα φυτικά είδη *C. cneorum, O. dictamnus* και *S. athoa*, επειδή ήταν αδύνατο να διαχωριστούν οι ρίζες των δύο φυτών από κάθε πειραματικό τεμάχιο, πάρθηκε ως δείγμα ένα ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο υποστρώματος, μαζί με τις ρίζες αυτούσιο, από το κέντρο του πειραματικού τεμαχίου, διαστάσεων 32 cm x 25 cm x 10 cm (Εικ. 2.9, Εικ. 2.10). Από το δείγμα αφαιρέθηκε το υπόστρωμα, με πλύση κάτω από τη

βρύση και μέσα σε σουρωτήρι, για να μη χαθεί κανένα ριζικό τεμάχιο. Επειδή είχαν μείνει κάποια τεμαχίδια από τα συστατικά του υποστρώματος παγιδευμένα στις ρίζες, τα δείγματα τοποθετήθηκαν κατευθείαν στο ξηραντήριο και ακολουθώντας τη διαδικασία όπως και για το ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους. Με την ξήρανση, τα τεμαχίδια του υποστρώματος ελευθερώθηκαν από τις ρίζες. Αφού επιλέχθηκαν οι ρίζες από κάθε σακούλα, μετρήθηκε το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος.



Εικ. 2.9 Οπές ίδιων διαστάσεων για την αφαίρεση ριζικού συστήματος



Εικ. 2.10 Κάθετη τομή υποστρώματος, όπου διακρίνονται τα ριζικά τριχίδια

Το ριζικό σύστημα των φυτικών ειδών *A. halimus* και *L. cretica* ξεπλύθηκε και ζυγίστηκε ολόκληρο (Εικ. 2.11, Εικ. 2.12) και ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία όπως και για το υπέργειο μέρος των φυτών, ενώ μετρήθηκαν και το νωπό βάρος και το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος. Το ριζικό σύστημα του *A. maritimus* δεν μετρήθηκε διότι τα φυτά ξεράθηκαν τον Απρίλιο του 2014 (λόγω της μη άρδευσης κατά τη μη ξηροθερμική περίοδο) και αφέθηκαν για αναβλάστηση.



Εικ. 2.11 Ενδεικτική ρίζα *A. halimus* μετά την πλύση



Εικ. 2.12 Ενδεικτική ρίζα *L. cretica* μετά την πλύση

2.12 Προσδιορισμός στοματικής αντίστασης (r_s)

Κατά τα διαστήματα της εφαρμογής υδατικής καταπόνησης και μία φορά μέσα στο χειμώνα, μετριόταν η στοματική αντίσταση (r_s) όλων των φυτών.

Για τον προσδιορισμό της στοματικής αντίστασης των φύλλων (r_s) των φυτών χρησιμοποιήθηκε η συσκευή AP4 Porometer της εταιρείας Delta-T devices (Εικ. 2.13). Η συσκευή αυτή δίνει άμεσες και μη επεμβατικές μετρήσεις. Περιλαμβάνει απογραφέα σχετικής υγρασίας, ο οποίος προσαρμόζεται σε ειδική κεφαλή. Η κεφαλή αυτή με τον ειδικό μηχανισμό πιάνει το φύλλο και υπολογίζει την ταχύτητα διάχυσης των υδρατμών.

Προκειμένου να διαμορφωθεί η γραφική παράσταση συσχέτισης της συνολικής αντίστασης και της σχετικής υγρασίας του περιβάλλοντος για συγκεκριμένες τιμές θερμοκρασίας, με βάση την οποία υπολογίζεται η συνολική αντίσταση για μία συγκεκριμένη μέτρηση, ακολουθείται εξειδικευμένη διαδικασία, γνωστή ως βαθμονόμηση. Η βαθμονόμηση αντιστοιχεί σε τιμές στοματικής αγωγιμότητας με χρόνο που απαιτείται ώστε να εφυγρανθεί το κύκλωμα αέρα του οργάνου και εξαρτάται από τη θερμοκρασία. Κατά την βαθμονόμηση, χρησιμοποιείται ειδική πλάκα με οπές καθορισμένης αντίστασης, η οποία επιδέχεται μέτρια βρεγμένο απορροφητικό χαρτί που τοποθετείται στην κεφαλή του οργάνου, ώστε να δημιουργηθεί αντιστοιχία οπών και κατά συνέπεια των τιμών αντίστασης με τις τιμές σχετικής υγρασίας.

Ως δείγματα επιλέγονταν δύο πλήρως ανεπτυγμένα νεαρά φύλλα από κάθε φυτό, μία ημέρα πριν την εφαρμογή άρδευσης και μία ημέρα μετά την άρδευση, για κάθε επέμβαση. Οι μετρήσεις λαμβάνονταν από τις 12.00 π.μ. έως τις 2.00 μ.μ., καθώς η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας, στο χρονικό αυτό διάστημα της ημέρας, παρουσιάζει τις μεγαλύτερες τιμές, επομένως ενδιέφερε να καταγραφεί η ενδεχόμενη υδατική καταπόνηση στο διάστημα αυτό.



Εικ. 2.13 AP4 Porometer (Delta-T devices), το όργανο μέτρησης της στοματικής αντίστασης (http://www.agriexpo.online/prod/delta-t-devices/product-176237-64161.html)

2.13 Προσδιορισμός της μέγιστης φωτοχημικής απόδοσης του φωτοσυστήματος ΙΙ (Φ_{PSII_o})

Κατά τα διαστήματα της υδατικής καταπόνησης και μία φορά μέσα στο χειμώνα, μετριόταν η μέγιστη φωτοχημική απόδοση του φωτοσυστήματος ΙΙ (ΦPSIIo) όλων των φυτών. Κατά την περίοδο της υδατικής καταπόνησης η μέτρηση γινόταν μία μέρα πριν και μία μέρα μετά από εφαρμογή άρδευσης.

Το όργανο μέτρησης του φθορισμού της χλωροφύλλης αποτελείται από μια κονσόλα και μια δέσμη οπτικών ινών. Στην κονσόλα βρίσκεται το ηλεκτρονικό μέρος, η φωτεινή πηγή και ο ανιχνευτής. Η φωτεινή πηγή διαμορφώνει τις συνθήκες φωτισμού του δείγματος, ενώ ο ανιχνευτής καταγράφει τον εκπεμπόμενο φθορισμό.

Το όργανο για τις μετρήσεις ήταν του τύπου Photosynthesis Yield Analyzer (MINI-PAM Portable Fluorometer, Walz, Effeltrich, Germany) (Εικ. 2.14). Πάρθηκαν μία μέτρηση για το κάθε φυτό, από υγιή φύλλα του ιδίου σταδίου ανάπτυξης, ίδιου προσανατολισμού και έκθεσης στον ήλιο, πριν την ανατολή του ηλίου. Η ένταση του μετρούμενου φωτός στο MINI-PAM ρυθμίζονταν σε κάθε φυτικό είδος άπαξ, ώστε τα βασικά επίπεδα (Fo) να είναι σταθερά εντός των ορίων του κατασκευαστή. Η τιμή της ΦPSIIo υπολογίζεται ως (Fm-Fo)/Fm (Καραμπουρνιώτης *et al.*, 2012).



Εικ. 2.14 MINI-PAM Portable Fluorometer (Walz, Effeltrich, Germany) το όργανο μέτρησης της μέγιστης φωτοχημικής απόδοσης του φωτοσυστήματος ΙΙ (πηγή: https://www.construmatica.com/archivos/27930/catalogo_waltz_2009.pdf)

2.14 Προσδιορισμός της συγκέντρωσης των χλωροφυλλών ($Chl_{ολ}$)

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της ολικής συγκέντρωσης χλωροφυλλών, ήταν η εκχύλιση και ο προσδιορισμός έγινε μέσω φωτομετρίας (Lichtenthaler, 1987), η οποία είναι η πλέον διαδεδομένη, σχετικά απλή, ακριβής και επαρκής από πλευράς πληροφοριών οι οποίες λαμβάνονται (Καραμπουρνιώτης *et al.*, 2012).

Η εκχύλιση και ο φωτομετρικός προσδιορισμός χλωροφυλλών έγινε σε ακετονικό εκχύλισμα, Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα εξής: ακετόνη 80%, άμμος εκχύλισης, ανθρακικό ασβέστιο, σπάτουλα, πορσελάνινο γουδί (μικρό), πλαστικά σωληνάκια 10 ml με πώμα, παγόλουτρο, φελοτρυπητήρας γνωστής διαμέτρου, διηθητικό χαρτί, ογκομετρικός κύλινδρος των 10 ml, πιπέτες Pasteur, μηχανική πιπέτα στο 1ml, ακρορύγχια του 1 ml και φυγόκεντρο. Το φωτόμετρο ήταν ρυθμισμένο στα 663, 647 και στα 720 nm, ενώ η εκχύλιση έγινε σε χαμηλό φωτισμό. Επιλέχθησαν ένα φύλλο πλήρως εκτεθειμένο στον ήλιο από πέντε φυτά ανά επέμβαση. Αρχικά, αφαιρούνταν 4 δίσκοι διαμέτρου 5 mm από κάθε φύλλο με τη βοήθεια του φελοτρυπητήρα και τοποθετούνταν σε παγωμένο γουδί, εισήγετο 1 ml παγωμένη ακετόνη 80% και μικρές ποσότητες άμμου εκχύλισης και ανθρακικού ασβεστίου, λειοτριβείτο ο ιστός έως ομοιογενούς πάστας, προστίθεντο σταδιακά άλλα 4 ml

ακετόνη 80% και διαλυόταν η πάστα σε εκχύλισμα. Στη συνέχεια μεταφέρετο το εκχύλισμα σε δοκιμαστικό σωλήνα με πιπέτα Pasteur και ξεπλένετο το γουδί με άλλα 3 ml ακετόνης 80%. Ταπώνονταν ο σωλήνας και τοποθετείτο σε πάγο, ενώ μόλις συγκεντρώνονταν έως 12 δείγματα γινόταν αντιστάθμιση με ακετόνη 80% και φυγοκέντρηση στις 4000 στροφές/min για 10 min (Lichtenthaler, 1987).

Για τις φωτομετρήσεις γίνονταν εισαγωγή 3 ml σε γυάλινη κυβέτα φωτομέτρου και φωτομετρούσαμε στα 663, 647 και στα 720 nm για τον υπολογισμό της συγκέντρωσης χλωροφυλλών. Οι φωτομετρήσεις γίνονται με φωτομετρικό μάρτυρα ακετόνη 80%. Στη συνέχεια γίνονταν ογκομέτρηση του εκχυλίσματος που είχε απομείνει και σημειωνόταν ο όγκος (Lichtenthaler, 1987).

2.15 Προσδιορισμός του σχετικού περιεχομένου σε νερό (RWC)

Για τις ανάγκες της παρούσας Διατριβής, το RWC (Relative Water Content) μετρήθηκε ως εξής: Επιλέχθησαν ένα φύλλο πλήρως εκτεθειμένο στον ήλιο από πέντε φυτά ανά επέμβαση. Υπολογίστηκε το νωπό βάρος τριών δίσκων, που είχαν αποκοπεί από κάθε φύλλο με φελοτρυπητήρα. Στη συνέχεια έμειναν να επιπλέουν για ένα 24ωρο σε απιονισμένο νερό και ξαναζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων. Μετά τοποθετήθηκαν σε κλίβανο στους 70^{o} C για 8 μέρες και μετρήθηκε το ξηρό βάρος. Ο υπολογισμός έγινε από τον παρακάτω τύπο:

RWC=περιεχόμενο σε νερό/περιεχόμενο σε νερό σε πλήρη σπαργή, δηλαδή:
RWC=νωπό βάρος-ξηρό βάρος/κορεσμένο βάρος-ξηρό βάρος
(Καραμπουρνιώτης *et al*., 2012).

2.16 Προσδιορισμός του πάχους του ελάσματος

Το πάχος του ελάσματος, μετρήθηκε σε οπτικό μικροσκόπιο (Zeiss Axiolab, Carl Zeiss, Jena, Germany), από εγκάρσιες τομές νωπών φύλλων που ελήφθησαν από το μέσον του ελάσματος, με ξυράφι. Επιλέχθησαν πέντε φύλλα πλήρως εκτεθειμένα στον ήλιο από τέσσερα φυτά ανά επέμβαση, ενώ αρχικά υπολογιζόταν ο μέσος όρος του πάχους του ελάσματος ανά φυτό. Το πάχος του ελάσματος εκφράστηκε σε (μm).

2.17 Υπολογισμός της αποδοτικότητας χρήσης του νερού (WUE)

Η αποδοτικότητα χρήσης του νερού ή η αποτελεσματικότητα χρήσης νερού (WUE= Water Use Efficiency), υπολογίστηκε από το πηλίκο του ξηρού βάρους του υπέργειου μέρους του κάθε φυτού προς την ολική του κατανάλωση νερού κατά τη διάρκεια του πειράματος. Η ολική του κατανάλωση νερού υπολογίστηκε από την ποσότητα νερού κάθε άρδευσης, πολλαπλασιαζόμενη επί τον αριθμό των αρδεύσεων κατά τη διάρκεια του εκάστοτε πειράματος.

2.18 Παρατήρηση / απεικόνιση δομής ελάσματος φύλλου

Για την παρατήρηση της δομής του ελάσματος των φυτικών ειδών *C. cneorum, O. dictamnus, S. athoa, A. halimus, A. maritimus* και *L. cretica,*συλλέχθηκαν φύλλα από όλα τα είδη, πλήρως εκπτυγμένα, ίδιου προσανατολισμού και έκθεσης στον ήλιο και από όλες τις επεμβάσεις, στα μέσα του Ιουλίου του 2013.

Στη συνέχεια στο Εργαστήριο Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας, τα επιλεγμένα τμήματα στερεοποιήθηκαν με κατάλληλης ψύξης γέλη (Jung, Tissue freezing medium, Leica, Germany) σε ειδικούς μεταλλικούς δειγματοφορείς και τοποθετήθηκαν στον ψυκτικό μικροτόμο (Kryotom, Leica CM1850, Germany), σε θερμοκρασία 20^{o} C. Κόπηκαν τομές πάχους 40-50 μm, οι οποίες αρχικά εμβαπτίσθηκαν σε τριβλίο με απιονισμένο νερό ώστε να διαλυθεί η υδατοδιαλυτή γέλη στερεοποίησης. Οι τομές στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε αντικειμενοφόρες πλάκες και παρατηρήθηκαν στο οπτικό μικροσκόπιο (Olympus BX 40 Olympus, Japan) μέσω του προγράμματος Cell^{A}, (Soft Imagine Systems, Olympus cell family, Japan), ενώ έγινε φωτογράφιση μέσω της ψηφιακής κάμερας Olympus DP71, ανάλυσης 12,5 Mp στο ορατό φάσμα.

2.19 Προσδιορισμός της υγρασίας του υποστρώματος (Θ)

Ο προσδιορισμός της υγρασίας του υποστρώματος Θ (% v/v) έγινε με τον διηλεκτρικό (Delta-T Devices) αισθητήρα WET-2, ο οποίος συνδέεται με τον καταγραφέα υγρασίας HH2. Ο αισθητήρας, που αποτελούνταν από τρία μεταλλικά ραβδία, εισερχόμενος από την επιφάνεια του εδάφους, μετρούσε την υγρασία σε 65 mm βάθος και 45 mm εύρος.

Ο αισθητήρας μετρά τη χωρητικότητα (C) και την αγωγιμότητα (G) και τη θερμοκρασία του υποστρώματος. Για την απόκτηση των μετρήσεων της υγρασίας, θερμοκρασίας και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του διαλύματος του υποστρώματος συνδέεται με τον μετρητή HH2. Για την ακριβέστερη εκτίμηση της Θ έγινε βαθμονόμηση της συσκευής σε κάθε τύπο του υποστρώματος. Ενδεικτικές μετρήσεις της υγρασίας των υποστρωμάτων και των δύο ομάδων των πειραμάτων υπάρχουν στο Παράρτημα ΙΙΙ.

Η μεθοδολογία βαθμονόμησης που εφαρμόστηκε παρουσιάζεται από τους Kargas *et al.,* 2013.

2.20 Προσδιορισμός φυσικών και χημικών ιδιοτήτων των υποστρωμάτων

Στη σειρά των πειραμάτων που αφορούσαν στα φυτικά είδη *C. cneorum*, *O. dictamnus* και *S. athoa,* έγινε προσδιορισμός των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων των υποστρωμάτων ανάπτυξης, σε τρία δείγματα που ενώθηκαν, κατά την εγκατάσταση του πειράματος, 15 μήνες μετά την εγκατάσταση και στο τέλος του πειράματος μετά από 27 μήνες καλλιέργειας, ενώ στη δεύτερη σειρά πειραμάτων που αφορούσαν στα φυτικά είδη *A. halimus*, *A. maritimus* και *L. cretica,* στην αρχή του πειράματος και μετά από 10 μήνες καλλιέργειας.

Οι φυσικές ιδιότητες υπολογίστηκαν μετά από κορεσμό 48 h. Τα δείγματα προετοιμάστηκαν σύμφωνα με το Federal Compost Quality Assurance Organisation (FCQAO),1994. Η υδραυλική αγωγιμότητα των υποστρωμάτων στον κορεσμό (Ks), η φαινόμενη πυκνότητα (ΡΦ) και η κατακράτηση νερού υπολογίστηκαν αντίστοιχα σύμφωνα με τους Reynold και Elrick (2002), Blake και Hartge (1986) και Klute (1986). Με τη χάραξη της χαρακτηριστικής καμπύλης υγρασίας, υπολογίστηκε το άμεσα διαθέσιμο νερό (Readily Available Water, R.A.W.) ή αλλιώς (Easily Available Water, E.A.W.), ως το νερό που απελευθερώθηκε όταν η μύζηση αυξήθηκε από τα 10 cm στα 50 cm.

Η μέτρηση του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC), (FCQAO,1994), έγινε με τις μεθόδους των Peech (1965) και Bower και Wilcox (1965), αντίστοιχα. Για τη μέτρηση του pH, έγινε προσθήκη όγκου υποστρώματος σε απιονισμένο νερό (1:2,5). Γινόταν ανάδευση του διαλύματος, μέχρι να επιτευχθεί ομοιογενής ανάμιξη του μίγματος και στη συνέχεια λαμβανόταν η μέτρηση με pHμετρο. Μετά τη μέτρηση του

pH μετρήθηκε η EC (μs/cm) των υποστρωμάτων σε εκχύλισμα 1:5.

Στην κομπόστα από στέμφυλα οινοποιίας, το ολικό άζωτο (N) και ο φώσφορος (P) υπολογίστηκαν με τη μέθοδο Kjeldahl και τη διαδικασία ξηρής καύσης (Karla, 1998) αντίστοιχα. Στο έδαφος ο προσδιορισμός του διαθέσιμου εδαφικού φωσφόρου προσδιορίστηκε σύμφωνα με τη μέθοδο Olsen (Olsen *et al.*, 1954), που χρησιμοποιείται για εδάφη με pH>6,5, ενώ το N κατά Bremmer και Mulvaney (1982). Στην κομπόστα και στο έδαφος τα ανταλλάξιμα κατιόντα καλίου (K^+), ασβεστίου (Ca^{2+}), μαγνησίου (Mg^{2+}) και νατρίου (Na^+) υπολογίστηκαν σύμφωνα με τον Thomas (1982). Για τον ποσοτικό προσδιορισμό του P χρησιμοποιήθηκε σπεκτροφωτόμετρο (Spectronic 401, Milton Roy, Ivyland, PA), για τον ποσοτικό προσδιορισμό K και Na χρησιμοποιήθηκε φλογοφωτόμετρο (Corning Flame Photometer 410, Corning, NY) και ο ποσοτικός προσδιορισμός Ca και Mg έγινε σε ατομική απορρόφηση (Varian SpectrAA 300, Varian, Inc., Palo Alto, CA). Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε βάρος. Οι μετρήσεις έγιναν στο Εργαστήριο Εδαφολογίας και Γεωργικής Χημείας, Γ.Π.Α.\

2.21 Υπολογισμός εδαφοκάλυψης

Η εδαφοκάλυψη λόγω ανάπτυξης των φυτών σε κάθε πλαστικό πειραματικό τεμάχιο προϋπέθετε τη λήψη φωτογραφιών του κάθε κιβωτίου μία φορά το μήνα από σταθερή απόσταση με τη χρήση τριπόδου. Για να είναι κατάλληλες οι φωτογραφίες προς επεξεργασία, χρειάστηκε να κοπούν με βάση τα εσωτερικά περιθώρια του πειραματικού κιβωτίου, με τη χρήση του προγράμματος Microsoft Office Picture Manager (Εικ. 2.15). Στη συνέχεια, με τη βοήθεια του προγράμματος Adobe Photoshop CS3 (Εικ. 2.15), χρωματίστηκε με λευκό χρώμα το μεγαλύτερο μέρος του υποστρώματος, με σκοπό την ελαχιστοποίηση, όσο ήταν δυνατόν, του σφάλματος. Κάθε εικόνα προς επεξεργασία περιελάμβανε ένα πειραματικό κιβώτιο, δηλαδή την εδαφική κάλυψη και από τα δύο φυτά που περιέχονταν σε αυτό. Ο υπολογισμός της εδαφοκάλυψης έγινε με το πρόγραμμα SigmaScan Pro, το οποίο άθροιζε τα pixel της εικόνας και στη συνέχεια υπολόγιζε το ποσοστό των pixel του φάσματος χρωμάτων που είχαμε επιλέξει, που στη συγκεκριμένη περίπτωση ήταν το πράσινο. Οι ρυθμίσεις που επιλέχθηκαν για το φυτό *Asteriscus maritimus* ήταν Hue 27-107 και Saturation 10-100. Το ποσοστό εδαφοκάλυψης που προέκυπτε από το πρόγραμμα εύκολα μετατρεπόταν σε

cm² με την απλή μέθοδο των τριών εφόσον γνωρίζαμε τις διαστάσεις του κιβωρίου ανάπτυξης, οι οποίες ήταν 490 cm x 340 cm.



Εικ. 2.15 Πειραματικό κιβώτιο ανάπτυξης πριν και μετά τη χρήση του Adobe Photoshop CS3

2.22 Πειραματικό σχέδιο – Στατιστική επεξεργασία

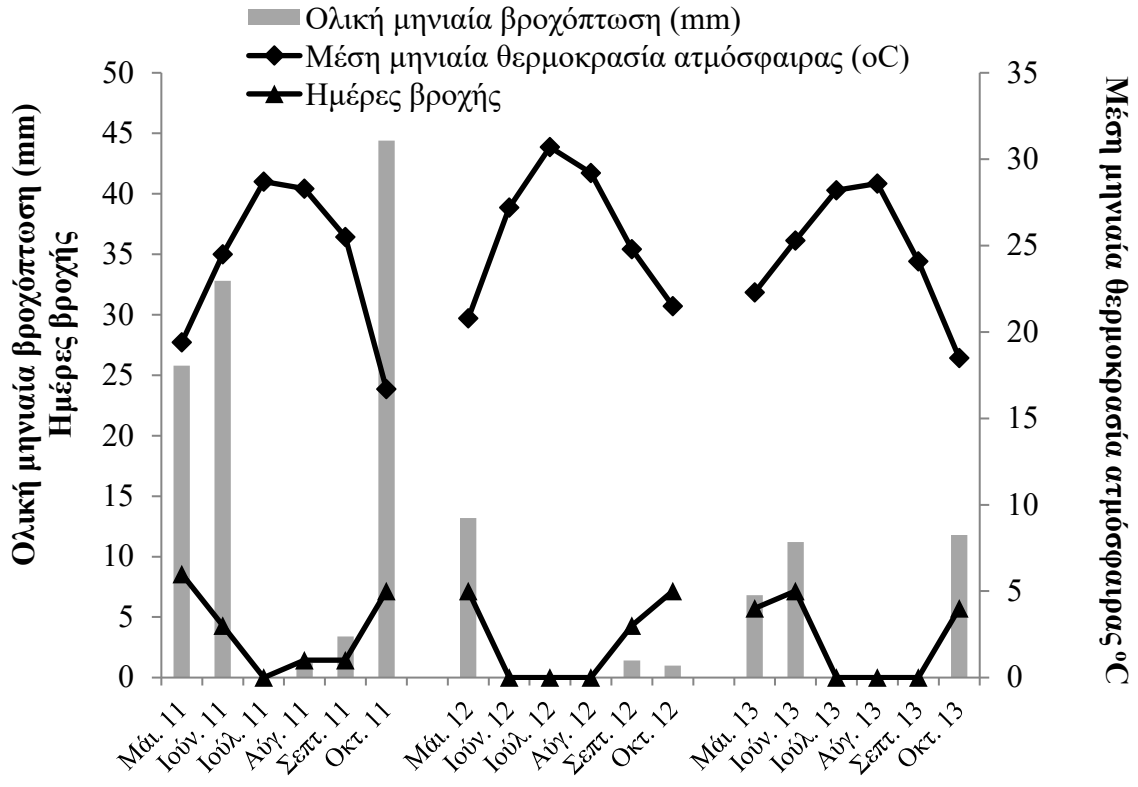
Χρησιμοποιήθηκε το Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο (ΕΤΣ) για κάθε είδος φυτού με πηγή παραλλακτικότητας τα διαφορετικά υποστρώματα ανάπτυξης και τις διαφορετικές συχνότητες άρδευσης (δύο κύριοι παράγοντες). Έγινε μονοπαραγοντική και διπαραγοντική ανάλυση των δεδομένων. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση της διασποράς για τη μελέτη της επίδρασης των κύριων παραγόντων και της αλληλεπίδρασης. Η σημαντικότητα όλων των αποτελεσμάτων εκτιμήθηκε με ανάλυση διασποράς (*F* test) κι έγινε σύγκριση των μέσων των κυρίων παραγόντων και των μέσων των επεμβάσεων με τη μέθοδο Student's *t* test για επίπεδο σημαντικότητας *P*=0,05. Οι μέσοι που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σημειώνονται με διαφορετικά γράμματα του λατινικού αλφάβητου στους πίνακες των αποτελεσμάτων.

Σε κάθε μέτρηση αναγράφεται η σημαντικότητα *F* για την αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων. Στην περίπτωση της μη σημαντικής αλληλεπίδρασης αναγράφεται η σημαντικότητα των κύριων παραγόντων. Όταν η τιμή του *F* είναι σημαντική, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, τότε δίπλα από αυτή εμφανίζεται το σύμβολο *, ενώ όταν δεν είναι σημαντική εμφανίζεται το σύμβολο NS.

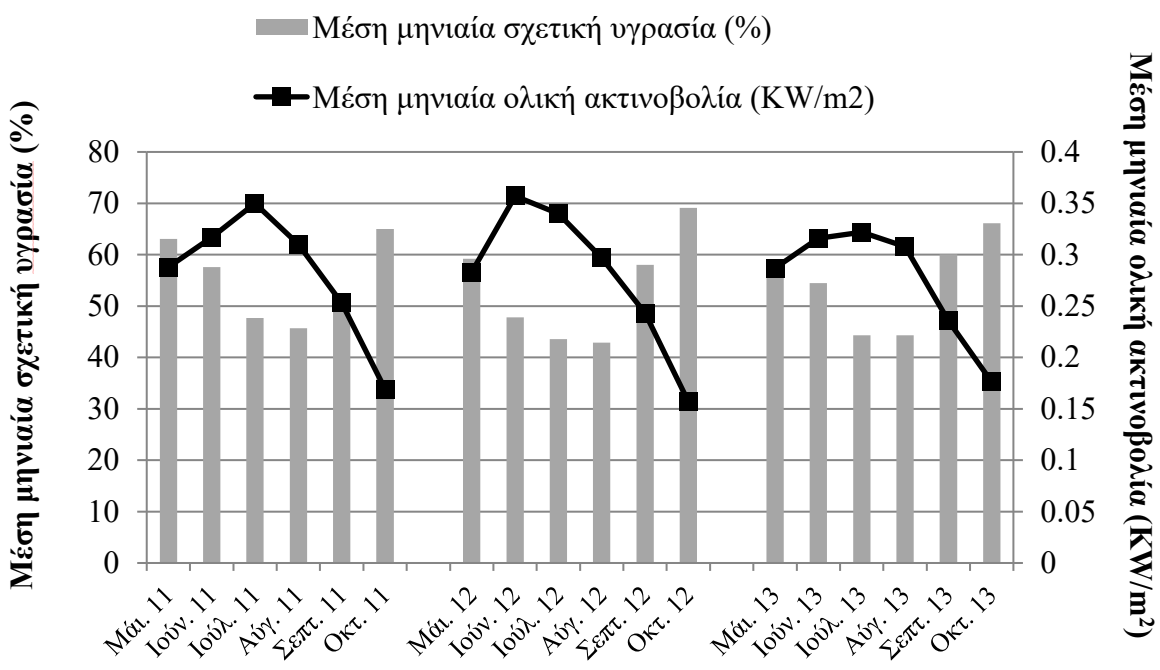
3. 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1 Μετεωρολογικά δεδομένα

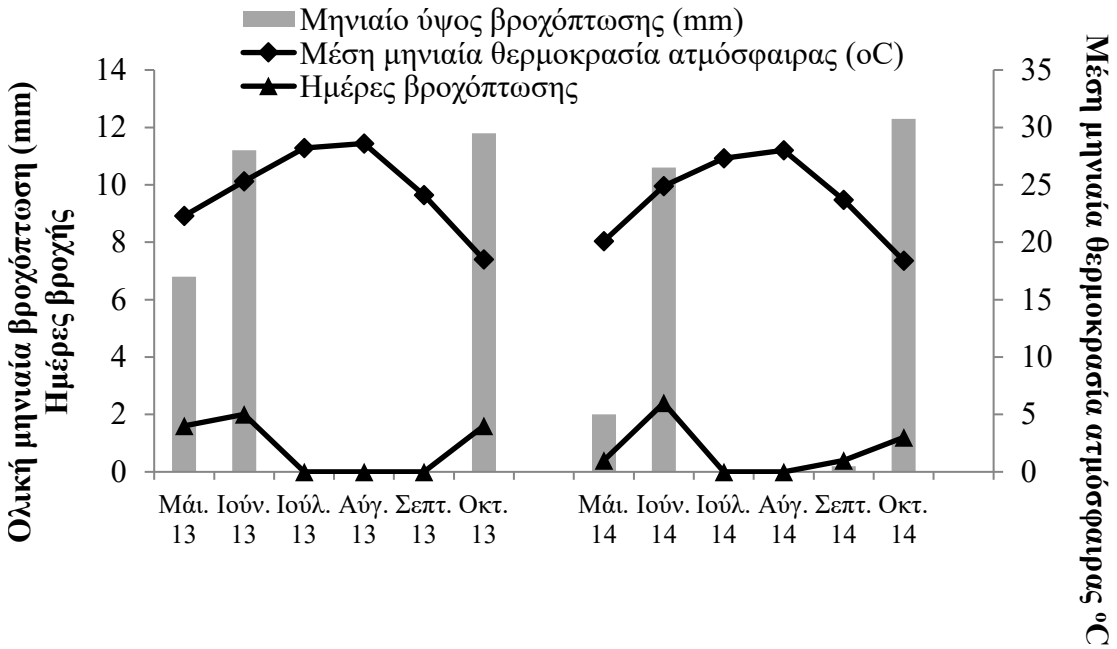
Οι μετεωρολογικές μετρήσεις για την θερμοκρασία αέρος (μέση μηνιαία), για τη σχετική υγρασία (μέση μηνιαία), για την ολική ακτινοβολία (μέση μηνιαία) και για τη βροχόπτωση (συνολική βροχόπτωση μηνιαία, ημέρες βροχόπτωσης), κατά τις περιόδους εφαρμογής υδατικής καταπόνησης, στο φυτοδώμα, απεικονίζονται στα (Σχ. 3.1.1, Σχ. 3.1.2, Σχ. 3.1.3 και Σχ. 3.1.4). Οι μετεωρολογικές μετρήσεις για την θερμοκρασία αέρος (μέση μηνιαία) και για την σχετική υγρασία (μέση μηνιαία) από τον Μάιο του 2013 μέχρι και τον Σεπτέμβριο του 2013, στο θερμοκήπιο, απεικονίζονται στο Σχ. 3.1.5. Οι υπόλοιπες μετρήσεις των παραπάνω κλιματικών παραγόντων, καθ' όλη τη διάρκεια των ετών 2011, 2012, 2013 και 2014, δίνονται στο Παράρτημα Ι.



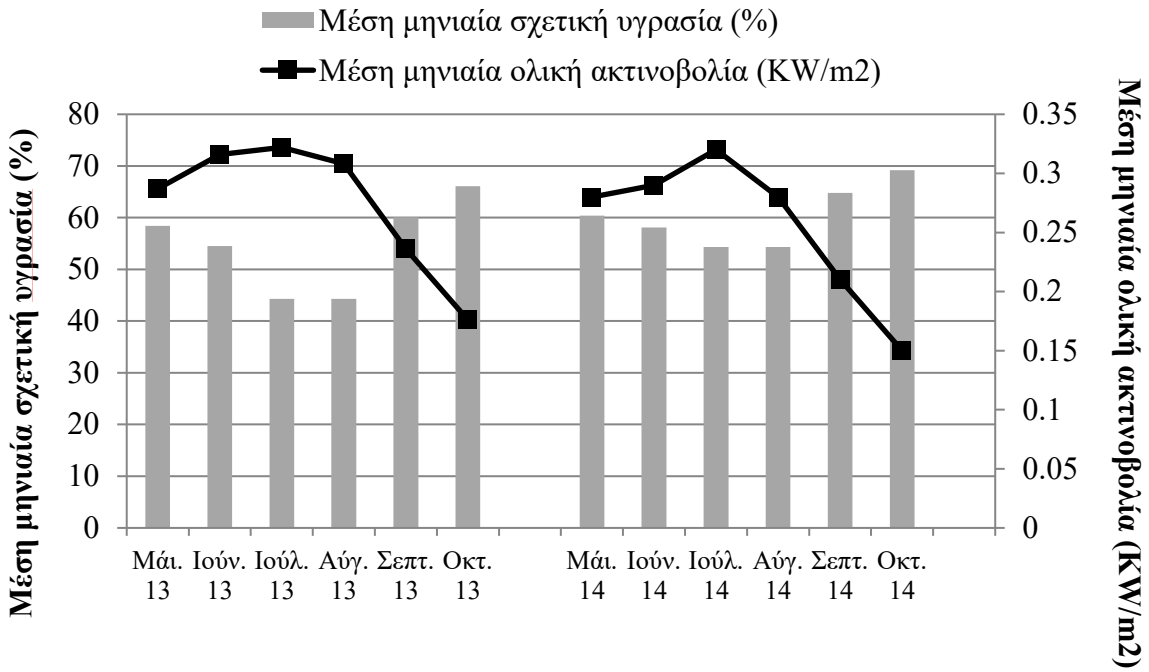
Σχ. 3.1.1 Ολική μηνιαία βροχόπτωση (mm), αριθμός των ημερών βροχής ανά μήνα και μέση μηνιαία θερμοκρασία της ατμόσφαιρας (°C), κατά τους μήνες υδατικής καταπόνησης, στα πειράματα των ειδών *C. cneorum, O. dictamnus* και *S. athoa,* στο φυτοδώμα



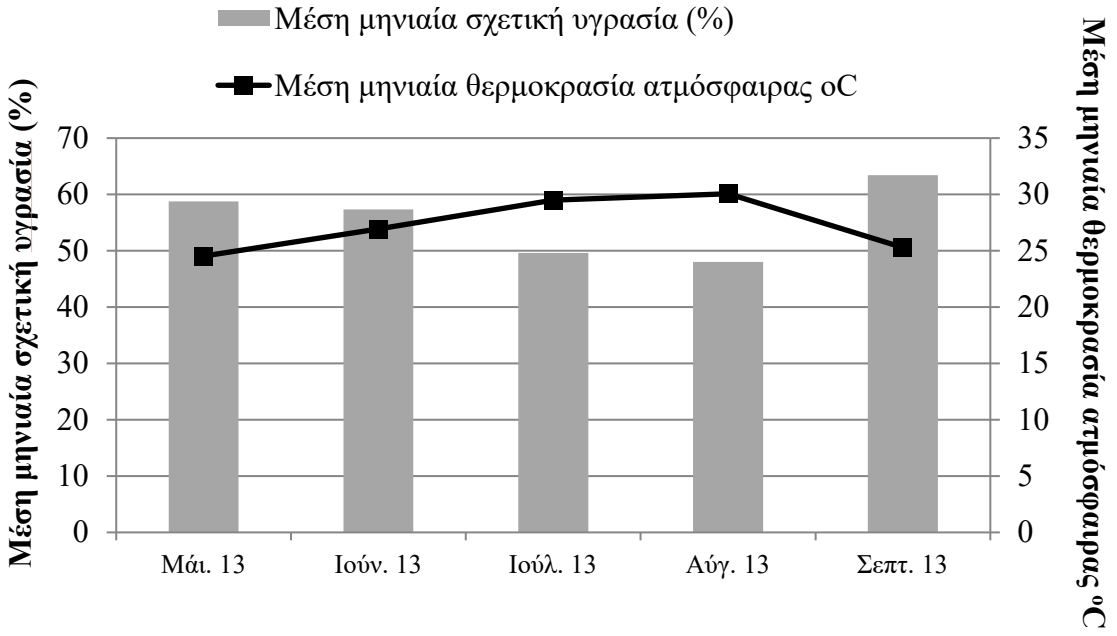
Σχ. 3.1.2 Μέση μηνιαία σχετική υγρασία (%) και μέση μηνιαία ολική ακτινοβολία (KW/m^2), κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, στα πειράματα των ειδών *C. cneorum, O. dictamnus* και *S. athoa*



Σχ. 3.1.3 Ολική μηνιαία βροχόπτωση (mm), αριθμός των ημερών βροχής ανά μήνα και μέση μηνιαία θερμοκρασία της ατμόσφαιρας (°C), κατά τους μήνες υδατικής καταπόνησης, στα πειράματα των ειδών *A. halimus, A. maritimus* και *L. cretica*

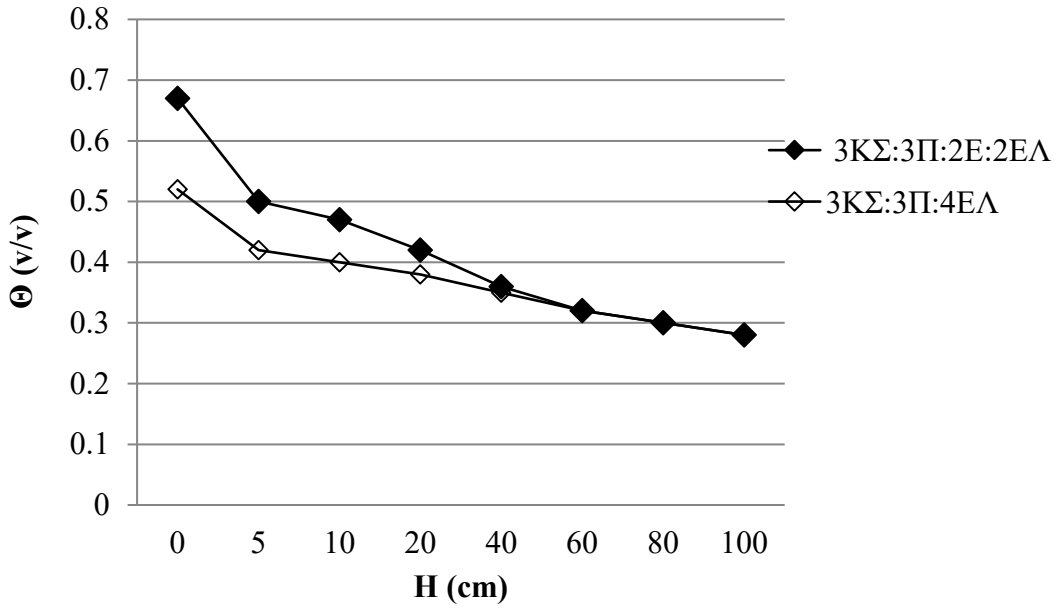


Σχ. 3.1.4 Μέση μηνιαία σχετική υγρασία (%) και μέση μηνιαία ολική ακτινοβολία (KW/m^2), κατά τους μήνες υδατικής καταπόνησης, στα πειράματα των ειδών *A. halimus, A. maritimus* και *L. cretica*



Σχ. 3.1.5 Μέση μηνιαία θερμοκρασία της ατμόσφαιρας (ºC) και μέση μηνιαία σχετική υγρασία (%), στα πειράματα των ειδών *C. cneorum, O. dictamnus* και *S. athoa*, καθ' όλη τη διάρκεια των πειραμάτων στο θερμοκήπιο

3.2 Φυσικές και χημικές ιδιότητες υποστρωμάτων



Σχ. 3.2.1 Χαρακτηριστικές καμπύλες υγρασίας των υποστρωμάτων (Θ: ποσοστό υγρασίας, Η: φορτίο πίεσης)

Από τις χαρακτηριστικές καμπύλες υγρασίας των δύο υποστρωμάτων (Σχ. 3.2.1), διαπιστώθηκε ότι το υπόστρωμα που περιείχε έδαφος, αρχικά, στα μικρότερα φορτία πίεσης είχε μεγαλύτερη τιμή της υγρασίας κορεσμού (Θs). Σε μεγαλύτερα φορτία πίεσης, το ποσοστό υγρασίας στα δύο υποστρώματα εξομοιώθηκε. Δηλαδή φαίνεται ότι ενώ αρχικά το υπόστρωμα χωρίς έδαφος στραγγίζει ταχύτερα, από κάποιο σημείο και μετά η υγρασία και στα δύο υποστρώματα μειώνεται με τον ίδιο ρυθμό.

Στη σειρά πειραμάτων που αφορούσαν στα φυτικά είδη *C. cneorum*, *O. dictamnus* και *S. athoa,* τα οποία έγιναν σε πειραματικά τεμάχια ενσωματωμένα σε φυτοδώμα, οι μετρήσεις των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων των υποστρωμάτων έδωσαν τα αποτελέσματα που φαίνονται στους Πίν. 3.2.1 και Πίν. 3.2.2.

Διαπιστώθηκε ότι 15 μήνες μετά την εγκατάσταση των φυτών, καθώς και στο τέλος του πειράματος, μετά από 27 μήνες καλλιέργειας, στο μη εδαφικό υπόστρωμα η υδραυλική αγωγιμότητα στον κορεσμό (Ks) ήταν μεγαλύτερη. Αυτό σημαίνει ευκολότερη δυνατότητα στράγγισης. Πιο συγκεκριμένα στην πρώτη περίπτωση η Ks ήταν 6,5 φορές μεγαλύτερη στο μη εδαφικό υπόστρωμα ενώ στην δεύτερη περίπτωση ήταν περίπου 3,5 φορές μεγαλύτερη. Από τα αποτελέσματα αυτά προκύπτει μια τάση

μείωσης με τον χρόνο της διαφοράς των τιμών της Ks μεταξύ των δύο υποστρωμάτων. Επίσης κατά την εγκατάσταση του πειράματος το μη εδαφικό υπόστρωμα είχε πολύ χαμηλότερο άμεσα διαθέσιμο νερό (EAW) και ελαφρώς χαμηλότερη φαινόμενη πυκνότητα (ΡΦ) (Πίν. 3.2.1). Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) του μη εδαφικού υποστρώματος, αρχικά ήταν μεγαλύτερη από του εδαφικού (Πίν. 3.2.1). Γενικά η EC αρχικά βρέθηκε αυξημένη λόγω της παρουσίας κομπόστας. Με την πάροδο του χρόνου, παρατηρήθηκε μεγάλη μείωση (Πίν. 3.2.1, Πίν. 3.2.4). Η μείωση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στα μίγματα μπορεί να αποδοθεί στην επίδραση των βροχοπτώσεων και του νερού ποτίσματος, που προκάλεσαν έκπλυση των αλάτων. Οι φθινοπωρινές και χειμερινές βροχοπτώσεις ελαττώνουν την EC, όπως έχει δειχθεί και σε προηγούμενα πειράματα (Papafotiou *et al.*, 2013, 2005). Έτσι, στο τέλος στο τέλος της πρώτης σειράς πειραμάτων η EC του μη εδαφικού υποστρώματος ήταν παρόμοια με του εδαφικού υποστρώματος (Πίν. 3.2.1). Τα υποστρώματα είχαν παρόμοιο pH κατά τη φύτευση και στο τέλος του πειράματος (Πίν. 3.2.1), οπότε ένα διαφοροποιημένο θρεπτικό περιβάλλον στα φυτά μάλλον αποκλείεται.

Πίν. 3.2.1 Φυσικοχημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων κατά την εγκατάσταση του πειράματος (*), 15 μήνες μετά την εγκατάσταση (**) και στο τέλος της σειράς πειραμάτων που αφορούσαν στα φυτικά είδη *C. cneorum*, *O. dictamnus* και *S. athoa,* μετά από 27 μήνες καλλιέργειας (#)

Υπόστρωμα	**ΡΦ*** **g/cm^3**	**EAW*** **%v/v**	**Ks**** **cm/min**	**Ks#** **cm/min**	**pH*** **1:2.5**	**pH#** **1:2.5**	**EC*** **dS/m 1:5**	**EC#** **dS/m 1:5**
3ΚΣ:3Π:2Ε:2ΕΛ	0.74	0.126	1.51	2.10	7.58	7.46	2.67	2.21
3ΚΣ:3Π:4ΕΛ	0.68	0.063	9.75	6.96	7.48	7.48	3.52	1.95

Όπου ΡΦ: Φαινόμενη πυκνότητα, EAW: Άμεσα διαθέσιμο νερό, Ks: Υδραυλική αγωγιμότητα στον κορεσμό, pH: οξύτητα και EC: Ηλεκτρική αγωγιμότητα, ΚΣ: κομπόστα στέμφυλων οινοποιίας, Π: περλίτης, Ε: έδαφος, ΕΛ: ελαφρόπετρα (αναλογίες κατ' όγκον)

Πίν. 3.2.2 Χημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων και των στοιχείων τους κατά την εγκατάσταση της σειράς πειραμάτων που αφορούσαν στα φυτικά είδη *C. cneorum*, *O. dictamnus* και *S. athoa*.

Υπόστρωμα /στοιχείο	**N(%)**	**P(mg.kg^{-1})**	**K(mg.kg^{-1})**	**Mg(mg.kg^{-1})**	**Na(mg.kg^{-1})**	**Ca(mg.kg^{-1})**
3ΚΣ:3Π:2Ε:2ΕΛ	0.62	499.96	133.78**	12.41**	14.25**	197.30**
3ΚΣ:3Π:4ΕΛ	0.61	498.60	121.38**	0.01**	6.45**	0.11**

ΚΣ	2.04	1662.00	404.60**	0.03**	21.51**	0.35**
Ε	0.05	6.80*	62.00**	62.00**	39.00**	986.00**

Όπου N: άζωτο, P: φώσφορος, K: κάλιο, Mg: μαγνήσιο, Na: νάτριο, Ca: ασβέστιο, ΚΣ: κομπόστα στέμφυλων οινοποιίας, Π: περλίτης, Ε: έδαφος, ΕΛ: ελαφρόπετρα (αναλογίες κατ' όγκον). Καταγράφονται συνολικές συγκεντρώσεις, εκτός από την ένδειξη * (P-Olsen μέθοδος) και ** (ανταλλάξιμα κατιόντα)

Το ποσοστό οργανικής ουσίας στα υποστρώματα ήταν σύμφωνο με τις προδιαγραφές των οδηγιών για τα φυτοδώματα του F.L.L. (2010). Σε πείραμα των Dunnett & Nagase (2011), απεδείχθη ότι η χρήση κομπόστας πάνω από 10 %, ήταν καθοριστική για την άριστη ανάπτυξη των φυτικών ειδών *Allium schoenoprasum*, *Limonium latifolium*, *Melica ciliata* και *Nepeta* × *faassenii*, ανεξαρτήτως από τη συχνότητα άρδευσης. Μάλιστα, διατύπωσαν την άποψη ότι η κανονική άρδευση ενδεχομένως να προκαλέσει αυξημένη ανάπτυξη των φυτών, με συνέπεια βλάβες κατά την περίοδο εφαρμογής υδατικής καταπόνησης. Η κομπόστα σε υψηλό ποσοστό ευνόησε ακόμη και την καλλιέργεια φυτών του γένους *Sedum* (Nelson, 2010). Γενικά η χρήση compost στα φυτοδώματα είναι ένα στοιχείο που απασχόλησε και απασχολεί πολλούς ερευνητές είτε γιατί ενισχύει τη βιοποικιλότητα, καθώς η συμμετοχή της σε υποστρώματα σε συνδυασμό με γαιοσκώληκες προσελκύει επικονιαστές, αυξάνοντας το νέκταρ και τα σάκχαρά του, ενώ παράλληλα αυξάνει το διαθέσιμο N και P και τη φυτική βιομάζα (Jusselme *et al*., 2019), είτε διότι αντικαθιστά την τύρφη που όπως προαναφέρθηκε είναι μη ανακυκλώσιμο και ακριβό αγαθό (Papafotiou *et al.,* 2013, 2012, Nektarios *et al.,* 2011, Santos *et al.,* 2008, Reis *et al.,* 2001).

Η κομπόστα των στέμφυλων οινοποιίας περιείχε πολλά θρεπτικά συστατικά και μάλιστα σε υψηλά ποσοστά. Εκτός από το N, το υψηλό K (Πίν. 3.2.2), ήταν πιθανό ένας καθοριστικός παράγοντας της ανάπτυξης και των έξι φυτικών ειδών, ειδικά λόγω των ξηροθερμικών συνθηκών στο φυτοδώμα (Papafotiou *et al.,* 2013, Cakmak, 2005, Egilla *et al.*, 2001). Η αποσύνθεση της συγκεκριμένης κομπόστας, στο βάθος των τριών ετών που παρατηρήθηκε στο κάθε πείραμα, είχε πολύ αργό ρυθμό και δεν παρατηρήθηκε μείωση του βάθους του υποστρώματος. Σε συνδυασμό με την μερική αλλαγή του φυλλώματος, που συνεχώς εμπλούτιζε το υπόστρωμα με οργανική ουσία (Moran *et al.*, 2005), οδήγησε στο να μη δημιουργηθεί πρόβλημα στην ανάπτυξη των φυτών.

Η επιλογή της ελαφρόπετρας για τη σύνθεση του υποστρώματος ανάπτυξης, θεωρείται επιτυχημένη εφόσον έδωσε καλά αποτελέσματα ανάπτυξης των φυτών και στο υπόστρωμα με μεγάλο ποσοστό συμμετοχής. Ερευνητές προτείνουν την ελαφρόπετρα ως υλικό για εκτατικού τύπου φυτοδώματα, στο ποσοστό του 45% (Eksi & Rowe, 2019), ακόμη και στο ποσοστό του 70% (Fassman & Simckock, 2012). Η χρήση της συμφωνεί και με προηγούμενα πειράματα που αφορούσαν στην καλλιέργεια των ξηροφυτικών ειδών *Rosmarinus officinalis (Prostratus), Teucrium chamaedrys* (Λώλης, 2011)*, Hyssopus Officinalis, Mentha pulegium* και *Phlomis fruticosa* (Ποδαροπούλου, 2012), καθώς και την καλλιέργεια τομάτας και αγγουριού σε θερμοκήπιο (Maloupa *et al.*, 2001). Η ελαφρόπετρα σε ποσοστά συμμετοχής 20%, 30% και 40% κρίθηκε κατάλληλη και για την καλλιέργεια χλοοτάπητα σε φυτοδώμα (Ntoulas *et al.* 2012, Nydrioti *et al.*, 2009), καθώς και του ξηροφυτικού είδους *Dianthus fruticosus* (Nektarios *et al.* 2011).

Στη σειρά πειραμάτων που αφορούσε στα φυτικά είδη *A. halimus*, *A. maritimus* και *L. cretica,* οι μετρήσεις των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων των υποστρωμάτων έδωσαν τα αποτελέσματα που φαίνονται στον Πίν. 3.2.3 και Πίν. 3.2.4. Στη δεύτερη σειρά πειραμάτων που αφορούσε στα φυτικά είδη *A. halimus*, *A. maritimus* και *L. cretica*, τα οποία έγιναν σε πλαστικά πειραματικά κιβώτια, τα δύο είδη υποστρώματος που χρησιμοποιήθηκαν, παρουσίασαν παρόμοιες φυσικοχημικές ιδιότητες, όπως και στην πρώτη σειρά πειραμάτων (Πίν. 3.2.3 και Πίν. 3.2.4). Το εδαφικό υπόστρωμα, παρουσίασε μεγαλύτερη τιμή (διπλάσια σχεδόν) EAW σε σύγκριση με το μη εδαφικό (Πίν. 3.2.3). Παρόμοια έρευνα που αφορούσε στο είδος *Dianthus fruticosus* είχε το ίδιο αποτέλεσμα στις τιμές του EAW (Nektatrios *et al*., 2011). Επομένως, το εδαφικό υπόστρωμα σε φορτία πίεσης κοντά στον κορεσμό, συγκρατούσε μεγαλύτερες ποσότητες νερού, δηλαδή είχε μεγαλύτερη Θs, το οποίο δικαιολογείται από την κατανομή του μεγέθους των πόρων του. Και στα δύο είδη υποστρώματος, η ΡΦ ήταν σχετικά μικρή (Πίν. 3.2.3). Το διαφορετικό εδώ σε σχέση με την πρώτη σειρά πειραμάτων είναι ότι το pH και στα δύο είδη υποστρώματος βρέθηκε αυξημένο στο τέλος της πειραματικής διαδικασίας (Πίν. 3.2.4). Αυτό μπορεί να οφείλεται στον διαφορετικό τύπο των πειραματικών τεμαχίων.

Πίν. 3.2.3 Φαινομενική πυκνότητα ΡΦ (g/cm^3) και άμεσα διαθέσιμο νερό ΕΑW (% v/v) στα δύο υποστρώματα που χρησιμοποιήθηκαν στη σειρά πειραμάτων που αφορούσε στα φυτικά είδη *A. halimus*, *A. maritimus* και *L. cretica*

Υπόστρωμα	**ΡΦ (g/cm^3)**	**ΕΑW (%v/v)**
2ΚΣ:3Π:2Ε:2ΕΛ	0.740	0.126
3ΚΣ:3Π:4ΕΛ	0.679	0.063

Όπου ΚΣ: κομπόστα στέμφυλων οινοποιίας, Π: περλίτης, Ε: έδαφος, ΕΛ: ελαφρόπετρα (% v/v)

Πίν. 3.2.4 Φυσικοχημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων της σειράς πειραμάτων που αφορούσε στα φυτικά είδη *A. halimus*, *A. maritimus* και *L. cretica,* κατά την εγκατάσταση (*) και μετά από 10 μήνες καλλιέργειας (**)

Υπόστρωμα	**pH*** **1:2.5**	**pH**** **1:2.5**	**EC* (dS/m)** **1:5**	**EC**(dS/m)** **1:5**
3ΚΣ:3Π:2Ε:2ΕΛ	7.58	8.36	3.16	0.89
3ΚΣ:3Π:4ΕΛ	7.48	8.32	4.08	1.21

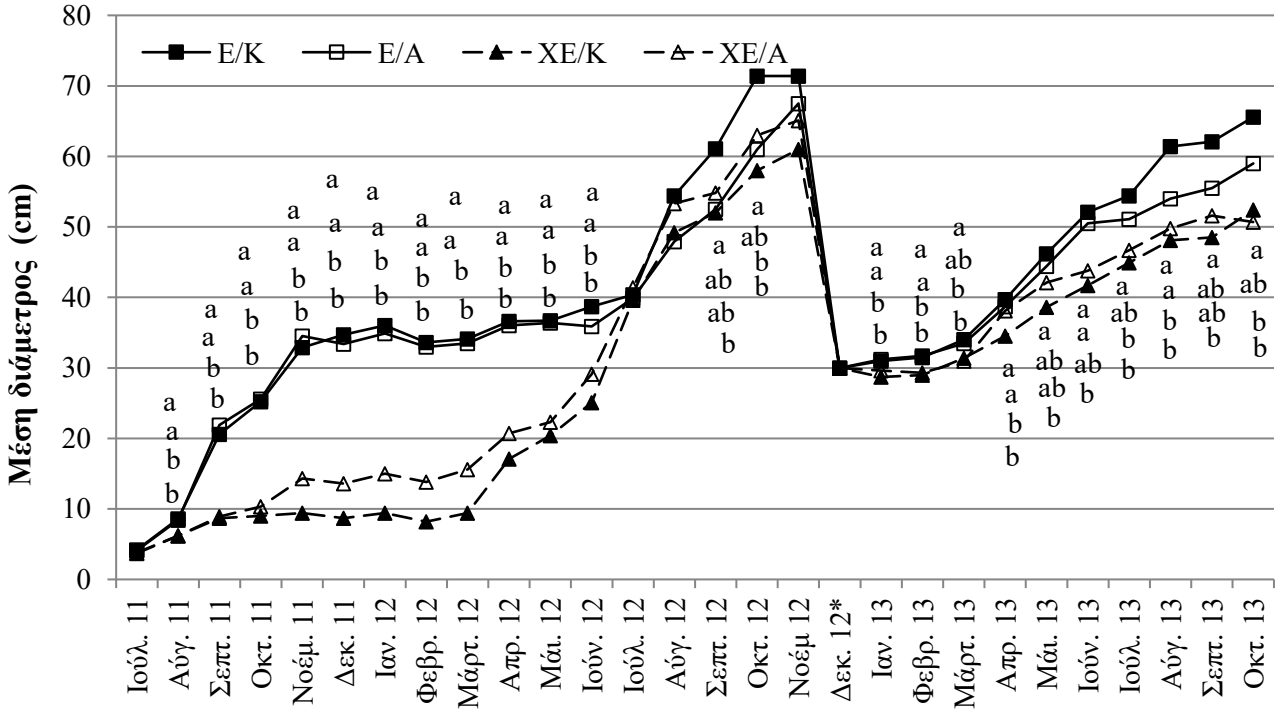
Όπου ΡΦ: φαινόμενη πυκνότητα, ΕΑW: άμεσα διαθέσιμο νερό, Ks: υδραυλική αγωγιμότητα στον κορεσμό, pH: οξύτητα και EC: ηλεκτρική αγωγιμότητα, ΚΣ: κομπόστα στέμφυλων οινοποιίας, Π: περλίτης, Ε: έδαφος, ΕΛ: ελαφρόπετρα (% v/v)

3.3 Αποτελέσματα για το φυτικό είδος *Convolvulus cneorum*

Η εγκατάσταση του πειράματος έγινε το 1ο δεκαήμερο του Ιουλίου του 2011 σε πειραματικά τεμάχια οριοθετημένα με ξύλινα διαχωριστικά στην ανατολική πλευρά του πειραματικού φυτοδώματος του Γ.Π.Α. πάνω από το εστιατόριο και η λήξη τον Οκτώβριο του 2013. Για μία εβδομάδα τα φυτά προσαρμόστηκαν στις νέες συνθήκες και από τότε ξεκίνησε η πειραματική μελέτη. Το Δεκέμβριο του 2012 τα φυτά του *C. cneorum* κλαδεύτηκαν στα 12 cm ύψος και 30 cm διάμετρο. Οι επεμβάσεις άρδευσης άρχισαν άμεσα και διακόπτονταν κάθε χρόνο περί τα μέσα Οκτωβρίου. Κατά τους ξηροθερμικούς μήνες του 2011 και του 2012, εφαρμόστηκαν δύο συχνότητες άρδευσης, ήτοι κάθε 5 ημέρες η κανονική και κάθε 7 ημέρες η αραιή, ενώ κατά τους ξηροθερμικούς μήνες του 2013 η κανονική άρδευση προσδιορίστηκε στις 4 ημέρες και η αραιή στις 6, καθώς τα φυτά ήταν μεγαλύτερα και είχαν μεγαλύτερες απαιτήσεις σε υγρασία.

3.3.1 Ανάπτυξη μέσης διαμέτρου

Η ανάπτυξη της μέσης διαμέτρου του *C. cneorum* από την εγκατάσταση του πειράματος (Ιούλιος 2011) και μέχρι τον Ιούνιο του 2012 επηρεάστηκε από τον έναν κύριο παράγοντα του πειράματος το υπόστρωμα και συγκεκριμένα ευνοήθηκε από το υπόστρωμα με έδαφος (Σχ. 3.3.1).



Σχ. 3.3.1 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στη μέση διάμετρο του *C. cneorum* κατά τη διάρκεια του πειράματος (Ιούλιος 2011 – Οκτώβριος 2013)
Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση. *Το Δεκέμβριο του 2012 τα φυτά κλαδεύτηκαν στα 30 cm διάμετρο

Η μέγιστη απόκλιση στις τιμές των επεμβάσεων με εδαφικό υπόστρωμα από εκείνες με μη εδαφικό, σημειώθηκε τον Ιανουάριο του 2012 (Σχ. 3.3.1). Από τότε και μέχρι τον Ιούλιο του 2012 οι διαφορές μηδενίστηκαν σταδιακά. Ούτε τον Αύγουστο παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Πίν. 3.3.1, Σχ. 3.3.1). Από το Σεπτέμβριο μέχρι και το Δεκέμβριο που τα φυτά όλων των επεμβάσεων κλαδεύτηκαν σε διάμετρο 30 cm τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα και αρδεύονταν κανονικά κατά τις θερινές περιόδους, ανέπτυξαν ελαφρώς μεγαλύτερη διάμετρο, που διέφερε σημαντικά από τη διάμετρο αυτών σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος, με κανονική άρδευση. Κατά τον Ιανουάριο, τον Φεβρουάριο και τον Απρίλιο του 2013 οι επεμβάσεις που περιείχαν εδαφικό υπόστρωμα ευνόησαν την ανάπτυξη της διαμέτρου. Κατά τη θερινή περίοδο του 2013 τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα και αρδεύονταν κανονικά σημείωσαν και πάλι ελαφρώς μεγαλύτερη ανάπτυξη της διαμέτρου, όπως και στο τέλος του πειράματος, τον Οκτώβριο του 2013, σε σχέση με αυτά σε μη εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 3.3.1, Σχ. 3.3.1).

Πίν. 3.3.1 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στη μέση διάμετρο (cm) του *C. cneorum* κατά τη διάρκεια του πειράματος (Ιούλιος 2011 – Οκτώβριος 2013)

	Ιούλ.11	**Αύγ. 11**	**Σεπτ.11**	**Οκτ.11**	**Νοέμ.11**	**Δεκ.11**	**Ιαν.12**
Fυπ.	NS	*	*	*	*	*	*
Fάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E	4.2 a	8.5 a	21.2 a	25.4 a	33.7 a	34.1 a	35.4 a
XE	3.7 a	6.2 b	8.8 b	9.6 b	11.8 b	11.2 b	12.2 b
K	4.0 a	7.4 a	14.7 a	17.1 a	21.1 a	21.7 a	22.7 a
A	3.9 a	7.3 a	15.4 a	18 a	24.4 a	23.5 a	24.9 a
Std Error	0.2	0.3	1	1	1.2	1.3	1.2
E/K	4.2 a	8,6 a	20.6 a	25.2 a	32.9 a	34.7 a	36 a
E/A	4.1 a	8.4 a	21.9 a	25,6 a	34.5 a	33.4 a	34.9 a
XE/K	3.8 a	6.2 b	8.7 b	9 b	9.4 b	8.7 b	9.4 b

XE/A	3.7 a	6.2 b	8.9 b	10.3 b	14.3 b	13.6 b	15 b
LSD	0.9	5.7	5.7	5.7	7.1	7.2	7.1

	Φεβ.12	**Μάρ.12**	**Απρ.12**	**Μάι.12**	**Ιούν.12**	**Ιούλ.12**	**Αύγ.12**
Fυπ.	*	*	*	*	*	NS	NS
Fάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E	33.3 a	33.8 a	36.3 a	36.6 a	37.3 a	40.1 a	51.1 a
XE	11.1 b	12.5 b	18.9 b	21.3 b	27.1 b	40.5 a	51.3 a
K	21 a	21.7 a	26.9 a	28.6 a	31.9 a	40 a	51.8 a
A	23.4 a	24.5 a	28.4 a	29.3 a	32.5 a	40.6 a	50.6 a
Std Error	1.3	1.3	1.2	1.2	1	1.04	1.7
E/K	33.6 a	34.1 a	36.6 a	36.7 a	38.7 a	40.4 a	54.4 a
E/A	33 a	33.5 a	36 a	36.4 a	35.9 a	39.9 a	47.9 a
XE/K	8.2 b	9.4 b	17.1 b	20.4 b	25.1 b	39.6 a	49.2 a
XE/A	13.8 b	15.6 b	20.7 b	22.3 b	29.1 b	41.4 a	53.3 a
LSD	7.2	7.1	6.6	7.1	5.7	5.9	9.8

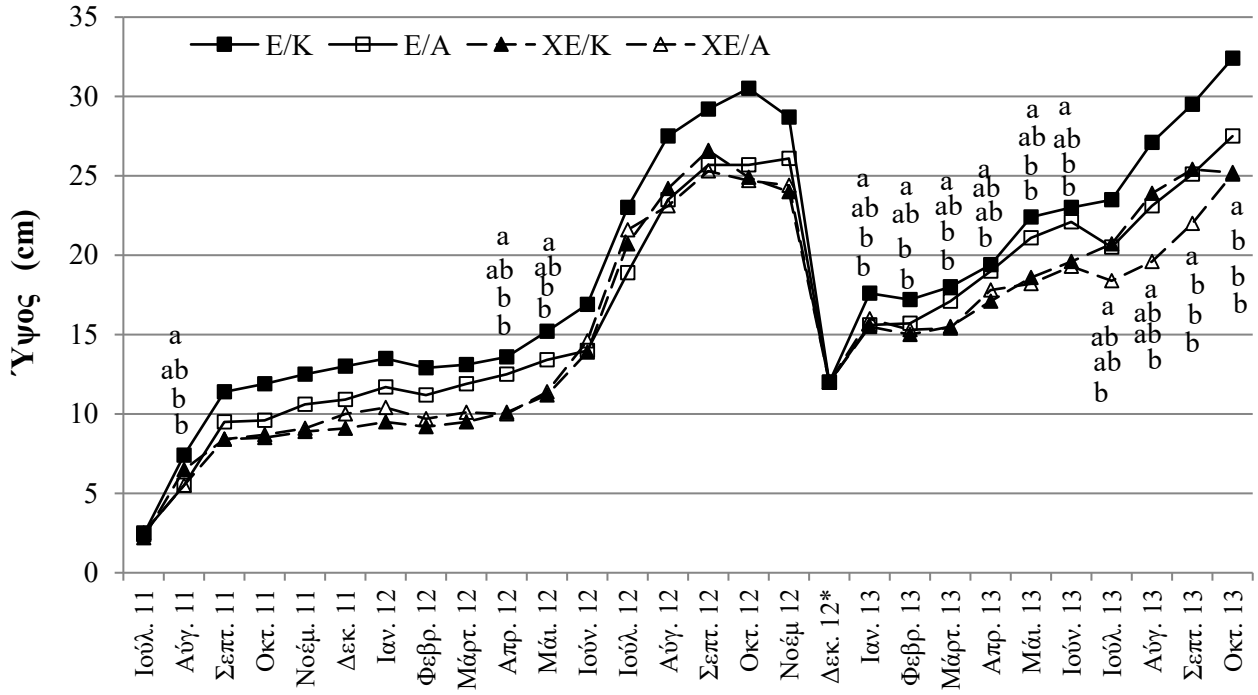
	Σεπτ.12	**Οκτ.12**	**Νοέβ.12**	**Δεκ.12***	**Ιαν.13**	**Φεβρ.13**	**Μάρτ.13**
Fυπ.	NS	-	NS	-	*	*	*
Fάρδ.	NS	-	NS	-	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	*	NS	-	NS	NS	NS
E	56.8 a	66.2 a	69.4 a	-	31.1 a	31.6 a	33.7 a
XE	53.4 a	60.5 a	63.1 a	-	29.2 b	29.1 b	31.2 b
K	56.6 a	64.7 a	66.2 a	-	29.9 a	30.2 a	32.7 a
A	53.7 a	62 a	66.3 a	-	30.4 a	30.5 a	32.2 a
Std Error	1.5	1.8	2.1	-	0.2	0.3	0.4
E/K	61.1 a	71.4 a	71.4 a	30	31 a	31.5 a	34 a
E/A	52.5 ab	61 b	67.5 a	30	31.2 a	31.7 a	33.5 ab
XE/K	52 b	58 b	61 a	30	28.7 b	29 b	31.4 b
XE/A	54.8 ab	63 ab	65.1 a	30	29.6 b	29.3 b	31 b
LSD	8.7	10.1	12.2	-	1.4	1.6	2.6

	Απρ.13	**Μάι.13**	**Ιούν.13**	**Ιούλ.13**	**Αύγ.13**	**Σεπτ.13**	**Οκτ.13**
Fυπ.	*	*	*	*	*	*	*
Fάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E	39.2 a	45.3 a	51.3 a	52.7 a	57.7 a	58.8 a	62.3 a
XE	36.3 b	40.4 b	42.8 b	45.8 b	49 b	50 b	51.5 b
K	37.1 a	42.4 a	46.9 a	49.6 a	54.7 a	55.3 a	59 a
A	38.4 a	43.2 a	47.1 a	48.9 a	51.9 a	53.5 a	54.8 a
Std Error	0.6	1.05	1.4	1.2	1.9	1.8	2.03
E/K	39.7 a	46.2 a	52.1 a	54.4 a	61.4 a	62.1 a	65.6 a
E/A	38.7 a	44.4 ab	50.5 a	51.1 ab	54 a b	55.5 ab	59 ab
XE/K	34.5 b	38.6 b	41.7 b	44.9 b	48.1 b	48.5 b	52.4 b
XE/A	38.1 b	42.1 ab	43.8 ab	46.7 b	49.8 b	51.6 ab	50.7 b
LSD	3.8	5.9	8.2	7.2	11	7.7	11.3

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση. *Το Δεκέμβριο του 2012 τα φυτά κλαδεύτηκαν στα 30 cm διάμετρο

Όπως φαίνεται στον Πίν. 3.3.1, από τον Αύγουστο του 2011 μέχρι και τον Ιούνιο του 2012 και από τον Ιανουάριο του 2013 μέχρι και το τέλος του πειράματος, ο παράγοντας που επέδρασε στην ανάπτυξη της διαμέτρου του φυτού ήταν το υπόστρωμα. Μόνο τον Οκτώβριο του 2012 υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων, ενώ τους υπόλοιπους μήνες, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

3.3.2 Ανάπτυξη ύψους



Σχ. 3.3.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στο ύψος (cm) του *C. cneorum* κατά τη διάρκεια του πειράματος (Ιούλιος 2011 – Οκτώβριος 2013)

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση. *Το Δεκέμβριο του 2012 τα φυτά κλαδεύτηκαν στα 12 cm ύψος

Όπως φαίνεται στο Σχ. 3.3.2, κατά το 1ο τρίμηνο της εγκατάστασης του πειράματος, τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα και αρδεύονταν κανονικά ανέπτυξαν ελαφρώς μεγαλύτερο ύψος. Στη συνέχεια και μέχρι τον Μάρτιο του 2012 καμία από τις επεμβάσεις δεν ξεχώρισε. Τον Απρίλιο και το Μάιο του 2012

και πάλι τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα και αρδεύονταν κανονικά ανέπτυξαν ελαφρώς μεγαλύτερο ύψος. Κατά την ξηρή – θερμή περίοδο του 2012, υπήρξε η ένδειξη ότι τα φυτά σε έδαφος και κανονική άρδευση είχαν μεγαλύτερο ύψος, αλλά το αποτέλεσμα δεν ήταν στατιστικά σημαντικό. Μετά το κλάδεμα, με τη νέα ανάπτυξη, από τον Ιανουάριο του 2013 και μέχρι το τέλος του πειράματος, η επέμβαση που ευνόησε την ανάπτυξη του ύψους του φυτού ήταν καθαρά το εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση.

Πίν. 3.3.2 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο ύψος (cm) του *C. cneorum* κατά τη διάρκεια του πειράματος (Ιούλιος 2011 – Οκτώβριος 2013)

	Ιούλ. 11	**Αύγ. 11**	**Σεπτ.11**	**Οκτ.11**	**Νοέμ.11**	**Δεκ.11**	**Ιαν.12**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fάρδ.	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E	2.4 a	6.4 a	10.3 a	10.7 a	11.6 a	11.9 a	12.6 a
XE	2.4 a	6 a	8.4 a	8.6 a	9 a	9.6 a	10 a
K	2.3 a	6.9 a	9.9 a	10.2 a	10.7 a	11.1 a	11.5 a
A	2.5 a	5.5 b	8.8 a	9.2 a	9.9 a	10.4 a	11.1 a
Std Error	0.1	0.3	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7
E/K	2.4 a	7.4 a	11.4 a	11.9 a	12.5 a	13 a	13.5 a
E/A	2.5 a	5.5 b	9.5 a	9.6 a	10.6 a	10.9 a	11.7 a
XE/K	2.2 a	6.5 ab	8.4 a	8.5 a	8.9 a	9.1 a	9.5 a
XE/A	2.5 a	5.5 b	8.4 a	8.7 a	9.1 a	10 a	10.4 a
LSD	0.7	1.7	3.3	3.7	4.02	4.3	4.1

	Φεβ.12	**Μάρ.12**	**Απρ.12**	**Μάι.12**	**Ιούν.12**	**Ιούλ.12**	**Αύγ.12**
Fυπ.	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS
Fάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E	12.1 a	12.5 a	13.1 a	14.3 a	15.4 a	20.9 a	25.5 a
XE	9.5 a	9.8 a	10.1 b	11.3 b	14.2 a	21.2 a	23.7 a
K	11.1 a	11.3 a	11.9 a	13.2 a	15.4 a	21.9 a	25.9 a
A	10.5 a	11 a	11.2 a	12.4 a	14.3 a	20.2 a	23.3 a
Std Error	0.7	0.7	0.5	0.6	0.7	0.7	1
E/K	12.9 a	13.1 a	13.6 a	15.2 a	16.9 a	23 a	27.5 a
E/A	11.2 a	11.9 a	12.5 ab	13.4 ab	14 a	18.9 a	23.5 a
XE/K	9.2 a	9.5 a	10.1 b	11.2 b	13.9 a	20.7 a	24.2 a
XE/A	9.7 a	10.1 a	10 b	11.4 b	14.6 a	21.6 a	23.1 a
LSD	4.2	4.4	3.1	3.6	3.8	4.2	5.5

	Σεπτ.12	**Οκτ.12**	**Νοέβ.12**	**Δεκ.12***	**Ιαν.13**	**Φεβ.13**	**Μάρ.13**
Fυπ.	NS	NS	NS	-	-	*	*
Fάρδ.	NS	NS	NS	-	-	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	-	*	NS	NS

E	27.5 a	28.1 a	27.4 a	-	16.6 a	16.5 a	17.6 a
XE	25.9 a	24.8 a	24.2 a	-	15.7 a	15.1 b	15.5 b
K	27.9 a	27.7 a	26.4 a	-	16.6 a	16.1 a	16.7 a
A	25.5 a	25.2 a	25.3 a	-	15.8 a	15.5 a	16.3 a
Std Error	1.2	1	1.03	-	0.3	0.3	0.3
E/K	29.2 a	30.5 a	28.7 a	12	17.6 a	17.2 a	18 a
E/A	25.7 a	25.7 a	26.1 a	12	15.6 b	15.7 ab	17.1 ab
XE/K	26.6 a	24.9 a	24 a	12	15.5 b	15 b	15.5 b
XE/A	25.3 a	24.7 a	24.4 a	12	16 ab	15.3 b	4 b
LSD	6.7	5.9	5.8	-	1.7	1.5	1.9

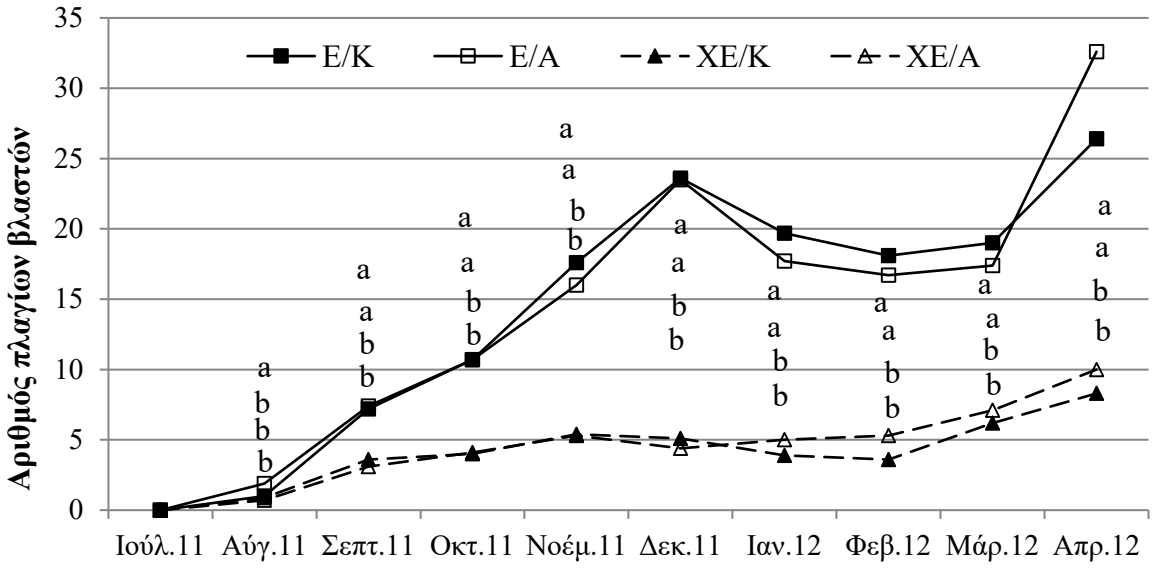
	Απρ.13	**Μάι.13**	**Ιούν.13**	**Ιούλ.13**	**Αύγ.13**	**Σεπτ.13**	**Οκτ.13**
Fυπ.	*	*	*	*	*	*	*
Fάρδ.	NS	NS	NS	*	*	*	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E	19.2 a	21.7 a	22.6 a	22 a	25.1 a	27.3 a	30 a
XE	17.5 b	18.4 b	19.4 b	19.6 b	21.7 b	23.7 b	25.2 b
K	18.2 a	20.3 a	21.3 a	22.1 a	25.5 a	27.4 a	28.8 a
A	18.4 a	19.8 a	20.7 a	19.5 b	21.3 b	23.6 b	25.2 a
Std Error	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8
E/K	19.4 a	22.4 a	23 a	23.5 a	27.1 a	29.5 a	32.4 a
E/A	19 ab	21.1 ab	22.1 ab	20.5 ab	1 ab	25.1 b	27.5 b
XE/K	17.1 b	18.2 b	19.6 b	20.7 ab	23.9ab	25.4 b	25.2 b
XE/A	17.8 ab	18.6 b	19.3 b	18.4 b	19.6 b	22 b	25.1 b
LSD	2.1	2.9	3.2	3.3	4.1	4.1	4.8

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση. *Το Δεκέμβριο του 2012 τα φυτά κλαδεύτηκαν στα 12 cm ύψος

Όπως φαίνεται στον Πίν. 3.3.2, τον Απρίλιο του 2012 και από τον Φεβρουάριο του 2013 μέχρι και το τέλος του πειράματος, ο παράγοντας που επέδρασε στην ανάπτυξη της διαμέτρου του φυτού ήταν το υπόστρωμα. Μόνο τον Αύγουστο του 2011 και τους μήνες Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο του 2013 επέδρασε ο παράγοντας άρδευση. Τον Ιανουάριο του 2013 υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων, ενώ τους υπόλοιπους μήνες, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

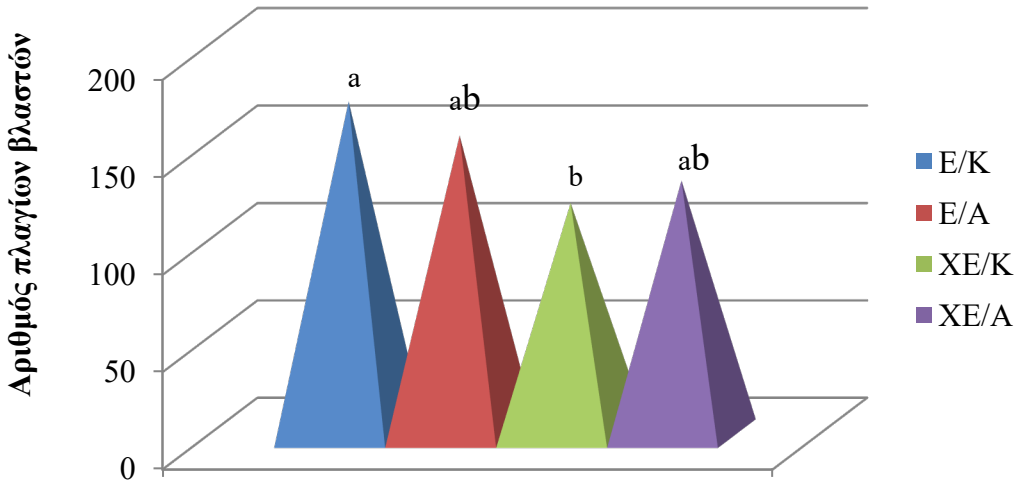
3.3.3 Αριθμός πλαγίων βλαστών

Ο αριθμός των πλαγίων βλαστών στα φυτά του *C. cneorum* μετρήθηκε τους πρώτους μήνες της καλλιέργειας, δηλαδή από τον Αύγουστο του 2011 μέχρι τον Απρίλιο του 2012, καθώς και στο τέλος του πειράματος τον Οκτώβριο του 2013.



Σχ. 3.3.3.1 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στον αριθμό των πλαγίων βλαστών του *C. cneorum* κατά τους 9 πρώτους μήνες καλλιέργειας (Ιούλιος 2011 – Απρίλιος 2012)
Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Τον 1ο μήνα καλλιέργειας ο αριθμός των εκπτύξεων ευνοήθηκε από το εδαφικό υπόστρωμα όταν συνδυαζόταν με αραιή άρδευση. Τους υπόλοιπους μήνες (Σεπτ.11 – Απρ.12), περισσότερες εκπτύξεις ανέπτυξαν τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα ανεξαρτήτως της συχνότητας άρδευσης (Πίν. 3.3.3, Σχ. 3.3.3.1).



Σχ. 3.3.3.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στον αριθμό των πλαγίων βλαστών του *C. cneorum* στο τέλος του πειράματος (Οκτώβριος 2013)

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Στο τέλος του πειράματος (Πίν. 3.3.3, Σχ. 3.3.3.2), το εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με την κανονική άρδευση έδωσε ελαφρώς μεγαλύτερο αριθμό εκπτύξεων χωρίς να υπάρχει όμως σημαντική διαφορά σε σχέση με το μη εδαφικό υπόστρωμα συνδυασμένο με αραιή άρδευση.

Στον Πίν.3.3.3, φαίνεται ότι στον αριθμό των εκπτύξεων του *C. cneorum* ο παράγοντας που επέδρασε ήταν το υπόστρωμα.

Πίν. 3.3.3 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στον αριθμό των πλαγίων βλαστών του *C. cneorum* κατά τους 9 πρώτους μήνες καλλιέργειας (Ιούλιος 2011 – Απρίλιος 2012) και στο τέλος του πειράματος (Οκτώβριος 2013)

	Αύγ. 11	**Σεπτ. 11**	**Οκτ. 11**	**Νοέμ. 11**	**Δεκ. 11**	**Ιαν. 12**
Fυπ.	*	*	*	*	*	*
Fάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E	1.4 a	7.3 a	10.7 a	16.8 a	23.6 a	18.7 a
XE	0.8 b	3.4 b	4.1 b	5.3 b	4.8 b	4.4 b
K	0.9 a	5.4 a	7.4 a	11.5 a	14.4 a	11.8 a
A	1.3 a	5.2 a	7.4 a	10.6 a	14 a	11.4 a
Std Error	0.1	0.4	0.5	0.8	1.5	1
E/K	1 b	7.2 a	10.7 a	17,6 a	23.6 a	19.7 a
E/A	1.9 a	7.4 a	10.7 a	16 a	23.5 a	17.7 a
XE/K	0.9 b	3.6 b	4 b	5.4 b	5.1 b	3.9 b
XE/A	0.7 b	3.1 b	4.1 b	5.3 b	4.4 b	5 b
LSD	0.8	2.4	2.6	4.5	8.8	5.8

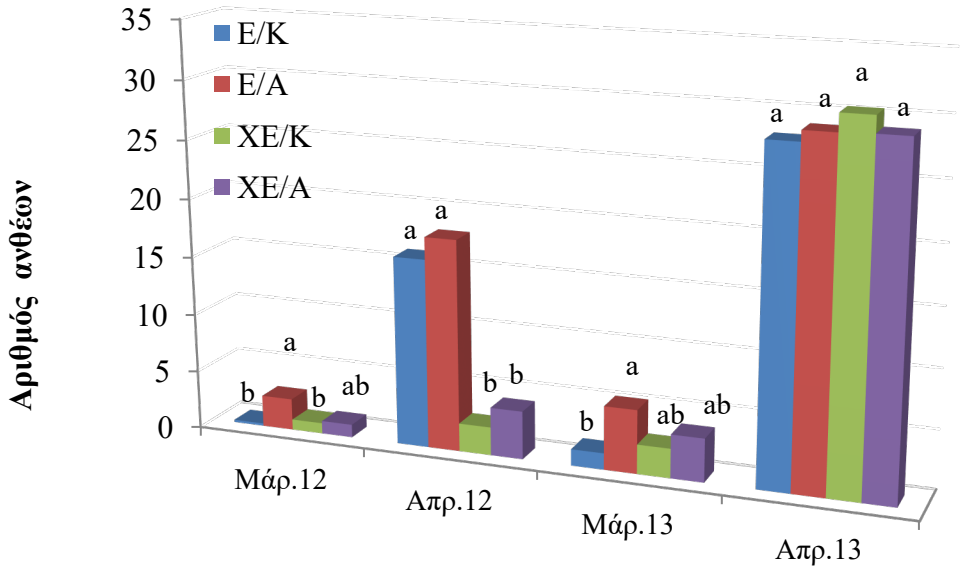
	Φεβ. 12	**Μάρ. 12**	**Απρ. 12**	**Οκτ. 13**
Fυπ.	*	*	*	*
Fάρδ.	NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS
E	17.4 a	18.2 a	29.5 a	161.9 a
XE	4.4 b	6.7 b	9.1 b	124.2 b
K	10.9 a	12.6 a	17.3 a	144.6 a
A	11 a	12.2 a	21.3 a	141.6 a
Std Error	1	0.9	1.3	8.2
E/K	18.1 a	19 a	26.4 a	170.6 a
E/A	16.7 a	17.4 a	32.6 a	153.1 ab
XE/K	3.6 b	6.2 b	8.3 b	118.5 b
XE/A	5.3 b	7.1 b	10 b	130 ab

LSD	5.7	5.4	7.7	46.7

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.3.4 Αριθμός ανθέων

Ο αριθμός των ανθέων στα φυτά του *C. cneorum* μετρήθηκε τους μήνες Μάρτιο και Απρίλιο τις χρονιές 2012 και 2013 (περί τα μέσα του κάθε μήνα), με μέγιστη ανθοφορία το μήνα Απρίλιο.



Σχ. 3.3.4 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στον αριθμό των ανθέων του *C. cneorum* τους μήνες Μάρτιο και Απρίλιο τις χρονιές 2012 και 2013

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Όπως μπορεί να παρατηρήσει κανείς στο Σχ. 3.3.4 και στον Πίν. 3.3.4 το Μάρτιο του 2012 υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση. Περισσότερα άνθη σχηματίστηκαν στα φυτά που αρδεύονταν αραιά. Τον Απρίλιο του 2012 επέδρασε ο παράγοντας υπόστρωμα, με περισσότερα άνθη στα φυτά που καλλιεργούντο σε εδαφικό υπόστρωμα. Τον Μάρτιο του 2013 και πάλι επέδρασε ο παράγοντας άρδευση, όπου και πάλι η αραιή άρδευση ευνόησε το σχηματισμό ανθέων. Τέλος τον Απρίλιο του 2013,

δεν παρατηρήθηκε επίδραση των κύριων παραγόντων στο σχηματισμό ανθέων (Πίν. 3.3.4, Σχ. 3.3.4).

Πίν. 3.3.4 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στον αριθμό των ανθέων του *C. cneorum* κατά τους μήνες Μάρτιο και Απρίλιο του 2012 και 2013

	Μάρ. 12	**Απρ. 12**	**Μάρ. 13**	**Απρ. 13**
Fυπ.	NS	*	NS	NS
Fάρδ.	*	NS	*	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS
E	1.5 a	17.1 a	3.4 a	28.4 a
XE	1 a	3.2 b	3.1 a	29.7 a
K	0.6 b	9.2 a	1.9 b	29.2 a
A	1.9 a	11.1 a	4.5 a	28.9 a
Std Error	0.3	1.7	0.5	2.5
E/K	0.2 b	16.1 a	1.4 b	28 a
E/A	2.7 a	18 a	5.4 a	28.9 a
XE/K	0.9 b	2.4 b	2.5 ab	30.4 a
XE/A	1.1 ab	4.1 b	3.7 ab	29 a
LSD	1.7	9.7	3.1	14.4

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

3.3.5 Νωπό και ξηρό βάρος υπέργειου μέρους

Τον Δεκέμβριο του 2012, όλα τα φυτά κλαδεύτηκαν στα 12 cm ύψος και στα 30 cm διάμετρο - πλάτος, με τη βοήθεια ενός χάρακα κι ενός κυκλικού δίσκου. Αυτό έγινε γιατί η ανάπτυξη των φυτών ήταν μεγάλη και έπρεπε να αποφευχθεί η αλληλοεπικάλυψη. Τότε ελήφθη και το νωπό και ξηρό βάρος της αφαιρεθείσας φυτομάζας. Επομένως έγιναν δύο μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους του υπέργειου μέρους των φυτών. Μία το Δεκέμβριο του 2012 και μία στο τέλος του πειράματος τον Οκτώβριο του 2013. Επίσης εκτιμήθηκε στατιστικά και το συνολικό ξ.β. δηλαδή το άθροισμα των ξ.β. των δύο ετών.

Μετά από 17 μήνες καλλιέργειας, αλλά και στο τέλος του πειράματος και στο νωπό και στο ξηρό βάρος του *C. cneorum*, υπήρξε επίδραση του παράγοντα υπόστρωμα (Πίν. 3.3.5). Το εδαφικό υπόστρωμα ήταν αυτό που ευνόησε την ανάπτυξη των φυτών. Μάλιστα, η επίδραση αυτή αποτυπώθηκε και στις επεμβάσεις, αλλά και στο συνολικό ξηρό βάρος (σ.ξ.β.) στο τέλος του πειράματος (Πίν. 3.3.5).

Πίν. 3.3.5 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο νωπό (ν.β.) (g) και ξηρό βάρος (ξ.β.) (g) του *C. cneorum* μετά από 17 μήνες καλλιέργειας (Δεκ. 2012) και στο τέλος του πειράματος (Οκτ. 2013), καθώς και στο συνολικό ξηρό βάρος (σ.ξ.β.)

	ν.β. 12	**ξ.β. 12**	**ν.β. 13**	**ξ.β. 13**	**σ.ξ.β.**
Fυπ.	*	*	*	*	*
Fάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS
E	156.4 a	54.8 a	517.5 a	204.3 a	259.1 a
XE	86.5 b	26.4 b	328.8 b	113.5 b	143.3 b
K	121.6 a	43.2 a	405.4 a	165.6 a	208.8 a
A	121.3 a	38 a	440.9 a	152.2 a	193.6 a
Std Error	9.5	3.1	33.8	11.2	13.8
E/K	163.5 a	59.6 a	505.9 a	216.4 a	275.9 a
E/A	149.4 ab	50.1 a	502.4 a	192.2 a	242.4 a
XE/K	79.7 c	26.8 b	305 b	114.9 b	141.7 b
XE/A	93.2 bc	25.9 b	352.7 ab	112.2 b	144.9 b
LSD	54.2	18.7	190	62.7	72.2

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

3.3.6 Ξηρό βάρος ριζικού συστήματος

Τον Οκτώβριο του 2013, κατά την απεγκατάσταση του πειράματος (Εικ. 3.1), μετρήθηκε το ξ.β. του ριζικού συστήματος (2.11). Δεν παρατηρήθηκε επίδραση παραγόντων, ούτε διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων στο ξ.β. του ριζικού συστήματος των φυτών (Πίν. 3.3.6).



Εικ. 3.1 Συμπαγές στρώμα υποστρώματος και ριζικού συστήματος κατά την απεγκατάσταση του πειράματος

Πίν. 3.3.6 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο ξηρό βάρος (ΞΒ) (g) του ριζικού συστήματος του *C. cneorum* στο τέλος του πειράματος (Οκτώβριος 2013)

	ξ.β. ριζικού συστήματος 2013		
Fυπ.	NS		
Fάρδ.	NS		
Fυπ.χάρδ.	NS		
E	51.3 a	**E/K**	60.9 a
XE	41.6 a	**E/A**	41.7 a
K	49 a	**XE/K**	37.1 a
A	44 a	**XE/A**	46.1 a
Std Error	5.1	**LSD**	29.6

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.3.7 Στοματική αντίσταση (r_s)

Πίν. 3.3.7.1 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στην r_s (s cm^{-1}) του *C. cneorum,* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα πριν την άρδευση, καθώς και τον Φεβ. του 2013

	Σεπτ.11	**Μάι.12**	**Ιούν.12**	**Ιούλ.12**	**Αύγ.12**	**Σεπτ.12**
Fυπ.	NS	*	*	NS	NS	NS
Fάρδ.	*	*	NS	*	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E	5 a	7.2 a	8.3 a	11.3 a	12 a	9.1 a
XE	5.1 a	4.7 b	4.4 b	8.1 a	14.2 a	7.2 a
K	3.8 b	4.7 b	5.2 a	7.3 b	10.9 a	8.6 a
A	6.3 a	7.2 a	7.5 a	12.1 a	15.3 a	7.7 a
Std Error	0.4	0.4	0.8	0.8	1.3	0.6
E/K	3.2 b	5.2 b	5.8 b	9.6 a	9.5 a	10 a
E/A	6.9 a	9.2 a	10.9 a	13.1 a	14.4 a	8.2 a
XE/K	4.5 ab	4.2 b	4.7 b	5 b	12.2 a	7.2 a
XE/A	5.8 a	5.2 b	4.2 b	11.2 a	16.2 a	7.2 a
LSD	2.3	2.1	4.4	4.5	7.6	3.2

	Οκτ.12	**Φεβ.13**	**Ιούν.13**	**Ιούλ.13**	**Αύγ.13**
Fυπ.	NS	-	*	*	*
Fάρδ.	NS	-	NS	*	*
Fυπ.χάρδ.	NS	*	NS	NS	NS
E	7.7 a	5.8 a	9.3 a	12.2 a	11.9 a
XE	7.8 a	5.9 a	5.4 b	8.9 b	10.9 b
K	7.9 a	5.6 a	6.3 a	8.7 b	8.9 b
A	7.6 a	6.1 a	8.4 a	12.3 a	13.9 a

Std Error	0.3	0.2	0.7	0.7	0.1
E/K	7.9 a	6.5 ab	6.8 b	10.4 ab	9.3 c
E/A	7.6 a	5.1 bc	11.8 a	14.0 a	14.5 a
XE/K	7.9 a	4.8 c	5.8 b	7.1 b	8.6 c
XE/A	7.6 a	7 a	5 b	10.7 ab	13.2 b
LSD	1.7	1.4	4.2	4	0.7

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Μία μέρα πριν από εφαρμογή άρδευσης στη στοματική αντίσταση του *C. cneorum* τον Σεπτέμβριο του 2011 και τον Ιούλιο του 2012, επέδρασε ο παράγοντας άρδευση, με μεγαλύτερες τιμές r_s όπου η άρδευση ήταν αραιή (Πίν. 3.3.7.1, Σχ. 3.3.7.2). Τον Ιούνιο του 2012 και του 2013 επέδρασε ο παράγοντας υπόστρωμα με μεγαλύτερες τιμές να προκαλούνται στο εδαφικό υπόστρωμα. Τον Μάιο του 2012 και τον Ιούλιο και τον Αύγουστο του 2013 παρατηρήθηκε επίδραση και των δύο κύριων παραγόντων, με μεγαλύτερες τιμές rs στο εδαφικό υπόστρωμα και στην αραιή άρδευση, ενώ τον Φεβρουάριο του 2013 (που δεν εφαρμοζόταν άρδευση), υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων (Πίν. 3.3.7.1, Σχ. 3.3.7.2).

Μία μέρα μετά την εφαρμογή άρδευσης στη στοματική αντίσταση του *C. cneorum,* το Σεπτέμβριο του 2011 και τον Αύγουστο του 2012 και 2013, επέδρασε ο παράγοντας άρδευση με μεγαλύτερες τιμές rs στην αραιή άρδευση (Πίν. 3.3.7.2, Σχ. 3.3.7.3). Τον Ιούνιο του 2012 και τον Οκτώβριο και Ιούνιο του 2013 επέδρασε ο παράγοντας υπόστρωμα με μεγαλύτερες τιμές rs στο εδαφικό εκτός από τον Οκτώβριο που ήταν στο μη εδαφικό υπόστρωμα. Τον Σεπτέμβριο του 2012 δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες, ενώ τον Μάιο και τον Ιούλιο του 2012 και τον Ιούλιο του 2013 υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων (Πίν. 3.3.7.2, Σχ. 3.3.7.3).

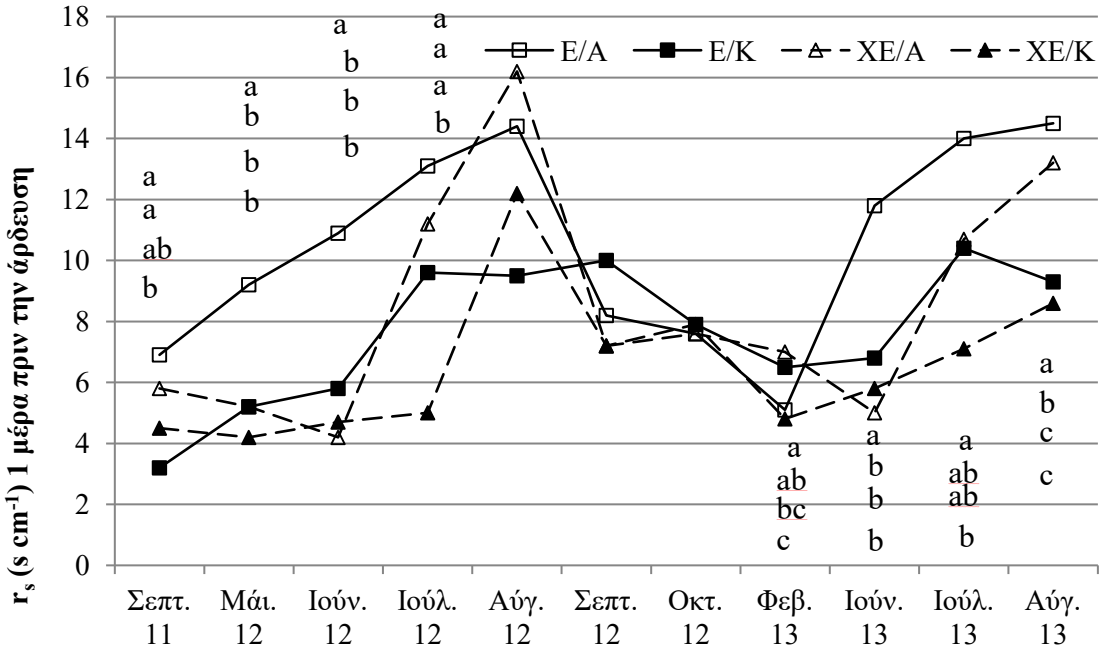
Πίν. 3.3.7.2 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στην r_s (s cm^{-1}) του *C. cneorum* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα μετά την άρδευση

	Σεπτ. 11	**Μάι.12**	**Ιούν.12**	**Ιούλ.12**	**Αύγ.12**	**Σεπτ.12**
Fυπ.	NS	-	*	-	NS	NS
Fάρδ.	*	-	NS	-	*	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	*	NS	*	NS	NS
E	3.2 a	3.7 a	3.7 a	5 a	2.5 a	0.3 a
XE	2.8 a	3.1 a	2.2 b	5.1 a	2.7 a	0.7 a
K	2.4 b	2.9 b	2.6 a	4.7 a	1.7 b	0.7 a
A	3.6 a	3.9 a	3.3 a	5.5 a	3.4 a	0.3 a
Std Error	0.3	0.2	0.3	0.4	0.2	0.1

E/K	2.2 b	2.7 b	3.1 ab	5.7 ab	1.9 bc	0.2 b
E/A	4.3 a	4.7 a	4.3 a	4.3 bc	3.2 ab	0.4 ab
XE/K	2.7 b	3 b	2.1 b	3.6 c	1.6 c	1.1 a
XE/A	2.9 ab	3.1 b	2.3 b	6.7 a	3.7 a	0.3 b
LSD	1.5	1.3	1.6	2	1.4	0.8

	Οκτ.12	**Ιούν.13**	**Ιούλ.13**	**Αύγ.13**
Fυπ.	*	*	-	NS
Fάρδ.	NS	NS	-	*
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	*	NS
E	1.1 b	4.2 a	5.9 a	6.4 a
XE	3.2 a	2.7 b	5.5 a	7.1 a
K	1.9 a	3 a	5.4 a	5.7 a
A	2.3 a	3.9 a	6.1 a	7.7 a
Std Error	0.3	0.3	0.3	0.3
E/K	0.3 c	3.6 ab	6.8 ab	5.6 b
E/A	1.9 bc	4.8 a	5.1 bc	7.1 ab
XE/K	3.6 a	2.4 b	4 c	5.8 b
XE/A	2.8 ab	3 b	7.1 a	8.4 a
LSD	1.6	1.5	1.8	1.5

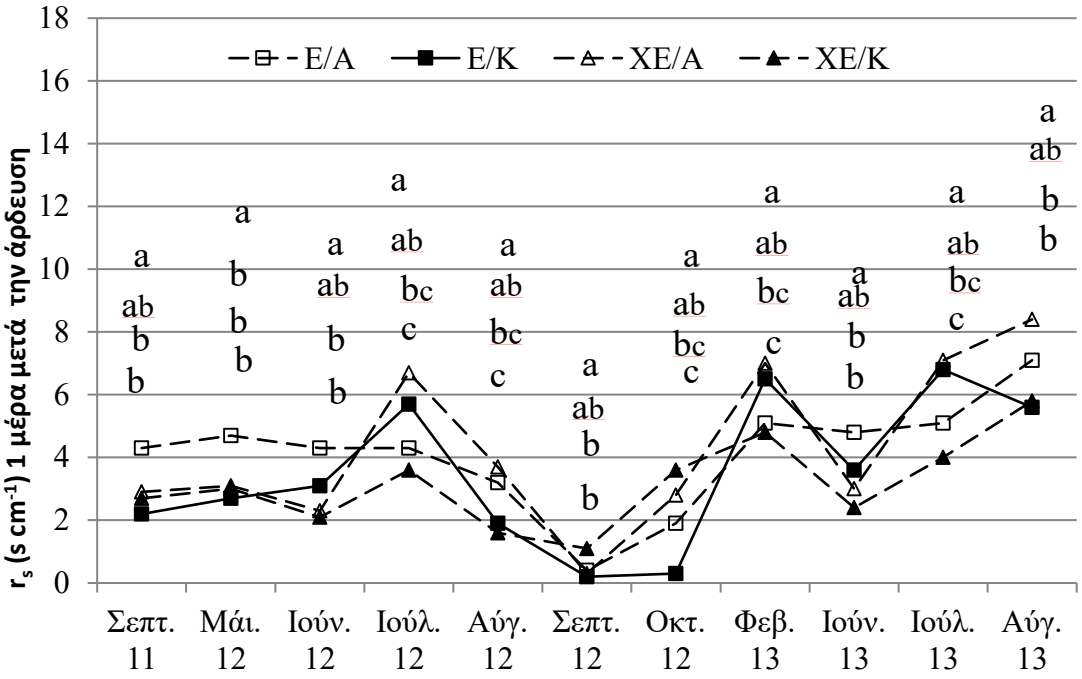
Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση



Σχ. 3.3.7.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στην r_s (s cm^{-1}) του *C. cneorum* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα πριν την άρδευση, καθώς και τον Φεβ. του 2013

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Όπως φαίνεται στον Πίν. 3.3.7.1 και Σχ. 3.3.7.2, μεγαλύτερη r_s μια μέρα πριν την εφαρμογή άρδευσης το Σεπτέμβριο του 2011 και κατά τους τρεις πρώτους μήνες εφαρμογής καταπόνησης του 2012, ανέπτυξαν τα φυτά σε εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με αραιή άρδευση. Τον Αύγουστο του 2012 και τον Φεβρουάριο του 2013 ελαφρώς μεγαλύτερη rs παρουσίασαν τα φυτά σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση. Το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο του 2012 δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, ενώ κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης του 2013 μεγαλύτερη r_s ανέπτυξαν και πάλι τα φυτά σε εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με αραιή άρδευση.



Σχ. 3.3.7.3 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στην r_s (s cm^{-1}) του *C. cneorum* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα μετά την άρδευση, καθώς και τον Φεβ. του 2013

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Μία μέρα μετά την εφαρμογή άρδευσης (Πίν. 3.3.7.2, Σχ. 3.3.7.3), μεγαλύτερη r_s παρατηρήθηκε το Σεπτέμβριο του 2011 και κατά τους δύο πρώτους μήνες υδατικής καταπόνησης του 2012, ανέπτυξαν τα φυτά σε εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με αραιή άρδευση. Τον Ιούλιο και τον Αύγουστο του 2012 και τον Φεβρουάριο του 2013,

καθώς και τον Ιούλιο και τον Αύγουστο του 2013 ελαφρώς μεγαλύτερη r_s παρουσίασαν τα φυτά σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση. Το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο του 2012 ελαφρώς μεγαλύτερη rs παρουσίασαν τα φυτά σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση. ενώ τον Ιούνιο του 2013 ελαφρώς μεγαλύτερη r_s ανέπτυξαν και πάλι τα φυτά σε εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με αραιή άρδευση.

Γενικώς, στην αραιή άρδευση το καλοκαίρι φαίνεται ότι τα φυτά στρεσάρονται (Σχ. 3.3.7.2). Μετά την άρδευση δεν υπάρχει stress σε καμία επέμβαση (Σχ. 3.3.7.3).

3.3.8 Μέγιστη φωτοχημική απόδοση του φωτοσυστήματος ΙΙ ($Φ_{PSIIo}$)

Μία μέρα πριν από εφαρμογή άρδευσης, στην $Φ_{PSIIo}$ του *C. cneorum,* τον Μάιο και τον Αύγουστο του 2012, επέδρασε ο παράγοντας άρδευση, με υψηλότερες τιμές να καταγράφονται στα φυτά που αρδεύονταν αραιά τον Μάιο και στα φυτά που αρδεύονταν κανονικά τον Αύγουστο. Παρ' ότι δείχνουν στατιστικά σημαντικές οι διαφορές, αφορούν τιμές στο αριθμητικό εύρος του υγιούς φύλλου. Τον Σεπτέμβριο του 2012 επέδρασε ο παράγοντας υπόστρωμα με μεγαλύτερες τιμές να σημειώνονται στα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο εδαφικό υπόστρωμα. Τον Οκτώβριο και τον Ιούνιο του 2013 διαπιστώθηκε αλληλεπίδραση παραγόντων, ενώ τους υπόλοιπους μήνες κατά την υδατική καταπόνηση δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίν. 3.3.8.1, Σχ. 3.3.8.1).

Πίν. 3.3.8.1 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στη $Φ_{PSIIo}$ του *C. cneorum* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα πριν την άρδευση, καθώς και τον Φεβ. του 2013

	Μάι. 12	**Ιούν. 12**	**Ιούλ. 12**	**Αύγ. 12**	**Σεπτ. 12**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS	*
Fάρδ.	*	NS	NS	*	NS
Fυπ.xάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS
E	0.716 a	0.798 a	0.818 a	0.814 a	0.818 a
XE	0.677 a	0.807 a	0.815 a	0.818 a	0.812 b
K	0.672 b	0.806 a	0.818 a	0.820 a	0.816 a
A	0.721 a	0.799 a	0.815 a	0.812 b	0.814 a
Std Error	0.01	0.039	0.016	0.01	0.013
E/K	0.689 ab	0.806 a	0.819 a	0.818 ab	0.817 ab
E/A	0.741 a	0.79 a	0.818 a	0.811 c	0.819 a
XE/K	0.654 b	0.806 a	0.818 a	0.822 a	0.815 ab

XE/A	0.699 ab	0.807 a	0.812 a	0.813 bc	0.809 b
LSD	0.062	0.024	0.096	0.06	0.076

	Οκτ. 12	**Φεβ. 13**	**Ιούν. 13**	**Ιούλ. 13**	**Αύγ. 13**
Fυπ.	-	NS	-	NS	NS
Fάρδ.	-	NS	-	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	*	NS	*	NS	NS
E	0.836 a	0.793 a	0.810 b	0.788 a	0.779 a
XE	0.832 a	0.790 a	0.821 a	0.786 a	0.778 a
K	0.839 a	0.796 a	0.812 a	0.780 a	0.775 a
A	0.829 b	0.787 a	0.820 a	0.794 a	0.781 a
Std Error	0.024	0.072	0.021	0.062	0.063
E/K	0.846 a	0.794 a	0.812 b	0.774 a	0.770 a
E/A	0.826 b	0.793 a	0.808 b	0.802 a	0.787 a
XE/K	0.832 b	0.799 a	0.812 b	0.787 a	0.780 a
XE/A	0.833 ab	0.780 a	0.831 a	0.785 a	0.186 a
LSD	0.014	0.041	0.013	0.037	0.036

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Τον Ιούνιο του 2013, μία μέρα μετά την εφαρμογή άρδευσης του *C. cneorum,* ο παράγοντας άρδευση επέδρασε επί της Φ_{PSIIo}. Οι μεγαλύτερες τιμές παρατηρήθηκαν στα φυτά που αρδεύονταν αραιά. Τον Αύγουστο του 2012 και τον Ιούλιο του 2013 παρατηρήθηκε επίδραση του υποστρώματος όπου υψηλότερες τιμές σημειώθηκαν στο χειρισμό του μη εδαφικού υποστρώματος. Τους υπόλοιπους μήνες κατά την υδατική καταπόνηση δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ούτε αλληλεπίδραση των κυρίων παραγόντων (Πίν. 3.3.8.2, Σχ. 3.3.8.2).

