



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ &
ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ**

ΟΡΕΣΤΗΣ Ε. ΚΑΪΡΗΣ

M.Sc. Γεωπόνος

**ΜΕΛΕΤΗ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ
ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΓΑΙΩΝ**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΑΘΗΝΑ 2014

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ (Γ.Π.Α.)
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ &
ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

ΟΡΕΣΤΗΣ Ε. ΚΑΪΡΗΣ

M.Sc. Γεωπόνος

ΜΕΛΕΤΗ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ
ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΓΑΙΩΝ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής,
Τομέα Εδαφολογίας και Γεωργικής Χημείας

Υποστηρίχθηκε στις 19 Φεβρουαρίου 2015 ενώπιον επταμελούς επιτροπής
αποτελούμενης από:

Εξεταστική Επιτροπή

Καθηγητής Γ.Π.Α.	Κοσμάς Κωνσταντίνος	Επιβλέπων
Καθηγητής Γ.Π.Α.	Μουστάκας Νικόλαος	Μέλος τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής
Επίκουρος Καθηγητής Γ.Π.Α.	Καραβίτης Χρήστος	Μέλος τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής
Καθηγητής Γ.Π.Α.	Σταμάτης Γεώργιος	Εξεταστής
Αναπληρωτής Καθηγητής Γ.Π.Α.	Καλύβας Διονύσιος	Εξεταστής
Αναπληρωτής Καθηγητής Γ.Π.Α.	Μπιλάλης Δημήτριος	Εξεταστής
Ερευνητής CRA-RPS	Luca Salvati	Εξεταστής

ΑΘΗΝΑ 2014

© ΟΡΕΣΤΗΣ Ε. ΚΑΪΡΗΣ

© Γ.Π.Α.

ΜΕΛΕΤΗ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΓΑΙΩΝ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Η έγκριση της διδακτορικής διατριβής από το Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής της Σχολής Αγροτικής Παραγωγής, Υποδομών και Περιβάλλοντος του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών δεν υποδηλώνει την αποδοχή των γνώμων του συγγραφέως» (Ν. 5343/1932, άρθρο 202, παρ. 2).

Αφιερώνεται στον Κύριο ημών Ιησού Χριστό που διατήρησε την οικογένειά μου και εμένα σε κατάσταση η οποία μου επέτρεψε να ολοκληρώσω τη διατριβή.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα τελευταία χρόνια εξαιτίας της οικονομικής κρίσης καταγράφεται αυξανόμενη τάση στην ελληνική κοινωνία για αναζήτηση επαγγελματιών διεξόδων στην αγροτική παραγωγή και τη μεταποίηση των προϊόντων της. Σύμφωνα με έρευνα της Κάπα-Research¹ το 84.2% των ερωτηθέντων πολιτών έχει την πεποίθηση ότι από την ενδεχόμενη επιστροφή στην ύπαιθρο θα ωφεληθεί η εθνική οικονομία ενώ το 76.9% αυτών εκτιμά ότι από τους κλάδους που παρουσιάζουν τις περισσότερες προοπτικές απασχόλησης στην επαρχία κατατάσσεται πρώτος ο αγροτικός τομέας. Αντιμέτωποι με αυτή την σημαντική ιστορική προσδοκία οι σύγχρονοι γεωπόνοι από οποιαδήποτε θέση και αν υπηρετούν είναι αναγκαίο να στηρίζουν την προσπάθεια της ανασύστασης του αγροτικού παραγωγικού δικτύου της χώρας αλλά και τους ίδιους τους παραγωγούς καθώς η ενασχόληση με τις αγροτικές εργασίες είναι από τη φύση της μια σκληρή και επίπονη διαδικασία που απαιτεί γνώσεις, εμπειρία, αφοσίωση και υπομονή. Τα κριτήρια επιλογής του είδους της καλλιέργειας ή του αντικειμένου παραγωγής της αγροτικής εκμετάλλευσης αλλά ακόμα και όλες οι απαραίτητες καλλιεργητικές φροντίδες και παρεμβάσεις πρέπει να βασίζονται σε επιστημονικά δεδομένα με σκοπό την οικονομική της βιωσιμότητα.

Το έδαφος αποτελεί θεμελιώδες κεφάλαιο για την υποστήριξη οποιασδήποτε αναπτυξιακής προσπάθειας του πρωτογενούς τομέα και η διατήρηση της καλής κατάστασης των εδαφικών λειτουργιών του είναι αναγκαία προϋπόθεση της γεωργικής παραγωγής. Η παρούσα διατριβή αναφέρεται στη μελέτη των παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών και η συγγραφή της σκοπεύει να διευρύνει το πλαίσιο της συστηματικής μελέτης και αξιολόγησης των εδαφικών υποβαθμίσεων και των γεωργικών πρακτικών που οδηγούν στη μη αναστρέψιμη κατάσταση της ερημοποίησης. Συγγραφικό στόχο της εργασίας αποτελεί η προσφορά της απαραίτητης ερευνητικής μεθοδολογίας για την εκτίμηση του κινδύνου ερημοποίησης των γαιών ή της διάβρωσης των εδαφών σε περιφερειακή και τοπική κλίμακα μέσω δεικτών, πειραματικών μετρήσεων και προσομοιώσεων. Προσωπική ευχή του συγγραφέα είναι η εργασία αυτή να συμβάλλει, στο μέτρο της εμβέλειας του αντικειμένου της, στην επίλυση προβλημάτων υποβάθμισης των εδαφών, στην επιλογή των κατάλληλων καλλιεργητικών πρακτικών, στη χάραξη στρατηγικής για την αντιμετώπιση του κινδύνου ερημοποίησης των γαιών και εν τέλει με αυτόν τον τρόπο να συνεισφέρει, με την ευρεία έννοια του όρου, στην ανάπτυξη της ελληνικής γεωργίας.

¹ Εφημερίδα Agrenda, Σάββατο 25 & Κυριακή 26 Μαΐου 2013.

Η οικεία διατριβή υλοποιήθηκε στους χώρους του Εργαστηρίου Γεωργικής Χημείας και Εδαφολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Γ.Π.Α.) υπό την επίβλεψη και με την επιστημονική ευθύνη του Καθηγητή κ. Κωνσταντίνου Κοσμά στον οποίο οφείλω την πρώτη και πιο σημαντική εγκάρδια ευχαριστία γιατί με μύησε στα γνωστικά του αντικείμενα στο πλαίσιο μιας ειλικρινούς και πολυετούς συνεργασίας που ξεκίνησε από τα φοιτητικά μου χρόνια, συνεχίστηκε στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών και ολοκληρώθηκε με την εκπόνηση της διδακτορικής διατριβής. Ο κ. Κοσμάς κατά τη διάρκεια των προπτυχιακών σπουδών αποτέλεσε για εμένα πρότυπο εργατικού ανθρώπου και ακούραστου ερευνητή, χαρακτηριστικά που επιβεβαιώθηκαν πολλαπλώς στην πάροδο της μακροχρόνιας συνεργασίας μας. Είχε πάντοτε διαθέσιμο το απαραίτητο επιστημονικό υπόβαθρο, την ικανότητα και την οξυδέρκεια να «μεταφέρει» τις σύνθετες εδαφικές λειτουργίες και τους πολύπλοκους συσχετισμούς των περιβαλλοντικών ιδιοτήτων στο εργαστήριο αλλά ταυτόχρονα να τα ερμηνεύει στη φύση με απλά επιστημονικά μέσα και χωρίς να παρεμβάλλονται αναλυτικές εργαστηριακές μέθοδοι οι οποίες εκ των υστέρων επιβεβαίωναν την ορθότητα των κρίσεών του. Εκτός όμως των αμιγώς επιστημονικών του προτερημάτων ο κ. Κοσμάς επέδειξε σε εμένα τη σημαντικότερη πτυχή της προσωπικότητάς του αυτή της ανθρώπινης προσέγγισης των συνεργατών του στηρίζοντάς με υλικά και ηθικά καθ' όλη τη διάρκεια της επίπονης εργασίας μου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το γεγονός ότι με δική του πρωτοβουλία τα έξοδα των μετακινήσεων στην περιοχή μελέτης, των απαιτούμενων χημικών αντιδραστηρίων και εργαστηριακών αναλωσίμων καθώς και του εξοπλισμού των αυτόματων καταγραφικών σταθμών των πειραματικών αγρών, που χρειάστηκαν για την εκπόνηση της διατριβής, καλύφθηκαν με πόρους του Κοινοτικού ερευνητικού προγράμματος DESIRE².

Αισθάνομαι εξαιρετική τιμή και είμαι ιδιαίτερα ευγνώμων για το γεγονός ότι ο ομότιμος Καθηγητής του Γ.Π.Α. κ. Νικόλαος Γιάσογλου, ο θεμελιωτής της επιστήμης της εδαφολογίας στη μεταπολεμική Ελλάδα, ο ιδρυτής και διατελέσας επί πολλά χρόνια Πρόεδρος της Εθνικής Επιτροπής για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης αλλά και Καθηγητής του επιστημονικού μου υπευθύνου, αφιέρωσε αρκετό από τον πολύτιμο χρόνο του για να με καθοδηγήσει στη συγγραφή της παρούσας διατριβής. Η ορθοφροσύνη του, το άριστο ακαδημαϊκό του υπόβαθρο και η αστείρευτη διάθεσή του για προσφορά με βοήθησαν στο να βρω τα ορόσημα της εργασίας και να μην πελαγοδρομήσω στη θάλασσα

² EC-DG RTD – 6th Framework Research Programme - project Desire. Desertification Mitigation and Remediation of land-a global approach for local solutions. Contract Number: 037046

των πληροφοριών και των προσεγγίσεων. Όμως αυτό που είναι ενδεικτικό του μεγέθους του και θα παραμείνει ανεξίτηλα χαραγμένο στη μνήμη μου είναι η στήριξη του όταν το Μάϊο του 2011 λάμβανα υπό εξαιρετικά αντίξοες προσωπικές συνθήκες το βάπτισμα του πυρός στο πλαίσιο του 6^{ου} διεθνούς συνεδρίου της ευρωπαϊκής εταιρείας για τη συντήρηση των εδαφών.

Θερμά ευχαριστώ τον Διευθυντή του Εργαστηρίου Γεωργικής Χημείας και Εδαφολογίας του Γ.Π.Α. και μέλος της τριμελούς συμβουλευτικής μου επιτροπής Καθηγητή κύριο Νικόλαο Μουστάκα γιατί με τον αυθόρμητο, παρορμητικό και πληθωρικό χαρακτήρα του με ενδυνάμωσε στις στιγμές της λιποψυχίας μου και μου έδωσε κουράγιο να συνεχίσω. Τον ευχαριστώ επίσης για τη διευκόλυνση που μου παρείχε όσον αφορά στην εκτός ωραρίου πρόσβαση στον εργαστηριακό χώρο και την προθυμία του να απαντήσει σε οποιαδήποτε ερώτηση ή προβληματισμό μου.

Ευχαριστώ επίσης τον Επίκουρο Καθηγητή του Γ.Π.Α. και μέλος της τριμελούς συμβουλευτικής μου επιτροπής κύριο Χρίστο Καραβίτη και την επιστημονική του ομάδα τους υποψήφιους διδάκτορες κυρία Βασιλεία Φασούλη και κύριο Δημήτριο Τσεσμελή για την πολύτιμη βοήθειά τους στη συγγραφή των δημοσιεύσεων που προέκυψαν από την παρούσα διατριβή.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον ερευνητή του Ιταλικού ερευνητικού κέντρου για τη μελέτη των σχέσεων φυτού και εδάφους (CRA-RPS) διδάκτορα κύριο Luca Salvati γιατί με τη χρησιμοποίηση αρκετών μεθοδολογιών στατιστικής επεξεργασίας που εκείνος ανέπτυξε ξεπέρασα αρκετά προβλήματα χειρισμού δεδομένων.

Ολοκληρώνοντας ευχαριστώ ειλικρινά τους φίλους και συνεργάτες οι οποίοι υπήρξαν οι συνομιλητές μου σε όλη αυτή την πορεία του διαλόγου μας με την επιστήμη και συγκεκριμένα την M.Sc. μηχανικό κυρία Μίνα Καραμεσούτη που ποτέ δεν κουράστηκε να απαντά στα μηνύματά μου και να μου αποστέλλει πληροφορίες από τον χώρο του εργαστηρίου, τον Λέκτορα του Πανεπιστημίου του Aberystwyth κύριο Γεώργιο Πετρόπουλο και τον Λέκτορα του Γ.Π.Α. κύριο Ιωάννη Παπανικολάου για τις πολύτιμες συμβουλές τους.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ τον γεωπόνο του Γ.Π.Α. κύριο Νικόλαο Μανίκα διότι υποστήριξε με την έμφυτη ιδιοφυΐα του στην πληροφορική βασικές λειτουργίες των υπολογιστικών συστημάτων και των λογισμικών που χρησιμοποίησα.

Ορέστης Ε. Καΐρης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Δύο ευαίσθητες περιοχές στην ερημοποίηση, αντιπροσωπευτικές του Μεσογειακού περιβάλλοντος με σημαντικές για τις Ελληνικές συνθήκες χρήσεις γης, χρησιμοποιήθηκαν ως πεδία έρευνας της παρούσας διατριβής. Οι περιοχές αυτές που χαρακτηρίζονται από διαφορετικά εδαφοκλιματικά χαρακτηριστικά και εντάσεις χρήσεων γης καταλαμβάνουν κατά προσέγγιση έκταση ενός εκατομμυρίου στρεμμάτων και βρίσκονται στους νομούς Χανίων και Ηρακλείου της νήσου Κρήτης.

Σημαντικό τμήμα των περιοχών αυτών χαρτογραφήθηκε και μελετήθηκε ως προς τα εδάφη, την αναπτυσσόμενη βλάστηση και το κλίμα ενώ παράλληλα με τη χρήση ερωτηματολογίων και τη συμμετοχή των τοπικών παραγωγών καταγράφησαν σε επίπεδο αγροκτήματος ένα σύνολο από 70 βιοφυσικούς και κοινωνικοοικονομικούς δείκτες σε δείγμα 171 αγροκτημάτων (τοπικό επίπεδο). Στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής και της υλοποίησης του ερευνητικού προγράμματος DESIRE παραχωρήθηκε η χρήση των δεδομένων 1785 αντίστοιχων ερωτηματολογίων από 18 περιοχές έρευνας παγκόσμιας κλιμακίας (περιφερειακό επίπεδο). Σε δύο από τις κύριες χρήσεις γης (ελαιώνας και βοσκότοπος) των περιοχών έρευνας της Κρήτης εγκαταστάθηκαν για τρία χρόνια (2008-2011) αυτόματοι σταθμοί καταγραφής εδαφικών και μετεωρολογικών δεδομένων με σκοπό την ποσοτική εκτίμηση της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης και της απώλειας εδαφικού ιζήματος σε διάφορες παραδοσιακές καλλιεργητικές πρακτικές και εντάσεις χρήσης.

Τα δύο προαναφερόμενα δείγματα των ερωτηματολογίων (περιφερειακής και τοπικής κλιμακίας) αναλύθηκαν στατιστικά προκειμένου να εξαχθούν οι πιο σημαντικοί δείκτες που επηρεάζουν τον κίνδυνο ερημοποίησης των γαιών ανά διεργασία υποβάθμισης και κυρίως εξαιτίας της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο. Ειδικά σε τοπικό επίπεδο και συγκεκριμένα στα δεδομένα των ερωτηματολογίων της Κρήτης εφαρμόστηκε μια καινοτόμος στρατηγική στη στατιστική ανάλυση με την εκτέλεση διερευνητικών μη παραμετρικών πολυμεταβλητών στατιστικών ελέγχων και τη χρήση της εκτιμώμενης στον αγρό ιδιότητας του βαθμού διάβρωσης. Χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα της πειραματικής καταγραφής της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης και της απώλειας εδαφικού ιζήματος για τρία χρόνια αξιολογήθηκε η επίδραση διαφορετικών καλλιεργητικών πρακτικών και διαχειρίσεων των γαιών στην ερημοποίηση λόγω

διάβρωσης σε δύο αντιπροσωπευτικές χρήσεις γης του Μεσογειακού περιβάλλοντος. Επίσης με τα δεδομένα των τριετών μετρήσεων πραγματοποιήθηκε πειραματική επιβεβαίωση του εκτιμώμενου με χρήση της μεθοδολογίας P.E.S.E.R.A. (Pan-European Soil Erosion Risk Assessment) κινδύνου διάβρωσης σε επίπεδο αγροτεμαχίου (τοπική κλίμακα) δεδομένου ότι το μοντέλο είχε ήδη προσαρμοσθεί στις μεσογειακές και ειδικά στις ελληνικές συνθήκες από παλαιότερες εργασίες. Ολοκληρώνοντας τις προσεγγίσεις της μελέτης του φαινομένου της ερημοποίησης των γαιών πραγματοποιήθηκε η εφαρμογή των μεθοδολογιών P.E.S.E.R.A. και E.S.A. (Environmentally Sensitive Areas) σε περιφερειακό επίπεδο για την περιοχή μελέτης του νομού Χανίων και στις συνθήκες 28 διαφορετικών υποθέσεων εργασίας (σεναρίων) καλλιεργητικών πρακτικών και διαχειρίσεων των γαιών με στόχο τη συγκριτική ανάλυση των σεναρίων διαχείρισης και καλλιέργειας των γαιών ως προς τον κίνδυνο διάβρωσης και ερημοποίησης σε επίπεδο νομού.

Το λογικό πλαίσιο που αναπτύχθηκε στην παρούσα διατριβή σε συνδυασμό με την εμπειρική ανάλυση που βασίστηκε σε περιγραφική, διερευνητική, επαγωγική και πολυπαραγοντική στατιστική επεξεργασία, επιτρέπει την εκτίμηση του κινδύνου ερημοποίησης των γαιών, με τη χρήση περιορισμένου αριθμού δεικτών, σε περιοχές διαφορετικής περιβαλλοντικής ευαισθησίας αξιοποιώντας δεδομένα περιφερειακού ή τοπικού επιπέδου. Καθώς επιτόπιες ποσοτικές μετρήσεις της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης και της απώλειας εδαφικού ιζήματος είναι σπάνιες η αξία της χρήσης των πειραματικών δεδομένων για την αξιολόγηση της συνεισφοράς συγκεκριμένων καλλιεργητικών πρακτικών στην αειφορία του περιβάλλοντος σε επίπεδο αγροκτήματος είναι ανεκτίμητη. Η πειραματική αξιολόγηση των καλλιεργητικών πρακτικών είναι δυνατόν να ανατρέψει λανθασμένες αντιλήψεις για την καλλιέργεια των γαιών και την προστασία του περιβάλλοντος αποτρέποντας περαιτέρω υποβαθμίσεις. Επιπρόσθετα με τη χρήση αξιόπιστων επιστημονικών μοντέλων προσομοίωσης της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης για την εκτίμηση του κινδύνου διάβρωσης (P.E.S.E.R.A.) και εκτίμησης του κινδύνου ερημοποίησης (E.S.A.) καθίσταται εφικτή η εξακρίβωση της επίδρασης των παραδοσιακών ή καινοτόμων πρακτικών στην αειφορία των φυσικών πόρων σε περιφερειακή κλίμακα. Τέτοιου είδους προσομοιώσεις είναι δυνατόν να θεωρηθούν ως πολύτιμα «εργαλεία» για τους έχοντες την ευθύνη λήψης πολιτικών αποφάσεων που αφορούν τη γεωργία και το περιβάλλον.

ABSTRACT

Two vulnerable to desertification areas, representative of the Mediterranean environment and important for the Greek land use conditions, were used as research fields of the present thesis. The areas which are dominated by different soil and climatic characteristics and land use intensities occupy an area of approximately one million acres and located in the prefectures of Chania and Heraklion on the island of Crete.

A significant portion of these areas was mapped and studied on the basis of soil, climate and growing vegetation features. By completing questionnaires with the participation of local producers, a set of 70 biophysical and socioeconomic indicators were recorded at farm level on a sample of 171 fields (locally). In the context of this study and according to the implementation of the research project DESIRE, the use of data, obtained from 18 research areas at regional level (1785 questionnaires), was granted. In two of the main land uses (olive grove and pasture) of the research areas of Crete automatic data loggers and meteorological stations were established for a period of three years (2008-2011). The experimental devices and the stations were used to provide a quantitative assessment of surface water erosion and sediment loss under various traditional farming practices and use intensities.

The abovementioned samples of questionnaires data (regional and local scale) were analyzed statistically in order to extract the most important indicators that influence desertification risk, according to land degradation process and mainly because of surface water erosion, at regional and local level. Especially at local level and specifically on data from the questionnaires of Crete an innovative statistical strategy was implemented by using exploratory multivariate nonparametric statistical tests and the field estimated parameter of erosion degree. Utilizing the results from the experimental recording of surface water erosion and soil sediment loss, the effect of different agricultural techniques and land management practices in desertification due to erosion was evaluated in the two representative land uses of the Mediterranean environment. Additionally the data of the three-year period allowed the experimental confirmation of the estimated by the P.E.S.E.R.A. (Pan-European Soil Erosion Risk Assessment) methodology erosion risk at field level (local scale). The application of

P.E.S.E.R.A. and E.S.A. (Environmentally Sensitive Areas) methodologies at regional level for the study area of Chania under the conditions of 28 different farming practices and land management assumptions (scenarios) has been the last approach for the study of desertification. This approach aimed at comparative analysis of management scenarios, regarding their impact on erosion and desertification risk at Prefecture level.

The logical framework developed in this thesis combined with the empirical analysis based on descriptive, exploratory, inductive and multivariate statistics allows the assessment of desertification risk, with the use of a limited number of indicators in different areas of environmental sensitivity by utilizing data of regional or local level. As in situ quantitative measurements of surface water erosion and soil sediment loss are rare, the importance of experimental data that used for the evaluation of specific farming practices contribution to environmental sustainability at farm level is invaluable. The experimental evaluation of farming practices can overturn misconceptions about the cultivation of land and protect the environment by preventing further degradations. Furthermore the use of reliable scientific simulation models for the estimation of erosion risk (P.E.S.E.R.A.) and methodologies for the assessment of desertification risk (E.S.A.) allow the verification of the impact of traditional or innovative practices in the sustainability of natural resources on a regional scale. Such simulations can be considered as valuable "tools" for those with responsibility for policy decisions concerning agriculture and the environment.

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ	23
1.1.	Η έννοια του εδάφους	24
1.2.	Σχέσεις εδάφους και φυτικής παραγωγής	25
1.3.	Υποβάθμιση των εδαφικών λειτουργιών και το φαινόμενο της ερημοποίησης	25
1.4.	Περιβαλλοντική και οικονομική διάσταση της ερημοποίησης	27
1.5.	Ερημοποίηση και παγκόσμια επιστημονική κοινότητα	29
1.6.	Το φαινόμενο της ερημοποίησης στην Ελλάδα	30
1.7.	Οι περιοχές μελέτης της διδακτορικής διατριβής	31
1.8.	Αντικείμενο της παρούσας διδακτορικής διατριβής	34
6.1.	Βιβλιογραφία πρώτου κεφαλαίου	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΓΑΙΩΝ	39
2.1.	Βασικές έννοιες περιβαλλοντικών δεικτών	40
2.2.	Ταυτοποίηση περιβαλλοντικών δεικτών και δεικτών ερημοποίησης γαιών	43
2.3.	Βιβλιογραφική ανασκόπηση συστημάτων ορισμού δεικτών ερημοποίησης	46
2.4.	Μεθοδολογία προσδιορισμού δεικτών της παρούσας διατριβής	51
2.5.	Ορισμός κινδύνου ερημοποίησης	68
2.6.	Στατιστική μεταχείριση των δεδομένων των 1785 ερωτηματολογίων των 18 περιοχών μελέτης	70
2.7.	Αποτελέσματα από την εφαρμογή της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης στα δεδομένα των 1785 ερωτηματολογίων των 18 περιοχών μελέτης	79
2.8.	Στατιστική μεταχείριση των δεδομένων των 171 ερωτηματολογίων των περιοχών μελέτης της Κρήτης	83
2.9.	Εφαρμογή παραμετρικής στατιστικής ανάλυσης στα δεδομένα των 171 ερωτηματολογίων των περιοχών μελέτης της Κρήτης	86
2.10.	Εφαρμογή της διερευνητικής μη παραμετρικής πολυμεταβλητής στατιστικής ανάλυσης στα δεδομένα των 171 ερωτηματολογίων των περιοχών μελέτης της Κρήτης	99
2.11.	Αποτελέσματα από την εφαρμογή της διερευνητικής μη παραμετρικής πολυμεταβλητής στατιστικής ανάλυσης στα δεδομένα των 171 ερωτηματολογίων των περιοχών μελέτης της Κρήτης	102
2.12.	Συμπεράσματα - Συζήτηση	112
2.13.	Βιβλιογραφία δεύτερου κεφαλαίου	118
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΥΤΟΜΑΤΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	125

3.1.	Οι καλλιέργειες των ελαιοδένδρων και οι βοσκότοποι δύο σημαντικές χρήσεις γης για την Ελλάδα και οι κίνδυνοι που αντιμετωπίζουν	126
3.2.	Περιγραφή των θέσεων εγκατάστασης των σταθμών.....	131
3.3.	Περιγραφή των πειραματικών αγρών, των καλλιεργητικών πρακτικών, των μεταχειρίσεων και των μετρήσεων των σταθμών	137
3.4.	Αποτελέσματα των μετρήσεων των ιδιοτήτων που εξετάστηκαν στα πειραματικά τεμάχια και αρχικά συμπεράσματα.....	147
3.4.1	Μετρήσεις τιμών ιδιοτήτων του σταθμού της Αυγενικής	148
3.4.1.1.	Ημερήσια βροχόπτωση.....	148
3.4.1.2.	Επιφανειακή υδατική απορροή	150
3.4.1.3.	Ποσοστό φυτοκάλυψης	154
3.4.1.4.	Συμπιεστότητα του εδάφους	156
3.4.1.5.	Εδαφική υγρασία σε βάθος εδάφους έως 20 και έως 50 εκατοστών.....	157
3.4.1.6.	Αποθηκευμένο εδαφικό νερό σε όλο το βάθος.....	159
3.4.1.7.	Θερμοκρασίες αέρος και εδάφους.....	159
3.4.1.8.	Αντοχή του εδάφους στην διάτμηση.....	161
3.4.1.9.	Απώλεια εδαφικού ιζήματος.....	161
3.4.1.10.	Μετρήσεις στην αρχή και στο τέλος της πειραματικής περιόδου.....	164
3.4.2	Μετρήσεις τιμών ιδιοτήτων του σταθμού της Αγίας Βαρβάρας.....	165
3.4.2.1.	Ημερήσια βροχόπτωση.....	165
3.4.2.2.	Επιφανειακή υδατική απορροή	167
3.4.2.3.	Ποσοστό φυτοκάλυψης	169
3.4.2.4.	Συμπιεστότητα του εδάφους	171
3.4.2.5.	Εδαφική υγρασία σε βάθος εδάφους έως 20 εκατοστών	172
3.4.2.6.	Αποθηκευμένο εδαφικό νερό στο βάθος των 20 εκατοστών.....	173
3.4.2.7.	Θερμοκρασίες αέρος και εδάφους.....	173
3.4.2.8.	Αντοχή του εδάφους στην διάτμηση.....	174
3.4.2.9.	Απώλεια εδαφικού ιζήματος.....	175

3.4.2.10.	Μετρήσεις στην αρχή και στο τέλος της πειραματικής περιόδου.....	175	
3.5.	Στατιστική ανάλυση των τιμών των μεταβλητών του σταθμού της Αυγενικής	176	
3.6.	Στατιστική ανάλυση των τιμών των μεταβλητών του σταθμού της Αγίας Βαρβάρας.....	180	
3.7.	Εκτίμηση του κινδύνου ερημοποίησης των γαιών	183	
3.8.	Εκτίμηση του κινδύνου διάβρωσης με χρήση των αλγορίθμων της μεθοδολογίας P.E.S.E.R.A. (Pan-European Soil Erosion Risk Assessment).....	184	
3.9.	Συμπεράσματα - Συζήτηση.....	189	
3.10.	Βιβλιογραφία τρίτου κεφαλαίου	193	
<i>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΑΛΓΟΡΙΘΜΩΝ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ P.E.S.E.R.A. ΚΑΙ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ E.S.A.</i>			201
4.1.	Προσδιορισμός συγκεκριμένων, διαφορετικών και υλοποιήσιμων πρακτικών διαχείρισης των γαιών στην ευρύτερη περιοχή του νομού Χανίων.....	202	
4.2.	Επιλογή των πιθανών σεναρίων καλλιεργητικών πρακτικών και διαχείρισης των γαιών στο νομό Χανίων 206		
4.3.	Γεωγραφικός εντοπισμός πιθανών περιοχών μεταβολής των χρήσεων γης στην ευρύτερη περιοχή του νομού Χανίων.....	212	
4.3.1.	Εγκατάλειψη των ελαιώνων και μετατροπή τους σε βοσκότοπους.....	212	
4.3.2.	Αντικατάσταση των ελαιώνων από αμπέλια.....	214	
4.3.3.	Αντικατάσταση των εσπεριδοειδών από ποικιλίες επιτραπέζιας ελιάς.....	215	
4.4.	Εκτίμηση του κινδύνου υποβάθμισης των γαιών στο νομό Χανίων.....	216	
4.4.1.	Εκτίμηση του κινδύνου διάβρωσης των εδαφών του νομού Χανίων με χρήση της μεθοδολογίας P.E.S.E.R.A. (Pan-European Soil Erosion Risk Assessment).....	217	
4.4.1.1.	Περιγραφή του μοντέλου προσομοίωσης της διάβρωσης P.E.S.E.R.A.	217	
4.4.1.2.	Χαρτογράφηση των εδαφών και της βλάστησης για την εφαρμογή του μοντέλου P.E.S.E.R.A. στην περιοχή μελέτης του νομού Χανίων.....	223	
4.4.1.3.	Δημιουργία της βάσης δεδομένων και των Esri-Grid αρχείων για την εκτέλεση του «μοντέλου» P.E.S.E.R.A.-GRID-Fortran90TM-grid based code στην περιοχή μελέτης του νομού Χανίων.....	229	
4.4.2.	Εκτίμηση του κινδύνου ερημοποίησης των γαιών με χρήση της μεθοδολογίας E.S.A. (Environmental Sensitive Areas) στο νομό Χανίων	232	
4.4.2.1.	Περιγραφή των ιδιοτήτων της ποιότητας των εδαφών	232	
4.4.2.2.	Περιγραφή των ιδιοτήτων της ποιότητας του κλίματος	235	

4.4.2.3.	Περιγραφή των ιδιοτήτων της ποιότητας της βλάστησης.....	237
4.4.2.4.	Περιγραφή των ιδιοτήτων της ποιότητας της διαχείρισης.....	240
4.4.2.5.	Χαρτογράφηση των ιδιοτήτων της ποιότητας των εδαφών, του κλίματος, της βλάστησης και της διαχείρισης των γαιών στο νομό Χανίων	242
4.4.2.6.	Υπολογισμός του σύνθετου δείκτη εκτίμησης της περιβαλλοντικής ευαισθησίας των περιοχών στην ερημοποίηση (ESAI)	244
4.5.	Συγκριτική ανάλυση της παρούσας κατάστασης και δύο βασικών σεναρίων πρακτικών διαχείρισης των γαιών της ευρύτερης περιοχής του νομού Χανίων ως προς τους κινδύνους διάβρωσης και ερημοποίησης.....	245
4.6.	Συζήτηση-Συμπεράσματα.....	254
4.7.	Βιβλιογραφία τετάρτου κεφαλαίου	260
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Πρωτογενή δεδομένα των δεικτών των 1785 ερωτηματολογίων που συμπληρώθηκαν στις 18 περιοχές μελέτης του ερευνητικού προγράμματος DESIRE.....		264
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Πρωτογενή δεδομένα του αυτόματου καταγραφικού σταθμού των πειραματικών τεμαχίων της Αυγενικής.....		272
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: Πρωτογενή δεδομένα του αυτόματου καταγραφικού σταθμού των πειραματικών τεμαχίων της Αγίας Βαρβάρας.....		297
Κατάλογος πινάκων		
Πίνακας 1: Τα απαραίτητα για τα ανώτερα φυτά θρεπτικά στοιχεία και οι πηγές τους (Αναλογίδης, 2000).....		25
Πίνακας 2: Κλάσεις τιμών ευαισθησίας των υποψήφιων δεικτών.....		56
Πίνακας 3: Ερωτηματολόγια δεικτών ανά διεργασία/αίτιο υποβάθμισης.....		66
Πίνακας 4: Κλάσεις κινδύνου ερημοποίησης και περιγραφή αυτών		69
Πίνακας 5: Κατάλογος των 48 υποψήφιων δεικτών που συμμετέχουν στη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης.....		75
Πίνακας 6: Κατάλογος των 49 υποψήφιων δεικτών που συμμετέχουν στο αίτιο της καταπόνησης των καλλιεργειών λόγω μείωσης του διαθέσιμου νερού.....		76
Πίνακας 7: Κατάλογος των 44 υποψήφιων δεικτών που συμμετέχουν στο αίτιο της υπερβόσκησης.....		77
Πίνακας 8: Κατάλογος των 27 υποψήφιων δεικτών που συμμετέχουν στη διεργασία της αλάτωσης των εδαφών.....		77
Πίνακας 9: Κατάλογος των 17 υποψήφιων δεικτών που συμμετέχουν στη διεργασία της μηχανικής διάβρωσης.....		77

Πίνακας 10: Τιμές συντελεστών παλινδρόμησης των αλγορίθμων εκτίμησης του κινδύνου ερημοποίησης ανά διεργασία και αίτια υποβάθμισης.....	79
Πίνακας 11: Αριθμός υποψήφιων δεικτών και σημαντικών δεικτών ανά διεργασία ή αίτιο υποβάθμισης.....	80
Πίνακας 12: Αριθμός θέσεων δειγματοληψίας ανά διεργασία ή αίτιο υποβάθμισης.....	84
Πίνακας 13: Κατάλογος των 33 υποψήφιων δεικτών που εισάγονται στην ανάλυση παλινδρόμησης για τη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης στις γεωργικές περιοχές της Κρήτης.....	87
Πίνακας 14: Κατάλογος των 35 υποψήφιων δεικτών που εισάγονται στην ανάλυση παλινδρόμησης για τη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης στους βοσκοτόπους της Κρήτης.....	88
Πίνακας 15: Κατάλογος των 35 υποψήφιων δεικτών που εισάγονται στην ανάλυση παλινδρόμησης για τη διεργασία της καταπόνησης των φυτών λόγω μείωσης του διαθέσιμου νερού στις γεωργικές περιοχές και στους βοσκοτόπους της Κρήτης.....	89
Πίνακας 16: Κατάλογος των 15 υποψήφιων δεικτών που εισάγονται στην ανάλυση παλινδρόμησης για τη διεργασία της μηχανικής διάβρωσης των εδαφών στις γεωργικές περιοχές της Κρήτης.....	90
Πίνακας 17: Συγκριτικός πίνακας των δεικτών των αλγορίθμων εκτίμησης του κινδύνου ερημοποίησης ανά διεργασία ή αίτιο υποβάθμισης σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο.....	92
Πίνακας 18: Μη παραμετρικός κατά ζεύγη έλεγχος με χρήση του συντελεστή συσχέτισης Spearman μεταξύ του βαθμού διάβρωσης και των επιλεγμένων βιοφυσικών και κοινωνικοοικονομικών δεικτών στις γεωργικές περιοχές της Κρήτης για τη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης (οι δείκτες που επισημαίνονται με γραμματοσειρά έντονης γραφής δηλώνουν σημαντική συσχέτιση σε επίπεδο σημαντικότητας $p < 0.001$).....	102
Πίνακας 19: Μη παραμετρικός κατά ζεύγη έλεγχος με χρήση του συντελεστή συσχέτισης Spearman μεταξύ του βαθμού διάβρωσης και των επιλεγμένων βιοφυσικών και κοινωνικοοικονομικών δεικτών στους βοσκοτόπους της Κρήτης για τη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης (οι δείκτες που επισημαίνονται με γραμματοσειρά έντονης γραφής δηλώνουν σημαντική συσχέτιση σε επίπεδο σημαντικότητας $p < 0.001$).....	103
Πίνακας 20: Τιμές φόρτισης των τριών παραγόντων που εξήχθησαν από την ανάλυση κύριων συνιστωσών για τις γεωργικές περιοχές της Κρήτης [οι αριθμοί που επισημαίνονται με γραμματοσειρά έντονης γραφής δηλώνουν μέτριες έως εξαιρετικές φορτίσεις παραγόντων $> 0.6 $ (Kaiser, 1974)].....	104
Πίνακας 21: Τιμές φόρτισης των τεσσάρων παραγόντων που εξήχθησαν από την ανάλυση κύριων συνιστωσών για τους βοσκοτόπους της Κρήτης [οι αριθμοί που επισημαίνονται με γραμματοσειρά έντονης γραφής δηλώνουν μέτριες έως εξαιρετικές φορτίσεις παραγόντων $> 0.6 $ (Kaiser, 1974)].....	106
Πίνακας 22: Αποτελέσματα της βηματικής διακριτικής ανάλυσης για τις γεωργικές περιοχές της Κρήτης που εφαρμόστηκε στα επίπεδα βαθμού διάβρωσης [0: ανύπαρκτη έως ελαφρά διάβρωση (κλάσεις βαθμού διάβρωσης 1 έως 1.2) και 1: μέτρια έως πολύ σημαντική διάβρωση (κλάσεις βαθμού διάβρωσης 1.5 έως 2)].....	108

Πίνακας 23: Αποτελέσματα της βηματικής διακριτικής ανάλυσης για τους βοσκοτόπους της Κρήτης που εφαρμόστηκε στα επίπεδα βαθμού διάβρωσης [0: ανύπαρκτη έως ελαφρά διάβρωση (κλάσεις βαθμού διάβρωσης 1 έως 1.2) και 1: μέτρια έως πολύ σημαντική διάβρωση (κλάσεις βαθμού διάβρωσης 1.5 έως 2)].	109
Πίνακας 24: Συγκεντρωτικός συγκριτικός πίνακας των σημαντικών δεικτών του κινδύνου ερημοποίησης ανά διεργασία ή αίτιο υποβάθμισης σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο για όλες τις στατιστικές αναλύσεις.	114
Πίνακας 25: Μετρούμενες ιδιότητες στον πειραματικό αγρό της καλλιέργειας των ελαιοδένδρων.	141
Πίνακας 26: Μετρούμενες ιδιότητες στον πειραματικό αγρό του βοσκοτόπου.	146
Πίνακας 27: Αποτελέσματα των εργαστηριακών αναλύσεων στα δείγματα εδαφών των πειραματικών τεμαχίων.	147
Πίνακας 28: Τα σημαντικότερα συμβάντα βροχόπτωσης του σταθμού της Αυγενικής καθόλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου.	149
Πίνακας 29: Το ποσοστό της βροχόπτωσης που απομακρύνθηκε ως απορροή στις διάφορες καλλιεργητικές πρακτικές κατά τη διάρκεια των περιόδων μέτρησης.	151
Πίνακας 30: Τα σημαντικότερα συμβάντα βροχόπτωσης του σταθμού της Αγίας Βαρβάρας καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου.	166
Πίνακας 31: Το ποσοστό της βροχόπτωσης που απομακρύνθηκε ως απορροή στις διάφορες καλλιεργητικές πρακτικές κατά τη διάρκεια των περιόδων μέτρησης.	167
Πίνακας 32: Συσχέτιση της βροχόπτωσης με τις τέσσερις εδαφικές μεταβλητές κατά Pearson στα ημερήσια δεδομένα (n=1127) (Οι επισημασμένες με έντονη γραφή τιμές δηλώνουν σημαντική συσχέτιση σε επίπεδο σημαντικότητας $p < 0.01$).	177
Πίνακας 33: Συσχέτιση της βροχόπτωσης με τις τέσσερις εδαφικές μεταβλητές κατά Spearman στα μηνιαία δεδομένα (n=38) (Οι επισημασμένες με έντονη γραφή τιμές δηλώνουν σημαντική συσχέτιση σε επίπεδο σημαντικότητας $p < 0.01$).	178
Πίνακας 34: Αποτελέσματα του στατιστικού ελέγχου Mann Whitney U test που συνέκρινε τις τιμές των τριών μεταβλητών σε μηνιαία βάση στις δύο πειραματικές συνθήκες της αειφορικής βόσκησης και της υπερβόσκησης (οι συντελεστές που είναι επισημασμένοι με έντονη γραμματοσειρά δηλώνουν σημαντικότητα σε επίπεδο $p < 0.05$).	181
Πίνακας 35: Αποτελέσματα του στατιστικού ελέγχου κατά Spearman που συνέκρινε τις τιμές των τριών μεταβλητών με τη βροχόπτωση σε μηνιαία βάση στις δύο πειραματικές συνθήκες της αειφορικής βόσκησης και της υπερβόσκησης (οι συντελεστές που έχουν επισημανθεί με έντονη γραμματοσειρά δηλώνουν σημαντικότητα σε επίπεδο $p < 0.001$ μετά την εφαρμογή διόρθωσης κατά Bonferroni: n = 37).	181
Πίνακας 36: Δεδομένα εισαγωγής του μοντέλου προσομοίωσης της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης P.E.S.E.R.A. σε περιβάλλον μακροεντολών του Microsoft Office Excel (P.E.S.E.R.A.-VBA-Excel™-point based code).	185

Πίνακας 37: Κλάσεις κοκκομετρικής σύστασης εδαφών (U.S.D.A.).....	225
Πίνακας 38: Ορισμός του βαθμού διάβρωσης των εδαφών.....	228
Πίνακας 39: Απαιτούμενα δεδομένα για την εκτέλεση του «μοντέλου» P.E.S.E.R.A. και οι πηγές τους.....	229
Πίνακας 40: Ποιοτικές κλάσεις κινδύνου διάβρωσης και τιμές ετήσιου ρυθμού διάβρωσης.....	231
Πίνακας 41: Κλάσεις και συντελεστές βαρύτητας (Σ.Β.) των ιδιοτήτων που χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της ποιότητας του εδάφους.....	233
Πίνακας 42: Κλάσεις και συντελεστές βαρύτητας (Σ.Β.) των ιδιοτήτων που χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της ποιότητας του κλίματος.....	235
Πίνακας 43: Κλάσεις και συντελεστές βαρύτητας (Σ.Β.) των ιδιοτήτων που χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της ποιότητας της βλάστησης.....	237
Πίνακας 44: Κλάσεις και συντελεστές βαρύτητας (Σ.Β.) των ιδιοτήτων που χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της ποιότητας της διαχείρισης.....	240
Πίνακας 45: Κλάσεις μητρικού υλικού της μεθοδολογίας Π.Ε.Π.....	243
Πίνακας 46: Κλάσεις και συντελεστές βαρύτητας (Σ.Β.) των ιδιοτήτων που χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της ποιότητας της διαχείρισης.....	245
Πίνακας 47: Ποιοτικές κλάσεις κινδύνου διάβρωσης και τιμές ετήσιου ρυθμού διάβρωσης.....	245
Πίνακας 48: Εκτάσεις των κλάσεων του κινδύνου διάβρωσης στην παρούσα κατάσταση.....	247
Πίνακας 49: Εκτάσεις των κλάσεων του κινδύνου ερημοποίησης στην παρούσα κατάσταση.....	248
Πίνακας 50: Εκτάσεις των κλάσεων του κινδύνου διάβρωσης στις συνθήκες του 8 ^{ου} σεναρίου.....	249
Πίνακας 51: Εκτάσεις των κλάσεων του κινδύνου ερημοποίησης στις συνθήκες του 8 ^{ου} σεναρίου.....	251
Πίνακας 52: Εκτάσεις των κλάσεων του κινδύνου διάβρωσης στις συνθήκες του 27 ^{ου} σεναρίου.....	252
Πίνακας 53: Εκτάσεις των κλάσεων του κινδύνου ερημοποίησης στις συνθήκες του 27 ^{ου} σεναρίου.....	254
Πίνακας 54: Συγκριτικός πίνακας επίδρασης των σεναρίων στον κίνδυνο διάβρωσης και ερημοποίησης.....	255

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1: Αποψη τομής του εδάφους διπλανού αγρού όπου φαίνεται το μητρικό υλικό σχηματισμού των εδαφών.....	132
Εικόνα 2: Μετεωρολογικός σταθμός και αυτόματος τηλεελεγχόμενος ηλεκτρονικός καταγραφέας δεδομένων εγκατεστημένος κοντά στο χωριό Αυγενική του νομού Ηρακλείου.....	134

Εικόνα 3: Πειραματικός αγρός για την μελέτη της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης και της υδατικής καταπόνησης των καλλιεργείων εγκατεστημένος κοντά στο χωριό Αυγενική του νομού Ηρακλείου.....	134
Εικόνα 4: Φωτογραφία τομής του εδάφους του πειραματικού τεμαχίου όπου γίνεται φανερή η εναλλαγή αργιλικού και ψαμμιτικού φλύσχη.	135
Εικόνα 5: Μετεωρολογικός σταθμός και αυτόματος τηλεελεγχόμενος ηλεκτρονικός καταγραφέας δεδομένων εγκατεστημένος κοντά στο χωριό Αγία Βαρβάρα του νομού Ηρακλείου.....	136
Εικόνα 6: Πειραματικός αγρός για την μελέτη της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης σε χορτολειβαδική έκταση εγκατεστημένος κοντά στο χωριό Αγία Βαρβάρα του νομού Ηρακλείου.....	137
Εικόνα 7: Κάτοψη του πειραματικού αγρού της καλλιέργειας των ελαιόδένδρων με τα έξι πειραματικά αγροτεμάχια και τα δοχεία συγκέντρωσης της επιφανειακής υδατικής απορροής και των εδαφικών ιζημάτων που παρασύρονται.....	139
Εικόνα 8: Κάτοψη του πειραματικού αγρού του βοσκότοπου με τα τέσσερα πειραματικά αγροτεμάχια και τα δοχεία συγκέντρωσης της επιφανειακής υδατικής απορροής και των εδαφικών ιζημάτων που παρασύρονται.....	144
Εικόνα 9: Στιγμιότυπα του κεντρικού υπολογιστικού φύλλου της μεθοδολογίας P.E.S.E.R.A. σε περιβάλλον μακροεντολών του Microsoft Office Excel (P.E.S.E.R.A.-VBA-Excel™-point based code) – Πειραματικός αγρός άρροσης.....	187
Εικόνα 10: Στιγμιότυπα του υπολογιστικού φύλλο «cover table» της μεθοδολογίας P.E.S.E.R.A. σε περιβάλλον μακροεντολών του Microsoft Office Excel (P.E.S.E.R.A.-VBA-Excel™-point based code)) – Πειραματικός αγρός άρροσης.....	188
Εικόνα 11: Στιγμιότυπα του κεντρικού υπολογιστικού φύλλου της μεθοδολογίας P.E.S.E.R.A. σε περιβάλλον μακροεντολών του Microsoft Office Excel (P.E.S.E.R.A.-VBA-Excel™-point based code)) – Πειραματικός αγρός ακαλλιέργειας.....	188
Εικόνα 12: Στιγμιότυπα του υπολογιστικού φύλλο «cover table» της μεθοδολογίας P.E.S.E.R.A. σε περιβάλλον μακροεντολών του Microsoft Office Excel (P.E.S.E.R.A.-VBA-Excel™-point based code)) – Πειραματικός αγρός ακαλλιέργειας.....	189
Εικόνα 13: Πηγές δεδομένων και συσχετίσεις που χρησιμοποιούνται στους αλγόριθμους του «μοντέλου» P.E.S.E.R.A.	218

Κατάλογος διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Θεωρητικό πλαίσιο για την ταξινόμηση των περιβαλλοντικών δεικτών-Σύστημα Κ.Π.Κ.Ε.Α. (ΕΕΑ, 1999).....	44
Διάγραμμα 2: Δένδρο ταξινόμησης που παρουσιάζει τους πιο σημαντικούς δείκτες του φαινομένου της ερημοποίησης των γαιών για τα 100 υπο εξέταση αγροκτήματα των γεωργικών περιοχών της Κρήτης στα δύο επίπεδα βαθμού διάβρωσης [0: ανύπαρκτη έως ελαφρά διάβρωση (κλάσεις βαθμού	

διάβρωσης 1 έως 1.2) και 1: μέτρια έως πολύ σημαντική διάβρωση (κλάσεις βαθμού διάβρωσης 1.5 έως 2)]	111
Διάγραμμα 3: Δένδρο ταξινόμησης που παρουσιάζει τους πιο σημαντικούς δείκτες του φαινομένου της ερημοποίησης των γαιών για τους 55 υπο εξέταση βοσκοτόπους της Κρήτης στα δύο επίπεδα βαθμού διάβρωσης [0: ανύπαρκτη έως ελαφρά διάβρωση (κλάσεις βαθμού διάβρωσης 1 έως 1.2) και 1: μέτρια έως πολύ σημαντική διάβρωση (κλάσεις βαθμού διάβρωσης 1.5 έως 2)]	111
Διάγραμμα 4: Η διακύμανση της ημερήσιας βροχόπτωσης από τον μετεωρολογικό σταθμό του πειραματικού αγρού της Αυγενικής την περίοδο από 12/11/2008 έως και 12/12/2011.	148
Διάγραμμα 5: Η συνολική επιφανειακή υδατική απορροή κατά μεταχείριση του πειραματικού αγρού της Αυγενικής την περίοδο 12/11/2008 έως 12/12/2011.	151
Διάγραμμα 6: Η διακύμανση της επιφανειακής υδατικής απορροής του πειραματικού τεμαχίου του αγρού της Αυγενικής στο οποίο πραγματοποιείται άροση την περίοδο 12/11/2008 έως 12/12/2011.	152
Διάγραμμα 7: Η διακύμανση της επιφανειακής υδατικής απορροής του πειραματικού τεμαχίου του αγρού της Αυγενικής στο οποίο εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία την περίοδο 12/11/2008 έως 12/12/2011.	152
Διάγραμμα 8: Η διακύμανση της επιφανειακής υδατικής απορροής του πειραματικού τεμαχίου του αγρού της Αυγενικής στο οποίο δεν εφαρμόζεται άροση την περίοδο 12/11/2008 έως 12/12/2011.	153
Διάγραμμα 9: Διάγραμμα σχέσης ετήσιας επιφανειακής υδατικής απορροής και ετήσιας βροχόπτωσης στις τρεις διαφορετικές καλλιεργητικές μεταχειρίσεις.	154
Διάγραμμα 10: Μετρήσεις του ποσοστού φυτοκάλυψης του εδάφους του πειραματικού αγρού της Αυγενικής την περίοδο 4/12/2008 έως 15/9/2009.	155
Διάγραμμα 11: Η διακύμανση της συμπίεστικότητας του εδάφους του πειραματικού αγρού της Αυγενικής την περίοδο 4/12/2008 έως 15/9/2009	156
Διάγραμμα 12: Η χρονική διακύμανση της υγρασίας του εδάφους στο βάθος των 20 εκατοστών για τις τρεις μεταχειρίσεις του πειραματικού αγρού της Αυγενικής την περίοδο 12/11/2008 έως 12/12/2011.	158
Διάγραμμα 13: Η χρονική διακύμανση της υγρασίας του εδάφους στο βάθος των 50 εκατοστών για τις τρεις μεταχειρίσεις του πειραματικού αγρού της Αυγενικής την περίοδο 12/11/2008 έως 12/12/2011.	158
Διάγραμμα 14: Η χρονική διακύμανση του αποθηκευμένου εδαφικού νερού σε όλο το βάθος του εδάφους για τις τρεις μεταχειρίσεις του πειραματικού αγρού της Αυγενικής την περίοδο 12/11/2008 έως 12/12/2011.	159
Διάγραμμα 15: Η διακύμανση της θερμοκρασίας του ατμοσφαιρικού αέρα και των θερμοκρασιών του εδάφους στις τρεις μεταχειρίσεις του πειραματικού αγρού της Αυγενικής την περίοδο 23/12/2008 έως 4/8/2009.....	160

Διάγραμμα 16: Η διακύμανση της διατμησιμότητας του εδάφους του πειραματικού αγρού της Αυγενικής την περίοδο 4/12/2008 έως 15/9/2009.....	161
Διάγραμμα 17: Το συνολικώς απολεσθέν εδαφικό ίζημα κατά μεταχείριση του πειραματικού αγρού της Αυγενικής την περίοδο 12/11/2008 έως 12/12/2011.....	162
Διάγραμμα 18: Διάγραμμα σχέσης ετήσιων απωλειών εδαφικού ιζήματος και ετήσιας βροχόπτωσης στις τρεις διαφορετικές καλλιεργητικές μεταχειρίσεις.....	164
Διάγραμμα 19: Η διακύμανση της ημερήσιας βροχόπτωσης από τον μετεωρολογικό σταθμό του πειραματικού αγρού της Αγίας Βαρβάρας την περίοδο 18/12/2008 έως 12/12/2011.....	165
Διάγραμμα 20: Η συνολική επιφανειακή υδατική απορροή κατά μεταχείριση του πειραματικού αγρού της Αγίας Βαρβάρας την περίοδο 18/12/2008 έως 12/12/2011.....	167
Διάγραμμα 21: Η διακύμανση της επιφανειακής υδατικής απορροής του πειραματικού τεμαχίου του αγρού της Αγίας Βαρβάρας στο οποίο εφαρμόζεται μεταχείριση υπερβόσκησης την περίοδο 18/12/2008 έως 12/12/2011.....	168
Διάγραμμα 22: Η διακύμανση της επιφανειακής υδατικής απορροής του πειραματικού τεμαχίου του αγρού της Αγίας Βαρβάρας στο οποίο εφαρμόζεται μεταχείριση αειφορικής βόσκησης την περίοδο 18/12/2008 έως 12/12/2011.....	168
Διάγραμμα 23: Διάγραμμα σχέσης ετήσιας επιφανειακής υδατικής απορροής και ετήσιας βροχόπτωσης στις δύο διαφορετικές μεταχειρίσεις.....	169
Διάγραμμα 24: Μετρήσεις του ποσοστού φυτοκάλυψης του εδάφους του πειραματικού αγρού της Αγίας Βαρβάρας την περίοδο 4/12/2008 έως 15/9/2009.....	170
Διάγραμμα 25: Η διακύμανση της συμπίεστικότητας του εδάφους του πειραματικού αγρού της Αγίας Βαρβάρας την περίοδο 19/12/2008 έως 15/9/2009.....	171
Διάγραμμα 26: Η χρονική διακύμανση της υγρασίας του εδάφους στο βάθος των 20 εκατοστών για τις δύο μεταχειρίσεις του πειραματικού αγρού της Αγίας Βαρβάρας την περίοδο 18/12/2008 έως 12/12/2011.....	172
Διάγραμμα 27: Η χρονική διακύμανση του αποθηκευμένου εδαφικού νερού στο βάθος των 20 εκατοστών για τις δύο μεταχειρίσεις του πειραματικού αγρού της Αγίας Βαρβάρας την περίοδο 18/12/2008 έως 12/12/2011.....	173
Διάγραμμα 28: Η διακύμανση της θερμοκρασίας του ατμοσφαιρικού αέρα και των θερμοκρασιών του εδάφους στις τρεις μεταχειρίσεις του πειραματικού αγρού της Αγίας Βαρβάρας την περίοδο 18/12/2008 έως 18/12/2010.....	174
Διάγραμμα 29: Η διακύμανση της διατμησιμότητας του εδάφους του πειραματικού αγρού της Αγίας Βαρβάρας την περίοδο 19/12/2008 έως 15/9/2009.....	174
Διάγραμμα 30: Το συνολικώς απολεσθέν εδαφικό ίζημα κατά μεταχείριση του πειραματικού αγρού της Αγίας Βαρβάρας την περίοδο 12/11/2008 έως 12/12/2011.....	175

Διάγραμμα 31: Αποτελέσματα της ανάλυσης κύριων συνιστωσών που εφαρμόστηκε στις τέσσερις μεταβλητές που καταγράφηκαν σε μηνιαία βάση στις δύο πειραματικές συνθήκες (φορτίσεις παραγόντων).....	182
Διάγραμμα 32: Αποτύπωση των κλάσεων του κινδύνου διάβρωσης των εδαφών ανά σενάριο καλλιεργητικών πρακτικών	
Διάγραμμα 33: Αποτύπωση των κλάσεων του κινδύνου ερημοποίησης των γαιών ανά σενάριο καλλιεργητικών πρακτικών.....	256
Διάγραμμα 34: Η κλάση του υψηλού κινδύνου διάβρωσης των εδαφών ανά σενάριο καλλιεργητικών πρακτικών.....	257
Διάγραμμα 35: Η κλάση του υψηλού κινδύνου ερημοποίησης των γαιών ανά σενάριο καλλιεργητικών πρακτικών.....	258
Κατάλογος χαρτών	
Χάρτης 1: Ο χάρτης των περιοχών μελέτης της παρούσας διδακτορικής διατριβής.....	32
Χάρτης 2 : Ο χάρτης των θέσεων συμπλήρωσης των 171 ερωτηματολογίων περιγραφής των δεικτών.....	84
Χάρτης 3: Εδαφολογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής του νομού Χανίων.....	213
Χάρτης 4: Περιοχές στις οποίες ενδέχεται να πραγματοποιηθεί εγκατάλειψη των γαιών εξαιτίας της χαμηλής παραγωγικότητας των εδαφών.....	214
Χάρτης 5: Περιοχές στις οποίες είναι πιθανόν να συμβούν αλλαγές χρήσεων γης από καλλιέργειες ελαιόδένδρων σε καλλιέργειες αμπέλου.....	215
Χάρτης 6: Περιοχές στις οποίες είναι πιθανόν να συμβούν αλλαγές χρήσεων γης από καλλιέργειες εσπεριδοειδών σε καλλιέργειες ελιών επιτραπέζιας ποικιλίας.....	216
Χάρτης 7: Χάρτης κινδύνου διάβρωσης των εδαφών της ευρύτερης περιοχής του νομού Χανίων σύμφωνα με την παρούσα κατάσταση.....	247
Χάρτης 8: Χάρτης κινδύνου ερημοποίησης των γαιών της ευρύτερης περιοχής του νομού Χανίων σύμφωνα με την παρούσα κατάσταση.....	248
Χάρτης 9: Χάρτης κινδύνου διάβρωσης των εδαφών της ευρύτερης περιοχής του νομού Χανίων σύμφωνα με τις συνθήκες του ογδόου σεναρίου πρακτικών διαχείρισης των γαιών.....	249
Χάρτης 10: Χάρτης κινδύνου ερημοποίησης των γαιών της ευρύτερης περιοχής του νομού Χανίων σύμφωνα με τις συνθήκες του ογδόου σεναρίου πρακτικών διαχείρισης των γαιών.....	251
Χάρτης 11: Χάρτης κινδύνου διάβρωσης των εδαφών της ευρύτερης περιοχής του νομού Χανίων σύμφωνα με τις συνθήκες του εικοστού εβδόμου σεναρίου πρακτικών διαχείρισης των γαιών.....	252
Χάρτης 12: Χάρτης κινδύνου ερημοποίησης των γαιών της ευρύτερης περιοχής του νομού Χανίων σύμφωνα με τις συνθήκες του εικοστού εβδόμου σεναρίου πρακτικών διαχείρισης των γαιών.....	253

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Η έννοια του εδάφους

Το έδαφος αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της βιόσφαιρας, της εξώτατης δηλαδή ζώνης του στερεού φλοιού της Γης στην οποία εκδηλώνεται η ζωή. Το έδαφος είναι το πιο ενεργό μέρος αυτής της ζώνης και διαδραματίζει αποφασιστικό ρόλο στις λειτουργίες της βιόσφαιρας. Επιτελεί τουλάχιστον τέσσερις βασικές λειτουργίες της βιόσφαιρας όπως περιγράφονται στη συνέχεια (Encyclopedia of soil science, 2008a):

1. Παρέχει ενδιαίτημα για τους μικροοργανισμούς.
2. Λειτουργεί βραχυπρόθεσμα ως αποθηκευτικός χώρος νερού.
3. Συσσωρεύει, αποθηκεύει και αναδιανέμει την ηλιακή ενέργεια.
4. Συσσωρεύει, αποθηκεύει και αναδιανέμει τα θρεπτικά στοιχεία.

Το έδαφος είναι ένα συνήθως μη συνεκτικό μείγμα υλικών, το πορώδες του οποίου εξαρτάται από τη συσσώρευση οργανικών ή/και ανόργανων εδαφικών τεμαχιδίων που σχηματίζουν ένα εφήμερο στρώμα κάλυψης της επιφάνειας του στερεού φλοιού της Γης. Δημιουργείται ως αποτέλεσμα της δράσης των φυσικών, χημικών και βιολογικών συνθηκών του περιβάλλοντος επί των οργανικών υπολειμμάτων, των γεωλογικών πετρωμάτων και των μη συσσωματωμένων ανόργανων ή οργανικών υλικών που προέρχονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα (F.A.O., 1998), ενώ παρουσιάζει ευαισθησία στη διαβρωτική ενέργεια του ανέμου, του νερού, του πάγου ή διαφόρων οργανισμών. Τα κατεξοχήν σημαντικά συστατικά του εδάφους είναι: α) τα κρυσταλλικά, άμορφα, στερεά, ανόργανα υλικά που περιλαμβάνουν κυρίως αλουμινοπυριτικά ορυκτά, υδροξείδια του σιδήρου και άλατα του ανθρακικού οξέος, β) τα ζωντανά ή νεκρά οργανικά υλικά από τα οποία η μικροβιακή βιομάζα (βακτήρια και μύκητες) είναι θεμελιώδους σημασίας, γ) το υδατικό διάλυμα ανόργανων και οργανικών συμπλόκων, μορίων και ιόντων και δ) η αέρια φάση που περιέχει τα συνήθη συστατικά στοιχεία της γήινης ατμόσφαιρας με τροποποιημένες όμως αναλογίες (σε σχέση με αυτές της ατμόσφαιρας) εξαιτίας αφενός μεν των χημικών και βιοχημικών αντιδράσεων που συνοδεύονται από αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ορυκτών του εδάφους και του νερού, αφετέρου δε της αναπνοής των μικροοργανισμών και των ριζών αλλά και της οργανικής αποσύνθεσης (Encyclopedia of soil science, 2008b).

1.2. Σχέσεις εδάφους και φυτικής παραγωγής

Σύμφωνα με τα κριτήρια των Arnon και Stout (1939), αναγνωρίζονται γενικά ως απαραίτητα για τα ανώτερα φυτά τα δεκαέξι (16) χημικά στοιχεία του Πίνακα 1. Τα στοιχεία άνθρακας (C), υδρογόνο (H₂) και οξυγόνο (O₂) προσλαμβάνονται από την ατμόσφαιρα και τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα. Τα υπόλοιπα δεκατρία (13) χαρακτηρίζονται ως εδαφικά θρεπτικά στοιχεία, διότι αποτελούν συστατικά του εδάφους, από το οποίο και κυρίως προσλαμβάνονται δια των ριζών των φυτών. Για τα δεκατρία αυτά στοιχεία χρησιμοποιείται επίσης ο όρος «ανόργανα θρεπτικά στοιχεία».

Πίνακας 1. Τα απαραίτητα για τα ανώτερα φυτά θρεπτικά στοιχεία και οι πηγές τους (Αναλογίδης, 2000).

Απαιτούμενα σε σχετικά μεγάλες ποσότητες		Απαιτούμενα σε σχετικά μικρές ποσότητες
Κυρίως από την ατμόσφαιρα	Κυρίως από το έδαφος	Κυρίως από το έδαφος
Άνθρακας (C)	Άζωτο (N)	Σίδηρος (Fe)
Υδρογόνο (H ₂)	Φώσφορος (P)	Μαγγάνιο (Mn)
Οξυγόνο (O ₂)	Κάλιο (K)	Βόριο (Bo)
	Ασβέστιο (Ca)	Μολυβδαίνιο (Mo)
	Μαγνήσιο (Mg)	Χαλκός (Cu)
	Θείο (S)	Ψευδάργυρος (Zn)
		Χλώριο (Cl)

Η δυναμική μιάς δεδομένης γαίας (Lovelock, 1975) να παράγει φυτική βιομάζα ονομάζεται παραγωγικότητα ενώ η συνεισφορά του εδάφους στην παραγωγικότητα καλείται γονιμότητα. Ο όρος γονιμότητα είναι μια σύνθετη έννοια που συμπεριλαμβάνει πολλές βιολογικές, χημικές και φυσικές ιδιότητες των εδαφών. Ένας περισσότερο περιορισμένος ορισμός της γονιμότητας των εδαφών την συσχετίζει με τα επίπεδα συγκέντρωσης και με τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων στο εδαφικό διάλυμα. Καθίσταται λοιπόν σαφές ότι η λειτουργικότητα του εδαφικού συστήματος αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την υποστήριξη φυτικής βιομάζας.

1.3. Υποβάθμιση των εδαφικών λειτουργιών και το φαινόμενο της ερημοποίησης

Το έδαφος ως ένα ανοικτό φυσικό σύστημα, δέχεται εισροές από το περιβάλλον και συγχρόνως ασκεί ισχυρές επιδράσεις επ' αυτού. Ένα τέτοιο σύστημα υφίσταται συνεχώς μεταβολές με ποικίλους ρυθμούς που εξαρτώνται από την ένταση των εισροών που δέχεται

και από τις εκροές του προς το περιβάλλον. Υπό φυσικές συνθήκες, οι μεταβολές αυτές είναι βραδείες και οι ρυθμοί σχηματισμού του εδάφους και αυτοί των μεταβολών και απωλειών του εξισορροπούνται. Έτσι αποκαθίσταται μια ισορροπία, που εξασφαλίζει την αειφορία της δυνατότητάς του να παράγει βιομάζα και να επιτελεί τις λειτουργίες του ως ένα αναπόσπαστο μέρος του οικοσυστήματος. Για να λειτουργεί ικανοποιητικά ένα εδαφικό σύστημα, πρέπει να εξασφαλίζει ορισμένα χαρακτηριστικά, όπως επαρκή χώρο για την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος των φυτών, ευνοϊκή χημική σύσταση και ικανοποιητικές φυσικές ιδιότητες. Υπό καθεστώς ακραίων εξωτερικών εισροών, είτε φυσικών είτε ανθρωπογενών, η ισορροπία του εδαφικού συστήματος ανατρέπεται και οι μεταβολές που υφίσταται γίνονται πιο έντονες με αποτέλεσμα πολλές φορές οι εδαφικές ιδιότητες, οι λειτουργίες και η εδαφική «υγεία» να υποβαθμίζονται.

Παρά ταύτα το έδαφος δεν αποτελεί ανεξάρτητο παράγοντα καθώς η κατάσταση του αλλά και οι συγκεκριμένες ιδιότητές του καθορίζονται από το μητρικό υλικό, το κλίμα την τοπογραφία, τους έμβιους οργανισμούς και τον χρόνο εξέλιξής του. Μόνο όταν οι προαναφερόμενες ανεξάρτητες μεταβλητές (Jenny, 1941) δράσουν κατά συγκεκριμένο τρόπο μπορεί να οδηγηθεί στην κατάσταση της ερημοποίησης (Γιάσσογλου, 2004α). Ερημοποίηση λαμβάνει χώρα, όταν η υποβάθμιση του εδάφους φθάσει σε ένα ιδιαίτερα κρίσιμο στάδιο κατά το οποίο το έδαφος δεν μπορεί πλέον να παρέχει τον απαραίτητο ζωτικό χώρο, το απαιτούμενο νερό και τα θρεπτικά συστατικά στα φυτά και σε άλλες μορφές ζωής, που είναι θεμελιώδεις για τη διαβίωση του ανθρώπου και την αειφορία του περιβάλλοντος γενικότερα (Γιάσσογλου, 2004β). Σύμφωνα με την Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών κατά της Ερημοποίησης (United Nations, 1994), το φαινόμενο της ερημοποίησης ορίζεται ως «η υποβάθμιση των γαιών στις ξηρές, ημίξηρες και ξηρές ύφυγρες περιοχές, που προκαλείται από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των κλιματικών αλλαγών και των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων». Παρόμοιο ορισμό του φαινομένου διατύπωσαν οι Arnalds και Archer (2000), ορίζοντας ως ερημοποίηση το φαινόμενο της μετατροπής ή της υποβάθμισης των γόνιμων γαιών σε ερήμους εξαιτίας φυσικών διεργασιών ή ανθρωπογενών παρεμβάσεων ή από τον συνδυασμό των δύο παραπάνω αιτιών.

Η ερημοποίηση δεν πρέπει να θεωρείται καινούργιο φαινόμενο καθώς αποτελεί μέρος της εξελικτικής πορείας του πλανήτη εδώ και πολλούς αιώνες υποβαθμίζοντας ή και καταστρέφοντας παραγωγικές περιοχές. Ίχνη λιμνών, απολιθώματα φυτών και απολιθωμένα εδάφη αποδεικνύουν ότι πριν από χιλιάδες χρόνια επικρατούσαν στην σημερινή έρημο της

Σαχάρας, τροπικές συνθήκες με πλούσια βλάστηση. Στην αρχαία ελληνική γραμματεία αναφέρονται σημαντικά παραδείγματα δράσης του φαινομένου της ερημοποίησης. Στο έργο του Πλάτωνα «Τίμαιος - Κριτίας» υπάρχουν αναφορές για σημαντικούς κατακλυσμούς που απομάκρυναν όλο το επιφανειακό έδαφος ή για απογυμνωμένα όρη εκείνης της εποχής που κάποτε καλύπτονταν από βλάστηση, ή ακόμη και για άγονες πεδιάδες που κάποτε υπήρξαν παραγωγικές γαίες (Πλάτων, Τίμαιος-Κριτίας). Αντίστοιχα στο έργο του με τίτλο «Μετεωρολογικά» ο Αριστοτέλης αναφέρει ότι κατά την εποχή του Τρωϊκού πολέμου η γη του Άργους ήταν ελώδης και μη καλλιεργήσιμη σε αντιπαράθεση με αυτή των Μυκηνών που ήταν ήπια και γόνιμη ενώ συνεχίζοντας αναφέρει ότι στην εποχή του συμβαίνει ακριβώς το αντίθετο με την γη των Μυκηνών να παρουσιάζεται ξηρή και άγονη και την γη του Άργους εύφορη (Αριστοτέλης, Μετεωρολογικά, Α' βιβλίο).

Βέβαια υπάρχει μια σημαντική διαφοροποίηση της λειτουργίας του φαινομένου διαχρονικά. Στις μέρες μας το φαινόμενο αναφέρεται κυρίως στην επέκταση της ερήμου, λόγω της αλόγιστης δράσης του ανθρώπου σε περιοχές που δεν είναι ερημικές. Ο ρυθμός της επέκτασης αυτής έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία 50 χρόνια, κυρίως γιατί ο άνθρωπος εκμεταλλεύομενος τις δυνατότητες που του προσφέρουν οι νέες τεχνολογίες μπορεί και επεμβαίνει στην φύση πολύ καταστρεπτικότερα από ότι στο παρελθόν και δευτερευόντως γιατί παρατηρείται μια κατά πολλούς αμφισβητούμενη θέρμανση του πλανήτη. Συνεπώς, οι σημερινές αιτίες της ερημοποίησης είναι ανθρωπογενείς και ανάγονται στο κοινωνικό-οικονομικό-πολιτικό περιβάλλον του ανθρώπου (Γιάσογλου και Κοσμάς, 2004).

1.4. Περιβαλλοντική και οικονομική διάσταση της ερημοποίησης

Σύμφωνα με τον αείμνηστο Διευθυντή της Β' Περιφερειακής Διεύθυνσης Υπηρεσίας Εγγείων Βελτιώσεων Λεωνίδα Μήλιο (Μήλιος, 1961) «το έδαφος αποτελεί το μέσο εκ του οποίου ο άνθρωπος προσπορίζεται τα προς το ζην αναγκαία». Επομένως εκτός της αυτονόητης περιβαλλοντικής του σημασίας το έδαφος αποτελεί και σημαντικό παράγοντα της οικονομίας των ανθρώπινων κοινωνιών. Ο Καθηγητής Κ. Κοσμάς (Κοσμάς, 2014) αναφέρει ότι η ερημοποίηση έχει σημαντικότερες περιβαλλοντικές και κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις, αφού με την υποβάθμιση των φυσικών πόρων μειώνεται η παραγωγικότητα ενός τόπου και κατ' επέκταση το αγροτικό εισόδημα, μετατοπίζοντας τον πληθυσμό σε περιοχές με περισσότερες δυνατότητες απασχόλησης. Ειδικότερα με βάση το

κείμενο του ίδιου Καθηγητή, η ερημοποίηση συνεπάγεται απώλεια της βιοποικιλότητας μιας περιοχής, μείωση της παραγωγικότητας του εδάφους, μεταβολή των τοπικών κλιματικών συνθηκών, μείωση της διαθεσιμότητας του γλυκού νερού, αύξηση της συχνότητας και του μεγέθους των πλημμυρών στις κατώτερες περιοχές, ιζηματογένεση των φραγμάτων, μείωση του αγροτικού εισοδήματος, εγκατάλειψη της γης και μετανάστευση του πληθυσμού. Η μετανάστευση αυτή ασκεί ευρύτερες κοινωνικές και οικονομικές πιέσεις στους χώρους μετανάστευσης με συνέπεια την αλματώδη οικιστική επέκταση των πόλεων, την ρύπανση και άλλα περιβαλλοντικά προβλήματα, την ανεργία και τις ακραίες συμπεριφορές. Σύμφωνα με τα παραπάνω μπορούμε με βεβαιότητα να ισχυριστούμε ότι οι επιπτώσεις του φαινομένου της ερημοποίησης είναι διπλής φύσεως αφού με την υποβάθμιση των εδαφών μειώνεται η παραγωγικότητα των εδαφικών πόρων και ταυτόχρονα οι γεωργικοί πληθυσμοί που δεν μπορούν πλέον να επιβιώσουν μεταναστεύουν επιβαρύνοντας άλλες, κυρίως αστικές, περιοχές.

Με βάση τα στοιχεία των εκθέσεων που συντάσσονται στο πλαίσιο της Σύμβασης των Ηνωμένων Εθνών για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης (U.N.C.C.D., 2009) οι ετήσιες απώλειες εισοδήματος εξαιτίας της υποβάθμισης των γαιών υπολογίζονται σε 65 δισεκατομμύρια δολάρια. Εκτιμήσεις του F.A.O. αναφέρουν ότι σχεδόν το 40% των γεωργικών γαιών έχουν επηρεαστεί δυσμενώς από την ανθρωπογενή υποβάθμιση των εδαφών και περισσότερο από το 6% αυτών έχουν υποβαθμιστεί σε τέτοιο βαθμό ώστε η αποκατάσταση της αρχικής παραγωγικότητάς τους να είναι εφικτή μόνο μετά από πολύ μεγάλες οικονομικές επενδύσεις (Oldeman, 1994). Περίπου 1.5 δισεκατομμύριο άνθρωποι παγκοσμίως εξαρτώνται βιοποριστικά από υποβαθμισμένες περιοχές και σχεδόν ο μισός πληθυσμός των παγκοσμίως πολύ πτωχών ανθρώπων (42%) διαβιώνει σε υποβαθμισμένες περιοχές (U.N.E.S.C.O., 2012). Όμως η υποβάθμιση των γαιών και η ερημοποίηση δεν αφορά μόνο τους πολύ πτωχούς καθώς πάνω από 110 χώρες κινδυνεύουν δυνητικά να αντιμετωπίσουν το φαινόμενο της ερημοποίησης των γαιών τους (U.N.C.C.D, 2014). Σύμφωνα με τον Οργανισμό Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (O.E.C.D., 2008) και την έκδοσή του για τις περιβαλλοντικές τάσεις παγκοσμίως μέχρι το έτος 2030, η ανεπάρκεια των υδατικών πόρων θα επιδεινωθεί λόγω της μη ορθολογικής χρήσης και διαχείρισης και της κλιματικής αλλαγής. Συγκεκριμένα αναφέρονται εκτιμήσεις για αύξηση του πληθυσμού των περιοχών που επηρεάζονται από την ανεπάρκεια των υδατικών αποθεμάτων κατά 1 δισεκατομμύριο μέχρι το 2030.

Σε προηγούμενη ενότητα του κεφαλαίου αυτού διαπιστώσαμε την άμεση σχέση μεταξύ της κατάστασης του εδάφους και της φυτικής παραγωγής, ενώ αναντίρρηση η φυτική παραγωγή καθορίζει σημαντικά την οικονομία μιας περιοχής συμβάλλοντας είτε στην πρωτογενή παραγωγή και στις περιβαλλοντικές συνθήκες είτε προσφέροντας στο αισθητικό της κάλλος. Επομένως η συνάφεια μεταξύ των εδαφικών πόρων και της οικονομίας μιας κοινωνίας είναι πολύ ισχυρή και σχεδόν αυταπόδεικτη, γεγονός που καθιστά την ερημοποίηση των γαιών σημαντικό παράγοντα για τη διαμόρφωση των οικονομικών συνθηκών.

1.5. Ερημοποίηση και παγκόσμια επιστημονική κοινότητα

Παρόλο που ο όρος ερημοποίηση έχει απασχολήσει την παγκόσμια επιστημονική κοινότητα ήδη από το 1950, μόλις τις τελευταίες δύο δεκαετίες το φαινόμενο έχει αναγνωρισθεί ως απειλή για την βιοποικιλότητα και κατά συνέπεια την ανθρώπινη ευζωΐα. Αξίζει να σημειωθεί ότι ενώ η ερημοποίηση αποτελεί αντικείμενο της επιστημονικής έρευνας σε αρκετές χώρες του κόσμου και της έχει δοθεί εκτεταμένη δημοσιότητα από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης τα τελευταία χρόνια, εντούτοις παραμένει μείζον περιβαλλοντικό πρόβλημα κυρίως εξαιτίας της πολυπλοκότητάς της (Kosmas and Kairis, 2008).

Σύμφωνα με τη Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για την αντιμετώπιση της ερημοποίησης (United Nations, 1994) η οποία εγκρίθηκε στις 17/8/1994 και ετέθη σε ισχύ στις 26/12/1996, τα επηρεαζόμενα από το φαινόμενο Κράτη που προσχωρούν, μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα (Παράρτημα IV), όφειλαν να προετοιμάσουν Εθνικά Σχέδια Δράσης που θα αποσκοπούσαν στην καταπολέμηση της ερημοποίησης. Με βάση το Άρθρο 10 της Σύμβασης των Ηνωμένων Εθνών, τα Εθνικά Σχέδια Δράσης θα προσδιόριζαν τους παράγοντες που συμβάλλουν στην ερημοποίηση και τα πρακτικά εκείνα μέτρα που είναι αναγκαία για την καταπολέμησή της και την αντιμετώπιση των συνεπειών της ξηρασίας. Επίσης όφειλαν να περιγράφουν τον ρόλο των τοπικών Κυβερνήσεων και των χρηστών της γης και να καταγράφουν τα απαιτούμενα και διαθέσιμα μέσα για την καταπολέμηση της ερημοποίησης. Ακόμα τα σχέδια θα προσαρμόζονταν στις εκάστοτε μεταβαλλόμενες συνθήκες και τις αποκτούμενες νέες γνώσεις και εμπειρίες (Νόμος 2468/6-3-1997, Φ.Ε.Κ. τ. Α, 32).

Δέκα χρόνια από την έναρξη της ισχύος της η Σύμβαση για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης είχε ήδη διεθνώς αναγνωριστεί ως πολύτιμο «εργαλείο» για την αειφόρο ανάπτυξη και τη μείωση της φτώχειας σε παγκόσμια κλίμακα. Κατά την 8^η Συνδιάσκεψη των Μελών της (C.O.P. 8³) που πραγματοποιήθηκε στη Μαδρίτη τον Σεπτέμβριο του 2007 υιοθετήθηκε ομόφωνα το δεκαετές στρατηγικό σχέδιο και πλαίσιο αναφοράς για την ενδυνάμωση της εφαρμογής της Σύμβασης. Το σχέδιο περιλαμβάνει τους «στρατηγικούς στόχους» που πρέπει να έχουν επιτευχθεί με την πάροδο της δεκαετίας 2008-2018 και τους «επιχειρησιακούς στόχους» που καθοδηγούν τις βραχυπρόθεσμες και μεσομακροπρόθεσμες δράσεις επίτευξης των στόχων. Μεταξύ των επιχειρησιακών στόχων και ειδικότερα στον τομέα της επιστήμης, της τεχνολογίας και της μεταφοράς γνώσης προβλέπεται η παρακολούθηση του φαινομένου σε εθνικό επίπεδο, η ανάλυση της συσχέτισης μεταξύ βιοφυσικών και κοινωνικοοικονομικών παραγόντων των περιοχών που επηρεάζονται, η ανάπτυξη συστημάτων λήψης αποφάσεων, η καταγραφή και δημοσιοποίηση των βέλτιστων πρακτικών αντιμετώπισης και η ενεργοποίηση επιστημονικών δικτύων και οργανισμών για την προώθηση της σύμβασης (U.N.C.C.D., 2008). Σημαντικό σημείο του δεκαετούς στρατηγικού σχεδίου είναι ότι ο έλεγχος εφαρμογής της Σύμβασης στα Κράτη –Μέλη πραγματοποιείται πλέον με τη χρήση δεικτών.

1.6. Το φαινόμενο της ερημοποίησης στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα αλλά και σε όλη τη Βόρεια Μεσόγειο ιδιαίτερα ευαίσθητες γαιομορφές στις φυσικές διεργασίες ερημοποίησης είναι αυτές που δημιουργούνται σε κεκλιμένα τοπία και σε μητριά πετρώματα Μεσοζωϊκών ασβεστολίθων ή Τριτογενών μαργών. Τα εδάφη επί Μεσοζωϊκών ασβεστολίθων είναι συνήθως αβαθή με μικρή ικανότητα παροχής υγρασίας προς τα φυτά, ευαίσθητα στη διάβρωση και το φαινόμενο της ερημοποίησης σε αυτές τις γαιομορφές είναι μη αναστρέψιμο. Σε κεκλιμένες γαιομορφές επί Τριτογενών μαργών σχηματίζονται εδάφη υψηλής διαβρωσιμότητας και ευαίσθητα στο σχηματισμό επιφανειακής κρούστας. Οι γαιομορφές αυτές υπό καθεστώς ξηρασίας παρουσιάζουν μεγάλη ευαισθησία στην ερημοποίηση η οποία όμως στη Βόρεια Μεσόγειο είναι αναστρέψιμη εξαιτίας του σχετικά μεγάλου βάθους των εδαφών αυτών (Γιάσογλου, 2004γ). Σύμφωνα με τον πρώτο επιστήμονα που έθεσε το ερευνητικό πλαίσιο της μελέτης του φαινομένου της

³ Conference of the Parties on its eighth session, held in Madrid from 3 to 14 September 2007.

ερημοποίησης στην Ελλάδα, ιδρυτή και διατελέσαντα επί πολλά χρόνια Προέδρου της Εθνικής Επιτροπής για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης Καθηγητή κ. Γιάσογλου, η αλόγιστη ανθρώπινη δραστηριότητα μπορεί εύκολα να προκαλέσει ερημοποίηση στις ημίξηρες και ξηρές ύφυγρες περιοχές της Μεσογειακής Ευρώπης επειδή αρκετοί παράγοντες που σχετίζονται με την γη είναι δυσμενείς ή και ευαίσθητοι σε τέτοιες δράσεις (Yassoglou et al., 2009).

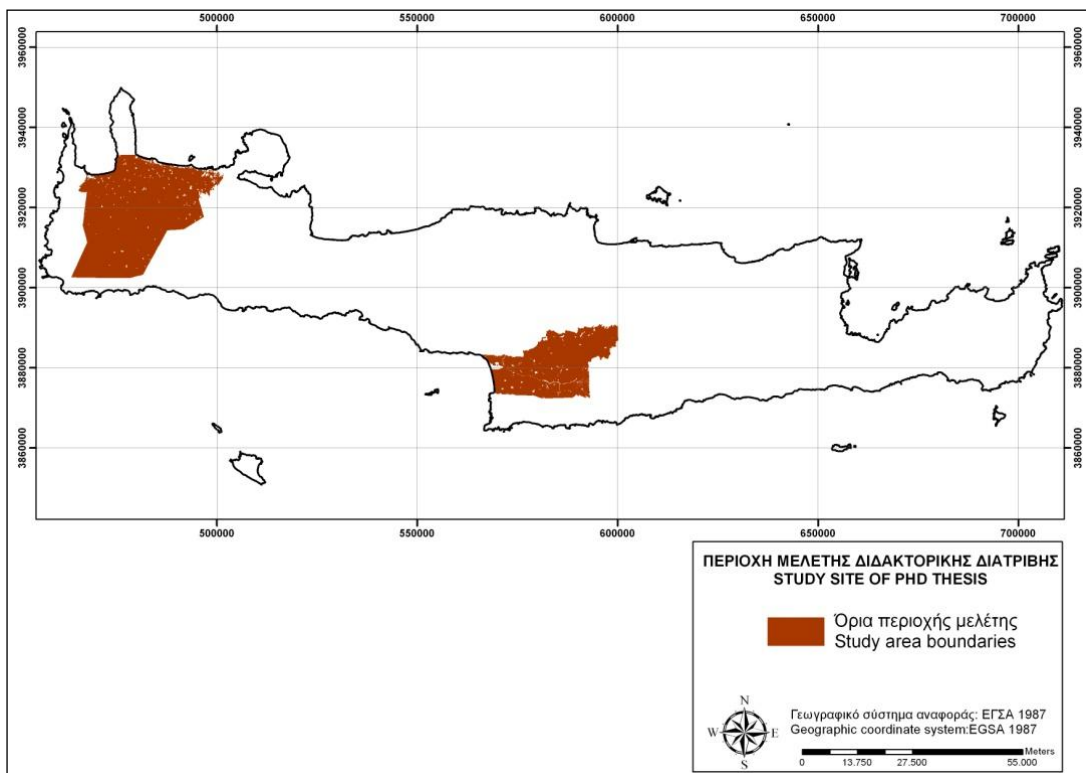
Εάν θελήσουμε να αναφερθούμε στην παρούσα κατάσταση του φαινομένου της ερημοποίησης στη χώρα μας ο Ελλαδικός χώρος εμφανίζεται έντονα υποβαθμισμένος με πολλές περιοχές να αντιμετωπίζουν υψηλό κίνδυνο ερημοποίησης. Οι περιοχές υψηλού κινδύνου ερημοποίησης εντοπίζονται σε μεγάλο μέρος της Στερεάς Ελλάδας, στο μεγαλύτερο μέρος της Πελοποννήσου, στην ορεινή ζώνη των Ιόνιων νήσων, στα νησιά του Αιγαίου, στην Εύβοια, στην ανατολική Κρήτη και σε τμήματα της Θεσσαλίας, Μακεδονίας και της Θράκης. Πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι το 35% του Ελλαδικού χώρου χαρακτηρίζεται υψηλού κινδύνου, το 49% μέτριου κινδύνου και το υπόλοιπο 16% θεωρείται χαμηλού κινδύνου ερημοποίησης (Γιάσογλου, 2004δ - Χάρτης ευαισθησίας περιοχών της Ελλάδας στην ερημοποίηση).

Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία διαπιστώνεται ότι τα περιβαλλοντικά μειονεκτήματα και οι οικονομικές απώλειες εξαιτίας του κινδύνου ερημοποίησης στην Ελλάδα δεν είναι καθόλου ευκαταφρόνητα.

1.7. Οι περιοχές μελέτης της διδακτορικής διατριβής

Δύο περιοχές της Κρήτης που επιλέχθηκαν για τη μελέτη της υποβάθμισης των γαιών και της ερημοποίησης, αποτελούν τις περιοχές μελέτης της παρούσας διδακτορικής διατριβής. Ειδικότερα όπως παρουσιάζεται στον Χάρτη 1 οι περιοχές μελέτης της οικείας διατριβής ορίζονται από το μεγαλύτερο μέρος του νομού Χανίων έκτασης εξακοσίων ενενήντα πέντε χιλιάδων διακοσίων τριάντα επτά (695.237) στρεμμάτων και από ένα μεγάλο μέρος του νομού Ηρακλείου που περιλαμβάνει σημαντικό τμήμα της πεδιάδας της Μεσσαράς και τις βορειότερες ορεινές περιοχές πάνω από την κοιλάδα συνολικής έκτασης τριακοσίων εξήντα επτά χιλιάδων τριακοσίων σαράντα (367.340) στρεμμάτων. Τα δύο αυτά πεδία απασχολούν ερευνητικά το Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας και Εδαφολογίας του Γ.Π.Α. εδώ και

πολλά χρόνια. Συγκεκριμένα η πρώτη εδαφολογική έρευνα στην περιοχή της Κρήτης πραγματοποιήθηκε στην πεδιάδα της Μεσσαράς (220.609 στρέμματα) από τον κ. Νικόλαο Γιάσογλου το έτος 1971 (Yassoglou, 1971), μετέπειτα Καθηγητή του Εργαστηρίου Γεωργικής Χημείας και Εδαφολογίας του Γ.Π.Α., που τότε υπηρετούσε στο Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών «Δημόκριτος». Επίσης στο πλαίσιο των Κοινοτικών ερευνητικών προγραμμάτων IMAGE⁴ και OLIVERO⁵ είχε πραγματοποιηθεί η εδαφολογική χαρτογράφηση σχεδόν του συνόλου του νομού Χανίων (695.237 στρέμματα) από τον Καθηγητή κ. Κωνσταντίνο Κοσμά και τους συνεργάτες του. Για τις ανάγκες του Κοινοτικού ερευνητικού προγράμματος DESIRE⁶ χαρτογραφήθηκαν και τα βορειότερα ορεινά εδάφη πάνω από την κοιλάδα της Μεσσαράς (146.731 στρέμματα) από τον Καθηγητή κ. Κωνσταντίνο Κοσμά και τους συνεργάτες του. Η συμβολή της παρούσας εργασίας στη χαρτογράφηση των περιοχών μελέτης αφορά τη συμπλήρωση και διόρθωση των χαρτογραφικών μονάδων της περιοχής του νομού Χανίων και την εξ' αρχής χαρτογράφηση των βορειότερων ορεινών εδαφών πάνω από την κοιλάδα της Μεσσαράς.



Χάρτης 1: Ο χάρτης των περιοχών μελέτης της παρούσας διδακτορικής διατριβής.

⁴ Sustainable Use of Water Resources and Rural Development in Drought Affected Areas – IMAGE, 2008. Source: EU Community Initiative Programme INTERREG III B ARCHIMED, project number A. 1.068.

⁵ The Future of Olive Plantation Systems on Sloping and Mountainous Land. Scenarios for Production and Natural Resources Conservation – OLIVERO. Source: OLIVERO final report, contract number: EU QLK5-CT2002-01841.

⁶ EC-DG RTD – 6th Framework Research Programme - project Desire. Desertification Mitigation and Remediation of land-a global approach for local solutions. Contract Number: 037046.

Η πρώτη από τις δύο περιοχές μελέτης εντοπίζεται στην δυτική πλευρά της Κρήτης και καλύπτει το σημαντικότερο τμήμα των διοικητικών ορίων της Νομαρχιακής αυτοδιοίκησης Χανίων (Χάρτης 1). Η περιοχή αυτή χαρακτηρίζεται από ποικιλομορφία τοπίων, λιθολογικών μονάδων και κλιματικών συνθηκών και καλύπτεται κυρίως από ελαιώνες και εκτάσεις φυσικής βλάστησης ενώ δευτερευόντως ευδοκιμούν καλλιέργειες αμπέλων, εσπεριδοειδών, ετήσιων φυτών, ακρόδρουων και εκτάσεις φυσικής βλάστησης. Τα εδάφη έχουν σχηματιστεί σε μητριακά πετρώματα ασβεστολίθων, σχιστολίθων, μαργών, κροκαλοπαγών και σε υλικά αλλουβιακών αποθέσεων. Η κλίση των εδαφών κυμαίνεται από σχεδόν επίπεδα (κλίση<2%) έως πολύ απότομα (κλίση>35%) με επικρατούσες κλάσεις αυτές των εδαφών με κλίσεις >18%. Τα βάθη των εδαφών κυμαίνονται από αβαθή (βάθος<30 εκ.) έως πολύ βαθιά (βάθος>150 εκ.).

Η δεύτερη από τις δύο περιοχές μελέτης εντοπίζεται εικοσιένα (21) χιλιόμετρα νοτιοδυτικά της πόλεως του Ηρακλείου και αποτελείται από σημαντικό τμήμα της κοιλάδας της Μεσσαράς και από τις βορειότερες ορεινές περιοχές πάνω από την κοιλάδα. Η κοιλάδα της Μεσσαράς χαρακτηρίζεται από ποικιλομορφία τοπίων και λιθολογικών χαρακτηριστικών και καλύπτεται κυρίως από συστηματικούς ελαιώνες ή συγκαλλιέργειες ελαιώνων με άλλες γεωργικές καλλιέργειες και από φυσική βλάστηση. Δευτερευόντως ευδοκιμούν αμπέλια στις λοφώδεις περιοχές ενώ υπάρχουν εκτεταμένοι βοσκοτόποι κυρίως στις ορεινές περιοχές αλλά και σε ζώνες στις χαμηλότερες περιοχές μεταξύ των ελαιώνων. Επίσης υπάρχουν θερμοκήπια που εντοπίζονται στην κατώτερη περιοχή της κοιλάδας όπου οι κλιματικές συνθήκες ευνοούν την ανάπτυξη κηπευτικών καλλιεργειών. Τα εδάφη στο πεδινό τμήμα της κοιλάδας έχουν σχηματιστεί επί Πλειοστοκαινικών και Νεογενών αλλουβιακών αποθέσεων ενώ τα εδάφη των λοφωδών περιοχών που αποτελούν τα επικλινή όρια της κοιλάδας έχουν σχηματιστεί σε αποθέσεις μαργών ή αργίλων και σε μητριακά πετρώματα φλύσχη και ασβεστολίθων. Η κλίση των εδαφών κυμαίνεται από σχεδόν επίπεδα (κλίση<2%) έως πολύ απότομα (κλίση>35%) με επικρατούσες κλάσεις αυτές των εδαφών με κλίσεις μεγαλύτερες του 12%. Τα βάθη των εδαφών κυμαίνονται από αβαθή (βάθος<30 εκ.) έως πολύ βαθιά (βάθος>150 εκ.).

Οι δύο περιοχές μελέτης της παρούσας διδακτορικής διατριβής επιλέχθηκαν ως αντιπροσωπευτικές του Μεσογειακού περιβάλλοντος και ευαίσθητες στην ερημοποίηση των γαιών που χαρακτηρίζονται από διαφορετικά κλιματικά χαρακτηριστικά και διαφορετικές εντάσεις εκμετάλλευσης της γης.

1.8. Αντικείμενο της παρούσας διδακτορικής διατριβής

Η οικεία διδακτορική διατριβή υιοθετεί μια ολιστική θεώρηση της ερημοποίησης των γαιών με σκοπό να προσφέρει ένα όσο το δυνατόν ευρύτερο πλαίσιο και την απαραίτητη ερευνητική μεθοδολογία για την κατανόηση και την αξιολόγηση του φαινομένου. Πραγματεύεται το θέμα της εκτίμησης του κινδύνου ερημοποίησης κυρίως λόγω διάβρωσης σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο προσεγγίζοντάς το μέσω τριών διαφορετικών οδών και συνθέτει μια μοναδική μεθοδολογία τεχνικοκρατικής περιγραφής και αποτίμησης της κατάστασης των γαιών ως προς την ερημοποίηση σε διαφορετικές γεωγραφικές κλίμακες.

Η πρώτη μεθοδολογική προσέγγιση πραγματοποιήθηκε με την μελέτη και την καταγραφή ενός κατάλληλου αριθμού βιοφυσικών και κοινωνικοοικονομικών δεικτών που περιγράφουν την ερημοποίηση των γαιών ανάλογα με τη διεργασία ή το αίτιο της υποβάθμισης (επιφανειακή υδατική διάβρωση, μηχανική διάβρωση, αλάτωση των εδαφών, υδατική ανεπάρκεια, υπερβόσκηση) και τη χρήση της γης στην τοπική κλίμακα των δύο περιοχών μελέτης των νομών Χανίων και Ηρακλείου Κρήτης με δείγμα εκατόν εβδομήντα ενός (171) ερωτηματολογίων. Η ίδια διαδικασία επαναλήφθηκε στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος DESIRE όπου συμπληρώθηκαν σε επίπεδο αγροκτήματος χίλια επτακόσια ογδόντα πέντε (1785) ερωτηματολόγια περιγραφής βιοφυσικών και κοινωνικοοικονομικών δεικτών από 18 περιοχές έρευνας που εκτείνονται από την Ευρώπη μέχρι την Λατινική Αμερική, την Αφρική και την Ασία (περιφερειακό επίπεδο). Τα δύο προαναφερόμενα δείγματα αναλύθηκαν στατιστικά προκειμένου να εξαχθούν οι πιο σημαντικοί δείκτες που επηρεάζουν τις διεργασίες της ερημοποίησης σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο. Από τη διαδικασία αυτή καθίσταται δυνατή η εκτίμηση της ερημοποίησης των γαιών, με τη χρήση περιορισμένου αριθμού δεικτών, σε περιοχές διαφορετικής περιβαλλοντικής ευαισθησίας αξιοποιώντας ταυτόχρονα δεδομένα περιφερειακού ή τοπικού επιπέδου.

Η πειραματική καταγραφή εδαφικών και κλιματικών δεδομένων με σκοπό την εκτίμηση και την αξιολόγηση της επίδρασης διαφορετικών καλλιεργητικών πρακτικών και διαχειρίσεων των γαιών στην ερημοποίηση λόγω διάβρωσης σε δύο αντιπροσωπευτικές χρήσεις γης του Μεσογειακού περιβάλλοντος αποτέλεσε τη δεύτερη οδό προσέγγισης του θέματος της ερημοποίησης. Ειδικότερα στην περιοχή μελέτης του νομού Ηρακλείου εγκαταστάθηκαν για τρία έτη (2008-2011) αυτόματοι σταθμοί καταγραφής εδαφικών και μετεωρολογικών δεδομένων με σκοπό την ποσοτική εκτίμηση της επιφανειακής υδατικής

διάβρωσης ανά καλλιεργητική μεταχείριση σε δύο αγροτεμάχια με διαφορετικές και σημαντικές για την Ελλάδα χρήσεις γης (ελαιώνας και βοσκότοπος). Στην ίδια περιοχή, με την ολοκλήρωση των πειραματικών μετρήσεων, εκτιμήθηκε ο κίνδυνος διάβρωσης με χρήση των αλγορίθμων της μεθοδολογίας P.E.S.E.R.A. (Pan-European Soil Erosion Risk Assessment) (Kirkby 1999; Kirkby et al., 2000) σε επίπεδο αγροτεμαχίου με σκοπό την πειραματική επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων του μοντέλου προσομοίωσης της υδατικής διάβρωσης P.E.S.E.R.A. σε τοπικό επίπεδο, δεδομένου ότι το μοντέλο είχε ήδη προσαρμοσθεί στις μεσογειακές και ειδικά στις ελληνικές συνθήκες από παλαιότερες εργασίες.