Πίν. 3.3.8.2 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στην Φ_{PSIIo} του *C. cneorum* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα μετά την άρδευση

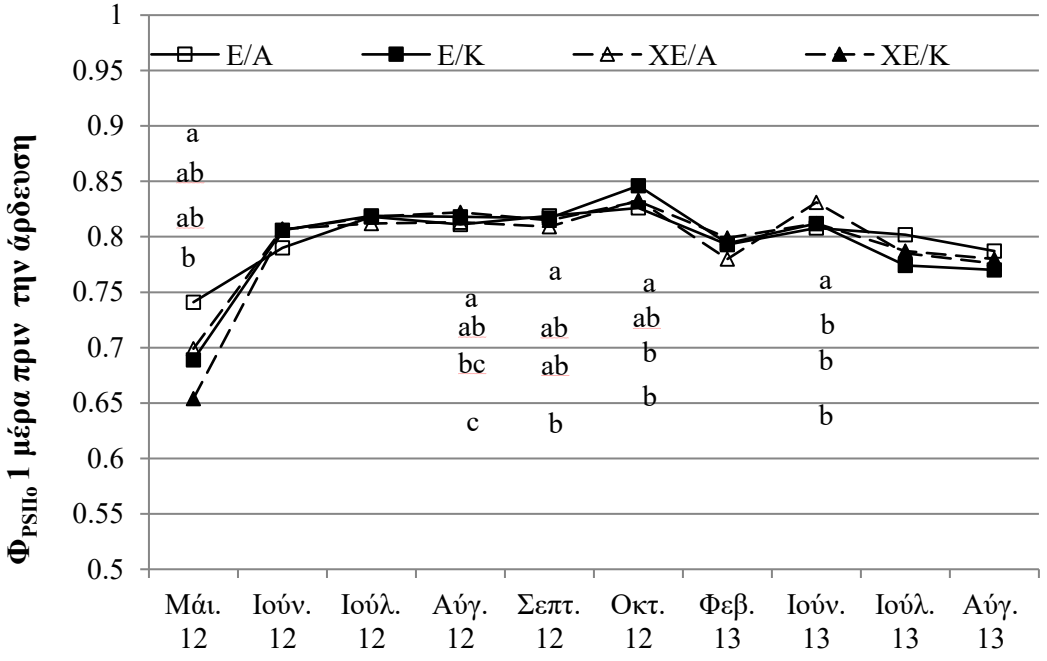
	Μάι. 12	**Ιούν. 12**	**Ιούλ. 12**	**Αύγ. 12**	**Σεπτ. 12**
Fυπ.	NS	NS	NS	*	NS
Fάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS
E	0.795 a	0.820 a	0.840 a	0.822 b	0.829 a
XE	0.776 a	0.818 a	0.843 a	0.836 a	0.823 a
K	0.769 a	0.821 a	0.842 a	0.831 a	0.825 a
A	0.802 a	0.817 a	0.841 a	0.828 a	0.826 a
Std Error	0.010	0.011	0.016	0.022	0.021
E/K	0.783 a	0.823 a	0.841 a	0.824 bc	0.826 a
E/A	0.807 a	0.817 ab	0.839 a	0.821 c	0.831 a
XE/K	0.754 a	0.819 ab	0.842 a	0.838 a	0.824 a

XE/A	0.797 a	0.816 b	0.844 a	0.835 ab	0.822 a
LSD	0.055	0.064	0.093	0.012	0.012

	Οκτ. 12	**Ιούν. 13**	**Ιούλ. 13**	**Αύγ. 13**
Fυπ.	NS	NS	*	*
Fάρδ.	NS	*	NS	*
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS
E	0.851 a	0.833 a	0.841 b	0.834 b
XE	0.846 a	0.839 a	0.859 a	0.855 a
K	0.852 a	0.828 b	0.855 a	0.850 a
A	0.844 a	0.845 a	0.845 a	0.839 b
Std Error	0.020	0.022	0.026	0.026
E/K	0.856 a	0.826 c	0.847 bc	0.840 bc
E/A	0.846 ab	0.840 ab	0.835 c	0.829 c
XE/K	0.849 ab	0.830 bc	0.864 a	0.861 a
XE/A	0.843 b	0.849 a	0.855 ab	0.850 ab
LSD	0.011	0.012	0.015	0.015

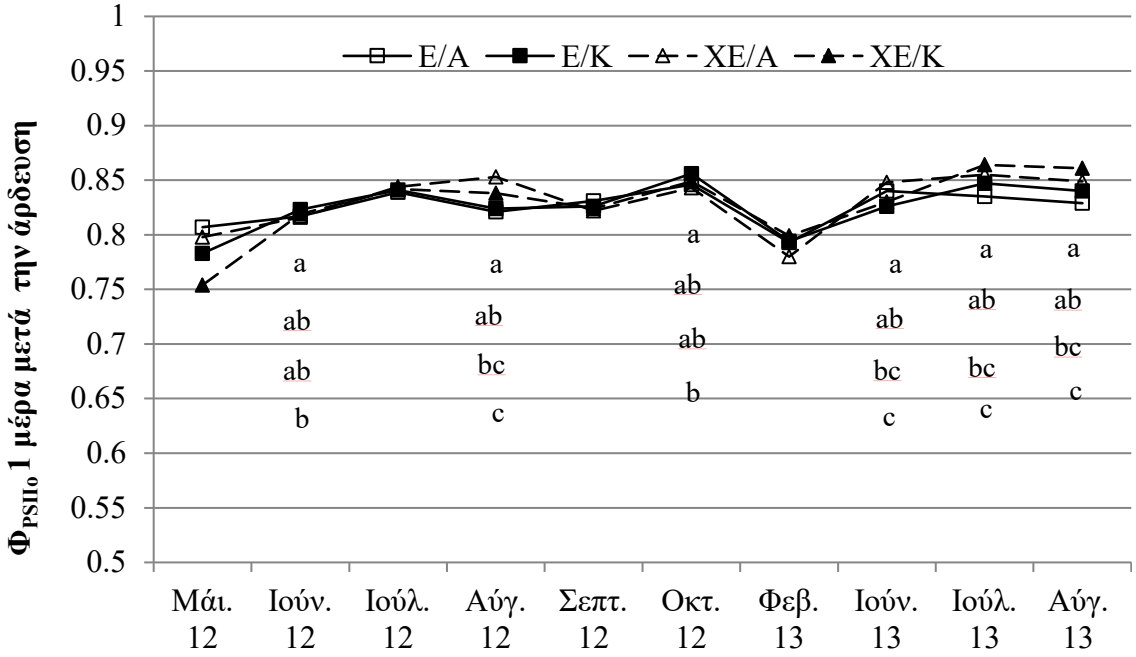
Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

Σε ότι αφορά στις επεμβάσεις, μία μέρα πριν την εφαρμογή άρδευσης, (Πίν. 3.3.8.1, Σχ. 3.3.8.1), αν και στατιστικά σημειώνονται σημαντικές διαφορές, οι διαφορές αυτές δεν είναι αξιολογήσιμες σε επίπεδο φυσιολογίας. Τον Ιούνιο του 2013 η επέμβαση μη εδαφικό υπόστρωμα με αραιή άρδευση επέφερε υψηλότερη Φ_{PSIIo} σε σύγκριση με τις άλλες επεμβάσεις (Πίν. 3.3.8.1, Σχ. 3.3.8.1).



Σχ. 3.3.8.1 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στην Φ_{PSIIo} του *C. cneorum* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα πριν την άρδευση, καθώς και τον Φεβρ. του 2013

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση



Σχ. 3.3.8.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στην Φ_{PSIIo} του *C. cneorum* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα μετά την άρδευση, καθώς και τον Φεβ. του 2013

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Όσον αφορά στις επεμβάσεις, μία μέρα μετά την εφαρμογή άρδευσης (Πίν. 3.3.8.2, Σχ. 3.3.8.2), η Φ_{PSIIo} του *C. cneorum* και πάλι αν και στατιστικά παρουσιάζει σημαντικές διαφορές, οι διαφορές αυτές δεν είναι αξιολογήσιμες σε επίπεδο φυσιολογίας, ενώ οι τιμές της αριθμητικά είναι εντός των ορίων ενός υγιούς φύλλου (Πίν. 3.3.8.2, Σχ. 3.3.8.2).

3.3.9 Συγκέντρωση των χλωροφυλλών ($Chl_{ολ}$)

Πίν. 3.3.9 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στη συγκέντρωση χλωροφυλλών $Chl_{ολ}$ του *C. cneorum* τον Ιούλιο και τον Σεπτέμβριο του 2012 και τον Ιούλιο του 2013

	Ιούλ.12	**Σεπτ.12**	**Ιούλ.13**
Fυπ.	*	-	-
Fάρδ.	NS	-	-
Fυπ.χάρδ.	NS	*	*
E	48.4 b	51.8 a	26.6 a
XE	58.6 a	46.4 a	19.7 b
K	52.4 a	47.3 a	30.2 a
A	54.5 a	51 a	16.1 b
Std Error	1.9	1.6	1.2
E/K	45.5 b	38.3 b	29.5 a
E/A	51.2 ab	65.4 a	23.7 a
XE/K	59.4 a	56.3 a	30 a
XE/A	57.7 a	36.6 b	8.4 b
LSD	11.9	9.9	7.7

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

Στη $Chl_{ολ}$ του *C. cneorum* τον Ιούλιο του 2012 υπήρξε επίδραση του παράγοντα υπόστρωμα, με τις μεγαλύτερες τιμές να σημειώνονται στο μη εδαφικό υπόστρωμα. Το Σεπτέμβριο του 2012, υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων με τις μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης χλωροφυλλών να σημειώνονται στις επεμβάσεις εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με αραιή άρδευση και στο μη εδαφικό υπό κανονική. Τον Ιούλιο του 2013, υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων. Τη μικρότερη συγκέντρωση χλωροφυλλών παρουσίασαν τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση (Πίν. 3.3.9).

3.3.10 Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC)

Στο RWC του *C. cneorum,* τον Ιούλιο του 2012 υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων με ελαφρώς μεγαλύτερες τιμές RWC να σημειώνονται στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση. Τον Σεπτέμβριο του 2012, δεν υπήρξε επίδραση των κύριων παραγόντων, ούτε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων. Τον Ιούλιο του 2013, υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων, ενώ η επέμβαση που έδωσε τη μεγαλύτερη

τιμή RWC ήταν το εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση (Πίν. 3.3.10).

Πίν. 3.3.10 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) του *C. cneorum* τον Ιούλιο και τον Σεπτέμβριο του 2012 και τον Ιούλιο του 2013

	Ιούλ.12	**Σεπτ.12**	**Ιούλ.13**
Fυπ.	-	NS	-
Fάρδ.	-	NS	-
Fυπ.χάρδ.	*	NS	*
E	55.08 a	53.49 a	42.07 a
XE	50.50 a	53.45 a	42.10 a
K	55.52 a	54.43 a	44.81 a
A	55.06 a	52.51 a	39.36 b
Std Error	1.92	1.5	0.6
E/K	58.17 a	55.49 a	47.14 a
E/A	51.99 ab	51.48 a	37 c
XE/K	42.88 b	53.37 a	42.49 b
XE/A	58.12 a	53.53 a	41.71 b
LSD	11.5	9.02	3.7

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

3.3.11 Προσδιορισμός του πάχους του ελάσματος

Στο πάχος του ελάσματος του *C. cneorum,* τον Ιούλιο και τον Σεπτέμβριο του 2012 και τον Ιούλιο του 2013, υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση. Τον Ιούλιο του 2012 η κανονική άρδευση επέφερε μεγαλύτερα πάχη ελάσματος, ενώ τον Σεπτέμβριο του 2012 και τον Ιούλιο του 2013, το πάχος του ελάσματος αυξήθηκε από την αραιή άρδευση (Πίν. 3.3.11).

Πίν. 3.3.11 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο πάχος του ελάσματος (μm) του *C. cneorum* τον Ιούλιο και τον Σεπτέμβριο του 2012 και τον Ιούλιο του 2013

	Ιούλ.12	**Σεπτ.12**	**Ιούλ.13**
Fυπ.	NS	NS	NS
Fάρδ.	*	*	*
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS
E	671,7 a	707.5 a	708 a
XE	610 a	700 a	696.1 a
K	705 a	665 b	693.2 b
A	576.7 b	742.5 a	710.9 a

Std Error	17.9	8.77	3.75
E/K	686.7 a	625 c	697 ab
E/A	656.7 a	790 a	719 a
XE/K	723.3 a	705 b	689.5 b
XE/A	496.7 b	695 b	702.7 ab
LSD	117	52.5	23.1

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.3.12 Αποδοτικότητα χρήσης του νερού (WUE)

Στην WUE του *C. cneorum,* στο τέλος του πειράματος, τον Οκτώβριο του 2013, υπήρξε επίδραση του παράγοντα υπόστρωμα. Εντούτοις, τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση παρουσίασαν παρόμοια WUE, με αυτά που αρδεύονταν αραιά σε μη εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 3.3.12).

Πίν. 3.3.12 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στην WUE (g/L) του *C. cneorum* στο τέλος του πειράματος, τον Οκτώβριο του 2013

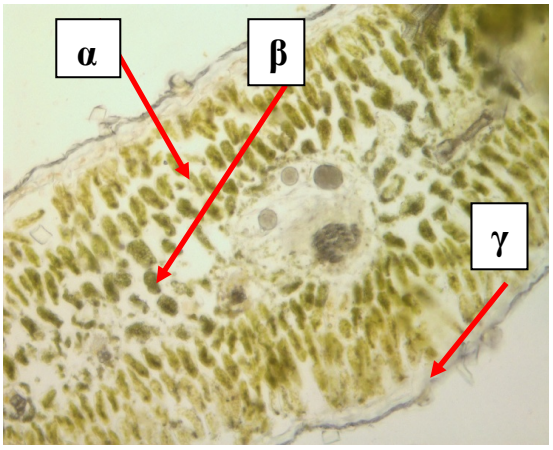
	WUE **Οκτ. 2013**
Fυπ.	*
Fάρδ.	NS
Fυπ.χάρδ.	NS
E	0.91 a
XE	0.50 b
K	0.61 a
A	0.79 a
Std Error	0.04
E/K	0.81 ab
E/A	1.01 a
XE/K	0.42 c
XE/A	0.57 bc
LSD	0.25

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

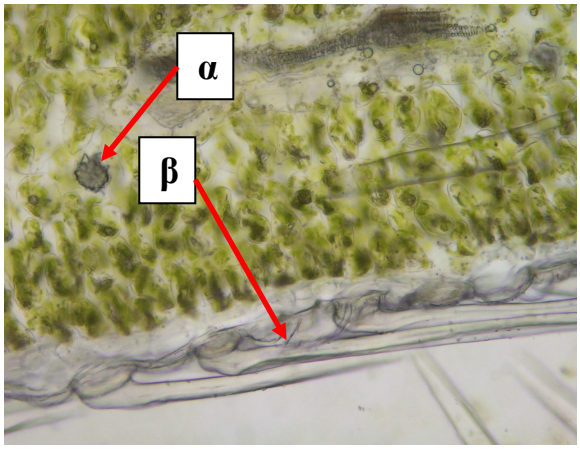
3.3.13 Μορφολογικές και ανατομικές παρατηρήσεις της δομής του ελάσματος

Η μελέτη της ανατομικής διάπλασης των φύλλων του *C. cneorum* πραγματοποιήθηκε μέσω νωπών τομών ψυκτικού μικροτόμου και οπτικού

μικροσκοπίου και στη συνέχεια ελήφθησαν ψηφιακές μικροφωτογραφίες (Εικ. 3.2, 3.3, 3.4 και 3.5).



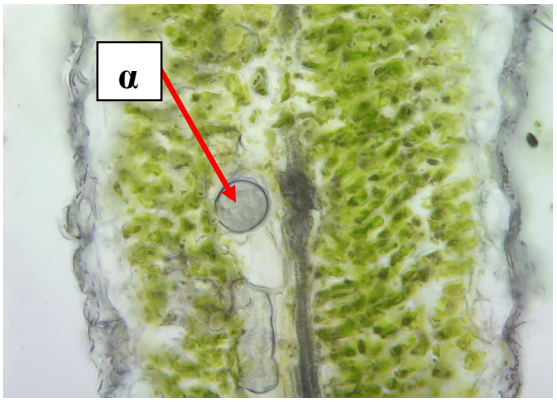
Εικ. 3.2 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *C. cneorum* από φυτό που καλλιεργήθηκε σε εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση α=φωτοσυνθετικά κύτταρα β= κύτταρα εσωτερικού παρεγχύματος γ= εφυμενίδα



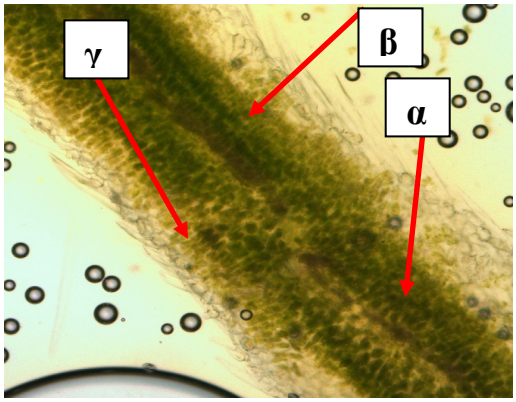
Εικ. 3.3 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *C. cneorum* από φυτό που καλλιεργήθηκε σε εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση α= κυστόλιθος β= τρίχα

Στην Εικ. 3.2, διακρίνεται μη τυπική ανατομική διάπλαση δικότυλου με ενδιάμεσο χαρακτήρα αμφίπλευρου φύλλου-ομοιογενούς φωτοσυνθετικού παρεγχύματος. Τα φωτοσυνθετικά κύτταρα πλησίον των δύο επιφανειών είναι επιμήκη με κάθετο προσανατολισμό, (α) οργανωμένα σε τρεις στοιβάδες κυττάρων. Τα κύτταρα του εσωτερικού παρεγχύματος (β) είναι ακανόνιστου σχήματος με κανονικούς προσανατολισμούς. Οι επιδερμίδες του ελάσματος του *C. cneorum*, είναι σχετικά λεπτές με διακριτή εφυμενίδα (γ), ενώ φέρουν μη-αδενώδεις μηχανικές τρίχες ιδιαίτερα μεγάλου μήκους (Εικ. 3.3, β) οι οποίες ευθύνονται για τον έντονο χνοασμό, ο οποίος προστατεύει το φυτό κατά τις περιόδους υδατικής καταπόνησης.

Στην Εικ. 3.3, εγκάρσιας τομής φύλλου, από φυτό που καλλιεργήθηκε σε εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση φαίνονται έντονα ένας κυστόλιθος (α), οι τρίχες (β), το φωτοσυνθετικό παρέγχυμα το οποίο είναι περισσότερο συμπαγές με μικρότερους αέριους χώρους και οι χλωροπλάστες. Στην Εικ. 3.3 διακρίνεται ο σχετικά μικρός κυστόλιθος ενώ η προσαξονική επιδερμίδα φέρει μακριές μηχανικές τρίχες. Οι κυστόλιθοι αποτελούνται συνήθως από κυτταρίνη και άμορφα τοιχωματικά υλικά όπου εναποτίθεται ανθρακικό ασβέστιο.



Εικ. 3.4 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *C. cneorum* από φυτό που καλλιεργήθηκε σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση α= κυστόλιθος **200 μm**



Εικ. 3.5 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *C. cneorum* από φυτό που καλλιεργήθηκε σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση α= φωτοσυνθετικός ιστός β= εσωτερικό του φύλλου έντονο πράσινο γ= κιτρινωπή εξωτερική στρώση παρεγχύματος **500 μm**

Στην Εικ. 3.4, φαίνεται επιμήκης τομή μιας ηθμαγγειώδους δεσμίδας και πιθανά ένας κυστόλιθος (α). Ενώ συνήθως ο κυστόλιθος είναι κάτω από την επιδερμίδα, εδώ είναι στον ηθμό, έγκλειστος σε μια μεμβράνη, πιθανώς για να προστατεύεται με αυτόν τον τρόπο. Το φωτοσυνθετικό παρέγχυμα φαίνεται να είναι περισσότερο συνεκτικό από ότι στα φύλλα των φυτών υπό κανονική άρδευση.

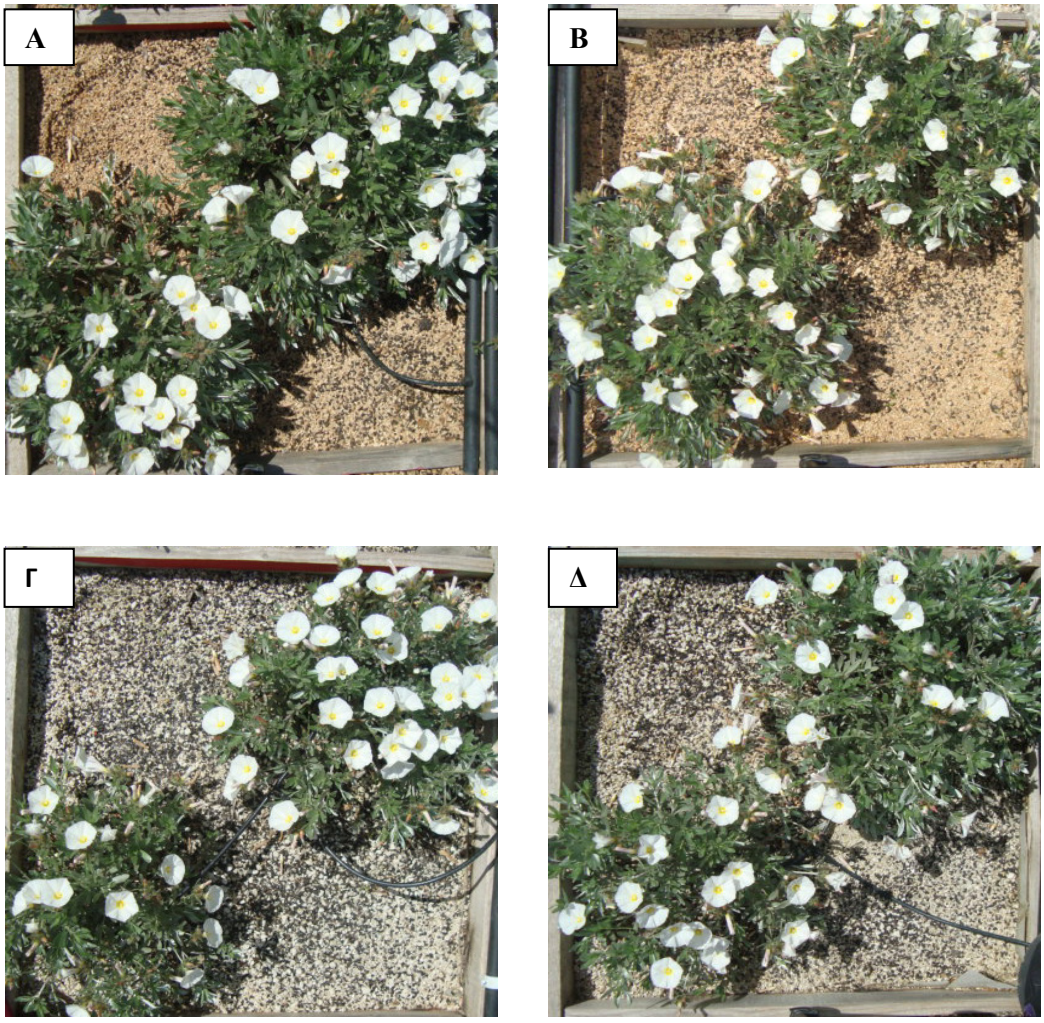
Στην Εικ. 3.5 ο φωτοσυνθετικός ιστός φαίνεται πιο συμπαγής (α), ενώ το πράσινο στο εσωτερικό του φύλλου είναι πιο έντονο (β). Η εξωτερική στρώση παρεγχυματικών κυττάρων είναι κάπως κιτρινωπή (γ). Οι εξωτερικοί χλωροπλάστες φαίνονται προσαρμοσμένοι σε υψηλό φωτισμό, ενώ οι εσωτερικοί χλωροπλάστες σε χαμηλότερο. Δίπλα στην ηθμαγγειώδη δεσμίδα το πράσινο (χλωροφύλλη) εντοπίζεται πιο έντονο.

3.3.14 Οπτική παρατήρηση πειραματικών τεμαχίων

Όπως φαίνεται και στις Εικ. 3.6 και 3.7 ο *C. cneorum* και μετά από 21 μήνες καλλιέργειας αλλά και στο τέλος του πειράματος, σε όλες τις επεμβάσεις ανέπτυξε ικανοποιητική εδαφοκάλυψη και ομοιόμορφη κόμη θολωτή (ημισφαιρική), ιδίως μετά το κλάδεμα των φυτών, το Δεκέμβριο του 2012. Αν και τα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο εδαφικό υπόστρωμα, ανέπτυξαν περισσότερους πλάγιους βλαστούς συγκριτικά με

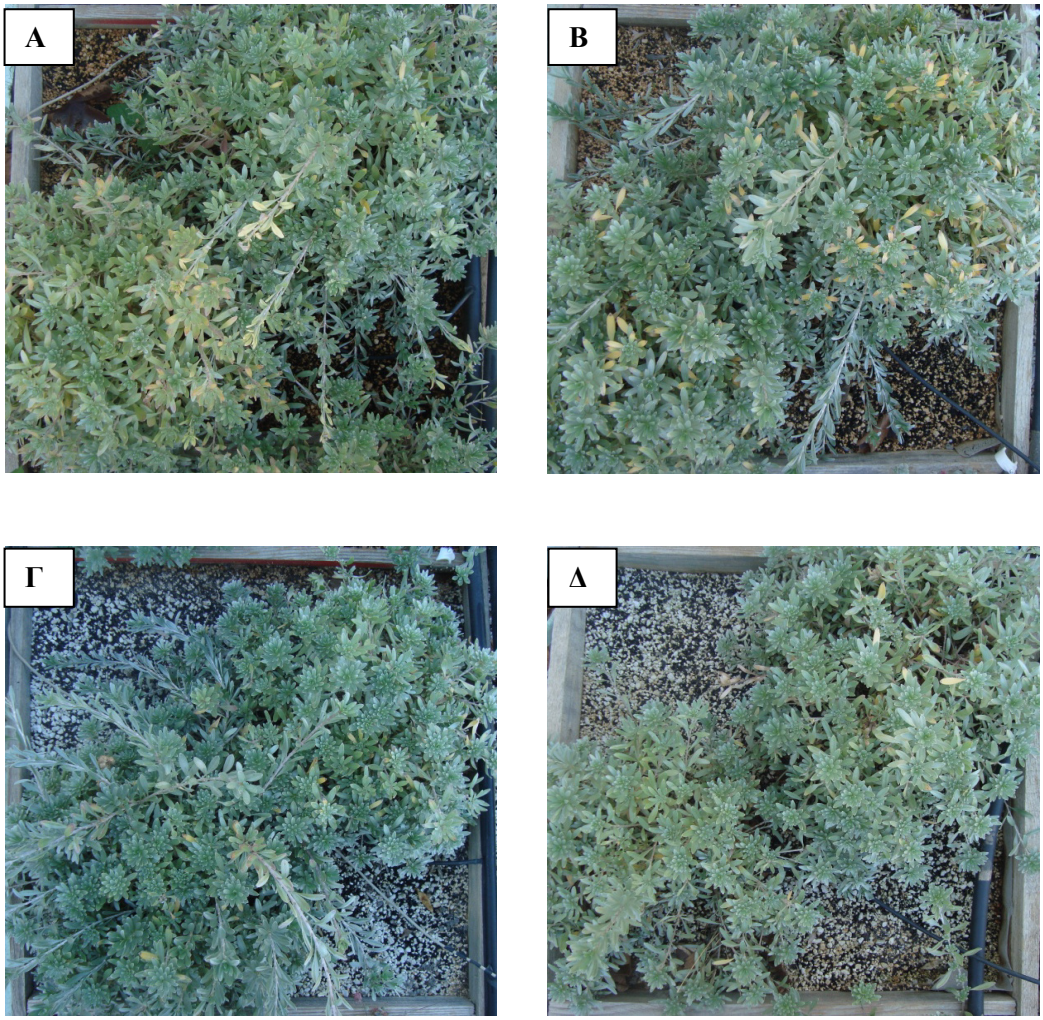
αυτά που καλλιεργήθηκαν στο μη εδαφικό, η μέση διάμετρός όλων των φυτών έφθασε σχεδόν το μέγεθος της διαμέτρου που αναπτύσσουν τα φυτά στη φύση (Blamey και Grey-Wilson, 1988).

Τα φυτά σε όλες τις επεμβάσεις ξέφυγαν από τα όρια των πειραματικών τεμαχίων, επιτυγχάνοντας οριζόντια ανάπτυξη, χωρίς να αναπτύσσουν υπερβολικό ύψος, χαρακτηριστικά που ικανοποιούν τις προϋποθέσεις ενός φυτοδώματος εκτατικού τύπου.



Εικ. 3.6 Ανάπτυξη φυτών *C. cneorum* μετά από 21 μήνες καλλιέργειας, τον Απρίλιο του 2013, Α. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και κανονική άρδευση, Β. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και αραιή άρδευση, Γ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και κανονική άρδευση, Δ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και αραιή άρδευση (16/4/2013)

Πρέπει να σημειωθεί ότι το συγκεκριμένο φυτικό είδος επιτυγχάνει εντυπωσιακή άνθηση, η οποία δείχνει ακόμη εντυπωσιακότερη στη θολωτή (ημισφαιρική) κόμη του φυτού. Επίσης το *C. cneorum* φάνηκε να είναι ιδιαίτερα αγαπητό στην εντομοπανίδα (Παράρτημα ΙΙ).



Εικ. 3.7 Ανάπτυξη φυτών *C. cneorum* L. Α. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και κανονική άρδευση Β. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και αραιή άρδευση Γ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και κανονική άρδευση Δ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και αραιή άρδευση (20/10/2013)

Κατά τη διάρκεια του πειράματος (Ιουλ. 2011 – Οκτώβ. 2013), δεν παρατηρήθηκε αυτοσπορά του *C. cneorum*. Επίσης, μετά το τέλος του πειράματος, όπου κόπηκε το υπέργειο μέρος των φυτών για τον υπολογισμό νωπού και ξηρού βάρους, σε δύο πειραματικά τεμάχια, που υπήρχε ένα φυτό και δεν υπολογίστηκε το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος, δεν παρατηρήθηκε αναβλάστηση των φυτών στο δώμα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

3.3.15 Συζήτηση

Το *C. cneorum*, εγκαταστάθηκε επιτυχώς στο φυτοδώμα σε όλες τις επεμβάσεις, παρότι η φύτευση έγινε τον Ιούλιο του 2011, έναν από τους πιο θερμούς και ξηρούς μήνες του έτους, με μέση μηνιαία θερμοκρασία 28,7 ^{o}C, καθόλου βροχόπτωση και μέση μηνιαία υγρασία μόλις 47,7 % (Σχ. 3.1.1 και Σχ. 3.1.2). Η πορεία της ανάπτυξής του ήταν εξαιρετική, ενώ δεν παρουσίασε καμία προσβολή από εντομολογικές ή άλλες ασθένειες. Πιθανό να ενισχύει την άμυνά του, η ύπαρξη των γαλακτοφόρων σωλήνων και το γεγονός ότι είναι δηλητηριώδες φυτό (Hartman, 1977, Fineran *et al.*, 1988). Σύμφωνα με τους Κωνσταντινίδη και Γκατζογιάννη (2001), κάποια αυτοφυή περιέχουν δηλητηριώδεις ουσίες για να μην επιτρέπουν τη βόσκησή τους από τα ζώα, δηλαδή ως μηχανισμό προσαρμογής ώστε να επιβιώσουν στις Μεσογειακές οικολογικές συνθήκες, όπου η φυτοφαγία συνεπάγεται συχνά δυσαναπλήρωτες απώλειες για τα φυτά.

Η αύξηση της διαμέτρου ενός φυτού αποτελεί ένα κρίσιμο χαρακτηριστικό, για την καταλληλότητά του σε εκτατικού τύπου φυτοδώματα, εφόσον είναι επιθυμητή η γρήγορη κάλυψη της επιφάνειας του εδάφους από τα φυτά (Molineux *et al.*, 2009).

Παρατηρώντας την αύξηση της διαμέτρου κατά τη διάρκεια της 27μηνης καλλιέργειας του φυτού (Σχ. 3.3.1, Πίν. 3.3.1), μπορεί να διαπιστώσει κανείς πως την πρώτη περίοδο καταπόνησης (καλοκαίρι 2011) και κατά το ακόλουθο φθινόπωρο, το μέγεθος της διαμέτρου ευνοήθηκε ισχυρά από το εδαφικό υπόστρωμα. Έχει δειχθεί πειραματικώς ότι υποστρώματα που περιέχουν έδαφος, όταν επικρατεί ξηρασία, έχουν υψηλότερη ικανότητα συγκράτησης υγρασίας (Nektarios *et al*., 2011).

Το παρόμοιο pH των υποστρωμάτων κατά τη φύτευση αλλά και στο τέλος του πειράματος (Πίν. 3.2.1), αποκλείει διαφορετική απορρόφηση θρεπτικών στα δύο υποστρώματα. Κατά τη διάρκεια της άνοιξης και μέχρι τον Ιούλιο του 2012 τα φυτά σε μη εδαφικό υπόστρωμα ανέπτυξαν μεγαλύτερη διάμετρο κι έφτασαν σε μέγεθος εκείνα που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα (Σχ. 3.3.1, Πίν. 3.3.1). Τα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο εδαφικό υπόστρωμα, ανέπτυξαν περισσότερους πλάγιους βλαστούς συγκριτικά με αυτά που καλλιεργήθηκαν στο μη εδαφικό (Πίν. 3.3.3, Σχ. 3.3.3.1, Σχ. 3.3.3.2), οπότε συμπεραίνουμε ότι η επιμήκυνση αυτών και η ανθοφορία της άνοιξης, που ήταν έντονη ιδίως στο εδαφικό υπόστρωμα, εμπόδισε την επιμήκυνση των κύριων βλαστών και επομένως την οριζόντια ανάπτυξη των φυτών.

Κατά την περίοδο καλοκαίρι 2011 – φθινόπωρο 2012, το ύψος των φυτών, αντίθετα από τη διάμετρο, δεν επέδειξε διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, αν και

υπήρχε ένδειξη υψηλότερων φυτών στο εδαφικό υπόστρωμα συνδυαζόμενο με κανονική άρδευση, συγκρινόμενα με αυτά που καλλιεργήθηκαν σε μη εδαφικό υπόστρωμα, ανεξαρτήτως άρδευσης (Σχ. 3.3.2, Πίν. 3.3.2). Αυτό απεδείχθη στατιστικά μόνο τον Μάιο του 2012. Το Δεκέμβριο του 2012, όλα τα φυτά κλαδεύτηκαν ώστε να αποφευχθεί η υπερκάλυψη των πειραματικών τεμαχίων. Τον επόμενο χειμώνα και την άνοιξη, τα φυτά φάνηκε πως αναπτύσσονταν γρηγορότερα στο εδαφικό υπόστρωμα, ενώ την τρίτη περίοδο υδατικής καταπόνησης όπου εφαρμοζόταν και πάλι διαφορετική συχνότητα άρδευσης, η ανάπτυξη των φυτών ήταν μεγαλύτερη στο εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση, συγκρινόμενα ιδίως με εκείνα που καλλιεργήθηκαν στο μη εδαφικό υπόστρωμα με αραιή άρδευση (Σχ. 3.3.2, Πίν. 3.3.2).

Η r_s του *C. cneorum* ήταν ιδιαίτερα αυξημένη τον Ιούλιο και τον Αύγουστο του 2012 και του 2013 μία μέρα πριν την άρδευση στα φυτά που αρδεύονταν αραιά (Πίν. 3.3.7.1, Σχ. 3.3.7.2). Το ίδιο συνέβη και σε πείραμα που αφορούσε τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά *Ballota acetabulosa, Helichrysum orientale, Melissa officinalis, Rosmarinus officinalis* και *Salvia fruticosa,* σε σύστημα παρόμοιο με συνθήκες φυτοδώματος, δηλαδή τα φυτά που αρδεύονταν αραιά είχαν τις υψηλότερες τιμές r_s (Kokkinou *et al.*, 2016). Μια μέρα μετά την άρδευση οι τιμές της έπεφταν σε φυσιολογικά επίπεδα, σε όλες τις επεμβάσεις. Σε πείραμα που αφορούσε στο είδος *Rosa "Eurored"*, οι Bolla *et al*. (2009), συμπέραναν ότι τα φυτά διατηρούσαν τις φυσιολογικές διεργασίες τους και μετά την υδατική καταπόνηση λόγω συνδυασμού στοματικών και μη στοματικών παραγόντων και πιθανής ρύθμισης των υδατικών σχέσεων και των μεταβολικών διεργασιών των φυτών, μέσω συσσώρευσης των οργανικών και μη, εν διαλύσει ουσιών (υδατάνθρακες και ιόντα), οι οποίες χρησιμεύουν ως ωσμωρρυθμιστές και διατηρούν ενεργές τις στοματικές κινήσεις. Μια Στο *C. cneorum* μία μέρα μετά την άρδευση, υπήρχε μεγαλύτερη ομοιομορφία μεταξύ των τιμών των επεμβάσεων, με τις μεγαλύτερες τιμές να τις διατηρούν οι επεμβάσεις με αραιή άρδευση. Οι τιμές της r_s το Σεπτέμβριο 2012 επανήλθαν στις χαμηλές τους τιμές υποδεικνύοντας το τέλος της υδατικής καταπόνησης, (Πίν. 3.12, Σχ. 3.15).).

Η r_s επηρεαζόταν και από το είδος του υποστρώματος. Ήταν μεγαλύτερη στα φυτά που καλλιεργούντο στο εδαφικό υπόστρωμα. Αυτό οφειλόταν πιθανώς εν μέρει στη (Πίν. 3.3.7.2, Σχ. 3.3.7.3). μεγαλύτερη εξατμισοδιαπνοή των φυτών αυτών, λόγω της μεγαλύτερης υπέργειας βιομάζας τους, ιδίως όταν αρδεύονταν κανονικά.

Οι τιμές της Φ_{PSIIo} μία μέρα πριν την άρδευση, ήταν χαμηλές σε όλες τις επεμβάσεις, ακολουθώντας την αύξηση της r_s, μάλλον οφειλόμενη στη μειωμένη

παροχή CO_2 στα κέντρα καρβοξυλίωσης (Πίν. 3.3.8.1, Σχ. 3.3.8.1). Ωστόσο, το μέγεθος της μείωσης της Φ_{PSIIo}, υπό υδατική καταπόνηση, υποδεικνύει ότι η φωτοχημεία του PSII ήταν λειτουργικά ανεξάρτητη από τις πειραματικές επεμβάσεις. Επιπλέον η ανάκαμψη των τιμών της Φ_{PSIIo} μετά την άρδευση σε φυσιολογικά επίπεδα κατά τη διάρκεια όλων των περιόδων υδατικής καταπόνησης (Πίν. 3.3.8.2, Σχ. 3.3.8.2), υποδεικνύει ότι δεν υπήρξε μόνιμη φωτοαναστολή λόγω της αραιής άρδευσης και στα δύο είδη υποστρώματος. Μια πτώση στις τιμές τον Φεβρουάριο του 2013 μπορεί να οφείλεται και στις χαμηλές θερμοκρασίες της εποχής. Η Φ_{PSIIo} ως παράμετρος, χρησιμοποιήθηκε για να εξετασθεί εάν υφίσταται βλάβη στη φωτοσυνθετική συσκευή. Ήπια υδατική καταπόνηση ενδέχεται να προκαλέσει μείωση της παραμέτρου, σχετική με τη μείωση των παραμέτρων ανταλλαγής αερίων, ενώ η έντονη υδατική καταπόνηση προκαλεί συνήθως έντονες αλλαγές στην παράμετρο Φ_{PSIIo} (Posch & Bennett, 2009). Μια μέρα μετά την άρδευση σε όλες τις επεμβάσεις οι τιμές της Φ_{PSIIo} εμφανίζονταν ελαφρώς αυξημένες. Και μάλιστα υπήρχε ομοιομορφία μεταξύ των τιμών των επεμβάσεων (Πίν. 3.3.8.2, Σχ. 3.3.8.2). Έχει αναφερθεί ότι φυτά που υπόκεινται σε υδατική καταπόνηση, μετά την άρδευση, αναλαμβάνουν, όπως στην περίπτωση του *Eucalyptus globulus* (Correia *et al.*, 2013). Η Φ_{PSIIo} ήταν στα χαμηλότερα επίπεδα το Μάιο 2012, όταν τα φυτά έβγαιναν από μια μακρά περίοδο μη άρδευσης (Πίν. 3.3.8.1).

Παρά την ευνοϊκή επίδραση του εδαφικού υποστρώματος, σε όλες τις επεμβάσεις, τα φυτά ανέπτυξαν πολύ ικανοποιητικό μέγεθος, καλύπτοντας πλήρως την επιφάνεια των πειραματικών τεμαχίων και η μέση διάμετρός τους έφθασε σχεδόν το μέγεθος της διαμέτρου που αναπτύσσουν τα φυτά στη φύση (Blamey & Grey-Wilson, 1988). Η διάμετρος θεωρείται ισχυρός δείκτης επιτυχούς ανάπτυξης των φυτών στα φυτοδώματα (Molineux *et al.*, 2009). Η χρήση της κομπόστας από στέμφυλα οινοποιίας και στα δύο υποστρώματα σε ποσοστό 30 %, ποσοστό κατάτι υψηλότερο απ' ότι συνηθίζεται σε υποστρώματα φυτοδωμάτων (Nagase & Dunnett, 2011), είχε ως αποτέλεσμα την έλλειψη ανάγκης για λίπανση των φυτών. Το υψηλό περιεχόμενο σε Κ της κομπόστας (Πίν. 3.2.2), ήταν πιθανό να ενίσχυσε την ανάπτυξη των φυτών, ειδικά λόγω των ξηροθερμικών συνθηκών στο φυτοδώμα (Cakmak, 2005, Egilla *et al.*, 2001).

Το υπόστρωμα με έδαφος ευνόησε την έκπτυξη πλαγίων βλαστών, την τελική μέση διάμετρο και το τελικό ύψος του υπέργειου μέρους του φυτού, καθώς και το ν.β. και το ξ.β. του υπέργειου μέρους του φυτού, ενώ φάνηκε πως η συχνότητα άρδευσης δεν επηρέασε τα παραπάνω (Πίν. 3.10.1). Σύμφωνα και με προηγούμενες μελέτες σε Μεσογειακά ξηροφυτικά είδη που καλλιεργήθηκαν σε φυτοδώμα σε ρηχό υπόστρωμα

(Papafotiou *et al.*, 2012, 2013), όπως στην παρούσα Διατριβή, η μειωμένη άρδευση κατά τους θερινούς μήνες, δεν οδήγησε σε σημαντική μείωση της ανάπτυξης των φυτών. Λόγω του ότι οι ρίζες μπορούσαν να αντλούν νερό άμεσα από το σύστημα υποδομής φυτοδώματος, συμπεραίνουμε ότι η υγρασία του υποστρώματος δεν επηρέασε τόσο σημαντικά την ανάπτυξη. Προφανώς αυτό είναι μέρος των πλεονεκτημάτων του να χρησιμοποιεί κανείς τη συγκεκριμένη υποδομή φυτοδώματος, διότι κατά την περίοδο υδατικής καταπόνησης επιτρέπει την επαναχρησιμοποίηση μεγάλου μέρους του νερού της άρδευσης από τα φυτά, επηρεάζοντας σημαντικά την ποσότητα διαθέσιμου νερού γι' αυτά, ειδικά στα ρηχά υποστρώματα (Savi *et al.*, 2013).

Τα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο εδαφικό υπόστρωμα και αρδεύονταν κανονικά κατά τη διάρκεια των τριών περιόδων υδατικής καταπόνησης, στο τέλος του πειράματος ανέπτυξαν μεγαλύτερη διάμετρο συγκριτικά με εκείνα που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος (Πίν. 3.3.1). Σε πείραμα που αφορούσε στο είδος *Thymus citriodorus*, το ύψος και η διάμετρος των φυτών, φάνηκε να επηρεάζεται θετικά από την παρουσία εδάφους στο υπόστρωμα, ανεξαρτήτως άρδευσης (Αδάμη, 2016).

Στο τέλος του πειράματος, σε όλα τα πειραματικά τεμάχια το ριζικό σύστημα με το υπόστρωμα δημιούργησαν ένα παχύ στρώμα, οπότε δεν ήταν εμφανείς οπτικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και αυτό φάνηκε και στη στατιστική ανάλυση που αφορούσε στο ξ.β. του ριζικού συστήματος (Πίν. 3.3.6, Σχ. 3.3.6). Ενδεχομένως, η μέθοδος που αναγκαστικά χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό του, δεν είναι τόσο αξιόπιστη, εφόσον πάρθηκε δείγμα και όχι το σύνολο του ριζικού συστήματος. Πάντως, σύμφωνα με προηγούμενα πειραματικά αποτελέσματα δεν υπάρχουν πάντα διαφορές στα ριζικά συστήματα φυτών που χρησιμοποιούνται ως μάρτυρες συγκριτικά με εκείνα που υφίστανται υδατική καταπόνηση (Souza *et al.*, 2010).

Η άνθηση ήταν άφθονη ιδίως τη δεύτερη χρονιά, το 2013, διήρκησε από τα μέσα Μαρτίου έως τα τέλη του Μαΐου, με αποκορύφωση τον Απρίλιο. Τον πρώτο χρόνο, την ευνόησε το εδαφικό υπόστρωμα, ενώ το δεύτερο καμία επέμβαση δεν διαφοροποιήθηκε ως προς την άνθηση (Πίν. 3.3.4, Σχ. 3.3.4).

Τον Ιούλιο του 2013 κι ενώ το πείραμα είχε διαρκέσει αρκετά ώστε να έχει επέλθει εγκλιματισμός των φυτών, η $Chl_{ολ}$ ήταν μικρότερη στο υπόστρωμα χωρίς έδαφος που αρδευόταν αραιά (Πίν. 3.3.9). Οι μετρήσεις του προηγούμενου έτους δεν έδειξαν κάτι σημαντικό. Φαίνεται πως η υδατική καταπόνηση οδήγησε σε σταδιακή μείωση της χλωροφύλλης, όπως έδειξαν και τα αποτελέσματα πειράματος που αφορούσε το είδος *Vigna radiate* (Gheek Batra *et al.*, 2014).

Το RWC του *C. cneorum,* ήταν χαμηλό, μόνο τον Ιούλιο του 2013, στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση (Πίν. 3.3.10). Η φωτοσυνθετική και φυσιολογική δραστηριότητα του είδους *Ziziphus jujuba*, παρέμενε σε υψηλά επίπεδα μόνο εφόσον το RWC κυμαινόταν μεταξύ 56 και 80% (Xia *et al.*, 2014). Στο *C. cneorum* φάνηκε ότι παρότι τον Ιούλιο του 2013 το RWC κυμαινόταν μεταξύ 37 και 47%, δεν υπήρξαν μη αντιστρέψιμες φυσιολογικές μεταβολές στο συγκεκριμένο είδος.

Το πάχος του ελάσματος φύλλου το οποίο μετρήθηκε το Σεπτέμβριο του 2012, ήταν αυξημένο στις επεμβάσεις της εφαρμογής αραιής άρδευσης (Πίν. 3.3.11). Η WUE του *C. cneorum,* στο τέλος του πειράματος, τον Οκτώβριο του 2013, ευνοήθηκε από το εδαφικό υπόστρωμα. Εντούτοις, τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση παρουσίασαν παρόμοια WUE, με αυτά που αρδεύονταν αραιά σε μη εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 3.3.12), διότι φυτικά είδη με ανθεκτικότητα στην υδατική καταπόνηση, είναι σε θέση να διατηρήσουν την WUE σε ικανοποιητικό επίπεδο (Yu *et al*., 2020). Στον Πίνακα 3.10.2 διαπιστώνεται, ότι στον αριθμό πλαγίων βλαστών και ταξιανθιών, στο νωπό και ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους του φυτού στην r_s πριν και μετά την άρδευση, στην Φ_{PSIIo} πριν την άρδευση, στο πάχος του ελάσματος, καθώς και στην WUE, οι μέσοι της επέμβασης εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση, δεν διέφεραν από τους μέσους της επέμβασης που συνδύαζε μη εδαφικό υπόστρωμα με αραιή άρδευση.

Συνοπτικά, παρατηρώντας τον Πίν. 3.10.1 που αποτυπώνει την επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος στις παραμέτρους ανάπτυξης, συμπεραίνεται ότι τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα ανέπτυξαν μεγαλύτερο τελικό ύψος, τελική μέση διάμετρο, ν.β. και ξ.β. του υπέργειου μέρους του φυτού και περισσότερους βλαστούς στο τέλος του πειράματος από το μη εδαφικό υπόστρωμα. Επίσης το εδαφικό υπόστρωμα ευνόησε τη $Chl_{ολ}$ και την WUE, την πρώτη σε συνδυασμό με την κανονική άρδευση. Σε συνδυασμό με αραιή άρδευση προκάλεσε μεγαλύτερες τιμές r_s μία μέρα πριν την άρδευση. Πιθανώς να συνέβη αυτό, διότι τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα ήταν πιο ανεπτυγμένα. Η συχνότητα άρδευσης δεν έπαιξε σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του φυτού, όπως έχει δειχθεί και σε προηγούμενες μελέτες που αφορούσαν υδατική καταπόνηση αυτοφυών σε συνθήκες φυτοδώματος (Καψάλη, 2013, Nektarios *et al.*, 2011). Ίσως διότι υπήρχε διαρκής και έντονη εξάτμιση και στα κανονικώς αρδευόμενα πειραματικά τεμάχια κατά τους ξηροθερμικούς μήνες.

Όμως μπορεί να οφείλεται και στην αντοχή του *C. cneorum*, λόγω της μορφολογίας του. Η κανονική άρδευση ευνόησε το RWC (Πίν. 3.10.1).

Παρατηρώντας τα μορφολογικά και ανατομικά χαρακτηριστικά του ελάσματος (Εικ. 3.2, 3.3, 3.4 και 3.5), αξίζει να σταθεί κανείς στις μη-αδενώδεις μηχανικές τρίχες ιδιαίτερα μεγάλου μήκους οι οποίες ευθύνονται για τον έντονο χνοασμό, καθώς και στην ύπαρξη κυστόλιθων. Οι Tooulakou *et al.,* 2016, απέδειξαν ότι οι κρύσταλλοι οξαλικού ασβεστίου στα φύλλα, μπορούν να λειτουργήσουν ως μια βιοχημική δεξαμενή που συλλέγει μη ατμοσφαιρικό άνθρακα, κυρίως κατά τη διάρκεια της νύχτας. Κατά τη διάρκεια της ημέρας, η αποικοδόμηση κρυστάλλων παρέχει συμπληρωματικά άνθρακα για τη φωτοσυνθετική αφομοίωση, ειδικά υπό συνθήκες ξηρασίας. Αυτό το νέο φωτοσυνθετικό μονοπάτι, με την προτεινόμενη ονομασία «φωτοσύνθεση συναγερμού», φαίνεται να παρέχει μια σειρά από προσαρμοστικά πλεονεκτήματα όπως η υδατική οικονομία, ο περιορισμός των απωλειών άνθρακα στην ατμόσφαιρα και η προστασία του φωτοσυστήματος ΙΙ, ρόλοι που δικαιολογούν την παρουσία των κυτταρικών εγκλείστων στα φυτά. Έχει αποδειχθεί ότι οι κυστόλιθοι δεν αποτελούν μια στατική δεξαμενή αποθήκευσης ιόντων ασβεστίου και άνθρακα, αλλά ένα δυναμικό σύστημα, το οποίο έχει τη δυνατότητα να αποδώσει εκ νέου τον αποθηκευμένο άνθρακα στο κυτταρικό περιβάλλον, όταν αυτό το επιβάλλουν οι συνθήκες. Υπάρχουν ενδείξεις, ότι η λειτουργία των φερόντων κυττάρων των λιθοκύστεων, συνδέεται κυρίως με την αντιμετώπιση αντίξοων συνθηκών, όπως η υδατική καταπόνηση (Ρέππα, 2013).

Προστατευτικό ρόλο στις αντίξοες συνθήκες, παίζουν ορισμένοι μορφολογικοί και ανατομικοί χαρακτήρες, οι οποίοι συμβάλλουν στη συγκράτηση της υπεριώδους ακτινοβολίας, όπως το πυκνό στρώμα τριχών, οι επιεφυμενιδικοί κηροί και τα παχιά κυτταρικά τοιχώματα των επιδερμικών και υποδερμικών κυττάρων (Καραμπουρνιώτης *et al.*, 2012). Εδώ ίσως οι μη αδενώδεις τρίχες, να σταματούν, σαν είδος μηχανικού, οπτικού και χημικού φράγματος, προστατεύοντας τα φύλλα από την προσβολή εντόμων ή παθογόνων, καθώς και από την υπεριώδη ακτινοβολία (Karabourniotis & Fasseas 1996, Καραμπουρνιώτης, 2003).

Από την εικόνα που παρουσίαζαν τα πειραματικά τεμάχια μετά από 21 μήνες καλλιέργειας (Εικ. 3.6 Α, Β, Γ και Δ) φαίνεται η εντυπωσιακή άνθηση και το ότι στο τέλος του πειράματος (Εικ. 3.7 Α, Β, Γ και Δ), η ανάπτυξη των φυτών ήταν παρόμοια σε όλες τις επεμβάσεις. Το ύψος δεν ήταν υπερβολικά μεγάλο και η διάμετρος πολύ ικανοποιητική.

Παρόλο που η υδατική καταπόνηση εφαρμόστηκε από την αρχή σχεδόν της εγκατάστασης του πειράματος, γεγονός που έχει συνήθως δυσμενείς επιπτώσεις στην ανάπτυξη των φυτών (Thuring *et al.*, 2010), στην περίπτωση του *C. cneorum*, η ανάπτυξη ήταν αρκετά ικανοποιητική και αποδεικνύει ότι το είδος αυτό είναι αρκετά ανθεκτικό.

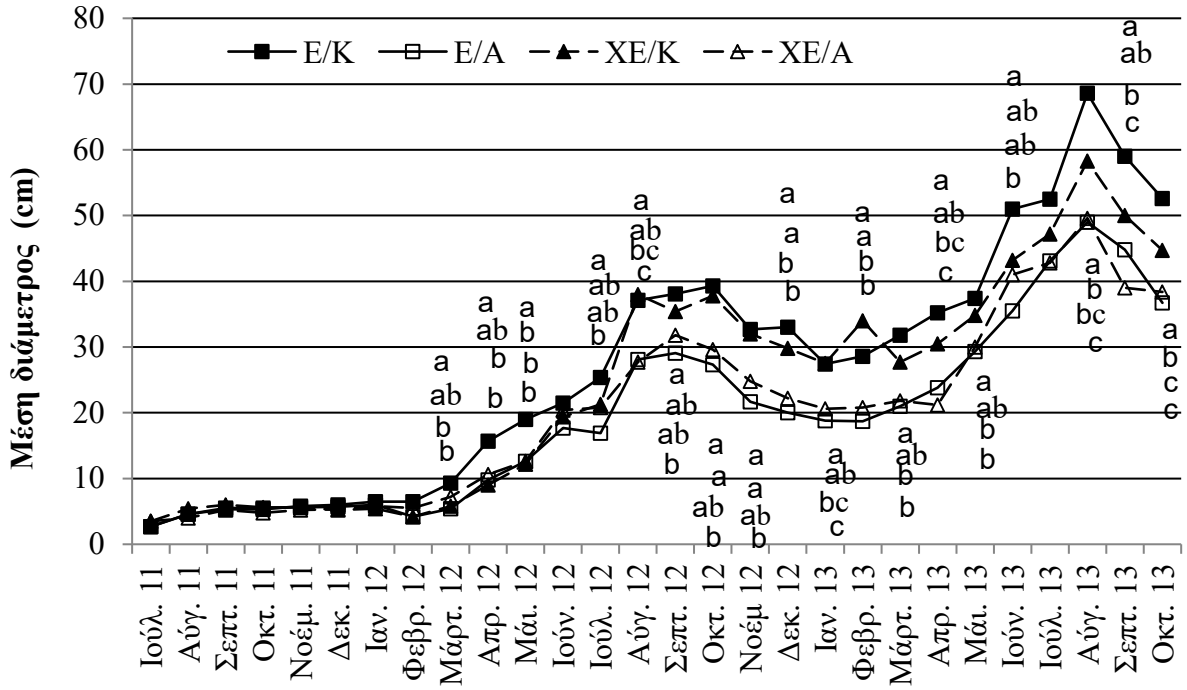
Από τα παραπάνω, το είδος *C. cneorum* αποδείχθηκε κατάλληλο για χρήση σε εκτατικού τύπου φυτοδώματα, στις περιοχές της Ανατολικής Μεσογείου, ακόμη και σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος, ελαφρύ, με μειωμένη άρδευση, συνεισφέροντας στη μείωση της κατανάλωσης νερού και το βάρος κατασκευής, καθώς και στη διατήρηση του τοπικού χαρακτήρα και της βιοποικιλότητας. Το *C. cneorum* είναι ένα μη επεκτατικό είδος και έτσι μπορεί να εισαχθεί και στη βιομηχανία των φυτοδωμάτων σε άλλες περιοχές με Μεσογειακό κλίμα.

3.4 Αποτελέσματα για το φυτικό είδος *Origanum dictamnus*

Η εγκατάσταση του πειράματος έγινε το 1ο δεκαήμερο του Ιουλίου του 2011 σε πειραματικά τεμάχια οριοθετημένα με ξύλινα διαχωριστικά στην ανατολική πλευρά του πειραματικού φυτοδώματος του Γ.Π.Α. πάνω από το εστιατόριο και η λήξη τον Οκτώβριο του 2013. Για μία εβδομάδα τα φυτά προσαρμόστηκαν στις νέες συνθήκες και από τότε ξεκίνησε η πειραματική μελέτη. Οι επεμβάσεις άρδευσης άρχισαν άμεσα και διακόπτονταν κάθε χρόνο περί τα μέσα Οκτωβρίου. Κατά τους ξηροθερμικούς μήνες του 2011 και του 2012, εφαρμόστηκαν δύο συχνότητες άρδευσης, ήτοι κάθε 5 ημέρες η κανονική και κάθε 7 ημέρες η αραιή, ενώ κατά τους ξηροθερμικούς μήνες του 2013 η κανονική άρδευση προσδιορίστηκε στις 4 ημέρες και η αραιή στις 6, καθώς τα φυτά ήταν μεγαλύτερα και είχαν μεγαλύτερες απαιτήσεις σε υγρασία.

3.4.1 Ανάπτυξη μέσης διαμέτρου

Η ανάπτυξη της μέσης διαμέτρου του *O. dictamnus,* από την εγκατάσταση του πειράματος (Ιούλιος 2011) και μέχρι τον Φεβρουάριο του 2012 δεν επηρεάστηκε από κανέναν από τους κύριους παράγοντες του πειράματος (Πίν. 3.4.1, Σχ. 3.4.1). Ακόμη και το Σεπτέμβριο του 2011 κι ενώ στο τέλος του Αυγούστου ξεράθηκαν το 16% των φυτών της επέμβασης ΧΕ/Α, το 25% της ΧΕ/Κ, το 8% της Ε/Α και το 16% της Ε/Κ, δεν υπήρξαν διαφορές στους μέσους των επεμβάσεων. Τον Μάρτιο και τον Απρίλιο του 2012 υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων, ενώ ελαφρώς μεγαλύτερη μέση διάμετρο έδωσε η επέμβαση του εδαφικού υποστρώματος σε συνδυασμό με κανονική άρδευση, στατιστικά σημαντική το Μάιο. Κατά τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο του 2012 και πάλι δεν υπήρξε επίδραση κανενός από τους κύριους παράγοντες. Από τον Αύγουστο του 2012, μέχρι και τον Ιούνιο του 2013 υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση. Μεγαλύτερη μέση διάμετρο ανέπτυξαν τα φυτά που αρδεύονταν κανονικά (Πίν. 3.4.1, Σχ. 3.4.1).



Σχ. 3.4.1 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στη μέση διάμετρο (cm) του *O. dictamnus* κατά τη διάρκεια του πειράματος (Ιούλιος 2011 – Οκτώβριος 2013)

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Τον Ιούλιο του 2013 υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων, ενώ οι μέσοι των επεμβάσεων δεν διέφεραν. Τον Αύγουστο του 2013 επέδρασε και πάλι ο παράγοντας άρδευση, με σαφέστατα μεγαλύτερες τιμές διαμέτρου των φυτών που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα και αρδεύονταν κανονικά.

Τον Σεπτέμβριο του 2013 παρατηρήθηκε επίδραση και των δύο κύριων παραγόντων. Ευνοήθηκαν τα φυτά σε εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση. Τέλος, τον Οκτώβριο του 2013, στο τέλος του πειράματος, υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων, ενώ μεγαλύτερο μέσο μέσης διαμέτρου παρουσίασε η επέμβαση εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση (Πίν. 3.4.1, Σχ. 3.4.1).

Πίν. 3.4.1 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στη μέση διάμετρο (cm) του *O. dictamnus* κατά τη διάρκεια του πειράματος (Ιούλιος 2011 – Οκτώβριος 2013)

	Ιούλ. 11	**Αύγ. 11**	**Σεπτ.11**	**Οκτ.11**	**Νοέμ.11**	**Δεκ.11**	**Ιαν.12**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E	2.7 a	4.6 a	5.4 a	5.4 a	5.7 a	5.9 a	6.2 a
XE	3.5 a	4.7 a	5.6 a	5.2 a	5.4 a	5.3 a	5.6 a
K	3.1 a	5.0 a	5.7 a	5.5 a	5.7 a	5.6 a	5.9 a
A	3.1 a	4.3 a	5.3 a	5.2 a	5.4 a	5.5 a	5.9 a
Std Error	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
E/K	2.7 a	4.6 a	5.3 a	5.3 a	5.8 a	6.0 a	6.5 a
E/A	2.7 a	4.6 a	5.5 a	5.5 a	5.6 a	5.7 a	6.0 a
XE/K	3.5 a	5.4 a	6.0 a	5.6 a	5.6 a	5.2 a	5.4 a
XE/A	3.5 a	4.0 a	5.2 a	4.8 a	5.2 a	5.3 a	5.8 a
LSD	1.1	1.7	1.9	1.9	2.1	2.2	2.3

	Φεβ. 12	**Μάρ. 12**	**Απρ. 12**	**Μάι. 12**	**Ιούν. 12**	**Ιούλ. 12**	**Αύγ. 12**
Fυπ.	NS	-	-	NS	NS	NS	NS
Fάρδ.	NS	-	-	NS	NS	NS	*
Fυπ.χάρδ.	NS	*	*	NS	NS	NS	NS
E	5.4 a	7.4 a	12.7 a	15.8 a	19.6 a	21.1 a	32.6 a
XE	4.8 a	6.5 a	9.8 a	12.4 a	19.9 a	21.1 a	32.8 a
K	5.3 a	7.6 a	12.3 a	15.6 a	20.4 a	23.4 a	37.6 a
A	4.9 a	6.3 a	10.2 a	12.6 a	19.1 a	19 a	27.9 b
Std Error	0.5	0.5	0.9	1	1.2	1.1	1.6
E/K	6.5 a	9.3 a	15.7 a	19 a	21.5 a	25.4 a	37.1 ab
E/A	4.2 a	5.4 b	9.8 b	12.6 b	17.7 a	16.9 b	28.1 bc
XE/K	4.2 a	5.8 b	9 b	12.2 b	19.4 a	21.3 ab	38 a
XE/A	5.5 a	7.2 ab	10.6 ab	12.6 b	20.4 a	20.8 ab	27.7 c
LSD	2.3	3.1	5	5.8	5.9	6.5	8.7

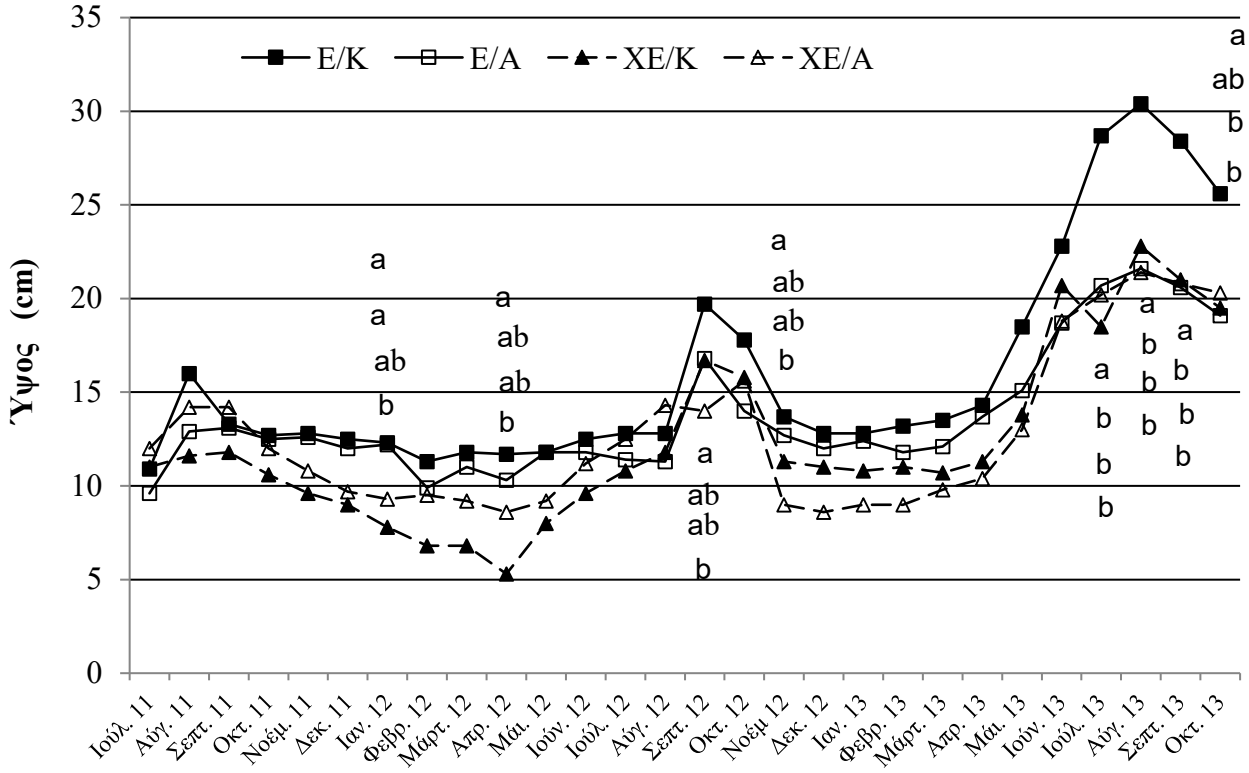
	Σεπτ. 12	**Οκτ. 12**	**Νοέμ. 12**	**Δεκ. 12**	**Ιαν. 13**	**Φεβ. 13**	**Μάρ. 13**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fάρδ.	*	*	*	*	*	*	*
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E	33.6 a	33.3 a	27.2 a	26.5 a	23.1 a	23.6 a	26.4 a
XE	33.6 a	33.7 a	28.4 a	26 a	24 a	27.4 a	24.7 a
K	36.8 a	38.6 a	32.3 a	31.4 a	27.4 a	31.3 a	29.7 a
A	30.5 b	28.4 b	23.2 b	21.1 b	19.7 b	19.7 b	21.4 b
Std Error	1.5	1.8	1.7	1.1	1.1	1.2	1.3
E/K	38.1 a	39.3 a	32.7 a	33 a	27.4 ab	28.6 a	31.8 a
E/A	29.1 b	27.3 b	21.7 b	20 b	18.8 c	18.7 b	21 b
XE/K	35.4 ab	37.8 a	32 a	29.8 a	27.5 a	34 a	27.7 ab
XE/A	31.8 ab	29.6 ab	24.8 ab	22.2 b	20.6 bc	20.8 b	21.8 b
LSD	8.3	11.3	9.3	7.1	6.3	6.4	7.9

	Απρ. 13	**Μάι. 13**	**Ιούν. 13**	**Ιούλ. 13**	**Αύγ. 13**	**Σεπ. 13**	**Οκτ. 13**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS	NS	*	-
Fάρδ.	*	*	*	NS	*	*	-
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*
E	29.5 a	33.3 a	43.2 a	47.8 a	58.8 a	51.9 a	44.6 a
XE	25.8 a	32.4 a	42.1 a	45 a	54 a	44.5 b	41.5 a
K	32.8 a	36.1 a	47.1 a	49.8 a	63.5 a	54.5 a	48.6 a
A	22.5 b	29.6 b	38.2 b	43 a	49.3 b	41.9 b	37.5 b
Std Error	1.3	1.1	1.7	1.9	1.6	1.3	0.9
E/K	35.2 a	37.4 a	51 a	52.5 a	68.6 a	59 a	52.6 a
E/A	23.8 bc	29.3 b	35.5 b	43.1 a	49 c	44.8 b	36.7 c
XE/K	30.5 ab	34.8 ab	43.2 ab	47.2 a	58.3 b	50 ab	44.7 b
XE/A	21.2 c	30 b	41 ab	42.8 a	49.6bc	39 c	38.4 c
LSD	7.3	6.7	8.3	11.1	10.2	5.8	5.7

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

3.4.2 Ανάπτυξη ύψους

Στην ανάπτυξη του ύψους του *O. dictamnus* από την εγκατάσταση του πειράματος και μέχρι το Νοέμβριο του 2011 δεν επέδρασε κανείς από τους κύριους παράγοντες (Πίν. 3.4.2, Σχ. 3.4.2). Τους μήνες Δεκέμβριο του 2011 και Ιανουάριο του 2012, επέδρασε ο παράγοντας υπόστρωμα, με ευνοϊκό για το ύψος το εδαφικό υπόστρωμα. Από τον Φεβρουάριο του 2012 μέχρι και τον Ιούλιο του 2013 και πάλι δεν υπήρξε επίδραση των κύριων παραγόντων, με εξαίρεση τον Νοέμβριο του 2012 που και πάλι το εδαφικό υπόστρωμα ήταν ευνοϊκό για το ύψος των φυτών. Τον Ιούλιο και τον Σεπτέμβριο του 2013 παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση παραγόντων, με την επέμβαση εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση να δίνει υψηλότερα φυτά σε σχέση με τις άλλες επεμβάσεις. Τον Αύγουστο του 2013 επέδρασε ο παράγοντας άρδευση, με ευνοϊκή τη συχνότητα της κανονικής, ενώ στο τέλος του πειράματος τον Οκτώβριο του 2013, δεν υπήρξε επίδραση των κύριων παραγόντων στο ύψος του φυτού (Πίν. 3.4.2, Σχ. 3.4.2).



Σχ. 3.4.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στο ύψος (cm) του *O. dictamnus* κατά τη διάρκεια του πειράματος (Ιούλιος 2011 – Οκτώβριος 2013)

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Πίν. 3.4.2 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο ύψος (cm) του *O. dictamnus* κατά τη διάρκεια του πειράματος (Ιούλιος 2011 – Οκτώβριος 2013)

	Ιούλ. 11	**Αύγ. 11**	**Σεπτ. 11**	**Οκτ. 11**	**Νοέμ. 11**	**Δεκ. 11**	**Ιαν. 12**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS	NS	*	*
Fάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E	10.2 a	14.4 a	13.2 a	12.6 a	12.7 a	12.2 a	12.3 a
XE	11.5 a	12.9 a	13 a	11.3 a	10.2 a	9.3 b	8.6 b
K	10.9 a	13.8 a	12.6 a	11.6 a	11.2 a	10.7 a	10.1 a
A	10.8 a	13.5 a	13.6 a	12.2 a	11.7 a	10.8 a	10.8 a
Std Error	0.5	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6
E/K	10.9 a	16 a	13.3 a	12.7 a	12.8 a	12.5 a	12.3 a
E/A	9.6 a	12.9 a	13.1 a	12.5 a	12.6 a	12 a	12.2 a
XE/K	11 a	11.6 a	11.8 a	10.6 a	9.6 a	9 a	7.8 b
XE/A	12 a	14.2 a	14.2 a	12 a	10.8 a	9.7 a	9.3 ab
LSD	2.8	4.3	4.3	3.9	3.8	3.7	3.7

	Φεβ. 12	**Μάρ. 12**	**Απρ. 12**	**Μάι. 12**	**Ιούν. 12**	**Ιούλ. 12**	**Αύγ. 12**
Φυπ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Φάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Φυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E	10.6 a	11.4 a	11 a	11.8 a	12.1 a	12.1 a	12.1 a
XE	8.1 a	8 a	7 a	8.6 a	10.4 a	11.7 a	13.1 a
K	9.1 a	9.3 a	8.5 a	9.9 a	11 a	11.8 a	12.3 a
A	9.7 a	10.1 a	9.5 a	10.5 a	11.5 a	12 a	12.8 a
Std Error	1	0.9	1	1	1.1	0.7	0.6
E/K	11.3 a	11.8 a	11.7 a	11.8 a	12.5 a	12.8 a	12.8 a
E/A	9.9 a	11 a	10.3 ab	11.8 a	11.8 a	11.4 a	11.3 a
XE/K	6.8 a	6.8 a	5.3 b	8 a	9.6 a	10.8 a	11.8 a
XE/A	9.5 a	9.2 a	8.6 ab	9.2 a	11.2 a	12.5 a	14.3 a
LSD	5.3	4.7	5.6	5.8	6.5	4	3.2

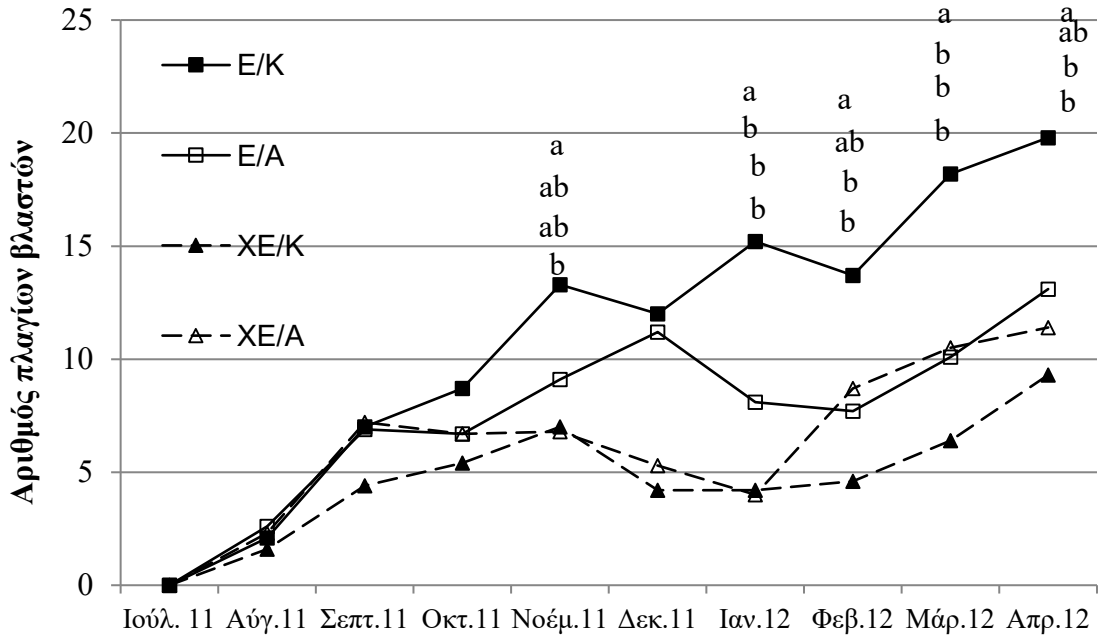
	Σεπτ. 12	**Οκτ. 12**	**Νοέμ. 12**	**Δεκ. 12**	**Ιαν. 13**	**Φεβ. 13**	**Μάρ. 13**
Φυπ.	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS
Φάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Φυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E	18.3 a	16 a	13.2 a	12.4 a	12.6 a	12.5 a	12.8 a
XE	15.3 a	15.7 a	10.1 b	9.8 a	9.9 a	10 a	10.2 a
K	18.2 a	16.8 a	12.5 a	11.9 a	11.8 a	12.1 a	12.1 a
A	15.4 a	14.8 a	10.8 a	10.3 a	10.7 a	10.4 a	11 a
Std Error	0.7	1.1	0.7	0.7	0.8	0.9	0.8
E/K	19.7 a	17.8 a	13.7 a	12.8 a	12.8 a	13.2 a	13.5 a
E/A	16.8 ab	14 a	12.7 ab	12 a	12.4 a	11.8 a	12.1 a
XE/K	16.7 ab	15.8 a	11.3 ab	11 a	10.8 a	11 a	10.7 a
XE/A	14 b	15.6 a	9 b	8.6 a	9 a	9 a	9.8 a
LSD	4.1	5.8	3.9	4.2	4.9	4.9	4.9

	Απρ. 13	**Μάι. 13**	**Ιούν. 13**	**Ιούλ. 13**	**Αύγ. 13**	**Σεπτ. 13**	**Οκτ. 13**
Φυπ.	NS	NS	NS	-	NS	-	NS
Φάρδ.	NS	NS	NS	-	*	-	NS
Φυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	*	NS	*	NS
E	14 a	16.8 a	20.8 a	24.7 a	26.0 a	24.5 a	22.4 a
XE	10.9 a	13.4 a	19.7 a	19.3 b	22.1 a	20.9 a	19.9 a
K	12.8 a	16.2 a	21.7 a	23.6 a	26.6 a	24.7 a	19.7 a
A	12 a	14.1 a	18.7 a	20.4 a	21.5 b	20.7 b	22.5 a
Std Error	0.9	1	1.2	1	1	0.7	0.9
E/K	14.3 a	18.5 a	22.8 a	28.7 a	30.4 a	28.4 a	25.6 a
E/A	13.7 a	15.1 a	18.7 a	20.7 b	21.6 b	20.6 b	19.1 b
XE/K	11.3 a	13.8 a	20.7 a	18.5 b	22.8 b	21.0 b	19.5 b
XE/A	10.4 a	13 a	18.8 a	20.2 b	21.4 b	20.8 b	20.3 ab
LSD	5.1	5.7	7.1	5.7	5.6	4.7	5.9

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.4.3 Αριθμός πλαγίων βλαστών

Ο αριθμός των πλαγίων βλαστών στα φυτά του *O. dictamnus* μετρήθηκε τους πρώτους μήνες της καλλιέργειας, δηλαδή από τον Αύγουστο του 2011 μέχρι τον Απρίλιο του 2012, καθώς και στο τέλος του πειράματος τον Οκτώβριο του 2013.

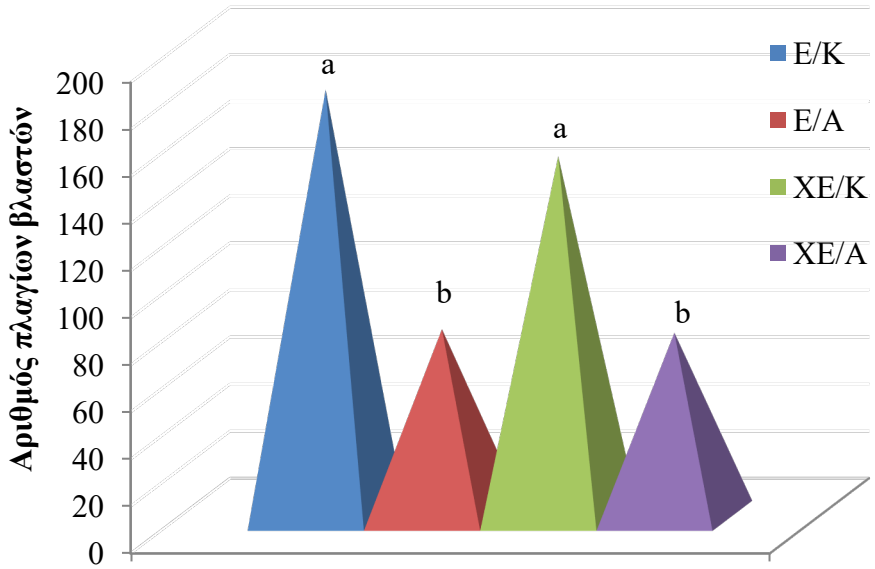


Σχ. 3.4.3.1 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στον αριθμό των πλαγίων βλαστών του *O. dictamnus* κατά τους 9 πρώτους μήνες καλλιέργειας (Ιούλιος 2011 – Απρίλιος 2012)

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Κατά τους 4 πρώτους μήνες καλλιέργειας (Ιούλ. 2011 – Νοέμ. 2011), δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες (Πίν. 3.4.3, Σχ. 3.4.3.1). Τον Δεκέμβριο του 2011 επέδρασε ο παράγοντας υπόστρωμα, με το εδαφικό υπόστρωμα να ευνοεί την έκπτυξη νέων βλαστών. Κατά τον Ιανουάριο, τον Φεβρουάριο και τον Μάρτιο του 2012 υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος, ενώ η επέμβαση που διέφερε από τις άλλες υπερέχοντας τον Ιανουάριο και τον Μάρτιο ήταν το εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση. Τον Απρίλιο του 2012

επέδρασε ο παράγοντας υπόστρωμα με ευνοϊκότερο για τον αριθμό εκπτύξεων το εδαφικό υπόστρωμα. Στο τέλος του πειράματος, τον Οκτώβριο του 2013, υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, με ευνοϊκότερη τη συχνότητα της κανονικής άρδευσης (Πίν. 3.4.3, Σχ. 3.4.3.1, Σχ. 3.4.3.2).



Σχ. 3.4.3.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στον αριθμό των πλαγίων βλαστών του *O. dictamnus* στο τέλος του πειράματος (Οκτώβριος 2013)

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Πίν. 3.4.3 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στον αριθμό των πλαγίων βλαστών του *O. dictamnus* κατά τους 9 πρώτους μήνες καλλιέργειας (Ιούλιος 2011 – Απρίλιος 2012) και στο τέλος του πειράματος (Οκτώβριος 2013)

	Αύγ. 11	**Σεπτ. 11**	**Οκτ. 11**	**Νοέμ. 11**	**Δεκ. 11**	**Ιαν. 12**
Υπ.	NS	NS	NS	NS	*	-
Άρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	-
Υπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	*
E	2.4 a	6.9 a	7.7 a	11.2 a	11.6 a	11.6 a
XE	2 a	5.8 a	6 a	6.9 a	4.8 b	4.1 b
K	1.9 a	5.7 a	7 a	10.2 a	8.1 a	9.7 a
A	2.5 a	7 a	6.7 a	8 a	8.3 a	6.1 b
Std Error	0.2	0.5	0.6	1	1.3	0.8
E/K	2.1 a	7 a	8.7 a	13.3 a	12 a	15.2 a

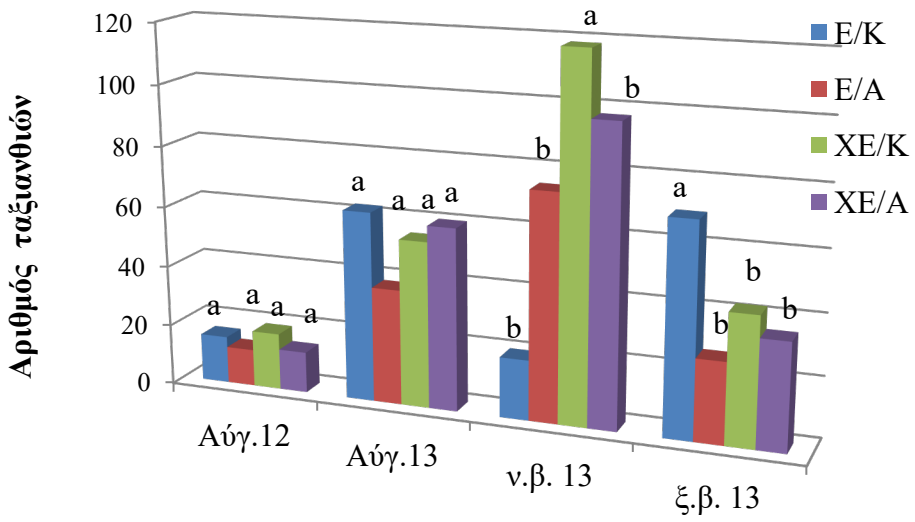
E/A	2.6 a	6.9 a	6.7 a	9.1 ab	11.2 a	8.1 b
XE/K	1.6 a	4.4 a	5.4 a	7 ab	4.2 a	4.2 b
XE/A	2.3 a	7.2 a	6.7 a	6.8 b	5.3 a	4 b
LSD	1.3	3.3	3.4	6.2	7.5	4.8

	Φεβ. 12	**Μάρ. 12**	**Απρ. 12**	**Οκτ. 13**
Fυπ.	-	-	*	NS
Fάρδ.	-	-	NS	*
Fυπ.χάρδ.	*	*	NS	NS
E	10.7 a	14.1 a	16.5 a	130.1 a
XE	6.7 b	8.4 b	10.4 b	115.2 a
K	9.1 a	12.3 a	14.6 a	166.8 a
A	8.2 a	10.3 a	12.3 a	78.5 b
Std Error	0.9	1.1	1.4	9.3
E/K	13.7 a	18.2 a	19.8 a	181 a
E/A	7.7 b	10.1 b	13.1 ab	79.3 b
XE/K	4.6 b	6.4 b	9.3 b	152.7 a
XE/A	8.7 ab	10.5 b	11.4 b	77.8 b
LSD	5.3	6.2	7.9	58.3

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

3.4.4 Αριθμός, νωπό και ξηρό βάρος ταξιανθιών

Ο αριθμός των ταξιανθιών στα φυτά του *O. dictamnus* μετρήθηκε τον μήνα Αύγουστο τις χρονιές 2012 (16 Αυγούστου) και 2013 (17 Αυγούστου), που το φυτό παρουσίαζε τη μέγιστη ανθοφορία του. Το Σεπτέμβριο του 2013 υπολογίστηκε και το νωπό και ξηρό βάρος των ταξιανθιών.



Σχ. 3.4.4 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στον αριθμό των ταξιανθιών του *O. dictamnus* το μήνα Αύγουστο τις χρονιές 2012 και 2013
Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Όπως μπορεί να παρατηρήσει κανείς στο Σχ. 3.4.4 και στον Πίν. 3.4.4 στον αριθμό των ταξιανθιών του *O. dictamnus* δεν υπήρξε επίδραση κάποιου από τους κύριους παράγοντες, ούτε τον Αύγουστο του 2012, ούτε τον Αύγουστο του 2013. Επίσης δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων του πειράματος. Στο νωπό και στο ξηρό βάρος των ταξιανθιών, που μετρήθηκαν τον Σεπτέμβριο του 2013, υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, με ευνοϊκή για το νωπό και το ξηρό βάρος των ταξιανθιών, τη συχνότητα της κανονικής άρδευσης. Η επέμβαση που διέφερε, με τους μεγαλύτερους μέσους και στο νωπό και στο ξηρό βάρος, ήταν το εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με την κανονική άρδευση (Πίν. 3.4.4, Σχ. 3.4.4).

Πίν. 3.4.4 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στον αριθμό των ταξιανθιών του *O. dictamnus* το μήνα Αύγουστο του 2012 και 2013 και στο νωπό και ξηρό βάρος το Σεπτέμβριο του 2013

	Αύγ. 12	**Αύγ. 13**	**ν.β. 13 (g)**	**ξ.β. 13 (g)**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS
Fάρδ.	NS	NS	*	*
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS
E	13.9 a	50.2 a	132.6 a	48.1 a
XE	16.1 a	57.3 a	107.8 a	38.8 a
K	17.1 a	58.6 a	154.6 a	56 a
A	12.8 a	49 a	85.8 b	30.9 b
Std Error	1.5	4.8	11.4	4.2
E/K	15.6 a	62.5 a	190.8 a	69.6 a
E/A	12.2 a	38 a	74.3 b	26.7 b
XE/K	18.7 a	54.7 a	118.3 b	42.3 b
XE/A	13.5 a	60 a	97.2 b	35.2 b
LSD	7.2	33.4	71	26

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.4.5 Νωπό και ξηρό βάρος υπέργειου μέρους

Μέτρηση του νωπού και ξηρού βάρους του υπέργειου μέρους των φυτών του *O. dictamnus*, έγινε στο τέλος του πειράματος, τον Οκτώβριο του 2013. Μετά από 27 μήνες καλλιέργειας, στο νωπό βάρος υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, με τη συχνότητα της κανονικής άρδευσης να ευνοεί το νωπό βάρος των φυτών (Πίν. 3.4.5). Η επέμβαση που διέφερε από τις άλλες ήταν ο συνδυασμός εδαφικού υποστρώματος με κανονική άρδευση. Στο ξηρό βάρος υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων. Όσον αφορά στις επεμβάσεις, η κανονική άρδευση ευνόησε τα φυτά ενώ πάλι η επέμβαση με το μεγαλύτερο μέσο ήταν ο συνδυασμός εδαφικού υποστρώματος με κανονική άρδευση (Πίν. 3.4.5).

Πίν. 3.4.5 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο νωπό (g) και ξηρό βάρος (g) του υπέργειου μέρους του *O. dictamnus* στο τέλος του πειράματος, μετά από 27 μήνες καλλιέργειας (Οκτ. 2013)

	ν.β. 13	**ξ.β. 13**
Fυπ.	NS	NS
Fάρδ.	*	*
Fυπ.χάρδ.	NS	NS
E	225.6 a	95.6 a
XE	178.2 a	78.5 a
K	263.2 a	112 a
A	140.6 b	62.2 b
Std Error	16.1	6.7
E/K	333 a	139.7 a
E/A	118.3 b	51.6 c
XE/K	193.4 b	84.1 b
XE/A	163 b	72.8 bc
LSD	75	31

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

3.4.6 Ξηρό βάρος ριζικού συστήματος

Στο τέλος του πειράματος, τον Οκτώβριο του 2013, μετρήθηκε το ξ.β. του ριζικού συστήματος του *O. dictamnus*. Δεν σημειώθηκε επίδραση των κυρίων παραγόντων στο ξ.β. του ριζικού συστήματος, ούτε διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Πίν. 3.4.6).

Πίν. 3.4.6 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο ξηρό βάρος (g) του ριζικού συστήματος του *O. dictamnus*, μετά από 27 μήνες καλλιέργειας, στο τέλος του πειράματος (Οκτ. 2013)

	ξ.β. ριζικού 2013		
Fυπ.	NS		
Fάρδ.	NS		
Fυπ.χάρδ.	NS		
E	16.2 a	**E/K**	14.7 a
XE	17.4 a	**E/A**	17.8 a
K	13 a	**XE/K**	11.3 a
A	20.7 a	**XE/A**	23.6 a
Std Error	2.4	**LSD**	18.4

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

3.4.7 Στοματική αντίσταση (r_s)

Μία μέρα πριν την εφαρμογή άρδευσης, στην r_s του *O. dictamnus,* τον Σεπτέμβριο του 2011, τον Οκτώβριο του 2012 καθώς και τον Ιούλιο του 2013, επέδρασε ο παράγοντας άρδευση με μεγαλύτερες τιμές r_s όπου η άρδευση ήταν αραιή (Πίν. 3.4.7.1, Σχ. 3.4.7.2). Τον Μάιο και τον Σεπτέμβριο του 2012, δεν υπήρξε επίδραση κανενός από τους κύριους παράγοντες και καμία διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων του πειράματος. Τον Ιούνιο, τον Ιούλιο και τον Αύγουστο του 2012, υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων. Τον Αύγουστο η επέμβαση με τη μεγαλύτερη r_s ήταν ο συνδυασμός μη εδαφικού υποστρώματος με αραιή άρδευση. Τον Φεβρουάριο (που δεν εφαρμοζόταν άρδευση), τον Ιούνιο και τον Αύγουστο του 2013, υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων. Και τον Αύγουστο του 2013 η επέμβαση με τη μεγαλύτερη r_s ήταν ο συνδυασμός μη εδαφικού υποστρώματος με αραιή άρδευση (Πίν. 3.4.7.1, Σχ. 3.4.7.2).

Πίν. 3.4.7.1 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στη r_s (s cm^{-1}) του *O. dictamnus* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα πριν την άρδευση, καθώς και το Φεβ. του 2013

Σεπτ. 11	**Μάι. 12**	**Ιούν. 12**	**Ιούλ. 12**	**Αύγ. 12**	**Σεπτ. 12**

Fυπ.	NS	NS	-	-	-	NS
Fάρδ.	*	NS	-	-	-	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	*	*	*	NS
E	3.8 a	3.9 a	2.6 a	4.4 a	9 a	11.5 a
XE	4.6 a	4 a	1.8 a	4.6 a	10.7 a	9 a
K	3 b	3.3 a	1.9 a	4.1 a	5.3 b	8.8 a
A	5.4 a	4.5 a	2.5 a	4.9 a	14.3 a	11.6 a
Std Error	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	1.7
E/K	3.3 b	3.3 a	1.5 b	4.9 ab	6.2 c	10.2 a
E/A	4.4 ab	4.5 a	3.6 a	3.9 ab	11.7 b	12.7 a
XE/K	2.7 b	3.4 a	2.2 ab	3.2 b	4.4 c	7.5 a
XE/A	6.5 a	4.5 a	1.5 b	5.9 a	16.9 a	10.5 a
LSD	2.9	1.7	1.9	2.8	3.4	9.7

	Οκτ. 12	**Φεβ. 13**	**Ιούν. 13**	**Ιούλ. 13**	**Αύγ. 13**
Fυπ.	NS	-	-	NS	-
Fάρδ.	*	-	-	*	-
Fυπ.χάρδ.	NS	*	*	NS	*
E	2.7 a	2.3 a	3.3 a	3.8 a	10 a
XE	2.8 a	3.1 a	2.2 b	3.8 a	10.9 a
K	2.1 b	2.6 a	2.3 b	3.3 b	6.2 b
A	3.4 a	2.8 a	3.1 a	4.3 a	14.7 a
Std Error	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5
E/K	2.5 ab	2.7 ab	3.5 a	3.6 ab	7.5 c
E/A	2.9 ab	1.9 b	2.97 a	4.1 ab	12.5 b
XE/K	1.8 b	2.5 b	1.1 b	2.9 b	4.9 c
XE/A	3.8 a	3.8 a	3.2 a	4.6 a	17 a
LSD	1.3	1.2	1	1.3	3.1

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

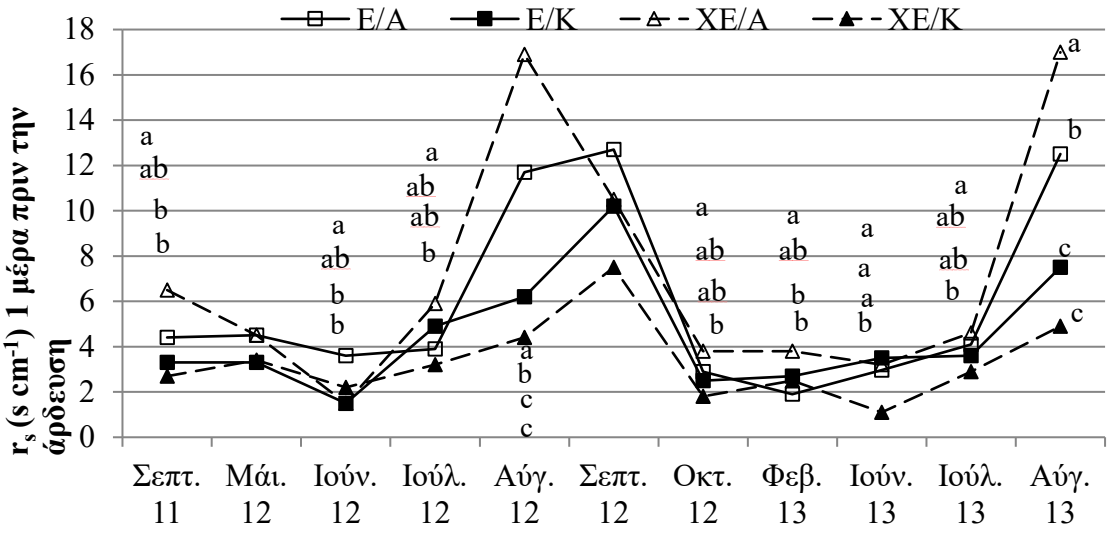
Μία μέρα μετά την εφαρμογή άρδευσης, στην r_s του *O. dictamnus,* τον Σεπτέμβριο του 2011, τον Ιούνιο, Ιούλιο, Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο του 2012, δεν υπήρξε επίδραση κανενός από τους κύριους παράγοντες και καμία διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων του πειράματος (Πίν. 3.4.7.2, Σχ., 3.4.7.3). Τον Μάιο του 2012, επέδρασε ο παράγοντας άρδευση με μεγαλύτερες τιμές r_s όπου η άρδευση ήταν αραιή. Τον Αύγουστο του 2012, καθώς και τον Ιούλιο και Αύγουστο του 2013, επέδρασε ο παράγοντας υπόστρωμα με μεγαλύτερες τιμές r_s στο εδαφικό υπόστρωμα. Τον Ιούνιο του 2013, υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων. Στο μη εδαφικό υπόστρωμα τα φυτά που αρδεύονταν αραιά, παρουσίασαν μεγαλύτερη μέση τιμή r_s σε σχέση με αυτά που αρδεύονταν κανονικά (Πίν. 3.4.7.2, Σχ., 3.4.7.3).

Πίν. 3.4.7.2 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, r_s (s cm^{-1}) του *O. dictamnus* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα μετά την άρδευση

	Σεπτ. 11	**Μάι. 12**	**Ιούν. 12**	**Ιούλ. 12**	**Αύγ. 12**	**Σεπτ. 12**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS	*	NS
Fάρδ.	NS	*	NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E	1.5 a	1.7 a	0.7 a	2.2 a	1.3 a	1 a
XE	1.8 a	2 a	0.8a	2.2 a	0.8 b	0.5 a
K	1.2 a	1.5 b	0.7 a	2.2 a	0.9 a	0.4 a
A	2.1 a	2.2 a	0.8 a	2.2 a	1.2 a	1 a
Std Error	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.3
E/K	1.1 a	1.2 b	0.7 a	2.1 a	1.2 a	0.5 a
E/A	1.9 a	2.1 a	0.7 a	2.2 a	1.4 a	1.4 a
XE/K	1.3 a	1.7 ab	0.8 a	2.3 a	0.6 b	0.3 a
XE/A	2.3 a	2.2 a	0.8 a	2.1 a	1.1 ab	0.7 a
LSD	1.4	0.6	0.7	1.2	0.6	1.5

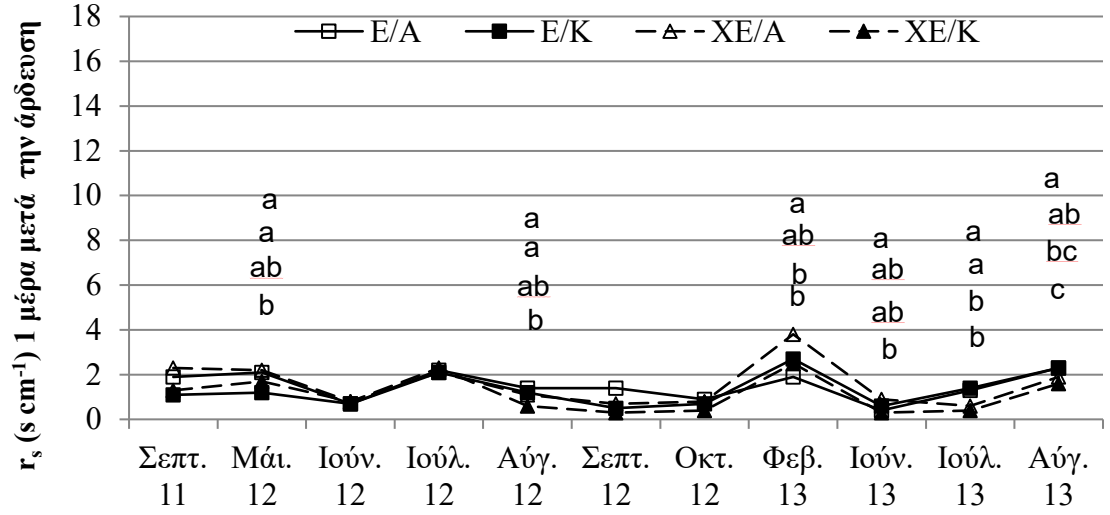
	Οκτ. 12	**Ιούν. 13**	**Ιούλ. 13**	**Αύγ. 13**
Fυπ.	NS	-	*	*
Fάρδ.	NS	-	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	*	NS	NS
E	0.8 a	0.5 a	1.3 a	2.3 a
XE	0.6 a	0.6 a	0.5 b	1.8 b
K	0.6 a	0.5 a	1 a	2 a
A	0.8 a	0.7 a	0.9 a	2.1 a
Std Error	0.1	0.1	0.04	0.1
E/K	0.7 a	0.6 ab	1.4 a	2.3 a
E/A	0.9 a	0.4 ab	1.3 a	2.3 ab
XE/K	0.4 a	0.3 b	0.4 b	1.6 c
XE/A	0.8 a	0.9 a	0.6 b	1.9 bc
LSD	0.6	0.5	0.2	0.4

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση



Σχ. 3.4.7.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στην r_s (s cm^{-1}) του *O. dictamnus* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα πριν την άρδευση, καθώς και το Φεβ. του 2013

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση



Σχ. 3.4.7.3 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στην r_s (s cm^{-1}) του *O. dictamnus* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα μετά την άρδευση, καθώς και το Φεβ. του 2013

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Όπως φαίνεται και στο Σχ. 3.4.7.2, τον Αύγουστο του 2012 και του 2013 σημειώθηκαν οι μεγαλύτερες τιμές r_s μια μέρα πριν την εφαρμογή άρδευσης, με την επέμβαση μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση να διαφέρει από όλες τις άλλες.

3.4.8 Μέγιστη φωτοχημική απόδοση του φωτοσυστήματος II (Φ_{PSII_o})

Πίν. 3.4.8.1 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στη μέγιστη φωτοχημική απόδοση του φωτοσυστήματος II (Φ_{PSII_o}) του *O. dictamnus* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα πριν την άρδευση, καθώς και το Φεβ. του 2013

	Μάι. 12	**Ιούν. 12**	**Ιούλ. 12**	**Αύγ. 12**	**Σεπτ. 12**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS	NS
Fάρδ.	NS	NS	NS	*	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS
E	0.672 a	0.761 a	0.769 a	0.740 a	0.779 a
XE	0.665 a	0.780 a	0.777 a	0.741 a	0.772 a
K	0.674 a	0.777 a	0.784 a	0.772 a	0.771 a
A	0.663 a	0.764 a	0.762 b	0.709 b	0.780 a
Std Error	0.01	0.05	0.05	0.07	0.09
E/K	0.688 a	0.769 ab	0.789 a	0.769 a	0.766 a
E/A	0.656 a	0.752 b	0.750 b	0.711 b	0.792 a
XE/K	0.660 a	0.785 a	0.780 ab	0.776 a	0.777 a
XE/A	0.670 a	0.776 ab	0.774 ab	0.707 b	0.767 a
LSD	0.06	0.03	0.03	0.04	0.05

	Οκτ. 12	**Φεβ. 13**	**Ιούν. 13**	**Ιούλ. 13**	**Αύγ.13**
Fυπ.	NS	NS	NS	*	NS
Fάρδ.	NS	NS	*	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS
E	0.794 a	0.767 a	0.792 a	0.799 b	0.808 a
XE	0.786 a	0.738 a	0.799 a	0.812 a	0.821 a
K	0.786 a	0.764 a	0.803 a	0.805 a	0.814 a
A	0.793 a	0.742 a	0.788 b	0.805 a	0.815 a
Std Error	0.03	0.01	0.03	0.03	0.04
E/K	0.788 a	0.780 a	0.792 b	0.797 a	0.814 ab
E/A	0.799 a	0.754 a	0.792 b	0.801 a	0.803 b
XE/K	0.784 a	0.747 a	0.814 a	0.814 a	0.815 a
XE/A	0.787 a	0.729 a	0.785 b	0.810 a	0.828 a
LSD	0.04	0.03	0.03	0.02	0.04

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

Μία μέρα πριν την εφαρμογή άρδευσης, στη Φ_{PSIIo} του *O. dictamnus*, τον Αύγουστο του 2012 και τον Ιούνιο του 2013 επέδρασε ο παράγοντας άρδευση με μεγαλύτερες τιμές να καταγράφονται στα φυτά που αρδεύονταν αραιά. Τους υπόλοιπους μήνες κατά την εφαρμογή καταπόνησης δεν επέδρασε κανένας από τους δύο κύριους παράγοντες (Πίν. 3.4.8.1, Σχ. 3.4.8.1).

Μία μέρα μετά την εφαρμογή άρδευσης, στη Φ_{PSIIo} του *O. dictamnus,* κατά τη διάρκεια της εφαρμογής καταπόνησης, δεν σημειώθηκαν διαφορές στην επίδραση των κύριων παραγόντων, ούτε αλληλεπίδραση αυτών (Πίν. 3.4.8.2, Σχ. 3.4.8.2).

Πίν. 3.4.8.2 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στη Φ_{PSIIo} του *O.dictamnus* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα μετά την άρδευση

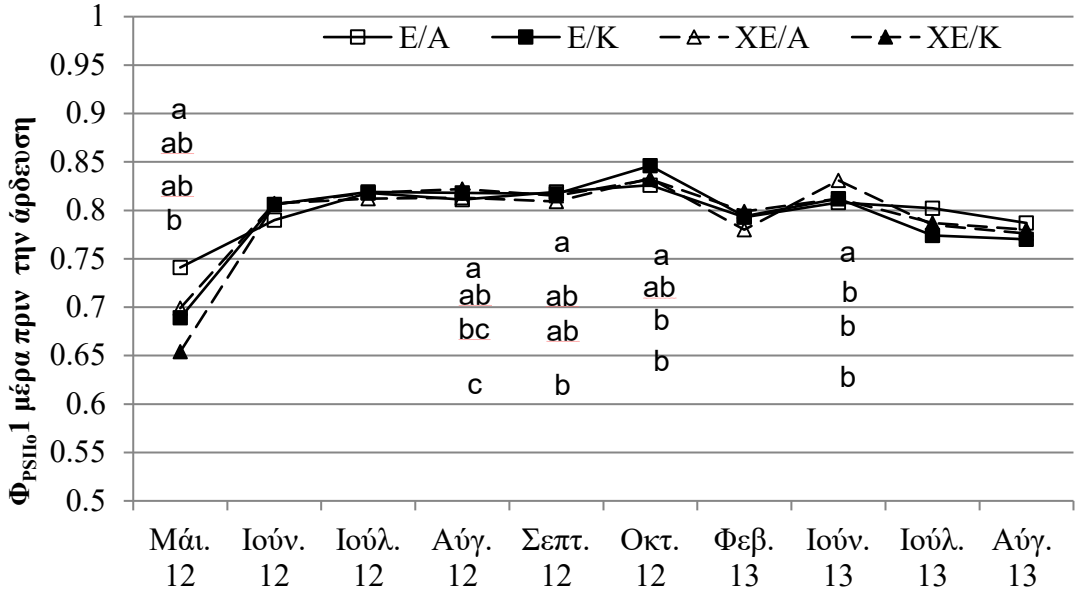
	Μάι. 12	**Ιούν. 12**	**Ιούλ. 12**	**Αύγ. 12**	**Σεπτ. 12**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS	NS
Fάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS
E	0.733 a	0.787 a	0.796 a	0.786 a	0.793 a
XE	0.724 a	0.779 a	0.806 a	0.790 a	0.789 a
K	0.715 a	0.774 a	0.803 a	0.787 a	0.787 a
A	0.742 a	0.792 a	0.799 a	0.789 a	0.794 a
Std Error	0.08	0.05	0.05	0.03	0.06
E/K	0.726 a	0.781 a	0.805 a	0.788 a	0.785 a
E/A	0.740 a	0.793 a	0.787 a	0.784 a	0.800 a
XE/K	0.704 a	0.767 a	0.802 a	0.786 a	0.789 a
XE/A	0.744 a	0.792 a	0.811 a	0.794 a	0.789 a
LSD	0.04	0.03	0.03	0.02	0.04

	Οκτ. 12	**Ιούν. 13**	**Ιούλ. 13**	**Αύγ. 13**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS
Fάρδ.	NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS
E	0.812 a	0.818 a	0.835 a	0.832 a
XE	0.820 a	0.822 a	0.837 a	0.843 a
K	0.813 a	0.826 a	0.836 a	0.836 a
A	0.818 a	0.814 a	0.835 a	0.838 a
Std Error	0.04	0.04	0.04	0.04
E/K	0.810 a	0.819 a	0.841 a	0.836 a
E/A	0.813 a	0.817 a	0.829 a	0.831 a
XE/K	0.816 a	0.833 a	0.832 a	0.836 a
XE/A	0.823 a	0.811 a	0.841 a	0.849 a
LSD	0.02	0.02	0.02	0.02

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

Μία μέρα πριν την εφαρμογή άρδευσης, ελαφρώς μεγαλύτερη Φ_{PSIIo} στον *O. dictamnus,* το Μάιο του 2012 ανέπτυξαν τα φυτά σε εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με αραιή άρδευση, παρουσιάζοντας διαφορά μόνο σε σχέση με την επέμβαση μη εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση (Πίν. 3.4.8.1, Σχ. 3.4.8.1). Τον Ιούνιο και τον Ιούνιο του 2012, τον Φεβρουάριο του 2013 (που δεν εφαρμοζόταν άρδευση) και κατά τους 2 τελευταίους μήνες εφαρμογής καταπόνησης του 2013, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές. Από τον Αύγουστο του 2012 μέχρι και τον Οκτώβριο του 2012 ελαφρώς μεγαλύτερη Φ_{PSIIo} παρουσίασαν τα φυτά σε εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση (Πίν. 3.4.8.1, Σχ. 3.4.8.1). Οι διαφορές αυτές δεν είναι αξιολογήσιμες σε επίπεδο φυσιολογίας, ενώ οι τιμές της Φ_{PSIIo} αριθμητικά είναι εντός των ορίων ενός υγιούς φύλλου.

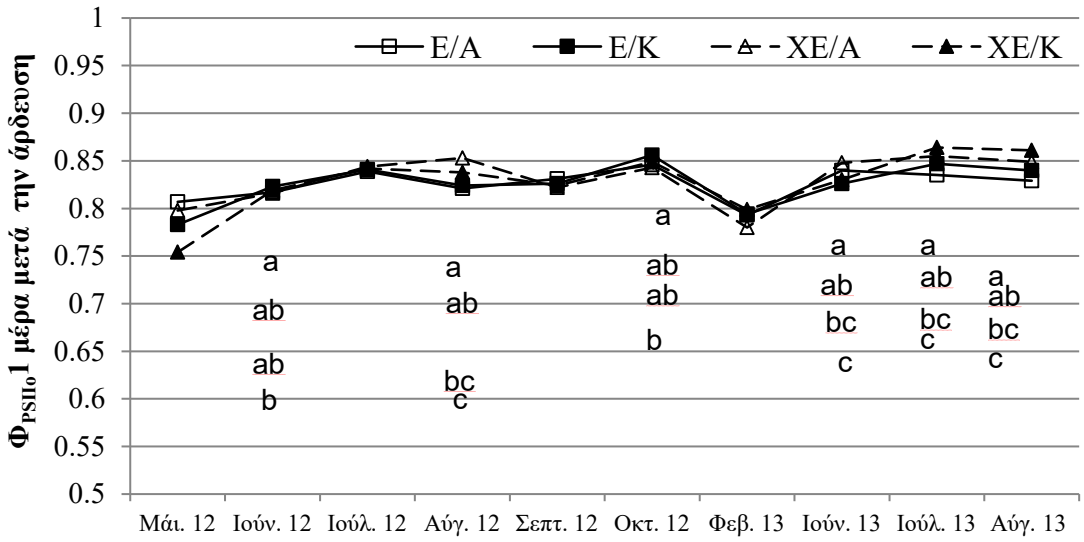
Μία μέρα μετά την εφαρμογή άρδευσης, όσον αφορά στη Φ_{PSIIo} του *O. dictamnus,* το Μάιο, τον Ιούλιο και τον Σεπτέμβριο του 2012 και τον Φεβρουάριο του 2013 (που δεν εφαρμοζόταν άρδευση), οι επεμβάσεις δεν παρουσίασαν διαφορές (Πίν. 3.4.8.2, Σχ. 3.4.8.2). Τον Ιούνιο και τον Οκτώβριο του 2012, ελαφρώς υψηλότερη τιμή μέσου είχε η επέμβαση εδαφικό υπόστρωμα με κανονική άρδευση. Τον Αύγουστο του 2012 και τον Ιούνιο του 2013 στην επέμβαση μη εδαφικό υπόστρωμα με αραιή άρδευση, η Φ_{PSIIo} ήταν ελαφρώς υψηλότερη, ενώ τους 2 τελευταίους μήνες ήταν μεγαλύτερη στην επέμβαση μη εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση (Πίν. 3.4.8.2, Σχ. 3.4.8.2).



Σχ. 3.4.8.1 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και

συχνότητας άρδευσης) στη Φ_{PSIIo} του *O. dictamnus* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα πριν την άρδευση, καθώς και το Φεβ. του 2013

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση



Σχ. 3.4.8.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στη Φ_{PSIIo} του *O.dictamnus* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα μετά την άρδευση, καθώς και το Φεβ. του 2013

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.4.9 Συγκέντρωση των χλωροφυλλών ($Chl_{ολ}$)

Στη $Chl_{ολ}$ του *O. dictamnus* τον Ιούλιο του 2012 υπήρξε επίδραση του παράγοντα υπόστρωμα, με τις υψηλότερες συγκεντρώσεις χλωροφυλλών να σημειώνονται στο εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 3.4.9). Τον Σεπτέμβριο του 2012, δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες, ενώ τον Ιούλιο του 2013, υπήρξε επίδραση και των δύο κύριων παραγόντων. Τις χαμηλότερες συγκεντρώσεις χλωροφυλλών παρουσίασαν τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση (Πίν. 3.4.9).

Πίν. 3.4.9 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στη $Chl_{ολ}$ του *O.dictamnus* τον Ιούλιο και τον Σεπτέμβριο του 2012 και τον Ιούλιο του 2013

	Ιούλ. 12	**Σεπτ. 12**	**Ιούλ. 13**
Fυπ.	*	NS	*

Φάρδ.	NS	NS	*
Φυπ.χάρδ.	NS	NS	NS
E	38.3 a	22.3 a	23.5 a
XE	31.1 b	18.5 a	14.5 b
K	37.9 a	19.5 a	24.9 a
A	31.6 a	21.3 a	13 b
Std Error	1.6	1.5	1.8
E/K	41.7 a	21.4 a	27.4 a
E/A	34.9 ab	23.1 a	19.6 a
XE/K	34 ab	17.6 a	22.4 a
XE/A	28.3 b	19.4 a	6.5 b
LSD	9.8	9	12

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.4.10 Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC)

Στο RWC του *O. dictamnus,* τον Ιούλιο και τον Σεπτέμβριο του 2012 δεν επέδρασε κανένας από τους δύο κύριους παράγοντες. Τον Ιούλιο του 2013, υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων (Πίν. 3.4.10).

Πίν. 3.4.10 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) του *O.dictamnus* τον Ιούλιο και τον Σεπτέμβριο του 2012 και τον Ιούλιο του 2013

	Ιούλ. 12	**Σεπτ. 12**	**Ιούλ. 13**
Φυπ.	NS	NS	-
Φάρδ.	NS	NS	-
Φυπ.χάρδ.	NS	NS	*
E	70.2 a	59 a	42.2 a
XE	65 a	57 a	41.6 a
K	67 a	61.6 a	43 a
A	68.3 a	54.1 a	41 a
Std Error	2.4	2.5	2.4
E/K	70.1 a	62.3 a	51.5 a
E/A	70.3 a	55.5 a	32.9 c
XE/K	63.7 a	61 a	34.5 bc
XE/A	66.4 a	52.7 a	48.7 ab
LSD	14.2	14.9	14.7

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Στο RWC του *O. dictamnus,* τον Ιούλιο και τον Σεπτέμβριο του 2012 δεν υπήρξε διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων. Τον Ιούλιο του 2013, η επέμβαση που έδωσε τη μεγαλύτερη τιμή RWC ήταν το εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση, που όμως δεν διέφερε από την επέμβαση μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση (Πίν. 3.4.10).

3.4.11 Προσδιορισμός του πάχους του ελάσματος

Στο πάχος του ελάσματος του *O. dictamnus,* τον Ιούλιο του 2012, δεν υπήρξε επίδραση κανενός από τους κύριους παράγοντες (Πίν. 3.4.11), ενώ τον Σεπτέμβριο του 2012, επέδρασαν και οι δύο κύριοι παράγοντες του πειράματος. Το πάχος του ελάσματος ευνοήθηκε από την αραιή άρδευση και το εδαφικό υπόστρωμα. Τον Ιούλιο του 2013, υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων. Η επέμβαση που ευνόησε το πάχος του ελάσματος ήταν το εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με αραιή άρδευση (Πίν. 3.4.11).

Πίν. 3.4.11 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο πάχος του ελάσματος (μm) του *O. dictamnus* τον Ιούλιο και τον Σεπτέμβριο του 2012 και τον Ιούλιο του 2013

	Ιούλ. 12	**Σεπτ. 12**	**Ιούλ. 13**
Fυπ.	NS	*	-
Fάρδ.	NS	*	-
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	*
E	337.7 a	462.5 a	455.6 a
XE	333.5 a	380 b	391.2 b
K	327.2 a	350 b	355 b
A	344 a	492.5 a	491.9 a
Std Error	5.6	10.5	10.6
E/K	333.7 a	315 c	318.7 c
E/A	341.7 a	610 a	592.5 a
XE/K	320.7 a	385 b	391.2 b
XE/A	346.2 a	375 bc	391.2 b
LSD	34.4	63	65.3

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

3.4.12 Αποδοτικότητα χρήσης του νερού (WUE)

Στην WUE του *O.dictamnus*, στο τέλος του πειράματος, τον Οκτώβριο του 2013, δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες. Επίσης, τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση παρουσίασαν παρόμοια WUE, με αυτά που αρδεύονταν αραιά σε μη εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 3.4.12).

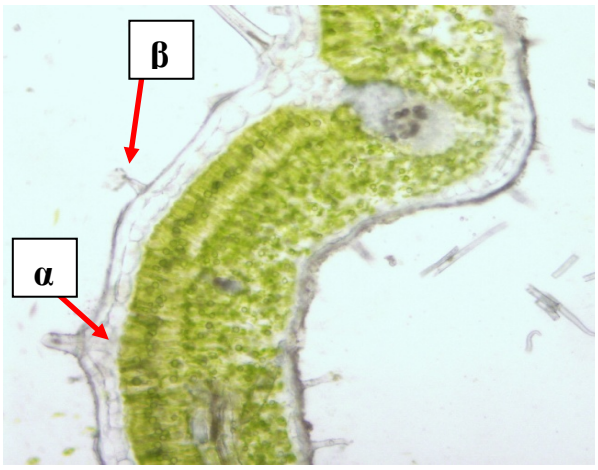
Πίν. 3.4.12 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στην WUE (g/L) του *O. dictamnus*, στο τέλος του πειράματος, τον Οκτώβριο του 2013

	WUE **Οκτ. 2013**
Fυπ.	NS
Fάρδ.	NS
Fυπ.χάρδ.	NS
E	0.31 a
XE	0.27 a
K	0.33 a
A	0.26 a
Std Error	0.02
E/K	0.41 a
E/A	0.21 b
XE/K	0.25 b
XE/A	0.30 ab
LSD	0.1

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

3.4.13 Μορφολογικές και ανατομικές παρατηρήσεις της δομής του ελάσματος

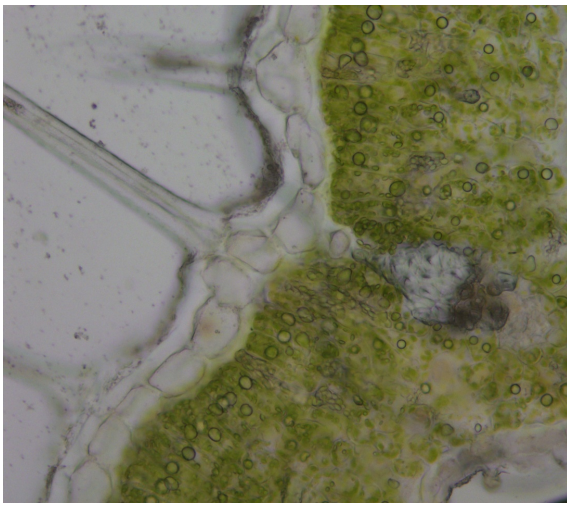
Η μελέτη της ανατομικής διάπλασης των φύλλων του *O. dictamnus*, πραγματοποιήθηκε μέσω νωπών τομών ψυκτικού μικροτόμου και οπτικού μικροσκοπίου και στη συνέχεια ελήφθησαν ψηφιακές μικροφωτογραφίες (Εικ. 3.8, 3.9, 3.10, 3.11 και 3.12).



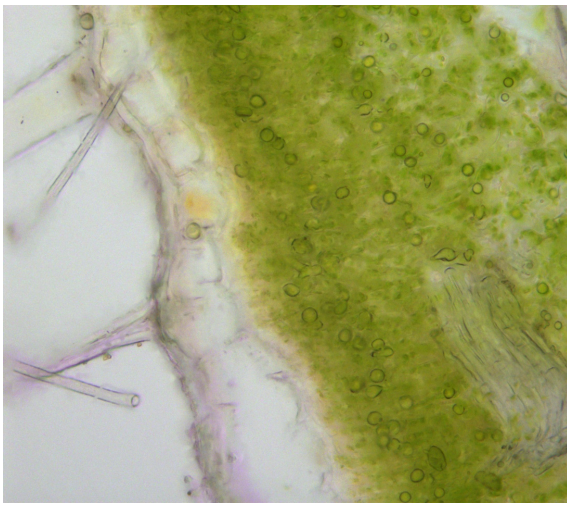
Εικ. 3.8 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *O. dictamnus* από φυτό που καλλιεργήθηκε σε εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση α= προσαξονική επιδερμίδα β= έμμισχη αδενώδη τρίχα **500 μm**



Εικ. 3.9 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *O. dictamnus* από φυτό που καλλιεργήθηκε σε εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση α= λιποσταγονίδιο **200 μm**



Εικ. 3.10 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *O. dictamnus* από φυτό που καλλιεργήθηκε σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση **200 μm**



Εικ. 3.11 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *O. dictamnus* από φυτό που καλλιεργήθηκε σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση **200 μm**

Στην Εικ. 3.8, διακρίνεται τυπική ανατομική κατασκευή δικότυλου ετερόπλευρου φύλλου με δύο στοιβάδες κυττάρων πασσαλώδους παρεγχύματος και πυκνό σπογγώδες παρέγχυμα. Ιδιαίτερης ανατομικής κατασκευής είναι οι επιδερμίδες, ιδιαίτερα η προσαξονική επιδερμίδα, με ευμεγέθη κύτταρα (α), ιδιαίτερα παχιά εξω- και εσω- επικλινή κυτταρικά τοιχώματα και ιδιαίτερα παχιά εφυμενίδα. Παρούσες και στις

δύο επιδερμίδες είναι αδενώδεις (εκκριτικές) έμμισχες (β) και μη-αδενώδεις μηχανικές τρίχες. Στο μεσόφυλλο είναι έντονη η παρουσία σταγονιδίων αιθερίων ελαίων. Στην τομή της νεύρωσης ηθμαγγειώδους δεσμίδας φαίνονται αγγεία του ξύλου και σκληρέγχυμα.

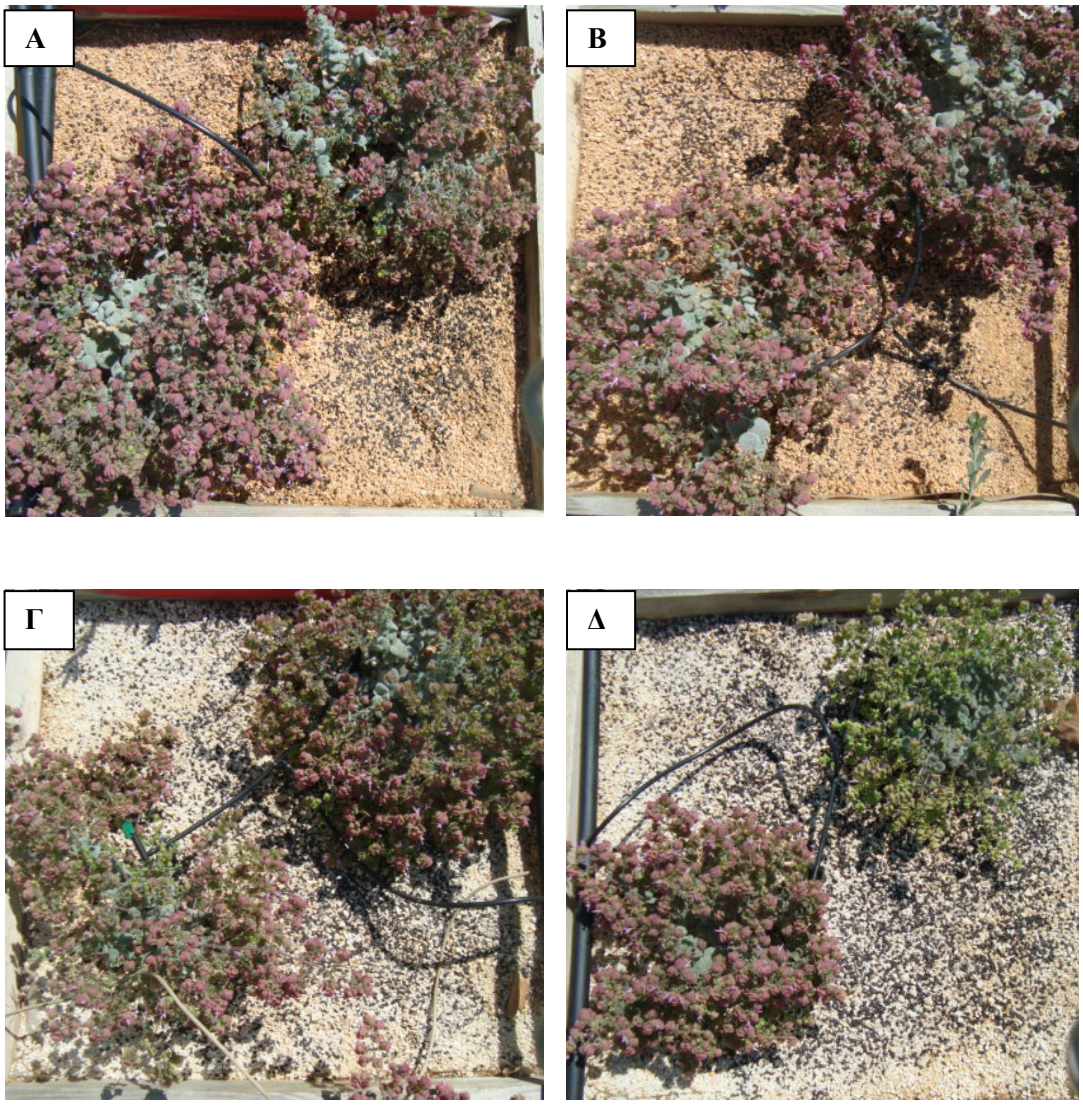
Στην Εικ. 3.9, φαίνεται η ανατομική διάπλαση φύλλου *O. dictamnus* ανεπτυγμένου υπό κανονική άρδευση. Διακρίνονται λιποσταγονίδια (α) στη σειρά στοιχισμένα, στην ίδια απόσταση από την επιδερμίδα. Στις Εικ. 3.10 και Εικ. 3.11, τα λιποσταγονίδια είναι άτακτα κατανεμημένα. Έξω από αυτά, το χρώμα του κυττάρου είναι ανοιχτόχρωμο, ενώ μέσα από αυτά σκουρόχρωμο. Επίσης κάτω από την τρίχα, το χρώμα είναι ελαφρώς πιο σκούρο. Τέλος, στην Εικ. 3.12, διακρίνεται η ανατομία της τρίχας του φυτού.



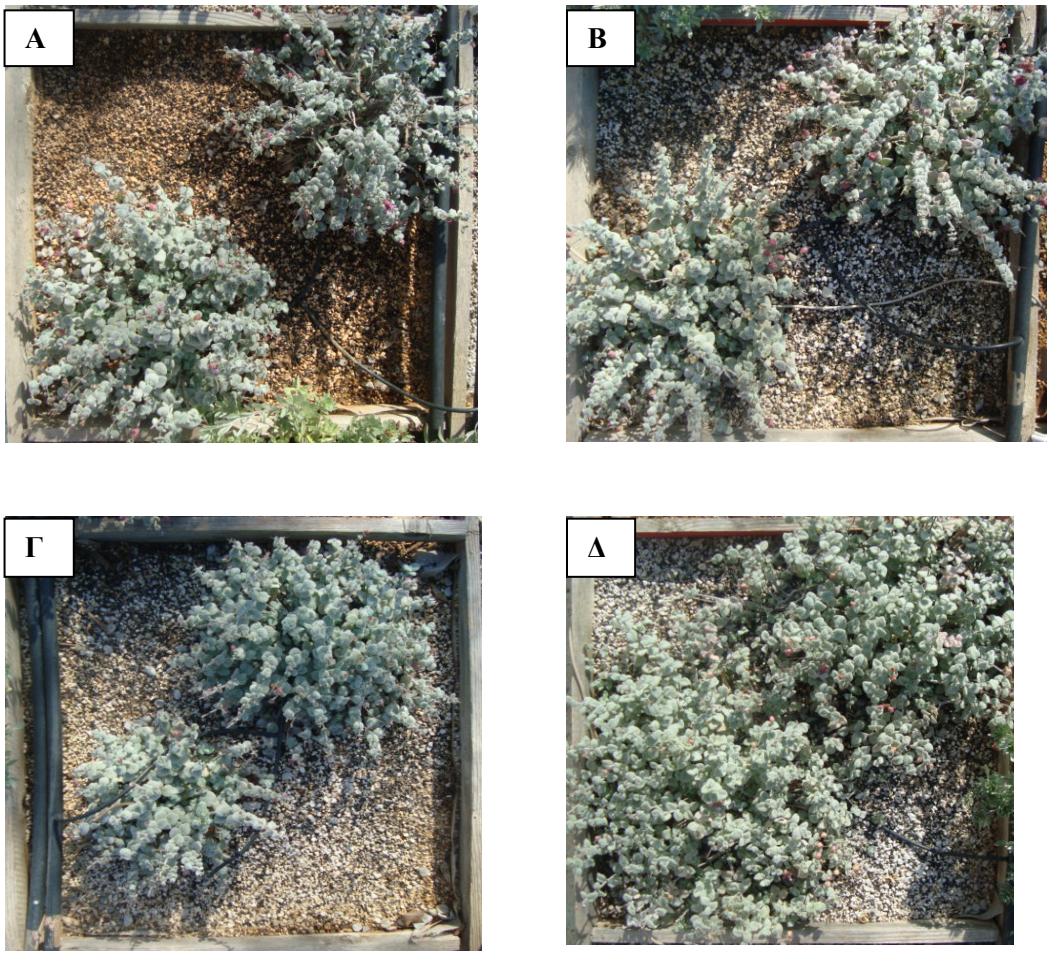
Εικ. 3.12 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *O. dictamnus* όπου διακρίνεται η ανατομία της τρίχας του φυτού

3.4.14 Οπτική παρατήρηση πειραματικών τεμαχίων

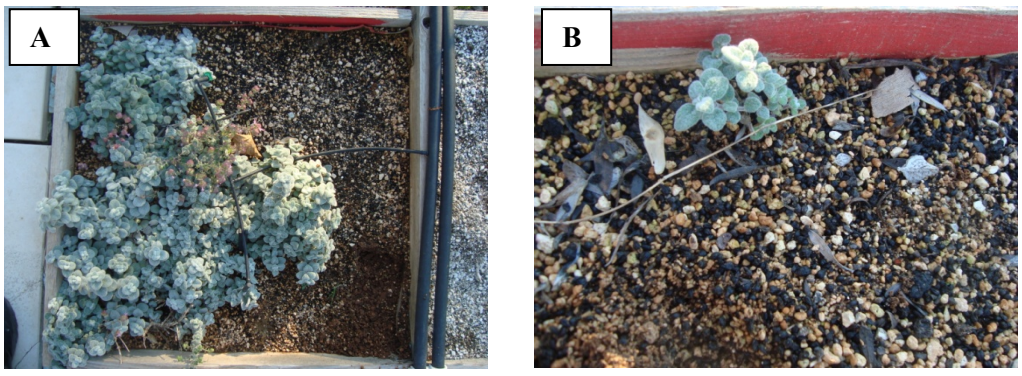
Αν και η κανονική άρδευση ήταν αυτή που επέδρασε θετικά στην αύξηση της διαμέτρου και του ύψους του δίκταμου, κάτι που φαίνεται και στις Εικ. 3.13, 3.14, ο *O. dictamnus*, σε όλες τις επεμβάσεις ανέπτυξε ικανοποιητική εδαφοκάλυψη και μετά από 12 μήνες καλλιέργειας, τον Ιούλιο του 2012 (Εικ. 3.13) και στο τέλος του πειράματος, μετά από 27 μήνες καλλιέργειας τον Οκτώβριο του 2013 (Εικ. 3.14). Την περίοδο που ήταν ανθισμένος το εντυπωσιακό του χρώμα και άρωμα, προσέλκυε πολλούς επικονιαστές και άλλα είδη εντόμων (Παράρτημα ΙΙ).



Εικ. 3.13 Ανάπτυξη φυτών *O. dictamnus* μετά από 12 μήνες καλλιέργειας, τον Ιούλιο του 2012, Α. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και κανονική άρδευση, Β. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και αραιή άρδευση, Γ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και κανονική άρδευση, Δ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και αραιή άρδευση (20/07/2012)



Εικ. 3.14 Ανάπτυξη φυτών *O. dictamnus* στο τέλος του πειράματος, μετά από 27 μήνες καλλιέργειας, Α. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και κανονική άρδευση, Β. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και αραιή άρδευση, Γ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και κανονική άρδευση, Δ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και αραιή άρδευση (20/10/2013)



Εικ. 3.15 Αυτοσπορά και αναβλάστηση φυτού *O. dictamnus*, 3 μήνες μετά την απεγκατάσταση του πειράματος (15/1/2014)

Μετά το τέλος του πειράματος, όπου κόπηκε το υπέργειο μέρος των φυτών για τον υπολογισμό νωπού και ξηρού βάρους, σε κάποια πειραματικά τεμάχια, που υπήρχε ένα φυτό και δεν υπολογίστηκε το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος, τα φυτά αυτά αναβλάστησαν (Εικ. 3.15, Α). Επίσης παρατηρήθηκε και έκπτυξη νέων φυτών από αυτοσπορά εντός όλων σχεδόν των πειραματικών τεμαχίων (Εικ. 3.15, Β).

3.4.15 Συζήτηση

Το *O. dictamnus*, εγκαταστάθηκε στο φυτοδώμα του ΓΠΑ τον Ιούλιο του 2011, υπό έντονα ξηροθερμικές συνθήκες, όπως προαναφέρθηκε και στο *C. cneorum* (Σχ. 3.1.1, Σχ. 3.1.2). Έτσι, ένα μήνα αργότερα, περί τα τέλη Αυγούστου ξεράθηκαν το 16% των φυτών της επέμβασης ΧΕ/Α, το 25% της ΧΕ/Κ, το 8% της Ε/Α και το 16% της Ε/Κ, λόγω των μεγάλων θερμοκρασιών της εποχής, ποσοστό όχι αποτρεπτικό για τη συνέχιση του πειράματος. Στην επέμβαση ΧΕ/Κ ήταν περισσότερες οι απώλειες διότι τα φυτά είχαν ελαφρώς μεγαλύτερη διάμετρο. Όταν η υδατική καταπόνηση εφαρμόζεται από την αρχή σχεδόν της εγκατάστασης του πειράματος, όπως σε αυτό το πείραμα, συνήθως προκύπτουν δυσμενείς επιπτώσεις στην ανάπτυξη των φυτών (Thuring *et al.*, 2010). Παρ' όλα αυτά, στη συνέχεια το φυτό είχε μία ικανοποιητική πορεία ανάπτυξης και αντοχή στις προσβολές. Μάλιστα, δεν προσβλήθηκε από το λεπιδόπτερο που προκάλεσε ζημιά στο *S. athoa*, στο φυτοδώμα.

Κατά τον πρώτο χρόνο του πειράματος, κανένας από τους κύριους παράγοντες δεν επέδρασε στην ανάπτυξη της μέσης διαμέτρου των φυτών (Πίν. 3.4.1). Κι ενώ κατά τη διάρκεια της πρώτης άνοιξης τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση αναπτύσσονταν γρηγορότερα, μέχρι τον Ιούλιο του 2012, έδειχναν όμοια με εκείνα που καλλιεργήθηκαν σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση (Σχ. 3.4.1). Τον Ιούλιο του 2012 που τα φυτά ήταν σε πλήρη ανθοφορία, υπήρξε ξήρανση φύλλων και φυλλόπτωση ιδίως σε φυτά που αρδεύονταν αραιά και αναβλάστηση στα περισσότερα. Από τον Αύγουστο του 2012 και μέχρι το τέλος του πειράματος η κανονική άρδευση ήταν αυτή που επέδρασε θετικά στη μέση διάμετρο του φυτού (Πίν. 3.4.1). Αυτό φαίνεται παρατηρώντας την αύξηση της διαμέτρου κατά τη διάρκεια της 27μηνης καλλιέργειας του φυτού (Σχ. 3.4.1). Όσον αφορά στον αριθμό των πλαγίων βλαστών, ενώ το Δεκέμβριο του 2011 φαίνεται να τον ευνοεί το εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 3.4.3), στο τέλος του πειράματος ευνοήθηκε επίσης από την κανονική

άρδευση (Πίν. 3.4.3, Σχ. 3.4.3.1, Σχ. 3.4.3.2). Έχει δειχθεί πειραματικά πως η ελλειμματική άρδευση είχε αρνητική επίδραση στην ανάπτυξη των φυτών του είδους *Capsicum annuum* cv. Battle (Ahmed *et al.*, 2014). Αντίθετα από τη διάμετρο και τους βλαστούς, στο ύψος δεν υπήρξε έντονη επίδραση κάποιου από τους δύο παράγοντες του πειράματος, εκτός από το χειμώνα του 2011 (Δεκ. – Ιαν.) και το Νοέμβριο του 2012, που ευνοήθηκε από το εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 3.4.2, Σχ. 3.4.2). Την 1η περίοδο εφαρμογής υδατικής καταπόνησης 2011, ελαφρώς μεγαλύτερο ύψος είχαν τα φυτά στο εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση, χωρίς να υπάρχουν όμως διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, όπως και στο τελικό ύψος των φυτών (Πίν. 3.4.2, Σχ. 3.4.2). Την 3η περίοδο εφαρμογής υδατικής καταπόνησης, επέδρασε θετικά το εδαφικό υπόστρωμα (Ιούλ. 2013) και η κανονική άρδευση (Αύγ. 2013). Αν και το μεγάλο ύψος των φυτών στα φυτοδώματα εκτατικού τύπου δεν είναι πάντα επιθυμητό, πολλές φορές είναι σημαντικό, διότι τα πιο ογκώδη φυτά βοηθούν στην μείωση της απορροής των όμβριων υδάτων στα φυτοδώματα (Nagase & Dunnett, 2012, Whittinghill *et al.*, 2015). Σε πείραμα που αφορούσε στο ξηροφυτικό είδος *Artemisia absinthium*, η κανονική άρδευση σε συνδυασμό με υπόστρωμα που περιείχε κομπόστα από στέμφυλα οινοποιίας, ευνόησε το ύψος των φυτών (Papafotiou *et al*., 2013, Τασούλα, 2010). Σε όλες τις επεμβάσεις, η ανάπτυξη και του ύψους και της μέσης διαμέτρου ήταν πλήρως ικανοποιητική.

Όσον αφορά στην ανθοφορία, στο ν.β. και ξ.β. των ταξιανθιών που μετρήθηκε το 2013, ευνοϊκά επέδρασε η κανονική άρδευση (Πίν. 3.4.4, Σχ. 3.4.4), όπως και στο ν.β. και ξ.β. του υπέργειου μέρους των φυτών (Πίν. 3.4.5, Σχ. 3.4.5). Άρα θα πρέπει να ληφθεί υπόψη σε περίπτωση που είναι επιθυμητή η παραγωγή αιθέριων ελαίων ή υλικού για αφέψημα.

Η r_s ήταν αυξημένη τον Ιούλιο και τον Αύγουστο 2012 και 2013 μία μέρα πριν την άρδευση στα φυτά που αρδεύονταν αραιά (Πίν. 3.4.7.1, Σχ. 3.4.7.2). Σε πείραμα που αφορούσε αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά *Ballota acetabulosa, Helichrysum orientale, Melissa officinalis, Rosmarinus officinalis* και *Salvia fruticosa,* σε σύστημα παρόμοιο με συνθήκες φυτοδώματος, τα φυτά που αρδεύονταν αραιά είχαν επίσης τις υψηλότερες τιμές r_s (Kokkinou *et al*., 2016). Οι τιμές της r_s του *O. dictamnus* δεν επανήλθαν πριν τον Οκτώβριο (Σχ. 3.29), κάτι που επιβεβαιώνει την έντονη υδατική καταπόνηση του *O. dictamnus* κατά τον Ιούλιο του 2012.

Εντούτοις, γρήγορα τα περισσότερα φυτά που είχαν χάσει μέρος του φυλλώματος ανέλαβαν και το αντικατέστησαν με νέο. Η πτώση των παλαιών φύλλων που

αναπτύχθηκαν υπό συνθήκες επάρκειας νερού, οφείλεται εν μέρει και στην αδυναμία της υπάρχουσας δομής τους να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της έλλειψης νερού. Τα νέα φύλλα που δημιουργούνται διαθέτουν περισσότερους ξηρομορφικούς χαρακτήρες, η ένταση των οποίων εξαρτάται από το κάθε φυτικό είδος. Συνήθως τα νέα φύλλα έχουν μικρότερο μέγεθος, μεγαλύτερο πάχος και πυκνότητα, στενότερα αγγεία, μικρότερα και σε πυκνότερη διάταξη στόματα (Καραμπουρνιώτης *et al.*, 2012). Το γεγονός ότι η υδατική καταπόνηση εφαρμόστηκε από την αρχή σχεδόν της εγκατάστασης του πειράματος, κάτι που συνήθως έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην ανάπτυξη των φυτών (Thuring *et al.*, 2010), αποδεικνύει ότι το είδος αυτό διαθέτει μεγάλο εύρος εγκλιματισμού στην έλλειψη νερού. Μια μέρα μετά την άρδευση, οι τιμές της r_s έπεφταν σε όλες τις επεμβάσεις, σε φυσιολογικά επίπεδα, σε σχέση με την τιμή της προηγούμενης μέτρησης. Επίσης, υπήρχε ομοιομορφία μεταξύ των τιμών των επεμβάσεων (Πίν. 3.4.7.2, Σχ., 3.4.7.3). Πειραματικά, έχει αποδειχθεί η ικανότητα πολλών φυτικών ειδών, να προσαρμόζονται φυσιολογικά σε ξηροφυτικές συνθήκες και 48 ώρες μετά την επανάρδευσή τους οι φυσιολογικοί τους δείκτες να επανέρχονται σε κανονικές τιμές (Souza *et al.*, 2010). Οι τιμές της r_s ήταν πάντα αντιστρόφως ανάλογες της Φ_{PSIIo} υποδηλώνοντας ότι η λειτουργία των στομάτων επηρεάζει άμεσα τη φυσιολογική κατάσταση της φωτοσυνθετικής συσκευής υπό ακραίες συνθήκες καλλιέργειας (Καραμπουρνιώτης *et al.*, 2012).

Παρόλο που μια μέρα πριν την άρδευση τα αραιώς αρδευόμενα φυτά είχαν τις μικρότερες τιμές Φ_{PSIIo}, ποτέ αυτές δεν έπεσαν σε κρίσιμα επίπεδα, αποκλείοντας μη αντιστρεπτές βλάβες στο φωτοσύστημα ΙΙ (Πίν. 3.4.8.1, Σχ. 3.4.8.1). Σύμφωνα με μελέτες που αφορούν στο φθορισμό της χλωροφύλλης, το φωτοσύστημα ΙΙ δεν επηρεάζεται από μια απλή μείωση της ποσότητας του νερού άρδευσης, αλλά από πιο σοβαρές συνθήκες ξηρασίας (Baker & Rosenqvist, 2004). Σε πείραμα που αφορούσε δύο ποικιλίες χρυσάνθεμου, την *Nannong Xuefeng* ανθεκτική στην ξηρασία και την *Nannong Jingyan* ευαίσθητη στην ξηρασία, αφού οι δύο ποικιλίες υποβλήθηκαν σε υδατική καταπόνηση 7 ημερών και στη συνέχεια αρδεύονταν κανονικά, απεδείχθη ότι η ξηροφυτική ποικιλία είχε μεγαλύτερη φωτοσυνθετική ικανότητα κατά την καταπόνηση (Sun *et al.*, 2013). Αναμενόμενο είναι λοιπόν το *O. dictamnus* που είναι φρύγανο, δηλαδή ξηροφυτικό είδος, να επιδεικνύει αντοχή. Παρόμοια αποτελέσματα στην υδατική καταπόνηση εμφάνισε το μεσογειακό αυτοφυές *Dianthus fruticosus* (Nektarios *et al.*, 2011), ενώ στο παχύφυτο *Sedum alba* η υδατική καταπόνηση επέφερε σημαντική μείωση της Φ_{PSIIo} (Rowe *et al.*, 2014). Η Φ_{PSIIo} ήταν στα χαμηλότερα

επίπεδα το Μάιο 2012, όταν τα φυτά έβγαιναν από μια μακρά περίοδο μη άρδευσης (Πίν. 3.4.8.1, Σχ. 3.4.8.1). Μια πτώση στις τιμές τον Φεβρουάριο του 2013 μπορεί να οφείλεται και στις χαμηλές θερμοκρασίες της εποχής. Μια μέρα μετά την άρδευση οι τιμές της Φ_{PSIIo} σε όλες τις επεμβάσεις ανέβαιναν ελαφρώς, ενώ υπήρχε σχετική ομοιομορφία και μεταξύ των τιμών των επεμβάσεων (Πίν. 3.4.8.2, Σχ. 3.4.8.2).

Τον Ιούλιο του 2013 κι ενώ το πείραμα είχε διαρκέσει αρκετά ώστε να σταθεροποιηθεί η φυσιολογική λειτουργία των φυτών, στη $Chl_{ολ}$ επέδρασαν αρνητικά το υπόστρωμα χωρίς έδαφος και η αραιή άρδευση (Πίν. 3.4.9). Η υδατική καταπόνηση άλλωστε οδηγεί σε σταδιακή μείωση της χλωροφύλλης, όπως έδειξαν και τα αποτελέσματα πειράματος που αφορούσε το είδος *Vigna radiate* (Gheek Batra *et al.*, 2014). Οι μετρήσεις του προηγούμενου έτους δεν έδειξαν σημαντικές διαφορές.

Οι μετρήσεις στο RWC του *O.dictamnus,* επίσης δεν έδειξαν διαφορές (Πίν. 3.4.10). Άλλωστε η υδατική καταπόνηση δεν οδηγεί πάντα σε χαμηλό RWC, όπως έχει αποδειχθεί και σε πείραμα που αφορούσε στο είδος *Rosa "Eurored'* που καλλιεργήθηκε σε μη εδαφικό υπόστρωμα (Bolla *et al.*, 2009).

Το πάχος του ελάσματος φύλλου το οποίο μετρήθηκε το Σεπτέμβριο του 2012 ήταν αυξημένο στις επεμβάσεις της εφαρμογής αραιής άρδευσης ιδίως όταν αυτή συνδυαζόταν με εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 3.4.11). Σύμφωνα με τον Καραμπουρνιώτη *et al.*, 2012, η δομή και η λειτουργία των νέων φύλλων που εκπτύσσονται, ανταποκρίνονται καλύτερα στις νέες δυσμενείς συνθήκες παροχής νερού, όπως στη συγκεκριμένη περίπτωση της υδατικής καταπόνησης. Η WUE που υπολογίστηκε στο τέλος του πειράματος, δεν επηρεάστηκε από τους κύριους παράγοντες (Πίν. 3.4.12).

Στο τέλος του πειράματος, σε όλα τα πειραματικά τεμάχια το ριζικό σύστημα είχε διακλαδωθεί και φτάσει μέχρι την τελευταία στρώση της υποδομής του φυτοδώματος, ενώ δεν εμφάνιζε οπτικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων όπως επίσης και διαφορές στη στατιστική ανάλυση που αφορούσε στο ξ.β. του ριζικού συστήματος (Πίν. 3.4.6, Σχ. 3.4.6). Η μέθοδος που αναγκαστικά χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό του, όπως αναφέρθηκε και στο *C. cneorum* (4.2), ίσως δεν είναι τόσο αξιόπιστη, εφόσον πάρθηκε δείγμα και όχι όλο το ριζικό σύστημα. Όμως και σε προηγούμενη εργασία που αφορούσε σε όσπρια, δεν υπήρξαν διαφορές στατιστικά σημαντικές στα ριζικά συστήματα φυτών που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες συγκριτικά με εκείνων που υπέστησαν υδατική καταπόνηση (Souza *et al.*, 2010).

Συνοπτικά, παρατηρώντας τον Πίνακα 3.10.1 που αποτυπώνει την επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος στις παραμέτρους ανάπτυξης, συμπεραίνεται ότι τα

φυτά που αρδεύονταν κανονικά, ανέπτυξαν μεγαλύτερη τελική μέση διάμετρο, αριθμό πλαγίων βλαστών, ξ.β. ταξιανθιών, ν.β. και ξ.β. του υπέργειου μέρους του φυτού στο τέλος του πειράματος, καθώς και $Chl_{ολ}$, από αυτά που καλλιεργήθηκαν υπό τη συχνότητα της αραιής άρδευσης. Το είδος του υποστρώματος, δεν έπαιξε σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του φυτού. Εντούτοις, το εδαφικό υπόστρωμα ευνόησε τη $Chl_{ολ}$ σε συνδυασμό με τη συχνότητα της κανονικής άρδευσης και το πάχος του ελάσματος σε συνδυασμό με αραιή άρδευση. Επίσης το εδαφικό υπόστρωμα προκάλεσε μεγαλύτερες τιμές r_s μια μέρα μετά την άρδευση, ενώ το μη εδαφικό υψηλότερες τιμές $Φ_{PSIIo}$ μια μέρα πριν την άρδευση.

Από τον Πίνακα 3.10.2, διαπιστώνεται ότι στο τελικό ύψος, στον αριθμό των ταξιανθιών, στο ξ.β. του ριζικού συστήματος, στην r_s πριν και μετά την άρδευση, στην $Φ_{PSIIo}$ πριν και μετά την άρδευση, στο RWC καθώς και στην WUE, οι μέσοι της επέμβασης εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση, δεν διέφεραν από τους μέσους της επέμβασης που συνδύαζε μη εδαφικό υπόστρωμα με αραιή άρδευση.

Παρατηρώντας τα μορφολογικά και ανατομικά χαρακτηριστικά του ελάσματος (Εικ. 3.8, 3.9, 3.10, 3.11 και 3.12), ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι αδενώδεις και μη αδενώδεις τρίχες του ελάσματος. Οι μη αδενώδεις, οι οποίες είναι πολυκύτταρες, παρατηρούνται και στα αναπαραγωγικά και στα βλαστικά μέρη του φυτού και του παρέχουν προστασία κατά της υδατικής καταπόνησης. Απαντώνται και στις δύο επιφάνειες, ιδίως στις νευρώσεις της κάτω επιφάνειας, καθώς και στο μίσχο (Vrachnakis, 2003). Οι αδενώδεις τρίχες του *O. dictamnus* υπάρχουν σε όλο το υπέργειο μέρος του φυτού και παράγουν το αιθέριο έλαιο, ενώ ο αριθμός τους μειώνεται καθώς ωριμάζει το φύλλο (Πάγκαλος, 2009). Ο ρόλος των αιθέριων ελαίων στα φυτά ενδέχεται να είναι πολύ σημαντικός, διότι τα αιθέρια έλαια προστατεύουν τα φυτά από την υψηλή θερμοκρασία γιατί λόγω εξάτμισης τους μειώνεται η θερμοκρασία των φυτών και κάνουν τα φυτά πιο ανθεκτικά στην ξηρασία γιατί ελαττώνουν την διαπνοή με την ύπαρξη στους μεσοκυττάριους χώρους (Δόρδας, 2009).

Παρατηρήθηκε επίσης βλάστηση των σπόρων που έπεφταν μέσα στα πειραματικά τεμάχια (Εικ. 3.15). Επομένως διαπιστώθηκε ότι το φυτό έχει ικανότητα αυτοσποράς και αναβλάστησης.

Από την εικόνα που παρουσίαζαν τα πειραματικά τεμάχια μετά από 12 μήνες καλλιέργειας (Εκ. 3.13 Α, Β, Γ και Δ), όπου φαίνεται και η εντυπωσιακή του άνθηση αλλά και στο τέλος του πειράματος (Εκ. 3.14 Α, Β, Γ και Δ), φαίνεται ότι η ανάπτυξη του φυτού ήταν παρόμοια σε όλες τις επεμβάσεις.

Το ύψος του δεν ήταν υπερβολικό και η διάμετρος ήταν πολύ ικανοποιητική, ενώ η συμμετοχή του στην συνολική εικόνα του φυτοδώματος, παρέπεμπε στα ορεινά της Κρήτης, ανακαλώντας το Μεσογειακό τοπίο. Συμπερασματικά, το *O. dictamnus* ενδείκνυται για καλλιέργεια σε εκτατικού τύπου αστικά φυτοδώματα, σε ελαφρού τύπου υπόστρωμα χωρίς έδαφος, με εφαρμογή προσεχτικά επιλεγμένων αραιών αρδεύσεων κατά τη θερινή περίοδο.

3.5 Αποτελέσματα για το φυτικό είδος *Sideritis athoa*

Η εγκατάσταση του πειράματος έγινε το 1ο δεκαήμερο του Ιουλίου του 2011 σε πειραματικά τεμάχια οριοθετημένα με ξύλινα διαχωριστικά στην ανατολική πλευρά του πειραματικού φυτοδώματος του Γ.Π.Α. πάνω από το εστιατόριο και η λήξη τον Οκτώβριο του 2013. Για μία εβδομάδα τα φυτά προσαρμόστηκαν στις νέες συνθήκες και από τότε ξεκίνησε η πειραματική μελέτη. Στα τέλη Σεπτεμβρίου του 2011 το φυτό προσβλήθηκε από κάμπιες λεπιδοπτέρου, έγινε ψεκασμός με το εντομοκτόνο Decis, ο οποίος σε συνδυασμό με τις υψηλές θερμοκρασίες της εποχής, προκάλεσε την απώλεια των περισσότερων φυτών. Έτσι, στις 27 Οκτωβρίου όλα τα φυτά του *S. athoa* αντικαταστάθηκαν από έρριζα μοσχεύματα του ιδίου μεγέθους. Αν και υπήρξε προσβολή από το ίδιο λεπιδόπτερο στα τέλη του Αυγούστου του 2012 που οδήγησε σε απώλειες φυτών, που ως επί το πλείστον αρδεύονταν αραιά, το πείραμα συνεχίστηκε με τα υπόλοιπα. Οι επεμβάσεις άρδευσης στα σπορόφυτα άρχισαν άμεσα και διήρκεσαν μέχρι που ξεράθηκαν. Οι επεμβάσεις άρδευσης στα έρριζα μοσχεύματα άρχισαν το Μάιο του 2012 και διακόπηκαν περί τα μέσα Οκτωβρίου του 2012, ενώ ξανάρχισαν το Μάιο του 2013 και διήρκεσαν μέχρι το τέλος του πειράματος τον Οκτώβριο του 2013. Κατά τους ξηροθερμικούς μήνες του 2011 και του 2012, εφαρμόστηκαν δύο συχνότητες άρδευσης, ήτοι κάθε 5 ημέρες η κανονική και κάθε 7 ημέρες η αραιή, ενώ κατά τους ξηροθερμικούς μήνες του 2013 η κανονική άρδευση προσδιορίστηκε στις 4 ημέρες και η αραιή στις 6, καθώς τα φυτά ήταν μεγαλύτερα και είχαν μεγαλύτερες απαιτήσεις σε υγρασία.

3.5.1 Ανάπτυξη μέσης διαμέτρου

Τα αποτελέσματα που αφορούν στη μέση διάμετρο και στο ύψος του φυτού, αναφέρονται αφενός στα αρχικά σπορόφυτα και αφετέρου στα μοσχεύματα με τα οποία αντικαταστάθηκαν.

Στην ανάπτυξη της μέσης διαμέτρου των σπορόφυτων του *S. athoa* τον Αύγουστο του 2011 υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων, ενώ τον Σεπτέμβριο του 2011 επέδρασε ο παράγοντας υπόστρωμα, με το εδαφικό υπόστρωμα να ευνοεί την ανάπτυξη της διαμέτρου των σπορόφυτων (Πίν. 3.5.1, Σχ. 3.5.1.1).

Στην ανάπτυξη της μέσης διαμέτρου των μοσχευμάτων του *S. athoa*, απεδείχθη ότι μέχρι και τον Απρίλιο του 2012 που τα φυτά δεν αρδεύονταν, δεν υπήρξε ούτε επίδραση του παράγοντα υπόστρωμα (Σχ. 3.5.1.2).

Μέχρι και τον Αύγουστο του 2013, η μέση διάμετρος των μοσχευμάτων δεν επηρεάστηκε από κανέναν από τους κύριους παράγοντες του πειράματος. Τον Σεπτέμβριο του 2013 υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων, ενώ οι επεμβάσεις δεν παρουσίασαν καμία διαφορά. Στο τέλος του πειράματος, τον Οκτώβριο του 2013, δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες, ενώ το εδαφικό υπόστρωμα έδωσε καλύτερα αποτελέσματα υπό κανονική άρδευση, χωρίς να υπάρχει διαφορά από την επίδραση του μη εδαφικού υποστρώματος (Πίν. 3.5.1, Σχ. 3.5.1.1).

Πίν. 3.5.1 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στη μέση διάμετρο (cm) των σπορόφυτων #(Ιούλιος 2011 – Σεπτέμβριος 2011) και των μοσχευμάτων του *S. athoa* (Μάι. 2012 – Οκτ. 2013) και επίδραση του παράγοντα υπόστρωμα στη μέση διάμετρο (cm) των μοσχευμάτων(Οκτ. 2011 – Απρ. 2012)

	Ιούλ. 11#	**Αύγ. 11#**	**Σεπτ. 11#**	**Οκτ. 11**	**Νοέμ. 11**	**Δεκ. 11**	**Ιαν. 12**
Fυπ.	NS	-	*	NS	NS	NS	NS
Fάρδ.	NS	-	NS	-	-	-	-
Fυπ.χάρδ.	NS	*	NS	-	-	-	-
E	3 a	6.6 a	8.4 a	3.2 a	4.1 a	5.6 a	7.7 a
XE	3.6 a	5.9 a	5.5 b	3.2 a	4.4 a	6.2 a	8.6 a
K	3.3 a	6.3 a	7.1 a	-	-	-	-
A	3.2 a	6.2 a	6.8 a	-	-	-	-
Std Error	0.1	0.2	0.6	0.01	0.1	0.3	0.2
E/K	3.2 a	7.1 a	7.5 ab	-	-	-	-
E/A	3.2 a	6 b	9.3 a	-	-	-	-
XE/K	3.5 a	5.5 b	6.8 ab	-	-	-	-
XE/A	3.5 a	6.3 ab	4.2 b	-	-	-	-
LSD	0.7	1.1	3.6	-	-	-	-

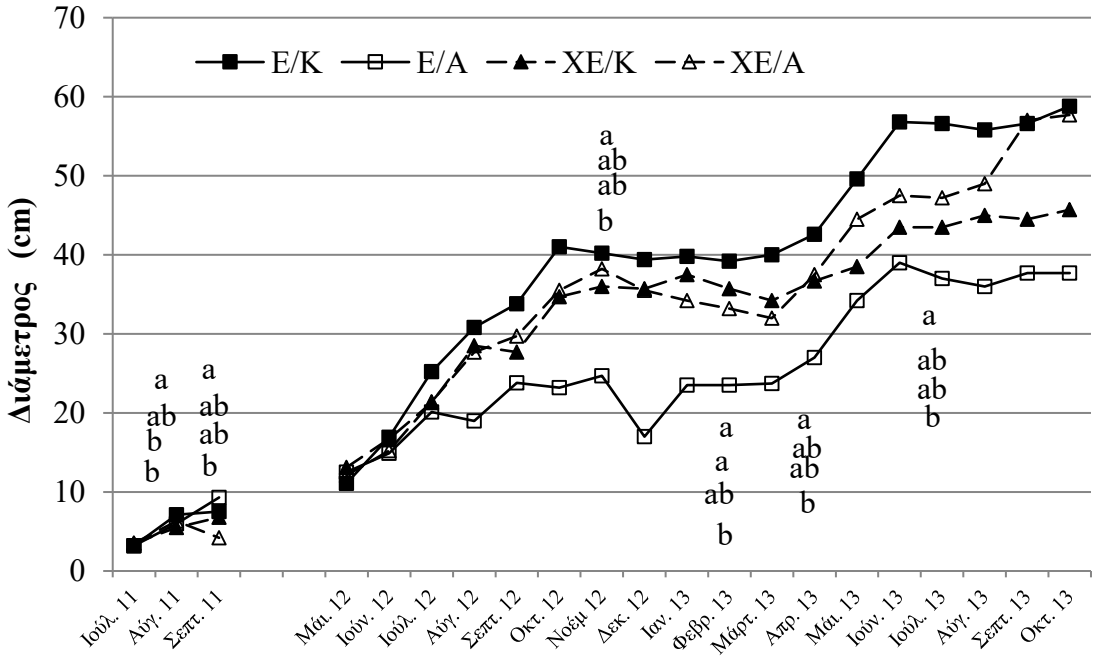
	Φεβ. 12	**Μάρ. 12**	**Απρ. 12**	**Μάι. 12**	**Ιούν. 12**	**Ιούλ. 12**	**Αύγ. 12**
Fυπ.	NS	NS	-	NS	NS	NS	NS
Fάρδ.	NS	NS	-	NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	-	NS	NS	NS	NS
E	4.6 a	6.2 a	8.5 a	11.8 a	15.9 a	22.7 a	24.9 a
XE	5.1 a	6.5 a	9.7 a	12.6 a	16 a	21.3 a	28.1 a
K	-	-	-	12.1 a	16.8 a	23.3 a	29.7 a
A	-	-	-	12.3 a	15.1 a	20.8 a	23.3 a
Std Error	0.2	0.2	0.3	0.3	0.6	0.9	1.5

E/K	-	-	-	11.1 b	16.9 a	25.2 a	30.8 a
E/A	-	-	-	12.5 ab	14.9 a	20.1 a	19 b
XE/K	-	-	-	13.1 a	16.7 a	21.3 a	28.5 a
XE/A	-	-	-	12.1 ab	15.2 a	21.4 a	27.7 ab
LSD	-	-	-	1.9	3.4	5.5	7.5

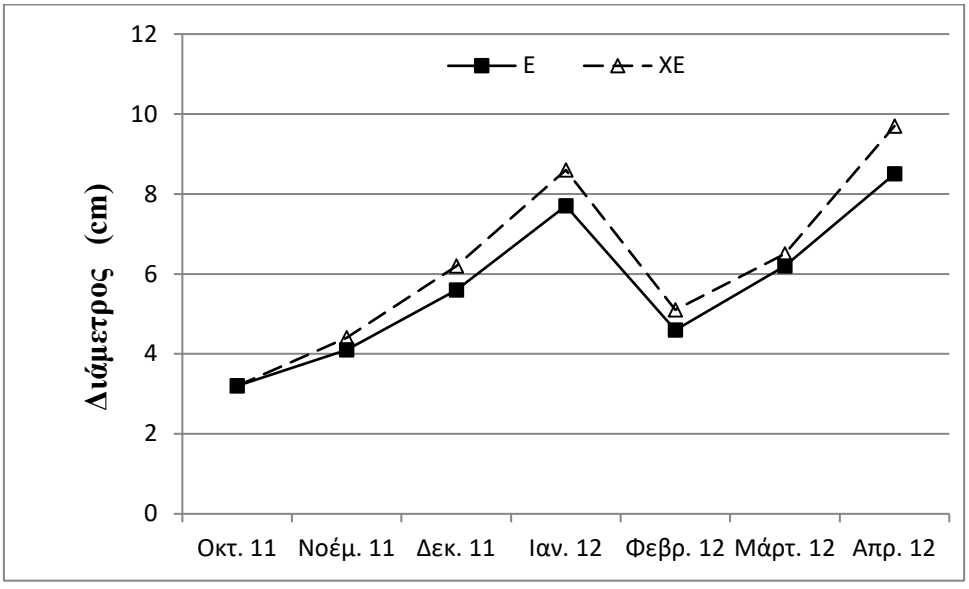
	Σεπτ. 12	**Οκτ. 12**	**Νοέβ. 12**	**Δεκ. 12**	**Ιαν. 13**	**Φεβ. 13**	**Μάρ. 13**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E	28.8 a	32.1 a	32.5 a	28.2 a	31.6 a	31.3 a	31.9 a
XE	28.8 a	35.1 a	37.1 a	35.6 a	35.9 a	34.5 a	33.1 a
K	30.8 a	37.9 a	38.1 a	37.6 a	38.6 a	37.5 a	37.1 a
A	26.8 a	29.4 a	31.5 a	26.2 a	28.9 a	28.4 a	27.9 a
Std Error	1.9	2.4	2.6	3.9	2.7	2.7	3
E/K	33.8 a	41 a	40.2 a	3.9.4 a	39.8 a	39.2 a	40 a
E/A	23.8 a	23.2 b	24.7 a	17 a	23.5 b	23.5 a	23.7 a
XE/K	27.7 a	34.7 ab	36 a	35.7 a	37.5 ab	35.7 a	34.2 a
XE/A	29.7 a	35.5 ab	38.2 a	35.5 a	34.2 ab	33.2 a	32 a
LSD	9.5	11.6	16.4	17	16.8	17.2	18.5

	Απρ. 13	**Μάι. 13**	**Ιούν. 13**	**Ιούλ. 13**	**Αύγ. 13**	**Σεπτ. 13**	**Οκτ. 13**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS	NS	-	NS
Fάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	-	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS
E	34.8 a	41.9 a	47.9 a	46.8 a	45.9 a	47.1 a	48.2 a
XE	37.1 a	41.5 a	45.5 a	45.4 a	47 a	50.7 a	51.7 a
K	39.7 a	44 a	50.1 a	50 a	50.4 a	50.5 a	52.3 a
A	32.2 a	39.4 a	43.2 a	42.1 a	42.5 a	47.3 a	47.7 a
Std Error	3	3.5	3.8	3.4	3.2	3.2	3.5
E/K	42.6 a	49.6 a	56.8 a	56.6 a	55.8 a	56.6 a	58.8 a
E/A	27 a	34.2 a	39 a	37 a	36 b	37.7 a	37.7 b
XE/K	36.7 a	38.5 a	43.5 a	43.5 a	45 ab	44.5 a	45.7 ab
XE/A	37.5 a	44.5 a	47.5 a	47.2 a	49 ab	57 a	57.7 ab
LSD	19	19.7	23.8	21.4	20.1	22.1	20.4

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση



Σχ. 3.5.1.1 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στη μέση διάμετρο (cm) των σπορόφυτων (Ιούλιος 2011 – Σεπτέμβριος 2011) και των μοσχευμάτων του *S. athoa* (Μάιος 2012 – Οκτώβριος 2013).
Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση



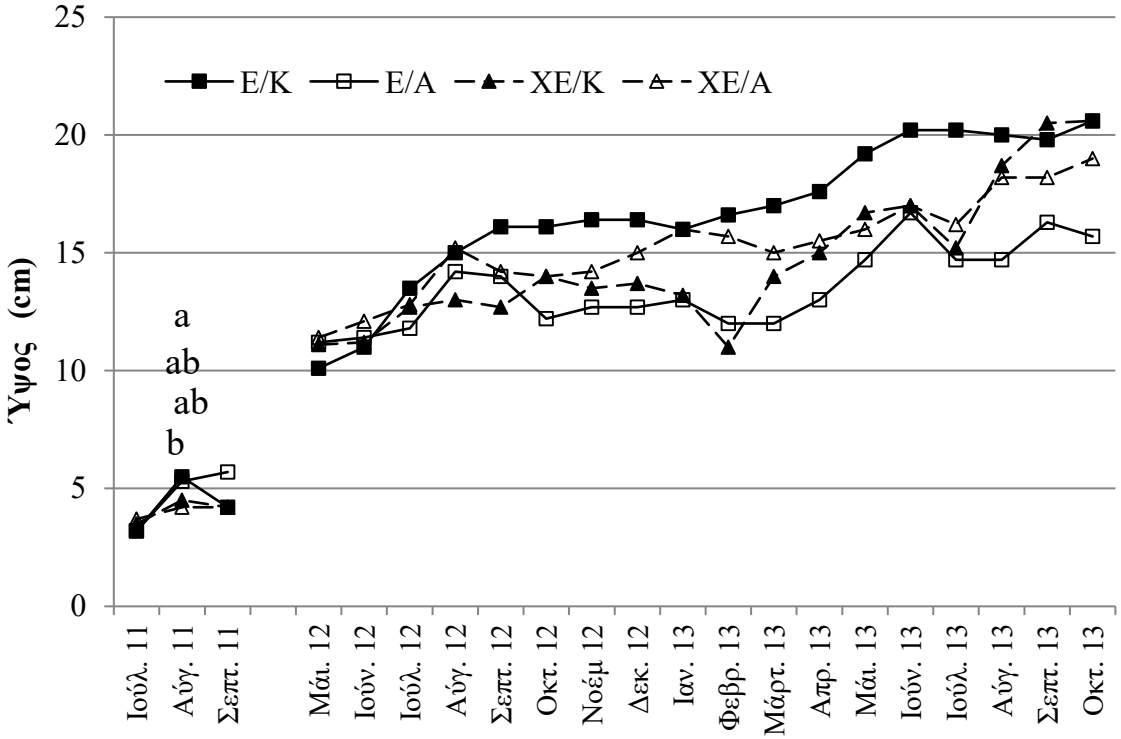
Σχ. 3.5.1.2 Επίδραση του παράγοντα υπόστρωμα στη μέση διάμετρο (cm) των μοσχευμάτων (Οκτ. 2011 – Απρ. 2012)

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.5.2 Ανάπτυξη ύψους

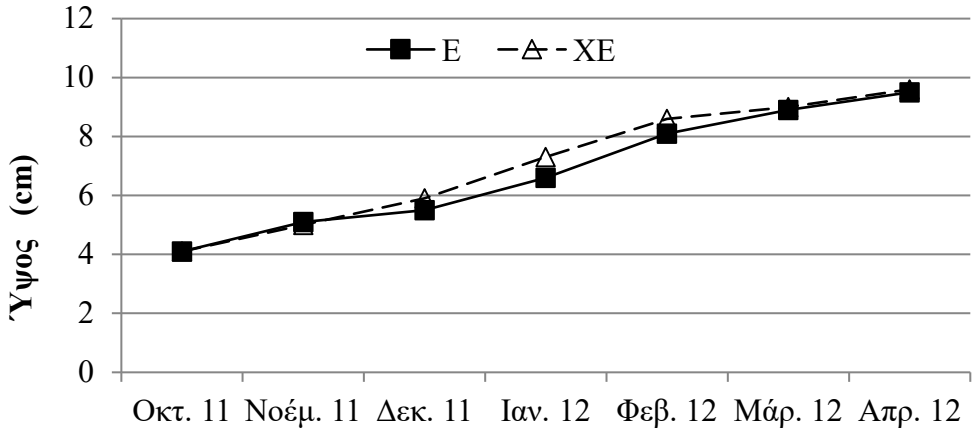
Στην ανάπτυξη του ύψους των σπορόφυτων του *S. athoa* τον Αύγουστο του 2011 επέδρασε ο παράγοντας υπόστρωμα, με το εδαφικό υπόστρωμα να ευνοεί την ανάπτυξη του ύψους των σπορόφυτων. Τον Σεπτέμβριο του 2011, στην ανάπτυξη του ύψους των σπορόφυτων δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες, ενώ οι επεμβάσεις δεν παρουσίασαν καμία διαφορά (Πίν. 3.5.2, Σχ. 3.5.2.1).

Όσον αφορά στην ανάπτυξη του ύψους των μοσχευμάτων του *S. athoa,* απεδείχθη ότι από τον Οκτώβριο του 2011 μέχρι και τον Οκτώβριο του 2013, δηλαδή κατά τη διάρκεια όλου του πειράματος, δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες καθώς και οι επεμβάσεις δεν παρουσίασαν καμία διαφορά (Πίν. 3.5.2, Σχ. 3.5.2.1, Σχ. 3.5.2.2).



Σχ. 3.5.2.1 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στο ύψος (cm) των σπορόφυτων (Ιούλιος 2011 – Σεπτέμβριος 2011) και των μοσχευμάτων του *S. athoa* (Μάιος 2012 – Οκτώβριος 2013).

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση



Σχ. 3.5.2.2 Επίδραση του παράγοντα υπόστρωμα στο ύψος (cm) των μοσχευμάτων (Οκτ. 2011 – Απρ. 2012)

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος

Πίν. 3.5.2 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο ύψος (cm) των σπορόφυτων # (Ιούλιος 2011 – Σεπτέμβριος 2011) και των μοσχευμάτων του *S. athoa* (Μάι. 2012 – Οκτ. 2013) και επίδραση του παράγοντα υπόστρωμα στο ύψος (cm) των μοσχευμάτων (Οκτ. 2011 – Απρ. 2012)

	Ιούλ. 11#	**Αύγ. 11#**	**Σεπτ. 11#**	**Οκτ. 11**	**Νοέμ. 11**	**Δεκ. 11**	**Ιαν. 12**
Fυπ.	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS
Fάρδ.	NS	NS		-	-	-	-
Fυπ.χάρδ.	NS	NS		-	-	-	-
E	3.2 a	5.4 a	4.9 a	4.1 a	5.1 a	5.5 a	6.6 a
XE	3.7 a	4.3 b	4.2 a	4.1 a	5 a	5.9 a	7.3 a
K	3.2 a	5 a	4.2 a	-	-	-	-
A	3.1 a	4.7 a	4.9 a	-	-	-	-
Std Error	0.1	0.2	0.3	0.01	0.1	0.2	0.2
E/K	3.2 a	5.5 a	4.2 a	-	-	-	-
E/A	3.2 a	5.3 ab	5.7 a	-	-	-	-
XE/K	3.5 a	4.5 ab	4.2 a	-	-	-	-
XE/A	3.7 a	4.2 b	4.2 a	-	-	-	-
LSD	0.7	1.1	2.3	-	-	-	-

	Φεβ. 12	**Μάρ. 12**	**Απρ. 12**	**Μάι. 12**	**Ιούν. 12**	**Ιούλ. 12**	**Αύγ. 12**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fάρδ.				NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.				NS	NS	NS	NS
E	8.1 a	8.9 a	9.5 a	10.7 a	11.2 a	12.7 a	14.6 a

XE	8.6 a	9 a	9.6 a	11.2 a	11.7 a	12.8 a	14.1 a
K				10.6 a	11.1 a	13.1 a	14 a
A				11.3 a	11.7 a	12.3 a	14.7 a
Std Error	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.8
E/K	-	-	-	10.1 a	11 a	13.5 a	15 a
E/A	-	-	-	11.2 a	11.4 a	11.8 a	14.2 a
XE/K	-	-	-	11.1 a	11.2 a	12.7 a	13 a
XE/A	-	-	-	11.4 a	12.1 a	12.8 a	15.2 a
LSD	-	-	-	2.9	3	3.6	3.9

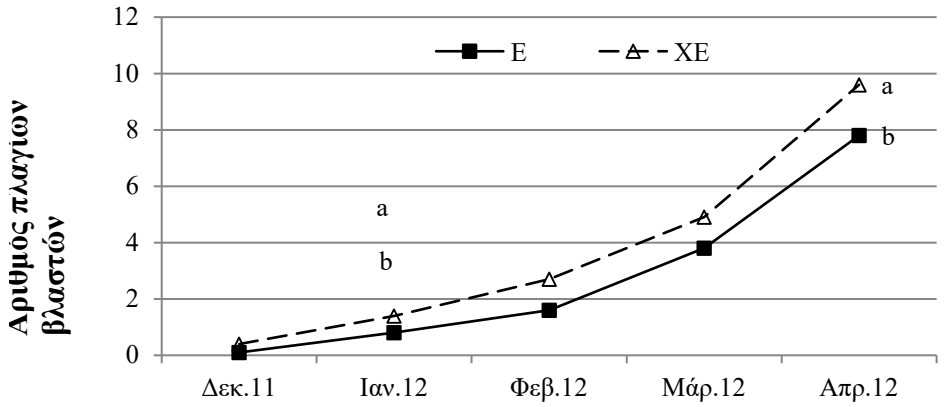
	Σεπτ. 12	**Οκτ. 12**	**Νοέμ. 12**	**Δεκ. 12**	**Ιαν. 13**	**Φεβ. 13**	**Μάρ. 13**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E	15.1 a	14.2 a	14.6 a	14.6 a	14.5 a	14.3 a	14.5 a
XE	13.5 a	14 a	13.9 a	14.4 a	14.6 a	13.3 a	14.5 a
K	14.4 a	15.1 a	14.9 a	15.1 a	14.6 a	13.8 a	15.5 a
A	14.1 a	13.1 a	13.5 a	13.9 a	14.5 a	13.8 a	13.5 a
Std Error	0.7	0.9	1	0.9	1.1	1	0.9
E/K	16.1 a	16.1 a	16.4 a	16.4 a	16 a	16.6 a	17 a
E/A	14 a	12.2 a	12.7 a	12.7 a	13 a	12 a	12 a
XE/K	12.7 a	14 a	13.5 a	13.7 a	13.2 a	11 a	14 a
XE/A	14.2 a	14 a	14.2 a	15 a	16 a	15.7 a	15 a
LSD	3.4	4.3	6.3	6	6.6	5.1	5.7

	Απρ. 13	**Μάι. 13**	**Ιούν. 13**	**Ιούλ. 13**	**Αύγ. 13**	**Σεπτ. 13**	**Οκτ. 13**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E	15.3 a	17 a	18.5 a	17.5 a	17.4 a	18.1 a	18.1 a
XE	15.2 a	16.4 a	17 a	15.7 a	18.5 a	19.4 a	20.7 a
K	13.6 a	18 a	18.6 a	17.7 a	19.4 a	20.1 a	21.5 a
A	14.2 a	15.4 a	16.9 a	15.5 a	16.5 a	17.3 a	17.3 a
Std Error	0.9	1	1.2	1	1.2	1.2	1.4
E/K	17.6 a	19.2 a	20.2 a	20.2 a	20 a	19.8 a	20.6 a
E/A	13 a	14.7 a	16.7 a	14.7 a	14.7 a	16.3 a	15.7 a
XE/K	15 a	16.7 a	17 a	15.2 a	18.7 a	20.5 a	20.6 a
XE/A	15.5 a	16 a	17 a	16.2 a	18.2 a	18.2 a	19 a
LSD	5.9	6.3	7.4	6.4	7.3	7.4	8.3

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

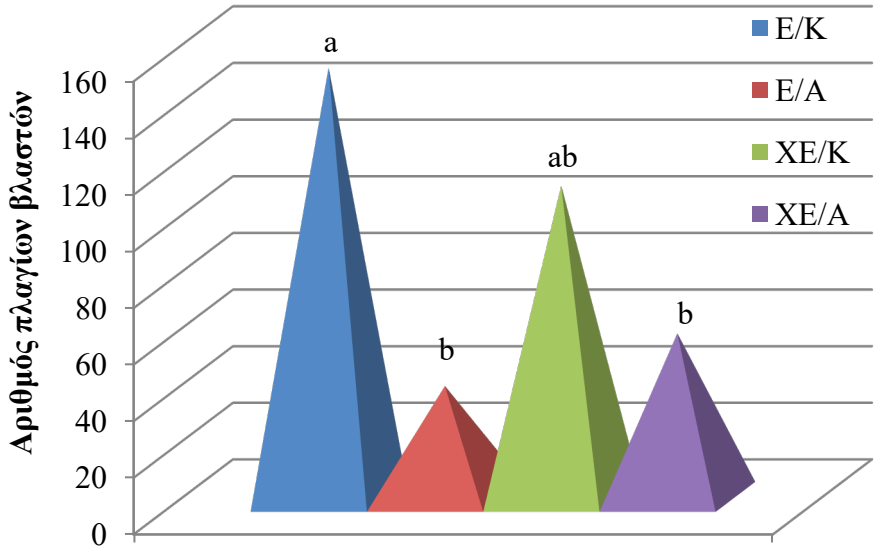
3.5.3 Αριθμός πλαγίων βλαστών

Ο αριθμός των πλαγίων βλαστών στα έρριζα μοσχεύματα του *S. athoa* μετρήθηκε από τον Δεκέμβριο του 2011 μέχρι τον Απρίλιο του 2012, καθώς και στο τέλος του πειράματος τον Οκτώβριο του 2013.



Σχ. 3.5.3.1 Επίδραση του κύριου παράγοντα του πειράματος υπόστρωμα στον αριθμό των πλαγίων βλαστών του *S. athoa* από τον Δεκέμβριο του 2011 μέχρι τον Απρίλιο του 2012.
Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος

Τον Ιανουάριο και τον Απρίλιο του 2012, το μη εδαφικό υπόστρωμα ευνόησε τους πλάγιους βλαστούς (Πίν. 3.5.3, Σχ. 3.5.3.1, Σχ. 3.5.3.2). Στο τέλος του πειράματος, τον Οκτώβριο του 2013, υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, με ευνοϊκότερη τη συχνότητα της κανονικής άρδευσης (Πίν. 3.5.3, Σχ. 3.5.3.2).



Σχ. 3.5.3.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στον αριθμό των πλαγίων βλαστών του *S. athoa* στο τέλος του πειράματος (Οκτώβριος 2013)

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

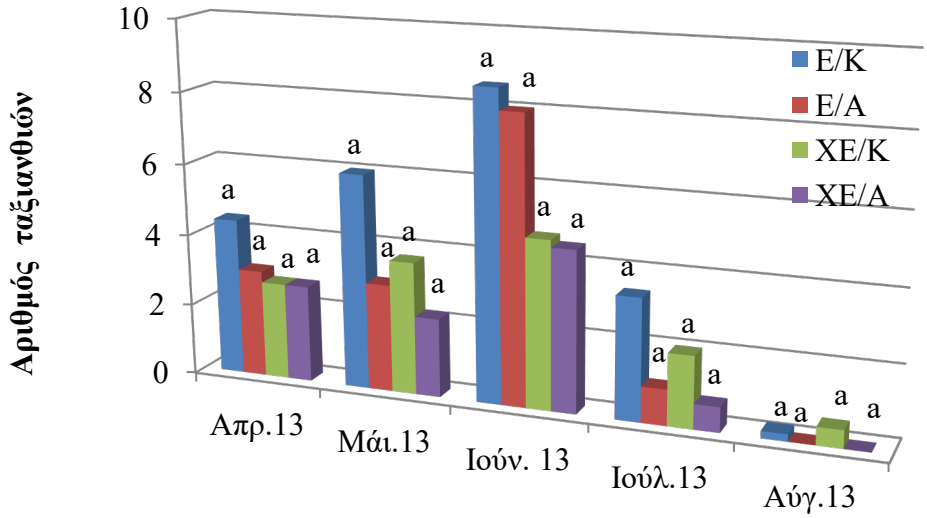
Πίν. 3.5.3 Επίδραση του παράγοντα υπόστρωμα στον αριθμό των πλαγίων βλαστών του *S. athoa* (Δεκ. 2011 – Απρ. 2012) και των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στον αριθμό των πλαγίων βλαστών του *S. athoa* στο τέλος του πειράματος (Οκτώβριος 2013)

	Δεκ. 11	**Ιαν. 12**	**Φεβ. 12**	**Μάρ. 12**	**Απρ. 12**	**Οκτ. 13**
Fυπ.	NS	-	NS	NS	*	NS
Fάρδ.	-	-	-	-	-	*
Fυπ.χάρδ.	-	-	-	-	-	NS
E	0.1 a	0.8 b	1.6 a	3.8 a	7.8 b	95.4 a
XE	0.4 a	1.4 a	2.7 a	4.9 a	9.6 a	83.9 a
K	-	-	-	-	-	130.8 a
A	-	-	-	-	-	48.5 b
Std Error	0.1	0.1	0.3	0.3	0.4	13
E/K	-	-	-	-	-	151.6 a
E/A	-	-	-	-	-	39.2 b
XE/K	-	-	-	-	-	110 ab
XE/A	-	-	-	-	-	57.8 b
LSD	-	-	-	-	-	75.7

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.5.4 Αριθμός ταξιανθιών

Ο αριθμός των ταξιανθιών στα φυτά του *S. athoa*, μετρήθηκε από τον Απρίλιο του 2013 μέχρι τον Αύγουστο της ίδιας χρονιάς (στα μέσα του κάθε μηνός), χρονική περίοδο κατά την οποία η ανθοφορία ήταν συνεχής και ομαλή.



Σχ. 3.5.4 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στον αριθμό των ταξιανθιών του *S. athoa* από τον Απρίλιο μέχρι τον Αύγουστο του 2013

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Όπως φαίνεται στο Σχ. 3.5.4 και στον Πίν. 3.5.4, στον αριθμό των ταξιανθιών του *S. athoa* καθ' όλη τη διάρκεια της ανθοφορίας δεν υπήρξε επίδραση κάποιου από τους κύριους παράγοντες. Επίσης δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων του πειράματος. Τον Ιούνιο που ήταν η μέγιστη ανθοφορία, η επέμβαση εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση έδωσε ελαφρώς περισσότερες ταξιανθίες σε σχέση με την αραιή και αρκετά περισσότερες από τις επεμβάσεις με μη εδαφικό υπόστρωμα, οι διαφορές όμως δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (Πίν. 3.5.4, Σχ. 3.5.4).

Πίν. 3.5.4 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στον αριθμό των ταξιανθιών του *S. athoa* από τον Απρίλιο μέχρι τον Αύγουστο του 2013

	Απρ. 13	**Μάι. 13**	**Ιούν. 13**	**Ιούλ. 13**	**Αύγ. 13**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS	NS
Fάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS
E	3.7 a	4.5 a	8.3 a	2.2 a	0.1 a
XE	2.7 a	3 a	4.6 a	1.4 a	0.2 a
K	3.6 a	4.9 a	6.7 a	2.7 a	0.4 a

A	2.8 a	2.6 a	6.2 a	0.9 a	0 a
Std Error	1.3	1.2	1.9	0.5	0.1
E/K	4.4 a	6 a	8.6 a	3.4 a	0.2 a
E/A	3 a	3 a	8.0 a	1 a	0 a
XE/K	2.7 a	3.7 a	4.7 a	2 a	0.5 a
XE/A	2.7 a	2.2 a	4.5 a	0.7 a	0 a
LSD	7	7.5	10.8	3.2	0.6

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.5.5 Ξηρό βάρος υπέργειου μέρους

Αν και υπήρξε απώλεια φυτών στα τέλη του Αυγούστου του 2012, έγινε μέτρηση του ξηρού βάρους του υπέργειου μέρους των φυτών (4 περίπου από κάθε επέμβαση) του *S. athoa*, στο τέλος του πειράματος, τον Οκτώβριο του 2013.

Μετά από 27 μήνες καλλιέργειας, στο ξ.β. του *S. athoa*, δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες του πειράματος, ούτε υπήρξε διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων (Πίν. 3.5.5, Σχ. 3.5.5). Η επέμβαση που διέφερε ελαφρώς από τις άλλες δίνοντας μεγαλύτερο ξ.β., όχι όμως στατιστικά σημαντικό, ήταν ο συνδυασμός εδαφικού υποστρώματος με κανονική άρδευση (Πίν. 3.5.5).

Πίν. 3.5.5 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο ξ.β. (g) του υπέργειου μέρους του *S. athoa* στο τέλος του πειράματος, μετά από 27 μήνες καλλιέργειας (Οκτ. 2013)

ξ.β. υπέργειου μέρους 2013			
Fυπ.	NS		
Fάρδ.	NS		
Fυπ.χάρδ.	NS		
E	208.1 a	**E/K**	283 a
XE	219.9 a	**E/A**	133.2 a
K	257.2 a	**XE/K**	231.5 a
A	170.8 a	**XE/A**	208.3 a
Std Error	34.9	**LSD**	193.6

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.5.6 Ξηρό βάρος ριζικού συστήματος

Στο τέλος του πειράματος, τον Οκτώβριο του 2013, αν και υπήρξε απώλεια φυτών, μετρήθηκε το ξ.β. του ριζικού συστήματος (τεσσάρων φυτών από την κάθε επέμβαση) του *S. athoa*. Δεν υπήρξε επίδραση των κύριων παραγόντων στο ξ.β. του ριζικού συστήματος, αλλά ούτε διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Η επέμβαση που διέφερε ελαφρώς από τις άλλες δίνοντας μεγαλύτερο ξ.β. ριζικού συστήματος, ήταν ο συνδυασμός εδαφικού υποστρώματος με αραιή άρδευση (Πίν. 3.5.6, Σχ. 3.5.6).

Πίν. 3.5.6 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο ξ.β. (g) του ριζικού συστήματος του *S. athoa* στο τέλος του πειράματος (Οκτ. 2013)

	ξ.β. ριζικού συστήματος 2013		
Fυπ.	NS		
Fάρδ.	NS		
Fυπ.χάρδ.	NS		
E	19.6 a	**E/K**	17.1 a
XE	21.4 a	**E/A**	22 a
K	19.2 a	**XE/K**	21.2 a
A	21.7 a	**XE/A**	21.5 a
Std Error	3.2	**LSD**	32

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

3.5.7 Στοματική αντίσταση (r_s)

Μία μέρα πριν την εφαρμογή άρδευσης, στην r_s του *S. athoa* τον Σεπτέμβριο του 2011, καθώς και τον Μάιο και τον Ιούνιο του 2012, δεν υπήρξε επίδραση κανενός από τους κύριους παράγοντες και καμία διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων του πειράματος (Πίν. 3.5.7.1, Σχ. 3.5.7.2). Ελαφρώς υψηλές ήταν οι τιμές της r_s στην επέμβαση μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση. Τον Ιούλιο του 2012 υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων, με την ίδια επέμβαση να παρουσιάζει υψηλότερες τιμές r_s. Τον Αύγουστο του 2012 επέδρασε ο παράγοντας άρδευση. Στο μη εδαφικό υπόστρωμα η r_s ήταν υψηλότερη όταν τα φυτά αρδεύονταν αραιά. Τον Σεπτέμβριο του 2012, δεν υπήρξε επίδραση κανενός από τους κύριους παράγοντες, με την αραιή άρδευση να επιφέρει υψηλότερες τιμές r_s στο μη εδαφικό υπόστρωμα σε σύγκριση με το εδαφικό. Το

Φεβρουάριο του 2013 που τα φυτά δεν αρδεύονταν, υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων. Τον Οκτώβριο του 2012 καθώς και τον Ιούνιο, Ιούλιο και τον Αύγουστο του 2013, επέδρασε ο παράγοντας άρδευση. Καθ΄ όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού του 2013 οι τιμές r_s ήταν υψηλότερες στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε μη εδαφικό υπόστρωμα και αρδεύονταν αραιά (Πίν. 3.5.7.1, Σχ. 3.5.7.2).

Πίν. 3.5.7.1 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στην r_s (s cm^{-1}) του *S. athoa*, κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα πριν την άρδευση, καθώς και το Φεβ. του 2013

	Σεπτ. 11	**Μάι. 12**	**Ιούν. 12**	**Ιούλ. 12**	**Αύγ. 12**	**Σεπτ. 12**
Φυπ.	NS	NS	NS	-	NS	NS
Φάρδ.	NS	NS	NS	-	*	NS
Φυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	*	NS	NS
E	10.9 a	2.5 a	2.1 a	5.1 a	3.2 a	1.2 a
XE	6.8 a	3.5 a	3.1 a	5 a	1.9 a	1.8 a
K	8.9 a	2.2 a	1.9 a	3.6 b	1.5 b	1.5 a
A	8.9 a	3.8 a	3.3 a	6.5 a	3.6 a	1.5 a
Std Error	2.9	0.4	0.4	0.6	0.4	0.1
E/K	14.7 a	1.9 a	1.7 a	1.5 b	5.2 ab	1.4 ab
E/A	7.2 a	3.1 a	2.5 a	2.4 ab	5 ab	1.1 b
XE/K	3.1 a	2.5 a	2.2 a	1.5 b	2 b	1.6 ab
XE/A	10.6 a	4.4 a	4.1 a	4.8 a	8 a	2.1 a
LSD	16.3	2.5	2.4	2.5	3.7	0.9

	Οκτ. 12	**Φεβ. 13**	**Ιούν. 13**	**Ιούλ. 13**	**Αύγ. 13**
Φυπ.	NS	-	NS	NS	NS
Φάρδ.	*	-	*	*	*
Φυπ.χάρδ.	NS	*	NS	NS	NS
E	2.7 a	3.5 a	3.1 a	6.2 a	7 a
XE	1.8 a	3.9 a	3.6 a	6.6 a	7.2 a
K	1.7 b	3.8 a	2.5 b	5 b	5.7 b
A	2.8 a	3.6 a	4.3 a	7.8 a	8.5 a
Std Error	0.2	0.1	0.4	0.6	0.6
E/K	1.9 b	2.6 b	2.5 ab	5.8 ab	6.5 ab
E/A	3.5 a	4.4 a	3.8 ab	6.7 ab	7.5 ab
XE/K	1.5 b	5 a	2.4 b	4.3 b	4.9 b
XE/A	2 ab	2.8 b	4.8 a	9 a	9.6 a
LSD	5.7	0.7	2.3	3.8	3.7

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Μία μέρα μετά την εφαρμογή άρδευσης, στην r_s του *S. athoa,* τον Σεπτέμβριο του 2011, καθώς και τον Μάιο, τον Ιούνιο, τον Ιούλιο και τον Σεπτέμβριο του 2012, δεν

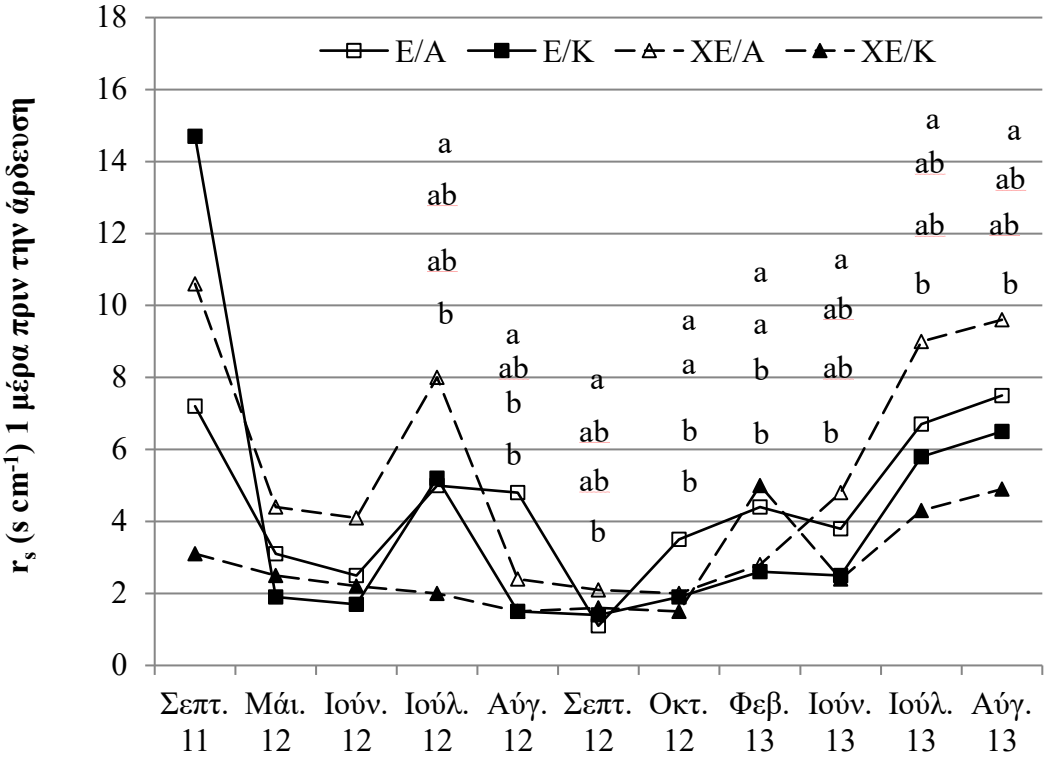
υπήρξε επίδραση κανενός από τους κύριους παράγοντες και καμία διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων του πειράματος (Πίν. 3.5.7.2, Σχ. 3.5.7.3). Τον Αύγουστο και τον Οκτώβριο του 2012, καθώς και τον Ιούνιο του 2013, υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων, με την r_s τον Ιούνιο να είναι χαμηλότερη στην επέμβαση μη εδαφικό υπόστρωμα με κανονική άρδευση. Τον Ιούλιο και τον Αύγουστο του 2013, επέδρασε ο παράγοντας άρδευση με υψηλότερες τιμές r_s στις επεμβάσεις που περιείχαν την αραιή άρδευση (Πίν. 3.5.7.2, Σχ. 3.5.7.3).

Πίν. 3.5.7.2 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στην r_s (s cm^{-1}) του *S. athoa* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα μετά την άρδευση

	Σεπτ. 11	**Μάι. 12**	**Ιούν. 12**	**Ιούλ. 12**	**Αύγ. 12**	**Σεπτ. 12**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS	-	NS
Fάρδ.	NS	NS	NS	NS	-	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	*	NS
E	4.2 a	0.5 a	0.4 a	2.2 a	0.9 a	0.2 a
XE	2.6 a	0.7 a	0.5 a	1.7 a	0.6 a	0.3 a
K	2.8 a	0.5 a	0.3 a	1.5 a	0.5 b	0.2 a
A	4 a	0.8 a	0.6 a	2.4 a	1 a	0.3 a
Std Error	1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.04
E/K	4.6 a	0.4 a	0.3 a	0.3 a	0.2 c	0.2 a
E/A	3.7 a	0.7 a	0.5 a	0.5 a	1.5 a	0.2 a
XE/K	1 a	0.6 a	0.3 a	0.3 a	0.7 b	0.3 a
XE/A	4.3 a	0.9 a	0.6 a	06 a	0.5 bc	0.3 a
LSD	5.7	0.7	0.5	0.5	0.3	0.2

	Οκτ.12	**Ιούν.13**	**Ιούλ.13**	**Αύγ.13**
Fυπ.	-	-	NS	NS
Fάρδ.	-	-	*	*
Fυπ.χάρδ.	*	*	NS	NS
E	0.4 a	1.8 a	4.1 a	4.2 a
XE	0.3 a	1.2 b	3.3 a	3.2 a
K	0.3 a	1.4 a	2.2 b	2.2 b
A	0.4 a	1.6 a	5.1 a	5.2 a
Std Error	0.04	0.1	0.3	0.3
E/K	0.2 b	1.9 a	3.1 b	3 b
E/A	0.6 a	1.6 a	5 a	5.4 a
XE/K	0.3 ab	0.9 b	1.3 c	1.4 b
XE/A	0.2 b	1.5 a	5.2 a	5 a
LSD	0.2	0.5	1.7	1.5

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

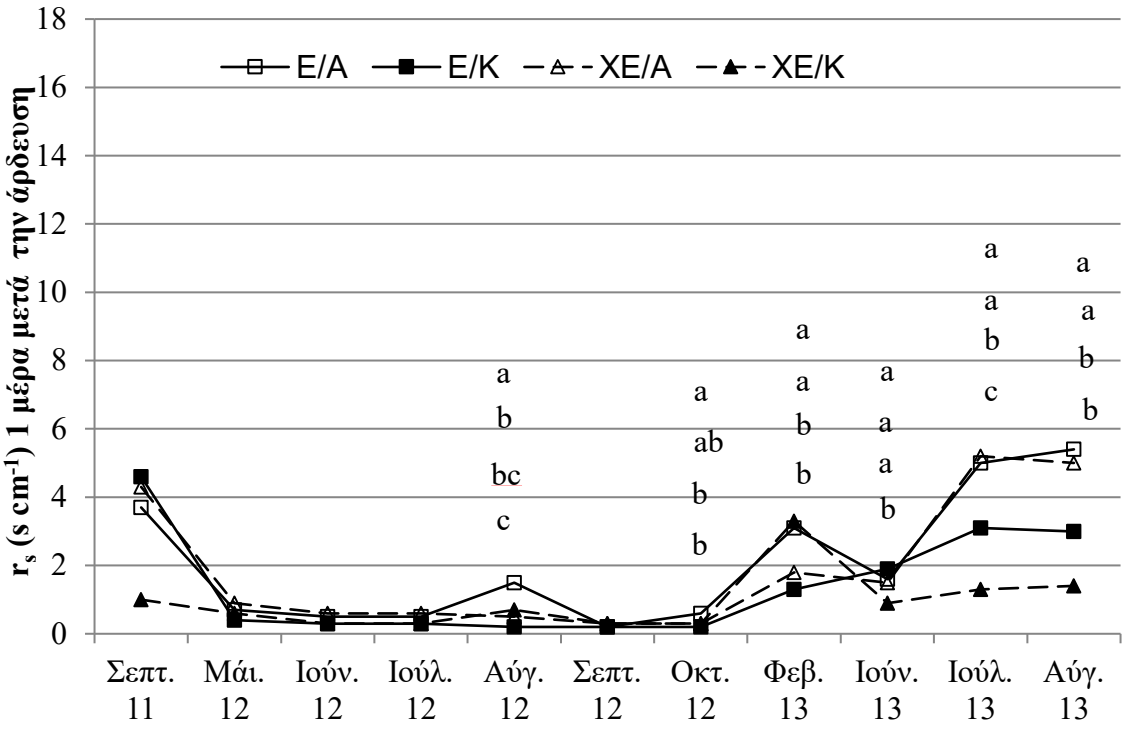


Σχ. 3.5.7.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στην r_s (s cm^{-1}) των σπορόφυτων του *S. athoa*, τον Σεπτέμβριο του 2011 και των μοσχευμάτων κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα πριν την άρδευση, καθώς και το Φεβ. του 2013

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Όπως φαίνεται στο Σχ. 3.5.7.2, το Σεπτέμβριο του 2011, η r_s των σπορόφυτων, ήταν πιο μεγάλη κατά την αραιή άρδευση. Τον Ιούλιο του 2012 η rs των μοσχευμάτων ήταν ελαφρώς πιο υψηλή στο μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση και το ίδιο παρουσιάζεται και κατά τον Ιούλιο και τον Αύγουστο του 2013, ενώ διαφέρει από την επέμβαση μη εδαφικό υπόστρωμα με κανονική άρδευση.

Μία μέρα μετά την εφαρμογή άρδευσης (Σχ. 3.5.7.3), η r_s τον Ιούλιο και τον Αύγουστο του 2013 ήταν υψηλή στα φυτά που καλλιεργήθηκαν υπό αραιή άρδευση.

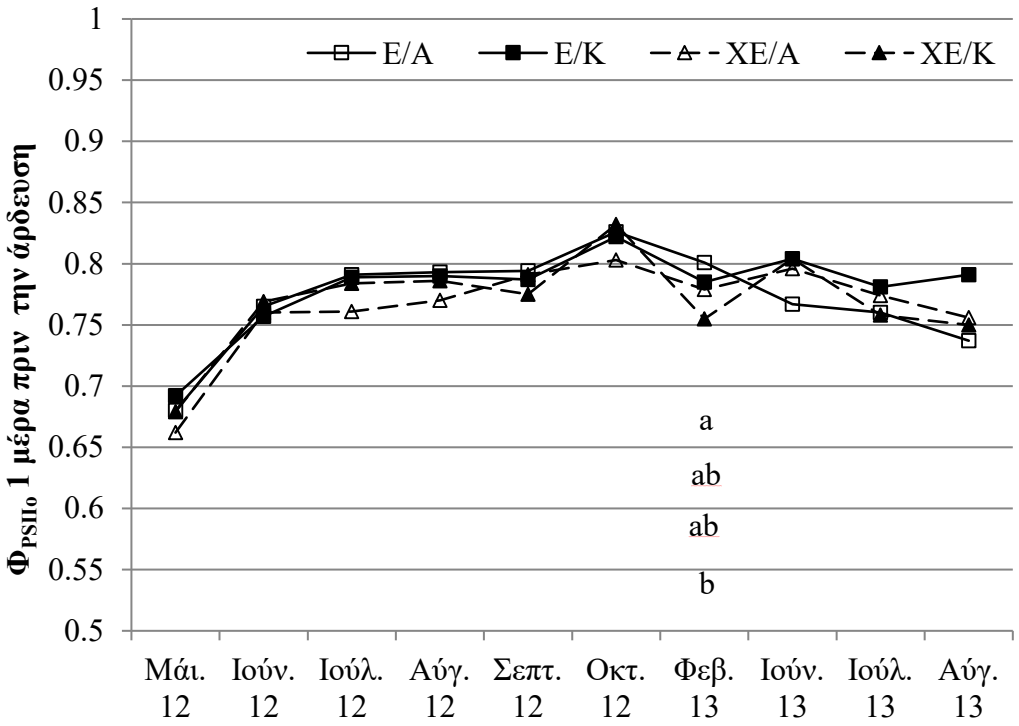


Σχ. 3.5.7.3 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στην r_s (s cm^{-1}) των σπορόφυτων του *S. athoa*, τον Σεπτέμβριο του 2011 και των μοσχευμάτων κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα μετά την άρδευση, καθώς και το Φεβ. του 2013

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.5.8 Μέγιστη φωτοχημική απόδοση του φωτοσυστήματος ΙΙ ($Φ_{PSIIo}$)

Μία μέρα πριν την εφαρμογή άρδευσης (Πίν. 3.5.8.1, Σχ. 3.5.8.1), στη $Φ_{PSIIo}$ των έρριζων μοσχευμάτων του *S. athoa*, κατά την υδατική καταπόνηση δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες και δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Το Φεβρουάριο του 2013, που τα φυτά δεν αρδεύονταν, υπήρξε διαφορά μεταξύ δύο επεμβάσεων, ήτοι υψηλότερη $Φ_{PSIIo}$ είχαν τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα με αραιή άρδευση, σε σχέση με αυτά που καλλιεργήθηκαν σε μη εδαφικό υπόστρωμα με κανονική άρδευση (Πίν. 3.39, Σχ. 3.46). Με εξαίρεση τον Μάιο του 2012, οι τιμές της $Φ_{PSIIo}$ κυμαίνονται στο αριθμητικό εύρος του υγιούς φύλλου.



Σχ. 3.5.8.1 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στη Φ_{PSII_o} των μοσχευμάτων του *S. athoa*, κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα πριν την άρδευση, καθώς και το Φεβ. Του 2013

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Πίν. 3.5.8.1 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στη Φ_{PSII_o} του *S. athoa*, κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα πριν την άρδευση, καθώς και το Φεβ. Του 2013

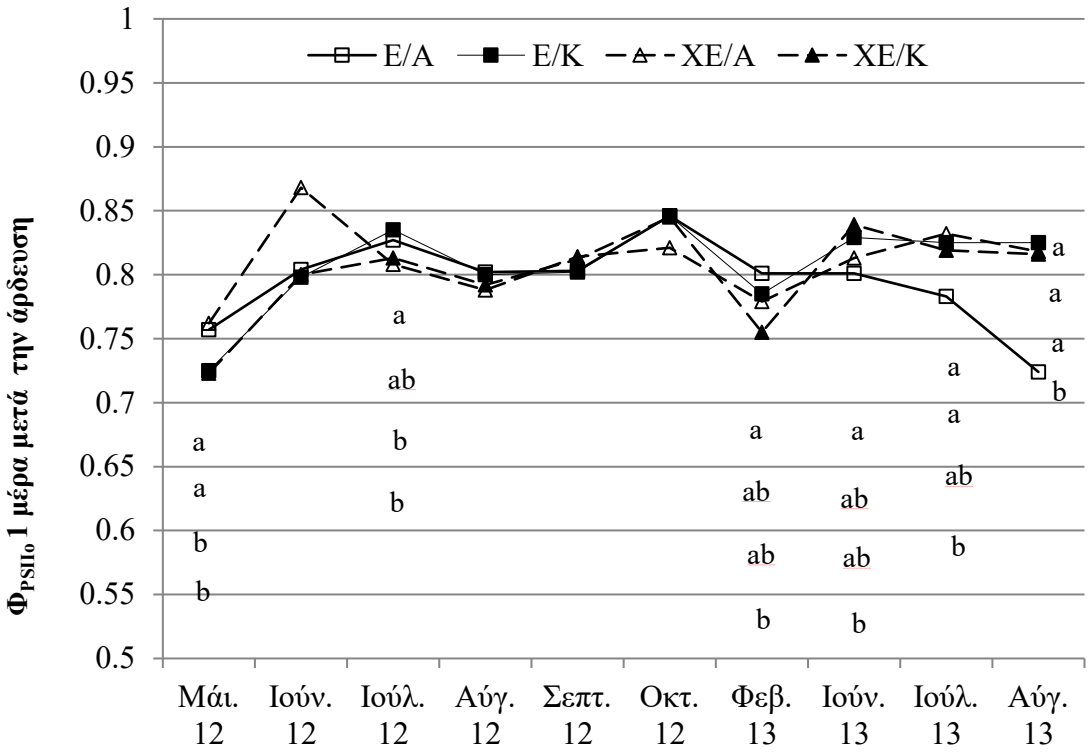
	Μάι. 12	**Ιούν. 12**	**Ιούλ. 12**	**Αύγ. 12**	**Σεπτ. 12**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS	NS
Fάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS
E	0.686 a	0.761 a	0.790 a	0.791 a	0.790 a
XE	0.670 a	0.764 a	0.772 a	0.778 a	0.783 a
K	0.686 a	0.763 a	0.786 a	0.788 a	0.781 a
A	0.671 a	0.763 a	0.776 a	0.782 a	0.793 a
Std Error	0.08	0.08	0.05	0.06	0.06
E/K	0.692 a	0.757 a	0.789 a	0.790 a	0.787 a
E/A	0.680 a	0.765 a	0.791 a	0.793 a	0.794 a
XE/K	0.679 a	0.769 a	0.784 a	0.786 a	0.775 a
XE/A	0.662 a	0.760 a	0.761 a	0.770 a	0.791 a
LSD	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04

	Οκτ.12	**Φεβ.13**	**Ιούν.13**	**Ιούλ.13**	**Αύγ.13**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS	NS
Fάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS
E	0.824 a	0.793 a	0.786 a	0.770 a	0.764 a
XE	0.817 a	0.767 a	0.800 a	0.766 a	0.753 a
K	0.827 a	0.770 a	0.804 a	0.769 a	0.771 a
A	0.815 a	0.790 a	0.782 a	0.767 a	0.746 a
Std Error	0.05	0.06	0.06	0.02	0.01
E/K	0.822 a	0.785 ab	0.804 a	0.781 a	0.791 a
E/A	0.826 a	0.801 a	0.767 a	0.760 a	0.737 a
XE/K	0.832 a	0.755 b	0.804 a	0.758 a	0.750 a
XE/A	0.803 a	0.779 ab	0.796 a	0.774 a	0.756 a
LSD	0.03	0.04	0.04	0.06	0.06

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Μία μέρα μετά την εφαρμογή άρδευσης, στη Φ_{PSIIo} των έριζων μοσχευμάτων του *S. athoa,* το μήνα Μάιο του 2012 επέδρασε ο παράγοντας άρδευση. Υψηλότερη Φ_{PSIIo} παρουσίασαν τα φυτά που καλλιεργήθηκαν υπό τη συχνότητα της αραιής άρδευσης, ανεξαρτήτου υποστρώματος (Πίν. 3.5.8.2, Σχ. 3.5.8.2).

Κατά τον Ιούνιο, τον Αύγουστο, τον Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο του 2012, δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες και δεν υπήρξε καμία στατιστική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων του πειράματος. Τον Ιούλιο του 2012, επέδρασε ο παράγοντας υπόστρωμα, με μεγαλύτερες τιμές Φ_{PSIIo} να προκαλεί στα φυτά το εδαφικό υπόστρωμα, ενώ η επέμβαση εδαφικό υπόστρωμα με κανονική άρδευση ευνόησε τα φυτά σε σύγκριση με τις επεμβάσεις που περιείχαν μη εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 3.5.8.2, Σχ. 3.5.8.2).



Σχ. 3.5.8.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στη Φ_{PSIIo} των μοσχευμάτων του *S. athoa*, κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα μετά την άρδευση, καθώς και το Φεβ. του 2013

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Πίν. 3.5.8.2 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στη Φ_{PSIIo} του *S. athoa*, κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα μετά την άρδευση

	Μάι.12	**Ιούν.12**	**Ιούλ.12**	**Αύγ.12**	**Σεπτ.12**
Fυπ.	NS	NS	*	NS	NS
Fάρδ.	*	NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS
E	0.741 a	0.801 a	0.831 a	0.801 a	0.803 a
XE	0.743 a	0.834 a	0.810 b	0.790 a	0.813 a
K	0.724 b	0.799 a	0.824 a	0.796 a	0.807 a
A	0.759 a	0.836 a	0.817 a	0.795 a	0.809 a
Std Error	0.05	0.01	0.04	0.05	0.04
E/K	0.725 b	0.798 a	0.835 a	0.800 a	0.802 a
E/A	0.757 a	0.804 a	0.827 ab	0.802 a	0.803 a
XE/K	0.723 b	0.800 a	0.813 b	0.792 a	0.812 a
XE/A	0.762 a	0.868 a	0.808 b	0.788 a	0.814 a
LSD	0.03	0.08	0.02	0.03	0.02

	Οκτ.12	**Ιούν.13**	**Ιούλ.13**	**Αύγ.13**
Φυπ.	NS	NS	-	NS
Φάρδ.	NS	*	-	NS
Φυπ.χάρδ.	NS	NS	*	NS
E	0.846 a	0.815 a	0.804 a	0.815 a
XE	0.833 a	0.826 a	0.825 a	0.817 a
K	0.846 a	0.834 a	0.822 a	0.821 a
A	0.833 a	0.807 b	0.807 a	0.811 a
Std Error	0.04	0.05	0.06	0.06
E/K	0.846 a	0.829 ab	0.825 a	0.825 a
E/A	0.846 a	0.801 b	0.783 b	0.724 b
XE/K	0.845 a	0.839 a	0.819 ab	0.816 a
XE/A	0.821 a	0.813 ab	0.832 a	0.818 a
LSD	0.02	0.04	0.04	0.03

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

3.5.9 Συγκέντρωση των χλωροφυλλών ($Chl_{ολ}$)

Στη συγκέντρωση χλωροφυλλών $Chl_{ολ}$ του *S. athoa* τον Ιούλιο του 2012 υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων. Τον Σεπτέμβριο του 2012, δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες, ούτε υπήρξε διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων. Τον Ιούλιο του 2013, υπήρξε και πάλι αλληλεπίδραση παραγόντων. Τη μικρότερη συγκέντρωση χλωροφυλλών παρουσίασαν τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση (Πίν. 3.5.9).

Πίν. 3.5.9 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στη $Chl_{ολ}$ του *S. athoa*, τον Ιούλιο και τον Σεπτέμβριο του 2012 και τον Ιούλιο του 2013

	Ιούλ. 12	**Σεπτ. 12**	**Ιούλ. 13**
Φυπ.	-	NS	-
Φάρδ.	-	NS	-
Φυπ.χάρδ.	*	NS	*
E	37.7 a	28.9 a	25 a
XE	33.1 a	25.8 a	16.3 a
K	34 a	27.1 a	25.8 a
A	36.8	27.7 a	15.6 a
Std Error	1.5	1.6	2.2
E/K	32.2 b	29 a	23.7 a
E/A	43.1 a	28.9 a	26.3 a
XE/K	35.8 ab	25.1 a	27.8 a

XE/A	30.4 b	26.4 a	4.9 b
LSD	9.2	9.7	14.6

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.5.10 Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC)

Πίν. 3.5.10 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο RWC του *S. athoa*, τον Ιούλιο και τον Σεπτέμβριο του 2012 και τον Ιούλιο του 2013

	Ιούλ.12	**Σεπτ.12**	**Ιούλ.13**
Fυπ.	NS	NS	NS
Fάρδ.	*	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS
E	69 a	38.7 a	57.9 a
XE	66.5 a	43.2 a	45 a
K	73.1 a	44 a	46.5 a
A	62.4 b	37.8 a	56.4 a
Std Error	2.3	3.8	5.3
E/K	78.5 a	49.8 a	49.4 a
E/A	59.4 b	27.5 a	66.4 a
XE/K	67.7 ab	38.2 a	43.6 a
XE/A	65.3 ab	48.1 a	46.4 a
LSD	14.1	22.9	32.9

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Στο RWC του *S. athoa,* τον Ιούλιο του 2012 επέδρασε ο παράγοντας άρδευση, με την συχνότητα της κανονικής άρδευσης να ευνοεί το RWC των φυτών. Τον Σεπτέμβριο του 2012, καθώς και τον Ιούλιο του 2013, δεν επέδρασε κανένας από τους δύο κύριους παράγοντες (Πίν. 3.5.10).

3.5.11 Προσδιορισμός του πάχους του ελάσματος

Στο πάχος του ελάσματος του *S. athoa*, τον Ιούλιο του 2012, δεν υπήρξε επίδραση κανενός από τους κύριους παράγοντες, αλλά η επέμβαση εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση υπερείχε μεταξύ των επεμβάσεων (Πίν. 3.5.11). Τον Σεπτέμβριο του 2012, υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, καθώς το πάχος του ελάσματος

φαίνεται να ευνοήθηκε από την κανονική άρδευση. Τον Ιούλιο του 2013 υπήρξε και πάλι επίδραση του παράγοντα άρδευση. Αυτή τη φορά, όμως μεγαλύτερο πάχος ελάσματος ανέπτυξαν τα φυτά που αρδεύονταν αραιά (Πίν. 3.5.11).

Πίν. 3.5.11 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο πάχος του ελάσματος (μm) του *S. athoa*, τον Ιούλιο και τον Σεπτέμβριο του 2012 και τον Ιούλιο του 2013

	Ιούλ.12	**Σεπτ.12**	**Ιούλ.13**
Fυπ.	NS	NS	NS
Fάρδ.	NS	*	*
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS
E	393.3 a	366.7 a	506.7 a
XE	340.8 a	449.2 a	521.7 a
K	395.0 a	351.7 b	483.3 b
A	339.2 a	464.2 a	545.0 a
Std Error	12.4	19.4	7.7
E/K	440.0 a	350.0 b	466.7 b
E/A	346.7 b	383.3 b	546.7 a
XE/K	350.0 b	353.3 b	500.0 ab
XE/A	331.7 b	545.0 a	543.0 a
LSD	81.2	128	50.7

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

3.5.12 Αποδοτικότητα χρήσης του νερού (WUE)

Στην WUE του *S. athoa*, στο τέλος του πειράματος, τον Οκτώβριο του 2013, δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες. Επίσης, τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση παρουσίασαν παρόμοια WUE, με αυτά που αρδεύονταν αραιά σε μη εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 3.5.12).

Πίν. 3.5.12 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στην WUE (g/L) του *S. athoa*, στο τέλος του πειράματος, τον Οκτώβριο του 2013

	WUE **Οκτ. 2013**
Fυπ.	NS
Fάρδ.	NS
Fυπ.χάρδ.	NS
E	0,69 a
XE	0.77 a
K	0.76 a

A	0.71 a
Std Error	0.1
E/K	0.83 a
E/A	0.55 a
XE/K	0.68 a
XE/A	0.87 a
LSD	0.6

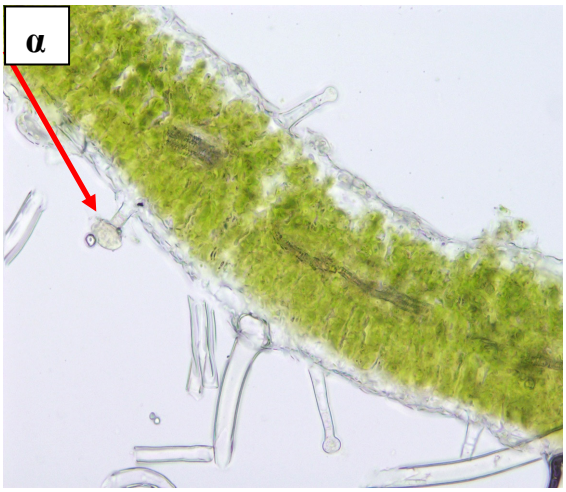
Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.5.13 Μορφολογικές και ανατομικές παρατηρήσεις της δομής του ελάσματος

Η μελέτη της ανατομικής διάπλασης των φύλλων του *S. athoa*, πραγματοποιήθηκε μέσω νωπών τομών ψυκτικού μικροτόμου και οπτικού μικροσκοπίου και στη συνέχεια ελήφθησαν ψηφιακές μικροφωτογραφίες (Εικ. 3.16, 3.17, 3.18, 3.19 και 3.20).

Στις Εικ. 3.16 και Εικ. 3.17, διακρίνεται μη τυπική ανατομική διάπλαση δικότυλου με ενδιάμεσο χαρακτήρα αμφίπλευρου φύλλου-ομοιογενούς φωτοσυνθετικού παρεγχύματος. Τα φωτοσυνθετικά κύτταρα πλησίον των δύο επιφανειών είναι επιμήκη με κάθετο προσανατολισμό. Οι επιδερμίδες του ελάσματος του σιδερίτη, είναι πολύ λεπτές με διακριτή εφυμενίδα ενώ φέρουν ασπιδοειδείς και κεφαλοειδείς τρίχες ιδιαίτερα μεγάλου μήκους οι οποίες ευθύνονται για τον έντονο χνοασμό του σιδερίτη.

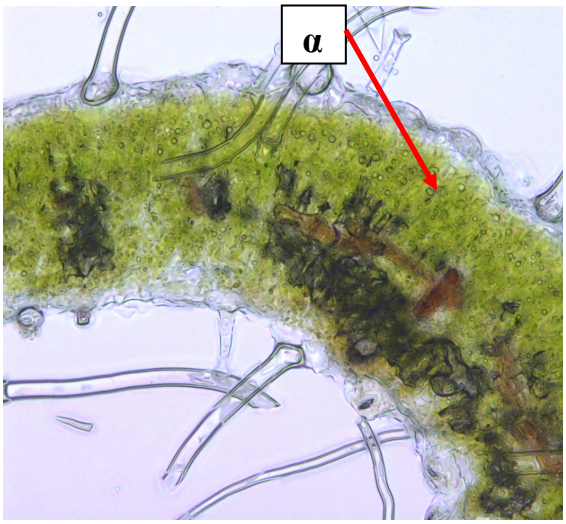
Στην Εικ. 3.16, φαίνονται καθαρά οι αδενώδεις τρίχες (α) οι οποίες είναι δύο τύπων, ασπιδοειδείς και κεφαλοειδείς. Επίσης διακρίνεται η επιμήκης τομή μιας ηθμαγγειώδους δεσμίδας. Στην Εικ. 3.18, φαίνονται πολυάριθμες τρίχες, αδένες και λιποσταγονίδια (α). Στην Εικ. 3.19, φαίνεται έντονα ο κολεός (α) και το φωτοσυνθετικό παρέγχυμα (β). Τέλος, στην Εικ. 3.20, διακρίνεται η ανατομία μιας τρίχας (α) του φυτού.