Ολοκληρώνοντας την τριπλή μεθοδολογική προσέγγιση της μελέτης του φαινομένου της ερημοποίησης των γαιών πραγματοποιήθηκε η εφαρμογή της μεθοδολογίας P.E.S.E.R.A. και του συστήματος εκτίμησης του κινδύνου ερημοποίησης των Περιβαλλοντικά Ευαίσθητων Περιοχών (Π.Ε.Π.) (E.S.A.) στην περιοχή μελέτης του νομού Χανίων σε περιφερειακό επίπεδο και για είκοσι οκτώ (28) διαφορετικές υποθέσεις εργασίας (σενάρια) καλλιεργητικών πρακτικών και διαχείρισης των γαιών. Η προσπάθεια αυτή υλοποιήθηκε με σκοπό τη συγκριτική ανάλυση των σεναρίων διαχείρισης και καλλιέργειας των γαιών ως προς τον κίνδυνο διάβρωσης και ερημοποίησης σε επίπεδο νομού και την αξιολόγηση της συνεισφοράς τους ή μη στην αιφρορία των εδαφικών πόρων σε περιφερειακή κλίμακα. Με την πειραματική επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων του μοντέλου προσομοίωσης σε τοπικό επίπεδο και με την εφαρμογή του στο περιφερειακό παράλληλα με την εκτέλεση της μεθοδολογίας E.S.A., κατέστη ισχυρή η αξιολόγηση των σεναρίων διαχείρισης και καλλιέργειας των γαιών, ως προς τον κίνδυνο διάβρωσης και ερημοποίησης, έναντι της τοπικής κοινωνίας και των παραγωγών.

Η πρωτοτυπία της διατριβής επιβεβαιώνεται από το γεγονός ότι τα αποτελέσματα που προέρχονται από τις δύο εκ των τριών μεθοδολογικών προσεγγίσεων της παρούσας έρευνας έχουν δημοσιευτεί ή υποβλήθηκαν για δημοσίευση και έχουν εγκριθεί από έγκριτα διεθνή περιοδικά. Ειδικότερα έχουν δημοσιευτεί οι παρακάτω εργασίες:

1. C. Kosmas, **Or. Kairis**, Ch. Karavitis, C. Ritsema, L. Salvati, S. Acikalin, M. Alcalá, P. Alfama, J. Atlhopheng, J. Barrera, A. Belgacem, A. Solé-Benet, J. Brito, M. Chaker, R. Chanda, C. Coelho, M. Darkoh, I. Diamantis, O. Ermolaeva, V. Fassouli, W. Fei, J. Feng, F. Fernandez, A. Ferreira, C. Gokceoglu, D. Gonzalez, H. Gungor, R. Hessel, J. Juying, H. Khatteli, N. Khitrov, A. Kounalaki, A. Laouina, P. Lollino, M. Lopes, L. Magole, L. Medina, M. Mendoza, P. Morais, K. Mulale, F. Ocakoglu, M. Ouessar, C. Ovalle, C. Perez, J. Perkins, F. Pliakas, M. Polemio, A. Pozo, C. Prat, Y. Qinke, A. Ramos, J. Ramos, J. Riquelme, V. Romanenkov, L. Rui, F. Santaloia, R. Sebejo, M.

- Sghaier, N. Silva, M. Sizemskaya, J. Soares, H. Sonmez, H. Taamallah, L. Tezcan, D. Torri, F. Ungaro, S. Valente, J. de Vente, E. Zagal, A. Zeiliger, W. Zhonging, A. Ziogas., 2013. **Evaluation and Selection of Indicators for Land Degradation and Desertification Monitoring: Methodological Approach.** Environmental Management. Published online: 25 June 2013. DOI: 10.1007/s00267-013-0109-6, Springer Science + Business Media, New York.
2. **Or. Kairis**, C. Kosmas, Ch. Karavitis, C. Ritsema, L. Salvati, S. Acikalin, M. Alcalá, P. Alfama, J. Athopheng, J. Barrera, A. Belgacem, A. Solé-Benet, J. Brito, M. Chaker, R. Chanda, C. Coelho, M. Darkoh, I. Diamantis, O. Ermolaeva, V. Fassouli, W. Fei, J. Feng, F. Fernandez, A. Ferreira, C. Gokceoglu, D. Gonzalez, H. Gungor, R. Hessel, J. Juying, H. Khatteli, N. Khitrov, A. Kounalaki, A. Laouina, P. Lollino, M. Lopes, L. Magole, L. Medina, M. Mendoza, P. Morais, K. Mulale, F. Ocakoglu, M. Ouessar, C. Ovalle, C. Perez, J. Perkins, F. Pliakas, M. Polemio, A. Pozo, C. Prat, Y. Qinke, A. Ramos, J. Ramos, J. Riquelme, V. Romanenkov, L. Rui, F. Santaloia, R. Sebeo, M. Sghaier, N. Silva, M. Sizemskaya, J. Soares, H. Sonmez, H. Taamallah, L. Tezcan, D. Torri, F. Ungaro, S. Valente, J. de Vente, E. Zagal, A. Zeiliger, W. Zhonging, A. Ziogas., 2013. **Evaluation and Selection of Indicators for Land Degradation and Desertification Monitoring: Types of Degradation, Causes, and Implications for Management.** Environmental Management. Published online: 28 June 2013. DOI: 10.1007/s00267-013-0110-0, Springer Science + Business Media, New York.
 3. **O. Kairis**, C. Karavitis, A. Kounalaki, L. Salvati & C. Kosmas, 2013. **The effect of land management practices on soil erosion and land desertification in an olive grove.** Soil Use and Management. Volume 29, Issue 4, pages 597- 606, December 2013. British Society of Soil Science, Wiley.
 4. C. Kosmas, **O. Kairis**, C. Karavitis, S. Acikalinj, M. Alcalá , P. Alfama , J. Athopheng , J. Barrera, A. Belgacem, A. Solé-Benet , J. Brito , M. Chaker , R. Chanda , M. Darkoh, O. Ermolaeva , V. Fassouli ,F. Fernandez , C. Gokceoglu , D. Gonzalez , H. Gungor , R. Hessel , H. Khatteli , N. Khitrov , A. Kounalaki , A. Laouina , L. Magole , L. Medina , M. Mendoza , K. Mulale , F. Ocakoglu , M. Ouessar , C.Ovalle , C. Perez ,J. Perkins , A. Pozo , C. Prat , A. Ramos , J. Ramos , J. Riquelme , C. Ritsema , V. Romanenkov , R. Sebeo ,M. Sghaier , N. Silva , M. Sizemskaya, H. Sonmez , H. Taamallah, L. Tezcan, J. de Vente , E. Zagal ,A. Zeiliger , L. Salvati, 2014. **An exploratory analysis of land abandonment drivers in areas prone to desertification.** Catena. Available online: 14 March 2014.
 5. L. Salvati, C. Kosmas, **O. Kairis**, C. Karavitis, S. Acikalin, A. Belgacem, A. Solé-Benet, M. Chaker, V. Fassouli, C. Gokceoglu, H. Gungor, R. Hessel, H. Khatteli, A. Kounalaki, A. Laouina, F. Ocakoglu, M. Ouessar, C. Ritsema, M. Sghaier, H. Sonmez, H. Taamallah, L. Tezcan & J. de Vente, 2014. **Unveiling soil degradation and desertification risk in the Mediterranean basin: a data mining analysis of the relationships between biophysical and socioeconomic factors in agro-forest landscapes.** Journal of Environmental Planning and Management. Published online: 28 October 2014.
 6. **Or. Kairis**, C. Karavitis, L. Salvati, A. Kounalaki, C. Kosmas, 2014. **Exploring the Impact of Overgrazing on Soil Erosion and Land Degradation in a dry Mediterranean Agro-forest Landscape.** Arid Land Research and Management. Accepted: September 19, 2014.

6.1. Βιβλιογραφία πρώτου κεφαλαίου

- Arnalds Olafur and Archer Steve, 2000. “Rangeland Desertification”, Kluwer Academic Publishers, p.5.
- Arnon D. I. and P. R. Stout, 1939. The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper, *Plant Physiology*, Volume 14, p.371-p.375, The Science Press Printing Company, Lancaster Pennsylvania.
- Encyclopedia of soil science, 2008a. p.629, Springer.
- Encyclopedia of soil science, 2008b. p.633, Springer.
- F.A.O. - Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1998. World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources Rep. No. 84. F.A.O., Rome. 88 pp.
- Jenny, 1941. *Factors of Soil Formation*, McGraw-Hill Book Co, Inc, New York 281 pp.
- Kirkby M., 1999. Regional desertification indicators (RDIs). In: *The Medalus Project, Mediterranean desertification and land-use manual on key Indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification*, eds C Kosmas M Kirkby & N Geeson, European Commission EUR 18882 Luxembourg pp 48–65.
- Kirkby M. J., Le Bissonais Y., Coulthard T. J., Daroussin J. & McMahon M. D., 2000. The development of Land Quality Indicators for Soil Degradation by Water Erosion. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 81, 125–136.
- Kosmas C. and Kairis Or., 2008. Land desertification a real threat to our society. 8th International Hydrogeological Congress of Greece, Proceedings/Volume 1. p. 47 pp. 47-62.
- Lovelock J., 1975. The quest for Gaia. *New Scientist*, Volume 65, No 935. New Science Publication. London.
- O.E.C.D. - Organisation for economic co-operation and development, 2008. *Environmental Outlook to 2030*. ISBN 978-92-64-04048-9.
- Oldeman, L.R., 1994, The global extent of soil degradation, p. 99-118. In: D.J. Greenland and I. Szabolcs (editors), *Soil resilience and sustainable land use*, CAB Int., Wallingford, Oxon, England.
- U.N.C.C.D. - United Nations Convention to Combat Desertification., 1994. United Nations, General Assembly, *Elaboration of an International Convention to Combat Desertification in Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification Particularly in Africa*, 1994.
- U.N.C.C.D. - United Nations Convention to Combat Desertification., 2008. Available at: http://www.unced.int/Lists/SiteDocumentLibrary/secretariat/2008/ES_to_CR_IC_7_on_the_operationalisation_of_the_Strategy.pdf. Accessed: July 18, 2014.
- U.N.C.C.D. - United Nations Convention to Combat Desertification., 2009. Summary

for Decision Makers, Revitalizing the U.N.C.C.D., p.3.

U.N.C.C.D. - United Nations Convention to Combat Desertification., 2014. Planning Guide World Day to Combat Desertification, Land Belongs to the Future – Let's Climate Proof It!, p.15. Available at: <http://www.unccd.int>. Accessed: August 12, 2014.

U.N.E.S.C.O - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2012. Managing Water under Uncertainty and Risk. The United Nations World Water Development Report 4, Volume 1, Paris, France, p. 120.

Yassoglou N., 1971. A study of the soils of Messara valley in Crete, Greece. Greek Nuclear Centre Democritos, Department of Earth Sciences. 45 pp.

Yassoglou Nicholas J. and Kosmas C., 2009. Desertification in the Mediterranean Europe. RALA Report No. 200. Available at: www.rala.is/rade/ralareport/darkoh.pdf. Accessed: October 6, 2009.

Αναλογίδης Δ. Α., 2000. «Εδαφος, θρεπτικά στοιχεία και φυτική παραγωγή», Εκδόσεις Αγροτύπος, σελ. 97-99, Αθήνα.

Αριστοτέλης. Μετεωρολογικά, Βιβλίο Α', παρ. 352, σειρά 5 έως σειρά 21.

Γιάσογλου Ν., 2004α. Land and desertification. Ερημοποίηση Επιστημονικές Εργασίες Ελλήνων Συγγραφέων, Εθνική Επιτροπή Κατά Της Ερημοποίησης, 2004, σελ.112-128.

Γιάσογλου Ν., 2004β. Φυσικοί πόροι και ερημοποίηση. Ερημοποίηση Επιστημονικές Εργασίες Ελλήνων Συγγραφέων, Εθνική Επιτροπή Κατά Της Ερημοποίησης, 2004, σελ.58.

Γιάσογλου Ν., 2004γ. Φυσικοί πόροι και ερημοποίηση. Ερημοποίηση Επιστημονικές Εργασίες Ελλήνων Συγγραφέων, Εθνική Επιτροπή Κατά Της Ερημοποίησης, 2004. σελ.59.

Γιάσογλου Ν., 2004δ. Φυσικοί πόροι και ερημοποίηση. Ερημοποίηση Επιστημονικές Εργασίες Ελλήνων Συγγραφέων, Εθνική Επιτροπή Κατά Της Ερημοποίησης, 2004, σελ.60.

Γιάσογλου Ν. και Κοσμάς Κ., 2004. Η ερημοποίηση. Ερημοποίηση Επιστημονικές Εργασίες Ελλήνων Συγγραφέων, Εθνική Επιτροπή Κατά Της Ερημοποίησης, 2004. σελ.25.

Κοσμάς Κ., 2014. Υποβάθμιση και ερημοποίηση της γης. Επιστημονικές εκδόσεις Παρισιάνου Α.Ε., σελ. 223.

Μήλιος Α., 1961. Υπουργείον Γεωργίας, Δελτίον Τεχνικών Γνώσεων, Αριθ. Ν. 5 (ΕΕ), 1961. Η προστασία του εδάφους εκ της διαβρώσεως, σελ .13., Βόλος.

Νόμος υπ'αριθμ. 2468/6-3-1997, Φ.Ε.Κ. Τεύχος Α, Αρ. Φύλλου 32. Κύρωση της Σύμβασης των Ηνωμένων Εθνών για την καταπολέμηση της απερήμωσης στις χώρες εκείνες που αντιμετωπίζουν σοβαρή ξηρασία ή/και απερήμωση, ιδιαίτερα στην Αφρική.

Πλάτων. Τίμαιος-Κριτίας, παρ.111. Εκδόσεις Κάκτος, 1993.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗΣ

Ειτίμηση του κινδύνου ερημοποίησης των
γαιών σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο με
χρήση δεικτών

2.1. Βασικές έννοιες περιβαλλοντικών δεικτών

Η αλληλεπίδραση μεταξύ των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και της κατάστασης του περιβάλλοντος απαιτεί παρακολούθηση των περιβαλλοντικών διεργασιών με επιστημονική προσέγγιση προκειμένου να αξιολογηθούν οι επιπτώσεις των διάφορων χρήσεων γης γενικά αλλά και των γεωργικών πρακτικών ειδικότερα (Gobin et al., 2004). Σύμφωνα με τους Rubio και Bochet (1998) ενώ υπάρχει τεράστιος όγκος πληροφορίας σχετικής με τα περιβαλλοντικά θέματα ενέχει ο κίνδυνος αυτή να μην μπορεί να αξιοποιηθεί από τους ενδιαφερόμενους εξαιτίας της υπερπληθώρας των δεδομένων που δεν είναι εύκολα διαχειρίσιμα. Το πρόβλημα εντείνεται στις περιπτώσεις που οι υπεύθυνοι για τις αποφάσεις σε πολιτικό επίπεδο χρειάζεται να έχουν μια όσο το δυνατόν πιο ξεκάθαρη εικόνα των σχέσεων μεταξύ της ανθρώπινης παρέμβασης και της κατάστασης του περιβάλλοντος σε αυτό το εξαιρετικά πολύπλοκο σύστημα. Τα βασικά μέσα επικοινωνίας της σχετικής πληροφορίας είναι οι δείκτες. Οι δείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση της εφαρμογής μιας συγκεκριμένης πολιτικής, όπως και για την αναπαράσταση των τάσεων και της εξέλιξης της κατάστασης ενός συστήματος (Rubio and Bochet, 1998). Μολονότι ακόμα εξελίσσεται η συζήτηση μεταξύ πολλών επιστημόνων σχετικά με τα είδη των δεικτών που θα μπορούσαν να περιγράψουν ταυτόχρονα την παρούσα κατάσταση και την τάση των περιβαλλοντικών φαινομένων (Kairis et al., 2013) οι δείκτες γίνονται ολοένα και περισσότερο σημαντικοί τόσο στη διαδικασία της επικοινωνίας της πληροφορίας προς τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και στο ευρύ κοινό, όσο και στην εκτίμηση της λειτουργικότητας του περιβάλλοντος καθώς και της αξιολόγησης της προόδου που συντελείται μέσω ενεργειών για την καταπολέμηση της υποβάθμισης των γαιών και της ερημοποίησης, αντικείμενο που πραγματεύεται και η παρούσα διατριβή.

Έχουν δοθεί στο παρελθόν αρκετοί ορισμοί και περιγραφές του όρου «δείκτης» από διάφορους επιστημονικούς φορείς. Ο Οργανισμός για την Οικονομική Συνεργασία και Ανάπτυξη (Ο.Ο.Σ.Α.) αναγνωρίζει ως «δείκτη» μια παράμετρο ή μια τιμή η οποία προκύπτει από άλλες παραμέτρους και παρέχει πληροφορίες γύρω από ένα φαινόμενο (Ο.Ε.Σ.Δ., 1993a). Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Περιβάλλοντος οι δείκτες αποτελούν μέτρο σύγκρισης, γενικά ποσοτικό, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επεξήγηση και την παροχή πληροφοριών σχετικών με πολυσύνθετα φαινόμενα παρακολουθώντας την εξέλιξη και προσδιορίζοντας τις τάσεις αυτών. Οι δείκτες απλοποιούν

γενικά την πραγματικότητα με σκοπό να προσδώσουν ποσοτικά χαρακτηριστικά σε πολυσύνθετα φαινόμενα έτσι ώστε να καταστεί εφικτή η επικοινωνία των πληροφοριών που σχετίζονται με αυτά (EEA, 2005). Πολλοί διεθνείς αλλά και κρατικοί οργανισμοί αναγνωρίζουν πλέον ότι οι περιβαλλοντικοί και οι κοινωνικοοικονομικοί δείκτες διαδραματίζουν ολοένα και σημαντικότερο ρόλο στην υποστήριξη αναπτυξιακών πολιτικών. Ο Ο.Ο.Σ.Α. έχει καθορίσει τα ακόλουθα τρία βασικά κριτήρια για την ανάπτυξη δεικτών οι οποίοι απαιτείται να παρουσιάζουν: α) συνάφεια με την εφαρμοζόμενη πολιτική και ωφελιμότητα για τον χρήστη (οι δείκτες πρέπει να παρέχουν μια αντιπροσωπευτική εικόνα της κατάστασης με τρόπο απλό και εύκολο να ερμηνευθεί αλλά ταυτόχρονα συγκρίσιμο), β) αναλυτική ορθότητα (οι δείκτες πρέπει να είναι επιστημονικά και τεχνικά καλά θεμελιωμένοι) και γ) μετρησιμότητα (πρέπει να έχουν στηριχθεί σε ανά πάσα στιγμή διαθέσιμα δεδομένα, καλώς τεκμηριωμένα και επικαιροποιημένα σε τακτά διαστήματα) (O.E.C.D., 1993b).

Στις επιστήμες του περιβάλλοντος ένας και μόνο δείκτης δεν είναι σε θέση να περιγράψει επαρκώς μια πολύπλοκη διαδικασία όπως είναι η διάβρωση των εδαφών ή το τελευταίο στάδιο της υποβάθμισης των γαιών δηλαδή η ερημοποίηση και στις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιούνται περισσότεροι του ενός δείκτες. Οι δείκτες συνδυάζονται με συγκεκριμένους τρόπους, συνθέτοντας έναν κατάλογο δεικτών μέσω του οποίου επιτρέπεται η πραγματοποίηση πολλαπλών μετρήσεων σε ποικίλα συστήματα ενισχύοντας την παρακολούθηση της κατάστασης του περιβάλλοντος, τη σύγκριση μεταξύ διαφορετικών υποσυστημάτων και διευκολύνοντας τη λήψη πολιτικών αποφάσεων. Ειδικότερα ένας περιβαλλοντικός δείκτης είναι μια παράμετρος η οποία παρέχει πληροφορίες για την κατάσταση ή παρουσιάζει τις τάσεις της κατάστασης του περιβάλλοντος, ή των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που επηρεάζουν ή επηρεάζονται από το περιβάλλον, ή περιγράφει τις σχέσεις μεταξύ ανάλογων μεταβλητών (U.S. E.P.A., 1995). Ο Οργανισμός για την Οικονομική Συνεργασία και Ανάπτυξη (O.E.C.D., 1993c) έχει ορίσει τους δείκτες περιβαλλοντικής παρακολούθησης ως παραμέτρους ή τιμές που προκύπτουν από παραμέτρους οι οποίοι παρέχουν πληροφορίες για την κατάσταση ενός φαινομένου, με αξιοπιστία που ξεπερνά αυτή που θα προέκυπτε μόνο εξαιτίας της άμεσης σύνδεσής τους με την τιμή μιας παραμέτρου. Ένας άλλος ορισμός για τους περιβαλλοντικούς δείκτες τους αντιμετωπίζει ως παραμέτρους ή τιμές που προκύπτουν από παραμέτρους οι οποίες περιγράφουν την κατάσταση του περιβάλλοντος και την επίδρασή του στον άνθρωπο και

στα οικοσυστήματα, τις πιέσεις που δέχεται το περιβάλλον από την ανθρώπινη δραστηριότητα και τις ανθρωπογενείς κινητήριες δυνάμεις και αντιδράσεις που καθοδηγούν το σύστημα (E.T.D.S., 2010). Ο Οργανισμός για την Οικονομική Συνεργασία και Ανάπτυξη (O.E.C.D., 2003) έχει καταρτίσει τα ακόλουθα γενικά κριτήρια για την επιλογή περιβαλλοντικών δεικτών:

- να παρέχουν αντιπροσωπευτική εικόνα των περιβαλλοντικών συνθηκών, των πιέσεων στο περιβάλλον και της ανταπόκρισης της κοινωνίας.
- να είναι απλοί, εύκολα ερμηνεύσιμοι και ικανοί να περιγράψουν τάσεις στην πάροδο των ετών.
- να είναι ευαίσθητοι στις αλλαγές του περιβάλλοντος και στις σχετικές με αυτό ανθρώπινες ενέργειες.
- να δημιουργούν τις προϋποθέσεις για διεθνείς συγκρίσεις.
- να έχουν εφαρμογή εθνικής εμβέλειας ή να μπορούν να εφαρμοστούν σε τοπικά περιβαλλοντικά ζητήματα εθνικής σημασίας.
- να έχουν ένα όριο ή μια τιμή αναφοράς ούτως ώστε οι χρήστες να μπορούν να εκτιμήσουν τη σημαντικότητα ή μη των τιμών που λαμβάνουν.
- να τεκμηριώνονται επιστημονικά και τεχνικά.
- να βασίζονται σε διεθνή πρότυπα και να υπάρχει διεθνής πλειοψηφούσα γνώμη για την αξία τους.
- να είναι συμβατοί με οικονομικά μοντέλα, με μοντέλα προβλέψεων και πληροφοριακά συστήματα.

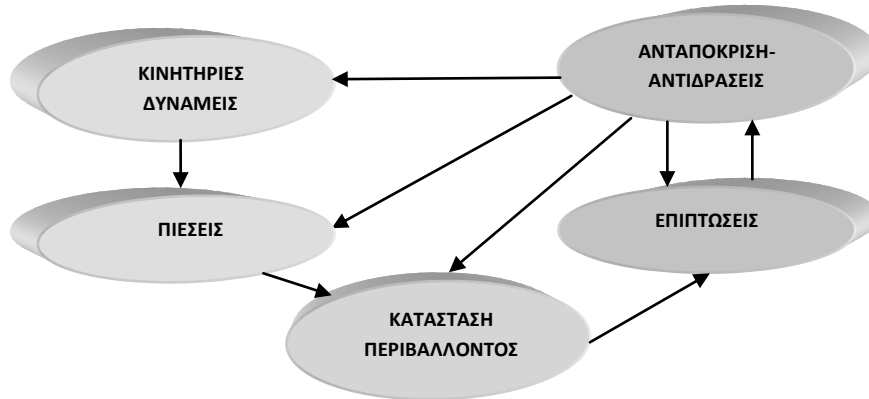
Σύμφωνα με την προαναφερόμενη ανάλυση τα απαραίτητα δεδομένα για την υποστήριξη των δεικτών πρέπει να ακολουθούν τους παρακάτω κανόνες: α) να είναι διαθέσιμα ή να καθίστανται διαθέσιμα με κάποια λογική αναλογία κόστους/οφέλους, β) να είναι επαρκώς τεκμηριωμένα και εγνωσμένης ποιότητας, και γ) να επικαιροποιούνται σε τακτά διαστήματα ακολουθώντας αξιόπιστες διαδικασίες. Για την διασφάλιση της ποιότητας της διαδικασίας επιλογής δεικτών η Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Περιβάλλοντος έχει αναπτύξει κριτήρια για την επιλογή περιβαλλοντικών δεικτών (E.E.A., 2005) τα οποία βασίζονται σε κριτήρια που χρησιμοποιεί ευρέως η Ευρωπαϊκή Ένωση και ο Ο.Ο.Σ.Α..

2.2. Ταυτοποίηση περιβαλλοντικών δεικτών και δεικτών ερημοποίησης γαιών

Για την ταυτοποίηση και την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών δεικτών έχουν προταθεί από διάφορους ερευνητές μια πλειάδα χαρακτηριστικών που είναι απαραίτητο να παρουσιάζουν οι δείκτες. Σύμφωνα με αρκετούς επιστήμονες (Riley, 2001; Stein et al., 2001; Donnelly et al., 2007) οι περιβαλλοντικοί δείκτες που τελικά θα επιλεγούν για την περιγραφή ενός φαινομένου είναι απαραίτητο να πληρούν τις παρακάτω προϋποθέσεις: α) να είναι επιστημονικά και αντικειμενικά μετρήσιμοι, β) να είναι κατά το επιθυμητό ποσοτικοποιημένοι, γ) να μπορεί να οριστεί η τιμή τους με απλό και μη δαπανηρό τρόπο, δ) να παρουσιάζουν ευαισθησία στις περιβαλλοντικές αλλαγές, ε) να είναι απλοί στην σύλληψή τους και να μπορούν να τους μεταχειριστούν τόσο οι ειδικοί επιστήμονες όσο και οποιοσδήποτε διαχειρίζεται μια έκταση γης και ζ) να είναι ικανοί να υποστηρίξουν πολιτικές αποφάσεις.

Άλλοι συγγραφείς (Pieri et al., 1995; Dumanski & Pieri, 1996) θεωρούν ότι η ταξινόμηση των δεικτών πρέπει να λαμβάνει υπόψη της τις συσχετίσεις μεταξύ: α) των πιέσεων που ασκούνται στο περιβάλλον εξαιτίας των ανθρωπογενών παρεμβάσεων, β) των μεταβολών στην ποιότητα των επιμέρους συστατικών στοιχείων του περιβάλλοντος και γ) της κοινωνικής ανταπόκρισης/αντίδρασης σε αυτές τις μεταβολές που μπορεί να αποδειχθεί χρήσιμο και πολύτιμο «εργαλείο» για αυτούς που σχεδιάζουν την περιβαλλοντική πολιτική αλλά και για τους χρήστες γης. Σύμφωνα με το παραπάνω σκεπτικό στις περιπτώσεις ορισμού και ταξινόμησης δεικτών προτάθηκε να ακολουθείται το σύστημα Κ.Π.Κ.Ε.Α. (Κινητήριες δυνάμεις, Πιέσεις, Κατάσταση Περιβάλλοντος, Επιπτώσεις, Ανταπόκριση/Αντιδράσεις) (E.E.A., 1999) που περιγράφεται σχηματικά στο διάγραμμα που ακολουθεί (Διάγραμμα 1). Σε αυτό το θεωρητικό πρότυπο οι δείκτες σκιαγραφούνται εν συντομία θεωρώντας ότι προκύπτουν από μια διαδικασία «αλυσιδωτής αντίδρασης» που ξεκινά από μια αναπτυξιακή προσπάθεια για τους φυσικούς πόρους, η οποία ασκεί πιέσεις στο περιβάλλον (σύστημα) μεταβάλλοντας επακόλουθα την κατάστασή του. Μια τέτοια μεταβολή παράγει επιπτώσεις, που οδηγούν σε κοινωνικές ανταποκρίσεις-αντιδράσεις οι οποίες με τη σειρά τους αλληλεπιδρούν (επηρεάζοντας και επηρεαζόμενες) με τις κινητήριες δυνάμεις, τις πιέσεις, την κατάσταση του συστήματος και τις επιπτώσεις. Σύμφωνα με το σύστημα Κ.Π.Κ.Ε.Α. αυτοί που έχουν την ευθύνη του σχεδιασμού της πολιτικής και των

πολιτικών αποφάσεων χρειάζονται πληροφορίες για όλα τα στάδια που περιγράφτηκαν παραπάνω. Τα οχήματα που μπορούν να μεταβιβάσουν και να απεικονίσουν τέτοιες πληροφορίες είναι οι δείκτες.



Διάγραμμα 1: Θεωρητικό πλαίσιο για την ταξινόμηση των περιβαλλοντικών δεικτών-Σύστημα Κ.Π.Κ.Ε.Α. (ΕΕΑ, 1999).

Το θεωρητικό πλαίσιο ταξινόμησης των περιβαλλοντικών δεικτών Κ.Π.Κ.Ε.Α. είναι χρήσιμο για την περιγραφή των σχέσεων μεταξύ της προέλευσης και των επιπτώσεων που προκαλούν τα ποικίλα περιβαλλοντικά προβλήματα. Το σύστημα Κ.Π.Κ.Ε.Α. μπορεί να αξιοποιηθεί περιγράφοντας τις αλληλοσυσχετίσεις και την αλληλουχία μεταξύ της αρχικής κατάστασης του περιβάλλοντος, των μεταβολών του και των συνθηκών που επικρατούν ως αποτέλεσμα των επιπτώσεων και των ανταποκρίσεων/αντιδράσεων. Κατά αυτήν την έννοια οι δείκτες της κατηγορίας των «κινητήριων δυνάμεων» είναι σε θέση να απεικονίσουν τις οικονομικές, κοινωνικές, και δημογραφικές συνθήκες που επικρατούν σε μια περιοχή μια δεδομένη χρονική περίοδο. Τέτοιου είδους δείκτες μπορούν ακόμα να παρουσιάσουν τις μεταβολές στην παραγωγή, τα πρότυπα διαβίωσης και τις καταναλωτικές τάσεις. Υπό αυτή τη θεώρηση, οι κύριες κινητήριες δυνάμεις είναι η πληθυσμιακή αύξηση και οι μεταβολές στις επικρατούσες οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες. Οι προαναφερόμενες δυνάμεις είναι εκείνες που δημιουργούν τις επακόλουθες αλλαγές στην κατανάλωση και στην παραγωγή ενώ σύμφωνα με την «αλυσίδα» του συστήματος Κ.Π.Κ.Ε.Α. προκαλούν τελικά την πίεση στο σύστημα. Οι δείκτες που εμπίπτουν στην κατηγορία των «πιέσεων» σύμφωνα με το σύστημα Κ.Π.Κ.Ε.Α. συνήθως εκφράζουν μεταβολές στη χρήση των φυσικών πόρων (υδατικών, εδαφικών, ορυκτών, κ.ά.), σε βιολογικούς και φυσικούς παράγοντες, σε εκπομπές αερίων κ.λπ. Οι πιέσεις που ασκούνται από το οικονομικό και το κοινωνικό περιβάλλον στη φύση οδηγούν σε αλλαγές των συστατικών στοιχείων του περιβάλλοντος. Οι δείκτες που

αφορούν την «κατάσταση του περιβάλλοντος» προσδιορίζουν την κατάσταση στην οποία βρίσκονται διάφορες περιβαλλοντικές παράμετροι μια δεδομένη χρονική στιγμή και σε συγκεκριμένη τοποθεσία. Οι δείκτες αυτής της κατηγορίας ενδέχεται να εμπεριέχουν βιολογικές (πόρους άγριας πανίδας, ιχθυοαποθέματα κ.λπ.) και χημικές παραμέτρους (συγκεντρώσεις νιτρικών και φωσφόρου στα εδάφη ή σε υδατικούς ταμιευτήρες) ή ακόμα την ποσότητα και την ποιότητα κλιματικών παραμέτρων όπως η βροχόπτωση και η θερμοκρασία. Η κατηγορία των «επιπτώσεων» περιλαμβάνει δείκτες που περιγράφουν τις επιπτώσεις που προκαλούνται στο περιβάλλον εξαιτίας της αλλαγής της κατάστασης του συστήματος. Οι επιπτώσεις αναφέρονται στη διαθεσιμότητα των πόρων, στη βιοποικιλότητα, στις οικονομικές σχέσεις, στις κοινωνικές λειτουργίες κ.λπ. Είναι πολύ σημαντικό να αναφερθεί ότι οι επιπτώσεις δημιουργούν στα μέλη των κοινωνιών τη θέληση να αντιμετωπίσουν τα διάφορα προβλήματα μέσω της λήψης συγκεκριμένων μέτρων. Την ανταπόκριση και τις αντιδράσεις των κοινωνιών περιγράφουν οι δείκτες της ομώνυμης κατηγορίας του συστήματος Κ.Π.Κ.Ε.Α. Συγκεκριμένα οι δείκτες της κατηγορίας της «ανταπόκρισης/αντιδράσεων» περιγράφουν τα εφαρμοζόμενα μέτρα από κοινωνικές ομάδες ή από τους θεσμοθετημένους φορείς της Πολιτείας που έχουν ως σκοπό να αντιμετωπίσουν και να ξεπεράσουν τα προβλήματα που ανακύπτουν όπως επίσης να προβλέψουν και να αποτρέψουν μελλοντικά περιβαλλοντικά προβλήματα (Desire, 2010).

Όπως έχει επισημανθεί από την επιστημονική επιτροπή της Σύμβασης των Ηνωμένων Εθνών για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης στην 9^η Συνδιάσκεψη των μελών της (απόφαση με αριθμό 17) οι δείκτες μπορούν να αποτελέσουν ένα εξαιρετικά πολύτιμο εργαλείο για την εκτίμηση του κινδύνου ερημοποίησης και για την ανάλυση της αποτελεσματικότητας των διαφόρων πρακτικών διαχείρισης της γης που εφαρμόζονται για την καταπολέμηση της ερημοποίησης (C.O.P.9, 2009). Μια περισσότερο εξειδικευμένη προσέγγιση που αφορά τους δείκτες ερημοποίησης στην Ευρώπη (Rubio & Bochet, 1998) κατέληξε σε έντεκα θεμελιώδη κριτήρια που διασφαλίζουν την ορθότητα της επιλογής. Με βάση αυτή την προσέγγιση ένας δείκτης που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του κινδύνου ερημοποίησης θα πρέπει μεταξύ άλλων να είναι μετρήσιμος, ευαίσθητος στις πιέσεις, λελογισμένου κόστους και ερμηνεύσιμος. Όπως έχει αναφερθεί τα υποστηρικτικά δεδομένα των δεικτών είναι απαραίτητο να παρουσιάζουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: α) να είναι άμεσα διαθέσιμα ή να γίνονται διαθέσιμα με λογικό κόστος, β) να είναι επαρκώς τεκμηριωμένα και εγνωσμένης ποιότητας, γ) να επικαιροποιούνται σε τακτά διαστήματα με

αξιόπιστες μεθόδους. Η δημιουργία ενός συστήματος δεικτών για την παρακολούθηση περιβαλλοντικών θεμάτων εξαρτάται επίσης και από τη γεωγραφική κλίμακα. Ορισμένοι δείκτες όπως η περιοδικότητα/εποχικότητα των βροχοπτώσεων ή η πυκνότητα του δικτύου αποστράγγισης είναι χρήσιμοι όταν αναφέρονται σε εκτεταμένες περιοχές ενώ αντίθετα άλλοι δείκτες όπως το βάθος του εδάφους, ο τύπος της φυτικής κάλυψης και το ιδιοκτησιακό καθεστώς της γης έχουν νόημα μόνο σε τοπικό επίπεδο. Προκειμένου να ενισχυθεί πρακτικά η αειφορική διαχείριση των γαιών, είναι απαραίτητο η έρευνα στον τομέα των δεικτών εκτίμησης της υποβάθμισης και της ερημοποίησης να επικεντρωθεί αρχικά σε επίπεδο αγροκτήματος διότι σε αυτό το επίπεδο λαμβάνονται οι αποφάσεις διαχείρισης (Kosmas et al., 2013). Εν τούτοις όπως υποστηρίζουν οι Hammond et al. (1995) οι έχοντες την ευθύνη λήψεως αποφάσεων και το ευρύ κοινό χρειάζονται έναν περιορισμένο αριθμό ομαδοποιημένων σύνθετων δεικτών. Αυτό σημαίνει ότι η συλλογή των δεδομένων μπορεί να λαμβάνει υπόψη της έναν μεγάλο αριθμό δεικτών αλλά τελικά είναι απαραίτητο να παρουσιάζονται μερικοί σύνθετοι δείκτες οι οποίοι θα γίνονται εύκολα κατανοητοί και θα μπορούν να συγκριθούν για να σκιαγραφηθούν οι τάσεις της κατάστασης του περιβάλλοντος. Επιπρόσθετα οι σύνθετοι δείκτες μπορούν να παρέχουν απλή και ξεκάθαρη πληροφορία στους καθ' ύλην αρμόδιους για την λήψη αποφάσεων και στο ευρύ κοινό σχετικά με την αποτελεσματικότητα των περιβαλλοντικών πολιτικών. Εν τούτοις ακόμα και ένας απλός δείκτης μπορεί να αποτελέσει ένδειξη κινδύνου ερημοποίησης για τον ιδιοκτήτη ενός αγροκτήματος με τη διαφορά ότι για να εκτιμηθεί ο κίνδυνος οριστικά χρειάζεται να συνδυαστεί και με άλλους δείκτες όπως η βροχοπτώση, η κλίση κ.λπ. Ένα σημαντικό θέμα στην ταυτοποίηση των δεικτών ανέκυψε από τους Niemeijer και de Groot (2008) οι οποίοι ισχυρίστηκαν ότι οι μέθοδοι επιλογής δεικτών πρέπει να εξελιχθούν χρησιμοποιώντας κριτήρια που εξερευνούν και αξιοποιούν τις «αρυμμένες» σχέσεις μεταξύ των δεικτών και προτείνουν τη βελτίωση του συστήματος παράλληλων αιτιατών αλυσιδωτών σχέσεων Κ.Π.Κ.Ε.Α με ένα νέο το οποίο διερευνά τις σχέσεις μεταξύ των δεικτών και διαμορφώνει ένα νέο αιτιατό δίκτυο.

2.3. Βιβλιογραφική ανασκόπηση συστημάτων ορισμού δεικτών ερημοποίησης

Η υποβάθμιση των γαιών και κατ' επέκταση η ερημοποίηση αποτελεί ένα από τα πιο σοβαρά περιβαλλοντικά ζητήματα τόσο σε διεθνές ή εθνικό όσο και σε περιφερειακό ή

τοπικό επίπεδο (UNEP, 1992; Imeson, 1996). Μια αποτίμηση του φαινομένου που διεξήχθη από τον Οργανισμό των Ηνωμένων Εθνών για τα Τρόφιμα και τη Γεωργία και βασίστηκε σε δεδομένα που συλλέχθηκαν στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος “Global Assessment of Soil Degradation – GLASOD” (Oldeman, 1988; Oldeman et al., 1990) ανέφερε ότι το 19.5% των εδαφών είναι υποβαθμισμένα. Μια χρονικά μεταγενέστερη μελέτη (Dregne et al., 1991), του διεθνούς Κέντρου Μελετών των Ξηρών και Ημίξηρων Γαιών (Centre for Arid and Semi-Arid Land studies – ICASALS), αποκάλυψε ότι σχεδόν το 70% των ξηρών περιοχών του πλανήτη φέρουν κατά το μάλλον ή ήττον έντονα σημάδια ερημοποίησης. Επιπλέον κατέδειξε ότι η γεωργική γη υπόκειται στον υψηλότερο κίνδυνο αφού περίπου το 70% από αυτήν έχει ήδη ολοσχερώς υποβαθμιστεί. Σύμφωνα με εκθέσεις που απορρέουν από τη Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης (U.N.C.C.D., 2009) οι παγκόσμιες ετήσιες απώλειες γεωργικού εισοδήματος εξαιτίας της υποβάθμισης των γαιών υπολογίζονται σε 65 δισεκατομμύρια δολάρια Αμερικής. Το φαινόμενο της ερημοποίησης επηρεάζει πάνω από ένα δισεκατομμύριο ανθρώπους και κατά προσέγγιση τις ξηρές περιοχές και των πέντε ηπείρων (Rubio & Recatala, 2006).

Οι εδαφικοί και οι υδατικοί πόροι της λεκάνης της Μεσογείου χρησιμοποιούνται κατά μη αειφορικό τρόπο. Το Μεσογειακό τοπίο ως ολότητα παρουσιάζει οικολογική ευαισθησία και εκτίθεται σε σοβαρούς κινδύνους εξαιτίας των κοινωνικών και οικονομικών τάσεων που επικρατούν (Gleick, 1993). Στο πλαίσιο αυτό το μέλλον της εν λόγω περιοχής ενδέχεται να απειληθεί από κινδύνους όπως η πίεση από την εντατικότερη εκμετάλλευση και την αστικοποίηση των παράκτιων περιοχών, οι μη ορθολογικές αλλαγές στις χρήσεις γης, η επέκταση των διαφορών μεταξύ των τουριστικών περιοχών και της αστικής ενδοχώρας, η ένταση των αλληλεξαρτήσεων των υδατικών πόρων και η αυξανόμενη ρύπανση των υδάτων. Το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού της Μεσογείου βρίσκεται συγκεντρωμένο στην παράκτια ζώνη και η αύξηση του τουρισμού προκαλεί ισχυρές εποχιακές απαιτήσεις σε σχέση με τους φυσικούς πόρους, τα αγαθά και τις παρεχόμενες υπηρεσίες (Karavitis & Kerkides, 2002). Υπό αυτή την θεώρηση η αειφορική χρήση και η ανάπτυξη των φυσικών πόρων (εδάφους και νερού) απαιτεί όχι μόνο πολιτικές ευρέως φάσματος αλλά παράλληλα εμπειριστωμένους και αξιόπιστους δείκτες καθώς και λογικά πρότυπα (Decleris, 2000) για την εκτίμηση των φυσικών διεργασιών και των επιπτώσεών τους σε διαφορετικά σενάρια διαχείρισης. Μια τέτοια προσέγγιση θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη της τις σχέσεις μεταξύ

των ανθρώπων, το εκάστοτε πολιτισμικό υπόβαθρο, την κατάσταση του περιβάλλοντος όπως επίσης και την έννοια του «ήθους» στον περιβαλλοντικό σχεδιασμό και στην εφαρμογή του (Vlachos and Braga, 2001).

Στο παρελθόν έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές προσπάθειες απόδοσης ορισμού στις έννοιες της υποβάθμισης των γαιών και της ερημοποίησης. Η υποβάθμιση των γαιών και η ερημοποίηση είναι δύο συγγενείς έννοιες με ειδοποιό διαφορά ότι η ερημοποίηση ορίζεται ως η υποβάθμιση των γαιών στις ξηρές περιοχές ενώ η υποβάθμιση των γαιών δεν αναφέρεται μόνο στις ξηρές περιοχές (U.N.C.C.D., 2009). Οι Eswaran et al. (2001) αναφέρουν ότι παρά την πληθώρα των ορισμών δεν έχει γίνει εφικτός ένας ξεκάθαρος διαχωρισμός μεταξύ των εννοιών της υποβάθμισης των γαιών και της ερημοποίησης. Η ερημοποίηση υπήρξε και εξακολουθεί να είναι σημείο αντιλεγόμενο. Τα πρώτα χρόνια ενασχόλησης της επιστημονικής κοινότητας με το θέμα, αυτό συνέβαινε κυρίως εξαιτίας της έλλειψης μιας κοινής αντίληψης για το τι είναι δυνατόν να ποσοτικοποιηθεί και με ποιο τρόπο. Ήδη από την δεκαετία του 1970 η χρήση των δεικτών φάνηκε να αποτελεί μια ικανοποιητική λύση για την καταγραφή και τη μέτρηση της προέλασης των ερήμων. Στη διάρκεια της δεκαετίας του 1980 όμως η ανάγκη για μια πιο γενική και ταυτόχρονα ευέλικτη προσέγγιση με σκοπό την καταπολέμηση της ερημοποίησης έγινε ιδιαίτερα έντονη. Τελικά η άποψη που επικράτησε αποδίδεται ιδιαίτερα ικανοποιητικά από την θεώρηση ότι η ερημοποίηση μιας περιοχής θα συμβεί εφόσον συγκεκριμένα χαρακτηριστικά των γαιών της υποβαθμιστούν πέραν ορισμένων ορίων οδηγώντας σε μια μη αντιστρέψιμη κατάσταση υπό την πίεση περαιτέρω μεταβολών (Kosmas et al., 1999). Οι δείκτες ερημοποίησης είναι δυνατόν να επισημαίνουν ότι το φαινόμενο έχει προχωρήσει στο τελικό και μη αναστρέψιμο στάδιο δημιουργίας μη παραγωγικών εδαφών ή να προειδοποιούν ότι η κατάληξη αυτή είναι πολύ κοντά. Ο ορισμός για το φαινόμενο της ερημοποίησης χρειάζεται να είναι αρκετά ευρύς ώστε να συμπεριλαμβάνει φαινόμενα τα οποία πολλές φορές εμφανίζονται με πολύ διαφορετικές μορφές στις ποικίλες περιοχές της Γης. Επίσης είναι απαραίτητο να αναπτυχθούν θεωρητικά και επιχειρησιακά «εργαλεία» περιγραφής και εκτίμησης των διεργασιών του φαινομένου που θα έχουν την ικανότητα να προσαρμόζονται αποτελεσματικά στις περιφερειακές και τοπικές ιδιαιτερότητες. Παρόλο που η ερημοποίηση αποτελεί αντικείμενο της επιστημονικής έρευνας σε αρκετές χώρες και έχει προβληθεί ειτεταμένα από τα πολιτικά και ειδησεογραφικά μέσα μαζικής επικοινωνίας τα τελευταία χρόνια, παραμένει μέγιστο περιβαλλοντικό πρόβλημα εξαιτίας κυρίως της πολυπλοκότητάς

της (Kosmas and Kairis, 2008). Η αναγκαιότητα για την επεξεργασία δεικτών που θα υπερπηδούν τις προαναφερόμενες δυσκολίες σε σχέση με τα θέματα της ερημοποίησης είναι μια από τις προτεραιότητες που αναγνώρισε και υιοθέτησε η επιστημονική επιτροπή της Σύμβασης των Ηνωμένων Εθνών για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης στην 9^η Συνδιάσκεψη των μελών με την με αριθμό 17 απόφαση (C.O.P.9, 2009).

Οι Rubio and Bochet (1998) ασχολήθηκαν με το θέμα των δεικτών της ερημοποίησης με αξιοσημείωτη λεπτομέρεια και πρότειναν μια εμπειρική λίστα κριτηρίων και σχετική μεθοδολογία επιλογής, αξιολόγησης και εφαρμογής τους. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι στον σκληρό πυρήνα των δεικτών ερημοποίησης τοποθετούν πέντε γενικές κατηγορίες (έδαφος, κλίμα, βλάστηση, τοπογραφία, κοινωνικοοικονομικές συνθήκες). Μια επίσης σημαντική προσπάθεια για την εκτίμηση του κινδύνου ερημοποίησης πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του Κοινοτικού ερευνητικού προγράμματος MEDALUS (Kosmas et al., 1999) όπου θεμελιώθηκε η μεθοδολογία του χαρακτηρισμού των Περιβαλλοντικά Ευαίσθητων Περιοχών (Π.Ε.Π.). Σύμφωνα με αυτή την μεθοδολογία ένα σύνολο βασικών δεικτών περιγράφουν διαφορετικούς παράγοντες της ερημοποίησης (κλίμα, έδαφος, βλάστηση, διαχείριση) και παράγουν ένα γενικευμένο δείκτη κινδύνου. Μολονότι η μεθοδολογία αυτή αποτελεί πολύτιμο «εργαλείο» εκτίμησης της ευαισθησίας στην υποβάθμιση των γαιών και έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως, άμεσα ή έμμεσα, από την επιστημονική κοινότητα για πάνω από μια δεκαετία (Salvati & Carlucci, 2010) ορισμένοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι υπάρχει σε αυτήν έλλειμμα κοινωνικών μεταβλητών, όπως π.χ. η πυκνότητα του πληθυσμού και ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού (Salvati et al., 2008; Salvati and Bajocco, 2011). Οι Recatala et al. (2002) ασχολήθηκαν επίσης με περιβαλλοντικούς δείκτες που υποστηρίζονται εν μέρει από δεδομένα τηλεπισκόπισης και εκτιμούν ή παρακολουθούν την ερημοποίηση και την επίδρασή της στην ποιότητα του περιβάλλοντος των Μεσογειακών οικοσυστημάτων. Η ιδιαιτερότητα της προαναφερόμενης εργασίας έγκυται στο γεγονός ότι ανάμεσα στις κατηγορίες των δεικτών περιλαμβάνονται και δείκτες ακραίων φαινομένων (πλημμύρες, σεισμοί, μετακινήσεις μαζών κ.λπ). Αξίζει να αναφερθεί ότι σημαντικοί ερευνητές στο παρελθόν έχουν αναγνωρίσει την αναγκαιότητα μιας μεθοδολογίας άμεσης εκτίμησης της ερημοποίησης. Ο Καθηγητής κ. Νικόλαος Γιάσογλου (Yassoglou, 2002) είχε ήδη πριν από μια δεκαετία προτείνει τρεις βασικούς τύπους εδαφικής υποβάθμισης, που μπορούν να αναγνωρισθούν εύκολα στον αγρό ή να προκύψουν από τυπικές εδαφολογικές μελέτες και οι οποίοι οδηγούν στην ερημοποίηση.

Αυτοί οι τύποι εδαφικής υποβάθμισης αναφέρονται στο μειωμένο βάθος του εδάφους στο επίπεδο του ριζοστρώματος, στην αλατότητα των εδαφών και στην δημιουργία κρούστας στην επιφάνεια των εδαφών. Η πυκνότητα βόσκησης είναι επίσης ένας σημαντικός δείκτης, διότι σύμφωνα με τους Pulina et al. (1998) μπορεί και συμπεριλαμβάνει όλους τους παράγοντες που συντελούν στην επίδραση της βόσκησης στα εδάφη και στις διεργασίες υποβάθμισης και ερημοποίησης των εδαφών που προκύπτουν από αυτή. Σε εργασία τους το 1998 οι Fierotti και Zanchi (Fierotti and Zanchi, 1998) αναφέρονται σε έναν παγκόσμιας εμβέλειας δείκτη, σχετικό με την υποβάθμιση και την ερημοποίηση, που προσδιορίζεται από τον βαθμό της διάβρωσης. Η παράμετρος αυτή δεν είναι εύκολο να εκτιμηθεί αλλά μπορεί να υποβοηθηθεί από άλλους πιο λεπτομερείς δείκτες όπως η ανάπτυξη και η ένταση των μορφών διάβρωσης, η τάση διαφόρων φυσικών χαρακτηριστικών του εδάφους, η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, ο ρυθμός ανάπτυξης της βλάστησης, ο βαθμός φυτικής κάλυψης του εδάφους και η παραγωγικότητά του (Fierotti and Zanchi, 1998). Οι Αγγελάκης και Κοσμάς (Angelakis and Kosmas, 1998) πρότειναν συγκεκριμένους βασικούς δείκτες που επηρεάζουν τη διάβρωση των εδαφών και την διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων για την εκτίμηση της ικανότητας των γαιών να ανθίστανται σε περαιτέρω υποβάθμιση ή για την εκτίμηση της καταλληλότητας των γαιών να υποστηρίξουν συγκεκριμένους τύπους χρήσεων γης. Οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι περιοχές ευαίσθητες στην υποβάθμιση, όπως αυτή της Μεσογείου, πρέπει να μελετώνται με τη χρήση δεικτών που σχετίζονται με το έδαφος, το κλίμα, τη βλάστηση και τη διαχείριση συμπεριλαμβανομένης και της πολιτικής για την περιβαλλοντική προστασία. Στο πλαίσιο του χρηματοδοτούμενου από Κοινοτικούς πόρους ερευνητικού προγράμματος DESERTLINKS (2005) (EVK2-CT-2001-00109) πραγματοποιήθηκαν συνεντεύξεις σε αρκετούς ενδιαφερόμενους από περιοχές που επηρεάζονται από την ερημοποίηση με αποτέλεσμα την ταυτοποίηση, καταγραφή και περιγραφή περισσότερων από 150 υποψήφιων δεικτών ερημοποίησης οι οποίοι ενσωματώθηκαν στο σύστημα εκτίμησης του κινδύνου ερημοποίησης DIS4ME (Brandt and Geeson, 2005). Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει αρκετούς απλούς δείκτες, ορισμένους βασικούς δείκτες καθώς και σύνθετους δείκτες. Το επίσης χρηματοδοτούμενο από Κοινοτικούς πόρους ερευνητικό πρόγραμμα ENVASSO (Kibblewhite et al., 2007) πρότεινε τρεις κύριους εδαφικούς δείκτες οι οποίοι συνδέονται με τρεις κινδύνους που αντιμετωπίζουν τα εδάφη (διάβρωση, μείωση οργανικής ουσίας και αλάτωση) ως τους πλέον σχετικούς με την υποβάθμιση των γαιών και την ερημοποίηση στις ξηρές, ημίξηρες και ξηρές ύφυγρες περιοχές.

Σύμφωνα με τους Eswaran et al. (2001) οι κύριες διεργασίες υποβάθμισης των γαιών περιλαμβάνουν την αιολική και την υδατική διάβρωση, τη χημική υποβάθμιση (οξίνιση, αλάτωση, κ.α.) και τη φυσική υποβάθμιση (δημιουργία επιφανειακής κρούστας, συμπίεση, κ.α.). Μια αξιολόγηση προσπάθεια για την εκτίμηση και τη χαρτογράφηση της ερημοποίησης έγινε επίσης από τον Οργανισμό των Ηνωμένων Εθνών για τα Τρόφιμα και τη Γεωργία (F.A.O./UNEP, 1984) ο οποίος παρουσίασε παράγοντες εκτίμησης της κατάστασης των γαιών ως προς την ερημοποίηση. Οι παράγοντες αυτοί που αντιστοιχούν σε δείκτες σύμφωνα με τον ορισμό του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (O.E.C.D., 1993) ομαδοποιήθηκαν σε σύνολα ανάλογα με τις διεργασίες ερημοποίησης στις οποίες συμμετέχουν. Υπό το φώς των ευρημάτων του Οργανισμού των Ηνωμένων Εθνών για τα Τρόφιμα και τη Γεωργία οι θεμελιώδεις διεργασίες που οδηγούν στην ερημοποίηση είναι: η υποβάθμιση της φυτικής κάλυψης των εδαφών, η επιφανειακή υδατική διάβρωση, η αιολική διάβρωση, η αλάτωση των εδαφών, η δημιουργία επιφανειακής κρούστας, η συμπίεση και η μείωση της οργανικής ουσίας. Με βάση τα προαναφερθέντα επισημαίνεται ότι σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία η υποβάθμιση των γαιών και η ερημοποίηση προκαλούνται από σχεδόν τους ίδιους μηχανισμούς ή δημιουργούνται από γενεσιουργές αιτίες που σχετίζονται και επομένως οι δείκτες που θα αποτελέσουν το αντικείμενο της οικείας εργασίας είναι δυνατόν να θεωρηθεί ότι αναφέρονται και στις δύο διεργασίες.

2.4. Μεθοδολογία προσδιορισμού δεικτών της παρούσας διατριβής

Ο κύριος σκοπός της έρευνας που περιγράφεται στο κεφάλαιο αυτό της παρούσας διατριβής είναι η δημιουργία μιας μεθοδολογίας εκτίμησης της υποβάθμισης των εδαφών και του κινδύνου ερημοποίησης των γαιών σε περιοχές ευαίσθητες στην ερημοποίηση με τη χρήση απλών δεικτών. Η προσπάθεια που καταβάλλεται στο κεφάλαιο αυτό αποσκοπεί στον καθορισμό ενός πρακτικού αριθμού δεικτών, που βασίζονται στη διαθέσιμη διεθνή και εγχώρια βιβλιογραφία και σε αποτελέσματα παλαιότερων και πρόσφατων ερευνητικών προγραμμάτων, ώστε να δημιουργηθεί μια βάση δεδομένων με τη χρήση της οποίας θα είναι δυνατόν να εκτιμηθεί σχετικά εύκολα η υποβάθμιση των εδαφών και ο κίνδυνος ερημοποίησης των γαιών. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της εισήγησης μεθοδολογίας για την εκτίμηση της υποβάθμισης και του κινδύνου ερημοποίησης σε περιοχές ευαίσθητες στην

ερημοποίηση με τη χρήση απλών δεικτών σε συνδυασμό με τον τύπο της περιβαλλοντικά ευαίσθητης περιοχής. Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας ο όρος «υποβάθμιση των γαιών» χρησιμοποιείται ως η υποβάθμιση της ποιότητας ή η μείωση της παραγωγικότητάς τους (Eswaran et al. 2001). Αντιστοίχως ο όρος «ερημοποίηση» αντιμετωπίζεται όπως επιτάσσει ο ορισμός της Σύμβασης των Ηνωμένων Εθνών για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης δηλαδή ως η υποβάθμιση των γαιών στις ξηρές, ημίξηρες και ξηρές ύφυγρες περιοχές που είναι αποτέλεσμα διαφόρων παραγόντων συμπεριλαμβανομένων των κλιματικών διαφοροποιήσεων και των ανθρώπινων δραστηριοτήτων (U.N.C.C.D., 1994).

Η εργασία που περιγράφεται στο κεφάλαιο αυτό της οικείας διδακτορικής διατριβής πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο και με την χρηματοδότηση του Κοινοτικού ερευνητικού προγράμματος με τίτλο: EC-DG RTD – 6th Framework Research Programme - project DESIRE (Contract Number 037046) - Desertification Mitigation and Remediation of land-a global approach for local solutions. Οι δείκτες του παρόντος κεφαλαίου χρησιμοποιήθηκαν σύμφωνα με το αναφερόμενο στην προηγούμενη ενότητα θεωρητικό πρότυπο και ταξινομήθηκαν περαιτέρω, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν εύκολα από τους ελάχιστους ενδιαφερόμενους, στις παρακάτω κατηγορίες: α) δείκτες φυσικού και οικολογικού περιβάλλοντος (κλίμα, έδαφος, υδατικοί πόροι, βλάστηση, επιφανειακή υδατική απορροή, πυρκαγιές), β) οικονομικοί δείκτες (καλλιέργεια, διαχείριση αγροτικής εκμετάλλευσης, διαχείριση γης, χρήση γης, χρήση υδατικών αποθεμάτων, τουρισμός), γ) κοινωνικοί δείκτες (κυρίως δημογραφικοί) και δ) δείκτες υποδομών (εκτάσεις αδιαπέρατης επιφάνειας) (Desire, 2010). Χρησιμοποιώντας έναν κατάλληλο αριθμό δεικτών ακολουθώντας τα προαναφερόμενα κριτήρια, σύνθετες διεργασίες που οδηγούν στην υποβάθμιση των εδαφών και στην ερημοποίηση, όπως η διάβρωση των εδαφών ή η αλάτωσή τους, είναι δυνατόν να περιγραφούν αποτελεσματικά χωρίς την χρήση πολύπλοκων μαθηματικών εκφράσεων ή μοντέλων που απαιτούν έναν υπερβολικό όγκο δεδομένων εισαγωγής. Μια εκτενής περιγραφή των αποτελεσμάτων που αποκομίστηκαν από την εφαρμογή της μεθοδολογίας αυτής και πως αυτά ερμηνεύονται σε σχέση με τις διεργασίες και τα αίτια της υποβάθμισης παρουσιάζεται στη δημοσίευση των Kairis et al. (2013).

Στο πλαίσιο του Κοινοτικού ερευνητικού προγράμματος με τίτλο: «EC-DG RTD – 6th Framework Research Programme - project DESIRE» συγκεντρώθηκαν κλιματικά, εδαφολογικά, κοινωνικοοικονομικά δεδομένα και δεδομένα διαχείρισης πόρων και

καλλιεργητικών πρακτικών από τις παρακάτω περιοχές: 1) από την λειάνη απορροής της Rendina Basilicata στην Ιταλία, 2) από την λειάνη απορροής του Νέστου – Μαγγανά στην Ελλάδα 3) από τους νομούς Χανίων και Ηρακλείου Κρήτης στην Ελλάδα, 4) από την περιοχή του Μαζάο στην Πορτογαλία, 5) από την περιοχή Gois στην Πορτογαλία, 6) από την λειάνη απορροής του Guadalentin Murcia στην Ισπανία, 7) από την πεδιάδα Konya Karapinar στην Τουρκία, 8) από την πεδιάδα Eskisehir στην Τουρκία, 9) από την περιοχή Novij Saraton στη Ρωσία, 10) από την περιοχή Djanybek στη Ρωσία, 11) από την περιοχή Zeuss Koutine στην Τυνισία, 12) από την περιοχή Boteti στην Μποτσουάνα, 13) από το νησί Santiago στο Κάπο Βέρντε, 14) από την περιοχή Mamora Sehoul στο Μαρόκο, 15) από την περιοχή Loess Plateau στην Κίνα, 16) από την περιοχή Secano Interior στη Χιλή, 17) από την περιοχή Cointzio του Μεξικό και 18) από την περιοχή Keskin στην Τουρκία. Οι προαναφερόμενες περιοχές μελέτης προτάθηκαν από τους επιστήμονες που συμμετείχαν στο Κοινοτικό ερευνητικό πρόγραμμα DESIRE ως αντιπροσωπευτικές περιοχές για την μελέτη της υποβάθμισης των γαιών και της ερημοποίησης. Ως αποτέλεσμα της συμμετοχής του Καθηγητή του Εργαστηρίου Γεωργικής Χημείας & Εδαφολογίας του Γ.Π.Α. κ. Κωνσταντίνου Κοσμά στο πρόγραμμα DESIRE, ο οποίος είναι και ο επιστημονικός υπεύθυνος της παρούσας διδακτορικής διατριβής, ορίστηκαν ως περιοχές έρευνας της οικείας μελέτης σημαντικά τμήματα των Νομών Χανίων και Ηρακλείου της νήσου Κρήτης. Μετά την επιλογή των περιοχών μελέτης προσδιορίστηκαν οι κύριες διεργασίες ή τα βασικά αίτια της υποβάθμισης των γαιών, τοπικά σε κάθε περιοχή, από τους ειδικούς επιστήμονες που συνεργάζονταν στο πλαίσιο του Κοινοτικού ερευνητικού προγράμματος DESIRE. Οι διεργασίες και τα αίτια της υποβάθμισης των γαιών που εντοπίστηκαν ως κοινά σε όλες τις περιοχές μελέτης αφορούν: α) τη διάβρωση των εδαφών συμπεριλαμβανομένης της επιφανειακής υδατικής και της διάβρωσης λόγω άροσης (μηχανικής), β) την αλάτωση των εδαφών, γ) την καταπόνηση των φυτών εξαιτίας της μείωσης του διαθέσιμου νερού και δ) την υπερβόσκηση. Το επόμενο βήμα αφορούσε την επιλογή δεικτών σχετικών με κάθε διεργασία ή αίτιο υποβάθμισης. Ο προσδιορισμός των υποψήφιων δεικτών (Πίνακας 2) πραγματοποιήθηκε λαμβάνοντας υπόψη: α) τη σχετική διεθνή βιβλιογραφία (Kosmas et al. 1999; Enne and Zucca 2000; Wascher 2000; O.E.C.D. 2003; Liniger et al. 2007) β) τις διαβουλεύσεις μεταξύ των ενδιαφερομένων προσώπων συμπεριλαμβανομένων των χρηστών γης, των εκπροσώπων των επιστημονικών φορέων και των ερευνητών του Κοινοτικού ερευνητικού προγράμματος DESIRE που ασχολούνται με θέματα υποβάθμισης των γαιών και ερημοποίησης διεθνώς και στις κατά

τόπους περιοχές μελέτης και γ) τη χρησιμοποίηση αποτελεσμάτων παλαιότερων ερευνητικών προγραμμάτων σχετικών με την υποβάθμιση των γαιών και την ερημοποίηση όπως τα MEDALUS III (ENV4-CT95- 0119), MEDRAP (EVK2-CT-2000-20 008), DESERTLINKS (EVK2-CT-2001-00109) (2005) κ.α. Τελικά προσδιορίστηκε ένα σύνολο από εβδομήντα (70) υποψήφιους δείκτες που σχετίζονται με το φυσικό περιβάλλον, τα χαρακτηριστικά διαχείρισης της γης και τα κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά των περιοχών μελέτης. Στη λίστα των υποψήφιων δεικτών συμπεριλαμβάνονται και δείκτες των παρακάτω κατηγοριών: α) δείκτες της κατάστασης του περιβάλλοντος που επιτρέπουν την παρακολούθηση της επιτυχίας ή μη διαφόρων περιβαλλοντικών μέτρων, β) δείκτες της κατηγορίας των κινητήριων δυνάμεων και της κατηγορίας των πιέσεων που εστιάζουν σε συνθήκες όπου είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθούν διορθωτικές παρεμβάσεις για την πρόληψη της υποβάθμισης των γαιών και της ερημοποίησης και γ) δείκτες της κατηγορίας των ανταποκρίσεων-αντιδράσεων οι οποίοι περιγράφουν δράσεις που έχουν ληφθεί για την προστασία των γαιών. Η ανάλυση περιλαμβάνει δείκτες που αφορούν το επίπεδο του αγροκτήματος (τοπικό επίπεδο) όπως ο τύπος χρήσης της γης, το μέγεθος της εκμετάλλευσης, οι επεμβάσεις άρροσης ή αναφέρονται σε περιφερειακό επίπεδο (όρια Δήμων, όρια λεκανών απορροής) όπως οι επιδοτήσεις ή η εποχικότητα των βροχοπτώσεων. Επιπρόσθετα διοργανώθηκαν αρκετές συναντήσεις μεταξύ των παραγωγών-χρηστών γης των περιοχών μελέτης, εκπροσώπων των αρχών, των υπηρεσιών των τοπικών κοινωνιών και των κατά τόπους επιστημονικών ομάδων του Κοινοτικού ερευνητικού προγράμματος DESIRE με σκοπό την καταγραφή των απόψεων των ενδιαφερομένων σχετικά με την περιβαλλοντική ασφάλεια και την επίδραση των συγκεκριμένων δεικτών στην προστασία ενάντια στην υποβάθμιση και την ερημοποίηση. Τελικά η λίστα των υποψήφιων δεικτών που σχετίζονται με την υποβάθμιση και την ερημοποίηση των γαιών είναι το αποτέλεσμα της ένωσης του συνόλου των καταγεγραμμένων επιστημονικών δεικτών και του συνόλου των δεικτών που οι ενδιαφερόμενοι αξιολόγησαν ως σχετικούς.

Για κάθε δείκτη το εύρος των δυνατών τιμών κατηγοριοποιήθηκε σε κλάσεις (Πίνακας 2) με τη χρήση υπαρχόντων συστημάτων ταξινόμησης όπως αυτό της Ευρωπαϊκής Εδαφολογικής Βάσης Δεδομένων (Van Engelen and Wen 1995; Finke et al. 1998; Kosmas et al. 1999; Van Engelen et al. 2005; Liniger et al. 2007) και ερευνητικών δεδομένων (Kosmas et al. 1999; Kosmas et al. 2000a and Kosmas et al. 2000b; Brand and Geeson 2005). Τιμές ευαισθησίας της κλίμακας από 1 έως 2 προσδόθηκαν σε κάθε

κλάση με βάση υπάρχοντα ερευνητικά δεδομένα ή τη σπουδαιότητα της κάθε κλάσης στην υποβάθμιση των γαιών και την ερημοποίηση (Kosmas et al., 2013). Δεν χρησιμοποιήθηκε καμία από τις ευρέως διαδεδομένες μεθόδους προσεγγιστικής εκτίμησης βαρών (ROD-Rank order distribution, ROC-Rank order centroid, RS-Ranksum κ.λπ.) αλλά υιοθετήθηκε η γενική αρχή τους ότι δηλαδή υπάρχουν κλάσεις ισοδυναμίας στην κατάταξη των παραγόντων της πολυπαραγοντικής ανάλυσης ώστε κάθε κλάση να περιλαμβάνει παράγοντες ίδιας σημαντικότητας ως προς τον κίνδυνο ερημοποίησης. Ο καθορισμός ορίων σε κάθε κλάση εισάγει ένα επίπεδο αντικειμενικότητας το οποίο δικαιολογεί τη χρήση των δεικτών σε ένα μεγάλο εύρος περιβαλλοντικών και κοινωνικοοικονομικών συνθηκών. Αυτού του είδους η κατηγοριοποίηση επιτρέπει τη σύγκριση μεταξύ διαφορετικών περιοχών και ένα παρόμοιο σύστημα σταθμισμένων βαρών έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς στον ορισμό των Περιβαλλοντικά Ευαίσθητων Περιοχών στην ερημοποίηση (ESAs) το οποίο έχει εφαρμοσθεί στην περιοχή της Μεσογείου και αλλού (Salvati et al. 2008; Benabderrahmane and Chenchouni 2010; Parvari et al. 2011). Στον κατάλογο των 70 δεικτών που παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 2) καταβλήθηκε προσπάθεια συμπερίληψης και συγκερασμού των περισσότερων από τα μέχρι στιγμής υπάρχοντα συστήματα ορισμού δεικτών για την υποβάθμιση των εδαφών και την ερημοποίηση των γαιών.

Πίνακας 2: Κλάσεις τιμών ευαισθησίας των υποψήφιων δεικτών.

α/α		ΚΑΙΜΑ						
1	Μέση ετήσια θερμοκρασία αέρα (°C)	<12	12-15	15-18	18-21	>21		
		1.0	1.8	1.5	1.8	2.0		
2	Μέση ετήσια βροχόπτωση (mm)	<280	280-650	650-1000	>1000			
		2	1.6	1.3	1.0			
3	Δείκτης ξηρότητας	<50	50-75	75-100	100-125	125-150	>150	
		1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	
4	Μέση ετήσια δυναμική εξατμισοδιαπνοή (mm)	<500	500-800	800-1200	1200-1500	>1500		
		1.0	1.2	1.5	1.8	2.0		
5	Εποχικότητα βροχοπτώσεων	Κατανεμημένη σε όλο το έτος	Κατανεμημένη σε όλο το έτος αλλά με διακριτή υγρή περίοδο	Περισσότερο εποχική με μικρή περίοδο ξηρασίας	Εποχική	Ιδιαίτερα εποχική με μακρά ξηρή περίοδο	Το μεγαλύτερο ποσοστό της βροχόπτωσης σε λιγότερο από 3 μήνες	>1.20
		1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	1.9	2.0
6	Διαβρωτικότητα βροχοπτώσεων (mm/h)	<60	60-90	91-120	121-160	>160		
		1.0	1.2	1.5	1.8	2.0		
ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ								
7	Ποιότητα ύδατος (μS)	<400	400-800		800-1500		>1500	
		1.0	1.3		1.6		2.0	
8	Ποσότητα ύδατος	Επαρκής	Μετρίως επαρκής		Ελάχιστα επαρκής		Ανεπαρκής	
		1.0	1.3		1.6		2.0	
9	Εκμετάλλευση των υπογείων υδάτων	Εκμετάλλευση > δυνατότητας αναπλήρωσης	Δυνατότητα αναπλήρωσης > εκμετάλλευσης > 0.8· δυνατότητας αναπλήρωσης		Τοπικά προβλήματα υπερεκμετάλλευσης		Χωρίς προβλήματα υπερεκμετάλλευσης	
		2.0	1.6		1.3		1.0	
10	Λόγος της κατανάλωσης ύδατος / υδατικές απαιτήσεις (WC/WD)	Μικρός WC/WD<0.5	Μέτριος WC/WD = 0.5-1		Υψηλός WC/WD = 1-2		Πολύ υψηλός WC/WD>2	
		1.0	1.3		1.6		2.0	

ΕΔΑΦΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ									
11	Υδρομορφία	Καλώς αποστραγγιζόμενα	Ατελώς αποστραγγιζόμενα	Κακώς αποστραγγιζόμενα	Πολύ κακώς αποστραγγιζόμενα				
		1.0	1.3	1.6	2.0				
12	Μητρικό υλικό	Ασβεστόλιθοι-μάρμαρα	Όξινα - Πυριγενή	Αμμόλιθοι-Φλύσχης	Μάργες-Αργιλικά-Κροκαλοπαγή	Βασικά - Πυριγενή	Σχίστες Σχιστόλιθοι	Αλλουβιακές ή κολλουβιακές αποθέσεις	
		2.0	1.8	1.6	1.3	1.4	1.2	1.0	
13	Ποσοστό αδρομερών υλικών της επιφανείας του εδάφους (%)	<15	15-40	40-80	>80				
		2.0	1.0	1.6	1.8				
14	Προσανατολισμός της κλίσης	B, ΒΔ, ΒΑ	N, ΝΔ, ΝΑ	Επίπεδα					
		1.0	2.0	1.0					
15	Βαθμός της κλίσης της επιφανείας του εδάφους (%)	<2	2 - 6	6-12	12-18	18-25	25-35	35-60	>60
		1.0	1.2	1.4	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
16	Βάθος εδάφους (cm)	<15	15-30	30-60	60-100	100-150	>150		
		2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0		
17	Κλάσεις κοκκομετρικής σύστασης	Πολύ χονδρόκοκκα	Χονδρόκοκκα	Μέσης σύστασης	Μετρίως λεπτόκοκκα	Λεπτόκοκκα	Πολύ λεπτόκοκκα		
		2.0	1.8	1.6	1.2	1.3	1.4		
18	Αποθηρευτική ικανότητα εδάφους σε νερό (mm)	<50	50-100	100-200	200-300	>300			
		2.0	1.8	1.5	1.3	1.0			
19	Έκθεση προεξοχών βράχων στην επιφάνεια (%)	0-2	2-10	10 -30	30-60	>60			
		1.0	1.3	1.5	1.8	2.0			
20	Οργανική ουσία του επιφανειακού οριζοντα (%)	Υψηλή >6.0	Μέτρια 2.1-6.0	Μικρή 2.0-1.1	Πολύ μικρή <1.0				
		1.0	1.3	1.6	2.0				

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

21	Βαθμός διάβρωσης	Καμιά διάβρωση	Ελαφρά διάβρωση	Μέτρια διάβρωση	Σημαντική διάβρωση	Πολύ σημαντική διάβρωση				
		1.0	1.2	1.5	1.8	2.0				
22	Ηλεκτρική αγωγιμότητα (dS m ⁻¹)	Ελεύθερα αλάτων < 2	Ελαφρώς αλατούχα 2-4	Μετρίως αλατούχα 4-8		Αλατούχα 8-15		Ιδιαίτερος αλατούχα >15		
		1.0	1.3	1.5		1.8		2.0		
ΒΛΑΣΤΗΣΗ										
23	Κόρια χρήση γης	Γεωργία	Βοσκότοπος	Θαμνώδεις εκτάσεις	Δασικές εκτάσεις	Ορυχεία		Αναπλάσεις		
		1.5	1.6	1.4	1.0	2.0		1.2		
24	Τύπος γεωργικής φυτικής κάλυψης γης	Δημητριακά	Ελαιώνες	Αμπελώνες	Αμυγδαλώνες	Πορτοκαλεώνες	Κηπευτικές καλλιέργειες	Βαμβάκι	Ακάλυπτες εκτάσεις	
		2.0	1.0	1.4	1.3	1.6	1.8	1.5	2.0	
25	Τύπος φυσικής φυτικής κάλυψης γης	Ανάμεικτη βλάστηση Μεσογειακή μακία/ Λειθαλή δάση	Μεσογειακή μακία βλάστηση	Μόνιμοι λειμώνες	Ετήσιοι λειμώνες	Φυλλοβόλα δάση	Δάση Πεύκης	Λειθαλή δάση	Ακάλυπτες εκτάσεις	
		1.2	1.4	1.5	1.8	1.6	1.4	1.0	2.0	
26	Αποφιλωμένες εκτάσεις (% /χρόνο)	Λίγες (<1.5)		Μέτριες (1.5-2.5)		Υψηλές (2.5-3.50)		Πολύ υψηλές >3.5		
		1.0		1.3		1.7		2.0		
27	Ποσοστό φυτικής κάλυψης (%)	<10	10-25	25-50	50-75	>75				
		2.0	1.8	1.5	1.3	1.0				
ΥΔΑΤΙΚΗ ΑΠΟΡΡΟΗ										
28	Πυκνότητα αποστραγγιστικού δικτύου (km καναλιών ανά km ²)	Αραιή ανάπτυξη <5 km	Μέτρια ανάπτυξη 5-10 km	Πυκνή ανάπτυξη 10-20 km	Πολύ πυκνή ανάπτυξη >20 km					
		1.0	1.3	1.7	2.0					
29	Συχνότητα πλημμυρών	Καμιά πλημμύρα		Πολύ σπάνια (μια στα 10 χρόνια)		Σπάνια (μια στα 6-10 χρόνια)		Όχι αρκετά συχνά (μια στα 3-5 χρόνια)		Συχνά (μια στα 1-2 χρόνια)
		1.0		1.2		1.5		1.7		2.0

30	Εκτάσεις αδιαπέρατης επιφάνειας (ha / 10 km ² περιοχής / 10 χρόνια)	Μικρές εκτάσεις <10 ha	Μέσες εκτάσεις 10-	Μεγάλες εκτάσεις 26-50 ha	Πολύ μεγάλες εκτάσεις >50 ha			
		1.0	1.3	1.7	2.0			
ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ								
31	Συχνότητα πυρκαγιών (έτη)	Μικρή (μια φορά σε περισσότερο από 50)	Μέτρια (μια φορά σε 25-50)		Υψηλή (μια φορά σε 25-15)	Πολύ υψηλή (μια φορά σε λιγότερο από 15)		
		1.0	1.3		1.7	2.0		
32	Κίνδυνος πυρκαγιάς	Μικρός	Μέτριος		Υψηλός	Πολύ υψηλός		
		1.0	1.4		1.7	2.0		
33	Καμμένες εκτάσεις (ha καμμένων εκτάσεων/10 χρόνια/10 km ²) περιοχής)	Μικρές εκτάσεις <10 ha	Μέσες εκτάσεις 10-25 ha	Μεγάλες εκτάσεις 26-50 ha	Πολύ μεγάλες εκτάσεις >50 ha			
		1.0	1.3	1.7	2.0			
ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ								
34	Ιδιοκτησιακό καθεστώς εκμετάλλευσης	Ιδιότητα	Ενοικιαζόμενη	Κοινόχρηστη	Κρατική			
		1.0	2.0	1.5	1.7			
35	Μέγεθος εκμετάλλευσης (ha)	<2	2 – 5	5 – 10	10 – 30	30 - 50	50 – 100	>100
		2.0	1.8	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0
36	Κατακερματισμός έκτασης εκμετάλλευσης (Αριθμός τεμαχίων)	1-3	4-6	7-9	10-12	13-15	16-19	>19
		1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	1.9	2.0
37	Καθαρό γεωργικό εισόδημα	Μικρό (<Τοπικού μέσου όρου - τυπικής απόκλισης)	Μέτριο (>Τοπικού μέσου όρου - τυπικής απόκλισης < τοπικού μέσου όρου)	Υψηλό (> Τοπικού μέσου όρου + τυπικής απόκλισης)	Πολύ υψηλό (>Τοπικού μέσου όρου + τυπικής απόκλισης)			
		2.0	1.7	1.3	1.0			
38	Παράλληλη απασχόληση	Καμία	Στη Βιομηχανία	Στον Τουρισμό	Στο Κράτος	Στο Δήμο		
		1.0	2.0	1.4	1.7	1.5		

ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ								
39	Τεχνικές άρωσης	Καμία	Άροτρο	Δισκοσβάρνα	Καλλιεργητής			
		1.0	2.0	1.7	1.4			
40	Συχνότητα άρωσης (αριθμός αρώσεων)	Καμία	1	2	3	4		
		1.0	1.2	1.4	1.7	2.0		
41	Βάθος άρωσης (cm)	Μη εφαρμογή άρωσης	<20	20-30	30-40	>40		
		1.0	1.1	1.3	1.7	2.0		
42	Κατεύθυνση άρωσης	Κάθετα προς τις ισοϋψείς καμπύλες προς τα κατάντη	Κάθετα προς τις ισοϋψείς καμπύλες προς τα ανάντη	Παράλληλα με τις ισοϋψείς καμπύλες προς τα ανάντη	Παράλληλα με τις ισοϋψείς καμπύλες προς τα κατάντη	Πλαγίως προς τα κατάντη	Πλαγίως προς τα ανάντη	Άλλο (μη εφαρμογή άρωσης)
		2.0	1.4	1.2	1.5	1.8	1.3	1.0
43	Έλεγχος της βόσκησης	Κανένας	Αριθμός ζώων σύμφωνα με τη βοσκοϊκανότητα	Χρήση φρακτών	Αποφυγή της συμπίεσης του εδάφους (πολύ υγρά εδάφη)	Προστασία από πυρκαγιές		
		2	1.0	1.2	1.4	1.3		
44	Ένταση της βόσκησης	Μικρή	Μέτρια	Υψηλή				
		1.0	1.5	2.0				
45	Δείκτης εκμηχάνισης	Μικρός (< Τοπικού μέσου όρου – τυπική απόκλιση)	Μέτριος (> Τοπικού μέσου όρου – τυπική απόκλιση < τοπικού μέσου όρου)	Υψηλός (> Τοπικού μέσου όρου < Τοπικού μέσου όρου + τυπική απόκλιση)	Πολύ υψηλός (> Τοπικού μέσου όρου + τυπική απόκλιση)			
		1.0	1.3	1.7	2.0			
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΓΑΙΩΝ								
46	Προστασία από πυρκαγιές (Προστατευόμενη/συνολική ένταση %)	Καμία	Μικρή <25%	Μέτρια 25-50%	Υψηλή 50-75%	Πολύ υψηλή >75%		
		2.0	1.8	1.6	1.3	1.0		
47	Αειφορική καλλιέργεια	Μη αειφορική καλλιέργεια	Μη εφαρμογή άρωσης	Εφαρμογή ελάχιστης άρωσης	Ενίσχυση της φυτοκάλυψης	Άρωση προς τα ανάντη	Εφαρμογή ελάχιστου βάθους άρωσης	

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

48	Αποκατάσταση προβληματικών περιοχών	2.0	1.0	1.3	1.1	1.4	1.5	
		Καμία	Επαρκής στράγγιση		Επαρκής έκπλυση αλάτων		Επαρκής ασβέστωση όξινων εδαφών	Μικρή συγκέντρωση βαρέων μετάλλων
		2.0	1.0		1.0		1.0	1.0
49	Αποκατάσταση περιοχών εξόρυξης (Προστατευόμενη/συνολική έκταση %)	Καμία	Μικρή <25%	Μέτρια 25-75%	Επαρκής >75%			
		2.0	1.7	1.3	1.0			
50	Μέτρα ελέγχου της διάβρωσης των εδαφών (Προστατευόμενη/συνολική έκταση, %)	Κανένα	Λίγα <25%	Λοιπά 25-75%	Επαρκή >75%			
		2.0	1.7	1.4	1.0			
51	Μέτρα διατήρησης του νερού του εδάφους	Έλεγχος των ζιζανίων	Προστατευτικό στρώμα βλάστησης	Προσωρινή αποθήκευση του απορρέοντος νερού	Ενίσχυση της προσρόφησης των ατμοσφαιρικών υδρατμών	Κανένα		
		1.0	1.0	1.0	1.2	2.0		
52	Παρουσία αναβαθμίδων (Προστατευόμενη/συνολική έκταση %)	Καμία	Μικρή <25%	Μέτρια 25-50%	Υψηλή 50-75%	Πολύ υψηλή >75%		
		2.0	1.7	1.5	1.2	1.0		
ΧΡΗΣΗ ΓΑΙΩΝ								
53	Εγκατάληψη γαιών (ha/10 χρόνια /10 km ²)	Μικρή (<10 ha)		Μέτρια (10 -25 ha)		Υψηλή (26 - 50 ha)		Πολύ υψηλή (>50 ha)
		1.0		1.3		1.6		2.0
54	Ένταση χρήσης γης	Μικρή	Μέτρια	Υψηλή				
		1.0	1.5	2.0				
55	Περίοδος εμφάνισης της υπάρχουσας χρήσης γης (έτη)	<1	1-5	5-10	10-20	30-50	>50	
		2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

56	Απόσταση από την ακτογραμμή (km)	<0.25	0.25-0.5	0.5-1	1-2	2-5	5-8	8-15	>15	
		2.0	1.9	1.7	1.5	1.3	1.2	1.1	1.0	
ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ										
57	Ποσοστό άρδευσης των αρόσιμων γαιών (%)	<5	5-10	10-25	25-50	>50				
		2.0	1.8	1.6	1.3	1.0				
58	Αποθήκευση του νερού απορροής	Καμία	Μικρή	Μέτρια	Επαρκής					
		2.0	1.8	1.4	1.0					
59	Υδατική κατανάλωση ανά τομέα (% ανά έτος)	Βιομηχανία		Τουρισμός		Λοιπές περιοχές		Άρδευση		
		2.0		1.6		1.8		1.0		
60	Λειψυδρία (Κατά κεφαλήν διαθέσιμο νερό /κατά κεφαλή κατανάλωση τα τελευταία 10 έτη =R)	Καμία R>2		Μικρή R=1.5- 2		Μέτρια R=1-1.5		Υψηλή R=0.5-1		Πολύ υψηλή R<0.5
		1.0		1.2		1.4		1.7		2.0
ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΤΟΥΡΙΣΜΟΣ										
61	Δείκτης γήρανσης (πληθυσμός >65 ετών/συνολικός πληθυσμός =R, %)	Μικρός R<5		Μέτριος R=5-10	Υψηλός R=10-20	Πολύ υψηλός R>20				
		1.0		1.3	1.7	2.0				
62	Πυκνότητα πληθυσμού (κάτοικοι / km ²)	Μικρή <50		Μέτρια 50-100	Υψηλή 100-300	Πολύ υψηλή >300				
		1.0		1.3	1.7	2.0				
63	Ρυθμός αύξησης πληθυσμού (% ανά έτος)	Μικρός <0.2		Μέτριος 0.2-0.4	Υψηλός 0.4-0.6	Πολύ υψηλός >0.6				
		1.0		1.3	1.7	2.0				
64	Ένταση τουρισμού (αριθμός διανυκτερεύσεων)	Μικρή R<0.01	Μέτρια R=0.01-0.04	Υψηλή R=0.04-0.08	Πολύ υψηλή R>0.08					

	/10 km ² =R)	1.0	1.3	1.7	2.0			
65	Μεταβολή τουριστικής προτίμησης (Αριθμός διανυκτερεύσεων/μέσο όρο διανυκτερεύσεων των τελευταίων 10 ετών=R, %)	Μικρή R<2		Μέτρια R=2-5		Υψηλή R=5-10		Πολύ υψηλή R>10
		1.0	1.3	1.7	2.0			
66	Δείκτης πενίας (%)	Μικρός		Μέτριος		Υψηλός		Πολύ υψηλός
		1.0	1.3	1.7	2.0			
67	Κατανομή πληθυσμού (αστικός πληθυσμός / αγροτικός πληθυσμός, %)	>20		10-20		5-10		<5
		1.0	1.3	1.7	2.0			
ΘΕΣΜΙΚΑ								
68	Προστατευόμενες περιοχές	Καμία	Προστατευόμενη από συνθήκες άγρια φύση	Εθνικά πάρκα	Εθνικά μνημεία	Ενδιατήματα	Περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους	Φυσικοί πόροι ειδικής διαχείρισης
		1.5	1.0	1.0	1.0	1.3	1.2	1.0
69	Επιδοτήσεις	Καμία	Για την προστασία του περιβάλλοντος	Στρεμματικές	Κατά κεφαλήν ζωικού κεφαλαίου	Ανά κιλό παραγωγής		
		1.2	1.0	2.0	2.0	2.0		
70	Εφαρμογή μέτρων πολιτικής για την προστασία των φυσικών πόρων	Επαρκής	Μέτρια	Μικρή	Καμία			
		1.0	1.4	1.7	2.0			

Μετά τον καθορισμό της λίστας των πιο σημαντικών δεικτών που επηρεάζουν τις κοινές διεργασίες υποβάθμισης συντάχθηκαν ερωτηματολόγια περιγραφής των δεικτών σε επίπεδο αγροκτήματος με σκοπό να συμπληρωθούν από τους κατά τόπους ερευνητές και συνεργάτες του ερευνητικού προγράμματος DESIRE με την βοήθεια των ιδιοκτητών των αγροκτημάτων. Τα δεδομένα που αφορούν την επιφανειακή υδατική διάβρωση υποδιαιρέθηκαν περαιτέρω με βάση την επικρατούσα χρήση γης σε γεωργικές περιοχές και βοσικότοπους. Η διάκριση αυτή είναι απαραίτητη για την καταλληλότερη χρήση ορισμένων δεικτών όπως ο έλεγχος της βόσκησης ή ο ρυθμός των καμμένων εκτάσεων που ενώ έχουν τεράστια σημασία για τους βοσικότοπους έχουν μικρότερη ή μηδενική συνεισφορά στις γεωργικές περιοχές για τη συγκεκριμένη διεργασία υποβάθμισης. Μολονότι τα δεδομένα της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης υποδιαιρέθηκαν σε γεωργικές περιοχές και βοσικότοπους για την καλύτερη εφαρμογή των δεικτών, στον κατάλογο των διεργασιών και αιτιών υποβάθμισης προστέθηκε μετά από απαίτηση των συμμετεχόντων μελών του προγράμματος DESIRE ως ειδική κατηγορία το αίτιο της υπερβόσκησης (Πίνακας 3). Αυτό έγινε δεκτό διότι πολλά από τα μέλη του ερευνητικού προγράμματος θεωρούσαν ότι στις περιοχές μελέτης τους ο παράγοντας αυτός είναι ιδιαίτερα σημαντικός και ανεξάρτητος. Τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν τη διάκριση αυτή καθώς οι δείκτες που προέκυψαν ως σημαντικοί στη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης των βοσικότοπων διαφοροποιούνται σε μεγάλο βαθμό από τους σημαντικούς δείκτες του αιτίου της υπερβόσκησης (βλ. ενότητα 2.7). Προκειμένου να επιτευχθεί μια πιο ακριβής και ομοιογενής βάση δεδομένων των μελετώμενων δεικτών στις διάφορες περιοχές μελέτης δημιουργήθηκε ειδικό αναλυτικό εγχειρίδιο συμπλήρωσης των ερωτηματολογίων το οποίο αναρτήθηκε στο δικτυακό τόπο του ερευνητικού προγράμματος DESIRE με τίτλο: “Describing Land Degradation Indicators” (A.U.A., 2008), (<http://www.desire-project.eu>). Το εγχειρίδιο αυτό περιγράφει αναλυτικά τον ορισμό και τη μεθοδολογία εκτίμησης καθενός εκ των εβδομήντα υποψήφιων δεικτών. Κατά αυτό τον τρόπο περιγράφηκαν οι προαναφερόμενοι εβδομήντα (70) δείκτες σε χίλια επτακόσια ογδόντα πέντε (1785) αγροκτήματα (σημεία δειγματοληψίας) που εντοπίζονται σχεδόν σε κάθε ήπειρο από την περιοχή της Μεσογείου και την ανατολική Ευρώπη μέχρι την Λατινική Αμερική, την Αφρική και την Ασία. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν σε επίπεδο αγροκτήματος και ως αγρόκτημα στη συγκεκριμένη περίπτωση θεωρείται οποιαδήποτε καλλιεργούμενη έκταση ανήκει σε ιδιώτη παραγωγό, παρουσιάζει ομοιογένεια τόσο στα εδαφικά και τοπογραφικά της χαρακτηριστικά όσο και στις χρήσεις γης και στις πρακτικές διαχείρισης της γης ενώ καταλαμβάνει έκταση από 0.5 έως 20 εκτάρια. Επομένως το κάθε μεμονωμένο

αγροκτήμα θεωρήθηκε ως σημείο δειγματοληψίας και ένας ελάχιστος αριθμός 30 σημείων μελετήθηκαν για κάθε διεργασία ή αίτιο υποβάθμισης στις περισσότερες από τις περιοχές μελέτης. Ορισμένα σημεία δειγματοληψίας αναγνωρίστηκαν με τη βοήθεια κατάλληλου χαρτογραφικού υποβάθρου τοπογραφικών χαρτών ή ορθοφωτοχαρτών σε κάρναβο διαστάσεων 400x400 μέτρα και το σχεδιασμό συστηματικού δικτύου δειγματοληψίας. Η προσέγγιση όμως αυτή δεν είχε εύκολη εφαρμογή καθώς για ορισμένα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά και δεδομένα διαχείρισης των γαιών ήταν απαραίτητη η παρουσία του ιδιοκτήτη-παράγωγού. Ως εκ τούτου τα περισσότερα σημεία δειγματοληψίας περιγράφηκαν αφού πρώτα υπήρξε επικοινωνία με τον ιδιοκτήτη του αγροκτήματος. Η ακριβής τοποθεσία κάθε αγροκτήματος προσδιορίστηκε με τη χρήση του παγκόσμιου συστήματος εντοπισμού θέσης (G.P.S.) (Χάρτης 1).

Τα δεδομένα περιγραφής των δεικτών που συλλέχθηκαν από το σύνολο των περιοχών (18 περιοχές έρευνας), οι οποίες αναφέρθηκαν στην αρχή αυτής της ενότητας, ταξινομήθηκαν με κριτήριο τις διεργασίες και τα αίτια υποβάθμισης και ερημοποίησης που αυτοί επηρεάζουν και δημιουργήθηκε μια εναρμονισμένη βάση δεδομένων. Υπενθυμίζεται ότι τα δεδομένα περιγραφής των δεικτών καταγράφηκαν υπό τη μορφή απαντήσεων σε ερωτηματολόγια που αντιστοιχούν σε συγκεκριμένα ιδιωτικά αγροκτήματα ή κοινόχρηστες εκτάσεις με τα γενικά χαρακτηριστικά των αγροκτημάτων όπως αυτά περιγράφηκαν προηγουμένως. Αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχουν ερωτηματολόγια που συμπληρώθηκαν σε αγροκτήματα τα οποία αντιμετωπίζουν περισσότερες από μία διεργασίες ή περισσότερα από ένα αίτια υποβάθμισης. Επίσης επειδή στο φαινόμενο της αλάτωσης των εδαφών δεν υπήρξαν αρκετά δεδομένα ικανά να επιτρέψουν στατιστική μεταχείριση, όπως συνέβη με τις άλλες διεργασίες, χρησιμοποιήθηκαν και παλαιότερα δεδομένα από περιοχές της Ελλάδος με σημαντικά προβλήματα αλατότητας όπως αυτές της Αργολίδας, της Μυτιλήνης και της Θεσπρωτίας. Τα επιπλέον δεδομένα της αλάτωσης είχαν συλλεχθεί στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Κοινοτικού Προγράμματος DESERTLINKS (EVK2-CT-2001-00109) (2005). Τα ερωτηματολόγια ταξινομήθηκαν σε πέντε (5) διεργασίες/αίτια υποβάθμισης όπως φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 3).

Πίνακας 3: Ερωτηματολόγια δεικτών ανά διεργασία/αίτιο υποβάθμισης.

ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΙΤΙΑ ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗΣ ΚΑΙ ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗΣ	ΧΡΗΣΗ ΓΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΩΝ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ	ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ
Επιφανειακή υδατική διάβρωση	Γεωργικές περιοχές	22	Novij Saratov-Ρωσία
		52	Eskisehir Plain- Τουρκία
		69	Zeuss Koutine- Τυνισία
		63	Mamora Sehoul- Μαρόκο
		68	Santiago Island- Κάπο Βέρντε
		16	Secano Interior-Χιλή
		100	Κρήτη-Ελλάδα
		61	Guadalentín Basin Murcia-Ισπανία
		26	Cointzio catchment- Μεξικό
	Σύνολο ερωτηματολογίων γεωργικών περιοχών	477	
	Βοσκότοποι	15	Eskisehir Plain- Τουρκία
		51	Zeuss Koutine- Τυνισία
		35	Mamora Sehoul- Μαρόκο
		26	Santiago Island- Κάπο Βέρντε
		6	Secano Interior-Χιλή
		55	Κρήτη-Ελλάδα
		31	Guadalentín Basin Murcia-Ισπανία
		25	Cointzio catchment- Μεξικό
	Σύνολο ερωτηματολογίων	244	

	βοσκοτόπων		
Μηχανική διάβρωση των εδαφών		150	Loess Plateau-Κίνα
		3	Boteti Area-Μποτσουάνα
		30	Rendina Basin Basilicata-Ιταλία
		67	Κρήτη-Ηράκλειο-Ελλάδα
		33	Κρήτη-Χανιά-Ελλάδα
	Σύνολο ερωτηματολογίων μηχανικής διάβρωσης	283	
Αλάτωση των εδαφών		38	Novij Saratov-Ρωσία
		69	Djanybek-Ρωσία
		16	Κρήτη-Χανιά-Ελλάδα
		32	Αργολίδα-Ελλάδα
		21	Ψαρά-Ελλάδα
		13	Θεσπρωτία-Ελλάδα
		9	Πρέβεζα-Ελλάδα
		23	Μυτιλήνη-Ελλάδα
		30	Νέστος Μαγγανός-Ελλάδα
	7	Boteti-Μποτσουάνα	
Σύνολο ερωτηματολογίων αλάτωσης των εδαφών	258		
Υπερβόσκηση		40	Djanybek-Ρωσία
		74	Konya Karapinar plain-Τουρκία
		26	Boteti-Μποτσουάνα
		70	Keskin-Τουρκία
		34	Κρήτη-Ηράκλειο-Ελλάδα

		21	Κρήτη-Χανιά-Ελλάδα
	Σύνολο ερωτηματολογίων υπερβόσκησης	265	
Καταπόνηση των φυτών λόγω μείωσης του διαθέσιμου νερού		62	Novij Saratov-Ρωσία
		29	Djanybek-Ρωσία
		12	Boteti-Μποτσουάνα
		98	Κρήτη-Ηράκλειο-Ελλάδα
		57	Κρήτη-Χανιά-Ελλάδα
	Σύνολο ερωτηματολογίων υδατικής καταπόνησης	258	
ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΣΤΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ		1785	

Τελικά στις 18 περιοχές μελέτης του Κοινοτικού ερευνητικού προγράμματος DESIRE συγκεντρώθηκαν δεδομένα από 1785 ερωτηματολόγια τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στη στατιστική ανάλυση για την ταυτοποίηση των πιο σημαντικών δεικτών που επηρεάζουν τις διεργασίες υποβάθμισης και την ερημοποίηση των γαιών.