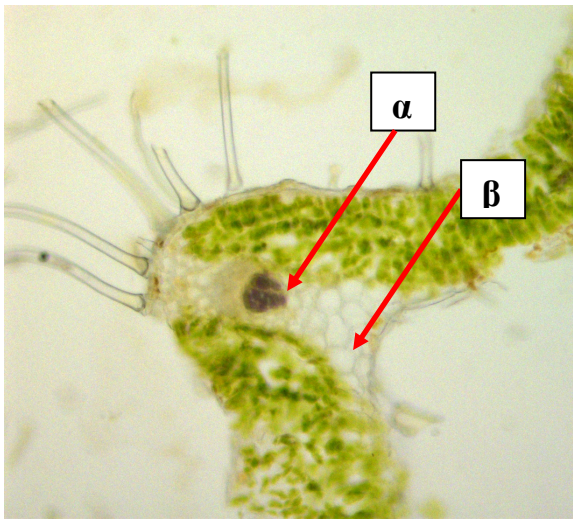
Εικ. 3.16 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *S. athoa* από φυτό που καλλιεργήθηκε σε εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση α= αδενώδης τρίχα



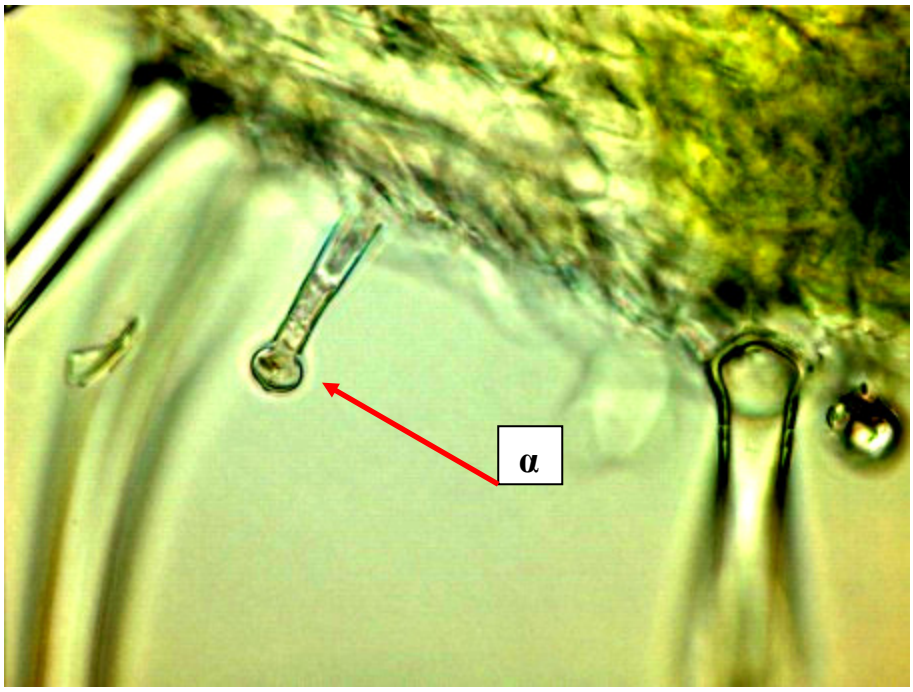
Εικ. 3.17 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *S. athoa* από φυτό που καλλιεργήθηκε σε εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση



Εικ. 3.18 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *S. athoa* από φυτό που καλλιεργήθηκε σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση α= λιποσταγονίδια



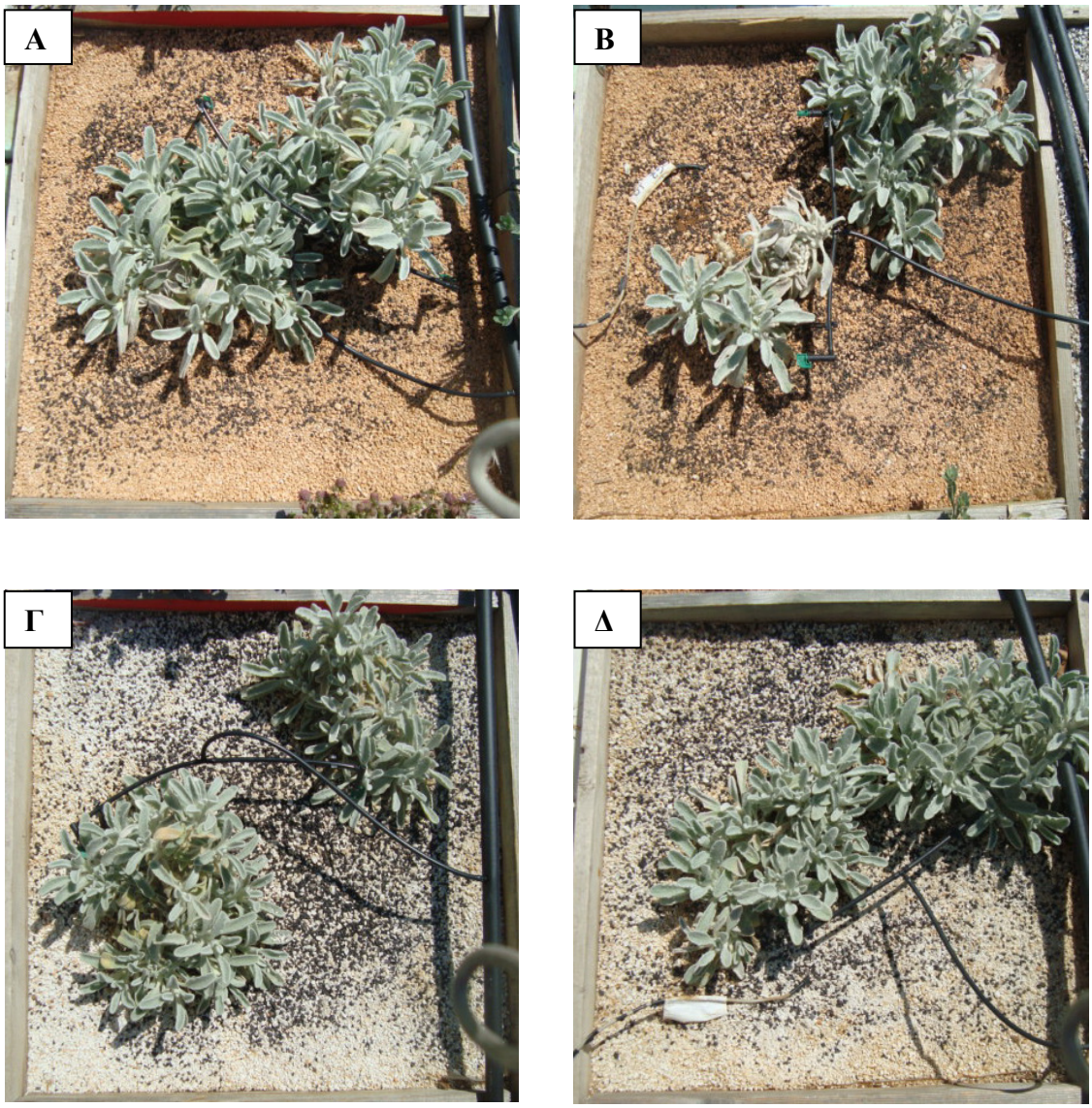
Εικ. 3.19 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *S. athoa* από φυτό που καλλιεργήθηκε σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση α= κολεός, β= φωτοσυνθετικό παρέγχυμα



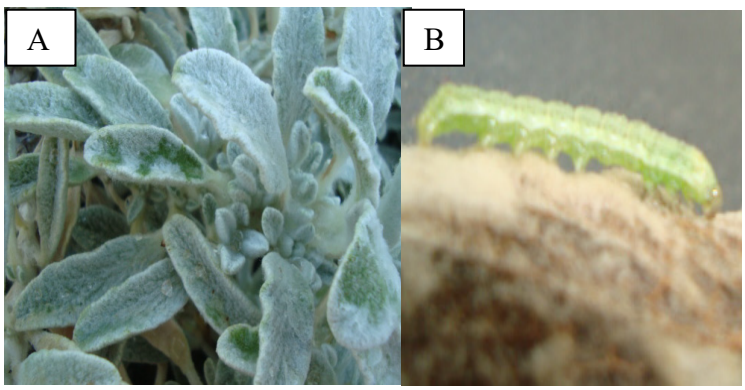
Εικ. 3.20 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *S. athoa*, όπου διακρίνεται η ανατομία της τρίχας του φυτού α= τρίχα

3.5.14 Οπτική παρατήρηση πειραματικών τεμαχίων

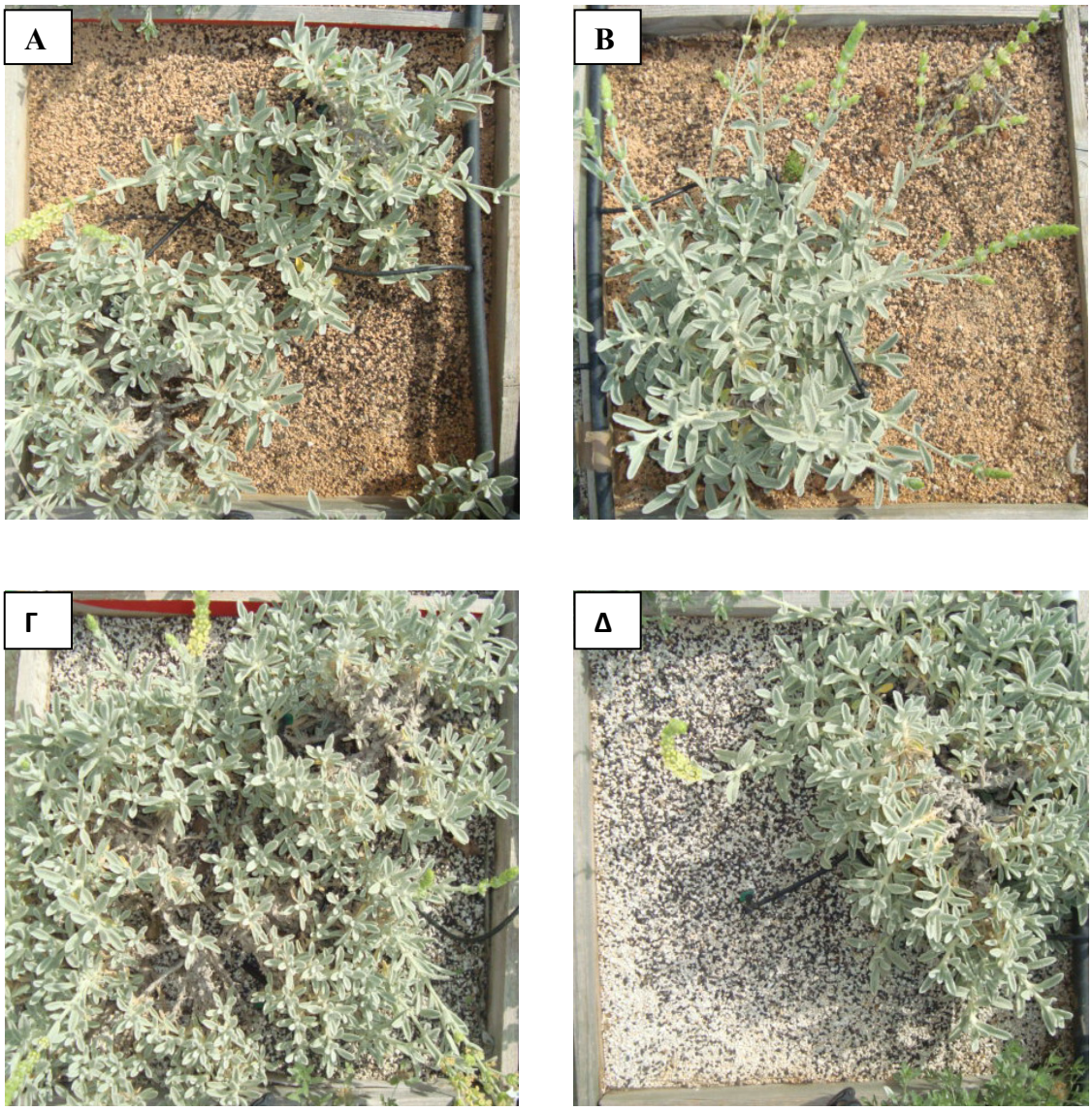
Όπως φαίνεται και στην Εικ. 3.21 (Α, Β, Γ και Δ), το *S. athoa*, τον Ιούλιο του 2012, μετά από 12 μήνες καλλιέργειας και λίγο πριν αρχίσουν οι απώλειες φυτών λόγω ψεκασμού για την εντομολογική προσβολή (Εικ. 3.22 Α και Β), σε όλες τις επεμβάσεις ανέπτυξε παρόμοια εδαφοκάλυψη, οριζόντιας κατεύθυνσης, ιδανικής για φυτοδώμα εκτατικού τύπου.



Εικ. 3.21 Ανάπτυξη φυτών *S. athoa*, τον Ιούλιο του 2012, μετά από 12 μήνες καλλιέργειας, Α. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και κανονική άρδευση, Β. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και αραιή άρδευση, Γ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και κανονική άρδευση, Δ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και αραιή άρδευση (20/07/2012)



Εικ. 3.22
Α. Προσβεβλημένο φυτό *S. athoa* από κάμπια λεπιδοπτέρου,
Β. Η κάμπια του λεπιδοπτέρου πάνω σε φύλλο *S. athoa* (Σεπτέμβριος 2012)



Εικ. 3.23 Ανάπτυξη φυτών *S. athoa* L. μετά από 22 μήνες καλλιέργειας, τον Μάιο του 2013, Α. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και κανονική άρδευση, Β. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και αραιή άρδευση, Γ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και κανονική άρδευση, Δ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και αραιή άρδευση (18/05/2013)

Στην Εικ. 3.23 Β και Δ, παρατηρείται το γεγονός ότι υπάρχει απώλεια του ενός φυτού στα πειραματικά τεμάχια. Τα ανθικά στελέχη του φυτού ήταν εντυπωσιακά σε όλες τις επεμβάσεις, τονίζοντας το Μεσογειακό στοιχείο στο φυτοδώμα. Πολλοί επικονιαστές και άλλα έντομα ήταν συχνοί επισκέπτες τους (Παράρτημα ΙΙ).

Μετά το τέλος του πειράματος, όπου κόπηκε το υπέργειο μέρος των φυτών για τον υπολογισμό νωπού και ξηρού βάρους, σε κάποια πειραματικά τεμάχια, που υπήρχε ένα φυτό και δεν υπολογίστηκε το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος, το φυτά

αναβλάστησαν και συνέχισαν να αναπτύσσονται στο δώμα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Εικ. 3.24 και Εικ. 3.25).



Εικ. 3.24 Τομή του βλαστού *S. athoa*, στην επιφάνεια του εδάφους, κατά το κόψιμο του υπέργειου μέρους του φυτού (20/10/2013)



Εικ. 3.25 Αναβλάστηση φυτού *S. athoa* σε μη εδαφικό υπόστρωμα, 3 μήνες μετά την κοπή του υπέργειου μέρους του φυτού (15/1/2014)

3.5.15 Συζήτηση

Το *S. athoa,* εγκαταστάθηκε επιτυχώς στο φυτοδώμα σε όλες τις επεμβάσεις, παρότι η φύτευση έγινε τον Ιούλιο του 2011, υπό τις αντίξοες κλιματικές συνθήκες που προαναφέρθηκαν στο φυτικό είδος *C. cneorum* (4.2). Όμως, κατά τα τέλη Σεπτεμβρίου του 2011 το φυτό προσβλήθηκε από προνύμφη λεπιδοπτέρου (Εικ. 3.22 Α και Β), έγινε ψεκασμός με το εντομοκτόνο Decis, ο οποίος προκάλεσε την απώλεια μεγάλου μέρους των φυτών. Πιθανόν σε αυτό να συνδράμανε και οι υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούσαν ακόμη το Σεπτέμβριο (μέση μηνιαία θερμοκρασία 25,5 ^{o}C) (Σχ. 3.1.1). Από προσωπική επικοινωνία με καλλιεργητές *S. athoa*, επικρατεί η άποψη ότι η καλλιέργεια δεν κινδυνεύει από κάποιο έντομο ή παθογόνο σε επικίνδυνο βαθμό. Συνήθως ψεκάζουν τον Μάιο προληπτικά για την αντιμετώπιση τετράνυχου ή αφίδων που συνήθως εμφανίζονται σε περιοχές με χαμηλό υψόμετρο. Ενδεχομένως, το γεγονός της προσβολής να οφείλεται στο χαμηλό υψόμετρο της περιοχής του Βοτανικού και στις αντίξοες συνθήκες του φυτοδώματος. Στα έρριζα μοσχεύματα *S. athoa* του ιδίου μεγέθους με τα οποία αντικαταστάθηκαν όλα τα σπορόφυτα για τη συνέχιση του πειράματος, στα τέλη Αυγούστου του 2012 που υπήρξε ξανά προσβολή από το ίδιο έντομο ο νέος ψεκασμός με το εντομοκτόνο κατέληξε και πάλι σε αρκετές απώλειες. Ο

συνδυασμός των υψηλών επιπέδων θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας σε συνδυασμό με τον ψεκασμό με εντομοκτόνο, οδήγησε σε απώλεια του 62% των φυτών της επέμβασης Ε/Α, του 37% της Ε/Κ, του 62% της ΧΕ/Α και του 50% της ΧΕ/Κ. Τα μετέπειτα αποτελέσματα από τον Αύγουστο του 2012, αφορούν στα εναπομείναντα φυτά. Το πείραμα συνεχίστηκε με αυτά θεωρώντας υπεύθυνο τον ψεκασμό με το εντομοκτόνο για τις απώλειες. Ήταν λανθασμένη η επιλογή του εντομοκτόνου και αυτό επιβεβαιώθηκε όταν το βιολογικό σκεύασμα AGRISPRAY PLUS αντιμετώπισε φιλικά και αποτελεσματικά προσβολή που υπήρξε στο *S. athoa* του θερμοκηπίου.

Την τελική μέση διάμετρο των σπορόφυτων, ευνόησε το εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 3.5.1, Σχ. 3.5.1). Ενώ στην αρχή φάνηκε ότι η κανονική άρδευση ευνοεί το μέγεθος της μέσης διαμέτρου των μοσχευμάτων, καθ' όλη σχεδόν την υπόλοιπη περίοδο του πειράματος κανένας από τους κύριους παράγοντες δεν επέδρασε σε αυτή. Στο τέλος του πειράματος, τον Οκτώβριο του 2013, και πάλι δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες, ενώ το εδαφικό υπόστρωμα έδωσε καλύτερα αποτελέσματα υπό κανονική άρδευση, χωρίς να υπάρχει διαφορά από την επίδραση του μη εδαφικού υποστρώματος (Πίν. 3.5.1, Σχ. 3.5.1). Η γενική τάση που φαίνεται καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος στο Σχ. 3.5.1.1, είναι οτι τη διάμετρο του φυτού ευνοούσε η κανονική άρδευση και το εδαφικό υπόστρωμα.

Στα φύλλα των φυτών υπό αραιή άρδευση, σημειώθηκε πτώση της $Chl_{ολ}$ η οποία έφτασε σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο τον Ιούλιο του 2013 στα φυτά σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος και αραιή άρδευση (Πίν. 3.5.9). Η υδατική καταπόνηση άλλωστε οδηγεί σε σταδιακή μείωση της $Chl_{ολ}$, όπως έδειξαν και τα αποτελέσματα πειράματος που αφορούσε το είδος *Vigna radiate* (Gheek Batra *et al*., 2014) καθώς και το είδος *Dianthus fruticosus* (Αμούντζιας, 2011). Επίσης, η RWC των σπορόφυτων τον Ιούλιο του 2011, ήταν μειωμένη στις επεμβάσεις αραιής άρδευσης (Πίν. 3.5.10). Τις δύο επόμενες χρονιές στα μοσχεύματα, δεν παρατηρήθηκε κάτι παρόμοιο. Όσον αφορά στο πάχος του ελάσματος, στα σπορόφυτα τον Ιούλιο παρατηρήθηκε αυξημένο στην επέμβαση που περιείχε έδαφος και κανονική άρδευση, αποτέλεσμα μάλλον τυχαίο. Στα μοσχεύματα και το 2012 και το 2013, επέδρασε ο παράγοντας άρδευση. Τα φυτά που αρδεύονταν αραιά ανέπτυξαν μεγαλύτερο πάχος του ελάσματος (Πίν. 3.5.11). Αυτό συμβαίνει άλλωστε σε ξηροφυτικά είδη μετά από περίοδο υδατικής καταπόνησης (Καραμπουρνιώτης *et al*., 2012). Η WUE που υπολογίστηκε στο τέλος του πειράματος, δεν επηρεάστηκε από τους κύριους παράγοντες (Πίν. 3.5.12).

Όσον αφορά στο ύψος του φυτού, αυτό δεν απέκτησε μεγάλες τιμές, σε όλες τις επεμβάσεις. Όπως αναφέρει ο Γκόλιαρης (1999), τα σπορόφυτα που φυτεύονται στο χωράφι το φθινόπωρο, ριζώνουν χωρίς να αναπτύσσονται πριν την άνοιξη. Γι' αυτό οι παραγωγοί προτιμούν τις παραφυάδες από παλιές φυτείες για πολλαπλασιασμό, με καλύτερη εποχή το φθινόπωρο και παρόλο που οι σπόροι φυτρώνουν σχετικά εύκολα, συνιστάται αγενής αναπαραγωγή, ώστε να αποφευχθεί ο υβριδισμός. Επίσης ο πολλαπλασιασμός του *S. athoa* με σπόρο δημιουργεί ανομοιόμορφα φυτά και άνθηση. Επιπροσθέτως, ο μαζικός πολλαπλασιασμός μπορεί να γίνει με επιτυχία και με μοσχεύματα οπότε το φυτό αναπτύσσεται γρηγορότερα, αλλά και με ιστοκαλλιέργεια (Shtereva *et al.,* 2015, Papafotiou & Kalantzis, 2009).

Ενώ τον Αύγουστο του 2011 το ύψος ευνοήθηκε από το εδαφικό υπόστρωμα, το τελικό ύψος των σπορόφυτων δεν επηρεάστηκε από κανέναν από τους κύριους παράγοντες (Πίν. 3.5.2, Σχ. 3.5.2). Κατά την τελευταία άνοιξη και το καλοκαίρι του πειράματος, την εποχή δηλαδή που αναμενόταν ανάπτυξη, όπως και στο τέλος του πειράματος, η επέμβαση που περιείχε εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση, προκάλεσε ελαφρά μεγαλύτερο ύψος στα φυτά, όμως οι στατιστικές αναλύσεις των κύριων παραγόντων και των επεμβάσεων του πειράματος δεν παρουσίασαν διαφορές καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος (Πίν. 3.5.2, Σχ. 3.5.2).

Σε πείραμα που αφορούσε στην καλλιέργεια του *Sideritis raeseri* με πλήρη και ελλειμματική άρδευση στον Θεσσαλικό κάμπο, ο Σκλαβούνος το 2016 ισχυρίζεται ότι οι μέσοι όροι των μετρήσεων τόσο στα παραγωγικά όσο και στα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας, δεν παρουσίασαν διαφορές μεταξύ τους και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας ήταν καλύτερα στην ελλειμματική άρδευση. Συμπεραίνει λοιπόν ότι, η ελλειμματική άρδευση είναι εξίσου ικανοποιητική (σε ότι αφορά την πρώτη καλλιεργητική περίοδο) δίνοντας ικανοποιητικές αποδόσεις με επίτευξη μεγάλης εξοικονόμησης αρδευτικού νερού. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξε το 2018 και ο Μπακιρτζής (συμπεριλαμβάνοντας και τρίτη περίοδο καλλιέργειας), δηλαδή στο ότι μειωμένη επιφανειακή άρδευση επιτυγχάνει εξοικονόμηση νερού, καλύτερη ποιότητα προϊόντος και καλή απόδοση.

Ο αριθμός των πλαγίων βλαστών ήταν πολύ μικρός σε όλες τις επεμβάσεις, γεγονός που δικαιολογείται από τη βιολογία του φυτού για τα πρώτα 1-2 έτη καλλιέργειας (Γκόλιαρης, 1999). Σε όλες τις μετρήσεις, φαίνεται πως το μη εδαφικό υπόστρωμα ευνόησε τον αριθμό των πλαγίων βλαστών, με διαφορά από το εδαφικό τον Ιανουάριο και τον Απρίλιο του 2012 (Πίν. 3.5.3, Σχ. 3.5.3.1). Στο τέλος του

πειράματος, τον Οκτώβριο του 2013, υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, με ευνοϊκότερη τη συχνότητα της κανονικής άρδευσης (Πίν. 3.5.3, Σχ. 3.5.3.2).

Το *S. athoa*, το πρώτο καλοκαίρι συνήθως εκπτύσσει λίγα ανθοφόρα στελέχη, ενώ το δεύτερο έτος η φυτεία φθάνει σχεδόν στην κανονική απόδοση (Γκόλιαρης, 1999). Στο συγκεκριμένο πείραμα της παρούσας Διατριβής, το καλοκαίρι του 2012 ένα μόνο από τα φυτά ανέπτυξε ένα ανθοφόρο στέλεχος. Το καλοκαίρι του 2013, ο αριθμός των ταξιανθιών ήταν πολύ μικρός σε όλες τις επεμβάσεις (Πίν. 3.5.4, Σχ. 3.5.4). Τον Ιούνιο του 2013, που ήταν η μέγιστη ανθοφορία, οι επεμβάσεις που περιείχαν εδαφικό υπόστρωμα προκάλεσαν ελαφρώς περισσότερες ταξιανθίες ανεξαρτήτως της συχνότητας άρδευσης. Οι διαφορές όμως δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (Πίν. 3.5.4, Σχ. 3.5.4). Αυτό το αποτέλεσμα έρχεται σε αντίθεση με πείραμα που αφορούσε σε φυτά της οικογένειας Geraniaceae, τα οποία υπό αραιή άρδευση ανέπτυξαν μικρότερο αριθμό ανθέων (Sanchez-Blanco, 2009).

Κατά τα τέλη Αυγούστου του 2012 υπήρξε και πάλι προσβολή από προνύμφη λεπιδοπτέρου, οπότε διενεργήθηκε επαναληπτικός ψεκασμός με αποτέλεσμα την μερική αφυδάτωση κάποιων φυτών και την απώλεια κάποιων άλλων φυτών. Ας σημειωθεί, ότι τον Αύγουστο του 2012, καταγράφηκαν η μεγαλύτερη μέση μηνιαία θερμοκρασία και η μικρότερη μέση μηνιαία υγρασία όλης της διάρκειας του πειράματος (Σχ. 3.1.1, Σχ. 3.1.2). Το γεγονός ότι η υδατική καταπόνηση εφαρμόστηκε από την αρχή σχεδόν της εγκατάστασης του πειράματος, γεγονός που συνήθως επιφέρει δυσμενείς επιπτώσεις στην ανάπτυξη των φυτών (Thuring *et al*., 2010), είναι πιθανό να επιβάρυνε την κατάσταση των φυτών, κατά τον ψεκασμό. Στο τέλος του πειράματος, τον Οκτώβριο του 2013, δεν μετρήθηκε το ν.β. του υπέργειου μέρους του φυτού αλλά υπολογίστηκε κατευθείαν το ξ.β., διότι ένα μεγάλο μέρος των φύλλων, αυτών που εφάπτονταν στο υπόστρωμα είχε ξεραθεί. Αυτό συνέβαινε καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος. Τα φύλλα αυτά «υπερωρίμαζαν» και έπεφταν, ενώ υπήρχε συνεχής έκπτυξη νέου φυλλώματος. Στο ξ.β. του υπέργειου μέρους του φυτού δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες του πειράματος (Πίν. 3.5.5, Σχ. 3.5.5) και το ίδιο συνέβη και με το ξ.β. του ριζικού συστήματος των φυτών (Πίν. 3.5.6, Σχ. 3.5.6). Κατά τους Souza *et al*., 2010, δεν υπάρχουν πάντα διαφορές στα ξ.β. των ριζικών συστημάτων μεταξύ των φυτών μαρτύρων και των φυτών που υπόκεινται σε υδατική καταπόνηση.

Συνοπτικά, παρατηρώντας τον Πίνακα 3.10.1 που αποτυπώνει την επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος στις παραμέτρους ανάπτυξης, προκύπτει ότι τα

φυτά που αρδεύονταν κανονικά, ανέπτυξαν περισσότερους βλαστούς στο τέλος του πειράματος. Το είδος του υποστρώματος, δεν έπαιξε σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του φυτού. Επίσης τα φυτά που αρδεύονταν αραιά είχαν μεγαλύτερη r_s πριν και μετά την άρδευση, καθώς και μεγαλύτερο πάχος ελάσματος. Από τον Πίνακα 3.10.2 διαπιστώνεται ότι στην τελική μέση διάμετρο, στο τελικό ύψος, στον αριθμό ταξιανθιών, στο ξ.β. του υπέργειου μέρους του φυτού και του ριζικού συστήματος, στην r_s πριν από την άρδευση, στην Φ_{PSIIo} πριν και μετά την άρδευση, στο RWC, καθώς και στην WUE, οι μέσοι της επέμβασης εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση, δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά από τους μέσους της επέμβασης που συνδύαζε μη εδαφικό υπόστρωμα με αραιή άρδευση.

Η r_s ήταν αυξημένη τον Ιούλιο και τον Αύγουστο μία μέρα πριν από άρδευση, ιδίως στα φυτά που αρδεύονταν αραιά, υποδεικνύοντας υδατική καταπόνηση. Σε πείραμα που αφορούσε αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά *Ballota acetabulosa, Helichrysum orientale, Melissa officinalis, Rosmarinus officinalis* και *Salvia fruticosa,* σε σύστημα παρόμοιο με συνθήκες φυτοδώματος, τα φυτά που αρδεύονταν αραιά είχαν επίσης τις υψηλότερες τιμές r_s (Kokkinou *et al*., 2016). Οι τιμές της r_s το Σεπτέμβριο επανήλθαν στις χαμηλές τους τιμές καταδεικνύοντας το τέλος της υδατικής καταπόνησης (Πίν. 3.5.7.1, Σχ. 3.5.7.2). Μία μέρα μετά την άρδευση υπήρχε πτώση της r_s, σχεδόν αναλογικά, σε όλες τις επεμβάσεις (Πίν. 3.5.7.2, Σχ. 3.5.7.3). Σε πείραμα που αφορούσε στο είδος *Rosa "Eurored"*, οι Bolla *et al*. (2009), συμπέραναν ότι τα φυτά διατηρούσαν τις φυσιολογικές διεργασίες τους και μετά την υδατική καταπόνηση λόγω συνδυασμού στοματικών και μη στοματικών παραγόντων και πιθανής ρύθμισης των υδατικών σχέσεων και των μεταβολικών διεργασιών των φυτών, μέσω συσσώρευσης των οργανικών και μη, εν διαλύσει ουσιών (υδατάνθρακες και ιόντα), οι οποίες χρησιμεύουν ως ωσμωρρυθμιστές και διατηρούν ενεργές τις στοματικές κινήσεις.

Επίσης, όπως αναμενόταν, τον Ιούλιο και τον Αύγουστο, μία μέρα πριν από άρδευση, τα αραιά αρδευόμενα φυτά είχαν μικρότερες τιμές Φ_{PSIIo} (Πίν. 3.5.8.1, Σχ. 3.5.8.1), εφόσον η υδατική καταπόνηση παρεμποδίζει τη σωστή φωτοσυνθετική λειτουργία (Καραμπουρνιώτης *et al*., 2012), αλλά ποτέ οι τιμές αυτές δεν μειώθηκαν επικίνδυνα ώστε να προκαλέσουν μη αντιστρεπτές βλάβες στο φωτοσύστημα ΙΙ. Επίσης, οι επεμβάσεις δεν επέδρασαν σημαντικά στις τιμές Φ_{PSIIo}, σε αντίθεση με πείραμα που χρησιμοποιήθηκε το είδος *Sedum alba*, όπου η υδατική καταπόνηση λόγω στάγδην άρδευσης επέφερε σημαντική μείωση της Φ_{PSIIo} (Rowe *et al*., 2014). Μία μέρα μετά την άρδευση, οι τιμές της Φ_{PSIIo} επανέρχονταν πλήρως (Πίν. 3.5.8.2, Σχ. 3.5.8.2).

Από την παρατήρηση της μορφολογικής και ανατομικής διάπλασης των φύλλων του *S. athoa* (Εικ. 3.16, 3.17, 3.18, 3.19 και 3.20), διαπιστώθηκε η ύπαρξη ασπιδοειδών και κεφαλοειδών αδενωδών τριχών, που ήταν ιδιαίτερα μακριές και πιθανόν συνέβαλαν στην προστασία των φυτών έναντι των αντίξοων υδατικών συνθηκών (Karabourniotis & Fasseas 1996, Καραμπουρνιώτης, 2003).

Όπως έχει αναφερθεί στο παρελθόν, οι ασπιδοειδείς αδένες αποτελούνται από 8-12 εκκριτικά κύτταρα, των οποίων η πυκνότητα διαφέρει από εποχή σε εποχή. Αυτά παίζουν ρόλο προστατευτικό έναντι της ηλιακής ακτινοβολίας, γι'αυτό και αυξάνονται μετά το χειμώνα (Figueiredo *et al*., 2008, Μποζαμπαλίδης, 2008). Ο ρόλος των αιθέριων ελαίων στα φυτά είναι να τα βοηθούν να αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον, ενώ τα προστατεύουν από φυτοφάγα ζώα και παθογόνα (Hallahan, 2000). Επιπλέον βοηθούν στην επικονίαση προσελκύοντας τα έντομα, αλλά και στην προσαρμογή τους σε ξηροθερμικές συνθήκες διότι περιορίζουν τις απώλειες του νερού (Καραμπουρνιώτης *et al*., 2012).

Για τους κεφαλοειδείς αδένες, έχει βρεθεί ότι εκκρίνουν υλικά όπως αιθέρια έλαια, φλαβονοειδή, πρωτεΐνες και πολυσακχαρίτες υπό μορφή φυτοβλένης (Ascensao & Pais, 1998).

Μετά το τέλος του πειράματος, όπου κόπηκε το υπέργειο μέρος των φυτών για τον υπολογισμό του ξ.β. (Εικ. 3.24), το φυτά αναβλάστησαν (Εικ. 3.25) και συνέχισαν να αναπτύσσονται στο δώμα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου. Μόνο τα φυτά που είχαν ξεραθεί από την εφαρμογή υδατικής καταπόνησης δεν κατάφεραν να αναλάβουν.

Ακόμη και υπό συνθήκες έντονης υδατικής καταπόνησης, τα φυτά του *S. athoa* ανέπτυξαν ικανοποιητική φυτομάζα, όπως απεδείχθη από τις τιμές του ξ.β. του υπέργειου μέρους των φυτών, καθώς και της μέσης διαμέτρου. Όπως φαίνεται και στην Εικ. 3.21 Α, Β, Γ και Δ, το *S. athoa*, τον Ιούλιο του 2012, μετά από 12 μήνες καλλιέργειας και λίγο πριν αρχίσουν οι απώλειες φυτών λόγω ψεκασμού για την εντομολογική προσβολή (Εικ. 3.22 Α και Β), σε όλες τις επεμβάσεις ανέπτυξε παρόμοια εδαφοκάλυψη, οριζόντιας κατεύθυνσης, ιδανικής για φυτοδώμα εκτατικού τύπου. Τα ανθισμένα φυτά, σε όλες τις επεμβάσεις, μετά από 22 μήνες καλλιέργειας, τον Μάιο του 2013 (Εικ. 3.23 Α, Β, Γ και Δ), με τα ευθυτενή ανθικά τους στελέχη, έδωσαν ιδιαίτερα καλό αισθητικό αποτέλεσμα, τονίζοντας το Μεσογειακό στοιχείο.

Εν κατακλείδι, αν και το είδος *S. athoa* είχε θετικά αποτελέσματα ανάπτυξης, το πρόβλημα της εντομολογικής προσβολής που εμφάνισε (Εικ. 3.22 Α και Β), απαιτεί την εστίαση της προσοχής περαιτέρω έρευνας σε αυτόν τον φυσικό εχθρό. Η επιτυχής

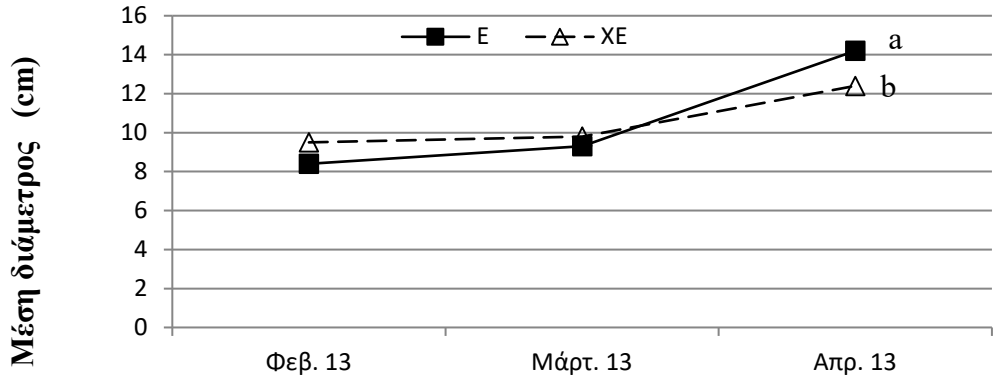
χρήση του βιολογικού σκευάσματος AGRISPRAY PLUS σε συνδυασμό με το DEXIN BASE και τον γαλακτοματοποιητή APG 25 στην αντιμετώπιση της προσβολής στο θερμοκηπιακό πείραμα, είναι μια αισιόδοξη ένδειξη ότι και το *S. athoa* θα μπορούσε να αξιοποιηθεί σε ξηρικό αστικό φυτοδώμα.

3.6 Αποτελέσματα για το φυτικό είδος *Atriplex halimus*

Η εγκατάσταση του πειράματος του *A. halimus* έγινε στις 15 Δεκεμβρίου του 2012 σε πλαστικά πειραματικά κιβώτια στο πειραματικό φυτοδώμα του Γ.Π.Α. πάνω από το εστιατόριο και η απεγκατάσταση το Σεπτέμβριο του 2014. Τα φυτά στις αρχές Φεβρουαρίου του 2013 και τον Σεπτέμβριο του 2013, κλαδεύτηκαν στα 12 cm ύψος και 12 cm διάμετρο. Οι διαφορετικές συχνότητες άρδευσης άρχισαν το 2013 τον Ιούνιο, ενώ το 2014 από το Μάιο, ενώ σταματούσαν περί τα μέσα Οκτωβρίου. Κατά την ξηροθερμική περίοδο του 2013, η κανονική άρδευση εφαρμοζόταν κάθε 5 ημέρες και κάθε 9 ημέρες η αραιή, ενώ κατά την ξηροθερμική περίοδο του 2014, η κανονική άρδευση εφαρμοζόταν κάθε 4 και κάθε 7 ημέρες αντίστοιχα.

3.6.1 Ανάπτυξη μέσης διαμέτρου

Το *A. halimus* ως θάμνος διαμορφώνει ακανόνιστη κόμη. Ως εκ τούτου, η μέτρηση μέσης διαμέτρου υπολογίστηκε επικουρικά. Σε αυτό συνηγόρησε και το γεγονός ότι ενώ η αρχική ανάπτυξη του είδους ήταν συμπαγής, με την πάροδο των μηνών η ασύμμετρη διαμόρφωσή της καθιστούσε τις μετρήσεις της μέσης διαμέτρου δύσκολες λόγω αυτού του χαρακτηριστικού. Επίσης, το *A. halimus* στο τέλος του πειράματος, είχε υπερκαλύψει κατά πολύ τα πειραματικά τεμάχια. Μετρήσεις της μέσης διαμέτρου των φυτών πάρθηκαν από τον Φεβρουάριο του 2013 μέχρι τον Σεπτέμβριο του 2013, που τα φυτά κλαδεύτηκαν στα 12 cm διάμετρο, καθώς και από τον Ιανουάριο του 2014 μέχρι τον Σεπτέμβριο του 2014.



Σχ. 3.6.1.1 Επίδραση του κύριου παράγοντα υπόστρωμα του πειράματος στη μέση διάμετρο (cm) του *A. halimus* (Φεβ. 13 – Απρ. 13)

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος

Στην ανάπτυξη της μέσης διαμέτρου του *A. halimus* τον Απρίλιο του 2013, επέδρασε ο παράγοντας υπόστρωμα, όπου η συμμετοχή του εδάφους ευνόησε την ανάπτυξη της διαμέτρου των φυτών (Πίν. 3.6.1, Σχ. 3.6.1.1).

Τον Ιούνιο του 2013 υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων, ενώ τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα και αρδεύονταν κανονικά, ανέπτυξαν την μεγαλύτερη μέση διάμετρο. Τον Ιούλιο του 2013, επέδρασαν και οι δύο κύριοι παράγοντες, με το εδαφικό υπόστρωμα και την αραιή άρδευση να ευνοούν την αύξηση της μέσης διαμέτρου των φυτών. Τον Αύγουστο του 2013 επέδρασε μόνο ο παράγοντας υπόστρωμα, όπου η συμμετοχή του εδάφους ευνόησε την ανάπτυξη της μέσης διαμέτρου. Τον Ιανουάριο του 2014 δεν υπήρξε επίδραση κάποιου παράγοντα. Τον Φεβρουάριο και τον Μάρτιο του 2014 αν και δεν αρδεύονταν τα φυτά, φαίνεται να υπήρξε επίδραση της άρδευσης που δέχτηκαν κατά τους θερινούς μήνες και στο πώς αντέδρασαν το χειμώνα. Τους υπόλοιπους μήνες, μέχρι το τέλος του πειράματος, υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων. Η επέμβαση που έδωσε τη μεγαλύτερη μέση διάμετρο στα φυτά κατά τους τρεις τελευταίους μήνες του πειράματος ήταν το εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με την αραιή άρδευση (Πίν. 3.6.1, Σχ. 3.6.1.2).

Πίν. 3.6.1 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στη μέση διάμετρο (cm) του *A. halimus* (Ιούν. 13 – Σεπτ.13) και του παράγοντα υπόστρωμα (Φεβ. 13 – Απρ. 13)

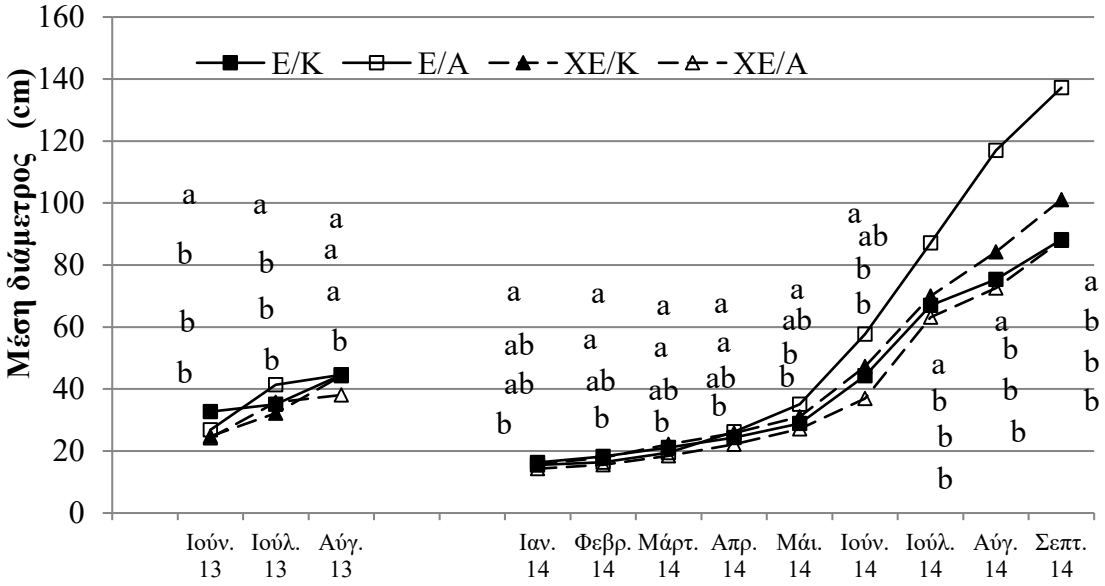
	Φεβ. 13	**Μάρ. 13**	**Απρ. 13**	**Ιούν. 13**	**Ιούλ. 13**	**Αύγ. 13**
Fυπ.	NS	NS	*	-	*	*
Fάρδ.	-	-	-	-	*	NS
Fυπ.χάρδ.	-	-	-	*	NS	NS
E	8.4 a	9.3 a	14.2 a	29.8 a	38.3 a	44.6 a
XE	9.5 a	9.8 a	12.4 b	24.5 b	33.9 b	41.2 b
K	-	-	-	28.7 a	33.7 b	44.4 a
A	-	-	-	25.5 b	38.6 a	41.3 a
Std Error	0.4	0.3	0.2	0.6	0.8	0.8
E/K	-	-	-	32.7 a	35.1 b	44.6 a
E/A	-	-	-	26.8 b	41.4 a	44.6 a
XE/K	-	-	-	24.7 b	32.2 b	44.3 a
XE/A	-	-	-	24.2 b	35.7 b	38.1 b
LSD	-	-	-	3.7	4.5	4.3

	Ιαν. 14	**Φεβρ. 14**	**Μάρτ. 14**	**Απρ. 14**	**Μάι. 14**
Fυπ.	NS	NS	NS	-	-
Fάρδ.	NS	*	*	-	-
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	*	*
E	15.9 a	17.3 a	20.3 a	25.3 a	32 a

XE	15.1 a	16.7 a	20.3 a	24 a	29.1 a
K	16.1 a	18 a	21.6 a	25.1 a	30 a
A	14.9 a	16 b	19 b	24.2 a	31.1 a
Std Error	0.3	0.3	0.4	0.7	0.8
E/K	16.3 a	18.2 a	21.1 a	24.3 ab	28.9 b
E/A	15.5 ab	16.4 ab	19.5 ab	26.2 a	35.1 a
XE/K	15.8 ab	17.8 a	22.2 a	25.8 a	31.1 ab
XE/A	14.3 b	15.6 b	18.5 b	22.2 b	27.1 b
LSD	1.6	1.9	2.4	3.5	4.4

	Ιούν. 14	**Ιούλ. 14**	**Αύγ. 14**	**Σεπτ. 14**
Fυπ.	-	-	-	*
Fάρδ.	-	-	-	*
Fυπ.χάρδ.	*	*	*	NS
E	51 a	77.1 a	96.2 a	112.7 a
XE	42.1 b	66.6 b	78.4 b	94.5 b
K	45.8 a	68.5 a	79.7 b	94.6 b
A	47.3 a	75.2 a	94.8 a	112.6 a
Std Error	1.9	1.8	2.7	3.8
E/K	44.3 b	67 b	75.3 b	88.2 b
E/A	57.7 a	87.1 a	117 a	137.2 a
XE/K	47.3 ab	70 b	84.2 b	101.1 b
XE/A	36.9 b	63.2 b	72.6 b	87.9 b
LSD	10.3	9.5	14.3	20.3

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση



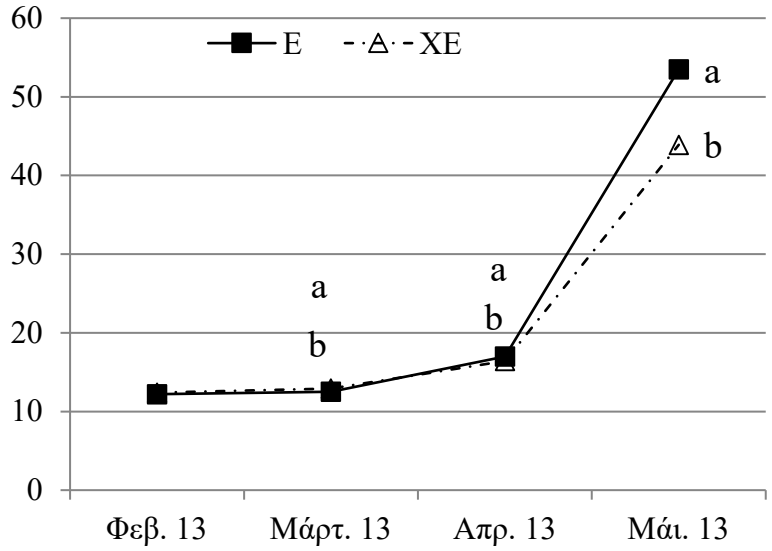
Σχ. 3.6.1.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στη μέση διάμετρο (cm) του *A. halimus* (Ιούν. 13 – Αύγ. 13) και (Ιαν. 14 – Σεπτ. 14)

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.6.2 Ανάπτυξη ύψους

Μετρήσεις του ύψους των φυτών πάρθηκαν από τον Φεβρουάριο του 2013 μέχρι τον Σεπτέμβριο του 2013, που τα φυτά κλαδεύτηκαν στα 12 cm, καθώς και από τον Ιανουάριο του 2014 μέχρι το τέλος του πειράματος, τον Σεπτέμβριο του 2014.

Στην ανάπτυξη του ύψους του *A. halimus* το εδαφικό υπόστρωμα επέδρασε θετικά τον Απρίλιο και το Μάιο του 2013 (Πίν. 3.6.2, Σχ. 3.6.2.1).

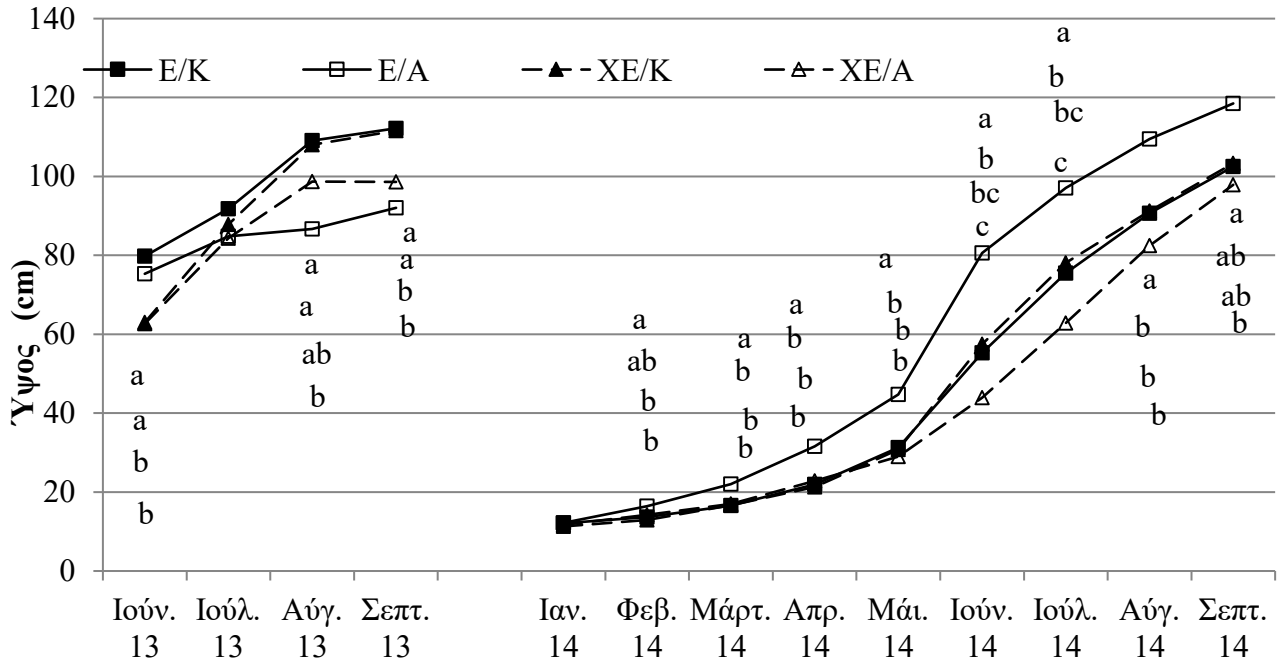


Σχ. 3.6.2.1 Επίδραση του κύριου παράγοντα υπόστρωμα του πειράματος στο ύψος (cm) του *A. halimus* (Φεβρ. 13 – Μάι. 13)

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος

Το ίδιο και τον Ιούνιο του 2013. Τον Ιούλιο του 2013, δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες, ενώ οι επεμβάσεις δεν παρουσίασαν καμία διαφορά. Τον Αύγουστο και τον Σεπτέμβριο του 2013 υπήρξε ευνοϊκή επίδραση για το ύψος των φυτών από την κανονική άρδευση. Τον Ιανουάριο του 2014, δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες, ενώ οι επεμβάσεις δεν παρουσίασαν διαφορά. Τον Μάρτιο του 2014, αν και δεν υπήρξε επίδραση των κύριων παραγόντων, η επέμβαση που υπερείχε των άλλων ήταν το εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με την αραιή άρδευση (Πίν. 3.6.2, Σχ. 3.6.2.2). Τον Απρίλιο του 2014 μεγαλύτερο ύψος ανέπτυξαν τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα με αραιή άρδευση. Τον Μάιο και τον

Ιούνιο του 2014 υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων, με την επέμβαση εδαφικό υπόστρωμα με αραιή άρδευση να δίνει υψηλότερα φυτά. Τον Ιούλιο και τον Αύγουστο του 2014 επέδρασε ο παράγοντας υπόστρωμα, με ευνοϊκό για το ύψος των φυτών το εδαφικό και την ίδια επέμβαση να επικρατεί των άλλων. Στο τέλος του πειράματος, τον Σεπτέμβριο του 2014, δεν υπήρξε επίδραση κάποιου από τους κύριους παράγοντες του πειράματος και μάλιστα τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε μη εδαφικό υπόστρωμα και αρδεύονταν αραιά, δε διέφεραν σε ύψος από αυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα με κανονική άρδευση (Πίν. 3.6.2, Σχ. 3.6.2.2).



Σχ. 3.6.2.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στο ύψος (cm) του *A. halimus*, (Φεβ.13 – Σεπτ.13 και Ιαν.14 – Σεπτ.14) Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Πίν. 3.6.2 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο ύψος (cm) του *A. halimus*, (Φεβ. 2013 – Σεπτ. 2013 και Ιαν. 2014 – Σεπτ. 2014)

	Φεβ. 13	**Μάρ. 13**	**Απρ. 13**	**Μάι. 13**	**Ιούν. 13**	**Ιούλ. 13**
Fυπ.	NS	*	*	*	*	NS
Fάρδ.	-	-	-	-	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	-	-	-	-	NS	NS
E	12.2 a	12.5 b	17 a	53.5 a	77.6 a	88.3 a

XE	12.4 a	12.9 a	16.4 b	43.9 b	62.8 b	86.1 a
K	-	-	-	-	71.4 a	89.8 a
A	-	-	-	-	69 a	84.6 a
Std Error	0.1	0.1	0.1	1.2	1.7	1.8
E/K	-	-	-	-	79.8 a	91.8 a
E/A	-	-	-	-	75.3 a	84.8 a
XE/K	-	-	-	-	63 b	87.8 a
XE/A	-	-	-	-	62.7 b	84.3 a
LSD	-	-	-	-	11	10.5

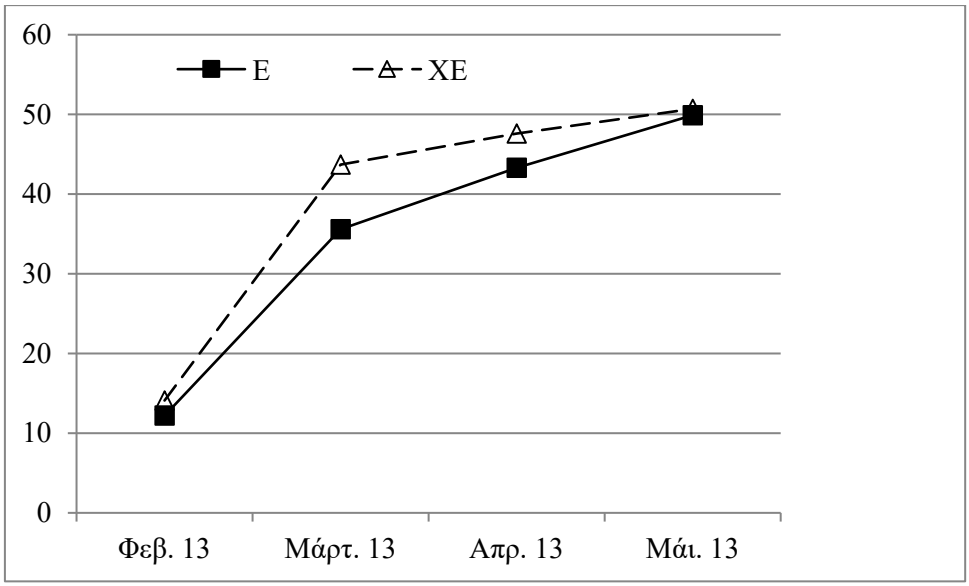
	Αύγ. 13	**Σεπτ. 13**	**Ιαν. 14**	**Φεβρ. 14**	**Μάρτ. 14**	**Απρ. 14**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS	NS	*
Fάρδ.	*	*	NS	*	NS	*
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E	97.9 a	102.1 a	12.2 a	15 a	19.3 a	26.8 a
XE	103.3 a	105.1 a	11.5 a	13.5 a	16.8 a	22.1 b
K	108.6 a	111.9 a	11.7 a	13.3 b	16.6 a	21.6 b
A	92.7 b	95.3 b	12 a	15.3 a	19.5 a	27.2 a
Std Error	2.4	2.3	0.3	0.4	0.7	1.1
E/K	109.1 a	112.2 a	12.1 a	13.7 b	16.6 b	21.9 b
E/A	86.7 b	92 b	12.2 a	16.4 a	22 a	31.6 a
XE/K	108 a	111.6 a	11.3 a	12.9 b	16.7 b	21.3 b
XE/A	98.7 ab	98.6 b	11.7 a	14.2 ab	17 b	22.8 b
LSD	12.9	12	1.7	2.3	4	7.6

	Μάι. 14	**Ιούν. 14**	**Ιούλ. 14**	**Αύγ. 14**	**Σεπτ. 14**
Fυπ.	-	-	*	*	NS
Fάρδ.	-	-	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	*	*	NS	NS	NS
E	38 a	68 a	86.3 a	100.1 a	110.5 a
XE	29.9 b	50.7 b	70.4 b	86.8 b	100.6 a
K	31.1 a	56.4 a	76.8 a	90.9 a	102.9 a
A	36.9 a	62.3 a	80 a	96 a	108.2 a
Std Error	1.7	2.3	2.5	2.8	3.2
E/K	31.3 b	55.3 bc	75.5 bc	90.7 b	102.5 ab
E/A	44.7 a	80.6 a	97.1 a	109.5 a	118.5 a
XE/K	30.8 b	57.5 b	78.1 b	91.2 b	103.3 ab
XE/A	29 b	43.9 c	62.8 c	82.5 b	97.9 b
LSD	9.1	12	13.3	14.9	17.1

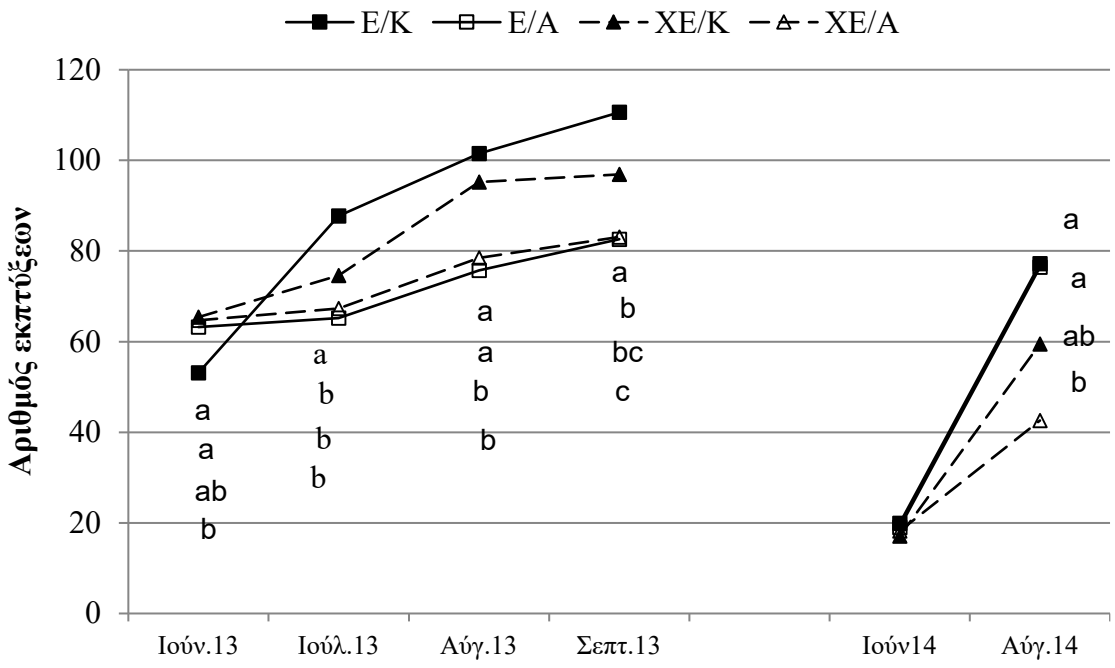
Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

3.6.3 Αριθμός πλαγίων βλαστών

Ο αριθμός των πλαγίων βλαστών στα φυτά του *A. halimus* μετρήθηκε από τον Φεβρουάριο του 2013 μέχρι τον Σεπτέμβριο του 2013, καθώς και τον Ιούνιο και τον Αύγουστο του 2014 (στα μέσα του κάθε μηνός).



Σχ. 3.6.3.1 Επίδραση του κύριου παράγοντα υπόστρωμα του πειράματος στον αριθμό των πλαγίων βλαστών του *A. halimus*, από το Φεβ. του 2013 μέχρι τον Μάι. του 2013
Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος



Σχ. 3.6.3.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στον αριθμό των πλαγίων βλαστών του *A. halimus*, από τον Ιούν. του 2013 μέχρι τον Σεπτ. του 2013 και τον Ιούν. και Αύγ. του 2014
Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Από το Φεβρουάριο μέχρι και το Μάιο του 2013, που τα φυτά δεν αρδεύονταν, δεν επέδρασε ο παράγοντας υπόστρωμα στον αριθμό των πλαγίων βλαστών του φυτού (Πίν. 3.6.3, Σχ. 3.6.3.1). Τον Ιούνιο του 2013 δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες, ενώ η επέμβαση εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση, έδωσε λιγότερους πλάγιους βλαστούς από τις επεμβάσεις με μη εδαφικό υπόστρωμα. Τον Ιούλιο, τον Αύγουστο και τον Σεπτέμβριο του 2013, υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση με την κανονική να ευνοεί την έκπτυξη πλαγίων βλαστών. Τον Ιούνιο του 2014 δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες, ούτε παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων του πειράματος. Τον Αύγουστο του 2014 που έγινε η τελευταία μέτρηση πλαγίων βλαστών στα φυτά, υπήρξε επίδραση του παράγοντα υπόστρωμα με ευνοϊκότερο το εδαφικό υπόστρωμα. Η επέμβαση μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση έδωσε λιγότερους πλάγιους βλαστούς με διαφορά από τις επεμβάσεις που περιείχαν εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 3.6.3, Σχ. 3.6.3.2).

Πίν. 3.6.3 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στον αριθμό των πλαγίων βλαστών του *A. halimus*, από τον Ιούν. του 2013 μέχρι τον Σεπτ. του 2013 και τον Ιούν. και Αύγ. του 2014 και επίδραση του υποστρώματος από το Φεβ. του 2013 έως το Μάι. του 2013

	Φεβ. 13	**Μάρ. 13**	**Απρ. 13**	**Μάι. 13**	**Ιούν. 13**	**Ιούλ. 13**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fάρδ.	-	-	-	-	NS	*
Fυπ.xάρδ.	-	-	-	-	NS	NS
E	12.2 a	35.6 a	43.3 a	49.9 a	58.2 a	76.4 a
XE	14.1 a	43.7 a	47.6 a	50.7 a	65.1 a	70.9 a
K	-	-	-	-	59.2 a	81.1 a
A	-	-	-	-	64 a	66.2 b
Std Error	1.1	2.2	2.2	2.1	1.9	2.2
E/K	-	-	-	-	53.1 b	87.7 a
E/A	-	-	-	-	63.2 ab	65.2 b
XE/K	-	-	-	-	65.4 a	74.6 b
XE/A	-	-	-	-	64.7 a	67.3 b
LSD	-	-	-	-	10.7	12.5

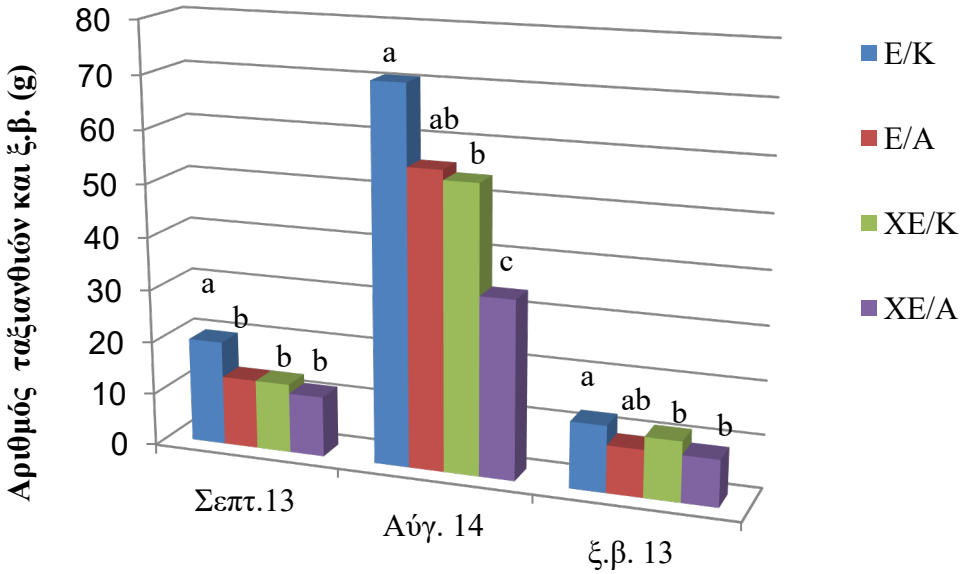
	Αύγ. 13	**Σεπτ. 13**	**Ιούν. 14**	**Αύγ. 14**
Fυπ.	NS	NS	NS	*
Fάρδ.	*	*	NS	NS
Fυπ.xάρδ.	NS	NS	NS	NS
E	88.6 a	96.6 a	19.4 a	76.8 a
XE	86.9 a	90 a	17.6 a	51.1 b
K	98.4 a	103.7 a	18.5 a	68.4 a
A	77.1 b	82.8 b	18.6 a	59.5 a
Std Error	2.4	2.4	1	3.4

E/K	101.5 a	110.6 a	19.9 a	77.2 a
E/A	75.7 b	82.6 bc	19 a	76.4 a
XE/K	95.2 a	96.9 b	17.1 a	59.5 ab
XE/A	78.5 b	83.1 c	18.2 a	42.6 b
LSD	12.6	12.8	5.4	18.3

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.6.4 Αριθμός, νωπό και ξηρό βάρος ταξιανθιών

Ο αριθμός των ταξιανθιών στα φυτά του *A. halimus* μετρήθηκε τον Σεπτέμβριο του 2013 και στο τέλος του Αυγούστου του 2014 που η ανθοφορία ήταν σε προχωρημένο στάδιο. Αν και το *A. halimus,* σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, ανθίζει από το Μάιο μέχρι και το Δεκέμβριο ανάλογα και με τις συνθήκες περιβάλλοντος, μετρήθηκε τους συγκεκριμένους μήνες, το 2013 πριν το κλάδεμα του υπέργειου μέρους του φυτού και το 2014 ένα μήνα πριν το τέλος του πειράματος.



Σχ. 3.6.4 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στον αριθμό των ταξιανθιών του *A. halimus*, τον Σεπτέμβριο του 2013 και τον Αύγουστο του 2014 και στο ξηρό βάρος αυτών ξ.β. (g) το 2013

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Όπως φαίνεται στο Σχ. 3.6.4 και στον Πίν. 3.6.4, στον αριθμό των ταξιανθιών του *A. halimus* τον Σεπτέμβριο του 2013 και τον Αύγουστο του 2014 υπήρξε επίδραση και των δύο κύριων παραγόντων του πειράματος, με το εδαφικό υπόστρωμα και την κανονική άρδευση να ευνοεί την ανάπτυξη των ταξιανθιών. Το 2013 η επέμβαση εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση υπερείχε όλων των άλλων επεμβάσεων του πειράματος. Το 2014, διέφερε μόνο από τις επεμβάσεις που περιείχαν μη εδαφικό υπόστρωμα. Στο ξ.β. των ταξιανθιών το 2013, υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, με την κανονική να ευνοεί το ξ.β. Αυτή τη φορά, η επέμβαση εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση διέφερε από τις επεμβάσεις της αραιής άρδευσης (Πίν. 3.6.4, Σχ. 3.6.4).

Πίν. 3.6.4 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στον αριθμό των ταξιανθιών του *A. halimus* και στο ξηρό βάρος αυτών ξ.β. (g) το 2013

	Σεπτ. 13	**Αυγ. 14**	**ξ.β. 13 (g)**
Fυπ.	*	*	NS
Fάρδ.	*	*	*
Fυπ.xάρδ.	NS	NS	NS
E	16.5 a	63.3 a	10.7 a
XE	12.2 b	43.9 b	10 a
K	16.4 a	62.4 a	11.9 a
A	12.3 b	44.8 b	8.8 b
Std Error	0.8	3.1	0.5
E/K	19.8 a	70.7 a	12.5 a
E/A	13.1 b	55.8 ab	8.9 b
XE/K	13.1 b	54 b	11.3 ab
XE/A	11.4 b	33.7 c	8.8 b
LSD	4.1	15.9	2.6

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

3.6.5 Νωπό και ξηρό βάρος υπέργειου μέρους

Μέτρηση του νωπού και ξηρού βάρους του υπέργειου μέρους των φυτών του *A. halimus*, έγινε τον Σεπτέμβριο του 2013 και στο τέλος του πειράματος, τον Σεπτέμβριο του 2014. Εξετάστηκε στατιστικά και το συνολικό ξηρό βάρος (σ.ξ.β.) των φυτών, δηλαδή το άθροισμα των ξ.β. των δύο ετών.

Μετά από 9 μήνες καλλιέργειας, τον Σεπτέμβριο του 2013, στο ν.β. υπήρξε επίδραση και των δύο κύριων παραγόντων του πειράματος, όπου το εδαφικό υπόστρωμα και η κανονική άρδευση ευνόησαν το ν.β. των φυτών (Πίν. 3.6.5). Στο ξ.β. υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων και η επέμβαση με το μεγαλύτερο μέσο ήταν το εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση. Μετά από 21 μήνες καλλιέργειας, τον Σεπτέμβριο του 2014, στο ν.β. υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, με την κανονική να ευνοεί το ν.β. (Πίν. 3.6.5). Οι επεμβάσεις με κανονική άρδευση έδωσαν μεγαλύτερο ν.β. από αυτές της αραιής. Και στο ξ.β. υπήρξε η ίδια επίδραση του παράγοντα άρδευση, ενώ το ξ.β. των φυτών που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση, ήταν μεγαλύτερο από των φυτών που καλλιεργήθηκαν σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση (Πίν. 3.6.5). Στο σ.ξ.β. επέδρασαν και οι δύο κύριοι παράγοντες. Ευνοήθηκαν τα φυτά που αρδεύονταν κανονικά σε εδαφικό υπόστρωμα.

Πίν. 3.6.5 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο νωπό (ν.β.) (g) και ξηρό βάρος (ξ.β.) (g) του υπέργειου μέρους του *A. halimus*, τον Σεπτέμβριο του 2013 και στο τέλος του πειράματος, τον Σεπτέμβριο του 2014, μετά από 21 μήνες καλλιέργειας, καθώς και στο συνολικό ξηρό βάρος (σ.ξ.β.)

	ν.β. 13 (g)	**ξ.β. 13 (g)**	**ν.β. 14 (g)**	**ξ.β. 14 (g)**	**σ.ξ.β.**
Fυπ.	*	-	NS	NS	*
Fάρδ.	*	-	*	*	*
Fυπ.xάρδ.	NS	*	NS	NS	NS
E	133.3 a	68.6 a	191.4 a	103.6 a	172.4 a
XE	112.7 b	54.9 b	172.1 a	93.2 a	149.8 b
K	135.9 a	70.1 a	221.9 a	114.8 a	186.2 a
A	110.1 b	53.5 b	141.6 b	81.9 b	136.0 b
Std Error	4	2.1	8.8	4.9	4.4
E/K	154 a	81.9 a	237.2 a	121.8 a	204.3 a
E/A	112.6 b	55.3 b	145.7 b	85.3 bc	140.4 c
XE/K	117.8 b	58.2 b	206.7 a	107.9 ab	168.1 b
XE/A	107.5 b	51.6 b	137.5 b	78.5 c	131.6 c
LSD	21.1	11.3	44.7	25.2	25.2

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

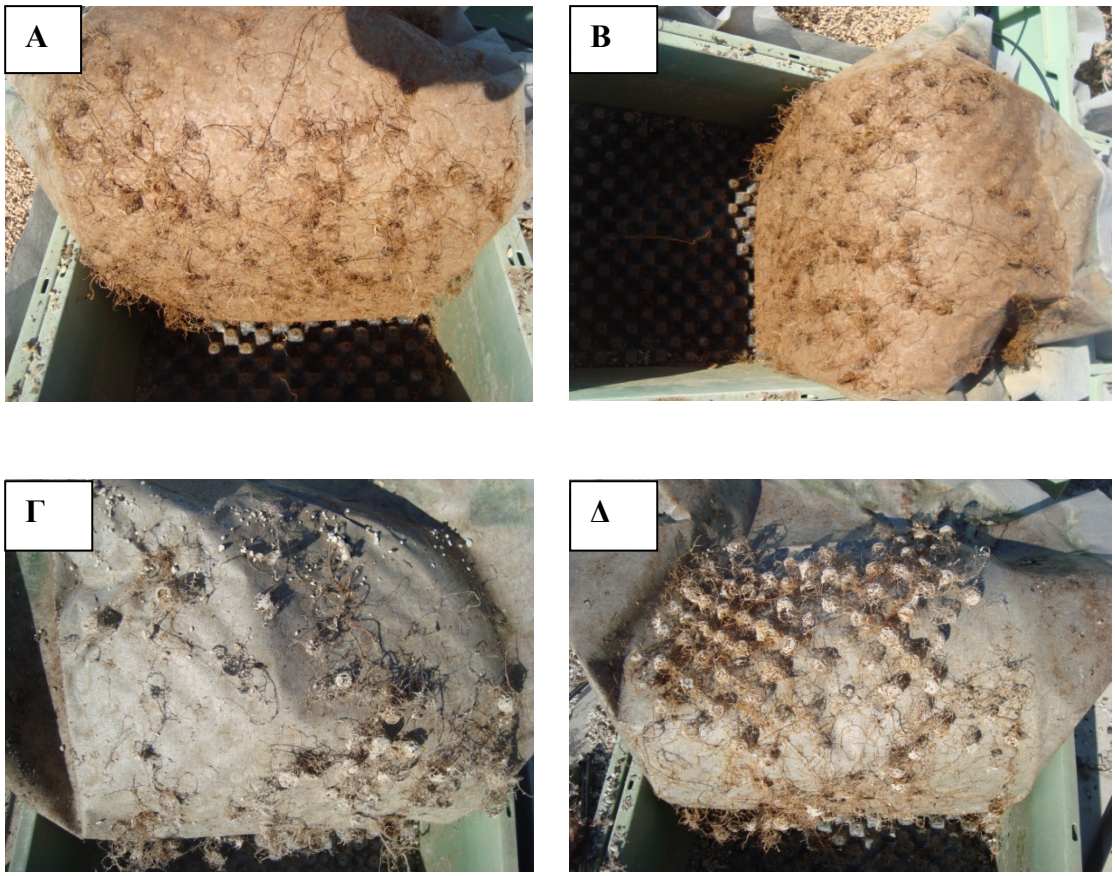
3.6.6 Νωπό και ξηρό βάρος ριζικού συστήματος

Στο τέλος του πειράματος, το Σεπτέμβριο του 2014, μετρήθηκε το νωπό και το ξηρό βάρος (ν.β. και ξ.β.) του ριζικού συστήματος των φυτών του *A. halimus*. Υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση στο ν.β. του ριζικού, αλλά καμία επίδραση αυτών στο ξ.β. του ριζικού συστήματος των φυτών (Πίν. 3.6.6, Σχ. 3.6.6). Επίσης, στο ν.β. οι επεμβάσεις με την κανονική άρδευση διέφεραν από την επέμβαση του εδαφικού υποστρώματος υπό αραιή άρδευση, ενώ στο ξ.β. δε σημειώθηκαν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Πίν. 3.6.6). Παρατηρήθηκε ότι τα ριζικά τριχίδια έφτασαν στο αποστραγγιστικό στοιχείο (Εικ. 3.26, Α, Β, Γ και Δ).

Πίν. 3.6.6 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο ν.β. (g) και ξ.β. (g) του ριζικού συστήματος του *A. halimus*, στο τέλος του πειράματος, τον Σεπτέμβριο του 2014, μετά από 21 μήνες καλλιέργειας

	ν.β. ριζικού 14 (g)	**ξ.β. ριζικού 14 (g)**
Fυπ.	NS	NS
Fάρδ.	*	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS
E	71.4 a	35 a
XE	74 a	34.4 a
K	83.7 a	35 a
A	61.7 b	34.4 a
Std Error	4	1.6
E/K	83.8 a	36.2 a
E/A	59 b	33.8 a
XE/K	83.6 a	33.8 a
XE/A	64.4 ab	35 a
LSD	24	9.7

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση



Εικ. 3.26 Ριζικά τριχίδια του *A. halimus* που έφτασαν στο αποστραγγιστικό στοιχείο, Α. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και κανονική άρδευση, Β. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και αραιή άρδευση, Γ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και κανονική άρδευση, Δ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και αραιή άρδευση.

3.6.7 Στοματική αντίσταση (r_s)

Μία μέρα πριν την άρδευση, στην r_s του *A. halimus* τον Ιούνιο του 2013, υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, με την κανονική άρδευση να μειώνει την τιμή της r_s, ενώ δεν υπήρξε διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων (Πίν. 3.6.7.1, Σχ. 3.6.7.2). Τον Ιούλιο του 2013, υπήρξε και πάλι επίδραση του παράγοντα άρδευση, με την αραιή να αυξάνει την r_s. Τον Αύγουστο του 2013, υπήρξε επίδραση του παράγοντα υπόστρωμα, με το εδαφικό υπόστρωμα να αυξάνει την τιμή της r_s, ενώ η επέμβαση με τη μεγαλύτερη r_s, ήταν το εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με αραιή άρδευση (Πίν. 3.6.7.1, Σχ. 3.6.7.2). Τον Ιανουάριο του 2014 τα φυτά που καταπονήθηκαν υδατικά τη θερινή περίοδο, είχαν μικρότερες τιμές r_s. Τον Ιούνιο του 2014, μία μέρα πριν την άρδευση, υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων, ενώ υπερείχε σε r_s η επέμβαση μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση έναντι του εδαφικού υπό κανονική. Τον Ιούλιο μία μέρα πριν την άρδευση, υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, όπου η αραιή συχνότητα αύξησε τις τιμές r_s των επεμβάσεων. Τέλος, τον Αύγουστο του 2014, μία μέρα πριν την άρδευση, υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος και η επέμβαση με τη μεγαλύτερη τιμή r_s ήταν το μη εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με αραιή άρδευση (Πίν. 3.6.7.1, Σχ. 3.6.7.2).

Πίν. 3.6.7.1 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στην r_s (s cm^{-1}) του *A. halimus* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης και τον Ιανουάριο του 2014, μία μέρα πριν την άρδευση

	Ιούν. 13	**Ιούλ. 13**	**Αύγ. 13**	
Φυπ.	NS	NS	*	
Φάρδ.	*	*	NS	
Φυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	
E	7.8 a	22 a	18.9 a	
XE	7.7 a	21.1 a	14.4 b	
K	6.8 b	14.1 b	14.7 a	
A	8.6 a	28.9 a	18.5 a	
Std Error	0.4	1.1	1.1	
E/K	6.6 a	14.4 b	15.4 b	
E/A	8.9 a	29.6 a	22.4 a	
XE/K	7.1 a	13.9 b	14.1 b	
XE/A	8.4 a	28.3 a	14.7 b	
LSD	2.4	6.5	5.7	
	Ιαν. 14	**Ιούν. 14**	**Ιούλ. 14**	**Αύγ. 14**
Φυπ.	NS	-	NS	-

Φάρδ.	*	-	*	-
Φυπ.χάρδ.	NS	*	NS	*
E	3.3 a	6 a	21.1 a	20.1 a
XE	3.7 a	5.5 a	21 a	20.8 a
K	4.2 a	5.4 a	14.9 b	16.1 b
A	2.8 b	6.1 a	27.2 a	24.8 a
Std Error	0.2	0.2	0.1	0.3
E/K	3.9 ab	2.9 b	14.9 b	16.8 c
E/A	2.7 c	3.6 ab	27.3 a	23.4 b
XE/K	4.5 a	3.5 ab	15 b	15.4 c
XE/A	2.9 bc	4.2 a	27.1 a	26.3 a
LSD	1.1	0.9	0.7	1.8

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

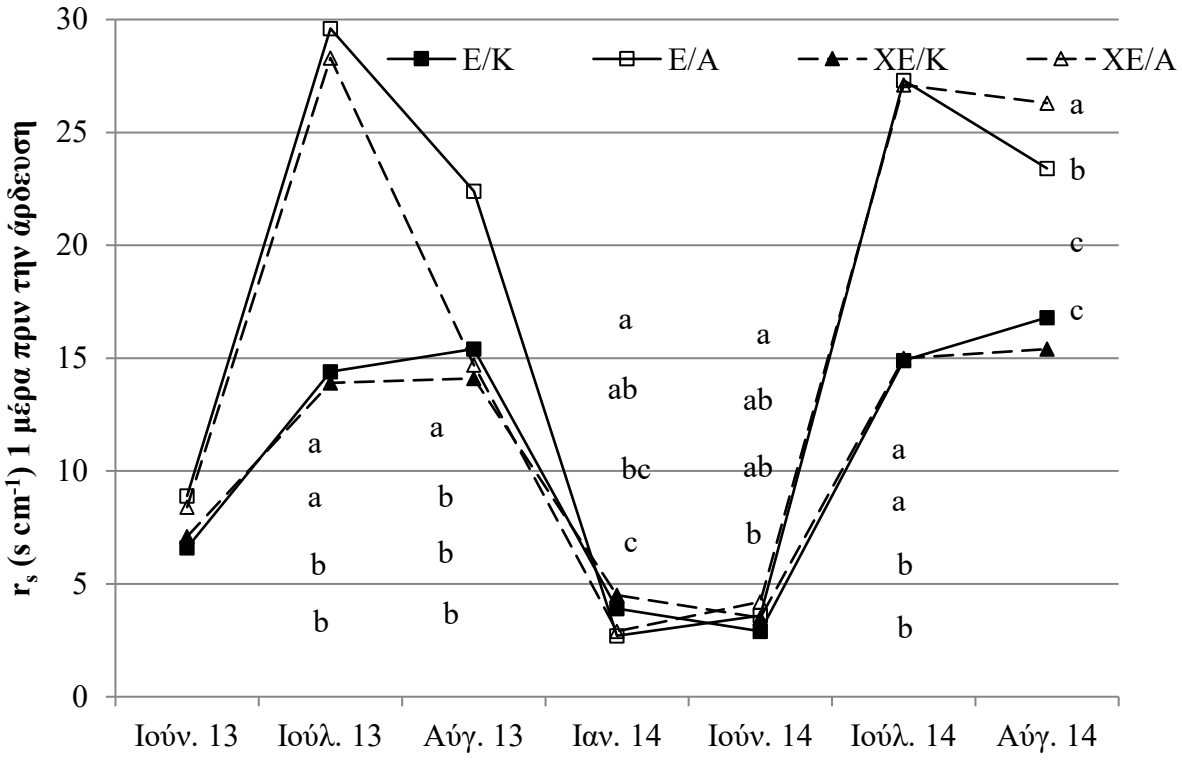
Μία μέρα μετά την άρδευση, στην r_s του *A. halimus* τον Ιούνιο του 2013, καθώς και τον Αύγουστο του 2013 και του 2014, δεν υπήρξε επίδραση κανενός από τους κύριους παράγοντες και καμία διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων του πειράματος (Πίν. 3.6.7.2, Σχ. 3.6.7.3). Τον Ιούλιο του 2013, υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων, με την r_s να παρουσιάζει τις μεγαλύτερες τιμές στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση. Τον Ιούνιο και τον Ιούλιο του 2014, επέδρασε ο παράγοντας άρδευση με μεγαλύτερες τιμές r_s στις επεμβάσεις που περιείχαν την αραιή άρδευση (Πίν. 3.6.7.2, Σχ. 3.6.7.3).

Πίν. 3.6.7.2 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στην r_s (s cm^{-1}) του *A. halimus* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης και τον Ιανουάριο του 2014, μία μέρα μετά την άρδευση

	Ιούν. 13	**Ιούλ.13**	**Αύγ.13**
Φυπ.	NS	-	NS
Φάρδ.	NS	-	NS
Φυπ.χάρδ.	NS	*	NS
E	6.7 a	18.8 a	7.9 a
XE	6.0 a	13.7 b	6.9 a
K	6.2 a	10.6 b	8.2 a
A	6.5 a	21.8 a	6.7 a
Std Error	0.3	1	0.5
E/K	6.9 a	10.5 c	8.5 a
E/A	6.6 a	27.1 a	7.3 a
XE/K	5.5 a	10.8 c	7.9 a
XE/A	6.4 a	16.5 b	6.0 a
LSD	1.7	5.6	2.8

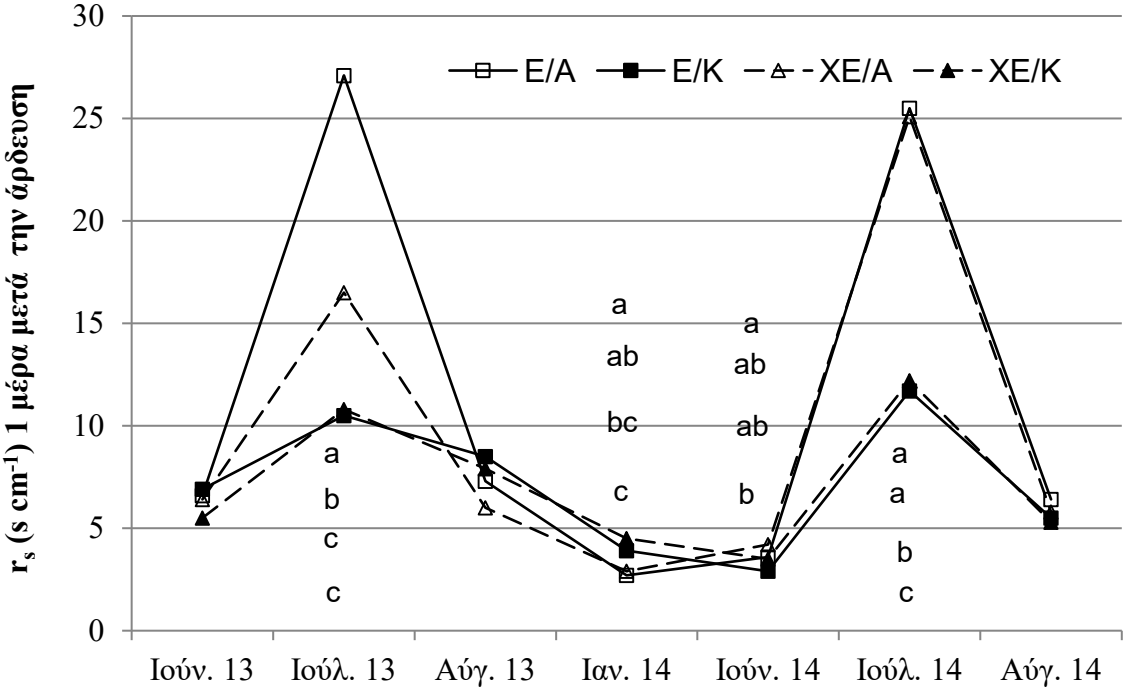
	Ιούν. 14	**Ιούλ. 14**	**Αύγ. 14**
Fυπ.	NS	NS	NS
Fάρδ.	*	*	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS
E	3.2 a	18.6 a	6 a
XE	3.8 a	18.6 a	5.6 a
K	3.2 b	11.9 b	5.4 a
A	3.9 a	25.3 a	6.1 a
Std Error	0.1	0.1	0.2
E/K	2.9 b	11.7 c	5.5 a
E/A	3.6 ab	25.5 a	6.4 a
XE/K	3.5 ab	12.2 b	5.3 a
XE/A	4.2 a	25.1 a	5.8 a
LSD	0.9	0.4	1.4

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση



Σχ. 3.6.7.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στην r_s (s cm^{-1}) του *A. halimus* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης μία μέρα πριν την άρδευση, καθώς και τον Ιαν. του 2014

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση



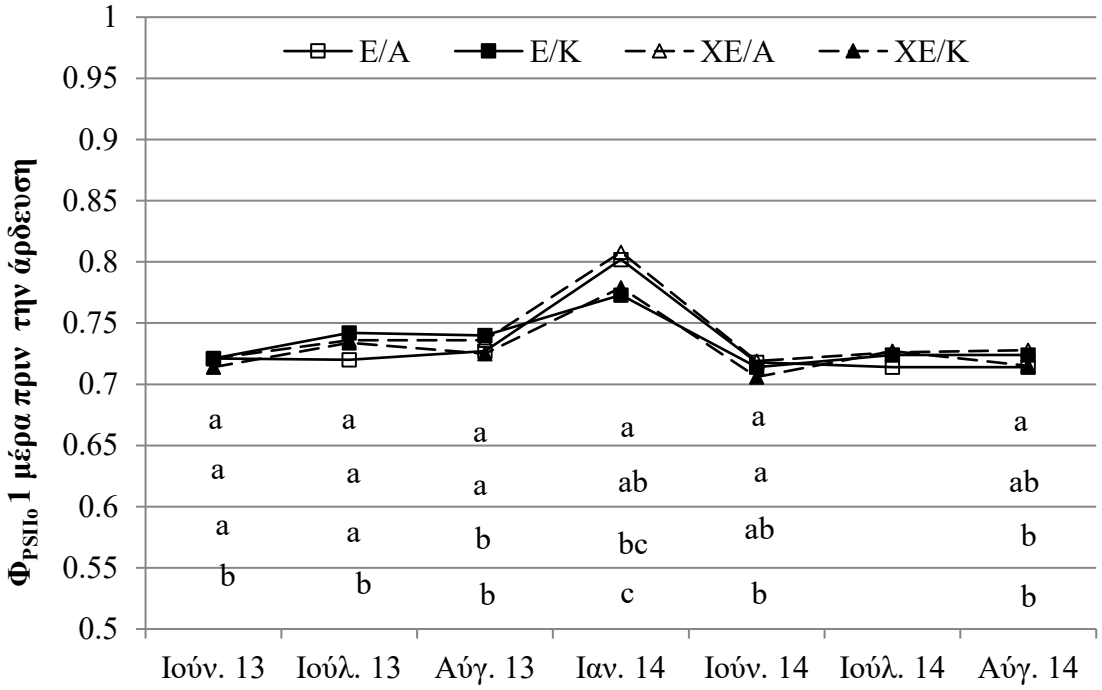
Σχ. 3.6.7.3 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στην r_s (s cm^{-1}) του *A. halimus* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης , μία μέρα μετά την άρδευση, καθώς και τον Ιαν. του 2014

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.6.8 Μέγιστη φωτοχημική απόδοση του φωτοσυστήματος ΙΙ ($Φ_{PSIIo}$)

Μία μέρα πριν την άρδευση, στη $Φ_{PSIIo}$ του *A. halimus,* κατά τον Ιούνιο του 2013 δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες, ενώ η επέμβαση μη εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση έδωσε τη χαμηλότερη $Φ_{PSIIo}$ (Πίν. 3.6.8.1, Σχ. 3.6.8.1). Τον Ιούλιο και τον Αύγουστο του 2013 υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων. Τον Ιούλιο η επέμβαση μη εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με αραιή άρδευση έδωσε τη χαμηλότερη $Φ_{PSIIo}$ αλλά τον Αύγουστο δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Τον Ιανουάριο του 2014, τα φυτά που δέχτηκαν αραιή άρδευση κατά την περίοδο υδατικής καταπόνησης, παρουσίασαν

αυξημένη Φ_{PSIIo}. Τον Ιούνιο του 2014 υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, με την κανονική να προσδίδει στα φυτά υψηλότερη Φ_{PSIIo}. Τον Ιούλιο του 2014, δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες και δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Τον Αύγουστο του 2014, υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (Πίν. 3.6.8.1, Σχ. 3.6.8.1). Όλες οι διαφορές στους μέσους των επεμβάσεων, με εξαίρεση τον Ιανουάριο του 2014, είναι στα όρια του φυσιολογικού.



Σχ. 3.6.8.1 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στη Φ_{PSIIo} του *A. halimus* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα πριν την άρδευση καθώς και τον Ιανουάριο του 2014

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση.

Πίν. 3.6.8.1 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στη Φ_{PSIIo} του *A. halimus* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα πριν την άρδευση, καθώς και τον Ιανουάριο του 2014

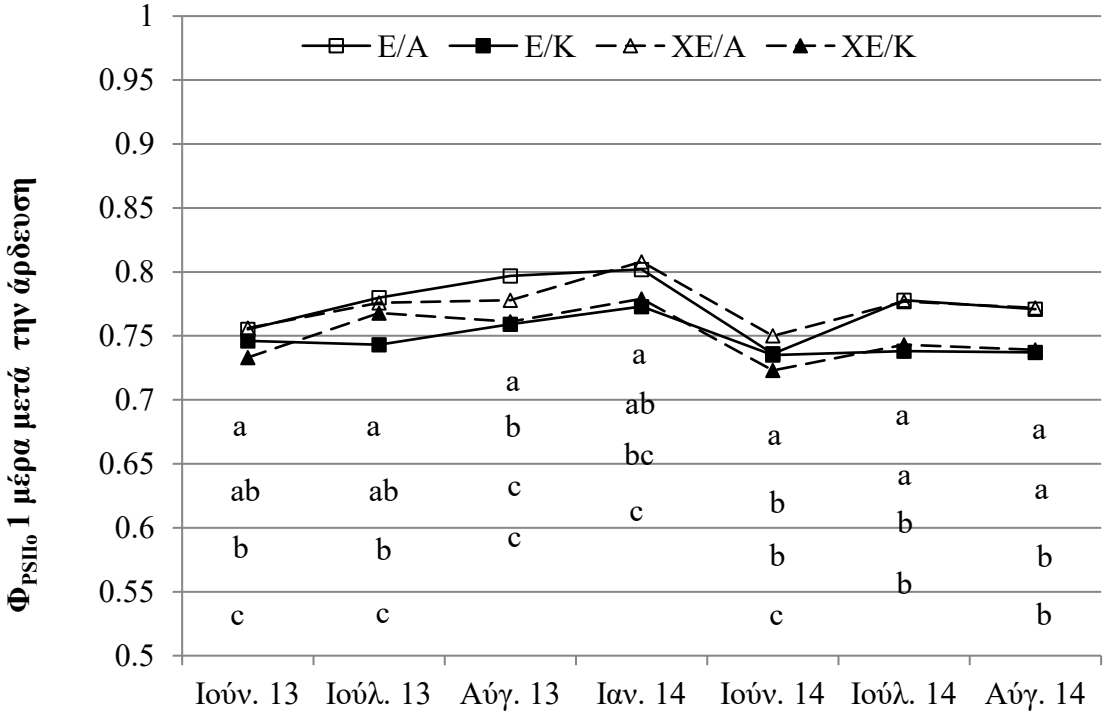
	Ιούν. 13	**Ιούλ. 13**	**Αύγ. 13**
Fυπ.	NS	-	-
Fάρδ.	NS	-	-
Fυπ.χάρδ.	NS	*	*
E	0.721 a	0.731 a	0.733 a

XE	0.717 a	0.735 a	0.730 a
K	0.717 a	0.738 a	0.732 a
A	0.721 a	0.728 b	0.731 a
Std Error	0.01	0.02	0.01
E/K	0.721 a	0.742 a	0.740 a
E/A	0.721 a	0.720 b	0.727 b
XE/K	0.714 b	0.734 a	0.725 b
XE/A	0.721 a	0.736 a	0.736 a
LSD	0.06	0.09	0.07

	Ιαν. 14	**Ιούν. 14**	**Ιούλ. 14**	**Αύγ. 14**
Fυπ.	NS	NS	NS	-
Fάρδ.	*	*	NS	-
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	*
E	0.788 a	0.716 a	0.719 a	0.719 a
XE	0.793 a	0.712 a	0.726 a	0.721 a
K	0.776 b	0.710 b	0.725 a	0.719 a
A	0.805 a	0.718 a	0.720 a	0.721 a
Std Error	0.04	0.01	0.02	0.02
E/K	0.773 c	0.714 ab	0.724 a	0.724 ab
E/A	0.802 ab	0.718 a	0.714 a	0.714 b
XE/K	0779 bc	0.706 b	0.727 a	0.715 b
XE/A	0.808 a	0.719 a	0.726 a	0.728 a
LSD	0.02	0.07	0.01	0.09

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

Μία μέρα μετά την άρδευση, στη Φ_{PSIIo} του *A. halimus,* τον Ιούνιο, Ιούλιο και τον Αύγουστο του 2013, υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (Πίν. 3.6.8.2, Σχ. 3.6.8.2). Τον Ιούνιο χαμηλότερη Φ_{PSIIo} επέφεραν στα φυτά το μη εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση. Τον Ιούλιο, το εδαφικό υπόστρωμα με κανονική άρδευση. Τον Αύγουστο, υψηλότερη Φ_{PSIIo} παρουσίασαν τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα υπό τη συχνότητα της αραιής άρδευσης. Τον Ιανουάριο του 2014, τα φυτά που δέχτηκαν αραιή άρδευση κατά την περίοδο υδατικής καταπόνησης, παρουσίασαν αυξημένη Φ_{PSIIo}. Τον Ιούνιο του 2014, υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος, με το μη εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση, να προκαλεί χαμηλότερες τιμές Φ_{PSIIo} στα φυτά. Τον Ιούλιο και τον Αύγουστο του 2014, επέδρασε ο παράγοντας άρδευση, με την κανονική να μειώνει την Φ_{PSIIo} στα φυτά (Πίν. 3.6.8.2, Σχ. 3.6.8.2).



Σχ. 3.6.8.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στη Φ_{PSII_o} του *A. halimus* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης μία μέρα μετά την άρδευση, καθώς και τον Ιανουάριο του 2014

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Πίν. 3.6.8.2 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στη Φ_{PSII_o} του *A. halimus* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης και τον Ιανουάριο του 2014, μία μέρα μετά την άρδευση

	Ιούν. 13	**Ιούλ. 13**	**Αύγ. 13**
Fυπ.	-	-	-
Fάρδ.	-	-	-
Fυπ.χάρδ.	*	*	*
E	0.750 a	0.761 b	0.778 a
XE	0.745 a	0.772 a	0.769 b
K	0.740 b	0.755 b	0.760 b
A	0.755 a	0.778 a	0.787 a
Std Error	0.01	0.02	0.02
E/K	0.746 b	0.743 c	0.759 c
E/A	0.755 ab	0.780 a	0.797 a
XE/K	0.733 c	0.768 b	0.761 c
XE/A	0.756 a	0.776 ab	0.778 b

LSD	0.09	0.09	0.09	

	Ιαν. 14	**Ιούν. 14**	**Ιούλ. 14**	**Αύγ. 14**
Fυπ.	NS	-	NS	NS
Fάρδ.	*	-	*	*
Fυπ.χάρδ.	NS	*	NS	NS
E	0.788 a	0.735 a	0.758 a	0.754 a
XE	0.793 a	0.736 a	0.760 a	0.755 a
K	0.776 b	0.729 b	0.740 b	0.738 b
A	0.805 a	0.743 a	0.777 a	0.771 a
Std Error	0.04	0.09	0.03	0.03
E/K	0.773 c	0.735 b	0.738 b	0.737 b
E/A	0.802 ab	0.736 b	0.778 a	0.771 a
XE/K	0.779 bc	0.723 c	0.743 b	0.739 b
XE/A	0.808 a	0.750 a	0.777 a	0.772 a
LSD	0.02	0.05	0.02	0.09

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

3.6.9 Συγκέντρωση των χλωροφυλλών ($Chl_{ολ}$)

Στη $Chl_{ολ}$ του *A. halimus* τον Μάρτιο του 2014, δεν υπήρξε επίδραση των κύριων παραγόντων, ούτε διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων. Τον Ιούλιο του 2014, επέδρασε ο παράγοντας άρδευση, με την συχνότητα της κανονικής άρδευσης να ευνοεί την $Chl_{ολ}$ (Πίν. 3.6.9).

Πίν. 3.6.9 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στη $Chl_{ολ}$ του *A. halimus* τον Μάρτιο και τον Ιούλιο του 2014

	Μάρτ. 14	**Ιούλ. 14**
Fυπ.	NS	NS
Fάρδ.	NS	*
Fυπ.χάρδ.	NS	NS
E	32.3 a	28.4 a
XE	34.5 a	27.2 a
K	33.1 a	38 a
A	33.6 a	17.7 b
Std Error	1.4	1.2
E/K	30.5 a	38.7 a
E/A	34.1 a	18 b
XE/K	35.8 a	37 a

XE/A	33.1 a	17.3 b
LSD	8.4	7.8

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.6.10 Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC)

Από τη στατιστική ανάλυση των κύριων παραγόντων προέκυψε ότι στο RWC του *A. halimus,* τον Μάρτιο του 2014 δεν επέδρασε κανένας από τους δύο κύριους παράγοντες του πειράματος και δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Τον Ιούλιο του 2014, επέδρασε ο παράγοντας άρδευση, με την συχνότητα της κανονικής άρδευσης να ευνοεί το RWC. Δεν υπήρξε όμως διαφορά στο RWC των φυτών που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα με κανονική άρδευση σε σχέση με εκείνα που καλλιεργήθηκαν σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση (Πίν. 3.6.10).

Πίν. 3.6.10 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο RWC του *A. halimus*, τον Μάρτιο και τον Ιούλιο του 2014

	Μάρτ.14	**Ιούλ.14**
Fυπ.	NS	NS
Fάρδ.	NS	*
Fυπ.χάρδ.	NS	NS
E	42.7 a	39.9 a
XE	41.1 a	38.6 a
K	48.3 a	47.2 a
A	35.5 a	31.3 b
Std Error	3.7	3.4
E/K	52.7 a	51.6 a
E/A	32.6 a	28.1 b
XE/K	43.9 a	42.7 ab
XE/A	38.3 a	34.5 ab
LSD	22.7	21

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.6.11 Προσδιορισμός του πάχους του ελάσματος

Στο πάχος του ελάσματος του *A. halimus,* και τον Μάρτιο και τον Ιούλιο του 2014 υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, καθώς το πάχος του ελάσματος φαίνεται να ευνοήθηκε από την αραιή άρδευση (Πίν. 3.6.11). Τον Μάρτιο, η επέμβαση εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση παρουσίασε το μικρότερο πάχος ελάσματος, σε σχέση με τις επεμβάσεις που περιείχαν αραιή άρδευση. Τον Ιούλιο μεγαλύτερο πάχος ελάσματος, ανέπτυξαν τα φυτά που αρδεύονταν αραιά (Πίν. 3.6.11).

Πίν. 3.6.11 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο πάχος του ελάσματος (μm) του *A. halimus* τον Μάρτιο και τον Ιούλιο του 2014

	Μάρτ. 14	**Ιούλ. 14**
Fυπ.	NS	NS
Fάρδ.	*	*
Fυπ.χάρδ.	NS	NS
E	376.2 a	380 a
XE	398.7 a	402.5 a
K	360 b	360 b
A	415 a	422.5 a
Std Error	6.6	5.6
E/K	345 c	345 b
E/A	407.5 ab	415 a
XE/K	375 bc	375 b
XE/A	422 a	430 a
LSD	40.6	34.7

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.6.12 Αποδοτικότητα χρήσης του νερού (WUE)

Στην WUE του *A. halimus*, στο τέλος του πειράματος, τον Σεπτέμβριο του 2014, επέδρασε ο παράγοντας άρδευση. Στα φυτά που αρδεύονταν αραιά παρατηρήθηκε μεγαλύτερη WUE (Πίν. 3.6.12).

Πίν. 3.3.12 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στην WUE (g/L) του *A. halimus*, στο τέλος του πειράματος, τον Σεπτέμβριο του 2014

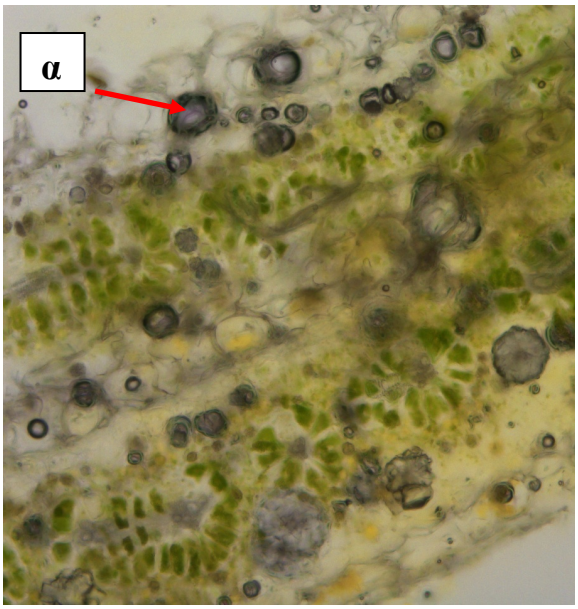
	WUE Σεπτ. 2014
Fυπ.	NS
Fάρδ.	*
Fυπ.χάρδ.	NS
E	1.15 a
XE	1.08 a
K	0.93 b
A	1.30 a
Std Error	0.03
E/K	0.97 b
E/A	1.33 a
XE/K	0.89 b
XE/A	1.26 a
LSD	0.2

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.6.13 Μορφολογικές και ανατομικές παρατηρήσεις της δομής του ελάσματος

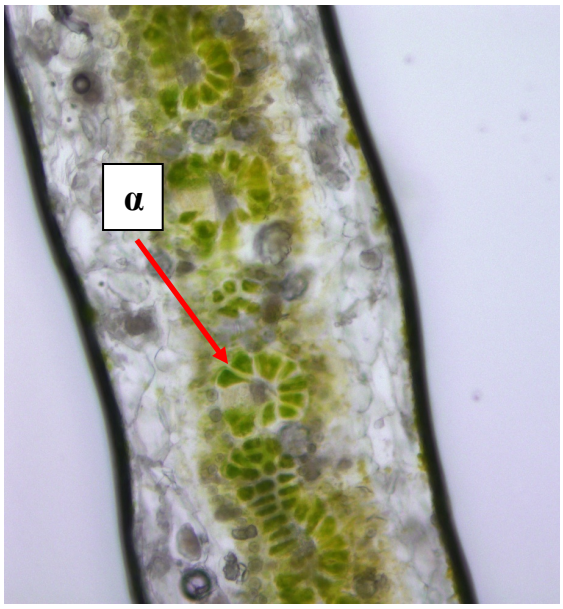
Η μελέτη της ανατομικής διάπλασης των φύλλων του *A. halimus* πραγματοποιήθηκε μέσω νωπών τομών ψυκτικού μικροτόμου και οπτικού μικροσκοπίου και στη συνέχεια ελήφθησαν ψηφιακές μικροφωτογραφίες (Εικ.3.27, 3.28, 3.29 και 3.30).

Το *A. halimus* είναι φυτό C4 επομένως η ανατομία των φύλλων του είναι τύπου «Krantz» στεφάνης. Τα κύτταρα του κολεού της δέσμης, τα οποία περιβάλλουν τις ηθμαγγειώδεις δεσμίδες, διαθέτουν παχύτερα κυτταρικά τοιχώματα, συνήθως με εναπόθεση φελλίνης και περιέχουν περισσοτέρους και μεγαλύτερους χλωροπλάστες σε σύγκριση με τα κύτταρα του μεσόφυλλου, ώστε αφενός να μην σημειώνεται διαρροή διοξειδίου του άνθρακα προς το μεσόφυλλο και αφετέρου να γίνεται αποτελεσματικά η φωτοσυνθετική αφομοίωσή του.



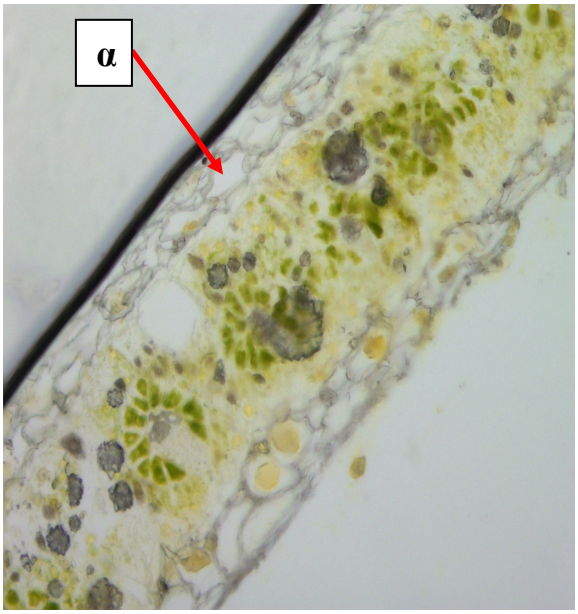
Εικ. 3.27 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *A. halimus* από φυτό που καλλιεργήθηκε σε εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση
α= κυστόλιθος

200 μm



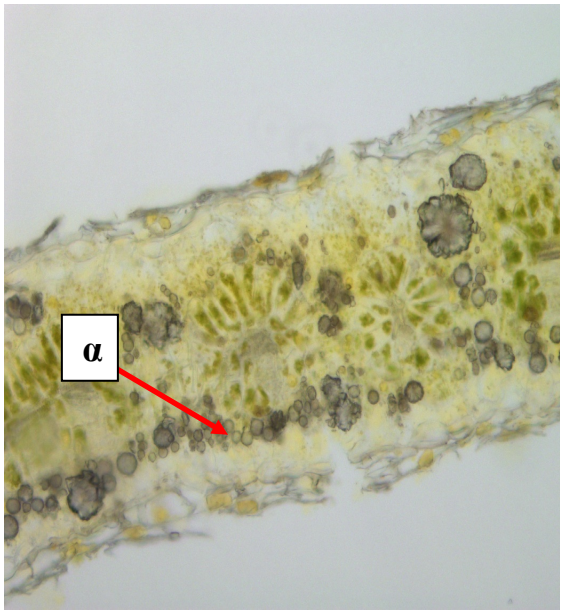
Εικ. 3.28 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *A. halimus* από φυτό που καλλιεργήθηκε σε εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση
α= χλωροπλάστες σε διάταξη στεφάνης

200 μm



Εικ. 3.29 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *A. halimus* από φυτό που καλλιεργήθηκε σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση
α= μεσοκυττάριοι χώροι

200 μm



Εικ. 3.30 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *A. halimus* από φυτό που καλλιεργήθηκε σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση
α= κρύσταλλοι σε ευθεία διάταξη

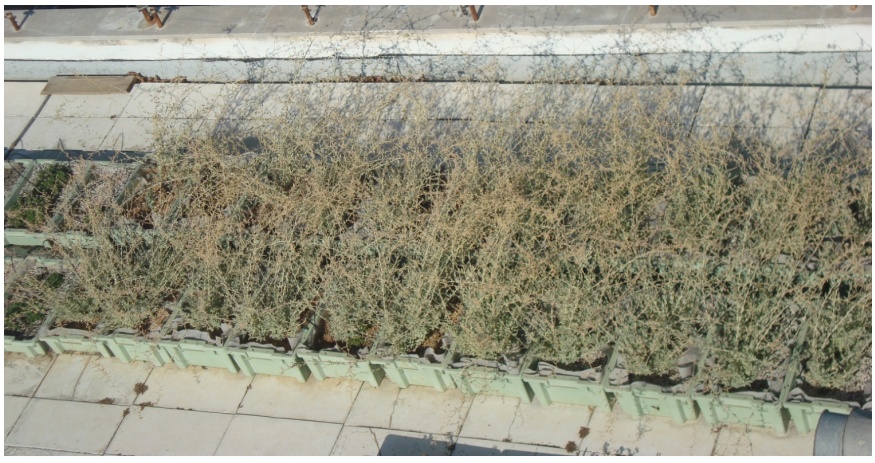
200 μm

Στην Εικ. 3.27, φαίνεται η ύπαρξη μεγάλου αριθμού κυστολίθων (α). Στην Εικ. 3.28, εκτός από την ύπαρξη των κρυστάλλων διακρίνονται οι χλωροπλάστες σε χαρακτηριστική διάταξη «στεφάνης» (α). Στο *A. halimus* οι αλατούχοι αδένες παίζουν σημαντικό ρόλο στην αφαίρεση του άλατος από το υπόλοιπο φύλλο και στην παρεμπόδιση της συσσώρευσή τους σε τοξικά επίπεδα στο παρέγχυμα και τους αγγειακούς ιστούς. Έτσι, διατηρείται σχεδόν σταθερή η συγκέντρωση αλατιού στα φύλλα (Mozafar και Goodin, 1970). Στην Εικ. 3.29, διακρίνονται ίσως λίγο εκτενέστεροι οι μεσοκυττάριοι χώροι (α). Και στην Εικ. 3.30 φαίνονται οι κρύσταλλοι και μάλιστα σε μία ευθεία διάταξη (α).