2.5. Ορισμός κινδύνου ερημοποίησης

Για τον προσδιορισμό του δείκτη κινδύνου ερημοποίησης υιοθετήθηκε μια εμπειρική προσέγγιση (Kosmas et al., 2013) η οποία βασίζεται στον τύπο της περιβαλλοντικά ευαίσθητης περιοχής (Kosmas et al., 1999) και στην κύρια διεργασία ή στο αίτιο της υποβάθμισης που προσδιορίστηκε για κάθε θέση συμπλήρωσης ερωτηματολογίου. Επομένως ο κίνδυνος της ερημοποίησης εκτιμήθηκε συνδυαστικά από τον τύπο της περιβαλλοντικά ευαίσθητης περιοχής που χαρακτηρίζει την παρούσα κατάσταση της υποβάθμισης και την κύρια διεργασία ή αίτιο υποβάθμισης, που καθορίζει την περαιτέρω υποβάθμιση ή μη της περιοχής, μέσω ερμηνείας των τιμών των πιο σημαντικών δεικτών

που επηρεάζουν τη συγκεκριμένη διεργασία ή αίτιο της υποβάθμισης (π.χ. βαθμός διάβρωσης του εδάφους, αποθηκευτική ικανότητα εδάφους σε νερό και ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους). Σύμφωνα με τα παραπάνω μια περιοχή που χαρακτηρίζεται ως ευαίσθητη στην ερημοποίηση θα υπόκειται σε υψηλό κίνδυνο ερημοποίησης όταν αντιμετωπίζει πολύ σοβαρά προβλήματα διαβρώσεων ενώ ο κίνδυνος ερημοποίησης θα είναι μικρός στην περίπτωση που αντιμετωπίζει ελάχιστα προβλήματα διαβρώσεων. Ο βαθμός της διάβρωσης των εδαφών χρησιμοποιήθηκε κυρίως στις λοφώδεις περιοχές, όπου η κύρια διεργασία υποβάθμισης είναι η διάβρωση των εδαφών, ενώ η ηλεκτρική αγωγιμότητα των εδαφών χρησιμοποιήθηκε στις πεδινές περιοχές όπου η κύρια διεργασία υποβάθμισης και ερημοποίησης είναι η αλάτωση των εδαφών. Η αποθηκευτική ικανότητα των εδαφών σε νερό χρησιμοποιήθηκε για τις λοφώδεις ή τις πεδινές περιοχές στις οποίες προσδιορίστηκε ως κύριο αίτιο υποβάθμισης και ερημοποίησης η καταπόνηση των φυτών εξαιτίας της μείωσης του διαθέσιμου νερού. Ο κίνδυνος ερημοποίησης σε περιοχές που η υπερβόσκηση ή η μηχανική διάβρωση προσδιορίστηκε ως η κύρια αιτία υποβάθμισης εκτιμήθηκε με βάση τον βαθμό της διάβρωσης. Στο πλαίσιο της εκτίμησης του κινδύνου ερημοποίησης διακριθήκαν πέντε κατηγορίες κινδύνου: πολύ υψηλός κίνδυνος, υψηλός κίνδυνος, μέτριος κίνδυνος, μικρός κίνδυνος και ανύπαρκτος κίνδυνος (Πίνακας 4) με βαθμονόμηση από 1 έως 5 αντίστοιχα. Η έννοια του κινδύνου ερημοποίησης συνοψίζει την ευπάθεια ή την ευαισθησία των γαιών σε περαιτέρω υποβάθμιση σύμφωνα με την παρούσα κατάσταση των γαιών, την εφαρμοζόμενη διαχείρισή τους, τις υποβαθμίσεις που αντιμετωπίζουν καθώς και τα υπάρχοντα κοινωνικοοικονομικά δεδομένα. Η εκτίμηση της παρούσας κατάστασης της ερημοποίησης μπορεί να επιτευχθεί από την ενσωμάτωση δεικτών βλάστησης, εδάφους, κλίματος και διαχείρισης μέσω της μεθοδολογίας των Π.Ε.Π. (ESAs) η οποία ενώ αναπτύχθηκε για συνθήκες Μεσογειακού περιβάλλοντος έχει αξιολογηθεί επιτυχώς και σε άλλες περιοχές που επηρεάζονται από την ερημοποίηση παγκοσμίως (Sepchr et al. 2007; Benabderrahmane and Chenchouni 2010; Parvari et al. 2011).

Πίνακας 4: Κλάσεις κινδύνου ερημοποίησης και περιγραφή αυτών

Αύξων αριθμός κλάσης	Κλάση κινδύνου ερημοποίησης	Περιγραφή
1	Πολύ υψηλός κίνδυνος	Κρίσιμες περιοχές ως προς την περιβαλλοντική τους ευαισθησία, πολύ σημαντικά υποβαθμισμένες οι οποίες υπόκεινται σε πολύ υψηλούς ρυθμούς διάβρωσης εξαιτίας της εντατικής καλλιέργειας, της υπερβόσκησης, ή αντιμετωπίζουν πολύ υψηλούς ρυθμούς αλάτωσης εξαιτίας πολύ ρηχού υπόγειου υδροφορέα ή άρδευσης με κακής

		ποιότητας νερό.
2	Υψηλός κίνδυνος ερημοποίησης	Κρίσιμες περιοχές ως προς την περιβαλλοντική τους ευαισθησία, σημαντικά υποβαθμισμένες οι οποίες υπόκεινται σε μέτριους ή χαμηλούς ρυθμούς διάβρωσης ή ευαίσθητες περιοχές μετρίως υποβαθμισμένες που υπόκεινται σε πολύ υψηλούς ρυθμούς διάβρωσης εξαιτίας της εντατικής καλλιέργειας, της υπερβόσκησης, ή αντιμετωπίζουν υψηλούς ρυθμούς αλάτωσης εξαιτίας μετρίως ρηχού υπόγειου υδροφορέα ή άρδευσης με κακής ποιότητας νερό.
3	Μέτριος κίνδυνος ερημοποίησης	Ευαίσθητες περιοχές ως προς την περιβαλλοντική τους ευαισθησία, μετρίως υποβαθμισμένες που υπόκεινται σε υψηλούς ή μέτριους ρυθμούς διάβρωσης ή δυνητικές περιοχές για ερημοποίηση οι οποίες υπόκεινται σε πολύ υψηλούς ή υψηλούς ρυθμούς διάβρωσης εξαιτίας της εντατικής καλλιέργειας, της υπερβόσκησης, ή αντιμετωπίζουν μέτριους ρυθμούς αλάτωσης εξαιτίας υπόγειων υδροφορέων μέτριου βάθους ή άρδευσης με νερό μέτριας ποιότητας.
4	Μικρός κίνδυνος ερημοποίησης	Ευαίσθητες περιοχές ως προς την περιβαλλοντική τους ευαισθησία, μετρίως υποβαθμισμένες που υπόκεινται σε μικρούς ρυθμούς διάβρωσης ή δυνητικές περιοχές για ερημοποίηση ελαφρώς υποβαθμισμένες οι οποίες υπόκεινται σε μέτριους ρυθμούς διάβρωσης εξαιτίας της εντατικής καλλιέργειας, της υπερβόσκησης, ή αντιμετωπίζουν μικρούς ρυθμούς αλάτωσης εξαιτίας υπόγειων υδροφορέων σχετικά ικανοποιητικού βάθους ή άρδευσης με νερό μέτριας ποιότητας.
5	Ανύπαρκτος κίνδυνος ερημοποίησης	Δυνητικές ή μη απειλούμενες περιοχές ως προς την περιβαλλοντική τους ευαισθησία, ελαφρώς ή μη υποβαθμισμένες που αντιμετωπίζουν πολύ μικρές ή ανύπαρκτες διαβρώσεις ή ευαίσθητες, δυνητικές και μη απειλούμενες περιοχές που υπόκεινται σε ανύπαρκτο κίνδυνο αλάτωσης λόγω του μεγάλου βάθους του υπόγειου υδροφορέα ή της άρδευσης με καλής ποιότητας νερό.

2.6. Στατιστική μεταχείριση των δεδομένων των 1785 ερωτηματολογίων των 18 περιοχών μελέτης

Στην παρούσα ενότητα θα περιγραφεί η στατιστική μεταχείριση των δεδομένων των χιλίων επτακοσίων ογδόντα πέντε ερωτηματολογίων (1785) που συμπληρώθηκαν στα σημεία δειγματοληψίας των δεκαοκτώ (18) περιοχών έρευνας (Πίνακας 3). Η προεπεξεργασία των δεδομένων αυτών περιελάμβανε αρχικά την εισαγωγή τους σε βιβλία εργασίας του Microsoft excel και στη συνέχεια την ταξινόμησή τους με βάση τις χρήσεις γης και τις διεργασίες-αίτια υποβάθμισης στα οποία συμμετέχουν οι δείκτες που περιγράφονται. Με αυτό τον τρόπο προέκυψαν πέντε (5) διαφορετικά αρχεία που αντιστοιχούν στις πέντε διεργασίες-αίτια υποβάθμισης με διαφορετικό αριθμό ερωτηματολογίων το καθένα. Όπως καταγράφεται στον Πίνακα 3 το βιβλίο εργασίας που αντιστοιχεί στην επιφανειακή υδατική

διάβρωση επιμερίζεται σε δύο φύλλα εργασίας που αντιστοιχούν στις διαφορετικές χρήσεις γης και περιέχει συνολικά επτακόσιες είκοσι μία (721) εγγραφές. Το αρχείο που αναφέρεται στο αίτιο της μηχανικής διάβρωσης των εδαφών περιλαμβάνει διακόσια ογδόντα τρία (283) ερωτηματολόγια ενώ το βιβλίο εργασίας της αλάτωσης των εδαφών διακόσια πενήντα οκτώ (258). Ολοκληρώνοντας, στα δύο ηλεκτρονικά αρχεία που αντιστοιχούν στην υπερβόσκηση και στην καταπόνηση των φυτών λόγω μείωσης του διαθέσιμου νερού περιλαμβάνονται διακόσια εξήντα πέντε (265) και διακόσια πενήντα οκτώ (258) ερωτηματολόγια αντίστοιχα. Η προεπεξεργασία των δεδομένων συνεχίστηκε με την απόδοση των ελλιπών τιμών της βάσης δεδομένων υποκαθιστώντας την ελλιπή τιμή με τον μέσο όρο των τιμών του δείκτη από δείγμα κατάλληλης υποομάδας (ιοντινά αγροκτήματα της περιοχής) (Steel et al., 1997; Newman, 2003). Οι τιμές αυτές για διάφορους λόγους δεν είχαν καταγραφεί σε ορισμένους δείκτες σε κάποιες από τις δεκαοκτώ (18) περιοχές μελέτης.

Όσον αφορά στην κύρια στατιστική επεξεργασία των δεδομένων επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Η πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση αποτελεί μια από τις πλέον διαδεδομένες μεθόδους στατιστικής επεξεργασίας και χρησιμοποιείται ως βασικό εργαλείο στην προσπάθεια μοντελοποίησης φαινομένων από ερευνητές διαφόρων αντικειμένων. Δύο τυχαίες μεταβλητές X και Y είναι δυνατόν να συνδέονται μεταξύ τους με προσδιοριστική (deterministic) ή με στοχαστική-στατιστική σχέση (stochastic-probabilistic). Όταν οι μεταβλητές συνδέονται μεταξύ τους με οποιαδήποτε από τις προαναφερόμενες σχέσεις ονομάζονται εξαρτημένες μεταβλητές ή μεταβλητές απόκρισης. Στις πειραματικές έρευνες ως ανεξάρτητες μεταβλητές θεωρούνται οι μεταβλητές των οποίων οι τιμές μπορούν να ελεγχθούν εργαστηριακά ενώ αντίθετα εξαρτημένες είναι οι μεταβλητές στις οποίες εκφράζεται το αποτέλεσμα των μεταβολών των ανεξάρτητων μεταβλητών. Η πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση χρησιμοποιείται συνήθως σε μη πειραματικές έρευνες (δειγματοληψίες) όπου οι τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών δεν μπορούν να ελεγχθούν. Στις δειγματοληπτικές έρευνες αυτού του είδους η διάκριση μεταξύ ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών δεν είναι πάντοτε σαφής γιατί καμιά μεταβλητή δεν είναι ελεγχόμενη αλλά όλες είναι τυχαίες (Τσιαφογιάννη, 2011). Τα δεδομένα μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες τα διακριτά ή μη μετρήσιμα (ποιοτικές και κατηγορικές κλίμακες δεδομένων) και τα συνεχή ή μετρήσιμα (ποσοτικές και αριθμητικές κλίμακες δεδομένων) (Ρεκούτη, 2011). Η διαφορά τους εντοπίζεται στο γεγονός ότι τα συνεχή δεδομένα μπορούν να λαμβάνουν οποιαδήποτε τιμή ακόμη και

δεκαδική ενώ τα ασυνεχή δεδομένα παρουσιάζουν μόνο ακέραιες τιμές. Η πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση αποτελεί ένα στατιστικό εργαλείο για την αξιολόγηση των σχέσεων μεταξύ μιας συνεχούς εξαρτημένης μεταβλητής και πάνω από δύο συνεχών ανεξάρτητων μεταβλητών. Κύριος σκοπός της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι η αναζήτηση των σχέσεων μεταξύ ενός συνόλου ανεξάρτητων μεταβλητών και μιας εξαρτημένης μεταβλητής και η προσπάθεια προσαρμογής μιας γραμμικής εξίσωσης στο σύνολο των δεδομένων. Η πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση μπορεί να θεωρηθεί ως μια απευθείας επέκταση της απλής γραμμικής παλινδρόμησης στις περιπτώσεις που είναι απαραίτητο να εξεταστούν πάνω από μια ανεξάρτητες μεταβλητές (Kleinbaum et al., 1998a). Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία από τις οκτώ γενικές περιπτώσεις εφαρμογής της ανάλυσης παλινδρόμησης, ανάλογα με τους σκοπούς της κάθε έρευνας, η περίπτωση στην οποία αναζητείται η εξίσωση περιγραφής της εξαρτημένης μεταβλητής ως συνάρτηση των ανεξάρτητων μεταβλητών ταιριάζει απόλυτα με τις ανάγκες μεταχείρισης των δεδομένων στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας (Kleinbaum et al., 1998a). Η δυνατότητα ταυτόχρονης εκτίμησης της ανεξάρτητης συνεισφοράς ενός αριθμού παραγόντων σε κάποιο αποτέλεσμα, που παρέχεται μέσω της πολυμεταβλητής στατιστικής ανάλυσης (multivariate analysis), είναι ιδιαίτερος σημαντική όταν μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών υπάρχουν και συγχυτές (confounders). Η σύγχυση (confounding) ως φαινόμενο της στατιστικής ανάλυσης υπεισέρχεται όταν η προφανής σχέση μεταξύ ενός παράγοντα κινδύνου και κάποιου αποτελέσματος επηρεάζεται από τη σχέση μιας τρίτης μεταβλητής με τον παράγοντα κινδύνου και το αποτέλεσμα. Η τρίτη αυτή μεταβλητή ονομάζεται συγχυτής. Οι συγχυτές σχετίζονται με τον παράγοντα κινδύνου και συνδέονται αιτιατά με το αποτέλεσμα. Η πολυμεταβλητή στατιστική ανάλυση συνιστά άριστη επιλογή μεθόδου στις περιπτώσεις που υφίστανται πολλαπλοί συγχυτές (Katz, 1999). Γενικότερα τα πολυμεταβλητά μαθηματικά μοντέλα που περιλαμβάνουν περισσότερες από μια ανεξάρτητες μεταβλητές και ειδικά η πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση χρησιμοποιούνται για την εξουδετέρωση των συγχυτών. Δεν υπάρχει περιορισμός στον αριθμό των ανεξάρτητων μεταβλητών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση. Υπάρχει βέβαια σχέση μεταξύ του αριθμού των δεδομένων και του αριθμού των ανεξάρτητων μεταβλητών με κάποιους ερευνητές να υποστηρίζουν ότι για κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή είναι απαραίτητες τουλάχιστον 10 παρατηρήσεις στο υπό μελέτη δείγμα ενώ άλλοι αναφέρουν τις 40 παρατηρήσεις ως ασφαλές όριο (Γαλάνης, 2009). Η πιο κοινή στρατηγική για τη μελέτη των σχέσεων μεταξύ δύο μεταβλητών στο πλαίσιο της ανάλυσης παλινδρόμησης καλείται

μέθοδος προς τα εμπρός εισαγωγής (forward method). Η στρατηγική αυτή ξεκινά με ένα απλό στη δομή μοντέλο, συνήθως μια ευθεία γραμμή και προσθέτει πολυπλοκότητα σε διαδοχικά βήματα εφόσον αυτό είναι απαραίτητο (Kleinbaum et al., 1998b).

Οι παραδοχές που έχουν ταυτοποιηθεί ότι οφείλουν να ικανοποιούνται στις περιπτώσεις χρήσης της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι: η γραμμικότητα, η ανεξαρτησία των σφαλμάτων, η ομοσκεδαστικότητα, η κανονικότητα και η πολυσυγγραμμικότητα. Η παραδοχή της γραμμικότητας προϋποθέτει ότι η εξαρτημένη μεταβλητή αποτελεί γραμμική συνάρτηση των ανεξάρτητων μεταβλητών. Στις περιπτώσεις που δεν παρατηρούνται αποκλίσεις από τη γραμμικότητα τα δεδομένα στο διάγραμμα σκέδασης (scatterplot) απεικονίζονται πολύ κοντά στην ευθεία. Η ανεξαρτησία των σφαλμάτων υποθέτει ότι τα σφάλματα είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους δηλαδή ότι το μέγεθος των καταλοίπων που προκύπτουν από μια μεταβλητή δεν έχουν επίδραση στο μέγεθος των καταλοίπων της επόμενης. Ως σφάλματα ορίζονται τα κατάλοιπα των διαφορών μεταξύ της πραγματικής τιμής και της τιμής της μεταβλητής που υπολογίζεται από την εξίσωση παλινδρόμησης. Το στατιστικό test Durbin-Watson (Durbin and Watson, 1951) εφαρμόζεται για τον έλεγχο της ανεξαρτησίας των σφαλμάτων (επιτρεπτό όριο τιμών 1.5-2.5). Η προϋπόθεση της ομοσκεδαστικότητας αναφέρεται στο ότι η εξαρτημένη μεταβλητή παρουσιάζει ίσα επίπεδα διασποράς σε όλο το φάσμα των ανεξάρτητων μεταβλητών, δηλαδή η διασπορά των σφαλμάτων των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής είναι ανεξάρτητη από τις μεταβολές των τιμών των ανεξάρτητων μεταβλητών. Στα ειδικά λογισμικά στατιστικής επεξεργασίας η ομοσκεδαστικότητα είναι δυνατόν να ελεγχθεί μέσω των διαγραμμάτων διασποράς της εξαρτημένης μεταβλητής ως προς τις μεταβολές των τιμών των ανεξάρτητων μεταβλητών (scatterplots of residuals). Όταν η μορφή του νέφους των τιμών είναι ελλειψοειδής τότε ικανοποιείται η παραδοχή της ομοσκεδαστικότητας. Η κανονικότητα, η οποία είναι και η πιο σημαντική συνθήκη για την εφαρμογή της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης, αφορά την απόκλιση ή μη της μορφής κατανομής των δεδομένων μιας συνεχούς μεταβλητής ως προς την κανονική κατανομή. Η πολυδιάστατη κανονικότητα επιτυγχάνεται όταν κάθε μεταβλητή είναι κανονικά κατανομημένη ως προς τις υπόλοιπες μεταβλητές. Αυτό μπορεί να ελεγχθεί μέσω της γραφικής αναπαράστασης των μεταβλητών ανά δύο σε διάγραμμα διασποράς. Μέσω των λογισμικών στατιστικής επεξεργασίας δεδομένων είναι δυνατόν να ελεγχθεί η κανονικότητα με τη βοήθεια του διαγράμματος κανονικής πιθανότητας (normal probability plot), στο οποίο η κανονική

κατανομή αναπαριστάται από μία ευθεία διαγώνια στους δύο άξονες γραμμή και οι τιμές των παρατηρήσεων με σημεία κατά μήκος της ευθείας αυτής. Στην περίπτωση που η κατανομή είναι κανονική τα σημεία των παρατηρήσεων θα σχηματίζουν παράλληλη ευθεία με την διαγώνιο. Επίσης στις περιπτώσεις που ο αριθμός των παρατηρήσεων είναι μικρός (<50) διάφορα λογισμικά στατιστικής επεξεργασίας παρέχουν τη δυνατότητα εφαρμογής μη γραφικών ελέγχων κανονικότητας όπως οι έλεγχοι Kolmogorov-Smirnov και Shapiro-Wilk (Elliott et al., 2007). Η πολυσυγγραμμικότητα αφορά την ύπαρξη γραμμικών σχέσεων μεταξύ των τιμών των ανεξάρτητων μεταβλητών. Το φαινόμενο εντοπίζεται με τη χρήση του συντελεστή προσδιορισμού R^2 (coefficient of determination). Ο συντελεστής προσδιορισμού ορίζεται ως το τετράγωνο του συντελεστή γραμμικής συσχέτισης του Pearson (Pearson's Linear Correlation Coefficient) (Rodgers and Nicewander, 1988). Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του συντελεστή τόσο μεγαλύτερη η συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών (επιτρεπτό όριο $R^2 < 0.90$) (Ρεκούτη, 2011). Παράλληλα υψηλές τιμές του συντελεστή προσδιορισμού R^2 υποδηλώνουν καλή προσαρμογή του μοντέλου στα δεδομένα.

Σύμφωνα με τους Chasemi και Zahediasl (2012) σε αρκετά μεγάλα δείγματα η παραβίαση της υπόθεσης της κανονικότητας δεν δημιουργεί σημαντικά προβλήματα και στις περιπτώσεις που το δείγμα αποτελείται από εκατοντάδες παρατηρήσεων είναι δυνατή η παράβλεψη του ελέγχου της κατανομής των δεδομένων και η χρήση παραμετρικών μεθόδων στατιστικής ανάλυσης. Το δείγμα της παρούσας ενότητας περιλαμβάνει συνολικά 1785 παρατηρήσεις και συγκεκριμένα ανά διεργασία ή αίτιο υποβάθμισης: επιφανειακή υδατική διάβρωση - 721 παρατηρήσεις, μηχανική διάβρωση - 283 παρατηρήσεις, αλάτωση των εδαφών - 258 παρατηρήσεις, υπερβόσκηση - 265 παρατηρήσεις και καταπόνηση των φυτών λόγω υδατικής ανεπάρκειας - 258 παρατηρήσεις. Επομένως σύμφωνα με τα παραπάνω είναι δυνατόν στη συγκεκριμένη περίπτωση να μην εφαρμοσθεί έλεγχος κανονικότητας της κατανομής των παρατηρήσεων λόγω του πλήθους τους. Πριν από την εφαρμογή της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης στα δεδομένα και αφού δημιουργήθηκε η κατάλληλη βάση δεδομένων, που περιγράφηκε στην αρχή της παρούσας ενότητας, εφαρμόστηκε παραμετρικός στατιστικός έλεγχος γραμμικής συσχέτισης των ανεξάρτητων μεταβλητών των δεδομένων με σκοπό τον αποκλεισμό από την περαιτέρω στατιστική ανάλυση ενός εκ των δύο μεταβλητών από τα ζεύγη που θα παρουσίαζαν ισχυρή συσχέτιση. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης του

Pearson (Pearson's Linear Correlation Coefficients) (Rodgers and Nicewander, 1988) μέσω των εντολών του λογισμικού STATISTICA v.6 (www.statsoft.com). Η έννοια της συσχέτισης στη στατιστική αποτελεί μέτρο της σχέσης μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών. Ο πιο διαδεδομένος τύπος συντελεστή συσχέτισης είναι ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης του Pearson ο οποίος αποτελεί τον βασικό τύπο συσχέτισης που προσφέρεται στην προεπεξεργασία των δεδομένων στο λογισμικό STATISTICA v.6 (Basic Statistics and Tables). Η χρήση του συντελεστή αυτού προϋποθέτει κανονικότητα στην κατανομή των δεδομένων και γραμμική σχέση μεταξύ τους. Επίσης προϋποθέτει δεδομένα κλίμακας λόγου (Ratio) ή δεδομένα διαστηματικής κλίμακας (Interval) (ποσοτικές και αριθμητικές κλίμακες δεδομένων). Ο εντοπισμός των ζευγών των δεικτών με σημαντική συσχέτιση πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια των πινάκων συσχέτισης που παρέχονται από τις εντολές βασικής στατιστικής ανάλυσης του λογισμικού STATISTICA v.6 (Basic Statistics and Tables - Correlation matrices) και τη χρήση κρίσιμης τιμής του συντελεστή Pearson > 0.75 (επίπεδο εμπιστοσύνης $\alpha=0.05$).

Μετά την ανάλυση συσχέτισης διαπιστώθηκε ότι αρκετοί σημαντικοί δείκτες⁷ για τις διεργασίες υποβάθμισης (Πίνακας 10) παρουσίαζαν ισχυρή συσχέτιση και έπρεπε να εξαιρεθούν. Συνεκτιμώντας το γεγονός αυτό και τη δυνατότητα εξουδετέρωσης των συγχυτών που επιτυγχάνεται εγγενώς από τη διαδικασία της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης και το οποίο αναφέρθηκε στην ενότητα 2.6 αποφασίστηκε τελικά να μην εξαιρεθεί κανένας δείκτης από τα ζεύγη που παρουσίαζαν ισχυρή συσχέτιση.

Στους επόμενους πίνακες (Πίνακες 5, 6, 7, 8 & 9) παρουσιάζεται η ταξινόμηση των δεικτών ανάλογα με την διεργασία ή το αίτιο υποβάθμισης που επηρεάζουν. Υπενθυμίζεται ότι η κατάταξη των υποψήφιων δεικτών στις διεργασίες και στα αίτια υποβάθμισης των γαιών προέκυψε κυρίως ως αποτέλεσμα των διαβουλεύσεων μεταξύ των ενδιαφερομένων προσώπων συμπεριλαμβανομένων των χρηστών γης, των εκπροσώπων των επιστημονικών φορέων και των ερευνητών του Κοινοτικού ερευνητικού προγράμματος DESIRE.

Πίνακας 5: Κατάλογος των 48 υποψήφιων δεικτών που συμμετέχουν στη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης.

ΒΙΟΦΥΣΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ
ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ
Μέση ετήσια βροχόπτωση	Κύρια χρήση γης

⁷ Οι τεχνικές άρωσης και η αποθήκευση του νερού της απορροής για τη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης των γεωργικών περιοχών. Η εποχικότητα των βροχοπτώσεων και η εμμετάλλευση του υπόγειου υδροφόρου για τη διεργασία της καταπόνησης των φυτών λόγω μείωσης του διαθέσιμου νερού.

Δυνητική εξατμισοδιαπνοή	Εγκατάλειψη γαιών
Εποχικότητα βροχοπτώσεων	Περίοδος εμφάνισης χρήσης γης
Διαβρωτικότητα βροχοπτώσεων	Ένταση χρήσης γης
Δείκτης ξηρότητας	ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΟΙ ΚΑΙ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΟΙ
ΕΔΑΦΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	Ένταση τουρισμού
Μητρικό υλικό	Δείκτης γήρανσης
Ποσοστό αδρομερών υλικών της επιφάνειας του εδάφους	Πυκνότητα πληθυσμού
Προσανατολισμός της κλίσης	Ρυθμός αύξησης πληθυσμού
Βαθμός της κλίσης της επιφάνειας του εδάφους	ΘΕΣΜΙΚΟΙ
Βάθος εδάφους	Επιδότησεις
Κλάσεις κοκκομετρικής σύστασης	Εφαρμογή της πολιτικής
Αποθηκευτική ικανότητα εδάφους σε νερό	ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ
Έκθεση προεξοχών βράχων στην επιφάνεια	Ιδιοκτησιακό καθεστώς εκμετάλλευσης
Οργανική ουσία του επιφανειακού ορίζοντα	Μέγεθος εκμετάλλευσης
ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	Κατακερματισμός έκτασης εκμετάλλευσης
Ποσοστό φυτικής κάλυψης	Καθαρό γεωργικό εισόδημα
Τύπος φυτικής κάλυψης γης	Παράλληλη απασχόληση
ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ	ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ
Κίνδυνος ερημοποίησης γαιών	Τεχνικές άρωσης
Πυκνότητα αποστραγγιστικού δικτύου	Βάθος άρωσης
Εκτάσεις αδιαπέρατης επιφάνειας	Κατεύθυνση άρωσης
Καμμένες εκτάσεις	Συχνότητα άρωσης
Προστασία από πυρκαγιές	Ένταση της βόσκησης
	Έλεγχος της βόσκησης
	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΓΑΙΩΝ
	Λειφορική καλλιέργεια
	Μέτρα ελέγχου της διάβρωσης των εδαφών
	Μέτρα διατήρησης του νερού του εδάφους
	Παρουσία αναβαθμίδων
	ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ
	Ποσοστό άρδευσης των αρόσιμων γαιών
	Αποθήκευση του νερού απορροής

Πίνακας 6: Κατάλογος των 49 υποψήφιων δεικτών που συμμετέχουν στο αίτιο της καταπόνησης των καλλιεργειών λόγω μείωσης του διαθέσιμου νερού.

ΒΙΟΦΥΣΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ
ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ
Μέση ετήσια βροχόπτωση	Κύρια χρήση γης
Δυνητική εξατμισοδιαπνοή	Εγκατάλειψη γαιών
Εποχικότητα βροχοπτώσεων	Ένταση χρήσης γης
Δείκτης ξηρότητας	ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΟΙ ΚΑΙ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΟΙ
Θερμοκρασία αέρα	Ένταση τουρισμού
ΕΔΑΦΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	Δείκτης γήρανσης
Μητρικό υλικό	Πυκνότητα πληθυσμού
Ποσοστό αδρομερών υλικών της επιφάνειας του εδάφους	Ρυθμός αύξησης πληθυσμού
Προσανατολισμός της κλίσης	Μεταβολή τουριστικής προτίμησης
Βαθμός της κλίσης της επιφάνειας του εδάφους	Δείκτης πείνας
Βάθος εδάφους	ΘΕΣΜΙΚΟΙ
Κλάσεις κοκκομετρικής σύστασης	Επιδότησεις
Έκθεση προεξοχών βράχων στην επιφάνεια	Εφαρμογή της πολιτικής
Υδρομορφία	ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ
ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	Παράλληλη απασχόληση
Ποσοστό φυτικής κάλυψης	ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ
Τύπος φυτικής κάλυψης γης	Τεχνικές άρωσης
Αποφλωμένες εκτάσεις	Ένταση της βόσκησης
ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ	Έλεγχος της βόσκησης
Κίνδυνος ερημοποίησης γαιών	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΓΑΙΩΝ
Πυκνότητα αποστραγγιστικού δικτύου	Μέτρα διατήρησης του νερού του εδάφους
Εκτάσεις αδιαπέρατης επιφάνειας	Μέτρα ελέγχου της διάβρωσης των εδαφών
Προστασία από πυρκαγιές	Αποκατάσταση περιοχών εξόρυξης
Συχνότητα πυρκαγιών	Παρουσία αναβαθμίδων
ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ
Ποιότητα ύδατος	Αποθήκευση του νερού απορροής
Ποσότητα ύδατος	Εκμετάλλευση των υπόγειων υδάτων
	Λόγος της κατανάλωσης ύδατος προς τις υδατικές απαιτήσεις
	Υπερεκμετάλλευση του υπόγειου υδροφορέα
	Υδατική κατανάλωση ανά τομέα
	Λειψυδρία

Πίνακας 7: Κατάλογος των 44 υποψήφιων δεικτών που συμμετέχουν στο αίτιο της υπερβόσκησης.

ΒΙΟΦΥΣΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ
ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ
Μέση ετήσια βροχόπτωση	Κύρια χρήση γης
Δυνητική εξατμισοδιαπνοή	Εγκατάλειψη γαιών
Εποχικότητα βροχοπτώσεων	Περίοδος εμφάνισης υπάρχουσας χρήσης
Δείκτης ξηρότητας	ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΟΙ ΚΑΙ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΟΙ
Διαβρωτικότητα βροχοπτώσεων	Δείκτης γήρανσης
ΕΔΑΦΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	Πυκνότητα πληθυσμού
Μητρικό υλικό	Ρυθμός αύξησης πληθυσμού
Ποσοστό αδρομερών υλικών της επιφανείας του εδάφους	ΘΕΣΜΙΚΟΙ
Προσανατολισμός της κλίσης	Επιδοτήσεις
Βαθμός της κλίσης της επιφανείας του εδάφους	Προστατευόμενες περιοχές
Βάθος εδάφους	Εφαρμογή της πολιτικής
Κλάσεις κοκκομετρικής σύστασης	ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ
Αποθηρευτική ικανότητα εδάφους σε νερό	Παράλληλη απασχόληση
Έκθεση προεξοχών βράχων στην επιφάνεια	Ιδιοκτησιακό καθεστώς εκμετάλλευσης
Υδρομορφία	Μέγεθος εκμετάλλευσης
Οργανική ουσία της επιφανείας του εδάφους	Κατακερματισμός έκτασης εκμετάλλευσης
ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	Καθαρό γεωργικό εισόδημα
Ποσοστό φυτικής κάλυψης	ΚΑΛΙΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ
Τύπος φυτικής κάλυψης γης	Ένταση της βόσκησης
Αποψιλωμένες εκτάσεις	Έλεγχος της βόσκησης
ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΓΑΙΩΝ
Κίνδυνος ερημοποίησης γαιών	Μέτρα διατήρησης του νερού του εδάφους
Κίνδυνος πυρκαγιάς	Μέτρα ελέγχου της διάβρωσης των εδαφών
Καμμένες εκτάσεις	Παρουσία αναβαθμίδων
Προστασία από πυρκαγιές	ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ
Συχνότητα πυρκαγιών	Αποθήρευση του νερού απορροής
	Λειψυδρία

Πίνακας 8: Κατάλογος των 27 υποψήφιων δεικτών που συμμετέχουν στη διεργασία της αλάτωσης των εδαφών.

ΒΙΟΦΥΣΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ
ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ
Μέση ετήσια βροχόπτωση	Κύρια χρήση γης
Δυνητική εξατμισοδιαπνοή	Απόσταση από την αυτογραμμή
Εποχικότητα βροχοπτώσεων	Περίοδος εμφάνισης υπάρχουσας χρήσης
Δείκτης ξηρότητας	ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΟΙ ΚΑΙ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΟΙ
Θερμοκρασία αέρα	Ένταση τουρισμού
ΕΔΑΦΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	Πυκνότητα πληθυσμού
Μητρικό υλικό	Εφαρμογή της πολιτικής
Βάθος εδάφους	ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ
Κλάσεις κοκκομετρικής σύστασης	Ιδιοκτησιακό καθεστώς εκμετάλλευσης
Αποθηρευτική ικανότητα εδάφους σε νερό	ΚΑΛΙΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ
Υδρομορφία	Αποκατάσταση προβληματικών περιοχών
ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ	ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ
Κίνδυνος ερημοποίησης γαιών	Υπερεκμετάλλευση του υπόγειου υδροφορέα
Συχνότητα πλημμυρών	Λειψυδρία
ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	Εκμετάλλευση των υπογείων υδάτων
Ποιότητα ύδατος	Λόγος της κατανάλωσης ύδατος προς τις υδατικές απαιτήσεις
Ποσότητα ύδατος	Ποσοστό άρδευσης των αρόσιμων γαιών

Πίνακας 9: Κατάλογος των 17 υποψήφιων δεικτών που συμμετέχουν στη διεργασία της μηχανικής διάβρωσης.

ΒΙΟΦΥΣΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ
ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ
Μέση ετήσια βροχόπτωση	Κύρια χρήση γης
ΕΔΑΦΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	Ένταση χρήσης γης
Μητρικό υλικό	ΘΕΣΜΙΚΟΙ
Ποσοστό αδρομερών υλικών της επιφανείας του εδάφους	Εφαρμογή της πολιτικής
Βαθμός της κλίσης της επιφανείας του εδάφους	ΚΑΛΙΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ
Βάθος εδάφους	Τεχνικές άρωσης
Κλάσεις κοκκομετρικής σύστασης	Κατεύθυνση άρωσης
Οργανική ουσία της επιφανείας του εδάφους	Βάθος άρωσης

ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ	Δείκτης εκμηχάνισης
Κίνδυνος ερημοποίησης γαιών	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΓΑΙΩΝ
	Μέτρα ελέγχου της διάβρωσης των εδαφών
	Παρουσία αναβαθμίδων

Όπως φαίνεται από τους παραπάνω πίνακες (Πίνακες 5, 6, 7, 8 & 9) ο αριθμός των υποψήφιων δεικτών που χρησιμοποιήθηκαν για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων ανάλογα με τη διεργασία ή το αίτιο υποβάθμισης κυμάνθηκε από 17 μέχρι 49 (Πίνακας 11).

Στη συνέχεια διεξήχθη μια προς τα εμπρός εισαγωγής βηματική στατιστική ανάλυση (forward stepwise) μέσω των εντολών του λογισμικού STATISTICA v.6 (www.statsoft.com) για όλους τους επικρατούντες δείκτες των προηγούμενων πινάκων (Πίνακες 5, 6, 7, 8 & 9) που αντιστοιχούν στις διεργασίες ή στα αίτια υποβάθμισης και προσδιορίστηκε η ευαισθησία του κάθε δείκτη ως προς τον κίνδυνο ερημοποίησης. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με ανεξάρτητες μεταβλητές το σύνολο των δεικτών που συμμετέχουν σε κάθε διεργασία και εξαρτημένη μεταβλητή τον κίνδυνο ερημοποίησης με βάση το ακόλουθο γραμμικό μοντέλο (Kleinbaum et al., 1998c):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_x X_x + E \quad (2.1)$$

Όπου: Y είναι η εξαρτημένη μεταβλητή του κινδύνου ερημοποίησης, β_0 είναι η τιμή του Y όταν οι ανεξάρτητες μεταβλητές $\chi_1, \chi_2, \dots, \chi_x$ είναι ίσες με 0, $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_x$ είναι οι συντελεστές της παλινδρόμησης (μερικές κλίσεις της γραμμής παλινδρόμησης) που πρέπει να υπολογιστούν και E είναι το τυχαίο σφάλμα που αντιπροσωπεύει την τυχαία απόκλιση από την αναμενόμενη τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής Y, η μέση τιμή του οποίου θεωρείται ίση με το μηδέν. Για την ανάλυση παλινδρόμησης χρησιμοποιήθηκε διάστημα εμπιστοσύνης 95%. Τα δεδομένα εξετάστηκαν με σκοπό να διευκρινιστούν: α) οι αλληλοσυσχετίσεις μεταξύ των δεικτών και β) η αποτελεσματικότητα του κάθε δείκτη για την αξιολόγηση του κινδύνου ερημοποίησης.

2.7. Αποτελέσματα από την εφαρμογή της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης στα δεδομένα των 1785 ερωτηματολογίων των 18 περιοχών μελέτης

Ο πίνακας που ακολουθεί (Πίνακας 10) παρουσιάζει τις σημαντικότερες τιμές των συντελεστών της παλινδρόμησης (beta values) που προέκυψαν από την εκτέλεση της βηματικής γραμμικής παλινδρόμησης και αφορούν τους δείκτες που περιλαμβάνονται στους αλγορίθμους εκτίμησης της υποβάθμισης και του κινδύνου ερημοποίησης ανά διεργασία και αίτια υποβάθμισης.

Πίνακας 10: Τιμές συντελεστών παλινδρόμησης των αλγορίθμων εκτίμησης του κινδύνου ερημοποίησης ανά διεργασία και αίτια υποβάθμισης.

ΔΕΙΚΤΕΣ	ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗΣ – ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ					
	Επιφανειακή υδατική διάβρωση		Μηχανική διάβρωση	Αλάτωση	Καταπόνηση των φυτών λόγω μείωσης του διαθέσιμου νερού	Υπερβόσκηση
	Γεωργικές περιοχές	Βοσκότοποι				
	$\beta_0=0.004112$ $R^2=0.52$	$\beta_0=0$ $R^2=0.76$	$\beta_0=0$ $R^2=0.45$	$\beta_0=0$ $R^2=0.65$	$\beta_0=0$ $R^2=0.74$	$\beta_0=0$ $R^2=0.85$
Βροχοπτώση	0.348					
Δυνητική εξατμισοδιαπνοή				0.224		
Εποχικότητα βροχοπτώσεων	-0.245	0.653			0.316	0.426
Διαβρωτικότητα βροχοπτώσεων						0.305
Βάθος εδάφους	0.082	0.167				
Βάθος άρροσης		0.239	0.207			
Ποιότητα ύδατος				0.345		
Εκμετάλλευση των υπογείων υδάτων				1.496	0.194	
Υδρομορφία				0.413		-0.308
Δείκτης ξηρότητας						0.540
Μητρικό υλικό			-0.206			
Προσανατολισμός της κλίσης	0.190					
Βαθμός κλίσης	0.359		0.428		0.194	
Κοκκομετρική σύσταση εδάφους		0.114				
Οργανική ουσία επιφανειακού ορίζοντα	0.169		0.313			
Έκθεση προεξοχών βράχων στην επιφάνεια						0.188
Κύρια χρήση γης			0.159			
Τύπος φυτικής κάλυψης	0.089					
Ποσοστό φυτοκάλυψης	0.089	0.304				0.413
Συχνότητα πλημμυρών				-0.295		
Κίνδυνος πυρκαγιάς						
Δείκτης εκμηχάνισης			0.164			
Συχνότητα πυρκαγιών					-0.138	0.400
Αποφιλωμένες εκτάσεις					-0.110	
Μέγεθος εκμετάλλευσης						0.587
Ιδιοκτησιακό καθεστώς εκμετάλλευσης				0.151		
Κατακερατισμός έκτασης εκμετάλλευσης						1.581
Κατεύθυνση άρροσης		0.124				
Τεχνικές άρροσης	0.157		0.320			
Έλεγχος της βόσκησης		0.185				0.178
Ένταση της βόσκησης						0.256
Καμμένες εκτάσεις		-0.182				-0.496
Προστασία από πυρκαγιές						0.940
Λειφορική καλλιέργεια	0.195					
Μέτρα ελέγχου της διάβρωσης των εδαφών					0.194	0.434
Μέτρα διατήρησης του νερού του εδάφους		0.133				
Παρουσία αναβαθμίδων	0.176		0.107			
Εγκατάλειψη των γαιών	-0.363				-0.441	-0.971
Ένταση χρήσης γης	0.204	0.175	0.367			

Απόσταση από την ακτογραμμή				0.297		
Ποσοστό άρδευσης των αρδосιμων γαιών				0.835		
Αποθήρευση του νερού απορροής	0.155	0.313				
Λειψυδρία					0.027	
Ένταση τουρισμού		0.126				
Μεταβολή τουριστικής προτίμησης					0.312	
Πυκνότητα πληθυσμού				-0.573	0.108	
Δείκτης γήρανσης						
Παράλληλη απασχόληση	-0.158					
Ρυθμός αύξησης πληθυσμού						
Επιδοτήσεις	0.105	0.405				
Εφαρμογή της πολιτικής	0.380	0.282	0.116		1.095	
Περίοδος ύπαρξης της υπάροχουσας χρήσης γης		0.111				-0.221
Εκτάσεις αδιαπέρατης επιφάνειας					-0.106	
Σημαντικοί δείκτες ανά διεργασία υποβάθμισης	17	15	10	9	12	16

Ο επόμενος πίνακας (Πίνακας 11) παρουσιάζει τον αριθμό των σημαντικών δεικτών που επηρεάζουν δραστικά κάθε διεργασία υποβάθμισης, όπως αυτοί προέκυψαν μετά την εκτέλεση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης, σε σχέση με τους αρχικούς υποψήφιους δείκτες κάθε διεργασίας.

Πίνακας 11: Αριθμός υποψήφιων δεικτών και σημαντικών δεικτών ανά διεργασία ή αίτιο υποβάθμισης.

Διεργασία υποβάθμισης	Κύρια χρήση γης	Αρχικοί υποψήφιοι δείκτες διεργασίας	Σημαντικοί δείκτες διεργασίας
Επιφανειακή υδατική διάβρωση	Γεωργικές περιοχές	48	17
	Βοσκότοποι	48	15
Μηχανική διάβρωση	Γεωργικές περιοχές	17	10
Αλάτωση εδαφών	Γεωργικές περιοχές και περιοχές φυσικής βλάστησης	27	9
Καταπόνηση των φυτών λόγω μείωσης του διαθέσιμου νερού	Γεωργικές περιοχές και περιοχές φυσικής βλάστησης	49	12
Υπερβόσκηση	Περιοχές φυσικής βλάστησης και γεωργικές περιοχές	44	16

Από την παραπάνω περιγραφόμενη διαδικασία προέκυψαν αλγόριθμοι για κάθε διεργασία ή αίτιο υποβάθμισης και ερημοποίησης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ευκολία για την εκτίμηση της υποβάθμισης των εδαφών και του κινδύνου ερημοποίησης των γαιών σε επίπεδο αγροκτήματος. Η πλειονότητα των δεικτών που ορίζουν τον κίνδυνο ερημοποίησης συνδέονται με έναν συνδυασμό από χαρακτηριστικά του φυσικού περιβάλλοντος (έδαφος, κλίμα, υδατικοί πόροι, βλάστηση), της διαχείρισης των γαιών και των κοινωνικοοικονομικών δεδομένων των σημείων δειγματοληψίας. Οι πιο σημαντικοί

δείκτες που ταυτοποιήθηκαν ότι επηρεάζουν τον κίνδυνο ερημοποίησης (beta values > 0.2) (Πίνακας 10) στις διάφορες χρήσεις γης ανάλογα με τις διεργασίες υποβάθμισης είναι:

- Επιφανειακή υδατική διάβρωση – Γεωργικές περιοχές: η ετήσια βροχοπτώση, η εποχικότητα των βροχοπτώσεων, το βάθος του εδάφους, ο προσανατολισμός των κλίσεων των πρανών, ο βαθμός της κλίσης της επιφάνειας του εδάφους, η οργανική ουσία του επιφανειακού ορίζοντα, ο τύπος φυτικής κάλυψης, το ποσοστό φυτοκάλυψης, οι τεχνικές άρροσης, η αειφορική καλλιέργεια, η παρουσία αναβαθμίδων, ο ρυθμός εγκατάλειψης των γαιών, η ένταση χρήσης της γης, η αποθήκευση του νερού της απορροής, η παράλληλη απασχόληση, οι επιδοτήσεις της εκμετάλλευσης και η εφαρμογή μέτρων (Κοινοτικών και Εθνικών) για την προστασία των πόρων.
- Επιφανειακή υδατική διάβρωση – Βοσκότοποι: η εποχικότητα των βροχοπτώσεων, το βάθος του εδάφους, το βάθος άρροσης, η κοκκομετρική σύσταση του επιφανειακού ορίζοντα, το ποσοστό φυτοκάλυψης, η κατεύθυνση άρροσης, ο έλεγχος της βόσκησης, ο ρυθμός καμμένων εκτάσεων, τα μέτρα διατήρησης του νερού του εδάφους, η ένταση χρήσης γης, η αποθήκευση του νερού της απορροής, η ένταση του τουρισμού, η περίοδος ύπαρξης της υπάρχουσας χρήσης, οι επιδοτήσεις της εκμετάλλευσης και η εφαρμογή μέτρων (Κοινοτικών και Εθνικών) για την προστασία των πόρων.
- Μηχανική διάβρωση – Γεωργικές περιοχές: το βάθος της άρροσης, το μητρικό υλικό, ο βαθμός της κλίσης, η οργανική ουσία της επιφάνειας του εδάφους, η κύρια χρήση γης, ο δείκτης εκμηχάνισης, οι τεχνικές άρροσης, η παρουσία αναβαθμίδων, η ένταση χρήσης της γης και η εφαρμογή μέτρων (Κοινοτικών και Εθνικών) για την προστασία των πόρων.
- Αλάτωση των εδαφών – Γεωργικές περιοχές: η ετήσια δυνητική εξατμισοδιαπνοή, η ποιότητα του ύδατος, ο ρυθμός εκμετάλλευσης των υπόγειων υδροφορέων, το καθεστώς της υδρομορφίας, η συχνότητα των πλημμυρών, το ιδιοκτησιακό καθεστώς της εκμετάλλευσης, η απόσταση από την ακτογραμμή, το ποσοστό άρδευσης των αρόσιμων γαιών και η πυκνότητα του πληθυσμού.

- Καταπόνηση των φυτών λόγω μείωσης του διαθέσιμου νερού - Γεωργικές περιοχές και περιοχές φυσικής βλάστησης: η εποχικότητα των βροχοπτώσεων, η εκμετάλλευση των υπογείων υδάτων, ο βαθμός της κλίσης της επιφανείας του εδάφους, η συχνότητα των πυρκαγιών, οι αποψιλωμένες εκτάσεις, τα μέτρα ελέγχου της διάβρωσης των εδαφών, ο ρυθμός εγκατάλειψης των γαιών, η λειψυδρία, η μεταβολή στην τουριστική προτίμηση, η πυκνότητα του πληθυσμού, οι εκτάσεις αδιαπέρατης επιφάνειας και η εφαρμογή μέτρων πολιτικής (Κοινοτικών και Εθνικών) για την προστασία των πόρων.
- Υπερβόσκηση – Βοσκότοποι: η εποχικότητα των βροχοπτώσεων, η διαβρωτικότητα των βροχοπτώσεων, το καθεστώς της υδρομορφίας, ο δείκτης ξηρότητας, η έκθεση προεξοχών βράχων στην επιφάνεια, το ποσοστό της φυτοκάλυψης, η συχνότητα των πυρκαγιών, το μέγεθος της εκμετάλλευσης, ο κατακερματισμός της έκτασης της εκμετάλλευσης, ο έλεγχος της βόσκησης, η ένταση της βόσκησης, ο ρυθμός καμμένων εκτάσεων, η προστασία από πυρκαγιές, τα μέτρα ελέγχου της διάβρωσης των εδαφών, ο ρυθμός εγκατάλειψης των γαιών και η περίοδος ύπαρξης της υπάρχουσας χρήσης γης.

Από τα προηγούμενα αποτελέσματα γίνεται φανερό ότι η εποχικότητα των βροχοπτώσεων ταυτοποιείται ως ο πιο σημαντικός δείκτης που επηρεάζει τον κίνδυνο ερημοποίησης σε περιοχές που αντιμετωπίζουν υποβαθμίσεις που σχετίζονται με την υδατική διάβρωση, την καταπόνηση λόγω μείωσης του διαθέσιμου νερού και την υπερβόσκηση. Με βάση την υπάρχουσα βιβλιογραφία, που αναφέρεται στη χρήση δεικτών για την εκτίμηση της υποβάθμισης των γαιών, η φυτοκάλυψη της επιφανείας του εδάφους αποτελεί βασικό δείκτη με πολλές αναφορές ειδικά στις περιπτώσεις που χρειάζεται να εκτιμηθεί η ερημοποίηση των γαιών με τεχνικές τηλεπισκόπησης (Rubio and Bochet 1998; Kosmas 2003; Symeonakis 2004; Brandt and Geeson 2005; Arnab and Dipanwita 2011; Kairis et al. 2013). Ο δείκτης ξηρότητας, η ετήσια βροχόπτωση, το βάθος του εδάφους, η πυκνότητα του πληθυσμού, η περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία και ο ρυθμός εγκατάλειψης των γαιών έχουν ταυτοποιηθεί και από πολλούς διεθνείς οργανισμούς ως σημαντικοί δείκτες για την εκτίμηση της υποβάθμισης και της ερημοποίησης των γαιών [E.E.A. (<http://themes.eea.europa.eu>), Commission on Sustainable Development – C.S.D. (<http://www.un.org>), United Nations Environment Programme (U.N.E.P.), United Nations Convention to Combat Desertification – U.N.C.C.D.

(<http://www.unccd.int>)]. Επιπρόσθετα οι δείκτες βαθμός κλίσης, ένταση χρήσης της γης, εφαρμογή μέτρων προστασίας, ρυθμός καμμένων εκτάσεων, μητρικό υλικό, ποιότητα ύδατος, υδρομορφία, ένταση βόσκησης και κύρια χρήση γης έχουν πολλές φορές αναφερθεί σε μελέτες ταυτοποίησης και εκτίμησης της ερημοποίησης των γαιών (Kosmas et al. 1999; Enne and Zucca 2000; Basso et al. 2012; Kairis et al. 2013).

Τα προαναφερόμενα αποτελέσματα χρησιμοποιήθηκαν ως υπόβαθρο για τη δημιουργία ειδικής διαδικτυακής εφαρμογής (<http://desire.aua.gr/>) για την εκτίμηση του κινδύνου ερημοποίησης μέσω της επιλογής της διεργασίας ή του αιτίου υποβάθμισης και των κλάσεων των τιμών των επιμέρους δεικτών που συμμετέχουν στη διεργασία. Η εφαρμογή αυτή συνιστά ένα από τα πλέον σημαντικά συστήματα λήψης αποφάσεων του τομέα διότι είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί από ενδιαφερόμενους διαφορετικών περιβαλλοντικών και κοινωνικοοικονομικών συνθηκών σε παγκόσμια κλίμακα με σκοπό την εκτίμηση της υποβάθμισης και του κινδύνου ερημοποίησης των γαιών σε οποιαδήποτε γεωγραφική περιοχή. Μπορεί επίσης να αντιμετωπισθεί και ως εργαλείο για την επιλογή των κατάλληλων καλλιεργητικών πρακτικών και τεχνικών για την καταπολέμηση της ερημοποίησης των γαιών.

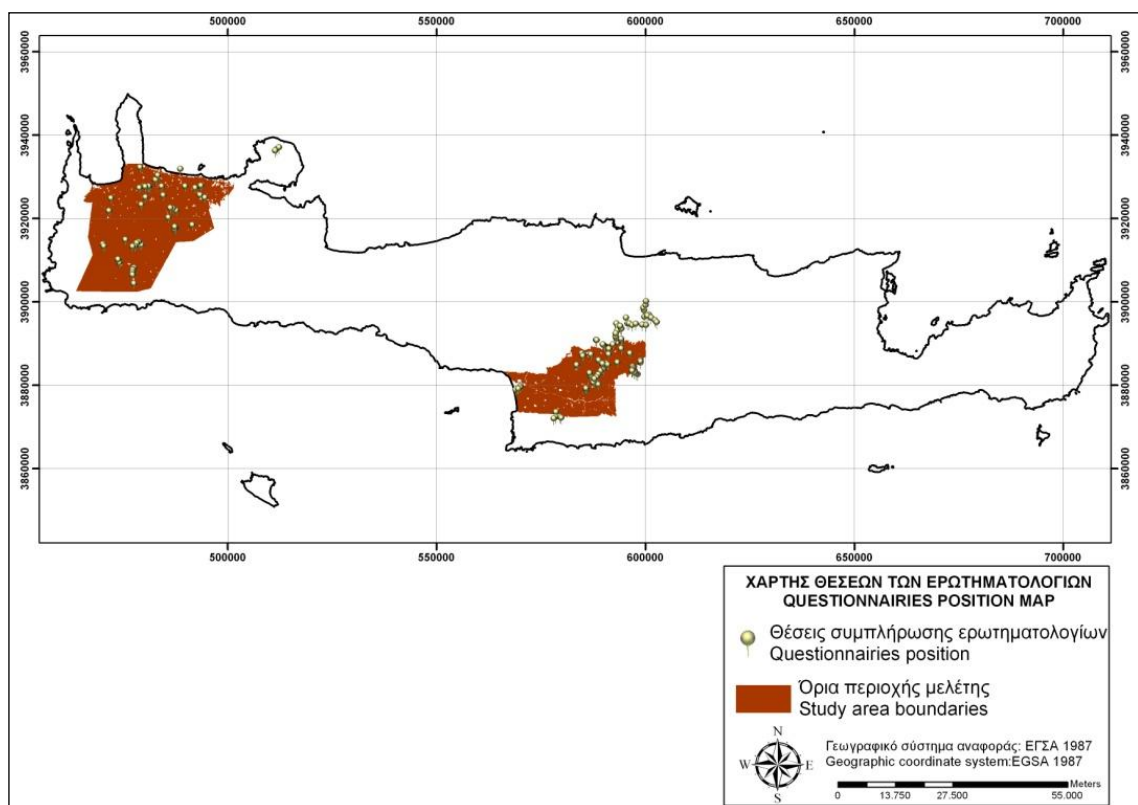
2.8. Στατιστική μεταχείριση των δεδομένων των 171 ερωτηματολογίων των περιοχών μελέτης της Κρήτης

Σε προηγούμενη ενότητα (2.4) αναφέρθηκε ότι μετά τον καθορισμό των δεικτών που επηρεάζουν τις διεργασίες υποβάθμισης συντάχθηκαν ερωτηματολόγια περιγραφής των δεικτών σε επίπεδο αγροκτήματος για να συμπληρωθούν σε όλες τις περιοχές έρευνας. Στο πλαίσιο αυτό και για τις ανάγκες της παρούσας διδακτορικής διατριβής συμπληρώθηκαν 100 ερωτηματολόγια σε γεωργικές περιοχές, 55 ερωτηματολόγια σε βοσκοτόπους και 16 ερωτηματολόγια σε αλατούχα εδάφη των περιοχών μελέτης της Κρήτης (Πίνακας 12). Τα ερωτηματολόγια της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης των γεωργικών περιοχών έχουν συμπληρωθεί σε θέσεις που αντιμετωπίζουν επίσης μηχανική διάβρωση εξαιτίας της άρροσης και καταπόνηση των καλλιεργειών λόγω μείωσης του διαθέσιμου νερού. Τα ερωτηματολόγια της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης των γεωργικών περιοχών και των βοσκοτόπων έχουν συμπληρωθεί σε περιοχές η βλάστηση των οποίων υφίσταται καταπόνηση λόγω μείωσης του διαθέσιμου νερού. Οι θέσεις των εκατό εβδομήντα ενός

(171) σημείων δειγματοληψίας (ερωτηματολογίων) που συμπληρώθηκαν σε αγροκτήματα και εκτάσεις με τα χαρακτηριστικά των αγροκτημάτων στις περιοχές μελέτης της Κρήτης παρουσιάζονται στον χάρτη που ακολουθεί (Χάρτης 1).

Πίνακας 12: Αριθμός θέσεων δειγματοληψίας ανά διεργασία ή αίτιο υποβάθμισης.

Διεργασία υποβάθμισης	Αριθμός θέσεων δειγματοληψίας	Κόρια χρήση γης	Αριθμός θέσεων δειγματοληψίας ανά νομό
Επιφανειακή υδατική διάβρωση	155	Γεωργικές περιοχές και βοσκότοποι	98 - ν. Ηρακλείου 57 - ν. Χανίων
Μηχανική διάβρωση	100	Γεωργικές περιοχές	64 - ν. Ηρακλείου 36 - ν. Χανίων
Καταπόνηση των φυτών λόγω μείωσης του διαθέσιμου νερού	155	Γεωργικές περιοχές και βοσκότοποι	98 - ν. Ηρακλείου 57 - ν. Χανίων
Υπερβόσκηση	55	Βοσκότοποι	34 - ν. Ηρακλείου 21 - ν. Χανίων
Αλλάτωση των εδαφών	16	Ετήσιες καλλιέργειες	16 - ν. Χανίων



Χάρτης 2 : Ο χάρτης των θέσεων συμπλήρωσης των 171 ερωτηματολογίων περιγραφής των δεικτών.

Η προεπεξεργασία των δεδομένων αυτών περιελάμβανε αρχικά την εισαγωγή τους σε βιβλία εργασίας του Microsoft excel και στη συνέχεια την ταξινόμησή τους με βάση τις χρήσεις γης και τις διεργασίες-αίτια υποβάθμισης στα οποία συμμετέχουν οι δείκτες που περιγράφονται. Με αυτό τον τρόπο προέκυψαν τέσσερα (4) διαφορετικά αρχεία που αντιστοιχούν στις πέντε διεργασίες-αίτια υποβάθμισης με διαφορετικό αριθμό ερωτηματολογίων το καθένα (Πίνακας 12). Όπως καταγράφεται στον Πίνακα 12 το βιβλίο εργασίας που αντιστοιχεί στην επιφανειακή υδατική διάβρωση και αυτό της καταπόνησης λόγω μείωσης του διαθέσιμου νερού περιέχουν συνολικά εκατόν πενήντα πέντε (155) εγγραφές. Το αρχείο που αναφέρεται στο αίτιο της μηχανικής διάβρωσης των εδαφών περιλαμβάνει εκατό (100) ερωτηματολόγια και τα ηλεκτρονικά αρχεία που αντιστοιχούν στην αλάτωση των εδαφών και στην υπερβόσκηση δεκαέξι (16) και πενήντα πέντε (55) ερωτηματολόγια αντίστοιχα.

Στην ενότητα 2.6 του παρόντος κεφαλαίου τεκμηριώθηκε το γεγονός ότι σε αρκετά μεγάλα δείγματα η παραβίαση της κανονικότητας των δεδομένων δεν δημιουργεί σημαντικά προβλήματα. Ως εκ τούτου στα δεδομένα των 1785 ερωτηματολογίων των 18 περιοχών μελέτης εφαρμόστηκε παραμετρική στατιστική ανάλυση και εκτελέστηκε πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση. Στις περιπτώσεις που το δείγμα είναι μικρό είναι απαραίτητο να ακολουθηθεί μια διαφορετική στρατηγική στατιστικής ανάλυσης από αυτήν που παρουσιάστηκε στην ενότητα 2.6. Τα δεδομένα των 171 ερωτηματολογίων των περιοχών μελέτης της Κρήτης βρίσκονται στις παρυφές της παραβίασης της υπόθεσης της κανονικότητας καθώς οι Chasemi και Zahediasl (2012) θεωρούν ικανό δείγμα για την χρήση παραμετρικής στατιστικής, χωρίς έλεγχο κανονικότητας, το δείγμα που αποτελείται από εκατοντάδες παρατηρήσεων. Υπό το φως των ανωτέρω στα δεδομένα των 171 ερωτηματολογίων των περιοχών μελέτης της Κρήτης εφαρμόστηκε καταρχήν η πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση για την εξειδίκευση της μεθοδολογίας περιγραφής του κινδύνου ερημοποίησης από περιφερειακό σε τοπικό επίπεδο και μια διερευνητική μη παραμετρική πολυμεταβλητή στατιστική ανάλυση για την ταυτόχρονη εκτίμηση της ανεξάρτητης συνεισφοράς ενός αριθμού παραγόντων στον κίνδυνο ερημοποίησης των εδαφών στις περιπτώσεις που δεν μπορεί να παρακαμφθεί ο έλεγχος της κανονικότητας των δεδομένων.

2.9. Εφαρμογή παραμετρικής στατιστικής ανάλυσης στα δεδομένα των 171 ερωτηματολογίων των περιοχών μελέτης της Κρήτης

Από τα αναφερόμενα στην προηγούμενη θεματική ενότητα και λαμβάνοντας υπόψη τον Πίνακα 12 γίνεται κατανοητό ότι πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση, στις παρυφές της παραβίασης της υπόθεσης της κανονικότητας, είναι δυνατόν να εφαρμοστεί μόνο στις διεργασίες της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης και της καταπόνησης των φυτών λόγω της μείωσης του διαθέσιμου νερού, εξαιτίας του πλήθους των δεδομένων που προσεγγίζουν το κρίσιμο όριο των Chasemi και Zahediasl (2012). Όμως υπάρχει ανάγκη περαιτέρω κατάτμησης των δεδομένων της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης για το διαχωρισμό των περιοχών σε γεωργικές και βοσκοτόπους ώστε να είναι δυνατή η σύγκριση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν στο περιφερειακό και αυτών που θα εξαχθούν στο τοπικό επίπεδο. Το γεγονός αυτό οδηγεί στην παραδοχή της επέκτασης της εφαρμογής της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης σε πλήθος δεδομένων μικρότερο από το κρίσιμο όριο των Chasemi και Zahediasl (2012) και επομένως και στις διεργασίες της μηχανικής διάβρωσης και της υπερβόσκησης.

Σύμφωνα με το σκεπτικό της προηγούμενης ενότητας και συνεκτιμώντας τη δυνατότητα εξουδετέρωσης των συγχυτών που επιτυγχάνεται εγγενώς από τη διαδικασία της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης αποφασίστηκε τελικά να μην εφαρμοστεί παραμετρικός στατιστικός έλεγχος γραμμικής συσχέτισης των δεδομένων για τον αποκλεισμό από την περαιτέρω στατιστική ανάλυση ενός εκ των δύο μεταβλητών από τα ζεύγη που θα παρουσίαζαν ισχυρή συσχέτιση. Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε αρχικά για τη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης στα 100 σημεία δειγματοληψίας των γεωργικών περιοχών της Κρήτης. Από τους 48 υποψήφιους δείκτες του Πίνακα 5 αφαιρουμένων των δεικτών⁸ που δεν παρουσίαζαν σημαντική διακύμανση, παρέμειναν για να εισαχθούν στην ανάλυση παλινδρόμησης 33 δείκτες (Πίνακας 13).

⁸ Κύρια χρήση γης, δυνητική εξατμισοδιαπνοή, διαβρωτικότητα βροχοπτώσεων, εκτάσεις αδιαπέρατης επιφάνειας, καμμένες εκτάσεις, ιδιοκτησιακό καθεστώς εκμετάλλευσης, κατακερματισμός έκτασης εκμετάλλευσης, καθαρό γεωργικό εισόδημα, παράλληλη απασχόληση, ένταση βόσκησης, εγκατάλειψη γαιών, ένταση τουρισμού, δείκτης γήρανσης, αύξηση πληθυσμού και επιδοτήσεις.

Πίνακας 13: Κατάλογος των 33 υποψήφιων δεικτών που εισάγονται στην ανάλυση παλινδρόμησης για τη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης στις γεωργικές περιοχές της Κρήτης.

ΒΙΟΦΥΣΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ
ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ
Μέση ετήσια βροχόπτωση	Περίοδος εμφάνισης χρήσης γης
Εποχικότητα βροχοπτώσεων	Ένταση χρήσης γης
Δείκτης ξηρότητας	ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΟΙ ΚΑΙ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΟΙ
ΕΔΑΦΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	Πυκνότητα πληθυσμού
Μητρικό υλικό	ΘΕΣΜΙΚΟΙ
Ποσοστό αδρομερών υλικών της επιφάνειας του εδάφους	Εφαρμογή της πολιτικής
Προσανατολισμός της κλίσης	ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ
Βαθμός της κλίσης της επιφάνειας του εδάφους	Μέγεθος εκμετάλλευσης
Βάθος εδάφους	ΚΑΛΙΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ
Κλάσεις κοκκομετρικής σύστασης	Τεχνικές άρωσης
Αποθρευτική ικανότητα εδάφους σε νερό	Βάθος άρωσης
Έκθεση προεξοχών βράχων στην επιφάνεια	Κατεύθυνση άρωσης
Οργανική ουσία του επιφανειακού ορίζοντα	Συχνότητα άρωσης
ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	Έλεγχος της βόσκησης
Ποσοστό φυτικής κάλυψης	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΓΑΙΩΝ
Τύπος φυτικής κάλυψης γης	Λειφορική καλλιέργεια
ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ	Μέτρα ελέγχου της διάβρωσης των εδαφών
Κίνδυνος ερημοποίησης γαιών	Μέτρα διατήρησης του νερού του εδάφους
Πυκνότητα αποστραγγιστικού δικτύου	Παρουσία αναβαθμίδων
Προστασία από πυρκαγιές	ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ
	Ποσοστό άρδευσης των αρόσιμων γαιών
	Αποθήκευση του νερού απορροής

Στη συνέχεια διεξήχθη μια προς τα εμπρός εισαγωγής βηματική στατιστική ανάλυση (forward stepwise) μέσω των εντολών του λογισμικού STATISTICA v.6 (www.statsoft.com) για όλους τους δείκτες του προηγούμενου πίνακα (Πίνακας 13) και προσδιορίστηκε η ευαισθησία του κάθε δείκτη ως προς τον κίνδυνο ερημοποίησης. Οι πιο σημαντικοί δείκτες που ταυτοποιήθηκαν ότι επηρεάζουν τον κίνδυνο ερημοποίησης για τη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης στις γεωργικές περιοχές της Κρήτης (επίπεδο σημαντικότητας $p < 0.05$) είναι: η εφαρμογή πολιτικής, ο προσανατολισμός της κλίσης, η ετήσια βροχόπτωση, η ένταση χρήσης γης, το ποσοστό φυτικής κάλυψης, η περίοδος ύπαρξης της υπάρχουσας χρήσης, ο έλεγχος της βόσκησης και το βάθος του εδάφους. Προκειμένου να υπάρχει ταύτιση διαδικασιών για την εξειδίκευση της μεθοδολογίας περιγραφής του κινδύνου ερημοποίησης από περιφερειακό σε τοπικό επίπεδο μειώθηκε το κρίσιμο όριο των συντελεστών παλινδρόμησης (beta values) σε 0.082, όπως συμβαίνει στις γεωργικές περιοχές του περιφερειακού επιπέδου (Kosmas et al., 2013), και τότε στους πιο σημαντικούς δείκτες που επηρεάζουν τον κίνδυνο ερημοποίησης για τη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης των γεωργικών περιοχών της Κρήτης που αναφέρθηκαν προηγουμένως προστέθηκαν το ποσοστό αδρομερών υλικών στην επιφάνεια του εδάφους, οι τεχνικές άρωσης και ο τύπος της φυτικής κάλυψης.

Η στατιστική ανάλυση συνεχίστηκε για τη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης με την εφαρμογή της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης στα δεδομένα των

55 σημείων δειγματοληψίας των βοσκοτόπων της Κρήτης. Από τους 48 υποψήφιους δείκτες του Πίνακα 5 αφαιρουμένων των δεικτών⁹ που δεν παρουσίαζαν σημαντική διακύμανση, παρέμειναν για να εισαχθούν στην ανάλυση παλινδρόμησης 35 δείκτες (Πίνακας 14).

Πίνακας 14: Κατάλογος των 35 υποψήφιων δεικτών που εισάγονται στην ανάλυση παλινδρόμησης για τη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης στους βοσκοτόπους της Κρήτης.

ΒΙΟΦΥΣΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ
ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ
Μέση ετήσια βροχόπτωση	Περίοδος εμφάνισης χρήσης γης
Εποχικότητα βροχοπτώσεων	Ένταση χρήσης γης
Δείκτης ξηρότητας	ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΟΙ ΚΑΙ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΟΙ
Δυνητική εξατμισοδιαπνοή	Πυκνότητα πληθυσμού
Διαβρωτικότητα βροχοπτώσεων	ΘΕΣΜΙΚΟΙ
ΕΔΑΦΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	Εφαρμογή της πολιτικής
Μητρικό υλικό	ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ
Ποσοστό αδρομερών υλικών της επιφάνειας του εδάφους	Μέγεθος εκμετάλλευσης
Προσανατολισμός της κλίσης	ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ
Βαθμός της κλίσης της επιφάνειας του εδάφους	Τεχνικές άρωσης
Βάθος εδάφους	Βάθος άρωσης
Κλάσεις κοκκομετρικής σύστασης	Κατεύθυνση άρωσης
Αποθρευτική ικανότητα εδάφους σε νερό	Συχνότητα άρωσης
Έκθεση προεξοχών βράχων στην επιφάνεια	Ένταση της βόσκησης
Οργανική ουσία του επιφανειακού ορίζοντα	Έλεγχος της βόσκησης
ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΓΑΙΩΝ
Ποσοστό φυτικής κάλυψης	Λειφορική καλλιέργεια
Τύπος φυτικής κάλυψης γης	Μέτρα ελέγχου της διάβρωσης των εδαφών
ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ	Παρουσία αναβαθμίδων
Κίνδυνος ερημοποίησης γαιών	ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ
Πυκνότητα αποστραγγιστικού δικτύου	Αποθήκευση του νερού απορροής
Εκτάσεις αδιαπέρατης επιφάνειας	
Καμμένες εκτάσεις	

Ακολούθως διεξήχθη μια προς τα εμπρός εισαγωγής βηματική στατιστική ανάλυση (forward stepwise) μέσω των εντολών του λογισμικού STATISTICA v.6 (www.statsoft.com) για τους δείκτες του προηγούμενου πίνακα (Πίνακας 14) και προσδιορίστηκε η ευαισθησία του κάθε δείκτη ως προς τον κίνδυνο ερημοποίησης. Οι πιο σημαντικοί δείκτες που ταυτοποιήθηκαν ότι επηρεάζουν τον κίνδυνο ερημοποίησης για τη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης στους βοσκοτόπους της Κρήτης (επίπεδο σημαντικότητας $p < 0.05$) είναι: τα μέτρα ελέγχου των διαβρώσεων, το ποσοστό φυτικής κάλυψης, η δυνητική εξατμισοδιαπνοή, η ένταση χρήσης γης, η έκθεση προεξοχών βράχων στην επιφάνεια του εδάφους, οι εκτάσεις αδιαπέρατης επιφάνειας, το ποσοστό αδρομερών υλικών στην επιφάνεια του εδάφους και ο προσανατολισμός της κλίσης. Προκειμένου να υπάρχει ταύτιση διαδικασιών για την εξειδίκευση της μεθοδολογίας περιγραφής του κινδύνου ερημοποίησης από περιφερειακό σε τοπικό επίπεδο αυξήθηκε το κρίσιμο όριο

⁹ Κύρια χρήση γης, ιδιοκτησιακό καθεστώς εκμετάλλευσης, κατακερματισμός έκτασης εκμετάλλευσης, καθαρό γεωργικό εισόδημα, παράλληλη απασχόληση, εγκατάλειψη γαιών, ένταση τουρισμού, δείκτης γήρανσης, αύξηση πληθυσμού, επιδοτήσεις, προστασία από πυρκαγιά, μέτρα διατήρησης του νερού του εδάφους και ποσοστό άρδευσης των αρόσιμων γαιών.

των συντελεστών παλινδρόμησης (beta values) σε 0.111, όπως συμβαίνει στους βοσκοτόπους του περιφερειακού επιπέδου (Kosmas et al., 2013), και τότε από τους πιο σημαντικούς δείκτες που επηρεάζουν τον κίνδυνο ερημοποίησης για τη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης των βοσκοτόπων της Κρήτης που αναφέρθηκαν προηγουμένως αφαιρέθηκε το ποσοστό αδρομερών υλικών στην επιφάνεια του εδάφους.

Για τη διεργασία της καταπόνησης των φυτών λόγω της μείωσης του διαθέσιμου νερού εκτελέστηκε πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση στα 155 σημεία δειγματοληψίας των γεωργικών περιοχών και των βοσκοτόπων της Κρήτης καθώς, για αυτή τη διεργασία, δεν είχε προηγηθεί διαχωρισμός των χρήσεων γης στο περιφερειακό επίπεδο. Από τους 49 υποψήφιους δείκτες του Πίνακα 6 αφαιρούμενων των δεικτών¹⁰ που δεν παρουσίαζαν σημαντική διακύμανση, παρέμειναν για να εισαχθούν στην ανάλυση παλινδρόμησης 35 δείκτες (Πίνακας 15).

Πίνακας 15: Κατάλογος των 35 υποψήφιων δεικτών που εισάγονται στην ανάλυση παλινδρόμησης για τη διεργασία της καταπόνησης των φυτών λόγω μείωσης του διαθέσιμου νερού στις γεωργικές περιοχές και στους βοσκοτόπους της Κρήτης.

ΒΙΟΦΥΣΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ
ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ
Μέση ετήσια βροχόπτωση	Κύρια χρήση γης
Δυναμική εξατμισοδιαπνοή	Ένταση χρήσης γης
Εποχικότητα βροχοπτώσεων	ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΟΙ ΚΑΙ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΟΙ
Δείκτης ξηρότητας	Πυκνότητα πληθυσμού
ΕΔΑΦΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	Μεταβολή τουριστικής προτίμησης
Μητρικό υλικό	ΘΕΣΜΙΚΟΙ
Ποσοστό αδρομερών υλικών της επιφάνειας του εδάφους	Εφαρμογή της πολιτικής
Προσανατολισμός της κλίσης	ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ
Βαθμός της κλίσης της επιφάνειας του εδάφους	Τεχνικές άρωσης
Βάθος εδάφους	Ένταση της βόσκησης
Κλάσεις κοκκομετρικής σύστασης	Έλεγχος της βόσκησης
Έκθεση προεξοχών βράχων στην επιφάνεια	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΓΑΙΩΝ
ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	Μέτρα διατήρησης του νερού του εδάφους
Ποσοστό φυτικής κάλυψης	Μέτρα ελέγχου της διάβρωσης των εδαφών
Τύπος φυτικής κάλυψης γης	Παρουσία αναβαθμίδων
ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ	ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ
Κίνδυνος ερημοποίησης γαιών	Αποθήκευση του νερού απορροής
Πυκνότητα αποστραγγιστικού δικτύου	Εκμετάλλευση των υπόγειων υδάτων
Εκτάσεις αδιαπέρατης επιφάνειας	Λόγος της κατανάλωσης ύδατος προς τις υδατικές απαιτήσεις
Προστασία από πυρκαγιές	Υπερεκμετάλλευση του υπόγειου υδροφορέα
ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	Λειψυδρία
Ποιότητα ύδατος	
Ποσότητα ύδατος	

Ακολουθώντας διεξήχθη μια προς τα εμπρός εισαγωγής βηματική στατιστική ανάλυση (forward stepwise) μέσω των εντολών του λογισμικού STATISTICA v.6

¹⁰ Θερμοκρασία αέρα, καθεστώς υδρομορφίας, αποφιλωμένες εκτάσεις, συχνότητα πυρκαγιών, παράλληλη απασχόληση, αποκατάσταση περιοχών εξόρυξης, εγκατάλειψη γαιών, υδατική κατανάλωση ανά τομέα, ένταση τουρισμού, δείκτης πενίας, δείκτης γήρανσης, αύξηση πληθυσμού και επιδοτήσεις.

(www.statsoft.com) για τους επικρατούντες δείκτες του προηγούμενου πίνακα (Πίνακας 15) και προσδιορίστηκε η ευαισθησία του κάθε δείκτη ως προς τον κίνδυνο ερημοποίησης. Οι πιο σημαντικοί δείκτες που ταυτοποιήθηκαν ότι επηρεάζουν τον κίνδυνο ερημοποίησης για τη διεργασία της καταπόνησης των φυτών λόγω μείωσης του διαθέσιμου νερού στις γεωργικές περιοχές και τους βοσκοτόπους της Κρήτης (επίπεδο σημαντικότητας $p < 0.05$) είναι: η εφαρμογή των μέτρων προστασίας των πόρων, η ένταση της χρήσης γης, η ετήσια βροχόπτωση, ο προσανατολισμός της κλίσης, το ποσοστό φυτικής κάλυψης, ο βαθμός της κλίσης της επιφανείας του εδάφους, η δυνητική εξατμισοδιαπνοή, ο έλεγχος της βόσκησης και οι εκτάσεις αδιάπερατης επιφάνειας. Προκειμένου να υπάρχει ταύτιση διαδικασιών για την εξειδίκευση της μεθοδολογίας περιγραφής του κινδύνου ερημοποίησης από περιφερειακό σε τοπικό επίπεδο μειώθηκε το κρίσιμο όριο των συντελεστών παλινδρόμησης (beta values) σε 0.027, όπως συμβαίνει στο περιφερειακό επίπεδο (Kosmas et al., 2013), και τότε στους πιο σημαντικούς δείκτες που επηρεάζουν τον κίνδυνο ερημοποίησης για τη διεργασία της καταπόνησης των φυτών λόγω μείωσης του διαθέσιμου νερού στις γεωργικές περιοχές και τους βοσκοτόπους της Κρήτης προστέθηκαν ο δείκτης ξηρότητας, οι τεχνικές άρροσης, η προστασία από πυρκαγιές, τα μέτρα ελέγχου της διάβρωσης των εδαφών, η πυκνότητα του πληθυσμού και η εποχικότητα των βροχοπτώσεων.

Η επόμενη διεργασία για την οποία εκτελέστηκε πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση στα δεδομένα των σημείων δειγματοληψίας της Κρήτης είναι η μηχανική διάβρωση των εδαφών (διάβρωση λόγω άρροσης). Στη συγκεκριμένη περίπτωση η παλινδρόμηση εκτελέστηκε στα δεδομένα των 100 σημείων δειγματοληψίας των γεωργικών περιοχών της Κρήτης. Από τους 17 υποψήφιους δείκτες του Πίνακα 9 αφαιρουμένων των δεικτών¹¹ που δεν παρουσίαζαν σημαντική διακύμανση, παρέμειναν για να εισαχθούν στην ανάλυση παλινδρόμησης 15 δείκτες (Πίνακας 16).

Πίνακας 16: Κατάλογος των 15 υποψήφιων δεικτών που εισάγονται στην ανάλυση παλινδρόμησης για τη διεργασία της μηχανικής διάβρωσης των εδαφών στις γεωργικές περιοχές της Κρήτης.

ΒΙΟΦΥΣΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ
ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ
Μέση ετήσια βροχόπτωση	Ένταση χρήσης γης
ΕΔΑΦΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	ΘΕΣΜΙΚΟΙ
Μητρικό υλικό	Εφαρμογή της πολιτικής
Ποσοστό αδρομερών υλικών της επιφανείας του εδάφους	ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ
Βαθμός της κλίσης της επιφανείας του εδάφους	Τεχνικές άρροσης
Βάθος εδάφους	Κατεύθυνση άρροσης

¹¹ Κύρια χρήση γης και δείκτης εκμηχάνισης των καλλιεργειών.

Κλάσεις κοκκομετρικής σύστασης	Βάθος άρωσης
Οργανική ουσία της επιφανείας του εδάφους	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΓΑΙΩΝ
ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ	Μέτρα ελέγχου της διάβρωσης των εδαφών
Κίνδυνος ερημοποίησης γαιών	Παρουσία αναβαθμίδων

Μετά την εκτέλεση της προς τα εμπρός εισαγωγής βηματικής στατιστικής ανάλυση (forward stepwise) μέσω των εντολών του λογισμικού STATISTICA v.6 (www.statsoft.com) για τους επικρατούντες δείκτες του προηγούμενου πίνακα (Πίνακας 16) προσδιορίστηκε η ευαισθησία του κάθε δείκτη ως προς τον κίνδυνο ερημοποίησης. Οι πιο σημαντικοί δείκτες που ταυτοποιήθηκαν ότι επηρεάζουν τον κίνδυνο ερημοποίησης για τη διεργασία της μηχανικής διάβρωσης των εδαφών στις γεωργικές περιοχές της Κρήτης (επίπεδο σημαντικότητας $p < 0.05$) είναι: η εφαρμογή των μέτρων προστασίας των πόρων, η ετήσια βροχόπτωση, η ένταση της χρήσης γης και το βάθος του εδάφους. Προκειμένου να υπάρχει ταύτιση διαδικασιών για την εξειδίκευση της μεθοδολογίας περιγραφής του κινδύνου ερημοποίησης από περιφερειακό σε τοπικό επίπεδο μειώθηκε το κρίσιμο όριο των συντελεστών παλινδρόμησης σε 0.107, όπως συμβαίνει στο περιφερειακό επίπεδο (Kosmas et al., 2013), αλλά δεν παρατηρήθηκε μεταβολή των πιο σημαντικών δεικτών που επηρεάζουν τον κίνδυνο ερημοποίησης για τη διεργασία της μηχανικής διάβρωσης και αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Το αίτιο της υπερβόσκησης ενώ θεωρήθηκε ειδική κατηγορία υποβάθμισης στο περιφερειακό επίπεδο δεν αντιμετωπίστηκε μεμονωμένα σε τοπική κλίμακα καθώς στα δεδομένα της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης της Κρήτης υπήρχε όλο το φάσμα των τιμών της έντασης βόσκησης από την απουσία βόσκησης έως και την υπερβόσκηση.

Στον συγκριτικό πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι σημαντικότεροι δείκτες που προέκυψαν από την εκτέλεση της βηματικής γραμμικής παλινδρόμησης και περιλαμβάνονται στους αλγορίθμους εκτίμησης του κινδύνου ερημοποίησης ανά διεργασία ή αίτιο υποβάθμισης σε περιφερειακό (κελιά γκρι χρώματος) και σε τοπικό επίπεδο (κελιά λευκού χρώματος) για τις κοινές διεργασίες ή αίτια υποβάθμισης των δύο γεωγραφικών κλιμάκων.

Πίνακας 17: Συγκριτικός πίνακας των δεικτών των αλγορίθμων εκτίμησης του κινδύνου ερημοποίησης ανά διεργασία ή αίτιο υποβάθμισης σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο.

ΔΕΙΚΤΕΣ	ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗΣ							
	Επιφανειακή υδατική διάβρωση				Μηχανική διάβρωση		Καταπόνηση των φυτών	
	Γεωργικές περιοχές		Βοσκότοποι					
	Περιφερειακό επίπεδο				Τοπικό επίπεδο			
Βροχόπτωση	√	√				√		√
Δυναμική εξατμισοδιαπνοή				√				√
Εποχικότητα βροχοπτώσεων	√		√				√	√
Διαβρωτικότητα βροχοπτώσεων								
Βάθος εδάφους	√	√	√			√		
Βάθος άρροσης			√		√			
Ποιότητα ύδατος								
Εκμετάλλευση των υπογείων υδάτων							√	
Υδρομορφία								
Δείκτης ξηρότητας								√
Μητρικό υλικό					√			
Προσανατολισμός της κλίσης	√	√		√				√
Βαθμός κλίσης	√				√		√	√
Κοινομετρική σύσταση εδάφους				√				
Οργανική ουσία επιφανειακού ορίζοντα	√				√			
Ποσοστό αδρομερών υλικών στην επιφάνεια του εδάφους		√						
Έκθεση προεξοχών βράχων στην επιφάνεια				√				
Κύρια χρήση γης					√			
Τύπος φυτικής κάλυψης	√	√						
Ποσοστό φυτοκάλυψης	√	√	√	√				√
Συχνότητα πλημμυρών								
Κίνδυνος πυρκαγιάς								
Δείκτης εκμηχάνισης					√			
Συχνότητα πυρκαγιών							√	
Αποφιλωμένες εκτάσεις							√	
Μέγεθος εκμετάλλευσης								
Ιδιοκτησιακό καθεστώς εκμετάλλευσης								
Κατακεραματισμός έντασης εκμετάλλευσης								
Κατεύθυνση άρροσης			√					
Τεχνικές άρροσης	√	√			√			√
Έλεγχος της βόσκησης		√	√					√
Ένταση της βόσκησης								
Καμμένες εκτάσεις			√					
Προστασία από πυρκαγιές								√
Λειψορική καλλιέργεια	√							
Μέτρα ελέγχου της διάβρωσης των εδαφών				√			√	√
Μέτρα διατήρησης του νερού του εδάφους			√					
Παρουσία αναβαθμίδων	√				√			
Εγκατάληψη των γαιών	√						√	
Ένταση χρήσης γης	√	√	√	√	√	√		√
Απόσταση από την ακτογραμμή								
Ποσοστό άρδευσης των αρόσιμων γαιών								
Αποθήκευση του νερού απορροής	√		√					
Λειψυδρία							√	
Ένταση τουρισμού			√					
Μεταβολή τουριστικής προτίμησης							√	
Πυκνότητα πληθυσμού							√	√
Δείκτης γήρανσης								
Παράλληλη απασχόληση	√							
Ρυθμός αύξησης πληθυσμού								
Επιδότησεις	√		√					
Εφαρμογή της πολιτικής	√	√	√		√	√	√	√
Περίοδος εμφάνισης της υπάρχουσας χρήσης γης		√	√					
Εκτάσεις αδιαπέρατης				√			√	√

επιφάνειας								
Σημαντικοί δείκτες ανά διεργασία ή αίτιο υποβάθμισης	17	11	15	7	10	4	12	15

Από τον Πίνακα 17 γίνεται εύκολη η σύγκριση των παραγόντων που προέκυψαν ως σημαντικοί στο τοπικό επίπεδο σε σχέση με τους κρίσιμους παράγοντες του περιφερειακού επιπέδου που για κάποιους λόγους δεν επηρεάζουν τις κοινές με το τοπικό επίπεδο διεργασίες υποβάθμισης.

Συγκεκριμένα και όσον αφορά την επιφανειακή υδατική διάβρωση των γεωργικών περιοχών παρατηρούμε ότι από τους δεκαεπτά (17) παράγοντες του περιφερειακού επιπέδου μόνο οι οκτώ (8) επηρεάζουν ταυτόχρονα και το τοπικό επίπεδο. Ειδικότερα ταυτοποιήθηκαν ως σημαντικοί και στις δύο γεωγραφικές κλίμακες οι δείκτες της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης, του βάθους του εδάφους, του προσανατολισμού της κλίσεως, του ποσοστού της φυτικής κάλυψης των εδαφών, της έντασης χρήσης της γης, των τεχνικών άρωσης, του τύπου φυτικής κάλυψης και της εφαρμογής των μέτρων πολιτικής για την προστασία των πόρων. Οι εννέα (9) δείκτες που ενώ, σύμφωνα με τη στατιστική επεξεργασία, προσδιορίστηκαν ως κρίσιμοι για τη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης των γεωργικών περιοχών στο περιφερειακό επίπεδο εν τούτοις δεν εμφανίστηκαν ως σημαντικοί στην ανάλυση σε τοπική κλίμακα είναι: η εποχικότητα των βροχοπτώσεων, ο βαθμός της κλίσης της επιφάνειας του εδάφους, η οργανική ουσία του επιφανειακού οριζοντα, η αειφορική καλλιέργεια, η παρουσία αναβαθμίδων, η εγκατάλειψη των γαιών, η αποθήκευση του νερού της απορροής, η παράλληλη απασχόληση και οι επιδοτήσεις. Τρεις (3) παράγοντες που δεν επηρεάζουν τη διεργασία σε περιφερειακή κλίμακα φαίνεται ότι είναι καθοριστικοί για το τοπικό επίπεδο. Ο πρώτος είναι διαχειριστικός και αφορά τον έλεγχο της βόσκησης, ο δεύτερος σχετίζεται με τη χρήση των γαιών και αφορά την περίοδο εμφάνισης της υπάρχουσας χρήσης γης και ο τρίτος είναι βιοφυσικός και αναφέρεται στο ποσοστό των αδρομερών υλικών της επιφάνειας του εδάφους. Εξετάζοντας βαθύτερα τις διαφοροποιήσεις των δεικτών μεταξύ του περιφερειακού και του τοπικού επιπέδου παρατηρείται ότι οι 8 από τους 9 δείκτες (εκτός του βαθμού κλίσης) που δεν είναι σημαντικοί για το τοπικό επίπεδο αναφέρονται σε δεδομένα τα οποία είτε δεν παρουσιάζουν διακύμανση στις τιμές τους είτε η διακύμανση τους είναι αμελητέα. Παραδείγματος χάριν η συγκέντρωση της οργανικής ουσίας του επιφανειακού οριζοντα χαρακτηρίζεται μικρή (εμπίπτει σε μία κλάση τιμών από 1.1% έως 2%) στο 92% των γεωργικών περιοχών της Κρήτης. Ομοίως δεν παρατηρούνται

αναβαθμίδες στο 93% των αγροκτημάτων, η εγκατάλειψη των γαιών είναι μικρή σε όλες τις γεωργικές περιοχές, οι παραγωγοί δεν έχουν παράλληλη επαγγελματική απασχόληση στο 100% του δείγματος και οι πάσης φύσεως επιδοτήσεις είτε κατά κεφαλήν ζωϊκού κεφαλαίου είτε ανά κιλό παραγωγής ή στρεμματικές λαμβάνονται από όλους τους παραγωγούς. Ο βαθμός κλίσης της επιφανείας του εδάφους δεν εξήχθη από το λογισμικό στατιστικής ανάλυσης ως σημαντικός για το τοπικό επίπεδο καθώς συσχετίζεται ισχυρότερα με το βάθος του εδάφους από ότι με όλους τους άλλους δείκτες που συμμετέχουν στη διεργασία. Αυτό αποδείχθηκε με την εφαρμογή παραμετρικού στατιστικού ελέγχου γραμμικής συσχέτισης των δεδομένων με χρήση του συντελεστή γραμμικής συσχέτισης του Pearson (Pearson's Linear Correlation Coefficients) (Rodgers and Nicewander, 1988) μέσω των εντολών του λογισμικού STATISTICA v.6 (Basic Statistics and Tables - Correlation matrices) όπου όταν εξετάστηκε η συσχέτιση μεταξύ του βαθμού κλίσης με όλους τους δείκτες που συμμετέχουν στη διεργασία η μεγαλύτερη κρίσιμη τιμή του συντελεστή Pearson ($R=0.54$, επίπεδο εμπιστοσύνης $\alpha=0.05$) παρουσιάζεται στην σχέση του με το βάθος του εδάφους. Ολοκληρώνοντας ο έλεγχος της βόσκησης, η περίοδος εμφάνισης της υπάρχουσας χρήσης και το ποσοστό αδρομερών υλικών που διακρίθηκαν ως σημαντικοί δείκτες στο τοπικό επίπεδο πραγματικά είναι καθοριστικοί για την επιφανειακή υδατική διάβρωση των αγροκτημάτων της Κρήτης. Το ποσοστό αδρομερών υλικών της επιφανείας του εδάφους λαμβάνει τιμές από διάφορες κλάσεις τιμών μεταβάλλοντας αντίστοιχα το βαθμό διάβρωσης και επομένως τον κίνδυνο ερημοποίησης. Η άσκηση της βόσκησης παρουσιάζει κάποιες ιδιαιτερότητες στην περιοχή μελέτης καθώς ενώ η υποκείμενη των ελαιοδένδρων βλάστηση είναι η οξαλίθρα η οποία δεν αποτελεί εδάδιμο είδος για τα κοπάδια των ζώων, στους αμπελώνες της ανώτερης υψομετρικά ζώνης που γειτνιάζουν με τους βοσκοτόπους πραγματοποιείται συγκαλλιέργεια με βίκιο καθώς πολλοί από τους αμπελοπαραγωγούς είναι και κτηνοτρόφοι. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μετακίνηση των κοπαδιών στους αμπελώνες την περίοδο που αυτοί δεν έχουν φύλλωμα για τη βόσκηση του βίκου. Επομένως είναι λογικό το γεγονός ότι ο έλεγχος της βόσκησης παρουσιάζεται κρίσιμος για τη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης στους αμπελώνες των γεωργικών περιοχών της Κρήτης. Η περίοδος εμφάνισης της υπάρχουσας χρήσης επηρεάζει τη δριμύτητα της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης καθώς σε παλιούς ελαιώνες οι οποίοι έχουν υποστεί επί πολλά χρόνια μηχανική διάβρωση των εδαφών λόγω των αρόσεων επιτείνεται η επιφανειακή υδατική διάβρωση. Οι ελαιώνες της περιοχής μελέτης έχουν στην πλειονότητά τους (62 στους 67) ηλικία από 30-50 χρόνια.