3.6.14 Οπτική παρατήρηση πειραματικών τεμαχίων

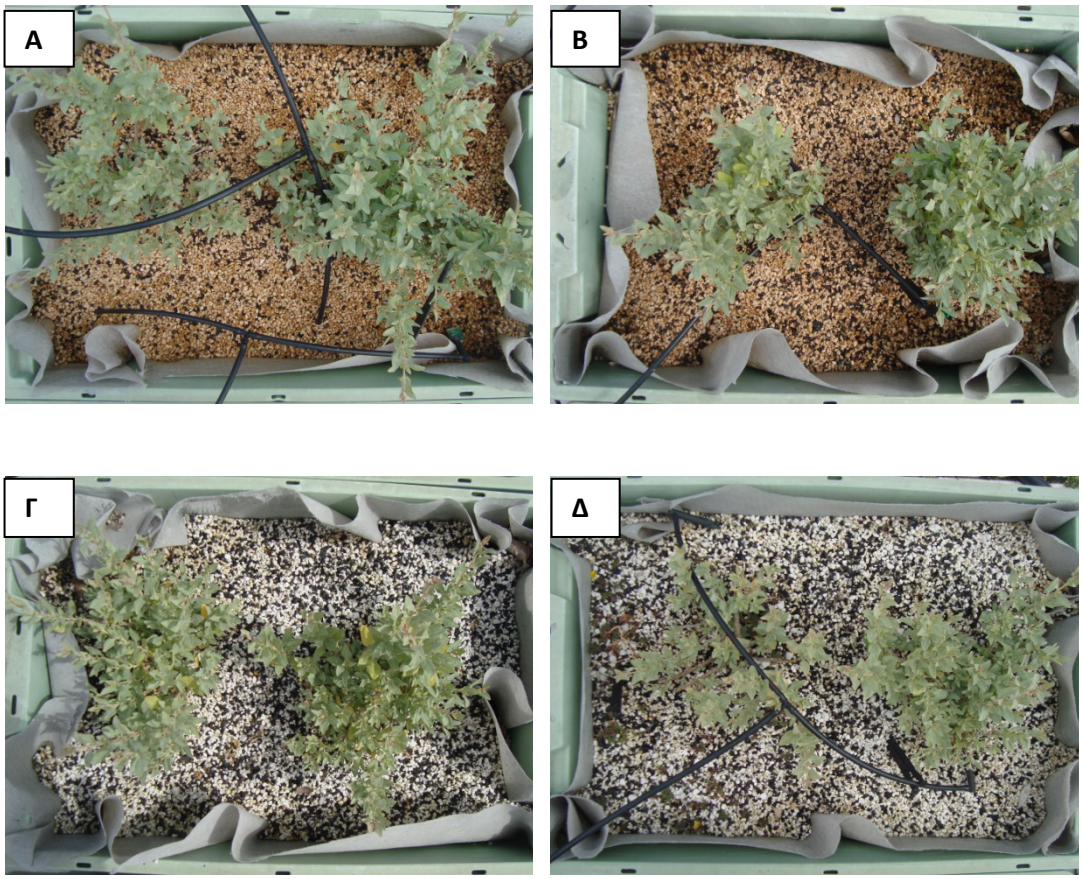


Εικ. 3.31 Ανάπτυξη φυτών *A. halimus* σε όλες τις επεμβάσεις, τον Σεπτέμβριο του 2013, μετά από 19 μήνες καλλιέργειας



Εικ. 3.32 Φωτογραφία του πειράματος *A. halimus* σε όλες τις επεμβάσεις, τον Σεπτέμβριο του 2013, μετά από 19 μήνες καλλιέργειας, από το παραπάνω δώμα

Μετά από 15 μήνες καλλιέργειας (Εικ. 3.33) αλλά και στο τέλος του πειράματος (Εικ. 3.31 και Εικ. 3.32), το *A. halimus* είχε ικανοποιητική ανάπτυξη σε όλες τις επεμβάσεις. Γενικά τα φυτά που αρδεύονταν κανονικά διαμόρφωναν ελαφρά πιο πυκνή κόμη (Εικ. 3.33 Α και Γ).



Εικόνα 3.33 Ανάπτυξη φυτών *A. halimus* τον Απρίλιο του 2014, μετά από 15 μήνες καλλιέργειας, Α. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και κανονική άρδευση, Β. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και αραιή άρδευση, Γ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και κανονική άρδευση, Δ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και αραιή άρδευση

Ο όγκος των φυτών σε όλες τις επεμβάσεις ήταν εντυπωσιακός (Εικ. 3.31, 3.32 και 3.33).

3.6.15 Συζήτηση

Το *A. halimus*, εγκαταστάθηκε επιτυχώς στο φυτοδώμα σε όλες τις επεμβάσεις, παρότι η φύτευση έγινε τον Δεκέμβριο του 2012, έναν υγρό και κρύο μήνα (Παράρτημα Ι). Από τη βιβλιογραφία γνωρίζουμε ότι μπορεί να αντέξει θερμοκρασίες έως -12 ºC (Le Houerou, 1992). Η πορεία της ανάπτυξής του ήταν εξαιρετική. Τον Απρίλιο του 2012 που υπήρξε μικρής έκτασης προσβολή από αφίδες, αντιμετωπίστηκε με σαπουνόνερο.

Τον Ιούλιο του 2013 υπήρξε απώλεια τριών φυτών από την επέμβαση που συνδύαζε εδαφικό υπόστρωμα και αραιή άρδευση και παρουσίαζε τη μεγαλύτερη μέση διάμετρο. Έτσι, η μέση διάμετρος του φυτού κατά την περίοδο εφαρμογής υδατικής καταπόνησης του 2013, ευνοήθηκε τον Ιούλιο από το εδαφικό υπόστρωμα και από την αραιή άρδευση, ενώ τον Αύγουστο ευνοήθηκε μόνο από το εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 3.6.1, Σχ. 3.6.1). Τα υποστρώματα είχαν παρόμοιο pH κατά τη φύτευση και μετά από δέκα μήνες καλλιέργειας (Πίν. 3.2.4), οπότε παρείχαν παρόμοιο θρεπτικό περιβάλλον στα φυτά. Κατά τη δεύτερη περίοδο υδατικής καταπόνησης, καλοκαίρι του 2014, που υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος, τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα και αρδεύονταν αραιά, ανέπτυξαν τη μεγαλύτερη μέση διάμετρο και στο τέλος του πειράματος, τον Σεπτέμβριο του 2014, το εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με αραιή άρδευση έδωσε μεγαλύτερη μέση διάμετρο φυτού (Πίν. 3.6.1, Σχ. 3.6.1). Εντούτοις, η μέτρηση της μέσης διαμέτρου ήταν επικουρική και αμφιβόλου σημασίας ιδίως αν συγκριθεί το αποτέλεσμα και με των άλλων παραμέτρων ανάπτυξης, λαμβάνοντας υπόψη και το ότι η κόμη του φυτού είναι ιδιαίτερα ακανόνιστη.

Και στο ύψος επέδρασε θετικά το εδαφικό υπόστρωμα ιδίως τους πρώτους και τους τελευταίους μήνες του πειράματος. Βεβαίως, για τις συνθήκες ενός εκτατικού φυτοδώματος, η μειωμένη καθ' ύψος ανάπτυξη δεν είναι αρνητική. Στο τελικό ύψος των φυτών, δεν παρουσιάστηκαν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Πίν. 3.6.2, Σχ. 3.6.2).

Στον αριθμό των πλαγίων βλαστών την άνοιξη και το καλοκαίρι του 2013, επέδρασε θετικά η συχνότητα της κανονικής άρδευσης (Πίν. 3.6.3, Σχ. 3.6.3.1), ενώ στην τελική μέτρηση, τον Αύγουστο του 2014, το εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 3.6.3, Σχ. 3.6.3.2). Γενικά, τα φυτά που αρδεύονταν κανονικά, διαμόρφωναν ελαφρά πιο πυκνή κόμη (Εικ. 3.33 Α και Γ). Στο υπόστρωμα με έδαφος, οι βλαστοί ήταν πιο

ξυλοποιημένοι, με λιγότερα φύλλα και αραιή εσωτερική διάταξη, ενώ στο υπόστρωμα χωρίς έδαφος, ήταν πιο εύρωστοι και τρυφεροί και όχι τόσο ξυλοποιημένοι. Το *A. halimus* είναι ένα φυτό με μεγάλη ανάπτυξη κύριων και πλευρικών βλαστών (Walker, 2014) και στο πείραμα ανέπτυξε ικανοποιητικό αριθμό για τα δεδομένα ενός εκτατικού τύπου φυτοδώματος σε όλες τις επεμβάσεις (Εικ. 3.31, 3.32, 3.33).

Προφανώς, ο αριθμός των ταξιανθιών στα φυτά, σχετίζεται με τον αριθμό βλαστών ανά φυτό, αφού οι ταξιανθίες σε αυτό το φυτικό είδος σχηματίζονται επάκρια στους βλαστούς. Στην ανθοφορία και τις δύο χρονιές (2013 και 2014), το εδαφικό υπόστρωμα και η κανονική άρδευση ευνόησαν τον αριθμό των ταξιανθιών, ενώ στο ξ.β. τους το 2013, θετικά επέδρασε η κανονική άρδευση (Πίν. 3.6.4, Σχ. 3.6.4).

Παράλληλα, στο ν.β. και ξ.β. του υπέργειου μέρους των φυτών το 2013,καθώς και στο συνολικό ξ.β. στο τέλος του πειράματος, παρατηρήθηκε ότι επέδρασε θετικά το εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με την κανονική άρδευση, ενώ στο ξ.β. του 2014 μόνο η κανονική άρδευση (Πίν. 3.6.5, Σχ. 3.6.5). Τα υποστρώματα ανάπτυξης που περιέχουν οργανική ουσία 30% (όπως στο συγκεκριμένο πείραμα η κομπόστα στέμφυλων), δίνουν καλή ανάπτυξη φυτών όταν αρδεύονται συχνά, ενώ σε ξηρικές συνθήκες μικρότερη (Dunnett & Nagase, 2010).

Η θετική επίδραση της κανονικής άρδευσης φάνηκε και στο ν.β. του ριζικού συστήματος (Πίν. 3.6.6, Σχ. 3.6.6) αλλά όχι στο ξ.β. του ριζικού συστήματος, στο οποίο δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες. Κατά τους Ben Hassine *et al*., 2009 το *A. halimus* αναπτύσσει επίμονα ριζικό σύστημα μέχρι να βρει υγρασία. Στις Εικ. 3.26 Α, Β, Γ και Δ, φαίνεται πως μέρος του ριζικού συστήματος των φυτών, πέρασε το διηθητικό φύλλο και έφτασε στο αποστραγγιστικό στοιχείο με τη μορφή κυψελίδων, ιδίως των φυτών που αρδεύονταν αραιά. Φαίνεται όμως πως το ριζικό σύστημα των φυτών αυτών, απλά είχε μεγαλύτερο μήκος, αλλά όχι μεγαλύτερη συνολική μάζα. Παρόμοια ξ.β. ριζικού συστήματος ανέπτυξε και το είδος *Dianthus fruticosus* σε πείραμα υδατικής καταπόνησης σε συνθήκες φυτοδώματος, ανεξάρτητα από τη συχνότητα άρδευσης (Nektarios *et al*., 2011).

Κατά τις περιόδους υδατικής καταπόνησης, η r_s του *A. halimus* ήταν ιδιαίτερα αυξημένη τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο του 2013 και του 2014, μία μέρα πριν την άρδευση στα φυτά που αρδεύονταν αραιά (Πίν. 3.6.7.1, Σχ. 3.6.7.2). Ακόμη και μια μέρα μετά την άρδευση οι τιμές στα φυτά που αρδεύονταν αραιά ήταν υψηλότερες (Πίν. 3.6.7.2, Σχ. 3.6.7.3). Αυτό αποδεικνύει ότι το *A. halimus*, πιθανό λόγω του μεγάλου μεγέθους που είχε αναπτύξει, αναλάμβανε πιο αργά από την υδατική

καταπόνηση. Επιπροσθέτως, ήταν το μοναδικό είδος που κατά την ξηροθερμική περίοδο του 2013, η αραιή άρδευση εφαρμοζόταν κάθε 9 ημέρες, δηλαδή είχε την πιο μακράς διαρκείας περίοδο μεταξύ των αρδεύσεων. Η r_s δεν επηρεάστηκε καθόλου από το είδος του υποστρώματος, εκτός από τον Αύγουστο του 2013, που την αύξησε το εδαφικό υπόστρωμα, μήνα που επέδρασε θετικά και στη μέση διάμετρο του φυτού, ενώ η επέμβαση με τη μεγαλύτερη r_s, ήταν το εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με αραιή άρδευση (Πίν. 3.6.7.1, Σχ. 3.6.7.2). Τον μήνα εκείνο υπήρξε απώλεια τριών φυτών (25%) από την επέμβαση που συνδύαζε εδαφικό υπόστρωμα και αραιή άρδευση.

Οι τιμές της στοματικής αντίστασης τον Ιανουάριο του 2014 ήταν χαμηλές στα φυτά που κατά τη διάρκεια της υδατικής καταπόνησης αρδεύονταν αραιά και οι τιμές ήταν παρόμοιες σε όλες τις επεμβάσεις. Και σε άλλα πειραματικά αποτελέσματα έχει αποδειχθεί ότι φυτά που υπόκεινται σε υδατική καταπόνηση, μετά την άρδευση, αναλαμβάνουν, όπως στην περίπτωση του *Eucalyptus globulus* (Correia *et al*., 2013).

Στις τιμές της Φ_{PSIIo} μία μέρα πριν την άρδευση, κατά την περίοδο υδατικής καταπόνησης του 2013, υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων (Πίν. 3.6.8.1, Σχ. 3.6.8.1). Οι τιμές της Φ_{PSIIo} τον Ιούλιο του 2013, ήταν ιδιαίτερα χαμηλές στην επέμβαση που συνδύαζε αραιή άρδευση με εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 3.6.8.1, Σχ. 3.6.8.1), πιθανά επειδή στο έδαφος ήταν πιο ανεπτυγμένα τα φυτά. Ωστόσο, δεν έπεφταν σε επικίνδυνα επίπεδα ώστε να υπάρξει ζημιά στο φωτοσυνθετικό μηχανισμό. Μια άνοδος των τιμών κατά τον μήνα Ιανουάριο του 2014 μπορεί να οφείλεται στο ότι το φυτό είχε αναλάβει πλήρως τη συγκεκριμένη εποχή μια και από τη βιβλιογραφία γνωρίζουμε ότι μπορεί να αντέξει θερμοκρασίες έως -12 ^oC (Le Houerou, 1992).

Επιπλέον μετά την άρδευση υπήρχε ανάκαμψη των τιμών της Φ_{PSIIo} σε φυσιολογικά επίπεδα κατά τη διάρκεια και των δύο περιόδων υδατικής καταπόνησης (Πίν. 3.6.8.2, Σχ. 3.6.8.2). Μια μέρα μετά την άρδευση σε όλες τις επεμβάσεις οι τιμές της Φ_{PSIIo} ανέβαιναν ελαφρά, ενώ υπήρχε ομοιομορφία μεταξύ των τιμών των επεμβάσεων (Πίν. 3.6.8.2, Σχ. 3.6.8.2). Στις τιμές της Φ_{PSIIo} μία μέρα μετά την άρδευση, κατά την περίοδο υδατικής καταπόνησης του 2013, υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων (Πίν. 3.53). Κατά την περίοδο υδατικής καταπόνησης του 2014, οι τιμές της Φ_{PSIIo} μία μέρα μετά την άρδευση ήταν μικρότερες στα φυτά που αρδεύονταν κανονικά, όμως σε απόλυτα φυσιολογικά επίπεδα, αποκλείοντας ζημιά στο φωτοσύστημα ΙΙ (Πίν. 3.6.8.2, Σχ. 3.6.8.2). Το *A. halimus* ανήκει στα φυτά C4, κατηγορία η οποία διαθέτει βιοχημικά χαρακτηριστικά που επιτρέπουν υψηλές ταχύτητες φωτοσύνθεσης ακόμη και αν τα στόματα δεν είναι πλήρως ανοιχτά και

επομένως περιορίζονται σημαντικά οι απώλειες νερού (Αϊβαλάκις *et al*., 2016). Ως εκ τούτου, δείχνει να εγκλιματίζεται σε ξηροφυτικές συνθήκες και 48 ώρες μετά την επανάρδευσή του οι φυσιολογικοί τους δείκτες να επανέρχονται σε κανονικές τιμές όπως έδειξαν και σε πείραμα οι Souza *et al*., 2010. Επιπλέον, το *A. halimus* μπορεί να αντέξει την υψηλή ένταση φωτός λόγω της αμοιβαίας σκίασης των φύλλων και της αντανάκλασης της ηλιακής ακτινοβολίας από τους κρυστάλλους άλατος που βρίσκονται πάνω στη φυλλική του επιφάνεια (Zervoudakis *et al.,* 1998, Streb *et al.,* 1997).

Τον Ιούλιο του 2014 κι ενώ το πείραμα είχε διαρκέσει αρκετά ώστε να σταθεροποιηθεί η φυσιολογική λειτουργία των φυτών, στη $Chl_{ολ}$ (Πίν. 3.6.9), καθώς και στο RWC (Πίν. 3.6.10), επέδρασε θετικά η συχνότητα της κανονικής άρδευσης. Η υδατική καταπόνηση επίσης οδήγησε σε σταδιακή μείωση της $Chl_{ολ}$, όπως έδειξαν και τα αποτελέσματα πειράματος που αφορούσε το είδος *Vigna radiata* (Gheek Batra *et al*., 2014) και *Dianthus fruticosus* (Αμούντζιας, 2011).

Και τον Μάρτιο και τον Ιούλιο του 2014, μεγαλύτερο πάχος ελάσματος επέφερε η αραιή άρδευση (Πίν. 3.6.11). Αυτό συμβαίνει συχνά σε ξηροφυτικά είδη μετά από περίοδο υδατικής καταπόνησης (Καραμπουρνιώτης *et al*., 2012). Στα φυτά που αρδεύονταν αραιά παρατηρήθηκε μεγαλύτερη WUE (Πίν. 3.6.12).

Στα μορφολογικά και ανατομικά χαρακτηριστικά της δομής του ελάσματος (Εικ. 3.27, 3.28, 3.29 και 3.30), διαπιστώνεται η τυπική ανατομία «Krantz» των φυτών C4, καθώς και η ύπαρξη μεγάλου αριθμού κρυστάλλων. Κρύσταλλοι εσπεριδίνης ή διοσμίνης έχουν παρατηρηθεί σε διάφορα είδη της οικογένειας Lamiaceae. Για παράδειγμα στα είδη *Mentha piperita* και *Teucrium montanum* (Metcalfe, 1985). Ο ρόλος των κρυστάλλων είναι πολλαπλός. Άλλοτε στηρίζουν τους ιστούς, άλλοτε προστατεύουν από τους ζωικούς εχθρούς, ενώ αυτοί του οξαλικού ασβεστίου βοηθούν κατά την υδατική καταπόνηση (Γιαννόπουλος, 2015), ή την καταπόνηση από άλατα (Ilarslan *et al*., 2001). Μάλιστα οι κρύσταλλοι τείνουν να συγκεντρώνονται κοντά στην επιδερμίδα (Ryding, 2010).

Στο *A. halimus,* οι κυψελιδωτές τρίχες παίζουν σημαντικό ρόλο στην απομόνωση των αλάτων από το υπόλοιπο φύλλο και στην παρεμπόδιση της συσσώρευσής τους στο παρέγχυμα και τους αγγειακούς ιστούς. Έτσι, διατηρείται σχεδόν επίπεδα το περιεχόμενο αλατιού και συγκεκριμένα στους ευαίσθητους ιστούς (Mozafar & Goodin, 1970). Σχετικά με τις τρίχες του, ο Smaoui *et al.,* (2011), συμπεραίνουν ότι είναι μικροσκοπικές αδενώδεις τρίχες, οι οποίες επιφανειακά καλύπτονται από ένα κηρώδες υλικό και είναι συνδεδεμένες με επιδερμικά κύτταρα.

Παρατηρώντας τον Πίνακα 3.10.1 που αποτυπώνει την επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος στις παραμέτρους ανάπτυξης, συμπεραίνεται ότι τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα ανέπτυξαν μεγαλύτερη τελική μέση διάμετρο, αριθμό πλαγίων βλαστών και αριθμό ταξιανθιών σε σχέση με το μη εδαφικό. Τα φυτά που αρδεύονταν αραιά, ανέπτυξαν μεγαλύτερη r_s πριν και μετά την άρδευση, Φ_{PSIIo} μετά την άρδευση, πάχος ελάσματος και WUE. Τα φυτά που αρδεύονταν κανονικά ανέπτυξαν μεγαλύτερη τελική μέση διάμετρο, αριθμό ταξιανθιών, ξ.β. ταξιανθιών, ν.β. και ξ.β. του υπέργειου μέρους του φυτού, $Chl_{ολ}$ και RWC.

Συνοπτικά, από τον Πίνακα 3.10.2 εύκολα διαπιστώνει κανείς ότι στο τελικό ύψος, στο ξ.β. του ριζικού συστήματος του φυτού, στην Φ_{PSIIo} πριν την άρδευση καθώς και στο RWC, οι μέσοι της επέμβασης εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση, δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά από τους μέσους της επέμβασης που συνδύαζε μη εδαφικό υπόστρωμα με αραιή άρδευση.

Μετά το τέλος του πειράματος, όπου κόπηκε το υπέργειο μέρος των φυτών για τον υπολογισμό ν.β. και ξ.β., το φυτά συνέχισαν να αναπτύσσονται στο δώμα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου. Αυτό άλλωστε είχε διαπιστωθεί και στη μέση περίπου του πειράματος, που έγινε το κλάδεμα του υπέργειου μέρους των φυτών, τα οποία όλα αναβλάστησαν. Μόνο τα φυτά που είχαν ξεραθεί από την υδατική καταπόνηση δεν κατάφεραν να αναπτύξουν ξανά βλαστούς.

Η χρήση του *A. halimus* σε εκτατικού τύπου φυτοδώματα μας ενδιαφέρει κυρίως λόγω της υψηλής αντοχής του σε ξηροθερμικά κλίματα (Walker *et al*., 2014), καθώς και στην αλατότητα (Qiu & Lu, 2003), αλλά και για τη μείωση της απορροής των όμβριων υδάτων λόγω του ύψους που αναπτύσσει (Walker *et al*., 2014).

Εν κατακλείδι, το *A. halimus* αναπτύχθηκε πολύ καλά σε συνθήκες αστικού φυτοδώματος σε όλες τις επεμβάσεις (Εικ. 3.31, 3.32 και 3.33 Α, Β, Γ και Δ). Η αντικατάσταση του εδάφους από ελαφρόπετρα στο υπόστρωμα είναι εφικτή, ακόμη και υπό αραιή άρδευση. Το αποτέλεσμα αυτό είναι πολύ θετικό για τα αστικά Μεσογειακά φυτοδώματα, που στοχεύουν στο μειωμένο βάρος κατασκευής και στη μειωμένη συχνότητα άρδευσης.

3.7 Αποτελέσματα για το φυτικό είδος *Asteriscus maritimus*

Η εγκατάσταση του πειράματος του *A. maritimus* έγινε στις 14 Νοεμβρίου του 2012 σε πλαστικά πειραματικά τεμάχια, στο πειραματικό φυτοδώμα του Γ.Π.Α. πάνω από το εστιατόριο και η διακοπή μετρήσεων ανάπτυξης έγινε το Μάρτιο του 2014, λόγω ξήρανσης των φυτών. Την ξηροθερμική περίοδο του 2014, πάρθηκαν μετρήσεις φυσιολογίας στα σπορόφυτα που εκπτύχθηκαν στα πειραματικά τεμάχια. Εφαρμόστηκαν δύο συχνότητες άρδευσης κατά την ξηροθερμική περίοδο του 2013 και 2014, ήτοι κάθε 3 ημέρες η κανονική και κάθε 5 ημέρες η αραιή.

3.7.1 Ανάπτυξη μέσης διαμέτρου

Το *A. maritimus* διαμορφώνει ομοιόμορφη κόμη, σαν κυκλικός δίσκος που εκτείνεται σιγά σιγά. Ως εκ τούτου η μέτρηση μέσης διαμέτρου θεωρήθηκε σημαντική ένδειξη της ανάπτυξης του φυτού, παρ' ότι στη συνέχεια η οριζόντια ανάπτυξη του φυτού ήταν λιγότερο ομοιόμορφη. Μετρήσεις της μέσης διαμέτρου πάρθηκαν από τον Νοέμβριο του 2012 μέχρι τον Μάρτιο του 2014 (στα μέσα του κάθε μηνός).

Το είδος του υποστρώματος δεν φάνηκε να επιδρά στην ανάπτυξη της μέσης διαμέτρου του *A. maritimus*, κατά τους τρεις πρώτους μήνες της καλλιέργειάς του. Τον Μάιο του 2013 που ξεκίνησαν οι επεμβάσεις άρδευσης όλα τα φυτά είχαν παρόμοια μέση διάμετρο (Πίν. 3.7.1, Σχ. 3.7.1.1). Από τον Μάιο του 2013 έως και τον Σεπτέμβριο του 2013 ελαφρώς μεγαλύτερη μέση διάμετρο παρουσίασαν τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα με κανονική άρδευση, μόνο όμως τον Σεπτέμβριο ήταν σημαντική αυτή η διαφορά (Πίν. 3.7.1, Σχ. 3.7.1.2). Τον Οκτώβριο και τον Νοέμβριο του 2013, στην ανάπτυξη της διαμέτρου δεν επέδρασε κάποιος από τους κύριους παράγοντες. Όμως το Νοέμβριο, η μέση διάμετρος των φυτών που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα με κανονική άρδευση κατά την προηγούμενη θερινή περίοδο, ήταν μεγαλύτερη σε σύγκριση με εκείνα που καλλιεργήθηκαν σε μη εδαφικό υπόστρωμα. Από τον Δεκέμβριο του 2013 έως τον Μάρτιο του 2014, οι στατιστικές αναλύσεις των κύριων παραγόντων έδειξαν αλληλεπίδραση αυτών. Στο τέλος του πειράματος (τους τρεις τελευταίους μήνες καλλιέργειας), δεν υπήρξε διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων εδαφικό υπόστρωμα με κανονική άρδευση σε σύγκριση με το μη εδαφικό, με αραιή (Πίν. 3.7.1, Σχ. 3.7.1.2).

Πίν. 3.7.1 Επίδραση του κύριου παράγοντα του πειράματος υπόστρωμα στη διάμετρο (cm) του *A. maritimus* από τον Νοέμβριο του 2012 μέχρι τον Απρίλιο του 2013 και επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στη διάμετρο (cm) του *A. maritimus* από το Μάιο του 2013 μέχρι τον Μάρτιο του 2014

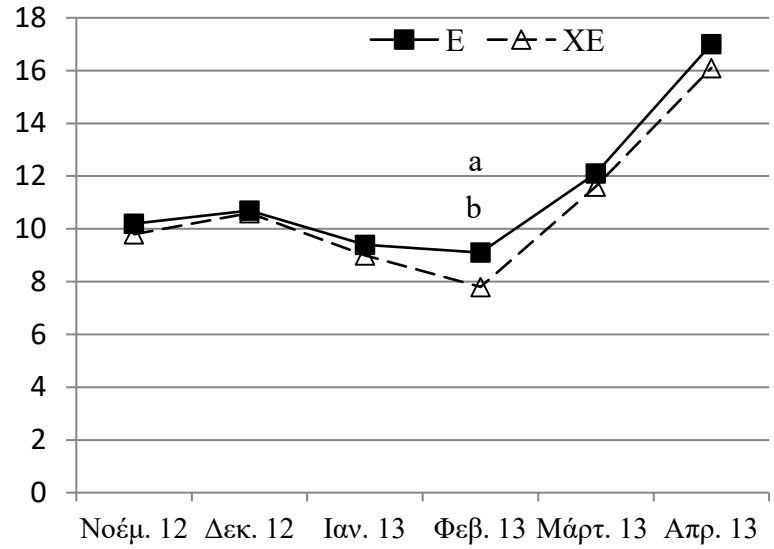
	Νοέμ. 12	**Δεκ. 12**	**Ιαν. 13**	**Φεβ. 13**	**Μάρτ. 13**	**Απρ. 13**
Fυπ.	NS	NS	NS	*	NS	NS
Fάρδ.	-	-	-	-	-	-
Fυπ.χάρδ.	-	-	-	-	-	-
E	10.2 a	10.7 a	9.4 a	9.1 a	12.1 a	17 a
XE	9.8 a	10.6 a	9 a	7.8 b	11.6 a	16.1 a
K	-	-	-	-	-	-
A	-	-	-	-	-	-
Std Error	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3
E/K	-	-	-	-	-	-
E/A	-	-	-	-	-	-
XE/K	-	-	-	-	-	-
XE/A	-	-	-	-	-	-
LSD	-	-	-	-	-	-

	Μάι. 13	**Ιούν. 13**	**Ιούλ. 13**	**Αύγ. 13**	**Σεπτ. 13**	**Οκτ. 13**
Fυπ.	-	-	-	-	-	NS
Fάρδ.	-	-	-	-	-	NS
Fυπ.χάρδ.	*	*	*	*	*	NS
E	19.5 a	20.5 a	21.2 a	21.5 a	23.3 a	21.2 a
XE	18.5 a	19.6 a	19.8 a	20.4 a	22.1 a	20.5 a
K	18.7 a	20.0 a	20.7 a	21.3 a	23.2 a	20.8 a
A	19.2 a	20.1 a	20.3 a	20.6 a	22.2 a	20.9 a
Std Error	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.2
E/K	20.1 a	21.5 a	22.5 a	22.9 a	25.0 a	21.3 a
E/A	18.9 ab	19.6 ab	19.9 bc	20.1 b	21.6 b	21.0 a
XE/K	17.4 b	18.5 b	18.8 c	19.7 b	21.3 b	20.3 a
XE/A	19.5 a	20.6 a	20.8 ab	21.1 ab	22.8 b	20.7 a
LSD	1.9	2	2	1.9	2.1	1.1

	Νοέμ. 13	**Δεκ. 13**	**Ιαν. 14**	**Φεβ. 14**	**Μάρτ. 14**
Fυπ.	NS	-	-	-	-
Fάρδ.	NS	-	-	-	-
Fυπ.χάρδ.	NS	*	*	*	*
E	22.9 a	24.7 a	25.9 a	26 a	27.3 a
XE	21.8 a	23.2 a	25.4 a	25.4 a	26.1 a
K	22.6 a	24.3 a	25.9 a	25.9 a	27 a
A	22.1 a	23.6 a	25.3 a	25.4 a	26.4 a
Std Error	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
E/K	23.6 a	25.9 a	27.3 a	27.3 a	28.9 a
E/A	22.2 ab	23.4 b	24.5 b	24.7 b	25.7 b
XE/K	21.7 b	22.7 b	24.6 b	24.6 b	25 b

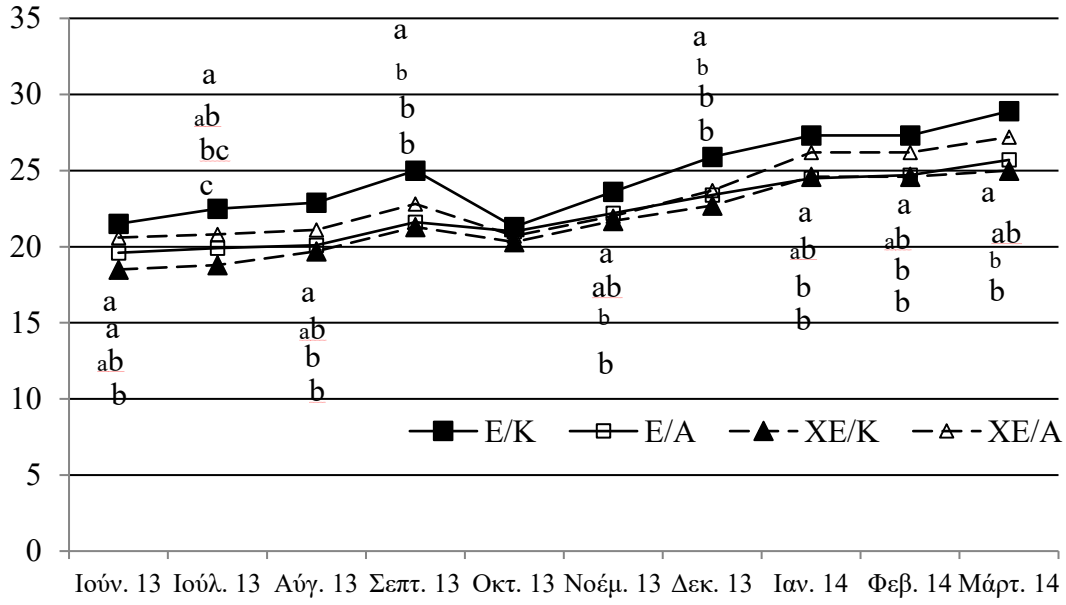
XE/A	22 b	23.7 b	26.2 ab	26.2 ab	27.2 ab
LSD	1.5	2	2.2	2.2	2.4

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση



Σχ. 3.7.1.1 Επίδραση του κύριου παράγοντα του πειράματος υπόστρωμα στη μέση διάμετρο (cm) του *A. maritimus*, από το Νοέμβριο του 2012 μέχρι τον Απρίλιο του 2013

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος



Σχ. 3.7.1.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στη μέση διάμετρο (cm) του *A. maritimus*, από τον Ιούνιο του 2013 μέχρι το τέλος του πειράματος, το Μάρτιο του 2014

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.7.2 Ανάπτυξη ύψους

Μετρήσεις του ύψους των φυτών πάρθηκαν στα μέσα του κάθε μηνός, από τον Νοέμβριο του 2012 μέχρι τον Σεπτέμβριο του 2013, καθώς και τον Ιανουάριο του 2014 και στο τέλος του πειράματος τον Μάρτιο του 2014, διότι οι μεταβολές του ύψους οπτικά ήταν ανεπαίσθητες.

Στην ανάπτυξη του ύψους του *A. maritimus*, από τον Νοέμβριο του 2012, μέχρι και τον Ιούνιο του 2013, δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες του πειράματος, ενώ και οι επεμβάσεις δεν παρουσίασαν καμία διαφορά (Πίν. 3.7.2, Σχ. 3.7.2). Τον Ιούλιο και τον Αύγουστο του 2013, αν και δεν υπήρξε επίδραση των κυρίων παραγόντων, τα φυτά που αρδεύονταν κανονικά, ανέπτυξαν μεγαλύτερο ύψος στο εδαφικό υπόστρωμα απ' ότι στο μη εδαφικό. Τον Σεπτέμβριο του 2013, δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες του πειράματος, ενώ και οι επεμβάσεις δεν παρουσίασαν καμία διαφορά (Πίν. 3.7.2, Σχ. 3.7.2). Τον Ιανουάριο του 2014, υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, με τη συχνότητα της αραιής να ευνοεί το ύψος των φυτών, ενώ τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε μη εδαφικό υπόστρωμα και αρδεύονταν αραιά, δε διέφεραν σε ύψος στατιστικά σημαντικά από αυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα με κανονική άρδευση. Στο τέλος του πειράματος, τον Μάρτιο του 2014, δεν υπήρξε επίδραση κάποιου από τους κύριους παράγοντες του πειράματος, ενώ και οι επεμβάσεις δεν παρουσίασαν καμία διαφορά (Πίν. 3.7.2, Σχ. 3.7.2).

Πίν. 3.7.2 Επίδραση του κύριου παράγοντα του πειράματος υπόστρωμα στο ύψος (cm) του *A. maritimus* από τον Νοέμβριο του 2012 μέχρι τον Απρίλιο του 2013 και επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο ύψος (cm) του *A. maritimus* από το Μάιο του 2013 μέχρι τον Μάρτιο του 2014

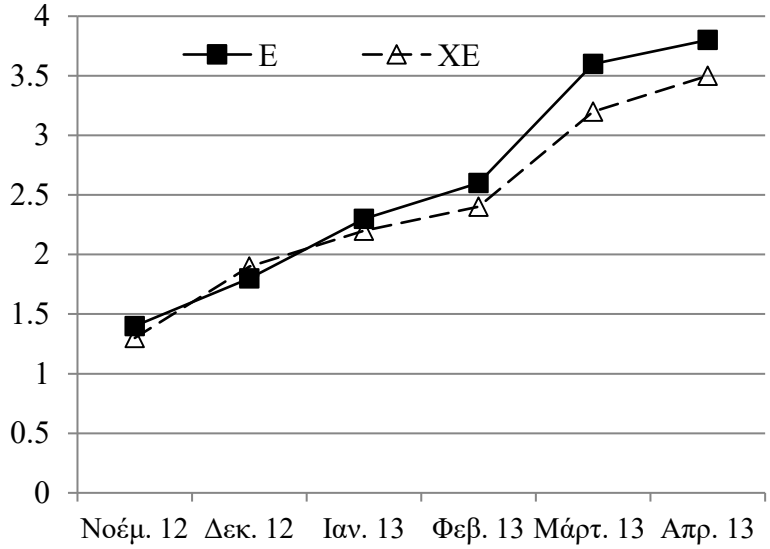
	Νοέμ.12	**Δεκ.12**	**Ιαν.13**	**Φεβρ.13**	**Μάρτ.13**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS	NS
Fάρδ.	-	-	-	-	-
Fυπ.χάρδ.	-	-	-	-	-
E	1.4 a	1.8 a	2.3 a	2.6 a	3.6 a
XE	1.3 a	1.9 a	2.2 a	2.4 a	3.2 a
K	-	-	-	-	-
A	-	-	-	-	-
Std Error	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
E/K	-	-	-	-	-
E/A	-	-	-	-	-
XE/K	-	-	-	-	-

XE/A	-	-	-	-	-
LSD	-	-	-	-	-

	Απρ.13	**Μάι.13**	**Ιούν.13**	**Ιούλ.13**	**Αύγ.13**
Fυπ.	NS	*	*	NS	NS
Fάρδ.	-	NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	-	NS	NS	NS	NS
E	3.8 a	4.7 a	4.8 a	4.9 a	5 a
XE	3.5 a	4.2 b	4.4 b	4.5 a	4.7 a
K	-	4.3 a	4.6 a	4.7 a	4.8 a
A	-	4.5 a	4.6 a	4.8 a	4.9 a
Std Error	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
E/K	-	4.5 a	4.8 a	4.9 a	5.1 a
E/A	-	4.7 a	4.8 a	4.8 ab	5 ab
XE/K	-	4.1 a	4.3 a	4.4 b	4.5 b
XE/A	-	4.2 a	4.5 a	4.7 ab	4.9 ab
LSD	-	0.6	0.6	0.5	0.5

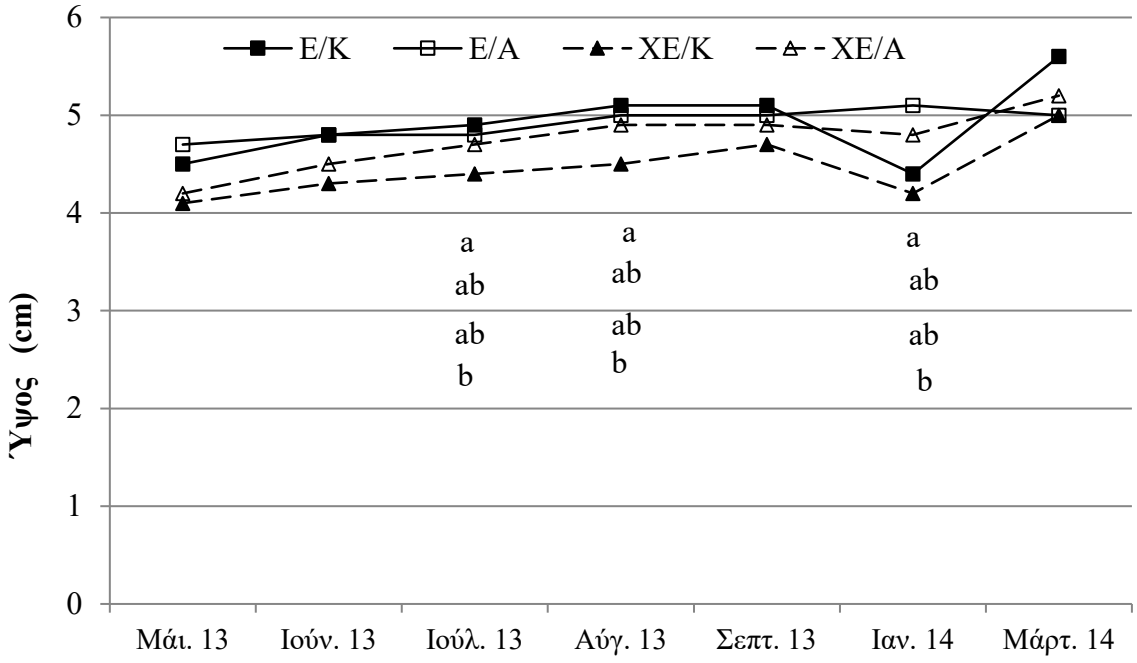
	Σεπτ.13	**Ιαν.14**	**Μάρτ.14**
Fυπ.	NS	NS	NS
Fάρδ.	NS	*	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS
E	5.1 a	4.7 a	5.3 a
XE	4.8 a	4.5 a	5.1 a
K	4.9 a	4.3 b	5.3 a
A	5 a	4.9 a	5.1 a
Std Error	0.1	0.1	0.1
E/K	5.1 a	4.4 ab	5.6 a
E/A	5 a	5.1 a	5 a
XE/K	4.7 a	4.2 b	5 a
XE/A	4.9 a	4.8 ab	5.2 a
LSD	0.5	0.7	0.8

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση



Σχ. 3.7.2.1 Επίδραση του κύριου παράγοντα του πειράματος υπόστρωμα στο ύψος (cm) του *A. maritimus*, από το Νοέμβριο του 2012 μέχρι τον Απρίλιο του 2013

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος



Σχ. 3.7.2.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στο ύψος (cm) του *A. maritimus*, από το Μάιο του 2013 μέχρι το τέλος του πειράματος, το Μάρτιο του 2014

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.7.3 Αριθμός πλαγίων βλαστών και μέσο μήκος αυτών

Ο αριθμός των πλαγίων βλαστών στα φυτά του *A. maritimus*, μετρήθηκε τον Σεπτέμβριο του 2013, καθώς και τον Μάρτιο του 2014, ενώ το μέσο μήκος τους, μετρήθηκε τον Σεπτέμβριο του 2013.

Στον αριθμό των πλαγίων βλαστών τον Σεπτέμβριο του 2013, υπήρξε επίδραση του παράγοντα υπόστρωμα με ευνοϊκότερο για τον αριθμό πλαγίων βλαστών το εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 3.7.3). Παρόλα αυτά, η επέμβαση μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση, δεν έδωσε πολύ λιγότερες εκπτύξεις από το εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση. Τον Μάρτιο του 2014, επέδρασε ο παράγοντας άρδευση με ευνοϊκότερη για τον αριθμό των πλαγίων βλαστών τη συχνότητα της κανονικής, ενώ η επέμβαση εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση, υπερείχε από τις άλλες. Στο μέσο μήκος των πλαγίων βλαστών τον Σεπτέμβριο του 2013, υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση με την κανονική να ευνοεί την επιμήκυνση των πλαγίων βλαστών. Και πάλι όμως, η επέμβαση μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση δεν έδωσε πολύ μεγαλύτερο μέσο μήκος εκπτύξεων από το εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση (Πίν. 3.7.3).

Πίν. 3.7.3 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στον αριθμό των πλαγίων βλαστών του *A. maritimus*, το Σεπτέμβριο του 2013 και το Μάρτιο του 2014 και στο μέσο μήκος των εκπτύξεων το Σεπτέμβριο του 2013

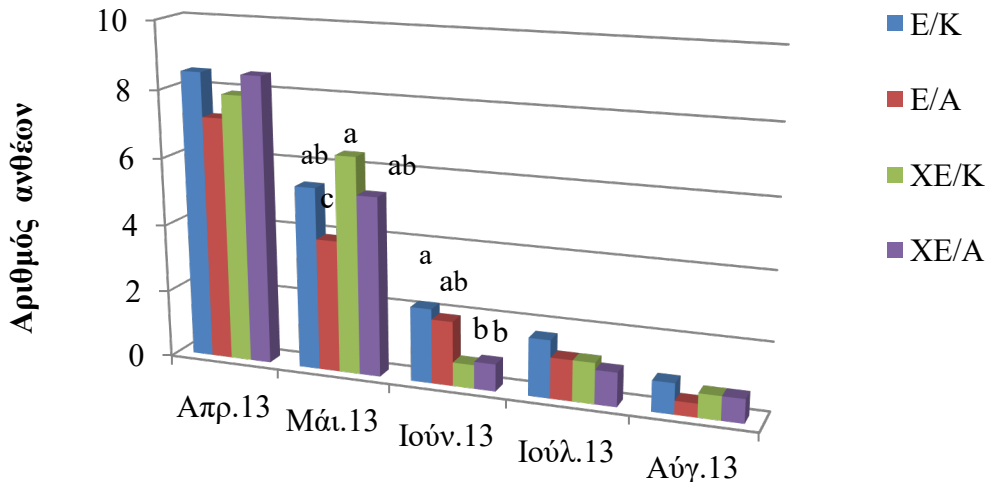
	Αριθμός πλαγίων βλαστών Σεπτ. 13	**Μέσο μήκος πλαγίων βλαστών Σεπτ. 13**	**Αριθμός πλαγίων βλαστών Μάρτ. 14**
Fυπ.	*	NS	NS
Fάρδ.	NS	*	*
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS
E	16.4 a	4.2 a	42.9 a
XE	14.3 b	4.2 a	37.4 a
K	14.9 a	4.5 a	46.1 a
A	15.8 a	3.9 b	34.2 b
Std Error	0.4	0.1	1.4
E/K	16.3 a	4.8 a	52.4 a
E/A	16.5 a	3.5 c	33.3 b
XE/K	13.5 b	4.1 bc	39.8 b
XE/A	15.2 ab	4.3 ab	35 b
LSD	2.6	0.6	8.1

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.7.4 Αριθμός ανθέων

Ο αριθμός των ανθέων στα φυτά του *A. maritimus* μετρήθηκε από τον Απρίλιο του 2013 μέχρι και τον Αύγουστο του 2013.

Όπως διακρίνεται στο Σχ. 3.7.4 και στον Πίν. 3.7.4, στον αριθμό των ανθέων του *A. maritimus* τον Απρίλιο, τον Ιούλιο και τον Αύγουστο του 2013, δεν υπήρξε επίδραση κάποιου από τους κύριους παράγοντες του πειράματος, ενώ και οι επεμβάσεις δεν παρουσίασαν καμία στατιστικά σημαντική διαφορά. Τον Μάιο του 2013, υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, με την κανονική να ευνοεί τον αριθμό των ανθέων. Η άνθηση στην επέμβαση μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση δεν διέφερε από αυτή στην επέμβαση εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση. Τον Ιούλιο του 2013, υπήρξε επίδραση του παράγοντα υπόστρωμα με ευνοϊκό για την άνθηση το εδαφικό. Ο αριθμός των ανθέων των φυτών που καλλιεργήθηκαν σε μη εδαφικό υπόστρωμα, διέφερε από εκείνα που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό με κανονική άρδευση (Πίν. 3.7.4, Σχ. 3.7,4).



Σχ. 3.7.4 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στον αριθμό των ανθέων του *A. maritimus*, από τον Απρίλιο του 2013 μέχρι και τον Αύγουστο του 2013

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Πίν. 3.7.4 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στον αριθμό των ανθέων του *A. maritimus,* από τον Απρίλιο του 2013, μέχρι και τον Αύγουστο του 2013

	Απρ. 13	**Μάι. 13**	**Ιούν. 13**	**Ιούλ. 13**	**Αύγ. 13**
Fυπ.	NS	NS	*	NS	NS
Fάρδ.	NS	*	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS
E	7.9 a	4.7 a	2 a	1.4 a	0.6 a
XE	8.2 a	5.9 a	0.7 b	1.1 a	0.7 a
K	8.2 a	5.9 a	1.4 a	1.4 a	0.8 a
A	7.9 a	4.6 b	1.4 a	1.1 a	0.5 a
Std Error	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1
E/K	8.5 a	5.4 ab	2.2 a	1.7 a	0.9 a
E/A	7.2 a	3.9 b	1.9 ab	1.2 a	0.4 a
XE/K	7.9 a	6.4 a	0.7 b	1.2 a	0.7 a
XE/A	8.5 a	5.3 ab	0.8 b	1 a	0.7 a
LSD	1.5	1.7	1.2	1.2	0.6

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

3.7.5 Εδαφοκάλυψη και αυτοσπορά

Το Σεπτέμβριο του 2013 υπολογίστηκε η εδαφοκάλυψη των φυτών του *A. maritimus*, μέσω ψηφιακής ανάλυσης φωτογραφιών της κόμης των φυτών. Αυτή η μέθοδος επιλέχθηκε κυρίως λόγω του σχεδόν έρποντος τρόπου επέκτασης του φυτού και της τέλειας εδαφοκάλυψης που δημιουργεί.

Τον Απρίλιο του 2014, τα φυτά δεν αρδεύονταν και υπήρξε ξήρανση όλου του υπέργειου μέρους αυτών, οπότε δεν ελήφθησαν μετρήσεις, αλλά εφαρμόστηκαν δύο συχνότητες άρδευσης κατά τη ξηρή - θερμή περίοδο. Τον Σεπτέμβριο του 2014, μετρήθηκαν τα σπορόφυτα που εμφανίστηκαν σε κάθε πειραματικό τεμάχιο για να υπολογιστεί το κατά πόσο το φυτό μπορεί να επιτεύξει αυτοσπορά στο φυτοδώμα, μετά από μια καταστροφή (Πίν. 3.7.5).

Πίν. 3.7.5 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στην εδαφοκάλυψη του *A. maritimus* τον Σεπτέμβριο του 2013 και στον αριθμό των σπορόφυτων, τον Σεπτέμβριο του 2014

	Εδαφοκάλυψη (cm²) Σεπτ. 13	**Αριθμός σπορόφυτων Σεπτ. 14**
Fυπ.	-	*
Fάρδ.	-	*
Fυπ.χάρδ.	*	NS
E	627.1 a	10.7 a
XE	591.9 a	4.7 b
K	631.7 a	10.4 a
A	587.3 a	4.9 b
Std Error		0.8
E/K	711.4 a	15 a
E/A	542.8 b	6.3 b
XE/K	552.1 b	5.8 b
XE/A	631.8 ab	3.6 b
LSD		4.7

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

Στην εδαφοκάλυψη του *A. maritimus* τον Σεπτέμβριο του 2013 υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων, ενώ οι επεμβάσεις εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση και μη εδαφικό υπό αραιή, δημιούργησαν όμοια εδαφοκάλυψη (Πίν. 3.7.5).

Στον αριθμό των σπόρων του *A. maritimus* που βλάστησαν σε κάθε πειραματικό τεμάχιο, δηλαδή τον αριθμό των σπορόφυτων, επέδρασαν και οι δύο κύριοι παράγοντες του πειράματος. Το εδαφικό υπόστρωμα και η κανονική άρδευση, ευνόησαν τη βλάστηση των σπόρων. Η επέμβαση του συνδυασμού τους, έδωσε υπερδιπλάσια σπορόφυτα από τις άλλες επεμβάσεις (Πίν. 3.7.5).

3.7.6 Στοματική αντίσταση (r_s)

Μία μέρα πριν την άρδευση, στην r_s του *A. maritimus* τον Ιούνιο του 2013, υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, με την κανονική άρδευση να προκαλεί χαμηλότερες τιμές στην r_s των φυτών, ενώ οι επεμβάσεις με την συχνότητα της αραιής άρδευσης διέφεραν μόνο από την επέμβαση μη εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση (Πίν. 3.7.6.1, Σχ. 3.7.6.2). Τον Ιούλιο του 2013, υπήρξε και πάλι επίδραση του

παράγοντα άρδευση, με ευνοϊκή για την αύξηση της r_s την αραιή, ενώ η επίδραση αυτή φάνηκε και στις επεμβάσεις. Τον Αύγουστο του 2013, δεν επέδρασε κανείς από τους κύριους παράγοντες, ενώ η επέμβαση με τη μεγαλύτερη r_s, ήταν το εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με αραιή άρδευση. Τον Ιανουάριο του 2014 παρατηρήθηκε επίδραση και των δύο κύριων παραγόντων του πειράματος, με το εδαφικό υπόστρωμα και την κανονική άρδευση να αυξάνουν τις τιμές της r_s των φυτών, ενώ η επέμβαση με τη μεγαλύτερη r_s ήταν το εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση (Πίν. 3.7.6.1, Σχ. 3.7.6.2).

Τον Ιούνιο του 2014 στα σπορόφυτα του *A. maritimus,* υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων, ενώ η επέμβαση με τη μικρότερη r_s ήταν το μη εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση. Τον Ιούλιο του 2014 υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, με την κανονική άρδευση να προκαλεί μικρότερες τιμές στην r_s των σπορόφυτων. Τέλος, τον Αύγουστο του 2014, μία μέρα πριν την άρδευση, υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος. Οι επεμβάσεις με τη μεγαλύτερη μέση τιμή r_s ήταν όσες συνδύαζαν την αραιή άρδευση (Πίν. 3.7.6.1, Σχ. 3.7.6.2).

Πίν. 3.7.6.1 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στην r_s (s cm^{-1}) του *A. maritimus* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης του 2013 και τον Ιανουάριο του 2014 και των σπορόφυτων κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα πριν την άρδευση του 2014

	Ιούν. 13	**Ιούλ.13**	**Αύγ.13**	**Ιαν.14**
Fυπ.	NS	NS	NS	*
Fάρδ.	*	*	NS	*
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS
E	2.2 a	1.1 a	3.1 a	1.7 a
XE	1.7 a	1.5 a	2.7 a	1 b
K	1.6 b	0.4 b	2.5 a	1.6 a
A	2.3 a	2.2 a	3.2 a	1 b
Std Error	0.1	0.1	0.2	0.1
E/K	1.9 ab	0.3 b	2.9 ab	2.2 a
E/A	2.4 a	1.9 a	3.3 a	1.1 b
XE/K	1.3 b	0.6 b	2.2 b	1.1 b
XE/A	2.2 a	2.4 a	3.2 ab	0.9 b
LSD	0.9	0.5	1	0.6

	Ιούν. 14	**Ιούλ.14**	**Αύγ.14**
Fυπ.	-	NS	-
Fάρδ.	-	*	-
Fυπ.χάρδ.	*	NS	*

E	2.1 a	2.9 a	3.4 a
XE	1.8 b	2.7 a	3.4 a
K	1.8 a	2.3 b	3 b
A	2 a	3.3 a	3.9 a
Std Error	0.1	0.1	0.1
E/K	2.1 a	2.5 b	3.2 b
E/A	2 a	3.3 a	3.7 a
XE/K	1.5 b	2.1 c	2.8 b
XE/A	2 a	3.3 a	4.1 a
LSD	0.4	0.4	0.5

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Μία μέρα μετά την άρδευση, (Πίν. 3.7.6.2, Σχ. 3.7.6.3), στην r_s του *A. maritimus* τον Ιούνιο και τον Αύγουστο του 2013, καθώς και τον Ιούλιο του 2014, δεν υπήρξε επίδραση κανενός από τους κύριους παράγοντες και καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων του πειράματος. Τον Ιούλιο του 2013, επέδρασε ο παράγοντας άρδευση με μεγαλύτερες τιμές r_s στις επεμβάσεις που περιείχαν την αραιή άρδευση. Τον Ιανουάριο του 2014, που δεν αρδεύονταν τα φυτά, υπήρξε επίδραση και των δύο κύριων παραγόντων του πειράματος, με το εδαφικό υπόστρωμα και την κανονική άρδευση να ευνοούν τις υψηλές τιμές της r_s (Πίν. 3.7.6.2, Σχ. 3.7.6.3).

Μία μέρα μετά την άρδευση τον Ιούνιο του 2014 στα σπορόφυτα του *A. maritimus,* υπήρξε επίδραση του παράγοντα υπόστρωμα, με το μη εδαφικό υπόστρωμα να προκαλεί μειωμένες τιμές στην r_s, ενώ η επέμβαση με τη μικρότερη r_s ήταν το μη εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση. Τον Ιούλιο του 2014 δεν υπήρξε καμία επίδραση των κύριων παραγόντων. Τέλος, τον Αύγουστο του 2014, μία μέρα μετά την άρδευση, υπήρξε επίδραση του παράγοντα υπόστρωμα, ενώ τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα παρουσίασαν μεγαλύτερη μέση τιμή r_s ανεξάρτητα από τη συχνότητα της άρδευσης (Πίν. 3.7.6.2, Σχ. 3.7.6.3).

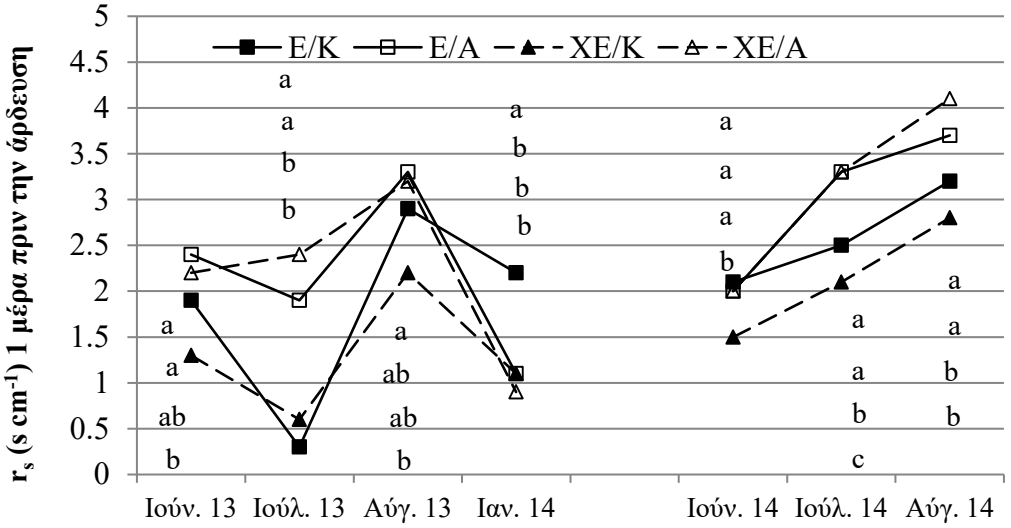
Πίν. 3.7.6.2 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στην r_s (s cm^{-1}) του *A. maritimus* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης του 2013 και των σπορόφυτων κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης του 2014 μία μέρα μετά την άρδευση

	Ιούν. 13	**Ιούλ.13**	**Αύγ.13**
Φυπ.	NS	NS	NS
Φάρδ.	NS	*	NS
Φυπ.χάρδ.	NS	NS	NS

E	1.9 a	0.8 a	2.3 a
XE	1.7 a	0.7 a	2.2 a
K	1.9 a	0.3 b	2.1 a
A	1.6 a	1.2 a	2.4 a
Std Error	0.1	0.1	0.1
E/K	2 a	0.2 c	2 a
E/A	1.7 a	1.5 a	2.6 a
XE/K	1.9 a	0.5 bc	2.2 a
XE/A	1.6 a	1 ab	2.2 a
LSD	0.6	0.6	0.8

	Ιούν. 14	**Ιούλ.14**	**Αύγ.14**
Φυπ.	*	NS	*
Φάρδ.	NS	NS	NS
Φυπ.χάρδ.	NS	NS	NS
E	1.6 a	1.8 a	2.8 a
XE	1.3 b	1.7 a	2.1 b
K	1.4 a	1.7 a	2.4 a
A	1.6 a	1.9 a	2.5 a
Std Error	0.1	0.1	0.1
E/K	1.7 a	1.8 a	2.7 a
E/A	1.6 a	1.9 a	2.9 a
XE/K	1.1 b	1.6 a	2.1 b
XE/A	1.5 a	1.9 a	2.1 b
LSD	0.4	0.4	0.5

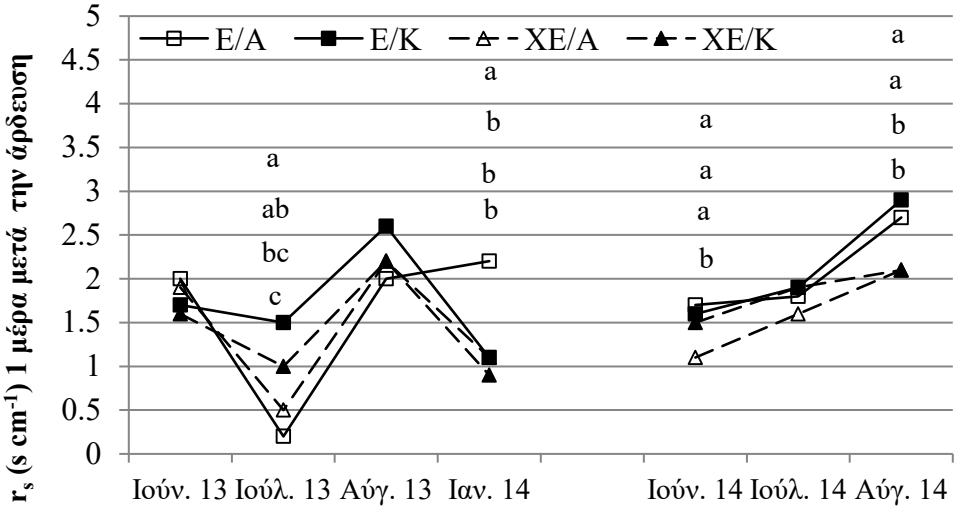
Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση



Σχ. 3.7.6.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στην r_s (s cm^{-1}) του *A. maritimus* κατά τους μήνες εφαρμογής

καταπόνησης του 2013 και τον Ιανουάριο του 2014 και των σπορόφυτων κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης του 2014, μία μέρα πριν την άρδευση

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση



Σχ. 3.7.6.3 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στην r_s (s cm^{-1}) του *A. maritimus* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης του 2013 και τον Ιανουάριο του 2014 και των σπορόφυτων κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης του 2014, μία μέρα μετά την άρδευση

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.7.7 Μέγιστη φωτοχημική απόδοση του φωτοσυστήματος ΙΙ ($Φ_{PSIIo}$)

Κατά τον Ιούνιο του 2013, μία μέρα πριν την άρδευση, στη $Φ_{PSIIo}$ του *A. maritimus,* υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων και χαμηλότερη $Φ_{PSIIo}$ επέφεραν στα φυτά οι επεμβάσεις με αραιή άρδευση (Πίν. 3.7.7.1, Σχ. 3.7.7.1). Τον Ιούλιο και τον Αύγουστο του 2013 υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, με την κανονική να προσδίδει στα φυτά υψηλότερη $Φ_{PSIIo}$, γεγονός που φάνηκε και στη στατιστική ανάλυση των επεμβάσεων. Τον Ιανουάριο του 2014, δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες του πειράματος, ενώ η επέμβαση μη εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με αραιή άρδευση έδωσε την ίδια σχεδόν $Φ_{PSIIo}$ με το εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση.

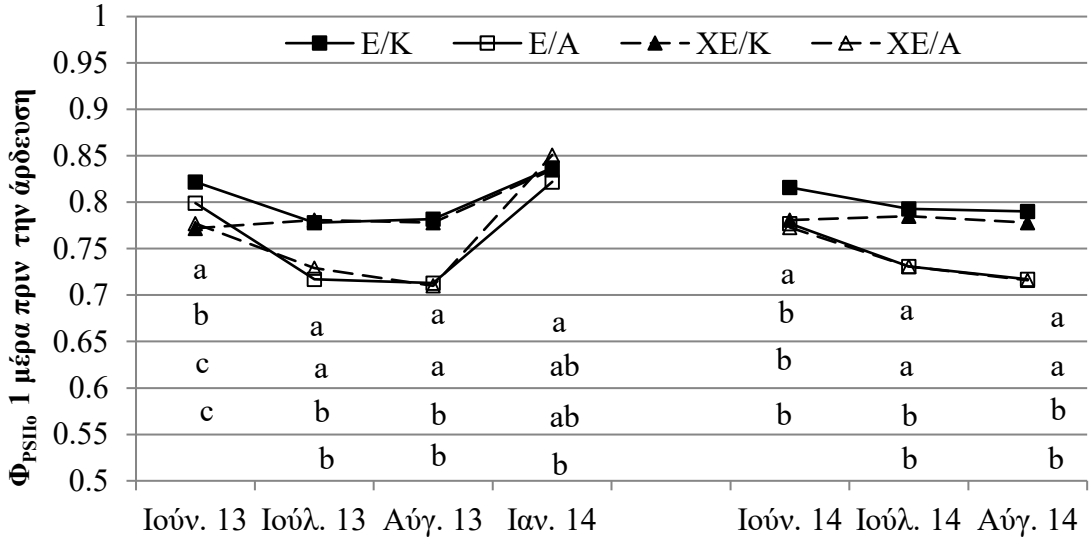
Στα σπορόφυτα, τον Ιούνιο του 2014 υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων, ενώ την υψηλότερη Φ_{PSIIo} παρουσίασαν τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση. Τον Ιούλιο αλλά και τον Αύγουστο του 2014, υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, με την κανονική να προσδίδει στα φυτά υψηλότερη Φ_{PSIIo}, γεγονός που φάνηκε και στις επεμβάσεις (Πίν. 3.7.7.1, Σχ. 3.7.7.1).

Πίν. 3.7.7.1 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στη Φ_{PSIIo} του *A. maritimus* κατά τους μήνες υδατικής καταπόνησης του 2013 και τον Ιανουάριο του 2014 και των σπορόφυτων κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης του 2014, μία μέρα πριν την άρδευση

	Ιούν. 13	**Ιούλ. 13**	**Αύγ. 13**	**Ιαν. 14**
Fυπ.	-	NS	NS	NS
Fάρδ.	-	*	*	NS
Fυπ.xάρδ.	*	NS	NS	NS
E	0.810 a	0.747 a	0.748 a	0.830 a
XE	0.774 b	0.755 a	0.744 a	0.843 a
K	0.797 a	0.779 a	0.780 a	0.836 a
A	0.787 b	0.723 b	0.712 b	0.836 a
Std Error	1.9	2.9	1.9	4
E/K	0.822 a	0.778 a	0.782 a	0.837 ab
E/A	0.799 b	0.717 b	0.713 b	0.822 b
XE/K	0.772 c	0.781 a	0.778 a	0.835 ab
XE/A	0.777 c	0.729 b	0.710 b	0.851 a
LSD	11	17.7	11.5	24

	Ιούν. 14	**Ιούλ. 14**	**Αύγ. 14**
Fυπ.	-	NS	NS
Fάρδ.	-	*	*
Fυπ.xάρδ.	*	NS	NS
E	0.796 a	0.762 a	0.753 a
XE	0.777 b	0.758 a	0.747 a
K	0.798 a	0.789 a	0.784 a
A	0.775 b	0.731 b	0.716 b
Std Error	2.9	3.2	2.1
E/K	0.816 a	0.793 a	0.790 a
E/A	0.777 b	0.731 b	0.717 b
XE/K	0.781 b	0.785 a	0.778 a
XE/A	0.773 b	0.731 b	0.716 b
LSD	17.2	19.1	12.9

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση



Σχ. 3.7.7.1 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στη Φ_{PSIIo} του *A. maritimus* κατά τους μήνες υδατικής καταπόνησης του 2013 και τον Ιανουάριο του 2014 και των σπορόφυτων κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης του 2014, μία μέρα πριν την άρδευση

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Μία μέρα μετά την άρδευση στη Φ_{PSIIo} του *A. maritimus,* τον Ιούνιο και τον Ιούλιο του 2013, υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, με την κανονική να διατηρεί στα φυτά μεγαλύτερη Φ_{PSIIo}, γεγονός που φάνηκε και στη στατιστική ανάλυση των επεμβάσεων (Πίν. 3.7.7.2, Σχ. 3.7.7.2).

Τον Αύγουστο του 2013, υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος, ενώ μικρότερη Φ_{PSIIo} επέφεραν στα φυτά το μη εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με αραιή άρδευση. Τον Ιανουάριο του 2014 δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες του πειράματος, ενώ η επέμβαση μη εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με αραιή άρδευση έδωσε την ίδια σχεδόν Φ_{PSIIo} με το εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση (Πίν. 3.65, Σχ. 3.76).

Στα σπορόφυτα, τον Ιούνιο, τον Ιούλιο και τον Αύγουστο του 2014, υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, με την κανονική να διατηρεί στα φυτά μεγαλύτερη Φ_{PSIIo}, γεγονός που τον Ιούνιο και τον Ιούλιο φάνηκε και στη στατιστική ανάλυση των

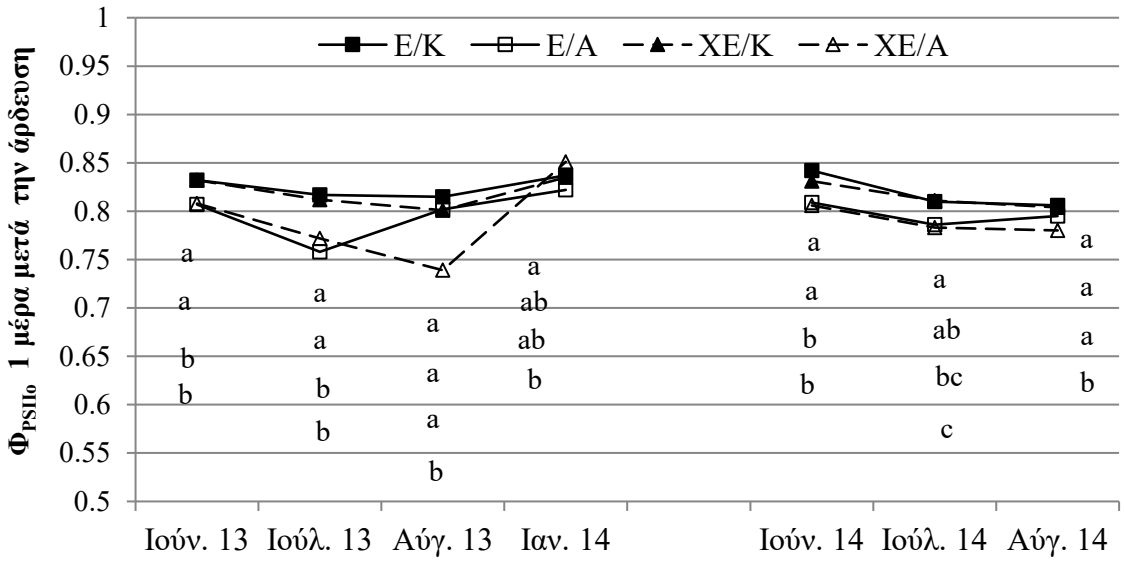
επεμβάσεων. Τον Αύγουστο, η επέμβαση που διατήρησε στα φυτά τη μικρότερη Φ_{PSII_o}, ήταν το μη εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με αραιή άρδευση (Πίν. 3.65, Σχ. 3.76).

Πίν. 3.7.7.2 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στη Φ_{PSII_o} του *A. maritimus* κατά τους μήνες υδατικής καταπόνησης του 2013 και των σπορόφυτων κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης του 2014, μία μέρα μετά την άρδευση

	Ιούν. 13	**Ιούλ. 13**	**Αύγ. 13**
Φυπ.	NS	NS	-
Φάρδ.	*	*	-
Φυπ.χάρδ.	NS	NS	*
E	0.819 a	0.787 a	0.809 a
XE	0.820 a	0.792 a	0.770 b
K	0.832 a	0.814 a	0.808 a
A	0.807 b	0.765 b	0.771 b
Std Error	2.6	5.2	2.8
E/K	0.832 a	0.817 a	0.815 a
E/A	0.807 b	0.758 b	0.802 a
XE/K	0.832 a	0.812 a	0.801 a
XE/A	0.808 b	0.772 b	0.739 b
LSD	15.9	31	16.5

	Ιούν. 14	**Ιούλ. 14**	**Αύγ. 14**
Φυπ.	NS	NS	NS
Φάρδ.	*	*	*
Φυπ.χάρδ.	NS	NS	NS
E	0.825 a	0.798 a	0.800 a
XE	0.819 a	0.797a	0.792 a
K	0.837 a	0.811 a	0.805 a
A	0.807 b	0.785 b	0.788 b
Std Error	2.9	3.7	2.2
E/K	0.842 a	0.810 ab	0.806 a
E/A	0.809 b	0.786 bc	0.795 a
XE/K	0.831 a	0.811 a	0.804 a
XE/A	0.806 b	0.783 c	0.780 b
LSD	17.4	24.1	13.5

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση



Σχ. 3.7.7.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στη Φ_{PSII_o} του *A. maritimus* κατά τους μήνες υδατικής καταπόνησης του 2013 και τον Ιανουάριο του 2014 και των σπορόφυτων κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης του 2014, μία μέρα μετά την άρδευση

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.7.8 Συγκέντρωση των χλωροφυλλών ($Chl_{ολ}$)

Στη $Chl_{ολ}$ του *A. maritimus,* τον Μάρτιο του 2014, υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση. Τα φυτά που κατά την περίοδο της υδατικής καταπόνησης αρδεύονταν κανονικά, τον Μάρτιο σημείωσαν υψηλότερες συγκεντρώσεις $Chl_{ολ}$. Η επέμβαση που διέφερε από τις άλλες με υψηλότερη μέση τιμή, ήταν το εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση (Πίν. 3.7.8).

Πίν. 3.7.8 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στη $Chl_{ολ}$ του *A. maritimus*, τον Μάρτιο του 2014

	Μάρτ. 14
Fυπ.	NS
Fάρδ.	*
Fυπ.χάρδ.	NS
Ε	60.8 a

XE	55.1 a
K	61.8 a
A	54.2 b
Std Error	1.5
E/K	69.2 a
E/A	52.4 b
XE/K	54.3 b
XE/A	56 b
LSD	9.4

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.7.9 Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC)

Στο RWC του *A. maritimus,* τον Μάρτιο του 2014, υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος. Η επέμβαση που έδωσε το μεγαλύτερο RWC στα φυτά ήταν το εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση (Πίν. 3.7.9).

Πίν. 3.7.9 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο RWC του *A. maritimus* τον Μάρτιο του 2014

	Μάρτ. 14
Fυπ.	-
Fάρδ.	-
Fυπ.χάρδ.	*
E	61.2 a
XE	37.7 b
K	54 a
A	45 a
Std Error	4
E/K	77.4 a
E/A	45 b
XE/K	30.5 b
XE/A	45 b
LSD	24.7

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.7.10 Προσδιορισμός του πάχους του ελάσματος

Στο πάχος του ελάσματος του *A. maritimus,* τον Μάρτιο του 2014 υπήρξε επίδραση και των δύο κύριων παραγόντων του πειράματος, της άρδευσης και του υποστρώματος, με ευνοϊκά για το πάχος του ελάσματος των φυτών, την αραιή άρδευση και το εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 3.7.10). Η επέμβαση εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση παρουσίασε το μεγαλύτερο πάχος ελάσματος σε σύγκριση τις άλλες επεμβάσεις (Πίν. 3.7.10).

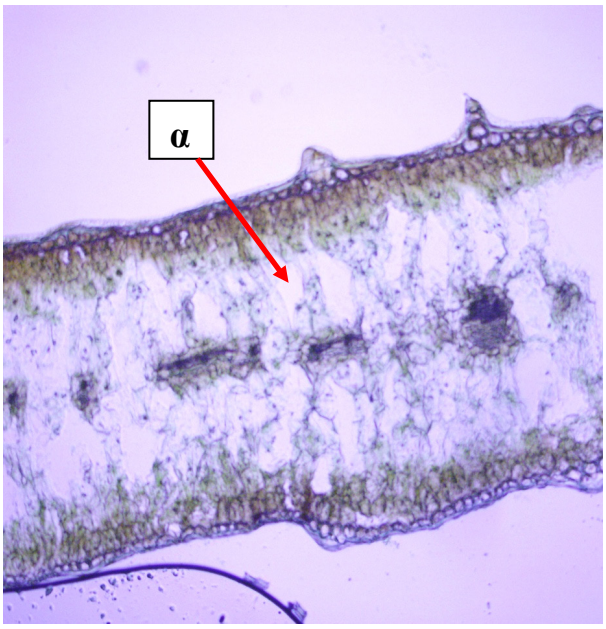
Πίν. 3.7.10 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο πάχος του ελάσματος (μm) του *A. maritimus* τον Μάρτιο του 2014

	Μάρτ. 14
Fυπ.	*
Fάρδ.	*
Fυπ.xάρδ.	NS
E	1130 a
XE	1017.5 b
K	1017.5 b
A	1130 a
Std Error	18.1
E/K	1060 b
E/A	1200 a
XE/K	975 b
XE/A	1060 b
LSD	111.4

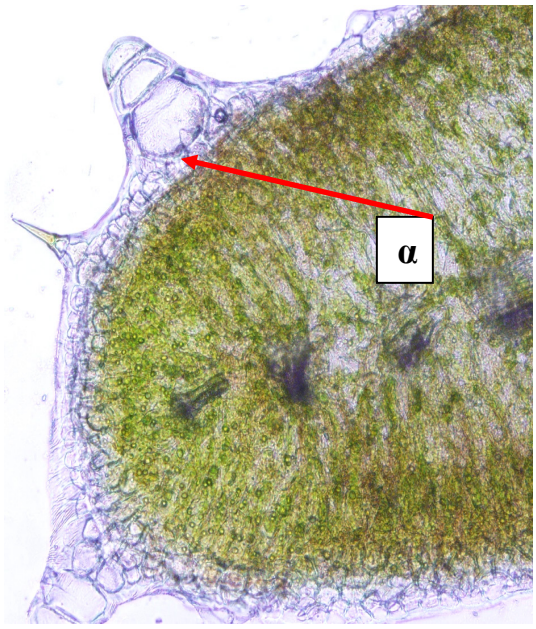
Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

3.7.11 Μορφολογικές και ανατομικές παρατηρήσεις της δομής του ελάσματος

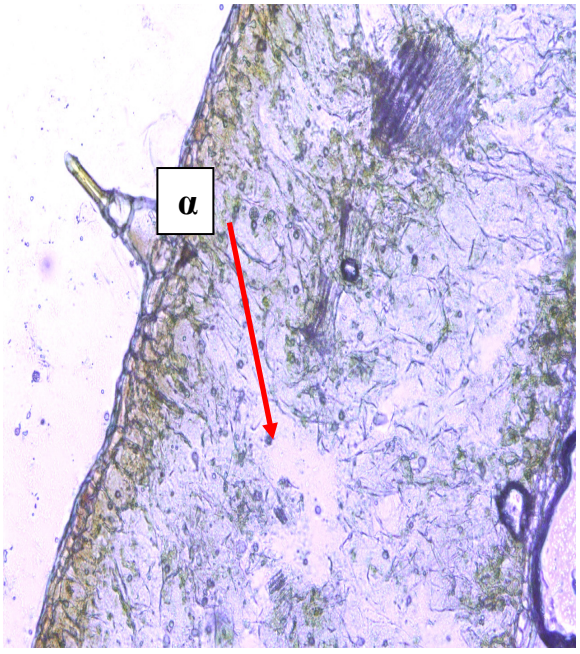
Η μελέτη της ανατομικής διάπλασης των φύλλων του *A. maritimus* πραγματοποιήθηκε μέσω νωπών τομών ψυκτικού μικροτόμου και οπτικού μικροσκοπίου και στη συνέχεια ελήφθησαν ψηφιακές μικροφωτογραφίες (Εικ. 3.34, 3.35, 3.36 και 3.37).



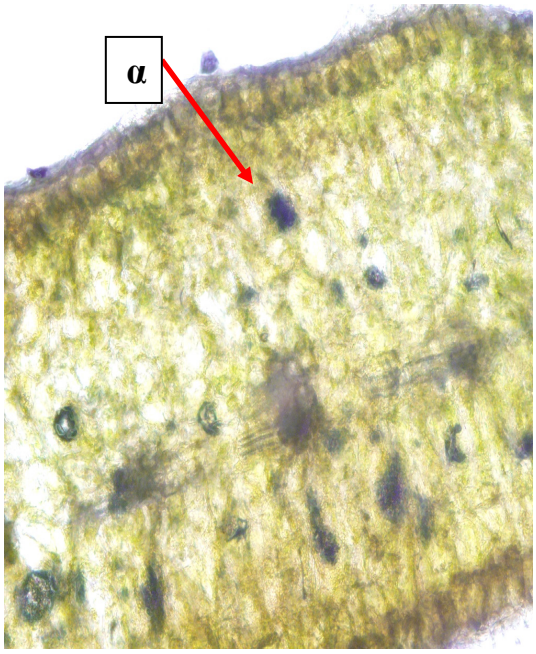
Εικ. 3.34 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *A. maritimus*, από φυτό που καλλιεργήθηκε σε εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση α= μεσοκυττάριοι χώροι



Εικ. 3.35 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *A. maritimus*, από φυτό που καλλιεργήθηκε σε εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση α= βάση πολυκύτταρης τρίχας



Εικ. 3.36 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *A. maritimus*, από φυτό που καλλιεργήθηκε σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση α= κρύσταλλος



Εικ. 3.37 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *A. maritimus*, από φυτό που καλλιεργήθηκε σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση α= κρύσταλλος

Το είδος *A. maritimus* όπως και τα προηγούμενα είδη που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία διαθέτει τρίχες. Μάλιστα η πυκνότητά τους στα φύλλα ποικίλει ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες και την περιοχή που αυτοφύεται ή καλλιεργείται (Wiklund, 1985).

Στην Εικ. 3.34, παρατηρούνται μεγάλοι μεσοκυττάριοι χώροι (α) στην περιοχή του σπογγώδους παρεγχύματος. Φαίνεται επίσης το πασσαλώδες και το σπογγώδες παρέγχυμα, με λεπτά κυτταρικά τοιχώματα. Διακρίνονται επίσης κάποιες τρίχες στην προσαξονική επιφάνεια.

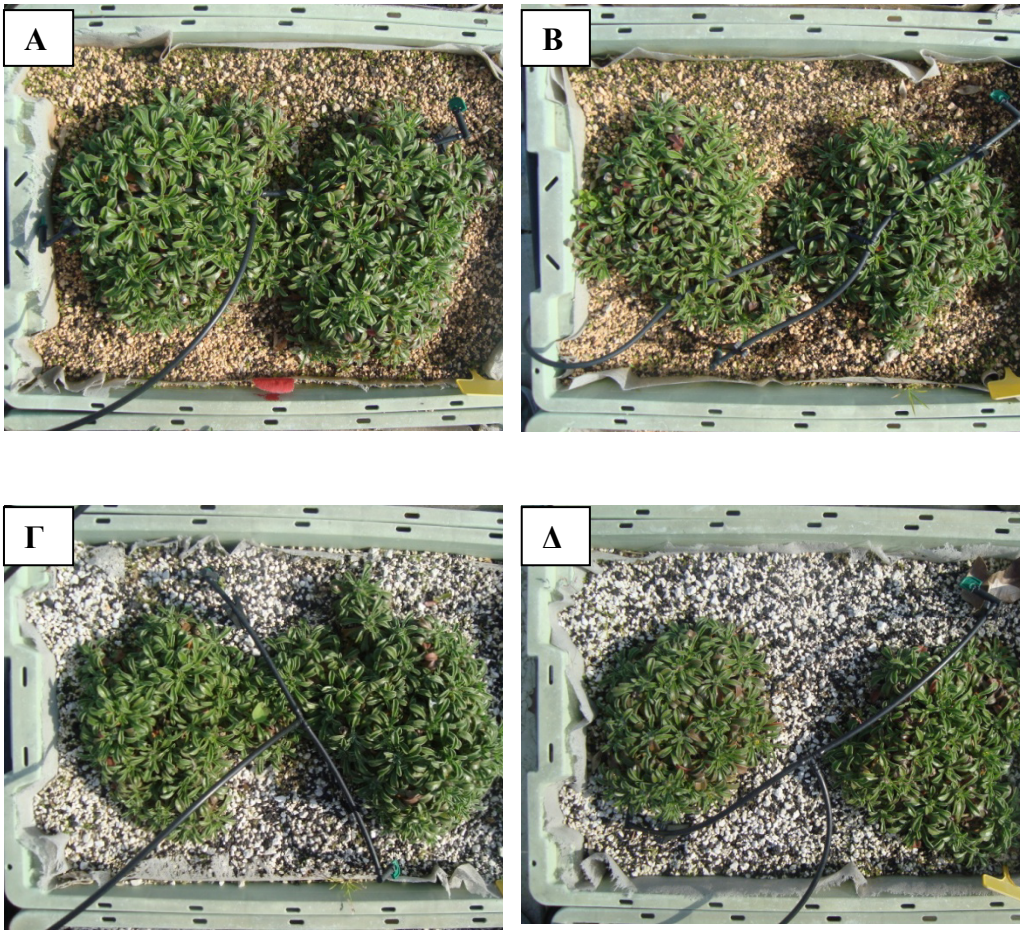
Στην Εικ. 3.35, διακρίνονται διάσπαρτα λιποσταγονίδια. Δεν ξεχωρίζει το πασσαλώδες από το σπογγώδες παρέγχυμα, ίσως διότι η τομή ήταν λίγο πιο παχιά. Επομένως διακρίνεται μη τυπική ανατομική διάπλαση δικότυλου με ενδιάμεσο χαρακτήρα αμφίπλευρου φύλλου-ομοιογενούς φωτοσυνθετικού παρεγχύματος. Φαίνεται η βάση μιας πολυκύτταρης ευμεγέθους τρίχας (α).

Στην Εικ. 3.36, φαίνονται μεγάλου μεγέθους κύτταρα, κάποιοι κρύσταλλοι (α) (όχι όσοι στις άλλες φωτογραφίες), ενώ διακρίνονται και αδενώδεις τρίχες.

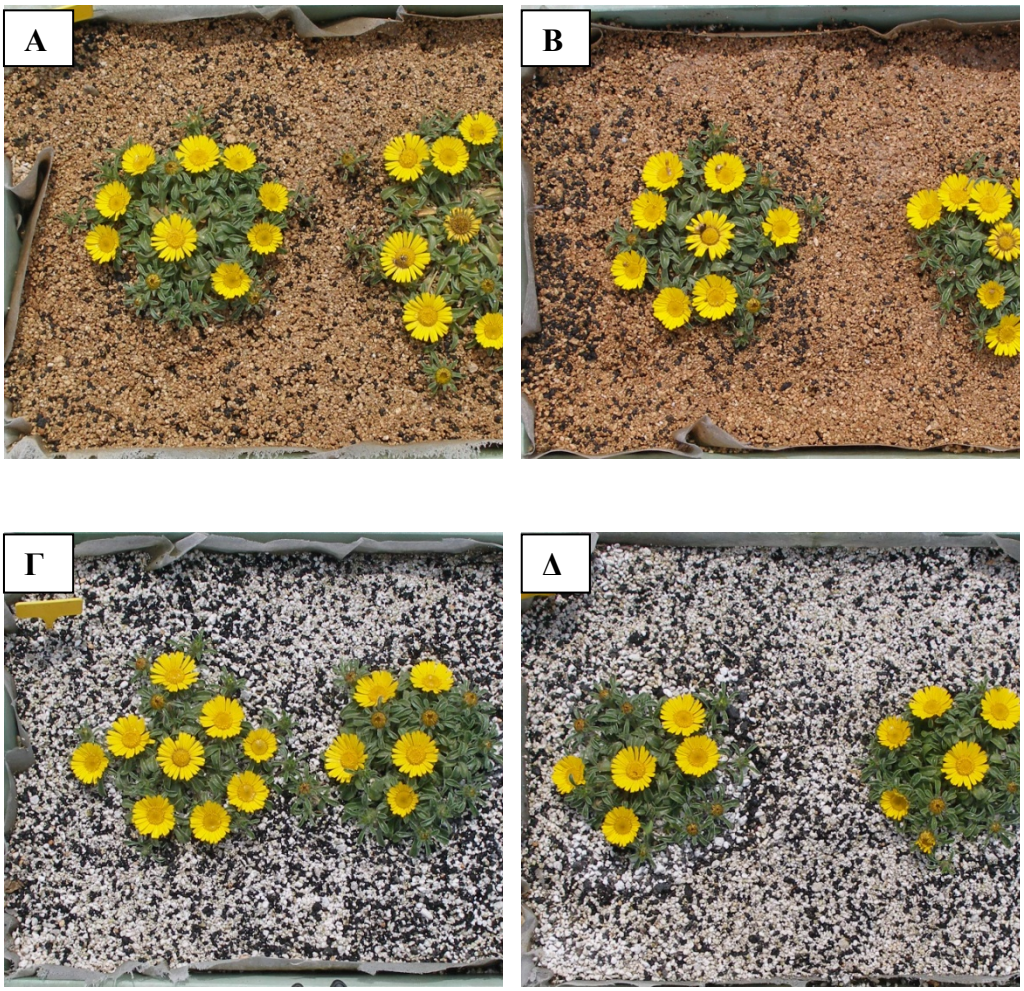
Και στην Εικ. 3.37, φαίνονται διάσπαρτοι κρύσταλλοι (α), των οποίων ο ρόλος είναι προστατευτικός σύμφωνα και με όσα έχουν προαναφερθεί (Ρέππα, 2013, Γιαννόπουλος, 2015).

3.7.12 Οπτική παρατήρηση πειραματικών τεμαχίων

Όπως φαίνεται και στις Εικ. 3.38, 3.39 και 3.40 και μετά από 17 μήνες καλλιέργειας, στο τέλος του πειράματος, ο αστερίσκος, σε όλες τις επεμβάσεις ανέπτυξε παρόμοια εδαφοκάλυψη (Εικ. 3.38). Αξιοσημείωτο είναι το ότι τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε έδαφος υπό κανονική άρδευση, ανέπτυξαν παρόμοια μέση διάμετρο με εκείνα που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος και υπό αραιή άρδευση.



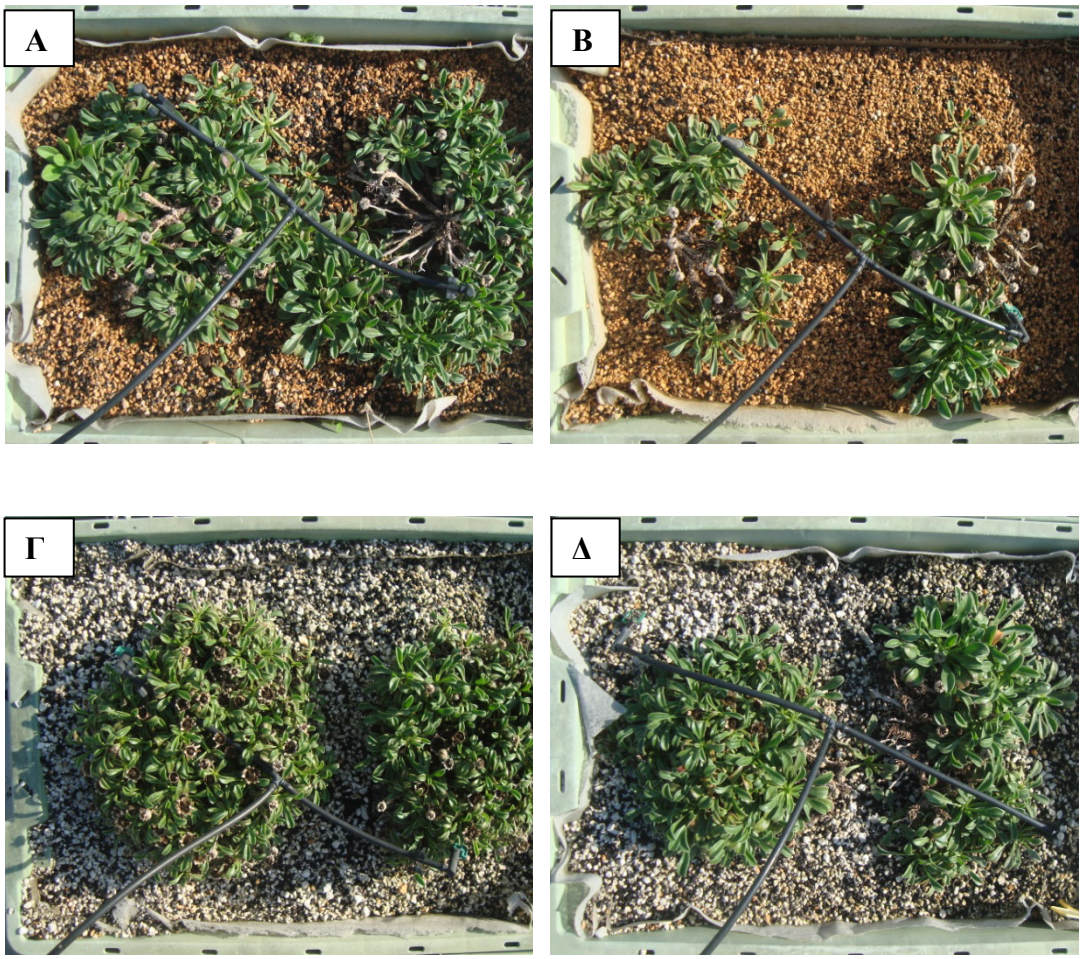
Εικ. 3.38 Ανάπτυξη φυτών *A.maritimus* μετά από 17 μήνες καλλιέργειας, τον Μάρτιο του 2014, Α. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και κανονική άρδευση, Β. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και αραιή άρδευση, Γ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και κανονική άρδευση, Δ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και αραιή άρδευση (16/03/2014)



Εικ. 3.39 Ανάπτυξη φυτών *A.maritimus* τον Απρίλιο του 2013, μετά από 5 μήνες καλλιέργειας, Α. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και κανονική άρδευση, Β. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και αραιή άρδευση, Γ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και κανονική άρδευση, Δ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και αραιή άρδευση (15/04/2013)

Πρέπει να σημειωθεί ότι το συγκεκριμένο φυτικό είδος επιτυγχάνει εντυπωσιακή άνθηση, με έντονα κίτρινα άνθη, η οποία δείχνει ακόμη εντυπωσιακότερη καθώς η εδαφοκάλυψη θυμίζει ζωηρό πράσινο χαλί (Εικ. 3.39), ενώ είναι ιδιαίτερα αγαπητό στην εντομοπανίδα (Παράρτημα ΙΙ).

Επίσης, έχει ικανότητα αυτοσποράς, εφόσον τον Σεπτέμβριο του 2014, 5 μήνες μετά την ξήρανση των φυτών, εντός των πειραματικών τεμαχίων σε όλες τις επεμβάσεις, υπήρξε μεγάλο ποσοστό κάλυψης από σπορόφυτα (Εικ. 3.40).



Εικ. 3.40 Σπορόφυτα *A.maritimus* τον Σεπτέμβριο του 2014, 5 μήνες μετά την ξήρανση των φυτών, Α. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και κανονική άρδευση, Β. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και αραιή άρδευση, Γ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και κανονική άρδευση, Δ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και αραιή άρδευση (17/09/2014)

3.7.13 Συζήτηση

Το A. maritimus, εγκαταστάθηκε επιτυχώς στο φυτοδώμα σε όλες τις επεμβάσεις. Η φύτευση έγινε τον Νοέμβριο του 2012, έναν ήπιο μήνα του έτους, με ικανοποιητική ατμοσφαιρική υγρασία και μέτριες θερμοκρασίες (Παράρτημα Ι). Η πορεία της ανάπτυξής του ήταν αρκετά καλή, παρ' ότι στα μέσα Ιουλίου του 2013 προσβλήθηκε από ωίδιο και χρειάστηκαν δύο ψεκασμοί με το μυκητοκτόνο Systhane για την αντιμετώπισή του.

Το πείραμα έληξε αναγκαστικά μετά τα μέσα Απριλίου του 2014, όταν τα περισσότερα φυτά ξεράθηκαν λόγω μεγαλύτερων απαιτήσεων σε υγρασία, ενώ βέβαια δεν εφαρμοζόταν κάποια συχνότητα άρδευσης. Το φυτικό είδος δεν είχε πετάξει νέα

βλάστηση, όμως είχε μπει σε ανθοφορία, ενώ ταυτοχρόνως αυξήθηκε η μέση ημερήσια θερμοκρασία στην ατμόσφαιρα (Παράρτημα Ι). Σε πείραμα που αφορούσε στην αξιολόγηση των επιδόσεων εγκατάστασης έξι πολυετών μεσογειακών ειδών για χρήση σε εκτατικού τύπου φυτοδώματα, ενώ τα είδη *Brachypodium phoenicoides* και *Limonium virgatum* έδειξαν ικανοποιητική αισθητική απόδοση υπό συνθήκες έλλειψης νερού, το *A. maritimus* είχε ποικίλα αποτελέσματα εμφάνισης, γεγονός που αφήνει την υποψία για μεγαλύτερες υδατικές απαιτήσεις του είδους (Azenas *et al*., 2019). Εντούτοις, αυτό δε σημαίνει ότι το φυτικό είδος αυτό είναι ακατάλληλο για εκτατικού τύπου Μεσογειακά φυτοδώματα και αυτό φαίνεται από τα αποτελέσματα των φυσιολογικών παραμέτρων, αλλά και των μετρήσεων ανάπτυξης του *A. maritimus*. Σε πείραμα που έγινε το 2016 από τους Ondono *et al*., οι οποίοι καλλιέργησαν το φυτό σε εκτατικού τύπου φυτοδώμα, αναπτύχθηκε εξίσου καλά σε διαφορετικά υποστρώματα που περιείχαν κομπόστα 10%, αν και παρουσίασε μικρή εδαφοκάλυψη σε σχέση με το είδος *Lotus creticus.* Το υπόστρωμα που το ευνόησε σε εκείνο το πείραμα, ήταν ο συνδυασμός κομπόστας, πυριτικής άμμου και αργιλλοπηλώδους εδάφους, σε αναλογία 1:1:8. Δεν είναι λίγα τα πειράματα που αποδεικνύουν ότι το *A. maritimus* είναι ένα είδος με μικρές απαιτήσεις σε νερό και αντοχή στην αλατότητα (Toscano *et al*., 2014, Cassaniti *et al*., 2012, Rodriguez *et al*., 2005).

Η παράμετρος ανάπτυξης της μέσης διαμέτρου για το *A. maritimus*, είναι ιδιαίτερα σημαντική, διότι το είδος αυτό επεκτείνεται χαμηλά και σχεδόν κυκλικά, χαρακτηριστικά που επιθυμούνται στα εκτατικού τύπου φυτοδώματα. Κατά τη διάρκεια του πειράματος δεν υπήρξε επίδραση των κύριων παραγόντων στη μέση διάμετρο, ενώ κάποιες φορές υπήρξε αλληλεπίδραση των παραγόντων (Πίν. 3.7.1, Σχ. 3.7.1). Κατά τους τελευταίους πέντε μήνες του πειράματος, διαπιστώθηκε ότι τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε έδαφος υπό κανονική άρδευση, ανέπτυξαν παρόμοια μέση διάμετρο με εκείνα που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα δίχως έδαφος και υπό αραιή άρδευση (Πίν. 3.7.1, Σχ. 3.7.1).

Το ύψος που ανέπτυξε το *A. maritimus* ήταν πολύ μικρό, ιδιότητα που επιζητείται για τα εκτατικού τύπου φυτοδώματα. Άλλωστε σύμφωνα με τη βιβλιογραφία το ύψος του φυτικού αυτού είδους, φτάνει μόλις τα 25 cm (Bartels, 2011). Τον Μάιο και τον Ιούνιο του 2013, μεγαλύτερο ύψος ανέπτυξαν τα φυτά στο εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 3.7.2, Σχ. 3.7.2). Στην τελευταία μέτρηση του ύψους, τον Μάρτιο του 2014, τα φυτά είχαν όμοιο ύψος σε όλες τις επεμβάσεις (Πίν. 3.7.2, Σχ. 3.7.2). Σύμφωνα με τον Wiklund (1985), η ανάπτυξή του *A. maritimus*, εμφανίζει ποικιλομορφία ανάλογα με τις

συνθήκες και την περιοχή στην οποία βρίσκεται, επομένως προσαρμόστηκε αναλόγως σε όλες τις επεμβάσεις. Εντούτοις στον αριθμό των πλαγίων βλαστών το Σεπτέμβριο του 2013 θετικά επέδρασε το εδαφικό υπόστρωμα, ενώ στο μέσο μήκος πλαγίων βλαστών η κανονική άρδευση (Πίν. 3.7.3, Σχ. 3.7.3). Μεγαλύτερο τελικό αριθμό πλαγίων βλαστών, τον Μάρτιο του 2014, ανέπτυξαν τα φυτά που στην περίοδο της εφαρμογής υδατικής καταπόνησης αρδεύονταν κανονικά (Πίν. 3.7.3, Σχ. 3.7.3). Τον ίδιο μήνα, οι επεμβάσεις εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση και μη εδαφικό υπό αραιή, δημιούργησαν όμοια εδαφοκάλυψη (Πίν. 3.7.5). Σε πείραμα που αφορούσε το *A. maritimus*, των Rodriguez *et al*. (2005), όλοι οι παράμετροι ανάπτυξης είχαν επηρεαστεί αρνητικά από την υδατική καταπόνηση, εκτός του ξ.β. του ριζικού συστήματος. Αυτό είναι σχεδόν πάντα αναμενόμενο, εφόσον αυτός είναι ένας μηχανισμός των φυτών για την εξασφάλιση νερού.

Μετά την ξήρανση των φυτών τον Απρίλιο του 2014, στα πειραματικά τεμάχια εφαρμόστηκαν οι δύο συχνότητες άρδευσης κατά τη θερινή περίοδο και τον Σεπτέμβριο του 2014, μετρήθηκαν τα σπορόφυτα που εμφανίστηκαν σε κάθε πειραματικό τεμάχιο. Το εδαφικό υπόστρωμα και η κανονική άρδευση, ευνόησαν τη βλάστηση των σπόρων (Πίν. 3.7.5). Επομένως το φυτό μπορεί να υπάρξει στο φυτοδώμα και μετά από μια ξήρανσή του, λόγω αυτοσποράς.

Το εύρος της άνθησης του αστερίσκου ήταν μεγάλο ακόμη και στις συνθήκες του πειράματος, σύμφωνα ακριβώς με τη βιβλιογραφία (Bartels 2011, Wiklund 1985) και τα άνθη του ήταν εντυπωσιακά, έντονα κίτρινου χρώματος. Τον Μάιο του 2013, περισσότερα άνθη ανέπτυξαν τα φυτά που αρδεύονταν κανονικά, ενώ τον Ιούνιο του ίδιου έτους αυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 3.7.4, Σχ. 3.7,4).

Η r_s του *A. maritimus* ήταν ιδιαίτερα αυξημένη τον Αύγουστο του 2013 μία μέρα πριν την άρδευση και τον Αύγουστο του 2014 στα σπορόφυτα (Πίν. 3.7.6.1, Σχ. 3.7.6.2). Τον Ιούνιο και τον Ιούλιο του 2013 και τον Ιούλιο του 2014, επέδρασε ο παράγοντας άρδευση, όπου τα φυτά που αρδεύονταν αραιά είχαν υψηλότερη r_s (Πίν. 3.62, Σχ. 3.73). Μια μέρα μετά την άρδευση οι τιμές της r_s έπεφταν σε φυσιολογικά επίπεδα, σε όλες τις επεμβάσεις, ενώ τα φυτά που αρδεύονταν αραιά αναλάμβαναν γρηγορότερα (Πίν. 3.7.6.2, Σχ. 3.7.6.3).). Και σε αυτό το είδος επιβεβαιώνεται το συμπέρασμα των Bolla *et al*. 2009, ότι τα φυτά διατηρούν τις φυσιολογικές διεργασίες τους και μετά την υδατική καταπόνηση. Παρατηρήθηκε ότι τον Ιανουάριο του 2014 η r_s ήταν αυξημένη στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα και υπό κανονική άρδευση κατά την περίοδο της υδατικής καταπόνησης. Αυτό οφειλόταν

πιθανώς εν μέρει στη μεγαλύτερη εξατμισοδιαπνοή των φυτών αυτών, λόγω της μεγαλύτερης υπέργειας βιομάζας τους.

Κατά τη διάρκεια της υδατικής καταπόνησης, οι τιμές της Φ_{PSIIo} μία μέρα πριν την άρδευση, ήταν χαμηλές σε όλες τις επεμβάσεις, ιδιαίτερα σε αυτές που περιελάμβαναν αραιή άρδευση (Πίν. 3.7.7.1, Σχ. 3.7.7.1). Ωστόσο, τον Ιανουάριο του 2014 δεν παρουσιάζονται διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Επιπλέον η ανάκαμψη των τιμών της Φ_{PSIIo} μετά την άρδευση σε φυσιολογικά επίπεδα κατά τη διάρκεια όλων των περιόδων υδατικής καταπόνησης, υποδεικνύει ότι δεν υπήρξε μόνιμη φωτοαναστολή λόγω της αραιής άρδευσης και στα δύο είδη υποστρώματος. Μια μέρα μετά την άρδευση και σε αυτό το είδος, οι τιμές της ανέβαιναν σε φυσιολογικά επίπεδα, σε όλες τις επεμβάσεις όπως και σε πείραμα των Correia *et al*., 2013 που αφορούσε στο είδος *Eucalyptus globulus* (Πίν. 3.7.7.2, Σχ. 3.7.7.2), ενώ τα φυτά που αρδεύονταν αραιά αναλάμβαναν γρηγορότερα. Στα σπορόφυτα, υπήρχε ομοιομορφία μεταξύ των τιμών των επεμβάσεων.

Τον Μάρτιο του 2014, στη $Chl_{ολ}$, ένα μήνα πριν την ολική ξήρανση των φυτών, επέδρασε ο παράγοντας άρδευση, εφόσον τα φυτά που είχαν υποστεί υδατική καταπόνηση είχαν μειωμένη $Chl_{ολ}$ (Πίν. 3.7.8). Η υδατική καταπόνηση άλλωστε οδηγεί σε σταδιακή μείωση της $Chl_{ολ}$, όπως έδειξαν και τα αποτελέσματα πειράματος που αφορούσε το είδος *Vigna radiata* (Gheek Batra *et al*., 2014). Όσον αφορά στο RWC του *A. maritimus*, ήταν υψηλό στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση (Πίν. 3.7.9). Στο πείραμα των Rodriguez *et al*., 2004, οι τιμές του RWC των καταπονημένων υδατικά φυτών, ανέβαιναν και πάλι ενώ τα φυτά αναλάμβαναν γρήγορα.

Συνοπτικά, παρατηρώντας τον Πίνακα 3.10.1 που αποτυπώνει την επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος στις παραμέτρους ανάπτυξης, διαπιστώνεται ότι τα φυτά που αρδεύονταν κανονικά ανέπτυξαν μεγαλύτερο αριθμό πλαγίων βλαστών, μεγαλύτερη Φ_{PSIIo} πριν και μετά την άρδευση και μεγαλύτερη $Chl_{ολ}$ από αυτά που αρδεύονταν αραιά, ενώ αυτά που αρδεύονταν αραιά παρουσίασαν μεγαλύτερη r_s πριν την άρδευση και μεγαλύτερο πάχος ελάσματος. Το είδος του υποστρώματος δεν έπαιξε σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του φυτού. Όμως το εδαφικό υπόστρωμα ευνόησε το πάχος του ελάσματος.

Από τον Πίνακα 3.10.2 εύκολα συμπεραίνεται ότι στην τελική μέση διάμετρο, στο τελικό ύψος, στον αριθμό ταξιανθιών, καθώς και στην r_s μετά την άρδευση, οι μέσοι της επέμβασης εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση, δεν

διέφεραν από τους μέσους της επέμβασης που συνδύαζε μη εδαφικό υπόστρωμα με αραιή άρδευση.

Με βάση τα μορφολογικά και ανατομικά χαρακτηριστικά της δομής του ελάσματος (Εικ. 3.34, 3.35, 3.36 και 3.37), διαπιστώνεται ότι το είδος *A. maritimus* διαθέτει όπως και τα προηγούμενα είδη που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία, τρίχες, η πυκνότητα των οποίων στα φύλλα με βάση τη βιβλιογραφία (Wiklund, 1985) ποικίλει ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες και την περιοχή που αυτοφύεται ή καλλιεργείται.

Ορισμένοι μορφολογικοί και ανατομικοί χαρακτήρες, έχουν προστατευτικό ρόλο συμβάλλοντας στη συγκράτηση της υπεριώδους ακτινοβολίας, όπως το πυκνό στρώμα τριχών, οι επιεφυμενιδικοί κηροί και τα παχιά κυτταρικά τοιχώματα των επιδερμικών και υποδερμικών κυττάρων (Καραμπουρνιώτης *et al*., 2012). Στις τομές φύλλων παρατηρήθηκαν και κρύσταλλοι, των οποίων ο ρόλος είναι πιθανώς προστατευτικός σύμφωνα με όσα έχουν προαναφερθεί στα είδη *C. cneorum* και *A. halimus* (Ρέππα, 2013, Γιαννόπουλος, 2014).

Το *A. maritimus* παρά την τροπή που πήρε το πείραμα με την ξήρανσή του, λόγω έλλειψης επαρκούς υγρασίας υποστρώματος στην ανθοφορία κατά τον μήνα Απρίλιο, αποδείχθηκε είδος αρκετά κατάλληλο για χρήση σε εκτατικού τύπου φυτοδώματα, όπως και άλλα αυτοφυή φυτά (Papafotiou *et al*., 2013, Nektarios *et al*., 2011). Αναπτύχθηκε ικανοποιητικά σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος, ελαφρύ, με μειωμένη άρδευση κατά τις περιόδους υδατικής καταπόνησης, συνεισφέροντας στη μείωση της κατανάλωσης νερού και το βάρος κατασκευής, (Εικ. 3.38 Α, Β, Γ και Δ). Δημιούργησε όμορφη εδαφοκάλυψη, χαμηλού ύψους, συμπαγή, παρουσίασε εντυπωσιακή ανθοφορία μεγάλης διάρκειας συμβάλλοντας στη διατήρηση του τοπικού χαρακτήρα και της βιοποικιλότητας (Εικ. 3.39 Α, Β, Γ και Δ).

Επιπλέον, επέδειξε πολύ καλή ικανότητα αναβλάστησης, καθώς δύο φυτά ενός κιβωτίου ανάπτυξης μετά από την ολική ξήρανση της κόμης τους λόγω έλλειψης νερού κατά την πρώτη περίοδο υδατικής καταπόνησης, κατάφεραν να ανακάμψουν σε σύντομο χρονικό διάστημα, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό για τη χρήση τους σε εκτατικού τύπου φυτοδώματα (Dunnett & Kingsbury, 2008). Επίσης, επέδειξε και ικανότητα αυτοσποράς. Τα σπορόφυτα αναπτύχθηκαν και δημιούργησαν επίσης εδαφοκάλυψη (Εικ. 3.40 Α, Β, Γ και Δ).

Επομένως, με προσοχή και εστίαση στην υγρασία του υποστρώματος και κατά την περίοδο της ανθοφορίας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε Μεσογειακά αστικά φυτοδώματα με επιτυχή αποτελέσματα.

3.8 Αποτελέσματα για το φυτικό είδος *Lomelosia cretica*

Η εγκατάσταση του πειράματος του *L. cretica* έγινε στις 11 Δεκεμβρίου του 2012 σε πλαστικά πειραματικά τεμάχια, στο πειραματικό φυτοδώμα του Γ.Π.Α. πάνω από το εστιατόριο και η απεγκατάσταση το Σεπτέμβριο του 2014. Τα φυτά της *L. cretica* τον Δεκέμβριο του 2013, κλαδεύτηκαν στα 29 cm διάμετρο και 15 cm ύψος. Εφαρμόστηκαν δύο συχνότητες άρδευσης κατά την ξηροθερμική περίοδο, ήτοι κάθε 3 ημέρες η κανονική και κάθε 5 ημέρες η αραιή κατά την ξηροθερμική περίοδο του 2013 και 2014 με εξαίρεση τον Αύγουστο 2014 που η κανονική προσδιορίστηκε στις 2 ημέρες και η αραιή στις 4 ημέρες.

3.8.1 Ανάπτυξη μέσης διαμέτρου

Η *L. cretica* διαμορφώνει ημισφαιρική, ομοιόμορφη συμπαγή κόμη, που καθιστούσε τις μετρήσεις εύκολες και ιδιαίτερα ενδεικτικές της ανάπτυξης του φυτού. Μετρήσεις της μέσης διαμέτρου των φυτών πάρθηκαν από τον Φεβρουάριο του 2013 μέχρι το τέλος του πειράματος, τον Σεπτέμβριο του 2014, στα μέσα του κάθε μηνός. Μετά τη μέτρηση του Δεκεμβρίου του 2013, τα φυτά κλαδεύτηκαν και η διάμετρος όλων των φυτών περιορίστηκε στα 29 cm. Οι μετρήσεις συνεχίστηκαν κανονικά μέχρι το τέλος του πειράματος.

Στην ανάπτυξη της μέσης διαμέτρου της *L. cretica,* από τον Φεβρουάριο του 2013 έως και τον Ιούλιο του 2013, καθώς και από τον Νοέμβριο του 2013 έως και τον Ιούλιο του 2014, δεν επέδρασε κάποιος από τους κύριους παράγοντες (Πίν. 3.8.1, Σχ. 3.8.1.1, Σχ. 3.8.1.2). Κατά τη διάρκεια των παραπάνω διαστημάτων, ούτε μεταξύ των επεμβάσεων του πειράματος σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, εκτός από τον Ιούλιο του 2013, που η επέμβαση εδαφικό υπόστρωμα με κανονική άρδευση, έδωσε μεγαλύτερες διαμέτρους στα φυτά από την επέμβαση μη εδαφικό υπόστρωμα με αραιή άρδευση. Τους μήνες Αύγουστο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο του 2013, υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, με ευνοϊκή για τη διάμετρο των φυτών, τη συχνότητα της κανονικής. Και τους τρεις αυτούς μήνες, η συμμετοχή του εδάφους στο υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση, έδωσε μεγαλύτερες μέσες διαμέτρους στα φυτά από την επέμβαση μη εδαφικό υπόστρωμα με αραιή άρδευση. Τα ίδια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και τον Αύγουστο του 2014. Τον Σεπτέμβριο του 2014, υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, με την κανονική να αυξάνει τη

μέση διάμετρο των φυτών, ενώ δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Πίν. 3.8.1, Σχ. 3.8.1.2).

Πίν. 3.8.1 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στη μέση διάμετρο (cm) της *L. cretica,* από τον Φεβρουάριο του 2013 έως το τέλος του πειράματος, τον Σεπτέμβριο του 2014

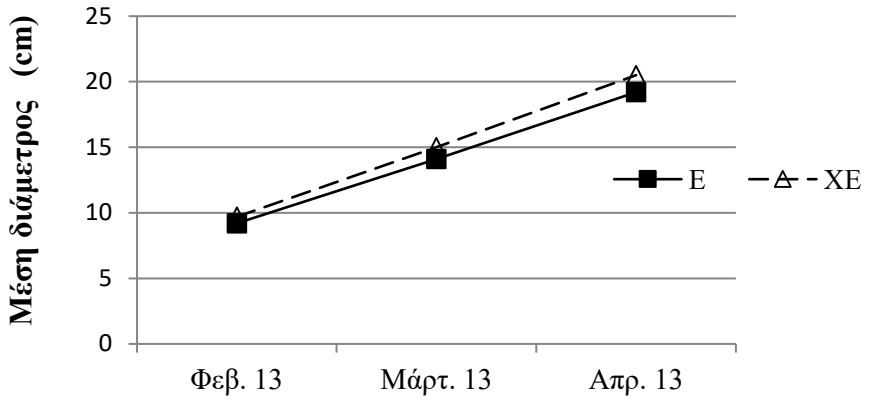
	Φεβ. 13	**Μάρ. 13**	**Απρ. 13**	**Μάι. 13**	**Ιούν. 13**	**Ιούλ. 13**	**Αύγ. 13**
Φυπ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Φάρδ.	-	-	-	NS	NS	NS	*
Φυπ.χάρδ.	-	-	-	NS	NS	NS	NS
E	9.2 a	14.1 a	19.2 a	21.6 a	21.8 a	22.4 a	22.4 a
XE	9.7 a	15.0 a	20.5 a	20.5 a	21 a	21.6 a	22.9 a
K	-	-	-	21.2 a	21.7 a	22.6 a	23.4 a
A	-	-	-	20.9 a	21.1 a	21.5 a	21.9 b
Std Error	0.3	0.4	0.4	0.	0.3	0.3	0.3
E/K	-	-	-	21.4 ab	21.6 ab	22.7 a	23.4 a
E/A	-	-	-	21.9 a	22.1 a	22.2 ab	22.4 ab
XE/K	-	-	-	21 ab	21.8 ab	22.5 ab	23.4 a
XE/A	-	-	-	19.9 b	20.1 b	20.7 b	21.4 b
LSD	-	-	-	1.9	1.8	1.8	1.9

	Σεπ. 13	**Οκτ. 13**	**Νοέμ. 13**	**Δεκ. 13**	**Ιαν. 14**	**Φεβ. 14**	**Μάρ. 14**
Φυπ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Φάρδ.	*	*	NS	NS	NS	NS	NS
Φυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E	23.4 a	24.6 a	26.7 a	28.8 a	29.8 a	29.4 a	31.5 a
XE	22.8 a	24.1 a	26.2 a	30.2 a	30.6 a	31.1 a	32.7 a
K	24.1 a	25.2 a	27.1 a	30 a	30.4 a	31.1 a	32.2 a
A	22.2 b	23.5 b	25.8 a	29 a	30 a	29.9 a	32.1 a
Std Error	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
E/K	24.3 a	25.4 a	27.1 a	28.8 a	30 a	29.5 a	32 a
E/A	22.6 ab	23.9 ab	26.3 a	28.7 a	29.6 a	29.4 a	31.1 a
XE/K	23.9 a	25.1 a	27.1 a	31.1 a	30.9 a	31.7 a	32.4 a
XE/A	21.8 b	23 b	25.3 a	29.2 a	30.4 a	30.4 a	33.1 a
LSD	2	1.7	2.2	2.8	3.1	3.1	3.1

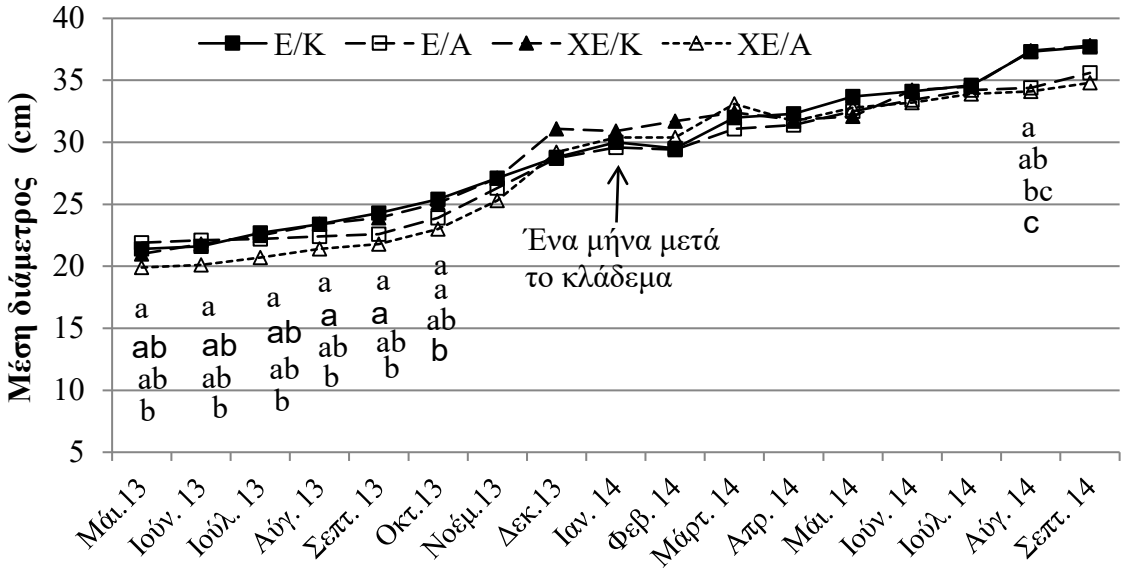
	Απρ. 14	**Μάι. 14**	**Ιούν. 14**	**Ιούλ. 14**	**Αύγ. 14**	**Σεπτ. 14**
Φυπ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Φάρδ.	NS	NS	NS	NS	*	*
Φυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E	31.8 a	33.1 a	33.7 a	34.4 a	35.9 a	36.7 a
XE	31.7 a	32.4 a	33.7 a	34.2 a	35.7 a	36.3 a
K	32 a	32.9 a	34.1 a	34.6 a	37.3 a	37.8 a
A	31.5 a	32.7 a	33.3 a	34 a	34.3 a	35.2 b
Std Error	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
E/K	32.3 a	33.7 a	34.1 a	34.6 a	37.3 ab	37.7 a
E/A	31.4 a	32.5 a	33.4 a	34.2 a	34.4 bc	35.6 a

XE/K	31.8 a	32.1 a	34.2 a	34.5 a	37.4 a	37.8 a
XE/A	31.7 a	32.8 a	33.2 a	33.9 a	34.1 c	34.8 a
LSD	3	3.1	2.9	2.7	2.9	3.1

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση



Σχ. 3.8.1.1 Επίδραση του κύριου παράγοντα του πειράματος υπόστρωμα, στη μέση διάμετρο (cm) της *L. cretica,* από το Φεβρουάριο του 2013 έως το Απρίλιο του 2014
Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος



Σχ. 3.8.1.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στη μέση διάμετρο (cm) της *L. cretica,* από το Μάιο του 2013 έως τον Σεπτέμβριο του 2014
Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.8.2 Ανάπτυξη ύψους

Η *L. cretica* διαμορφώνει θολωτή, ομοιόμορφη κόμη. Ενώ όμως η διάμετρος εκτείνεται συνεχώς, το ύψος αυξάνεται αργά. Μετρήσεις του ύψους των φυτών πάρθηκαν από τον Φεβρουάριο του 2013 μέχρι τον Σεπτέμβριο του 2013. Στη συνέχεια η ανάπτυξη του φυτού σε ύψος ήταν ανεπαίσθητη και κατά τα τέλη Δεκεμβρίου τα φυτά κλαδεύτηκαν στα 15 cm ύψος, οπότε οι μετρήσεις συνεχίστηκαν από τον Ιανουάριο του 2014, μέχρι το τέλος του πειράματος, δηλαδή τον Σεπτέμβριο του 2014.

Στην ανάπτυξη του ύψους της *L. cretica* από το Φεβρουάριο του 2013 μέχρι και τον Απρίλιο του 2013, δεν επέδρασε ο παράγοντας υπόστρωμα (Πίν. 3.8.2, Σχ. 3.8.2.1). Από το Μάιο και μέχρι το Σεπτέμβριο του 2013, υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, με τη συχνότητα της κανονικής να ευνοεί το ύψος των φυτών, γεγονός που φαίνεται και στη στατιστική ανάλυση των επεμβάσεων του πειράματος (Πίν. 3.8.2, Σχ. 3.8.2.1, Σχ. 3.8.2.2). Από τον Ιανουάριο του 2014, έως και τον Μάιο του 2014, δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες, ούτε ξεχώρισε κάποια από τις επεμβάσεις. Τους τρεις καλοκαιρινούς μήνες του 2014, υπήρξε και πάλι επίδραση του παράγοντα άρδευση. Τον Ιούνιο, τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε μη εδαφικό υπόστρωμα και αρδεύονταν αραιά, δε διέφεραν σε ύψος από αυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα με κανονική άρδευση, ενώ τους άλλους δύο μήνες η ευνοϊκή επίδραση της κανονικής άρδευσης, φάνηκε και στη στατιστική ανάλυση των επεμβάσεων του πειράματος. Τέλος, τον Σεπτέμβριο του 2014, υπήρξε επίδραση και των δύο κύριων παραγόντων του πειράματος και μάλιστα τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα και αρδεύονταν κανονικά, διέφεραν σε ύψος από τα φυτά των άλλων επεμβάσεων (Πίν. 3.8.2, Σχ. 3.8.2.2).

Πίν. 3.8.2 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο ύψος (cm) της *L. cretica,* από τον Φεβρουάριο του 2013 έως τον Σεπτέμβριο του 2013 και από τον Ιανουάριο του 2014 έως τον Σεπτέμβριο του 2014

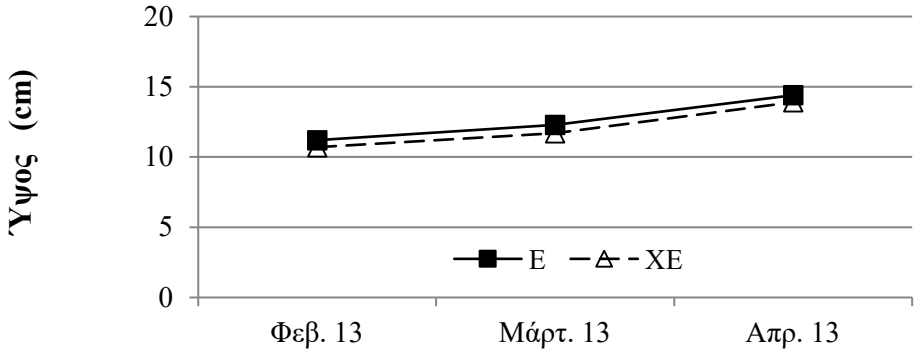
	Φεβ. 13	**Μάρτ. 13**	**Απρ. 13**	**Μάι. 13**	**Ιούν. 13**	**Ιούλ. 13**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fάρδ.	-	-	-	*	*	*
Fυπ.χάρδ.	-	-	-	NS	NS	NS
E	11.2 a	12.3 a	14.4 a	15.9 a	16.1 a	16.3 a
XE	10.7 a	11.7 a	13.9 a	15.5 a	16.1 a	16.2 a

K	-	-	-	17 a	17.5 a	17.7 a
A	-	-	-	14.4 b	14.7 b	14.8 b
Std Error	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
E/K	-	-	-	16.9 a	17.2 a	17.5 a
E/A	-	-	-	14.9 b	15.0 b	15.2 b
XE/K	-	-	-	17.1 a	17.8 a	17.8 a
XE/A	-	-	-	13.9 b	14.4 b	14.5 b
LSD	-	-	-	1.7	1.9	1.8

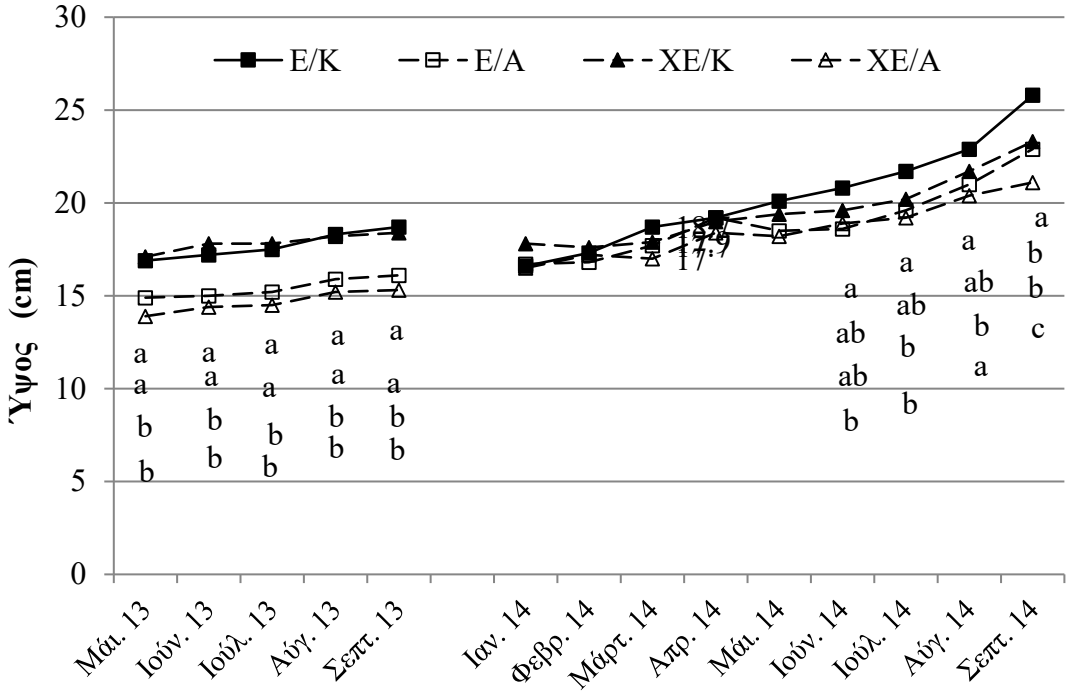
	Αύγ. 13	**Σεπτ. 13**	**Ιαν. 14**	**Φεβ. 14**	**Μάρτ. 14**	**Απρ. 14**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fάρδ.	*	*	NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E	17.1 a	17.4 a	16.7 a	17.1 a	18.2 a	19.2 a
XE	16.7 a	16.8 a	17.1 a	17.4 a	17.4 a	18.7 a
K	18.3 a	18.6 a	17.2 a	17.5 a	18.3 a	19.1 a
A	15.5 b	15.7 b	16.6 a	17.0 a	17.4 a	18.8 a
Std Error	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3
E/K	18.3 a	18.7 a	16.6 a	17.3 a	18.7 a	19.2 a
E/A	15.9 b	16.1 b	16.7 a	16.8 a	17.7 a	19.2 a
XE/K	18.2 a	18.4 a	17.8 a	17.6 a	17.9 a	19.0 a
XE/A	15.2 b	15.3 b	16.5 a	17.2 a	17.0 a	18.4 a
LSD	1.8	1.8	2.2	2.1	2.3	1.7

	Μάι. 14	**Ιούν. 14**	**Ιούλ. 14**	**Αύγ. 14**	**Σεπτ. 14**
Fυπ.	NS	NS	NS	NS	*
Fάρδ.	NS	*	*	*	*
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS
E	19.3 a	19.7 a	20.6 a	21.9 a	24.4 a
XE	18.8 a	19.3 a	19.7 a	21.1 a	22.2 b
K	19.7 a	20.2 a	20.9 a	22.3 a	24.5 a
A	18.3 a	18.7 b	19.4 b	20.7 b	22 b
Std Error	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
E/K	20.1 a	20.8 a	21.7 a	22.9 a	25.8 a
E/A	18.5 a	18.6 b	19.6 b	21.0 b	22.9 b
XE/K	19.4 a	19.6 ab	20.2 ab	21.7 ab	23.3 b
XE/A	18.2 a	18.9 ab	19.2 b	20.4 b	21.1 c
LSD	2	2	1.8	1.8	1.8

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση



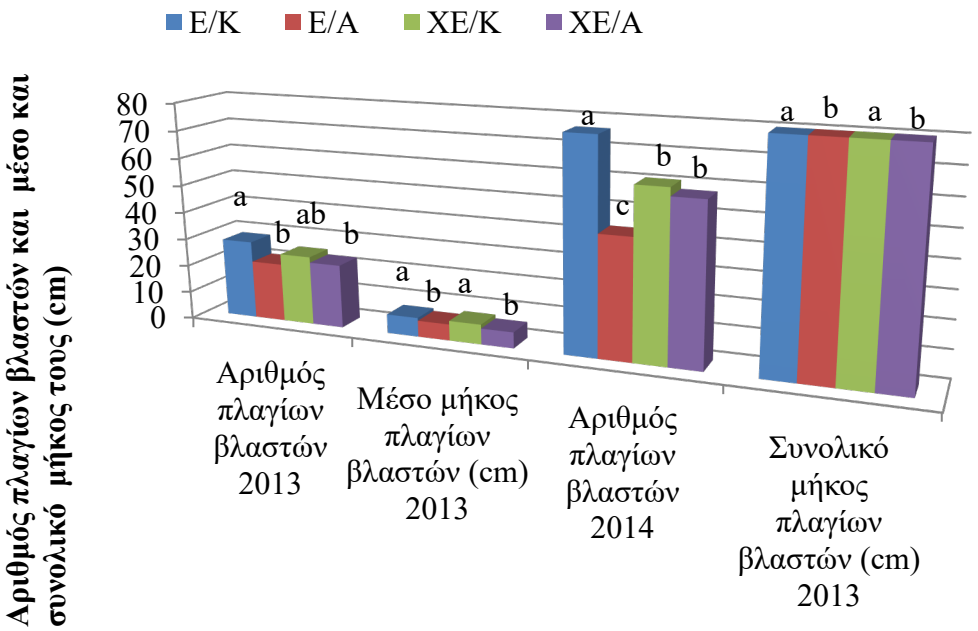
Σχ. 3.8.2.1 Επίδραση του κύριου παράγοντα του πειράματος υπόστρωμα στο ύψος (cm) της *L. cretica,* από το Φεβρουάριο του 2013 έως τον Απρίλιο του 2013
Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος



Σχ. 3.8.2.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στο ύψος (cm) της *L. cretica,* από το Μάιο του 2013 έως τον Σεπτέμβριο του 2013 και από τον Ιανουάριο του 2014 έως τον Σεπτέμβριο του 2014
Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.8.3 Αριθμός πλαγίων βλαστών

Τον Σεπτέμβριο του 2013, μετά από 9 μήνες καλλιέργειας, μετρήθηκε ο αριθμός των πλαγίων βλαστών στα φυτά της *L. cretica,* το συνολικό μήκος τους, καθώς και το μέσο μήκος τους. Τον Αύγουστο του 2014, μετά από 20 μήνες καλλιέργειας, μετρήθηκε μόνο ο αριθμός των πλαγίων βλαστών.



Σχ. 3.8.3 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στον αριθμό των πλαγίων βλαστών και το μέσο μήκος τους (cm) της *L. cretica* τον Σεπτέμβριο του 2013, στον αριθμό των εκπτύξεων τον Αύγουστο του 2014 και στο συνολικό μήκος των πλαγίων βλαστών (cm) τον Σεπτέμβριο του 2013, μετά από 9 μήνες καλλιέργειας

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Στον αριθμό των πλαγίων βλαστών, το συνολικό μήκος τους και το μέσο μήκος τους της *L. cretica* τον Σεπτέμβριο του 2013, μετά από 9 μήνες καλλιέργειας, υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση με την κανονική να ευνοεί την έκπτυξη βλαστών, καθώς και το μήκος τους (Πίν. 3.8.3, Σχ. 3.8.3). Στον αριθμό των πλαγίων βλαστών τον Αύγουστο του 2014, μετά από 20 μήνες καλλιέργειας, υπήρξε αλληλεπίδραση των

κύριων παραγόντων του πειράματος. Εντούτοις, όπως και στις προηγούμενες παραμέτρους, η επέμβαση που ευνόησε τον αριθμό των πλαγίων βλαστών ήταν το εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με την κανονική άρδευση (Πίν. 3.8.3, Σχ. 3.8.3).

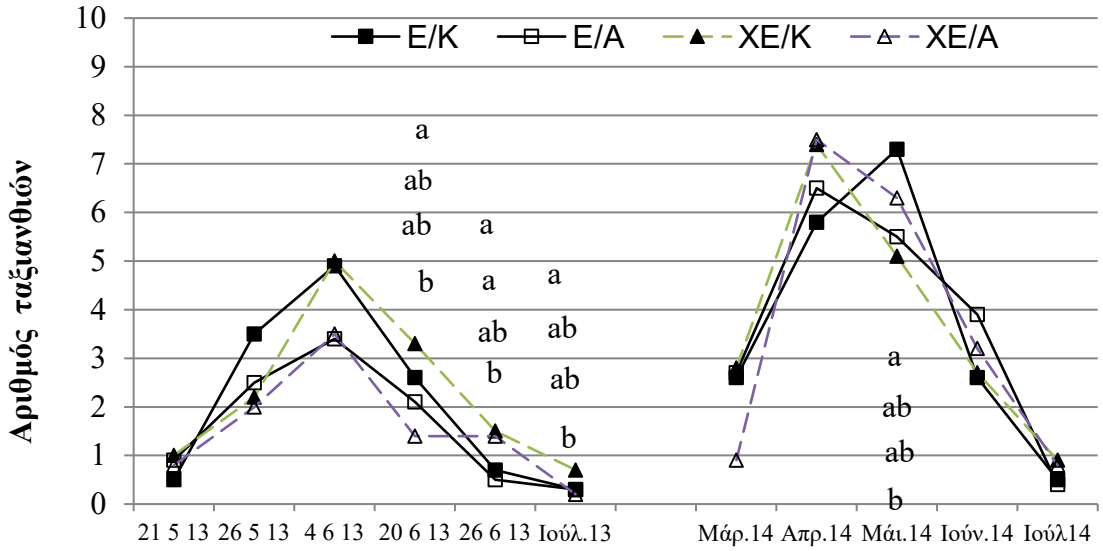
Πίν. 3.8.3 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στον αριθμό των πλαγίων βλαστών, το συνολικό μήκος τους και το μέσο μήκος τους της *L. cretica* τον Σεπτέμβριο του 2013 και στον αριθμό των πλαγίων βλαστών τον Αύγουστο του 2014

	Αριθμός πλαγίων βλαστών 2013	**Συνολικό μήκος 2013 (cm)**	**Μέσο μήκος 2013 (cm)**	**Αριθμός πλαγίων βλαστών 2014**
Φυπ.	NS	NS	NS	NS
Φάρδ.	*	*	*	*
Φυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS
E	24.8 a	160.9 a	6.4 a	59.9 a
XE	24.1 a	159.2 a	6.5 a	59.3 a
K	26.8 a	188.7 a	7.1 a	68.6 a
A	22.1 b	131.4 b	5.9 b	50.6 b
Std Error	0.8	6.1	0.1	1.7
E/K	28.5 a	195.4 a	6.9 a	76.4 a
E/A	21.2 b	126.3 b	5.9 b	43.4 c
XE/K	25.1 ab	182.0 a	7.2 a	60.8 b
XE/A	23.1 b	136.4 b	5.8 b	57.8 b
LSD	4.4	34.2	0.7	9.6

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.8.4 Αριθμός ταξιανθιών και αριθμός καρποταξιών

Ο αριθμός των ταξιανθιών στα φυτά της *L. cretica* μετρήθηκε από τον Μάιο έως τον Ιούλιο του 2013 και από τον Μάρτιο έως τον Ιούλιο του 2014. Επίσης, τον Αύγουστο του 2014, μετρήθηκε ο αριθμός των καρποταξιών στα φυτά.

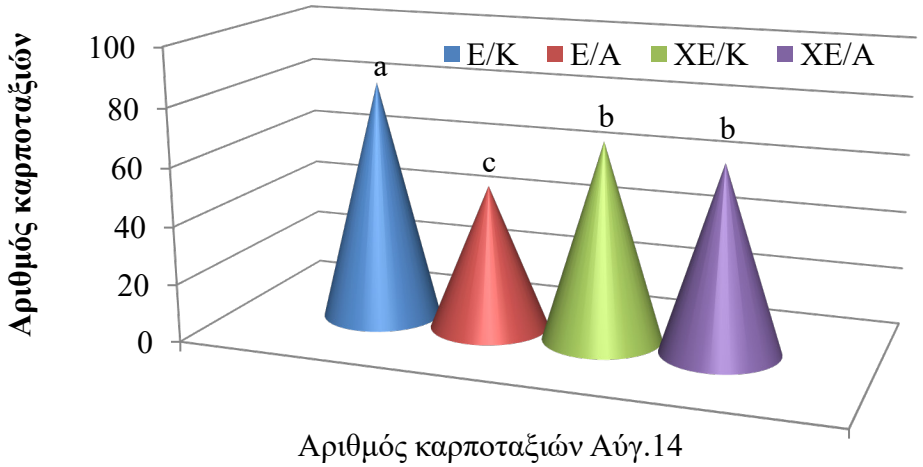


Σχ. 3.8.4.1 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στον αριθμό των ταξιανθιών της *L. cretica,* από τον Μάιο έως τον Ιούλιο του 2013 και από τον Μάρτιο έως τον Ιούλιο του 2014

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Όπως φαίνεται στο Σχ. 3.8.4.1 και στον Πίν. 3.8.4, στον αριθμό των ταξιανθιών της *L. cretica* στις δύο ημερομηνίες Μαΐου και Ιουνίου του 2013, καθώς και τον Ιούλιο του 2013, δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες του πειράματος. Στην τρίτη μέτρηση του Ιουνίου, στις 26/6/2013, φαίνεται ότι επέδρασε ο παράγοντας υπόστρωμα με το μη εδαφικό να ευνοεί την ανθοφορία. Εντούτοις δεν υπήρξε διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων εδαφικό υπόστρωμα με κανονική άρδευση και μη εδαφικό με αραιή. Το Μάρτιο, τον Απρίλιο, τον Ιούνιο και τον Ιούλιο του 2014, στον αριθμό των ταξιανθιών της *L. cretica* δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες του πειράματος και το ίδιο έδειξε η στατιστική ανάλυση των επεμβάσεων. Τον Μάιο του 2014, υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος, ενώ δεν υπήρξε διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων εδαφικό υπόστρωμα με κανονική άρδευση και μη εδαφικό με αραιή (Πίν. 3.8.4, Σχ. 3.8.4.1).

Τον Αύγουστο του 2014 στον αριθμό των καρποταξιών της *L. cretica* υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος, ενώ η επέμβαση εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση διέφερε από τις επεμβάσεις της αραιής άρδευσης, ευνοώντας τον σχηματισμό καρποταξιών (Πίν. 3.8.4, Σχ. 3.8.4.2).



Σχ. 3.8.4.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στον αριθμό των καρποταξιών τον Αύγουστο του 2014

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Πίν. 3.8.4 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στον αριθμό των ταξιανθιών της *L. cretica,* από τον Μάιο έως τον Ιούλιο του 2013 και από τον Μάρτιο έως τον Ιούλιο του 2014, καθώς και στον αριθμό των καρποταξιών* τον Αύγουστο του 2014

	21/5/13	**26/5/13**	**4/6/13**	**20/6/13**	**26/6/13**	**Ιούλ. 13**
Φυπ.	NS	NS	NS	NS	*	NS
Φάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Φυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E	0.7 a	3.0 a	4.2 a	2.3 a	0.6 b	0.2 a
XE	0.9 a	2.1 a	4.3 a	2.4 a	1.4 a	0.4 a
K	0.7 a	2.8 a	4.9 a	2.9 a	1.1 a	0.5 a
A	0.9 a	2.2 a	3.5 a	1.8 a	0.9 a	0.2 a
Std Error	0.1	0.3	0.4	0.3	0.1	0.1
E/K	0.5 a	3.5 a	4.9 a	2.6 ab	0.7 ab	0.3 ab
E/A	0.9 a	2.5 a	3.4 a	2.1 ab	0.5 b	0.3 ab
XE/K	1.0 a	2.2 a	5.0 a	3.3 a	1.5 a	0.7 a
XE/A	0.8 a	2 a	3.5 a	1.4 b	1.4 a	0.2 b
LSD	0.7	1.5	2.2	1.7	0.8	0.5

	Μάρτ. 14	**Απρ. 14**	**Μάι. 14**	**Ιούν. 14**	**Ιούλ. 14**	**Αύγ.* 14**
Φυπ.	NS	NS	-	NS	NS	NS
Φάρδ.	NS	NS	-	NS	NS	*
Φυπ.χάρδ.	NS	NS	*	NS	NS	NS
E	2.7 a	6.2 a	6.4 a	3.2 a	0.4 a	66.4 a
XE	1.8 a	7.4 a	5.7 a	2.9 a	0.9 a	66.4 a
K	2.7 a	6.6 a	6.2 a	2.6 a	0.7 a	75.6 a

A	1.8 a	7 a	5.9 a	3.5 a	0.6 a	57.1 b
Std Error	0.3	0.4	0.3	0.3	0.1	1.8
E/K	2.6 a	5.8 a	7.3 a	2.6 a	0.5 a	82.8 a
E/A	2.7 a	6.5 a	5.5 ab	3.9 a	0.4 a	49.9 c
XE/K	2.8 a	7.4 a	5.1 b	2.7 a	0.9 a	68.4 b
XE/A	0.9 a	7.5 a	6.3 ab	3.2 a	0.8 a	64.4 b
LSD	1.9	2.2	1.9	1.8	0.7	9.8

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.8.5 Νωπό και ξηρό βάρος υπέργειου μέρους

Μέτρηση του ν.β. και ξ.β. του υπέργειου μέρους των φυτών της *L. cretica,* έγινε στο τέλος του πειράματος, τον Σεπτέμβριο του 2014, μετά από 21 μήνες καλλιέργειας.

Και στο ν.β. και στο ξ.β. υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, με τη συχνότητα της κανονικής να ευνοεί το ν.β. και ξ.β. των φυτών (Πίν. 3.8.5). Η κανονική άρδευση αύξησε το ν.β. στο υπέργειο μέρος των φυτών, ενώ σε συνδυασμό με εδαφικό υπόστρωμα επέδρασε θετικά και στο ξ.β. συγκριτικά με το συνδυασμό εδαφικού υποστρώματος και αραιής άρδευσης (Πίν. 3.8.5).

Πίν. 3.8.5 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο ν.β. (g) και ξ.β. (g) του υπέργειου μέρους της *L. cretica*, στο τέλος του πειράματος, τον Σεπτέμβριο του 2014, μετά από 21 μήνες καλλιέργειας

	ν.β. 14 (g)	**ξ.β. 14 (g)**
Fυπ.	NS	NS
Fάρδ.	*	*
Fυπ.χάρδ.	NS	NS
E	255.8 a	112.9 a
XE	244.3 a	110.9 a
K	296.1 a	127.2 a
A	204.1 b	96.6 b
Std Error	9.9	4
E/K	311.7 a	134.2 a
E/A	200 b	91.6 c
XE/K	280.5 a	120.2 ab
XE/A	208.1 b	101.6 bc
LSD	62	25

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

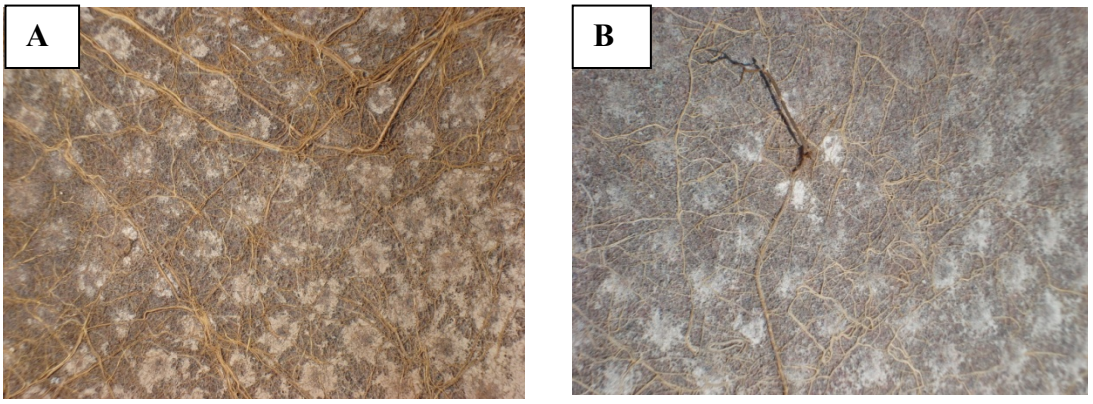
3.8.6 Νωπό και ξηρό βάρος ριζικού συστήματος

Στο τέλος του πειράματος, τον Σεπτέμβριο του 2014, μετά από 21 μήνες καλλιέργειας, μετρήθηκε το ν.β. και το ξ.β. του ριζικού συστήματος των φυτών της *L. cretica* (Εικ. 3.41, Α και Β). Και στο ν.β. αλλά και στο ξ.β. του ριζικού συστήματος των φυτών, δεν υπήρξε επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος αλλά και καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων (Πίν. 3.8.6).

Πίν. 3.8.6 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο ν.β. (g) και ξ.β. (g) του ριζικού συστήματος της *L. cretica*, στο τέλος του πειράματος, τον Σεπτέμβριο του 2014, μετά από 21 μήνες καλλιέργειας

	ν.β. ριζικού 14 (g)	**ξ.β. ριζικού 14 (g)**
Fυπ.	NS	NS
Fάρδ.	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS
E	82.9 a	38.4 a
XE	98.7 a	45 a
K	84.9 a	35.5 a
A	96.7 a	47.9 a
Std Error	5.6	3.6
E/K	81 a	34.2 a
E/A	84.7 a	42.5 a
XE/K	88.7 a	36.7 a
XE/A	108.7 a	53.2 a
LSD	34.3	22

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση



Εικ. 3.41 Ριζικό σύστημα της *L. cretica* που έχει διαπεράσει το διηθητικό φύλλο, κατά την απεγκατάσταση του πειράματος, σε πειραματικό τεμάχιο, Α. με εδαφικό υπόστρωμα, Β. με μη εδαφικό υπόστρωμα.

3.8.7 Στοματική αντίσταση (r_s)

Μία μέρα πριν την άρδευση, στην r_s των φυτών *L. cretica,* τον Ιούνιο του 2013, υπήρξε επίδραση και των δύο κύριων παραγόντων του πειράματος, της άρδευσης και του υποστρώματος, με την κανονική άρδευση και το μη εδαφικό υπόστρωμα να μειώνουν την τιμή της r_s, ενώ δεν υπήρξε διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση και μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή (Πίν. 3.8.7.1, Σχ. 3.8.7.2). Τον Ιούλιο του 2013, υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων, ενώ τη μεγαλύτερη r_s παρουσίασαν τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση. Τον Αύγουστο του 2013, υπήρξε επίδραση και των δύο κύριων παραγόντων του πειράματος, με την κανονική άρδευση και το μη εδαφικό υπόστρωμα να μειώνουν την τιμή της r_s. Τον Ιανουάριο του 2014 τα φυτά που δεν καταπονήθηκαν από έλλειψη νερού τη θερμή - ξηρή περίοδο, είχαν μικρότερες τιμές r_s. Επίσης υπήρξε επίδραση του παράγοντα υπόστρωμα με το μη εδαφικό να προκαλεί μικρότερες τιμές r_s. Τον Ιούνιο, τον Ιούλιο και τον Αύγουστο του 2014, μία μέρα πριν την άρδευση, υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, όπου η αραιή συχνότητα αύξησε τις τιμές της r_s. Εντούτοις, η στατιστική ανάλυση των επεμβάσεων έδειξε ότι δεν υπήρξε διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση και μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή (Πίν. 3.8.7.1, Σχ. 3.8.7.2).

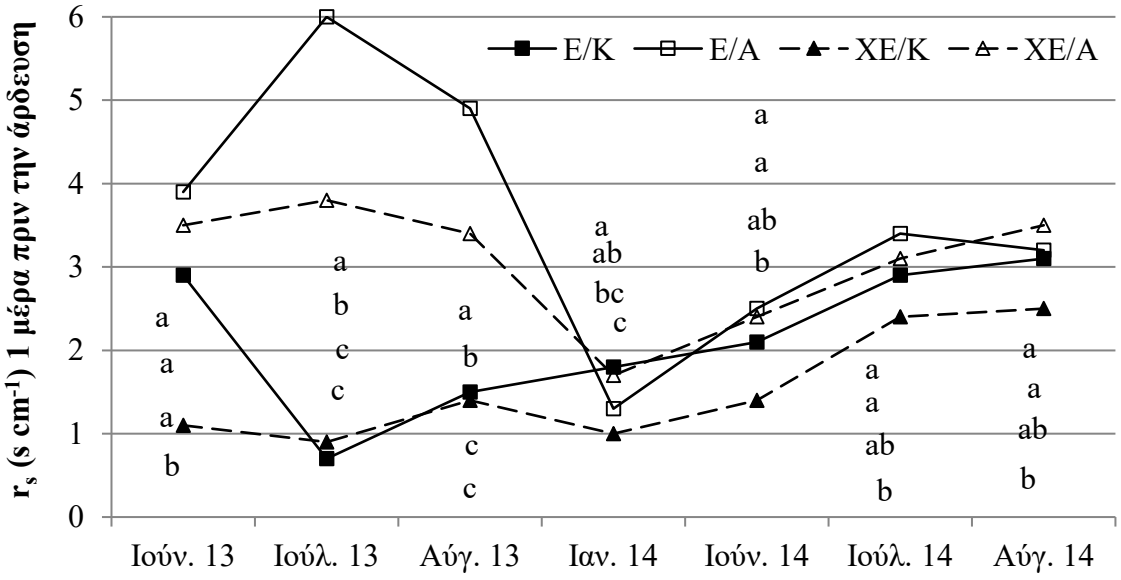
Πίν. 3.8.7.1 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στην r_s (s cm^{-1}) της *L. cretica,* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης και τον Ιανουάριο του 2014, μία μέρα πριν την άρδευση

	Ιούν. 13	**Ιούλ. 13**	**Αύγ. 13**
Fυπ.	*	-	*
Fάρδ.	*	-	*
Fυπ.χάρδ.	NS	*	NS
E	3.4 a	3.3 a	3.2 a
XE	2.3 b	2.3 b	2.4 b
K	2 b	0.8 b	1.4 b
A	3.7 a	4.9 a	4.1 a
Std Error	0.2	0.2	0.2
E/K	2.9 a	0.7 c	1.5 c
E/A	3.9 a	6 a	4.9 a
XE/K	1.1 b	0.9 c	1.4 c
XE/A	3.5 a	3.8 b	3.4 b
LSD	1.3	1.3	1.1

	Ιαν. 14	**Ιούν. 14**	**Ιούλ. 14**	**Αύγ. 14**

Φυπ.	-	NS	NS	NS
Φάρδ.	-	*	*	*
Φυπ.χάρδ.	*	NS	NS	NS
E	1.6 a	2.3 a	3.2 a	3.1 a
XE	1.4 a	1.9 a	2.8 a	3 a
K	1.4 a	1.7 b	2.7 b	2.8 b
A	1.5 a	2.4 a	3.3 a	3.4 a
Std Error	0.1	0.1	0.1	0.1
E/K	1.8 a	2.1 ab	2.9 ab	3.1 ab
E/A	1.3 bc	2.5 a	3.4 a	3.2 a
XE/K	1.0 c	1.4 b	2.4 b	2.5 b
XE/A	1.7 ab	2.4 a	3.1 a	3.5 a
LSD	0.4	0.7	0.7	0.7

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση



Σχ. 3.8.7.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στην r_s (s cm^{-1}) της *L. cretica,* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης και τον Ιανουάριο του 2014, μία μέρα πριν την άρδευση
Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Μία μέρα μετά την άρδευση, στην r_s της *L. cretica,* τον Ιούνιο του 2013, δεν υπήρξε επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος, ενώ η στατιστική ανάλυση των επεμβάσεων έδειξε ότι δεν υπήρξε διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση και μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή (Πίν.

3.8.7.2, Σχ. 3.8.7.3). Τον Ιούλιο του 2013, επέδρασε ο παράγοντας άρδευση με μεγαλύτερες τιμές r_s στις επεμβάσεις που περιείχαν την κανονική άρδευση. Τον Αύγουστο του 2013, επέδρασε ο παράγοντας άρδευση, με την αραιή να προσδίδει μεγαλύτερες τιμές r_s στα φυτά, ενώ δεν υπήρξε διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση και μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή. Τον Ιανουάριο του 2014 τα φυτά που δεν υπέστησαν υδατική καταπόνηση τη θερμή - ξηρή περίοδο, είχαν μικρότερες τιμές r_s. Επίσης υπήρξε επίδραση του παράγοντα υπόστρωμα με το μη εδαφικό να προκαλεί μικρότερες τιμές r_s. Τον Ιούνιο του 2014, μία μέρα μετά την άρδευση, υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων, με την rs να παρουσιάζει τις μικρότερες τιμές στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση, ενώ δεν υπήρξε διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση και μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή. Τον Ιούλιο του 2014, υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων, ενώ μεγαλύτερη r_s καταγράφηκε στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση. Τον Αύγουστο του 2014, δεν υπήρξε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά (Πίν. 3.8.7.2, Σχ. 3.8.7.3).

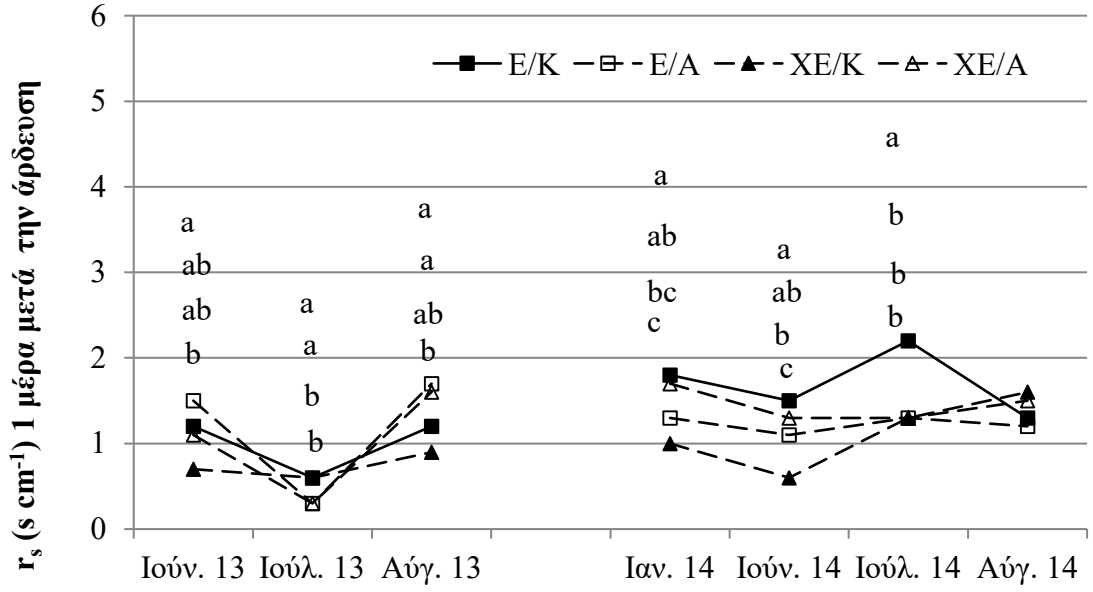
Πίν. 3.8.7.2 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στην r_s (s cm^{-1}) της *L. cretica,* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα μετά την άρδευση

	Ιούν. 13	**Ιούλ. 13**	**Αύγ. 13**
Fυπ.	NS	NS	NS
Fάρδ.	NS	*	*
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS
E	1.3 a	0.4 a	1.5 a
XE	0.9 a	0.5 a	1.2 a
K	0.9 a	0.6 a	1.0 b
A	1.3 a	0.3 b	1.7 a
Std Error	0.1	0.04	0.1
E/K	1.2 ab	0.6 a	1.2 ab
E/A	1.5 a	0.3 b	1.7 a
XE/K	0.7 b	0.6 a	0.9 b
XE/A	1.1 ab	0.3 b	1.6 a
LSD	0.7	0.2	0.6

	Ιούν. 14	**Ιούλ. 14**	**Αύγ. 14**
Fυπ.	-	-	NS
Fάρδ.	-	-	NS
Fυπ.χάρδ.	*	*	NS
E	1.3 a	1.7 a	1.3 a

XE	0.9 b	1.3 a	1.5 a
K	1.1 a	1.7 a	1.5 a
A	1.2 a	1.3 a	1.3 a
Std Error	0.1	0.1	0.1
E/K	1.5 a	2.2 a	1.3 a
E/A	1.1 b	1.3 b	1.2 a
XE/K	0.6 c	1.3 b	1.6 a
XE/A	1.3 ab	1.3 b	1.5 a
LSD	0.4	0.6	0.5

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

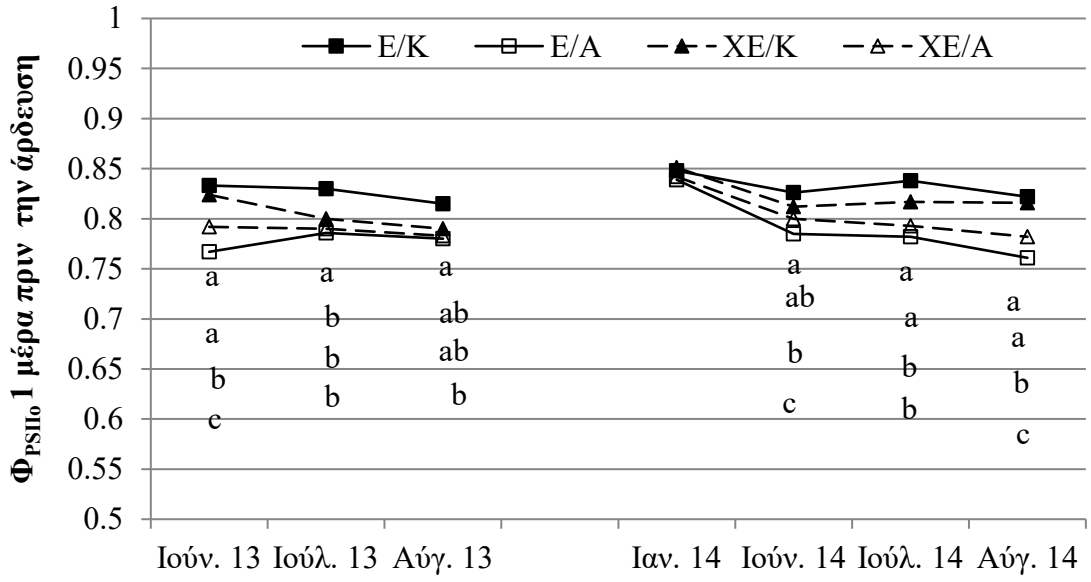


Σχ. 3.8.7.3 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στην r_s (s cm^{-1}) της *L. cretica*, κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης και τον Ιανουάριο του 2014, μία μέρα μετά την άρδευση
Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.8.8 Μέγιστη φωτοχημική απόδοση του φωτοσυστήματος ΙΙ ($Φ_{PSIIo}$)

Μία μέρα πριν την άρδευση, στη $Φ_{PSIIo}$ της *L. cretica,* κατά τον Ιούνιο του 2013 υπήρξε αλληλεπίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος, ενώ τα φυτά των επεμβάσεων που συνδύαζαν κανονική άρδευση παρουσίασαν υψηλότερη $Φ_{PSIIo}$

(Πίν. 3.8.8.1, Σχ. 3.8.8.1). Τον Ιούλιο του 2013, υπήρξε επίδραση και του παράγοντα άρδευση και του παράγοντα υπόστρωμα, με την κανονική και το εδαφικό υπόστρωμα να αυξάνουν την τιμή της Φ_{PSIIo}. Τον Αύγουστο του 2013, καθώς και τον Ιανουάριο του 2014, δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες και δεν ξεχώρισε κάποια από τις επεμβάσεις. Τον Ιούνιο και τον Ιούλιο του 2014, υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, με την κανονική να προσδίδει υψηλότερες τιμές Φ_{PSIIo} στα φυτά. Τέλος, τον Αύγουστο του 2014, υπήρξε επίδραση και του παράγοντα άρδευση και του παράγοντα υπόστρωμα, με την κανονική άρδευση και το μη εδαφικό υπόστρωμα να αυξάνουν την τιμή της Φ_{PSIIo}. Οι τιμές της Φ_{PSIIo} στα φυτά των επεμβάσεων που συνδύαζαν την κανονική άρδευση διέφεραν στατιστικά σημαντικά από των υπολοίπων και ήταν μεγαλύτερες (Πίν. 3.8.8.1, Σχ. 3.8.8.1).



Σχ. 3.8.8.1 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στη Φ_{PSIIo} της *L. cretica* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης και τον Ιανουάριο του 2014, μία μέρα πριν την άρδευση

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Πίνακας 3.8.8.1 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στη Φ_{PSIIo} της *L. cretica* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης και τον Ιανουάριο του 2014, μία μέρα πριν την άρδευση

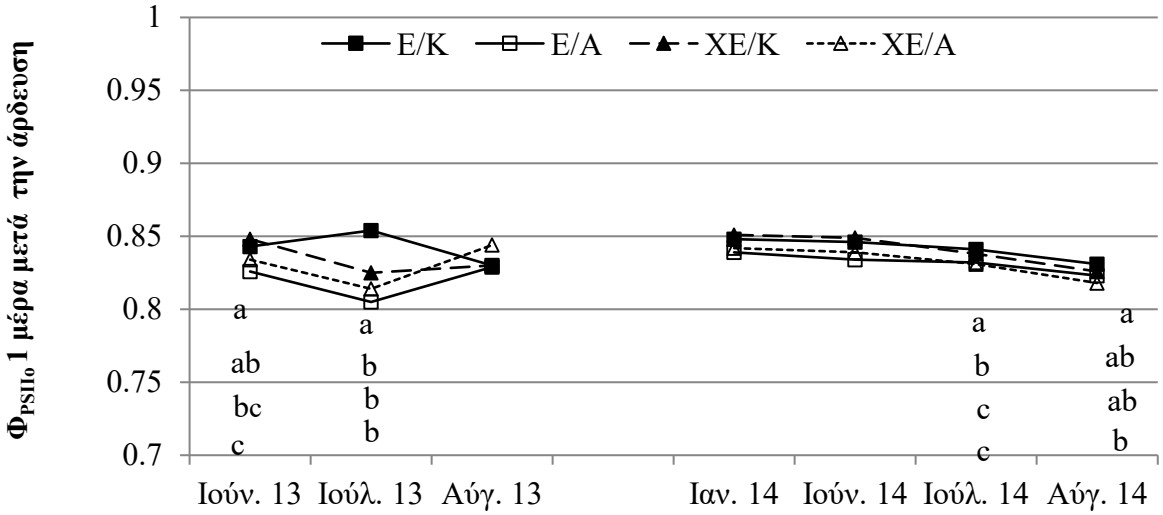
	Ιούν. 13	**Ιούλ. 13**	**Αύγ. 13**
Φυπ.	-	*	NS
Φάρδ.	-	*	NS
Φυπ.χάρδ.	*	NS	NS
E	0.800 a	0.810 a	0.797 a
XE	0.808 a	0.793 b	0.786 a
K	0.829 a	0.815 a	0.802 a
A	0.779 b	0.788 b	0.781 a
Std Error	0.04	0.04	0.05
E/K	0.833 a	0.830 a	0.815 a
E/A	0.767 c	0.786 b	0.780 b
XE/K	0.824 a	0.800 b	0.790 ab
XE/A	0.792 b	0.790 b	0.783 ab
LSD	0.02	0.02	0.03

	Ιαν. 14	**Ιούν. 14**	**Ιούλ. 14**	**Αύγ. 14**
Φυπ.	NS	NS	NS	*
Φάρδ.	NS	*	*	*
Φυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS
E	0.843 a	0.806 a	0.810 a	0.791 b
XE	0.847 a	0.806 a	0.805 a	0.799 a
K	0.849 a	0.819 a	0.828 a	0.819 a
A	0.841 a	0.793 b	0.787 b	0.771 b
Std Error	0.04	0.03	0.03	0.02
E/K	0.848 a	0.826 a	0.838 a	0.822 a
E/A	0.839 a	0.785 c	0.782 b	0.761 c
XE/K	0.851 a	0.812 ab	0.817 a	0.816 a
XE/A	0.842 a	0.800 b	0.793 b	0.782 b
LSD	0.02	0.01	0.02	0.01

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

Μία μέρα μετά την άρδευση, στη Φ_{PSIIo} της *L. cretica,* τον Ιούνιο του 2013, επέδρασε ο παράγοντας άρδευση, με την κανονική να προσδίδει μικρότερη Φ_{PSIIo} στα φυτά (Πίν. 3.8.8.2, Σχ. 3.8.8.2). Τον Ιούλιο του 2013, υπήρξε επίδραση και του παράγοντα άρδευση και του παράγοντα υπόστρωμα, με την κανονική και το εδαφικό υπόστρωμα να αυξάνουν την τιμή της Φ_{PSIIo}. Τον Αύγουστο του 2013, καθώς και τον Ιανουάριο και τον Ιούνιο του 2014, δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες και δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Τον Ιούλιο του 2014,

υπήρξε επίδραση και των δύο κύριων παραγόντων του πειράματος, με την συχνότητα της κανονικής άρδευσης και το εδαφικό υπόστρωμα, να προσδίδουν υψηλότερες τιμές Φ_{PSIIo} στα φυτά. Τέλος, τον Αύγουστο του 2014, υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, με την κανονική άρδευση να αυξάνει την τιμή της Φ_{PSIIo}. Οι τιμές της Φ_{PSIIo} στα φυτά της επέμβασης εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση διέφεραν από της επέμβασης μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή και ήταν υψηλότερες (Πίν. 3.8.8.2, Σχ. 3.8.8.2).



Σχ. 3.8.8.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στη Φ_{PSIIo} της *L. cretica* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης και τον Ιανουάριο του 2014, μία μέρα μετά την άρδευση

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Πίν. 3.8.8.2 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στη Φ_{PSIIo} της *L. cretica* κατά τους μήνες εφαρμογής καταπόνησης, μία μέρα μετά την άρδευση

	Ιούν. 13	**Ιούλ. 13**	**Αύγ. 13**
Fυπ.	NS	*	NS
Fάρδ.	*	*	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS
E	0.834 a	0.834 a	0.829 a
XE	0.841 a	0.815 b	0.837 a
K	0.846 a	0.839 a	0.830 a
A	0.830 b	0.809 b	0.836 a
Std Error	0.02	0.04	0.03
E/K	0.843 ab	0.854 a	0.830 a
E/A	0.826 c	0.805 b	0.829 a

XE/K	0.848 a	0.825 b	0.830 a
XE/A	0.834 bc	0.814 b	0.844 a
LSD	0.01	0.02	0.02

	Ιούν. 14	**Ιούλ. 14**	**Αύγ. 14**
Fυπ.	NS	*	NS
Fάρδ.	NS	*	*
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS
E	0.840 a	0.837 a	0.827 a
XE	0.844 a	0.834 b	0.822 a
K	0.847 a	0.839 a	0.828 a
A	0.836 a	0.832 b	0.820 b
Std Error	0.03	0.02	0.01
E/K	0.846 a	0.841 a	0.831 a
E/A	0.834 a	0.832 c	0.823 ab
XE/K	0.849 a	0.838 b	0.826 ab
XE/A	0.839 a	0.831 c	0.818 b
LSD	0.02	0.01	0.08

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.8.9 Συγκέντρωση των χλωροφυλλών ($Chl_{ολ}$)

Πίν. 3.8.9 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στη $Chl_{ολ}$ της *L. cretica* τον Μάρτιο και τον Ιούλιο του 2014.

	Μάρτ. 14	**Ιούλ. 14**
Fυπ.	*	*
Fάρδ.	*	*
Fυπ.χάρδ.	NS	NS
E	46 a	12.4 a
XE	39.2 b	3.4 b
K	45.4 a	12.4 a
A	39.8 b	3.4 b
Std Error	0.9	4.3
E/K	52.4 a	20.8 a
E/A	39.5 b	3.9 b
XE/K	38.3 b	4 b
XE/A	40 b	2.8 b
LSD	5.4	11.1

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Στη $Chl_{ολ}$ της *L. cretica και* τον Μάρτιο και τον Ιούλιο του 2014, υπήρξε επίδραση και των δύο κύριων παραγόντων του πειράματος, με την κανονική άρδευση και το εδαφικό υπόστρωμα να αυξάνουν την $Chl_{ολ}$ στα φυτά (Πίν. 3.8.9). Τον Ιούλιο οι συγκεντρώσεις της $Chl_{ολ}$ ήταν εξαιρετικά χαμηλές σε σχέση με τον Μάρτιο.

3.8.10 Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC)

Στο RWC της *L. cretica* και τον Μάρτιο και τον Ιούλιο του 2014, δεν επέδρασε κανένας από τους δύο κύριους παράγοντες του πειράματος και δεν υπήρξε διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων (Πίν. 3.8.10).

Πίν. 3.8.10 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο RWC της *L. cretica* τον Μάρτιο και τον Ιούλιο του 2014

	Μάρτ. 14	**Ιούλ. 14**
Fυπ.	NS	NS
Fάρδ.	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS
E	31.4 a	33.1 a
XE	30.5 a	37.7 a
K	33.5 a	32.7 a
A	28.4 a	38.2 a
Std Error	1.7	3.8
E/K	33.6 a	32.8 a
E/A	29.3 a	33.5 a
XE/K	33.4 a	32.5 a
XE/A	27.6 a	42.9 a
LSD	10.3	23

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

3.8.11 Προσδιορισμός του πάχους του ελάσματος

Στο πάχος του ελάσματος της *L. cretica,* και τον Μάρτιο και τον Ιούλιο του 2014 υπήρξε επίδραση του παράγοντα άρδευση, καθώς το πάχος του ελάσματος φαίνεται να αυξάνεται από την αραιή άρδευση (Πίν. 3.8.11). Και τον Μάρτιο και τον Ιούλιο, η επέμβαση εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση παρουσίασε το

μικρότερο πάχος ελάσματος, με διαφορά από τις επεμβάσεις που περιείχαν αραιή άρδευση (Πίν. 3.8.11).

Πίν. 3.8.11 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο πάχος του ελάσματος (μm) της *L. cretica* τον Μάρτιο και τον Ιούλιο του 2014

	Μάρτ.14	**Ιούλ.14**
Fυπ.	NS	NS
Fάρδ.	*	*
Fυπ.χάρδ.	NS	NS
E	598 a	611 a
XE	603 a	615 a
K	590 b	603 b
A	611 a	623 a
Std Error	3	2.8
E/K	588 c	600 c
E/A	608 ab	622 ab
XE/K	592 bc	606 bc
XE/A	614 a	624 a
LSD	18.2	16.8

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση

3.8.12 Αποδοτικότητα χρήσης του νερού (WUE)

Στην WUE της *L. cretica*, στο τέλος του πειράματος, τον Σεπτέμβριο του 2014, επέδρασε ο παράγοντας άρδευση. Τα φυτά που αρδεύονταν αραιά, παρουσίασαν μεγαλύτερη WUE (Πίν. 3.8.12).

Πίν. 3.8.12 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στην WUE (g/L) της *L. cretica*, στο τέλος του πειράματος, τον Σεπτέμβριο του 2014

	WUE **Σεπτ. 2014**
Fυπ.	NS
Fάρδ.	*
Fυπ.χάρδ.	NS
E	0.34 a
XE	0.34 a
K	0.29 b
A	0.38 a
Std Error	0.01
E/K	0.31 bc

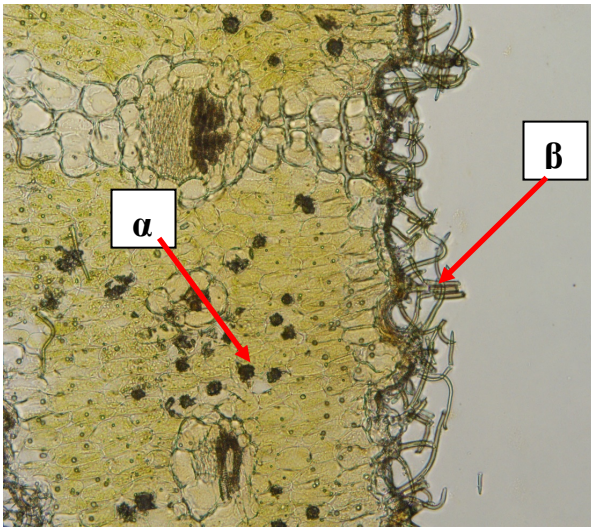
E/A	0.36 ab
XE/K	0.28 c
XE/A	0.40 a
LSD	0.07

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

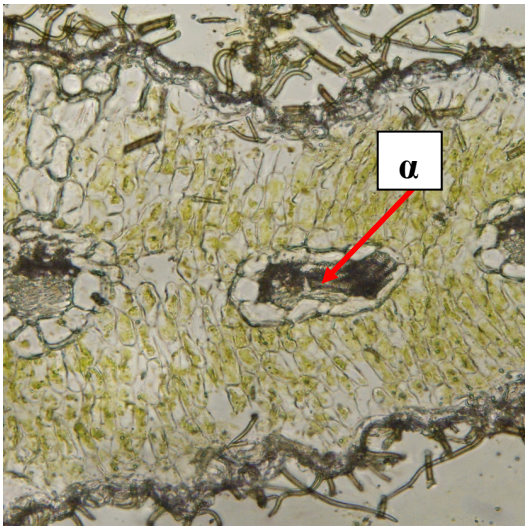
3.8.13 Μορφολογικές και ανατομικές παρατηρήσεις της δομής του ελάσματος

Η μελέτη της ανατομικής διάπλασης των φύλλων του *L. cretica* πραγματοποιήθηκε μέσω νωπών τομών ψυκτικού μικροτόμου και οπτικού μικροσκοπίου και στη συνέχεια ελήφθησαν ψηφιακές μικροφωτογραφίες (Εικ. 3.42, 3.43, 3.44 και 3.45). Στην Εικ. 3.42, διακρίνονται πολλοί κρύσταλλοι (α) και λιποσωματίδια. Σημαντική είναι η ύπαρξη πολλών τριχών συμπαγών (β), πιθανώς μονοκύτταρων, οι οποίες όπως και στα προηγούμενα φυτικά είδη, έχουν προστατευτικό ρόλο, ιδίως σε περιόδους υδατικής καταπόνησης.

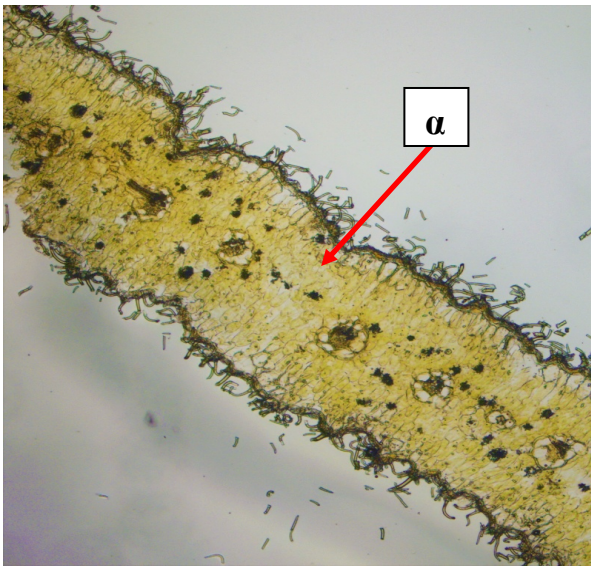
Στην Εικ. 3.43, φαίνονται οι τομές από τα νεύρα του φύλλου (α).



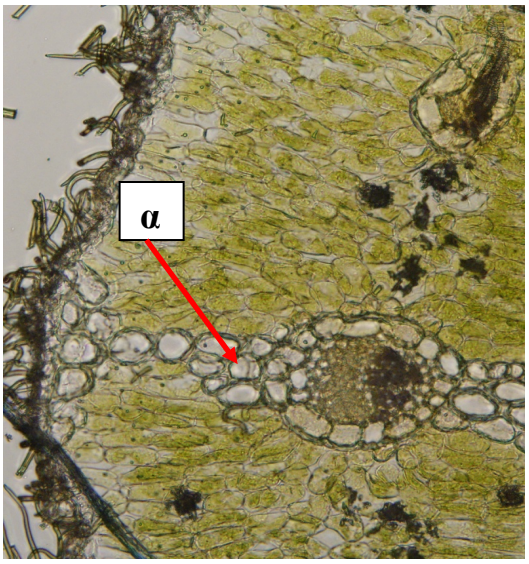
Εικ. 3.42 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *L. cretica* από φυτό που καλλιεργήθηκε σε εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση
α= κρύσταλλος
β= συμπαγείς τρίχες



Εικ. 3.43 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *L. cretica* από φυτό που καλλιεργήθηκε σε εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση
α= τομή από νεύρο του φύλλου



Εικ. 3.44 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *L. cretica* από φυτό που καλλιεργήθηκε σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση
α= μειωμένη ποσότητα χλωροφύλλης



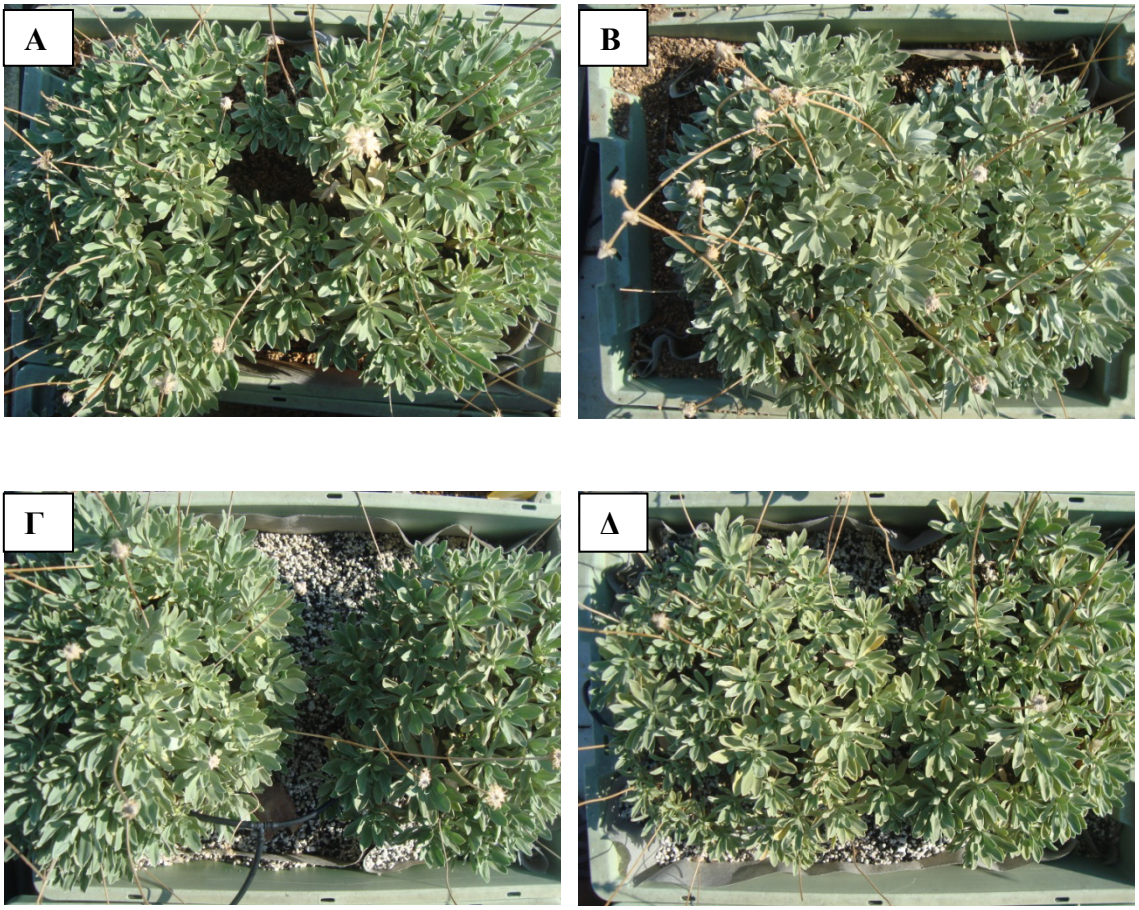
Εικ. 3.45 Εγκάρσια τομή ελάσματος φύλλου *L. cretica* από φυτό που καλλιεργήθηκε σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση
α= προεκτάσεις του κολεού των δεσμίδων

Στην Εικ. 3.44, είναι εμφανής η μειωμένη ποσότητα χλωροφύλλης (α), κάτι που αποδεικνύεται και στατιστικά τον Ιούλιο του 2014 από τις τιμές του $Chl_{ολ}$ (3.8.9). Στην Εικ. 3.45, οι κρύσταλλοι είναι λιγότεροι. Διακρίνονται επίσης προεκτάσεις του κολεού των δεσμίδων (α) από όπου διεισδύει το ηλιακό φως που διαχέεται και στα πλάγια.

3.8.14 Οπτική παρατήρηση πειραματικών τεμαχίων

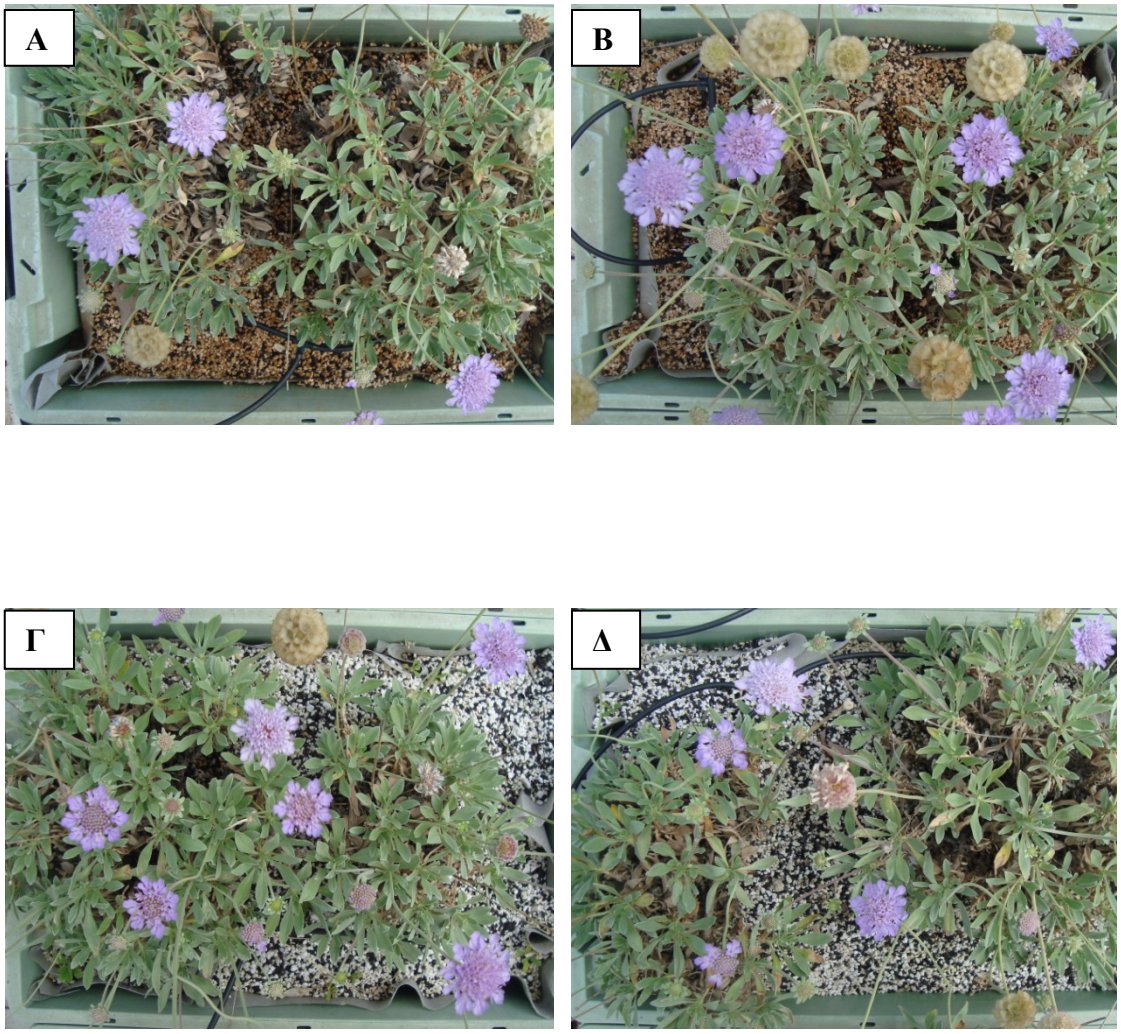
Μετά από 21 μήνες καλλιέργειας, η *L. cretica*, σε όλες τις επεμβάσεις ανέπτυξε εξαιρετική εδαφοκάλυψη (Εικ. 3.46 Α,Β ,Γ και Δ). Αν και η άρδευση ευνοούσε όλες σχεδόν τις παραμέτρους ανάπτυξης του φυτού, οι στατιστικές αναλύσεις των επεμβάσεων έδειξαν ότι η μέση διάμετρος των φυτών που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση, ήταν όμοια με των φυτών που καλλιεργήθηκαν σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση. Αυτό φαίνεται και στην Εικ. 3.47 όπου δεν υπήρξαν οπτικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Μάλιστα τα φυτά σε όλες τις επεμβάσεις κάλυψαν σχεδόν ολοσχερώς τα πειραματικά τεμάχια, επιτυγχάνοντας ομοιόμορφη σχεδόν ημισφαιρική, θολωτή κόμη, χωρίς να

αναπτύσσουν υπερβολικό ύψος, χαρακτηριστικά που ικανοποιούν τις προϋποθέσεις ενός φυτοδώματος εκτατικού τύπου.



Εικ. 3.46 Ανάπτυξη φυτών *L. cretica* μετά από 21 μήνες καλλιέργειας, τον Σεπτέμβριο του 2014, Α. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και κανονική άρδευση, Β. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και αραιή άρδευση, Γ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και κανονική άρδευση, Δ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και αραιή άρδευση (17/09/2014)

Πρέπει να σημειωθεί ότι το συγκεκριμένο φυτικό είδος επιτυγχάνει εντυπωσιακή άνθηση (Εικ. 3.47 Α,Β ,Γ και Δ), η οποία δείχνει ακόμη εντυπωσιακότερη στην ημισφαιρική κόμη του φυτού. Επίσης το *L. cretica* είναι ιδιαίτερα αγαπητό στην εντομοπανίδα (Παράρτημα ΙΙ).

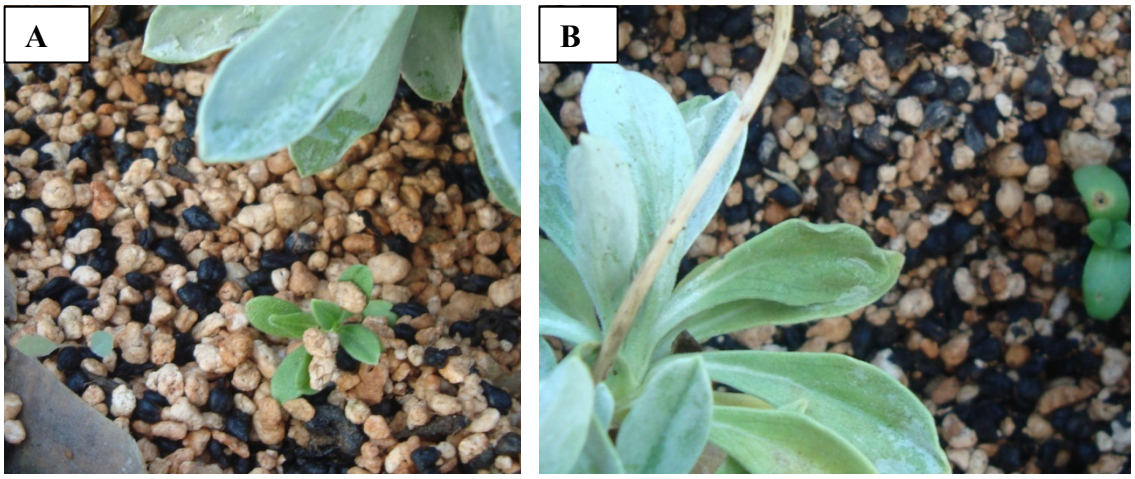


Εικ. 3.47 Ανθισμένα φυτά της *L. cretica* τον Απρίλιο του 2014, μετά από 16 μήνες καλλιέργειας, Α. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και κανονική άρδευση, Β. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:Ε:ΕΛ, 3:3:2:2, v/v και αραιή άρδευση, Γ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και κανονική άρδευση, Δ. σε υπόστρωμα ΚΣ:Π:ΕΛ, 3:3:4, v/v και αραιή άρδευση (19/04/2014)



Εικ. 3.48 Φυτά της *L. cretica* τον Ιούλιο του 2014, μετά από 19 μήνες καλλιέργειας, Α. όπου φαίνονται οι καρποταξίες με την μεγάλη καλλωπιστική τους αξία (05/07/2014)

Εντυπωσιακές ήταν και οι καρποταξίες, τον Ιούλιο (Εικ. 3.48). Τον Αύγουστο του ίδιου έτους, είχε ξεκινήσει αυτοσπορά του είδους (Εικ. 3.49 Α και Β).



Εικ. 3.49 Σπορόφυτα της *L. cretica* L. τον Αύγουστο του 2014, μετά από 20 μήνες καλλιέργειας, μέσα στα πειραματικά τεμάχια, δίπλα στο φυτό του πειράματος (18/08/2014)

3.8.15 Συζήτηση

Το *L. cretica*, εγκαταστάθηκε επιτυχώς στο φυτοδώμα σε όλες τις επεμβάσεις, παρότι η φύτευση έγινε τον Δεκέμβριο του 2012, έναν υγρό και κρύο μήνα (Παράρτημα Ι). Η πορεία της ανάπτυξής του ήταν εξαιρετική, με μοναδική επιπλέον φροντίδα, το 2ο δεκαήμερο του Μαΐου του 2013, που έγιναν δύο ψεκασμοί, με αραιό σαπουνόνερο, για την αντιμετώπιση αφίδων. Οι ψεκασμοί διενεργήθηκαν με χρονική διαφορά μίας εβδομάδας.

Η χρήση του φυτού σε εκτατικού τύπου φυτοδώματα μας ενδιαφέρει, διότι αντέχει σε ξηροθερμικά κλίματα (Brickell, 1999a), αλλά και για την καλλωπιστική αξία της θολωτής του κόμης, καθώς και της γαλάζιας μωβ ταξιανθίας του, όμορφης τόσο κατά την άνθηση, όσο και στην απάνθηση (Blamey & Grey-Wilson, 1988).

Στη μέση διάμετρο του φυτού κατά το τέλος και των δύο περιόδων υδατικής καταπόνησης, δηλαδή τον Αύγουστο και τον Σεπτέμβριο και του 2013 και του 2014, που ήταν και το τέλος του πειράματος, επέδρασε ο παράγοντας άρδευση, με ευνοϊκή τη συχνότητα της κανονικής άρδευσης (Πίν. 3.8.1, Σχ. 3.8.1). Αν και η τάση της μέσης διαμέτρου των φυτών που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση, ήταν να υπερέχει των φυτών που καλλιεργήθηκαν σε μη εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση, στο τέλος του πειράματος δεν υπήρχε διαφορά (Πίν. 3.8.1, Σχ. 3.8.1).

Το ύψος των φυτών κατά το μεγαλύτερο μέρος του πειράματος το ευνοούσε και πάλι η κανονική άρδευση, ενώ το τελικό ύψος, τον Σεπτέμβριο του 2014, μετά από 21 μήνες καλλιέργειας, ευνοήθηκε από την κανονική άρδευση και το εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 3.8.2, Σχ. 3.8.2).

Στον αριθμό των πλαγίων βλαστών, το συνολικό και το μέσο μήκος τους το Σεπτέμβριο του 2013 και στον αριθμό των πλαγίων βλαστών τον Αύγουστο του 2014, η κανονική άρδευση έπαιξε ευνοϊκό ρόλο, ενώ στον αριθμό πλαγίων βλαστών στο τέλος του πειράματος, υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων (Πίν. 3.8.3, Σχ. 3.8.3). Εντούτοις, οι διαφορές που παρουσίαζαν τα φυτά στις διαφορετικές επεμβάσεις, ήταν οπτικά αμελητέες. Όπως αναμενόταν με βάση τα αποτελέσματα των παραγόντων αύξησης, στο ν.β. αλλά και στο ξ.β. του υπέργειου μέρους των φυτών, επέδρασε θετικά η συχνότητα της κανονικής άρδευσης (Πίν. 3.8.5).

Στο ν.β. αλλά και στο ξ.β. του ριζικού συστήματος, δεν υπήρξε επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (Πίν. 3.8.6). Στην άνθηση, που ήταν πλούσια και

μεγάλης διάρκειας (Μάρτιος – Ιούλιος κατά το έτος 2014), με κορύφωση τους μήνες Ιούνιο το 2013 και Απρίλιο και Μάιο το 2014, δεν φαίνεται να επέδρασε κάποιος από τους κύριους παράγοντες, εκτός από τη μέτρηση της 26ης Ιουνίου 2013, που το μη εδαφικό υπόστρωμα ευνόησε τον αριθμό ταξιανθιών (Πίν. 3.8.4, Σχ. 3.8.4.1).

Λόγω της καλλωπιστικής τους αξίας μετρήθηκε και ο αριθμός των καρποταξιών, τον Αύγουστο του 2014, όπου η επέμβαση εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση έδωσε τις περισσότερες καρποταξίες (Πίν. 3.8.4, Σχ. 3.8.4.2).

Η r_s του *L. cretica,* ήταν ιδιαίτερα αυξημένη τον Ιούλιο και τον Αύγουστο του 2013 και αρκετά υψηλή τον Ιούλιο και Αύγουστο του 2014 μία μέρα πριν την άρδευση στα φυτά που αρδεύονταν αραιά (Πίν. 3.8.7.1, Σχ. 3.8.7.2). Τη δεύτερη χρονιά, τα φυτά μάλλον αντιδρούσαν καλύτερα στην υδατική καταπόνηση. Μια μέρα μετά την άρδευση οι τιμές της έπεφταν σε φυσιολογικά επίπεδα σε όλες τις επεμβάσεις, δηλαδή περίπου στα επίπεδα που είχαν το χειμώνα και λίγο παρακάτω, κάτι που παρατηρήθηκε σε όλα τα φυτικά είδη της Διατριβής και είναι σύμφωνο με αποτελέσματα και άλλων ερευνητών (Bolla *et al*. 2009). Τα φυτά που καλλιεργούνταν σε εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση, είχαν τη μεγαλύτερη r_s, ιδίως κατά την περίοδο υδατικής καταπόνησης του 2014 (Πίν. 3.8.7.2, Σχ. 3.8.7.3). Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι τα φυτά αυτά είχαν και τη μεγαλύτερη ανάπτυξη και δυσκολεύονταν περισσότερο στο να αναλάβουν. Τον Ιανουάριο του 2014, οι τιμές της r_s στα φυτά που καλλιεργούνταν σε εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση, ήταν παρόμοιες με αυτών σε μη εδαφικό υπόστρωμα και αραιή άρδευση.

Οι τιμές της Φ_{PSIIo} μία μέρα πριν την άρδευση, ήταν χαμηλές σε όλες τις επεμβάσεις, ιδίως σε αυτές που περιελάμβαναν αραιή άρδευση καθ' όλη τη διάρκεια των περιόδων υδατικής καταπόνησης (Πίν. 3.8.8.1, Σχ. 3.8.8.1). Μια μέρα μετά την άρδευση, οι τιμές ανέβαιναν στα φυσιολογικά τους επίπεδα, αποκλείοντας οποιαδήποτε βλάβη στο φωτοσύστημα ΙΙ. Μάλιστα υπήρχε ομοιομορφία μεταξύ των τιμών των επεμβάσεων (Πίν. 3.8.8.2, Σχ. 3.8.8.2). Και σε άλλα πειραματικά αποτελέσματα έχει αποδειχθεί ότι φυτά που υπόκεινται σε υδατική καταπόνηση, μετά την άρδευση, αναλαμβάνουν (Akoumianaki – Ioannidou, *et al*., 2017, Correia *et al*., 2013), ενώ αντίθετα στο παχύφυτο *Sedum alba* η υδατική καταπόνηση επέφερε σημαντική μείωση της Φ_{PSIIo} (Rowe *et al*., 2014).

Η $Chl_{ολ}$ τον Μάρτιο και τον Ιούλιο του 2014, ήταν μεγαλύτερη στα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση (Πίν. 3.8.9). Αυτό ίσως να οφείλεται στο ότι οι επιδράσεις της υδατικής καταπόνησης κατά τη θερινή

περίοδο δεν είχαν υποχωρήσει το Μάρτιο. Εντούτοις οι τιμές της $Chl_{ολ}$ ήταν πολύ μικρότερες τον Ιούλιο συγκριτικά με τον Μάρτιο. Η υδατική καταπόνηση άλλωστε οδηγεί σε σταδιακή μείωση της $Chl_{ολ}$, όπως έδειξαν και τα αποτελέσματα πειράματος που αφορούσε το είδος *Vigna radiata* (Gheek Batra *et al*., 2014). Τους ίδιους μήνες στο RWC του *L. cretica,* δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες (Πίν. 3.8.10). Η υδατική καταπόνηση δεν οδηγεί πάντα σε χαμηλό RWC, όπως έχει αποδειχθεί και σε πείραμα που αφορούσε στο είδος *Rosa "Eurored'* που καλλιεργήθηκε σε μη εδαφικό υπόστρωμα (Bolla *et al*., 2009), αλλά δεν αποκλείεται και το πειραματικό σφάλμα. Η συχνότητα της αραιής άρδευσης, ευνόησε το πάχος του ελάσματος (Πίν. 3.8.11), καθώς και την τιμή της WUE, λόγω μικρότερης δαπάνης νερού (Πίν. 3.8.12), όπως συνέβη και σε πείραμα που αφορούσε τρεις γονότυπους κριθαριού (Μπρέστα, 2013).

Από τον Πίνακα 3.10.1 που αποτυπώνει την επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος στις παραμέτρους ανάπτυξης, διαπιστώνεται ότι τα φυτά που αρδεύονταν κανονικά, ανέπτυξαν μεγαλύτερη τελική μέση διάμετρο, μεγαλύτερο τελικό ύψος, ν.β. και ξ.β. του υπέργειου μέρους του φυτού, περισσότερους βλαστούς και αριθμό καρποταξιών, μεγαλύτερη $Φ_{PSIIo}$ πριν και μετά την άρδευση, καθώς και $Chl_{ολ}$, από τα αυτά που αρδεύονταν αραιά. Τα φυτά που αρδεύονταν αραιά, ανέπτυξαν μεγαλύτερη r_s πριν την άρδευση, WUE, καθώς και πάχος ελάσματος. Τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα, ανέπτυξαν μεγαλύτερο τελικό ύψος, $Φ_{PSIIo}$ μετά την άρδευση και $Chl_{ολ}$.

Από τον Πίνακα 3.10.2 διαπιστώνεται ότι στην τελική μέση διάμετρο, στον αριθμό ταξιανθιών, στο ξ.β. του ριζικού συστήματος, στην r_s πριν την άρδευση, καθώς και στο RWC, οι μέσοι της επέμβασης που περιείχε εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση, δεν διέφεραν από τους μέσους της επέμβασης που συνδύαζε μη εδαφικό υπόστρωμα με αραιή άρδευση.

Παρατηρώντας τα μορφολογικά και ανατομικά χαρακτηριστικά της δομής του ελάσματος (Εικ. 3.42, 3.43, 3.44 και 3.45), αξίζει να σταθεί κανείς στους κρυστάλλους οι οποίοι σύμφωνα με τις έρευνες παίζουν θετικό ρόλο στα φυτά (Γιαννόπουλος, 2015, Ρέππα, 2013). Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι οι κρύσταλλοι έχουν διάφορους ρόλους όπως την αποθήκευση και ρύθμιση κατιόντων ασβεστίου (Franceschi & Horner, 1980), την φυτοπροστασία (Ward *et al*., 1997), την αδρανοποίηση βαρέων μετάλλων (Zindler-Frank, 1991), την ωσμωρύθμιση (Raven & Smith, 1976), την στήριξη των ιστών κ.λ.π.

Στη δομή του ελάσματος παρατηρήθηκαν επίσης λιποσωματίδια και πολλές συμπαγείς τρίχες, μάλλον μονοκύτταρες, οι οποίες ευθύνονται για τον έντονο χνοασμό. Επίσης επισημάνθηκε ότι το χρώμα του ελάσματος ήταν κιτρινωπό, που σχετίζεται με τη μειωμένη ποσότητα χλωροφύλλης, όπως αποδείχθηκε τον Ιούλιο του 2014 από τις τιμές της $Chl_{ολ}$ (Πίν. 3.8.9).

Το *L. cretica* τον Αύγουστο του 2014, παρουσίασε αυτοσπορά του είδους (Εικ. 3.49 Α και Β), χωρίς να είναι επιθετική η παρουσία των σπορόφυτων, ένα πολύ σημαντικό στοιχείο για την επιλογή του *L. cretica* στα εκτατικού τύπου φυτοδώματα, σε περίπτωση που χρειάζεται αντικατάσταση φυτών του ίδιου είδους.

Συμπερασματικά το *L. cretica* όπως και άλλα αυτοφυή, ξηροφυτικά είδη (Papafotiou *et al*., 2013, Nektarios *et al*., 2011) αναπτύχτηκε με επιτυχία στο φυτοδώμα του ΓΠΑ. Άρα, είναι ένα φυτό κατάλληλο για Μεσογειακά αστικά εκτατικού τύπου φυτοδώματα, λόγω της μεγάλης αισθητικής αξίας των ταξιανθιών (Εικ. 3.47 Α, Β, Γ και Δ), καρποταξιών (Εικ. 3.48) και του φυλλώματός της, καθώς και της ικανοποιητικής ανάπτυξής της σε υπόστρωμα χωρίς έδαφος, επομένως ελαφρύ, μικρού βάθους, υπό περιορισμένη άρδευση.

3.9 Αποτελέσματα πειραμάτων θερμοκηπίου

Η εγκατάσταση των πειραμάτων του θερμοκηπίου έγινε στις 15 Μαΐου του 2013 στον τσιμεντένιο πάγκο του παλαιού υαλόφρακτου θερμοκηπίου του Εργαστηρίου Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής τοπίου του Γ.Π.Α και η απεγκατάσταση έγινε στις 15 Σεπτεμβρίου του 2013. Για 10 μέρες τα φυτά προσαρμόστηκαν στις νέες συνθήκες και από τότε ξεκίνησε η πειραματική μελέτη. Οι επεμβάσεις των πειραμάτων περιελάμβαναν τα δύο είδη υποστρώματος και δύο συχνότητες άρδευσης καθ' όλη τη διάρκεια των πειραμάτων. Κάθε επέμβαση περιελάμβανε έξι (6) γλάστρες με ένα (1) φυτό η καθεμία, επομένως κάθε επέμβαση είχε 6 επαναλήψεις. Εφαρμόστηκαν δύο συχνότητες άρδευσης, ήτοι κάθε 4 ημέρες η κανονική και κάθε 7 ημέρες η αραιή. Η άρδευση γινόταν χειρωνακτικά, με 250 ml νερού/φυτό.

3.9.1 Ανάπτυξη τελικής διαμέτρου

Στην ανάπτυξη της τελικής μέσης διαμέτρου του *C. cneorum* δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες. Τη μέση διάμετρο του *O. dictamnus* ευνόησε το εδαφικό υπόστρωμα και η κανονική άρδευση, ενώ του *S. athoa*, το μη εδαφικό υπόστρωμα. Εκτός από το *O. dictamnus*, στα άλλα δύο φυτικά είδη, η επέμβαση που συνδύαζε εδαφικό υπόστρωμα με κανονική άρδευση, έδωσε όμοια μέση διάμετρο με την επέμβαση μη εδαφικό υπόστρωμα με αραιή άρδευση (Πίν. 3.9.1).

Πίν. 3.9.1 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στην τελική μέση διάμετρο (cm) των *C. cneorum, O. dictamnus* και *S. athoa,* στο τέλος του πειράματος το Σεπτέμβριο του 2013

	C. cneorum	***O. dictamnus***	***S. athoa***
Fυπ.	NS	*	*
Fάρδ.	NS	*	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS
E	8.3 a	13.0 a	11.0 b
XE	9.0 a	10.7 b	12.3 a
K	8.4 a	13.4 a	11.8 a
A	8.9 a	10.2 b	11.4 a
Std Error	0.3	0.4	0.2
E/K	8.9 ab	16.4 a	11.2 ab
E/A	7.8 b	10.9 b	10.8 b

XE/K	8.0 b	10.5 b	12.5 a
XE/A	10.0 a	9.6 b	12.1 ab
LSD	1.6	2.5	1.3

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

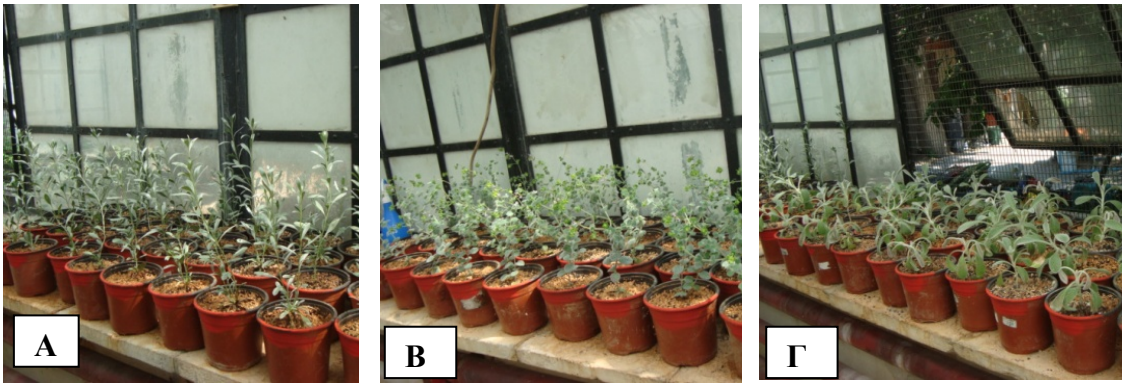
3.9.2 Ανάπτυξη τελικού ύψους

Το *C. cneorum* με το *O. dictamnus*, παρουσίασαν παρόμοιο τελικό ύψος σε όλες τις επεμβάσεις, ενώ τα φυτά του *S. athoa* που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα παρουσίασαν μεγαλύτερο τελικό ύψος (Πίν. 3.9.2).

Πίν. 3.9.2 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο τελικό ύψος (cm) των *C. cneorum, O. dictamnus* και *S. athoa,* στο τέλος του πειράματος το Σεπτέμβριο του 2013

	C. cneorum	***O. dictamnus***	***S. athoa***
Fυπ.	NS	-	*
Fάρδ.	NS	-	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	*	NS
E	18.7 a	15.2 a	9.1 a
XE	17.6 a	14.7 a	8.2 b
K	19.2 a	14.7 a	8.9 a
A	17.1 a	15.3 a	8.4 a
Std Error	0.7	0.4	0.2
E/K	18.3 ab	13.8 b	9.3 a
E/A	19.1 ab	16.7 a	8.9 ab
XE/K	20.1 a	15.6 ab	8.5 ab
XE/A	15.1 b	13.9 b	7.9 b
LSD	4.2	2.1	1.0

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση



Εικ. 3.50 Τα είδη, Α. *C. cneorum*, Β. *O. dictamnus*, Γ. *S. athoa*, στο θερμοκήπιο, τον Ιούνιο του 2013, μετά από σχεδόν 2 μήνες καλλιέργειας

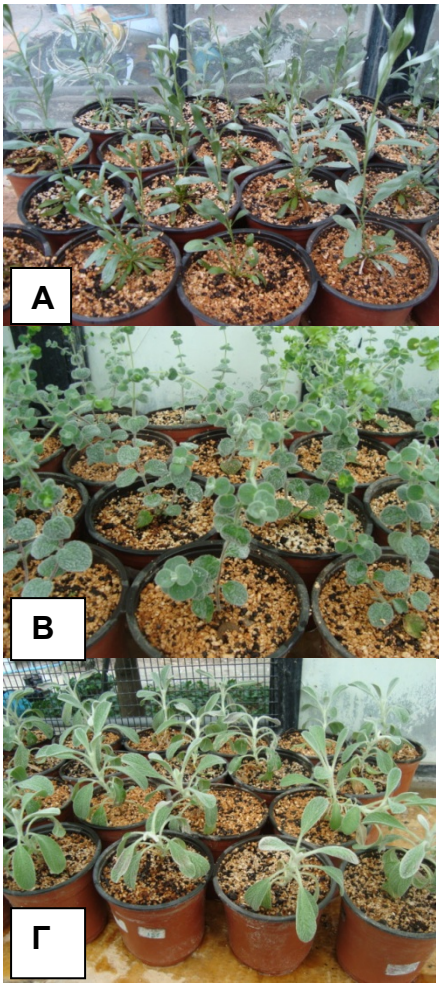
3.9.3 Τελικός αριθμός πλαγίων βλαστών

Ο τελικός αριθμός πλαγίων βλαστών του *S. athoa* δεν δίδεται ως μέτρηση, γιατί το είδος αυτό ανέπτυξε μόνο ένα στέλεχος σε όλες τις επεμβάσεις. Το *O. dictamnus* παρουσίασε τον ίδιο αριθμό πλαγίων βλαστών σε όλες τις επεμβάσεις, ενώ στο *C. cneorum* αναπτύχθηκαν περισσότεροι πλάγιοι στο εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 3.9.3).

Πίν. 3.9.3 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στον τελικό αριθμό πλαγίων βλαστών των *C. cneorum* και *O. dictamnus,* στο τέλος του πειράματος, το Σεπτέμβριο του 2013

	C. cneorum	***O. dictamnus***
Fυπ.	*	NS
Fάρδ.	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS
E	12.0 a	29.7 a
XE	8.3 b	32.0 a
K	10.0 a	29.7 a
A	10.3 a	32.0 a
Std Error	0.5	1.5
E/K	11.8 a	29.8 a
E/A	12.2 a	29.6 a
XE/K	8.2 b	29.6 a
XE/A	8.4 b	34.4 a
LSD	3.2	8.8

Όπου E= υπόστρωμα με έδαφος, XE= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, K= κανονική άρδευση, A= αραιή άρδευση



Εικ. 3.51 Τα είδη, Α. *C. cneorum*, Β. *O. dictamnus*, Γ. *S. athoa*, στο θερμοκήπιο, μετά από έναν μήνα καλλιέργειας, τον Ιούνιο του 2013

3.9.4 Ξηρό βάρος υπέργειου μέρους

Στα είδη *C. cneorum* και *S. athoa*, το εδαφικό υπόστρωμα και η κανονική άρδευση ευνόησαν το ξ.β., ενώ στο *O. dictamnus*, μόνο η κανονική άρδευση είχε ευνοϊκή επίδραση (Πίν. 3.9.4).

Πίν. 3.9.4 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στο ξ.β. (g) των *C. cneorum, O. dictamnus* και *S. athoa,* στο τέλος του πειράματος, το Σεπτέμβριο του 2013

	C. cneorum	***O. dictamnus***	***S. athoa***
Fυπ.	*	NS	*
Fάρδ.	*	*	*
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS
E	2.8 a	1.73 a	1.63 a
XE	2.1 b	1.71 a	1.06 b

K	2.9 a	2.16 a	1.47 a
A	1.9 b	1.28 b	1.23 b
Std Error	0.1	0.14	0.05
E/K	3.1 a	2.14 ab	1.73 a
E/A	2.4 a	1.33 bc	1.53 a
XE/K	2.6 a	2.18 a	1.21 b
XE/A	1.5 b	1.23 c	0.92 b
LSD	0.8	0.8	0.8

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.9.5 Αποδοτικότητα χρήσης του νερού (WUE)

Το *O. dictamnus* επέδειξε την ίδια αποδοτικότητα σε νερό σε όλες τις επεμβάσεις. Στα άλλα δύο φυτικά είδη, μεγαλύτερη αποδοτικότητα σε νερό παρουσίασαν τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 3.9.5).

Πίν. 3.9.5 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στην WUE (g/ml) των *C. cneorum, O. dictamnus* και *S. athoa,* στο τέλος του πειράματος, το Σεπτέμβριο του 2013

	C. cneorum	***O. dictamnus***	***S. athoa***
Φυπ.	*	NS	*
Φάρδ.	NS	NS	NS
Φυπ.χάρδ.	NS	NS	NS
E	0.00053 a	0.00032 a	0.00031 a
XE	0.00038 b	0.00031 a	0.00020 b
K	0.00048 a	0.00036 a	0.00024 a
A	0.00043 a	0.00028 a	0.00027 a
Std Error	0.00003	0.00002	0.00001
E/K	0.00052 a	0.00035 a	0.00029 a
E/A	0.00053 a	0.00029 a	0.00034 a
XE/K	0.00044 ab	0.00036 a	0.00020 b
XE/A	0.00032 b	0.00027 a	0.00020 b
LSD	0.00018	0.00015	0.00010

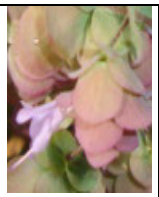
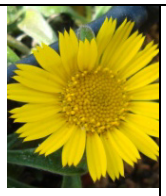
Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.10 Συγκριτικά αποτελέσματα πειραμάτων στο φυτοδώμα - Συζήτηση

3.10.1 Επιδράσεις των κύριων παραγόντων

Στον Πίν. 3.10.1, φαίνονται συνοπτικά, ποιοί από τους κύριους παράγοντες επέδρασαν στις παραμέτρους ανάπτυξης των έξι φυτικών ειδών, καθώς και στις φυσιολογικές παραμέτρους τους.

Πίν. 3.10.1 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) στις παραμέτρους ανάπτυξης των έξι φυτικών ειδών, καθώς και στις φυσιολογικές παραμέτρους τους

Άνθος ή ταξιανθία στο χώρο του πειράματος												
Φυτικό Είδος	***C. c.***		***O. d.***		***S. a.***		***A. h.***		***A. m.***		***L. c.***	
Κύριος παράγοντας	**Υ**	**Α**	**Υ**	**Α**	**Υ**	**Α**	**Υ**	**Α**	**Υ**	**Α**	**Υ**	**Α**
τελ.μ.δ.*												
τελ.ύ.*												
βλαστοί*												
ταξιανθίες												
καρποταξίες	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		
ξ.β. ταξιανθιών	–	–			–	–			–	–	–	–
ν.β. υπέργειου*									–	–		
ξ.β. υπέργειου*									–	–		
ξ.β. ριζικού*												
r_s πριν#												
r_s μετά#												
Φ_{PSII_o} πριν#												
Φ_{PSII_o} μετά#												
$Chl_{o\lambda}$#												
RWC#												
πάχ. ελάσμ.#												
WUE									–	–		

Όπου *C.c.: Convolvulus cneorum, O.d.: Origanum dictamnus, S.a.: Sideritis athoa, A.h.: Atriplex halimus, A.m.: Asteriscus maritimus, L.c.: Lomelosia cretica,* Υ: είδος υποστρώματος, Α: συχνότητα άρδευσης, καφέ= θετική επίδραση του εδαφικού υποστρώματος, γκρι= θετική επίδραση του μη εδαφικού υποστρώματος, γαλάζιο= θετική επίδραση της κανονικής άρδευσης, κόκκινο= θετική επίδραση της αραιής άρδευσης, παύλα= δεν υπάρχει μέτρηση, κενό κελί= μη επίδραση παραγόντων, τελ.μ.δ.= τελική μέση διάμετρος, τελ.ύ.= τελικό ύψος, ν.β. και ξ.β.= νωπό και ξηρό βάρος, *= ο τελευταίος μήνας του πειράματος, #= ο τελευταίος Ιούλιος του κάθε πειράματος

Ως μήνας μέτρησης των φυσιολογικών παραμέτρων χρησιμοποιήθηκε ο τελευταίος Ιούλιος του κάθε πειράματος, διότι ο μήνας αυτός απεδείχθη και ο πιο δυσμενής για το κάθε φυτικό είδος.

Εάν «βαθμολογηθεί» η επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος στην ανάπτυξη των φυτών και στις φυσιολογικές τους παραμέτρους, μπορεί να λεχθεί ότι το εδαφικό υπόστρωμα ευνόησε «πολύ» την ανάπτυξη του *C. cneorum*, «λίγο» του *A. halimus* και «ελάχιστα» της *L. cretica*, αφού επέδρασε μόνο στο τελικό ύψος της ευνοϊκά, ενώ δεν επέδρασε στην ανάπτυξη των άλλων τριών φυτικών ειδών (Πίν. 3.10.1). Η αραιή συχνότητα άρδευσης επέδρασε αρνητικά στην ανάπτυξη «πολύ» του *O. dictamnus*, του *A. halimus* και του *L. cretica* και «ελάχιστα» στου *S. athoa* και *A. maritimus* εφόσον στα δύο αυτά είδη επηρέασε αρνητικά μόνο τον αριθμό των πλαγίων βλαστών (Πίν. 3.10.1).

Η αραιή συχνότητα άρδευσης επέφερε αύξηση της τιμής της r_s μία μέρα πριν την άρδευση σε όλα τα φυτικά είδη, ενώ στον *S. athoa* και το *A. halimus* είχε την ίδια επίδραση και τη μέρα μετά την άρδευση (Πίν. 3.10.1). Όπως αναφέρθηκε στη συζήτηση που αφορά στο *S. athoa*, το είδος αυτό επιβαρύνθηκε από τον ψεκασμό με το εντομοκτόνο και είναι πιθανό να διατήρησε υψηλές τιμές r_s και κατόπιν της άρδευσης. Όσον αφορά στο *A. halimus*, ήταν το μοναδικό είδος που κατά την ξηροθερμική περίοδο του 2013, η αραιή άρδευση εφαρμοζόταν κάθε 9 ημέρες, δηλαδή είχε την πιο μακράς διαρκείας περίοδο μεταξύ των αρδεύσεων. Η αραιή συχνότητα άρδευσης αύξησε το πάχος του ελάσματος των φύλλων, όλων των φυτικών ειδών. Στο *O. dictamnus* και στο *A. maritimus* αυτό έγινε σε συνδυασμό με το εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 3.10.1). Η αραιή συχνότητα άρδευσης μείωσε την τιμή της Φ_{PSIIo} πριν και μετά την άρδευση, μόνο στο *A. maritimus* και στο *L. cretica*. Τα φυτά που αρδεύονταν κανονικά παρουσίασαν υψηλές τιμές $Chl_{ολ}$ εκτός του *S. athoa*, ενώ στο *C. cneorum*,

στο *O. dictamnus* και στη *L. cretica* αυτό συνέβη σε συνδυασμό με εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 3.10.1).

3.10.2 Επιδράσεις των επεμβάσεων

Στον Πίν. 3.10.2, παρουσιάζεται συνοπτικά σε ποιές από τις παραμέτρους, ανάπτυξης και φυσιολογικές, οι μέσοι που αφορούσαν την επέμβαση εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση, δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά από τους μέσους της επέμβασης που συνδύαζε μη εδαφικό υπόστρωμα με αραιή άρδευση (Πίν. 3.10.2).