Στη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης των βοσκοτόπων παρατηρούμε ότι από τους δεκαπέντε (15) παράγοντες του περιφερειακού επιπέδου μόνο οι δύο (2) επηρεάζουν ταυτόχρονα και το τοπικό επίπεδο. Ειδικότερα ταυτοποιήθηκαν ως σημαντικοί και στις δύο γεωγραφικές κλίμακες οι δείκτες του ποσοστού της φυτικής κάλυψης των εδαφών και της έντασης χρήσης της γης. Οι δεκατρείς (13) δείκτες που ενώ, σύμφωνα με τη στατιστική επεξεργασία, προσδιορίστηκαν ως κρίσιμοι για το περιφερειακό επίπεδο εν τούτοις δεν επηρεάζουν τη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης των βοσκοτόπων σε τοπική κλίμακα είναι: η εποχικότητα των βροχοπτώσεων, το βάθος του εδάφους, το βάθος άροσης, η κοκκομετρική σύσταση του επιφανειακού ορίζοντα, η κατεύθυνση της άροσης, ο έλεγχος της βόσκησης, ο ρυθμός καμμένων εκτάσεων, τα μέτρα διατήρησης του νερού του εδάφους, η αποθήκευση του νερού της απορροής, η ένταση του τουρισμού, οι επιδοτήσεις, η εφαρμογή των μέτρων πολιτικής προστασίας των πόρων και η περίοδος εμφάνισης της υπάρχουσας χρήσης. Πέντε (5) παράγοντες που δεν επηρεάζουν τη διεργασία σε περιφερειακή κλίμακα φαίνεται ότι είναι καθοριστικοί για το τοπικό επίπεδο. Οι τρεις (3) είναι βιοφυσικοί και αφορούν τη δυνητική εξατμισοδιαπνοή, τον προσανατολισμό της κλίσης και την έκθεση προεξοχών βράχων στην επιφάνεια. Οι επόμενοι δύο (2) αφορούν τα μέτρα ελέγχου της διάβρωσης των εδαφών και τις εκτάσεις αδιαπέρατης επιφάνειας που σχετίζονται με τη διαχείριση των γαιών και την υδατική απορροή αντίστοιχα. Οι δύο (2) κοινοί δείκτες που ταυτοποιήθηκαν ως σημαντικοί για τη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης των εδαφών στους βοσκοτόπους του περιφερειακού και του τοπικού επιπέδου είναι το ποσοστό φυτικής κάλυψης και η ένταση χρήσης της γης. Η ένταση χρήσης γης ταυτοποιήθηκε ως σημαντικός παράγοντας στους βοσκοτόπους του τοπικού επιπέδου παρόλο που εκ πρώτης όψευς θα περίμενε κανείς να αποδειχθεί σημαντική η ένταση της βόσκησης. Όμως αν εξετάσει κάποιος τις ιδιαίτερες συνθήκες της ευρύτερης περιοχής των βοσκοτόπων θα διαπιστώσει ότι οι βοσκοτόποι των Αστερουσίων σπέρνονται σε μεγάλο βαθμό με αγρωστώδη και κτηνοτροφικά ψυχανθή και ως εκ τούτου η ένταση χρήσης της γης στη συγκεκριμένη περίπτωση καλύπτει την ένταση της βόσκησης και την ένταση της καλλιέργειας ταυτόχρονα. Εξετάζοντας βαθύτερα τις διαφοροποιήσεις των δεικτών μεταξύ του περιφερειακού και του τοπικού επιπέδου παρατηρείται ότι οι 10 από τους 13 δείκτες (εκτός του ελέγχου της βόσκησης, του ρυθμού καμμένων εκτάσεων και της εφαρμογής μέτρων προστασίας) που δεν είναι σημαντικοί για το τοπικό επίπεδο αναφέρονται σε δεδομένα τα οποία είτε δεν παρουσιάζουν διακύμανση στις τιμές τους είτε η διακύμανση τους είναι αμελητέα. Παραδείγματος χάριν το βάθος του

εδάφους στις 36 από τις 55 θέσεις χαρακτηρίζεται μικρό (<30 εκ.), σε 38 αγροκτήματα δεν πραγματοποιείται άρρωση και η κοκκομετρική σύσταση των εδαφών σε 37 σημεία δειγματοληψίας της συγκεκριμένης χρήσης χαρακτηρίζεται από μετρίως λεπτόκοικη έως λεπτόκοικη. Ομοίως δεν λαμβάνονται μέτρα διατήρησης του νερού του εδάφους σε κανέναν από τους 55 βοσκοτόπους, οι παραγωγοί που εκμεταλλεύονται τις συγκεκριμένες εκτάσεις λαμβάνουν όλοι κατά κεφαλήν επιδοτήσεις, η περίοδος ύπαρξης της εν λόγω χρήσης γης κυμαίνεται από 30 έως 50 χρόνια και η ένταση του τουρισμού στο σύνολο των σημείων δειγματοληψίας είναι μικρή. Ο έλεγχος της βόσκησης, ο ρυθμός καμμένων εκτάσεων και η εφαρμογή μέτρων προστασίας των πόρων δεν εξήχθησαν από το λογισμικό στατιστικής ανάλυσης ως σημαντικοί για το τοπικό επίπεδο καθώς συσχετίζονται πολύ ισχυρά με την ένταση χρήσης της γης. Αυτό αποδείχθηκε με την εφαρμογή παραμετρικού στατιστικού ελέγχου γραμμικής συσχέτισης των δεδομένων με χρήση του συντελεστή γραμμικής συσχέτισης του Pearson (Pearson's Linear Correlation Coefficients) (Rodgers and Nicewander, 1988) μέσω των εντολών του λογισμικού STATISTICA v.6 (Basic Statistics and Tables - Correlation matrices) όπου όταν εξετάστηκε η συσχέτιση μεταξύ της έντασης χρήσης της γης με όλους τους δείκτες που συμμετέχουν στη διεργασία οι κρίσιμες τιμές του συντελεστή Pearson για την εφαρμογή μέτρων προστασίας των πόρων τον έλεγχο της βόσκησης και τον ρυθμό καμμένων εκτάσεων παρουσίαστηκαν ιδιαίτερα υψηλές ($R=0.59$, $R=0.50$, $R=-0.46$, επίπεδο εμπιστοσύνης $\alpha=0.05$). Η δυνητική εξατμισοδιαπνοή πραγματικά αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την επιφανειακή υδατική διάβρωση των βοσκοτόπων της Κρήτης καθώς οι βοσκοτόποι διαφοροποιούνται σημαντικά ως προς το υψόμετρο με αποτέλεσμα τη σημαντική διαφοροποίηση των τιμών της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής. Αυτό επιβεβαιώνεται από το γεγονός ότι στα 21 από τα 55 σημεία η δυνητική εξατμισοδιαπνοή καταγράφει τιμές μεταξύ 800-1200 mm ενώ οι υπόλοιπες 34 θέσεις έχουν κατά μια κλάση (1200-1500 mm) μεγαλύτερη δυνητική εξατμισοδιαπνοή. Οι τέσσερις (4) παράγοντες (εκτός της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής) που ενώ είναι σημαντικοί για το τοπικό επίπεδο δεν επηρεάζουν τη διεργασία σε περιφερειακή κλίμακα ελέγχθηκαν με την εφαρμογή παραμετρικού στατιστικού ελέγχου γραμμικής συσχέτισης των δεδομένων περιφερειακού επιπέδου με χρήση του συντελεστή γραμμικής συσχέτισης του Pearson (Pearson's Linear Correlation Coefficients) (Rodgers and Nicewander, 1988). Από τον έλεγχο αυτό διαπιστώθηκε ότι και οι τέσσερις συσχετίζονται ισχυρά με παράγοντες που έχουν ταυτοποιηθεί ως σημαντικοί στο περιφερειακό επίπεδο [(εκτάσεις αδιαπέρατης επιφάνειας-βάθος εδάφους, $R=0.44$, επίπεδο εμπιστοσύνης

$\alpha=0.05$), (μέτρα ελέγχου διαβρώσεων-αποθήκευση του νερού της απορροής, $R=0.51$, επίπεδο εμπιστοσύνης $\alpha=0.05$), (έκθεση προεξοχών βράχων-βάθος εδάφους, $R=0.68$, επίπεδο εμπιστοσύνης $\alpha=0.05$), (προσανατολισμός κλίσης-βάθος εδάφους, $R=0.25$, επίπεδο εμπιστοσύνης $\alpha=0.05$)].

Στην επόμενη διεργασία της μηχανικής διάβρωσης των εδαφών παρατηρούμε ότι από τους δέκα (10) παράγοντες του περιφερειακού επιπέδου μόνο οι δύο (2) επηρεάζουν ταυτόχρονα και το τοπικό επίπεδο. Ειδικότερα ταυτοποιήθηκαν ως σημαντικοί και στις δύο γεωγραφικές κλίμακες οι δείκτες της έντασης χρήσης της γης και της εφαρμογής μέτρων πολιτικής προστασίας των πόρων. Οι οκτώ (8) δείκτες που ενώ, σύμφωνα με τη στατιστική επεξεργασία, προσδιορίστηκαν ως κρίσιμοι για το περιφερειακό επίπεδο εν τούτοις δεν επηρεάζουν τη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης των βοσκοτόπων σε τοπική κλίμακα είναι: το βάθος άρροσης, το μητρικό υλικό, ο βαθμός της κλίσης της επιφάνειας του εδάφους, η οργανική ουσία του επιφανειακού ορίζοντα, η κύρια χρήση γης, ο δείκτης εκμηχάνισης της καλλιέργειας, οι τεχνικές άρροσης και η παρουσία αναβαθμίδων. Δύο (2) βιοφυσικοί παράγοντες η μέση ετήσια βροχόπτωση και το βάθος του εδάφους, που δεν επηρεάζουν τη διεργασία σε περιφερειακή κλίμακα, φαίνεται ότι είναι καθοριστικοί για το τοπικό επίπεδο. Εξετάζοντας βαθύτερα τις διαφοροποιήσεις των δεικτών μεταξύ του περιφερειακού και του τοπικού επιπέδου παρατηρείται ότι οι 5 από τους 8 δείκτες (εκτός του βάθους άρροσης, του βαθμού κλίσης και των τεχνικών άρροσης) που δεν είναι σημαντικοί για το τοπικό επίπεδο αναφέρονται σε δεδομένα τα οποία είτε δεν παρουσιάζουν διακύμανση στις τιμές τους είτε η διακύμανση τους είναι αμελητέα. Παραδείγματος χάριν το μητρικό υλικό στο 71% των θέσεων ήταν μαργώδες-αργιλλικό, η οργανική ουσία του επιφανειακού ορίζοντα παρουσίασε μικρές τιμές (από 1-2%) στο 92% των αγροκτημάτων, δεν παρατηρήθηκαν αναβαθμίδες σε κανένα από τα μελετώμενα αγροκτήματα της κατηγορίας αυτής και ο δείκτης εκμηχάνισης των καλλιεργειών παρουσιάστηκε υψηλός στο 100% των συγκεκριμένων αγροκτημάτων. Το βάθος της άρροσης, ο βαθμός κλίσης της επιφάνειας του εδάφους και οι τεχνικές άρροσης δεν εξήχθησαν από το λογισμικό στατιστικής ανάλυσης ως σημαντικοί για το τοπικό επίπεδο καθώς συσχετίζονται ισχυρά με τρεις παράγοντες που προκύπτουν ως σημαντικοί στο τοπικό επίπεδο. Αυτό αποδείχθηκε με την εφαρμογή παραμετρικού στατιστικού ελέγχου γραμμικής συσχέτισης των δεδομένων με χρήση του συντελεστή γραμμικής συσχέτισης του Pearson (Pearson's Linear Correlation Coefficients) (Rodgers and Nicewander, 1988) [(βαθμός κλίσης-βάθος

εδάφους, $R=0.54$, επίπεδο εμπιστοσύνης $\alpha=0.05$), (βάθος άροσης-ένταση χρήσης γης, $R=0.46$, επίπεδο εμπιστοσύνης $\alpha=0.05$), (τεχνικές άροσης-ένταση χρήσης γης, $R=0.82$, επίπεδο εμπιστοσύνης $\alpha=0.05$)]. Ολοκληρώνοντας η μέση ετήσια βροχόπτωση και το βάθος του εδάφους που διακρίθηκαν ως σημαντικοί δείκτες στο τοπικό επίπεδο πραγματικά είναι καθοριστικοί για τη μηχανική διάβρωση των αγροκτημάτων της Κρήτης αφού τα 77 από τα 100 σημεία παρουσιάζουν μέση ετήσια βροχόπτωση μικρότερη από 280 μέχρι 650 mm και τα υπόλοιπα 23 βροχόπτωση από 280 έως 650 mm. Επίσης το βάθος του εδάφους για τα συγκεκριμένα αγροκτήματα λαμβάνει τιμές από τρεις κλάσεις τιμών και συγκεκριμένα στο 55% των αγροκτημάτων καταγράφεται βάθος από 30 μέχρι 60 εκατοστά στο 24% μικρότερο από 15 εκατοστά και σε 17 αγροκτήματα καταγράστηκαν τιμές βάθους μεγαλύτερου των 100 εκατοστών.

Η καταπόνηση των φυτών λόγω μείωσης του διαθέσιμου νερού είναι ένα αίτιο υποβάθμισης στο οποίο παρατηρούμε ότι από τους δώδεκα (12) παράγοντες του περιφερειακού επιπέδου μόνο οι πέντε (5) επηρεάζουν ταυτόχρονα και το τοπικό επίπεδο. Ειδικότερα ταυτοποιήθηκαν ως σημαντικοί και στις δύο γεωγραφικές κλίμακες οι δείκτες της εποχικότητας των βροχοπτώσεων, του βαθμού της κλίσης των εδαφών, των μέτρων ελέγχου της διάβρωσης, της πυκνότητας του πληθυσμού, της εφαρμογής των μέτρων πολιτικής για την προστασία των πόρων και των εκτάσεων αδιαπέρατης επιφάνειας. Οι έξι (6) δείκτες που ενώ, σύμφωνα με τη στατιστική επεξεργασία, προσδιορίστηκαν ως κρίσιμοι για το περιφερειακό επίπεδο εν τούτοις δεν επηρεάζουν τη διεργασία της καταπόνησης των φυτών λόγω μείωσης του διαθέσιμου νερού σε τοπική κλίμακα είναι: η εκμετάλλευση των υπογείων υδάτων, η συχνότητα των πυρκαγιών, οι αποψιλωμένες εκτάσεις, η εγκατάλειψη των γαιών, η λειψυδρία και η μεταβολή των τουριστικών προτιμήσεων. Πέντε (5) βιοφυσικοί και τέσσερις (4) διαχειριστικοί παράγοντες δηλαδή η μέση ετήσια βροχόπτωση, η δυνητική εξατμισοδιαπνοή, ο δείκτης ξηρότητας, ο προσανατολισμός της κλίσης, το ποσοστό φυτικής κάλυψης του εδάφους, οι τεχνικές άροσης, ο έλεγχος της βόσκησης, η προστασία από πυρκαγιές και η ένταση χρήσης της γης που δεν επηρεάζουν τη διεργασία σε περιφερειακή κλίμακα, φαίνεται ότι είναι καθοριστικοί για το τοπικό επίπεδο. Εξετάζοντας βαθύτερα τις διαφοροποιήσεις των δεικτών μεταξύ του περιφερειακού και του τοπικού επιπέδου παρατηρείται ότι οι 4 από τους 6 δείκτες (εκτός της εκμετάλλευσης των υπογείων υδάτων και της λειψυδρίας) που δεν είναι σημαντικοί για το τοπικό επίπεδο αναφέρονται σε δεδομένα τα οποία είτε δεν παρουσιάζουν διακύμανση στις τιμές τους είτε η διακύμανση

τους είναι αμελητέα. Παραδείγματος χάριν η συχνότητα των πυρκαγιών και οι αποψιλωμένες εκτάσεις κατέγραψαν μέτριες τιμές στο 100% των αγροκτημάτων της κατηγορίας αυτής ενώ η μεταβολή των τουριστικών προτιμήσεων και η εγριατάλειψη των γαιών παρουσίασαν υψηλές και μικρές τιμές αντίστοιχα σε όλες τις θέσεις. Όπως και σε άλλες διεργασίες υποβάθμισης η εποχικότητα των βροχοπτώσεων είναι ένας παράγοντας που δεν παρουσιάζει διακυμάνσεις σε τοπικό επίπεδο αφού αναφέρεται στη μηνιαία κατανομή της βροχόπτωσης. Ολοκληρώνοντας η μέση ετήσια βροχόπτωση, η δυνητική εξατμισοδιαπνοή, ο δείκτης ξηρότητας, ο προσανατολισμός της κλίσης, το ποσοστό φυτικής κάλυψης, οι τεχνικές άρροσης, η προστασία από πυρκαγιές, ο έλεγχος της βόσκησης και η ένταση χρήσης της γης που διακριθήκαν ως σημαντικοί δείκτες στο τοπικό επίπεδο πραγματικά είναι καθοριστικοί για τη διεργασία της καταπόνησης των φυτών λόγω μείωσης του διαθέσιμου νερού. Ειδικότερα η μέση ετήσια βροχόπτωση στα 107 από τα 155 σημεία παρουσιάζεται μικρότερη από 280 μέχρι 650 mm και στα υπόλοιπα 48 καταγράφει τιμές από 280 έως 650 mm. Σύμφωνα με τις τιμές του δείκτη ξηρότητας το κλίμα διαφοροποιείται ελαφρώς μεταξύ των αγροκτημάτων τόσο των Χανίων, με 36 αγροκτήματα να εμφανίζονται πολύ ξηρά και 21 λιγότερο ξηρά, όσο και του Ηρακλείου με ανάλογες διαφοροποιήσεις. Οι τεχνικές άρροσης και η προστασία από πυρκαγιές λαμβάνουν τιμές από πολλές κλάσεις τιμών ενώ ο προσανατολισμός της κλίσης διακρίνει τα αγροκτήματα σε 70 με βόρειες και σε 85 με νότιες εκθέσεις. Το ποσοστό φυτικής κάλυψης των εδαφών λαμβάνει τιμές από τρεις κλάσεις τιμών διαφοροποιώντας τα αγροκτήματα (65 αγροκτήματα έχουν φυτοκάλυψη μεγαλύτερη από 75%, 60 αγροκτήματα από 50-75% και 16 αγροκτήματα από 25-50%). Ο έλεγχος της βόσκησης πραγματοποιείται σύμφωνα με τη βοσκοϊκανότητα των γαιών σε 87 αγροκτήματα, σε 18 αγροκτήματα χρησιμοποιούνται προστατευτικοί φράκτες και σε 50 αγροκτήματα δεν εφαρμόζεται έλεγχος στη βόσκηση. Η ένταση χρήσης της γης παρουσιάζεται υψηλή σε 82 αγροκτήματα, μέτρια σε 31 και μικρή σε 42.

2.10. Εφαρμογή της διερευνητικής μη παραμετρικής πολυμεταβλητής στατιστικής ανάλυσης στα δεδομένα των 171 ερωτηματολογίων των περιοχών μελέτης της Κρήτης

Έγινε σαφές στις προηγούμενες ενότητες ότι τα δεδομένα των 171 σημείων δειγματοληψίας της Κρήτης αντιμετωπίστηκαν στατιστικά όπως και τα δεδομένα των 1785 αγροκτημάτων

των 18 περιοχών μελέτης σε παγκόσμια κλίμακα. Η από κοινού στατιστική αντιμετώπιση των δύο δειγμάτων του περιφερειακού και του τοπικού επιπέδου επελέγη παρ'όλο που τα δύο δείγματα διαφέρουν σημαντικά στο πλήθος και ως εκ τούτου στο μεν πολυπληθές δείγμα θα άρμοζε να εφαρμοστεί παραμετρική στατιστική ανάλυση ενώ στο μικρότερο δείγμα μη παραμετρική. Προκειμένου να επιτευχθεί εξειδίκευση της μεθοδολογίας περιγραφής του κινδύνου ερημοποίησης από το περιφερειακό στο τοπικό επίπεδο ακολουθώντας τις ίδιες διαδικασίες, υιοθετήθηκε η παραδοχή της επέκτασης της εφαρμογής της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης σε πλήθος δεδομένων μικρότερο από το κρίσιμο όριο των Chasemi και Zahediasl (2012). Όμως για λόγους επιστημονικής ορθότητας η παρούσα μελέτη είναι ανάγκη να καλύψει μεθοδολογικά την περίπτωση ενδεχόμενων ενστάσεων απέναντι στην προηγούμενη παραδοχή και πιθανών ενδοιασμών για την εκτίμηση του κινδύνου ερημοποίησης μέσω των Π.Ε.Π. (Kosmas et al., 1999). Εξ' αυτού του λόγου αποφασίστηκε η υλοποίηση και παρουσίαση μιας διαφορετικής στρατηγικής στη στατιστική ανάλυση των δεδομένων στο τοπικό επίπεδο δηλαδή η εφαρμογή διερευνητικής μη παραμετρικής πολυμεταβλητής στατιστικής ανάλυσης στα δεδομένα των 171 σημείων δειγματοληψίας των περιοχών μελέτης της Κρήτης με χρήση της εκτιμώμενης στον αγρό ιδιότητας του βαθμού διάβρωσης (αντί του κινδύνου ερημοποίησης που υπολογίζεται συνδυαστικά μέσω των Π.Ε.Π., ενότητα 2.5) αποκλειστικά στις γεωργικές περιοχές και στους βοσκοτόπους που όπου η κύρια διεργασία υποβάθμισης που καθορίζει τον κίνδυνο ερημοποίησης είναι η διάβρωση των εδαφών. Η εν λόγω μεθοδολογία που παρουσιάζεται στην παρούσα ενότητα μπορεί να εφαρμοστεί σε τοπικό επίπεδο και σε πολύ μικρό πλήθος δεδομένων.

Η μη παραμετρική πολυμεταβλητή στατιστική μεταχείριση περιελάμβανε μη παραμετρικό κατά ζεύγη έλεγχο με χρήση του συντελεστή συσχέτισης Spearman (Spearman's Rank-order Correlation Test), ανάλυση κύριων συνιστωσών (Principal Component Analysis), γραμμική διακριτική ανάλυση (Linear Discriminant Analysis) και ανάλυση δένδρων ταξινόμησης (Classification Trees) (Kosmas et al., 2014). Η προαναφερόμενη στατιστική ανάλυση εφαρμόστηκε ενδεικτικά για τη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης των εδαφών στα δεδομένα των 100 θέσεων δειγματοληψίας των γεωργικών περιοχών και των 55 θέσεων δειγματοληψίας των βοσκοτόπων των περιοχών μελέτης της Κρήτης (Πίνακας 12). Οι υποψήφιοι δείκτες που συμμετέχουν στη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης είναι 48 και έχουν

καταγραφεί λεπτομερώς στον Πίνακα 5 με τη διαφορά ότι στη θέση του κινδύνου ερημοποίησης εισάγεται ο βαθμός διάβρωσης.

Ο μη παραμετρικός έλεγχος Spearman εφαρμόστηκε ως προκαταρκτική στατιστική ανάλυση για την κατά ζεύγη συσχέτιση καθενός από τους 47¹² υποψήφιους δείκτες με το βαθμό διάβρωσης. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 47 συγκρίσεις χρησιμοποιώντας τα δύο δείγματα των 100 και των 55 ερωτηματολογίων και ελέγχθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας $p < 0.001$ μετά την εφαρμογή διόρθωσης κατά Bonferroni για τις πολλαπλές συγκρίσεις. Οι υποψήφιοι δείκτες κατατάχθηκαν σύμφωνα με την ισχύ του συντελεστή Spearman. Η ανάλυση των κύριων συνιστωσών εφαρμόστηκε στους πίνακες που συνθέτουν οι 48 μεταβλητές (οι 47 υποψήφιοι δείκτες και ο δείκτης του βαθμού διάβρωσης των εδαφών) και τα δεδομένα των 100 και των 55 σημείων δειγματοληψίας των περιοχών μελέτης της Κρήτης αντίστοιχα. Η ανάλυση αυτή αποτελεί μια στατιστική τεχνική η οποία εφαρμόζεται σε ένα σύνολο δεδομένων με σκοπό να διερευνήσει τον αριθμό των ανεξάρτητων υποσυνόλων που μπορούν να δημιουργηθούν. Η συγκεκριμένη ανάλυση στόχευε στην εξερεύνηση των αδιόρατων σχέσεων μεταξύ των υποψήφιων δεικτών και του επιπέδου του βαθμού διάβρωσης. Στη συνέχεια διεξήχθη μια γραμμική διακριτική ανάλυση με τη χρησιμοποίηση μιας καινούριας μεταβλητής ομαδοποίησης των δεδομένων σε δύο επίπεδα βαθμού διάβρωσης [0: ανύπαρκτη έως ελαφρά διάβρωση (κλάσεις βαθμού διάβρωσης 1 έως 1.2) και 1: μέτρια έως πολύ σημαντική διάβρωση (κλάσεις βαθμού διάβρωσης 1.5 έως 2)]. Η επιλογή της γραμμικής διακριτικής ανάλυσης είχε ως στόχο την ταυτοποίηση και την κατάταξη ως προς τη σημαντικότητά τους των πλέον σχετικών δεικτών που επηρεάζουν σημαντικά τις καταστάσεις μικρού και σημαντικού βαθμού διάβρωσης των γαιών στις δύο διαφορετικές χρήσεις γης. Η διακριτική ανάλυση αναπτύχθηκε με τη χρήση μιας εμπρόσθιας βηματικής προσέγγισης και μόνο οι σημαντικές μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στο μοντέλο, σύμφωνα με το κριτήριο που προαναφέρθηκε, παρουσιάστηκαν και συζητήθηκαν. Ολοκληρώνοντας την περιγραφή της στατιστικής μεταχείρισης των δεδομένων η μη ιεραρχική ανάλυση του δένδρου ταξινόμησης των δεδομένων εφαρμόστηκε στους ίδιους πίνακες δεδομένων ώστε να απεικονισθούν

¹² Ο πίνακας 5 περιέχει τους 48 υποψήφιους δείκτες που συμμετέχουν στη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης με τον κίνδυνο ερημοποίησης να εκτιμάται από την κύρια διεργασία υποβάθμισης και τον τύπο της Περιβαλλοντικά Ευαίσθητης Περιοχής. Όμως όπως εξηγήθηκε παραπάνω, στην περίπτωση των γεωργικών περιοχών και των βοσκοτόπων του τοπικού επιπέδου όπου η κύρια διεργασία υποβάθμισης που καθορίζει τον κίνδυνο ερημοποίησης είναι η διάβρωση των εδαφών, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί ο εκτιμώμενος στον αγρό βαθμός διάβρωσης των εδαφών στη θέση του κινδύνου ερημοποίησης.

σχηματικά οι περισσότεροι σχετικοί με τις διεργασίες διάβρωσης δείκτες στις δύο χρήσεις γης.

2.11. Αποτελέσματα από την εφαρμογή της διερευνητικής μη παραμετρικής πολυμεταβλητής στατιστικής ανάλυσης στα δεδομένα των 171 ερωτηματολογίων των περιοχών μελέτης της Κρήτης

Τα αποτελέσματα της μη παραμετρικής κατά ζεύγη συσχέτισης μεταξύ του κινδύνου ερημοποίησης και των υποψήφιων δεικτών που συλλέχθηκαν στις γεωργικές περιοχές της Κρήτης (100 σημεία δειγματοληψίας) για τη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 19.

Πίνακας 18:¹³ Μη παραμετρικός κατά ζεύγη έλεγχος με χρήση του συντελεστή συσχέτισης Spearman μεταξύ του βαθμού διάβρωσης και των επιλεγμένων βιοφυσικών και κοινωνικοοικονομικών δεικτών στις γεωργικές περιοχές της Κρήτης για τη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης (οι δείκτες που επισημαίνονται με γραμματοσειρά έντονης γραφής δηλώνουν σημαντική συσχέτιση σε επίπεδο σημαντικότητας $p < 0.001$).

Δείκτης	Spearman ρ	Δείκτης	Spearman ρ
Εφαρμογή της πολιτικής	0.71	Ποσοστό αδρομερών υλικών της	-0.007
Ποσοστό φυτικής κάλυψης	0.56	Περίοδος εμφάνισης χρήσης γης	-0.02
Αποθήκευση του νερού απορροής	0.54	Εποχικότητα βροχοπτώσεων	-0.03
Κατεύθυνση άρσης	0.48	Πυκνότητα πληθυσμού	-0.03
Μέτρα διατήρησης του νερού του εδάφους	0.47	Μέγεθος εκμετάλλευσης	-0.06
Λειφορική καλλιέργεια	0.43	Δείκτης ξηρότητας	-0.10
Τεχνικές άρσης	0.42	Προστασία από πυρκαγιές	-0.11
Ένταση χρήσης γης	0.40	Προσανατολισμός της κλίσης	-0.17
Βάθος άρσης	0.39	Κύρια χρήση γης	-
Μέτρα ελέγχου της διάβρωσης των εδαφών	0.34	Δυνητική εξατμισοδιαπνοή	-
Βάθος εδάφους	0.32	Διαβρωτικότητα βροχοπτώσεων	-
Βαθμός της κλίσης της επιφανείας του εδάφους	0.30	Εκτάσεις αδιαπέρατης επιφανείας	-
Οργανική ουσία του επιφανειακού οριζοντα	0.29	Καμμένες εκτάσεις	-
Μητρικό υλικό	0.24	Ιδιοκτησιακό καθεστώς εκμετάλλευσης	-
Ποσοστό άρδευσης των αρόσιμων γαιών	0.23	Κατακερατισμός έκτασης εκμετάλλευσης	-
Συχνότητα άρσης	0.22	Καθαρό γεωργικό εισόδημα	-
Αποθηκευτική ικανότητα εδάφους σε νερό	0.12	Παράλληλη απασχόληση	-
Τύπος φυτικής κάλυψης	0.11	Ένταση της βόσκησης	-
Έκθεση προεξοχών βράχων στην επιφάνεια	0.10	Εγκατάλειψη γαιών	-
Παρουσία αναβαθμίδων	0.09	Ένταση τουρισμού	-
Κλάσεις κοκκομετρικής σύστασης	0.08	Δείκτης γήρανσης	-
Μέση ετήσια βροχοπτώση	0.07	Ρυθμός αύξησης πληθυσμού	-
Έλεγχος της βόσκησης	0.06	Επιδοτήσεις	-
Πυκνότητα αποστραγγιστικού δικτύου	0.004		

¹³ Οι δείκτες στους οποίους δεν αντιστοιχίζονται τιμές του συντελεστή Spearman είναι εκείνοι που εξαιρέθηκαν από το μη παραμετρικό κατά ζεύγη έλεγχο λόγω μη σημαντικής διακύμανσης.

Στον Πίνακα 19 οι δείκτες έχουν καταταχθεί με βάση το μέγεθος του συντελεστή συσχέτισης Spearman. Ένα σύνολο 16 από τους 47 υποψήφιους δείκτες συσχετίζονται σημαντικά με τον βαθμό διάβρωσης των εδαφών στις γεωργικές περιοχές του τοπικού επιπέδου. Η εφαρμογή της πολιτικής, το ποσοστό φυτικής κάλυψης, η αποθήκευση του νερού απορροής, η κατεύθυνση της άρροσης, τα μέτρα διατήρησης του νερού του εδάφους, η αειφορική καλλιέργεια, οι τεχνικές άρροσης, η ένταση χρήσης γης και το βάθος άρροσης φαίνεται να είναι οι δείκτες που σχετίζονται περισσότερο με το βαθμό διάβρωσης των εδαφών στα 100 αγροκτήματα των γεωργικών περιοχών της Κρήτης. Ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι βιοφυσικοί δείκτες και οι δείκτες διαχείρισης των γαιών συμμετέχουν σημαντικά στον κίνδυνο ερημοποίησης με την επικράτηση των δεικτών διαχείρισης των γαιών (10 από τους 16).

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία τα αποτελέσματα της μη παραμετρικής κατά ζεύγη συσχέτισης μεταξύ του βαθμού διάβρωσης και των υποψηφίων δεικτών που συλλέχθηκαν στους βοσκοτόπους της Κρήτης (55 σημεία δειγματοληψίας) για τη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 20.

Πίνακας 19:¹⁴ Μη παραμετρικός κατά ζεύγη έλεγχος με χρήση του συντελεστή συσχέτισης Spearman μεταξύ του βαθμού διάβρωσης και των επιλεγμένων βιοφυσικών και κοινωνικοοικονομικών δεικτών στους βοσκοτόπους της Κρήτης για τη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης (οι δείκτες που επισημαίνονται με γραμματοσειρά έντονης γραφής δηλώνουν σημαντική συσχέτιση σε επίπεδο σημαντικότητας $p < 0.001$).

Δείκτης	Spearman ρ	Δείκτης	Spearman ρ
Εφαρμογή της πολιτικής	0.74	Έκθεση προσεχών βράχων στην επιφάνεια	0.1
Μέτρα ελέγχου της διάβρωσης των εδαφών	0.69	Παρουσία αναβαθμίδων	0.09
Αποθήκευση του νερού απορροής	0.58	Συχνότητα άρροσης	0.07
Ποσοστό φυτικής κάλυψης	0.52	Κλάσεις κοκκομετρικής σύστασης	0.06
Βάθος εδάφους	0.51	Περίοδος εμφάνισης χρήσης γης	0.01
Αποθηκευτική ικανότητα εδάφους σε νερό	0.50	Μητρικό υλικό	-0.005
Ένταση χρήσης γης	0.49	Πυκνότητα πληθυσμού	-0.1
Ένταση της βόσκησης	0.46	Διαβρωτικότητα βροχοπτώσεων	-0.31
Δυνητική εξατμισοδιαπνοή	0.45	Δείκτης ξηρότητας	-0.49
Τεχνικές άρροσης	0.38	Καμμένες εκτάσεις	-0.52
Βάθος άρροσης	0.38	Κύρια χρήση γης	-
Κατεύθυνση άρροσης	0.38	Ιδιοκτησιακό καθεστώς εκμετάλλευσης	-
Αειφορική καλλιέργεια	0.38	Κατακερματισμός έκτασης εκμετάλλευσης	-
Εκτάσεις αδιαπέρατης επιφανείας	0.28	Καθαρό γεωργικό εισόδημα	-
Οργανική ουσία του επιφανειακού οριζοντι	0.26	Παράλληλη απασχόληση	-
Μέγεθος εκμετάλλευσης	0.20	Προστασία από πυρκαγιές	-
Τύπος φυτικής κάλυψης	0.19	Μέτρα διατήρησης του νερού του εδάφους	-
Έλεγχος της βόσκησης	0.19	Εγκατάλειψη γαιών	-
Ποσοστό αδρομερών υλικών της επιφανείας	0.18	Ποσοστό άρδευσης των αρόσιμων γαιών	-
Βαθμός της κλίσης της επιφανείας του εδάφους	0.17	Ένταση τουρισμού	-

¹⁴ Οι δείκτες στους οποίους δεν αντιστοιχίζονται τιμές του συντελεστή Spearman είναι εκείνοι που εξαιρέθηκαν από το μη παραμετρικό κατά ζεύγη έλεγχο λόγω μη σημαντικής διακύμανσης.

Μέση ετήσια βροχοπτώση	0.17	Δείκτης γήρανσης	-
Εποχικότητα βροχοπτώσεων	0.17	Ρυθμός αύξησης πληθυσμού	-
Πυκνότητα αποστραγγιστικού δικτύου	0.16	Επιδοτήσεις	-
Προσανατολισμός της κλίσης	0.12		

Στον Πίνακα 20 οι δείκτες έχουν καταταχθεί με βάση το μέγεθος του συντελεστή συσχέτισης Spearman. Ένα σύνολο 17 από τους 47 υποψήφιους δείκτες συσχετίζονται σημαντικά με τον κίνδυνο ερημοποίησης στους βοσκοτόπους του τοπικού επιπέδου. Η εφαρμογή της πολιτικής, τα μέτρα ελέγχου της διάβρωσης των εδαφών, η αποθήκευση του νερού της απορροής, το ποσοστό φυτικής κάλυψης, το βάθος του εδάφους, η αποθηκευτική ικανότητα του εδάφους σε νερό, η ένταση χρήσης της γης και η ένταση της βόσκησης καταγράφονται ως οι δείκτες που σχετίζονται περισσότερο με τον βαθμό διάβρωσης στα 55 αγροκτήματα των βοσκοτόπων της Κρήτης. Ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι οι βιοφυσικοί δείκτες και οι δείκτες διαχείρισης των γαιών συμμετέχουν σημαντικά στον κίνδυνο ερημοποίησης με την επικράτηση των δεικτών διαχείρισης (10 από τους 17).

Η προκαταρκτική ανάλυση έδειξε ότι ορισμένοι δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν στο παρόν κεφάλαιο της οικείας διατριβής συσχετίζονται εγγενώς και ότι μία και μόνο στατιστική ανάλυση δεν είναι δυνατόν να διακρίνει αποτελεσματικά τους πιο σημαντικούς από αυτούς που επηρεάζουν καθοριστικά τον βαθμό διάβρωσης των εδαφών. Ως εκ τούτου υιοθετήθηκε ένα πολυπαραγοντικό πλαίσιο που συγκεντρώνει όλους τους υποψήφιους δείκτες σε μια ανάλυση κύριων συνιστωσών. Η ανάλυση των κύριων συνιστωσών, για τα δεδομένα των 100 σημείων δειγματοληψίας των γεωργικών περιοχών της Κρήτης, με τη χρήση του κριτηρίου του Kaiser (1960) εξήγαγε πέντε παράγοντες που επεξηγούν συγκεντρωτικά το 57.5% της συνολικής διακύμανσης των δεδομένων. Με την εφαρμογή όμως του δεύτερου κριτηρίου που αναφέρεται στις σημαντικές τιμές φόρτισης των παραγόντων (Kaiser, 1974) τελικά επικρατούν τρεις παράγοντες που επεξηγούν το 45.8% της συνολικής διακύμανσης των δεδομένων (Πίνακας 21).

Πίνακας 20: Τιμές φόρτισης των τριών παραγόντων που εξήχθησαν από την ανάλυση κύριων συνιστωσών για τις γεωργικές περιοχές της Κρήτης [οι αριθμοί που επισημαίνονται με γραμματοσειρά έντονης γραφής δηλώνουν μέτριες έως εξαιρετικές φορτίσεις παραγόντων > |0.6| (Kaiser, 1974)].

Δείκτης	Παράγοντας 1	Παράγοντας 2	Παράγοντας 3
Βαθμός διάβρωσης των εδαφών	-0,553231	0,421700	-0,153985
Τύπος φυτικής κάλυψης	-0,523943	-0,683765	0,071459
Μέση ετήσια βροχοπτώση	0,174068	0,414860	0,656018
Δείκτης ξηρότητας	0,523943	0,683765	-0,071459
Εποχικότητα βροχοπτώσεων	0,071053	0,318333	0,830176

Μητρικό υλικό	-0,262490	0,157620	-0,096616
Ποσοστό αδρομερών υλικών στην επιφάνεια	-0,126386	-0,187940	0,079767
Προσανατολισμός της κλίσης	0,229462	0,136693	-0,104308
Βαθμός της κλίσης της επιφανείας του εδάφους	0,198390	0,487905	-0,342211
Βάθος εδάφους	0,144365	0,593581	-0,198855
Κοκκομετρική σύσταση	0,218367	0,249490	-0,074852
Αποθηκευτική ικανότητα εδάφους σε νερό	-0,067851	0,135886	-0,225762
Έκθεση προεξοχών βράχων στην επιφάνεια	-0,058804	0,096856	-0,457648
Οργανική ουσία	0,018027	0,616176	-0,021020
Ποσοστό φυτικής κάλυψης	-0,420463	0,344111	-0,236038
Πυκνότητα δικτύου αποστάγγισης	-0,199010	-0,378855	-0,287305
Μέγεθος εκμετάλλευσης	0,242365	0,491717	-0,269980
Τεχνικές άρροσης	-0,827723	0,248856	0,167725
Βάθος άρροσης	-0,632692	0,125094	0,071537
Κατεύθυνση άρροσης	-0,773487	-0,013183	0,040048
Έλεγχος της βόσκησης	-0,325958	-0,696409	0,067115
Προστασία από πυρκαγιές	0,283961	0,493706	-0,218064
Αειφορική καλλιέργεια	-0,871936	0,131053	0,129847
Μέτρα ελέγχου της διάβρωσης των εδαφών	-0,629006	0,490090	-0,070542
Μέτρα διατήρησης του νερού του εδάφους	-0,782291	0,231873	-0,170407
Παρουσία αναβαθμίδων	-0,355776	-0,073851	0,087695
Ένταση χρήσης γης	-0,850270	0,121932	0,162317
Περίοδος εμφάνισης υπάρχουσας χρήσης	-0,046448	0,061826	0,077815
Ποσοστό άρδευσης αρόσιμων γαιών	-0,732231	-0,194346	-0,168128
Αποθήκευση του νερού της απορροής	-0,775704	0,320628	0,030106
Πυκνότητα πληθυσμού	0,071053	0,318333	0,830176
Εφαρμογή της πολιτικής	-0,741311	0,347692	-0,015807
Συχνότητα άρροσης	-0,508181	-0,115403	-0,082740

Ο παραπάνω πίνακας κανονικά θα περιείχε 48 δείκτες επειδή προστέθηκε και ο δείκτης του βαθμού διάβρωσης των εδαφών ο οποίος δεν εισήχθη στη μη παραμετρική κατά ζεύγη συσχέτιση Spearman. Όμως κατά την εκτέλεση της ανάλυσης κυρίων συνιστωσών αποκλείστηκαν από τη διαδικασία (οι τιμές τους δεν παρουσίαζαν σημαντική διακύμανση) 15¹⁵ δείκτες και επομένως περιέχει τελικά 33 δείκτες. Ο πρώτος εξαγόμενος παράγοντας ο οποίος εξηγεί το 23.8% της συνολικής διακύμανσης σχετίζεται με δείκτες διαχείρισης των γαιών που περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων την αειφορική καλλιέργεια, την ένταση χρήσης γης, τις τεχνικές άρροσης και με μικρότερες τιμές φόρτισης τα μέτρα διατήρησης του νερού του εδάφους, την αποθήκευση του νερού της απορροής και την εφαρμογή πολιτικής. Ο δεύτερος εξαγόμενος παράγοντας που εξηγεί το 13.7% της

¹⁵ Κύρια χρήση γης, δυνητική εξαμισοδιαπνοή, διαβρωτικότητα βροχοπτώσεων, εκτάσεις αδιαπέρατης επιφάνειας, καμμένες εκτάσεις, ιδιοκτησιακό καθεστώς εκμετάλλευσης, κατακερματισμός έκτασης εκμετάλλευσης, καθαρό γεωργικό εισόδημα, παράλληλη απασχόληση, ένταση της βόσκησης, εγκατάλειψη γαιών, ένταση τουρισμού, δείκτης γήρανσης πληθυσμού, ρυθμός αύξησης πληθυσμού, επιδοτήσεις.

συνολικής διακύμανσης περιλαμβάνει τους δείκτες του τύπου φυτικής κάλυψης, του δείκτη ξηρότητας και της οργανικής ουσίας του επιφανειακού ορίζοντα. Ολοκληρώνοντας την ανάλυση κύριων συνιστωσών των γεωργικών περιοχών ο τρίτος εξαγόμενος παράγοντας που εξηγεί το 8.2% της συνολικής διακύμανσης περιλαμβάνει δύο σημαντικούς βιοφυσικούς παράγοντες την εποχικότητα των βροχοπτώσεων και τη μέση ετήσια βροχόπτωση αλλά και έναν κοινωνικοοικονομικό δείκτη την πυκνότητα του πληθυσμού.

Η συνέχεια της ανάλυσης των κύριων συνιστωσών, για τα δεδομένα των 55 σημείων δειγματοληψίας των βοσκοτόπων της Κρήτης, με τη χρήση του κριτηρίου του Kaiser (1960) εξήγαγε πέντε παράγοντες που επεξηγούν συγκριτικά το 62.9% της συνολικής διακύμανσης των δεδομένων. Με την εφαρμογή όμως του δεύτερου κριτηρίου που αναφέρεται στις σημαντικές τιμές φόρτισης των παραγόντων (Kaiser,1974) τελικά επικρατούν τέσσερις παράγοντες που επεξηγούν το 56.4% της συνολικής διακύμανσης των δεδομένων (Πίνακας 22).

Πίνακας 21: Τιμές φόρτισης των τεσσάρων παραγόντων που εξήχθησαν από την ανάλυση κύριων συνιστωσών για τους βοσκοτόπους της Κρήτης [οι αριθμοί που επισημαίνονται με γραμματοσειρά έντονης γραφής δηλώνουν μέτριες έως εξαιρετικές φορτίσεις παραγόντων > |0.6| (Kaiser, 1974)].

Δείκτης	Παράγοντας 1	Παράγοντας 2	Παράγοντας 3	Παράγοντας 4
Βαθμός διάβρωσης των εδαφών	-0,669776	0,367823	0,184647	0,159849
Τύπος φυτικής κάλυψης	-0,620015	-0,423076	0,017036	0,150469
Μέση ετήσια βροχόπτωση	-0,466461	-0,064451	-0,591874	0,388152
Δείκτης ξηρότητας	0,576597	0,005693	-0,714772	-0,069878
Δυνητική εξατμισοδιαπνοή	-0,821606	-0,123532	-0,054211	-0,109758
Εποχικότητα βροχοπτώσεων	-0,466461	-0,064451	-0,591874	0,388152
Διαβρωτικότητα βροχοπτώσεων	0,625354	0,136502	0,436042	0,160578
Μητρικό υλικό	-0,033352	0,290218	-0,395035	-0,516816
Ποσοστό αδρομερών υλικών στην επιφάνεια	-0,104280	0,076543	0,401938	0,158728
Προσανατολισμός της κλίσης	-0,240952	0,146516	0,200218	0,259976
Βαθμός της κλίσης της επιφάνειας	0,040315	0,230469	-0,195534	0,466319
Βάθος εδάφους	-0,119340	0,788073	-0,090114	0,146997
Κοκκομετρική σύσταση	0,275147	0,118267	0,301054	0,562501
Αποθηκευτική ικανότητα εδάφους σε νερό	-0,403451	0,518139	-0,381554	0,142371
Έκθεση προεξοχών βράχων στην επιφάνεια	0,195289	0,642103	-0,137907	0,203325
Οργανική ουσία	0,022492	0,653037	-0,086209	0,439081
Ποσοστό φυτικής κάλυψης	-0,236682	0,763644	0,087912	0,078383
Πυκνότητα δικτύου αποστάγγισης	-0,272193	-0,261934	0,479374	-0,112402
Εκτάσεις αδιαπέρατης επιφάνειας	-0,359039	0,287435	0,365464	-0,061512
Καμμένες εκτάσεις	0,789586	0,063880	-0,457561	0,006025
Μέγεθος εκμετάλλευσης	-0,065680	0,343635	0,141870	0,024301
Τεχνικές άρροσης	-0,780134	-0,425011	-0,080610	0,089545
Βάθος άρροσης	-0,780134	-0,425011	-0,080610	0,089545
Κατεύθυνση άρροσης	-0,780134	-0,425011	-0,080610	0,089545
Έλεγχος της βόσκησης	-0,124739	0,492148	-0,058416	-0,639342
Ένταση της βόσκησης	-0,604623	0,393913	-0,083085	-0,512937

Αειφορική καλλιέργεια	-0,780134	-0,425011	-0,080610	0,089545
Μέτρα ελέγχου της διάβρωσης των εδαφών	-0,805632	0,384934	0,083097	0,031267
Παρουσία αναβαθμίδων	-0,177309	0,018002	-0,220973	0,084722
Ένταση χρήσης γης	-0,653580	0,296542	0,121048	-0,417412
Περίοδος εμφάνισης υπάρχουσας χρήσης	0,084727	0,031104	-0,037246	-0,042687
Αποθήκευση του νερού της απορροής	-0,616668	0,198299	-0,157374	0,078094
Πυκνότητα πληθυσμού	-0,014225	-0,090076	-0,818211	-0,161383
Εφαρμογή της πολιτικής	-0,742524	0,480881	0,092848	0,014473
Συχνότητα άρωσης	-0,395687	-0,122695	0,107372	-0,014738

Ο παραπάνω πίνακας κανονικά θα περιείχε 48 δείκτες επειδή προστέθηκε και ο δείκτης του κινδύνου ερημοποίησης ο οποίος δεν εισήχθη στη μη παραμετρική κατά ζεύγη συσχέτιση Spearman. Όμως κατά την εκτέλεση της ανάλυσης κυρίων συνιστωσών αποκλείστηκαν από τη διαδικασία (οι τιμές τους δεν παρουσίαζαν σημαντική διακύμανση) 13¹⁶ δείκτες και με την εισαγωγή του κινδύνου ερημοποίησης ενσωματώνεται ουσιαστικά και ο βαθμός διάβρωσης (ενότητα 2.5) επομένως περιέχει τελικά 35 δείκτες. Ο πρώτος εξαγόμενος παράγοντας ο οποίος εξηγεί το 25.5% της συνολικής διακύμανσης σχετίζεται ταυτόχρονα με βιοφυσικούς και κοινωνικοοικονομικούς δείκτες που περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων τη δυνητική εξατμισοδιαπνοή, τα μέτρα ελέγχου της διάβρωσης των εδαφών, τις καμμένες εκτάσεις, τις τεχνικές άρωσης, την αειφορική καλλιέργεια, την εφαρμογή της πολιτικής και με μικρότερες τιμές φόρτισης το βαθμό διάβρωσης των εδαφών, την ένταση χρήσης γης, τη διαβρωτικότητα των βροχοπτώσεων, τον τύπο φυτικής κάλυψης και την αποθήκευση του νερού της απορροής. Ο δεύτερος εξαγόμενος παράγοντας που εξηγεί το 13.6% της συνολικής διακύμανσης περιλαμβάνει τους βιοφυσικούς δείκτες του βάθους του εδάφους, της έκθεσης προεξοχών βράχων, της οργανικής ουσίας, και του ποσοστού φυτικής κάλυψης. Ο τρίτος εξαγόμενος παράγοντας που εξηγεί το 10% της συνολικής διακύμανσης περιλαμβάνει τον δείκτη ξηρότητας και τον δείκτη της πυκνότητας του πληθυσμού. Ολοκληρώνοντας την ανάλυση κύριων συνιστωσών των γεωργικών περιοχών ο τέταρτος εξαγόμενος παράγοντας που εξηγεί το 7.1% της συνολικής διακύμανσης περιλαμβάνει έναν εξαιρετικά σημαντικό δείκτη διαχείρισης που δεν είναι άλλος από τον έλεγχο της βόσκησης.

¹⁶ Κύρια χρήση γης, ιδιοκτησιακό καθεστώς εκμετάλλευσης, κατακερματισμός έκτασης εκμετάλλευσης, καθαρό γεωργικό εισόδημα, παράλληλη απασχόληση, προστασία από πυρκαγιές, μέτρα διατήρησης του νερού του εδάφους, εγκατάλειψη γαιών, ποσοστό άρδευσης αρόσιμων γαιών, ένταση τουρισμού, δείκτης γήρανσης πληθυσμού, ρυθμός αύξησης πληθυσμού, επιδοτήσεις.

Μετά την εφαρμογή των μη παραμετρικών στατιστικών συσχετίσεων και της ανάλυσης κύριων συνιστωσών, ο αριθμός των δεικτών μειώθηκε αισθητά με την εκτέλεση βηματικής διακριτικής ανάλυσης η οποία στόχευε στην ταυτοποίηση των περισσότερων αποτελεσματικών δεικτών που διαφοροποιούν τα αγροκτήματα των γεωργικών περιοχών και τους βοσκοτόπους σύμφωνα με το παρατηρούμενο επίπεδο βαθμού διάβρωσης. Με την ολοκλήρωση της διακριτικής ανάλυσης για τα δεδομένα των 100 σημείων δειγματοληψίας των γεωργικών περιοχών της Κρήτης 16¹⁷ συνολικά δείκτες εισήχθησαν στο μοντέλο (Wilks $\lambda = 0.302$, $F_{(16,83)} = 11.953$, $p < 0.0001$) και κατατάχθηκαν στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 23).

Πίνακας 22: Αποτελέσματα της βηματικής διακριτικής ανάλυσης για τις γεωργικές περιοχές της Κρήτης που εφαρμόστηκε στα επίπεδα βαθμού διάβρωσης [0: ανύπαρκτη έως ελαφρά διάβρωση (κλάσεις βαθμού διάβρωσης 1 έως 1.2) και 1: μέτρια έως πολύ σημαντική διάβρωση (κλάσεις βαθμού διάβρωσης 1.5 έως 2)]

Δείκτες	Wilks λ	Partial λ	F to remove	p-level	1-Tolerance
Βαθμός της κλίσης της επιφανείας	0,352015	0,859752	13,53942	0,000414	0,442986
Αποθήκευση του νερού της απορροής	0,338710	0,893527	9,89031	0,002306	0,443232
Εφαρμογή της πολιτικής	0,328751	0,920594	7,15915	0,008983	0,492108
Έλεγχος της βόσκησης	0,320350	0,944737	4,85513	0,030335	0,658971
Βάθος άρωσης	0,317893	0,952039	4,18131	0,044041	0,412247
Πυκνότητα πληθυσμού	0,316828	0,955239	3,88921	0,051928	0,634887
Προστασία από πυρκαγιές	0,316683	0,955674	3,84969	0,053106	0,566377
Ποσοστό φυτοκάλυψης	0,316679	0,955688	3,84848	0,053143	0,397977
Μέτρα διατήρησης του νερού του εδάφους	0,313165	0,966410	2,88490	0,093159	0,634210
Προσανατολισμός της κλίσης	0,311475	0,971655	2,42125	0,123504	0,130532
Μέση ετήσια βροχόπτωση	0,311221	0,972448	2,35159	0,128959	0,759080
Έκθεση προεξοχών βράχων στην επιφάνεια	0,309962	0,976397	2,00640	0,160379	0,150700
Μέτρα ελέγχου της διάβρωσης των εδαφών	0,307734	0,983466	1,39535	0,240877	0,592327
Ποσοστό άρδευσης αρόσιμων γαιών	0,305701	0,990008	0,83772	0,362702	0,669654
Περίοδος εμφάνισης υπάρχουσας χρήσης	0,305197	0,991641	0,69962	0,405313	0,181256
Τύπος φυτικής κάλυψης	0,302867	0,999269	0,06068	0,806029	0,788085

Βιοφυσικοί δείκτες σε συνδυασμό με παράγοντες διαχείρισης γαιών, που απεικονίζουν τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά της γεωργικής δραστηριότητας σε τοπικό επίπεδο (βαθμός της κλίσης της επιφανείας του εδάφους, αποθήκευση του νερού της απορροής, εφαρμογή πολιτικής, έλεγχος της βόσκησης, βάθος άρωσης) ταυτοποιήθηκαν ως

¹⁷ Οι δείκτες: κύρια χρήση γης, δυνητική εξατμισοδιαπνοή, διαβρωτικότητα βροχοπτώσεων, εκτάσεις αδιαπέρατης επιφανείας, καμμένες εκτάσεις, ιδιοκτησιακό καθεστώς εκμετάλλευσης, κατακερματισμός έκτασης εκμετάλλευσης, καθαρό γεωργικό εισόδημα, παράλληλη απασχόληση, ένταση της βόσκησης, εγκατάλειψη γαιών, ένταση τουρισμού, δείκτης γήρανσης, ρυθμός αύξησης πληθυσμού και επιδοτήσεις δεν είχαν σημαντική διακύμανση.

οι πιο αποτελεσματικοί δείκτες για τη διάκριση των αγροκτημάτων στα δύο επίπεδα βαθμού διάβρωσης. Είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον το γεγονός ότι η εφαρμογή της πολιτικής αναγνωρίστηκε ως σημαντική μεταβλητή στο μοντέλο επισημαίνοντας ότι όταν τα περιβαλλοντικά μέτρα εφαρμόζονται με σωστό τρόπο, σε τοπικό επίπεδο ή σε επίπεδο αγροκτήματος, ασκούν θετική επίδραση στις διεργασίες της διάβρωσης των εδαφών και κατά επέκταση στην ερημοποίηση. Η πυκνότητα του πληθυσμού, η προστασία από πυρκαγιές, το ποσοστό φυτοκάλυψης, τα μέτρα διατήρησης του νερού του εδάφους, ο προσανατολισμός της κλίσης και η μέση ετήσια βροχόπτωση επίσης εισήχθησαν στο μοντέλο με αρκετά σημαντικούς συντελεστές επιβεβαιώνοντας προηγούμενα αποτελέσματα. Η περίοδος εμφάνισης υπάρχουσας χρήσης και ο τύπος φυτικής κάλυψης κατατάχθηκαν χαμηλά στον κατάλογο των σημαντικών δεικτών γεγονός που υποδηλώνει ότι ο κίνδυνος ερημοποίησης των γεωργικών περιοχών επηρεάζεται σε μικρό βαθμό από μεταβολές των δεικτών αυτών σε τοπικό επίπεδο. Ωστόσο οι σχέσεις που προαναφέρθηκαν θα διευκρινίζονταν καλύτερα στην περίπτωση ανάλυσης χρονοσειράς των δεδομένων.

Μετά την εφαρμογή της διακριτικής ανάλυσης στα δεδομένα των 55 σημείων δειγματοληψίας των βοσκοτόπων της Κρήτης 14¹⁸ συνολικά δείκτες εισήχθησαν στο μοντέλο ($Wilks \lambda = 0.169$, $F_{(14,40)} = 13.988$, $p < 0.0001$) και κατατάχθηκαν στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 24).

Πίνακας 23: Αποτελέσματα της βηματικής διακριτικής ανάλυσης για τους βοσκοτόπους της Κρήτης που εφαρμόστηκε στα επίπεδα βαθμού διάβρωσης [0: ανύπαρκτη έως ελαφρά διάβρωση (κλάσεις βαθμού διάβρωσης 1 έως 1.2) και 1: μέτρια έως πολύ σημαντική διάβρωση (κλάσεις βαθμού διάβρωσης 1.5 έως 2)].

Δείκτες	Wilks λ	Partial λ	F to remove	p-level	1-Tolerance
Βαθμός της κλίσης της επιφανείας	0,248437	0,682720	18,58913	0,000103	0,462843
Μέτρα ελέγχου της διάβρωσης των εδαφών	0,211057	0,803638	9,77366	0,003293	0,562076
Εφαρμογή της πολιτικής	0,209748	0,808652	9,46503	0,003769	0,578858
Αποθηκευτική ικανότητα εδάφους σε νερό	0,203135	0,834978	7,90544	0,007599	0,725464
Παρουσία αναβαθμίδων	0,191759	0,884513	5,22263	0,027672	0,284000
Πυκνότητα πληθυσμού	0,187333	0,905407	4,17903	0,047548	0,320995
Έλεγχος της βόσκησης	0,186777	0,908104	4,04782	0,050998	0,654427
Έκθεση προεξοχών βράχων στην επιφάνεια	0,186576	0,909083	4,00038	0,052312	0,476801
Τύπος φυτικής κάλυψης	0,185753	0,913108	3,80642	0,058086	0,620678
Μέγεθος εκμετάλλευσης	0,185385	0,914921	3,71962	0,060895	0,324531

¹⁸ Οι δείκτες: κύρια χρήση γης, ιδιοκτησιακό καθεστώς εκμετάλλευσης, κατακερματισμός έκτασης εκμετάλλευσης, καθαρό γεωργικό εισόδημα, παράλληλη απασχόληση, προστασία από πυρκαγιές, μέτρα διατήρησης του νερού του εδάφους, εγκατάλειψη γαιών, ποσοστό άρδευσης αρόσιμων γαιών, ένταση τουρισμού, δείκτης γήρανσης, ρυθμός αύξησης πληθυσμού και επιδοτήσεις δεν είχαν σημαντική διακύμανση.

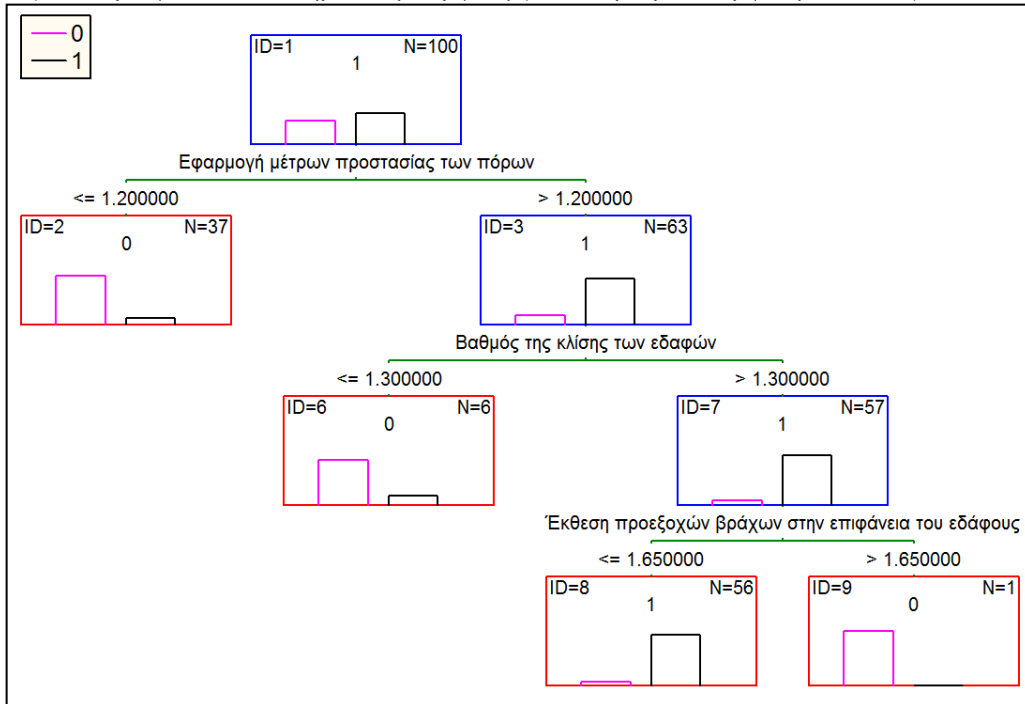
Βάθος εδάφους	0,177501	0,955558	1,86034	0,180212	0,737876
Τεχνικές άρωσης	0,175714	0,965278	1,43884	0,237384	0,559626
Μητρικό υλικό	0,174026	0,974641	1,04075	0,313778	0,398904
Ένταση της βόσκησης	0,169619	0,999967	0,00132	0,971189	0,664158

Όπως γίνεται φανερό από τον παραπάνω πίνακα οι βιοφυσικοί δείκτες και οι δείκτες διαχείρισης συμμετέχουν περίπου κατά ίσα ποσοστά στη διάκριση των βοσκοτόπων στα δύο επίπεδα βαθμού διάβρωσης. Συγκεκριμένα ο βαθμός της κλίσης της επιφανείας του εδάφους, τα μέτρα ελέγχου της διάβρωσης των εδαφών, η εφαρμογή της πολιτικής και η αποθηκευτική ικανότητα του εδάφους σε νερό αποτελούν την πρώτη ομάδα δεικτών που εισήχθησαν στο μοντέλο με βάση τη σημαντικότητα των συντελεστών τους. Η παρουσία αναβαθμίδων, η πυκνότητα του πληθυσμού, ο έλεγχος της βόσκησης, η έκθεση προεξοχών βράχων στην επιφάνεια, ο τύπος φυτικής κάλυψης και το μέγεθος της εκμετάλλευσης επίσης εισήχθησαν στο μοντέλο με αρκετά σημαντικούς συντελεστές. Η ένταση της βόσκησης κατατάχθηκε χαμηλά στον κατάλογο των σημαντικών δεικτών γεγονός που υποδηλώνει ότι η διάβρωση των βοσκοτόπων επηρεάζεται σε μικρό βαθμό από μεταβολές του συγκεκριμένου δείκτη σε τοπικό επίπεδο. Αν και αντιφατική η προηγούμενη διαπίστωση είναι απολύτως λογική καθώς σε τοπικό επίπεδο η ένταση της βόσκησης παρουσιάζεται υψηλή στους 44 από τους 55 βοσκοτόπους. Ωστόσο οι σχέσεις που προαναφέρθηκαν θα διευκρινίζονταν καλύτερα στην περίπτωση ανάλυσης χρονοσειράς των δεδομένων.

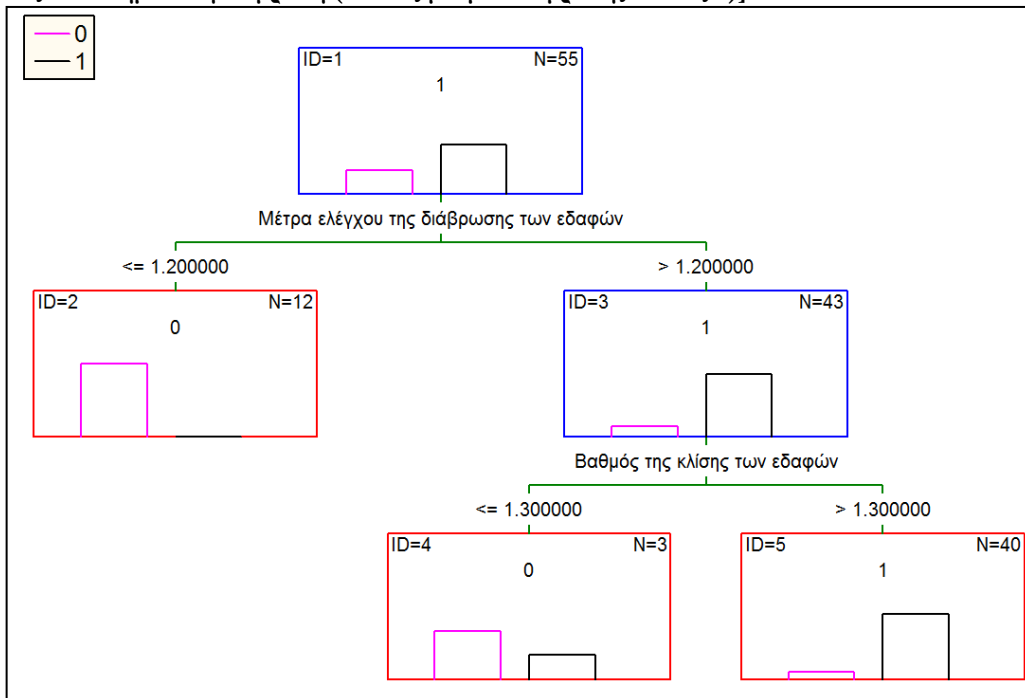
Το διάγραμμα που ακολουθεί (Διάγραμμα 2) παρουσιάζει το δένδρο ταξινόμησης που διαιρεί τα εξεταζόμενα αγροκτήματα των γεωργικών περιοχών του τοπικού επιπέδου σε ομογενείς ομάδες βάσει των δεικτών που συμμετέχουν στη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης. Η ανάλυση αυτή επιβεβαιώνει εν μέρει τα αποτελέσματα της διακριτικής ανάλυσης και αναδεικνύει ως τον πιο σημαντικό δείκτη την εφαρμογή της πολιτικής που διαιρεί το δείγμα σε δύο υποκατηγορίες αγροκτημάτων ανύπαρκτης έως ελαφράς διάβρωσης (n=37) και μέτριας έως πολύ σημαντικής διάβρωσης (n=63). Ο αριστερός βραχίονας του παρακάτω διαγράμματος απεικονίζει την ομάδα των αγροκτημάτων που αντιμετωπίζουν ανύπαρκτη έως ελαφρά διάβρωση ενώ ο δεξιός βραχίονας απεικονίζει τα αγροκτήματα που αντιμετωπίζουν μέτρια έως πολύ σημαντική διάβρωση και υποδιαιρούνται σε δύο υποομάδες σύμφωνα με τον βαθμό της κλίσης των εδαφών όπου σε κλίσεις μεγαλύτερες του 6% η έκθεση προεξοχών βράχων στην επιφάνεια

του εδάφους αποδείχθηκε ως ο πιο κρίσιμος δείκτης που διακρίνει τα αγροκτήματα στα δύο παρατηρούμενα επίπεδα βαθμού διάβρωσης.

Διάγραμμα 2: Δένδρο ταξινόμησης που παρουσιάζει τους πιο σημαντικούς δείκτες του φαινομένου της ερημοποίησης των γαιών για τα 100 υπο εξέταση αγροκτήματα των γεωργικών περιοχών της Κρήτης στα δύο επίπεδα βαθμού διάβρωσης [0: ανύπαρκτη έως ελαφρά διάβρωση (κλάσεις βαθμού διάβρωσης 1 έως 1.2) και 1: μέτρια έως πολύ σημαντική διάβρωση (κλάσεις βαθμού διάβρωσης 1.5 έως 2)]



Διάγραμμα 3: Δένδρο ταξινόμησης που παρουσιάζει τους πιο σημαντικούς δείκτες του φαινομένου της ερημοποίησης των γαιών για τους 55 υπο εξέταση βοσκοτόπους της Κρήτης στα δύο επίπεδα βαθμού διάβρωσης [0: ανύπαρκτη έως ελαφρά διάβρωση (κλάσεις βαθμού διάβρωσης 1 έως 1.2) και 1: μέτρια έως πολύ σημαντική διάβρωση (κλάσεις βαθμού διάβρωσης 1.5 έως 2)]



Το προηγούμενο διάγραμμα (Διάγραμμα 3) παρουσιάζει το δένδρο ταξινόμησης που διαιρεί τους εξεταζόμενους βοσκοτόπους του τοπικού επιπέδου σε ομογενείς ομάδες βάσει των δεικτών που συμμετέχουν στη διεργασία της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης. Η ανάλυση αυτή αναδεικνύει ως τον πιο σημαντικό δείκτη τα μέτρα ελέγχου της διάβρωσης των εδαφών που διαιρεί το δείγμα σε δύο υποκατηγορίες βοσκοτόπων ανύπαρκτης έως ελαφράς διάβρωσης (n=12) και μέτριας έως πολύ σημαντικής διάβρωσης (n=43). Ο αριστερός βραχίονας του παραπάνω διαγράμματος απεικονίζει την ομάδα των βοσκοτόπων που αντιμετωπίζουν ανύπαρκτη έως ελαφρά διάβρωση ενώ ο δεξιός βραχίονας απεικονίζει τους βοσκοτόπους που αντιμετωπίζουν μέτρια έως πολύ σημαντική διάβρωση και υποδιαιρούνται σε δύο υποομάδες σύμφωνα με τον βαθμό της κλίσης των εδαφών.

2.12. Συμπεράσματα - Συζήτηση

Η μεθοδολογία προσδιορισμού δεικτών για την εκτίμηση του κινδύνου ερημοποίησης των γαιών σε περιφερειακό επίπεδο ή του βαθμού διάβρωσης των εδαφών σε τοπικό επίπεδο που παρουσιάστηκε στο παρόν κεφάλαιο, αποτελεί ένα αποτελεσματικό σύστημα κανόνων και διαδικασιών για τη λήψη αποφάσεων περιβαλλοντικής διαχείρισης. Όπως αναλύθηκε στις προηγούμενες ενότητες η διαδικασία παρακολούθησης της κατάστασης των γαιών μέσω των δεικτών ερημοποίησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ένα ευρύτατο φάσμα ενδιαφερομένων. Αυτό καθίσταται εφικτό διότι η προσέγγιση που παρουσιάστηκε καλύπτει ταυτόχρονα την περίπτωση σημαντικού αριθμού δεικτών χαρτογραφημένων σε μεγάλο δείγμα αγροκτημάτων περιφερειακής κλίμακας και την περίπτωση σημαντικού αριθμού δεικτών χαρτογραφημένων σε μικρό δείγμα αγροκτημάτων τοπικής κλίμακας. Η καινοτομία της προτεινόμενης προσέγγισης βασίζεται στη διερευνητική στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε για την αξιοποίηση των υποψήφιων δεικτών και στο γεγονός ότι τα δεδομένα των δεικτών συλλέχθηκαν σε περιφερειακή και τοπική κλίμακα αντιπροσωπεύοντας ποικίλα οικολογικά και κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά.

Στον πίνακα 24 καταγράφονται οι σημαντικοί δείκτες ανά διεργασία ή αίτιο υποβάθμισης σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο για όλες τις στατιστικές αναλύσεις που εφαρμόστηκαν. Από τον συγκεντρωτικό αυτόν πίνακα που αποτελεί την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της προαναφερόμενης μεθοδολογίας είναι εύκολο να διακρίνει κανείς

άμεσα ποιοί είναι οι σημαντικοί δείκτες των διεργασιών ή των αιτιών υποβάθμισης σε περιφερειακό ή τοπικό επίπεδο και ποιοί επηρεάζουν ταυτόχρονα τις διεργασίες και στις δύο γεωγραφικές κλίμακες. Επίσης μέσω του πίνακα γίνεται άμεσα εύληπτη η πληροφορία των αποτελεσμάτων της διερευνητικής μη παραμετρικής στατιστικής ανάλυσης που διεξήχθη στα αγροκτήματα του τοπικού επιπέδου για την εκτίμηση των σημαντικών δεικτών του κινδύνου ερημοποίησης λόγω επιφανειακής υδατικής διάβρωσης.

Επομένως συνοπτικά και συγκεντρωτικά, μέσω του παρακάτω πίνακα (Πίνακας 24), είναι εύκολο να παρατηρήσει οποιοσδήποτε ενδιαφερόμενος ότι η εποχικότητα των βροχοπτώσεων αποτελεί ιδιαίτερα σημαντικό δείκτη ερημοποίησης των γαιών στο περιφερειακό επίπεδο στις 4 από τις 6 διεργασίες υποβάθμισης ενώ το ποσοστό φυτοκάλυψης των γαιών επηρεάζει την ερημοποίηση στις 3 από τις 6 διεργασίες της περιφερειακής κλίμακας. Αξίζει να επισημανθεί ότι ο δείκτης της εφαρμογής μέτρων πολιτικής για την προστασία των πόρων και η ένταση χρήσης της γης είναι οι πιο καθοριστικοί παράγοντες για τις διεργασίες υποβάθμισης των εδαφών του περιφερειακού και του τοπικού επιπέδου καθώς επηρεάζουν σημαντικά τον κίνδυνο ερημοποίησης των γαιών στις 4 από τις 6 (εφαρμογή μέτρων) και στις 3 από τις 6 (ένταση χρήσης) διεργασίες υποβάθμισης περιφερειακής κλίμακας. Στην τοπική κλίμακα αναφοράς η εφαρμογή μέτρων προστασίας και η ένταση χρήσης της γης επηρεάζουν τις 3 από τις 4 και όλες τις διεργασίες υποβάθμισης αντίστοιχα. Συνεπώς η ένταση χρήσης γής μαζί με την μέση ετήσια βροχόπτωση που ακολουθεί καθίστανται οι πιο σημαντικοί παράγοντες για την ερημοποίηση των γαιών στο τοπικό επίπεδο. Επίσης από τον παραπάνω πίνακα είναι δυνατόν να διακριθούν ορισμένοι ειδικοί δείκτες που επηρεάζουν συγκεκριμένες διεργασίες υποβάθμισης του περιφερειακού επιπέδου όπως η εκμετάλλευση των υπογείων υδάτων στην καταπόνηση των φυτών λόγω υδατικού ελλείμματος και στην αλάτωση των εδαφών ή οι δείκτες της ποιότητας του ύδατος, της συχνότητας των πλημμυρών, του ποσοστού άρδευσης των αρόσιμων γαιών, της πυκνότητας του πληθυσμού και της απόστασης από την ακτογραμμή μόνο για τη διεργασία της αλάτωσης των εδαφών.

Πίνακας 24: Συγκριτικός συγκριτικός πίνακας των σημαντικών δεικτών του κινδύνου ερημοποίησης ανά διεργασία ή αίτιο υποβάθμισης σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο για όλες τις στατιστικές αναλύσεις.

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΕΙΚΤΕΣ	ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ							ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ SPEARMAN		ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΡΙΩΝ ΣΥΝΙΣΤΩΣΩΝ		ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ		ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΝΔΡΩΝ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ	
	ΕΠ.ΥΔΑΤ. ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ	ΕΠ.ΥΔΑΤ. ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΒΟΣΚΟ- ΤΟΠΩΝ	ΜΗΧΑ- ΝΙΚΗ ΔΙΑΒΡ- ΩΣΗ	ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΛΟΓΩ ΥΔΑΤ. ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ	ΥΠΕΡ- ΒΟΣΚΗΣΗ	ΛΑΔΩ- ΣΗ	ΕΠ.ΥΔΑΤ. ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ	ΕΠ.ΥΔΑΤ. ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΒΟΣΚΟ- ΤΟΠΩΝ	ΕΠ.ΥΔΑΤ. ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ	ΕΠ.ΥΔΑΤ. ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΒΟΣΚΟ- ΤΟΠΩΝ	ΕΠ.ΥΔΑΤ. ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ	ΕΠ.ΥΔΑΤ. ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΒΟΣΚΟ- ΤΟΠΩΝ	ΕΠ.ΥΔΑΤ. ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ	ΕΠ.ΥΔΑΤ. ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΒΟΣΚΟ- ΤΟΠΩΝ	
Μέση ετήσια βροχόπτωση	x	x		x					Γ		11				
Δυνητική εξατμισοδιαπνοή			x				x	9	A						
Εποχικότητα βροχοπτώσεων	x		x				x		Γ						
Διαβρωτικότητα βροχοπτώσεων							x			A					
Βάθος εδάφους	x	x	x		x			11	5		B		11		
Βάθος άροσης			x		x			9	10	A	A	5			
Εκμετάλλευση υπηρεσιών υδάτων							x								
Δείκτης ξηρότητας										B	Γ				
Μητρικό υλικό					x								13		
Προσανατολισμός κλίσης	x	x		x								10			
Βαθμός κλίσης	x			x			x	12				1	1	2	
Κοκκομετρική σύσταση			x												
Οργανική ουσία	x				x			13		B	B				
Ποσοστό αδρομερών υλικών		x													
Έκθεση προεξοχών βράχων				x							B	12	8	3	
Κύρια χρήση γης					x										
Τύπος φυτικής κάλυψης	x	x								B	A	16	9		
Ποσοστό φυτοκάλυψης	x	x	x				x	2	4		B	8			
Δείκτης εκμηχάνισης					x										
Συχνότητα							x								
Αποψλωμένες εκτάσεις							x								
Μέγεθος εκμετάλλευσης													10		
Κατεύθυνση άροσης			x					4	10	A	A				
Τεχνικές άροσης	x	x			x			7	10	A	A		12		
Ποιότητα ύδατος															
Συχνότητα πλημμυρών															

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗΣ															
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ						ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ SPEARMAN		ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΡΙΩΝ ΣΥΝΙΣΤΩΣΩΝ		ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ		ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΝΔΡΩΝ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ		
	ΔΕΙΚΤΕΣ	ΕΠ.ΥΔΑΤ. ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ	ΕΠ.ΥΔΑΤ. ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΒΟΣΚΟΤΟΠΩΝ	ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ	ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΛΟΓΩ ΥΔΑΤ. ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ	ΥΠΕΡ-ΒΟΣΚΗΣΗ	ΛΑΛΩ-ΣΗ	ΕΠ.ΥΔΑΤ. ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ	ΕΠ.ΥΔΑΤ. ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΒΟΣΚΟΤΟΠΩΝ	ΕΠ.ΥΔΑΤ. ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ	ΕΠ.ΥΔΑΤ. ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΒΟΣΚΟΤΟΠΩΝ	ΕΠ.ΥΔΑΤ. ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ	ΕΠ.ΥΔΑΤ. ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΒΟΣΚΟΤΟΠΩΝ	ΕΠ.ΥΔΑΤ. ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ	ΕΠ.ΥΔΑΤ. ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΒΟΣΚΟΤΟΠΩΝ
Έλεγχος βόσκησης		x	x				x	x				Δ		4	7
Ένταση βόσκησης									8			Α			14
Καμμένες εκτάσεις			x									Α			
Προστασία από πυοκαυτές Δειφορική καλλιέργεια	x													7	
Μέτρα ελέγχου διαβρώσεων				x			x	x	10	2	Α	Α		13	2
Μέτρα διατήρησης του νερού			x						5		Α			9	
Παρουσία αναβαθμίδων	x				x										5
Εγκατάλειψη γαιών	x						x								
Ένταση χρήσης γης	x	x	x	x	x		x		8	7	Α	Α			
Ποσοστό άρδευσης αρόσιμων γαιών											Α			14	
Αποθήκευση νερού απορροής Δειψοδρία	x		x						3	3	Α	Α		2	
Ένταση τουρισμού			x												
Μεταβολή τουριστικής προτίμησης							x								
Πυκνότητα πληθυσμού							x	x			Γ	Γ		6	6
Παράλληλη απασχόληση	x														
Επιδότησεις	x		x												
Εφαρμογή μέτρων πολιτικής	x	x	x		x	x	x	x	1	1	Α	Α		3	3
Περίοδος εμφάνισης χρήσης		x	x											15	
Εκτάσεις αδιαπέρατης επιφάνειας				x			x								
Αποθρεπτική ικανότητα εδάφους σε νερό										6				4	
Βαθμός διάβρωσης												Α			
Υδρομορφία								x							
Κατακερματισμός έκτασης								x							
Ιδιοκτησιακό καθεστώς															
Απόσταση από ακτογραμμή															

Όσον αφορά στα αποτελέσματα της διερευνητικής μη παραμετρικής στατιστικής ανάλυσης που εφαρμόστηκε στα δεδομένα των αγροκτημάτων του τοπικού επιπέδου παρατηρούνται τα ακόλουθα. Η εφαρμογή μέτρων πολιτικής για την προστασία των πόρων κατατάχθηκε ως ο πιο ισχυρά συσχετιζόμενος με την ερημοποίηση των γαιών δείκτης στην επιφανειακή υδατική διάβρωση των γεωργικών περιοχών και των βοσκοτόπων του τοπικού επιπέδου σε 3 από τις 4 στατιστικές αναλύσεις. Ακολουθούν ο δείκτης της αποθήκευσης του νερού της απορροής ο οποίος επηρεάζει ισχυρά την επιφανειακή υδατική διάβρωση των γεωργικών περιοχών στις 3 από τις 4 στατιστικές επεξεργασίες και ο βαθμός της κλίσης των εδαφών ο οποίος κατατάσσεται υψηλά σε 2 από τις 4 στατιστικές μεταχειρίσεις. Ολοκληρώνοντας αυτή την ενδεικτική ανασκόπηση των συγκεντρωτικών αποτελεσμάτων του κεφαλαίου είναι σημαντικό να αναφερθούν κάποιες ομάδες δεικτών που προκύπτουν από την ανάλυση κύριων συνιστωσών και οι οποίες είναι δυνατόν να θεωρηθούν ως σύνθετοι δείκτες που επηρεάζουν τον κίνδυνο ερημοποίησης των γαιών σε τοπικό επίπεδο. Παρατηρείται ότι το βάθος του εδάφους, οι τεχνικές και η κατεύθυνση της άρωσης, τα μέτρα ελέγχου των διαβρώσεων, η ένταση χρήσης της γης, η αποθήκευση του νερού της απορροής και η εφαρμογή μέτρων πολιτικής για την προστασία των πόρων λειτουργούν ως η πιο σημαντική ομάδα παραγόντων που επηρεάζει τη διάβρωση των αγροκτημάτων και των βοσκοτόπων του τοπικού επιπέδου. Επίσης το βάθος του εδάφους, η οργανική ουσία του επιφανειακού οριζοντα, το ποσοστό φυτικής κάλυψης των εδαφών και η έκθεση προεξοχών βράχων στην επιφάνεια του εδάφους αποτελούν τη δεύτερη πιο σημαντική ομάδα στην επιφανειακή υδατική διάβρωση των βοσκοτόπων της τοπικής κλιμακας αναφοράς.

Η μεθοδολογία που παρουσιάζεται στο οικείο κεφάλαιο υποστηρίζει ότι η προσεκτική επιλογή δεικτών και η κατάλληλη στατιστική μεταχείρισή τους είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του κινδύνου ερημοποίησης των γαιών σε περιοχές διαφορετικής περιβαλλοντικής ευαισθησίας όταν αναφερόμαστε σε περιφερειακή κλίμακα και για την εκτίμηση του κινδύνου ερημοποίησης μέσω του βαθμού διάβρωσης στις περιπτώσεις που η διεργασία υποβάθμισης του τοπικού επιπέδου που καθορίζει τον κίνδυνο ερημοποίησης είναι η επιφανειακή υδατική διάβρωση. Βέβαια θα μπορούσε να υποστηριχθεί και η άποψη ότι η παρούσα μεθοδολογία που αναπτύχθηκε για το τοπικό επίπεδο και για την επιφανειακή υδατική διάβρωση είναι δυνατόν να επεκταθεί σε όλες τις διεργασίες υποβάθμισης των κεκλιμένων τοπικών περιοχών καθώς σύμφωνα με τους

Symeonakis et al. (2004) η διάβρωση των εδαφών φαίνεται να αποτελεί το τελικό αποτέλεσμα όλων των διεργασιών υποβάθμισης των εδαφών.

Αυτό πάντως που καθίσταται σαφές δια του παρόντος κεφαλαίου είναι το γεγονός ότι ένας μικρός σχετικά αριθμός δεικτών που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών και αναφέρονται στις συνθήκες του φυσικού περιβάλλοντος και στις ανθρώπινες παρεμβάσεις, αποδεικνύεται τελικά σημαντικός για το φαινόμενο και μπορεί εύκολα να αποτελέσει τον πυρήνα των περιβαλλοντικών μέτρων που πρέπει να ληφθούν στην προσπάθεια περιορισμού της ερημοποίησης. Μολονότι πραγματοποιήθηκαν ορισμένες απλοποιήσεις και παραδοχές στην απόδοση των τιμών ευαισθησίας των κλάσεων των δεικτών, η παρεχόμενη μεθοδολογία είναι δυνατόν να θεωρηθεί ως ένα παγκόσμιο πολύτιμο εργαλείο για την εκτίμηση και την αποτελεσματικότητα των διάφορων πρακτικών διαχείρισης των γαιών και παρακολούθησης της υποβάθμισης των εδαφών και του φαινομένου της ερημοποίησης.

2.13. Βιβλιογραφία δευτέρου κεφαλαίου

- A.U.A. - Agricultural University of Athens, 2008. WB2 Manual for Describing Land Degradation Indicators. Agricultural University of Athens, Greece. DESIRE Project, Alterra Wageningen University & Research Centre, Wageningen, Netherlands.
- Angelakis, A. N. and Kosmas, C., 1998. Water Resources Availability in Relation to the Threat for further Degradation in the Mediterranean Region: Need for Quantitative and Qualitative Indicators. In: Proc. of the Intern. Seminar on "Indicators for Assessing Desertification in the Mediterranean", held in Porto Torres, Italy 18-20 September, 1998, pp. 52-61.
- Arnab K., Dipanwita D., 2011. Monitoring desertification risk through climate change and human interference using remote sensing and GIS techniques. *Int J Geomat Geosci* 2(1):21–33.
- Basso B, De Simone L, Cammarano D, Martin EC, Margiotta S, Grace PR, Yeh ML, Chou TY (2012) Evaluating responses to land degradation mitigation measures in Southern Italy. *Int J Environ Resour* 6(2):367–380.
- Benabderrahmane M. and Chenchouni H., 2010. Assessing Environmental Sensitivity Areas to Desertification in Eastern Algeria using Mediterranean Desertification and Land Use “MEDALUS” Model. *International Journal of Sustainable Water & Environmental Systems*, Vol 1, No.1:5-10.
- Brandt J, Geeson N., 2005. Desertification Information System to Support National Action Programmes in the Mediterranean (DISMED). DIS4ME, Desertification Indicator System for Mediterranean Europe. www.unibas.it/desertnet/dis4me/. Accessed 20 Feb 2012.
- Chasemi A., Zahediasl S., 2012. Normality Tests for Statistical Analysis: A Guide for Non-Statisticians. *International Journal of Endocrinology Metabolism*, 10(2):486-489.
- C.O.P.9, 2009. Advice on how best to measure progress on strategic objectives 1, 2 and 3 of the strategy. Decision 17/COP.9. <http://www.unccd.int/>. Accessed 30 June 2011.
- Decleris, M., 2000. “The Law of Sustainable Development. General Principles”. Environment Directorate-General. European Commission, Brussels, Belgium.
- DESIRE, 2010. Desertification Mitigation and Remediation of land-a global approach for local solutions. Contract Number: 037046WB2. Manual for Describing Land Degradation Indicators, 2008. Research programme DESIRE. Available at http://www.desire-his.eu/es/descargas/doc_view/18-wp21-manual-for-describing-land-degradation-indicators. Accessed 19 August 2013.
- DESRTLINKS, 2005. Combating desertification in Mediterranean Europe. Linking science with stakeholders. Project DESRTLINKS. EVK2-CT-2001-00109. Available at: <http://www.kcl.ac.uk/projects/desertlinks/>.

- Donnelly A., Jones M., O'Mahony T., Byrne G., 2007. Selecting environmental indicator for use in strategic environmental assessment, *Environmental Impact Assessment Review*, Volume 27, Issue 2, March 2007, Pages 161-175.
- Dregne H., Kassas M., Rozanov B., 1991. A new assessment of the world status of desertification, *UNEP. Desertification Control Bull* 20:6–18
- Dumanski, J. and Pieri, C., 1996. Application of the pressure-state-response framework for the land quality indicators (LQI) programme. Proceedings of the workshop organized by the FAO Agriculture and Sustainable Development Departments, 25-26 January. Rome: FAO.
- Durbin J. and Watson G. S., 1951. Testing for Serial Correlation in Least Squares Regression, II, *Biometrika* 30 (1951) : 159-78 .
- E.E.A. - European Environment Agency, 1999. Technical report “Environmental indicators: Typology and overview, No25/1999.
- E.E.A. - European Environment Agency, 2005. EEA core set of indicators, Guide. EEA Technical report: No. 1/2005; 2005.
- Elliott AC, Woodward WA. Statistical analysis quick reference guidebook with SPSS examples. 1st ed. London: Sage Publications; 2007.
- Enne G., Zucca C., 2000. Desertification indicators for the European Mediterranean region. State of the art and possible methodological approaches. ANPA, Rome. Pp. 121. ISBN 88-448-0272-4.
- Eswaran, H., R. Lal and P.F. Reich. 2001. Land degradation: an overview. In: Bridges, E.M., I.D. Hannam, L.R. Oldeman, F.W.T. Pening de Vries, S.J. Scherr, and S. Sompatpanit (eds.). Responses to Land Degradation. Proc. 2nd. International Conference on Land Degradation and Desertification, Khon Kaen, Thailand. Oxford Press, New Delhi, India.
- E.T.D.S. - Environmental Terminology and Discovery Service, 2010. European Environment Agency. Available at: <http://glossary.eea.europa.eu/>.
- F.A.O. - Food and Agriculture Organization of the United Nations /UNEP, 1984. Provisional Methodology for Assessment and Mapping of Desertification. FAO, Rome, 84pp.
- Fierotti G., Zanchi C., 1998. Agricultural practices and soil fertility degradation. Proceedings of the International Seminar on Indicators for Assessing Desertification in the Mediterranean, Porto Torres (Italy) 18-20 Settembre 1998, pp. 101-115.
- Finke P., Hartwich R., Dudal R., Ibanez J., Jamagne M., King D., Montanarella L. and Yassoglou N., 1998. Georeferenced Soil Database for Europe, Manual of procedures, version 1. European Soil Bureau, Scientific Committee.
- Gleick, P.H., 1993. *Water in Crisis*. Oxford University Press. N.Y., N.Y.
- Gobin, A., Jones, R., Kirkby, M., Campling, P., Govers, G., Kosmas, C., & Gentile, A.R.,

2004. Indicators for pan-European assessment and monitoring of soil erosion by water. *Environmental Science & Policy*, 7 (1), 25-38.
- Hammond A., Adriaanse A., Rodenburg E., Bryant D., Woodward R., 1995. *Environmental Indicators: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development* World Resources Institute, Washington, DC (1995).
- Imeson A.C., 1996. Desertification research – Thematic issues and spatial and temporal scaling. In: J Hill and D Peter (eds) *The use of remote sensing for land degradation and desertification monitoring in the Mediterranean basin*. (Proc. of an Experts Workshop, Valencia, Spain, June 1994) European Commission, Telecommunications Information Market and Exploitation of Research, Luxemburg, pp 1-7.
- Kairis Or., Kosmas C., Karavitis Ch., Ritsema C., Salvati L., Acikalin S., Alcalá M., Alfama P., Atlhopheng J., Barrera J., Belgacem A., Solé-Benet A., Brito J., Chaker M., Chanda R., Coelho C., Darkoh M., Diamantis I., Ermolaeva O., Fassouli V., Fei W., Feng J., Fernandez F., Ferreira A., Gokceoglu C., Gonzalez D., Gungor H., Hessel R., Juying J., Khatteli H., Khitrov N., Kounalaki A., Laouina A., Lollino P., Lopes M., Magole L., Medina L., Mendoza M., Morais P., Mulale K., Ocakoglu F., Ouessar M., Ovalle C., Perez C., Perkins J., Pliakas F., Polemio M., Pozo A., Prat C., Qinke Y., Ramos A., Ramos J., Riquelme J., Romanenkov V., Rui L., Santaloia F., Sebege R., Sghaier M., Silva N., Sizemskaya M., Soares J., Sonmez H., Taamallah H., Tezcan L., Torri D., Ungaro F., Valente S., de Vente J., Zagal E., Zeiliguer A., Zhonging W., Ziogas A., 2013 Evaluation and Selection of Indicators for Land Degradation and Desertification Monitoring: Types of Degradation, Causes, and Implications for Management. *Environmental Management*. Published online: 28 June 2013. DOI: 10.1007/s00267-013-0110-0, Springer Science + Business Media, New York.
- Kaiser H. F., 1960. The application of electronic computers to factors analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 141-151.
- Kaiser H.F., 1974. An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39, 31-36.
- Karavitis, C. A., and Kerkides, P., 2002. Estimation of the water resources potential in the island system of the Aegean Archipelago, Greece', *Water International*, Vol. 27, No. 21, pp. 243-254.
- Katz M. H., 1999. *Multivariate analysis. A practical guide for clinicians*. Cambridge University Press. p. 187.
- Kibblewhite J, Rubio JL, Kosmas C, Jones R, Arrouays D, Huber S, Verheijen F., 2007. Environmental assessment of soil for monitoring desertification in Europe. *United Nations Convention for Combating Desertification*, Madrid, p 62, 3–14 Sept 2007.
- Kleinbaum D., Kupper L., Muller K., Nizam A., 1998 (a). *Applied Regression Analysis and Other Multivariate Methods*. Duxbury Press. U.S.A. p. 34.
- Kleinbaum D., Kupper L., Muller K., Nizam A., 1998 (b). *Applied Regression Analysis*

- and Other Multivariate Methods. Duxbury Press. U.S.A. p. 40.
- Kleinbaum D., Kupper L., Muller K., Nizam A., 1998 (c). Applied Regression Analysis and Other Multivariate Methods. Duxbury Press. U.S.A. p. 112.
- Kosmas C., Kirkby M. and Geeson N., 1999. Manual on: key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification. European Commission, Energy, Environment and Sustainable Development, EUR 18882, p 87.
- Kosmas C., Danalatos N.G. and Gerontidis S., 2000-a. The effect of land parameters on vegetation performance and degree of erosion under Mediterranean conditions. *Catena* 40:3–17.
- Kosmas C., Gerontidis S. and Marathanou M., 2000-b. The effect of land use change on soil and vegetation over various lithological formations on Lesbos. *Catena* 40:51-68.
- Kosmas C., Tsara M., Moustakas N. and Karavitis C., 2003. Identification of indicators for desertification. *Ann Arid Zone* 42:393–416.
- Kosmas C., Kairis Or., 2008. Land desertification a real threat to our society. 8th International Hydrogeological Congress of Greece. Proceedings/Volume1. p. 47 pp. 47-62.
- Kosmas C., Kairis Or., Karavitis Ch., Ritsema C., Salvati L., Acikalin S., Alcalá M., Alfama P., Atlhopheng J., Barrera J., Belgacem A., Solé-Benet A., Brito J., Chaker M., Chanda R., Coelho C., Darkoh M., Diamantis I., Ermolaeva O., Fassouli V., Fei W., Feng J., Fernandez F., Ferreira A., Gokceoglu C., Gonzalez D., Gungor H., Hessel R., Juying J., Khatteli H., Khitrov N., Kounalaki A., Laouina A., Lollino P., Lopes M., Magole L., Medina L., Mendoza M., Morais P., Mulale K., Ocakoglu F., Ouessar M., Ovalle C., Perez C., Perkins J., Pliakas F., Polemio M., Pozo A., Prat C., Qinke Y., Ramos A., Ramos J., Riquelme J., Romanenkov V., Rui L., Santaloia F., Sebego R., Sghaier M., Silva N., Sizemskaya M., Soares J., Sonmez H., Taamallah H., Tezcan L., Torri D., Ungaro F., Valente S., de Vente J., Zagal E., Zeiliger A., Zhonging W., Ziogas A., 2013. Evaluation and Selection of Indicators for Land Degradation and Desertification Monitoring: Methodological Approach. *Environmental Management*. Published online: 25 June 2013. DOI: 10.1007/s00267-013-0109-6, Springer Science + Business Media, New York.
- Kosmas C., Kairis O., Karavitis C., Acikalin S., Alcalá M., Alfama P., Atlhopheng J., Barrera J., Belgacem A., Solé-Benet A., Brito J., Chaker M., Chanda R., Darkoh M., Ermolaeva O., Fassouli V., Fernandez F., Gokceoglu C., Gonzalez D., Gungor H., Hessel R., Khatteli H., Khitrov N., Kounalaki A., Laouina A., Magole L., Medina L., Mendoza M., Mulale K., Ocakoglu F., Ouessar M., Ovalle C., Perez C., Perkins J., Pozo A., Prat C., Ramos A., Ramos J., Riquelme J., Ritsema C., Romanenkov V., Sebego R., Sghaier M., Silva N., Sizemskaya M., Sonmez H., Taamallah H., Tezcan L., de Vente J., Zagal E., Zeiliger A., Salvati L., 2014. An exploratory analysis of land abandonment drivers in areas prone to desertification. *CATENA*, Available online 14 March 2014, ISSN 0341-8162,

<http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2014.02.006>.

- Liniger H, Schwilch G, Gurtner M, MekdaschiStuder R, van Lynden G and Critchley W., 2007. Word Overview of Conservation Approaches and Technologies. A Framework for Documentation and Evaluation of Land Conservation, <http://www.wocat.org/>. Accessed 12 October 2011.
- Newman D. A., 2003. Longitudinal Modeling with Randomly and Systematically Missing Data: A Simulation of Ad Hoc, Maximum Likelihood, and Multiple Imputation Techniques. *Organizational Research Methods*, Vol. 6 No. 3, July 2003 pp. 328-362.
- Niemeijer D., de Groot R.S., 2008. A conceptual framework for selecting environmental indicator sets *Ecological indicators*, 8 (1) (2008), pp. 14–25.
- O.E.C.D. - Organisation for economic co-operation and development, 1993a. Core set of indicators for environmental performance reviews, *Environment monographs No 83, OCDE/GD(93)179, Paris*, p.6.
- O.E.C.D. - Organisation for economic co-operation and development, 1993b. Core set of indicators for environmental performance reviews, *Environment monographs No 83, OCDE/GD(93)179, Paris*, p.7.
- O.E.C.D. - Organisation for economic co-operation and development, 1993c. Core set of indicators for environmental performance reviews, *Environment monographs No 83, OCDE/GD(93)179, Paris*, p.5.
- O.E.C.D. - Organisation for economic co-operation and development, 2003. *Environmental indicators, development, measurement and use. Reference paper. Paris 2003.*
- Oldeman L.R., 1988. Guidelines for general assessment of the status of human-induced soil degradation. Working paper 8814. ISRIC, Wageningen.
- Oldeman L.R., Hakkeling R.T.A. and Sombroek W.G., 1990. World map of the status of human-induced soil degradation. An explanatory note. ISRIC/UNEP, Wageningen.
- Parvari S., Pahlavanravi A., Nia A., Dehvari A. and Parvari D., 2011. Application of Methodology for Mapping Environmentally Sensitive Areas (ESAs) to Desertification in Dry Bed of Hamoun Wetland (Iran). *International Journal of Natural Resources and Marine Sciences*, 1:65-80
- Pieri, C., Dumanski, J., Hamblin, A., Young, A., 1995. *Land quality indicators*. Washington D.C.: World Bank.
- Pulina, G., A. Cappio-Borlino, M. d'Angelo and A.H.D. Francesconi. 1998. Grazing in Mediterranean ecosystems: a complex approach as addressed in the EU MEDALUS project. In: Papanastasis, V.P. and D. Peter (eds), *Ecological Basis for Livestock Grazing in Mediterranean Ecosystems*. European Commission, EUR 1830N, Luxemburg, p. 173-188.
- Recatala L., Fabbri A.G., Zink J.A., Frances A., Sanchez I., 2002. *Environmental*

- indicators for assessing and monitoring desertification and its influence on environmental quality in Mediterranean environments. In: Rubio J, Morgan RPC, Asins S, Andreu V (eds) *Man and soil at the third millennium*, vol 1, ESSC, Logrono, pp 897–910.
- Riley, J., 2001. The indicator explosion: local needs and international challenges. *Indicator quality for assessment of impact of multidisciplinary systems Agriculture, Ecosystems and Environment* 87, 121-128.
- Rodgers J. L. and Nicewander W. A., 1988. Thirteen ways to look at the correlation coefficient. *The American Statistician*, 42(1):59–66, February 1988.
- Rubio, J. L., and Bochet, E., 1998, Desertification indicators as diagnosis criteria for desertification risk assessment in Europe. *Journal of Arid Environments*, 39, 113–120.
- Rubio J. L. & Recatala L., 2006. In *Desertification in the Mediterranean Region: a Security Issue*, p. 134. pp. 133-165. Springer.
- Salvati L, Zitti M. and Ceccarelli T., 2008. Integrating economic and ecological indicators in the assessment of desertification risk: suggestions from a case study. *Applied Environmental and Ecological Research*, 6:129-138.
- Salvati, L., Carlucci, M., 2010. Estimating land degradation risk for agriculture in Italy using an indirect approach *Original Research Article Ecological Economics*, Volume 69, Issue 3, Pages 511-518.
- Salvati, L., Bajocco, S., 2011. Land sensitivity to desertification across Italy: Past, present and future. *Applied geography* 31:223-231. p. 230
- Sepehr A., 2007. Quantitative assessment of desertification in south of Iran using MEDALUS method. *Environmental Monitoring Assessment*. 134 243–254.
- Steel, R., Torrie, J., and Dickey D. 1997. *Principles and procedures of statistics: A biometrical approach*. WCB/McGraw-Hill, a Division of the McGraw-Hill Companies, 665 pp.
- Stein, A., Riley, J., Halberg, N., 2001. Issues of scale for environmental indicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 87 (2), 215-232.
- Symeonakis E., 2004. Monitoring desertification and land degradation over sub-Saharan Africa. *Int J Remote Sensing* 25(3):573–592
- U.N.C.C.D. - United Nations Convention to Combat Desertification, 1994. United Nations, General Assembly, *Elaboration of an International Convention to Combat Desertification in Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification Particularly in Africa*, 1994.
- U.N.C.C.D. - United Nations Convention to Combat Desertification, 2009. *Summary for Decision Makers, Revitalizing the UNCCD*, p.3., 2009.
- U.N.E.P. - United Nations Environment Programme, 1992. *World Atlas of Desertification*. United Nations Environment Programme. London: Edward

Arnold.