Πίν. 3.10.2 Συνοπτική παρουσίαση των παραμέτρων (ανάπτυξης και φυσιολογικές), στις οποίες οι μέσοι της επέμβασης εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση, δεν διέφεραν από τους μέσους της επέμβασης μη εδαφικό υπόστρωμα με αραιή άρδευση. Σημειώνεται με πράσινο χρώμα κελιού

Φύλλωμα των φυτικών ειδών στο χώρο του πειράματος



Φυτικό Είδος	***C. c.***	***O. d.***	***S. a.***	***A. h.***	***A. m.***	***L. c.***
τελική διάμετρος						
τελικό ύψος						
βλαστοί*						
ταξιανθίες						
καρποταξίες	–	–	–	–	–	
ξ.β. ταξιανθιών			–		–	–
ν.β. υπέργειου*			–		–	
ξ.β. υπέργειου*					–	
ξ.β. ριζικού*					–	
r_s πριν άρδευσης#						
r_s μετά άρδευσης#						
Φ_{PSIIo} πριν άρδευσης#						

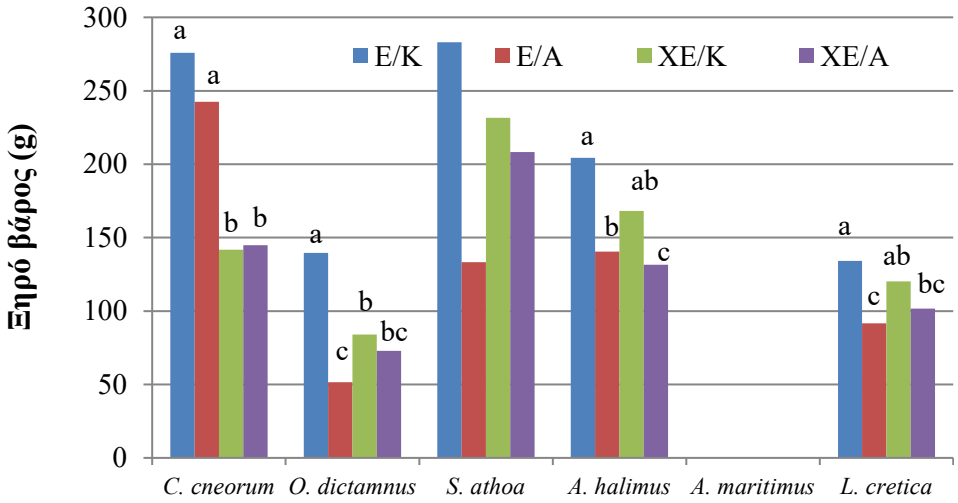
Φ_{PSIIo} μετά άρδευσης#						
$Chl_{ολ}$#						
RWC#						
πάχος ελάσματος#						
WUE					–	

Όπου *C.c.: Convolvulus cneorum, O.d.: Origanum dictamnus, S.a.: Sideritis athoa, A.h.: Atriplex halimus, A.m.: Asteriscus maritimus, L.c.: Lomelosia cretica,* Υ: είδος υποστρώματος, *= ο τελευταίος μήνας του πειράματος,, #= ο τελευταίος Ιούλιος του κάθε πειράματος

Σε πολλά από τα αποτελέσματα και των παραμέτρων ανάπτυξης, καθώς και των φυσιολογικών παραμέτρων, η επέμβαση εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση, δεν διέφερε από την επέμβαση που συνδύαζε μη εδαφικό υπόστρωμα με αραιή άρδευση (Πίν. 3.10.2). Ως εκ τούτου, η αραιή συχνότητα άρδευσης σε συνδυασμό με τη χρήση του μη εδαφικού υποστρώματος, δεν είναι αποτρεπτική για την καλλιέργεια των συγκεκριμένων φυτικών ειδών, όπως έχει δειχθεί και από άλλους ερευνητές ότι η υδατική καταπόνηση δεν αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα καλλιέργειας Μεσογειακών φυτικών ειδών στα φυτοδώματα (Martinetti *et al*., 2018, Papafotiou *et al.,* 2012, 2013).

3.10.3 Συγκρίσεις ξηρού βάρους υπέργειου μέρους του φυτού

Ως μέτρηση ξ.β. χρησιμοποιήθηκε αυτή στο τέλος του κάθε πειράματος, ενώ για τα είδη *A. halimus* και *C. cneorum* το συνολικό ξηρό βάρος των δύο μετρήσεων.



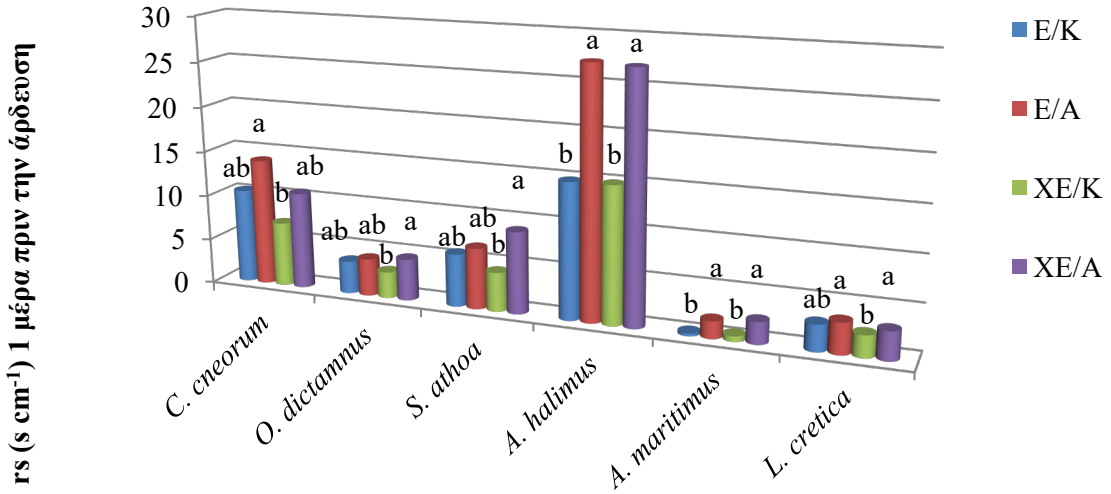
Σχ. 3.10.3 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στο τελικό ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους των έξι φυτικών ειδών. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων ανά φυτικό είδος

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Το μεγαλύτερο ξ.β. μεταξύ *C. cneorum*, *O. dictamnus* και *S. athoa* που καλλιεργήθηκαν ταυτόχρονα, δηλαδή ξεκίνησαν μαζί χρονικά και τα πειράματά τους έληξαν την ίδια μέρα, το παρουσίασε το *S. athoa*, πιθανόν λόγω των βλαστών του, οι οποίοι ήταν μεγαλύτερης διαμέτρου συγκριτικά με τα άλλα δύο είδη και έντονα ξυλοποιημένοι όπως διακρίνεται στην Εικ. 3.24 (Σχ. 3.10.3). Μεταξύ του *A. halimus* και του *L. cretica* που καλλιεργήθηκαν επίσης ταυτόχρονα, όπως αναμενόταν, προβάδισμα είχε το *A. halimus* ως θαμνώδες (Σχ. 3.10.3). Το ξ.β. του *A. maritimus* δεν μετρήθηκε διότι τα φυτά ξεράθηκαν πριν το τέλος του πειράματος και αφέθηκαν ώστε να διερευνηθεί το αν θα αναβλαστήσουν. Όπως φαίνεται στο Σχ. 3.10.3, η επέμβαση που ευνόησε τα ξ.β. των φυτών ήταν ο συνδυασμός εδαφικού υποστρώματος και κανονικής άρδευσης, ανεξάρτητα αν η διαφορά από τις άλλες επεμβάσεις είναι στατιστικά σημαντική ή όχι.

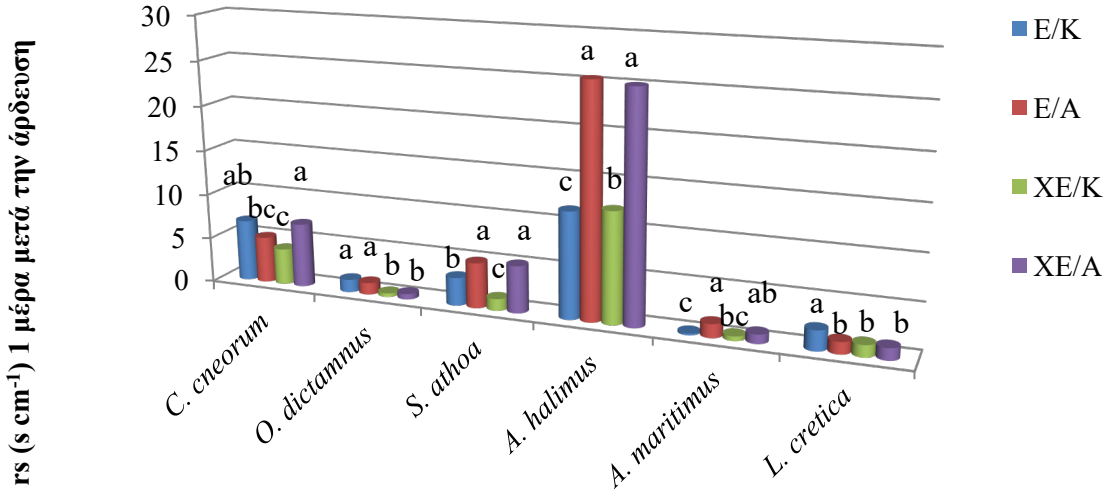
3.10.4 Συγκρίσεις στοματικής αντίστασης (r_s) πριν και μετά την άρδευση

Η σύγκριση έγινε στους μέσους των επεμβάσεων, από τις μετρήσεις της r_s κατά τον τελευταίο Ιούλιο του κάθε πειράματος, μία μέρα πριν (Σχ. 3.10.4.1) και μία μέρα μετά την άρδευση (Σχ. 3.10.4.2), παίρνοντας ως δεδομένο το γεγονός ότι ο Ιούλιος ήταν ένας μήνας έντονης υδατικής καταπόνησης και των έξι φυτικών ειδών. Εδώ το είδος με τη μεγαλύτερη r_s πριν και μετά την άρδευση, αποδεικνύεται το *A. halimus* ιδίως όταν τα φυτά αρδεύονταν αραιά.



Σχ. 3.10.4.1 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στην r_s των έξι φυτικών ειδών μία μέρα πριν την άρδευση. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων ανά φυτικό είδος.

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση.

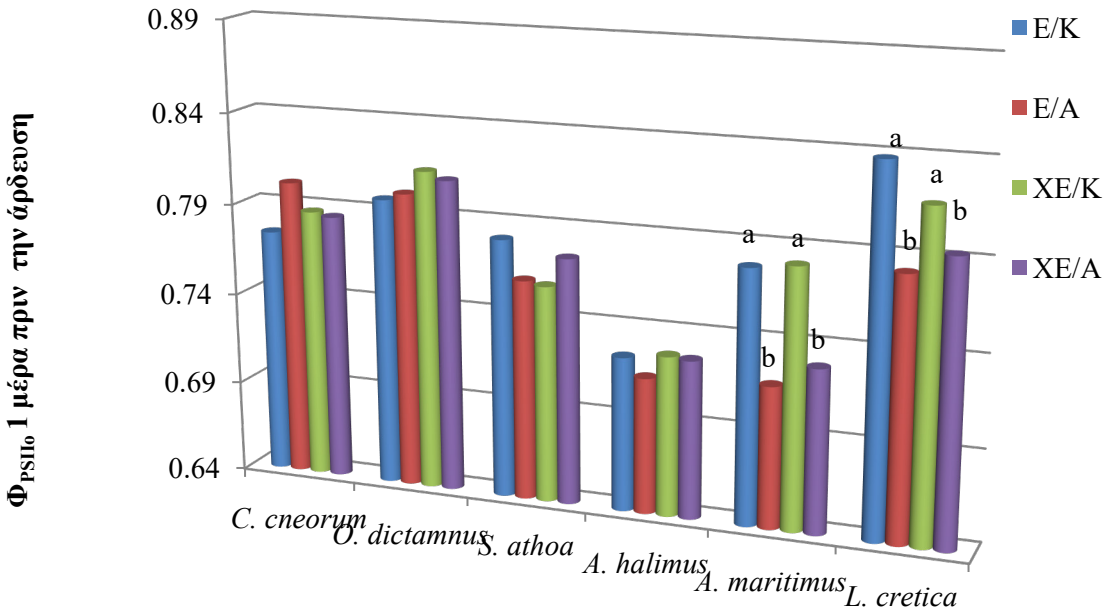


Σχ. 3.10.4.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στην r_s των έξι φυτικών ειδών μία μέρα μετά την άρδευση. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων ανά φυτικό είδος
Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Από το Σχ. 3.10.4.1, διαπιστώνεται ότι μία μέρα πριν την άρδευση, τις μεγαλύτερες τιμές r_s και στα έξι φυτικά είδη, τις προκάλεσαν οι επεμβάσεις που περιελάμβαναν αραιή άρδευση, ανεξάρτητα από το είδος του υποστρώματος, αλλά μόνο στο *A. halimus* και στο *A. maritimus* υπήρχαν διαφορές από τις άλλες επεμβάσεις. Οι τιμές της r_s είναι ανάλογες με το είδος του φυτού, διότι ξέρουμε ότι αποτελούν φυσιολογικό χαρακτηριστικό του. Για το λόγο αυτό, αν και στο σχήμα φαίνονται διαφορές, δεν θα είχε νόημα κάποια σύγκριση των τιμών μεταξύ των έξι φυτικών ειδών. Μία μέρα μετά την άρδευση οι τιμές της r_s μειώνονταν αισθητά σε όλα τα φυτικά είδη (Σχ. 3.10.4.2). Το *A. halimus* σημείωσε τις υψηλότερες τιμές r_s και πριν και μετά την άρδευση (Σχ. 3.10.4.1, Σχ. 3.10.4.2), κάτι αναμενόμενο εφόσον είχε την πιο μακράς διαρκείας περίοδο μεταξύ των αρδεύσεων, μεγάλη ανάπτυξη κόμης.

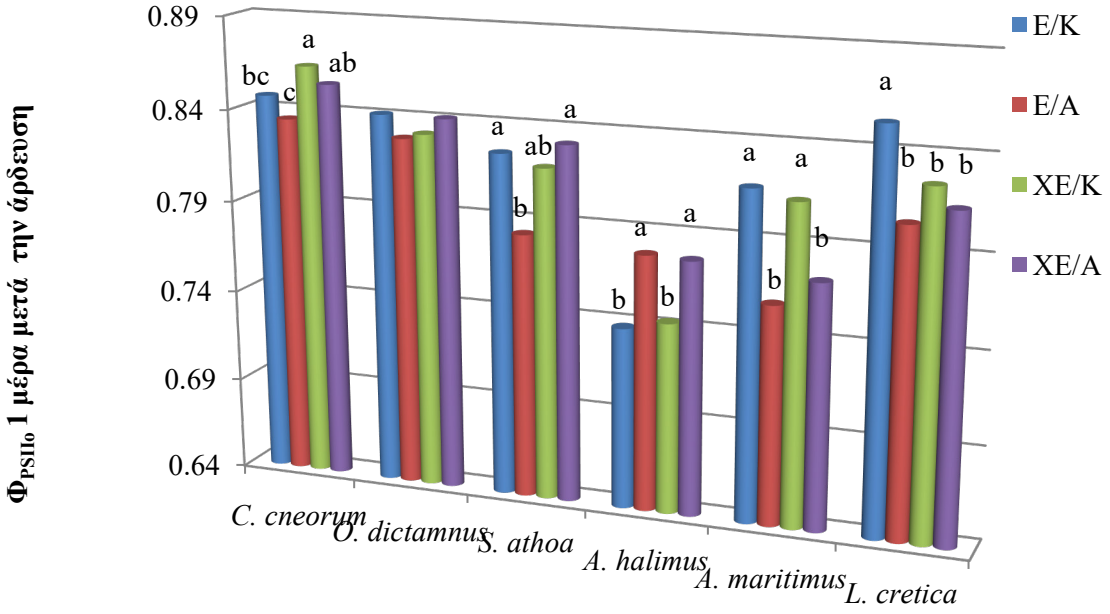
3.10.5 Συγκρίσεις μέγιστης φωτοχημικής απόδοσης του φωτοσυστήματος ΙΙ ($Φ_{PSIIo}$) πριν και μετά την άρδευση

Η σύγκριση έγινε στους μέσους των επεμβάσεων, από τις μετρήσεις $Φ_{PSIIo}$ κατά τον τελευταίο Ιούλιο του κάθε πειράματος, μία μέρα πριν και μία μέρα μετά την άρδευση, παίρνοντας ως δεδομένο (όπως και για την r_s) το γεγονός ότι τον Ιούλιο η υδατική καταπόνηση των φυτών ήταν πιο έντονη. Ενδιαφέρον είναι το ότι το είδος *A. halimus* που παρουσίασε μεγαλύτερες τιμές στοματικής αντίστασης, εμφανίζει τις μικρότερες τιμές $Φ_{PSIIo}$ (Σχ. 3.10.5.1, Σχ. 3.10.5.2).



Σχ. 3.10.5.1 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στη Φ_{PSII_o} των έξι φυτικών ειδών μία μέρα πριν την άρδευση. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων ανά φυτικό είδος

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση



Σχ. 3.10.5.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στη Φ_{PSII_o} των έξι φυτικών ειδών μία μέρα μετά την άρδευση. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων ανά φυτικό είδος

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Όσον αφορά τις τιμές της Φ_{PSIIo}, μία μέρα πριν την άρδευση, ποτέ αυτές δεν έπεσαν σε κρίσιμα επίπεδα, αποκλείοντας μη αντιστρεπτές βλάβες στο φωτοσύστημα ΙΙ. Διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων βλέπουμε μόνο στο *A. maritimus* και στο *L. cretica*, που παρουσίασαν τις μικρότερες τιμές Φ_{PSIIo} στις επεμβάσεις που περιελάμβαναν αραιή άρδευση, ανεξάρτητα από το είδος του υποστρώματος (Σχ. 3.10.5.1). Μία μέρα μετά την άρδευση οι τιμές Φ_{PSIIo} επανέρχονταν πλήρως (Σχ. 3.10.5.2). Αν και λόγω της υδατικής καταπόνησης τα διαφορετικά φυτικά είδη εμφανίζουν διαφορετική ευαισθησία, εντούτοις στις τιμές της Φ_{PSIIo} το optimum είναι κοινό 0,78 – 0,84 (Maxwell & Johnson, 2000). Σε κανένα από τα έξι φυτικά είδη η τιμή της Φ_{PSIIo} δεν έπεσε κάτω από 0,7, ούτε μία μέρα πριν, ούτε μία μέρα μετά την άρδευση. Εντούτοις, το γεγονός ότι σημειώθηκαν τιμές κάτω από 0,8, δηλώνει ότι το φωτοσύστημα ΙΙ επηρεάστηκε, αλλά όχι ανεπανόρθωτα.

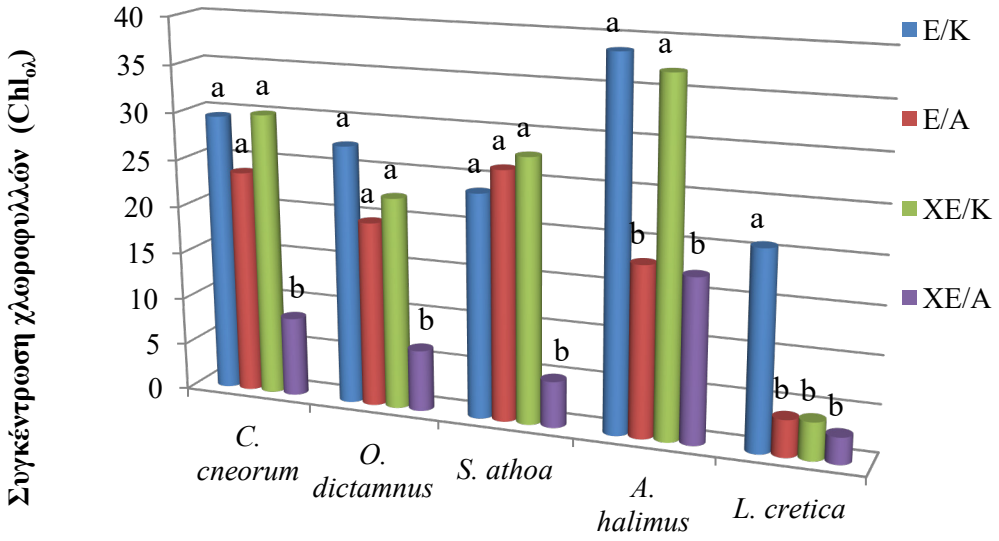
3.10.6 Συγκρίσεις συγκέντρωσης των χλωροφυλλών ($Chl_{ολ}$), σχετικού περιεχομένου σε νερό (RWC) και πάχους ελάσματος

Από τη σύγκριση των τιμών της $Chl_{ολ}$ του μήνα Ιουλίου (Σχ. 3.10.6.1) υπό την επίδραση ισχυρής υδατικής καταπόνησης, στο είδος *L. cretica* η επέμβαση εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση διέφερε από τις άλλες υπερτερώντας. Όσον αφορά στα φυτικά είδη *C. cneorum*, *O. dictamnus* και *S. athoa*, παρουσίασαν ακριβώς τα ίδια αποτελέσματα επεμβάσεων, με την επέμβαση μη εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με αραιή άρδευση να δίνει τις μικρότερες τιμές $Chl_{ολ}$. Στο *A. halimus* η αραιή άρδευση επηρέασε αρνητικά την $Chl_{ολ}$ ανεξάρτητα από το είδος του υποστρώματος (Σχ. 3.10.6.1).

Το RWC, υπήρξε η ένδειξη ότι ήταν υψηλό στην επέμβαση που συνδύαζε εδαφικό υπόστρωμα με κανονική άρδευση, εκτός από το *L. cretica* και το *S. athoa*, αλλά μόνο στο *C. cneorum* και στο *A. maritimus* διέφερε από τις άλλες επεμβάσεις (Σχ. 3.10.6.2).

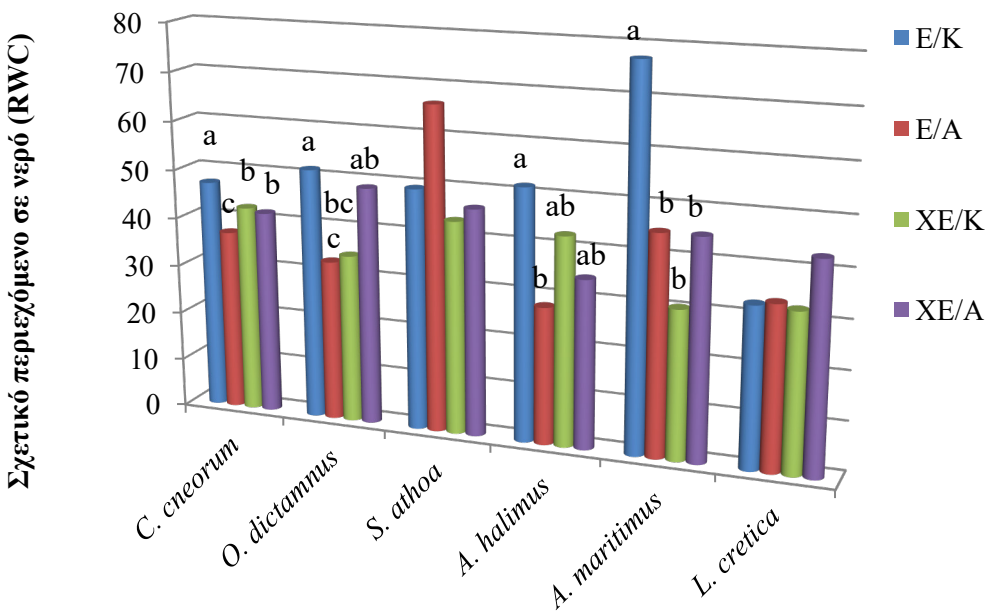
Συγκρίνοντας το πάχος του ελάσματος, παρατηρήθηκε ότι το *A. maritimus* έχει το μεγαλύτερο (Σχ. 3.10.6.3). Αυτό μπορούσε κανείς να το διαπιστώσει και μακροσκοπικά, καθώς και με την αφή. Ακολούθησε το *C. cneorum* και το *L. cretica*

που είχαν παρόμοια πάχη ελάσματος, στη συνέχεια το *S. athoa*, μετά το *A. halimus* και τελευταίο το *O. dictamnus* με μικρή διαφορά σε δύο επεμβάσεις, ενώ είχε μεγαλύτερο πάχος ελάσματος από το *S. athoa* και το *A. halimus* όταν καλλιεργήθηκε σε εδαφικό υπόστρωμα και αρδευόταν αραιά. Παρατηρώντας το Σχ. 3.10.6.3, διαπιστώνεται ότι αυτή η επέμβαση προκάλεσε το μεγαλύτερο πάχος ελάσματος και στα έξι φυτά, αλλά μόνο στο *O. dictamnus* και στο *A. maritimus* διέφερε από τις άλλες επεμβάσεις. Η αύξηση του πάχους των φύλλων παίζει σημαντικό ρόλο στα ξηρόφυτα, αφού επιτρέπει αποδοτικότερη φωτοσύνθεση με περιορισμό των απωλειών νερού (Καραμπουρνιώτης *et al*., open e-class, https:// mediasrv.aua.gr/eclass/ modules/ document/file.php/AFPGM135/Plant%20organs%2C%20Leaves%20and%20Photosynthesis.pdf).



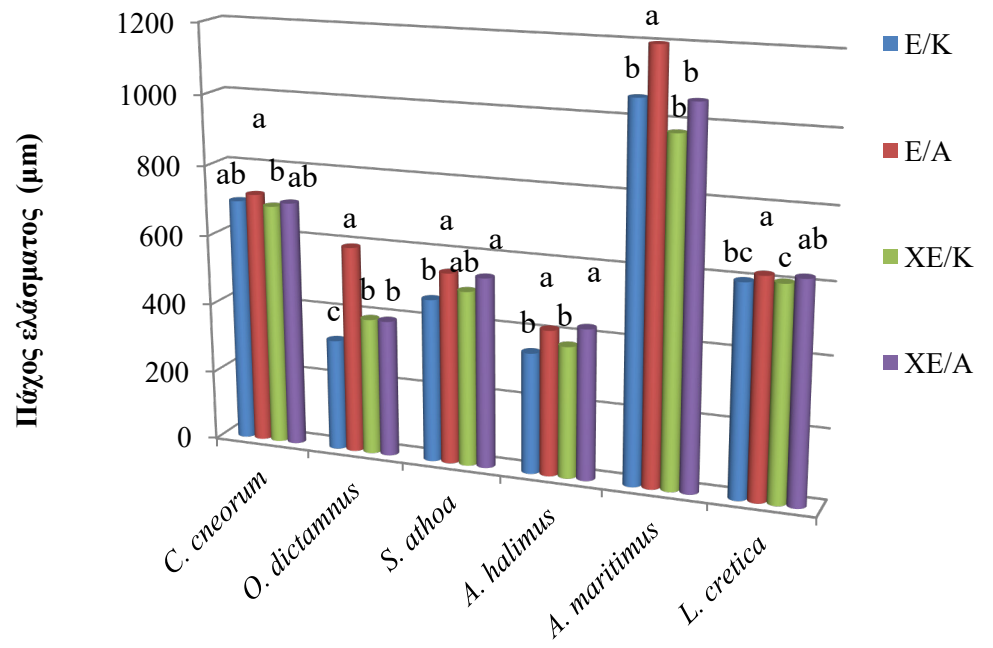
Σχ. 3.10.6.1 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στη $Chl_{ολ}$ των έξι φυτικών ειδών. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων ανά φυτικό είδος

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση



Σχ. 3.10.6.2 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στο RWC των έξι φυτικών ειδών. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων ανά φυτικό είδος

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

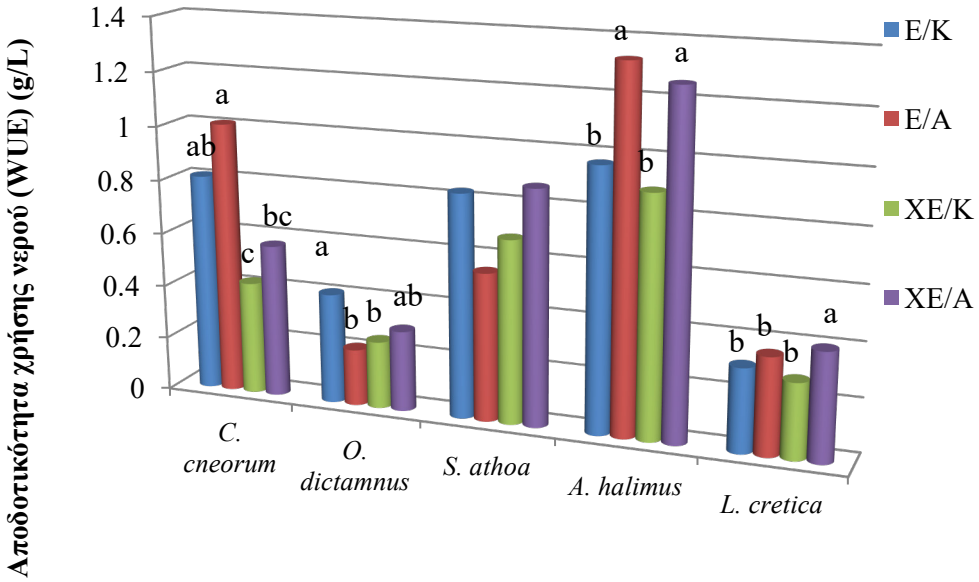


Σχ. 3.10.6.3 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στο πάχος του ελάσματος των έξι φυτικών ειδών. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων ανά φυτικό είδος

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.10.7 Συγκρίσεις της αποδοτικότητας χρήσης του νερού (WUE)

Η σύγκριση έγινε στους μέσους των επεμβάσεων, από τον υπολογισμό της WUE, στο τέλος των πειραμάτων, δηλαδή τον Οκτώβριο του 2013 για το *C. cneorum*, το *O. dictamnus* και τον *S. athoa* και τον Σεπτέμβριο του 2014 για το *A. halimus* και το *L. cretica*, ενώ για το *A. maritimus*, δεν υπολογίστηκε λόγω της ξήρανσης του φυτού, οπότε δεν συμμετέχει στη σύγκριση.



Σχ. 3.10.7 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στην WUE (g/L) των πέντε φυτικών ειδών (εκτός του *A. maritimus*) στο φυτοδώμα. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων ανά φυτικό είδος

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Συγκρίνοντας την WUE (Σχ. 3.10.7), όπως αναμενόταν υψηλότερη WUE παρουσίασε το *A. halimus*, λόγω μεγαλύτερου όγκου, επομένως μεγαλύτερου ξ.β., καθώς και λόγω εφαρμογής της μεγαλύτερης διάρκειας μεταξύ αρδεύσεων. Οι επεμβάσεις που περιείχαν αραιή άρδευση το *A. halimus* διέφεραν από τις άλλες. Είναι γνωστό ότι τα C4 φυτά, όπως είναι το *A. halimus*, παρουσιάζουν σημαντικά υψηλότερη WUE, έναντι των C3 (Καραμπουρνιώτης *et al*., 2012). Ακολούθησαν το *C. cneorum* και το *S. athoa*, με το πρώτο να προηγείται μόνο στις επεμβάσεις που περιείχαν εδαφικό υπόστρωμα. Και τα δύο αυτά φυτικά είδη είχαν υψηλότερο ξ.β., το οποίο επηρέασε το αποτέλεσμα της WUE. Το *L. cretica* και το *O.dictamnus*, παρουσίασαν μικρότερη WUE και παρόμοια μεταξύ τους (Σχ. 3.10.7). Στο *L. cretica*, αυτό ήταν αναμενόμενο διότι το πρόγραμμα άρδευσης περιείχε εφαρμογές αραιής και κανονικής άρδευσης με το μικρότερο διάστημα συγκριτικά με τα άλλα φυτικά είδη. Στο *L. cretica* η επέμβαση που συνδύαζε το μη εδαφικό υπόστρωμα και την αραιή άρδευση, διέφερε από τις άλλες υπερέχοντας (Σχ. 3.10.7).

3.11 Σύγκριση πειραματικών αποτελεσμάτων φυτοδώματος και θερμοκηπίου αναφορικά με WUE

Η σύγκριση αφορά στα φυτικά είδη *C. cneorum, O. dictamnus* και *S. athoa*, τα οποία καλλιεργήθηκαν στο φυτοδώμα αλλά και στο θερμοκήπιο.

Στο θερμοκήπιο, στην τελική μέση διάμετρο (Πίν. 3.9.1) και στο τελικό ύψος του *C. cneorum* (Πίν. 3.9.2), δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες του πειράματος, ενώ στο φυτοδώμα ευνοήθηκαν από το έδαφος (Πίν. 3.10.1). Η τελική μέση διάμετρος του *C. cneorum* στο θερμοκήπιο, ήταν μικρότερη σε σχέση με των άλλων δύο ειδών, διότι η ανάπτυξή του *C. cneorum* κατά τους τέσσερις μήνες του πειράματος ήταν κατακόρυφη, ενώ των άλλων ήταν και οριζόντια. Επομένως στο θερμοκήπιο ανέπτυξε και το μεγαλύτερο ύψος σε σύγκριση με το *O. dictamnus* και το *S. athoa* (Πίν. 3.9.2). Και στη φύση το είδος αυτό αναπτύσσει μεγαλύτερο ύψος (60 cm) (1.7) σε σύγκριση με το *O. dictamnus* (35 cm) (1.8) και το *S. athoa* (50 cm) (1.9). Συγκριτικά με το *O. dictamnus*, ανέπτυξε λιγότερους πλάγιους βλαστούς (Πίν. 3.9.3). Παρ' όλα αυτά, το *C. cneorum* στο θερμοκήπιο επέδειξε το μεγαλύτερο ξ.β. (Πίν. 3.9.4) και τη μεγαλύτερη WUE (Πίν. 3.9.5), συγκριτικά με τα άλλα δύο είδη. Το ξ.β. του υπέργειου μέρους του φυτού ευνοήθηκε από το έδαφος σε συνδυασμό με την κανονική άρδευση (Πίν. 3.9.4), ενώ στο φυτοδώμα μόνο από το έδαφος (Πίν. 3.10.1). Θα πρέπει

να σημειωθεί, ότι στο θερμοκήπιο επικράτησαν μεγαλύτερες τιμές μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας, αλλά και μεγαλύτερες τιμές μέσης μηνιαίας σχετικής υγρασίας (Σχ. 3.1.1, 3.1.2, 3.1.5). Ενδεχομένως η υγρασία αυτή έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη και των τριών φυτικών ειδών.

Η τελική μέση διάμετρος του *O. dictamnus* στο θερμοκήπιο (Πίν. 3.9.1), ευνοήθηκε από την κανονική άρδευση και το εδαφικό υπόστρωμα, ενώ στο φυτοδώμα η ανάπτυξη των φυτών ευνοήθηκε μόνο από την άρδευση (Πίν. 3.10.1). Παρότι το *O. dictamnus* στο θερμοκήπιο ήταν το είδος που ανέπτυξε το μεγαλύτερο αριθμό πλαγίων βλαστών (Πίν. 3.9.3), συγκριτικά με τα άλλα δύο είδη, σε αυτό δεν επέδρασε κανένας κύριος παράγοντας, ενώ στο φυτοδώμα και πάλι ευνοϊκό ρόλο είχε παίξει η άρδευση (Πίν. 3.10.1). Και πάλι ενδέχεται να επέδρασε η υψηλότερη μέση μηνιαία σχετική υγρασία στην ατμόσφαιρα του θερμοκηπίου (Σχ. 3.1.1, 3.1.2, 3.1.5). Πιθανώς οι συνθήκες στο φυτοδώμα ήταν δυσχερέστερες λόγω της άμεσης έκθεσης των φυτών στις κλιματικές συνθήκες, καθώς επίσης και η μεγαλύτερη διάρκεια του πειράματος, επέτρεψε να εκφραστούν επιδράσεις και άλλων παραγόντων. Όμως η συχνότητα της αραιής άρδευσης στο θερμοκήπιο, όπως και στο φυτοδώμα, επέδρασε αρνητικά στο ξ.β. του *O. dictamnus* (Πίν. 3.9.4), ενώ στην WUE δεν υπήρξε επίδραση των κύριων παραγόντων (Πίν. 3.9.5).

Η τελική μέση διάμετρος του *S. athoa* στο θερμοκήπιο (Πίν. 3.9.1) ευνοήθηκε από το μη εδαφικό υπόστρωμα, ενώ στο φυτοδώμα δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες (Πίν. 3.10.1). Στο τελικό ύψος του στο θερμοκήπιο υπήρξε αλληλεπίδραση παραγόντων (Πίν. 3.9.2), ενώ στο φυτοδώμα δεν επέδρασε κανένας παράγοντας (Πίν. 3.10.1). Σε πείραμα *S. athoa* με ελλειμματική άρδευση στον αγρό, δεν υπήρξαν διαφορές ούτε στις παραμέτρους ανάπτυξης, ούτε στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του (Σκλαβούνος, 2016). Το ξ.β. όμως του υπέργειου μέρους του φυτού στο θερμοκήπιο ευνοήθηκε από το εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με την κανονική άρδευση (Πίν. 3.9.4), ενώ στο φυτοδώμα δεν υπήρξε επίδραση καμιάς επέμβασης (Πίν. 3.10.1). Το *S. athoa* συμπεριφέρθηκε πιο ουδέτερα όπως και στο φυτοδώμα, εκτός από το ξ.β.

Τα φυτά του *C. cneorum* που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα υπό αραιή άρδευση παρουσίασαν τη μεγαλύτερη WUE και στο φυτοδώμα και στο θερμοκήπιο (Πίν. 3.11, Σχ. 3.11). Στο είδος *O. dictamnus* στην WUE δεν επέδρασε κανένας από τους κύριους παράγοντες και στο φυτοδώμα και στο θερμοκήπιο (Πίν. 3.11, Σχ. 3.11) και η επέμβαση εδαφικό υπόστρωμα με κανονική άρδευση δεν διέφερε από την

επέμβαση μη εδαφικού υποστρώματος σε συνδυασμό με αραιή άρδευση και στο φυτοδώμα και στο θερμοκήπιο (Σχ. 3.11.2, Πίν. 3.11). Ενώ στο φυτοδώμα στο *S. athoa* όσον αφορά στη WUE δεν επέδρασε κάποιος από τους κύριους παράγοντες, ούτε υπήρξε διαφορά στις επεμβάσεις (Πίν. 3.11, Σχ. 3.11.4), στο θερμοκήπιο τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα παρουσίασαν μεγαλύτερη WUE (Σχ. 3.11.3, Πίν. 3.11). Επίσης, οι τιμές της WUE του *S. athoa* στο φυτοδώμα, ήταν συγκρίσιμες με του *C. cneorum* στις επεμβάσεις εδαφικό υπόστρωμα υπό κανονική άρδευση και μη εδαφικό υπό αραιή. Και τα δύο αυτά φυτικά είδη είχαν μεγαλύτερο ξ.β. συγκριτικά με το *O. dictamnus.*

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των πειραμάτων στο θερμοκήπιο, η WUE του *O. dictamnus* των φυτών υπό αραιή άρδευση στο υπόστρωμα χωρίς έδαφος, ήταν παρόμοια με των φυτών του *S. athoa* που καλλιεργήθηκαν στο εδαφικό υπόστρωμα (Πίν. 3.9.5). Αρκετά μεγαλύτερη από των άλλων δύο φυτικών ειδών ήταν του *C. cneorum* (Πίν. 3.9.5), ιδίως των φυτών που καλλιεργήθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα, όπως και στο φυτοδώμα (3.10.11), γεγονός που στηρίζεται και από τη μεγαλύτερη ανάπτυξη που εμφανίζει το είδος και στη φύση συγκριτικά με τα άλλα δύο.

Το ότι ο παράγοντας άρδευση δεν επέδρασε στην WUE, δεν είναι κάτι που συμβαίνει σπανίως. Σε πείραμα που αφορούσε στο βαμβάκι φάνηκε ο δείκτης τον πρώτο χρόνο, να έχει μικρότερες τιμές στην πλήρη άρδευση απ' ότι στην στάγδην (Κωτούλας, 2010). Κατά τον ερευνητή, τα φυτά αρχικά αξιοποιούν με τον καλύτερο τρόπο την υγρασία και σε αυτό συμβάλλει το μικρό τους μέγεθος. Και οι Howell *et al*., (2004) συμπέραναν ότι με την μισή ποσότητα άρδευσης σε καλλιέργεια βαμβακιού σημειώθηκαν μεγαλύτερες τιμές WUE, απ' ότι στην πλήρη άρδευση.

Σε πείραμα που αφορούσε το αρωματικό είδος *Satureja thymbra* σε θερμοκήπιο, όσο μεγαλύτερο ήταν το ποσοστό συμμετοχής της κομπόστας στο υπόστρωμα, τόσο μεγαλύτερη ήταν η ανάπτυξη των φυτών και μάλιστα σε συνδυασμό με την άρδευση (Μαργέλου, 2005). Μπορούμε να υποθέσουμε ότι η κομπόστα από στέμφυλα οινοποιίας σε ποσοστό 30% και στα δύο υποστρώματα, έπαιξε καθοριστικότατο ρόλο στην ανάπτυξη και των τριών φυτικών ειδών στα πειράματα του θερμοκηπίου και λόγω της πλούσιας θρεπτικής της ικανότητας αλλά και λόγω της ιδιότητάς της να συγκρατεί υγρασία στο υπόστρωμα.

Στις Εικ. 3.50 (Α, Β και Γ) και Εικ. 3.51 (Α, Β και Γ), παρατηρείται ότι τα φυτά και των τριών φυτικών ειδών στο θερμοκήπιο, οπτικά είχαν παρόμοια ανάπτυξη σε όλες τις επεμβάσεις, όπως είχαν και στο πείραμα του φυτοδώματος. Το *C. cneorum*

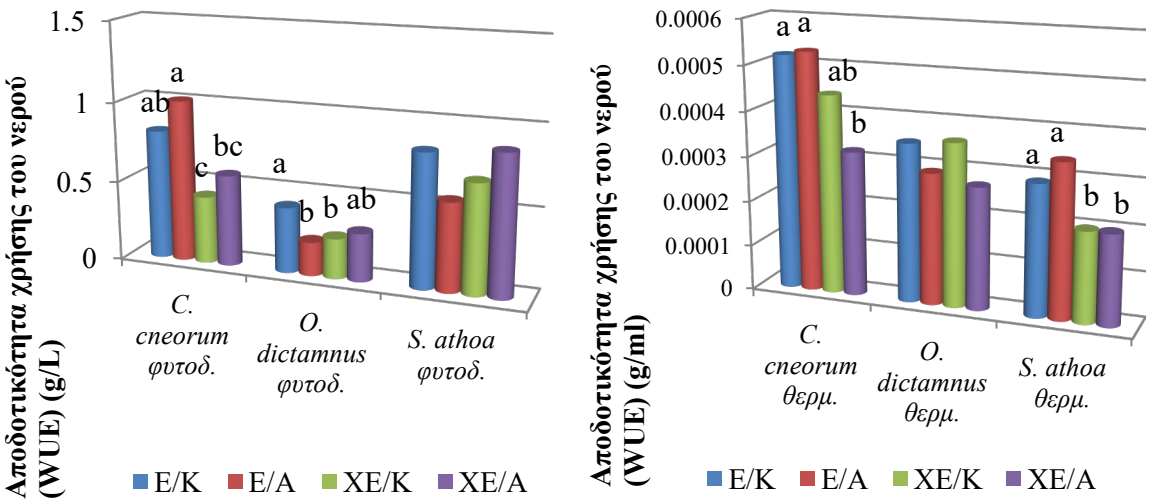
ήταν το φυτό με τη μεγαλύτερη τιμή WUE ανά επέμβαση. Είναι σαφές ότι στο θερμοκήπιο η κανονική άρδευση ευνόησε το ξ.β. του *C. cneorum*, του *O. dictamnus* και του *S. athoa*. Αν και τα αρωματικά είδη θεωρείται ότι μπορούν να καλλιεργηθούν χωρίς καλλιεργητικές επεμβάσεις, θα πρέπει να δοθεί σημασία στην συχνότητα της άρδευσης όταν οι στόχοι εστιάζονται στις αποδόσεις τους. Στην περίπτωση του φυτοδώματος, ενδεχομένως ο στόχος να μην είναι τόσο απόλυτος, εφόσον μας ενδιαφέρει η εικόνα του τοπίου, η δημιουργία ενός αστικού φυσικού οικοσυστήματος, κ.λ.π. Άλλωστε στα πειράματα του φυτοδώματος μόνο το ξ.β. του *O. dictamnus* ευνοήθηκε από την κανονική άρδευση.

Και τα τρία φυτικά είδη φαίνεται πως αναπτύσσουν στρατηγικές εγκλιματισμού ώστε να αποδίδουν ικανοποιητικά σε ξ.β. και ενίοτε να παρουσιάζουν παρόμοια WUE μεταξύ τους.

Πίν. 3.11 Επίδραση των κύριων παραγόντων του πειράματος (συχνότητα άρδευσης και είδος υποστρώματος) και των επεμβάσεων, στην WUE (g/L του φυτοδώματος, g/ml του θερμοκηπίου) των *C. cneorum, O. dictamnus* και *S. athoa,* στο τέλος των πειραμάτων, το Σεπτέμβριο (θερμοκήπιο) και τον Οκτώβριο (φυτοδώμα) του 2013

	C. cneorum φυτοδώματος	***C. cneorum θερμοκηπίου***	***O. dictamnus φυτοδώματος***	***O. dictamnus θερμοκηπίου***	***S. athoa φυτοδώματος***	***S. athoa θερμοκηπίου***
Fυπ.	*	*	NS	NS	NS	*
Fάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fυπ.χάρδ.	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E	0.91 a	0.00053 a	0.31 a	0.00032 a	0,69 a	0.00031 a
XE	0.50 b	0.00038 b	0.27 a	0.00031 a	0.77 a	0.00020 b
K	0.61 a	0.00048 a	0.33 a	0.00036 a	0.76 a	0.00024 a
A	0.79 a	0.00043 a	0.26 a	0.00028 a	0.71 a	0.00027 a
Std Error	0.04	0.00003	0.02	0.00002	0.1	0.00001
E/K	0.81 ab	0.00052 a	0.41 a	0.00035 a	0.83 a	0.00029 a
E/A	1.01 a	0.00053 a	0.21 b	0.00029 a	0.55 a	0.00034 a
XE/K	0.42 c	0.00044 ab	0.25 b	0.00036 a	0.68 a	0.00020 b
XE/A	0.57 bc	0.00032 b	0.30 ab	0.00027 a	0.87 a	0.00020 b
LSD	0.25	0.00018	0.1	0.00015	0.6	0.00010

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση



Σχ. 3.11 Επίδραση των επεμβάσεων του πειράματος (συνδυασμός υποστρώματος και συχνότητας άρδευσης) στην WUE (A. g/L του φυτοδώματος B. g/ml του θερμοκηπίου) του *C. cneorum*, *O. dictamnus* και *S. athoa*, στο τέλος των πειραμάτων, το Σεπτέμβριο (θερμοκήπιο) και τον Οκτώβριο (φυτοδώμα) του 2013. Σύγκριση των μέσων των επεμβάσεων ανά φυτικό είδος

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

3.12 Συζήτηση – Συμπεράσματα Γενικά

Το Μεσογειακό περιβάλλον χαρακτηρίζεται από έντονη ηλιακή ακτινοβολία και αρκετές περιόδους ξηρασίας. Ξηροφυτικά είδη φυτών μπορούν να ανταπεξέλθουν σε αυτές τις συνθήκες χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα στην ανάπτυξη και εξέλιξή τους. Σύμφωνα με τον ορισμό «ως ξηρόφυτα χαρακτηρίζονται φυτικά είδη τα οποία έχουν την ικανότητα να ανταπεξέρχονται τις δυσμενείς επιπτώσεις έλλειψης νερού στο περιβάλλον τους, εξαπλώνονται σε μέτρια ξηρές ή ξηρές περιοχές στις οποίες η διαθεσιμότητα νερού είναι περιορισμένη και τα χαρακτηριστικά τους παραπέμπουν συνήθως στη στρατηγική της αποφυγής ή της ανθεκτικότητας» (Καραμπουρνιώτης *et al*., 2012) και τα έξι φυτικά είδη του πειράματος, ανήκουν στα ξηρόφυτα (Irish, 2006, Γκόλιαρης, 1999, Brickell, 1999b, Σκρουμπής, 1990, Wiklund, 1985, Mozafar & Goodin, 1970). Γενικά, πολλά είδη ετήσια ή πολυετή που εμφανίζονται ικανά να αναπτυχθούν υπό συνθήκες έλλειψης νερού, ακολουθούν τη στρατηγική της αποφυγής με οικονομία νερού, δηλαδή ελαχιστοποιούν τις απώλειες νερού και μεγιστοποιούν την πρόσληψή του με ξηροφυτικά χαρακτηριστικά όπως η επικάλυψη του ελάσματος με τρίχες και κηρώδεις εκκρίσεις και η έκκριση αιθερίων ελαίων, αλάτων και ρητινών από ειδικούς αδένες, τα οποία περιορίζουν ακόμα περισσότερο τη διαπνοή και συμβάλλουν στην αντανάκλαση του φωτός (Chaves et al., 2003). Τα πέντε από τα έξι φυτικά είδη των πειραμάτων της παρούσας διατριβής, συγκεκριμένα το *C. cneorum* (Εικ. 3.2), το *O. dictamnus* (Εικ. 3.12), το *S. athoa* (Εικ. 3.20), το *A. maritimus* (Εικ. 3.35) και το *L. cretica,* (Εικ. 3.42), παρουσιάζουν έντονο χνοασμό στο έλασμά τους, ενίοτε κοντές κι ενίοτε μακρύτερες τρίχες. Επίσης, τα είδη *A. halimus*, *A. maritimus* και *L. cretica* περιέχουν κρυστάλλους που όπως προαναφέρθηκε στη συζήτηση που αφορά στα συγκεκριμένα είδη, παίζουν προστατευτικό ρόλο. Το *A. halimus* είναι φυτό C4 με ανατομία των φύλλων τύπου "Krantz" στεφάνης (Εικ. 3.28) (Mozafar & Goodin, 1970). Επιπλέον, από την οπτική παρατήρηση όλων των φυτών, μετά την έναρξη εφαρμογής υδατικής καταπόνησης, φάνηκε ότι άρχισαν να παρουσιάζουν μικρότερο μέγεθος φύλλων, στην προσπάθεια να μειώσουν τις επιφάνειές τους, το οποίο αποτυπώθηκε στην αύξηση του πάχους του ελάσματος. Η συμπεριφορά αυτή ήταν πιο έντονη στο *O. dictamnus* μετά τη φυλλόπτωση, αλλά και στο *S. athoa* το οποίο ενίοτε παρουσίαζε και συστροφή των φύλλων (Εικ. 3.21 Β). Ανάλογη συστροφή του ελάσματος υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης παρουσιάζουν πολλά είδη φυτών όπως κάποια αγρωστώδη με τη βοήθεια ειδικών κυττάρων συστροφής ή τα δικότυλα *Rosmarinus officinalis* και

Phlomis fruticosa (Καραμπουρνιώτης *et al*., 2012). Επομένως και τα έξι είδη διαθέτουν μορφολογικούς χαρακτήρες οι οποίοι παρεμβάλλουν ισχυρή αντίσταση στις διαπνευστικές απώλειες νερού.

Μία ακόμη εξήγηση για το ότι δεν επηρεάστηκε η φωτοσύνθεση κατά την υδατική καταπόνηση των φυτικών ειδών της Διατριβής μπορεί να αποτελέσει η θεωρία της «φωτοσύνθεσης κινδύνου» (Αϊβαλάκης *et al*., 2016, Ρέππα, 2013). Σε συνθήκες έντονης έλλειψης νερού, τα στόματα κλείνουν για να μην υπάρξουν απώλειες νερού. Έτσι δεν γίνεται πρόσληψη CO_2 και ως εκ τούτου αναμένεται να μη γίνεται φωτοσύνθεση που οδηγεί σε βλάβες και φωτοπαρεμπόδιση. Όμως, σε αυτήν την περίπτωση λειτουργεί «η φωτοσύνθεση κινδύνου» η οποία χρησιμοποιεί CO_2 το οποίο παρέχεται από κρυστάλλους οξαλικού ασβεστίου. Οι κρύσταλλοι παρέχουν CO_2 την ημέρα όταν κλείνουν τα στόματα και ανακτούν το μέγεθός τους τη νύχτα που τα στόματα είναι ανοιχτά. Το CO_2 παράγεται από την οξαλική οξειδάση, ενός ενζύμου που διασπά το οξαλικό οξύ και μετά αφομοιώνεται μέσω του κύκλου του Calvin. Η φωτοσύνθεση κινδύνου λειτουργεί επικουρικά προς τις άλλες οδούς αφομοίωσης του CO_2 και παίζει σημαντικό ρόλο στην προστασία της φωτοσυνθετικής συσκευής και στην οικονομία νερού σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης. Δεδομένου ότι η συντριπτική πλειοψηφία των φυτικών ειδών σχηματίζει κρυστάλλους οξαλικού ασβεστίου στα φύλλα (η περιεκτικότητα του οποίου μπορεί να φτάσει και το 80% ξ.β.) φαίνεται ότι η εναλλακτική αυτή οδός είναι διαδεδομένη μεταξύ των φυτικών ειδών και ιδιαίτερα μεταξύ των ξηρόφυτων».

Ερευνητική εργασία που έγινε με στόχο την εκτίμηση των επιδράσεων της υδατικής καταπόνησης στη Φ_{PSIIo} και τις φωτεινές αντιδράσεις της φωτοσύνθεσης, στο *Salvia officinalis*, *Phlomis fruticosa*, *Cistus creticus* και σε άλλα ετήσια και δενδρώδη Μεσογειακά είδη (Κούτρα, 2013), έδειξε ότι σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης υπήρξε καταστολή των φωτεινών αντιδράσεων της φωτοσύνθεσης, η οποία όμως αντιστράφηκε γρήγορα σε όλα τα πειράματα αποδεικνύοντας την ύπαρξη μηχανισμού προσαρμογής που εξασφαλίζει στα μεσογειακά είδη που μελετήθηκαν την διατήρηση της λειτουργικότητας της φωτοσυνθετικής συσκευής. Πιθανόν αυτό να συνέβη και στα φυτικά είδη της Διατριβής αυτής. Επίσης, σε πείραμα που αφορούσε δύο ποικιλίες χρυσάνθεμου, την *Nannong Xuefeng* ανθεκτική στην ξηρασία και την *Nannong Jingyan* ευαίσθητη στην ξηρασία, αφού υποβλήθηκαν σε υδατική καταπόνηση 7 ημερών και στη συνέχεια αρδεύονταν κανονικά, απεδείχθη ότι η ξηροφυτική ποικιλία είχε μεγαλύτερη φωτοσυνθετική ικανότητα κατά την καταπόνηση (Sun *et al*., 2013).

Σύμφωνα με τον Perez–Martin *et al*., 2014, οι περιοριστικοί παράγοντες για τη φωτοσύνθεση κατά τη διάρκεια της υδατικής καταπόνησης ποικίλουν ανάλογα με το φυτικό είδος (Galmes *et al*., 2007), την ένταση της προηγούμενης υδατικής καταπόνησης (Flexas *et al*., 2009), το φως και τη θερμοκρασία (Galle *et al*., 2009), την ηλικία των φυτών (Varone *et al*., 2012) και την εφαρμογή διαδοχικών κύκλων καταπόνησης (Galle *et al*., 2011).

Η μειωμένη ανάπτυξη που επέδειξαν κάποια φυτά στα πειράματα της παρούσας Διατριβής υπό το καθεστώς υδατικής καταπόνησης, (χωρίς να αποτελεί αρνητικό στοιχείο για το φυτοδώμα), είναι σύνηθες φαινόμενο (Flexas *et al*., 2002). Σε πείραμα που αφορούσε ποικιλίες ζαχαροκάλαμου, όταν κάποιες υπεβλήθησαν σε υδατική καταπόνηση παρουσίασαν χαμηλό ύψος και μειωμένο αριθμό βλαστών, σε αντίθεση με κάποιες άλλες που αναπτύχθηκαν κανονικά και ως εκ τούτου απεδείχθησαν κατάλληλες για φύτευση υπό συνθήκες ανεπαρκούς υγρασίας (Singh *et al*., 2019).

Η συμμετοχή του εδάφους στο υπόστρωμα είναι ευνοϊκή για την ανάπτυξη των φυτών διότι το έδαφος ιδίως το γόνιμο, χαρακτηρίζεται από ομοιόμορφη δομή, σύσταση, υφή, και υψηλό επίπεδο ανταλλαγής κατιόντων (Σάββας, 1998). Η συμμετοχή του σε υποστρώματα φυτοδωμάτων έχει αποβεί ευεργετική (Akoumianaki – Ioannidou, *et al*., 2017) κι ένας λόγος που πιθανόν να οφείλεται αυτό είναι το ότι το έδαφος έχει την ικανότητα συγκράτησης υγρασίας, κάτι που φάνηκε στην έστω και μικρή διαφορά συγκράτησης υγρασίας μεταξύ των δύο υποστρωμάτων της Διατριβής. Σε πείραμα των Nektarios *et al.* (2011) που αφορούσε δύο είδη υποστρώματος Ελαφρόπετρα$_{50}$: περλίτης$_{20}$: κομπόστα$_{20}$: ζεόλιθος$_{5}$ και Έδαφος$_{15}$: Ελαφρόπετρα$_{40}$: περλίτης$_{20}$: κομπόστα$_{20}$: ζεόλιθος$_{5}$ απεδείχθη ότι λόγω του ότι το έδαφος σε χαμηλές τιμές μύζησης συγκρατούσε περισσότερο νερό, η υγρασία του εδαφικού υποστρώματος σε ξηροθερμικές συνθήκες ήταν αυξημένη. Σε πείραμα που αφορούσε στο είδος *Thymus citriodorus*, το ύψος και η διάμετρος των φυτών, φάνηκε να επηρεάζεται θετικά από την παρουσία εδάφους στο υπόστρωμα, ανεξαρτήτως άρδευσης (Αδάμη, 2016). Εντούτοις, λόγω του ότι τα φυσικά εδάφη είναι βαριά, για χρήση σε φυτοδώματα, οι ερευνητές πειραματίζονται στο να δημιουργήσουν ελαφριά υποστρώματα ανάπτυξης (Beattie & Berghage, 2004) ακόμη και χωρίς τη συμμετοχή του εδάφους με θετικά αποτελέσματα (Eksi & Rowe, 2019).

Η ελαφρόπετρα (κίσσηρης) είναι ένα υλικό «αγαπητό» στους ερευνητές φυτοδωμάτων (Eksi & Rowe, 2019, Fassman & Simckock, 2012, Ntoulas *et al.* 2012) και όχι αδικαιολόγητα. Η επιλογή της για τη σύνθεση ενός υποστρώματος ανάπτυξης,

θεωρείται επιτυχημένη εφόσον έδωσε καλά αποτελέσματα ανάπτυξης των φυτών και σε υπόστρωμα με μεγάλο ποσοστό συμμετοχής. Σε πείραμα εκτατικού φυτοδώματος στο Auckland χρησιμοποιήθηκε υπόστρωμα που περιείχε ελαφρόπετρα 70%, ζεόλιθος 10% και οργανική ουσία 20%, το οποίο διατήρησε τα φυτά χωρίς άρδευση, δεν επέτρεψε το φύτρωμα ζιζανίων και συνέβαλε στην ομαλή απορροή των όμβριων υδάτων (Fassman & Simckock, 2012). Αλλά και ως βασικό συστατικό των υποστρωμάτων στο ξηροθερμικό Αττικό κλίμα η συμμετοχή της ελαφρόπετρας ήταν σημαντική, όπως στα πειράματα που αφορούσαν στην καλλιέργεια των ξηροφυτικών ειδών *Rosmarinus officinalis (Prostratus), Teucrium chamaedrys* (Λώλης, 2011)*, Hyssopus Officinalis, Mentha pulegium* και *Phlomis fruticosa* (Ποδαροπούλου, 2012), στην ανάπτυξη του *Dianthus fruticosus* (Nektarios *et al.* 2011) και χλοοτάπητα (Ntoulas *et al.* 2012, Nydrioti *et al.*, 2009). Ερευνητές προτείνουν την ελαφρόπετρα ως υλικό για εκτατικού τύπου φυτοδώματα, στο ποσοστό του 45% (Eksi & Rowe, 2019), ακόμη και στο ποσοστό του 70% (Fassman & Simckock, 2012), καθώς και την καλλιέργεια τομάτας και αγγουριού σε θερμοκήπιο (Maloupa *et al.*, 2001).

Η χρήση compost στα φυτοδώματα διερευνάται επανειλημμένα και ποικιλοτρόπως (Jusselme *et al*., 2019, Akoumianaki *et al.,* 2017, Paraskevopoulou *et al.,* 2015, Nektarios *et al.,* 2011, Παπαφωτίου *et al.,* 2009a,b, Santos *et al.,* 2008, Reis *et al.,* 2001). Το ποσοστό συμμετοχής της κομπόστας από στέμφυλα οινοποιίας, 30% και στα δύο υποστρώματα, ήταν σύμφωνο με τις προδιαγραφές του F.L.L. 2010. Όπως συμπεραίνουν και οι Dunnett και Nagase (2010), υποστρώματα που περιέχουν ποσοστό οργανικής ουσίας άνω του 10%, ενισχύουν την ανάπτυξη των φυτών, αναστέλλοντας τις αρνητικές επιδράσεις που επικρατούν στο φυτοδώμα. Το υψηλό ποσοστό του K στη συγκεκριμένη κομπόστα πιθανόν να βοήθησε τα φυτά στις αντίξοες συνθήκες ξηρασίας και ανέμου (Cakman, 2005, Egilla *et al*., 2001). Έχει δειχθεί πειραματικά ότι η κομπόστα από στέμφυλα οινοποιίας είναι εξαιρετική επιλογή για τη σύσταση υποστρωμάτων διότι είναι πιο ελαφριά σε σύγκριση με άλλες κομπόστες και η θρεπτική της σύσταση μοιάζει με αυτή της τύρφης (Ntoulas *et al*., 2015). Η κομπόστες βελτιώνουν τη δομή του υποστρώματος, αυξάνουν τη συνεκτικότητά του, παρέχουν στήριξη και θρεπτικά στοιχεία στα φυτά και συνεισφέροπυν στη συγκράτηση υγρασίας στο υπόστρωμα (Μαρσέλος, *et al.,* 2000). Προσφάτως αποδείχθηκε ότι η συμμετοχή κομπόστας σε συνδυασμό με γαιοσκώληκες, είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση του διαθέσιμου αζώτου και φωσφόρου για τα φυτά, την αύξηση της βιομάζας των φυτών, τον όγκο του νέκταρος στα άνθη και την αύξηση της συγκέντρωσης των σακχάρων που

είχε ως συνέπεια τη μεγαλύτερη επισκεψιμότητα από ποικίλους και άφθονους επικονιαστές (Jusselme *et al*., 2019).

Ένας παράγοντας καθοριστικός για τα αποτελέσματα ήταν το σύστημα υποδομής του φυτοδώματος και συγκεκριμένα το υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας και προστασίας της μόνωσης, ιδίως κατά τη διάρκεια των περιόδων υδατικής καταπόνησης, διότι ενώ η στάγδην άρδευση δε βοηθά πολύ στην τριχοειδή κίνηση του νερού, το υπόστρωμα αυτό πιθανόν βελτίωσε την απόδοση της άρδευσης, όπως έδειξαν τα αποτελέσματα πειραμάτων των Rowe *et al*., 2014.

Είναι πλέον κατανοητό ότι χωρίς κατάλληλη διαχείριση, η αρδευόμενη γεωργία μπορεί να αποβεί επιβλαβής για το περιβάλλον και να θέσει σε κίνδυνο τη βιωσιμότητά του. Η ελλειμματική άρδευση επιτυγχάνει την αύξηση αποδοτικότητας χρήσης του νερού για διάφορες καλλιέργειες χωρίς να προκαλέσει σοβαρές μειώσεις της απόδοσης, εξασφαλίζοντας μια ελάχιστη ποσότητα εποχιακής υγρασίας (Geerts & Raes, 2009). Μια ενδεχόμενη μείωση της παραγωγής, είναι πολύ μικρή, εάν συγκριθεί με τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν, λαμβάνοντας απλά υπόψη τη συμπεριφορά της κάθε καλλιέργειας (FAO, 2002, FAO, 1998). Άλλωστε στην περίπτωση των φυτοδωμάτων που η ποσότητα παραγωγής δεν είναι ο πρώτος στόχος χρήσης ενός φυτικού είδους, είναι ακόμη πιο ενθαρρυντική η εφαρμογή μειωμένης άρδευσης. Στα πειράματα του *A. halimus* και του *L. cretica* της παρούσας Διατριβής, η υδατική καταπόνηση ευνόησε την WUE. Στο *A. halimus* ως C4 φυτό, αυτό ήταν αναμενόμενο εφόσον τα C4 παρουσιάζουν σημαντικά υψηλότερη WUE, έναντι των C3 (Καραμπουρνιώτης *et al*., 2012) αλλά και εφόσον το πρόγραμμα άρδευσης του είδους αυτού είχε το μεγαλύτερο διάστημα αραιής άρδευσης.

Επιπλέον στα είδη *C. cneorum*, *O. dictamnus* και *S. athoa*, η τιμή της WUE στην επέμβαση εδαφικό υπόστρωμα σε συνδυασμό με κανονική άρδευση, δεν διέφερε από την WUE της επέμβασης που συνδύαζε μη εδαφικό υπόστρωμα με αραιή άρδευση. Πείραμα που αφορούσε στην καλλιέργεια βαμβακιού έδειξε ότι η WUE τον πρώτο χρόνο καλλιέργειας έχει μικρότερες τιμές στην πλήρη άρδευση απ' ότι στην στάγδην (Κωτούλας, 2010), διότι τα φυτά αρχικά αξιοποιούν με τον καλύτερο τρόπο την υγρασία και σε αυτό συμβάλλει το μικρό τους μέγεθος. Και οι Howell *et al*., (2004) συμπέραναν ότι με την μισή ποσότητα άρδευσης σε καλλιέργεια βαμβακιού σημειώθηκαν μεγαλύτερες τιμές WUE, απ' ότι στην πλήρη άρδευση. Σε πείραμα που αφορούσε στο είδος στο είδος *Sideritis raeseri*, η ελλειμματική άρδευση απέδωσε ικανοποιητικά, με επίτευξη μεγάλης εξοικονόμησης αρδευτικού νερού (Μπακιρτζής,

2018, Σκλαβούνος, 2016). Η WUE, στα πειράματα και των έξι φυτικών ειδών της Διατριβής είχε την τάση να αυξάνεται με την εφαρμογή υδατικής καταπόνησης. Φυτικά είδη με ανθεκτικότητα στην υδατική καταπόνηση, είναι σε θέση να διατηρήσουν την WUE, εμποδίζοντας τις απώλειες νερού με διάφορους τρόπους, παρέχοντας εξοικονόμηση νερού και υψηλές αποδόσεις (Yu *et al*., 2020). Αυτό μπορεί να συμβεί μέσω της μείωσης του εύρους του στοματικού πόρου, αναλόγως της ικανότητας που έχει το κάθε φυτό να εγκλιματίζεται και να προσαρμόζεται (Flexas *et al*., 2004). Εντούτοις, σύμφωνα με την Μπρέστα, 2013, η WUE βελτιώνεται ενώ αυξάνεται η υδατική καταπόνηση, μέχρις ενός κρίσιμου σημείου.

Η μέθοδος της στάγδην άρδευσης θεωρείται η πλέον κατάλληλη για την πλήρη εκμετάλλευση του νερού από τα φυτά. Μελέτες που αφορούσαν στο βαμβάκι, έδειξαν ότι αυξάνει την απόδοση μιας καλλιέργειας αλλά και την WUE (Colaizzi *et al*., 2005, Kamilov *et al*., 2003). Οι διεθνείς προδιαγραφές που αφορούν στην άρδευση των φυτοδωμάτων, όπως το Γερμανικό F.L.L. (2002), αναφέρονται σε κλιματικές καταστάσεις που επικρατούν στις βορειότερες χώρες. Ως εκ τούτου, πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν πως όταν τα φυτοδώματα βρίσκονται σε ξηροθερμικές περιοχές, θα πρέπει να εφαρμόζονται προγράμματα άρδευσης αναλόγως των συνθηκών, ιδίως κατά τις θερινές περιόδους (Williams *et al*., 2010, Getter & Rowe, 2006). Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται κατά την εγκατάσταση του φυτοδώματος (Thuring *et al*., 2010). Σε περιβάλλοντα που το φαινόμενο της θερμικής αστικής νησίδας είναι ενισχυμένο, η έστω και αραιή άρδευση πιθανόν να μπορεί να συνεισφέρει στη μείωσή του (Dunnett & Kingsbury, 2010). Επομένως στις περιπτώσεις που υπάρχει η δυνατότητα άρδευσης, είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη και η παραπάνω περιβαλλοντική παράμετρος.

Ουσιώδες είναι ότι τα πειράματα της παρούσας Διατριβής, στοχεύουν στη διατήρηση του Μεσογειακού τοπίου, με τον υψηλό ενδημισμό, με τους «αείφυλλους σκληρόφυλλους θάμνους» όπως το *A. halimus* και τα «φρύγανα», όπως τα υπόλοιπα είδη που χρησιμοποιήθηκαν. Το Μεσογειακό τοπίο έχει πληγεί από τις πυρκαγιές, την ερημοποίηση και άλλα καθεστώτα διαταραχών και σήμερα αποτελεί ένα είδος μωσαϊκού από οικοσυστήματα σε διαφορετικό στάδιο εξέλιξης (Sann-Miguel-Ayanz, 2013, Mooney *et al*., 2001), με πιο υποβαθμισμένο από όλα το αστικό τοπίο. Ως εκ τούτου η διερεύνηση της καταλληλότητας αυτοφυών ειδών, ενισχύοντας την επέκταση και βιωσιμότητα του φυσικού τοπίου, έχει προτεραιότητα. Η επιλογή των κατάλληλων φυτικών ειδών για χρήση στα φυτοδώματα απαιτεί χρόνο και επιμονή, εφόσον τα πειραματικά αποτελέσματα δεν είναι πάντοτε επιτυχή (Monterusso *et al*., 2005). Μία

εξίσου σημαντική διαπίστωση είναι ότι ο χώρος των πειραμάτων της Διατριβής αποτέλεσε φυσικό οικοσύστημα για πολλούς ζωντανούς οργανισμούς. Και τα έξι φυτικά είδη που συμμετείχαν σε αυτό, προσέλκυσαν είδη πεταλούδων, λιβελλούλες, μυρμήγκια, είδη σφηκών, αραχνοειδών, σαύρες, βρωμούσες και το σημαντικότερο, εκτός από την γνωστή σε όλους *Apis mellifera*, πολλά είδη άγριων μελισσών και άλλων επικονιαστών (Παράρτημα ΙΙ). Σε έρευνα που έγινε σε εφτά φυτοδώματα στο Σικάγο, εντοπίστηκαν είδη άγριων μελισσών που δεν υπήρχαν πριν στο αστικό περιβάλλον (Ksiazek *et al*., 2014).

Τα φυτοδώματα εκτατικού τύπου, για ξηροθερμικές περιοχές, όπως η Ανατολική Μεσόγειος, ιδίως τώρα με την ενδεχόμενη κλιματική αλλαγή (Nila *et al*., 2019, IPCC, 2007), αποτελούν μια αποδεδειγμένα σημαντική «πράσινη» τεχνολογία, ιδίως αν εφαρμοστούν σε ευρεία κλίμακα στο αστικό περιβάλλον και ενταχθούν σε πράσινα δίκτυα ώστε να έχουν θετική συμβολή στο μικροκλίμα (Getter & Rowe, 2006). Απαιτείται περισσότερη έρευνα και πειραματικά δεδομένα, ώστε να καθοριστούν όσο το δυνατόν περισσότερες παράμετροι που αφορούν στα υποστρώματα και τα φυτικά είδη που μπορούν να επιβιώσουν στις παραπάνω συνθήκες, με ελάχιστη άρδευση.

Τα Μεσογειακά αρωματικά - φαρμακευτικά είδη *Convolvulus cneorum* L.*, Origanum dictamnus* L.*, Sideritis athoa* L.*, Atriplex halimus* L.*, Asteriscus maritimus* L.*,* και *Lomelosia cretica* L.*,* παρουσίασαν ικανοποιητική ανάπτυξη ενώ καλλιεργήθηκαν υπό αραιή άρδευση και σε μη εδαφικό υπόστρωμα (ελαφρύ). Με παρακολούθηση των απαιτήσεων υγρασίας των φυτών κατά την ανθοφορία, αναπροσαρμόζοντας το διάστημα μεταξύ αραιών αρδεύσεων στο *O. dictamnus* κατά τη θερινή περίοδο και στο *A. maritimus* τον Απρίλιο, καθώς και με αντιμετώπιση των εντομολογικών εχθρών του *S. athoa* με οικολογικά σκευάσματα (όπως στο πείραμα του θερμοκηπίου), και τα έξι, αποτελούν φυτικά είδη πολλά υποσχόμενα για χρήση σε εκτατικού τύπου φυτοδώματα.

4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

4.1 Διεθνής Βιβλιογραφία

Ackerman, K., Conard, M., Culligan, P., Plunz, R., Sutto, M. P. & Whittinghill, L. 2014. Sustainable food systems for future cities: The potential of urban agriculture. *The Economic and Social Review*, 45(2): 189-206. https://www.esr.ie/article/view/136/82.

Ahmed, A.F., Yu, H., Yang, X. & Jiang, W. 2014. Deficit irrigation affects growth, yield, vitamin C content, and irrigation water use efficiency of hot pepper grown in soilless culture. *HortScience*, 49(6): 722-728. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.49.6.722.

Aiguo, D. 2013. Increasing drought under global warming in observations and models. *Nature Climate Change,* 3: 52-58. https://www.nature.com/articles/nclimate1633.

Akoumianaki - Ioannidou, A., Podaropoulou L. & Liakopoulos, G. 2017. Assessment of growth of *Mentha pulegium* in a green roof system through the study of PSII photochemical parameters. *Acta Horticulturae,* 1189: 257-262 https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1189.49.

Akoumianaki - Ioannidou, A., Paraskevopoulou – Triantafillou, A. & Tachou, V. 2016. School grounds as a resource of green space to increase child-plant contact. *Urban Forestry & Urban Greening, 20*: 375-386. https://doi.org/10.1016/j. ufug.2016.10.009.

Alcaraz, F. 2017. The arid southeast. In: Loidi, J. (ed.). The vegetation of the Iberian Peninsula. Bilbao: Springer, Cham.

Alcaraz, M. J., Jimenez, M. J., Valverde, S., Sanz, J., Rabanal, R. M. & Villar, A. 1989. Anti-Inflammatory Compounds from Sideritis javalambrensis N-Hexane Extract. *Journal of Natural Products*, 52 (5): 1088-1091. https://doi.org/10.1021/np50065a027.

Alcaraz, M.J. & Hoult, J.R. 1985. Effects of hypolaetin-8-glucoside and related flavonoids on soybean lipoxygenase and snake venom phospholipase A2. *Archives Internationales de Pharmacodynamie et de Therapy*, 278(1): 4-12. https://europepmc.org/article/med/3938206

Alvarez, S., Mendez, P., Díaz, C., Briggs, H. & Fresno, M. 2008. Forage from the Canary Isles (Spain) adapted to arid lands. *Journal of Animal and Veterinary Advances,* 7: 359-363. Διαθέσιμο στο http://docsdrive.com/pdfs/medwelljournals/javaa/2008/359-363.pdf

Alexandri, E. & Jones, P. 2008. Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. *Building and Environment,* 43(4): 480-493. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.10.055.

Aligiannis, N., Kalpoutzakis, E., Chinou, I.B., Mitakou, S., Gikas, E. & Tsarbopoulos, A. 2001. Composition and antimicrobial activity of the essential oils of five taxa of Sideritis from Greece. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 49(2): 811-815. https://doi.org/10.1021/jf001018w.

Appl, R. 2006. Expanding the range of green roof applications through innovative technical solutions. In: Proceedings of the 4th North American Green Roof Conference: Greening Rooftops for Sustainable Communities, Boston, MA, May 2006. https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/20861965.

Ascensao, L. & Pais, M.S. 1998. The Leaf Capitate Trichomes of *Leonotis leonurus* : Histochemistry, Ultrastructure and Secretion. *Annals of Botany*, 81(2): 263-271. https://doi.org/10.1006/anbo.1997.0550.

Ascione, F., Bianco, N., Rossi, F.D., Turni, G. & Vanoli, G.P. 2013. Green roofs in European climates. Are effective solutions for the energy savings in air-conditioning? *Applied Energy*, 104: 845-859. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.11.068.

Azam, G., Grant, C.D., Nuberg, I.K., Murray, R.S. & Misra, R.K. 2012. Establishing woody perennials onhostile soils in arid and semi-arid regions e a review. *Plant and Soil*, 360: 55-76. https://doi.org/10.1007/s11104-012-1215-6.

Azenas, V., Janner, L., Medrano, H. & Gulias, J. 2019. Evaluating the establishment performance of six native perennial Mediterranean species for use in extensive green roofs under water – limiting conditions. Urban Forestry and Urban Greening, 41: 158 – 169. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.04.002.

Baker, N.R. & Rosenqvist, E. 2004. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. *Journal of Experimental Botany*, 55: 1607–1621. https://doi.org/10.1093/jxb/ erh196.

Bartels, A. 2011. Φυτά της Μεσογείου. Εκδόσεις Μαλλιαρής-Παιδεία Α.Ε. σελ.106.

Bates, A.J., Sadler, J.P. & Mackay, R. 2013. Vegetation development over four years on two green roofs in the UK. *Urban Forestry Urban Green*, 12: 98-108. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2012.12.003.

Batra, N.G., Sharma, V. & Kumari, N. 2014. Drought-induced changes in chlorophyll fluorescence, photosynthetic pigments, and thylakoid membrane proteins of *Vigna radiate*. *Journal of Plant Interactions*, 9(1): 712-721. doi: 10.1080/17429145.2014.905801.

Becker, S. Effler, A., Herr, J. and Hoag, N. (2003). Aiken green roof: an exploration of options for a roof retrofit proposed for the Aiken building at The University of

Vermont. George D. Aiken Center Roof Retrofit Options. doi: https://www.uvm.edu/sites/default/files/2017GORGreenRoofNewsLtrRevised.pdf.

Ben Hassine, A., Ghanem, M.E., Bouzid, S. & Lutts, S. 2009. Abscisic acid has contrasting effects on salt excretion and polyamine concentrations of an inland and a coastal population of the Mediterranean xero-halophyte species *Atriplex halimus. Annals of Botany,* 104(5): 925-936. https://doi.org/10.1093/aob/mcp174.

Benvenuti, S. 2014. Wildflower green roofs for urban landscaping, ecological sustainability and biodiversity. *Landscape and Urban Planning,* 124: 151-161. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.004.

Benvenuti, S. & Bacci, D. 2010. Initial agronomic performances of Mediterranean xerophytes in simulated dry green roofs. *Urban Ecosystems, 13*: 349-363. https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-010-0124-9.

Berardi, U. & GHaffarianHoseini, A. 2014. State-of-the-art analysis of the environmental benefits of green roofs. *Applied Energy, 115*: 411-428. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.10.047.

Berendes, J. 1902. Des Pedanios Dioskourides aus Anazarbos ArzeinmitteIIhre in funf Buchern available at: Verlag von Enke, Stuttgart 284 – 285. https://publikationsserver.tu-braunschweig.de/receive/dbbs_mods_00000876.

Berge, B. 2000. Ecology of Building Materials. Architectural Press, Oxford. https://www.buildinggreen.com/newsbrief/ecology-building-materials.

Bianchini, F. & Hewage, K. 2012. How ‘‘green’’ are the green roofs? Lifecycle analysis of green roof materials. *Building and Environment, 48*: 57-65. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.08.019.

Blake, G.R. & K.H. Hartge. 1986. Bulk density, p. 363-376. In: A. Klute (ed.). Methods of Soil Analysis: Part 1-Physical and Mineralogical Methods. SSSA, Madison, WI, USA.

Blamey, M. & Grey-Wilson, C. 1988. Wild Flowers of the Mediterranean. London: Domino Books.

Blanusa, T., M. Madalena Vaz Monteiro, F. Fantozzi, E. Vysini, Y. Li. & Cameron, R.W.F. 2013. Alternatives to Sedum on green roofs: Can broad leaf perennial plants offer better cooling service? *Building and Environment, 59*: 99-106. https:// doi.org/ 10.1 016/j.bui ldenv.2012.08.011.

Bolla, A., Koukourikou - Petridou M., Voyiatzis, D. & Chimonidou, D. 2009. Physiological responses associated to substrate water availability of Rosa “Eurored” plants grown in

soilless greenhouse conditions. *Scientia Horticulturae, 121*(1): 80-83. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.12.016.

Bousselot, J.M., Klett, J.E. & Koski, R.D. 2011. Moisture content of extensive green roof substrate and growth response of 15 temperate plant species during dry down. *HortScience, 46*(3): 518 – 522. http:// hortsci. ashspublications. org/content/46/3/518.short.

Borland, A.M., Dodd, A.N., 2002. Carbohydrate partitioning in crassulacean acidmetabolism plants: reconciling potential conflicts of interest. *Funct. Plant Biol. 29*, 707–716. http:// 10.1071/PP01221.

Bosabalidis, A.M. 2002. Structural features of Origanum. In: Kintzios S. (ed.) Oregano: The genera Origanum and Lippia. London: CRC Press. http:// https://books.google.gr/books?id=8dOBz66SxwEC&pg=PA11&lpg.

Bower, C.A. & Wilcox, L.V. 1965. Soluble salts, p. 933–951. In: C.A. Black (ed.). Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and microbiological properties. ASA, SSSA, Madison, WI.

Bowler, D.E., Buyung-Ali, L., Knight, T.M. & Pullin, A.S. 2010. Urban greening to cool towns and cities: a systematic review of the empirical evidence. *Landscape and Urban Planning,* 97: 147-155. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.006.

Bremner, J.M. & Mulvaney, C.S. 1982. Total nitrogen. In: Page, A.L., Miller, R.H. & Keeney, D.R. (eds.). Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties. ASA, SSSA, Madison, WI, USA, p. 595-615.

Brenneisen, S. 2006. Space for urban wildlife: designing green roofs as habitats in Switzerland. *Urban Habitats*, 4: 27–36. http://www.urbanhabitats. org/v04n01/wildlife_full.html.

Brickell, C., 1999a. The Royal Horticultural Society. A-Z Encyclopedia of Garden Plants. London, Moscow, New York, Stuttgrat: Dorling Kindersley, p. 597.

Brickell, C., 1999b. The Royal Horticultural Society. New Encyclopedia of Plants and Flowers. London, Moscow, New York, Sydney. Dorling Kindersley, p.940.

Brock, B. & Foeken, D. 2006. Urban horticulture for a better environment: A case study of Cotonou, Benin. *Habitat International,* 30(30): 558-578. https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2005.02.001.

Brownlie, S. 1990. Roof gardens; a review. Urban wildlife now, 7, Nature conservancy Council, Peterborough.

Butler, C. & Orians, C.M. 2011. Sedum cools soil and can improve neighbouring plant performance during water deficit on a green roof. *Ecological Engineering*, 37: 1796-1803. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2011.06.025.

Cakmak, I. 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science,* 168: 521-530. https://doi.org/10.1002/jpln.200420485.

Cabral, I., Keim, J., Engelmann, R., Kraemer, R., Siebert, J. & Bonn, A. 2017. Ecosystem services of allotment and community gardens: A Leipzig, Germany case study. *Urban Forestry & Urban Greening, 23*: 44 – 53. https://doi.org/10.1016/ j.ufug.2017.02.008.

Cameron, R.W.F., Blanusa, T., Taylor, J.E., Salisbury, A., Halstead, A.J., Henricot, B. & Thompson, K. 2012. *Urban Forestry and Urban Greening,* 11(2): 129-137. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2012.01.002.

Cassaniti, C., Romano, D. & Flowers T.J. 2012. The response of ornamental plants to saline irrigation water, irrigation - water management, pollution and alternative strategies. In: Dr Iker Garcia-Garizabal (ed.), ISBN: 978-953-51-0421-6, InTech. http://www.intechopen.com/books/irrigation-water-management-pollution-and-.

Castleton, H.F., Stovin, V., Beck, S.B.M. & Davison, J.B. 2010. Green roofs; building energy savings and the potential for retrofit. *Energy and Buildings, 42*: 1582-1591. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.05.004.

Charami, M.T., Lazari, D., Karioti, A., Skaltsa H., Adjipavlou-Litina, D. & Souleles, C. 2008. Antioxidant and antiinflammatory activities of *Sideritis perfoliata* subsp. *perfoliata* (Lamiaceae). *Phytotherapy research, 22*(4): 450-454. https://doi.org/10.1002/ptr.2333.

Chaves, M.M., Maroco, J. & Pereira, J.S. 2003. Understanding plant responses to drought-from genes to the whole plant. *Functional Plant Biology, 30*: 239-264.

Chen, C.F. 2013. Performance evaluation and development strategies for green roofs in Taiwan: a review. *Ecological Engineering, 52*: 51–58. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.12.083.

Cheney, C. 2005. New York city: Greening Gothan rooftops. Green Roofs: Ecological Design and Construction. Schiffer Books, Atglen p. 130-135.

Chow, M.F., Bakar, M.F.A. &Arenanda, V. 2019. Influence of native plant species on substrate moisture content behavior within extensive green roof system. AIP Conference Proceedings, Volume 2129, Article number 0200205th International Conference on Green Design and Manufacture 2019, Jawa Barat; Indonesia, 29 - 30 April 2019, Code 150210. https://doi.org/10.1063/1.5118028.

Clark, C., Adriaens, P. & Talbot, F.B. 2008. Green Roof Valuation: A Probabilistic Economic Analysis of Environmental Benefits. *Environmental Science & Technology, 42* (6): 2155-2161. https://doi.org/10.1021/es0706652.

Coffman, R.R. & Davis, G. 2005. Insect and avian fauna presence on the Ford assembly plant ecoroof.. Paper presented at the Third Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference, Awards and Trade Show; 4-6 May 2005, Washington, DC. https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/20861930.

Colaizzi, P.D., Evett, S.R. & Howell, T.A. 2005. Cotton production with SDI, LERA, and spray irrigation in a thermally limited climate, Conf. Proc. Emerging Irrigation Technology pp. 15 – 30, The Irrigation Association, Phoenix, Arizona, November 6–8. https://digitalcommons.unl.edu/usdaarsfacpub/1823/.

Colla, S.R., Willis, E. & Packer, L. 2009. Can green roofs provide habitat for urban bees (Hymenoptera: Apidae)? *Cities and the Environment,* 2(1): Article 4. http://digitalcommons.lmu.edu/cate/vol2/iss1/4.

Compost Council 1996. Field Guide to compost use.

Coma, J., Pérez, G., Solé, C., Castell, A. & Cabeza, L.F. 2016. Thermal assessment of extensive green roofs as passive tool for energy savings in buildings. *Renewable Energy*, 85, 1106 – 1115. https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.07.074.

Connelly, M. & Hodgson, M. 2011. Laboratory experimental investigation of the acoustical characteristics of vegetated roofs. *Journal of the Acoustical Society of America, 129*: 2393. https://doi.org/10.1121/1.3587778.

Connelly, M. & Hodgson, M. 2008. Sound transmission loss of extensive green roofs- field test results. *Canadian Acoustics, 36*(3): 74-75. https://jcaa.caa-aca.ca/index.php/jcaa/article/view/2044.

Cook-Patton, S.C. & Bauerle, T.L. 2012. Potential benefits of plant diversity on vegetated roofs: a literature review. *Journal of Environmental Management, 106*: 85-92. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.04.003.

Correal, E. 1993. Grazing use of fodder shrub plantations. In: Papanastasis, V. (Ed.), Fodder Trees and Shrubs in the Mediterranean Production System: AGRIMED Research Programme V. European Union, Brussels, p. 99-117.

Correia, B., Pinto Marijuanb, B., Nevesd, L., Brossac, R., et al. 2013. Water stress and recovery in the performance of two *Eucalyptus globulus* clones: physiological and biochemical profiles. *Physiologia Plantarum, 150*: 580-592. https://doi.org/10.1111/ppl.12110.

Coutts, A., Daly, E., Beringer, J. & Tapper, N.J. 2013. Assessing practical measures to reduce urban heat: Green and cool roofs. *Building and Environment, 70*: 266-276. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.08.021.

Currie, B. & Bass, B. 2010. Using green roofs to enhance biodiversity in the city of Toronto. Discussion paper for Toronto city Planning. https:// www.scribd.com/doc/306597945/ Using-Green-Roofs-to-Enhance-Biodiversity-in-the-City-of-Toronto-2010.

Currie, B.A. & Bass, A.C. 2008. Estimates of air pollution mitigation with green plants and green roofs using the UFORE model. *Urban Ecosystems, 11*: 409-422. https://doi.org/10.1007/s11252-008-0054-y.

Dai, A. 2013. Increasing drought under global warming in observations and models. *Nature Climate Change, 3*: 52-58. https://doi:10.1038/nclimate1633.

Debez, A., Chaibi, W. & Bouzid, S. 2001. Effect of NaCl and growth regulators on germination of *Atriplex halimus* L. *Cah. Agric. 10*, 135e138. http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=FR2001002573.

De Simone, L., Margarucci, V. & De Feo, V. 2008. Tropane alkaloids: An overview. *Pharmacologyonline, 1*: 70-89. http://pharmacologyonline.silae.it/ files/newsletter/2008/vol1/12.DeSimone.pdf.

Dewey, D., Johnson, P. & Kjelggren, R. 2004. Species composition changes in a rooftop grass and wildflower meadow. *Native plants, 5*: 56-65. doi: 10.2979/NPJ.2004.5.1.56.

Diaz, R.M., Garcia-Granados, A., Moreno, E., Parra, A., Quevedo-Sarmiento, J., Saenz de Buruaga, A. & Saenz de Buruaga, J.M. 1988. Studies on the relationship of structure to antimicrobial properties of diterpenoid compounds from *Sideritis. Planta Medica, 54*(4): 301-304. doi: 10.1055/s-2006-962439.

Dunnett, N. P. & Kingsbury, N. 2008. Planting Green Roofs and Living Walls. 2nd ed. Timber Press, Portland, Oregon.

Dunnett, N. & Kingsbury, N. 2004. Planting green roofs and living walls. Timber Press, Inc., Portland, Ore.

Dunnet, N. & Kingsbury, N. 2003. Up on the roof. *Landscape Design, 321*: 35-38.

Dunnett, N. & Nagase, A. 2010. The relationship between percentage of organic matter in substrate and plant growth in extensive green roofs. *Landscape and Urban Planning, 103*(2): 230-236. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.07.012.

Dunnett, N. & Nolan, A. 2004. The effect of substrate depth and supplementary watering on the growth of nine herbaceousperennials in a semi-extensive green roof. *Acta Horticulturae, 643*: 305-309. doi:10.17660/ActaHortic.2004.643.40

Durhman, A.K., Rowe, D.B. & Rugh, C.L. 2007. Effect of substrate depth on initial coverage,and survival of 25 succulent green roof plant taxa. *HortScience, 42*: 588-595. http://hortsci.ashspublications.org/content/42/3/588.short.

Dvorak, B. & Volder, A. 2010. Green roof vegetation for North American ecoregions: A literature review. *Landscape and Urban Planning, 96*(4): 197-213. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.04.009.

Economakis, C.D., Karioti, A., Skaltsa, H. & Perdetzoglou, D. 2005. Effect of Solution Conductivity on the Volatile Constituents of *Origanum dictamnus* L. in Nutrient Film Culture. *J. Agric. Food Chem.,* 2005, *53* (5), pp 1656–1660. https://doi 10.1021/jf040365t.

Economakis, C.D. 1993. Effect of potassium on growth and yield of Origanum dictamnus L. in solution culture. *Acta Horticulturae, 331*: 339-344. doi:10.17660/ActaHortic.1993.331.46.

Egilla, J.N., Davies, F.T. & Drew, M.C. 2001. Effect of potassium on drought resistance of *Hibiscus rosa-sinensis* cv. Leprechaun: Plant growth, leaf macro- and micronutrient content and root longevity. *Plant and Soil, 229*: 213-224. doi: https://doi.org/10.1023/A:1004883032383.

Eksi, M. & Rowe, D.B. 2019. Effect of substrate depth and type on plant growth for extensive green roofs in a Mediterranean climate. *Journal of Green Building, 14*(2): 29 – 44. https://doi.org/10.3992/1943-4618.14.2.29.

English Natural Research Reports, 2003. Green roofs: their existing status and potential for conserving biodiversity in urban areas. Report Number 498, EcoScenes Ltd.

European Commission, 2007. Integrated Environmental Management. Guidance in relation to the thematic strategy on the urban environment. Technical report 2007-013. European Commission. http://ec.europa.eu/environment/urban/home_en.htm.

Ezzat, M.,I., Ezzat, S. M., El Deeb, K.S., El Fishawy, A. M. & El-Toumy, S. A. 2016. A new acylated flavonol from the aerial parts of *Asteriscus maritimus* (L.) Less (Asteraceae). *Natural Product Research, 30*(15): 1753-1761. https://doi.org/10.1080 14786419.2016.1138298.

FAO, 2002. Deficit Irrigation Practices, Water reports, Paper No 22, Summary, Rome. http://www.fao.org/3/y3655e/y3655e00.htm.

FAO, 1998. Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage, Paper No 24, Rome.

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. & Basra, S.M.A. 2009. Plant drought stress: Effects, mechanisms and Management. *Sustainable Agriculture*, 153-188. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00886451/document.

Fassman, E. & Simcock, A. 2012. Moisture measurements as performance criteria for extensive living roof substrates. *Environmental Engineering, 138*(8): 841-851. https://doi.org/10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0000532.

Fassman, E.A., Simcock, R. & Voyde, E. 2010. Extensive green (living) roofs for stormwater mitigation: Part 1 design and construction. Prepared by Auckland UniServices for Auckland Regional Council. Auckland Regional Council Technical Report 2010/017.

Fernández, M. D. , Hueso, J. J. & Cuevas, J. 2009. Water stress integral for successful modification of flowering dates in 'Algerie' loquat. Fernández, M.D., Hueso, J.J. & Cuevas, *Irrigation Science, 28*: 127. https://doi.org/10.1007/s00271-009-0165-0.

Ferrándiz, M.L., Nair, A.G. & Alcaraz, M.J. 1990. Inhibition of sheep platelet arachidonate metabolism by flavonoids from Spanish and Indian medicinal herbs. *Die Pharmazie*, *45*(3): 206-208. https://www.ncbi.nlm.nih.gov.

Ferris, J., Norman, C. & Sempik, J. 2001. People, land and sustainability: Community gardens and the social dimension of sustainable developement. *Social Policy & Administration*, *35*(5): 559-568. https://doi.org/10.1111/1467-9515.t01-1-00253.

Field, C.B., Campbell, J.E. & Lobell, D.B. 2007. Biomass energy: the scale of the potential resource. Trends Ecol. Evol., *23*: 65-72.

Figueiredo, A. C., Barroso, J.G., Pedro, L.G. & Scheffer, J. C. 2008. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. *Flavour and Fragrance Journal*, *23*(4): 213-226. https://doi.org/10.1002/ffj.1875.

Fineran, B.A., Condon, J.M. & Ingerfeld, M. 1988. An impregnated suberized wall layer in laticifers of the Convolvulaceae, and its resemblance to that in walls of oil cells. *Protoplasma*, *147*(1): 42–54. https://doi.org/10.1007/BF01403876.

Fioretti, R., Palla, A., Lanza, L. G. & Principi, P. 2010. Green roof energy and water related performance in the Mediterranean climate. *Building and Environment, 45*: 1890-1904. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.03.001.

Flexas, J., Barón, M., Bota, J., et al. 2009. Photosynthesis limitations during water stress acclimation and recovery in the drought-adapted *Vitis* hybrid Richter-110 (*V. berlandieri*×*V. rupestris*). *Journal of Experimental Botany, 60*: 2361-2377. https://doi.org/10.1093/jxb/erp069.

Flexas, J. & Medrano, H. 2002. Drought-inhibition of photosynthesis in C_3 plants: stomatal and non-stomatal limitation revisited. *Annals of Botany, 89*: 183-189. Διαθέσιμο στο https://doi.org/10.1093/aob/mcf027.

F.L.L. 2010. Guideline for the planning, execution and upkeep of green-roof sites (English ed.). Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau.

F.L.L. 1995. Guidelines for the planning, execution and upkeep of green-roofs sites with methods to be employed when investigating vegetation substrates and aggregate- type drainage materials used at roof- greening sites and procedure for investigating resistance to roof penetration at green roof sites. Forschungsgesellschaft landschaftsentwicklung e.V., The Landscaping and Landscape Development Research Society.

Fokialakis, N., Kalpoutzakis, E. & Tekwani, B. L. 2006. Evaluation of the antimalarial and antileishmanial activity of plants from the Greek island of Crete. *Journal of Natural Medicines, 61*(1): 38. https://doi.org/10.1007/s11418-006-0013-y.

Franclet, A. & Le Houérou, H.N. 1971. Les Atriplex en Tunisie et en Afrique du Nord. Food and Agriculture Organization, Rome.

Franceschi, V. R. & Horner, H.T. 1980. Calcium oxalate crystals in plants. *The Botanical Review, 46*: 360 – 427. https://doi.org/10.1007/BF02860532.

Galle, A., Florez-Sarasa, I., Aououad, H. & Flexas, J. 2011. The Mediterranean evergreen *Quercus ilex* and the semi-deciduous *Cistus albidus* differ in their leaf gas exchange regulation and acclimation to repeated drought and re-watering cycles, *Journal of Experimental Botany, 62*: 5207-5216. https://doi.org/10.1007/s11418-006-0013-y.

Galle, A., Florez-Sarasa, I., Tomas, M., Pou, A., Medrano, H., Ribas-Carbo, M. & Flexas, J. 2009. The role of mesophyll conductance during water stress and recovery in tobacco (*Nicotiana sylvestris*): acclimation or limitation? *Journal of Experimental Botany, 60*: 2379-2390. https://doi.org/10.1093/jxb/erp071.

Galmés, J., Medrano, H. & Flexas, J. 2007. Photosynthetic limitations in response to water stress and recovery in Mediterranean plants with different growth forms *New Phytologist, 175*: 81-93. https://doi.org/10.1093/jxb/erp071.

Geerts, S. & Raes, D. 2009. Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. Agricultural Water Management, 96(9): 1275 – 1284. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.04.009.

Gergis, V., Spiliotis, V. & Poulos, C. 1990. Antimicrobial activity of essential oils from Greek *Sideritis* species. *Pharmazie, 45*(1): 70. https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19910304656.

Getter, K., Rowe, B., Andresen, A. & Wichman, S. 2011. Seasonal heat flux properties of an extensive green roof in a Midwestern U.S. climate. *Energy and Buildings, 43*: 3548-3557. Διαθέσιμο στο https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.09.018

Getter, K.L., Rowe, D.B., Robertson, G.P., Cregg, B.M. & Andersen, J.A. 2009. Carbon sequestration potential of extensive green roofs. *Environmental Science & Technology, 43*: 7564-7570. doi:10.1021/es901539x.

Getter, K. & Rowe, B. 2006. The role of extensive roofs in sustainable development. *Hortsciensce, 41*(5): 1276-1285. http://hortsci.ashspublications. org/content/41/5/1276.short.

Gildemeister, H. 2004. Mediterranean gardening: A waterwise approach. Thames and Hudson, 2004. Editorial Moll, 1995.

Gill, S., Handley, J., Ennos, R. & Pauleit, S. 2007. Adapting cities for climate change: the role of the green infrastructure. *Built Environment, 30*: 97-115. https://doi.org/10.2148/benv.33.1.115.

Go1iaris, A. & Roupakias, D. 1998. Technological characteristics of selected high yielding interspecific hybrid plants of the greek mountain tea (*Sideritis* ssp. L.). *Medicinal Plant Report, 5*: 16-23.

González-Burgos, E., Carretero, M.E. & Gómez-Serranillos, M.P. 2011. *Sideritis* spp.: Uses, chemical composition and pharmacological activities—A review. *Journal of Ethnopharmacology, 135*(2): 209-225. https://doi.org/10.1016/j.jep. 2011.03.014.

Gorodecki, B. & Hadar, Y. 1990. Suppresion of Rhizoctonia solani and Sclerotium rolfsii in container media containing composted separated cattle manure and composted grape marc. *Crop protection, 9*:271-274. https://doi.org/10.1016/0261-2194(90)90104-F.

Grant, G. 2012. Ecosystem services come to town: greening cities by working with nature. U.K. John Wiley and Sons, Ltd, Oxford.

Guler, H.G., Olympios, C. & Gerasopoulos, D. 1995. The effect of the substrate on the fruit quality of hydroponically grown melons. (Cucumis melo L.). *Acta Horticulturae, 379*: 261-265. doi:10.17660/ActaHortic.1995.379.32.

Gunther, T.R. 1968. The Greek herbal of Dioscorides. Dictamnon, *Origanum dictamnus*, Dittany, Figure fictitious, 271-272, Hafner Publising Company, London and New York.

Hallahan, D.L. 2000. Monoterpenoid biosynthesis in glandular trichomes of labiate plants. *Advances in Botanical Research, 31*: 77-120. https://doi.org/10 .1016/S0065-2296(00)31007-2.

Hartman, G. 1977. A pediatrician's advice to parents on poisonous garden plants. *Horticulture, 55*(8): 18–25.

Hynes, H.P. & Howe, G. 2004. Urban horticulture in the contemporary United States: Personal and community benefits. *Acta Horticulturae, 643*: 171-181. 10.17660/ActaHortic.2004.643.21.

Hornikx, M. & Forssén, J. 2007. The 2.5-dimensional equivalent sources method for directly exposed and shielded urban canyons. *Journal of Acoustical Society of America, 122*: 2532-2541. https://doi.org/10.1121/1.2783197.

Howell, T.A., Evett, S.R., Tolk, J.A. & Schneider, A.D. 2004. Evaportranspirationof full-, deficit-irrigated and dryland cotton on the Nothern Texas High Plains. *J. Irrig. Drainage Eng. (ASCE):130*, 277 – 285. https://naldc.nal.usda.gov/download/2682/PDF.

Hunter, R.F., Cleland, C., Cleary, A., Droomers, M., Wheeler, B.W., Sinnett, D., Nieuwenhuijsen, M.J. & Braubach, M. 2019. Environmental health, wellbeing, social and equity effects of urban green space interventions: a meta-narrative evidence synthensis. Environmental International, article number 104923. https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.104923.

Ilarslan, H., Palmer, R.G. & Horner, H.T. 2001. Calcium oxalate crystals in developing seeds of soybean. *Annals of Botany, 88*: 243-257. https://doi.org/10 .1006/anbo.2001.1453.

Irish, M. 2006. Perennials for the Southwest: Plants That Flourish in Arid Gardens. *United States: Timber Press. p. 314.* ISBN 978-0-88192-761-0. ISBN 0-88192-761-9.

I.P.C.C., 2007. Climate change: 2007 synthesis report (Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change). Geneva - IPCC.

Inbar, Y., Chen, Y. & Hadar, Y. 1986. The use of composted separated cattle manure and grape marc as peat substitute in horticulture. Symposium on Nutrition, Growing Techniques and Plant Substrates. *Acta Horticulturae, 178*: 147-154. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1986.178.19.

Jaffal, I., Ouldboukhitine, S. & Belarbi, R. 2012. A comprehensive study of the impact of green roofs on building Energy performance. *Renewable Energy,* 43: 157-164. https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.12.004.

Jim, C.Y. 2012. Effect of vegetation biomass structure on thermal performance of tropical green roof. *Landscape and Ecological Engineering,* 8: 173–187. https://doi.org/10.1007/s11355-011-0161-4.

Johnson, J. & Newton, J. 1993. Building Green: A Guide to Using Plants on Roofs, Walls and Pavements. London: London Ecology Unit.

Jusselme, M.D., Pruvost, C., Motard, E., Giusti-Miller, S., Frechault, S., Alphonse, V., Balland-Bolou-Bi, B., Dajoz, I. & Mora, P. 2019. Increasing the ability of a green roof to provide ecosystem services by adding organic matter and earthworms. *Applied Soil Ecology, 143*: 61– 69. https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.05.028.

Kamilov, B.N., Imbragimov, N., Esambekov, Y., Evett, S.R. & Heng, L.K. 2003. Drip irrigated cotton, irrigation scheduling study by use of soil moisture neutron probe. *Inernational Water and Irrigation, 1*: 38 – 41. https://www2.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-.

Kang, J. & Zhang, M. 2010. Semantic differential analysis of the soundscape in urban open public spaces. *Building and Environment, 45*: 150-157. https://doi. org/10.1016/j.buildenv.2009.05.014.

Kang, J., Huang, H. & Sorrill, J. 2009. Experimental study of the sound insulation of extensive green roofs. In: Proceedings of the 38th international congress on noise control engineering (Internoise), Ottawa, Canada.

Kaplan, S., Talbot, J. F. & Kaplan, R. 1988. Coping with daily hassles : The impact of the nearby natural environment. Project report. USDA forest service, North Central Forest Experiment Station, Urban Forestry Unit Cooperative. Agreement 23-85-08.

Karabourniotis, G. & Fasseas, K. 1996. The dense indumentum with its polyphenol content may replace the protective role of the epidermis in some young xeromorphic leaves. *Canadian Journal of Botany, 74*(3): 347-351. https://doi.org/10.1139/b96-043.

Kargas, G., Ntoulas, N. & Nektarios, P.A. 2013. Soil texture and salinity effects on calibration of TDR300 dielectric moisture sensor. *Soil Research 51*(4) 330-340 https://doi.org/10.1071/SR13009.

Karla, P.Y. 1998. Handbook of reference methods for plant analysis. CRC press.

Katsiotis, S. & Oikonomou, G.N. 1986. Vergleichende Untersuchung verschiedener wildwachsender und in Kreta angebauter Muster von *Origanum dictamnus* L. *Science of Pharmacy,* 54: 49-52.

Khattab, I.M.A. 2007. Studies on Halophytic Forages as Sheep Fodder Under Arid and Semi Arid Conditions in Egypt. Alexandria University. Ph.D. thesis. https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38830859/2007._Khattab_phD.pdf

Kim, J., Hong, T. & Koo, C.W. 2012. Economic and environmental evaluation model for selecting the optimum design of green roof systems in elementary schools. *Environmental Science & Technology*, 46(15): 8475-8483. doi:10.1021/es2043855.

Klute, A. 1986. Methods of soil analysis: Part 1, Rev. Physical and Mineralogical Methods. ASA, Monogr. 9.

Koher, M. & Keeley. M. 2005. Berlin: Green roof technology and development. In EarthPledge. Green roofs: Ecological design and construction. Schiffer Books, Atglen, Pa., pp.108-112.

Kokkinou, I., Ntoulas, N., Nektarios, P.A. & Varela, D. 2016. Response of native aromatic and medicinal plant species to water stress on adaptive green roof systems. *HortScience, 51*(5): 608-614. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.51.5.608.

Kondo, M.C., Fluehr, J.M., McKeon, T. & Branas, C.C. 2018. Urban green space and its impact on human health. *Int. J. Environ. Res. Public Health, 15*(3), 445. https://doi.org/10.3390/ijerph15030445.

Kotsiris, G., Nektarios, P.A. & Paraskevopoulou, A.T. 2012. *Lavandula angustifolia* growth and physiology is affected by substrate type and depth when grown under Mediterranean semi-intensive green roof conditions. *HortScience, 47*: 311-317. http://hortsci.ashspublications.org/content/47/2/311.short.

Ksiazek, K., Tonietto, R. & Ascher, J. S. 2014. Ten Bee Species New to Green Roofs in the Chicago Area. *The Great Lakes Entomologist, 47* (1): article 13. https://scholar.valpo.edu/tgle/vol47/iss1/13.

Lanham, J.K. 2007. Thermal performance of green roofs in cold climates. MasterThesis. Queen's University. Διαθέσιμο στο https:// www.collectionscanada.gc.ca/obj /s4/f2/dsk3/OKQ/TC-OKQ-704.pdf.

Lee, K.E., Williams, K.J.H., Sargent, L.D., Williams, N.S.G. & Johnson, K.A. 2015. 40 second green roof views sustain attention: The role of micro-breaks in attention restoration. *Journal of Environmental Psychology, 42*: 182-189. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2015.04.003.

Lee, K.E., K.J.H. Williams, L.D. Sargent, C. Farrell, and N.S. Williams. 2014. Living roof preference is influenced by plant characteristics and diversity. *Landscape and Urban Planning*, *122*:152–159. https:// doi.org/10.1016/j.landurbplan.2 013.09.011.

Le Houérou, H.H. 1992. The role of saltbushes (*Atriplex* spp.) in arid land rehabili-tation in the Mediterranean Basin: a review. *Agroforestry Systems, 18*: 107-148. https://doi.org/10.1007/BF00115408.

Li, J., Wai, O.H.W., Li, Y.S., Zhan, J., Ho, Y.A., Li, J. & Lamm, E. 2010. Effect of green roof on ambient CO_2 concentration. *Building and Environment, 45*: 2644-2651. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132310001745.

Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology, 148*: 350-1000. https://doi.org/10.1016/0076-6879(87)48036-1.

Liolios, C.C., Gortzi, O., Lalas, S., Tsaknis, J. & Chinou, I. 2009. "Liposomal incorporation of carvacrol and thymol isolated from the essential oil of *Origanum dictamnus* L. and in vitro antimicrobial activity". *Food Chemistry, 112*(1): 77-83. https://www. Sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814608005980.

Liu, K. & Baskaran, A. 2005. Using garden roof systems to achieve sustainable building envelopes, vol. 65. Construction Technology Update, National Research Council Canada, p. 1-6. http:/ /citeseerx.ist.p su.edu/viewdoc/downloa d?doi=10.1.1.490 .2458& rep=rep1&type=pdf.

Liu, K., 2003. Engineering performance on rooftop gardens through field evaluation. *Journal of Roof Consultants Institute, 22*(2): 4-12.

Loder, A. 2014. There's a meadow outside my workplace: A phenomenological exploration of aesthetics and green roofs in Chicago and Torondo. *Landscape and Urban Planning, 126*: 94-106. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.008.

Lundholm, J.T. & Peck, S.W. 2008. Frontiers of green roof ecology. *Urban Ecosystems, 11*: 335-337. https://doi.org/10.1007/s11252-008-0070-y.

Mackey, C.W. Lee, X. & Smith, R.B. 2012. Remotely sensing the cooling effects of city scale efforts to reduce urban heat island. *Building and Environment, 49*: 348-358. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.08.004.

MacIvor, J.S., Margolis, L., Punche,r C.L. & Matthews, B.J.C. 2013. Decoupling factors affecting plant diversity and cover on extensive green roofs. *Journal of Environmental Management, 130*: 297-305. https://doi.org/10.1016/j.jenvman. 2013.09.014.

Maclvor, J.S. & Lundholmb, J. 2011. Performance evaluation of native plants suited to extensive green roof conditions in a maritime climate. *Ecological Engineering, 37*: 407-417. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2010.10.004.

Maloupa, E., Abou Hadid, A., Prasad, M. & Kavafakis, C.H. 2001. Response of cucumber and tomato plants to different substrates mixtures of pumicein substrate culture. *Acta Horticulturae, 559*: 593-600. https://doi. org/10.17660/ActaHortic .2001. 559.87.

Mandelbaum, R., Gorodecki, B. & Hadar, Y. 1985. The use of composts for production of disease suppressive container media. *Phytoparasitica, 13*: 158.

Martinetti, L., Tosca, A., Spoleto, P., Valagussa, M. & Gatt, A. 2018. Evaluation of water stress tolerance of some species suitable for extensive green roofs. *Acta Horticulturae, 1215*: 113 – 116. https://doi. org/10.17660/ActaHortic.2018.1215.20.

Massacci, A., Nabiev, S.M., Pietrosanti, L., Nematov, S.K., Chernikova, T.N., Thor, K. & Leipner, J. 2008. Response of the photosynthetic apparatus of cotton (*Gossypium hirsutum*) to the onset of drought stress under field conditions studied by gas-exchange analysis and chlorophyll fluorescence imaging. *Plant Physiology and Biochemistry, 46*(2): 189-195. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2007.10.006.

Maxwell, K., Johnson, G.N. 2000. Chlorophyll fluorescence-a practical guide. *Journal of Experimental Botany, 51*: 659-668. https://doi.org/10.1093/jexbot/51.345.659.

McKendry P. 2002. Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. *Bioresource Technology, 83*: 37-46. https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00118-3.

Med-Checklist 1986. Vol. 3, Dicotyledones (Convolvulaceae-Labiatae) W Greuter, HM Burdet, G Long - Ed. Conserv. Jard. Bot. Ville de Genève.

Medimagh-Saidana, S., Daami-Remadi, M., Abreu, P., Harzallah-Skhiri, F., Ben Jannet H. & Hamza, M.A. 2014. Asterisulphoxide and asterisulphone: two new antibacterial and antifungal metabolites from the Tunisian *Asteriscus maritimus* (L.) Less. *Natural Product Research, 28*(18): 1418-1426. doi:10. 1080/14786419.2 014.903481.

Medrano, H., Escalona, J.M., Bota, J., Gulias, J. & Flexas, J. 2002. Regulation of photosynthesis of C3 plantsin response to progressive drought: Stomatal conductance as a reference papameter. *Annals of Botany, 89*:895-905. https://academic.oup.com/aob/article/89/7/895/150834.

Mendez, C.B., Klenzendorf, J.B., Afshar, B.R., Simmons, M.T., Barrett, M.E., Kinney, K.A. & Kirisits, M.J. 2011. The effect of roofing material on the quality of harvested rainwater. *Water Research, 5*(5): 2049-259. https://doi.org/10.1016/j. watres.2010 .12.015.

Metcalfe, C.R. 1985. Secreted mineral substances In: Anatomy of the dicotyledons- Volume II Wood structure and conclusion of the general introduction. Metcalfe C.R. and Chalk L. (ed), 2nd Edition. Oxford, 82-91.

Mishnah, with Maimonides' Commentary, Tractate *Kilaim* 1:3, Mossad Harav Kook edition, vol. 1, Jerusalem 1963.

Molineux, C.J., Fentiman, C.H. & Gange, A.C. 2009. Characterising alternative recycled waste materials for use as green roof growing media in the U.K. *Ecological Engineering, 35*: 1507-1513. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2009.06. 010.

Monteiro, C.M., Calheiros, C.S.C., Palha, P. & Castro, P.M.L. 2017. Growing substrates for aromatic plant species in green roofs and water runoff quality: Pilot experiments in a Mediterranean climate. *Water Science and Technology, 76*(5): 1081 – 1089. https://doi.org/10.2166/wst.2017.276.

Mooney, H.A. *et al*. 2001. Mediterranean-Climate Ecosystems. In: Chapin F.S., Sala O.E., Huber-Sannwald E. (eds) Global Biodiversity in a Changing Environment. Ecological Studies (Analysis and Synthesis), vol 152. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0157-8_9.

Mooney, H. A., Kalin Arroyo, M., Bond, W.J., Canadell, J., Hobbs, R.J., Lavorel, S. & Neilson, R.P. 1998. Mediterranean – climate ecosystems. In Chapin III, F.S., Sala O.E. and Huber – Saawald, E. Global biodiversity in a changing environment. Scenarios for the 21st century, eds Ecological Studies, vol. 152, Springer, New York, 157-199.

Moore, T.L., Rodak, C.M. &Vogel, J.R. 2017. Urban stormwater characterization, control and treatment. *Water Environment Research, 89*(10): 1876 – 1927. https://doi.org/10.2175/106143017X15023776270692.

Moran, A., Hunt, W. & Smith, J. 2005. Hydrologic and water quality performance from greenroofs in Goldsboro and Raleigh, North Carolina. In Greening Rooftops for Sustainable Communities, Proxeedings of the Third North American Green Roofs Conference, Washington, D.C., May 2005. Toronto: The Cardinal Group.

Mozafar, A. & Goodin, J.R. 1970. Vesiculated hairs: a mechanism for salt tolerance in *Atriplex halimus* L. *Plant Physiology, 45*: 62-65. https://doi. org/10.1104/pp.45.1.62.

Niu, H., Clark, C., Zhou, J. & Adriaens, P. 2010. Scaling of economic benefits from green roof implementation in Washington, DC. *Environmental Science & Technology, 44*(11): 4302-4308. doi:10.1021/es902456x.

Nagase, A. & Dunnett, N. 2012. Amount of water runoff from different vegetation types on extensive green roofs: Effects of plant species, diversity and plant structure. *Landscape and Urban Planning, 104*: 356-363. https://doi.org/10. 1016/j.landurbplan.2011. 11.001.

Nagase, A. & Dunnett, N. 2011. The relationship between percentage of organic matter in substrate and plant growth in extensive green roofs. *Landscape and Urban Planning, 103*(2): 230-236. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.07.012.

Nagase, A. & Dunnett, N. 2010. Drought tolerance in different vegetation types for extensive green roofs: Effects of watering and diversity. *Landscape and Urban Planning, 97*(4): 318-327. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.07.005.

Nektarios, P.A., Ntoulas, N., Nydrioti, E., Kokkinou, I., Bali, E.M. & Amountzias, I. 2015. Drought stress response of Sedum sediforme grown in extensive greenroof systems with different substrate types and depths. *Scientia Horticulturae, 181*: 52–61. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423814005962

Nektarios, P.A., Amountzias, I., Kokkinou, I. & Ntoulas, N. 2011a. Green roof substrate type and depth affect the growth of the native species *Dianthus fruticosus* under reduced irrigation regimens. *HortScience, 46*(8): 1208-1216. http://hortsci. ashspublications.org/content/46/8/1208.abstract.

Nektarios, P.A., Ntoulas, N., McElroy, S., Volterrani, M. & Arbis, G. 2011b. Effect of Olive Mill Compost on Native Soil Characteristics and Tall Fescue Turfgrass Development. *Agronomy Journal*, *103*(5):1524, https://doi.org/10.2134/ agronj2011.0145.

Nektarios, P., Tsiotsiopoulou, P. & Chronopoulos, I. 2004. Comparison of Different Roof Garden Substrates and their Impact on Plant Growth. *Acta Horticulturae*, 643. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.643.41.

Nelson, T.A. 2010. A comparative study of three growing media and four plant groups under extensive green roof conditions in San Luis Obispo, California. Thesis for the degree of master of Science in Agriculture Faculty of California Polytechnic State University San Luis Obispo. https://doi.org/10.15368/theses.2010.129.

Nila, M.U.S., Beierkuhnlein, C., Jaeschke, A., Hoffmann, S. & Hossain, M.L. 2019. Predicting the effectiveness of protected areas of Natura 2000 under climate change. *Ecological Processes*, *8*(1): article number 13. https://doi 10.1186/s13717-019-0168-6.

Ntoulas, N., Nektarios, P.A., Kapsali, T.E., Kaltsidi, M.P., Han, L. & Yin, S. 2015. Determination of the physical, chemical and hydraulic characteristics of locally available materials for formulation extensive green roof substrates. *HortTechnology, 25* (6): 774 – 784. https://journals.ashs.org/search?f_0=author&q_0=Thomais-Evelina+Kapsali.

Ntoulas, N., Nektarios, P.A., Spaneas, K. & Kadoglou, N. 2012. Semi-extensive green roof substrate type and depth effects on *Zoysia matrella 'Zeon"* growth and drought tolerance under different irrigation regimes. *Acta Agriculturae Scandinavica,* Section B-Plant Soil Science, *62*(1). https://www.tandfonline.com/doi/abs/10. 1080/09064710.2012.681391.

Nydrioti, E., Papadopoulou, M. & Nektarios, P.A. 2009. Turfgrass growth and evapotranspiration in intensive green roof systems. *Acta Horticulturae, 881*: 721-724. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.881.118.

Oberlander, H. C., Whitrlaw, E. & Matsuzaki, E. 2002. Introduction Manual for Greening Roofs. Technology Directorate, Public Works and Government Services, Canada.

Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R.R., Doshi, H., Dunnett, N., Gaf- fin, S., Kohler, M., Liu, K.K.Y. & Rowe, B. 2007. Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions, and services. *BioScience, 57*: 823-833. https://doi.org/10.1641/B571005.

Ody, P. 1995. Πλήρης Οδηγός Φαρμακευτικών Βοτάνων. Εκδ. Γιαλλέλη, μετάφραση Δεληπέτρου Π.

Olivieri, F., Di Perna, C., D'Orazio, M., Olivieri, L., & Neila, J. 2013. Experimental measurements and numerical model for the summer performance assessment of extensive green roofs in a mediterranean coastal climate. *Energy and Buildings, 63*: 1-14. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.03.054.

Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. & Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extracting with sodium bicarbonate. USDA Circ. 939. U.S. Gov. Print. Office, Washington D.C. https://books.google.gr/books?hl=en&lr=&id=d-oaM88x5agC&oi=fnd&pg=PA2&dq=Estimation+of+available+phosphorus+in+soils+by+extracting+with+sodium+bicarbonate.+U&ots=zY0nTBhR_G&sig=UQo4-GY1vu26sM2K5UARYKx8dqo&redir_esc=y#v=onepage&q=Estimation%20of%20available%20phosphorus%20in%20soils%20by%20extracting%20with%20sodium%20bicarbonate.%.

Ondono, S., Martinez-Sanchez, J.J. & Moreno, J.L. 2016. The inorganic component of green roof substrates impacts the growth of Mediterranean plant species as well as the C and N sequestration potential. *Ecological Indicators, 61*(2): 739-752. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.10.025.

Orsini, F., Kahane, R., Nono-Womdim, R. & Gianquinto, G. 2013. Urban agriculture in the developing world: a review. *Agronomy for Sustainable Development, 33*(40): 695-720. https://doi.org/10.1007/s13593-013-0143-z.

Osmundson, T. 1999. Roof Gardens: History, Design and Construction. W.W. Norton & Company, New York.

Otal, J., Orengo, J., Quiles, A., Hevia, M.L. & Fuentes, F. 2010. Characterization of edible biomass of *Atriplex halimus* L. and its effect on feed and water intakes, and on blood

mineral profile in non-pregnant Manchega-breed sheep. *Small Ruminant Research, 91*(2-3): 208-214. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.03.016.

Ouici, H., Mehdadi, Z. & Cherifi, K. 2015. Inventory and Analysis of Phytodiversity along an Altitudinal Gradient in the Southern Slope of the **Mount** of Tessala (Western Algeria) *Open Journal of Ecology, 5*: 552-562. http://www.scirp.org/journal/oje http://dx.doi.org/10.4236/oje.2015.511046.

Ouldboukhitine, S.E., Belarbi, R., Jaffal, I. & Trabelsi, A. 2011. Assessment of green roof thermal behavior: a coupled heat and mass transfer model. *Building and Environment, 46*: 2624-2631. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.06.021.

Palazón, J., Moyano, E., Bonfill, M., Cusidó, R.M. & Piñol, M. T. 2006. Tropane Alkaloids in Plants and Genetic Engineering of their Biosynthesis. *Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology,* Volume II,Global Science Books, UK p. 219.

Palla, A., Gnecco, I. & Lanza, L.G. 2009. Unsaturated 2D modelling of subsurface water flow in the coarse-grained porous matrix of a green roof. *Journal of Hydrology, 379*(1-2): 193-204. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.10.008.

Pandza, M. 2002. *New* localities of the species *Convolvulus cneorum* L. (Convolvulacae) in Croatia. *Natura Croatica,* 11(1): 113-118. https://hrcak. srce.hr/11488.

Papafotiou, M., Martini, A.N. and Vlachou, G. (2017). In vitro propagation as a tool to enhance the use of native ornamentals in archaeological sites of Greece. *Acta Horticulturae, 1155*: 301-308 https:// doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1155.43.

Papafotiou, M., Majumder, D.A.N., Martini, A.N. and Bertsouklis, K.F. (2016). Micropropagation of *Atriplex halimus* L. *Acta Horticulturae, 1113,* 207-210. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1113.31.

Papafotiou, M., Pergialioti, N., Tassoula, L., Massas, I. & Kargas, G. 2013. Growth of native aromatic xerophytes in an extensive Mediterranean green roof, as affected by substrate type and depth, and irrigation frequency. *HortScience, 48*(10): 1327-1333. http://hortsci.ashspublications.org/content/48/10/1327.short.

Papafotiou, M., Pergialioti, N., Papanastassatos, E.A., Tassoula, L., Massas, I. & Kargas, G. 2012. Effect of substrate type and depth and the irrigation frequency on growth of semiwoody Mediterranean species in green roofs. *Acta Horticulturae, 990*: 481-486. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.990.62.

Papafotiou, M., Papanastassatos, E.A., Massas, I. & Chatzipavlidis, I. 2011a. Effect of three composts from agroindustrial wastes and inorganic fertilization on nutrition of

Codiaeum variegatum. Proceedings of the Hellenic Society for Horticultural Science, *14*(b): 437-442.

Papafotiou, M., Pergialioti, N., Massas, I. & Chatzipavlidis, I. 2011b. Combined effect of inorganic fertilization and various composts from agroindustrial wastes on *Ficus benjamina* growth. Proceedings of the Hellenic Society for Horticultural Science, *14*(b): 443-448.

Papafotiou, M. & Kalantzis, A. 2009. Seed germination and in vitro propagation of *Sideritis athoa*. *Acta Horticulturae, 813*: 471-476. https://doi.org/10.17660/ ActaHortic.2009.813.62.

Papafotiou, M., Kargas, G. & Lytra, I. 2005. Olive-mill waste compost as a growth medium component for foliage potted plants. *HortScience, 40*: 1746-1750. http://hortsci.ashspublications.org /content/40/6/1746.short.

Papanikolaou, K. & Kokkini, S. 1982. A taxonomic revision of Sideritis L. section Empedoclia Rafin. Bentham Labiatae in Greece. World crops: production utilization description (7): 101-128. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-009-7642-9_8.

Paraskevopoulou, A., Mitsios, I., Fragkakis, I., Nektarios, P., Ntoulas, N., Londra P. & Papafotiou, M. 2015. The Growth of *Arthrocnemum macrostachyum* and *Halimione portulacoides* in an Extensive Green Roof System under Two Watering Regimes. Agriculture and Agricultural Science, *4*: 242 – 249. https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.03.028

Passchier- Vermeer, W. & Passchier, W. F. 2000. Noise exposure and public health. Environ. Health Perspect. *108*(Suppl.1): 123-131.

Peck, S. & Kuhn, M. 2003. Design guidelines for green roofs. Canada Mortgage and Housing Corporation, Ottawa, Ontario. Διαθέσιμο στο http://www.cmhc-schl.gc.ca.

Peck, S.W., Callaghan, C., Kuhn M.E. and Bass, B. 1999. Greenbacks from green roofsQ Forging a new industry in Canada Montpage and Housing Corporation, Ottawa, Canada. http://citeseerx.ist.psu. edu/viewdoc/download?doi =10.1.1.196. 7020&rep=rep1&type=pdf.

Pęczkowski, G., Kowalczyk, T., Szawernoga, K., Orzepowski, W., Żmuda, R. & Pokładek, R. 2018. Hydrological Performance and Runoff Water Quality of Experimental Green Roofs. *Water* 2018, *10*(9), 1185; https://doi.org/10.3390/w10091185.

Peech, M. 1965. Hydrogen-ion activity, p. 914–925. In: C.A. Black (ed.). Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and microbiological properties. ASA, SSSA, Madison, WI.

Perdetzoglou, D., Kofinas, C., Chinou, I., Loukis, A. & Gally, A. 1996. A comparative study of eight taxa of *Lomelosia* RAF. (Dipsacaceae) from Greece, according to their fatty acid and sterol composition and antibacterial activity. *Feddes Repert. 107*(1-2): 37-42. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/fedr.19961070107.

Perez-Martin, A., Michelazzo, C., Torres-Ruiz, J., Flexas, J., Fernández, J.E., Sebastiani, L. & Diaz-Espejo, A. 2014. Regulation of photosynthesis and stomatal and mesophyll conductance under water stress and recovery in olive trees: correlation with gene expression of carbonic anhydrase and aquaporins. *Journal of Experimental Botany, 65* (12):3143-3156. https://doi.org/10.1093/jxb/eru160.

Polunin, O. 1987. Flowers of Greece and the Balkans. A Field Guide. Oxford University Press, Oxford, New York. P.451.

Pope, C.A., Dockery, D. W. & Schwartz, J. 2008. Review of Epidemiological Evidence of Health Effects of Particulate Air Pollution. *Inhalation Toxicology, 7*:1, 1-18. doi:10.3109/08958379509014267.

Porcaro, M., Ruiz de Adana, M., Comino, F., Pena, A., Martin-Consuegra, E. & Vanwalleghem, T. 2019. Long term experimental analysis of thermal performance of extensive green roofs with different substrates in Mediterranean climate. *Energy and Buildings, 197*: 18 – 33. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.05.041.

Posch, S. & Bennett, L.T. 2009. Photosynthesis, photochemistry and antioxidative defence in response to two drought severities and with rewatering in Allocasuarina luehmannii. *Plant Biology, 11*:83-93. https://onlinelibrary.wiley.com/ doi/abs/10.1111/j.1438-8677.2009.00245.x.

Qiu, N. & Lu, C. 2003. Enhanced tolerance of photosynthesis against high temperature damage in salt-adapted halophyte *Atriplex* centralasiatica plants. Plant Cell and Environ., 26: 1137-1145. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10. 1046/j.1365-3040.2003.01038.x.

Rao, M.R., Palada, M.C. & Becker, B.N. 2004. Medicinal and aromatic plants in agroforestry systems. In: Nair P.K.R., Rao M.R., Buck L.E. (eds) New Vistas in Agroforestry, *Advances in Agroforestry, 1*: 107 - 122. Springer, Dordrecht. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-017-2424-1_8.

Ratriyanto, A., Mosenthin, R., Bauer E., & Eklund, M. 2009. Metabolic, osmoregulatory and nutritional functions of betaine in monogastric animals. Asian-Australasian *Journal of Animal Science, 22*: 1461-1476. https://doi.org/10.5713/ajas.2009.80659.

Raus, T. 1988. Vascular plant colonization and vegetation development on sea-born volcanic islands in the Aegean (Greece). In: Miles J., Schmidt W., van der Maarel E. (eds) Temporal and Spatial Patterns of Vegetation Dynamics. Advances in vegetation science, vol 9. Springer, Dordrecht. https:// link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-009-2275-4_15.

Raven, J. A. &Smith, F.A. 1976. Nitrogen assimilation and transport in vascular land plants in relation intracellular Ph regulation. *New Phytologist, 76*: 415 – 431.

Reis, M., Inácio, H., Rosa, A., Caccedilio, J. & Monteiro, A. 2001. Grape marc compost as an alternative growing media for greenhouse tomato. *Acta Horticulturae, 554*: 75-82. https:// doi.org/10.17660/ActaHortic.2001.554.6.

Reynold, W. D. & Elrick, D.E. 2002. Methods of soil Analysis. Part 4- Physical methods. Constant head soil core method, p. 804-808, SSSA Inc.

Rodriguez, M.E., Torrecillas, A., Morales, M.A., Ortuno, M.F. & Sanchez-Blanco, M.J. 2005. Effects of NaCl salinity and water stress on growth and leaf water relations of *Asteriscus maritimus* plants. *Envoronmental and Experimental Botany, 53*: 113-123. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2004.03.005.

Rodriguez, M.E., Diaz, R.M., Granados, G., Sarmiento, J., Moreno, E., Onorato, M.R., Para, A. & Ramos-Cormenzana, A. 1994. Antimicrobial activity of natural and semisynthetic diterpenoids from *Sideritis* spp. *Microbios, 77*(310): 7-13. http://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=4053621.

Rowe, B., Kolp, M.R., Greer, S. & Getter, K.L. 2014. Comparison of irrigation efficiency and plant health of overhead, drip, and sub-irrigation for extensive green roofs. *Ecological Engineering, 64*:306-313. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.12.052.

Rowe, D.B., Getter, K.L. & Durhman, A.K. 2012. Effect of green roof media depth on Crassulacean plant succession over seven years. *Landscape and Urban Planning, 104*: 310-319. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.11.010.

Rowe, B. 2011. Green roofs as a means of pollution abatement. *Environmental Pollution, 159*: 2100-2110. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2010.10.029.

Ryding, O. 2010. Crystals in calyces of Lamiaceae and their phylogenetic and adaptive significance *Plant Systematics and Evolution, 290*: 1-40, 201-215. https://doi.org/10.1007/s00606-010-0361-7.

Sage, R. F. 2001, Environmental and Evolutionary Preconditionsfor the Origin and Diversification of the C_4 PhotosyntheticSyndrome. *Plant Biology*, 3: 202-213. doi:10.1055/s-2001-15206.

Omidreza Saadatian,K. Sopian,E. Salleh,C.H. Lim,Safa Riffat,Elham Saadatian,Arash Toudeshki,M.Y. Sulaiman 2013. A review of energy aspects of green roofs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 23*, 155 – 168. https://doi.org/10.1016/j .rser. 2013.02.022.

Said, O., Khalil, K., Fulder, S. & Azaizeh, H. 2002. Ethnopharmacological survey of medicinal herbs in Israel, the Golan Heights and the West Bank region. *Journal of Ethnopharmacology*, *83*: 251-265. https://doi.org/10.1016/S0378-8741(02)00253-2.

Said, O., Fulder, S., Khalil, K., Azaizeh, H., Kassis, E. & Said, B. 2002. Maintaining a physiological blood glucose level with `Glucolevel', a combination of four anti-diabetes plants used in the traditional Arab herbal medicine. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 5*: 421 - 428. http://dx.doi.org/10.1093/ecam/nem047.

Sann-Miguel-Ayanz, J., Manuel Moreno, L. & Camia, A. 2013. Analysis of large fires in European Mediterranean landscapes: lessons learned and perspectives. *Forest Ecology and Management, 294*: 11 – 22. https://doi .org/10.1016/j.foreco. 2012.10.050.

Sánchez-Blanco, M.J., Álvarez, S., Navarro, A. & Bañón, S. 2009. Changes in leaf water relations, gas exchange, growth and flowering quality in potted geranium plants irrigated with different water regimes. *Journal of Plant Physiology*, *166*(5): 467 - 476. Διαθέσιμο στο https://doi.org/10.1016/j.jplph.2008.06.015.

Santamouris, M. 2014. Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. *Solar energy*, *103*: 682-703. https://doi.org/10.1016/j.solener.2012.07.003.

Santamouris, M., Pavlou, C., Doukas, P., Mihalakakou, G., Synnefa, A., Hatzibiros, A. & Patargias, P. 2007. Investigating and analyzing the energy and environmental performance of an experimental green roof system installed in a nursery school bulding in Athens, Greece. *Energy*, *32*(9): 1781-1788. https://doi.org/10.1016/j.energy.2006.11.011.

Sangüesa-Barreda, G., Camarero, J.J., Sánchez-Salguero, R.,Gutiérrez, E.,Linares, J.C., Génova, M., Ribas, M., Tíscar, P.A. & López-Sáez, J.A. 2019. Droughts and climate warming desynchronize Black pine growth across the Mediterranean Basin.*Science of the Total Environment*,697,art.no.133989. https://doi.org/ 10.1016/j.scitotenv.2019.133989.

Santos, M., Dianez, F., Gonzalez del Valle, M. & Tello, J. 2008. Grape marc compost: microbial studies and suppression of soil-born mycosis in vegetable seedlings. *World*

Journal of Microbiology and Biotechnology, 24(8): 1493 - 1505. https:// link.springer .com/article/10.1007/s11274-007-9631-0

Savi, T., Andri, S. & Nardini, A. 2013. Impact of different green roof layering on plant water status and drought survival. *Ecological Engineering, 57*: 188 - 196. https://doi.org/ 10.1016/j.ecoleng.2013.04.048.

Schweitzer, O. & Erell, E. 2014. Evaluation of the energy performance and irrigation requirements of extensive green roofs in a water-scarce Mediterranean climate. *Energy and Buildings, 68*: 25 - 32. https:// doi.org/ 10.1016 /j.enbuild.2013.09.012.

Schrader, S. & Böning, M. 2006. Soil formation on green roofs and its contribution to urban biodiversity with emphasis on collembolans. *Pedobiologia, 50*(4): 347-356. https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2006.06.003.

Scrivens, S. 1990. Urban landscape and roof gardens. In: Clouston, B. (ed.). Landscape design with plants. 2nd Ed. Butterworth-Heinemann Ltd., Oxford, U.K., p. 131-151.

Shackleton, K., Bell, N., Smith, H. & Davies, L. 2012. The role of shrubs and perennials in the capture and mitigation of particulate air pollution in London. Centre for Environmental Policy, Imperial College, London, UK.

Sherrard, J.A. & Jacobs, J.M. 2012. Vegetated Roof Water-Balance Model: Experimental and Model Results. *Journal of Hydrologic Engineering, 17*(8). https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000531.

Shtereva, L.A., Vassilevska-Ivanova, R.D. & Kraptchev, B.V. 2015. In vitro cultures for micropropagation, mass multiplication and preservation of an endangered medicinal plant Sideritis scardica Griseb. *Botanica Serbica*, *39* (2): 111-120.

Silva, B.R., Mantovani, A., Mantuano, D.G., Rola, S.M. & Barbosa, M.C. 2018. Evaluating plant species suitability for a substrate-free tropical green roof. *OnLine Journal of Biological Sciences, 18* (4): 401 – 423. https://doi.org/10.3844/ojbsci. 2018.401.423.

Silva, B.R., Gomez, M.G. & Silva, M. 2016. Green roofs energy performance in Mediterranean climate. *Energy and Buildings, 116*: 318 – 325. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.01.012.

Sims, A.W., Robinson, C.E., Smart, C.C. & O'Caarroll, D.M. 2019. Mechanisms controlling green roof peak flow rate attenuation. *Journal of Hydrology, 557*, article number 123972. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.123972.

Sinclair, T.R., Tanner, C.B. & Bennett, J.M. 1984. Water use efficiency in crop production. *Bio Science, 34*, 36 – 40. https://doi.org/10.2307/1309424.

Singh, S.P., Singh, R.P. & Tiwari, A.K. 2019. Evaluation of Sugarcane Varieties Based on Stomatal Behavior Under Water Stress Condition. *Sugar Tech, 21*: 678. https://doi.org/10.1007/s12355-018-0680-5.

Skrubis, B. 1979. *Origanum dictamnus* L., a Greek native plant. Journal of Ethnopharmacy, 1: 411 - 415.

Smaoui, A., Barhoumi, Z., Rabhi, M. & Abdelly, C. 2011. Localization of potential ion transport pathways in vesicular trichome cells of Atriplex halimus L. *Protoplasma*, *248*: 363 - 372. https://doi.org/10.1007/s00709-010-0179-8.

Snodgrass, E.C. & Snodgrass, L. L. 2006. Green roof plants: a resource and planting guide. Timber Press. p. 28 - 32, 43. https: //library.wur.nl /WebQuery/titel/1934193.

Solomon, B.D.; Krishna, K. 2011. The coming sustainable energy transition: History, strategies, and outlook. *Energy Policy*, *39* (11): 7422 – 7431. https://econpapers.repec.org/RePEc:eee:enepol:v:39:y:2011:i:11:p:7422-7431.

Soprema, 2011. Green roofing system. http://www.soprema.ca/en/ content/10/sopranature.

Soulis, K., Ntoulas, N., Nektarios, P.A. & Kargas, G. 2017a. Runoff reduction from extensive green roofs having different substrate depth and plant cover, *Ecological Engineering, 102*, 80 - 89. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.01.031.

Soulis, K., Valiantzas, J.D., Ntoulas, N., Kargas, G. & Nektarios, P.A. 2017b. Simulation of green roof runoff under different substrate depths and vegetation covers by coupling a simple conceptual and physically based hydrological model. *Journal of Environmental Management, 200*: 434 – 445. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.06.012.

Souza, B.D., Meiado, M.V., Rodrigues, B.M. *et al.* 2010. *Acta Physiol Plant*, *32*: 235. https://doi.org/10.1007/s11738-009-0394-0.

Spala, A., Bagiorgas, H.S., Assimakopoulos, M.N., Kalavrouziotisa, J., Matthopoulos, D. & Mihalakakou, G. 2008. On the green roof system. Selection, state of the art and energy, potential investigation of a system installed in an office building in Athens, Greece. *Renewable Energy, 233*: 173-177. https://doi.org/ 10.1016/ j.renene.2007.03.022

Speak, A.F., Rothwell, J.J., Lindley, S.J. & Smith, C.L. 2013. Reduction of the urban cooling effects of an intensive green roof due to vegetation damage. *Urban Climate*, *3*: 40-55. https://doi.org/10.1016/j.uclim.2013.01.001.

Sperry, J.S. & Tyree, M.T. 1988. Mechanisms of water stress – induced xylem embolism. Plant Physiology 88(3): 581-587. https://doi.org/10.1104/pp.88.3.581

Stabler, L.B. & Martin, C.A. 2000. Irrigation Regimens Differentially Affect Growth and Water Use Efficiency of Two Southwest Landscape Plants. Journal of Environmental

Horticulture 18(2): 66-70. https:// www. hrijournal.org/ doi/ abs /10.24266/0738-2898-18.2.66.

Stafne, E.T. & Carroll, B.L. 2008. Pot production of pecan seedlings with 'Cynthiana' grape pomace. Journal of Food, Agriculture & Environment, 6(1): 89-91. http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.578.2186&rep=rep1&type=pdf.

Stendiford, E.I., 1996. Composting control: Principles and practice, p. 49-59. In the Science of Composting, Blackie Academic & Professional, Chapman& Hall, London, UK. https://doi.org/10.1007/978-94-009-1569-5_6.

Streb, P., Tel-Or, E. & Feierabend, J. 1997. Light stress effects and antioxidative pro- tection in two desert plants. *Functional Ecology, 11*: 416e424. https:// besjournals. onlinelibrary.wiley. com/doi/epdf/10.1046/j.1365-2435.1997.00105.x

Sun, J., Gu, J., Zeng, J. et al. 2013. Changes in leaf morphology, antioxidant activity and photosynthesis capacity in two different drought-tolerant cultivars of chrysanthemum during and after water stress. *Scientia Horticulturae, 161*:249-258. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.07.015.

Susca, T., Gaffin, S.R. & Dell'Osso, G.R. 2011. Positive effects of vegetation: urban heat island and green roofs. *Environmental Pollution*, *159*: 2119-2126. Διαθέσιμο στο https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.03.007.

Sysoeva E. & Aksenov I. 2020. Green Roofs as a Response to a Number of Modern City Problems. In: Murgul V., Pasetti M. (eds) International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies EMMFT 2018. EMMFT-2018 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 982. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-19756-8_14.

Talamali, A., Bajji, M., Le Thomas, A., Kinet, J. M. & Dutuit, P. 2003. Flower architecture and sex determination: how does *Atriplex halimus* play with floral morphogenesis and sex genes? *New Phytologist*, *157*: 105 - 113. https: // www.jstor.org/stable/1514151.

Talamali, A., Dutuit, P., Le Thomas, A. & Gorenflot, R. 2001. Polygamie chez Atriplex halimus L. (Chenopodiaceae). Comptes Rendus de L'Academie. des Sciences, Ser. III-Sci. de la Vie, 324: 107-113. https://doi.org/10.1016/S0764-4469(00)01273-7.

Tam, C.M., Tam, V.W.Y. & Tsui, W.S. 2004. Green construction assessment for environmental management in the construction industry of Hong Kong. International

Journal of Project Management, 22(7): 563 - 571. https: //doi.org/ 10.1016/j.ijproman.2004.03.001.

Tan, P.Y. & Sia, A. 2005. A pilot green roof research project in Singapore. In: Proceedings of third annual greening rooftops for sustainable communities conference, Awards and Trade Show, Washington, DC.

Teemusk, A. & Mander, Ü. 2007. Rainwater runoff quantity and quality performance from a greenroof: the effects of short-term events. *Ecological Engineering, 30*(3): 271e7. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2007.01.009.

Tewari, M., Yang, J., Kusaka, H., Salamanca, F., Watson, C. & Treinish, L. 2019. Interaction of urban heat islands and heat waves under current and future climate conditions and their mitigation using green and cool roofs in New York City and Phoenix, Arizona. *Environmental Research Letters, 14*: 034002. https://doi.org/ 10.1088/1748-9326/aaf431.

Theodosiou, T.G. 2003. Summer period analysis of the performance of planted roof as a passive cooling technique. *Energy and Buildings, 35*(9): 909 - 917. https://doi.org/10.1016/S0378-7788(03)00023-9.

Thomas, G.W. 1982. Exchangeable cations, p: 159-166. In: A.L. Page, R.H. Miller, and D.R. Keeney (eds). Methods of Soil Analysis: Part 2-Chemical and Microbiological Properties. ASA, SSSA, Madison, WI, USA.

Thuring, C.E., Berghage, R.D. & Bettie, D.J. 2010. Green roof plant responses to different substrate types and depths under various drought conditions. *HortTechnology, 20*: 395-401. http://horttech.ashspublications.org/content/20/2/395.short.

Ting, I.P., 1985. Crassulacean acid metabolism. Annual Review of Plant Physiology, 36: 595 – 622. https:// www .annualreviews .org/doi/abs/10.1146/annurev .pp.36.060185.003115?journalCode=arplant.1.

Tonietto, R., Fant, J., Ascher, J., Ellis, K. & Larkin, D. (2011). A comparison of bee communities of Chicago green roofs, parks and prairies. *Landscape and Urban Planning, 103*(1):102-108. https://doi.org/10 .1016/j.landurbplan.2011 .07.004.

Toscano, S., Scuderi, D., Giuffrida, F. & Romano, D. 2014. Responses of Mediterranean ornamental shrubs to drought stress and recovery. *Scientia Horticulturae,* 178: 145-153. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.08.014.

Tooulakou, G., Giannopoulos, A., Nikolopoulos, D., et al. 2016. Alarm Photosynthesis: Calcium Oxalate Crystals as an Internal CO_2 Source in Plants. *Plant Physiology, 171* (4) 2577-2585. https://doi.org/10: 10.1104/pp.16.00111.

Tsiotsiopoulou, P., Nektarios, P. & Chronopoulos, I. 2003. Substraite temperature fluctuation and Dry-weight partitioning of Lantana grown in four green roof growing media. *Journal of Horticulture Science & Biotechnology,* 78: 904 - 910. https://doi.org/10.1080/14620316.2003.11511717.

Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kaźmierczak, A., Niemela, J. & James, P. 2007. Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and Urban Planning, 81*(3): 167 - 178. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.02.001.

Tunalier, Z., Kosar, M., Ozturk, N., Baser, K. H. C., Duman, H., & Kirimer, N. 2004. Antioxidant properties and phenolic composition of Sideritis species. *Chemistry of Natural Compounds, 40* (3), 206 - 2010. https: // link. springer.com/article /10.1023/B:CONC.0000039124.83109.ac.

Turland, N.J. 1995. The Red Data Book. pp. 394-395, (ed.)Phitos D. ,Strid A. ,Snogerup S. ,Greuter W.,World Wide Fund for Nature (WWF),Athens, Greece.

Ulrich, R.S. & Simons, R. 1986. Recovery from stress during exposure to every day outdoor environments. In: Wineman J, Barns R, Zimring C (eds) The costs of not knowing. Proceedings of the seventieth annual conference of the environmental research association, Washington DC.

Usrey, M. 1961. Propagation of *Convolvulus cneorum*. Proceedings 11th annu. Mtg Plant Prop. Soc. 1961 pp.316-17 pp. Abstract **:** Cuttings rooted best either under intermittent mist in September or in a cold frame without mist in April. 19630305540. https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19630305540.

Van Renterghem, T. & Botteldooren, D. 2011. In-situ measurements of sound propagating over extensive green roofs. *Building and Environment, 46*: 729-738. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.10.006.

Vanuytrecht, E., C. Van Mechelen, K. Van Meerbeek, P. Willems, M. Hermy, & D. Raes. 2014. Runoff and vegetation stress of green roofs under different climate change scenarios. *Landscape and Urban Planning, 122*: 68-77. https:// doi.org/10.1016/j .landurbplan.2013.11.001.

Varone, L., Ribas-Carbo, M., Cardona, C., Gallé, A., Medrano, H., Gratani, L. & Flexas, J. 2012. Stomatal and non-stomatal limitations to photosynthesis in seedlings and saplings of Mediterranean species pre-conditioned and aged in nurseries: Different response to water stress. *Environmental and Experimental Botany, 75*: 235-247. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2011.07.007.

Vijayaraghavan, K. 2016. Green roofs: A critical review on the role of components, benefits, limitations and trends. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *57*: 740-752. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.119.

Villar, A., Gasco, M. A. & Alcaraz, M. J. 1984. Anti-inflammatory and anti-ulcer properties of hypolaetin-8-glucoside, a novel plant flavonoid. *Pharmacy and Pharmacology 36*(12): 820-823. https://doi.org/10.1111/j.2042-7158.1984.tb04884.x.

Vrachnakis, T. 2003. Trichomes of Origanum dictamnus L. (Labiatae). *Phyton-annales Rei Botanicae, 43* (1): 109-133. https://www.zobodat.at/stable /pdf/PHY_43_1_0109-0133.pdf.

Walker, D,J., Lutts, S., Sanchez-Garzia, M., & Correal, E. 2014. *Atriplex halimus* L.: Its biology and uses. Journal of Arid Environments, *100-101:* 111-121 http://dx.doi.org/10.1016/j.jaridenv.2013.09.004.

Walker, D.J., Romero, P., De Hoyos, A. & Correal, E. 2008. Seasonal changes in cold tolerance, water relations and accumulation of cations and compatible solutes in *Atriplex halimus* L. *Environmental and Experimental Botany, 64*: 217-224. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2008.05.012.

Walker, D.J., Moñino, I., González, E., Frayssinet, N. & Correal, E. 2005. Determination of ploidy and nuclear DNA content in populations of Atriplex halimus (Chenopodiaceae). *Botanical Journal of Linnean Society*, *147*:441-448. https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2004.00379.x.

Walker, D.J. 1979. Management of semi arid ecosystems. Developments in Agricultural and managed- forest ecology 7, Departement of Botany, University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa, Elsevier Scientific publishing company, Amsterdam – Oxford – New York. https://books.google.g r/books?hl=en&lr=&id =xR47AAAAQBAJ&oi=.

Ward, D., Spiegel, M. & Saltz, D. 1997. Gazelle herbivory and interpopulation differences in calcium oxalate content of leaves of a desert lily. *Journal of Chemical Ecology, 23*: 333 – 346. https://link.springer.com/article/10.1023/B:JOEC.0000006363.34360.9d.

Wark, C. & Wark, W. 2003. Green Roof Specifications and Standards. *The Construction Specifier, 56* (8). http://www.roofreplacementquotes.com/Images/Pdf/newslinks-803_construction_specifier.pdf.

Waynes, R. 2003. Green roofs. Urban agricultural notes. City Farmer, Canada's Office of Urban Agriculture. (www.cityfarmer.org).

Whittinghill, L.J., Rowe, D.B., Andresen, J.A. & Cregg, B.M. 2015. Comparison of stormwater runoff from Sedum, native prairie, and vegetable producing green roofs. Urban Ecosyst. 18: 13-29. https://doi.org/10.1007/s11252-014-0386-8.

Whittinghill, L.J., Rowe, D.B. & Cregg, B.M. 2013. Evaluation of vegetable production on extensive green roofs. Agroecology and Sustainable Food Systems. 37(4): 465-484. https://doi.org/10.1080/21683565.2012.756847.

Whittinghill, L.J. & Rowe, D.B. 2012. The role of green roof technology in urban agriculture. *Renewable Agriculture and Food Systems*, *27*(4): 314-322. https://doi.org/10.1017/S174217051100038X.

White, J.W. & Snodgrass, E. 2003. Extensive greenroof plant selection and characteristics,p. 166–176. In Proc.of 1stNorthAmericanGreen Roof Conference: Greening rooftops for sustainable communities, Chicago. 29-30 May 2003. The Cardinal Group, Toronto.

Wiklund, A. 1985. The genus *Asteriscus* (Asteraceae-Inuleae). - Nord. J. Bot. 5: 299-314. Copenhagen. https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1985.tb01658.x.

William, R., Goodwell, A., Richardson M., Le, P.V.V., Kumar, P. & Stillwell, A.S. 2016. An environmental cost-benefit analysis of alternative green roofing strategies. *Ecological Engineering*, *95*: 1-9. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.06.091.

Williams, N.S., Rayner, J.P. & Raynor, K.J. 2010. Green roofs for a wide brown land: opportunities and barriers for rooftop greening in Australia. *Urban Forest and Urban Greening*, *9*: 245-251. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2010.01.005

Worden, E., Guidry, D., Alonso, A.N. & Schore, A. 2004. Green roofs in urban landscapes. University of Florida IFAS Extension. http://www. cordonline.net/HiESTbiology/ green/documents/greenroofs.pdf

Wong, N.H., Cheong, D.K.W., Yan, H., Soh, J., Ong, C.L. & Sia, A. 2003. The effects of rooftopgarden on energy consumption of a commercial building in Singapore. *Energy and Buildings*, *35*: 353-364. https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00108-1.

Wright, L., Kemp, S. & Williams, I. 2011. Carbon footprint: towards a universally accepted definition. *Carbon Management*, *2*(1): 61 – 72. https://doi.org/10.4155/cmt.10.39

Xia, J. B., Zhang, G. C., Wang, R. R. & Zhang, S. Y. 2014. Effect of soil water availability on photosynthesis in *Ziziphus jujuba* var. *spinosus* in a sand habitat formed from seashells: Comparison of four models. *Photosynthetica*, *52*(2): 253-261. https://doi.org/10.1007/s11099-014-0030-0.

Yan, Y., Lin, J., Pozzer, A., Kong, S. & Lelieveld, J. 2019. Trend reversal from high-to-low and from rural-to-urban ozone concentrations over Europe. *Atmospheric Environment*, *213*: 25 – 36. https://doi.10.1016/j.atmosenv.2019.05.067.

Yang, H.S., Kang, J. & Choi, M.S. 2012. Acoustic effects of green roof systems on a low-profiled structure at street level. Build Environ, 50: 44-55. https://doi.10.1016/j.buildenv.2011.10.004.

Yin, H., Kong, F., Dronova, I., Middel, A. & James, P. 2019. Investigation of extensive green roof outdoor spatio-temporal thermal performance during summer in a subtropical monsoon climate. *Science of the total environment*, article number 133976. https://doi.10.1016/j.scitotenv.2019.133976.

Yok, T.P. & Sia, A. 2005. A pilot green roof research project in Singapore. Proceedings of 3rd North American Green Roof Conference: Greening rooftops for sustainable communities, Washington, DC. The Cardinal Group, Toronto, 399-415. https://doi=10.1.1.461.2129.

Yu L., Gao, X. & Zhao, X. 2020. Global synthesis of the impact of droughts on crops' water-use efficiency (WUE): Towards both high WUE and productivity. *Agricultural systems*, *177*, 102723. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102723.

Yu, C., Kang, J. 2009. Environmental impact of acoustic materials in residential buildings. *Building and Environment*, *44*(10): 2166-2175. https:// doi.o rg/10.1016/j.buildenv.2009.03.013.

Zervoudakis, G., Angelopoulos, K., Salahas, G. & Georgiou, C.D. 1998. Differences in cold inactivation of phosphoenolpyruvate carboxylase among C4 species: the effect of Ph and of enzyme concentration. *Photosynthetica*, *35*(2): 169 – 175. https://doi.1010.1023 /A: 1006998420652.

Zindler – Frank, E. 1991. Calcium oxalate crystal formation and growth in two legume species as altered by Strontium. *Botanica Acta*, 104: 229 – 232.

1997 IUCN Red List of Threatened Plants 1998. Kerry S. Walter, Harriet J. Gillett IUCN.

4.2 Ελληνική Βιβλιογραφία

Αδάμη, Ι. 2016. Διερεύνηση της επίδρασης του είδους υποστρώματος και της συχνότητας άρδευσης στην ανάπτυξη των ξηροφυτικών ειδών *Thymus citriodorus* και *Origanum aureum.* Μεταπτυχιακή διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης

Φυτικής παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής τοπίου. http://dspace.aua.gr/xmlui/handle/10329/6436.

Αϊβαλάκις, Γ., Καραμπουρνιώτης, Γ. & Λιακόπουλος, Γ. 2016. Φυσιολογία φυτών. Εκδόσεις Έμβρυο, Αιγάλεω.

Άλκιμος, Α. 2000. Κόμποστ. Οικολογικό εργαστήριο χουμοποίησης της Βιομάζας. Εκδ. Ψύχαλου, Αθήνα, σελ. 23-86.

Αμούντζιας, Ι. 2011. Μελέτη της καταλληλότητας του αυτοφυούς φυτού *Dianthus fruticosus* για χρήση σε φυτοδώματα του αττικού τοπίου. Μεταπτυχιακή διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής τοπίου. http://dspace.aua.gr/xmlui/handle/10329/4920.

Αριστοτέλης, 384 - 322 π.Χ. Περί ζώων ιστορία, Η.Α., 612α.

Αυγουλάς, Χ.Ε. 2003. Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά (μαθήματα μεταπτυχιακού φαρμακογνωσίας).

Αυλογιάρης, Η. 2016. Αποτελέσματα της ανάπτυξης του φυτού ¨Τσάι του Βουνού¨ σε χαμηλό υψόμετρο με την εφαρμογή άρδευσης (πρώτη καλλιεργητική περίοδος). Μεταπτυχιακή εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος.

Γεννάδιος Π.Γ., Φυτολογικό λεξικό ,σελ.731-734.,Αθήνα 1914, επανεκδ.Τροχαλία 1997.

Γιαννόπουλος, Α. 2014. Η δομή και η λειτουργία των ιδιοβλαστών που σχηματίζουν εναποθέσεις οξαλικού και ανθρακικού ασβεστίου και ο ρόλος τους στη φωτοσύνθεση κινδύνου. Διδακτορική διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής παραγωγής, Εργαστήριο Φυσιολογίας και Μορφολογίας φυτών. http://dspace.aua.gr/xmlui/handle/10329/6225.

Γκανιάτσας, Κ. 1966. *Amaracus* ή *Origanum dictamnus*. Συστηματική Βοτανική, σελ. 932-934 και 942-944, Θεσσαλονίκη.

Γκολιάρης, Α. 1999. Αγ. Καλλιέργεια, αυτοφυή είδη και βελτίωση στο Ελληνικό τσάι του βουνού (*Sideritis* L.) ΕΘ. Ι. ΑΓ. Ε. Τμήμα Αρωματικών και Φαρμακευτικών φυτών.

Γούλα, Α., Κάντσα, Α. και Παγκοζίδου, Γ. 2004. Ο δίκταμος της Κρήτης Στοιχεία της βιογεωγραφίας, της εθνοβοτανικής και της θέσης του στη σύγχρονη επιστημονική έρευνα. Πρακτικά επιστημονικής διημερίδας: Σπουδή στο Ερωντοβότανο, το Δίκταμο της Κρήτης, Ηράκλειο, 26 – 27, Ιουνίου 2004, σελ. 1-2.

Δαβίας, Ο. 2009. Θαύματα χλωρά, εκδόσεις Ποταμός.

Δόρδας, Χ. 2009. Συμπληρωματικές σημειώσεις για το μάθημα των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Γεωπονική Σχολή,

Τομέας φυτών μεγάλης καλλιέργειας και Οικολογίας, Εργαστήριο Γεωργίας, Θεσσαλονίκη, 2009.

Ευαγγελίου, Χ., Αλούπης, Η., Κρεμάλη, Ζ. & Βραχόπουλος, Μ. 2008. Τα φυτεμένα δώματα ως οικολογική αναγκαιότητα. Νέα υλικά και τεχνικές για την εφαρμογή τους και την εξέλιξή τους σε σύγχρονους αστικούς πνεύμονες. 1^{Ο} Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων, ΤΕΕ, Αθήνα, 21-23 Μαΐου.

Ζαννετού-Παντελή, Κ. 2000. Η θεραπευτική δυνατότητα των φαρμακευτικών φυτών της Κύπρου, Ιδιότητες-Συνταγές. Λάρνακα, *Origanum cordifolium*, σελ.331-332.

Ζαχαροπούλου, Α. 2004. Μελέτη των μεθοδολογιών ανάπτυξης φυτοκάλλυψης σε δώματα και εφαρμογές στο σχεδιασμό τους, Μεταπτυχιακή Μελέτη, τμήμα Φυτικής Παραγωγής, εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Θεοδοσίου, Π.Φ. 1972. Συμβολή εις την μελέτην των πολυφαινολικών ουσιών του Κρητικού Δικτάμνου (*Origanum dictamnus* L.). Αρχείων της Φαρμακευτικής, σελ. 1-3 και 21-35.

Καββάδας, Δ. 1956. *Amaracus* ο Δίκταμνος (*Amaracus Dictamnus Benth*., *Origanum dictamnus* L. *Origanum pseudodictamnus Sieb*.). Εικονογραφημένον Βοτανικόν-Φυτολογικόν Λεξικό, τομ.1, 299, Αθήνα.

Καλοτεράκης, Ν. 2016. Αξιοποίηση αιθέριου έλαιου απο δίκταμο για τη διατήτηση της ποιότητας καρπών πιπεριάς (capsicum annuum l. cv. sammy) μετασυλλεκτικά. https://62.217.125.109/bitstream/handle/11713/7945/KaloterakisNikolaos2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Καμπράνης, Α. 2007. Βιολογική καλλιέργεια γλυκού σόργου (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) για παραγωγή βιομάζας. Η επίδραση της έλλειψης νερού στην εδαφική υγρασία σε φυσιολογικές παραμέτρους και στις αποδόσεις της καλλιέργειας. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών. https://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/handle/10889/1012.

Κανακόπουλος Δ. 2005. Ολοκληρωμένες εγκαταστάσεις κομποστοποίησης φυτικών και ζωικών αποβλήτων – Εξοπλισμός. (ΠΑΕ Περιβάλλον, Ανακύκλωση, Ενέργεια).

Καραμπουρνιώτης, Γ.Α., Λιακόπουλος, Γ. & Νικολόπουλος, Δ. 2012. Φυσιολογία καταπονήσεων των φυτών. Εκδόσεις Έμβρυο, Αιγάλεω.

Καταγάς, Κ.Ι. 2007. Φυτά των Κυκλάδων, Οι Κυκλάδες που αγνοούμε, η Σύρος που δεν βλέπουμε, εκδόσεις Καταγάς, Σύρος, Μάρτιος 2007.

Καψάλη, Θ.Ε. 2013. Διερεύνηση των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων υποστρωμάτων με βάση την ελαφρόπετρα και προσδιορισμός της ανάπτυξης αυτοφυών φυτών τα οποία

αναπτύσσονται σε συνθήκες φυτοδώματος. Μεταπτυχιακή διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής τοπίου. http://hdl.handle.net/10329/5947.

Κούτρα, Ε. 2013. Μεταβολές στη λειτουργία της φωτοσυνθετικής συσκευής σε σχέση με την ταχύτητα εμφάνισης της υδατικής καταπόνησης. Μεταπτυχιακή διατριβή. Πανεπιστήμιο Πατρών, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Βιολογίας. https://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/handle/10889/8199.

Κουτσός, Θ. 2006. Αρωματικά και Φαρμακευτικά φυτά. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσαλλονίκη.

Κυρίτσης, Σ. & Μαυρογιαννόπουλος, Γ. 1996. Θερμοκήπια. Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα, σελ.62-71.

Κωνσταντινίδης, Π. & Γκατζογιάννης, Σ. 2001. Επιλογή δασικών ειδών για αναδασώσεις σε πυρόπληκτες περιοχές, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, Θεσσαλονίκη.

Κωτούλας, Β. 2010. Μελέτη των επιδράσεων της ελλειμματικής άρδευσης σε καλλιέργεια βαμβακιού (*Gossypium hirsutum* L., cv. *Celia*). Διδακτορική διατριβή, Εργαστήριο Γεωργίας, ΓΠΑ. http://dspace.aua.gr/xmlui/handle/10329/641.

Λιόλιος, Χ. 2004. Το Δίκταμο της Κρήτης. Πρακτικά επιστημονικής διημερίδας, Ηράκλειο.

Λώλης, Ε. 2011. Επίδραση του τύπου και του πάχους υποστρώματος ανάπτυξης φυτών *Rosmarinus officinalis"Prostratus"* και *Teucrium chamaedrys* σε σύστημα φυτοδώματος. Μεταπτυχιακή διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. http://dspace.aua.gr/xmlui/handle/10329/2661.

Μαλούπα, Ε. Γρηγοριάδου, Κ., Λάζαρη, Δ. & Κρίγκας, Ν. 2013. Καλλιέργεια, μεταποίηση και διασφάλιση ποιότητας των ελληνικών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών: Βασικές αρχές καθετοποιημένης παραγωγής των, Καβάλα.

Μανιαδάκης Κ., Σ. Καλογεράκης, Π. & Παναρετάκη, Π. 2010. Μεταβολή βάρους και όγκου φυτικών υπολειμμάτων κατά την κομποστοποίησή τους. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Πτυχιακή εργασία, nefeli.lib.teicrete.gr.

Μαντρατζής, Ι.Π. 2003. Οικοφυσιολογική αποτελεσματικότητα του πουρναριού (*Quercus coccifera* L.) υπό βόσκηση όπως αυτή επηρεάζεται από την αρχιτεκτονική του φυλλώματος του. Διδακτορική διατριβή. Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών. Τμήμα δασολογίας και φυσικού περιβάλλοντος. Τομέας λιβαδοπονίας και άγριας πανίδας-ιχθυοπονίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σελ. 41-43. https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/14522.

Μαργέλου, Α. 2005. Βιοκαλλιέργεια αρωματικών φυτών ρίγανης και θρύμπας το 2003. Πτυχιακή εργασία. ΑΤΕΙ Κρήτης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Ανθοκομίας και θερμοκηπιακών καλλιεργειών. https://apothesis.lib.teicrete.gr/handle/11713/753.

Μαρσέλος, Π., Νεκτάριος, Π. & Σπαντιδάκης, Ι. 2000. Κηποτεχνικές εφαρμογές. Κύκλος 2ος. Ειδικότητα Κηποτεχνίας. Εκδόσεις Γεωργική Τεχνολογία.

Μπαζαίος, Κ. 1986. 100 βότανα 1000 θεραπείες. Δίκταμο, Εκδ. nutri-care κέντρο μελετών-εφαρμογών διατροφής, σελ. 155-157.

Μπακιρτζής, Κ. 2018. Πλήρης και ελλειμματική άρδευση του φυτού «Τσάι του Βουνού» στον Θεσσαλικό κάμπο (τρίτη καλλιεργητική περίοδος). Μεταπτυχιακή εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος, Αυτοματισμοί στις Αρδεύσεις, τις Γεωργικές Κατασκευές και στην Εκμηχάνιση της Γεωργίας. http://ir.lib.uth.gr/bitstream/handle/11615/49353/18090.pdf?sequence=1.

Μπαμπαλώνας, Δ. & Κοκκίνη, Σ. 1999. Συστηματική Βοτανική. *Lamiales*, εκδ. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ., σελ. 12-13 και 237-239.

Μποζαμπαλίδης, Α. 2008. Οι αδένες των φυτών. Θεσσαλονίκη.

Μπρέστα, Π. Σ. 2013. Σχέσεις δομής-λειτουργίας κατά τον εγκλιματισμό διαφορετικών γονοτύπων κριθαριού (*Hordeum vulgare* L.) σε παρατεταμένη υδατική καταπόνηση. Διδακτορική διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας, Τομέας Βιολογίας Φυτών, Εργαστήριο Φυσιολογίας και Μορφολογίας Φυτών. http://dspace.aua.gr/xmlui/handle/10329/5833.

Ολύμπιος, Χ. 1994. Στοιχεία γενικής λαχανοκομίας. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, σελ. 225- 244.

Όμηρος, 9ος αι. π.Χ. Ιλιάδα., στίχοι : 843-847.

Πάγκαλος, Μ. 2009. Το δίκταμο της Κρήτης. Πτυχιακή εργασία, ΤΕΙ Κρήτης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα θερμοκηπιακών καλλιεργειών. https://apothesis.lib.teicrete.gr/handle/11713/781.

Πάνου-Φιλοθέου, Ελ., Φασούλας, Α., Bellenot, D. & Oger, J.M. 1997. Φαρμακευτικά και Αρωματικά φυτά. Ζ' τριήμερο εργασίας, Παραλιμάνι, Πολ.Τεχν.Ι.ΕΤΒΑ, Βιολογική Εταιρεία Κύπρου, 21-25 Μαρτ. 1997, Κύπρος, σελ.354.

.Παπαγεωργίου Ν., Παρμακέλης Α., Στάθη Ι., Χατζάκη Μ., Τσεκούρα Ζ. 2001. Ζώα και φυτά της Νότιας Ελλάδας που δέχονται πιέσεις λόγω της οικονομικής τους σημασίας. Πρόγραμμα ARCHI-MED: Προστασία των κινδυνευόντων ενδημικών ειδών στη Νότια

και Ανατολική Μεσόγειο. Περιφέρεια Κρήτης-Περιφερειακό Ταμείο, Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης, Ηράκλειο, 77.

Παπαδάκη Α. 2012. Αξιοποίηση σχολικών αυλών για δημιουργία οργανωμένου πρασίνου για αναψυχή και υποστήριξη της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. http://dspace.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/6181/Papadaki_A.pdf?sequence=1

Παπαφωτίου, Μ., Περγιαλιώτη, Ν., Μάσσας, Ι. & Χατζηπαυλίδης, Ι. 2009α. Συνεργιστική δράση ανόργανης λίπανσης και διαφόρων κομπόστ από γεωργικά υπολείμματα στην ανάπτυξη του *Ficus benjamina*. 24ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 20-23 Οκτ. 2009, Βέροια.

Παπαφωτίου, Μ., Κολιοπούλου, Χ.Δ. & Χατζηπαυλίδης, Ι. 2009β. Συνεργιστική δράση κομπόστ υπολειμμάτων ελαιουργίας και daminozide στην ανάπτυξη του γλαστρικού χρυσάνθεμου. 24ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 20-23 Οκτ. 2009, Βέροια.

Πατλής, Γ. 2003. Οδηγός Καλλωπιστικών Φυτών. Επιλέξτε φυτά για το χώρο σας. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα, σελ.43.

Περγιαλιώτη, Ν. 2010. Διερεύνηση της επίδρασης του είδους και του βάθους του υποστρώματος καθώς και της συχνότητας άρδευσης στην ανάπτυξη των ξηροφυτικών ειδών H*elichrysum italicum* και H*elichrysum orientale* σε συνθήκες φυτοδώματος. Μεταπτυχιακή διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής τοπίου. http://dspace.aua.gr/xmlui/handle/10329/163.

Πλυμάκη, Α.Γ. 1997. Ο Δίκταμνος, Το Θαυματουργό Βοτάνι Της Κρήτης. Χανιά.

Ποδαροπούλου, Λ. 2011. Επίδραση του τύπου και του πάχους του υποστρώματος ανάπτυξης φυτών *Mentha pulegium, Phlomis fruticosa* και *Hyssopus officinalis* σε σύστημα φυτοδώματος. Μεταπτυχιακή διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Πολυχρονίδης, Μ. 2004. Επίδραση της εδαφικής υγρασίας και της υδρολίπανσης, με στάγδην άρδευση, στην αύξηση και ανάπτυξη του βαμβακιού. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος.

Πουλοβασίλης, Α. 1990. Σημειώσεις Γεωργικής Υδραυλικής, Αρδεύσεις Ι, Αθήνα.

Πρινέας, Ι.Κ. & Σφακιανάκης, Μ. Α. 1983. Δίκταμνος ή Έροντας (Ορίγανον ο δίκταμνος). «Βοτανοθεραπευτική», εκδ. Π.Δημητράκου Α.Ε., 100.

Ρέππα, Χ. 2013. Φωτοσύνθεση κινδύνου. Αξιοποίηση των αποθεμάτων άνθρακα των λιθοκύστεων για φωτοσυνθετική αφομοίωση σε συνθήκες καταπόνησης. Μεταπτυχιακή διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. http://hdl.handle.net/10329/5772.

Σάββας, Δ. 1998. Υδροπονία καλλωπιστικών φυτών. ΤΕΙ Ηπείρου, Τμήμα Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου.

Σιδέρης, Ε. & Αρτέμης, Γ. 2006. Φυτολόγια. Εκδοτική Αθηνών.

Σιδηράς, Ν. 1997. Οργανική λίπανση και αμειψισπορές, ΔΗΩ.

Σκλαβούνος, Κ. 2016. Πλήρης και ελλειμματική άρδευση του φυτού «Τσάι του Βουνού» στον Θεσσαλικό κάμπο (πρώτη καλλιεργητική περίοδος). Μεταπτυχιακή διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος.

Σκρουμπής, Β. 1998. Αρωματικά, φαρμακευτικά και μελισσοτροφικά φυτά της Ελλάδας. Αγρότυπος.

Σκρουμπής, Β. 1990. Αρωματικά-Μελισσοτροφικά Φαρμακευτικά φυτά της Ελλάδας. Δίκταμος. Έκδοση του Γεωτεχνικού Επιμελητηρίου, 86.

Ταμπούκου, Α. Παπαφωτίου, Μ. και Κουτσούρης, Α. 2012. Βοτανικοί Κήποι και ο Ρόλος τους στο Χώρο της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης: Οι Αντιλήψεις των Εκπαιδευτικών των ΚΠΕ. Εργασίες 5ου Συνεδρίου Π.Ε.ΕΚ.Π.Ε. http://kpe-kastor.kas.sch.gr/peekpe/proceedings/synedria_10_ereunes/Tamboukou_et_al.pdf.

Τασούλα, Λ. 2017. Η έννοια του σχολικού κήπου από την εποχή του Comenius έως τον Dewey. Πτυχιακή εργασία, Ετήσιο Πρόγραμμα Παιδαγωγικής Κατάρτισης, ΑΣΠΑΙΤΕ.

Τασούλα, Γ. 2013. Μελέτη σύνθεσης ελαφροσκυροδέματος με κίσσηρη και εφαρμογή του στον αντισεισμικό σχεδιασμό. Μεταπτυχιακή εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών. http://dspace.lib.ntua. gr/handle/ 123456789/7720.

Τασούλα, Λ. 2010. Διερεύνηση της επίδρασης του είδους και του βάθους του υποστρώματος, καθώς και της συχνότητας άρδευσης στην ανάπτυξη των ξηροφυτικών ειδών *Artemisia absinthium* και *Origanum dictamnus,* σε συνθήκες φυτοδώματος. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής τοπίου. http://hdl.handle.net/10329/166.

Τέζιας, Σ. 2004. Το Δίκταμο της Κρήτης. Πρακτικά επιστημονικής διημερίδας, Ηράκλειο.

Τσογγαράκης, Γ. 2005. Πρόταση φυτοκάλυψης δώματος και επιλογή διαστρώσεων σε συνάρτηση με τη βέλτιστη ανάπτυξη χλοοτάπητα και τη μείωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης από τη χρήση αγροχημικών. Μεταπτυχιακή μελέτη, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Γ.Π.Α.

Υπ.Α.Α.Τ., 2017. Στρατηγικό σχέδιο ανάπτυξης για την καλλιέργεια, επεξεργασία και εμπορία των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα, Μάιος 2017. http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/Aromatika_Fyta/stratighko_sxedio_aff260218.pdf.

Υπουργείο Οικονομίας & Οικονομικών-Γεωπονικό Πανεπιστήμιο, 2003. Επενδυτικές δυνατότητες στον τομέα αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα. Ε.Δ.Σ.Τ.Αρ.Φ.Ε, Αθήνα.

Φεγγερός Κ. 1989. Μελέτη της διαιτητικής αξίας των στέμφυλων οινοποιίας για τα μηρυκαστικά. Διδακτορική διατριβή, ΓΠΑ. http s://ww w.didaktorik a.gr/eadd/hand le/10442/0230.

Χριστοδουλάκης Ν.Σ., Α. Νικολακάκη, 2003-2004. Αδημοσίευτα αποτελέσματα μελετών με οπτικό και ηλεκτρονικό μικροσκόπιο Δικτάμου Κρήτης.

5. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

5.1 Παράρτημα Ι

Λοιπά μετεωρολογικά δεδομένα

Πίν. 1 Τα μετεωρολογικά δεδομένα των μηνών κατά τους οποίους δεν εφαρμόστηκε υδατική καταπόνηση, κατά τη διάρκεια των ετών 2011, 2012, 2013 και 2014, δίνονται στους παρακάτω πίνακες

Date	Rain	Tmax	Tmin	T_Average	RH_Average	Pyr_Average
01-11-11	0	19,2	6,9	12,3	63,1	0,18
02-11-11	0	19	6	12,7	65,1	0,16
03-11-11	0	17,8	7,4	12,6	65	0,148
08-11-11	0	20,6	9,7	14,7	68,9	0,152
09-11-11	0	19,4	11,7	14,4	76,6	0,103
10-11-11	0	20,8	11,3	15,7	79,9	0,111
11-11-11	0	17,3	11,6	14,5	68,7	0,104
12-11-11	0,2	12,1	8,5	10,4	58,8	0,059
13-11-11	1	10,4	7,6	9,2	67,2	0,054
14-11-11	0,8	10,7	8,8	9,6	68,8	0,05
15-11-11	0	12,2	8,7	10,3	61,7	0,05
16-11-11	0	13,1	4,2	9,8	57,3	0,054
17-11-11	0	12,8	2,4	8,6	67,3	0,079
18-11-11	0	13,3	3,8	9,2	61,8	0,091
19-11-11	0	16,7	2,1	9,1	67,5	0,14
20-11-11	0	16,3	3,7	9,3	69,2	0,138
21-11-11	0	16	3,1	9,5	69,1	0,134
22-11-11	0	16,1	6,5	10,5	69,2	0,103
23-11-11	0	16,9	10,1	12,7	69,5	0,091
24-11-11	0	15,9	9,3	12,1	61,8	0,115
25-11-11	0	13,4	6,8	11	57,9	0,111
26-11-11	0	12,9	2,5	8,2	68,9	0,066
27-11-11	0	15,3	3,4	8,2	71,8	0,107
28-11-11	0	16,6	2,9	8,9	70,7	0,132
29-11-11	0	18,4	5	11,4	63,4	0,124
30-11-11	0	18,4	4,4	10,3	71	0,122
01-12-11	0	17,6	4,8	10,1	69,4	0,129
02-12-11	0	17,4	4,7	9,8	72,5	0,119
03-12-11	0	17	5,4	10,6	82,6	0,122
04-12-11	0	17,7	5,7	11,3	84,5	0,117
05-12-11	0,2	19,8	6,4	13,2	80	0,113
06-12-11	0	19,8	11	16,5	66,1	0,078

07-12-11	1,2	18,6	9,7	13	78,2	0,07
08-12-11	0,2	17,5	4	11,3	58,5	0,13
09-12-11	0	15,5	5,3	10,1	47,4	0,129
10-12-11	0	16,5	3,6	9,6	71,7	0,123
11-12-11	0	18,7	6,3	11,7	84,9	0,112
12-12-11	0	19,7	8,9	13,1	83,3	0,116
13-12-11	0	19,3	8	12,9	85,2	0,086
14-12-11	0	18,5	7,9	12,2	80,5	0,117
15-12-11	0	18,9	5,8	11,9	81,3	0,116
16-12-11	4,2	19	8	13,5	67,5	0,115
17-12-11	0	19,5	8	15,5	66,2	0,063
18-12-11	0,2	16,4	10,6	14	60,2	0,038
19-12-11	28,4	16,1	11,8	13,7	90,3	0,036
20-12-11	0,2	15,8	7,7	10,9	78,4	0,1
21-12-11	18,4	14,5	4,4	10,8	68,7	0,114
22-12-11	28,2	14,6	6,1	11,3	86,1	0,03
23-12-11	8,4	9	6	7,2	79,8	0,034
24-12-11	0	11,2	6,6	8,2	68,2	0,103
25-12-11	0	9,7	6	7,3	66,7	0,117
26-12-11	0	10,3	6,3	7,8	54,7	0,093
27-12-11	0	12,3	3,1	8,1	61,1	0,114
28-12-11	0	13,2	1,7	6,5	75	0,109

Date	**Rain**	**Tmax**	**Tmin**	**T_Average**	**RH_Average**	**Pyr_Average**
01-01-12	0	13,2	6,2	9,3	58,4	0,122
02-01-12	0	14,1	1,7	7,3	61,3	0,126
03-01-12	0	14,7	3,3	7,8	65,4	0,124
04-01-12	0	14,4	5,3	9,4	77,2	0,122
05-01-12	0	14,8	4,7	9,2	83,1	0,122
06-01-12	2,8	15,5	5,6	12,6	79,6	0,028
07-01-12	0	11,4	7,4	9,7	63	0,075
08-01-12	1,4	10,4	2,7	7,5	62,2	0,057
09-01-12	0	12,6	0	6,7	57,1	0,11
10-01-12	0,4	8,1	3,1	6,4	68,2	0,07
11-01-12	9,6	5,8	3,8	4,8	83,9	0,03
12-01-12	0	9,5	2,3	6,4	65,8	0,076
13-01-12	0	12,6	-0,2	6,4	71,2	0,134
14-01-12	1,2	16,1	3,5	8,6	75,6	0,105
15-01-12	3,6	7,8	3,7	5,5	72,5	0,039
16-01-12	0,2	7,2	2	4,3	43,1	0,145
17-01-12	0	8,6	-2,9	3,3	49,4	0,141
18-01-12	0	9,3	-0,1	4	53,4	0,136
19-01-12	0	11,1	-1,2	4,3	55,1	0,143
20-01-12	0	15,5	-0,3	8,1	69,1	0,135
21-01-12	0	14,8	6,4	10,5	65,8	0,056
22-01-12	0	14,2	1,7	8,2	48,2	0,151

23-01-12	0	15,7	2,5	8,9	74,5	0,108
24-01-12	5,8	13,9	7,8	11,2	89,4	0,055
25-01-12	1,6	14,8	5,9	9,6	82,2	0,104
26-01-12	2,4	11,8	1,7	5,6	73,4	0,09
27-01-12	0	10,1	2,6	6,5	61,8	0,112
28-01-12	0,4	6,5	5,5	6,1	74,1	0,023
29-01-12	0	8,4	5,9	6,6	60,8	0,067
30-01-12	0	5,9	1,5	3,7	59,3	0,043
31-01-12	0	3,5	0	1,7	60,6	0,101
01-02-12	0	5,1	1,3	2,9	60,7	0,117
02-02-12	1,6	10	3,4	6	79	0,042
03-02-12	0	15,8	7,5	10,9	78,5	0,082
04-02-12	0,8	17,1	7,3	13	81,6	0,161
05-02-12	0	16,5	13,1	14,7	78,5	0,083
06-02-12	33	15,5	8,9	13	80,8	0,05
07-02-12	7,6	13,2	6,9	10,3	82	0,07
08-02-12	0	7,3	4,2	5,7	67,5	0,089
09-02-12	0	5	3,1	4	71,9	0,046
10-02-12	0	7,6	4,2	5,8	70	0,066
11-02-12	5,4	14,1	6,5	9,8	73,1	0,095
12-02-12	27	12,5	8,7	10,1	90,8	0,055
13-02-12	0	15,8	7	10,7	79	0,128
14-02-12	2,6	12,1	3,3	7,9	78,6	0,078
15-02-12	0,6	11	1,6	6,8	72,9	0,137
16-02-12	2,4	10,1	5,2	7,3	68,8	0,07
17-02-12	0	7,6	-0,1	5,1	46,5	0,174
18-02-12	0	13,5	-0,9	6,5	46,4	0,184
19-02-12	0	13,1	1,5	8,9	59	0,197
20-02-12	0	12,4	4,9	9,3	80	0,045
21-02-12	0,2	15,2	7	10,9	70,3	0,155
22-02-12	6,4	11,2	9,5	10,6	78,2	0,023
23-02-12	0,4	14	9,2	11,1	69,7	0,085
24-02-12	0	18,4	3,5	10,5	65,3	0,205
25-02-12	0	17,7	6	11,8	65,9	0,207
26-02-12	0	18,3	6,4	11,9	79,4	0,13
27-02-12	2,2	11,9	6,3	9,1	80	0,05
28-02-12	2,2	7,9	1,6	4,7	61,7	0,159
01-03-12	3	12	-0,5	5,6	55,8	0,092
02-03-12	0,4	7,3	1,3	4,9	68,4	0,155
03-03-12	0	13,3	-0,6	6,7	67,2	0,218
04-03-12	0	18,5	3,1	10,8	71,3	0,225
05-03-12	0	14,9	7,2	11,6	58,2	0,218
06-03-12	12,4	15,5	6,6	10,5	84,9	0,062
07-03-12	0	15,6	6,9	10,9	74,7	0,153
08-03-12	0	16,7	9,3	12,1	68,9	0,156
09-03-12	0	16,9	10,2	13,2	72,9	0,144

10-03-12	0	19,7	8,8	12,9	79,9	0,166
11-03-12	0	12	9	10,3	61,8	0,107
12-03-12	2,6	9,8	6,6	8,5	65,2	0,04
13-03-12	0	9	6,3	7,2	72,8	0,068
14-03-12	0	8,5	5,9	7,4	65,1	0,057
15-03-12	0	14,5	4,7	9,5	54,9	0,165
16-03-12	0	16,8	3,1	10,3	57,3	0,227
17-03-12	0	13,7	4,7	9,9	63,7	0,112
18-03-12	0	16,7	4,2	10,4	76,2	0,238
19-03-12	0	17,8	5,6	11,8	82,1	0,242
20-03-12	0	18,1	6,5	12,6	83,3	0,237
21-03-12	0	20,1	7,1	13,6	77,9	0,238
22-03-12	0	23,7	6,8	15	65	0,238
23-03-12	0	23	9,1	16,3	49,1	0,231
24-03-12	0	20,9	9,7	16,1	42,6	0,213
25-03-12	0	21,4	8,4	14,7	55	0,258
26-03-12	0	21,4	9	14,5	60,2	0,216
27-03-12	0	23,7	6,1	15,3	55,1	0,225
28-03-12	0	18,1	9,5	14,4	54,7	0,215
29-03-12	0	19	7	12,9	61,1	0,229
30-03-12	0	18,1	8	13,8	62,1	0,259
31-03-12	0	20,7	10,9	16,4	58,9	0,263
01-04-12	0	19,6	8,6	15,3	68,3	0,271
02-04-12	0	19,4	9,3	13,7	65,7	0,255
03-04-12	0,6	19,2	8,2	14,4	73,5	0,259
04-04-12	0,2	21,7	13,7	17,3	74,9	0,226
05-04-12	0,4	20,8	13,5	16,9	73,1	0,126
06-04-12	0	24,7	9,9	17,6	67,8	0,256
07-04-12	0	24,2	10,9	18,1	65,8	0,264
08-04-12	0	22,9	12	17,4	61,2	0,27
09-04-12	6,8	18,5	8,6	13	68,4	0,134
10-04-12	0	13	9,2	10,6	66	0,115
24-04-12	0	22,7	12	18,2	59,9	0,25
25-04-12	0	24,3	10,3	17,8	63,9	0,32
26-04-12	0	25,9	11,8	18,5	62,4	0,326
27-04-12	0	27	10,8	19,4	50,2	0,321
28-04-12	0	24,1	13,5	19,3	54,3	0,314
29-04-12	0	28,3	11,2	20,3	55,3	0,318
30-04-12	0	29,4	15	23,2	37	0,325
01-11-12	0	24,2	15,3	20,4	78	0,076
02-11-12	0	27,9	16,5	21,7	71,7	0,16
03-11-12	0	26,2	13,5	19,6	67	0,169
04-11-12	0	23,7	14,4	18,9	76,2	0,138
05-11-12	0	23,7	13,2	18,7	76,7	0,138
06-11-12	0	28,2	16,7	22,1	70,2	0,142
07-11-12	0	25,9	15,2	19,6	69,4	0,104

08-11-12	0,6	16,9	11,6	14,3	71,9	0,071
09-11-12	0,2	20,7	9,2	14,2	62,6	0,16
10-11-12	0	20,2	8,7	14,2	68,8	0,128
11-11-12	0	19,9	8,1	14,2	67,8	0,141
12-11-12	0	19,7	7,4	13,5	72,3	0,115
13-11-12	0	22,6	8,9	14,6	72,2	0,144
14-11-12	0	19,6	7	13,7	72,1	0,145
15-11-12	0	18,9	13,5	15,4	68,2	0,111
16-11-12	0	19,5	13,1	15,7	74,7	0,05
17-11-12	0,2	18,1	12,4	15,8	78,4	0,034
18-11-12	0	19,7	13,6	16,3	71,2	0,101
19-11-12	0	19,2	11,2	15,5	78	0,079
20-11-12	0	20,5	15,4	17	91	0,088
21-11-12	0	16,1	14,9	15,4	98,9	0,031
22-11-12	0,2	17,8	14,5	15,6	70,3	0,11
23-11-12	0	17,4	12	15	67,9	0,066
24-11-12	0	18,8	10,7	13,7	80	0,076
25-11-12	0	18,3	6,9	13,2	70,8	0,13
26-11-12	0	19,1	9,9	14	72	0,111
27-11-12	0	18,3	10,3	14,4	79,7	0,105
28-11-12	0	20,1	11,5	16,6	87,1	0,056
29-11-12	0	21,3	17,3	19,1	79,4	0,064
30-11-12	0,2	20,5	15,6	18,8	83,8	0,062
01-12-12	0	21,1	11,5	15,6	90	0,092
02-12-12	0,2	21,1	9,8	15,4	85,6	0,07
03-12-12	0,2	19,8	9,2	14,5	62,9	0,121
04-12-12	0	14,7	5	9,9	48,4	0,131
05-12-12	0	16,5	4,3	10,2	75,8	0,049
06-12-12	0	16,2	7,5	11,8	66,3	0,114
07-12-12	0	14,5	5,7	10,1	65,7	0,116
08-12-12	0	15,2	4,3	10,7	73,9	0,051
09-12-12	0,2	15,4	6,6	12,7	77,8	0,025
10-12-12	0	13,3	3	8	73,3	0,121
11-12-12	0	17,3	3,2	9,9	74,3	0,042
12-12-12	0	15,8	4,6	10,6	57,1	0,127
13-12-12	0,2	13,1	3,4	8,4	64,9	0,117
14-12-12	0	13,4	6,7	9,1	60,7	0,079
15-12-12	0	13,4	7,9	10,3	70,9	0,05
16-12-12	0	17,7	6,9	12,1	82,8	0,084
17-12-12	6,8	19,6	8	14	82,6	0,095
18-12-12	19,6	16,2	10,8	12,9	86,4	0,055
19-12-12	0	14,1	8,2	10,6	71,6	0,082
20-12-12	0	10,4	7,5	8,7	63,3	0,098
21-12-12	0	12,8	1,7	8,2	67,4	0,098
22-12-12	1,2	10,4	8	9,4	77,1	0,021
23-12-12	0	10,6	6,1	8,2	60,6	0,089

24-12-12	0	13,8	2,8	7,6	67,9	0,104
25-12-12	0	17,5	3,3	9	72,2	0,116
26-12-12	0	17,6	3,9	9,6	84,5	0,107
27-12-12	0	19,2	5,1	11	86,6	0,104
28-12-12	0	18	6,6	11,3	88,5	0,103
29-12-12	20,8	13,9	7,3	11,1	94,1	0,015
30-12-12	49,4	11	8,6	9,9	95,5	0,015
31-12-12	2,2	11,7	8,5	10,3	83,3	0,032

Date	**Rain**	**Tmax**	**Tmin**	**T_Average**	**RH_Average**	**Pyr_Average**
01-01-13	0	14,8	5,5	10,2	82,5	0,072
02-01-13	0	15,7	5,7	9,9	85,1	0,108
03-01-13	0	16,7	6,9	10,8	82,3	0,098
04-01-13	0	16,8	3,6	9,2	71,9	0,117
05-01-13	0	15	3,8	9,5	62,1	0,088
06-01-13	0	10,8	5	7,9	68,7	0,065
07-01-13	0	13	1,8	7,7	49,5	0,115
08-01-13	4,2	6,9	0	2,8	66,2	0,065
09-01-13	0	8,8	-0,8	3,8	56,8	0,117
10-01-13	0	11,6	0,8	6,5	60,3	0,128
11-01-13	1,8	17,1	6,8	12	81,1	0,091
12-01-13	0,2	16,1	5,3	9,8	81,4	0,094
13-01-13	0	16,4	4,6	9,4	75,3	0,13
14-01-13	0	15,7	6,6	10,5	81,3	0,055
15-01-13	0,8	16,3	6,3	11,9	86,1	0,085
16-01-13	34,4	15,9	10,9	13,7	79,4	0,043
17-01-13	0	15,5	5,9	12,2	76,5	0,055
18-01-13	5,4	15,3	8	12,4	76,9	0,04
19-01-13	0	14,1	4	9,8	67	0,118
20-01-13	0	18,8	5,8	12,3	79,4	0,122
21-01-13	0,2	18,7	8,4	14,2	80	0,086
22-01-13	0,2	17,6	7,3	13	79	0,102
23-01-13	0	16,4	8,6	12,7	63,9	0,119
24-01-13	12,6	17,4	6,9	12,2	83,6	0,062
25-01-13	13,4	14,9	4,8	9,8	87,8	0,064
26-01-13	10,6	14,6	7,8	10,3	83,7	0,07
27-01-13	0	12,3	7,2	9,5	75,7	0,078
28-01-13	0	13,3	7,4	9,9	73	0,126
29-01-13	0	11,2	3,8	7,9	80,7	0,046
30-01-13	0	15,8	2,4	9,2	59,1	0,143
31-01-13	0	16,2	3,8	11	61,5	0,133
01-02-13	0	15,3	3,9	10,8	54,3	0,156
02-02-13	0	18,1	4,9	11,9	81,1	0,144
03-02-13	0	18,5	14,7	16,1	81,6	0,142
04-02-13	0	18,8	11,4	15,2	83,6	0,113
05-02-13	0	18,2	10,7	14	78,5	0,111

06-02-13	0	16,5	7,6	12,2	79,3	0,145
07-02-13	8,4	16	10,3	13,5	76,8	0,062
08-02-13	0,6	14,6	5,5	11,2	67,8	0,108
09-02-13	0,2	15,4	4,2	10	71	0,164
10-02-13	0	15,1	4,9	10,2	64,5	0,168
11-02-13	0	13,6	4,5	9,2	62	0,178
12-02-13	0	15,7	3,6	10,4	70,1	0,15
13-02-13	30,4	14	8,5	11,9	81,1	0,021
14-02-13	11,4	12,9	8,4	9,8	88,6	0,03
15-02-13	4,2	12,2	7,5	9,2	84,2	0,068
16-02-13	3,2	15	7,4	10,5	78,6	0,148
17-02-13	10	9	3,5	7,7	85,7	0,039
18-02-13	0	13,2	2,5	8,1	74,3	0,142
19-02-13	4,4	14,9	6,7	9,9	83,2	0,066
20-02-13	0	15,5	3,8	9,9	65,9	0,199
21-02-13	0,6	13,6	7,8	10,8	77,2	0,04
22-02-13	85,4	14,8	8,7	11,8	90	0,036
23-02-13	0	17,7	6,6	11,9	85,4	0,186
24-02-13	0	19,5	7,3	14,2	78	0,178
25-02-13	0	20,5	10,5	15,5	78,4	0,182
26-02-13	0	19	8,8	15	72,6	0,193
27-02-13	0	15,5	6,4	11,1	68,1	0,184
28-02-13	0	12,7	7,5	9,7	70,4	0,131
01-03-13	0	14,8	3,2	8,9	67,9	0,205
02-03-13	0	14,7	5,8	10,6	75	0,159
03-03-13	5,2	13,9	8,6	11,3	72,5	0,128
04-03-13	0,2	16,9	3,1	10,2	68	0,211
05-03-13	0	14,1	6,5	10,3	63,1	0,182
06-03-13	0	14,7	7	10,6	57,9	0,146
07-03-13	5	14,7	10,3	12,1	81,1	0,054
08-03-13	0,2	16,9	9,7	12,6	87,3	0,15
09-03-13	0,2	20,8	9,2	14,8	80,7	0,206
10-03-13	0	20,2	9,8	14,7	73,7	0,178
11-03-13	0,2	20,8	9,9	15,4	80,4	0,215
12-03-13	0	20,8	11,4	16,2	57,6	0,226
13-03-13	0	19,4	7,7	14,9	69,3	0,189
14-03-13	0	20,6	14,3	17,1	67,4	0,12
15-03-13	0	16,6	9,6	13,7	57,6	0,189
16-03-13	0	14,5	5,9	10	62,3	0,157
17-03-13	0	14,6	3,8	9,3	60,6	0,208
18-03-13	0,2	14	6,2	10,5	72,4	0,117
19-03-13	0	17,7	11,6	14,9	77,4	0,219
20-03-13	0	19,6	8,3	14,4	79	0,176
21-03-13	0	20,3	12	16,8	73,1	0,081
22-03-13	0	17,8	11,3	14,5	48,2	0,256
23-03-13	0	18,6	2,6	12,3	44	0,268

24-03-13	0	18,8	6,8	13,5	73,7	0,241
25-03-13	0	19,7	9,7	15,3	77,9	0,134
26-03-13	0	20,1	11,9	16	67,8	0,216
27-03-13	0	20,5	9,8	15,7	65,6	0,166
28-03-13	3,4	19,4	10,1	14,2	79,9	0,166
29-03-13	0	19,1	11,2	14,9	81,4	0,198
30-03-13	0	22,7	11,4	16,7	75,8	0,246
31-03-13	0	20,7	11,5	16,5	79,9	0,176
01-04-13	0	22,8	8,9	16,6	61,3	0,272
02-04-13	0	21,5	10,5	17,4	60,7	0,206
03-04-13	0	21,5	13,2	17,6	62,7	0,246
04-04-13	0	22,4	9,5	16,1	57,4	0,281
05-04-13	0	21,6	10,1	16,5	63	0,236
06-04-13	0	22,1	11,9	17,4	67,9	0,158
07-04-13	0	21,8	16,1	18,4	64,8	0,117
08-04-13	1	16,5	13	14,8	73,3	0,083
09-04-13	0	19,5	8,7	15,1	69,6	0,267
10-04-13	0	21,4	8,7	15,1	70,9	0,276
11-04-13	0	23,3	9,2	16,2	68,6	0,275
12-04-13	0	21,8	10,4	16,2	67	0,273
13-04-13	0	23,4	9,1	16,8	66,5	0,288
14-04-13	0	25,9	12,9	18,2	62,8	0,244
15-04-13	0	19,2	12,1	15,6	56,4	0,237
16-04-13	1	19,7	10	14,7	58,9	0,213
17-04-13	0	20,5	7,8	15,3	43,2	0,291
18-04-13	0	19,2	7,6	14,7	41	0,298
19-04-13	0,2	18,8	8,9	14	50,2	0,214
20-04-13	0	20,5	8,8	14,8	53,1	0,254
21-04-13	0	22,8	7,1	15,3	58,2	0,242
22-04-13	0	23,2	9,5	17	54,3	0,286
23-04-13	0	23,1	9,4	17,5	56,3	0,235
24-04-13	0	26,1	11,7	19,1	53,6	0,302
25-04-13	0	28,1	12,2	20,7	48,9	0,307
26-04-13	0	28,8	12	20,4	50,7	0,319
27-04-13	0	27,1	13,4	20,3	48,7	0,319
28-04-13	0	26,5	11,7	19	55,9	0,322
29-04-13	0	27,4	11,6	19,9	53,1	0,322
30-04-13	0	31,4	10,5	22,6	49,6	0,329

Date	**Tmax**	**Tmin**	**Taverage**	**RH**	**Pyramoneter**
01-01-2014	10,1	8	9,2	81,3	0,019
02-01-2014	14	7,4	10,5	82,9	0,0654
03-01-2014	16,4	5,6	10,3	77,2	0,1081
04-01-2014	15,4	6,2	10,1	76,9	0,1014
05-01-2014	15,5	5,1	10,6	82,7	0,1
06-01-2014	16,1	10,4	13,8	85,3	0,0434

07-01-2014	16,4	9,4	13,6	79,1	0,0559
08-01-2014	17,6	6,1	11,4	77,6	0,1037
09-01-2014	19,8	5,8	11,7	72,7	0,1175
10-01-2014	16,9	5,2	11,1	82,5	0,1149
11-01-2014	17,1	7,7	11,8	85,9	0,112
12-01-2014	17,1	7,2	11,4	87,5	0,1027
13-01-2014	15	9,8	12,2	81,4	0,0531
14-01-2014	17	9,5	13,3	79,8	0,0931
15-01-2014	16,7	9,8	14,1	87,7	0,063
16-01-2014	17,8	9,2	12,9	89,4	0,0716
17-01-2014	17,6	6,6	11,5	88,1	0,1142
18-01-2014	15,8	6,9	11,3	87,9	0,0777
19-01-2014	18,4	9,3	14,2	87,4	0,1117
20-01-2014	18,8	14,3	16,4	83,5	0,1161
21-01-2014	19,6	11,1	15,5	71	0,1293
22-01-2014	17,4	6,9	11,8	71,1	0,1348
23-01-2014	17,9	5,8	11,5	72,9	0,1303
24-01-2014	16,2	8,1	12,6	77,9	0,0483
25-01-2014	17	9,4	13,5	75,3	0,0836
26-01-2014	13,3	9	10,7	82,8	0,0845
27-01-2014	12,2	6,4	8,7	70,2	0,0805
28-01-2014	11,9	7,6	9,9	88,7	0,0182
29-01-2014	16,2	7,3	11,6	74,3	0,1283
30-01-2014	16	4,7	10,3	71	0,1088
31-01-2014	13,2	8,5	10,7	72,8	0,1114
01-02-2014	9,9	7,8	8,7	70,7	0,0676
02-02-2014	11,1	8,5	9,9	69,9	0,0474
03-02-2014	12,1	9,4	10,2	64,3	0,0921
04-02-2014	11,4	7,9	9,5	69,4	0,0954
05-02-2014	12,4	8,8	10,2	70,4	0,0587
06-02-2014	13	6,1	10,1	78,6	0,0712
07-02-2014	16,8	8,9	12,2	82,1	0,1452
08-02-2014	16,7	6,3	12,3	85,4	0,1549
09-02-2014	17,8	9,7	13,8	86,9	0,1196
10-02-2014	19	9	13,6	72,8	0,1679
11-02-2014	18,4	7,3	12,7	86,9	0,1462
12-02-2014	19	9	14,6	84,9	0,1499
13-02-2014	17,1	7,3	12	75,4	0,135
14-02-2014	17,6	5,5	11,4	72,8	0,1419
15-02-2014	17,2	6,1	11,7	67,8	0,1256
16-02-2014	17,8	6,1	11,4	72,8	0,1776
17-02-2014	19,3	5,5	11,9	82,3	0,1652
18-02-2014	20,5	6,1	12,2	84,7	0,1578
19-02-2014	17,1	5,7	11,2	93,1	0,1506
20-02-2014	17,8	10	14,4	84,6	0,1465
21-02-2014	17,1	11,7	14,3	86,1	0,0523

22-02-2014	19,2	10,9	14,8	79,7	0,1601
23-02-2014	19,7	8,6	14,1	76,4	0,1409
24-02-2014	13,1	10,2	11,9	72	0,0673
25-02-2014	14,4	8,2	10,9	68	0,0976
26-02-2014	14,9	6,8	11,1	70,6	0,1211
27-02-2014	17,2	5,6	11,1	77,5	0,1882
28-02-2014	15,1	8,1	12,3	84,6	0,0634
01-03-2014	13,6	11,4	12,4	97,8	0,0305
02-03-2014	17,3	8,7	13,2	77,1	0,1446
03-03-2014	14,5	9,8	12,6	89,6	0,0389
04-03-2014	17	8,8	13,1	78,5	0,14
05-03-2014	16,8	6,2	11,6	79	0,1586
06-03-2014	16	7	11,8	81,3	0,1501
07-03-2014	17,5	9,8	12,4	81,9	0,1309
08-03-2014	15	10,6	12	74,1	0,1359
09-03-2014	10,9	8,6	9,6	72	0,0678
10-03-2014	12,5	8,2	9,6	68,2	0,1486
11-03-2014	12,5	5,7	9,2	67,2	0,189
12-03-2014	16,2	6	11,3	52,7	0,2033
13-03-2014	16,4	4,3	10,9	55,9	0,2133
14-03-2014	18,2	6,9	12,2	54,1	0,2213
15-03-2014	17,3	5,5	11,8	64,4	0,2158
16-03-2014	18,9	7,4	13,2	76,4	0,2065
17-03-2014	22,4	7	15	63,3	0,2302
18-03-2014	22,7	7,8	14,9	62,8	0,2311
19-03-2014	22,5	7,4	14,8	65,3	0,2317
31-03-2014	18	8,6	15	57,9	0,2517
01-04-2014	19,4	6,9	13,4	77,1	0,2446
02-04-2014	22	8,3	15	78,1	0,2193
03-04-2014	21,8	8,1	15	75,5	0,2428
04-04-2014	20,3	10	15,4	81,2	0,1976
05-04-2014	22,6	14,3	18,2	65,7	0,1351
06-04-2014	20,4	12,5	16,2	83,2	0,136
07-04-2014	18,4	12,1	14,8	84,4	0,1065
08-04-2014	20,5	8,9	14,9	74,3	0,1626
09-04-2014	21,4	9,1	15,5	78,9	0,247
10-04-2014	21,8	11,5	16,1	74	0,1594
11-04-2014	18,3	6	12,7	66,2	0,247
12-04-2014	18,9	6	13,3	61,8	0,2612
13-04-2014	18,6	10,8	14,9	73,9	0,1848
14-04-2014	20,7	9,4	15,1	74,2	0,2048
15-04-2014	20,5	7,6	14,5	77	0,2692
01-09-2014	29,3	20,9	25,6	73,9	0,1909
02-09-2014	30,6	22,5	26,9	59	0,2715
03-09-2014	31,1	21	26,3	60,6	0,2768
04-09-2014	31,3	22,6	26,5	62,1	0,2862

05-09-2014	29,9	21,4	25,5	71,9	0,2336
06-09-2014	30,2	20,6	24,9	71,8	0,2002
07-09-2014	30,2	20,5	24,8	67,2	0,1905
08-09-2014	30,1	19,6	23,2	77,8	0,1462
09-09-2014	30,4	17,4	23,4	67,2	0,1886
10-09-2014	30,9	16,7	23,8	58	0,2606
11-09-2014	31,6	19,9	25,3	67,7	0,2627
12-09-2014	31,2	20,2	25,5	69,9	0,26
13-09-2014	30,5	21,2	25,5	63,1	0,2561
14-09-2014	30,1	21	25,2	68,9	0,2389
15-09-2014	29,8	19,7	23,5	75,1	0,2077
16-09-2014	29,7	18,6	23,3	68,9	0,2321
17-09-2014	28,7	18	22,8	62,7	0,1532
18-09-2014	28	18,6	22,7	60,7	0,1622
19-09-2014	29,2	17,2	22,9	60,3	0,2336
20-09-2014	31,4	18,7	24,8	73,2	0,2368
21-09-2014	30,8	20,1	26,2	71,5	0,2083
22-09-2014	34,1	21,6	28	55,4	0,2133
23-09-2014	27,2	19,4	22,8	51,8	0,1843
24-09-2014	27,8	17,1	22,6	70,5	0,1814
25-09-2014	28,6	19	22,1	73,2	0,1656
26-09-2014	21,4	16,4	18,1	60,2	0,1657
27-09-2014	23,4	14,8	18,2	61,8	0,1309
28-09-2014	25,1	15	19,7	52,3	0,2439
29-09-2014	28,2	12,5	20,1	55,5	0,2419
30-09-2014	29	11,8	20,2	51,3	0,2424
01-10-2014	29	11,9	20,6	58	0,2339
02-10-2014	24,8	15,8	20,3	61,4	0,1878
03-10-2014	22,5	16,1	19,1	57,8	0,1628
04-10-2014	23,9	11,7	18	62,7	0,1297
05-10-2014	24,9	15,9	20,3	71,5	0,1455
06-10-2014	27,4	15,9	20,2	80,7	0,145
07-10-2014	26,7	14,4	19,8	77,8	0,1443
08-10-2014	26,9	15,3	20,6	66,2	0,2052
09-10-2014	27	13,5	19,5	60,7	0,207
10-10-2014	27,5	14,2	20,4	55,8	0,2088
11-10-2014	26,3	11,2	18,7	60,9	0,2065
12-10-2014	25,5	13,4	19,2	70,4	0,1995
13-10-2014	26	14,8	19,8	73,2	0,1906
14-10-2014	26,2	15,2	20,5	85,3	0,1768
15-10-2014	28,3	17,5	23	75,1	0,1391
16-10-2014	29	20,9	24,9	60,8	0,1186
17-10-2014	32,4	19,3	24,7	55,2	0,1883
18-10-2014	22,6	12,5	19,2	52,6	0,1897
19-10-2014	25,2	9,9	16,8	62	0,191
20-10-2014	23,9	10,2	17	69	0,1949

21-10-2014	24	12,1	19,2	74,5	0,1828
22-10-2014	22,8	11,3	19,2	71,2	0,093
23-10-2014	19,1	10,9	14,8	82,1	0,0256
24-10-2014	18	10,4	13,6	78,2	0,0797
25-10-2014	18,8	11,4	14,6	74	0,0897
26-10-2014	17,7	9	13,4	76,8	0,0784
27-10-2014	16,4	13,3	14,4	74,5	0,0679
28-10-2014	18,3	13	14,9	82,8	0,0778
29-10-2014	21,3	9,4	15	75,2	0,1223
30-10-2014	16,7	9,7	13,5	78,4	0,1016
31-10-2014	17,8	12,1	14,1	59,3	0,1217

5.2 Παράρτημα ΙΙ

Δείγματα βιοποικιλότητας στο φυτοδώμα του ΓΠΑ

Κατά τη διάρκεια των πειραμάτων, ενίοτε, γινόταν παρατήρηση και φωτογράφιση της εντομοπανίδας ή άλλου είδους βιοποικιλότητας στα πειραματικά τεμάχια. Παρακάτω παρατίθενται οι φωτογραφίες με κάποια αναγνωρισμένα είδη και μη, σε συγκεκριμένες ημερομηνίες.



Αύγουστος 2012
Αυγά του γένους *Chrysomelidae* σε *S. athoa*



Νοέμβριος 2012
Κάμπια λεπιδόπτερου, *Lepidoptera* σε *S. athoa*



Φεβρουάριος 2013
Stropharia sp., Leratiomyces στην επιφάνεια υποστρώματος υπό κανονική άρδευση



Φεβρουάριος 2013
Ganoderma lucidum
Polyporales στην επιφάνεια υποστρώματος υπό κανονική άρδευση



Απρίλιος 2013
Vanessa atalanta,
Nymphalidae
σε *C. cneorum*



Απρίλιος 2013
Pieris sp., Pieridae
Lepidoptera
σε *C. cneorum*



Απρίλιος 2013
Δίπτερο
της οικ. *Syrphidae*
σε *C. cneorum*



Απρίλιος 2013
Δίπτερο
της οικ. *Syrphidae*
σε *C. cneorum*



Μάιος 2013
Xylocopa sp., Apidae
Hymenoptera
σε *S. athoa*



Ιούνιος 2013
Iphiclides podalirius,
Papilionidae
σε *L. cretica*



Ιούνιος 2013
Είδος άγριας μέλισσας
Apidae
σε *L. cretica*



Σεπτέμβριος 2013
Dolycoris baccarum,
Pentatomidae, Heteroptera
σε *C. cneorum*



Απρίλιος 2013
Anthidium sp.,
Megachilidae
σε *A. maritimus*



Μάρτιος 2014
Vanessa atalanta,
Nymphalidae
σε *L. cretica*



Ιούνιος 2014
Αρθρόποδο της κλάσης
Arachnida
σε *A. halimus*



Ιούνιος 2014
Είδος άγριας μέλισσας
Apidae
σε *L. cretica*



Σεπτέμβριος 2014
Φωλιά με *Polistes* sp.,
Vespidae ανάμεσα από δύο
πειραματικά τεμάχια



Σεπτέμβριος 2014
Dasypoda alternator,
Apidae από δίκταμο,
παγιδευμένο σε δοχείο



Σεπτέμβριος 2014
Libellula sp.
Odonata
σε *A. halimus*



Σεπτέμβριος 2014
Αυγά του γένους
Chrysomelidae
σε *A. halimus*



Σεπτέμβριος 2014
Rhodometra sacraria,
Geometridae
σε *S. athoa*

Εικ. 1 Είδη βιοποικιλότητας που εμφανίστηκαν στο χώρο του πειράματος.

5.3 Παράρτημα ΙΙΙ

Πίν. 2 Ενδεικτικές τιμές τροποποιημένης υγρασίας (%) υποστρώματος στα ξύλινα πειραματικά τεμάχια της πρώτης ομάδας πειραμάτων, κατά τα έτη 2011, 2012 και 2013, στα μέσα Ιουλίου, τις ημέρες ενός κύκλου άρδευσης

Έτος Ημέρα	Ε/Κ	Ε/Α	ΧΕ/Κ	ΧΕ/Α
2011 1η	45,7	39,5	35,5	32,55
2011 2η	34,9	27,2	27,8	25,42
2011 3η	30,5	22,6	23,4	22,5
2011 4η	27,2	19,7	19,7	18,7
2011 5η	21,4	16,9	17,7	15,5
2011 6η		12,4		11,1
2011 7η		10,7		9,7
2012 1η	43,27	38,53	36,9	29,32
2012 2η	34,39	25,35	32,66	24,79
2012 3η	31,64	22,56	27,53	21,95
2012 4η	25,28	21,95	22,41	18,61
2012 5η	19,75	16,81	18,8	15,36
2012 6η		11,89		12,68
2012 7η		10,4		7,2
2013 1η	40,5	34,4	35,2	28,1
2013 2η	33,8	24,2	26,4	23,7
2013 3η	31,4	21,6	23,6	19,2
2013 4η	20,1	19,7	16,4	16,2
2013 5η		12,3		11,6
2013 6η		8,5		6,8

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Πίν. 3 Ενδεικτικές τιμές τροποποιημένης υγρασίας (%) υποστρώματος στα πλαστικά πειραματικά τεμάχια του *L. cretica* και του *A. maritimus* τον Ιούλιο του 2013, τις ημέρες ενός κύκλου άρδευσης

Έτος Μέρα	Ε/Κ	Ε/Α	ΧΕ/Κ	ΧΕ/Α
2013 1η	42,43	37,93	38,24	35,51
2013 2η	30,11	24,63	25,65	14,37
2013 3η	20,76	18,87	16,91	12,39
2013 4η		15,12		11,14
2013 5η		10,42		8,9

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

Πίν. 4 Ενδεικτικές τιμές τροποποιημένης υγρασίας (%) υποστρώματος στα πλαστικά πειραματικά τεμάχια του *A. halimus*, τον Ιούλιο του 2014, τις ημέρες ενός κύκλου άρδευσης

Έτος Μέρα	**Ε/Κ**	**Ε/Α**	**ΧΕ/Κ**	**ΧΕ/Α**
2014 1η	33,43	28,93	29,24	22,68
2014 2η	21,11	19,63	17,65	14,37
2014 3η	18,76	17,87	15,91	12,39
2014 4η	14,86	14,12	11,89	11,14
2014 5η		12,56		10,34
2014 6η		11,52		7,91
2014 7η		8,6		5,87

Όπου Ε= υπόστρωμα με έδαφος, ΧΕ= υπόστρωμα χωρίς έδαφος, Κ= κανονική άρδευση, Α= αραιή άρδευση

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

1. Tasoula L., Papafotiou M., Liakopoulos G., Kargas **(2020)**. Cultivation of the herb *Origanum dictamnus* on an urban extensive green roof under different substrate types and irrigation frequencies. IV International Symposium on Horticulture in Europe – SHE2020, June 2-6, 2020, Stuttgart, Germany. (Προς έγκριση)
2. M. Papafotiou, L. Tassoula and K. Mellos **(2018).** Construction and maintenance factors affecting most the growth of shrubby Mediterranean native plants on urban extensive green roofs. ISHS Acta Horticulturae 1215, International Symposium on greener cities for more efficient ecosystem services in a climate changing world. Bologna, Italy. DOI: 10.17660/ActaHortic.2018.1215.18
3. Τασούλα Λ., Παπαφωτίου Μ. και Γ. Λιακόπουλος **(2017).** Διακυμάνσεις φυσιολογικών παραμέτρων των *Convolvulus cneorum Origanum dictamnus* υπό την επίδραση υδατικής καταπόνησης και διαφορετικού υποστρώματος σε συνθήκες φυτοδώματος, Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 28ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο, 16-20 Οκτωβρίου 2017, Θεσσαλονίκη.
4. Τασούλα Λ., Παπαφωτίου Μ. και Γ. Λιακόπουλος **(2017).** Επίδραση υδατικής

καταπόνησης και είδους υποστρώματος σε φυσιολογικές παραμέτρους του *Sideritis athoa* σε εκτατικού τύπου φυτοδώμα, Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 28ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο, 16-20 Οκτωβρίου 2017, Θεσσαλονίκη.

5. Tassoula L., M. Papafotiou and M. Fouskaki **(2017).** Growth of the halophyte *Atriplex halimus* L. on an extensive green roof at the semi-arid Mediterranean region as affected by substrate type and irrigation regime. 6th ISHS on Landscape & Urban Horticulture. 20-25 June 2016, Athens, Greece. Abstract PP39, p. 134. DOI:10.17660/ActaHortic.2017.1189.56
6. M. Papafotiou, L. Tassoula and R. Kefalopoulou **(2017).** Effect of substrate type and irrigation frequency on growth of *Pallenis maritima* on an urban extensive green roof at the semi-arid Mediterranean Region. 6th ISHS on Landscape & Urban Horticulture. 20-25 June 2016, Athens, Greece. Abstract PP36, p.131. DOI:10.17660/ActaHortic.2017.1189.53
7. Tassoula L., M. Papafotiou and D. Galanis **(2017).** Growth of the Mediterranean xerophyte *Scabiosa cretica* L. on an extensive green roof under different substrate types and irrigation regimes. 6th ISHS on Landscape & Urban Horticulture. 20-25 June 2016, Athens, Greece. Abstract PP38, p. 133. DOI:10.17660/ActaHortic.2017.1189.55
8. Papafotiou, M., Tassoula, L., Liakopoulos, G. and Kargas, G. **(2016).** Effect of substrate type and irrigation frequency on growth of Mediterranean xerophytes on green roofs. Acta Hortic. 1108, 309-316. DOI:10.17660/ActaHortic.2016.1108041
9. Tassoula L., M. Papafotiou, G. Liakopoulos and G. Kargas **(2015).** Growth of native xerophytes *Convolvulus cneorum* L. on an extensive Mediterranean green roof under different substrate types and irrigation regimes. Hortscience 50(7):1118-1124. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.50.7.1118
10. M. Papafotiou, L. Tassoula, N. Pergialioti, E. Papanastasatos, M. Fouskaki, D. Galanis, R. Kefalopoulou and G. Liakopoulos **(2015).** Effect of substrate type and irrigation frequency on performance of native xerophytes at extensive green roofs of Eastern Mediterranean. Proceedings of the International Conference on Changing Cities II, Spatial, Design, landscape & Socio-economic Dimensions, 22-26 June, 2015, Porto Heli, Peloponnese, Greece, 691-698.
11. Τασούλα Λ., Μ. Παπαφωτίου, Δ. Γαλάνης και Γ. Λιακόπουλος **(2015).** Διετής αξιολόγηση της ανάπτυξης και φυσιολογίας της *Lomelosia cretica* L. σε διαφορετικά υποστρώματα, υπό την επίδραση υδατικής καταπόνησης, σε εκτατικό φυτοδώμα.

Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 27ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο, 28-29 Σεπτεμβρίου 2015, Βόλος.

12. Τασούλα Λ., Μ. Παπαφωτίου, Μ. Φουσκάκη και Γ. Λιακόπουλος **(2015).** Η επίδραση της υδατικής καταπόνησης και του είδους του υποστρώματος στην ανάπτυξη και φυσιολογία του *Atriplex halimus* L., σε εκτατικό φυτοδώμα. Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 27ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο, 28-29 Σεπτεμβρίου 2015, Βόλος.
13. Τασούλα Λ., Μ. Παπαφωτίου, Ρ. Κεφαλοπούλου και Γ. Λιακόπουλος **(2015).** Επίδραση του είδους του υποστρώματος και της υδατικής καταπόνησης στην ανάπτυξη και φυσιολογία του *Asteriscus maritimus* L., σε εκτατικό φυτοδώμα. Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 27ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο, 28-29 Σεπτεμβρίου 2015, Βόλος.
14. Τασούλα Λ., Μ. Παπαφωτίου, Γ. Λιακόπουλος και Γ. Κάργας **(2013).** Αξιολόγηση της φυσιολογίας και ανάπτυξης του *Origanum dictamnus* L. σε διαφορετικά υποστρώματα, υπό την επίδραση υδατικής καταπόνησης, σε συνθήκες φυτοδώματος. Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 26ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο, 15-18 Οκτωβρίου 2013, Καλαμάτα, τόμος Β', 312-318.
15. Τασούλα Λ., Μ. Παπαφωτίου, Γ. Λιακόπουλος και Γ. Κάργας **(2013).** Η επίδραση της υδατικής καταπόνησης και του είδους του υποστρώματος στην ανάπτυξη και φυσιολογία του *Convolvulus cneorum* L. σε συνθήκες φυτοδώματος. Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 26ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο, 15-18 Οκτωβρίου 2013, Καλαμάτα, τόμος Β', 463-466.
16. Τασούλα Λ., Μ. Παπαφωτίου, Γ. Λιακόπουλος και Γ. Κάργας **(2013).** Επίδραση του είδους του υποστρώματος και της υδατικής καταπόνησης στην ανάπτυξη και φυσιολογία του *Sideritis athoa* L. σε συνθήκες φυτοδώματος. Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 26ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο, 15-18 Οκτωβρίου 2013, Καλαμάτα, τόμος Β', 480-483.
17. Τασούλα Λ. και Μ. Παπαφωτίου **(2013).** Μελέτη της καταλληλότητας της *Felicia amelloides* L. για χρήση σε εκτατικού τύπου φυτοδώματα της Αττικής. Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 26ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο, 15-18 Οκτωβρίου 2013, Καλαμάτα, τόμος Β', 366-369.
18. Παπαφωτίου Μ., Μ. Φουσκάκη και Λ. Τασούλα **(2013).** Διερεύνηση της δυνατότητας αξιοποίησης του αυτοφυούς *Atriplex halimus* L. σε εκτατικού τύπου φυτοδώματα.

Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 26ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο, 15-18 Οκτωβρίου 2013, Καλαμάτα, τόμος Β', 398-401.

19. Παπαφωτίου Μ., Δ. Γαλάνης και Λ. Τασούλα **(2013).** Διερεύνηση της καταλληλότητας της *Lomelosia cretica* L. για χρήση σε εκτατικού τύπου φυτοδώματα. Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 26ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο, 15-18 Οκτωβρίου 2013, Καλαμάτα, τόμος Β', 402-405.
20. Παπαφωτίου Μ., Ρ. Κεφαλοπούλου και Λ. Τασούλα **(2013).** Μελέτη της ανάπτυξης του *Asteriscus maritimus* L. σε εκτατικού τύπου φυτοδώμα. Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 26ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο, 15-18 Οκτωβρίου 2013, Καλαμάτα, τόμος Β', 406-409.