- U.S. E.P.A. - United States Environmental Protection Agency, 1995. Conceptual framework to support development and use of environmental information in decision making. Document No. 239-R-. Available at: <http://nepis.epa.gov>. Accessed 14 Aug 2013.
- Van Engelen V.W.P. and Wen T.T., 1995. Global and National Soils and Terrain Digital Databases (SOTER), Procedures Manual. International Soil Reference and Information Centre-ISRIC, Wageningen, Holland.
- Van Engelen V.W.P., Batjes N.H., Dijkshoorn K. and Huting J., 2005. Harmonized Global Soil Resources Database (Final Report). Report 2005/06, FAO and ISRIC – World Soil Information, Wageningen.
- Vlachos, E.C., and Braga, B. 2001. The challenge of urban water management. In: Frontiers in urban water management: Deadlock or Hope. C. Makcimovic and G.A. Tejada-Juibert, Eds. IWA Publishing, London, UK.
- Wascher DM, 2000. ELISA. Environmental Indicators for Sustainable Agriculture in Europe. European Centre for Nature Conservation, Tilburg, ECNC. Technical report series.
- Yassoglou, N., 2002. Soil degradation and desertification. In Man and Soil at the Third Millennium (Eds. J. Rubio, R. Morgan, S. Asins and V. Andreu), Vol. I., pp. 165-176. ESSC, Third International Congress of the European Society for Soil Conservation, Valencia, Spain, 28 March – 1 April 2000. Geoforma Ediciones, L.S., Lognono, Espania.
- Γαλάνης Π., 2009. Στατιστικές μέθοδοι ανάλυσης δεδομένων. Εφαρμοσμένη ιατρική έρευνα. Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής. 26(5):699-711.
- Ρεκούτη Αγγ., 2011. Εφαρμογή της παραγοντικής στατιστικής ανάλυσης για την ανίχνευση & περιγραφή της κατανάλωσης αλκοολούχων ποτών του ελληνικού πληθυσμού. Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών των Τμημάτων Μαθηματικών & Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής. Πανεπιστήμιο Πατρών, σελ. 87.
- Τσιαφογιάννη Στ., 2011. Πολυκριτηριακή ανάλυση παλινδρόμησης & επιλογή μεταβλητών. Διπλωματική εργασία. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Σχολή Χημικών Μηχανικών. Τομέας Ανάλυσης, Σχεδιασμού & Ανάπτυξης Διεργασιών και Συστημάτων. Εργαστήριο Βιομηχανικής και Ενεργειακής Οικονομίας, σ. 120.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΔΥΟ ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ

Εκτίμηση της επίδρασης των διαφορετικών
καλλιεργητικών πρακτικών και διαχειρίσεων
στη διάβρωση των εδαφών και στην
ερημοποίηση των γαιών

3.1. Οι καλλιέργειες των ελαιόδένδρων και οι βοσκότοποι δύο σημαντικές χρήσεις γης για την Ελλάδα και οι κίνδυνοι που αντιμετωπίζουν

Είναι κοινώς παραδεκτό στην παγκόσμια επιστημονική κοινότητα ότι το έδαφος αποτελεί έναν μη ανανεώσιμο φυσικό πόρο και ένα εξαιρετικά δυναμικό σύστημα το οποίο επιτελεί πολλές λειτουργίες και εξυπηρετεί τις ανθρώπινες δραστηριότητες και την λειτουργικότητα του οικοσυστήματος (Proposal for a framework Directive COM, 2006). Παρόλο που το έδαφος είναι το απαραίτητο υπόβαθρο της γεωργικής παραγωγής και σημαντικό στοιχείο της ασφάλειας των τροφίμων, η υποβάθμιση των εδαφών εξαιτίας της διάβρωσης αποτελεί μια από τις κύριες αιτίες μείωσης της γονιμότητας των εδαφών και ως εκ τούτου μείωσης των αποδόσεων σε αρειτές χώρες (Greenland and Szabolcs, 1994; Pierce and Lal, 1994; Syers, 1997; Brunner et al., 2008).

Η Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης ορίζει το φαινόμενο της ερημοποίησης ως «την υποβάθμιση των γαιών σε ξηρές, ημιξηρές και ξηρές ύφυγρες περιοχές η οποία προκύπτει από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των κλιματικών μεταβολών και των ανθρώπινων δραστηριοτήτων» (U.N.E.P., 1994). Υπό το φώς του ανωτέρω ορισμού η διάβρωση των εδαφών είναι μια από τις πιο σημαντικές διεργασίες υποβάθμισης των γαιών και κατά συνέπεια της ερημοποίησής τους. Η Ευρωπαϊκή Μεσόγειος η οποία χαρακτηρίζεται από βροχοπτώσεις υψηλής διαβρωτικότητας και από εδάφη υψηλής διαβρωσιμότητας, παρουσιάζει μια γενική ευαισθησία στη διάβρωση των εδαφών της. Ειδικότερα στην Ελλάδα το 43% της συνολικής έκτασης της ξηράς χαρακτηρίζεται από υψηλό δυνητικό κίνδυνο διαβρώσεων (CORINE, 1992).

Η περιοχή της Μεσογείου αντιπροσωπεύει το 80% της παγκόσμιας έκτασης στην οποία καλλιεργούνται ελαιόδενδρα και συνεισφέρει σημαντικά στη συνολική παγκόσμια παραγωγή ελαιοκάρπων και ελαιολάδου. Υπολογίζεται ότι το 19% από τα 5.4 εκατομμύρια εκτάρια ελαιόδένδρων που καλλιεργούνται πανευρωπαϊκά εντοπίζονται στην Ελλάδα και ότι το ποσοστό συνεισφοράς της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου αυξήθηκε στο 50% μετά από την προσχώρηση της Ελλάδας στην Ένωση (1981), ενώ πριν από την ένταξή της ήταν μόλις 33% (Stroosnijder et al., 2008). Αξίζει να σημειωθεί ότι μεταξύ των χωρών της Μεσογείου η Ελλάδα παρουσιάζει την υψηλότερη μέση απόδοση στην παραγωγή ελαιολάδου (2.719 κιλά/εκτάριο) (Fleskens, 2007).

Λόγω των προαναφερόμενων δεδομένων γίνεται έκδηλο ότι η Ελλάδα ως μία από τις πιο σημαντικές χώρες παραγωγής ελαιολάδου παγκοσμίως, είναι αναγκαίο να προστατεύσει τις ευαίσθητες στην εδαφική διάβρωση και στην ερημοποίηση περιοχές της, στις οποίες καλλιεργούνται ελαιόδενδρα. Προς αυτήν την κατεύθυνση με Κοινή Υπουργική Απόφαση το 2004 θεσμοθετήθηκαν (εναρμονίζοντας Ευρωπαϊκή νομοθεσία) ένα σύνολο από 17 κανόνες πολλαπλής συμμόρφωσης για τους καλλιεργητές και φυσικά τους ελαιοπαραγωγούς, τρεις από τους οποίους σχετίζονται ευθέως με τη διάβρωση των εδαφών¹⁹ (Martinez Raya et al., 2006).

Αρκετές μελέτες έχουν αναφέρει το σημαντικό ρόλο της φυτικής κάλυψης της επιφάνειας των εδαφών και των μεταχειρίσεων των χρήσεων γης ως προς τις διαφοροποιήσεις στην επιφανειακή υδατική απορροή και στην απώλεια εδαφικού ιζήματος. Έχει αποδειχθεί ότι ο ρυθμός διάβρωσης των εδαφών μειώνεται με την αύξηση της φυτικής κάλυψης της επιφάνειας του εδάφους (Elwell and Stocking, 1986). Οι Francis και Thornes (1990) εντόπισαν το όριο του ποσοστού φυτοκάλυψης των εδαφών (40%) κάτω από το οποίο τα εδάφη υπόκεινται σε έντονη διάβρωση. Ο Καθηγητής Κοσμάς και οι συνεργάτες του (Kosmas et al., 1997) διαπίστωσαν χαμηλότερους ρυθμούς ετήσιας απορροής και ετήσιων απωλειών εδαφικού ιζήματος σε λοφώδεις περιοχές καλλιεργούμενες με ελαιόδενδρα, σε σχέση με άλλες χρήσεις γης, και έδωσαν έμφαση στο σημαντικό ρόλο της υποκείμενης των ελαιοδένδρων ετήσιας βλάστησης ως προς τον περιορισμό των εδαφικών απωλειών σε μέτριες κλίσεις. Σχετικά πρόσφατες προσπάθειες ποσοτικοποίησης του φαινομένου (Cerdan et al., 2010) αναφέρουν ότι σε εδάφη που καλύπτονται μόνιμα από βλάστηση δημιουργούνται απώλειες εδαφικού ιζήματος τουλάχιστον κατά μία τάξη μεγέθους μικρότερες από αυτές που δημιουργούνται σε εδάφη που οργώνονται. Ο Prásuhn (2012) εξέτασε 203 καλλιέργειες για μια περίοδο 10 ετών αποδεικνύοντας ότι το 88% της παρατηρούμενης διάβρωσης συνέβη στις γαίες που οργώνονταν. Έρευνες επικεντρωμένες στη θεματική των διαβρώσεων σε ελαιώνες έχουν ήδη καταλήξει σε αρκετά συμπεράσματα, όπως ότι σε συνθήκες ακαλλιέργειας (μη εφαρμογής άροσης) έχουν παρατηρηθεί βραχυπρόθεσμα μειωμένοι ρυθμοί διήθησης (Gómez et al., 1999) ή ότι ο έλεγχος της διάβρωσης που επιτυγχάνεται από την κάλυψη του εδάφους με διάφορα είδη βοτάνων είναι ιδιαίτερος αποτελεσματικός (Hernández et al., 2005). Οι Gómez et al. (2009a) απέδειξαν

¹⁹ Να μην καταστρέφουν τις αναβαθμίδες, να διατηρούν φυτική κάλυψη στους έδαφος τουλάχιστον κατά την περίοδο των βροχοπτώσεων και να πραγματοποιούν άροση κάθετα στην κλίση του εδάφους (κατά τις ισοϋψείς) σε αγροτεμάχια με κλίση μεγαλύτερη του 10%. (Κ.Υ.Α. 324032/24.12.2004).

ότι η πρακτική κάλυψης του εδάφους, ενός συστηματικά καλλιεργούμενου ελαιώνα, με βλάστηση παρέχει μακροπρόθεσμα βελτιωμένες εδαφικές ιδιότητες και ως εκ τούτου μειωμένες εδαφικές απώλειες και μειωμένη απορροή νερού. Επιπρόσθετα αποδείχθηκε (Gómez et al., 2009b) ότι οι ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων που απορρέουν μαζί με το επιφανειακό νερό ή που βρίσκονται προσροφημένες στο εδαφικό ίζημα το οποίο παρασύρεται, είναι μικρότερες στη μεταχείριση κάλυψης του εδάφους με βλάστηση σε ελαιώνα εγκατεστημένο επί αμμοπηλώδους εδάφους.

Παρά το γεγονός ότι ερευνητές έχουν ασχοληθεί διεξοδικά με την επιφανειακή υδατική διάβρωση σε ελαιώνες είναι πολύ σημαντικό να αναφερθεί ότι σύμφωνα με τους Govers et al. (1994) οι απώλειες εδαφικού ιζήματος που σχετίζονται με την άρροση είναι περισσότερο σημαντικές συγκρινόμενες με ειείνες που προκαλούνται από την επιφανειακή απορροή στο μεγαλύτερο μέρος των καλλιεργούμενων λοφωδών περιοχών της Δυτικής Ευρώπης. Οι Tsara et al. (2001) απέδειξαν ότι οι εδαφικές απώλειες που οφείλονται ταυτόχρονα στην υδατική απορροή και την άρροση σε αγροτεμάχια καλλιεργούμενα με αρδευόμενα σιτηρά, είναι δυνατόν να αποδοθούν κυρίως στην άρροση. Ενισχυτικό της σπουδαιότητας της άρροσης στην προστασία των πόρων είναι το γεγονός ότι ο Fleskens (2007) διέκρινε τρεις μεγάλες ομάδες μέτρων για τη συντήρηση των εδαφικών και των υδατικών πόρων σε καλλιεργούμενους ελαιώνες επικλινών περιοχών της Μεσογείου μεταξύ των οποίων εντάχθηκε και η επίδραση της άρροσης. Τα μέτρα αυτά κατηγοριοποιούνται σε μηχανικά, μέτρα που αφορούν τον τρόπο άρροσης και μέτρα που σχετίζονται με την κάλυψη των εδαφών.

Ανεξάρτητα όμως με το αν καλλιεργείται η γη ή όχι, η απουσία φυτικής κάλυψης από οποιαδήποτε αιτία δημιουργεί προβλήματα απώλειας εδαφικών πόρων μέσω της διεργασίας της επιφανειακής απορροής. Η μείωση της φυτικής κάλυψης σε ξηρά περιβάλλοντα, όπως αυτά της περιοχής της Μεσογείου, επιτείνει βραχυπρόθεσμα την υποβάθμιση των γαιών αυξάνοντας την απορροή και μειώνοντας την ικανότητα διήθησης του εδάφους (Carmona et al., 2013). Αρχιετοί ερευνητές συμφωνούν ότι η διάβρωση αυξάνεται δραματικά όταν το ποσοστό της φυτικής κάλυψης μειωθεί κάτω από το 30% (Francis and Thornes, 1990; Gimeno-García et al., 2007).

Μεταξύ των πιο σημαντικών αιτιών υποβάθμισης της δασικής βλάστησης στις χώρες της Μεσογείου είναι η βόσκηση (Thirgood, 1981). Σύμφωνα με κάποιους ερευνητές (Tsoumis, 1985) η αποφύλιση της βλάστησης που προκαλείται από τη βόσκηση είναι πιο

σημαντική από αυτήν που προκαλείται εξαιτίας των καλλιεργούμενων εκτάσεων. Η βόσκηση αποτελούσε πάντοτε σημείο προστριβών καθώς οι επιδράσεις της στην αειφορία ή μη του περιβάλλοντος συνδέονται άρρηκτα με την ένταση της άσκησής της. Μέτριας έντασης βοσκήσεις έχουν την τάση να ενισχύουν την προστασία των εδαφών από τη διάβρωση διότι δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη βλάστησης βελτιώνοντας τη γονιμότητα μειονεκτικών εδαφών (Peco et al., 2006). Πρόσφατες έρευνες (Bernués et al., 2011) υποστηρίζουν ότι συστήματα κτηνοτροφίας βασισμένα στη μη εντατική βόσκηση είναι πολύ σημαντικά για την περιοχή της Μεσογείου αφού καθορίζουν τη διατήρηση των αγροκτημάτων υψηλής αξίας για τη φύση (High Nature Value Farmlands-H.N.V.F.) (Henle et al., 2008) τα οποία εντοπίζονται κυρίως σε ορεινές και μειονεκτικές περιοχές και χαρακτηρίζονται από υψηλή βιοποικιλότητα και εκτατικές γεωργικές πρακτικές συμπεριλαμβανομένης της αειφορικής βόσκησης (E.E.A., 2004). Αυτή η επισήμανση έχει ιδιαίτερη αξία για τη Ελλάδα η οποία σε πανευρωπαϊκό επίπεδο διαθέτει το υψηλότερο ποσοστό αγροκτημάτων υψηλής αξίας για τη φύση (H.N.V.F.) στο σύνολο της χρησιμοποιούμενης γεωργικής έκτασης (Usable Agricultural Area) (E.E.A., 2004). Αντίθετα η εντατικοποίηση της βόσκησης υπό συνθήκες μειωμένης υδατικής διαθεσιμότητας εισάγει σημαντικά προβλήματα στη λειτουργικότητα των Μεσογειακών χορτολιβαδικών εκτάσεων (Carmona et al., 2012). Τα μη αειφορικά συστήματα βόσκησης αποτελούν ένα από τα πιο διαδεδομένα προβλήματα διαχείρισης των γαιών παγκοσμίως και σχετίζονται ειδικότερα με οριακές, εγκαταλελειμμένες και μειονεκτικές αγροτικές περιοχές στις οποίες κυριαρχούν οι βοσκότοποι, οι χαμηλής προστιθέμενης αξίας καλλιεργούμενες εκτάσεις και οι αγροναπαύσεις (Papanastasis 1993, 2004). Η μη αειφορική βόσκηση (υπερβόσκηση) θεωρείται μια σημαντική περιβαλλοντική πίεση σε φυσικές περιοχές και ένας ιδιαίτερα γνωστός και καθοριστικός παράγοντας του κινδύνου ερημοποίησης ειδικά σε περιοχές όπου η μορφολογία, οι κλιματικές συνθήκες, η φυτική κάλυψη και τα εδαφικά χαρακτηριστικά είναι ακατάλληλα για εντατική γεωργική χρήση (Brunner et al., 2008). Τα τυπικά χαρακτηριστικά της υπερβόσκησης διακρίνονται από μείωση του ύψους, της συνολικής φυτικής κάλυψης του εδάφους, του μέσου μεγέθους και της βιοποικιλότητας των ξυλωδών φυτών και από επέκταση των λιγότερο εύγευστων ειδών (Tsiourlis et al., 1997). Ο Καθηγητής Παπαναστάσης (1998) βασισμένος σε σχετική βιβλιογραφία συμπεραίνει ότι η υπερβόσκηση είναι ενδεχομένως ο πιο σημαντικός παράγοντας ερημοποίησης σε αρκετές περιοχές της Ελλάδας. Η υπερβόσκηση εν πολλοίς, είναι δυνατόν να θεωρηθεί ως συνέπεια των μέτρων της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης που υιοθετήθηκαν

για την Κοινή Οργάνωση των Αγορών και για τις μειονεκτικές περιοχές. Τα κύρια χαρακτηριστικά των μέτρων αυτών είναι ότι βασίζονται στις άμεσες κατά κεφαλήν επιδοτήσεις και ότι δεν προσαρμόστηκαν ή προσαρμόστηκαν ελάχιστα σε περιφερειακό ή τοπικό επίπεδο (Dubost, 1997). Από επιστημονική έρευνα που διεξήχθη σε βοσικότοπο της Μακεδονίας (Helladi and Nastis, 1997) διαπιστώνεται ότι ποσοστό 50% φυτοκάλυψης είναι αρκετό για τον αποτελεσματικό έλεγχο της απορροής σε μετρίως επικλινείς βοσκοτόπους.

Η βόσκιση συνιστά αρχαία πρακτική για την περιοχή της Κρήτης αφού εξασκείται για μια περίοδο 10.000 ετών που ξεκινά από τη Νεολιθική εποχή (Tsiourlis et al., 1997). Η γεωμορφολογία της Κρήτης ευνοεί τη συγκέντρωση του πληθυσμού στις παράκτιες περιοχές (Stefanakis et al., 2007) και είναι κατάλληλη για την άσκηση εκτατικής κτηνοτροφίας στις λοφώδεις και ορεινές περιοχές (Zervas, 1998). Αξίζει να σημειωθεί ότι στις αρχές της δεκαετίας του 2000 είχε καταγραφεί πληθυσμός πάνω από ένα εκατομμύριο προβάτων και αιγών που εκτρέφονταν σε όλο το νησί της Κρήτης (Hadjigeorgiou et al., 2002). Η κτηνοτροφική βόσκιση επιτρέπεται στην Κρήτη εξαιτίας ενός ιδιαίτερου καθεστώτος μεταφοράς δικαιωμάτων βόσκησης από τις Κοινότητες σε ιδιώτες (Papanastasis, 1993). Η διαδικασία αυτή σε συνδυασμό με τους ανεπαρκείς ελέγχους για λελογισμένη βόσκιση και για την τήρηση της σχετικής νομοθεσίας οδηγούν συχνά σε υπερβόσκιση των περιοχών. Τα Αστερούσια όρη κατά μήκος των νοτίων παραλίων του νομού Ηρακλείου Κρήτης αποτελούν χαρακτηριστικό παράδειγμα υποβάθμισης που οφείλεται στην υπερβόσκιση και στις πυρκαγιές που προκαλούν οι βοσκοί με αποτέλεσμα σχεδόν σε ολόκληρο τον ορεινό όγκο (80% της περιοχής του όρους) να επικρατούν τα φρύγανα, ένα φυτικό είδος που η εξάπλωσή του θεωρείται το αποτέλεσμα της επικράτησης των λιγότερο εύγευστων ειδών (Tsiourlis et al., 1997). Στην περιοχή αυτή η εδαφική διάβρωση συμβαίνει κυρίως λόγω των έντονων βροχοπτώσεων σε μια εξαιρετικά ευαίσθητη γη με ελάχιστη φυτική κάλυψη εξαιτίας της υπερβόσκησης και των επαναλαμβανόμενων δασικών πυρκαγιών (DESERTLINKS, 2005). Η αειφορική βόσκιση που βασίζεται σε μια σταθερή πυκνότητα ζώων κάτω από το όριο της βοσκοϊκανότητας (αειφορικός δείκτης πυκνότητας SSR, βλέπε σχέσεις 1 & 2 του παρόντος κεφαλαίου) είναι δυνατόν να αντιπροσωπεύει μια πρακτική διαχείρισης που συντελεί στην προστασία των βοσκοτόπων από τη διάβρωση μέσω της διατήρησης μιας μέτριας κάλυψης του εδάφους από ετήσια βλάστηση, πολύ χρήσιμη για τη μείωση της επιφανειακής απορροής, της απώλειας εδαφικού ιζήματος και της μείωσης του εδαφικού νερού λόγω έντονης εξατμισοδιαπνοής (Bernués et al., 2011).

Παρόλο που οι μελετητές έχουν ασχοληθεί εκτενώς με την διάβρωση εξαιτίας της επιφανειακής απορροής σε ελαιώνες, αμπελώνες και άλλες γεωργικές χρήσεις γης (Kosmas et al. 1997; Gómez et al. 1999; Gómez et al. 2009a; Cerdan et al. 2010; Prasuhn 2012), οι απώλειες εδαφικού ιζήματος που συνδέονται με τη μη αειφορική διαχείριση της γης μπορεί να είναι ισοδύναμα σημαντικές με εκείνες που σχετίζονται απευθείας με την υδατική διάβρωση των λοφωδών αναγλύφων της δυτικής Ευρώπης, ειδικά σε μη γεωργικές χρήσεις γης όπως οι βοσκοτόποι, οι πυρόπληκτες εκτάσεις και σε απογυμνωμένες περιοχές ή περιοχές με πτωχή φυσική φυτική κάλυψη.

Απο τα προαναφερόμενα σκιαγραφήθηκε επαρκώς η περιβαλλοντική και οικονομική βαρύτητα της αειφορικής διαχείρισης των δύο ιδιαίτερα σημαντικών για την Ελλάδα χρήσεων γης (ελαιοκαλλιιεργειών και βοσκοτόπων). Καθώς επιτόπιες ποσοτικές μετρήσεις εδαφικής διάβρωσης σε ελαιώνες είναι σπάνιες και η ανάγκη για εκτιμήσεις εδαφικών απωλειών καθίσταται επιτακτική (Vanwalleghem, 2010) στο πλαίσιο του παρόντος κεφαλαίου αξιολογείται καταρχήν η επίδραση των επικρατέστερων καλλιεργητικών πρακτικών που εφαρμόζονται σε ελαιώνες επικλιτών αγροκτημάτων της Κρήτης, στη διάβρωση των εδαφών, στη διατήρηση των υδατικών πόρων και γενικότερα στην υποβάθμιση των γαιών, με χρήση ποσοτικών μετρήσεων επιφανειακής υδατικής και μηχανικής διάβρωσης για μια περίοδο τριών ετών. Όπως αναφέρθηκε η Κρήτη είναι μια περιοχή με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που ευνοούν την άσκηση της κτηνοτροφικής βόσκησης σε μεγάλο τμήμα του νησιού και η διαχείριση των βοσκοτόπων είναι καθοριστική για την εδαφική διάβρωση και την υποβάθμιση των γαιών. Ως εκ τούτου το δεύτερο αντικείμενο ενασχόλησης του παρόντος κεφαλαίου είναι η αξιολόγηση της επίδρασης των πρακτικών βόσκησης που εφαρμόζονται σε βοσκοτόπους της Κρήτης, στη διάβρωση των εδαφών, στη διατήρηση των υδατικών πόρων και γενικότερα στην υποβάθμιση των γαιών, με χρήση ποσοτικών μετρήσεων επιφανειακής υδατικής διάβρωσης για μια περίοδο τριών ετών.

3.2. Περιγραφή των θέσεων εγκατάστασης των σταθμών

Τους τελευταίους μήνες του έτους 2008 επιλέχθηκαν δύο περιοχές του νομού Ηρακλείου της Κρήτης προκειμένου να εγκατασταθούν αυτόματοι σταθμοί καταγραφής εδαφικών και μετεωρολογικών δεδομένων με σκοπό την ποσοτική εκτίμηση της επιφανειακής υδατικής

διάβρωσης ανά καλλιεργητική μεταχείριση σε δύο αγροτεμάχια με διαφορετικές χρήσεις γης (ελαιόδενδρα και βοσκότοπος). Οι περιοχές επιλέχθηκαν με προσοχή ώστε να αντιπροσωπεύουν επαρκώς τις κύριες χρήσεις γης και τις κύριες τεχνικές καλλιέργειας των περιοχών μελέτης της παρούσας διδακτορικής διατριβής.

Ο πρώτος σταθμός εγκαταστάθηκε στις 12 Νοεμβρίου του 2008 κοντά στο χωριό Αυγενική σε γεωγραφικό πλάτος $35^{\circ} 11' 28.14''$ N και γεωγραφικό μήκος $25^{\circ} 01' 20.07''$ E (Γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς: WGS84). Η θέση εγκατάστασης του σταθμού βρίσκεται στο ανώτερο σημείο μετρίως επικλινούς ιδιόκτητου αγροτεμαχίου (κλίση 17%) εκτάσεως είκοσι στρεμμάτων το οποίο καλύπτεται από συστηματική καλλιέργεια μη αρδευόμενων ελαιοδένδρων και τοποθετείται στο μέσον πλαγιάς. Τα εδάφη του αγροτεμαχίου παρουσιάζουν μέτρια δομή, γκρι χρώμα, αργιλοπηλώδη κοκκομετρική σύσταση (F.A.O., 2006a), είναι μετρίως βαθειά (55-65 εκ) ευαίσθητα στην επιφανειακή υδατική και στη μηχανική διάβρωση εξαιτίας της μεγάλης περιεκτικότητάς τους σε ανθρακικό ασβέστιο (47-50%) και της κλίσης τους και έχουν σχηματισθεί επί αλληλοστρωσιγενών μαργών πλειοκαινικής περιόδου. Παρατηρώντας την τομή του εδάφους στην Εικόνα 1 γίνεται φανερή η εναλλαγή μεταξύ αργιλικής και ψαμμιτικής μάργας.



Εικόνα 1: Άποψη τομής του εδάφους διπλανού αγρού όπου φαίνεται το μητρικό υλικό σχηματισμού των εδαφών.

Παρουσιάζουν πολύ καλή αποστράγγιση καθώς χαρακτηρίζονται από περιορισμένης έκτασης εξανθήσεις σιδήρου και μαγγανίου σε όλο το βάθος της εδαφοτομής (Yassoglou et al, 1982) και έχουν αργιλώδη έως αργιλοπηλώδη κοκκομετρική σύσταση (λεπτόκοικη ως μετρίως λεπτόκοικη) στους ορίζοντες Ap και Bw (U.S.D.A., 2014). Το έδαφος ταξινομείται ως *calcaric Cambisol* (F.A.O., 2006b). Σε πολλά σημεία του αγροτεμαχίου οι υποεπιφανειακοί ορίζοντες βρίσκονται εκτεθειμένοι στην επιφάνεια του εδάφους κυρίως λόγω του φαινομένου της μηχανικής διάβρωσης. Η περιεκτικότητα του επιφανειακού ορίζοντα σε οργανική ουσία είναι μέτρια (<2.4%) ενώ η υδραυλική αγωγιμότητα (Bouwer, 1986) στον ίδιο ορίζοντα είναι μετρίως βραδεία (U.S.D.A.-NRCSS, 2014) (0.8 cm/hr) με αποτέλεσμα να παρατηρούνται υψηλοί ρυθμοί υδατικής απορροής όταν το έδαφος είναι ακάλυπτο και υγρό. Το συγκεκριμένο αγροτεμάχιο θεωρείται μετρίως παραγωγικό εξαιτίας του μέτριου βάθους των εδαφών (κύριος περιοριστικός παράγοντας το νερό) και του μητρικού πετρώματος που είναι πλούσιο κυρίως σε ανθρακικά άλατα (50%). Όπου τα εδάφη δεν παρουσιάζονται επαρκώς καλυμμένα με ετήσια βλάστηση είναι επιρρεπή στην δημιουργία επιφανειακής κρούστας μετά από ισχυρές βροχοπτώσεις εξαιτίας της μέτριας δομής τους (F.A.O., 2006a). Στη συγκεκριμένη περιοχή δεν έχει παρατηρηθεί υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας και οι γεωτρήσεις στην ευρύτερη περιοχή βρίσκονται σε άλλες θέσεις και μεγάλα βάθη. Στην υποκείμενη των ελαιόδένδρων βλάστηση κυριαρχεί η οξαλίθρα (*Oxalis sp.*) και μερικά άλλα φυτικά είδη όπως το σινάπι (*Sinapis sp.*), ο ζωχός (*Sonchus sp.*) και η μολόχα (*Malva sylvestris*). Το εύρος τιμών της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης στην περιοχή μελέτης κυμαίνεται από 500 χιλ. στις πεδινές περιοχές μέχρι 800 χιλ. στις πλαγιές της κοιλάδας, ενώ στον ορεινό όγκο των Αστερουσίων ανέρχεται στα 1100 χιλ. (Angelakis et al., 1998). Το κλίμα χαρακτηρίζεται εύκρατο και η περίοδος των βροχών εκτείνεται από τον Οκτώβριο μέχρι τις αρχές Μαΐου. Σύμφωνα με στοιχεία που προέκυψαν στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος IMAGE (AUA-OADYK, 2007) το κρίσιμο όριο της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης για ικανοποιητική παραγωγή σε ελαιώνες στο νομό Χανίων είναι αυτό των 500 χιλιοστών. Οι Αγγελάκης και Κοσμάς (Angelakis et al., 1998) αναφέρουν ότι η εξάτμιση στην ευρύτερη περιοχή κυμαίνεται μεταξύ των 1200 και των 1800 χιλιοστών το χρόνο.



Εικόνα 2: Μετεωρολογικός σταθμός και αυτόματος τηλεελεγχόμενος ηλεκτρονικός καταγραφέας δεδομένων εγκατεστημένος κοντά στο χωριό Αυγενική του νομού Ηρακλείου.



Εικόνα 3: Πειραματικός αγρός για την μελέτη της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης και της υδατικής καταπόνησης των καλλιεργειών εγκατεστημένος κοντά στο χωριό Αυγενική του νομού Ηρακλείου.

Ο δεύτερος σταθμός εγκαταστάθηκε στις 18 Δεκεμβρίου του 2008 κοντά στο χωριό Αγία Βαρβάρα σε γεωγραφικό πλάτος $35^{\circ} 08' 36.27''$ N και γεωγραφικό μήκος $24^{\circ} 59' 22.81''$ E. Η θέση εγκατάστασης του σταθμού βρίσκεται στο ανώτερο σημείο

[134]

χορτολειβαδικής έκτασης είκοσι στρεμμάτων που υπερβόσκειται συστηματικά και τοποθετείται σε πλαγιά νότιας έκθεσης με απότομη κλίση (κλίση 23%) το κατώτερο σημείο της οποίας καταλήγει στην πεδιάδα της Μεσσαράς. Τα εδάφη της περιοχής αυτής είναι πολύ καλώς αποστραγγιζόμενα καθώς χαρακτηρίζονται από απουσία εξαθήσεων σιδήρου και μαγγανίου σε όλο το βάθος της εδαφοτομής (Yassoglou et al, 1982), μετρίως βαθειά (45-65 εκ.) με αργιλώδη έως αργιλοπηλώδη κοκκομετρική σύσταση (λεπτόκοικη έως μετρίως λεπτόκοικη) (U.S.D.A., 2014) στους ορίζοντες Ap και Bw και μεγάλη περιεκτικότητα του επιφανειακού ορίζοντα σε οργανική ουσία (5.29%-5.56%). Τα εδάφη της εν λόγω έκτασης παρουσιάζουν μετρίως βραδεία (U.S.D.A.-NRCSS, 2014) υδραυλική αγωγιμότητα (1.2 cm/hr) (Bouwer, 1986) στον επιφανειακό ορίζοντα και είναι ευαίσθητα στην ερημοποίηση εξαιτίας της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης και της άροσης που πραγματοποιείται λόγω της καλλιέργειας κτηνοτροφικών φυτών (κριθάρι και βίκος). Όταν η συγκεκριμένη γη βόσκειται υπό υγρές συνθήκες τότε εξαιτίας του βάρους των ζώων το έδαφος υφίσταται συμπίεση με πιθανό αποτέλεσμα την παρατήρηση υψηλών ρυθμών επιφανειακής υδατικής απορροής. Δεν έχει παρατηρηθεί στη συγκεκριμένη περιοχή υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας και οι γεωτρήσεις στην ευρύτερη περιοχή βρίσκονται σε άλλες θέσεις και μεγάλα βάθη. Τα μητρικά πετρώματα στα οποία έχουν σχηματισθεί τα εδάφη είναι ο αργιλικός και ο ψαμμιτικός φλύσχης.



Εικόνα 4: Φωτογραφία τομής του εδάφους του πειραματικού τεμαχίου όπου γίνεται φανερή η εναλλαγή αργιλικού και ψαμμιτικού φλύσχης.

Το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται εύκρατο με μέση ετήσια βροχόπτωση 1100 χιλιοστών δεδομένου ότι ο σταθμός αυτός έχει εγκατασταθεί σε ένα από τα ανώτερα σημεία των Αστερουσίων, (Angelakis et al., 1998) και η περίοδος των βροχών εκτείνεται από τον Οκτώβριο μέχρι τις αρχές Μαΐου. Η διάβρωση σε θαμνώδεις εκτάσεις του Μεσογειακού περιβάλλοντος αυξάνεται με την μείωση της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης μέχρι τη μέγιστη τιμή της στο κρίσιμο όριο των 280-300 χιλιοστών (Kosmas et al, 1997) ενώ στη συνέχεια μειώνεται με την περαιτέρω μείωση της βροχόπτωσης. Αυτό συμβαίνει λόγω της υποβάθμισης της φυσικής βλάστησης, εξαιτίας της μειωμένης βροχόπτωσης και των υψηλών ρυθμών της εξατμισοδιαπνοής, που έχει ως τελικό αποτέλεσμα το έδαφος να μένει ακάλυπτο την περίοδο των βροχοπτώσεων. Στη συγκεκριμένη περίπτωση ο βοσκότοπος που εξετάζεται στο παρόν κεφάλαιο βρίσκεται σε ζώνη υψηλής ετήσιας βροχόπτωσης που ευνοεί την φυτοκάλυψη του εδάφους παρόλο που η εξάτμιση κυμαίνεται μεταξύ 1200 και 1800 χιλιοστών το χρόνο (Angelakis et al., 1998).



Εικόνα 5: Μετεωρολογικός σταθμός και αυτόματος τηλεελεγχόμενος ηλεκτρονικός καταγραφέας δεδομένων εγκατεστημένος κοντά στο χωριό Αγία Βαρβάρα του νομού Ηρακλείου.



Εικόνα 6: Πειραματικός αγρός για την μελέτη της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης σε χορτολειβαδική έκταση εγκατεστημένος κοντά στο χωριό Αγία Βαρβάρα του νομού Ηρακλείου.

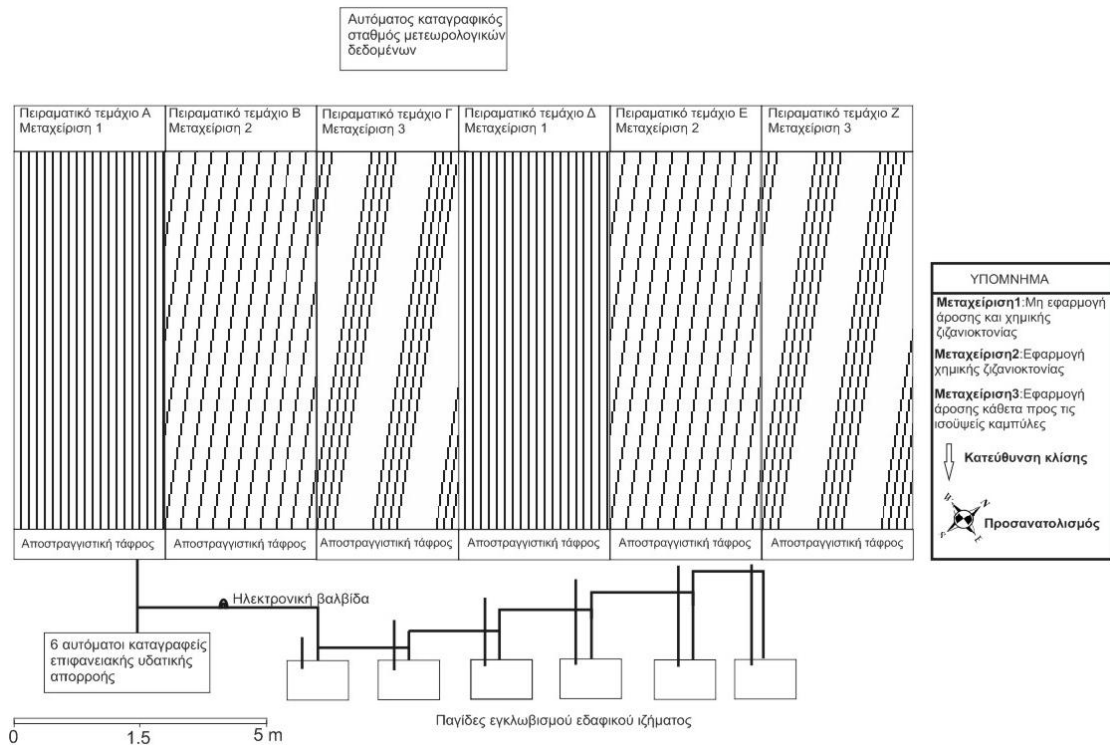
Οι σταθμοί αυτοί εξυπηρέτησαν το σκοπό της καταγραφής των μεταβολών στα εδαφικά χαρακτηριστικά που προκαλούνται από την χρήση διαφορετικών τεχνικών καλλιέργειας και διαχείρισης των γαιών σε δύο είδη χρήσεων γης (ελαιώνες-βοσκότοπους). Αυτό που κυρίως ενδιαφέρει είναι οι μετρήσεις απώλειας εδαφικού ιζήματος που προκαλείται από την επιφανειακή υδατική απορροή εξαιτίας των μεταχειρίσεων. Οι απώλειες αυτές θα συγκριθούν με τα αποτελέσματα ποσοτικής εκτίμησης της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης που θα πραγματοποιηθεί με χρήση των αλγορίθμων της μεθοδολογίας P.E.S.E.R.A. (Kirkby, 1999; Kirkby et al., 2000).

3.3. Περιγραφή των πειραματικών αγρών, των καλλιεργητικών πρακτικών, των μεταχειρίσεων και των μετρήσεων των σταθμών

Όπως τονίστηκε στην προηγούμενη ενότητα ο σταθμός που εγκαταστάθηκε κοντά στο χωριό Αυγενική του νομού Ηρακλείου βρίσκεται εντός αγροτεμαχίου με συστηματική καλλιέργεια μη αρδευόμενων ελαιόδένδρων. Τα ελαιόδενδρα αυτά έχουν ηλικία μεγαλύτερη των τριάντα ετών και οι πρακτικές καλλιέργειάς τους περιλαμβάνουν άροση το διάστημα Μαρτίου-Απριλίου κάθε έτους και εφαρμογή χημικής ζιζανιοκτονίας στην διάρκεια του χειμώνα ή νωρίς την άνοιξη για τη διευκόλυνση της συγκομιδής και τη μείωση των υδατικών

απωλειών. Η λίπανση πραγματοποιείται με χρήση μεικτού λιπάσματος την περίοδο Φεβρουαρίου-Μαρτίου κάθε έτους ενώ χημικά σκευάσματα όπως τα Glyphosate, Paraquat και Diuron εφαρμόζονται, όπως προείπαμε, για την καταπολέμηση του ζιζανίου με την βοτανική ονομασία *Oxalis pes-caprae*, το οποίο είναι και το μόνο που κυρίως αναπτύσσεται στον υποκείμενο των ελαιοδένδρων χώρο. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η εφαρμογή σκευάσματος χημικής ζιζανιοκτονίας πραγματοποιήθηκε πρώτη φορά στο αντίστοιχο πειραματικό τεμάχιο με την εγκατάσταση του πειράματος στις 12/11/2008 (316^η ημερολογιακή ημέρα του 2008) στη συνέχεια έγινε εφαρμογή στις 8/3/2009 (66^η ημερολογιακή ημέρα του έτους 2009) και στις 13/3/2010 (71^η ημερολογιακή ημέρα του έτους 2010) ενώ η τελευταία χημική ζιζανιοκτονία εφαρμόστηκε στις 10/3/2011 (67^η ημερολογιακή ημέρα του 2011). Το εμπορικό όνομα του σκευάσματος που χρησιμοποιήθηκε είναι Gramoxone (Paraquat ion - $C_{12}H_{14}N_2Cl_2$ - 20% β/ο) το οποίο ανήκει στην κατηγορία των μη επιλεκτικών ζιζανιοκτόνων επαφής. Εφαρμόστηκε σε ποσότητα 6 λίτρων/100 τ.μ. με χρήση οκτάλιτρου ψεκαστήρα. Ο πειραματικός αγρός της Αυγενικής καταλαμβάνει έκταση 20 στρεμμάτων και περιλαμβάνει έξι αγροτεμάχια 15 τ.μ. το καθένα, εκ των οποίων τα τρία αφορούν σε τρεις διαφορετικές καλλιεργητικές μεταχειρίσεις ενώ τα υπόλοιπα τρία αποτελούν τις επαναλήψεις των πρώτων όπως παρουσιάζεται και στο σχεδιάγραμμα που ακολουθεί (Εικόνα 7). Κατά την πρώτη μεταχείριση δεν πραγματοποιείται άροση (μη κατεργασία του εδάφους-ακαλλιέργεια) ούτε εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία, στη δεύτερη μεταχείριση πραγματοποιείται χημική ζιζανιοκτονία και στην τρίτη μεταχείριση άροση κάθετα προς τις ισοϋψείς καμπύλες σε βάθος είκοσι εκατοστών με τη χρήση σιαπτικού εργαλείου. Η άροση και η χημική ζιζανιοκτονία πραγματοποιήθηκαν με συχνότητα μια φορά το χρόνο, στους αγρούς που αντιστοιχούν στις συγκεκριμένες μεταχειρίσεις. Το βάθος της άροσης ήταν στα 0.2 μ. και η κατεύθυνσή της κάθετα στις ισοϋψείς καμπύλες με χρήση σιαπτικού εργαλείου τύπου φρέζας (5 hp). Ειδικότερα οι δύο προαναφερόμενες μεταχειρίσεις πραγματοποιήθηκαν τέσσερις φορές στην πειραματική περίοδο, η πρώτη με την εγκατάσταση του πειράματος στις 12/11/2008 (316^η ημερολογιακή ημέρα του 2008) η δεύτερη στις 8/3/2009 (66^η ημερολογιακή ημέρα του έτους 2009), η τρίτη στις 13/3/2010 (71^η ημερολογιακή ημέρα του έτους 2010) και η τελευταία στις 10/3/2011 (67^η ημερολογιακή ημέρα του 2011). Κάθε πειραματικό αγροτεμάχιο περιχαρακώθηκε με σκοπό την συγκέντρωση της απορροής από τα υψηλότερα σημεία ενώ στο κατώτερο σημείο των έξι αγροτεμαχίων κατασκευάστηκε αποστραγγιστική τάφρος που οδηγεί το νερό της απορροής στον αυτόματο καταγραφέα

επιφανειακής υδατικής απορροής (Beven, 2004; Mohammad et al., 2010) και στις παγίδες εγκλωβισμού του εδαφικού ιζήματος.



Εικόνα 7: Κάτοψη του πειραματικού αγρού της καλλιέργειας των ελαιοδένδρων με τα έξι πειραματικά αγροτεμάχια και τα δοχεία συγκέντρωσης της επιφανειακής υδατικής απορροής και των εδαφικών ιζημάτων που παρασύρονται.

Οι μετρήσεις των μετεωρολογικών και εδαφικών δεδομένων καταγράφονταν από αυτόματο καταγραφικό σταθμό (Campbell Scientific Ltd-CR10X) εγκατεστημένο στο ανώτερο σημείο του πειραματικού αγρού και από διάφορους αισθητήρες που τοποθετήθηκαν στα πειραματικά τεμάχια. Ο σταθμός ελεγχόταν τηλεματικά από το Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας και Εδαφολογίας του Γ.Π.Α. μέσω δικτύου κινητής τηλεφωνίας (G.S.M.). Το ύψος βροχής καταγραφόταν ανά χρονική περίοδο πέντε λεπτών της ώρας με τη χρήση βροχομέτρου (Casella London Limited) και η εξάτμιση από εξατμισίμετρο ανοικτού τύπου ανά λεπτό με τις μετρήσεις να εξάγονται ανά εξάωρο. Η ταχύτητα του ανέμου (Campbell Scientific Ltd-A100R), η θερμοκρασία του αέρα (Rotronic-MP101A) και η σχετική υγρασία (Rotronic-MP101A) μετρώνταν κάθε λεπτό και καταγράφονταν μετά τον υπολογισμό του μέσου όρου ανά ώρα. Σε συστηματική βάση καταγράφονταν η εδαφική υγρασία (TDR-Campbell Scientific Ltd-CS615) στα 20 και στα 50 εκατοστά βάθους ανά εικοσιτετράωρο για κάθε μεταχείριση με τη βοήθεια μόνιμα

εγκατεστημένων ανακλασίμετρων και η θερμοκρασία στα 10 εκατοστά βάθους εδάφους (Campbell Scientific Ltd-PT100) ανά λεπτό με τις μετρήσεις να εξάγονται σε ωριαία βάση. Επίσης πραγματοποιούνταν μετρήσεις της επιφανειακής υδατικής απορροής κάθε πέντε λεπτά της ώρας (Tipping-bucket gauges) και μετρήσεις απώλειας εδαφικού ιζήματος μετά από κάθε συμβάν βροχόπτωσης με τη βοήθεια παγίδων εγκλωβισμού του εδαφικού ιζήματος χωρητικότητας 1 λίτρου (1L). Επίσης πραγματοποιούνταν μετρήσεις της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας ανά λεπτό ενώ εξάγονταν ανά ώρα (Campbell Scientific Ltd-Q*6 pyranometer). Για την εκτίμηση του ρυθμού της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής (ET₀) χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Penman-Monteith η οποία αξιοποιεί τα ακόλουθα μετεωρολογικά δεδομένα: τη θερμοκρασία αέρος, τη σχετική υγρασία, την ταχύτητα του ανέμου και την ηλιακή ακτινοβολία (Allen 1987; F.A.O. 1998). Στο συγκεκριμένο αγροτεμάχιο πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις ορισμένων φυσικών και χημικών ιδιοτήτων των εδαφών. Για τον προσδιορισμό της σταθερότητας των συσσωματωμάτων, της κοκκομετρικής σύστασης, των ανθρακικών αλάτων και της περιεκτικότητας σε οργανική ουσία εδαφικά δείγματα, συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν εργαστηριακά στην αρχή του πειράματος (12/11/2008) και στη λήξη της πειραματικής περιόδου (12/12/2011) (Πίνακας 27). Τα δείγματα ελήφθησαν από το βάθος των 0-25 εκ. και αντιστοιχούν στα πειραματικά τεμάχια των διαφορετικών μεταχειρίσεων. Αρχικά προσδιορίστηκε η κοκκομετρική σύσταση του εδάφους με χρήση του υδρομέτρου Βουγιούκου (Gee and Bauder, 1986). Η κοκκομετρική σύσταση των εδαφών ή υφή του εδάφους ορίζεται ως η αναλογία των διαφόρων κατηγοριών μεγέθους σωματιδίων σε δεδομένο εδαφικό όγκο (F.A.O., 2006a). Η πολύ σημαντική αυτή ιδιότητα των εδαφών επηρεάζει βασικές λειτουργίες του εδαφικού σώματος όπως την κίνηση και τη συγκράτηση του νερού, την ικανότητα διόγκωσης και συρρίκνωσης και τη συνοχή του εδάφους (Encyclopedia of Soil Science, 2008b). Τα αποτελέσματα της ανάλυσης της κοκκομετρικής σύστασης κατατάχθηκαν σε κλάσεις σύμφωνα με το σύστημα ταξινόμησης του Υπουργείου Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (U.S.D.A.-Soil Survey Staff, 1993). Στη συνέχεια εφαρμόστηκε η τεχνική υγρού κοσκινίσματος (Yoder, 1936) για τον καθορισμό της σταθερότητας των συσσωματωμάτων. Η περιεκτικότητα στο συνολικό οργανικό άνθρακα προσδιορίστηκε σύμφωνα με την μέθοδο υγρής καύσης των Walkley-Black κατά την οποία οξειδώνεται μόνο το πιο ενεργό κλάσμα του οργανικού άνθρακα (Nelson and Sommers, 1982). Ο άνθρακας υφίσταται με την ανόργανη και την οργανική του μορφή στα εδάφη. Τα ανθρακικά ορυκτά όπως ο ασβεστίτης και ο δολομίτης είναι οι κυρίαρχοι εκπρόσωποι του

ανόργανου άνθρακα στα εδάφη και επηρεάζουν ισχυρά τις εδαφικές ιδιότητες εξαιτίας της διαλυτότητας, της αλκαλικότητας και της ρυθμιστικής ικανότητας του pH που παρουσιάζουν. Υπολείμματα ζώων, φυτών ή μικροοργανισμών σε διάφορα στάδια αποσύνθεσης και ο στοιχειακός άνθρακας (γαιάνθρακας, ξυλάνθρακας, γραφίτης) θεωρούνται ότι συνθέτουν το οργανικό κλάσμα του άνθρακα στα εδάφη (Bisutti et al., 2004). Ο προσδιορισμός του ισοδύναμου ανθρακικού ασβεστίου πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τη μεθοδολογία προσδιορισμού ανθρακικών αλάτων κατά Bernard (Loeppert and Suarez, 1996). Ολοκληρώνοντας τις εργαστηριακές αναλύσεις μετρήθηκαν δύο φορές το χρόνο το φαινόμενο ειδικό βάρος του εδάφους (Blake and Hartge, 1986), το πορώδες του εδάφους και η υδραυλική αγωγιμότητα κορεσμού (Bouwer, 1986). Επίσης προσδιορίστηκαν επί τόπου η περιεκτικότητα σε αδρομερή υλικά και το βάθος του εδάφους. Περιοδικά πραγματοποιούνταν μετρήσεις της αντοχής κορεσμένου εδάφους στην διάτμηση και της συμπίεσης του εδάφους με χρήση εξειδικευμένων οργάνων (Eijkelkamp Agrisearch Equipment). Ολοκληρώνοντας την περιγραφή των μετρήσεων είναι σκόπιμο να αναφερθεί ότι κατά διαστήματα πραγματοποιούνταν καταγραφές ιδιοτήτων με οπτική παρατήρηση οι οποίες τεκμηριώνονταν με φωτογράφιση. Οι ιδιότητες αυτές αφορούσαν την κατάσταση της επιφάνειας του εδάφους (δημιουργία κρούστας, επιφανειακή δομή κ.λπ.) και διάφορα χαρακτηριστικά διαβρώσεων. Περιοδικά μετρήθηκε επίσης το ποσοστό φυτοκάλυψης του εδάφους με χρήση πλέγματος συρμάτων διάστασης 0.1 μ. x 0.1 μ.

Η μηχανική διάβρωση εξαιτίας της άροσης με φρέζα εκτιμήθηκε χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία του ερευνητικού προγράμματος TERON (2000) (Σχέσεις 3.2, 3.3 & 3.4) και ο κίνδυνος ερημοποίησης λόγω διάβρωσης υπολογίστηκε με τη χρήση του διαδραστικού συστήματος δεικτών ερημοποίησης για τη Μεσογειακή Ευρώπη που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος DESERTLINKS (2005). Τα δεδομένα που απαιτούνται για την εκτίμηση της ευαισθησίας των γαιών στην ερημοποίηση σε Μεσογειακούς ελαιώνες περιλαμβάνουν δώδεκα απαραίτητα επίπεδα πληροφορίας τα οποία περιγράφουν τέσσερις βασικούς τύπους δεδομένων (εδαφικών, κλιματικών, βλάστησης και διαχείρισης των γαιών). Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο συγκεντρωτικός πίνακας με τις πραγματοποιηθείσες μετρήσεις.

Πίνακας 25: Μετρούμενες ιδιότητες στον πειραματικό αγρό της καλλιέργειας των ελαιοδένδρων.

Περίοδος καταγραφής μετρήσεων	Μετρούμενες ιδιότητες
Ημερήσιες	Εδαφική υγρασία

μετρήσεις					
Μετρήσεις ανά πέντε λεπτά της ώρας	Βροχόπτωση	Επιφανειακή υδατική απορροή			
Μετρήσεις ανά ώρα	Θερμοκρασία αέρα	Σχετική υγρασία	Ταχύτητα ανέμου		
	Βροχόπτωση	Θερμοκρασία εδάφους	Ένταση ηλιακής ακτινοβολίας		
Μετρήσεις ανά έξι ώρες	Εξάτμιση από ελεύθερη επιφάνεια νερού				
Μετρήσεις στην αρχή και στο τέλος της πειραματικής περιόδου	Περιοικτικότητα σε οργανική ουσία				
Μετρήσεις 2 φορές το έτος	Φαινόμενο ειδικό βάρους	Υδραυλική αγωγιμότητα	Πορώδες του εδάφους		
Εφάπαξ μετρήσεις	Περιοικτικότητα σε αδρομερή υλικά	Μέση διάμετρος σσωματωμάτων	Βάθος εδάφους	Ισοδύναμο ανθρακικό ασβέστιο	Κοκκομετρική σύσταση
Μετρήσεις μετά από συμβάντα	Απώλεια εδαφικού ιζήματος				
Περιοδικές μετρήσεις	Αντοχή κορεσμένου εδάφους στην διάτμηση	Συμπίεση εδάφους	Ποσοστό φυτοκάλυψης		
Μετρήσεις με οπτική παρατήρηση	Κατάσταση επιφανείας του εδάφους	Χαρακτηριστικά διαβρώσεων			

Ο σταθμός που εγκαταστάθηκε κοντά στο χωριό Αγία Βαρβάρα του νομού Ηρακλείου βρίσκεται τοποθετημένος εντός χορτολειαδικής έκτασης 20 στρεμμάτων η οποία υπερβόσκειται συστηματικά. Η βόσκιση διαρκεί σχεδόν όλη την περίοδο του χρόνου εκτός από 1 με 2 μήνες κατά την χειμερινή περίοδο. Στην συγκεκριμένη έκταση δεν πραγματοποιείται εφαρμογή χημικών σκευασμάτων (λιπασμάτων ή αγροχημικών) και δεν εφαρμόζεται άρδευση. Η βλάστηση της περιοχής ταυτοποιήθηκε κατά την διάρκεια των επιτόπιων επισκέψεων και είναι τύπου μεσογειακής μακίας με τα ακόλουθα είδη να επικρατούν: *Quercus sp*, *Pistacia lentiscus*, *Genista acanthocladus*, *Sarcopoterium spinosum*, *Euphorbia acanthothamnus*, *Thymus capitatus*, *Anthyllis hermaniae*, *Phlomis fruticosa* και άλλα ετήσια είδη των οικογενειών Graminae, Leguminosae, Labiatae, και Liliaceae (Rackham and Moody, 2004). Ο πειραματικός αγρός στην συγκεκριμένη περίπτωση καταλαμβάνει έκταση 20 στρεμμάτων και περιλαμβάνει τέσσερα αγροτεμάχια 10 τ.μ. το καθένα, εκ των οποίων τα δύο αφορούν σε δύο διαφορετικές καλλιεργητικές μεταχειρίσεις ενώ τα υπόλοιπα δύο αποτελούν τις επαναλήψεις των πρώτων όπως παρουσιάζεται και στο σχεδιάγραμμα που ακολουθεί (Εικόνα 8). Κατά την πρώτη μεταχείριση πραγματοποιείται ελεγχόμενη

βόσκηση με συγκεκριμένο αριθμό ζώων που επιτρέπει την αειφορία της εν λόγω χρήσης γης ενώ κατά την δεύτερη εφαρμόζεται υπερβόσκηση.

Η ένταση της βόσκησης αποτελεί μέτρο της πίεσης που ασκείται στην αναπτυσσόμενη βλάστηση από τα ζώα (Papanastasis, 1998). Μία συνηθισμένη πρακτική για την έκφραση της έντασης περιλαμβάνει τον υπολογισμό του δείκτη πυκνότητας των ζώων (SR) ο οποίος δεν είναι τίποτα άλλο παρά ο αριθμός των ζώων ανά μονάδα επιφάνειας την περίοδο της βόσκησης (Heitschmidt and Stuth, 1991). Στην περίπτωση που ο δείκτης πυκνότητας των ζώων σε έναν βοσκότοπο υπερβαίνει την βοσκοϊκανότητά του (αειφορικός δείκτης πυκνότητας - SSR) τότε ο βοσκότοπος αυτός υφίσταται υπερβόσκηση, στην αντίθετη περίπτωση που ο δείκτης πυκνότητας των ζώων ισούται ή είναι μικρότερος από τη βοσκοϊκανότητα θεωρούμε ότι εφαρμόζεται αειφορική βόσκηση (Holechek, 1999). Οι σχέσεις για τον υπολογισμό των δύο προαναφερόμενων μεγεθών παραθέτονται στη συνέχεια:

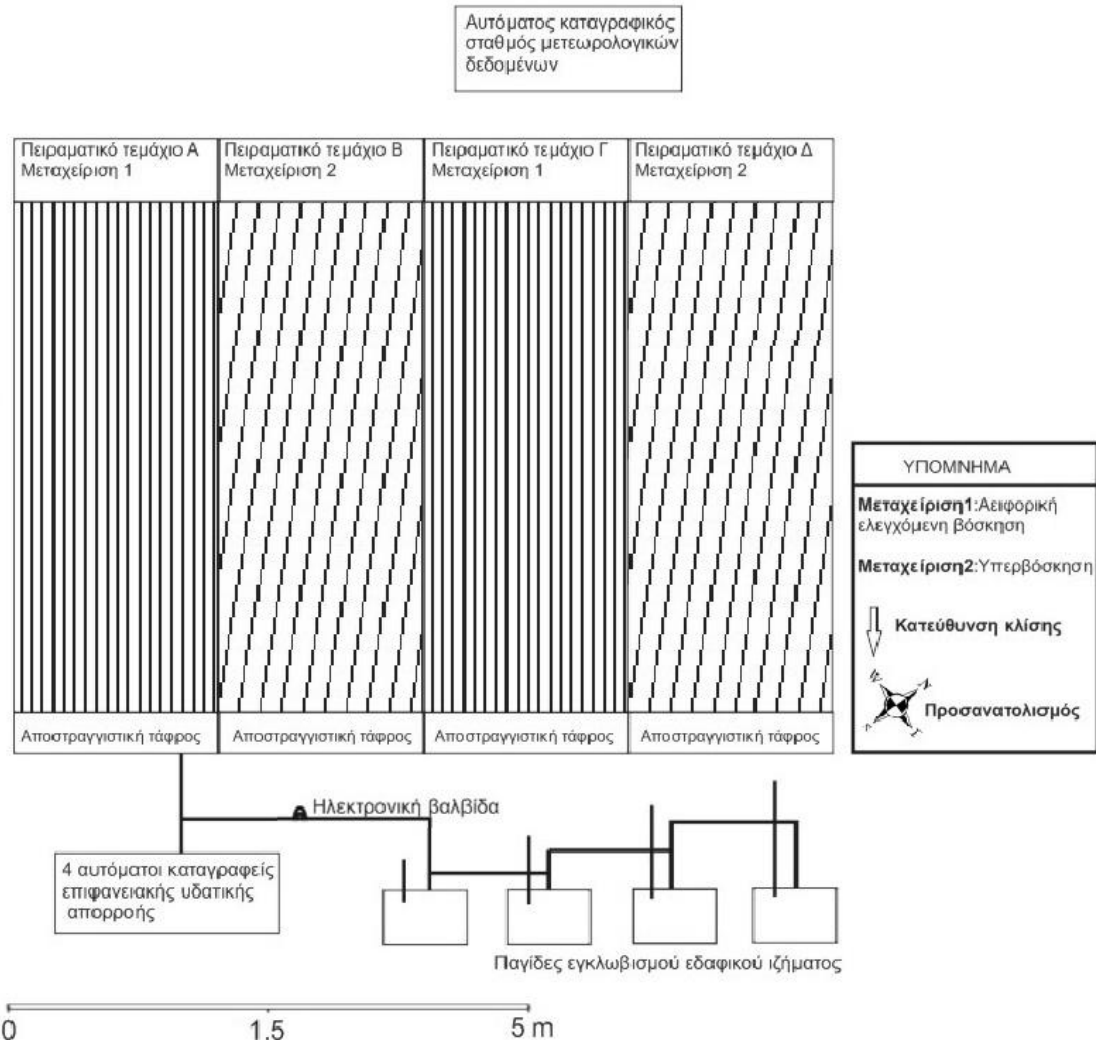
$$\mathbf{SR \text{ (ζώα/εκτάριο)} = \frac{\text{Αριθμός των ζώων που βόσκουν}}{\text{βοσκούμενη έκταση}} \quad (3.1)}$$

$$\mathbf{SSR \text{ (ζώα/εκτάριο)} = \frac{X \times P \times F}{R}} \quad (3.2)$$

όπου X είναι το ποσοστό της αποδοτικότητας της βόσκησης (0.5 στην περίπτωση της βόσκησης και 0.25 στην περίπτωση μη βόσκησης), P είναι η μέση παραγόμενη εύγευστη ξηρή βιομάζα μετά την ξηρή περίοδο (κιλά/εκτάριο), F είναι το ποσοστό κάλυψης της γης με εύγευστα φυτικά είδη και R είναι η απαιτούμενη ποσότητα βιομάζας (Papanastasis, 2004).

Η ένταση της βόσκησης εκτιμήθηκε στην αρχή της πειραματικής περιόδου σε κάθε πειραματικό τεμάχιο με τη μεθοδολογία που περιγράφηκε παραπάνω και τη χρήση προγενέστερων δεδομένων που συγκεντρώθηκαν στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος DESIRE (Papanastasis, 2004). Τα δύο πειραματικά τεμάχια που αντιστοιχούν στην αειφορική βόσκηση περιφράχτηκαν ώστε να διατηρηθεί σταθερή η ένταση της βόσκησης και σε κάθε περίπτωση χαμηλότερη από την βοσκοϊκανότητα του αγρού. Τα δύο αγροτεμάχια της υπερβόσκησης παρέμειναν απερίφρακτα και η ένταση της βόσκησης διατηρήθηκε πάντοτε μεγαλύτερη από την εκτιμώμενη βοσκοϊκανότητα του αγρού. Κάθε πειραματικό αγροτεμάχιο περιχαράκώθηκε με σκοπό την συγκέντρωση της απορροής ενώ στο κατώτερο σημείο των τεσσάρων αγροτεμαχίων κατασκευάστηκε αποστραγγιστική τάφρος που οδηγεί το νερό της απορροής στον αυτόματο καταγραφέα

επιφανειακής υδατικής απορροής (Beven, 2004; Mohammad et al., 2010) και στις παγίδες εγκλωβισμού του εδαφικού ιζήματος.



Εικόνα 8: Κάτοψη του πειραματικού αγρού του βοσκοτόπου με τα τέσσερα πειραματικά αγροτεμάχια και τα δοχεία συγκέντρωσης της επιφανειακής υδατικής απορροής και των εδαφικών ιζημάτων που παρασύρονται.

Οι μετρήσεις των μετεωρολογικών και εδαφικών δεδομένων καταγράφονταν από αυτόματο καταγραφικό σταθμό (Campbell Scientific Ltd-CR10X) εγκατεστημένο στο ανώτερο σημείο του πειραματικού αγρού και από διάφορους αισθητήρες που τοποθετήθηκαν στα πειραματικά τεμάχια. Χρησιμοποιώντας την ίδια τεχνολογία με τον σταθμό της Αυγενικής και ο σταθμός της Αγίας Βαρβάρας ελεγχόταν τηλεματικά από το Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας και Εδαφολογίας του Γ.Π.Α. μέσω δικτύου κινητής τηλεφωνίας (G.S.M.). Το ύψος βροχής καταγραφόταν ανά χρονική περίοδο πέντε λεπτών της ώρας με τη χρήση βροχομέτρου (Casella London Limited). Η ταχύτητα του ανέμου (Campbell Scientific Ltd-A100R), η θερμοκρασία του αέρα (Rotronic-MP101A) και η

σχετική υγρασία (Rotronic-MP101A) μετρώνταν κάθε λεπτό και καταγράφονταν μετά τον υπολογισμό του μέσου όρου ανά ώρα. Σε συστηματική βάση καταγράφονταν η εδαφική υγρασία (TDR-Campbell Scientific Ltd-CS615) στα 20 εκατοστά βάθους ανά εικοσιτετράωρο για κάθε μεταχείριση με τη βοήθεια μόνιμα εγκατεστημένων ανακλασίμετρων και η θερμοκρασία εδάφους (Campbell Scientific Ltd-PT100) στα 10 εκατοστά βάθους εδάφους ανά λεπτό με τις μετρήσεις να εξάγονται σε ωριαία βάση. Επίσης πραγματοποιούνταν μετρήσεις της επιφανειακής υδατικής απορροής κάθε πέντε λεπτά της ώρας (Tipping-bucket gauges) και των απωλειών εδαφικού ιζήματος μετά από κάθε συμβάν βροχόπτωσης με τη βοήθεια παγίδων εγκλωβισμού του εδαφικού ιζήματος χωρητικότητας 1 λίτρου (1L). Η μέτρηση της έντασης της έντασης ης ηλιακής ακτινοβολίας πραγματοποιούνταν ανά λεπτό ενώ εξάγονταν ανά ώρα (Campbell Scientific Ltd-Q*6 pyranometer). Για την εκτίμηση του ρυθμού της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής (E_{T0}) χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Penman-Monteith η οποία αξιοποιεί τα ακόλουθα μετεωρολογικά δεδομένα: τη θερμοκρασία αέρος, τη σχετική υγρασία, την ταχύτητα του ανέμου και την ηλιακή ακτινοβολία (Allen 1987; F.A.O., 1998). Στο συγκεκριμένο αγροτεμάχιο πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις ορισμένων φυσικών και χημικών ιδιοτήτων των εδαφών. Για τον προσδιορισμό της σταθερότητας των συσσωματωμάτων, της κοκκομετρικής σύστασης, των ανθρακικών αλάτων και της περιεκτικότητας σε οργανική ουσία εδαφικά δείγματα συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν εργαστηριακά στην αρχή του πειράματος (18/12/2008) και στην λήξη της πειραματικής περιόδου (12/12/2011) (Πίνακας 27). Τα δείγματα ελήφθησαν από το βάθος των 0-25 εκ. και αντιστοιχούν στα πειραματικά τεμάχια των διαφορετικών μεταχειρίσεων. Αρχικά προσδιορίστηκε η κοκκομετρική σύσταση του εδάφους με χρήση του υδρόμετρου Βουγιούκου (Gee and Bauder, 1986) ενώ στη συνέχεια εφαρμόστηκε η τεχνική υγρού κοκκινίσματος (Yoder, 1936) για τον καθορισμό της σταθερότητας των συσσωματωμάτων. Η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία προσδιορίστηκε μέσω της περιεκτικότητας στο συνολικό οργανικό άνθρακα σύμφωνα με την μέθοδο υγρής καύσης των Walkey-Black (Nelson and Sommers, 1982). Ο προσδιορισμός του ισοδύναμου ανθρακικού ασβεστίου πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τη μεθοδολογία προσδιορισμού ανθρακικών αλάτων κατά Bernard (Loeppert. and Suarez, 1996). Ολοκληρώνοντας τις εργαστηριακές αναλύσεις μετρήθηκαν δύο φορές το χρόνο το φαινόμενο ειδικό βάρος του εδάφους (Blake & Hartge, 1986), το πορώδες του εδάφους και η υδραυλική αγωγιμότητα κορεσμού (Bouwer, 1986). Επίσης προσδιορίστηκαν επί τόπου η περιεκτικότητα σε αδρομερή υλικά και το βάθος του εδάφους. Περιοδικά

πραγματοποιούνταν μετρήσεις της αντοχής κορεσμένου εδάφους στην διάτμηση και της συμπίεσης του εδάφους με χρήση εξειδικευμένων οργάνων (Eijkelkamp Agrisearch Equipment). Ολοκληρώνοντας την περιγραφή των μετρήσεων είναι σκόπιμο να αναφερθεί ότι κατά διαστήματα πραγματοποιούνταν καταγραφές ιδιοτήτων με οπτική παρατήρηση. Οι ιδιότητες αυτές αφορούσαν την κατάσταση της επιφάνειας του εδάφους (δημιουργία κρούστας, επιφανειακή δομή κ.λπ.) και διάφορα χαρακτηριστικά διαβρώσεων. Όλες οι οπτικές παρατηρήσεις τεκμηριώνονταν με φωτογράφιση. Περιοδικά μετρήθηκε επίσης η φυτοκάλυψη του εδάφους σε έκταση 1 m² με χρήση πλέγματος συρμάτων διάστασης 0.1 m x 0.1 m. Ο κίνδυνος ερημοποίησης λόγω διάβρωσης υπολογίστηκε με τη χρήση του διαδραστικού συστήματος δεικτών ερημοποίησης για τη Μεσογειακή Ευρώπη που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος DESERTLINKS (2005). Τα δεδομένα που απαιτούνται για την εκτίμηση της ευαισθησίας των γαιών στην ερημοποίηση σε βοσκοτόπους Μεσογειακής μακίας βλάστησης περιλαμβάνουν δώδεκα απαραίτητα επίπεδα πληροφορίας τα οποία περιγράφουν τέσσερις βασικούς τύπους δεδομένων (εδαφικών, κλιματικών, βλάστησης και διαχείρισης των γαιών). Στη συνέχεια παρουσιάζονται ο συγκεντρωτικός πίνακας με τις πραγματοποιούμενες μετρήσεις και ο πίνακας των αποτελεσμάτων των εργαστηριακών αναλύσεων στα δείγματα εδαφών των πειραματικών τεμαχίων των δύο χρήσεων γης.

Πίνακας 26: Μετρούμενες ιδιότητες στον πειραματικό αγρό του βοσκότοπου.

Περίοδος καταγραφής μετρήσεων	Μετρούμενες ιδιότητες				
Ημερήσιες μετρήσεις	Εδαφική υγρασία				
Μετρήσεις ανά πέντε λεπτά της ώρας	Βροχόπτωση	Επιφανειακή υδατική απορροή			
Μετρήσεις ανά ώρα	Θερμοκρασία αέρα	Σχετική υγρασία		Ταχύτητα ανέμου	
	Βροχόπτωση	Θερμοκρασία εδάφους		Ένταση ηλιακής ακτινοβολίας	
Μετρήσεις ανά έξι ώρες	Εξάτμιση από ελεύθερη επιφάνεια νερού				
Μετρήσεις στην αρχή και στο τέλος της πειραματικής περιόδου	Περιεκτικότητα σε οργανική ουσία				
Μετρήσεις 2 φορές το έτος	Φαινόμενο ειδικό βάρος	Υδραυλική αγωγιμότητα	Πορώδες του εδάφους		
Εφάπαξ μετρήσεις	Περιεκτικότητα σε αδρμερή υλικά	Μέση διάμετρος σσωματωμάτων	Βάθος εδάφους	Ισοδύναμο ανθρακικό ασβέστιο	Κοκκομετρική σύσταση
Μετρήσεις μετά από συμβάντα	Απώλεια εδαφικού ιζήματος				

Περιοδικές μετρήσεις	Αντοχή κορεσμένου εδάφους στην διάτμηση	Συμπίεση εδάφους	Ποσοστό φθοροκάλυψης
Μετρήσεις με οπτική παρατήρηση	Κατάσταση επιφανείας του εδάφους	Χαρακτηριστικά διαβρώσεων	

Πίνακας 27: Αποτελέσματα των εργαστηριακών αναλύσεων στα δείγματα εδαφών των πειραματικών τεμαχίων.

Δείγμα	Βάθος δειγματοληψίας (εκ.)	Οργανική ουσία στην αρχή του πειράματος (%)	Οργανική ουσία στο τέλος του πειράματος (%)	Ισοδύναμο ανθρακικό ασβέστιο (%)	Μέση διάμετρος συσωματωμάτων (χιλιοστά)	Κοκκομετρική σύσταση (άμμος%/ιλύς%/αργίλος%)			
						Άμμος (%)	Ιλύς (%)	Αργίλος (%)	Κλάση
Άροσης κάθετα προς τις ισούψεις	0-25	2.3	2.1	48.79	5.38	23.6	37	39.4	Αργιλοπηλώδης
Χημικής ζιζανιοκτονίας	0-25	2.4	2.3	50.02	5.44	22.6	36	41.4	Αργιλώδης
Μη εφαρμογής άροσης	0-25	2.25	2.9	47.15	5.51	28	33.7	38.3	Αργιλοπηλώδης
Λειφορικής βόσκησης	0-25	5.56	5.67	2.87	5.13	27.4	41.4	31.2	Αργιλοπηλώδης
Υπερβόσκησης	0-25	5.29	5.27	0.2	5.13	28	39	33	Αργιλοπηλώδης

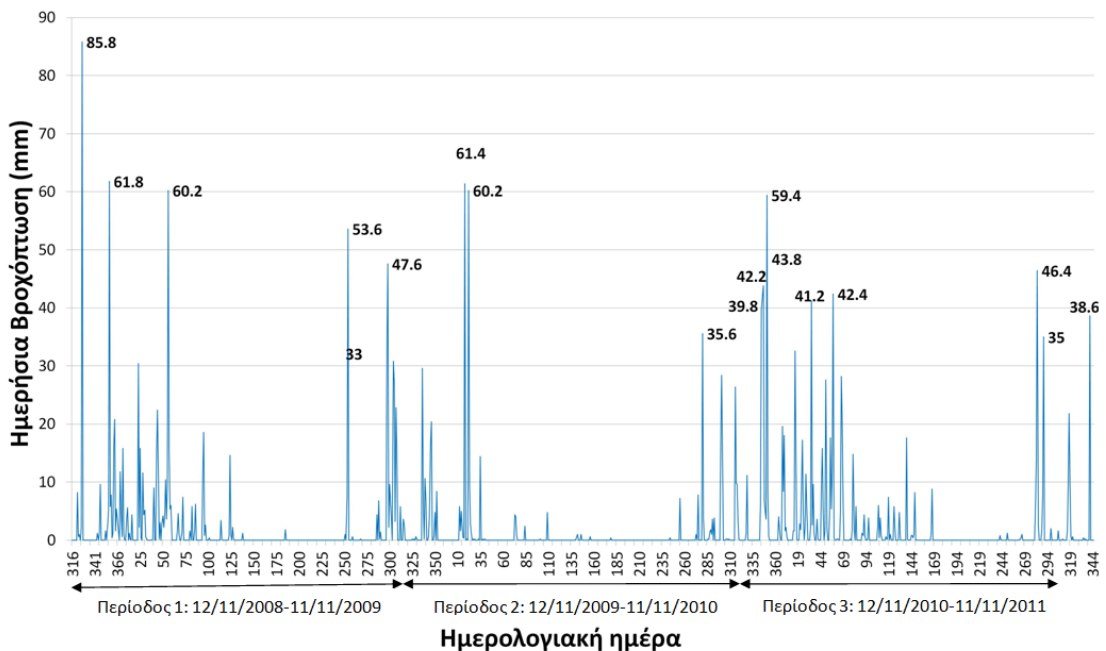
3.4. Αποτελέσματα των μετρήσεων των ιδιοτήτων που εξετάστηκαν στα πειραματικά τεμάχια και αρχικά συμπεράσματα

Ο σταθμός του χωριού Αυγενική εγκαταστάθηκε στις 12 Νοεμβρίου του 2008 ενώ ο σταθμός του χωριού Αγία Βαρβάρα στις 18 Δεκεμβρίου του ίδιου έτους. Οι αυτόματοι καταγραφικοί σταθμοί αποθήκευαν τα δεδομένα των μετρήσεων των ιδιοτήτων με αναφορά ανά ημέρα ημερολογιακού έτους. Ως εκ τούτου και για την κατανόηση των γραφημάτων των ιδιοτήτων που ακολουθούν στις επόμενες υποενότητες κρίνεται σκόπιμο να αντιστοιχηθούν οι ημερομηνίες εγκατάστασης των σταθμών με τις ημερολογιακές ημέρες καταγραφής. Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω η 12^η Νοεμβρίου του 2008 αντιστοιχεί στην 316^η ημέρα του έτους 2008 ενώ η 18^η Δεκεμβρίου του 2008 αντιστοιχεί στην 351^η ημέρα του έτους 2008. Η περίοδος των μετρήσεων για το σταθμό του χωριού Αυγενική περιελάμβανε το διάστημα από το Νοέμβριο του 2008 έως και το Δεκέμβριο του 2011 ενώ για το σταθμό του χωριού Αγία Βαρβάρα το αντίστοιχο διάστημα ήταν από το Δεκέμβριο του 2008 έως και το Δεκέμβριο του 2011. Για την αποτύπωση των αποτελεσμάτων σε ετήσια βάση, το καθένα από τα παραπάνω διαστήματα διαιρέθηκε σε τρεις ετήσιες περιόδους. Επομένως για το σταθμό του χωριού της Αυγενικής οι περίοδοι ήταν (i) από 12/11/2008 έως 11/11/2009, (ii) από 12/11/2009 έως 11/11/2010, και (iii) από 12/11/2010 έως

11/11/2011 ενώ για το σταθμό του χωριού της Αγίας Βαρβάρας (i) από 18/12/2008 έως 17/12/2009, (ii) από 18/12/2009 έως 17/12/2010, και (iii) από 18/12/2010 έως 12/12/2011.

3.4.1 Μετρήσεις τιμών ιδιοτήτων του σταθμού της Αυγενικής

3.4.1.1. Ημερήσια βροχόπτωση



Διάγραμμα 4: Η διακύμανση της ημερήσιας βροχόπτωσης από τον μετεωρολογικό σταθμό του πειραματικού αγρού της Αυγενικής την περίοδο από 12/11/2008 έως και 12/12/2011.

Το παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζει τη διακύμανση της ημερήσιας βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου. Η πρώτη και η τρίτη περίοδος μελέτης χαρακτηρίζονται από υψηλές βροχοπτώσεις, 924 χιλιοστών (mm) και 992 χιλιοστών (mm) αντίστοιχα ενώ η ενδιάμεση περίοδος μελέτης ήταν αρκετά πιο ξηρή με ετήσια βροχόπτωση 456 χιλιοστών (mm). Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι στο πλαίσιο του παρόντος κεφαλαίου δεν χρησιμοποιήθηκε η συμβατική έννοια του υδρολογικού έτους (έναρξη 1^η Οκτωβρίου κάθε έτους) για τον υπολογισμό των μετεωρολογικών ιδιοτήτων. Υπό αυτή την έννοια είναι δικαιολογημένο το γεγονός των αποκλίσεων της ετήσιας βροχόπτωσης που καταγράφηκε ως προς τη μέση ετήσια βροχόπτωση της περιοχής. Οι αριθμητικές ετικέτες στις κορυφές του παραπάνω διαγράμματος δηλώνουν τα σημαντικότερα συμβάντα βροχόπτωσης της πειραματικής περιόδου. Συνολικά σημειώθηκαν δεκαέξι κύρια συμβάντα

βροχοπτώσης (Πίνακας 3), με ένταση βροχοπτώσης από 5 έως και 76 χιλιοστά ανά ώρα (mm h^{-1}). τα οποία και παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί όπου είναι δυνατόν να διακριθεί η διαφορετική συμπεριφορά του κάθε τεμαχίου.

Πίνακας 28: Τα σημαντικότερα συμβάντα βροχοπτώσης του σταθμού της Αυγενικής καθόλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου.

Ημερολογιακή ημέρα/ημερομηνία	Βροχοπτωση (mm)	Μέγιστη ένταση βροχοπτώσης (mm h^{-1})	Επιφανειακή απορροή (mm)– Τεμάχιο εφαρμογής άρροσης	Επιφανειακή απορροή (mm) – Τεμάχιο εφαρμογής ζιζανιοκτονίας	Επιφανειακή απορροή (mm)– Τεμάχιο ακαλλιέργειας
327/23-11-2008	85.8	74.4	4.47	3.34	0.88
357/23-12-2008	61.8	16.8	0.95	0.29	0.36
56/25-2-2009	60.2	19.2	1.47	0	0.11
254/11-9-2009	53.6	48	1.76	0.22	0
297/24-10-2009	33	62.4	4.80	1.54	0.84
298/25-10-2009	47.6	48	18.84	6.49	4.21
18/19-1-2010	61.4	9.6	0.77	0.62	0
22/23-1-2010	60.2	4.8	1.21	0.95	0.03
280/8-10-2010	35.6	76.8	2.86	0.99	1.06
345/12-12-2010	39,8	4,8	9.86	5.57	4.62
346/13-12-2010	42,2	4,8	3.77	1.79	0.95
347/14-12-2010	43,8	14.4	10.38	2.37	0.14
351/17-12-2010	59,4	67.2	0.47	0.11	0.18
34/4-2-2011	41,2	52.8	0	0	0
58/28-2-2011	42,4	19.2	0	0	0
283/11-10-2011	46,4	43.2	0	0	0

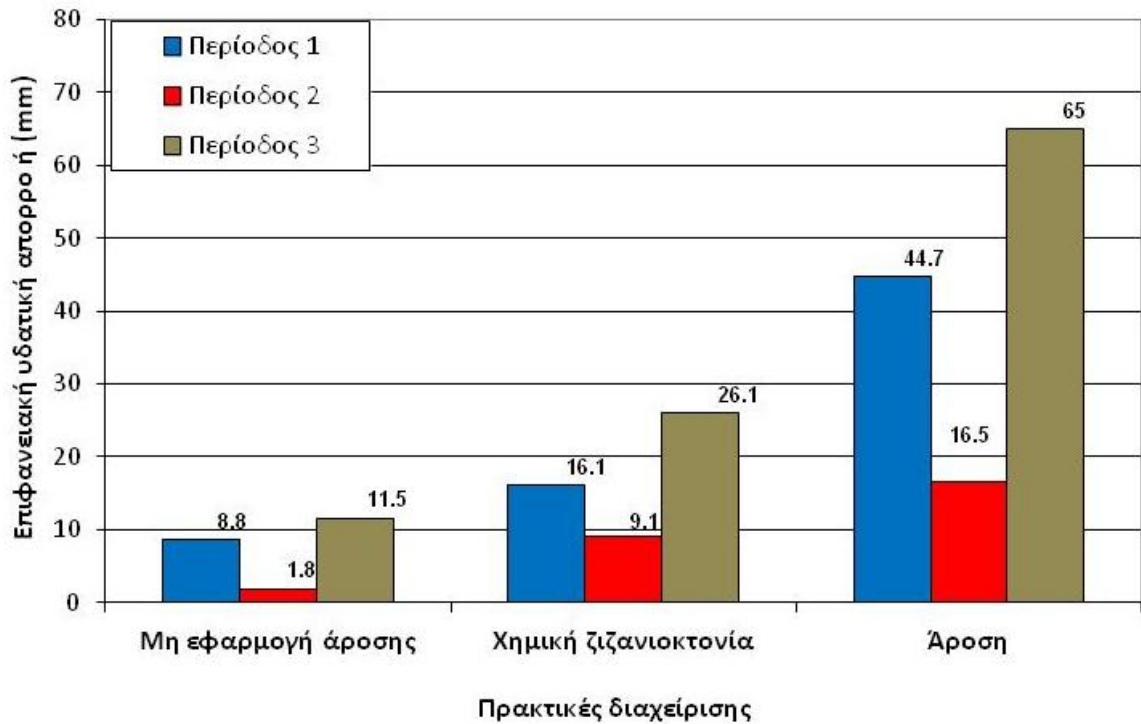
Τα δεκαέξι προαναφερόμενα συμβάντα προκάλεσαν δεκατρείς επιφανειακές απορροές του νερού στις διαφορετικές καλλιεργητικές πρακτικές που κυμάνθηκαν από 0.11 έως και 18 χιλιοστά. Η κλάση της επιφανειακής απορροής επηρεάστηκε ισχυρά από την εφαρμοζόμενη καλλιεργητική πρακτική. Οι υψηλότερες τιμές σε όλα τα συμβάντα απορροής παρατηρήθηκαν στη μεταχείριση της άρροσης ενώ αμέσως μετά ακολουθεί η πρακτική της χημικής ζιζανιοκτονίας. Πάντως η ποσότητα της υδατικής απορροής που μετρήθηκε στο τεμάχιο της ακαλλιέργειας ήταν αμελητέα στην πλειονότητα των συμβάντων. Η υψηλότερη τιμή επιφανειακής απορροής σε όλες τις μεταχειρίσεις παρατηρήθηκε στο τέλος της πρώτης περιόδου των μετρήσεων και κυμάνθηκε μεταξύ 4 και 19 χιλιοστών (mm) στις διάφορες πρακτικές προοιούμενη από βροχοπτώση 48 χιλιοστών (mm) με ένταση 48 χιλιοστά ανά ώρα (mm h^{-1}) (298/25-10-2009). Παρόλο που η συγκεκριμένη βροχοπτώση και η έντασή της ήταν μέτριες συγκρινόμενες με άλλα συμβάντα σημειώθηκε υψηλή απορροή εξαιτίας μιας εξελισσόμενης βροχοπτώσης που προκάλεσε υδατικό κορεσμό στο

έδαφος. Η 25^η Οκτωβρίου 2009 ημέρα κατά την οποία σημειώθηκε η υψηλή απορροή και στις τρεις μεταχειρίσεις είναι η δεύτερη ημέρα μιας σχεδόν συνεχόμενης βροχόπτωσης η οποία ξεκίνησε στις 2 μ.μ. την προηγούμενη ημέρα και διήρκησε ως τις 10 μ.μ. της ίδιας ημέρας.

Η υψηλότερη τιμή βροχόπτωσης των 86 χιλιοστών (mm) με ένταση 74 χιλιοστά ανά ώρα (mm h^{-1}) καταγράφηκε στην αρχή της πρώτης περιόδου των μετρήσεων. Στην περίπτωση αυτή το ποσό της υδατικής απορροής παρουσιάστηκε σχετικά μικρό καθώς το έδαφος ήταν πολύ ξηρό με μεγάλη ικανότητα διήθησης.

3.4.1.2. Επιφανειακή υδατική απορροή

Όπως γίνεται φανερό από το παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 5) η επιφανειακή υδατική απορροή επηρεάζεται από τον τύπο της καλλιεργητικής πρακτικής. Η απορροή αυξήθηκε εκθετικά από τη μεταχείριση της ακαλλιέργειας στην πρακτική της άροσης κάθετα προς τις ισοϋψείς καμπύλες. Είναι εύκολο να παρατηρήσει κανείς από το διάγραμμα 5 ότι η καλλιεργητική πρακτική της άροσης των ελαιώνων κάθετα προς τις ισοϋψείς καμπύλες δημιούργησε μεγαλύτερη επιφανειακή υδατική απορροή σε σύγκριση με τις δύο άλλες μεταχειρίσεις τόσο τον πρώτο (44.7 mm.) και τον δεύτερο χρόνο (16.5 mm) όσο και κατά τον τρίτο χρόνο (64.98 mm) της πειραματικής περιόδου. Στον αντίποδα βρίσκεται η καλλιεργητική πρακτική της ακαλλιέργειας.



Διάγραμμα 5: Η συνολική επιφανειακή υδατική απορροή κατά μεταχείριση του πειραματικού αγρού της Αυγενικής την περίοδο 12/11/2008 έως 12/12/2011.

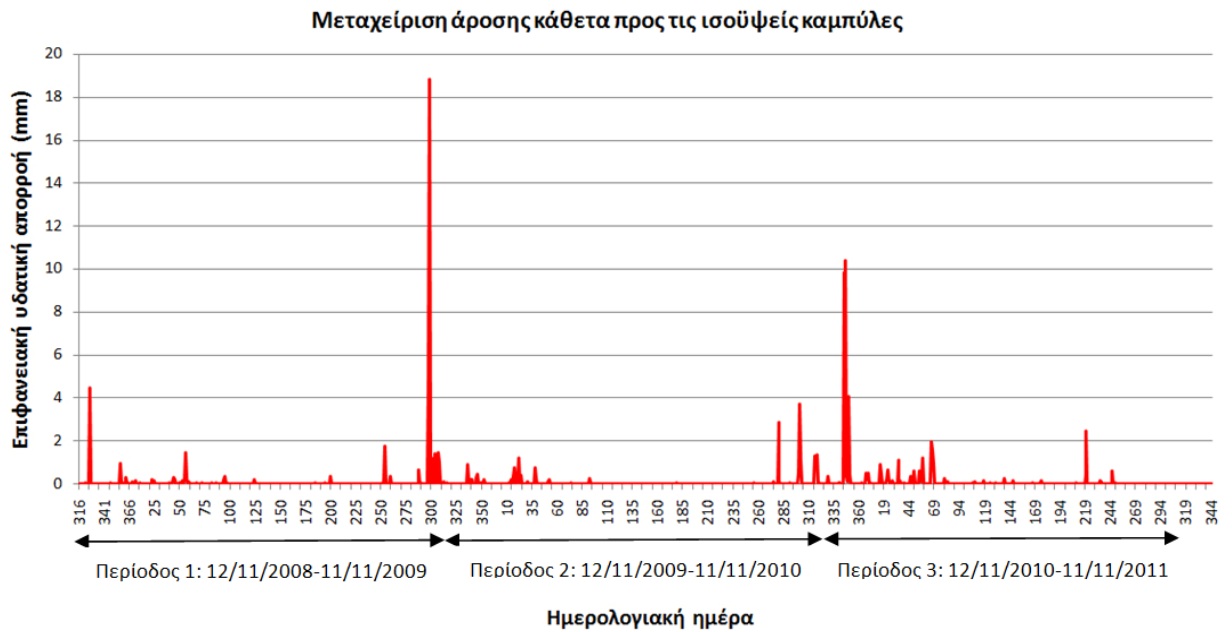
Το αγροτεμάχιο το οποίο οργανώταν παρήγαγε απορροή που κυμάνθηκε μεταξύ του 3.6% και του 6.5% της ετήσιας βροχοπτώσης (Πίνακας 4). Η απορροή μειώθηκε σημαντικά σε ποσοστά 0.4% με 1.2% της ετήσιας βροχοπτώσης στην περίπτωση της μη εφαρμογής άρροσης. Ενδιάμεσες τιμές υδατικής απορροής μετρήθηκαν στη μεταχείριση της χημικής ζιζανιοκτονίας. Παρόμοια αποτελέσματα είχαν καταγραφεί σε μελέτες εδαφικής διάβρωσης σε ελαιώνες υπό ημιφυσικές συνθήκες στη βόρεια Μεσόγειο (Kosmas et al., 1997).

Πίνακας 29: Το ποσοστό της βροχοπτώσης που απομακρύνθηκε ως απορροή στις διάφορες καλλιεργητικές πρακτικές κατά τη διάρκεια των περιόδων μέτρησης.

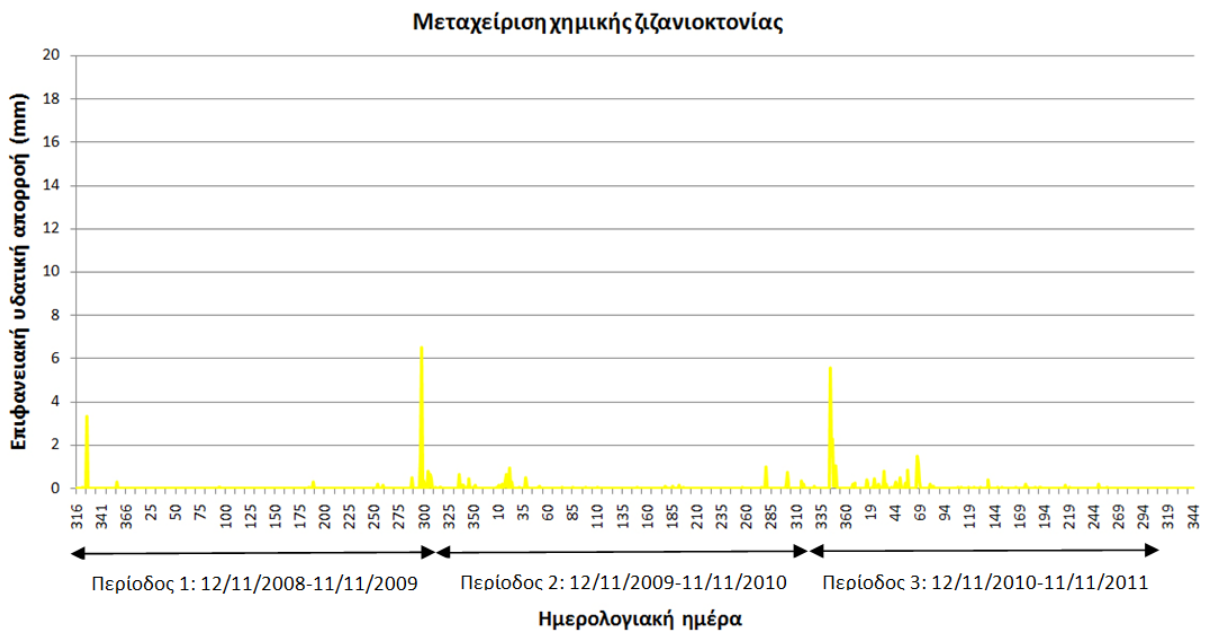
Περίοδος μετρήσεων	Ποσοστό της βροχοπτώσης που απομακρύνθηκε ως απορροή στις διάφορες καλλιεργητικές πρακτικές		
	Μη εφαρμογή άρροσης	Χημική ζιζανιοκτονία	Άρροση
1	0.9	1.7	4.8
2	0.4	2.0	3.6
3	1.2	2.6	6.5

Τα ακόλουθα τρία διαγράμματα (Διάγραμμα 6, Διάγραμμα 7 και Διάγραμμα 8) αποδεικνύουν ότι η περίοδος κατά την οποία καταγράφεται η πλειονότητα των συμβάντων απορροής είναι αυτή από τις αρχές Οκτωβρίου έως το τέλος Φεβρουαρίου κάθε έτους. Οι

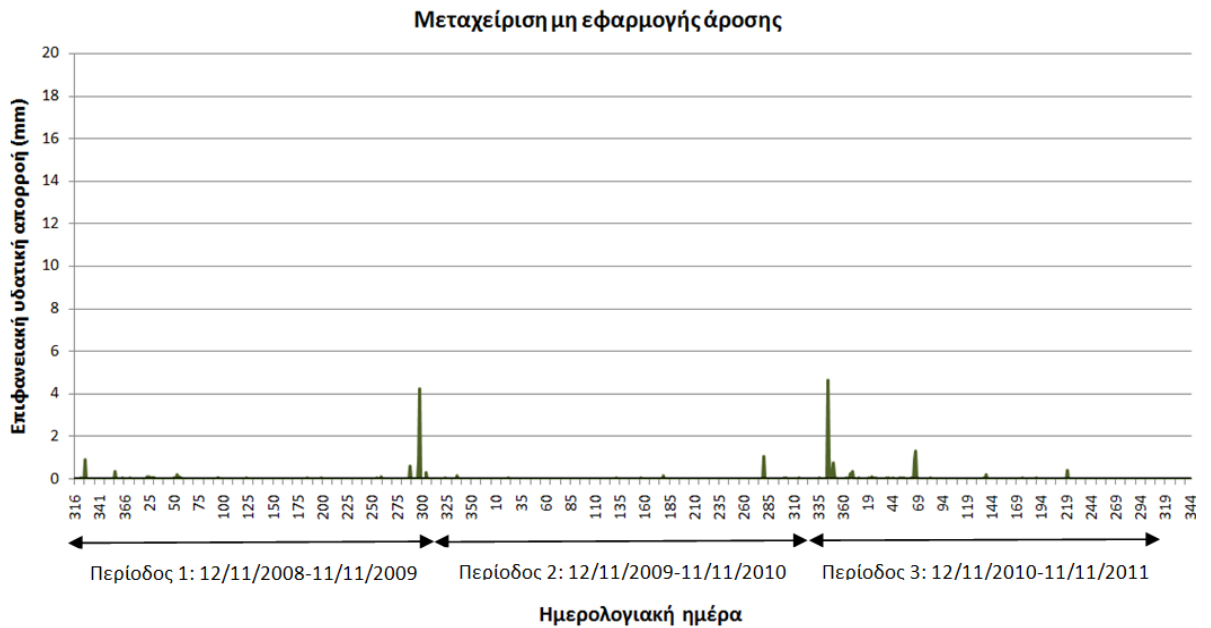
Kosmas et al. (1997) είχαν καταλήξει στο ίδιο συμπέρασμα για διαφορετικές χρήσεις γης σε επικλινείς περιοχές της Μεσογείου.



Διάγραμμα 6: Η διακύμανση της επιφανειακής υδατικής απορροής του πειραματικού τεμαχίου του αγρού της Αυγενικής στο οποίο πραγματοποιείται άρωση την περίοδο 12/11/2008 έως 12/12/2011.



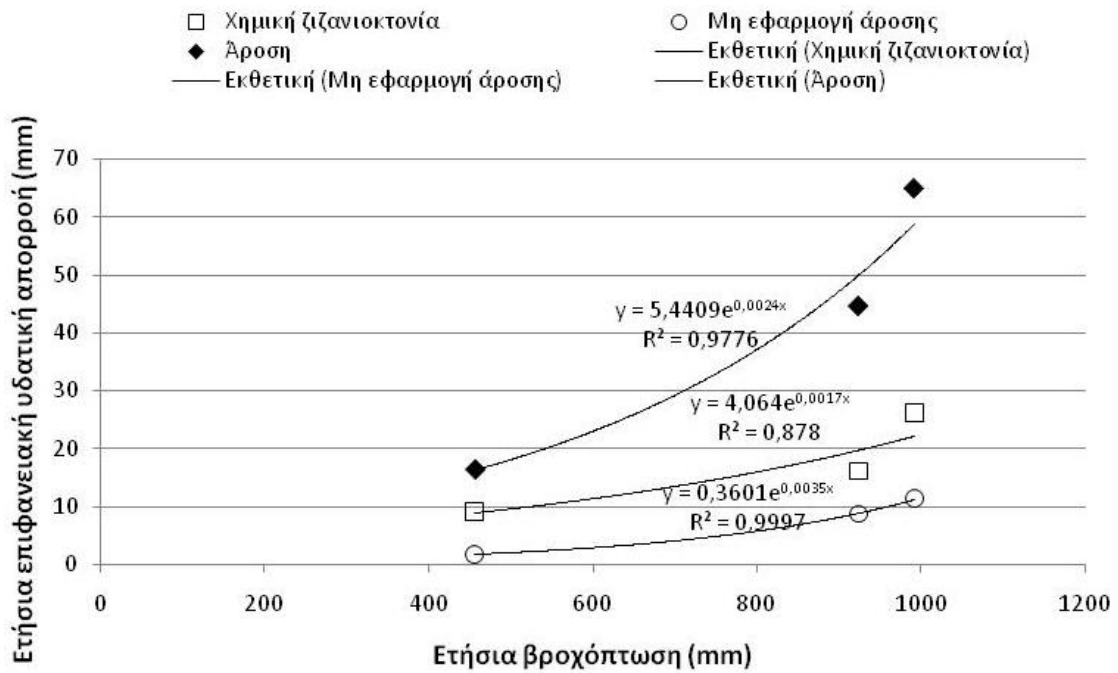
Διάγραμμα 7: Η διακύμανση της επιφανειακής υδατικής απορροής του πειραματικού τεμαχίου του αγρού της Αυγενικής στο οποίο εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία την περίοδο 12/11/2008 έως 12/12/2011.



Διάγραμμα 8: Η διακύμανση της επιφανειακής υδατικής απορροής του πειραματικού τεμαχίου του αγρού της Αυγενικής στο οποίο δεν εφαρμόζεται άρωση την περίοδο 12/11/2008 έως 12/12/2011.

Τα αποτελέσματα της επιφανειακής υδατικής απορροής ανά μεταχείριση όπως παρουσιάστηκαν παραπάνω προσομοιάζουν με τα αποτελέσματα παλαιότερης βασικής εργασίας (Kosmas et al., 1997) η οποία αποδεικνύει ότι η ετήσια επιφανειακή υδατική απορροή σε ελαιώνες ημιφυσικής κατάστασης δεν είναι δυνατόν να υπερβαίνει το 5% της ετήσιας βροχοπτώσης. Η μεταχείριση της ακαλλιέργειας διατηρώντας κατά μέσο όρο σε όλη τη διάρκεια του πειράματος τα μεγαλύτερα ποσοστά φυτοκάλυψης δεν μπορούσε παρά να προκαλέσει τη μικρότερη επιφανειακή απορροή σε σχέση με τις άλλες δύο πρακτικές στα ίδια συμβάντα βροχοπτώσης. Αντίθετα το πειραματικό τεμάχιο στο οποίο πραγματοποιούνταν άρωση παρουσιάζει τις μεγαλύτερες τιμές της απορροής κυρίως λόγω της μη ύπαρξης φυτοκάλυψης κατά περιόδους αλλά και του φαινομένου της δημιουργίας επιφανειακής κρούστας.

Στο επόμενο διάγραμμα καταγράφεται η εκθετική τάση που παρουσιάζει η αύξηση της ετήσιας επιφανειακής υδατικής απορροής αυξανόμενης της ετήσιας βροχοπτώσης. Η τάση αυτή επικρατεί και στα τρία αγροτεμάχια των διαφορετικών μεταχειρίσεων.



Διάγραμμα 9: Διάγραμμα σχέσης ετήσιας επιφανειακής υδατικής απορροής και ετήσιας βροχόπτωσης στις τρεις διαφορετικές καλλιεργητικές μεταχειρίσεις.

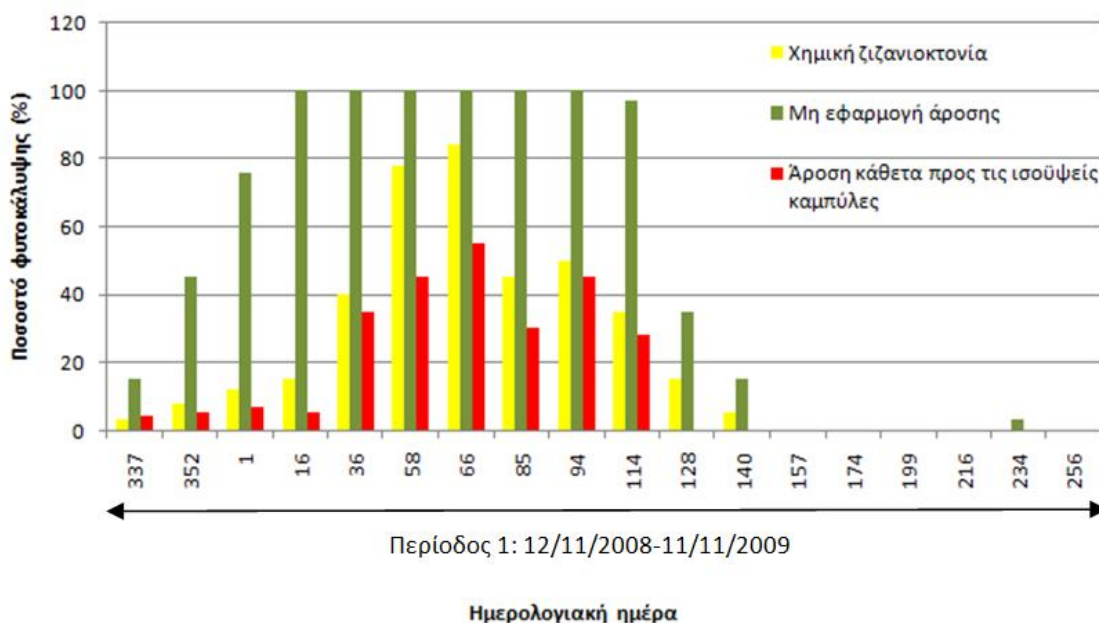
3.4.1.3. Ποσοστό φυτοκάλυψης

Όσον αφορά τη φυτοκάλυψη του εδάφους, η οποία μετρήθηκε σε συγκεκριμένες ημέρες της πειραματικής περιόδου, διαπιστώθηκε ότι το πειραματικό τεμάχιο που αντιστοιχεί στη μεταχείριση της ακαλλιέργειας παρουσίασε το υψηλότερο ποσοστό κάλυψης καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου. Πραγματικά το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να θεωρηθεί αναμενόμενο αφού η συγκεκριμένη καλλιεργητική πρακτική είναι η μόνη που επιτρέπει την απρόσκοπτη ανάπτυξη της υποκείμενης των ελαιοδένδρων φυσικής βλάστησης σε σχέση πάντοτε με τις άλλες δύο που εξετάστηκαν στο πλαίσιο του παρόντος κεφαλαίου. Η φυτοκάλυψη αποτελεί έναν κρίσιμο παράγοντα που ελέγχει την επιφανειακή υδατική απορροή και την απώλεια εδαφικού ιζήματος (Francis and Thornes, 1990; Dunjo et al., 2004; Marques et al., 2007). Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 10 η φυτοκάλυψη που παρείχαν τα υποκείμενα των ελαιοδένδρων ζιζάνια στην πρακτική της ακαλλιέργειας, ήταν μεγαλύτερη από 45% κατά τη διάρκεια της κρίσιμης, όσον αφορά την εδαφική διάβρωση, περιόδου που εκτείνεται από το Δεκέμβριο μέχρι το Μάιο με αποτέλεσμα την ελαχιστοποίηση του νερού της απορροής. Η φυτοκάλυψη ήταν σχετικά μικρή (μικρότερη του 40%) μέχρι το τέλος Δεκεμβρίου και στη συνέχεια αυξήθηκε σε τιμές μεγαλύτερες του 50% για τους επόμενους

δύο μήνες παρέχοντας ικανοποιητική προστασία από τη διάβρωση. Οι παραγωγοί συνήθως περιορίζουν την ανάπτυξη των ζιζανίων από τα μέσα Μαρτίου έως και τις αρχές Απριλίου (ανάλογα με την υγρασία του εδάφους) με τη χρήση ζιζανιοκτόνων ή με άροση. Το ποσοστό φυτοκάλυψης μειώθηκε σε τιμές κάτω από 50% μετά από αυτές τις παρεμβάσεις (Διάγραμμα 10). Η πιο κρίσιμη περίοδος για τη δημιουργία επιφανειακής υδατικής απορροής συμπίπτει με τις αρχές του χειμώνα ή τα μέσα της άνοιξης.

Στην μελετώμενη περιοχή σημαντικά συμβάντα βροχόπτωσης με υψηλή ένταση σημειώνονται συνήθως το διάστημα μεταξύ του τέλους του φθινοπώρου και των αρχών του χειμώνα. Συνεπώς αυτή ακριβώς η περίοδος είναι ιδιαίτερα κρίσιμη για τη δημιουργία σημαντικών απορροών στην περιοχή μελέτης καθώς το έδαφος δεν είναι επαρκώς καλυμμένο από βλάστηση κυρίως στα αγροτεμάχια που εφαρμόζεται άροση και χημική ζιζανιοκτονία.

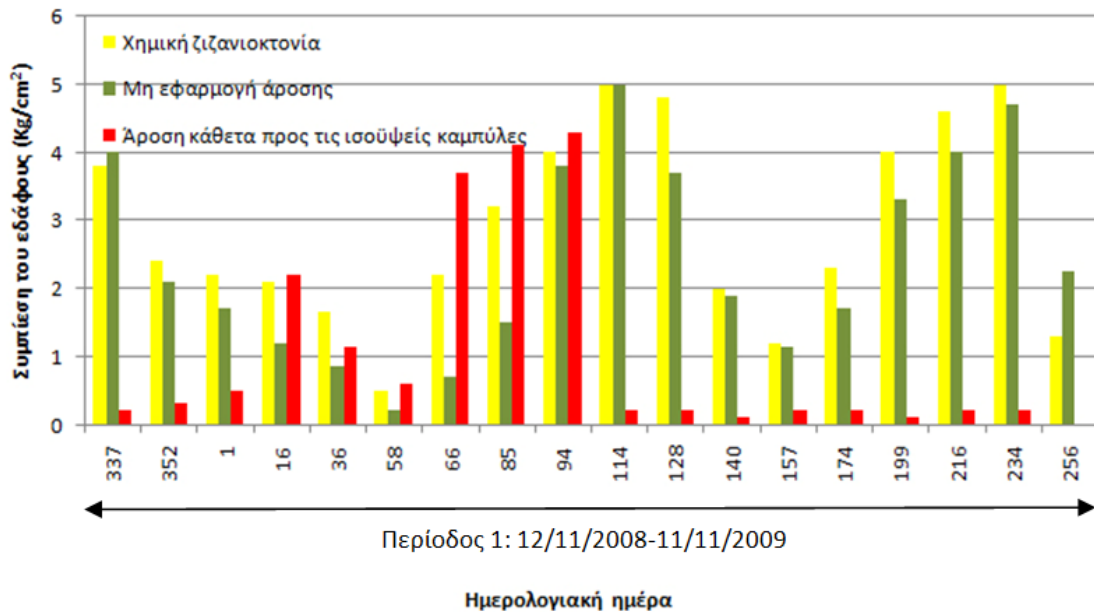
Πάντως η επίδραση της σταγόνιας της βροχής στην επιφάνεια του εδάφους μειώνεται σε μεγάλο βαθμό στους ελαιώνες, ανεξαρτήτως της μεταχείρισης, εξαιτίας της μείωσης της ενέργειάς της λόγω του πυκνού φυλλώματος των δένδρων. Η φυτική κάλυψη που προσφέρεται από τα ζιζάνια είναι πολύ σημαντική στο έδαφος ενδιάμεσως των γραμμών φύτευσης που είναι απροστάτευτο.



Διάγραμμα 10: Μετρήσεις του ποσοστού φυτοκάλυψης του εδάφους του πειραματικού αγρού της Αυγενικής την περίοδο 4/12/2008 έως 15/9/2009.

3.4.1.4. Συμπιεστότητα του εδάφους

Μια ακόμα κρίσιμη ιδιότητα που καταγράφτηκε είναι αυτή της συμπιεστότητας του εδάφους η οποία ουσιαστικά αποτελεί το αποτέλεσμα της συνδυαστικής δράσης των εδαφικών χαρακτηριστικών και της καλλιεργητικής πρακτικής που εφαρμόζεται σε κάθε πειραματικό τεμάχιο.



Διάγραμμα 11: Η διακύμανση της συμπιεστότητας του εδάφους του πειραματικού αγρού της Αυγενικής την περίοδο 4/12/2008 έως 15/9/2009

Παρατηρούμε τη σταθερή υπεροχή της καλλιεργητικής πρακτικής της χημικής ζιζανιοκτονίας ως προς τις ανώτερες τιμές της δύναμης που απαιτείται για τη συμπίεση του εδάφους τους πρώτους εννέα μήνες του πειράματος. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η εδαφική υγρασία στα ανώτερα εκατοστά του εδάφους παρουσιάζει γενικά τις χαμηλότερες τιμές της στο πειραματικό τεμάχιο αυτής της μεταχείρισης όπως αναφέρεται στην επόμενη ενότητα. Μια απόκλιση από την παραπάνω επισήμανση παρατηρούμε την περίοδο από 8/3/2009 έως 6/4/2009 (66^η έως 95^η ημερολογιακή ημέρα του 2009) όπου ο πειραματικός αγρός που οργώνεται έδωσε τις μεγαλύτερες τιμές απαιτούμενης πίεσης ανά τετραγωνικό εκατοστό για συμπίεση του εδάφους. Η δυσκολία αυτή στη συμπίεση οφείλεται στην καταστροφή της δομής του συγκεκριμένου τεμαχίου και στην δημιουργία επιφανειακής κρούστας (ταράτσωμα) δεδομένου ότι το ίδιο διάστημα σημειώθηκαν μερικές

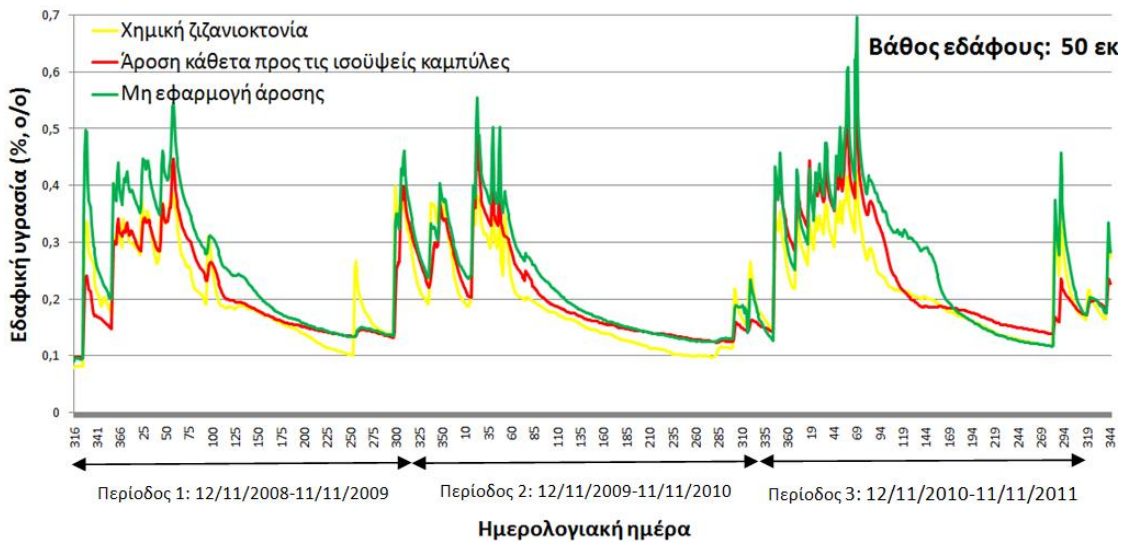
βροχοπτώσεις. Η εποχιακή διακύμανση των τιμών του ποσοστού της φυτοκάλυψης και της συμπιεστότητας του εδάφους ήταν παρόμοια και κατά τη διάρκεια των επόμενων ετών του πειράματος (2010 και 2011).

3.4.1.5. Εδαφική υγρασία σε βάθος εδάφους έως 20 και έως 50 εκατοστών

Η περιεχόμενη εδαφική υγρασία των πειραματικών τεμαχίων είναι συνάρτηση της φυτοκάλυψης και της καλλιεργητικής πρακτικής. Οι διαφορετικές καλλιεργητικές πρακτικές έχουν σημαντική επίδραση στην εδαφική υγρασία και στο φαινόμενο ειδικό βάρος. Σύμφωνα με την άποψη των παραγωγών, η άροση προστατεύει το εδαφικό νερό από την εξάτμιση ως αποτέλεσμα της καταστροφής των ζιζανίων που πιστεύεται ότι αφαιρούν σημαντικές ποσότητες νερού από τα 15 πρώτα εκατοστά του εδάφους για τις ανάγκες της διαπνοής τους. Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας τα αποτελέσματα κατέγραψαν αντίθετες τάσεις. Η περιεχόμενη εδαφική υγρασία που μετρήθηκε στα βάρη των 20 και των 50 εκατοστών ήταν υψηλότερη σε όλη την πειραματική περίοδο για την καλλιεργητική πρακτική της ακαλλιέργειας (Διαγράμματα 12 και 13). Η παρουσία του ζιζανίου *Oxalis sp.* το οποίο αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια της υγρής περιόδου επιφέρει τις ακόλουθες σημαντικές επιπτώσεις: α) μειώνει την επιφανειακή υδατική απορροή με αποτέλεσμα περισσότερο νερό να αποθηκεύεται στο έδαφος, και β) μειώνει την εξάτμιση του εδαφικού νερού καλύπτοντας εντελώς την επιφάνεια του εδάφους. Η απώλεια νερού από τη διαπνοή των ζιζανίων αναμένεται να είναι μικρή κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάπτυξής τους καθώς η περιοχή χαρακτηρίζεται από υψηλές μέσες τιμές ατμοσφαιρικής υγρασίας (υψηλότερες του 61% - μέσος όρος τριετούς μέτρησης 60.94%) λόγω του νησιωτικού περιβάλλοντος. Η εδαφική υγρασία παραμένει υψηλότερη σε αυτή τη μεταχείριση ακόμα και κατά την ξηρή περίοδο αφού τα ξηρά πλέον ζιζάνια, από το τέλος της άνοιξης και μετά, διαμορφώνουν ένα προστατευτικό στρώμα στην επιφάνεια του εδάφους το οποίο μειώνει την εξάτμιση του εδαφικού νερού. Ένας ακόμα λόγος διατήρησης υψηλότερων επιπέδων εδαφικής υγρασίας στην περίπτωση του αγροτεμαχίου της ακαλλιέργειας σχετίζεται με το μικροπορώδες των εδαφών που δημιουργούνται σε μάργα το οποίο ευνοεί την τριχοειδή ανύψωση του νερού και επιτρέπει τη συνεχή ύγρανση του εδάφους.

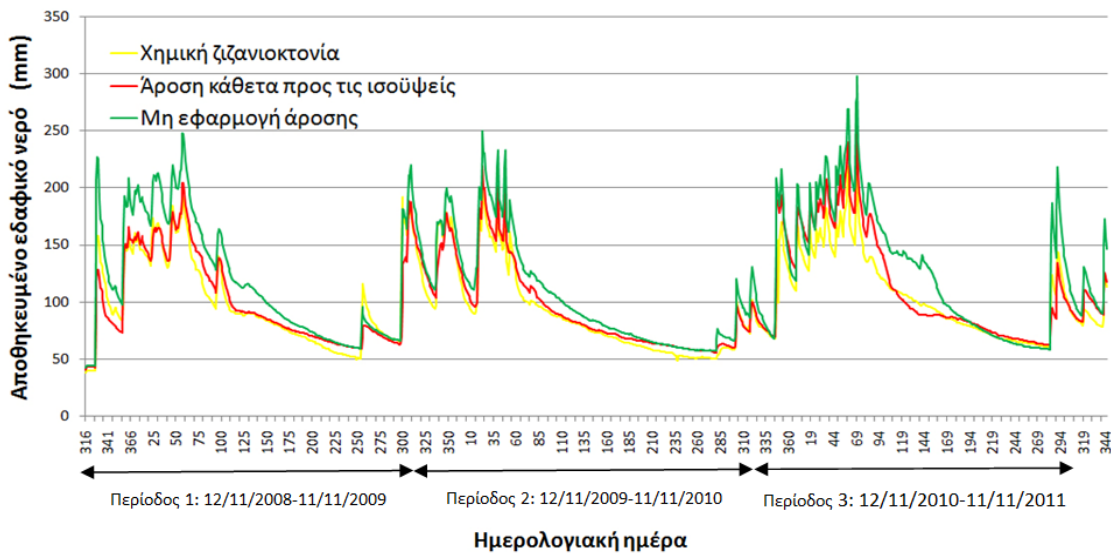


Διάγραμμα 12: Η χρονική διακύμανση της υγρασίας του εδάφους στο βάθος των 20 εκατοστών για τις τρεις μεταχειρίσεις του πειραματικού αγρού της Αυγενικής την περίοδο 12/11/2008 έως 12/12/2011.



Διάγραμμα 13: Η χρονική διακύμανση της υγρασίας του εδάφους στο βάθος των 50 εκατοστών για τις τρεις μεταχειρίσεις του πειραματικού αγρού της Αυγενικής την περίοδο 12/11/2008 έως 12/12/2011.

3.4.1.6. Αποθηκευμένο εδαφικό νερό σε όλο το βάθος



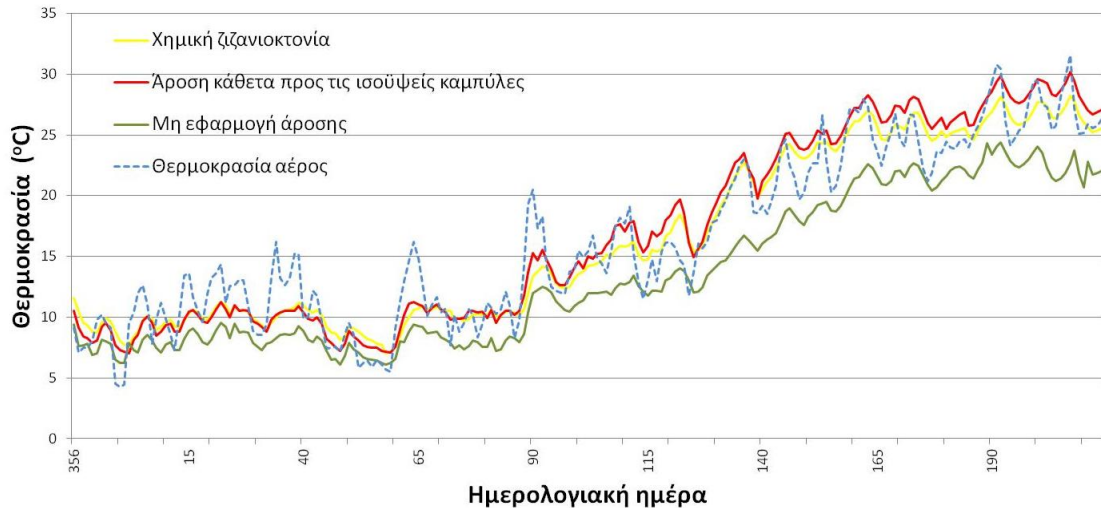
Διάγραμμα 14: Η χρονική διακύμανση του αποθηκευμένου εδαφικού νερού σε όλο το βάθος του εδάφους για τις τρεις μεταχειρίσεις του πειραματικού αγρού της Αυγενικής την περίοδο 12/11/2008 έως 12/12/2011.

Το αποθηκευμένο εδαφικό νερό παρουσιάζεται συναρτήσει του χρόνου στο παραπάνω διάγραμμα, καθόλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου και για τις τρεις μεταχειρίσεις στο βάθος των 50 εκατοστών. Ως άμεσα συνδεδεμένο μέγεθος με την εδαφική υγρασία είναι λογικό να σημειώνει τις μεγαλύτερες τιμές του στην μεταχείριση της ακαλλιέργειας από την στιγμή που αυτή παρουσίαζε και την υψηλότερη εδαφική υγρασία.

3.4.1.7. Θερμοκρασίες αέρος και εδάφους

Οι ημερήσιες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του εδάφους σχετίζονται με τις θερμικές ιδιότητες των εδαφών, την κάλυψη του εδάφους και τη ροή θερμότητας στην επιφάνεια του εδάφους (Lakshmi et al., 2003). Οι θερμικές ιδιότητες των εδαφών είναι η θερμική αγωγιμότητα και η θερμοχωρητικότητα που ποικίλουν ανάλογα με την περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό και το φαινόμενο ειδικό βάρος. Μείωση της περιεκτικότητας των εδαφών σε νερό συνεπάγεται μείωση της θερμοχωρητικότητάς τους και επομένως αύξηση της επιφανειακής θερμοκρασίας (Encyclopedia of Soil Science 2008a). Στην περίπτωση των αισθητήρων μετρήσεως της θερμοκρασίας του αέρος και του εδάφους παρουσιάστηκαν διάφορα τεχνικά προβλήματα τόσο στην αρχή της λειτουργίας του σταθμού όσο και από

κάποιο χρονικό σημείο και έπειτα. Συγκεκριμένα οι πρώτες ολοκληρωμένες μετρήσεις θερμοκρασιών ελήφθησαν στις 23/12/2008 ενώ συνέχισαν να καταγράφονται επιτυχώς μέχρι και τις 4/8/2009. Ως εκ τούτου στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι τάσεις των ημερήσιων θερμοκρασιών του αέρα και των εδαφών των διαφορετικών μεταχειρίσεων για διάστημα 8 μηνών.

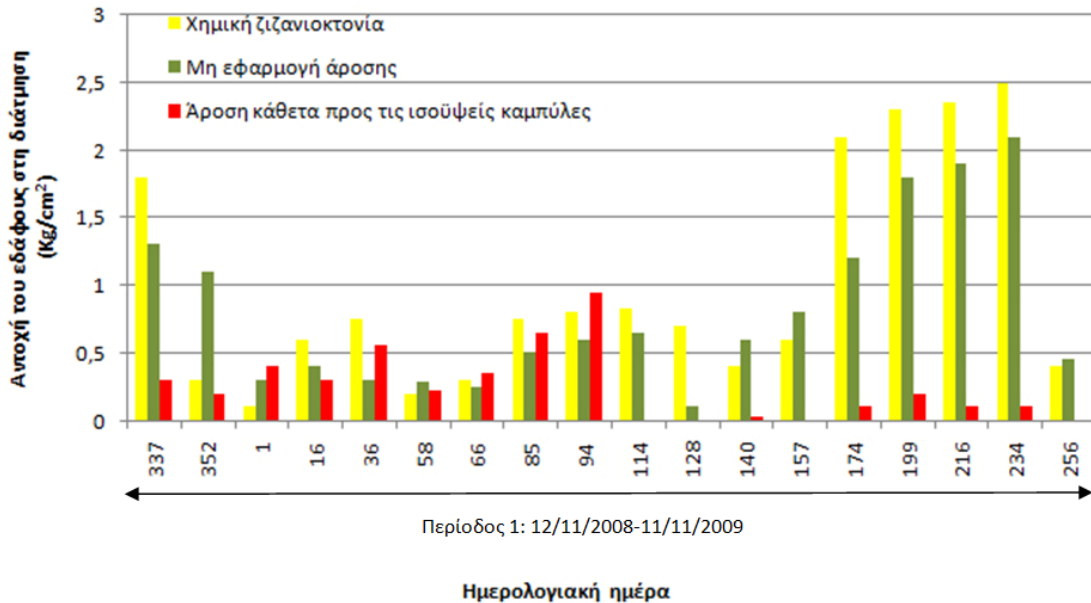


Διάγραμμα 15: Η διακύμανση της θερμοκρασίας του ατμοσφαιρικού αέρα και των θερμοκρασιών του εδάφους στις τρεις μεταχειρίσεις του πειραματικού αγρού της Αυγενικής την περίοδο 23/12/2008 έως 4/8/2009.

Όπως ήταν αναμενόμενο οι καλλιεργητικές πρακτικές επηρεάζουν και τη θερμοκρασία του εδάφους. Οι μετρήσεις που διεξήχθησαν σε βάθος 10 εκατοστών έδειξαν ότι η θερμοκρασία του εδάφους στην περίπτωση της μεταχείρισης της άρροσης παρέμεινε η υψηλότερη σε σχέση με τα άλλα αγροτεμάχια καθ' όλη τη διάρκεια του έτους (Διάγραμμα 15). Αυτό συμβαίνει γιατί ο αγρός που οργώνεται θερμαίνεται ταχύτερα λόγω της πιο εύκολης εισχώρησης της ηλιακής ακτινοβολίας στα πρώτα εκατοστά βάθους εξαιτίας της κατά περιόδους αφαίρεσης της φυσικής βλάστησης και της εντονότερης εξάτμισης από τη δημιουργία μακροπορώδους. Η μέση θερμοκρασία εδάφους για την περίοδο των μετρήσεων ήταν 14.8°C, 17.6°C και 18°C για τις πρακτικές της ακαλλιέργειας, της χρήσης ζιζανιοκτόνων και της εφαρμογής άρροσης αντίστοιχα. Τέτοιες διαφορές στη θερμοκρασία του εδάφους στο ανώτερο εδαφικό στρώμα αναμένεται να επηρεάζουν την εξάτμιση του νερού του εδάφους, την αποδόμηση της οργανικής ουσίας (Lakshmi et al., 2003) την

ανάπτυξη των φυτών και επομένως την υποβάθμιση των γαιών σε περιοχές που πλήττονται από ξηρασία.

3.4.1.8. Αντοχή του εδάφους στην διάτμηση



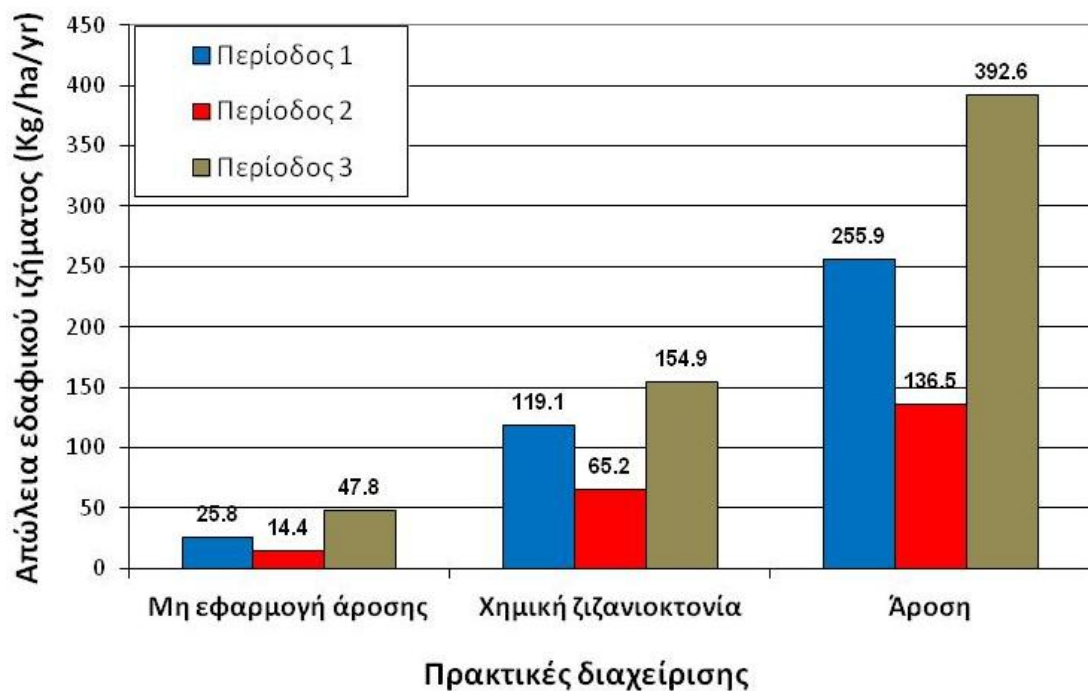
Διάγραμμα 16: Η διακύμανση της διατμησιμότητας του εδάφους του πειραματικού αγρού της Αυγενικής την περίοδο 4/12/2008 έως 15/9/2009.

Η αντοχή των εδαφών στη διάτμηση είναι μια ιδιότητα που επηρεάζεται από τους ίδιους παράγοντες όπως και η συμπιεστότητα των εδαφών και για αυτό τον λόγο παρουσιάζει σχεδόν όμοια χρονικά διακύμανση τιμών με την αντοχή στην συμπίεση και για τις τρεις μεταχειρίσεις.

3.4.1.9. Απώλεια εδαφικού ιζήματος

Παρόμοιες τάσεις με αυτές της υδατικής απορροής διαπιστώθηκαν στα ποσοστά απωλειών εδαφικού ιζήματος μεταξύ των μελετώμενων καλλιεργητικών πρακτικών. Όπως παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 17 οι μεγαλύτερες απώλειες σε εδαφικό ίζημα μετρήθηκαν στη μεταχείριση της άρωσης όπου κυμάνθηκαν μεταξύ 136 κιλά/εκτάριο/έτος (Kgr/ha/yr) και 392 κιλά/εκτάριο/έτος (Kgr/ha/yr) καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου.

Οι απώλειες αυτές περιορίστηκαν σε πολύ μικρές τιμές στην καλλιεργητική πρακτική της ακαλλιέργειας καταγράφοντας εύρος από 14.4 κιλά/εκτάριο/έτος (Kgr/ha/yr) έως 47.8 κιλά/εκτάριο/έτος (Kgr/ha/yr). Ενδιάμεσες τιμές εδαφικής διάβρωσης μετρήθηκαν στο αγροτεμάχιο στο οποίο εφαρμόστηκε χημική ζιζανιοκτονία. Σε παρόμοιο συμπέρασμα όσον αφορά τις τάσεις των απωλειών κατέληξε και έρευνα που διεξήχθη σε ελαιώνα λοφώδους περιοχής της Ελλάδας (Kosmas et al., 1997). Τα συγκεντρωτικά στοιχεία της απώλειας εδαφικού ιζήματος σε κιλά/εκτάριο/έτος για τις τρεις μεταχειρίσεις παρουσιάζονται στη συνέχεια:



Διάγραμμα 17: Το συνολικώς απολεσθέν εδαφικό ιζήμα κατά μεταχείριση του πειραματικού αγρού της Αυγενικής την περίοδο 12/11/2008 έως 12/12/2011.

Τα δεδομένα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι υπό τις επικρατούσες καλλιεργητικές μεταχειρίσεις στην περιοχή μελέτης, οι απώλειες εδαφικού ιζήματος εξαιτίας της επιφανειακής υδατικής απορροής είναι σχετικά μικρές. Όπως έχει τονιστεί σε διάφορες μελέτες στο παρελθόν (Govers et al., 1994; Tsara et al., 2001; Gerontidis et al., 2001), η μηχανική διάβρωση του εδάφους που προκαλείται από την άρροση θεωρείται ως μια από τις πιο σημαντικές διεργασίες υποβάθμισης των γαιών σε λοφώδεις καλλιεργούμενες εκτάσεις. Όπως έχει προαναφερθεί η μηχανική διάβρωση εξαιτίας της άρροσης με φρέζα εκτιμήθηκε

χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία του ερευνητικού προγράμματος TERON (2000) με τη χρήση των παρακάτω πεδοσυναρτήσεων (3.2, 3.3 & 3.4).

$$Qs = D \times BD \times G \times B \quad (3.2) \text{ όπου:}$$

Qs: Μετατόπιση εδάφους (Kg m^{-1}), **D:** Βάθος άροσης (m), **BD:** Φαινόμενο ειδικό βάρος (ton m^{-3}), **G:** Κλίση (tan), **B:** Συντελεστής που αντιστοιχεί στο βάθος της άροσης που προκύπτει από πειραματικά δεδομένα.

$$K = BD \times B \times D \quad (3.3) \text{ όπου:}$$

K: Σταθερά μετατόπισης λόγω του τύπου άροσης (Kg m^{-1} ανά άροση).

$$H = \frac{W}{S \times BD} \quad (3.4) \text{ όπου:}$$

H: Αύξηση ή μείωση στο πάχος του εδάφους (m)

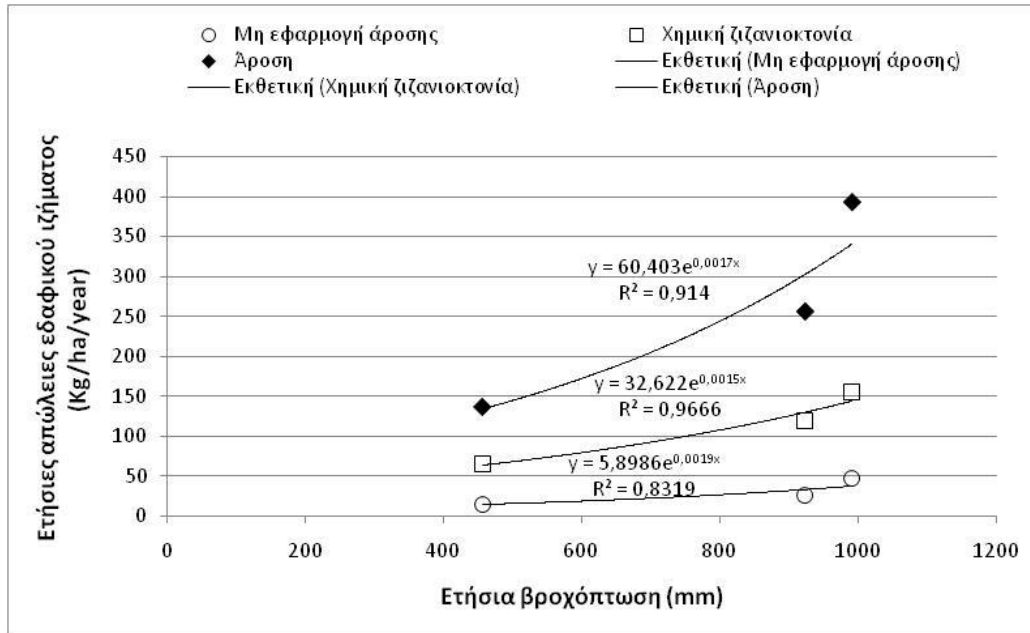
W: Βάρος εδάφους (Kg)

S: Έκταση (m^2)

Οι εκτιμώμενες εδαφικές μετακινήσεις εξαιτίας της καλλιέργειας με σιαπτικό εργαλείο τύπου φρέζας που πραγματοποιείται μια φορά το έτος στην περιοχή μελέτης αγγίζουν τα 3.7 χιλιοστά το έτος. Η τιμή αυτή θεωρείται ιδιαίτερος υψηλή σε σχέση με τη διάβρωση που προκαλείται από την επιφανειακή υδατική απορροή στην ίδια μεταχείριση και στις ίδιες συνθήκες η οποία είναι απειροελάχιστη και αγγίζει τα 0.01 χιλιοστά το έτος. Μια απλή μέθοδος για την εκτίμηση των εδαφικών απωλειών που προέρχονται από τη μηχανική διάβρωση σε πολυετείς καλλιέργειες όπως οι ελαιοκαλλιέργειες μπορεί να θεωρηθεί η μέτρηση των υψομετρικών διαφορών μεταξύ της επιφάνειας του εδάφους γύρω από το λαιμό των δένδρων (σημείο που δεν επηρεάζεται από την άροση) και της επιφάνειας του εδάφους μερικά εκατοστά μακριά από το δένδρο στην οποία πραγματοποιείται όργωμα. Τέτοιου είδους μετρήσεις οι οποίες έγιναν σε αρκετούς ελαιώνες της περιοχής οδήγησαν στο

συμπέρασμα ότι έχει σημειωθεί εδαφική μετατόπιση που κυμαίνεται μεταξύ 5 και 42 εκατοστών για χρονική περίοδο 45 ετών.

Στο επόμενο διάγραμμα καταγράφεται η εκθετική τάση που παρουσιάζει η αύξηση των ετήσιων απωλειών εδαφικού ιζήματος αυξανομένης της ετήσιας βροχόπτωσης. Η τάση αυτή επικρατεί και στα τρία αγροτεμάχια των διαφορετικών μεταχειρίσεων.



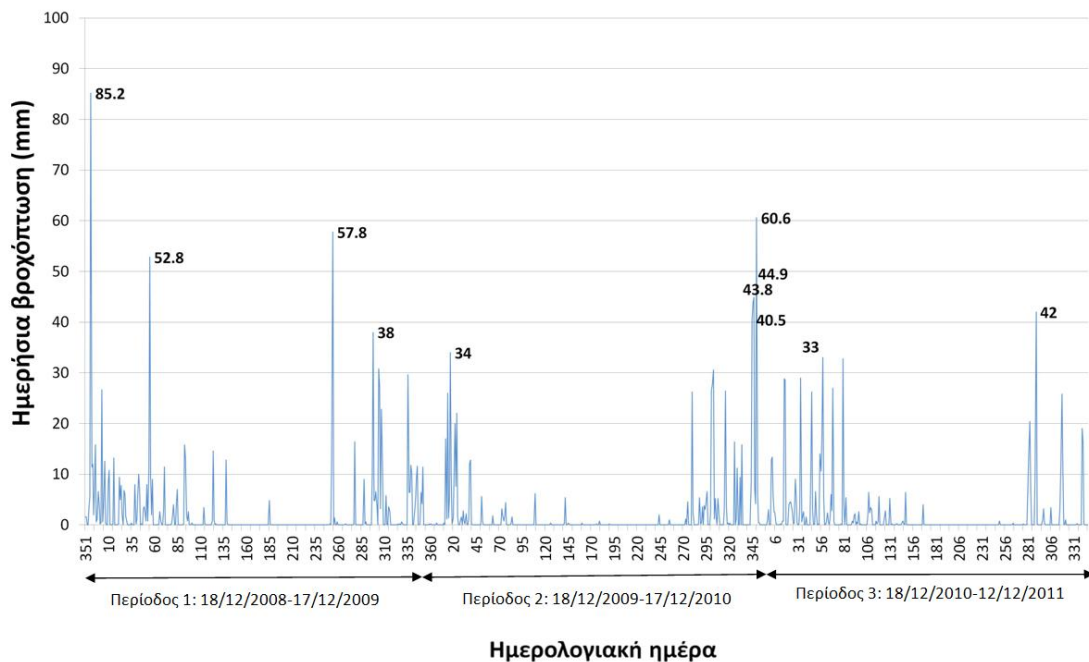
Διάγραμμα 18: Διάγραμμα σχέσης ετήσιων απωλειών εδαφικού ιζήματος και ετήσιας βροχόπτωσης στις τρεις διαφορετικές καλλιεργητικές μεταχειρίσεις.

3.4.1.10. Μετρήσεις στην αρχή και στο τέλος της πειραματικής περιόδου

Από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην αρχή και στο τέλος της πειραματικής περιόδου επισημαίνεται η σχέση της περιεχόμενης οργανικής ουσίας και του φαινομένου ειδικού βάρους του εδάφους με τη διαχείριση των γαιών. Το πειραματικό τεμάχιο της ακαλλιέργειας περιείχε στο τέλος της τριετούς πειραματικής περιόδου 28% περισσότερη οργανική ουσία (Πίνακας 27). Το φαινόμενο ειδικό βάρος που θεωρείται σημαντικός δείκτης της συμπίεσης του εδάφους μεταβλήθηκε από 1.18 σε 1.38 g/cm³ στους αγρούς της χημικής ζιζανιοκτονίας και της ακαλλιέργειας ενώ στο τεμάχιο της άρροσης παρέμεινε σχεδόν το ίδιο.

3.4.2 Μετρήσεις τιμών ιδιοτήτων του σταθμού της Αγίας Βαρβάρας

3.4.2.1. Ημερήσια βροχόπτωση



Διάγραμμα 19: Η διακύμανση της ημερήσιας βροχόπτωσης από τον μετεωρολογικό σταθμό του πειραματικού αγρού της Αγίας Βαρβάρας την περίοδο 18/12/2008 έως 12/12/2011.

Το παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζει τη διακύμανση της ημερήσιας βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου. Όπως γίνεται φανερό η μεγαλύτερη ποσότητα βροχόπτωσης αυτή των 891.8 χιλιοστών (mm) σημειώθηκε τον πρώτο χρόνο εγκατάστασης του πειραματικού σταθμού (18/12/2008-17/12/2009), το δεύτερο χρόνο (18/12/2009-17/12/2010) καταγράφηκαν 657.4 χιλιοστά (mm) και στον τελευταίο χρόνο του πειράματος (18/12/2010-12/12/2011) 707.1 χιλιοστά (mm). Οι αριθμητικές ετικέτες στις κορυφές του παραπάνω διαγράμματος δηλώνουν τα σημαντικότερα συμβάντα βροχόπτωσης της πειραματικής περιόδου. Η μικρή διαπερατότητα του μητρικού υλικού αναγκάζει το νερό του εδάφους να κινείται με πλευρική διήθηση ή να διασπείρεται στην επιφάνεια ως επιφανειακή απορροή. Συνολικά σημειώθηκαν έντεκα κύρια συμβάντα βροχόπτωσης (Πίνακας 5), με ένταση βροχόπτωσης από 2.4 έως και 68.1 χιλιοστά ανά ώρα (mm h^{-1}). Τα συμβάντα αυτά παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί όπου είναι δυνατόν να διακριθεί η διαφορετική συμπεριφορά του κάθε τεμαχίου.

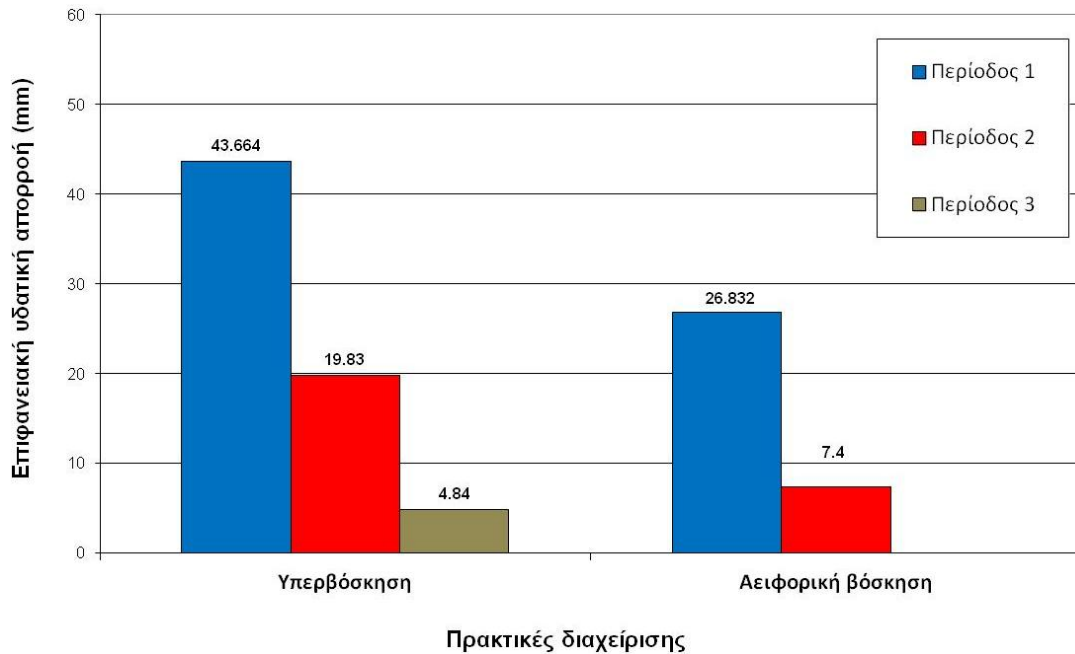
Πίνακας 30: Τα σημαντικότερα συμβάντα βροχόπτωσης του σταθμού της Αγίας Βαρβάρας καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου.

Ημερολογιακή ημέρα/ημερομηνία	Βροχόπτωση (mm)	Μέγιστη ένταση βροχής (mm h ⁻¹)	Επιφανειακή απορροή (mm)– Τεμάχιο υπερβόσκησης	Επιφανειακή απορροή (mm) - Τεμάχιο αειφορικής βόσκησης
357/24-12-2008	85.2	16.8	0.55	0.055
56/27-2-2009	52.8	19.2	3.19	0.22
254/13-9-2009	57.8	48	0.715	0.88
298/27-10-2009	38	62.4	1.54	0.495
17/19-1-2010	34	9.6	3.45	1.23
345/13-12-2010	40.5	3.6	0	0
346/14-12-2010	43.8	2.4	0	0
347/15-12-2010	44.9	12.3	0.11	0
350/18-12-2010	60.6	68.1	0.22	0
58/27-2-2011	33	12	0	0
290/17-10-2011	42	21.6	0	0

Τα έντεκα προαναφερόμενα συμβάντα προκάλεσαν επτά επιφανειακές απορροές του νερού στις διαφορετικές καλλιεργητικές πρακτικές που κυμάνθηκαν από 0.055 έως και 3.45 mm. Η κλάση της επιφανειακής απορροής επηρεάστηκε ισχυρά από την εφαρμοζόμενη διαχείριση. Οι υψηλότερες τιμές σε όλα τα συμβάντα πλην ενός (254/13-9-2009) παρατηρήθηκαν στο τμήμα του βοσκοτόπου όπου εφαρμοζόταν υπερβόσκηση. Όπως γίνεται φανερό η επιφανειακή υδατική απορροή και των δύο πειραματικών τεμαχίων στις 27 Φεβρουαρίου 2009 και στις 19 Ιανουαρίου 2010 είναι ιδιαίτερα αυξημένη σε σχέση με οποιαδήποτε άλλη τιμή των σημαντικότερων συμβάντων βροχόπτωσης. Όσον αφορά στην πρώτη από τις δύο ημέρες η ιδιαίτερα αυξημένη απορροή μπορεί να δικαιολογηθεί από το γεγονός ότι από τις 3 π.μ της 24^{ης} Φεβρουαρίου μέχρι και τις 12 μ.μ. της 26^{ης} Φεβρουαρίου σημειώθηκαν 50 ώρες σχεδόν συνεχούς βροχόπτωσης που είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση της απορροής. Πριν τη δεύτερη κρίσιμη ημέρα και συγκεκριμένα στις 18 και στις 16 Ιανουαρίου του 2010 είχαν καταγραφεί 18 και 19 ώρες συνεχόμενης βροχόπτωσης αντίστοιχα ενώ στις 19 Ιανουαρίου σημειώθηκαν 14 ώρες βροχής.

3.4.2.2. Επιφανειακή υδατική απορροή

Όπως γίνεται φανερό από το παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 20) η επιφανειακή υδατική απορροή επηρεάζεται σαφώς από τον τύπο της διαχείρισης. Η απορροή μειώνεται εκθετικά από την υπερβόσκηση στην εφαρμογή αειφορικής βόσκησης.



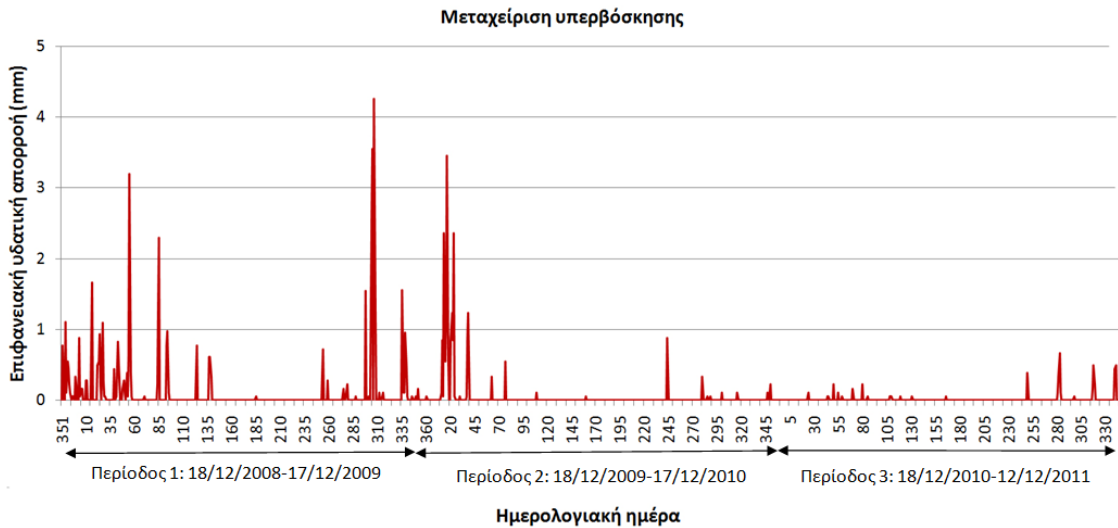
Διάγραμμα 20: Η συνολική επιφανειακή υδατική απορροή κατά μεταχείριση του πειραματικού αγρού της Αγίας Βαρβάρας την περίοδο 18/12/2008 έως 12/12/2011.

Όπως ήταν αναμενόμενο η μεταχείριση της υπερβόσκησης δημιούργησε μεγαλύτερη επιφανειακή υδατική απορροή σε σύγκριση με τη μεταχείριση της αειφορικής βόσκησης τόσο τον πρώτο (43.7 mm) και το δεύτερο χρόνο (19.7 mm) όσο και κατά τον τρίτο χρόνο (4.8 mm) της πειραματικής περιόδου. Το πειραματικό τεμάχιο στο οποίο εφαρμοζόταν υπερβόσκηση παρήγαγε απορροή που κυμάνθηκε μεταξύ του 3% και του 4.9% της ετήσιας βροχόπτωσης (Πίνακας 31). Η απορροή μειώθηκε σημαντικά σε ποσοστά 0% με 3% της ετήσιας βροχόπτωσης στην περίπτωση της αειφορικής βόσκησης.

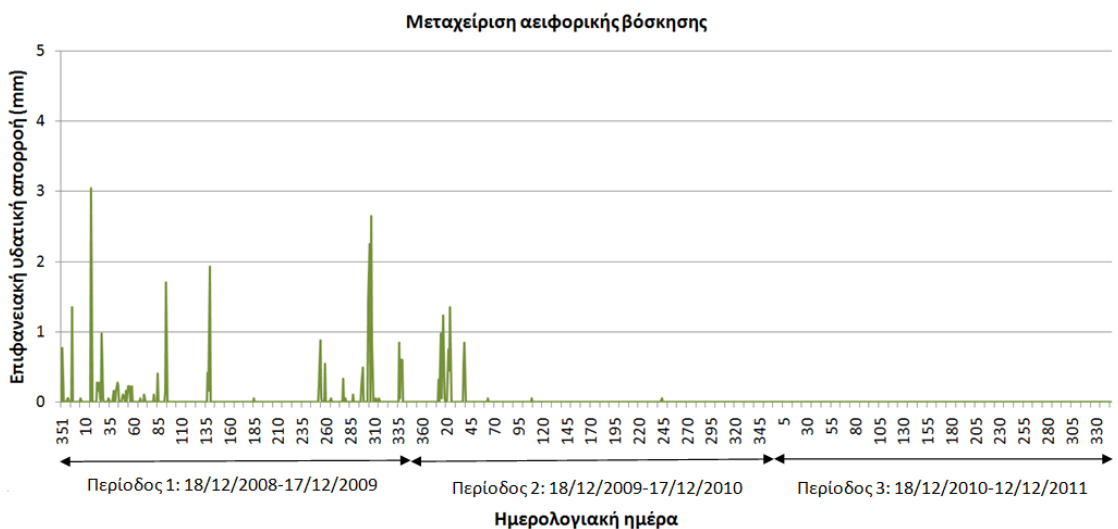
Πίνακας 31: Το ποσοστό της βροχόπτωσης που απομακρύνθηκε ως απορροή στις διάφορες καλλιεργητικές πρακτικές κατά τη διάρκεια των περιόδων μέτρησης.

Περίοδος μετρήσεων	Ποσοστό της βροχόπτωσης που απομακρύνθηκε ως απορροή στις διαφορετικές μεταχειρίσεις	
	Αειφορική βόσκηση	Υπερβόσκηση
1	3%	4.89%
2	1.12%	3.01%
3	0%	0.68%

Επιφανειακή υδατική απορροή καταγράφηκε στην περιοχή τόσο στα έντονα συμβάντα βροχοπτώσης όσο και στις μικρότερης έντασης και μεγαλύτερης διάρκειας βροχοπτώσεις. Τα ακόλουθα δύο διαγράμματα (Διάγραμμα 21 και Διάγραμμα 22) αποδεικνύουν ότι η περίοδος κατά την οποία καταγράφεται η πλειονότητα των συμβάντων απορροής είναι αυτή από τις αρχές Οκτωβρίου έως το τέλος Φεβρουαρίου κάθε έτους. Οι Kosmas et al. (1997) είχαν καταλήξει στο ίδιο συμπέρασμα για διαφορετικές χρήσεις γης σε επικλινείς περιοχές της Μεσογείου.

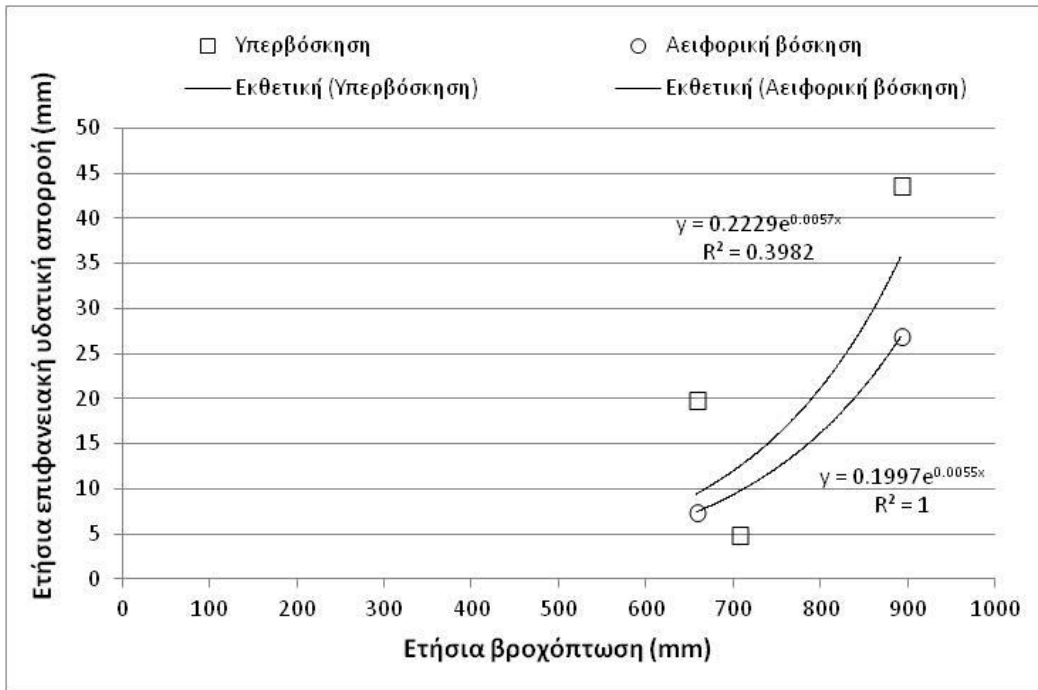


Διάγραμμα 21: Η διακύμανση της επιφανειακής υδατικής απορροής του πειραματικού τεμαχίου του αγρού της Αγίας Βαρβάρας στο οποίο εφαρμόζεται μεταχείριση υπερβόσκησης την περίοδο 18/12/2008 έως 12/12/2011



Διάγραμμα 22: Η διακύμανση της επιφανειακής υδατικής απορροής του πειραματικού τεμαχίου του αγρού της Αγίας Βαρβάρας στο οποίο εφαρμόζεται μεταχείριση αιφορικής βόσκησης την περίοδο 18/12/2008 έως 12/12/2011

Η πρώτη πειραματική περίοδος χαρακτηρίζεται από την μεγαλύτερη αθροιστικά επιφανειακή απορροή που σημειώθηκε στους πειραματικούς αγρούς. Κατά μέσο όρο η επιφανειακή υδατική απορροή μειώθηκε σε ποσοστό μεγαλύτερο από 60% στο πειραματικό τεμάχιο της αειφορικής βόσκησης σε σχέση με τον αγρό της υπερβόσκησης. Στο επόμενο διάγραμμα καταγράφεται η εκθετική τάση που παρουσιάζει η αύξηση της ετήσιας επιφανειακής υδατικής απορροής αυξανόμενης της ετήσιας βροχόπτωσης. Η τάση αυτή επικρατεί και στα δύο πειραματικά τεμάχια των διαφορετικών μεταχειρίσεων.

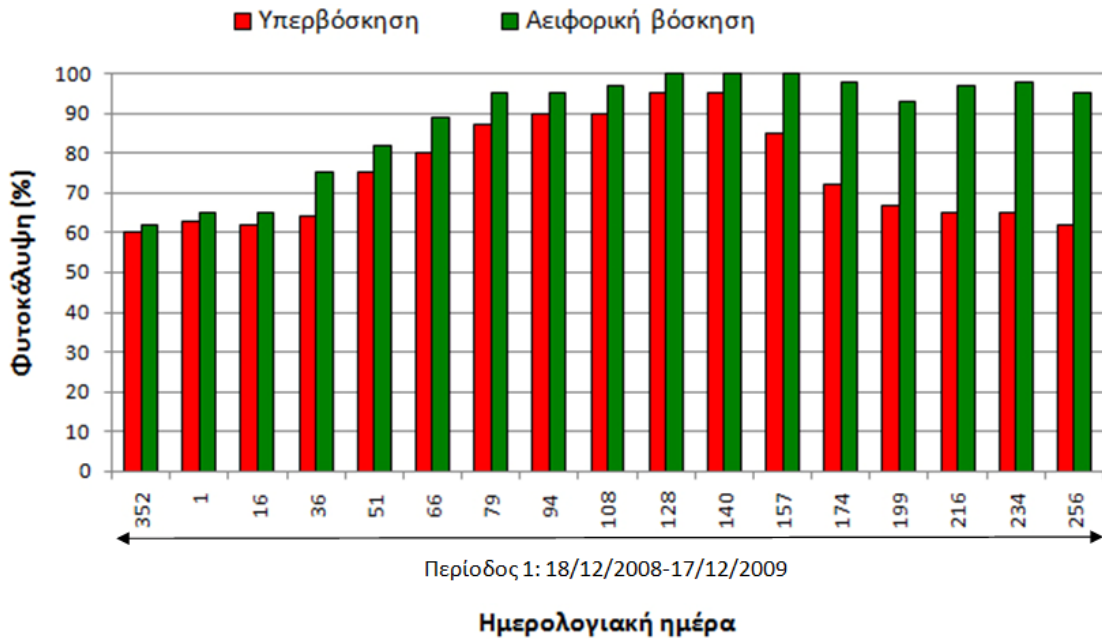


Διάγραμμα 23: Διάγραμμα σχέσης ετήσιας επιφανειακής υδατικής απορροής και ετήσιας βροχόπτωσης στις δύο διαφορετικές μεταχειρίσεις

3.4.2.3. Ποσοστό φυτοκάλυψης

Όσον αφορά τη φυτοκάλυψη του εδάφους, η οποία μετρήθηκε σε συγκεκριμένες ημέρες της πειραματικής περιόδου, διαπιστώθηκε ότι το πειραματικό τεμάχιο που αντιστοιχεί στην πρακτική της αειφορικής βόσκησης παρουσίασε το υψηλότερο ποσοστό κάλυψης καθόλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου. Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 24 η φυτοκάλυψη που παρείχε η ετήσια φυσική βλάστηση ήταν μεγαλύτερη από 60% και στις δύο μεταχειρίσεις (αειφορική βόσκηση και υπερβόσκηση) κατά τη διάρκεια της κρίσιμης, όσον αφορά τη διάβρωση των εδαφών, περιόδου που εκτείνεται από το Δεκέμβριο μέχρι και το Μάιο ως

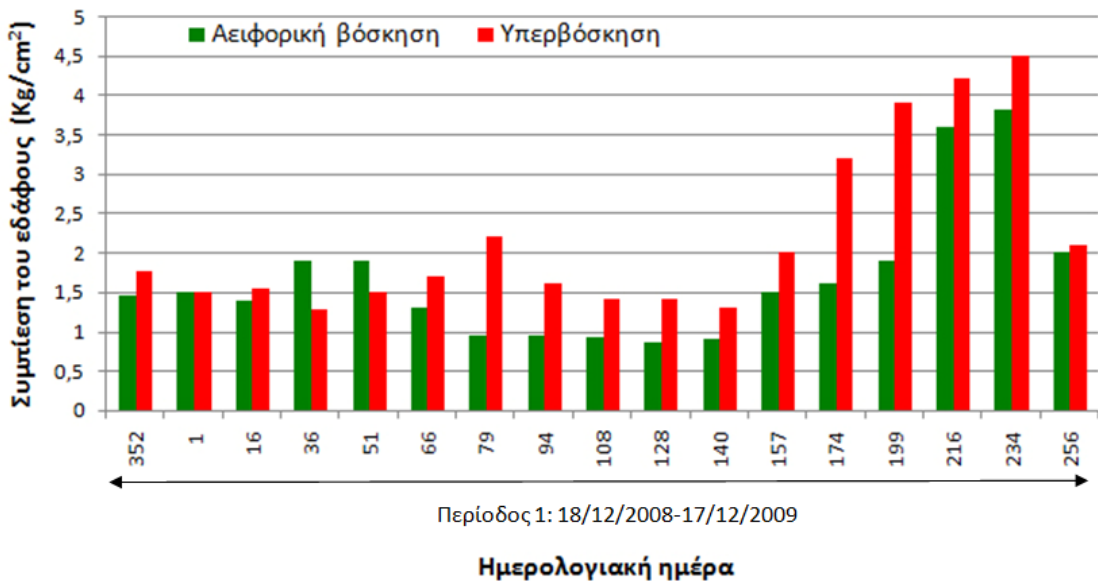
αποτέλεσμα της ύπαρξης μη εύγευστων ειδών φυτικής βλάστησης όπως το *Sarcopoterium spinosum* και το *Genista acanthocladus* (Rackham and Moody, 2004).



Διάγραμμα 24: Μετρήσεις του ποσοστού φυτοκάλυψης του εδάφους του πειραματικού αγρού της Αγίας Βαρβάρας την περίοδο 4/12/2008 έως 15/9/2009.

Βέβαια υπάρχει εμφανής διαφορά της φυτοκάλυψης μεταξύ της αειφορικής βόσκησης και της υπερβόσκησης που κυμαίνεται από 5% έως και 10% για την περίοδο των μετρήσεων. Ως εκ τούτου η επίδραση των σταγόνων της βροχής στην επιφάνεια του εδάφους παρουσιάζεται περισσότερο μειωμένη στο πειραματικό τεμάχιο της αειφορικής βόσκησης.

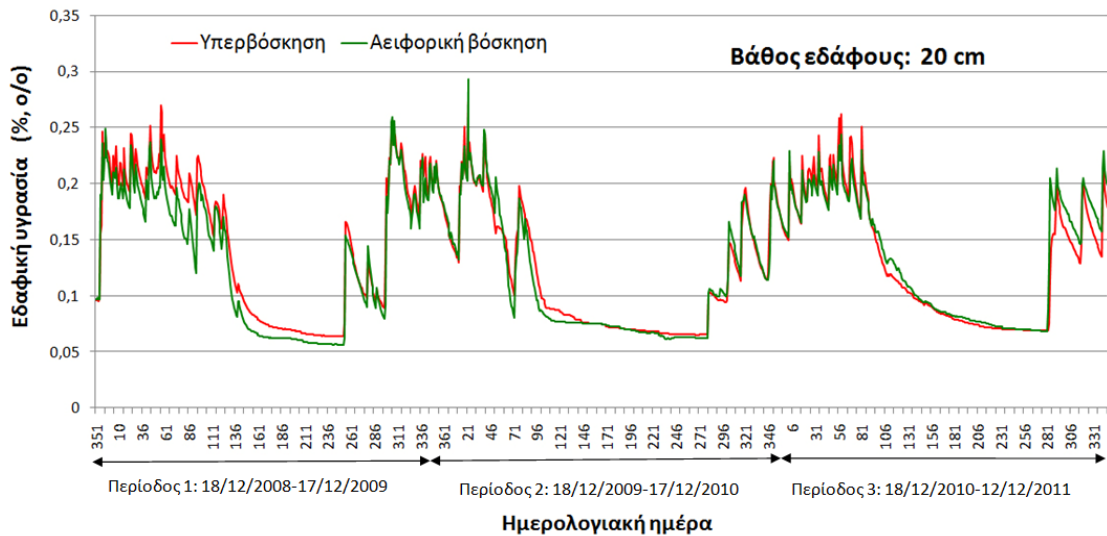
3.4.2.4. Συμπίεστικότητα του εδάφους



Διάγραμμα 25: Η διακύμανση της συμπίεστικότητας του εδάφους του πειραματικού αγρού της Αγίας Βαρβάρας την περίοδο 19/12/2008 έως 15/9/2009.

Η συμπίεστικότητα του εδάφους εκφράζει το αποτέλεσμα της συνδυαστικής δράσης των εδαφικών χαρακτηριστικών και του τύπου της διαχείρισης που εφαρμόζεται σε κάθε πειραματικό τεμάχιο. Από το παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε τη σταθερή υπεροχή της μεταχείρισης της υπερβόσκησης ως προς τις ανώτερες τιμές της δύναμης που απαιτείται για τη συμπίεση του εδάφους καθ' όλη τη διάρκεια των εννέα πρώτων μηνών του πειράματος εκτός από την περίοδο του Φεβρουαρίου (36 και 51 ημερολογιακές ημέρες). Αυτό οφείλεται στα ήδη συμπεσμένα από τις σπλές των ζώων εδάφη του αγρού της υπερβόσκησης. Η δυσκολία αυτή στη συμπίεση που παρουσίασε ο πειραματικός αγρός της αειφορικής βόσκησης την περίοδο του Φεβρουαρίου οφείλεται στην καταστροφή της δομής του συγκεκριμένου τεμαχίου και στη δημιουργία επιφανειακής εδαφικής κρούστας (ταράτσωμα) δεδομένου ότι το διάστημα του Φεβρουαρίου σημειώθηκαν 136 mm βροχοπτώσεων.

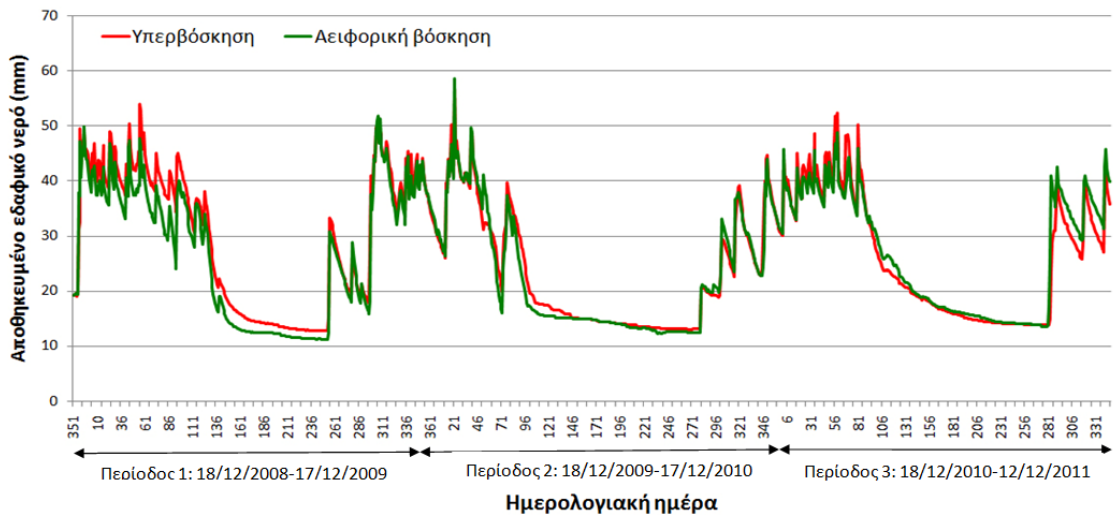
3.4.2.5. Εδαφική υγρασία σε βάθος εδάφους έως 20 εκατοστών



Διάγραμμα 26: Η χρονική διακύμανση της υγρασίας του εδάφους στο βάθος των 20 εκατοστών για τις δύο μεταχειρίσεις του πειραματικού αγρού της Αγίας Βαρβάρας την περίοδο 18/12/2008 έως 12/12/2011.

Η εδαφική υγρασία που καταγράφηκε στα 20 εκατοστά βάθους παρουσίασε γενικώς μεγαλύτερες τιμές κατά τη διάρκεια της πρώτης περιόδου των μετρήσεων στην έκταση της υπερβόσκησης με την αντίθετη τάση να παρατηρείται στις επόμενες δύο περιόδους μετρήσεων. Στη δεύτερη και τρίτη περίοδο μετρήσεων οι μεγαλύτερες τιμές εδαφικής υγρασίας στο πειραματικό τεμάχιο της αειφορικής βόσκησης είναι αναμενόμενες καθώς τα υψηλότερα ποσοστά φυτικής κάλυψης του εδάφους συμβάλλουν στη διατήρηση της εδαφικής υγρασίας. Η απόκλιση της πρώτης περιόδου των μετρήσεων πιθανά να δικαιολογείται εξαιτίας των βροχοπτώσεων που σημειώθηκαν αργά την άνοιξη μετά την ξήρανση της ετήσιας βλάστησης.

3.4.2.6. Αποθηκευμένο εδαφικό νερό στο βάθος των 20 εκατοστών

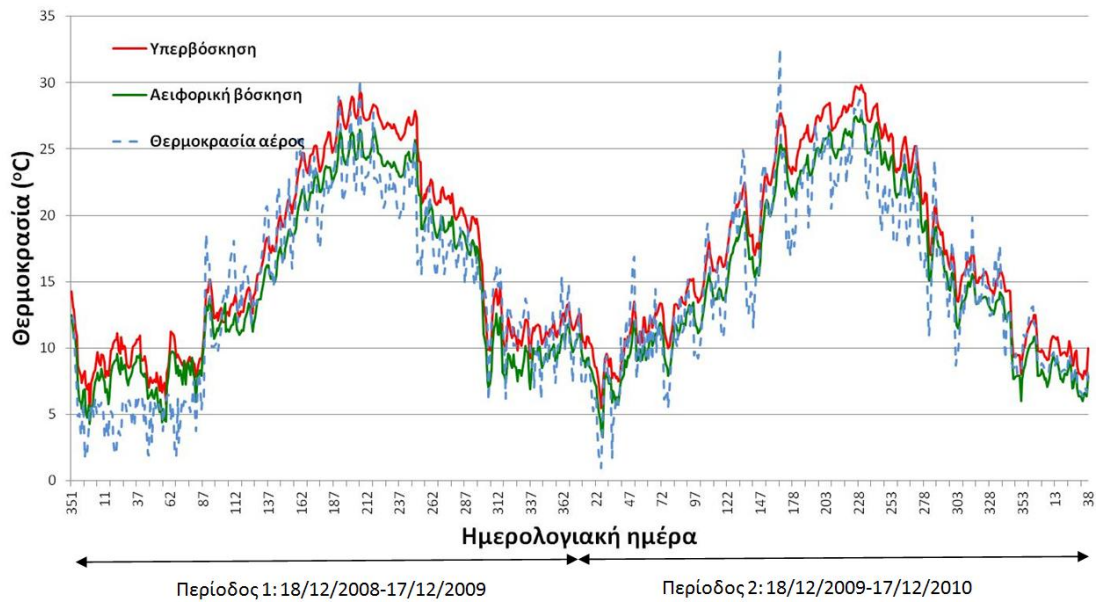


Διάγραμμα 27: Η χρονική διακύμανση του αποθηκευμένου εδαφικού νερού στο βάθος των 20 εκατοστών για τις δύο μεταχειρίσεις του πειραματικού αγρού της Αγίας Βαρβάρας την περίοδο 18/12/2008 έως 12/12/2011.

Το αποθηκευμένο εδαφικό νερό παρουσιάζεται συναρτήσεως του χρόνου στο παραπάνω διάγραμμα, καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου και για τις τρεις μεταχειρίσεις στο βάθος των 20 εκατοστών. Ως άμεσα συνδεδεμένο μέγεθος με την εδαφική υγρασία είναι λογικό να παρουσιάζει τις ίδιες τάσεις με αυτές που παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 26.

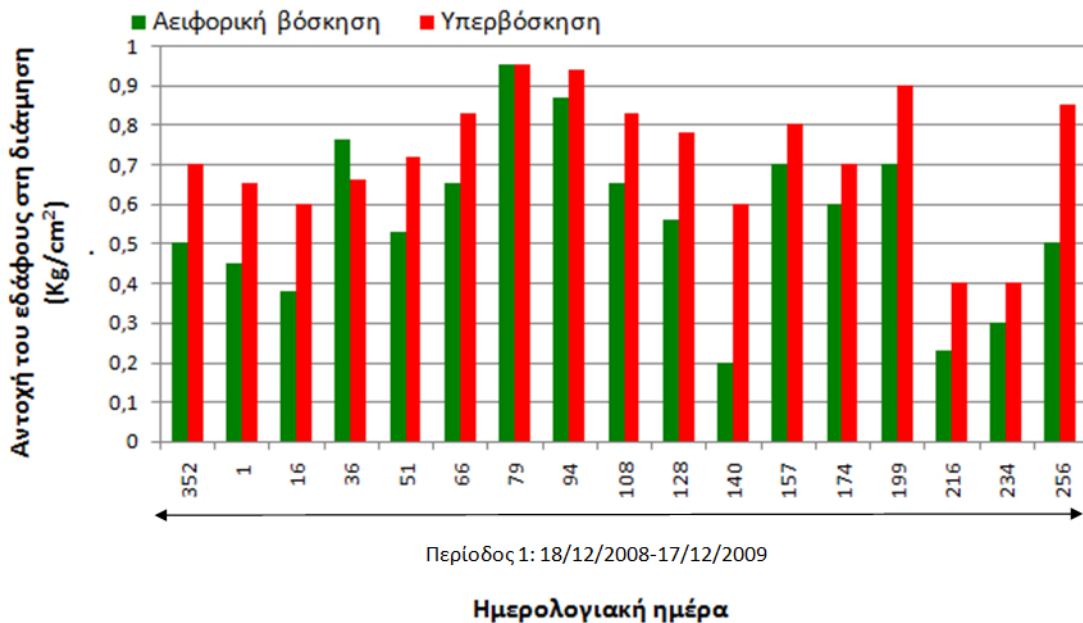
3.4.2.7. Θερμοκρασίες αέρος και εδάφους

Στην περίπτωση των αισθητήρων μέτρησης της θερμοκρασίας του αέρος και του εδάφους παρουσιάστηκαν διάφορα τεχνικά προβλήματα μετά τη δεύτερη περίοδο των πειραματικών μετρήσεων. Ως εκ τούτου το παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζει τις ολοκληρωμένες μετρήσεις θερμοκρασιών που ελήφθησαν από τις 18/12/2008 μέχρι και τις 17/12/2010. Όπως γίνεται φανερό οι διαφορετικές μεταχειρίσεις των πειραματικών τεμαχίων επηρεάζουν και τη θερμοκρασία του εδάφους. Οι μετρήσεις που διεξήχθησαν σε βάθος 10 εκ. έδειξαν ότι η θερμοκρασία του εδάφους στη μεταχείριση της υπερβόσκησης κατέγραψε σημαντικά υψηλότερες τιμές καθόλη τη διάρκεια των 2 ετών σε σχέση με τον πειραματικό αγρό της αειφορικής βόσκησης. Η μέση θερμοκρασία του εδάφους για τις δύο πειραματικές περιόδους σημείωσε τιμές 17.9°C και 16°C για τα τεμάχια της υπερβόσκησης και της αειφορικής βόσκησης αντίστοιχα ενώ η μέση θερμοκρασία του αέρα για την ίδια περίοδο ήταν 15.4 °C.



Διάγραμμα 28: Η διακύμανση της θερμοκρασίας του ατμοσφαιρικού αέρα και των θερμοκρασιών του εδάφους στις τρεις μεταχειρίσεις του πειραματικού αγρού της Αγίας Βαρβάρας την περίοδο 18/12/2008 έως 18/12/2010.

3.4.2.8. Αντοχή του εδάφους στην διάτμηση



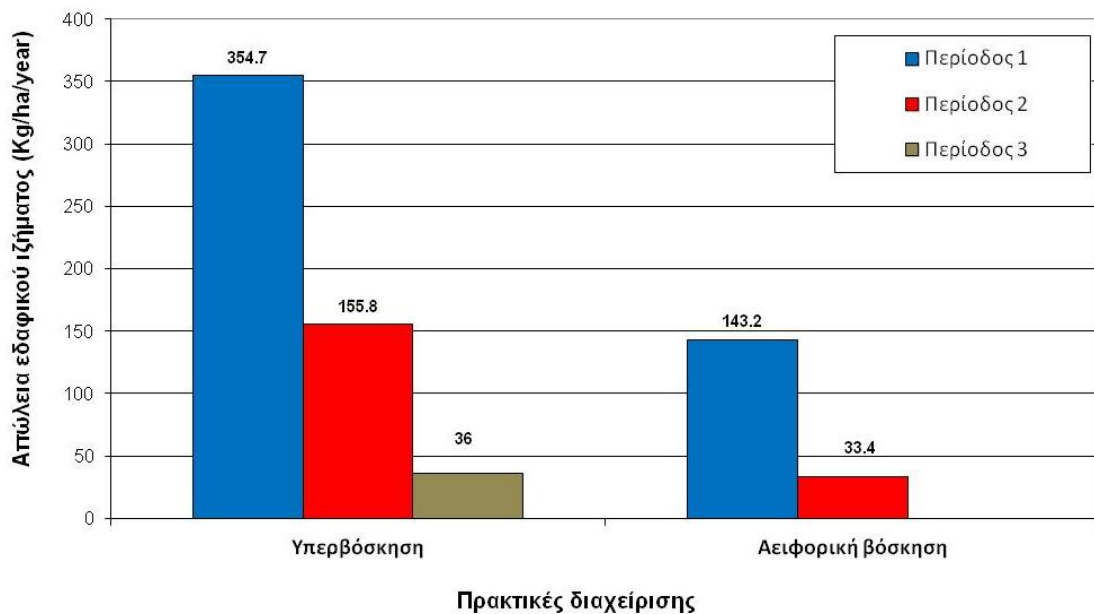
Διάγραμμα 29: Η διακύμανση της διατμησιμότητας του εδάφους του πειραματικού αγρού της Αγίας Βαρβάρας την περίοδο 19/12/2008 έως 15/9/2009.

Η αντοχή των εδαφών στη διάτμηση είναι μια ιδιότητα που επηρεάζεται από τους ίδιους παράγοντες όπως και η συμπιεστότητα των εδαφών και για αυτό τον λόγο παρουσιάζει

σχεδόν παρόμοια χρονικά διακύμανση τιμών με την αντοχή στην συμπίεση και για τις δύο μεταχειρίσεις.

3.4.2.9. Απώλεια εδαφικού ιζήματος

Οι υψηλότερες τιμές ετήσιων απωλειών εδαφικού ιζήματος κυμάνθησαν μεταξύ 36 και 355 κιλών/εκτάριο/έτος (Kgr/ha/yr) στο πειραματικό τεμάχιο της υπερβόσκησης και από 0 έως 143 κιλά/εκτάριο/έτος (Kgr/ha/yr) στη μεταχείριση της αιεφορικής βόσκησης. Οι μετρούμενοι ρυθμοί εδαφικής διάβρωσης και στις δύο πειραματικές συνθήκες ήταν σχετικά μικροί καθώς το έδαφος ήταν ιδιαίτερα προστατευμένο από το πυκνό ριζικό σύστημα της ετήσιας βλάστησης.



Διάγραμμα 30: Το συνολικώς απολεσθέν εδαφικό ιζήμα κατά μεταχείριση του πειραματικού αγρού της Αγίας Βαρβάρας την περίοδο 12/11/2008 έως 12/12/2011.

3.4.2.10. Μετρήσεις στην αρχή και στο τέλος της πειραματικής περιόδου

Από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην αρχή και στο τέλος της πειραματικής περιόδου επισημαίνεται η σχέση της περιεχόμενης οργανικής ουσίας και του φαινομένου ειδικού βάρους του εδάφους με τη διαχείριση των γαιών. Το πειραματικό τεμάχιο της αιεφορικής βόσκησης περιείχε στο τέλος της τριετούς πειραματικής περιόδου 20%

περισσότερη οργανική ουσία (Πίνακας 27). Το φαινόμενο ειδικό βάρος που θεωρείται σημαντικός δείκτης της συμπίεσης του εδάφους μεταβλήθηκε από 1.31 σε 1.42 g/cm³ στον αγρό της υπερβόσκησης ενώ στο τεμάχιο της αειφορικής βόσκησης παρέμεινε σχεδόν το ίδιο.

3.5. Στατιστική ανάλυση των τιμών των μεταβλητών του σταθμού της Αυγενικής

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η διεξαγωγή διερευνητικής στατιστικής ανάλυσης με σκοπό την αξιολόγηση των σχέσεων μεταξύ της βροχόπτωσης και των τεσσάρων εδαφικών μεταβλητών (εδαφικής υγρασίας σε 2 βάθη, επιφανειακής απορροής και απώλειας εδαφικού ιζήματος) στο σύνολο των δεδομένων στις τρεις διαφορετικές πειραματικές συνθήκες (άρωση κάθετα προς τις ισοϋψείς καμπύλες, χημική ζιζανιοκτονία, μη εφαρμογή άρωσης-ακαλλιέργεια). Προς το σκοπό αυτό τα δεδομένα διακρίθηκαν σε δύο κατηγορίες με βάση την χρονική κλίμακα των μετρήσεων και με αυτόν τον τρόπο προέκυψαν δύο ομάδες μετρήσεων. Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει 38 μετρήσεις για τις μηνιαίες τιμές και η δεύτερη ομάδα 1127 μετρήσεις για τις ημερήσιες τιμές των ιδιοτήτων που εξετάστηκαν στο πλαίσιο του πειράματος. Στην ενότητα 2.6 του κεφαλαίου 2 της παρούσας διατριβής τεκμηριώθηκε το γεγονός ότι σε αρκετά μεγάλα δείγματα η παραβίαση της κανονικότητας των δεδομένων δεν δημιουργεί σημαντικά προβλήματα. Ως εκ τούτου στη δεύτερη ομάδα των 1127 μετρήσεων των ημερήσιων τιμών των μεταβλητών είναι δυνατόν να εφαρμοστεί παραμετρική στατιστική ανάλυση ενώ στην περίπτωση της πρώτης ομάδας των 38 μετρήσεων των μηνιαίων τιμών είναι απαραίτητο να εφαρμοσθεί μη παραμετρικός στατιστικός έλεγχος. Επειδή ο κύριος σκοπός της παρούσας στατιστικής επεξεργασίας είναι η αξιολόγηση των σχέσεων μεταξύ της βροχόπτωσης και τριών εδαφικών μεταβλητών κρίθηκε σκόπιμο να χρησιμοποιηθεί στη δεύτερη ομάδα των μετρήσεων (n=1127) ο παραδοσιακός παραμετρικός στατιστικός έλεγχος γραμμικής συσχέτισης (Pearson's Linear Correlation Coefficients) και στην πρώτη ομάδα (n=38) ο μη παραμετρικός κατά ζεύγη έλεγχος (Spearman's Rank-order Correlation Test).

Ο πιο διαδεδομένος τύπος συντελεστή συσχέτισης είναι ο συντελεστής συσχέτισης κατά Pearson r (γραμμική συσχέτιση). Σε αδρές γραμμές ο συντελεστής αυτός προσδιορίζει την έκταση στην οποία οι τιμές δύο μεταβλητών παρουσιάζουν αναλογική σχέση μεταξύ τους (συμμεταβάλλονται) και η συσχέτιση είναι ισχυρή εφόσον μπορεί να περιγραφεί από

μια ευθεία γραμμή. Η χρήση του συντελεστή αυτού προϋποθέτει κανονικότητα στην κατανομή των δεδομένων και γραμμική σχέση μεταξύ τους. Επίσης προϋποθέτει δεδομένα κλίμακας λόγου (Ratio) ή δεδομένα διαστηματικής κλίμακας (Interval). Εάν τα δεδομένα δεν μπορούν να ανταποκριθούν στις προϋποθέσεις αυτές τότε χρησιμοποιείται ο συντελεστής συσχέτισης Spearman ο οποίος αποτελεί ένα στατιστικό μέτρο της ισχύος της μονοτονικής σχέσης μεταξύ των ζευγών των δεδομένων. Η χρήση του συντελεστή Spearman προϋποθέτει δεδομένα τουλάχιστον ιεραρχικής κλίμακας (Ordinal) και μονοτονική σχέση μεταξύ των μεταβλητών. Ουσιαστικά ο συντελεστής Spearman χρησιμοποιεί τους μαθηματικούς υπολογισμούς του Pearson σε ιεραρχημένα δεδομένα. Σύμφωνα με τα προαναφερόμενα η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του γραμμικού συντελεστή συσχέτισης Pearson (Pearson's Linear Correlation Coefficients) και του συντελεστή συσχέτισης Spearman (Spearman's Rank-order Correlation Test) στο λογισμικό STATISTICA v.6. Οι δύο προαναφερόμενες μέθοδοι χρησιμοποιήθηκαν με σκοπό την ποσοτικοποίηση της κατά ζεύγη συσχέτισης των μεταβλητών σε ημερήσια και μηνιαία βάση. Είναι πολύ σημαντικό να τονιστεί ότι η συσχέτιση γενικά συνοψίζει το πόσο ισχυρή είναι η σχέση μεταξύ δύο μεταβλητών αλλά δεν υποκρύπτει κατά ανάγκη και σχέση αιτιότητας ανάμεσα στις μεταβλητές. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής είναι ιδιαίτερος ενδιαφέροντα ειδικά στην προσπάθεια ερμηνείας της επίδρασης της βροχόπτωσης στις εδαφικές παραμέτρους που μετρήθηκαν και για τις δύο χρονικές κλίμακες.

Η συσχέτιση με τη βροχόπτωση είναι γενικώς θετική και σημαντική για όλες τις μεταβλητές και για τις τρεις μεταχειρίσεις αλλά λαμβάνονται διαφορετικά αποτελέσματα όταν εξετάζεται η κάθε μεταχείριση χωριστά. Από το σύνολο των μεταβλητών που προσδιορίστηκαν πειραματικά στη διάρκεια των τριών ετών επιλέχθηκε να παρουσιαστεί η σχέση τεσσάρων από αυτές (εδαφική υγρασία στα 20 και στα 50 εκατοστά βάθους εδάφους, επιφανειακή υδατική απορροή και απώλεια εδαφικού ιζήματος) με τη βροχόπτωση διότι παρουσιάζει συγκρίσιμα αποτελέσματα τόσο με τον γραμμικό στατιστικό έλεγχο σε ημερήσια βάση (n=1127) (Πίνακας 32) όσο και με τον μη γραμμικό σε μηνιαία βάση (n=38) (Πίνακας 33).

Πίνακας 32: Συσχέτιση της βροχόπτωσης με τις τέσσερις εδαφικές μεταβλητές κατά Pearson στα ημερήσια δεδομένα (n=1127) (Οι επισημασμένες με έντονη γραφή τιμές δηλώνουν σημαντική συσχέτιση σε επίπεδο σημαντικότητας $p < 0.01$).

Μεταβλητή: Εδαφική υγρασία σε ορισμένο βάθος και καλλιεργητική μεταχείριση	Συντελεστής Pearson	Μεταβλητές: Επιφανειακή υδατική απορροή και απώλεια εδαφικού ιζήματος ανά καλλιεργητική	Συντελεστής Pearson
--	---------------------	---	---------------------

		μεταχείριση	
Εδαφική υγρασία στα 20 εκ. (Μεταχείριση ζιζανιοκτονίας)	0.198	Επιφανειακή υδατική απορροή (Μεταχείριση ζιζανιοκτονίας)	0.502
Εδαφική υγρασία στα 20 εκ. (Μεταχείριση άρροσης)	0.217	Επιφανειακή υδατική απορροή (Μεταχείριση άρροσης)	0.523
Εδαφική υγρασία στα 20 εκ. (Μεταχείριση ακαλλιέργειας)	0.255	Επιφανειακή υδατική απορροή (Μεταχείριση ακαλλιέργειας)	0.385
Εδαφική υγρασία στα 50 εκ. (Μεταχείριση ζιζανιοκτονίας)	0.182	Απώλεια εδαφικού ιζήματος (Μεταχείριση ζιζανιοκτονίας)	0.561
Εδαφική υγρασία στα 50 εκ. (Μεταχείριση άρροσης)	0.229	Απώλεια εδαφικού ιζήματος (Μεταχείριση άρροσης)	0.696
Εδαφική υγρασία στα 50 εκ. (Μεταχείριση ακαλλιέργειας)	0.194	Απώλεια εδαφικού ιζήματος (Μεταχείριση ακαλλιέργειας)	0.411

Πίνακας 33: Συσχέτιση της βροχόπτωσης με τις τέσσερις εδαφικές μεταβλητές κατά Spearman στα μηνιαία δεδομένα (n=38) (Οι επισημασμένες με έντονη γραφή τιμές δηλώνουν σημαντική συσχέτιση σε επίπεδο σημαντικότητας $p < 0.01$).

Μεταβλητή: Εδαφική υγρασία σε ορισμένο βάθος και καλλιεργητική μεταχείριση	Συντελεστής Spearman	Μεταβλητές: Επιφανειακή υδατική απορροή και απώλεια εδαφικού ιζήματος ανά καλλιεργητική μεταχείριση	Συντελεστής Spearman
Εδαφική υγρασία στα 20 εκ. (Μεταχείριση ζιζανιοκτονίας)	0.255	Επιφανειακή υδατική απορροή (Μεταχείριση ζιζανιοκτονίας)	0.386
Εδαφική υγρασία στα 20 εκ. (Μεταχείριση άρροσης)	0.275	Επιφανειακή υδατική απορροή (Μεταχείριση άρροσης)	0.541
Εδαφική υγρασία στα 20 εκ. (Μεταχείριση ακαλλιέργειας)	0.301	Επιφανειακή υδατική απορροή (Μεταχείριση ακαλλιέργειας)	0.313
Εδαφική υγρασία στα 50 εκ. (Μεταχείριση ζιζανιοκτονίας)	0.277	Απώλεια εδαφικού ιζήματος (Μεταχείριση ζιζανιοκτονίας)	0.537
Εδαφική υγρασία στα 50 εκ. (Μεταχείριση άρροσης)	0.255	Απώλεια εδαφικού ιζήματος (Μεταχείριση άρροσης)	0.622
Εδαφική υγρασία στα 50 εκ. (Μεταχείριση ακαλλιέργειας)	0.248	Απώλεια εδαφικού ιζήματος (Μεταχείριση ακαλλιέργειας)	0.299

Τα αποτελέσματα του Πίνακα 32 αφορούν τα δεδομένα των μετρήσεων ημερήσιας χρονικής κλίμακας ($n=1127$). Ίδιες συσχετίσεις εκτιμήθηκαν και από την ανάλυση των τιμών των μεταβλητών μηνιαίας χρονικής κλίμακας η οποία και παρείχε συγκρίσιμα αποτελέσματα (Πίνακας 8). Η ανάλυση με τη βοήθεια του συντελεστή συσχέτισης Pearson παρήγαγε επίσης συγκρίσιμα αποτελέσματα με την ανάλυση κατά Spearman (όλοι οι εξαγόμενοι από το λογισμικό στατιστικής ανάλυσης πίνακες αποτελεσμάτων είναι διαθέσιμοι). Όλες οι συσχετίσεις οι οποίες παρουσιάζονται στους Πίνακες 7 και 8 είναι σημαντικές σε $p<0.01$. Όπως γίνεται φανερό από τον παραπάνω πίνακα η συσχέτιση της εδαφικής υγρασίας στα 20 εκατοστά βάθους με τη βροχόπτωση είναι ισχυρότερη στο τεμάχιο της ακαλλιέργειας συγκρινόμενη με τις συσχετίσεις των δύο άλλων μεταχειρίσεων. Όσον αφορά την εδαφική υγρασία στο βάθος των 50 εκατοστών η συσχέτισή της με τη βροχόπτωση είναι υψηλότερη στις πρακτικές της ζιζανιοκτονίας και της ακαλλιέργειας σε σχέση με την άροση. Όπως αναμενόταν η συσχέτιση της επιφανειακής απορροής και της βροχόπτωσης βρέθηκε να έχει την πιο μικρή τιμή στον αγρό της ακαλλιέργειας και την υψηλότερη στον αγρό της άροσης. Ακριβώς το ίδιο πρότυπο παρατηρήθηκε για τις απώλειες του εδαφικού ιζήματος, το οποίο καταδεικνύει τη διαφορετική συμπεριφορά των τριών καλλιεργητικών πρακτικών ως προς τη διαβρωτικότητα της βροχόπτωσης (ειδικά των ραγδαίων βροχοπτώσεων που αποτελούν και το κυρίαρχο καθεστώς βροχοπτώσεων της περιοχής μελέτης).

Η εδαφική υγρασία στα δύο βάθη αναφοράς, η επιφανειακή υδατική απορροή και η απώλεια εδαφικού ιζήματος στις τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις συγκρίθηκαν σε μηνιαία βάση με τη χρήση του μη παραμετρικού στατιστικού τεστ Kruskal Wallis Anova σε τιμή σημαντικότητας $p<0.05$. Η ανάλυση της διακύμανσης (Anova analysis) χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της ύπαρξης στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των μέσων τιμών τριών ή περισσότερων ανεξάρτητων ομάδων δεδομένων. Η χρήση της ανάλυσης της διακύμανσης ως στατιστικού τεστ προϋποθέτει δεδομένα σε κατηγορική (Nominal) κλίμακα για την ανεξάρτητη μεταβλητή και σε αναλογική κλίμακα (Ratio) ή κλίμακα ίσων διαστημάτων (Interval) για τις εξαρτημένες μεταβλητές. Επίσης προϋποθέτει κανονική κατανομή δεδομένων για κάθε κατηγορία τιμών της ανεξάρτητης μεταβλητής και ομοιογένεια των διακυμάνσεων μεταξύ των ανεξάρτητων ομάδων των δεδομένων. Όταν δεν είναι δυνατόν να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις από τα διαθέσιμα δεδομένα τότε χρησιμοποιείται το μη παραμετρικό ισοδύναμο τεστ της ανάλυσης διακύμανσης (Kruskal Wallis). Στη συγκεκριμένη περίπτωση διεξήχθη το μη παραμετρικό Kruskal Wallis τεστ με

σκοπό την ανίχνευση στατιστικώς σημαντικών διαφορών στις τιμές της επιφανειακής υδατικής απορροής, της εδαφικής υγρασίας και της απώλειας εδαφικού ιζήματος μεταξύ των τριών καλλιεργητικών πρακτικών (εφαρμογή ζιζανιοκτονίας, άροση και ακαλλιέργεια). Στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων εντοπίστηκαν στις ιδιότητες της εδαφικής υγρασίας στα βόθρη των 20 εκ. ($p = 0.041$) και των 50 εκ. ($p = 0.032$), της επιφανειακής υδατικής απορροής ($p = 0.002$) και της απώλειας εδαφικού ιζήματος ($p = 0.001$). Τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης υποδεικνύουν ότι υψηλότερες τιμές εδαφικής υγρασίας και χαμηλότερες τιμές επιφανειακής υδατικής απορροής και απώλειας εδαφικού ιζήματος παρατηρήθηκαν συστηματικά στην μεταχείριση της ακαλλιέργειας (μη εφαρμογή άροσης) σε σχέση με τις δύο άλλες πρακτικές.

3.6. Στατιστική ανάλυση των τιμών των μεταβλητών του σταθμού της Αγίας Βαρβάρας

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η διεξαγωγή διερευνητικής στατιστικής ανάλυσης με σκοπό την αξιολόγηση των σχέσεων μεταξύ της βροχόπτωσης και των τριών εδαφικών μεταβλητών (εδαφικής υγρασίας, επιφανειακής απορροής και απώλειας εδαφικού ιζήματος) στο σύνολο των δεδομένων στις δύο διαφορετικές πειραματικές συνθήκες (αιφορικτή βόσκηση και υπερβόσκηση). Οι μηνιαίες τιμές των προαναφερόμενων τριών παραμέτρων συγκρίθηκαν στις δύο πειραματικές συνθήκες με τη χρήση του μη παραμετρικού στατιστικού ελέγχου Mann Whitney U test που αποτελεί το μη παραμετρικό ισοδύναμο του T-test το οποίο και χρησιμοποιείται ευρέως για την αξιολόγηση των διαφορών των μέσων τιμών μεταξύ δύο ομάδων δεδομένων. Στη συνέχεια μελετήθηκαν και επιβεβαιώθηκαν οι συσχετίσεις μεταξύ των τριών μεταβλητών και της βροχόπτωσης με τη χρήση μη παραμετρικού κατά ζεύγη ελέγχου Spearman. Με την ολοκλήρωση της διερευνητικής στατιστικής ανάλυσης διεξήχθη μια ανάλυση κύριων συνιστωσών για τη διερεύνηση των κεντρικών σχέσεων μεταξύ της βροχόπτωσης και των τριών μεταβλητών.

Οι μηνιαίες τιμές ($n=37$) της εδαφικής υγρασίας, της επιφανειακής απορροής και των απωλειών εδαφικού ιζήματος που καταγράφηκαν στις πειραματικές συνθήκες συγκρίθηκαν με τη χρήση του μη παραμετρικού στατιστικού ελέγχου Mann Whitney U test σε επίπεδο σημαντικότητας $p<0.05$. Όπως γίνεται φανερό από τα αποτελέσματα του Πίνακα 34 που ακολουθεί τόσο η επιφανειακή απορροή όσο και η απώλεια εδαφικού ιζήματος παρουσιάστηκαν σημαντικά υψηλότερες στις συνθήκες της υπερβόσκησης.

Πίνακας 34: Αποτελέσματα του στατιστικού ελέγχου Mann Whitney U test που συνέκρινε τις τιμές των τριών μεταβλητών σε μηνιαία βάση στις δύο πειραματικές συνθήκες της αειφορικής βόσκησης και της υπερβόσκησης (οι συντελεστές που είναι επισημασμένοι με έντονη γραμματοσειρά δηλώνουν σημαντικότητα σε επίπεδο $p < 0.05$).

Μεταβλητή	Κατάταξη αθροίσματος	U	Z	P	N
Εδαφική υγρασία	1427 Υπερβόσκηση	645	0.42	0.67	37
	1348 Αειφορική βόσκηση				
Επιφανειακή υδατική απορροή	1624 Υπερβόσκηση	447.5	2.55	0.008	37
	1150 Αειφορική βόσκηση				
Απώλειες εδαφικού ιζήματος	1646 Υπερβόσκηση	425.5	2.79	0.005	37
	1128 Αειφορική βόσκηση				

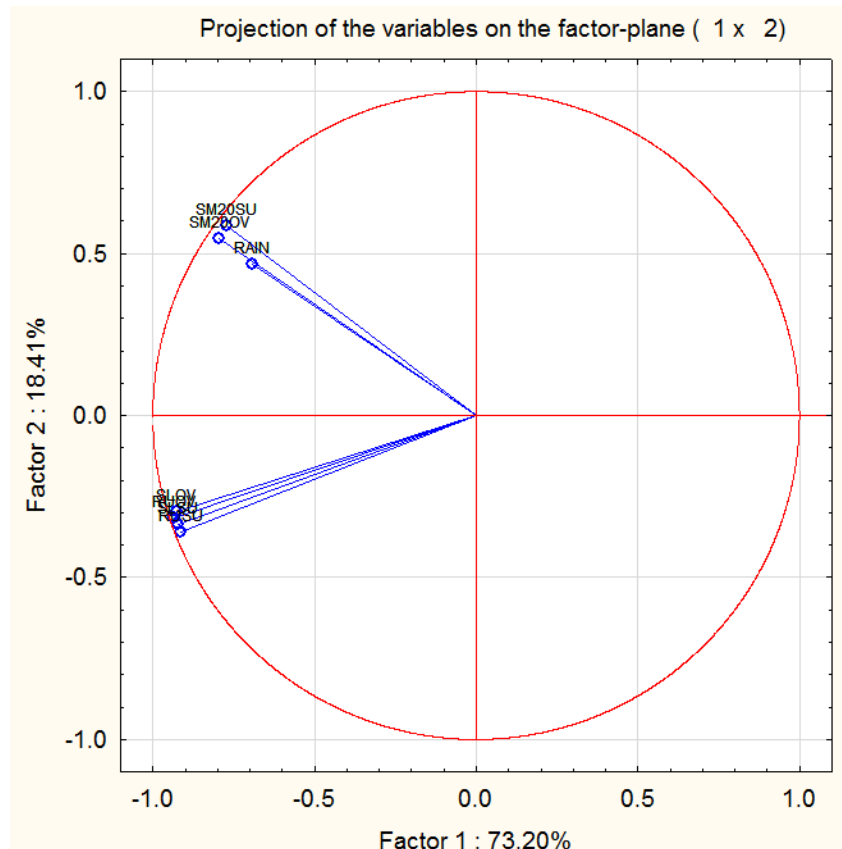
Η μη παραμετρική στατιστική ανάλυση κατά Spearman επιβεβαίωσε τα παραπάνω ευρήματα καταδεικνύοντας ότι η επιφανειακή υδατική απορροή και η απώλεια εδαφικού ιζήματος συσχετίζονται σημαντικά με τη βροχόπτωση μόνο κάτω από τις συνθήκες της υπερβόσκησης. Παράλληλα η εδαφική υγρασία συσχετίζεται σημαντικά με τη βροχόπτωση και στις δύο υπο μελέτη χρήσεις γης (Πίνακας 35).

Πίνακας 35: Αποτελέσματα του στατιστικού ελέγχου κατά Spearman που συνέκρινε τις τιμές των τριών μεταβλητών με τη βροχόπτωση σε μηνιαία βάση στις δύο πειραματικές συνθήκες της αειφορικής βόσκησης και της υπερβόσκησης (οι συντελεστές που έχουν επισημανθεί με έντονη γραμματοσειρά δηλώνουν σημαντικότητα σε επίπεδο $p < 0.001$ μετά την εφαρμογή διόρθωσης κατά Bonferroni: $n = 37$)

Μεταβλητή	Εδαφική υγρασία (υπερβόσκηση)	Εδαφική υγρασία (αειφορική βόσκηση)	Επιφανειακή απορροή (υπερβόσκηση)	Επιφανειακή απορροή (αειφορική βόσκηση)	Απώλεια εδαφικού ιζήματος (υπερβόσκηση)	Απώλεια εδαφικού ιζήματος (αειφορική βόσκηση)
Βροχόπτωση	0.805	0.812	0.726	0.417	0.726	0.425
Εδαφική υγρασία (υπερβόσκηση)		0.972	0.741	0.471	0.726	0.473
Εδαφική υγρασία (αειφορική βόσκηση)			0.743	0.437	0.731	0.438
Επιφανειακή απορροή (υπερβόσκηση)				0.796	0.991	0.802
Επιφανειακή απορροή (αειφορική βόσκηση)					0.769	0.997
Απώλεια εδαφικού ιζήματος (υπερβόσκηση)						0.775

Συγκρίσιμα με τα προηγούμενα αποτελέσματα σημειώθηκαν και με την εφαρμογή παραμετρικής στατιστικής ανάλυσης στα ημερήσια δεδομένα (n=1127) όπως συνέβη στην περίπτωση της στατιστικής επεξεργασίας των δεδομένων του σταθμού της Αυγενικής.

Η ανάλυση κύριων συνιστωσών αναπτύχθηκε σε πίνακα δεδομένων που συνθέταν οι επτά μεταβλητές (η βροχοπτώση και οι τρεις εδαφικές μεταβλητές στις 2 πειραματικές συνθήκες) και οι 37 σειρές που αντιπροσώπευαν τους μήνες των μετρήσεων. Η ανάλυση κύριων συνιστωσών που εφαρμόστηκε στις τέσσερις μεταβλητές (βροχοπτώση, εδαφική υγρασία, επιφανειακή απορροή και απώλεια ιζήματος) που καταγράφηκαν σε μηνιαία βάση στις δύο πειραματικές συνθήκες εξήγαγε δύο παράγοντες που εξηγούν το 73.2% και το 18.4 της συνολικής διακύμανσης αντίστοιχα. Οι παράγοντες αυτοί επισημαίνουν την παρατηρούμενη αρνητική σχέση μεταξύ της μηνιαίας βροχοπτώσης και της εδαφικής υγρασίας με την επιφανειακή απορροή και την απώλεια εδαφικού ιζήματος υποστηρίζοντας ότι αυτά τα δύο ζεύγη μεταβλητών επηρεάζονται από διαφορετικούς κλιματικούς και εδαφικούς παράγοντες (Διάγραμμα 31).



Διάγραμμα 31: Αποτελέσματα της ανάλυσης κύριων συνιστωσών που εφαρμόστηκε στις τέσσερις μεταβλητές που καταγράφηκαν σε μηνιαία βάση στις δύο πειραματικές συνθήκες (φορτίσεις παραγόντων).

3.7. Εκτίμηση του κινδύνου ερημοποίησης των γαιών

Στις συνθήκες φυσικού περιβάλλοντος και καλλιεργητικών πρακτικών που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο αυτό, εκτός από τις μετρήσεις των εδαφοκλιματικών ιδιοτήτων εκτιμήθηκε επιπλέον ο δείκτης κινδύνου ερημοποίησης σύμφωνα με τη μεθοδολογία του ερευνητικού προγράμματος DESERTLINKS (DESERTLINKS, 2005 - Desertification Indicator System for Mediterranean Europe-DIS4ME).

Όσον αφορά τα πειραματικά αγροτεμάχια του σταθμού της Αυγενικής από τις μετρήσεις των ιδιοτήτων που παρουσιάστηκαν στις προηγούμενες ενότητες διαπιστώθηκε ότι η πρακτική της ακαλλιέργειας προσφέρει τις κατάλληλες συνθήκες για μικρότερη επιφανειακή απορροή, μηδενικές απώλειες εδαφικού ιζήματος, υψηλότερη ποσότητα αποθηκευμένου εδαφικού νερού, χαμηλότερη θερμοκρασία εδάφους καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου και προστασία των ευαίσθητων περιοχών στην ερημοποίηση. Τα αποτελέσματα Η τιμή του δείκτη κινδύνου ερημοποίησης για τον αγρό που οργώνεται εκτιμήθηκε σε 5.38 και δηλώνει υψηλό κίνδυνο ερημοποίησης. Οι τιμές του ίδιου δείκτη για τις μεταχειρίσεις της χημικής ζιζανιοκτονίας και της ακαλλιέργειας υπολογίστηκαν σε 4.06 και 3.62 αντίστοιχα με αποτέλεσμα ο κίνδυνος ερημοποίησης να χαρακτηρίζεται μέτριος και στις δύο περιπτώσεις και το αγροτεμάχιο της ακαλλιέργειας να παρουσιάζει την μικρότερη τιμή του δείκτη κινδύνου ερημοποίησης. Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα είναι δυνατόν να υποστηριχθεί ότι η μεταχείριση της ακαλλιέργειας μπορεί να αποτρέπει σε σημαντικό βαθμό την υποβάθμιση των γαιών και την ερημοποίηση στις λοφώδεις περιοχές που καλλιεργούνται ελαιόδενδρα εφόσον τόσο το έδαφος όσο και το αποθηκευμένο εδαφικό νερό προστατεύονται καλύτερα.

Στον πειραματικό σταθμό της Αγίας Βαρβάρας η αειφορική βόσκηση αποδείχθηκε ότι συνεισφέρει στην ποιότητα των εδαφών, στη διατήρηση του νερού του εδάφους και στην προστασία των γαιών από τις διεργασίες υποβάθμισης και ειδικά τη διάβρωση. Το αποτέλεσμα του δείκτη κινδύνου ερημοποίησης, σύμφωνα με την προαναφερόμενη μεθοδολογία, για τους αγρούς της αειφορικής βόσκησης και της υπερβόσκησης είναι 5.9 και 7.3 αντίστοιχα υποδεικνύοντας έναν υψηλότερο κίνδυνο ερημοποίησης για το αγροτεμάχιο στο οποίο εφαρμόζοταν υπερβόσκηση. Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα των μετρήσεων και των εκτιμήσεων των τιμών του δείκτη κινδύνου ερημοποίησης για τις δύο χρήσεις γής είναι δυνατόν να διατυπωθεί η άποψη ότι η αειφορική βόσκηση σε σχέση με την

υπερβόσκηση συνείφερε σε μικρότερη επιφανειακή υδατική απορροή, μέτρια απομάκρυνση εδαφικών ιζημάτων, μεγαλύτερη ποσότητα αποθηκευμένου εδαφικού νερού, μικρότερη θερμοκρασία εδάφους καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και μικρότερο κίνδυνο ερημοποίησης των γαιών.

3.8. Εκτίμηση του κινδύνου διάβρωσης με χρήση των αλγορίθμων της μεθοδολογίας P.E.S.E.R.A. (Pan-European Soil Erosion Risk Assessment)

Η μεθοδολογία P.E.S.E.R.A. (Pan-European Soil Erosion Risk Assessment) προσφέρει τη δυνατότητα εκτίμησης του κινδύνου διάβρωσης των εδαφών σε περιφερειακό επίπεδο (Kirkby et al., 2004) όταν εκτελείται σε περιβάλλον Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (P.E.S.E.R.A.-GRID-Fortran90TM-grid based code) και τη δυνατότητα εκτίμησης του κινδύνου διάβρωσης των εδαφών κατά μήκος κλιτύος (τοπικό επίπεδο) όταν εκτελείται σε περιβάλλον μακροεντολών του Microsoft Office Excel (P.E.S.E.R.A.-VBA-ExcelTM-point based code) (Irvine and Kosmas, 2007). Αναλυτική περιγραφή των αλγορίθμων του μοντέλου προσομοίωσης της υδατικής διάβρωσης P.E.S.E.R.A. παρουσιάζεται στην ενότητα 4.4.1.1. της παρούσας διατριβής.

Στο πλαίσιο του παρόντος κεφαλαίου πραγματοποιήθηκε η πειραματική καταγραφή δεδομένων επιφανειακής υδατικής διάβρωσης και απώλειας εδαφικού ιζήματος σε 2 επικλινείς εκτάσεις διαφορετικών χρήσεων γης (βοσκότοπος-ελαιώνας) για τρία συναπτά έτη (2008-2011). Στη συγκεκριμένη ενότητα καταβάλλεται προσπάθεια επιβεβαίωσης των αποτελεσμάτων της μεθοδολογίας P.E.S.E.R.A. σε τοπικό επίπεδο με χρήση των προαναφερόμενων δεδομένων. Προς το σκοπό αυτό εκτελέστηκαν σε περιβάλλον μακροεντολών του Microsoft Office Excel οι αλγόριθμοι της μεθοδολογίας P.E.S.E.R.A. για τις εδαφοκλιματικές συνθήκες και τα χαρακτηριστικά της τοπογραφίας και της βλάστησης των δύο διαφορετικών χρήσεων γης. Το μοντέλο προσομοίωσης εκτελείται μέσω υπολογιστικού φύλλου του Excel και οι περισσότεροι υπολογισμοί διεξάγονται σε μακροεντολές της γλώσσας προγραμματισμού Visual Basic (Kosmas, 2002). Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα δεδομένα εισαγωγής που είναι απαραίτητα για την εκτέλεση των αλγορίθμων της μεθοδολογίας P.E.S.E.R.A. για τις δύο διαφορετικές χρήσεις του ελαιώνα και του βοσκότοπου.

Πίνακας 36: Δεδομένα εισαγωγής του μοντέλου προσομοίωσης της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης P.E.S.E.R.A. σε περιβάλλον μακροεντολών του Microsoft Office Excel (P.E.S.E.R.A.-VBA-Excel™-point based code).

Εδαφικά δεδομένα	Κλιματικά δεδομένα	Δεδομένα τοπογραφίας	Δεδομένα κάλυψης γης	Υδρολογικά δεδομένα
Κλάση κοκκομετρικής σύστασης του επιφανειακού ορίζοντα	Μηνιαία βροχόπτωση	Τύπος της κλίσης	Τύπος χρήσης γης	Ποσοστό επιφανειακής απορροής μετά την υπέρβαση της κρίσιμης τιμής της αποθηκευτικής ικανότητας του εδάφους σε νερό
Διαβρωσιμότητα	Μέση μηνιαία βροχόπτωση ανά ημέρα βροχής	Μήκος της κλίσης	Ποσοστό φυτοκάλυψης	Συντελεστής μεταφοράς ιζήματος
Τάση για δημιουργία επιφανειακής κρούστας	Συντελεστής παραλλακτικότητας της βροχόπτωσης για όλες τις ημέρες βροχής του μήνα	Βαθμός της κλίσης	Βάθος ριζικού συστήματος	
Αποθηκευτική ικανότητα εδάφους σε νερό συναρτήσει του βάθους	Μηνιαία δυνητική εξατμισοδιαπνοή	Κυρτότητα	Τραχύτητα επιφανείας εδάφους	

Συγκεκριμένα και όσον αφορά τον ελαιώνα της Αυγενικής, όπως έχει ήδη προαναφερθεί σε προηγούμενη ενότητα, η κοκκομετρική σύσταση των εδαφών είναι αργιλοπηλώδης δηλαδή τα εδάφη είναι μετρίως λεπτόκοκκα. Προκειμένου να εισαχθούν και τα άλλα τρία απαιτούμενα εδαφικά δεδομένα του πίνακα 36 πραγματοποιήθηκαν οι εξής παραδοχές για την προσαρμογή της μεθοδολογίας P.E.S.E.R.A. στις συνθήκες των πειραματικών τεμαχίων. Η διαβρωσιμότητα των εδαφών και η τάση σχηματισμού επιφανειακής κρούστας σχετίζεται άμεσα με την μηχανική τους ανάλυση και η λογική των αλγορίθμων του P.E.S.E.R.A. επιβάλλει όσο περισσότερο επιρρεπή είναι τα εδάφη στη διάβρωση και στο σχηματισμό κρούστας τόσο μικρότερη να είναι η τιμή του δείκτη. Η τιμή της αποθηκευτικής ικανότητας του εδάφους σε νερό εκτιμήθηκε με τη βοήθεια της ακόλουθης πεδοσυνάρτησης:

$$SWSC = W \times D \quad (3.5) \text{ όπου:}$$

SWSC: Αποθηκευτική ικανότητα του εδάφους σε νερό (mm)

W: Συντελεστής συγκράτησης ύδατος (mm/cm)

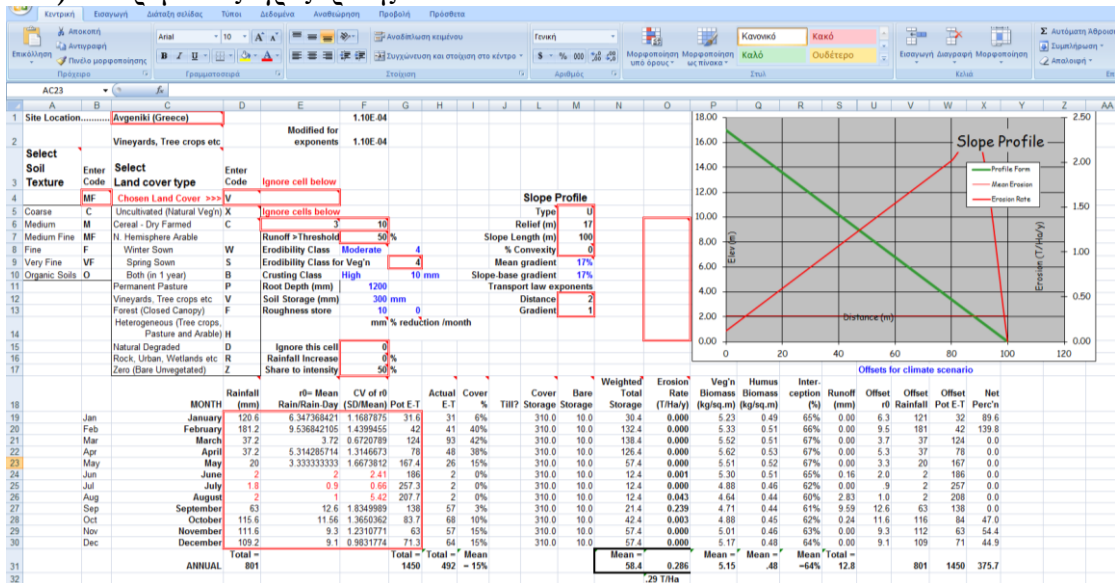
D: Μέσο βάθος κλάσης (cm)

Στην περίπτωση των μετρίως λεπτόκοικων εδαφών του αγρού της Αυγενικής και για το βάθος των 120 εκατοστών η τιμή του SWSC είναι 300 mm. Το βάθος των εδαφών του πειραματικού αγρού της Αυγενικής όπως έχει ήδη προαναφερθεί είναι 45-65 εκατοστά όμως εξαιτίας του μητρικού υλικού το ριζικό σύστημα των ελαιοδένδρων φθάνει μέχρι και τα 120 εκατοστά. Η τραχύτητα της επιφάνειας του εδάφους για τις δενδρώδεις καλλιέργειες λαμβάνει τιμή 5 όμως επειδή στη συγκεκριμένη περίπτωση πραγματοποιείται άροση η τιμή αυξήθηκε κατά μια κλάση. Το ποσοστό φυτικής κάλυψης των εδαφών προσδιορίστηκε από τις μετρήσεις φυτοκάλυψης που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος στον αγρό της Αυγενικής για τις τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις (Διάγραμμα 10) λαμβάνοντας υπόψη και την επίδραση της κόμης των ελαιοδένδρων. Ο τύπος της κατατομής της κλίσης είναι ομοιόμορφος αφού η κλίση καθ'όλο το μήκος του τεμαχίου ήταν σταθερή και ίση με 17%. Τα κλιματικά δεδομένα ελήφθησαν ή εξήχθησαν (δυνητική εξατμισοδιαπνοή) από τα δεδομένα των μετρήσεων του μετεωρολογικού σταθμού που ήταν εγκατεστημένος στη συγκεκριμένη χρήση γης. Οι διαφοροποιήσεις των δεδομένων εισαγωγής μεταξύ των διαφορετικών μεταχειρίσεων πραγματοποιήθηκαν μόνο στα δεδομένα του ποσοστού φυτοκάλυψης, της διαβρωσιμότητας των εδαφών (τιμή 4 για το οργωμένο τεμάχιο και 1 για το τεμάχιο της ακαλλιέργειας) της τάσης για δημιουργία επιφανειακής κρούστας (τιμή 10 για το οργωμένο τεμάχιο και 4 για το τεμάχιο της ακαλλιέργειας), της τραχύτητας της επιφάνειας που εξαρτάται από τον τύπο κάλυψης γης και το είδος της μεταχείρισης (τιμή 10 για το οργωμένο τεμάχιο και 5 για το τεμάχιο της ακαλλιέργειας) και του τύπου χρήσης γης.

Η μεθοδολογία P.E.S.E.R.A. παρουσίασε αξιοσημείωτη ακρίβεια στην εκτίμηση του ρυθμού διάβρωσης των εδαφών σε επίπεδο τάξης μεγέθους σε όλες τις πειραματικές συνθήκες τόσο στον αγρό της Αυγενικής όσο και στο βοσικότοπο της Αγίας Βαρβάρας. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στην περίπτωση του αγρού της Αυγενικής και στο πειραματικό τεμάχιο που οργωνόταν η εκτίμηση του μοντέλου προσομοίωσης P.E.S.E.R.A. για το έτος 2009 ήταν 290 Kg/ha ενώ τα πραγματικά δεδομένα των μετρήσεων κατέγραψαν διάβρωση 255 Kg/ha για το ίδιο έτος (Διάγραμμα 17). Αντίστοιχα στο πειραματικό τεμάχιο της ακαλλιέργειας η εκτίμηση του μοντέλου προσομοίωσης P.E.S.E.R.A. για το έτος 2009 ήταν 30 Kg/ha ενώ τα πραγματικά δεδομένα των μετρήσεων κατέγραψαν διάβρωση 25.8 Kg/ha για το ίδιο έτος (Διάγραμμα 17). Η προσπάθεια εφαρμογής του μοντέλου προσομοίωσης

υδατικής διάβρωσης στα δεδομένα των πειραματικών αγρών του παρόντος κεφαλαίου έγινε με γνώμονα την πειραματική επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων του μοντέλου προσομοίωσης σε τοπικό επίπεδο και την ισχυροποίηση της αξιολόγησης των σεναρίων διαχείρισης και καλλιέργειας των γαιών, ως προς τον κίνδυνο ερημοποίησης λόγω διάβρωσης, έναντι της τοπικής κοινωνίας και των παραγωγών που πραγματοποιήθηκε σε επόμενο κεφάλαιο της παρούσας μελέτης. Στη συνέχεια παρατίθενται τα στιγμιότυπα της οθόνης του ηλεκτρονικού υπολογιστή που παρουσιάζουν τα δεδομένα εισαγωγής του μοντέλου προσομοίωσης της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης P.E.S.E.R.A. για την περίπτωση του πειραματικού τεμαχίου της άροσης (Εικόνες 9 και 10) και για την περίπτωση του πειραματικού τεμαχίου της ακαλλιέργειας (Εικόνες 11 και 12) στον ελαιώνα της Αυγενικής το έτος 2009.

Εικόνα 9: Στιγμιότυπα του κεντρικού υπολογιστικού φύλλου της μεθοδολογίας P.E.S.E.R.A. σε περιβάλλον μακροεντολών του Microsoft Office Excel (P.E.S.E.R.A.-VBA-Excel™-point based code) – Πειραματικών αγρός άροσης.



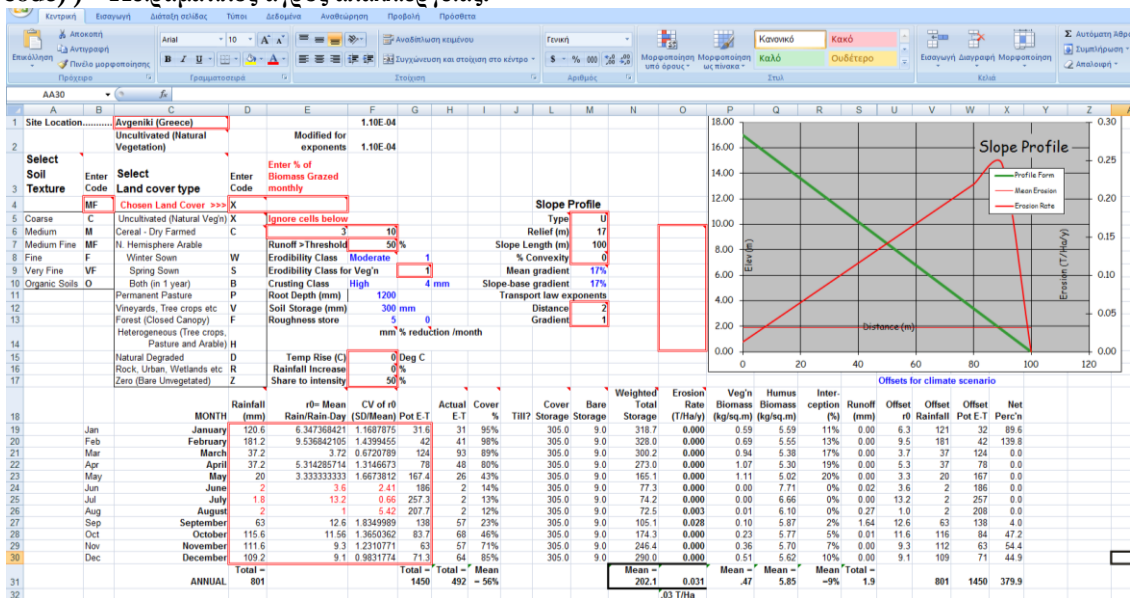
Εικόνα 10: Στιγμιότυπα του υπολογιστικού φύλλο «cover table» της μεθοδολογίας P.E.S.E.R.A. σε περιβάλλον μακροεντολών του Microsoft Office Excel (P.E.S.E.R.A.-VBA-Excel™-point based code) – Πειραματικός αγρός άροσης.

Code	Land Cover Type	Code	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Initial Roughness	% Reduction after 1 month	Rooting depth (mm)
B	Both (in 1 year) Arable	B	10	10	10	20	50	80	100	100	*50	0	*0	10	10	50	30
C	Cereal- Dry Farmed	C	25	30	40	65	80	50	45	30	30	10	10	10	10	50	30
D	Natural Degraded	D	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	5	0	50
F	Forest (Closed canopy)	F	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	5	0	100
H	Heterogeneous (Tree crops, Pasture and Arable)	H	50	50	50	60	70	80	90	90	60	50	45	45	5	0	50
P	Permanent Pasture	P	75	75	78	85	90	90	85	80	75	70	65	70	5	0	30
R	Rock, Urban, Wetlands etc	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
S	Spring Sown Arable	S	10	10	*10	20	50	80	100	100	*50	0	10	10	10	50	30
V	Vineyards, Tree crops etc	V	80	100	100	100	25	0	0	0	3	10	15	30	5	0	100
W	Winter Sown Arable	W	20	30	40	60	80	100	100	*50	20	20	20	10	10	50	30
X	Uncultivated (Natural Vegetation)	X	30	35	38	42	45	50	45	45	40	35	35	30	5	0	50
Z	Zero (Bare ground)	Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5

Soil Type	Erodibility Class	Value	Crusting Class	Value	Soil Storage	m (mm)
C	Coarse	High	10	Moderate	6	109
F	Fine	Low	1	Low	12	48
M	Medium	High	10	High	2	60
MF	Medium Fine	Moderate	3	High	2	24
O	Organic Soils	Nil	0	Nil	100	58
VF	Very Fine	Low	1	Low	12	47

Vineyards, Tree crops etc	V	6	40	42	38	15	0	0	0	3	10	15	15	10	5	1200
Medium Fine	MF	Moderate	4	High	10	300	300									

Εικόνα 11: Στιγμιότυπα του κεντρικού υπολογιστικού φύλλο της μεθοδολογίας P.E.S.E.R.A. σε περιβάλλον μακροεντολών του Microsoft Office Excel (P.E.S.E.R.A.-VBA-Excel™-point based code) – Πειραματικός αγρός ακαλλιέργειας.



Εικόνα 12: Στιγμιότυπα του υπολογιστικού φύλλο «cover table» της μεθοδολογίας P.E.S.E.R.A. σε περιβάλλον μακροεντολών του Microsoft Office Excel (P.E.S.E.R.A.-VBA-Excel™-point based code) – Πειραματικός αγρός ακαλλιέργειας.

	Code	Land Cover Type	Code	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Initial Roughness Storage	% Reduction after 1 month	Rooting depth (mm)
1																		
2																		
3	B	Both (in 1 year) Arable	B	10	10	*10	20	50	80	100	100	*50	0	*0	10	10	50	30
4	C	Cereal- Dry Farmed	C	25	30	40	65	80	50	45	30	30	30	10	10	10	50	30
5	D	Natural Degraded	D	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	5	0	50
6	F	Forest (Closed canopy)	F	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	5	0	100
7	H	Heterogeneous (Tree crops, Pasture and Arable)	H	50	50	50	60	70	80	90	90	60	50	45	45	5	0	50
8	P	Permanent Pasture	P	75	75	78	85	90	90	85	80	75	70	65	70	5	0	30
9	R	Rock, Urban, Wetlands etc	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
10	S	Spring Sown Arable	S	10	10	*10	20	50	80	100	100	*50	0	10	10	10	50	30
11	V	Vineyards, Tree crops etc	V	80	100	100	100	25	0	0	0	3	10	15	30	5	0	100
12	W	Winter Sown Arable	W	20	30	40	60	80	100	100	*50	20	20	20	10	10	50	30
13	X	Uncultivated (Natural Vegetation)	X	30	35	38	42	45	50	45	45	40	35	35	30	5	0	50
14	Z	Zero (Bare ground)	Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5
15																		
16		Uncultivated (Natural Vegetation)	X	30	35	38	42	45	50	45	45	40	35	35	30	5	0	1200
17																		
18		Soil Type		Erodibility Class Value				Crusting Class Value				Soil Storage m (mm)						
19	C	Coarse	C	High	10			Moderate	6				109					
20	F	Fine	F	Low	1			Low	12				48					
21	M	Medium	M	High	10			High	2				60					
22	MF	Medium Fine	MF	Moderate	1			High	2				24					
23	O	Organic Soils	O	Nil	0			Nil	100				58					
24	VF	Very Fine	VF	Low	1			Low	12				47					
25																		
26		Medium Fine	MF	Moderate	1			High	4				300					
27																		

3.9. Συμπεράσματα - Συζήτηση

Η υποβάθμιση των εδαφών λόγω διάβρωσης αποτελεί μια από τις κύριες αιτίες μείωσης της γονιμότητας των εδαφών παγκοσμίως. Κατά μέσο όρο η Μεσογειακή Ευρώπη χαρακτηρίζεται από υψηλή διαβρωτικότητα βροχοπτώσεων και διαβρωσιμότητα εδαφών (Montanarella, 2007). Στο πλαίσιο του παρόντος κεφαλαίου διαπιστώθηκε ο πρωταρχικός ρόλος της έντασης και του είδους χρήσης της γης στη διάβρωση των εδαφών, στη διατήρηση του νερού του εδάφους και στην υποβάθμιση των γαιών των ελαιώνων και των βοσκότοπων του Μεσογειακού περιβάλλοντος. Το λογικό πλαίσιο που αναπτύχθηκε στο παρόν κεφάλαιο σε συνδυασμό με την εμπειρική ανάλυση που βασίστηκε σε περιγραφική, επαγωγική και πολυπαραγοντική στατιστική επεξεργασία, μπορεί να θεωρηθεί ως προσφορά στην επιστήμη της εδαφολογίας και στη μελέτη των ξηρών και ημίξηρων περιοχών του πλανήτη, με σκοπό την διευκρίνιση των πολύπλευρων αλληλεπιδράσεων μεταξύ του τοπίου και του εδάφους.

Οι διαφορετικές καλλιεργητικές πρακτικές έχουν σημαντική επίδραση στη διάβρωση των εδαφών, στη διατήρηση του νερού και στην ερημοποίηση των γαιών σε

καλλιεργούμενους επικλινείς ελαιώνες ενός οικολογικά εύθραυστου και ξηρού περιβάλλοντος όπως αυτό της Μεσογείου. Η βέλτιστη επιλογή μεταχείρισης της γης για την ελαχιστοποίηση της διάβρωσης και του κινδύνου ερημοποίησης είναι η πρακτική της ακαλλιέργειας (μη εφαρμογή άροσης). Οι διερευνώμενες αυτές μεταχειρίσεις μπορούν να καταταχθούν ως προς την επίδρασή τους σε σειρά μειούμενης διάβρωσης των εδαφών και ερημοποίησης ως εξής: Άροση κάθετα προς τις ισοϋψείς καμπύλες, χημική ζιζανιοκτονία και μη εφαρμογή άροσης. Τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν κατέδειξαν ότι η υποκείμενη των ελαιοδένδρων ετήσια φυσική βλάστηση μειώνει την επιφανειακή απορροή και την απώλεια εδαφικού ιζήματος, ενισχύει την αποθήκευση του νερού, μειώνει τις υδατικές απώλειες λόγω εξατμισοδιαπνοής και αυξάνει το φαινόμενο ειδικό βάρος του επιφανειακού ορίζοντα. Η πιο κρίσιμη περίοδος για τη διάβρωση των εδαφών και κατά επέκταση την ερημοποίηση των γαιών σε μετρίως επικλινή αγροτεμάχια ελαιώνων υπό τις επικρατούσες κλιματικές συνθήκες της περιοχής μελέτης είναι από το τέλος Οκτωβρίου έως το τέλος Φεβρουαρίου. Οι καλλιεργούμενοι ελαιώνες σε επικλινείς περιοχές είναι περισσότερο επιρρεπείς στη μηχανική διάβρωση λόγω άροσης παρά στην επιφανειακή υδατική διάβρωση. Τα αποτελέσματα από όλες τις μεταχειρίσεις καταγράφουν σχετικά μικρές ποσότητες εδαφικής διάβρωσης εξαιτίας των μεγάλων ποσοτήτων βροχόπτωσης που ανακόπτονται από την κόμη των δένδρων. Κάτω από τις παρούσες περιβαλλοντικές συνθήκες η πρακτική της μη εφαρμογής άροσης είναι η πιο αποτελεσματική μέθοδος για τη διατήρηση του νερού του εδάφους. Ωστόσο, άλλες μελέτες έχουν καταλήξει σε ελαφρώς διαφορετικά αποτελέσματα όσον αφορά την διάβρωση (Francia et al. 2006; Gómez et al. 1999, 2004, 2009a). Επιπρόσθετα, σύμφωνα με την παρούσα εργασία ο κίνδυνος ερημοποίησης μειώνεται σημαντικά όταν υιοθετούνται καλλιεργητικές πρακτικές που δεν περιλαμβάνουν την άροση. Οι διάφορες πολιτικές διατήρησης των ελαιώνων σε περιοχές της Μεσογείου που παρουσιάζουν ευαισθησία στην ερημοποίηση πρέπει να θεωρούνται ως έμμεσα περιβαλλοντικά μέτρα ενάντια στη διάβρωση των εδαφών. Η προτεινόμενη αειφορική μεταχείριση της ακαλλιέργειας εφαρμόζεται ήδη σε πολλές περιοχές της Κρήτης. Αυτού του είδους η διαχείριση υιοθετήθηκε την τελευταία δεκαετία από τους παραγωγούς ως αποτέλεσμα της χαμηλής τιμής του ελαιολάδου και του περιορισμένου αγροτικού εισοδήματος. Η παραγωγή ελαιολάδου στην ευρύτερη περιοχή έχει μειωθεί περίπου κατά 35% τα τελευταία τριάντα χρόνια και ως αποτέλεσμα οι παραγωγοί συνειδητοποίησαν τη σημασία της ελάχιστης άροσης ή της ακαλλιέργειας στην προστασία των ελαιώνων από την υποβάθμιση, στη διατήρηση των υδατικών πόρων και στη μείωση του κινδύνου πλημμυρών

στα κατώτερα σημεία του αναγλύφου. Η μη εφαρμογή άροσης ως καλλιεργητική πρακτική σε ελαιώνες αποτελεί την πιο αποτελεσματική απάντηση στα ζητήματα της διατήρησης των υδατικών πόρων. Οι ελαιώνες των ευαίσθητων στην ερημοποίηση περιοχών της Μεσογείου πρέπει να προστατεύονται από αλλαγές χρήσεων γης αφού παρέχουν ικανοποιητική προστασία των εδαφών από τη διάβρωση και είναι σε θέση να επιβιώσουν σε παρατεταμένες περιόδους υδατικού ελλείμματος. Ο κίνδυνος ερημοποίησης μειώνεται αισθητά στα αγροτεμάχια που βρίσκονται υπό καθεστώς ακαλλιέργειας. Τα συμπεράσματα αυτά θεωρούνται ιδιαίτερος ενδιαφέροντα για το θεματικό πεδίο της ερημοποίησης των εδαφών καθώς αποκτήθηκαν σε δύο διαφορετικές χρονικές κλίμακες (μηνιαία και ημερήσια) καθ' όλη τη διάρκεια μιας σχετικά μεγάλης χρονικής περιόδου παρατηρήσεων η οποία περιλαμβάνει τρία χρόνια, τα δύο εκ των οποίων παρουσίασαν εντελώς διαφορετικά κλιματικά χαρακτηριστικά (το έτος 2009 ήταν ιδιαίτερα υγρό και σχετικά ψυχρό ενώ το έτος 2010 ήταν ξηρό και θερμό).

Οι πρακτικές διαχείρισης των γαιών έχουν επίσης σημαντικές επιπτώσεις στη διάβρωση των εδαφών, στη διατήρηση του νερού και στον κίνδυνο ερημοποίησης σε βοσκοτόπους του Μεσογειακού περιβάλλοντος. Η αειφορική βόσκηση συνεισφέρει στη διατήρηση μέτριας πυκνότητας ετήσιας φυτικής κάλυψης η οποία αποδεικνύεται χρήσιμη στη μείωση της υδατικής απορροής, της απώλειας εδαφικού ιζήματος και της απομάκρυνσης του εδαφικού νερού εξαιτίας της εξατμισοδιαπνοής (Carmona et al., 2013) και ως εκ τούτων η συγκεκριμένη πρακτική θεωρείται αποτελεσματική για την προστασία των βοσκοτόπων από τη διάβρωση (Bernués et al. 2011). Αξίζει να σημειωθεί ότι ο ρυθμός διάβρωσης στο τεμάχιο της αειφορικής βόσκησης ήταν μικρότερος σε σχέση με τον αγρό της υπερβόσκησης ειδικά στις περιπτώσεις των έντονων βροχοπτώσεων (Gómez et al. 2009a). Οι Sharma et al. (1997) διαπίστωσαν ότι ο ρυθμός διάβρωσης των εδαφών κατά τη διάρκεια έντονων βροχοπτώσεων είναι δυνατόν να αυξάνεται κατά 5 έως και 41 φορές στις ημίξηρες περιοχές λόγω υπερβόσκησης. Η βασισμένη σε συστήματα αειφορικής βόσκησης διαχείριση των βοσκοτόπων μπορεί κάλλιστα να εφαρμοσθεί στην περιοχή μελέτης της παρούσας διατριβής αλλά και σε παρόμοιες κοινωνικοοικονομικά περιοχές της νότιας Ευρώπης. Ως αποτέλεσμα της διακύμανσης των τιμών πώλησης της γης, των τιμών των αγροτικών προϊόντων και της εγκατάλειψης της υπαίθρου ο συγκεκριμένος τύπος διαχείρισης είναι εφικτό να υιοθετηθεί στο εγγύς μέλλον από τους τοπικούς παραγωγούς (Bernués et al. 2011). Ταυτόχρονα η διατήρηση των βοσκοτόπων υψηλής περιβαλλοντικής αξίας ενάντια στην επέκταση της υπερβόσκησης θα πρέπει να επιβληθεί μέσω συγκεκριμένων

πολιτικών μέτρων που θα αφορούν τις ευαίσθητες στην ερημοποίηση Μεσογειακές περιοχές (Peco et al. 2006). Ως έμμεσο περιβαλλοντικό μέτρο για την καταπολέμηση της υποβάθμισης των γαιών μπορεί να χρησιμοποιηθεί η προώθηση της ενημέρωσης και της αφύπνισης του γενικού πληθυσμού σχετικά με τους περιβαλλοντικούς κινδύνους που ελοχέουν στη διαδικασία της υπερβόσκησης με ιδιαίτερη έμφαση στη διάβρωση των εδαφών και στην υποβάθμιση των λειτουργιών τους.

3.10. Βιβλιογραφία τρίτου κεφαλαίου

- Agricultural University of Athens - AUA, Laboratory of Soils and Agricultural Chemistry, Organization for the Development of Western Crete – OADYK, 2007. Eu community initiative programme, Interreg III B Archimed Measure 3.1. Project: Image (Sustainable use of water resources and rural development in drought affected areas). Deliverable WP 3.3: Analysis of water demand and availability scenarios. p.8
- Allen R.G., 1987. A Penman for all seasons. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 112, 348–368.
- Angelakis A., Kosmas C., 1998. Land and Water Resources and their Degradation in the Island of Crete, Greece. In: UNEP, *Desertification Control Bulletin*, Number 32, p. 45.
- Bernués A., Ruiz R., Olaizola A., Villalba D., Casasús I., 2011. Sustainability of pasture-based livestock farming systems in the European Mediterranean context: Synergies and trade-offs, *Livestock Science*, Volume 139, Issues 1–2, July 2011, pp 44-57.
- Beven K. and Robert E., 2004. Horton's perceptual model of infiltration processes. *Hydrological Processes* 18, 3447–60.
- Blake G.R., and Hartge K.H., 1986. Bulk density. In: A. Klute (Editor), *Methods of Soil Analysis*. Part I. 2nd edn. Am. Soc. Agron., Madison, WI, pp. 363-375.
- Bisutti I., Hilke I. and Raessler M., 2004. Determination of total organic carbon – an overview of current methods. *Trends in Analytical Chemistry* 23, 10–11.
- Bouwer H., 1986. Intake Rate: Cylinder Infiltrometer. In A. L. Page (ed.) *Methods of Soil Analysis*, Part 1. Physical and Mineralogical Methods. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Book Series no. 5. Madison, Wisconsin, pp. 825-844.
- Brunner A.C., Park S.J., Ruecker G.R., and Vlek P.L.G., 2008. Erosion modelling approach to simulate the effect of land management options on soil loss by considering catenary soil development and farmers perception *Land Degradation & Development* Volume 19, Issue 6, pp. 623.
- Carmona C.P., Azcárate F.M., de Bello F., Ollero H.S., Lepš J., Peco B., 2012. Taxonomical and functional diversity turnover in Mediterranean grasslands: interactions between grazing, habitat type and rainfall. *Journal of Applied Ecology* 49, 1084–1093.
- Carmona C.P., Röder A., Azcárate F.M., Peco B., 2013. Grazing management or

physiography? Factors controlling vegetation recovery in Mediterranean grasslands, *Ecological Modelling*, Volume 251, pp 73-84.

Cerdan O., Govers G., Le Bissonnais Y., Van Oost K., Poesen J., Saby N., Gobin A., Vacca A., Quinton J., Auerswald K., Klik A., Kwaad F.J.P.M., Raclot D., Ionita I., Rejman J., Rousseva S., Muxart T., Roxo M.J., Dostal T., 2010. Rates and spatial variations of soil erosion in Europe: a study based on erosion plot data. *Geomorphology* 122, pp. 167–177.

CORINE, 1992. Soil erosion risk and important land resources, CEC, ISBN: 92-826-2545, Luxemburg, pp. 65.

DESERTLINKS, 2005. Combating desertification in Mediterranean Europe. Linking science with stakeholders. Project DESERTLINKS. EVK2-CT-2001-00109. Available at: <http://www.kcl.ac.uk/projects/desertlinks/>.

Dubost M., 1997. European policies and livestock grazing in Mediterranean ecosystems. In: *Ecological basis of livestock grazing in Mediterranean ecosystems*. European Commission Science, Research and Development. Proceedings of the International Workshop held in Thessaloniki (Greece) on October 23-25, 1997. Edited by: Papanastasis V. P. and Peter D., European Communities, 1998, Belgium. pp.298-311.

Dunjo G., Pardini G., Gispert M. 2004. The role of land use–land cover on runoff generation and sediment yield at a microplot scale, in a small Mediterranean catchment, *Journal of Arid Environment*, 57 pp. 99–116.

Elwell H.A. and Stocking M.A., 1986. Vegetative cover to estimate soil erosion hazard in Rhodesia. *Geoderma* 15, 61–70.

Encyclopedia of Soil science, 2008a. Springer: Berlin, pp. 767-772.

Encyclopedia of Soil science, 2008b. Springer: Berlin, pp. 505-508.

E.E.A. - European Environment Agency, 2004. High nature value farmland, characteristics, trends and policy challenges. Luxembourg, 2004, 32 pp.

F.A.O - Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1998. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements – FAO Irrigation and drainage paper 56, Rome, Italy. pp. 17.

F.A.O - Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006a. Guidelines for soil description. Rome, Italy, 97 pp.

F.A.O - Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006b. World reference base for soil resources 2006. A framework for international classification, correlation and communication. F.A.O., Rome, 2006, p. 133.

- Fleskens L., 2007. Conservation scenarios for olive farming on sloping land in the Mediterranean, Chapter 2: soil conservation options for olive orchards on sloping land. Revised and extended version of Fleskens, L. & de Graaff, J. In: Conservation Agriculture: Environment, Farmers Experiences, Innovations, Socio- Economy, Policy (eds L. Garcia-Torres), pp. 381–385. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands. Doctoral Thesis, pp. 17–19. Wageningen.
- Francis C.F. and Thornes J.B., 1990. Runoff hydrographs from three Mediterranean vegetation cover types. In: J.B. Thornes (ed.): Vegetation and Erosion, Processes and Environments. J. Wiley & Sons, Chichester, 363-384.
- Francia Martinez J., Duran Zuazo V. & Martinez Raya A., 2006. Environmental impact from mountainous olive orchards under different soil-management systems (SE Spain). *Science of The Total Environment.*, 358, 46 –60.
- Gerontidis St., Kosmas C., Detsis V., Marathianou M., Zafiriou Th. & Tsara M. 2001. The effect of moldboard plough on tillage erosion along a hillslope. *Journal of Soil and Water Conservation*, 56, 147–152.
- Gee G.W. & Bauder J.W., 1986. Particle size analysis. In: Methods of soil analysis (ed. A. Klute). Agronomy Monograph 9, American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, pp. 383-411.
- Gimeno-García E., Andreu V. & Rubio, J. 2007. Influence of vegetation recovery on water erosion at short and medium-term after experimental fires in a Mediterranean shrub land. *Catena*, vol.69, no.1 (March 2007), pp.150–160, ISSN 0341-8162
- Gómez J. A., Giráldez J. V., Pastor M. and Fereres E., 1999. Effects of tillage method on soil physical properties, infiltration and yield in an olive orchard. *Soil and Tillage Research*, Volume 52, Issues 3-4, pp. 167-175.
- Gomez J.A., Romero P., Giraldez J.V. & Fereres E., 2004. Experimental assessment of runoff and soil erosion in an olive grove on a Vertic soil in southern Spain as affected by soil management. *Soil Use and Management*, 20, 426–431.
- Gómez J.A., Sobrinho T.A., Giráldez J.V and Fereres E., 2009a. Soil management effects on runoff, erosion and soil properties in an olive grove of Southern Spain. *Soil and Tillage Research*, Volume 102, pp. 5-13, p. 12.
- Gómez J.A., Guzman M.G., Giráldez J.V and Fereres E., 2009b. The influence of cover crops and tillage on water and sediment yield, and on nutrient, and organic matter losses in an olive orchard on a sandy loam soil. *Soil and Tillage Research*, Volume 106, pp. 137-144.
- Govers G., Vandaele K., Desmet P., Poesen J. & Bunte K., 1994. The role of tillage in

- soil redistribution on hillslopes. *European Journal of Soil Science* 45:469.
- Greenland D.J. and Szabolcs I., 1994. *Soil Resilience and Sustainable Land Use*. CAB International: Wallingford.
- Hadjigeorgiou I., Vallerand F., Tsimpoukas K., Zervas G., 2002. The socio-economics of sheep and goat farming in Greece and the implications for future rural development. *Options Méditerranéennes Series B* 39, 83–93.
- Heitschmidt R. and Stuth J., 1991. *Grazing management: an ecological perspective*. Timber Press, Portland, 1991, 259 p.
- Helladi H., and Nastis A.S., 1997. Effect of vegetation cover modification by grazing on water runoff in a sandy-loamy grassland. In: *Ecological basis of livestock grazing in Mediterranean ecosystems*. European Commission Science, Research and Development. Proceedings of the International Workshop held in Thessaloniki (Greece) on October 23-25, 1997. Edited by: Papanastasis V. P. and Peter D., European Communities, 1998, Belgium. pp.154-158.
- Henle K., Alard D., Clitherow J., Cobb P., Firbank L., Kull T., McCracken D., Moritz R.F.A., Niemela J., Rebane M., Wascher D., Watt A. & Young J., 2008. Identifying and managing the conflicts between agriculture and biodiversity conservation in Europe – a review. *Agriculture Ecosystems and Environment* 124, 60–71.
- Hernández A.J., Lacasta C. and Pastor J., 2005. Effects of different management practices on soil conservation and soil water in a rainfed olive orchard. *Agricultural Water Management*, Volume 77, Issues 1-3, pp. 232-248.
- Holechek L., Gomez H., Molinar F. and Galt D., 1999. Grazing studies: What we've learned. *Rangelands* 21: 12-16.
- Irvine B. and Kosmas C., 2007. Pan-European Soil Erosion Risk Assessment. Deliverable 15: P.E.S.E.R.A. users manual. Revised for the ENVASSO Project by R.J.A. Jones, p. 133.
- Kemper, W.D. and Rosenau, R.C., Aggregate Stability and Size Distribution. In A. L. Page (ed.) *Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Book Series no. 5. Madison, Wisconsin, pp. 440-441.
- Kirkby M., 1999. Regional desertification indicators (RDI's). In: C. Kosmas, M. Kirkby, & N. Geeson (Editors), *The Medalus Project Mediterranean Desertification and Land Use - Manual on Key Indicators of Desertification and Mapping Environmentally Sensitive Areas to Desertification*. European Commission, EUR 18882, pp. 48 - 65.

- Kirkby M.J., Le Bissonais, Y., Coulthard, T.J., Daroussin, J., & McMahon, M.D., 2000. The development of Land Quality Indicators for Soil Degradation by Water Erosion. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 81: 125 – 136.
- Kirkby M.J., Jones R.J.A., Irvine B., Gobin A, Govers G., Cerdan O., Van Rompaey A.J.J., Le Bissonais Y., Daroussin J., King D., Montanarella L., Grimm M., Vieillefont V., Puigdefabregas J., Boer M., Kosmas C., Yassoglou N., Tsara M., Mantel S., Van Lynden G.J. and Huting J., 2004. Pan-European Soil Erosion Risk Assessment: The P.E.S.E.R.A. Map, Version 1 October 2003. Explanation of Special Publication Ispra 2004 No.73 (S.P.I.04.73). European Soil Bureau Research Report No.16, EUR 21176, 18pp. and 1 map in ISO B1 format. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Kosmas C., Danalatos N., Cammeraat L.H., Chabart M., Diamantopoulos J., Farand R., Gutiérrez L., Jacob A., Marques H., Martínez-Fernández J., Mizara A., Moustakas N., Nicolau J.M., Oliveros C., Pinna G., Puddu R., Puigdefábregas J., Roxo M., Simao A., Stamou G., Tomasi N., Usai D., Vacca A., 1997. The effect of land use on runoff and soil erosion rates under Mediterranean conditions. *Catena* 29, pp. 45-59.
- Kosmas C., 2002. The P.E.S.E.R.A. model – Pan European Soil Erosion Risk Assessment. Model User's Manual. European Commission. Directorate General Quality of Life and management of Living Resources, p.41.
- Kypriotakis Z., Tzanoudakis D. and Tsiourlis G. M., 1996. Vegetation map of Crete. Proceedings of the 6th Botanical Scientific Conference, 5-11 April 1996, Paralimni-Cyprus. pp:301-306.
- Lakshmi V., Jackson T.J. & Zehrhuhs D., 2003. Soil moisture– temperature relationships: results from two field experiments. *Hydrological Process*, 17, 3041–3057.
- Loeppert R. H. and Suarez D. L., 1996. Carbonate and gypsum. In A. L. Page (ed.) *Methods of Soil Analysis, Part 3. Chemical Methods*. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Book Series no. 5. Madison, Wisconsin, pp. 437-444.
- Martinez Raya A., Garcia Bolanos M., Carceles Rodriguez B., Francia Martinez J.R., Martinez Vilela A., Duran Zuazo V., 2006. Good agricultural practices and cross compliance for olive production systems on sloping land. Olivero Project Communication No. 12. Available at <http://www.olivero.info>.
- Marques MJ., Bienes R., Jimenez L., Perez-Rodriguex R., 2007. Effect of vegetal cover on runoff and soilerosion under light intensity events. Rainfall simulation over USLE plots. *Science of The Total Environment*, Volume 378, Issues 1–2, pages 161–165.

- Mohammad Ayed G. and Mohammad A. Adam, 2010. The impact of vegetative cover type on runoff and soil erosion under different land uses. *Catena* 81(2), 97-103.
- Montanarella L., 2007. Trends in land degradation in Europe. In Sivakumar MV, N'diangui N (Eds) *Climate and land degradation*, Springer, Berlin, pp. 83–104.
- Nelson D.W. & Sommers L.E. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: *Methods of soil analysis* (eds A.L. Page, R.H. Miller & D.R. Keeney). American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, pp. 539-579.
- Papanastasis V., 1993. Legal status of land tenure and use and its implication for open landscapes of western Crete. *Landscape and Urban Planning*, 24:273-277.
- Papanastasis V.P., 1998. Livestock grazing in Mediterranean ecosystems: an historical and policy perspective. In: *Ecological basis of livestock grazing in Mediterranean ecosystems*. (eds VP Papanastasis, D Peter), pp. 5-9 (European Commission Science, Research and Development: Bruxelles).
- Papanastasis V., 2004. Description of reasons leading to overgrazing and why it is an issue in the context of desertification. Project DESERTLINKS (EVK2-CT-2001-00109), DIS4ME: Desertification Indicator System for Mediterranean Europe. Available at: http://www.unibas.it/desertnet/dis4me/issues/issue_overgrazing.htm#description on accessed August 2013.
- Peco B., Sanchez A.M. and Azcarate F.A., 2006. Abandonment in grazing systems: Consequences for vegetation and soil. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 113, 284-294.
- Pierce F.J. and Lal R., 1994. Monitoring soil erosion's impact on crop productivity. In *Soil Erosion Research Methods*, Lal R (ed.). Ankeny, IA; Soil and Water Conservation Society, pp. 235–263.
- Prasuhn V., 2012. On-farm effects of tillage and crops on soil erosion measured over 10 years in Switzerland. *Soil and Tillage Research* 120 (2012), pp. 137-146.
- Proposal for a framework Directive of the European Parliament and of the Council, 2006. Establishing a framework for the protection of soil and amending Directive 2004/35/EC. Brussels 22/9/2006, COM (2006), 232 final, pp. 2.
- Rackham O. and Moody J., 2004. Η Δημιουργία του Κρητικού τοπίου, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο, 2004, σελ: 155-161.
- Sharma K. D., Walling, D. E., Probst, J. L., (1997) Assessing the impact of overgrazing on soil erosion in arid regions at a range of spatial scales. Human impact on erosion and sedimentation. Proceedings of an International Symposium of the

- Fifth Scientific Assembly of the International Association of Hydrological Sci. (IAHS), Rabat, Morocco, pp. 119-123.
- Stefanakis M., Volanis P., Zoiopoulos I., & Hadjigeorgiou K., 2007. Assessing the potential benefits of technical intervention in evolving the semi-intensive dairy-sheep farms in Crete. *Small Ruminant Research* 72, 66-72.
- Stroosnijder L., Mansinho M. I., Palese A. M., 2008. OLIVERO: The project analysing the future of olive production systems on sloping land in the Mediterranean basin, *Journal of Environmental Management*, Volume 89, Issue 2, pp. 75-85. p. 77.
- Syers J.K., 1997. Managing soils for long-term productivity. In *Land Resources: On the Edge of the Malthusian Precipice?* Greenland DJ, Gregory PJ, Nye PH (eds). CAB International, Wallingford, and The Royal Society, London; pp. 151–161.
- TERON, 2000. Tillage Erosion: Current State, Future Trends and Prevention. Final Report. 2000. Project TERON. FAIR3-CT96- 1478. Chapter 5. pp. 5–10.
- Thirgood J.V., 1981. *Man and the Mediterranean Forest*. Academic Press, New York.
- Tsara M., Gerontidis S., Marathanou M., Kosmas C., 2001. The long-term effect of tillage on soil displacement of hilly areas used for growing wheat in Greece. *Soil Use and Management* 17, pp. 113-120.
- Tsiourlis G. M., Kasapidis P., Parmakelis A. and Dretakis M., 1997. Effects of grazing on the structure of phryganic ecosystems in the Asterousia mountain of Crete, Greece. In: *Ecological basis of livestock grazing in Mediterranean ecosystems*. European Commission Science, Research and Development. Proceedings of the International Workshop held in Thessaloniki (Greece) on October 23-25, 1997. Edited by: Papanastasis V. P. and Peter D., European Communities, 1998, Belgium. pp 94-97.
- Tsoumis G., 1985. The depletion of forests in the Mediterranean region- An historical review from the ancient times to present. *Scientific Annals of the Department of Forestry and Natural Environment*, Vol. KH (11):281-300.
- U.N.E.P. - United Nations Environment Programme, 1994 Use of terms - cf. United Nations Convention to Combat Desertification, Art.1, p.4., available at <http://www.unccd.int>.
- U.S.D.A. – United States Department of Agriculture, 1993. Soil Survey Division Staff. 1993. Soil survey manual. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18, 437 p.
- U.S.D.A. – United States Department of Agriculture, 2014. Keys to Soil Taxonomy. By Soil Survey Staff. United States Department of Agriculture. Natural Resources

Conservation Service. Twelfth Edition, 2014, p. 362.

U.S.D.A. – United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service Soils, 2014. Available at: http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/office/ssr10/tr/?cid=nrcs144p2_074846, accessed September 2014.

Vanwallegem T., Laguna A., Giráldez, J. V, Jiménez-Hornero F.J., 2010. Applying a simple methodology to assess historical soil erosion in olive orchards. *Geomorphology* 114 (2010) 294–302. pp. 294-295.

Yassoglou, N. Nychas, A. and Kosmas, C. 1982. Parametric designation of mapping units for soil surveys and land evaluation in Greece based on "Soil Taxonomy": American Society of Agronomy, 74th Annual Meeting, California.

Yoder R.E., 1936. A direct method of aggregate analysis and a study of the physical nature of erosion losses. *Journal of the American Society of Agronomy* 28, 337-351.

Zervas G., 1998. Quantifying and optimizing grazing regimes in Greek mountain systems. *Journal of Applied Ecology* 35, 983–986.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

*ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ
ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ
ΑΛΓΟΡΙΘΜΩΝ ΤΗΣ
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ P.E.S.E.R.A. ΚΑΙ
ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗΣ
ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ
E.S.A.*

Εφαρμογή στις συνθήκες διαφορετικών
υποθέσεων εργασίας (σεναρίων)
καλλιεργητικών πρακτικών και διαχειρίσεων
στην ευρύτερη περιοχή του νομού Χανίων

4.1. Προσδιορισμός συγκεκριμένων, διαφορετικών και υλοποιήσιμων πρακτικών διαχείρισης των γαιών στην ευρύτερη περιοχή του νομού Χανίων

Τα επόμενα χρόνια η δημιουργία αγροπεριβαλλοντικών μεθοδολογιών και πρακτικών υποστήριξης της αειφορικής ανάπτυξης με την ταυτόχρονη ικανοποίηση των αυξανόμενων αναγκών προστασίας του περιβάλλοντος, γίνεται ολοένα και πιο επιτακτική. Τόσο τα αγροπεριβαλλοντικά μέτρα (κυρίως μέσω της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής) όσο και τα ερευνητικά προγράμματα της Ε.Ε. αναγνωρίζουν και προβλέπουν την ανάπτυξη και τη χρήση τέτοιων πρακτικών. Ωστόσο η ολοκληρωμένη διαχείριση των εδαφικών και των υδατικών πόρων επιβάλλει τη λήψη αποφάσεων σχετικά με την προστασία και την αναβάθμισή τους λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη και την κάλυψη των απαιτήσεων των διαφορετικών χρήσεών τους. Προς το σκοπό αυτό είναι απαραίτητο η επιστημονική κοινότητα να τροφοδοτήσει τους έχοντες την ευθύνη για τη λήψη των αποφάσεων, με δεδομένα που αφορούν τις επιπτώσεις των διαφορετικών στρατηγικών και διαχειρίσεων των γαιών στο περιβάλλον. Αυτό μπορεί να καταστεί εφικτό μόνο εφόσον αναπτυχθούν μεθοδολογίες που επιτρέπουν την αξιολόγηση διαφορετικών καλλιεργητικών πρακτικών ή μεταχειρίσεων των γαιών σε θεωρητικό επίπεδο πριν ακόμα και από την πιλοτική εφαρμογή τους.

Μετά την πειραματική επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων του μοντέλου προσομοίωσης της υδατικής διάβρωσης P.E.S.E.R.A. σε επίπεδο αγροκτήματος του νομού Ηρακλείου (τοπική κλίμακα - ενότητα 3.8) δίνεται η δυνατότητα αξιόπιστης εφαρμογής του στο επίπεδο του νομού Χανίων (περιφερειακή κλίμακα). Η εφαρμογή του μοντέλου προσομοίωσης της υδατικής διάβρωσης P.E.S.E.R.A. σε συνδυασμό με την εκτίμηση του κινδύνου ερημοποίησης των γαιών της μεθοδολογίας των Περιβαλλοντικά Ευαίσθητων Περιοχών (Π.Ε.Π.) (Kosmas et al., 1999) στην δεύτερη περιοχή μελέτης της παρούσας διατριβής, αποσκοπούν στην αξιολόγηση των διαφορετικών σεναρίων καλλιεργητικών πρακτικών και διαχειρίσεων ως προς τον κίνδυνο διάβρωσης των εδαφών και την ερημοποίηση των γαιών. Η προαναφερόμενη εργασία που αποτελεί το αντικείμενο του παρόντος κεφαλαίου κρίνεται απαραίτητη στο πλαίσιο της οικείας μελέτης διότι με τη συγκριτική ανάλυση των διαφορετικών σεναρίων διαχείρισης των γαιών καθίσταται εφικτή η λήψη αποφάσεων για την προστασία των εδαφικών πόρων και την καταπολέμηση της

ερημοποίησης σε περιφερειακή κλίμακα και με αυτόν τον τρόπο ολοκληρώνεται η τριπλή μεθοδολογική προσέγγιση των παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών.

Ο νομός Χανίων αποτελεί αντιπροσωπευτική περίπτωση, της ευρύτερης περιοχής της Μεσογείου, όπου τα φαινόμενα λειψυδρίας εμφανίζονται εποχιακά. Οι απαιτήσεις σε νερό για την κάλυψη των τουριστικών και των αρδευτικών αναγκών του νομού κορυφώνονται κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών, δημιουργώντας ανταγωνισμό μεταξύ των διαφορετικών χρηστών (Deliverable W.P.3.1, 2007). Η δυναμικότητα της περιοχής επιτρέπει το συνδυασμό ποικίλων δραστηριοτήτων, όπως ο τουρισμός και η γεωργία, καθώς και την εξασφάλιση ενός βιώσιμου μέλλοντος για τον τοπικό πληθυσμό, υπό την προϋπόθεση κατάλληλου σχεδιασμού και ελέγχου της πολιτικής διαχείρισης των φυσικών πόρων.

Κατά την διάρκεια των επιτόπιων επισκέψεων στο νομό Χανίων το διάστημα από τον Σεπτέμβριο του 2007 έως και το Νοέμβριο του 2008 διεξήχθη έρευνα καταγραφής των χρησιμοποιούμενων καλλιεργητικών πρακτικών και διαχειρίσεων των γαιών στην ευρύτερη περιοχή. Η έρευνα περιελάμβανε την επικοινωνία με τους τοπικούς χρήστες-παραγωγούς μέσω ερωτηματολογίων, την ανάλυση των τάσεων της αγοράς των αγροτικών προϊόντων και την ταυτοποίηση των μεταβολών των χρήσεων γης που συνέβησαν τα τελευταία πενήντα χρόνια. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε συνεργασία με το επιστημονικό προσωπικό του Οργανισμού Ανάπτυξης Δυτικής Κρήτης (Ο.Α.ΔΥ.Κ, <http://www.oadyk.gr/>), του Ινστιτούτου Ελιάς και Υποτροπικών Φυτών Χανίων (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε, <http://www.nagref-cha.gr/>) και με την βοήθεια των χρηστών γης στο πλαίσιο των παραδοτέων W.P.1.2 και W.P.3.3 (2007) του Κοινοτικού ερευνητικού προγράμματος “Sustainable use of water resources and rural development in drought affected areas - IMAGE”. Επιπρόσθετα με χρήση των αποτελεσμάτων της φωτοερμηνείας (ανίχνευση αλλαγών χρήσεων γης) των ορθοφωτοχάρτων των ετών 1960 και 1997 διαπιστώθηκε επέκταση των ελαιώνων κατά 29.9% στο νότιο τμήμα της περιοχής μελέτης, εγκατάλειψη των γεωργικών γαιών σε ποσοστό 3.6% με παράλληλη μετατροπή τους σε εκτάσεις φυσικής βλάστησης και επέκταση των αστικών περιοχών για τουριστική χρήση κατά μήκος της ακτογραμμής εις βάρος της γεωργικής γης ή των εκτάσεων φυσικής βλάστησης κατά 2% (Deliverable W.P.1.2). Επίσης αν ληφθεί υπόψη η μειούμενη τιμή του ελαιολάδου από χρονιά σε χρονιά τα τελευταία χρόνια (Μυλωνάς, 2011), η αύξηση του υδατικού ελλείμματος λόγω μεγαλύτερης συχνότητας ξηροθερμικών συνθηκών και η μείωση της παραγωγικότητας των εδαφών που

υφίστανται σημαντικές διαβρώσεις, είναι ιδιαίτερος πιθανόν ορισμένες από τις προαναφερόμενες διαπιστωμένες αλλαγές στις χρήσεις γης να επεκταθούν και κάποιες άλλες να αντιστρέψουν τις τάσεις τους (π.χ. η επέκταση της καλλιέργειας ελαιοδένδρων).

Με βάση τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων που συμπλήρωσαν οι παραγωγοί και των προαναφερόμενων δεδομένων που προκύπτουν από την ανάλυση των αεροφωτογραφιών και των συνθηκών της αγοράς γεωργικών προϊόντων οι κύριες τάσεις όσον αφορά τη διαχείριση των χρήσεων γης μπορούν να συνοψισθούν ως ακολούθως:

1. Διατήρηση της καλλιέργειας των εσπεριδοειδών με ελάχιστο καλλιεργητικό κόστος ή αντικατάστασή τους με καλλιέργειες αβοκάντο εφόσον έχει διαπιστωθεί μείωση των τιμών την προηγούμενη περίοδο.
2. Διατήρηση των ελαιώνων σε καθεστώς ελάχιστης άρροσης ή ακαλλιέργειας.
3. Επέκταση των ελαιώνων ειδικότερα στα ανώτερα σημεία του νότιου τμήματος της περιοχής μελέτης με αποψίλωση της φυσικής βλάστησης. Η συγκεκριμένη τάση μολονότι επισημαίνεται από την διαχρονική ανίχνευση αλλαγών των ορθοφωτοχαρτών δεν υπεισέρχεται στις επιλογές διαχείρισης γαιών διότι με βάση τα οικονομικά δεδομένα του τομέα του ελαιολάδου δεν διαφαίνεται πραγματοποιήσιμη.
4. Εγκατάλειψη των ελαιώνων που βρίσκονται σε εδάφη χαμηλής παραγωγικότητας, με απότομες κλίσεις, επιτρέποντας την ανάπτυξη της φυσικής βλάστησης και τη χρήση των περιοχών ως βοσκότοπους.
5. Περιορισμένη φύτευση αμπελώνων σε μετρίως παραγωγικά εδάφη.
6. Αλλαγή της χρήσης γης από γεωργική σε αστική ή τουριστική ειδικότερα κατά μήκος της ακτογραμμής. Η συγκεκριμένη τάση δεν υπεισέρχεται στις επιλογές διαχείρισης γαιών διότι η ακριβής οριοθέτηση ήταν εξαιρετικά δύσκολη.
7. Μείωση των δόσεων άρδευσης στις καλλιέργειες εσπεριδοειδών και στους ελαιώνες εξαιτίας της μειωμένης διαθεσιμότητας νερού και των απωλειών στο γεωργικό εισόδημα.

Βάσει των προαναφερόμενων καταγεγραμμένων κύριων τάσεων και των αποτελεσμάτων και εκτιμήσεων των ερευνών, προσδιορίστηκαν για την περιοχή των Χανίων,

οι ακόλουθες πιθανές διαφορετικές επιλογές άρδευσης, πρακτικών καλλιέργειας και διαχείρισης της γης.

Επιλογές άρδευσης

A1: Άρδευση σύμφωνα με τις ανάγκες άρδευσης.

A2: Άρδευση μειωμένη κατά 15% σε σχέση με τις ανάγκες άρδευσης. Η συγκεκριμένη επιλογή άρδευσης δεν υπηρετείται στα σενάρια που αναλύονται στο παρόν κεφάλαιο διότι δεν επηρεάζεται ιδιαίτερα η παραγωγή μέχρι τη μείωση κατά 30%.

A3: Άρδευση μειωμένη κατά 30% σε σχέση με τις ανάγκες άρδευσης.

A4: Άρδευση μειωμένη κατά 50% σε σχέση με τις ανάγκες άρδευσης.

Επιλογές διαχείρισης των γαιών

B1: Οι χρήσεις και οι καλύψεις των γαιών παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση.

B2: Οι ελαιώνες και οι αμπελώνες παραμένουν αμετάβλητοι ενώ αντικαθίστανται σε ποσοστό 30% τα εσπεριδοειδή από αβοκάντο.

B3: Οι ελαιώνες και οι αμπελώνες παραμένουν αμετάβλητοι ενώ αντικαθίστανται τα εσπεριδοειδή σε ποσοστό 30% από αβοκάντο και σε ποσοστό 30% από ελαιώνες επιτραπέζιας ποικιλίας ελιάς.

B4: Μερική αντικατάσταση των ελαιώνων σε ποσοστό 10% από αμπελώνες.

B5: Εγκατάλειψη των ελαιώνων σε ποσοστό 20% με ταυτόχρονη μετατροπή τους σε βοσκότοπους.

Επιλογές πρακτικών καλλιέργειας

- Γ1: Εφαρμογή χημικής ζιζανιοκτονίας σε ελαιώνες που βρίσκονται σε καθεστώς ακαλλιέργειας.
- Γ2: Εφαρμογή των παραδοσιακών τεχνικών άρδωσης σε ελαιώνες και αμπελώνες.
- Γ3: Εφαρμογή αειφορικής άρδωσης σε ελαιώνες και αμπελώνες (ακαλλιέργεια και μη χρήση ζιζανιοκτόνων).
- Γ4: Χρήση καταστροφέα για τον μηχανικό έλεγχο των ζιζανίων σε ελαιώνες.
- Γ5: Εφαρμογή αυστηρού κλαδεύματος, μείωσης του 30% της κόμης, των ελαιώνων στις αρχές της άνοιξης.

4.2. Επιλογή των πιθανών σεναρίων καλλιεργητικών πρακτικών και διαχείρισης των γαιών στο νομό Χανίων

Σύμφωνα με τη θεωρία των συνδυασμών οι δεκατέσσερις δυνατές επιλογές της προηγούμενης ενότητας δημιουργούν 1.001 πιθανά σενάρια αν συνδυαστούν ανά τέσσερις και 364 πιθανά σενάρια αν συνδυαστούν ανά τρεις στην περίπτωση που δεν υπάρχει κανένας περιορισμός. Επειδή όμως υπάρχουν λογικοί περιορισμοί λόγω της φύσης των επιλογών οι οποίες αφορούν καλλιεργητικές πρακτικές, τάσεις διαχείρισης γαιών και συνθήκες άρδευσης θεωρούμε τις επιλογές της άρδευσης ως σύνολο $A = \{A1, A2, A3, A4\}$, τις επιλογές διαχείρισης γαιών ως σύνολο $B = \{B1, B2, B3, B4, B5\}$ και τις επιλογές πρακτικών καλλιέργειας ως σύνολο $\Gamma = \{\Gamma1, \Gamma2, \Gamma3, \Gamma4, \Gamma5\}$. Στην περίπτωση που επιλέξουμε συνδυασμούς των επιλογών ανά τέσσερις υπάρχουν τέσσερις θέσεις που πρέπει να καλυφθούν από το περιεχόμενο των συνόλων που προαναφέραμε. Σε αυτή την τετράδα συνδυασμών μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο ένα στοιχείο από τις επιλογές άρδευσης (σύνολο A), ένα στοιχείο από τις επιλογές διαχείρισης των γαιών (σύνολο B) και μέχρι δύο στοιχεία από τις επιλογές πρακτικών καλλιέργειας (σύνολο Γ). Επομένως με βάση τη θεωρία συνδυασμών μπορούν να υπάρξουν $\binom{4}{1} \times \binom{5}{1} \times \binom{5}{2} = 4 \times 5 \times 10 = 200$ συνδυασμοί επιλογών. Στην περίπτωση που επιλέξουμε συνδυασμό των επιλογών ανά τρεις τότε οι πιθανοί συνδυασμοί είναι $\binom{4}{1} \times \binom{5}{1} \times \binom{5}{1} = 4 \times 5 \times 5 = 100$. Μετά την αξιολόγηση των σεναρίων που προέκυψαν από τον συνδυασμό των παραπάνω επιλογών για την άρδευση, τη

διαχείριση της γης και των πρακτικών καλλιέργειας με την βοήθεια ειδικών της περιοχής αποκλείστηκαν οι μη λογικοί συνδυασμοί και προέκυψαν τα πλέον πιθανά και πιο αντιπροσωπευτικά σενάρια χρήσιμα (28 σενάρια) για την ανάλυση του κινδύνου υποβάθμισης των γαιών στην περιοχή, τα οποία και παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Σενάριο 1-A1B1Γ1Γ5: Οι χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία για τον έλεγχο των ζιζανίων στους ελαιώνες και στους αμπελώνες, δεν πραγματοποιείται μηχανική άροση, γίνεται αυστηρό κλάδευμα των ελαιώνων μειώνοντας κατά 30% την κόμη των δένδρων, ενώ η άρδευση εφαρμόζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό.

Σενάριο 2-A1B1Γ2Γ5: Οι χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, δεν εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία για τον έλεγχο των ζιζανίων, πραγματοποιείται μηχανική άροση στους ελαιώνες και στους αμπελώνες, γίνεται αυστηρό κλάδευμα των ελαιώνων μειώνοντας κατά 30% την κόμη των δένδρων, ενώ η άρδευση εφαρμόζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό.

Σενάριο 3-A1B1Γ3: Οι χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, δεν εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία για τον έλεγχο των ζιζανίων, πραγματοποιείται αειφορική μηχανική άροση στους ελαιώνες και στους αμπελώνες, δεν γίνεται κλάδευμα των ελαιώνων, ενώ η άρδευση εφαρμόζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις σε νερό.

Σενάριο 4-A1B1Γ4: Οι χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, χρησιμοποιείται καταστροφέας για τον μηχανικό έλεγχο των ζιζανίων, δεν πραγματοποιείται μηχανική άροση, δεν γίνεται κλάδευμα των ελαιώνων, ενώ η άρδευση εφαρμόζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις σε νερό.

Σενάριο 5-A1B1Γ1Γ5: Οι χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία για τον έλεγχο των ζιζανίων, δεν πραγματοποιείται μηχανική άροση, γίνεται αυστηρό κλάδευμα των ελαιώνων μειώνοντας κατά 30% την κόμη των δένδρων, ενώ η άρδευση εφαρμόζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις σε νερό.

Σενάριο 6-A3B1Γ2Γ5: Οι χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, δεν εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία για τον έλεγχο των ζιζανίων, πραγματοποιείται μηχανική άροση στους ελαιώνες και στους αμπελώνες, γίνεται αυστηρό

κλάδευμα των ελαιώνων μειώνοντας κατά 30% την κόμη των δένδρων, ενώ το παρεχόμενο νερό για άρδευση μειώνεται κατά 30% ως προς το απαιτούμενο.

Σενάριο 7-A4B1Γ1Γ5: Οι χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία για τον έλεγχο των ζιζανίων, πραγματοποιείται μηχανική άροση στους ελαιώνες και στους αμπελώνες, γίνεται αυστηρό κλάδευμα των ελαιώνων μειώνοντας κατά 30% την κόμη των δένδρων, ενώ το παρεχόμενο νερό για άρδευση μειώνεται κατά 50% ως προς το απαιτούμενο.

Σενάριο 8-A4B1Γ2Γ5: Οι χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, δεν εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία για τον έλεγχο των ζιζανίων, πραγματοποιείται μηχανική άροση στους ελαιώνες και στους αμπελώνες, γίνεται αυστηρό κλάδευμα των ελαιώνων μειώνοντας κατά 30% την κόμη των δένδρων, ενώ το παρεχόμενο νερό για άρδευση μειώνεται κατά 50% ως προς το απαιτούμενο.

Σενάριο 9-A1B2Γ1Γ5: Πραγματοποιείται αντικατάσταση σε ποσοστό 30% των εσπεριδοειδών από αβοκάντο, οι υπόλοιπες χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία για τον έλεγχο των ζιζανίων, δεν πραγματοποιείται μηχανική άροση, γίνεται αυστηρό κλάδευμα των ελαιώνων μειώνοντας κατά 30% την κόμη των δένδρων, ενώ η άρδευση εφαρμόζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό.

Σενάριο 10-A1B2Γ2Γ5: Πραγματοποιείται αντικατάσταση σε ποσοστό 30% των εσπεριδοειδών από αβοκάντο, οι υπόλοιπες χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, δεν εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία για τον έλεγχο των ζιζανίων, πραγματοποιείται μηχανική άροση στους ελαιώνες και στους αμπελώνες, γίνεται αυστηρό κλάδευμα των ελαιώνων μειώνοντας κατά 30% την κόμη των δένδρων, ενώ η άρδευση εφαρμόζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό.

Σενάριο 11-A1B2Γ3: Πραγματοποιείται αντικατάσταση σε ποσοστό 30% των εσπεριδοειδών από αβοκάντο, οι υπόλοιπες χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, δεν εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία για τον έλεγχο των ζιζανίων, πραγματοποιείται αειφορική μηχανική άροση στους ελαιώνες και στους αμπελώνες, δεν γίνεται κλάδευμα των ελαιώνων, ενώ η άρδευση εφαρμόζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό.

Σενάριο 12-A1B2Γ4: Πραγματοποιείται αντικατάσταση σε ποσοστό 30% των εσπεριδοειδών από αβοκάντο, οι υπόλοιπες χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, πραγματοποιείται μηχανική καταπολέμηση των ζιζανίων με καταστροφέα, δεν γίνεται κλάδευμα των ελαιώνων, δεν γίνεται άρωση, ενώ η άρδευση εφαρμόζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των καλλιέργειών σε νερό.

Σενάριο 13-A3B2Γ1Γ5: Πραγματοποιείται αντικατάσταση σε ποσοστό 30% των εσπεριδοειδών από αβοκάντο, οι υπόλοιπες χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία για τον έλεγχο των ζιζανίων, δεν πραγματοποιείται μηχανική άρωση, γίνεται αυστηρό κλάδευμα των ελαιώνων μειώνοντας κατά 30% την κόμη των δένδρων, ενώ το παρεχόμενο νερό για άρδευση μειώνεται κατά 30% ως προς το απαιτούμενο.

Σενάριο 14-A3B2Γ2Γ5: Πραγματοποιείται αντικατάσταση σε ποσοστό 30% των εσπεριδοειδών από αβοκάντο, οι υπόλοιπες χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, δεν εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία για τον έλεγχο των ζιζανίων, πραγματοποιείται μηχανική άρωση στους ελαιώνες και στους αμπελώνες, γίνεται αυστηρό κλάδευμα των ελαιώνων μειώνοντας κατά 30% την κόμη των δένδρων, ενώ το παρεχόμενο νερό για άρδευση μειώνεται κατά 30% ως προς το απαιτούμενο.

Σενάριο 15-A4B2Γ1Γ5: Πραγματοποιείται αντικατάσταση σε ποσοστό 30% των εσπεριδοειδών από αβοκάντο, οι υπόλοιπες χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία για τον έλεγχο των ζιζανίων, δεν πραγματοποιείται μηχανική άρωση, γίνεται αυστηρό κλάδευμα των ελαιώνων μειώνοντας κατά 30% την κόμη των δένδρων, ενώ το παρεχόμενο νερό για άρδευση μειώνεται κατά 50% ως προς το απαιτούμενο.

Σενάριο 16-A4B2Γ2Γ5: Πραγματοποιείται αντικατάσταση σε ποσοστό 30% των εσπεριδοειδών από αβοκάντο, οι υπόλοιπες χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, δεν εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία για τον έλεγχο των ζιζανίων, πραγματοποιείται μηχανική άρωση στους ελαιώνες και στους αμπελώνες, γίνεται αυστηρό κλάδευμα των ελαιώνων μειώνοντας κατά 30% την κόμη των δένδρων, ενώ το παρεχόμενο νερό για άρδευση μειώνεται κατά 50% ως προς το απαιτούμενο.

Σενάριο 17-A1B3Γ1Γ5: Πραγματοποιείται αντικατάσταση των εσπεριδοειδών από ποικιλίες επιτραπέζιων ελιών σε ποσοστό 30% και από καλλιέργειες αβοκάντο σε ποσοστό

30%, οι υπόλοιπες χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία για τον έλεγχο των ζιζανίων, δεν πραγματοποιείται μηχανική άροση, γίνεται αυστηρό κλάδευμα των ελαιώνων μειώνοντας κατά 30% την κόμη των δένδρων, ενώ η άρδευση εφαρμόζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό.

Σενάριο 18-A1B3Γ2Γ5: Πραγματοποιείται αντικατάσταση των εσπεριδοειδών από ποικιλίες επιτραπέζιων ελιών σε ποσοστό 30% και από καλλιέργειες αβοκάντο σε ποσοστό 30%, οι υπόλοιπες χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, δεν εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία για τον έλεγχο των ζιζανίων, πραγματοποιείται μηχανική άροση στους ελαιώνες και στους αμπελώνες, γίνεται αυστηρό κλάδευμα των ελαιώνων μειώνοντας κατά 30% την κόμη των δένδρων, ενώ η άρδευση εφαρμόζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό.

Σενάριο 19-A1B3Γ3: Πραγματοποιείται αντικατάσταση των εσπεριδοειδών από ποικιλίες επιτραπέζιων ελιών σε ποσοστό 30% και από καλλιέργειες αβοκάντο σε ποσοστό 30%, οι υπόλοιπες χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, δεν εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία για τον έλεγχο των ζιζανίων, πραγματοποιείται αειφορική μηχανική άροση στους ελαιώνες και στους αμπελώνες, δεν γίνεται κλάδευμα των ελαιώνων, ενώ η άρδευση εφαρμόζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό.

Σενάριο 20-A1B3Γ4: Πραγματοποιείται αντικατάσταση των εσπεριδοειδών από ποικιλίες επιτραπέζιων ελιών σε ποσοστό 30% και από καλλιέργειες αβοκάντο σε ποσοστό 30%, οι υπόλοιπες χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, χρησιμοποιείται καταστροφέας για το μηχανικό έλεγχο των ζιζανίων, δεν πραγματοποιείται άροση, δεν γίνεται κλάδευμα των ελαιώνων, ενώ η άρδευση εφαρμόζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό.

Σενάριο 21-A1B4Γ1Γ5: Πραγματοποιείται αντικατάσταση των ελαιώνων από καλλιέργειες αμπελιών σε ποσοστό 10%, οι υπόλοιπες χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία για τον έλεγχο των ζιζανίων, δεν πραγματοποιείται μηχανική άροση, γίνεται αυστηρό κλάδευμα των ελαιώνων μειώνοντας κατά 30% την κόμη των δένδρων, ενώ η άρδευση εφαρμόζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό.

Σενάριο 22-A1B4Γ2Γ5: Πραγματοποιείται αντικατάσταση των ελαιώνων από καλλιέργειες αμπελιών σε ποσοστό 10%, οι υπόλοιπες χρήσεις γης παραμένουν όπως στην

παρούσα κατάσταση, δεν εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία για τον έλεγχο των ζιζανίων, πραγματοποιείται μηχανική άροση στους ελαιώνες και στους αμπελώνες, γίνεται αυστηρό κλάδευμα των ελαιώνων μειώνοντας κατά 30% την κόμη των δένδρων, ενώ η άρδευση εφαρμόζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό.

Σενάριο 23-A1B4Γ3: Πραγματοποιείται αντικατάσταση των ελαιώνων από καλλιέργειες αμπελιών σε ποσοστό 10%, οι υπόλοιπες χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, δεν εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία για τον έλεγχο των ζιζανίων, πραγματοποιείται αειφορική άροση στους ελαιώνες και στους αμπελώνες, δεν γίνεται κλάδευμα των ελαιώνων, ενώ η άρδευση εφαρμόζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό.

Σενάριο 24-A1B4Γ4: Πραγματοποιείται αντικατάσταση των ελαιώνων από καλλιέργειες αμπελιών σε ποσοστό 10%, οι υπόλοιπες χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, γίνεται χρησιμοποίηση καταστροφέα για το μηχανικό έλεγχο των ζιζανίων, δεν πραγματοποιείται μηχανική άροση, δεν γίνεται κλάδευμα των ελαιώνων, ενώ η άρδευση εφαρμόζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό.

Σενάριο 25-A1B5Γ1Γ5: Εγκαταλείπονται οι ελαιώνες σε ποσοστό 20% και μετατρέπεται αυτή έκταση σε βοσκότοπους που υπόκεινται σε υπερ-βόσκηση, οι υπόλοιπες χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία για τον έλεγχο των ζιζανίων, δεν πραγματοποιείται μηχανική άροση, γίνεται αυστηρό κλάδευμα των ελαιώνων μειώνοντας κατά 30% την κόμη των δένδρων, ενώ η άρδευση εφαρμόζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό.

Σενάριο 26-A1B5Γ2Γ5: Εγκαταλείπονται οι ελαιώνες σε ποσοστό 20% και μετατρέπεται αυτή η έκταση σε βοσκότοπους που υπόκεινται σε υπερ-βόσκηση, οι υπόλοιπες χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, δεν εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία για τον έλεγχο των ζιζανίων, πραγματοποιείται μηχανική άροση, γίνεται αυστηρό κλάδευμα των ελαιώνων μειώνοντας κατά 30% την κόμη των δένδρων, ενώ η άρδευση εφαρμόζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις σε νερό.

Σενάριο 27-A1B5Γ3: Εγκαταλείπονται οι ελαιώνες σε ποσοστό 20% και μετατρέπεται αυτή η έκταση σε βοσκότοπους που υπόκεινται σε αειφορική βόσκηση, οι υπόλοιπες χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, δεν εφαρμόζεται χημική ζιζανιοκτονία για τον έλεγχο των ζιζανίων, πραγματοποιείται αειφορική μηχανική

άρωση στους ελαιώνες και στους αμπελώνες, δεν γίνεται κλάδευμα των ελαιώνων, ενώ η άρδευση εφαρμόζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις σε νερό.

Σενάριο 28-A1B5Γ4: Εγκαταλείπονται οι ελαιώνες σε ποσοστό 20% και μετατρέπεται αυτή η έκταση σε βοσκότοπους που υπόκεινται σε αειφορική βόσκιση, οι υπόλοιπες χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, χρησιμοποιείται καταστροφέας για το μηχανικό έλεγχο των ζιζανίων, δεν πραγματοποιείται μηχανική άρωση, δεν γίνεται κλάδευμα των ελαιώνων, ενώ η άρδευση εφαρμόζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό.

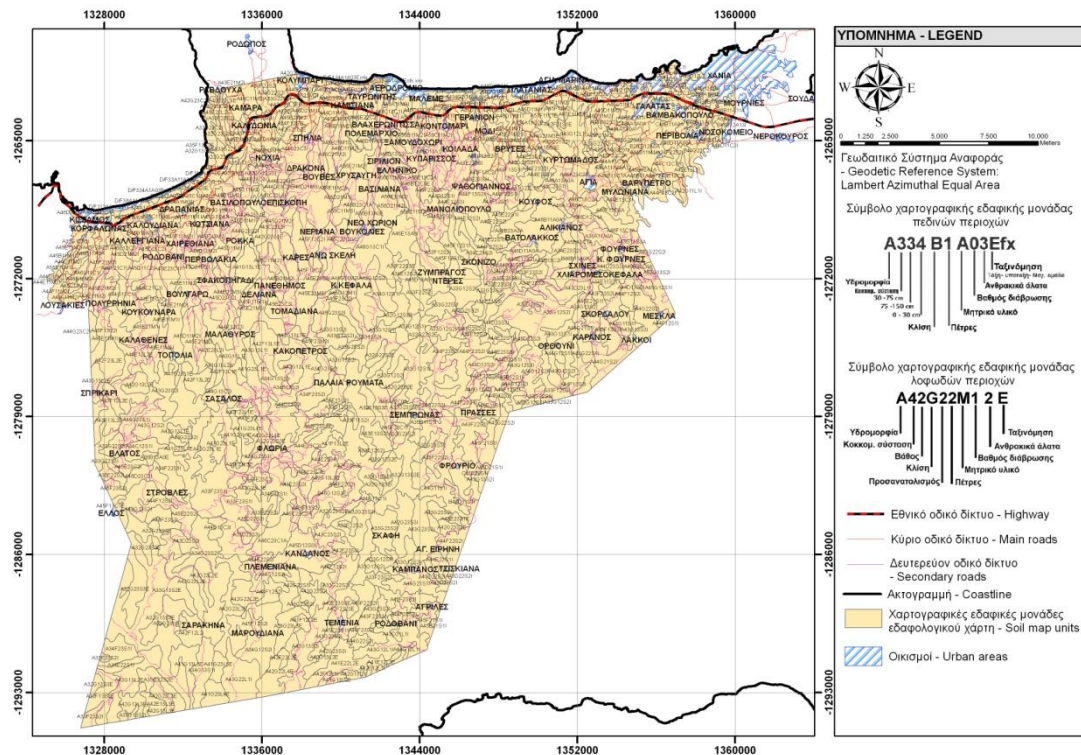
4.3. Γεωγραφικός εντοπισμός πιθανών περιοχών μεταβολής των χρήσεων γης στην ευρύτερη περιοχή του νομού Χανίων

Μετά την καταγραφή των επικρατέστερων σεναρίων προσδιορίστηκαν χωρικά οι πιθανές τοποθεσίες όπου θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν συγκεκριμένες αλλαγές στις χρήσεις γης σύμφωνα με τις επιλογές διαχείρισης των γαιών της περιοχής των Χανίων. Οι περιοχές αυτές εντοπίστηκαν προκειμένου να τροποποιηθούν κατάλληλα τα δεδομένα εισαγωγής των αλγορίθμων εκτίμησης της εδαφικής διάβρωσης του συστήματος P.E.S.E.R.A. και με αυτόν τον τρόπο να πραγματοποιηθεί η προσαρμογή του μοντέλου προσομοίωσης στις τοπικές συνθήκες. Επομένως είναι αυτονόητο ότι δεν προσδιορίστηκαν οι αλλαγές των χρήσεων γης που δεν επιφέρουν τροποποιήσεις στις παραμέτρους που χρησιμοποιεί η προαναφερόμενη μεθοδολογία. Ο εντοπισμός των περιοχών βασίστηκε κυρίως στη μελέτη των φυσικών περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών των εν λόγω περιοχών. Η στατιστική ανάλυση δέκα παραμέτρων του φυσικού περιβάλλοντος κατέδειξε ως πιο σημαντικούς παράγοντες που κυρίως ευθύνονται για την αλλαγή ή μη των χρήσεων γης που την περίοδο 1960-1997 τους: το βάθος του εδάφους, η κλίση της επιφανείας του εδάφους, η αποθηκευτική ικανότητα του εδάφους σε νερό, η απόσταση από την πιο κοντινή ακτή και το υψόμετρο (Deliverable W.P.1.2).

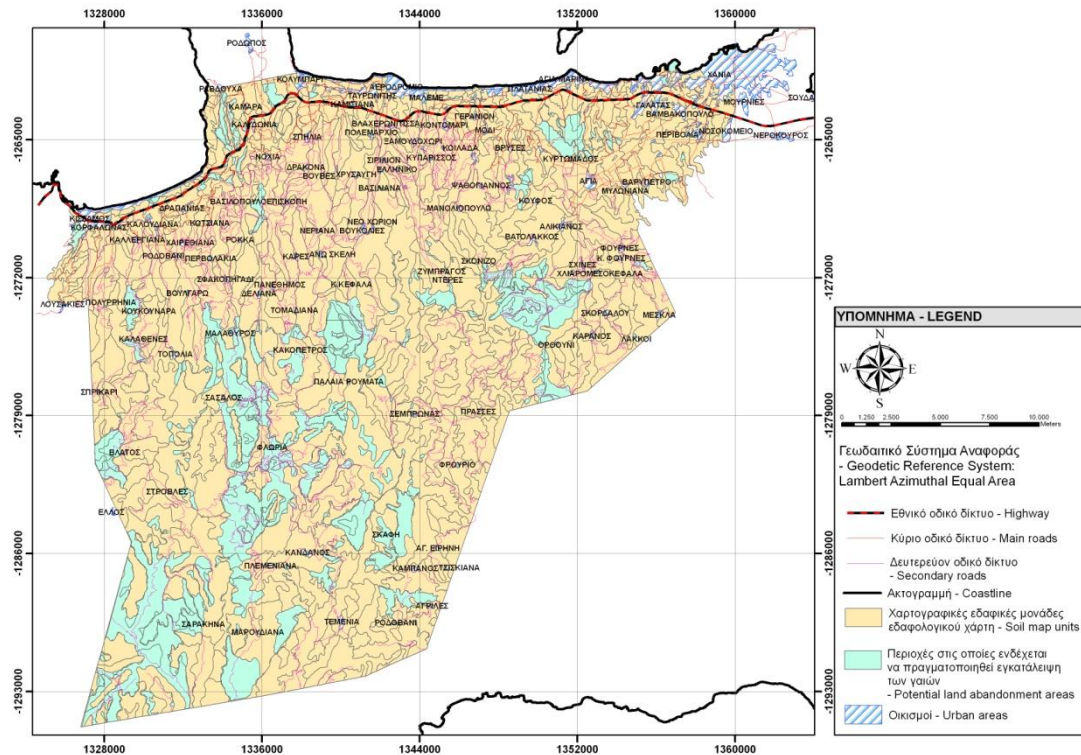
4.3.1. Εγκατάλειψη των ελαιώνων και μετατροπή τους σε βοσκότοπους

Με βάση τα παραπάνω ευρήματα, θεωρήθηκε ότι τα κυριότερα κριτήρια για τον προσδιορισμό των περιοχών στις οποίες μπορεί να συμβεί η εγκατάλειψη των ελαιώνων και

η αντικατάστασή τους από φυσική βλάστηση, είναι το βάθος του εδάφους και η αποθηκευτική ικανότητα του εδάφους σε νερό. Περιοχές με σχετικά αβαθή εδάφη (βάθος μικρότερο από 60 εκ.) που παρουσιάζουν ικανότητα αποθήκευσης του εδάφους σε νερό μικρότερη των 140 χιλ. κρίθηκαν ως περισσότερο ευάλωτες στην εγκατάλειψη, εφόσον σε αυτά τα εδάφη η απόδοση της καλλιέργειας είναι μικρότερη του 55% της απόδοσης των παραγωγικών εδαφών της περιοχής. Η απόδοση των καλλιεργειών εκτιμήθηκε από τους ερευνητές του Ινστιτούτου Ελιάς και Υποτροπικών Φυτών Χανίων. Χρησιμοποιώντας τον εδαφολογικό χάρτη της ευρύτερης περιοχής του νομού Χανίων (Χάρτης 2) (ενότητα 4.4.1.2) και τα προηγούμενα κριτήρια προσδιορίστηκαν οι πιθανές περιοχές εγκατάλειψης των ελαιώνων οι οποίες παρουσιάζονται στη συνέχεια (Χάρτης 3). Υπολογίζεται ότι περιοχή έκτασης 11.604 εκταρίων, δηλαδή το 16.7% του συνόλου της περιοχής μελέτης, παρουσιάζει μεγαλύτερη πιθανότητα εγκατάλειψης της καλλιέργειας της γης.



Χάρτης 3: Εδαφολογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής του νομού Χανίων.

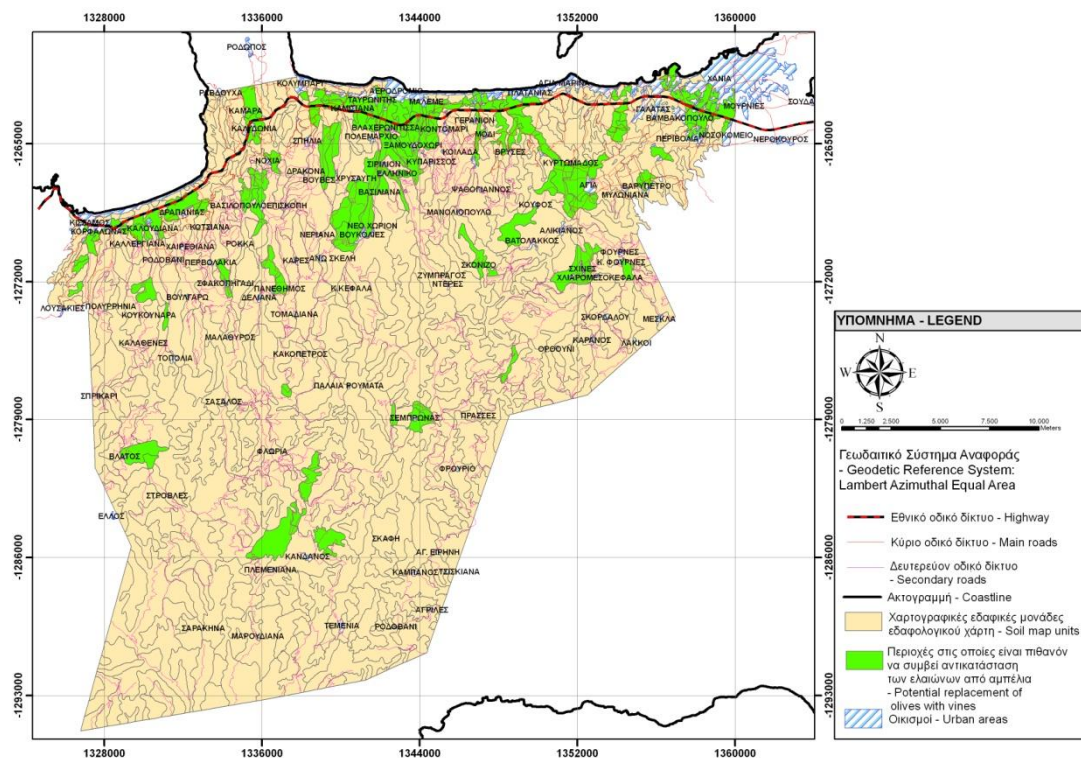


Χάρτης 4: Περιοχές στις οποίες ενδέχεται να πραγματοποιηθεί εγκατάλειψη των γαιών εξαιτίας της χαμηλής παραγωγικότητας των εδαφών.

4.3.2. Αντικατάσταση των ελαιώνων από αμπέλια

Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν για να προσδιοριστούν οι πιθανές περιοχές αντικατάστασης των ελαιοδένδρων από αμπέλια ήταν α) το υψόμετρο, β) η υδρομορφία του εδάφους και γ) η κλίση της επιφάνειας του εδάφους. Είναι γνωστό ότι κρίσιμοι παράγοντες για την καλλιέργεια της αμπέλου, εξαιτίας της ευαισθησίας της σε χαμηλές θερμοκρασίες, είναι η θερμοκρασία του αέρα και ο αριθμός των ελεύθερων παγετού ημερών (καθορίζει τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου). Σύμφωνα με τα κλιματικά δεδομένα (Deliverable W.P.1.1., 2007) της ευρύτερης περιοχής μελέτης οι παράγοντες αυτοί, που σχετίζονται και με την ποικιλία (κυρίως Κοτσιφάλι), ικανοποιούνται ως επί το πλείστον σε υψόμετρα χαμηλότερα των 350 μέτρων και ως εκ τούτου οι περιοχές με ανώτερο υψόμετρο αποκλείστηκαν. Εφόσον η συστηματική καλλιέργεια ενός αμπελώνα είναι κατά βάση μηχανοποιημένη, η κλίση της επιφάνειας του εδάφους καθορίζει και πολλές φορές αποκλείει την χρήση μηχανημάτων όπως για παράδειγμα συμβαίνει σε δύσβατες περιοχές με κλίση μεγαλύτερη του 12%. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω είναι δυνατόν να καταλήξουμε ότι οι πιθανές περιοχές αλλαγής της χρήσης από ελαιώνες σε αμπελώνες είναι αυτές που έχουν υψόμετρο μικρότερο των 350 μέτρων με ελαφρές έως μέτριες κλίσεις και καλώς

αποστραγγιζόμενα εδάφη. Το βάθος του εδάφους δεν υπεισέρχεται ως κριτήριο περιορισμού της επιλογής των θέσεων διότι το 50.2% της περιοχής μελέτης περιλαμβάνει εδάφη σχηματισμένα σε σχιστόλιθο, το 15.3% σε μάργες και το 12.8% σε κροκαλοπαγή, με αποτέλεσμα τα εδάφη επί αυτών των μητρικών υλικών να έχουν από μέτριο ως σημαντικό βάθος. (Deliverable W.P.1.1., 2007). Αφού εντοπίστηκαν οι περιοχές που ικανοποιούν τις προαναφερόμενες συνθήκες μια έκταση 7.576 εκταρίων ή το 10.9% της περιοχής μελέτης εκτιμήθηκε ότι παρουσιάζει μεγαλύτερη πιθανότητα για αλλαγή της χρήσης από ελιές σε αμπέλια (Χάρτης 4).

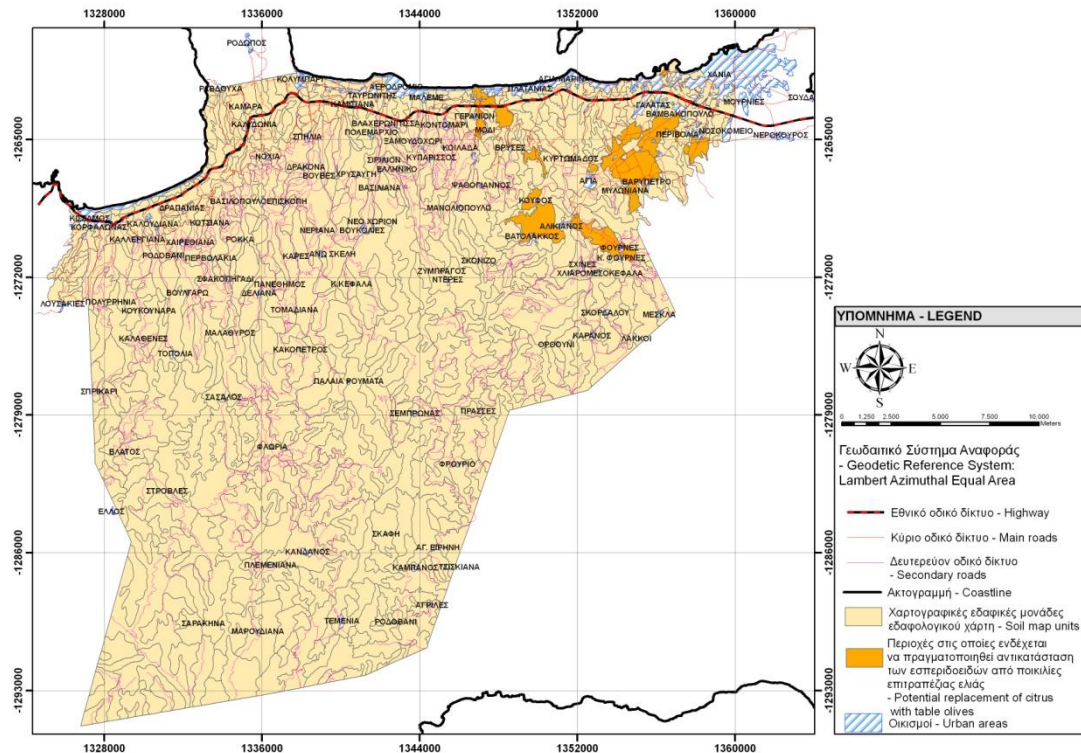


Χάρτης 5: Περιοχές στις οποίες είναι πιθανόν να συμβούν αλλαγές χρήσεων γης από καλλιέργειες ελαιοδένδρων σε καλλιέργειες αμπέλου.

4.3.3. Αντικατάσταση των εσπεριδοειδών από ποικιλίες επιτραπέζιας ελιάς

Ακόμα ένα πιθανό σενάριο αλλαγής της χρήσης γης ήταν αυτό της αντικατάστασης των εσπεριδοειδών από ποικιλίες επιτραπέζιας ελιάς. Ως περιοχές στις οποίες μπορεί να λάβει χώρα μια τέτοια αντικατάσταση εκτιμήθηκαν αυτές που βρίσκονται στην κατώτερη ζώνη του

νομού, με κλίσεις μικρότερες του 6%. Οι περιοχές εντοπίστηκαν με επιτόπια έρευνα και ταυτοποιήθηκαν κοντά στα χωριά Αλικιανός, Βαρύπετρο και Γεράνι, καταλαμβάνοντας έκταση 1.708 εκταρίων ή το 2.5% του συνόλου της περιοχής όπως φαίνεται και στο χάρτη που ακολουθεί (Χάρτης 5).



Χάρτης 6: Περιοχές στις οποίες είναι πιθανόν να συμβούν αλλαγές χρήσεων γης από καλλιέργειες εσπεριδοειδών σε καλλιέργειες ελιών επιτραπέζιας ποιικιλίας.

4.4. Εκτίμηση του κινδύνου υποβάθμισης των γαιών στο νομό Χανίων

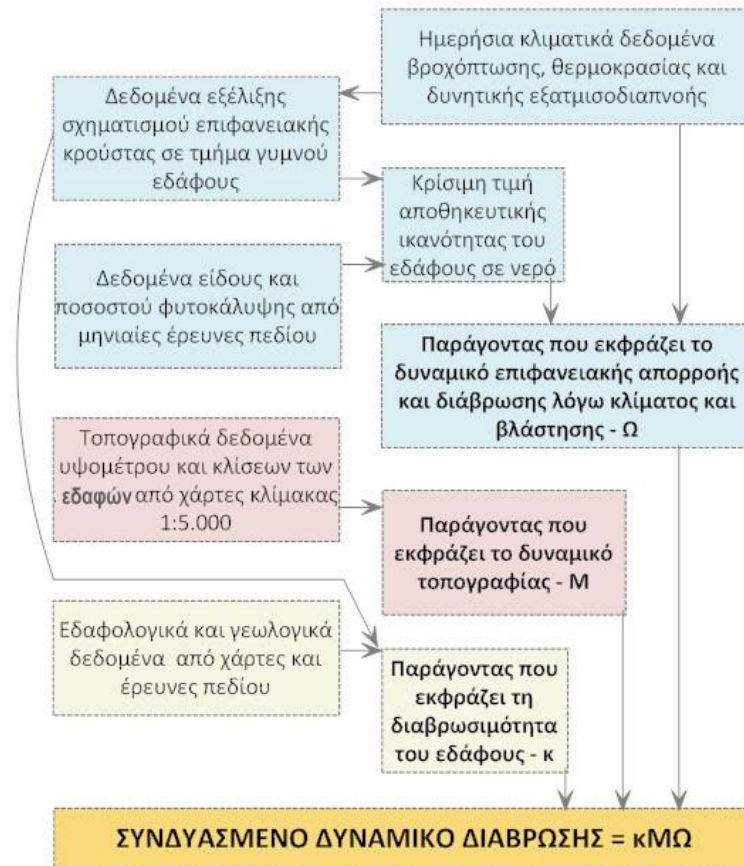
Η εκτίμηση του κινδύνου υποβάθμισης των γαιών πραγματοποιήθηκε κυρίως μέσω της εκτίμησης του κινδύνου της διάβρωσης των εδαφών και της ερημοποίησης των γαιών. Ενώ συμπληρωματικά και για λόγους ευρύτερης προσέγγισης των υποβαθμίσεων που αντιμετωπίζει η περιοχή εκτιμήθηκαν οι κίνδυνοι αλάτωσης των εδαφών και κάλυψής τους με αδρανή υλικά.

4.4.1. Εκτίμηση του κινδύνου διάβρωσης των εδαφών του νομού Χανίων με χρήση της μεθοδολογίας P.E.S.E.R.A. (Pan-European Soil Erosion Risk Assessment)

4.4.1.1. Περιγραφή του μοντέλου προσομοίωσης της διάβρωσης P.E.S.E.R.A.

Ο κίνδυνος διάβρωσης εκτιμήθηκε με χρήση των αλγορίθμων της μεθοδολογίας P.E.S.E.R.A. (Pan-European Soil Erosion Risk Assessment) (Kirkby 1999; Kirkby et al., 2000). Η μεθοδολογία αυτή χρησιμοποιεί ένα σύνολο εξισώσεων (μαθηματικό «μοντέλο») που περιγράφουν την υδατική διάβρωση και τελικά υπολογίζουν σε ετήσια βάση το ρυθμό απώλειας εδαφικού υλικού σε τόνους ανά εκτάριο. Σύμφωνα με τον Καθηγητή Υδρολογίας του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου κύριο Δημήτριο Κουτσογιάννη ο επικρατέστερος τύπος μαθηματικού «μοντέλου» στις τεχνολογικές επιστήμες είναι το «μοντέλο» προσομοίωσης (simulation model) το οποίο συνιστά ένα σύνολο υποθέσεων για τη λειτουργία του συστήματος (της διεργασίας υποβάθμισης εν προκειμένω), εκφρασμένων υπό μορφή μαθηματικών ή λογικών σχέσεων μεταξύ των αντικειμένων του συστήματος και συνήθως κωδικοποιημένων σε πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή (Κουτσογιάννης, Δικτυακός τόπος «Ιτιά»). Υπό αυτή τη θεώρηση η μεθοδολογία P.E.S.E.R.A. αποτελεί ένα από τα ευρέως χρησιμοποιούμενα τα τελευταία χρόνια «μοντέλα» προσομοίωσης της επιφανειακής (sheet) και της αυλακωτής (rill) υδατικής διάβρωσης (Tsara et al., 2005). Το «μοντέλο» P.E.S.E.R.A. αναπτύχθηκε κυρίως για χρήση ως περιφερειακό διαγνωστικό εργαλείο (Kirkby et al., 2004) όταν εκτελείται σε περιβάλλον Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (P.E.S.E.R.A.-GRID-Fortran90™-grid based code) για την εκτίμηση ρυθμών διάβρωσης σε ποικίλους τύπους χρήσεων γης με διαφορετικά εδαφικά και τοπογραφικά χαρακτηριστικά, ενώ παράλληλα προσφέρει και τη δυνατότητα εκτίμησης του ρυθμού διάβρωσης των εδαφών κατά μήκος κλιτύς (τοπικό επίπεδο) όταν εκτελείται σε περιβάλλον μακροεντολών του Microsoft Office Excel (P.E.S.E.R.A.-VBA-Excel™-point based code) (Irvine and Kosmas, 2007). Ουσιαστικά είναι ένα «μοντέλο» προσομοίωσης που βασίζεται σε δεδομένα φυσικού περιβάλλοντος θεμελιωμένο στη βάση μιας θεωρητικής διάκρισης των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων σε αυτά που δημιουργούν επιφανειακή απορροή και αυτά που διηθούνται στο σώμα του εδάφους χρησιμοποιώντας μια κρίσιμη τιμή αποθηκευτικής ικανότητας του εδάφους σε νερό, πάνω από την οποία και σε συνδυασμό με

τον τύπο του εδάφους και την πυκνότητα της βλάστησης, ξεκινά η απορροή και παρασύρεται το εδαφικό υλικό (Tsara et al., 2005). Οι αλληλοσυσχετίσεις μεταξύ των δεδομένων εισαγωγής και των παραγόντων που εκφράζουν τη δυναμική των συντελεστών της διάβρωσης που χρησιμοποιούνται από το «μοντέλο» P.E.S.E.R.A. παρουσιάζονται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 13: Πηγές δεδομένων και συσχετίσεις που χρησιμοποιούνται στους αλγορίθμους του «μοντέλου» P.E.S.E.R.A.

Το «μοντέλο» P.E.S.E.R.A. καινοτομεί ως προς τα προγενέστερα αντίστοιχης απλότητας «μοντέλα» και κυρίως ως προς το USLE, διότι διαχωρίζει πλήρως την υδρολογία από τη διαδικασία μεταφοράς του εδαφικού υλικού στο φαινόμενο της επιφανειακής και της αυλακωτής διάβρωσης. Αυτό σημαίνει ότι υπολογίζει πρώτα την επιφανειακή απορροή που προκαλείται από το συμβάν της βροχόπτωσης και στη συνέχεια χρησιμοποιεί την απορροή για την εκτίμηση του ιζήματος που μεταφέρεται. Ταυτόχρονα το «μοντέλο» P.E.S.E.R.A. έχει σχεδιαστεί για να παρέχει εκτιμήσεις της μακροπρόθεσμης διάβρωσης και ως εκ τούτου έχει αναβαθμιστεί μέσω της προσέγγισης του φαινομένου μεταφοράς εδαφικού υλικού όχι ως στιγμιαίου γεγονότος, αποτέλεσμα της τάσης διάτμησης και της ενέργειας της ροής του νερού, αλλά ως μιας διαδικασίας που προκύπτει πρωτίστως από την ευρύτερη

σχέση μεταξύ της απορροής και της στερεοπαροχής και δευτερευόντως από την προβολή των μεμονωμένων συμβάντων βροχοπτώσης στο σύνολο των συμβάντων ανάλογα με τη σχετική τους κατανομή.

Το «μοντέλο» είναι δομημένο στη βάση της διαίρεσης της βροχοπτώσης σε επιφανειακή απορροή, υποεπιφανειακή ροή, εξατμισοδιαπνοή και σε μεταβολές της περιεχόμενης εδαφικής υγρασίας. Η διαπνοή χρησιμοποιείται για την αποτύπωση της παραγωγής βιομάζας σε μηνιαία χρονική κλίμακα μέσω ενός γενικού μοντέλου ανάπτυξης φυτών το οποίο λαμβάνει υπόψην του τους περιορισμούς που επιβάλλονται στην ανάπτυξη των φυτών από τις αποφάσεις των χρηστών γης. Η πτώση ή μη των φύλλων ανάλογα με το είδος του φυτού και η εφαρμογή παρεμβάσεων όπως η συγκομιδή και η βόσκηση, καθορίζουν το ποσό της οργανικής ουσίας του εδάφους. Η κρίσιμη τιμή αποθηκευτικής ικανότητας του εδάφους πάνω από την οποία ξεκινά η απορροή εξαρτάται από το ποσοστό της φυτοκάλυψης, την περιεχόμενη οργανική ουσία και διάφορες εδαφικές ιδιότητες όπως το βάθος του εδάφους και η κοκκομετρική του σύσταση. Οι ημερήσιες τιμές της βροχοπτώσης θεωρείται ότι ακολουθούν κατανομή πιθανότητας μέγιστης εντροπίας (Gamma distribution) σε όλες τις ημέρες του μήνα ενώ η συνολική απορροή και το μεταφερόμενο ποσό εδαφικού υλικού του μήνα προκύπτει αθροιστικά με βάση αυτές τις κατανομές. Η συνολική διάβρωση καθορίζεται από τη διαβρωσιμότητα του εδάφους (εξαρτάται από τις ιδιότητες του εδάφους), από το τετράγωνο της επιφανειακής απορροής ανά μονάδα πλάτους ροής και τον βαθμό της κλίσης ενώ υπολογίζεται στη βάση της κλίσης της επιφάνειας του εδάφους (Fleskens et al., 2009).

Η βροχοπτώση διαιρείται σε ημερήσια συμβάντα καταιγίδας εκπεφρασμένα ως κατανομές συχνότητας, τα οποία καθορίζουν την επιφανειακή απορροή και τη διάβρωση και σε μηνιαία βροχοπτώση η οποία διαμορφώνει τα επίπεδα υγρασίας στο έδαφος. Η επιφανειακή απορροή υπολογίζεται από τα συμβάντα καταιγίδας και τα επίπεδα εδαφικής υγρασίας ενώ η μεταφορά εδαφικού υλικού εκτιμάται από την επιφανειακή απορροή και κατευθύνεται κατ' αρχήν προς τα κατάντη. Για τη μακροπρόθεσμη εκτίμηση της εδαφικής διάβρωσης πραγματοποιείται η αναγωγή του ποσού του εδαφικού υλικού στο αντίστοιχο κατά περίπτωση χρονικό διάστημα. Η διαδικασία αυτή της κλιμάκωσης περιλαμβάνει δύο στάδια, τη στιγμιαία αποδέσμευση υλικού στο επίπεδο του συμβάντος και από τα συμβάντα στους μακροπρόθεσμους μέσους όρους μέσω της κατανομής των συχνότητων των συμβάντων. Στη διάρκεια της πρώτης φάσης των υπολογισμών εφόσον η ικανότητα

στιγμιαίας μεταφοράς εδαφικού υλικού μπορεί να εκφρασθεί ως παράγοντας εξαρτώμενος από την πυκνότητα του νερού απορροής υψωμένη σε εκθέτη δύναμης μέσω της εξίσωσης του Yalin (Finkner et al., 1989), είναι αυτονόητο ότι η σχέση μεταξύ της συνολικής μεταφοράς εδαφικού υλικού του συμβάντος και της συνολικής απορροής του συμβάντος θα είναι επίσης ανάλογη μόνο που ο εκθέτης της δυνάμεως θα διαφέρει ανάλογα με τη μορφή του υδρογραφήματος. Κατά το δεύτερο στάδιο της χρονικής κλιμάκωσης τα μεμονωμένα συμβάντα καταιγίδας ανάγονται στο επιθυμητό χρονικό διάστημα σύμφωνα με τη συχνότητα κατανομής των καταιγίδων.

Υπάρχουν αρκετές απλές μέθοδοι υπολογισμού της υδατικής απορροής από τη βροχόπτωση που βασίζονται όλες στην κατανόηση της διαδικασίας της διήθησης και στο γεγονός ότι η διαβρωτική επιφανειακή απορροή μπορεί να θεωρηθεί ως υπέρβαση της ικανότητας διήθησης του εδάφους ή διεργασία Horton (Beven, 2004). Η επίδραση της υποεπιφανειακής ροής, όπου κρίνεται απαραίτητο ότι είναι σημαντική, είναι δυνατόν να ληφθεί υπόψη μέσω της μείωσης των ρυθμών διήθησης όταν επικρατούν υγρές συνθήκες. Παρομοίως η επίδραση της βλάστησης, της περιεχόμενης στο έδαφος οργανικής ουσίας και της κοκκομετρικής σύστασης του εδάφους μπορεί να επηρεάσουν τους ρυθμούς διήθησης έμμεσα από τις μεταβολές στη δομή και στην υφή του εδάφους και από την ανάπτυξη επιφανειακής εδαφικής κρούστας. Τρία «μοντέλα» συζεύγνυνται για να περιγράψουν τη δυναμική αυτού του φαινομένου, ένα «μοντέλο» υδρολογικού ισοζυγίου που θεωρεί τη βροχόπτωση να επιμερίζεται σε εξατμισοδιαπνοή, επιφανειακή απορροή, υποεπιφανειακή ροή και εδαφική υγρασία, ένα «μοντέλο» ανάπτυξης βλάστησης το οποίο προϋπολογίζει τη φυτική βιομάζα και την οργανική ουσία ως υποκείμενα στους περιορισμούς των χρήσεων γης και των καλλιεργητικών πρακτικών και ένα εδαφικό «μοντέλο» που εκτιμά τις απαιτούμενες υδρολογικές μεταβλητές από τις εδαφικές ιδιότητες, τη βλάστηση και την ιστορική περιοδικότητα των βροχοπτώσεων.

Στις περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται ημερήσια κλιματικά δεδομένα για τον υπολογισμό της επιφανειακής απορροής (περίπτωση του «μοντέλου» P.E.S.E.R.A.) εξαλείφεται η λεπτομέρεια αποτύπωσης του «προφίλ» των συμβάντων καταιγίδας και αποκλείεται η χρήση πολύπλοκων «μοντέλων» που θα επέτρεπαν καλύτερες εκτιμήσεις της επιφανειακής απορροής από αυτές που προσφέρει ένα απλό «μοντέλο» τύπου «αάδου» (Eagleson, 1978a-f). Επίσης η χρήση πολύπλοκων «μοντέλων» ανταλλαγής ενέργειας του συστήματος εδάφους, βλάστησης και ατμόσφαιρας που απαιτούν ένα μεγάλο αριθμό

παραμέτρων, λεπτομερείς εργασίες πεδίου και εργαστηριακές αναλύσεις είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθούν για τη διερεύνηση της χωρικής και χρονικής παραλλακτικότητας των ροών ενέργειας μεταξύ της επιφάνειας της γης και της ατμόσφαιρας (Bouletetal., 2000). Με βάση τα προηγούμενα προκειμένου να εκτιμηθεί η απορροή σε περιοχές μεγάλης κλίμακας και για σχετικά εκτεταμένες χρονικές περιόδους χρησιμοποιούνται πολύ απλά «μοντέλα» υδατικού ισοζυγίου όπως αυτά του τύπου «κάδου». Επομένως στο πλαίσιο του «μοντέλου» P.E.S.E.R.A. και σύμφωνα με τους δημιουργούς του η απορροή υπολογίζεται από τη γενική σχέση:

$$\mathbf{j} = \mathbf{p}(\mathbf{r} - \mathbf{h}) \quad (4.1) \quad (\text{Kirkby et al., 2000})$$

Όπου: \mathbf{j} η ημερήσια επιφανειακή απορροή (mm), \mathbf{r} η ημερήσια βροχοπτώση (mm), \mathbf{h} το ανώτερο όριο αποθηκευτικής ικανότητας του εδάφους σε νερό πάνω από το οποίο ξεκινά η απορροή (mm) και \mathbf{p} το ποσοστό των βροχοπτώσεων που απορρέει μετά την εκκίνηση της απορροής.

Σύμφωνα με τους ίδιους ερευνητές (Kirkby et al., 2000) η επιφανειακή απορροή ανά μονάδα επιφάνειας πλάτους ροής μπορεί να αποδοθεί από τη σχέση:

$$\mathbf{q} = \mathbf{xj} \quad (4.2)$$

Όπου: \mathbf{q} η επιφανειακή απορροή ανά μονάδα πλάτους ροής και \mathbf{x} το μήκος της κλίσης της θεωρούμενης επιφάνειας.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως η κρίσιμη τιμή αποθηκευτικής ικανότητας του εδάφους σε νερό πάνω από την οποία ξεκινά η απορροή εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους και την πυκνότητα της βλάστησης. Για τον υπολογισμό του ορίου αυτού και όσον αφορά τον τύπο του εδάφους συνεικτιμάται η τραχύτητα της επιφάνειας, η ικανότητα συγκράτησης εδαφικής υγρασίας και η δυναμική σχηματισμού επιφανειακής κρούστας. Στις επιφάνειες που έχουν υψηλή φυτοκάλυψη για τον υπολογισμό του ορίου δεν λαμβάνεται υπόψη η δυναμική σχηματισμού επιφανειακή εδαφικής κρούστας (Tsara et al., 2005).

Ο ρυθμός μεταφοράς του εδαφικού υλικού υπολογίζεται ως η μέση ετήσια απώλεια εδάφους σε τόνους ανά εκτάριο και λαμβάνεται ως το συνδυαστικό αποτέλεσμα παραγόντων που εξαρτώνται κυρίως από το έδαφος, το κλίμα, τη βλάστηση και την τοπογραφία (Kirkby, 1999). Η προσέγγιση αυτή έχει τις ρίζες της σε μια παλαιότερη εργασία του Υπουργείου

Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (Musgrave, 1947) η οποία και κατέληγε σε εξισώσεις της γενικής μορφής:

$$C = kq^m \Lambda^n \quad (4.3) \quad (\text{Fleskens et al., 2009})$$

Όπου: **C** η ικανότητα μεταφοράς εδαφικού υλικού ανά μονάδα πλάτους ροής ($\text{kgm}^{-1}\text{day}^{-1}$), **k** ο συντελεστής διαβρωσιμότητας του εδάφους, **q** η επιφανειακή απορροή ανά μονάδα πλάτους ροής ($\text{lm}^{-1}\text{day}^{-1}$), **Λ** ο βαθμός κλίσης (αδιάστατο μέγεθος) και **m**, **n** εμπειρικοί συντελεστές μεταφοράς ιζήματος που παίρνουν τιμές από 1.5-3 και από 1-2 αντίστοιχα (Fleskens et al., 2009).

Οι μονάδες του συντελεστή διαβρωσιμότητας εξαρτώνται από την τιμή του εμπειρικού συντελεστή **m**. Σε αυτού του είδους τις μαθηματικές προσεγγίσεις η απορροή και κατά συνέπεια η μεταφορά του εδαφικού υλικού σχετίζεται με την απόσταση μεταφοράς και συνοδεύεται από ενδεχόμενη τροποποίηση του εκθέτη **m**. Γενικώς έχει διαπιστωθεί ότι η απόδοση των «μοντέλων» εκτίμησης της διάβρωσης αυτού του τύπου δεν επηρεάζεται από την επιλογή των εκθετών **m** και **n**, κυρίως εξαιτίας του γεγονότος ότι η κλίση μεταβάλλεται ταυτόχρονα με την απόσταση ειδικά στο ανώτερο κοίλο τμήμα μιας κατατομής κλίσεων. Η πιο άμεση προσέγγιση για την επιλογή των προαναφερόμενων εκθετών πραγματοποιείται μέσω διαγραμμάτων πειραματικά μετρούμενης και θεωρητικά εκτιμώμενης από το μοντέλο εδαφικής διάβρωσης (Tsara et al., 2005; Fleskens et al., 2009). Οι Tsara et al. (2005) προσδιόρισαν ιδανικά ζεύγη των εκθετών **m** και **n** σε Ελληνικές συνθήκες.

Στη συγκεκριμένη εργασία υιοθετήθηκαν οι τιμές των πειραματικών συντελεστών **m** = 2 και **n** = 1 που χρησιμοποιήθηκαν σε παλαιότερη έρευνα προσαρμογής του «μοντέλου» P.E.S.E.R.A. σε τυπικές Μεσογειακές συνθήκες (Tsara et al., 2005) και θεωρούνται ότι παρουσιάζουν υπολογιστικά πλεονεκτήματα και εξυπηρετούν τη δημιουργία ενός αντιπροσωπευτικού «μοντέλου» εκτίμησης της διάβρωσης μη λεπτομερούς κλίμακας (Fleskens et al., 2009). Συνδυάζοντας τις εξισώσεις (1), (2) και (3) καταλήγουμε στην εξίσωση (4):

$$C = k(xj)^2 \Lambda = k[xp(r - h)]^2 \Lambda \quad (4.4)$$

Θεωρείται ότι η μεταφορά του εδαφικού υλικού υπολογίζεται στη βάση της κλίσης των εδαφών και η απόσταση x παίρνει την τιμή L που ισούται με το μήκος της κλίσης. Επομένως η μέση απώλεια εδάφους Y λαμβάνεται από την εξίσωση:

$$Y = \frac{C}{L} = \frac{k[Lp(r-h)]^2 \Lambda}{L} = \\ = kp^2(r-h)^2 L \Lambda \quad (4.5)$$

Το ποσοστό των βροχοπτώσεων που απορρέει μετά την εκκίνηση της απορροής (p) στην παρούσα εργασία θεωρείται 100%. Ολοκληρώνοντας τους υπολογισμούς η συνολική μεταφορά του εδαφικού υλικού στη διάρκεια του έτους εκτιμάται με την αθροιστική αναγωγή της εξίσωσης (4.5) σε όλα τα συμβάντα βροχόπτωσης του έτους με την παραδοχή ότι οι ημερήσιες τιμές βροχόπτωσης ακολουθούν την ίδια κατανομή κάθε μήνα.

Για τους σκοπούς της οικείας διατριβής η γενική μεθοδολογία του «μοντέλου» P.E.S.E.R.A. όπως αυτή περιγράφεται στην εργασία των Kirkby et al. (2000) έχει ελαφρώς προσαρμοσθεί κατά το μέρος της εκτίμησης του είδους και του ποσοστού φυτοκάλυψης, των ιδιοτήτων του εδάφους και των τοπογραφικών χαρακτηριστικών τα οποία είτε μετρήθηκαν απευθείας στη διάρκεια της χαρτογράφησης της περιοχής είτε ελήφθησαν από χάρτες μεγάλης κλίμακας (1:5.000).

4.4.1.2. Χαρτογράφηση των εδαφών και της βλάστησης για την εφαρμογή του μοντέλου P.E.S.E.R.A. στην περιοχή μελέτης του νομού Χανίων

Προκειμένου να αποκτηθούν τα απαραίτητα δεδομένα εισαγωγής για την εφαρμογή του «μοντέλου» P.E.S.E.R.A. στην περιοχή μελέτης, συντάχθηκαν εδαφολογικοί χάρτες και χάρτες βλάστησης της περιοχής. Το μεγαλύτερο μέρος των δεδομένων αυτών αποκτήθηκε κατά τη διάρκεια της υλοποίησης του κοινοτικού ερευνητικού προγράμματος OLIVERO (OLIVERO, 2003-2006) και η συλλογή ολοκληρώθηκε στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος IMAGE (2000-2008) ενώ οι συμπληρώσεις και οι διορθώσεις στις Χαρτογραφικές Εδαφικές Μονάδες (X.E.M.) πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος DESIRE. Επικεφαλής των ομάδων χαρτογράφησης και

συλλογής εδαφικών δεδομένων ήταν οι Καθηγητές του Γ.Π.Α. κ.κ. Κοσμάς Κωνσταντίνος και Μουστάκας Νικόλαος.

Αρχικά πραγματοποιήθηκε η ημιλεπτομερής χαρτογράφηση των εδαφών με ορθοφωτοχάρτες κλίμακας 1:30.000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (1997), λεπτομερείς τοπογραφικούς χάρτες και με τη χρήση του συστήματος χαρτογράφησης που αναπτύχθηκε από τον ομότιμο Καθηγητή του Γ.Π.Α. κ. Γιάσογλου (Yassoglou et. al., 1982) και έχει καθορισθεί ως το σύστημα χαρτογράφησης των εδαφών της Ελλάδας. Τα στάδια ανάλυσης των ορθοφωτοχάρτων περιελάμβαναν: (α) την προκαταρτική φωτοερμηνευτική αναγνώριση και (β) τη συστηματική φωτοερμηνεία. Κατά την προκαταρτική διαδικασία πραγματοποιήθηκε μια γενική αναγνώριση χαρακτηριστικών που βοήθησε στην οριοθέτηση των Χ.Ε.Μ. Τα χαρακτηριστικά που αναγνωρίστηκαν αφορούσαν:

- Τις μορφές γης
- Τους διάφορους τύπους διάβρωσης και τις διαβρωμένες περιοχές
- Τους τύπους χρήσης γης και τα όρια των χρήσεων γης
- Τις υγρές περιοχές και τα επιφανειακά υδατικά συστήματα
- Τα επιφανειακά χαρακτηριστικά των αλατούχων εδαφών
- Τα μητρικά πετρώματα που εκτίθενται στην επιφάνεια των εδαφών
- Τις αλλαγές στον τόνο του χρώματος που αντικατοπτρίζουν ενδεχόμενες εδαφικές διαφορές και αποτελούν μια πρώτη ένδειξη των ορίων των Χ.Ε.Μ.

Στη συνέχεια ακολούθησε η συστηματική ανάλυση των αεροφωτογραφιών για την προκαταρτική οριοθέτηση των Χ.Ε.Μ. με βάση την ανάλυση του τόνου της εικόνας χρησιμοποιώντας παράλληλα και το πρόγραμμα ανάλυσης εικόνας ERDAS IMAGINE. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν βοηθητικά οι γεωλογικοί, τοπογραφικοί χάρτες και χάρτες βλάστησης της περιοχής. Τελικά οι Χ.Ε.Μ. ομαδοποιήθηκαν με βάση την προσδιοριζόμενη κλίμακα (U.S.D.A., 1993) του εδαφολογικού χάρτη (1:50.000), ψηφιοποιήθηκαν σε Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα (ArcGIS v.9.3.) και δημιουργήθηκε η βάση δεδομένων για τη χαρτογράφηση των εδαφών της περιοχής.

Οι παράμετροι που μελετήθηκαν σε ένα πυκνό δίκτυο 328 επιτόπιων παρατηρήσεων και καταγράφηκαν σε κάθε Χ.Ε.Μ. αναφέρονται στη συνέχεια:

- Η κοκκομετρική σύσταση του επιφανειακού ορίζοντα
- Η κατάσταση υδρομορφίας των εδαφών
- Η παρουσία αδρομερών υλικών
- Το βάθος του εδάφους μέχρι το όριο του μητρικού πετρώματος
- Το είδος του μητρικού πετρώματος
- Ο βαθμός κλίσης
- Ο προσανατολισμός των κλίσεων
- Η επιφανειακή διάβρωση

Η κοκκομετρική σύσταση των εδαφών προσδιορίστηκε σύμφωνα με το σύστημα ταξινόμησης του Υπουργείου Γεωργίας των Η.Π.Α.(U.S.D.A.-Soil Survey Staff, 1975) όπως παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 37: Κλάσεις κοκκομετρικής σύστασης εδαφών (U.S.D.A.).

Κοινή ονομασία εδαφών με βάση την κοκκομετρική τους σύσταση	Άμμος (%)	Ίλος (%)	Άργιλλος (%)	Κλάσεις κοκκομετρίας
Αμμώδη εδάφη (Χονδρόκοικια)	86-100	0-14	0-10	Sand (S)
	70-86	0-30	0-15	Loamy sand (LS)
Πηλώδη εδάφη (Μετρίως χονδρόκοικια)	50-70	0-50	0-20	Sandy loam (SL)
Πηλώδη εδάφη (Μέσης σύστασης)	23-52	28-50	7-27	Loam (L)
	20-50	74-88	0-27	Silty loam (SiL)
	0-20	88-100	0-12	Silt (Si)
Πηλώδη εδάφη (Μετρίως λεπτόκοικια)	20-45	15-52	27-40	Clay loam (CL)
	45-80	0-28	20-35	Sandy clay loam (SCL)
	0-20	40-73	27-40	Silty clay loam
Αργιλλώδη εδάφη (Λεπτόκοικια)	45-65	0-20	35-55	Sandy clay (SC)
	0-20	40-60	40-60	Silty clay (SiC)
	0-45	0-40	40-100	Clay (C)

Ο χαρακτηρισμός της υδρομορφίας αναφέρεται στη χρονική διάρκεια που απαιτείται ώστε το επιπλέον της υδατοϊκανότητας του εδάφους νερό να απομακρυνθεί από το έδαφος με την επιφανειακή απορροή ή τη βαθιά διήθηση. Η υδρομορφία ταξινομείται σε κλάσεις σύμφωνα με όρους που περιγράφουν τον χρόνο κατά τον οποίο το έδαφος παραμένει υγρό και βασίζεται στην παρουσία εξανθήσεων σιδήρου, μαγγανίου και στο χρώμα του υπεδάφους. Καλώς ή μετρίως καλώς αποστραγγιζόμενα εδάφη εμφανίζονται κοκκινωπά, ενώ κακώς αποστραγγιζόμενα εδάφη εμφανίζονται γκριζα (ορίζοντες gley).

Οι κλάσεις υδρομορφίας που χρησιμοποιούνται στο σύστημα είναι οι εξής:

Κλάση Α – Εδάφη πολύ καλώς αποστραγγιζόμενα. Χαρακτηρίζονται από απουσία εξανθήσεων σιδήρου και μαγγανίου σε όλο το βάθος της εδαφοτομής. Επικρατούν τα καστανωπά χρώματα, το έδαφος συνήθως έχει μεγάλη υδραυλική αγωγιμότητα και το νερό διηθείται στα βαθύτερα στρώματά του. Το έδαφος παραμένει υγρό μόνο κατά την υγρή περίοδο του έτους (διάρκεια υγρών μηνών). Δεν απαιτείται στράγγιση.

Κλάση Β- Εδάφη καλώς αποστραγγιζόμενα. Χαρακτηρίζονται από την παρουσία εξανθήσεων σιδήρου και μαγγανίου ή γκριζες εξανθήσεις σε βάθος μεταξύ 100 και 150 εκ. από την επιφάνεια του εδάφους. Επικρατούν τα καστανά χρώματα σε όλο το βάθος της εδαφοτομής. Κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης των φυτών τα εδάφη αυτά δεν είναι αριετά υγρά για μακρό χρονικό διάστημα ώστε να επηρεάσουν δυσμενώς την ανάπτυξή τους. Δεν απαιτείται στράγγιση.

Κλάση C- Εδάφη καλώς αποστραγγιζόμενα. Χαρακτηρίζονται από την παρουσία εξανθήσεων σιδήρου και μαγγανίου ή γκριζων εξανθήσεων σε βάθος μεταξύ 50 και 100 εκ. από την επιφάνεια του εδάφους. Σε μερικά εδάφη της κλάσης αυτής μπορεί να υπάρχουν εξανθήσεις σε βάθος μικρότερο των 50 εκ. αλλά σε ποσοστό μικρότερο από 2%. Ο υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας τους υγρούς μήνες ανέρχεται και είναι δυνατόν να επηρεάσει δυσμενώς πολυετείς καλλιέργειες. Τα εδάφη αυτά απαιτούν στράγγιση για ευαίσθητες καλλιέργειες.

Κλάση D – Εδάφη ατελώς αποστραγγιζόμενα. Χαρακτηρίζονται από την παρουσία εξανθήσεων σιδήρου και μαγγανίου ή μερικών αναγωγικών θέσεων σε βάθος μεταξύ 30 και 50 εκ. από την επιφάνεια του εδάφους. Το ποσοστό των εξανθήσεων στη στρώση αυτή είναι μικρότερο από 20%. Τα εδάφη αυτά χαρακτηρίζονται από μεγάλη υγρασία για μακρά περίοδο του έτους κοντά στην επιφάνεια, με αποτέλεσμα να επηρεάζονται δυσμενώς οι καλλιέργειες κατά την άνοιξη. Προκειμένου για πολυετείς καλλιέργειες απαιτείται στράγγιση.

Κλάση Ε – Εδάφη κακώς αποστραγγιζόμενα. Χαρακτηρίζονται από την παρουσία εξανθήσεων σιδήρου και μαγγανίου σε βάθος μικρότερο των 30 εκ. από την επιφάνεια του εδάφους ενώ η παρουσία εξανθήσεων σιδήρου και μαγγανίου ή των αναγωγικών θέσεων περιλαμβάνει ποσοστό 20-50% σε βάθος μεταξύ των 30 και 50 εκ. από την επιφάνεια του εδάφους. Τα εδάφη αυτά έχουν υψηλή στάθμη υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα κατά τη διάρκεια των

υγρών μηνών του έτους. Προκειμένου για την καλλιέργεια πολυετών φυτών ή πρώιμων ανοιξιάτικων καλλιεργειών απαιτείται στράγγιση.

Κλάση F, G – Εδάφη πολύ κακώς αποστραγγιζόμενα. Εδάφη με μόνιμη στάθμη υπόγειου ύδατος σε βάθος συνήθως μεγαλύτερο από 75 εκ. από την επιφάνεια του εδάφους. Εάν επικρατούν αναγωγικές συνθήκες σε ποσοστό μεγαλύτερο από 50% σε βάθος από 75-150 εκ., το έδαφος χαρακτηρίζεται με F υδρομορφία. Εάν επικρατούν αναγωγικές συνθήκες σε βάθος μικρότερο από 75 εκ., το έδαφος χαρακτηρίζεται με G υδρομορφία. Εάν υπάρχει εποχιακή διακύμανση του υδροφόρου ορίζοντα, η κλάση υδρομορφίας μπορεί να χαρακτηριστεί σε συνδυασμό με μία από τις προηγούμενες κλάσεις (π.χ. E/F, E/G κλπ.). Τα εδάφη αυτά είναι υγρά μέχρι την επιφάνεια στο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα του έτους, έτσι ώστε να εμποδίζεται η κανονική ανάπτυξη των περισσότερων καλλιεργειών. Απαιτείται οπωσδήποτε στράγγιση.

Ως αδρομερή υλικά θεωρούνται τα ασύνδετα υλικά τμήματα βράχων και χαλίκια διαμέτρου μεγαλύτερης των 2 mm τα οποία είναι ισχυρώς τσιμεντοποιημένα ή ιδιαίτερα ανθεκτικά στη μηχανική θραύση. Βρίσκονται στην επιφάνεια του εδάφους ή κατανέμονται σε διάφορες ποσότητες εντός του σώματος του εδάφους. Τα αδρομερή υλικά ανάλογα με τη διάμετρό τους ταξινομούνται σε χαλίκια (διάμετρος 2-75 mm), κροκάλες (διάμετρος 75-250 mm), λίθους (διάμετρος 250-600 mm) και ογκόλιθους (διάμετρος >600 mm). Η παρουσία των αδρομερών υλικών ειδικά στην επιφάνεια του εδάφους επιδρά ιδιαίτερα στην αποθηρευτική ικανότητα του εδάφους σε νερό και στη διάβρωση. Στο πλαίσιο της χαρτογράφησης των εδαφών του νομού Χανίων προσδιορίστηκαν το είδος και το ποσοστό των αδρομερών υλικών ανά Χ.Ε.Μ.

Το βάθος του εδάφους μετρήθηκε είτε με τη διάνοιξη οπών με εδαφοτρύπη είτε σε σημεία τομών του εδάφους από άλλες αιτίες. Οι κλάσεις βάθους που χρησιμοποιήθηκαν περιελάμβαναν πολύ ρηχά εδάφη (0-15 cm), ρηχά εδάφη (15-30 cm), μετρίως ρηχά εδάφη (30-60 cm), μετρίως βαθιά εδάφη (60-100 cm), βαθιά εδάφη (100-150 cm) και πολύ βαθιά εδάφη (>150 cm). Το μητρικό υλικό προσδιορίστηκε με τη βοήθεια γεωλογικών χαρτών κλίμακας 1:50.000 του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.). Ο βαθμός κλίσης υπολογίστηκε από την ψηφιοποίηση ισοϋψών καμπύλων τοπογραφικών χαρτών ισοδιάστασης 50 m και τη δημιουργία ψηφιακού μοντέλου εδάφους (D.E.M). Ο προσανατολισμός των κλίσεων προέκυψε ως παράγωγο του ψηφιακού μοντέλου εδάφους.

Ο βαθμός διάβρωσης των εδαφών εκτιμήθηκε ποιοτικά και ημιποσοτικά κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής της εδαφολογικής χαρτογράφησης. Σε όλες τις Χ.Ε.Μ. χαρακτηρίστηκε η παρούσα κατάσταση διαβρώσεων σύμφωνα με τέσσερα διαγνωστικά χαρακτηριστικά: α) της παρουσίας ή μη Α εδαφικού οριζοντα, β) της ύπαρξης και του ποσοστού των διαβρωμένων σημείων, γ) του βαθμού έκθεσης του μητρικού υλικού στην επιφάνεια του εδάφους και δ) της παρουσίας χαραδρωτικών διαβρώσεων (Πίνακας 38).

Πίνακας 38: Ορισμός του βαθμού διάβρωσης των εδαφών.

Σύμβολο	Κλάση διάβρωσης	Περιγραφή
0	Καμία διάβρωση	Δεν υπάρχουν χαρακτηριστικά σημεία διαβρώσεων
1	Ελαφρά διάβρωση	Εδάφη στα οποία έχει διαβρωθεί μέρος του Α εδαφικού οριζοντα και συνήθως λιγότερο από το 20% του αρχικού Α οριζοντα παρουσιάζει διάσπαρτα σημεία διάβρωσης.
2	Μέτρια διάβρωση	Εδάφη τα οποία παρουσιάζουν ένα πολύπλοκο μοτίβο σημείων διάβρωσης τα οποία εντοπίζονται στο 20-50% του αρχικού Α οριζοντα.
3	Ισχυρή διάβρωση	Εδάφη τα οποία παρουσιάζουν ένα πολύπλοκο μοτίβο σημείων διάβρωσης τα οποία εντοπίζονται στο 50-80% του αρχικού Α οριζοντα. Στις περισσότερες περιπτώσεις της κατηγορίας αυτής το μητρικό υλικό του εδάφους βρίσκεται εκτεθειμένο στην επιφάνεια.
4	Πολύ ισχυρή διάβρωση	Εδάφη τα οποία έχουν απωλέσει περισσότερο από το 80% του Α οριζοντα και μερικούς ή όλους τους βαθύτερους οριζόντες στη μεγαλύτερη έκτασή τους. Το αρχικό έδαφος μπορεί να αναγνωριστεί μόνο σε μεμονωμένες κηλίδες. Τα περισσότερα σημεία της επιφάνειας παρουσιάζουν ένα πολύπλοκο μοτίβο χαραδρωτικών διαβρώσεων και το μητρικό υλικό του εδάφους βρίσκεται εκτεθειμένο.

Η βλάστηση χαρτογραφήθηκε στη βάση των επικρατούντων φυτικών ειδών όπως τα ελαιόδενδρα, τα αμπέλια, τα εσπεριδοειδή, οι ετήσιες καλλιέργειες, οι θάμνοι, τα πεύκα, οι φυλλοβόλες δρύες και οι καστανιές. Στο πλαίσιο αυτής της χαρτογράφησης καταγράφηκαν και οι περιοχές του ακάλυπτου από φυτική βλάστηση εδάφους. Το ποσοστό φυτοκάλυψης του κάθε είδους βλάστησης ταξινομήθηκε σε κλάσεις σύμφωνα με τη φωτοερμηνεία των ορθοφωτοχαρτών και την έρευνα πεδίου που πραγματοποιήθηκαν σε κλίμακα 1:30.000. Οι κλάσεις του ποσοστού φυτοκάλυψης που τελικά χρησιμοποιήθηκαν στη χαρτογράφηση ήταν οι ακόλουθες: <25%, 25-50%, 50-75%, και >75%. Κάθε μονάδα βλάστησης που χαρτογραφήθηκε στην αντίστοιχη χαρτογραφική μονάδα συνήθως συμπεριελάμβανε πάνω από ένα από τα επικρατούντα είδη που αναφέρθηκαν παραπάνω. Κατά αυτή τη λογική ο τύπος της βλάστησης και το ποσοστό της φυτοκάλυψης συμπεριελήφθησαν ως πληροφορία σε κάθε χαρτογραφική μονάδα βλάστησης. Τελικά οι χαρτογραφικές μονάδες της

βλάστησης ψηφιοποιήθηκαν σε Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα (ArcGIS v.9.3.) και δημιουργήθηκε η βάση δεδομένων για βλάστηση της περιοχής.

4.4.1.3. Δημιουργία της βάσης δεδομένων και των Esri-Grid αρχείων για την εκτέλεση του «μοντέλου» P.E.S.E.R.A.-GRID-Fortran90TM-grid based code στην περιοχή μελέτης του νομού Χανίων

Όπως περιγράφηκε στην προηγούμενη ενότητα από τη χαρτογράφηση των εδαφικών ιδιοτήτων, των τοπογραφικών χαρακτηριστικών και της βλάστησης και μετά την ψηφιοποίησή τους δημιουργήθηκαν τρία διανυσματικά πολυγωνικά αρχεία (Shp files) με απολύτως κοινά χωρικά όρια και ίδια γεωγραφική αναφορά συντεταγμένων (ΕΓΣΑ 87). Επίσης από τα διαθέσιμα σημειακά κλιματικά δεδομένα των μετεωρολογικών σταθμών του δικτύου της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας στο νομό Χανίων δημιουργήθηκε με χωρική παρεμβολή (πολύγωνα Thiessen) ένα ακόμα διανυσματικό πολυγωνικό αρχείο το οποίο περιείχε τις απαιτούμενες κλιματικές παραμέτρους στα ίδια χωρικά όρια και στο ίδιο σύστημα γεωγραφικών συντεταγμένων με τα προηγούμενα. Στη συνέχεια τα τέσσερα διανυσματικά πολυγωνικά αρχεία συγχωνεύθηκαν σε ένα (εντολή union, ArcGIS v.9.3.) με σκοπό την εξαγωγή των πεδίων των ιδιοτήτων που θα χρησιμοποιηθούν από το «μοντέλο» P.E.S.E.R.A. σε ειδική μορφή αρχείου (Esri-Grid) η οποία είναι απαραίτητη για την εκτέλεση του «μοντέλου». Τα αρχεία της μορφής Esri-Grid είναι πλεγματικά (raster) αρχεία αποθήκευσης δεδομένων που χρησιμοποιούνται κατά κόρον από το λογισμικό ArcGIS.

Πίνακας 39: Απαιτούμενα δεδομένα για την εκτέλεση του «μοντέλου» P.E.S.E.R.A. και οι πηγές τους.

Δεδομένα εισαγωγής	Όνομασία αρχείου Esri-Grid	Αριθμός πλεγματικών αρχείων (raster)	Περιγραφή	Ενδεικτικό εύρος τιμών και μονάδες	Πηγή
Δεδομένα βλάστησης, χρήσεων γης και διαχείρισης γαιών	rootdepth	1	Βάθος ενεργού ριζοστρώματος	10-1000 mm	Χαρτογράφηση βλάστησης και εδαφών
	rough0	1	Αρχική αποθηκευτική υδατοϊκανότητα του εδάφους (σχετίζεται με την τραχύτητα της επιφάνειας του εδάφους)	0,5,10 mm	Χαρτογράφηση βλάστησης και καλλιεργητική πρακτική

	rough_red	1	Μείωση της τραχύτητας της επιφάνειας του εδάφους ανά μήνα	0.50 (%)	Χαρτογράφηση βλάστησης και καλλιεργητική πρακτική
	use	1	Τύπος κάλυψης και διαχείρισης γης	-	Τριψήφιος κωδικός Corine Land Cover Project, 2000
	cov_jan – cov_dec	12	Μηνιαία φυτική κάλυψη της επιφάνειας του εδάφους	0-100 (%)	Χαρτογράφηση βλάστησης
Κλιματικά δεδομένα	meanrf1301-meanrf13012	12	Μηνιαία βροχόπτωση	0-300 mm	Κλιματικά δεδομένα σταθμών
	mtmean1-mtmean12	12	Μέση μηνιαία θερμοκρασία	-32,7-37,3 °C	Κλιματικά δεδομένα σταθμών
	mtrange1-mtrange12	12	Μέση μηνιαία διακύμανση της θερμοκρασίας	2,4-18,4 °C	Κλιματικά δεδομένα σταθμών
	cvrf21 – cvrf212	12	Συντελεστής παραλλακτικότητας της βροχόπτωσης ανά ημέρα βροχής	1-10 αδιάστατο	
	meanrf21-meanrf212	12	Μέση μηνιαία βροχόπτωση ανά ημέρα βροχής	0-50 mm	
	meanpet301-meanpet3012	12	Μέση μηνιαία εξατμισοδιαπνοή	mm	ETo Calculator, F.A.O. (2009) με χρήση κλιματικών δεδομένων
Εδαφολογικά δεδομένα	swsc_eff_2	1	Αποθηκευτική ικανότητα του εδάφους σε νερό	0-205 mm	Χαρτογράφηση εδαφών (κοκκομετρική σύσταση, βάθος)
	crust_0702	1	Βαθμός δημιουργίας εδαφικής κρούστας	1-5 mm	Χαρτογράφηση εδαφών και βλάστησης (κοκκομετρική σύσταση, ποσοστό φυτοκάλυψης). Καλλιέργεια ή ακαλλιέργεια.
	erod_0702	1	Βαθμός διαβρωσιμότητας	1-5 mm	Χαρτογράφηση εδαφών και

			του εδάφους		βλάστησης (μοριακωμετρική σύσταση, ποσοστό φυτοκάλυψης)
	zm	1	Κλίμακες βάθους υπολογισμών	5,10,15,20, 30 mm	Το βάθος αναφοράς για την εκτίμηση της αυλακωτής και της επιφανειακής διάβρωσης.
Δεδομένα τοπογραφίας	std_eudem2	1	Τυπική υψομετρική απόκλιση	m	Ψηφιακό Μοντέλο Υψομέτρων (DEM)

Όπως γίνεται κατανοητό από τον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 39) για την εκτέλεση του «μοντέλου» P.E.S.E.R.A. απαιτήθηκαν 93 επίπεδα χωρικής πληροφορίας σε Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα. Ολοκληρώνοντας τη διαδικασία σε περιβάλλον εντολών Arc Workstation Grid εκτελούνται τα εκτελέσιμα αρχεία των αλγορίθμων του «μοντέλου» P.E.S.E.R.A. τα οποία σταδιακά αφού μετατρέψουν τα Esri-Grid πλεγματικά δεδομένα σε δεδομένα τύπου ASCII (American Standard Code for Information Interchange), ελέγχουν την ορθότητα των δεδομένων και υπολογίζουν τα εξαγόμενα από το «μοντέλο» αποτελέσματα τελικά μετατρέπουν πάλι τα δεδομένα τύπου ASCII σε πλεγματικά δεδομένα τύπου Esri-Grid που είναι επεξεργάσιμα στο λογισμικό ArcGIS v.9.3. Τα εξαγόμενα αποτελέσματα από το «μοντέλο» αφορούν την μηνιαία και την ετήσια εδαφική διάβρωση (Tones/ha), την επιφανειακή απορροή (mm) και το έλλειμμα εδαφικού υδατικού ισοζυγίου (mm). Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκε το εξαγόμενο αποτέλεσμα της ετήσιας εδαφικής διάβρωσης σε τόνους ανά εκτάριο ως ποιοτικός δείκτης κινδύνου διάβρωσης ταξινομημένος σε τέσσερις κλάσεις. Τα εύρη τιμών των κλάσεων του ποιοτικού δείκτη κινδύνου διάβρωσης παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 40: Ποιοτικές κλάσεις κινδύνου διάβρωσης και τιμές ετήσιου ρυθμού διάβρωσης

Κλάση	Εύρος τιμών διάβρωσης (Tn/ha)
Ανύπαρτος κίνδυνος διάβρωσης	0-1
Μικρός κίνδυνος διάβρωσης	1-2
Μέτριος κίνδυνος διάβρωσης	2-5
Υψηλός κίνδυνος διάβρωσης	>5

4.4.2. Εκτίμηση του κινδύνου ερημοποίησης των γαιών με χρήση της μεθοδολογίας E.S.A. (Environmental Sensitive Areas) στο νομό Χανίων

Η μεθοδολογία που περιγράφεται στην παρούσα ενότητα παρουσιάστηκε πρώτη φορά στο πλαίσιο του κοινοτικού ερευνητικού προγράμματος MEDALUS (Mediterranean Desertification and Land Use) (Kosmas et al., 1999). Σύμφωνα με τη μεθοδολογία αυτή πραγματοποιείται η κατηγοριοποίηση των διαφόρων περιοχών του Μεσογειακού περιβάλλοντος ανάλογα με την ευαισθησία τους στην ερημοποίηση. Η ταξινόμηση αυτή γίνεται εφικτή με τη βοήθεια ενός σύνθετου δείκτη (ESAI) που χρησιμοποιεί ένα σύνολο δεικτών οι οποίοι περιγράφουν την ποιότητα των εδαφών, την ποιότητα του κλίματος, την ποιότητα της βλάστησης και την ποιότητα της διαχείρισης των γαιών. Οι προδιαγραφές της περιγραφόμενης μεθοδολογίας βρίσκονται σε αντιστοιχία με εκείνες της μεθοδολογίας P.E.S.E.R.A. καθώς και οι δύο μεθοδολογίες οδηγούν στην ταυτοποίηση κινδύνων των μελετούμενων περιοχών σε περιφερειακή κλίμακα.

Οι Περιβαλλοντικά Ευαίσθητες Περιοχές (Π.Ε.Π.) στην ερημοποίηση γύρω από την Λειάνη της Μεσογείου παρουσιάζουν διαφορετική ευαισθησία στο φαινόμενο ανάλογα με το είδος των περιοριστικών παραγόντων που αντιμετωπίζουν. Παραδείγματος χάριν κάποιες περιοχές παρουσιάζουν αυξημένο κίνδυνο εξαιτίας του μικρού ποσοστού φυτοκάλυψης των εδαφών τους τις περιόδους των ακραίων συμβάντων βροχόπτωσης, άλλες λόγω συγκεκριμένης χρήσης και διαχείρισης της γης όπως η καλλιέργεια σιτηρών σε εδάφη μητρικού πετρώματος μάργας σε λοφώδεις περιοχές και ορισμένες επειδή αντιμετωπίζουν ειδικό κίνδυνο όπως αυτός των πυρκαγιών. Η περιγραφόμενη στην παρούσα ενότητα μεθοδολογία χρησιμοποιώντας τις τέσσερις ποιότητες (εδαφών, κλίματος, βλάστησης και διαχείρισης) προσπαθεί να καλύψει τους περισσότερους περιοριστικούς παράγοντες των περιοχών της Μεσογείου που στην ακραία τους έκφραση μπορούν να οδηγήσουν στην ερημοποίηση των γαιών.

4.4.2.1. Περιγραφή των ιδιοτήτων της ποιότητας των εδαφών

Το έδαφος αποτελεί τον κυρίαρχο παράγοντα των χερσαίων οικοσυστημάτων στις ημίξηρες και ξηρές ύφυγρες κλιματικές ζώνες κυρίως μέσω της επίδρασής του στην παραγωγή φυτικής

βιομάζας. Το φαινόμενο της ερημοποίησης μπορεί να εμφανισθεί σε περιοχές όπου τα εδάφη δεν είναι ικανά να παράσχουν στα φυτά τον απαραίτητο χώρο ανάπτυξης του ριζοσπρώματος ή τις αναγκαίες ποσότητες ύδατος και θρεπτικών συστατικών. Οι συνήθεις περιοριστικοί παράγοντες των εδαφών στις περιοχές των δύο προαναφερόμενων κλιματικών ζωνών είναι το βάθος και το διαθέσιμο νερό. Οι δείκτες της ποιότητας του εδάφους που χρησιμοποιούνται στην μεθοδολογία των Π.Ε.Π. σχετίζονται με την διαθεσιμότητα του εδαφικού νερού και την αντίσταση του εδάφους στη διάβρωση. Συγκεκριμένα οι δείκτες αυτοί προέρχονται από απλές εδαφικές ιδιότητες που περιγράφονται σε μια τυπική εδαφολογική μελέτη όπως το βάθος του εδάφους, η κοκκομετρική σύσταση, το καθεστώς υδρομορφίας, το μητρικό υλικό, ο βαθμός κλίσης της επιφανείας και το ποσοστό των αδρομερών υλικών του επιφανειακού ορίζοντα.

Η χρησιμοποίηση των προαναφερόμενων εδαφικών ιδιοτήτων για τον καθορισμό και τη χαρτογράφηση των Π.Ε.Π. απαιτεί τον ορισμό ευδιάκριτων κλάσεων με γνώμονα το βαθμό προστασίας των γαιών από την ερημοποίηση. Οι κλάσεις των εδαφικών ιδιοτήτων και οι προσδιδόμενοι συντελεστές βαρύτητας (Σ.Β.) τους παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 41: Κλάσεις και συντελεστές βαρύτητας (Σ.Β.) των ιδιοτήτων που χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της ποιότητας του εδάφους.

Ιδιότητα	Περιγραφή κλάσεως	Εύρος τιμών κλάσεως	Σ.Β.
Κοκκομετρική σύσταση		L, SCL, SL, LS, CL	1
		SC, SiL, SiCL	1,2
		Si, C, SiC	1,6
		S	2
Μητρικό υλικό		Σχιστόλιθος, σχίστης, βασικά και υπερβασικά πετρώματα, κροκαλοπαγή, ψαθυρές αποθέσεις	1
		Ασβεστόλιθος, μάρμαρο, γρανίτης, ρυόλιθος, ιγνιμβρίτης, γνεύσιος, ιλυόλιθος, ψαμμίτης	1,7
		Μάργες*, πυροκλαστικά	2
Βάθος εδάφους	Βαθιά	> 75 cm	1
	Μετρίως βαθιά	30-75 cm	2

	Ρηχά	15-30 cm	3
	Πολύ ρηχά	<15 cm	4
Κλίση εδάφους	Σχεδόν επίπεδα	<6%	1
	Ελαφρώς κεκλιμένα	6-18%	1,2
	Απότομα	18-35%	1,5
	Πολύ απότομα	>35%	2
Αδρομερή υλικά	Πολύ πετρώδη	>60%	1
	Πετρώδη	20-60%	1,3
	Ακάλυπτα έως ελαφρώς πετρώδη	<20	2
Υδρομορφία	Καλώς αποστραγγιζόμενα		1
	Ατελώς αποστραγγιζόμενα		1,2
	Κακώς αποστραγγιζόμενα		2
Ποιότητα εδάφους	Περιγραφή ποιότητας	Δείκτης ποιότητας εδάφους (Soil Quality Index-S.Q.I)	
	Υψηλή	< 1,13	
	Μέτρια	1,14 – 1,45	
	Χαμηλή	> 1,45	

* Στις περιπτώσεις αειθαλούς βλάστησης και μητρικού υλικού μαργών ο συντελεστής βαρύτητας λαμβάνει την τιμή 1.

Η κοκκομετρική σύσταση σχετίζεται με τη διαβρωσιμότητα των εδαφών, την ικανότητά τους για συγκράτηση ύδατος, την τάση για δημιουργία επιφανειακής κρούστας και τη σταθερότητα των συσσωματωμάτων. Το διαθέσιμο εδαφικό νερό συνδέεται τόσο με την κοκκομετρική σύσταση όσο και με τη δομή των εδαφών. Εδάφη τα οποία περιέχουν υψηλό ποσοστό ιλύος τείνουν να διατηρούν υψηλότερα επίπεδα εδαφικού νερού ενώ αντίθετα αμμώδη εδάφη παρουσιάζουν τη μικρότερη ικανότητα αποθήκευσης ύδατος. Τα αμμώδη εδάφη είναι πιο ευαίσθητα στην ξηρασία καθώς διατηρούν λιγότερο νερό στην υδατοϊκανότητά τους (Field capacity) και το νερό που αποθηκεύεται καταναλώνεται ταχύτερα από τα φυτά. Οι κλάσεις της κοκκομετρικής σύστασης ομαδοποιούνται σύμφωνα με την ικανότητα του εδάφους να αποθηκεύει νερό (Πίνακας 41). Τα μητρικά υλικά

ταξινομούνται σύμφωνα με την ευαισθησία τους στην ερημοποίηση (Πίνακας 41). Τα αδρομερή υλικά στην επιφάνεια του εδάφους ομαδοποιούνται σε τρεις κλάσεις ανάλογα με την προστασία που παρέχουν ενάντια στη διάβρωση και με την ικανότητα που προσδίδουν στα εδάφη να διατηρούν το εδαφικό νερό (Πίνακας 41). Η κλίση του εδάφους ομαδοποιήθηκε σε τέσσερις κατηγορίες σύμφωνα με την επίδρασή της στη διάβρωση (Πίνακας 41). Η κατάσταση της υδρομορφίας του εδάφους χρησιμοποιείται κυρίως για την εκτίμηση του κινδύνου ερημοποίησης που προκαλείται από την αλάτωση των εδαφών των χαμηλότερων σημείων του τοπογραφικού αναγλύφου και περιγράφεται σε τρεις κλάσεις (Πίνακας 41). Ο δείκτης της ποιότητας των εδαφών (S.Q.I.) υπολογίζεται ως ο γεωμετρικός μέσος όρος των προαναφερόμενων έξι εδαφικών ιδιοτήτων σύμφωνα με τον ακόλουθο αλγόριθμο:

$$SQI = (\Sigma.B. \text{κοκκομετρικής σύστασης} \times \Sigma.B. \text{μητρικού υλικού} \times \Sigma.B. \text{αδρομερών υλικών} \times \Sigma.B. \text{βάθους εδάφους} \times \Sigma.B. \text{κλίσης εδάφους} \times \Sigma.B. \text{υδρομορφίας})^{1/6} \quad (4.6)$$

4.4.2.2. Περιγραφή των ιδιοτήτων της ποιότητας του κλίματος

Η ποιότητα του κλίματος εκτιμάται με τη χρήση παραμέτρων που επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα του νερού στα φυτά όπως η ποσότητα των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, η θερμοκρασία του αέρα και η ξηρασία καθώς και οποιοδήποτε ακραίο φαινόμενο όπως ο παγετός. Για την εκτίμηση της ποιότητας του κλίματος σύμφωνα με τη μεθοδολογία των Π.Ε.Π. απαιτούνται τα ακόλουθα κλιματικά δεδομένα:

Πίνακας 42: Κλάσεις και συντελεστές βαρύτητας (Σ.Β.) των ιδιοτήτων που χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της ποιότητας του κλίματος.

Ιδιότητα	Περιγραφή κλάσεως	Εύρος τιμών κλάσεως	Σ.Β.
Μέση μηνιαία βροχόπτωση		>650 mm	1
		280-650 mm	2
		<280 mm	4
Μέση μηνιαία θερμοκρασία	Χρησιμοποιείται στον υπολογισμό του δείκτη ξηρότητας		
Βιοκλιματικός δείκτης ξηρότητας		<50	1
		20-75	1.1
		75-100	1.2
		100-125	1.4

		125-150	1.8
		>150	2
Έκθεση της κλίσης των εδαφών		Βορειοδυτικές και βορειοανατολικές εκθέσεις NW-NE	1
		Νοτιοδυτικές και νοτιοανατολικές εκθέσεις SW-SE	2
Ποιότητα κλίματος	Περιγραφή ποιότητας	Δείκτης ποιότητας εδάφους (Climate Quality Index-C.Q.I)	
	Υψηλή ποιότητα	< 1.15	
	Μέτρια ποιότητα	1.15-1.81	
	Χαμηλή ποιότητα	>1.81	

Η άνιση ετήσια και διαχρονική κατανομή των βροχοπτώσεων και τα ακραία εκτός εποχής συμβάντα βροχοπτώσης στις ημίξηρες και ξηρές κλιματικές ζώνες της Μεσογείου αποτελούν τις κύριες παραμέτρους του κλίματος που συνεισφέρουν στην υποβάθμιση των γαιών. Αυτό συμβαίνει έμμεσα κυρίως διότι όταν λόγω των κλιματικών συνθηκών η εδαφική υγρασία δεν επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών της βλάστησης, με αποτέλεσμα τον εκφυλισμό της, τότε σταδιακά μειώνεται και η οργανική ουσία του εδάφους γεγονός που επιφέρει μείωση της σταθερότητας των συσσωματωμάτων και ως εκ τούτου προσδίδει μεγάλη ευαισθησία του επιφανειακού οριζοντα στη διάβρωση. Ο πιο αποτελεσματικός υπολογισμός του διαθέσιμου νερού του εδάφους προκύπτει αφαιρώντας την εξατμισοδιαπνοή και την αποροή από τη βροχοπτώση με την απαίτηση όμως αρικτών δεδομένων εδαφικής υγρασίας, ανάπτυξης βλάστησης κ.α. Στη συγκεκριμένη περίπτωση και για λόγους απλούστευσης των διαδικασιών χρησιμοποιείται ο δείκτης ξηρότητας των Bagnouls-Gaussien (BGI) (Kosmas et al., 1999) ο οποίος χαρακτηρίζει το καθεστώς ξηρασίας από ευκόλως διαθέσιμα μετεωρολογικά δεδομένα με τη χρήση της ακόλουθης μαθηματικής σχέσης:

$$BGI = \sum_{i=1}^n (2t_i - P_i)k \quad (4.7)$$

όπου t_i είναι η μέση μηνιαία θερμοκρασία για τον μήνα i σε $^{\circ}C$, P_i είναι η συνολική βροχοπτώση για το μήνα i σε mm και το k αντιπροσωπεύει το ποσοστό του μήνα i κατά το οποίο $2t_i - P_i > 0$.

Όσον αφορά στην έκθεση της κλίσης των εδαφών είναι γνωστό ότι η γωνία πρόσπτωσης των ηλιακών ακτίνων και το χρονικό διάστημα της επαφής τους με την επιφάνεια του εδάφους είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με αυτή την ιδιότητα. Σε Μεσογειακές συνθήκες οι γαίες με νότιες και δυτικές εκθέσεις είναι θερμότερες και παρουσιάζουν υψηλότερους ρυθμούς εξάτμισης και μικρότερη αποθημευτική ικανότητα του εδάφους σε νερό.

Ο δείκτης της ποιότητας του κλίματος (C.Q.I.) υπολογίζεται ως ο γεωμετρικός μέσος όρος των προαναφερόμενων (Πίνακας 42) ιδιοτήτων σύμφωνα με τον ακόλουθο αλγόριθμο:

$$CQI = (\Sigma. B. \text{μηνιαίας βροχόπτωσης} \times \Sigma. B. \text{δείκτη ξηρότητας} \times \Sigma. B. \text{έκθεσης της κλίσης των εδαφών})^{1/3} \quad (4.8)$$

4.4.2.3. Περιγραφή των ιδιοτήτων της ποιότητας της βλάστησης

Ο κύριος βιοτικός παράγοντας που καθορίζει το φαινόμενο της ερημοποίησης των γαιών είναι η φυτική κάλυψη των εδαφών. Είναι ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας για τα φαινόμενα της επιφανειακής υδατικής αποροής και της διάβρωσης όπως έχει επισημανθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο της παρούσας διατριβής. Στο πλαίσιο της μεθοδολογίας των Π.Ε.Π. η ποιότητα της βλάστησης οριοθετείται από τέσσερις ιδιότητες της γεωργικής ή της δασικής φυτικής κάλυψης που αφορούν τον κίνδυνο πυρκαγιάς και τη δυνατότητα αναβλάστησης, την παρεχόμενη προστασία του εδάφους από τη διάβρωση, την ανθεκτικότητα στην ξηρασία και το ποσοστό κάλυψης ανά μονάδα επιφάνειας εδάφους (Πίνακας 43).

Πίνακας 43: Κλάσεις και συντελεστές βαρύτητας (Σ.Β.) των ιδιοτήτων που χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της ποιότητας της βλάστησης.

Ιδιότητα	Περιγραφή κλάσεως	Είδος βλάστησης	Σ.Β.
Κίνδυνος πυρκαγιάς	Μικρός κίνδυνος	Ανάπτυκτες εκτάσεις, πολυετείς γεωργικές καλλιέργειες, ετήσιες γεωργικές καλλιέργειες (καλαμπόκι, καπνός, ηλιανθος)	1
	Μέτριος κίνδυνος	Ετήσιες γεωργικές καλλιέργειες (δημητριακά, λειμώνες), φυλλοβόλες δρύς, μεικτή μεσογειακή μακία και αειθαλή δάση	1.3

	Υψηλός κίνδυνος	Μεσογειακή μακκία	1.6
	Πολύ υψηλός κίνδυνος	Δάση πεύκης	2
Προστασία από τη διάβρωση	Πολύ υψηλή	Μεικτή μεσογειακή μακκία και αιθαλή δάση	1
	Υψηλή	Μεσογειακή μακκία, δάση πεύκης, μόνιμοι λειμώνες, αιθαλείς πολυετείς γεωργικές καλλιέργειες	1.3
	Μέτρια	Φυλλοβόλα δάση	1.6
	Μικρή	Φυλλοβόλες πολυετείς γεωργικές καλλιέργειες (οπωρώνες)	1.8
	Πολύ μικρή	Ετήσιες γεωργικές καλλιέργειες (δημητριακά), ετήσιοι λειμώνες, αμπελώνες	2
Ανθεκτικότητα στην ξηρασία	Πολύ υψηλή	Μεικτή μεσογειακή μακκία και αιθαλή δάση, μεσογειακή μακκία	1
	Υψηλή	Κωνοφόρα, φυλλοβόλα, ελαιώνες	1.2
	Μέτρια	Πολυετείς γεωργικοί δενδράνες (αμπελώνες, αμγδαλέωνες, οπωρώνες)	1.4
	Μικρή	Πολυετείς λειμώνες	1.7
	Πολύ μικρή	Ετήσιες γεωργικές καλλιέργειες, ετήσιοι λειμώνες	2
Ποσοστό φυτοκάλυψης	Περιγραφή κλάσεως	Ποσοστό (%)	Σ.Β.
	Υψηλό	>40	1
	Μικρό	10-40	1.8
	Πολύ μικρό	<10	2
Ποιότητα βλάστησης	Περιγραφή ποιότητας	Δείκτης ποιότητας βλάστησης (Vegetation Quality Index-V.Q..I)	
	Υψηλή ποιότητα	1-1.6	
	Μέτρια ποιότητα	1.7-3.7	
	Χαμηλή ποιότητα	3.8-16	

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν μια από τις πιο σημαντικές αιτίες υποβάθμισης των γαιών στις λοφώδεις περιοχές της Μεσογείου. Έχει παρατηρηθεί ότι η συχνότητα των πυρκαγιών είναι μικρότερη στους λειμώνες και στις εκτάσεις μεικτής βλάστησης αποτελούμενης από μεσογειακή μακκία και αιθαλή δάση. Μολονότι η μεσογειακού τύπου βλάστηση είναι ιδιαίτερα εύφλεκτη λόγω της ύπαρξης ειδών με υψηλή περιεκτικότητα σε ρητίνες και αιθέρια έλαια παρουσιάζει υψηλή ικανότητα αποκατάστασης που περιορίζει το χρόνο ύπαρξης περιβαλλοντικών προβλημάτων σε λίγα χρόνια (Trabaud, 1993). Βέβαια οι υψηλής συχνότητας πυρκαγιές ενδέχεται να μην επιτρέψουν την αποκατάσταση και να δημιουργήσουν ιδιαίτερα υποβαθμισμένες περιοχές. Είναι αυτονόητο ότι καθοριστικοί παράγοντες για τη ζημιά που προκαλείται από οποιαδήποτε πυρκαγιά είναι το είδος της βλάστησης και η ένταση της πυρκαγιάς.

Η βλάστηση και ο τύπος χρήσης της γης αποτελούν ιδιαίτερα σημαντικούς παράγοντες για τις διεργασίες της επιφανειακής υδατικής απορροής και της διάβρωσης (Bryan and Campbell, 1986; Mitchell, 1990). Δεδομένα διαβρώσεων οικότων περιοχών έρευνας της Βόρειας Μεσογείου, μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα, καταδεικνύουν ότι σε Μεσογειακού τύπου χρήσεις γης (δημητριακά, ελαιώνες, αμπελώνες, φυσική βλάστηση) οι μεγαλύτεροι ρυθμοί επιφανειακής απορροής και απώλειας εδαφικού ιζήματος παρατηρήθηκαν στους αμπελώνες (Kosmas et al., 1997).

Οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαχρονική εξέλιξη της μεσογειακής βλάστησης σχετίζονται με τη μη κανονική και συχνά ανεπαρκή τροφοδοσία των φυτών με νερό, με τη μακρά διάρκεια της ξηρής περιόδου και ίσως με τις πυρκαγιές και τη βόσκηση (Clark, 1996). Η τυπική αντίδραση των φυτών σε έντονες συνθήκες ξηρασίας είναι η μείωση του φυλλώματός τους ως μια βίαιη και αναγκαία λύση προκειμένου να μειωθεί η λειτουργία της διαπνοής τους. Αυτό όπως είναι φυσικό έχει δυσμενείς συνέπειες στην εδαφική διάβρωση στις περιπτώσεις που ραγδαίες βροχοπτώσεις θα συναντήσουν ακάλυπτο από την προστατευτική φυτική κάλυψη σημαντικό τμήμα του εδάφους. Από την επικρατούσα πολυετή γεωργική φυτοκάλυψη της Μεσογείου οι ελαιώνες παρουσιάζουν μια εξαιρετικά υψηλή προσαρμοστικότητα και αντίσταση σε συνθήκες ξηρασίας μεγάλης διάρκειας (Margaris, 1995).

Η σημασία της φυτικής κάλυψης των εδαφών στον έλεγχο της υδατικής διάβρωσης είναι κοινώς αποδεκτή. Βραχυπρόθεσμα η βλάστηση επηρεάζει τη διάβρωση κυρίως λόγω της μείωσης της ενέργειας των σταγόνων της βροχής και της διακοπής της απορροής. Μακροπρόθεσμα επηρεάζει τις ροές του νερού και του εδαφικού ιζήματος αυξάνοντας τη σταθερότητα των συσσωματωμάτων και τη συνοχή του εδάφους και βελτιώνοντας τη διήθηση. Αυτή η πολύπλοκη σχέση μεταξύ του ποσοστού φυτοκάλυψης και του ρυθμού απορροής έχει περιγραφεί ως αρνητική εκθετική συνάρτηση (Zuazo and Pleguezuelo, 2009).

Ο δείκτης της ποιότητας της βλάστησης (V.Q.I.) υπολογίζεται ως ο γεωμετρικός μέσος όρος των προαναφερόμενων (Πίνακας 43) ιδιοτήτων σύμφωνα με τον ακόλουθο αλγόριθμο:

$$VQI = (\Sigma. B. \text{κινδύνου πυρκαγιάς} \times \Sigma. B. \text{αντιδιαβρωτικής προστασίας}) \times$$

Σ. Β. ανθεκτικότητας στην ξηρασία × Σ. Β. ποσοστού φυτοκάλυψης)^{1/4}

(4.9)

4.4.2.4. Περιγραφή των ιδιοτήτων της ποιότητας της διαχείρισης

Ο ορισμός των Π.Ε.Π. στην ερημοποίηση απαιτεί εκτός από τις ιδιότητες του φυσικού περιβάλλοντος την παράλληλη χρήση παραγόντων που περιγράφουν τις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις σε αυτό. Οποιαδήποτε ένταση γης ανεξάρτητα από το μέγεθός της χαρακτηρίζεται από μια συγκεκριμένη χρήση. Η χρήση αυτή σχετίζεται με έναν τύπο διαχείρισης ο οποίος καθορίζεται από περιβαλλοντικούς, κοινωνικοοικονομικούς, τεχνοκρατικούς και πολιτικούς παράγοντες. Ανάλογα με τον τύπο της διαχείρισης οι γαίες υπόκεινται σε κάποιο επίπεδο διαταραχής ή μη της λειτουργικότητας και της αειφορίας τους εξαιτίας των ανθρωπίνων παρεμβάσεων. Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει αναλυτικά τους παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα της διαχείρισης με βάση την κατηγορία της γης και τις μεταχειρίσεις που επιδέχεται (Πίνακας 44).

Πίνακας 44: Κλάσεις και συντελεστές βαρύτητας (Σ.Β.) των ιδιοτήτων που χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της ποιότητας της διαχείρισης.

Χρήση γης	Ιδιότητα	Δείκτης χαρακτηρισμού	Περιγραφή κλάσεως	Σ.Β.
Γεωργία	Ένταση χρήσης γης		Μικρή	1
			Μέτρια	1.5
			Υψηλή	2
Βοσκότοποι		Πυκνότητα βόσκησης	Μικρή (ASR<SSR)	1
			Μέτρια (ASR=SSR έως 1.5)	1.5
			Υψηλή (ASR>1.5 SSR)	2
Φυσικές περιοχές		Παραγωγή φυτικής βιομάζας	Μικρή (A/S =0)	1
			Μέτρια (A/S<1)	1.2
			Υψηλή (A/S≥1)	2
Περιοχές αναψυχής		Αριθμός επισκεπτών	Μικρή (A/P>1)	1
			Μέτρια (1<A/P<2.5)	1.5
			Υψηλή (A/P>2.5)	2
Περιοχές εξόρυξης		Μέτρα ελέγχου της διάβρωσης	Μικρή (Επαρκής εφαρμογή μέτρων)	1
			Μέτρια (Μέτρια εφαρμογή μέτρων)	1.5
			Υψηλή (Μικρή εφαρμογή μέτρων)	2

	Εφαρμογή των μέτρων πολιτικής	Βαθμός εφαρμογής	Ολικός (>75% της περιοχής προστατεύεται)	1
			Μερικός (25%-75% της περιοχής προστατεύεται)	1.5
			Ατελής (<25% της περιοχής προστατεύεται)	2
Ποιότητα διαχείρισης	Περιγραφή ποιότητας	Δείκτης ποιότητας διαχείρισης (Management Quality Index-M.Q.I)		
	Υψηλή ποιότητα	1-1.25		
	Μέτρια ποιότητα	1.26-1.50		
	Χαμηλή ποιότητα	>1.51		

Η ένταση χρήσης της γης μιας γεωργικής περιοχής καθορίζεται από ορισμένα χαρακτηριστικά που αφορούν τον τρόπο καλλιέργειας όπως οι εισροές αγροχημικών και λιπασμάτων, ο βαθμός εκμηχάνισης, η συχνότητα των αρδύσεων κ.α. Κατά αναλογία η ένταση χρήσης της γης μιας φυσικής περιοχής καθορίζεται από το λόγο της πραγματικής παραγωγής (Α) προς την αειφορική παραγωγή φυτικής βιομάζας (S) ή η ένταση χρήσης γης ενός βοσκότοπου από το λόγο της αειφορικής πυκνότητας (SSR) προς την πραγματική πυκνότητα βόσκησης (ASR). Ιδιαίτερες περιπτώσεις αποτελούν οι χώροι αναψυχής και οι περιοχές εξόρυξης όπου τα χαρακτηριστικά που καθορίζουν την ένταση χρήσης τους είναι ο λόγος του πραγματικού αριθμού των επισκεπτών (Α) προς τον επιτρεπόμενο αριθμό επισκεπτών (P) και η εφαρμογή μέτρων προστασίας των εδαφών από τη διάβρωση αντίστοιχα. Τα μέτρα πολιτικής για την προστασία του περιβάλλοντος κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τον βαθμό που επιβάλλονται από την πολιτεία ή υιοθετούνται από τους χρήστες της γης.

Ο δείκτης της ποιότητας διαχείρισης των γαιών (M.Q.I.) υπολογίζεται ως ο γεωμετρικός μέσος όρος των προαναφερόμενων (Πίνακας 44) ιδιοτήτων σύμφωνα με τον ακόλουθο αλγόριθμο:

$$MQI = (\Sigma.B. \text{έντασης χρήσης} \times \Sigma.B. \text{εφαρμογή πολιτικής})^{1/2} \quad (4.10)$$

4.4.2.5. Χαρτογράφηση των ιδιοτήτων της ποιότητας των εδαφών, του κλίματος, της βλάστησης και της διαχείρισης των γαιών στο νομό Χανίων

Η κοκκομετρική σύσταση των εδαφών ταξινομήθηκε σε κλάσεις με βάση το σύστημα ταξινόμησης του Υπουργείου Γεωργίας των Η.Π.Α.(U.S.D.A., 1975) όπως παρουσιάστηκε στον πίνακα 37 της ενότητας 4.4.1.2. Οι κλάσεις του βάθους του εδάφους που χαρτογραφήθηκαν για την εφαρμογή του μοντέλου προσομοίωσης της διάβρωσης P.E.S.E.R.A. προσαρμόστηκαν στις ανάγκες της εκτίμησης του κινδύνου ερημοποίησης κατά τη μεθοδολογία των Π.Ε.Π (E.S.A.) και τελικά διαμορφώθηκαν οι ακόλουθες κατηγορίες: πολύ ρηχά εδάφη (0-15 cm), ρηχά εδάφη (15-30 cm), μετρίως βαθιά εδάφη (30-75 cm) και βαθιά εδάφη (>75 cm).

Οι συνθήκες υδρομορφίας των εδαφών ορίστηκαν ανάλογα με το βάθος των υδρομορφικών χαρακτηριστικών όπως οι εξανθήσεις σιδήρου και μαγγανίου ή το χρώμα του υπεδάφους και το βάθος του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Οι κλάσεις της υδρομορφίας του συστήματος E.S.A. παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Πολύ καλώς έως καλώς αποστραγγιζόμενα εδάφη: Εδάφη στα οποία υπάρχουν εξανθήσεις σιδήρου ή μαγγανίου ή γκριζα χρώματα οριζόντων σε βάθος μεγαλύτερο των 100 cm από την επιφάνεια. Το έδαφος δεν είναι αρκετά υγρό κοντά στην επιφάνεια ή το έδαφος δεν παραμένει υγρό κατά τη διάρκεια ανάπτυξης των φυτών. Το νερό απομακρύνεται από το σώμα του εδάφους ταχύτατα.

Μετρίως καλώς έως σχεδόν ανεπαρκώς αποστραγγιζόμενα εδάφη: Εξανθήσεις σιδήρου ή μαγγανίου ή γκριζα χρώματα οριζόντων διαπιστώνονται σε βάθος μεταξύ 30 και 100 cm από την επιφάνεια. Το έδαφος είναι αρκετά υγρό κοντά στην επιφάνεια του εδάφους ή παραμένει υγρό κατά τη διάρκεια του αρχικού σταδίου ανάπτυξης των φυτών. Το νερό απομακρύνεται από το σώμα του εδάφους αργά.

Ανεπαρκώς έως πολύ ανεπαρκώς αποστραγγιζόμενα εδάφη: Εξανθήσεις σιδήρου ή μαγγανίου ή γκριζα χρώματα οριζόντων διαπιστώνονται στα ανώτερα 30 cm του εδάφους. Συνήθως σε αυτά τα εδάφη υπάρχει μόνιμος υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας σε βάθος μεγαλύτερο των 75 cm. Σε κάποια από τα εδάφη της κατηγορίας αυτής το υπόγειο νερό αγγίζει το όριο της επιφάνειας κατά τη διάρκεια της υγρής περιόδου του έτους. Το νερό

απομακρύνεται από το σώμα του εδάφους τόσο αργά που τα εδάφη μπορούν να παραμείνουν υγρά σε μικρά βάθη για πολύ μεγάλες περιόδους.

Το μητρικό υλικό προσδιορίστηκε με χρήση των γεωλογικών χαρτών της περιοχής μελέτης. Οι διάφοροι τύποι μητρικών υλικών ομαδοποιήθηκαν στις ακόλουθες κλάσεις σύμφωνα με την πετρολογική και ορυκτολογική σύνθεσή τους (Kosmas et al., 1999).

Πίνακας 45: Κλάσεις μητρικού υλικού της μεθοδολογίας Π.Ε.Π.

Κύρια κατηγορία	Ομάδα	Τύπος
Πυριγενή πετρώματα	Όξινα πυριγενή	Γρανίτης, γρανοδιορίτης, χαλαζιακός διορίτης, ρυόλιθος, πυροκλαστικά
	Βασικά πυριγενή	Γάββρος, βασάλτης, δολερίτης
	Υπερβασικά πυριγενή	Περιδοτίτης, πυρόξενος, σεοπεντίνης
Μεταμορφωμένα πετρώματα	Όξινα μεταμορφωμένα	Χαλαζίτης, γνεύσιος, φυλλίτης, σχιστόλιθος
	Βασικά μεταμορφωμένα	Σχίστης, γνεύσιος πλούσιος σε σίδηρο και μαγνήσιο, μάγμαρο
Δευτερογενή ορυκτά	Κλαστικά ιζήματα	Κροοκαλοπαγή, αμμόλιθος, ιλυόλιθος, mudstone, claystone, αργιλικός σχιστόλιθος, ασβεστόλιθος, μάργα
Ασύνδετα υλικά		Άλλουβιακές αποθέσεις, κολλουβιακές αποθέσεις

Ο βαθμός της κλίσης των εδαφών που προϋπήρχε από τη χαρτογράφηση για την εφαρμογή του μοντέλου προσομοίωσης της διάβρωσης P.E.S.E.R.A. (ενότητα 4.4.1.2.) και τη δημιουργία ψηφιακού μοντέλου εδάφους, ταξινομήθηκε στις κατηγορίες του πίνακα 41 (<6%, 6-18%, 18-35% και >35%). Το ποσοστό των αδρομερών υλικών της επιφανείας του εδάφους κατηγοριοποιήθηκε στις τρεις κλάσεις του πίνακα 41 (<20%, 20-60% και >60%) με δεδομένα της χαρτογράφησης των εδαφών (ενότητα 4.4.1.2.).

Τα αναγκαία δεδομένα για την περιγραφή των ιδιοτήτων της ποιότητας του κλίματος του πίνακα 42, εκτός του δείκτη ξηρότητας, ελήφθησαν από τη βάση δεδομένων του πολυγωνικού αρχείου της χωρικής παρεμβολής των τιμών των κλιματικών ιδιοτήτων των σταθμών του δικτύου της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας του νομού Χανίων.

Ο κίνδυνος πυρκαγιάς, η προστασία από τη διάβρωση, η ανθεκτικότητα στην ξηρασία και το ποσοστό της φυτοκάλυψης που αποτελούν τους απαραίτητους δείκτες για την

εκτίμηση της ποιότητας της βλάστησης εκτιμήθηκαν από τη χαρτογράφηση της βλάστησης που αναφέρθηκε στην ενότητα 4.4.1.2.

Τα δεδομένα που αφορούν την ένταση χρήσης της γης στις γεωργικές περιοχές ή την πυκνότητα της βόσκησης στους βοσκοτόπους και την εφαρμογή μέτρων πολιτικής για την προστασία των πόρων ελήφθησαν από τα 73 ερωτηματολόγια που συμπληρώθηκαν σε επίπεδο αγροκτήματος στο νομό Χανίων και κάλυψαν με αντιπροσωπευτικά δείγματα αγροκτημάτων και βοσκοτόπων όλη την περιοχή μελέτης.

4.4.2.6. Υπολογισμός του σύνθετου δείκτη εκτίμησης της περιβαλλοντικής ευαισθησίας των περιοχών στην ερημοποίηση (ESAI)

Όπως στην περίπτωση της εκτέλεσης του μοντέλου προσομοίωσης υδατικής διάβρωσης P.E.S.E.R.A. έτσι και στην μεθοδολογία της εκτίμησης του κινδύνου ερημοποίησης κατά E.S.A. όλες οι ιδιότητες που συνθέτουν τις επιμέρους ποιότητες των εδαφών, του κλίματος, της βλάστησης και της διαχείρισης εξήχθησαν από τη βάση δεδομένων των διανυσματικών πολυγωνικών αρχείων (shp files) σε ειδική μορφή αρχείου (Esri-Grid) η οποία είναι απαραίτητη για τη χρήση της εφαρμογής «raster calculator» του λογισμικού ArcGIS. Η εφαρμογή αυτή παρέχει τη δυνατότητα εκτέλεσης αλγεβρικών πράξεων μεταξύ ιδιοτήτων που απεικονίζονται σε χάρτες και με αυτόν τον τρόπο καθίσταται εφικτός ο υπολογισμός των ποιοτήτων της μεθοδολογίας E.S.A. με τη βοήθεια των αλγορίθμων που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Το τελικό βήμα της διαδικασίας που περιγράφεται στην παρούσα ενότητα αφορά την σύνθεση των διαφορετικών ποιοτήτων του φυσικού περιβάλλοντος (ποιότητα εδάφους, ποιότητα κλίματος, ποιότητα βλάστησης) και της ποιότητας της διαχείρισης για τον ορισμό των διάφορων τύπων της ευαισθησίας των περιοχών στην ερημοποίηση. Όπως και στις επιμέρους ποιότητες ο σύνθετος δείκτης εκτίμησης της περιβαλλοντικής ευαισθησίας των περιοχών στην ερημοποίηση υπολογίζεται ως ο γεωμετρικός μέσος όρος των τεσσάρων προαναφερόμενων ποιοτήτων σύμφωνα με τον ακόλουθο αλγόριθμο:

$$ESAI = (SQI \times CQI \times VQI \times MQI)^{1/4} \quad (4.11)$$

Τα εύρη τιμών του σύνθετου δείκτη ESAI που ορίζουν την κάθε κλάση περιβαλλοντικής ευαισθησίας στην ερημοποίηση καθώς και οι αντίστοιχες υποκλάσεις παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 46).

Πίνακας 46: Κλάσεις και συντελεστές βαρύτητας (Σ.Β.) των ιδιοτήτων που χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της ποιότητας της διαχείρισης.

Κλάση	Υποκλάση	Εύρος τιμών σύνθετου δείκτη ESAI
Κρίσιμες περιοχές	C3	>1.53
	C2	1.42-1.53
	C1	1.38-1.41
Ευαίσθητες περιοχές	F3	1.33-1.37
	F2	1.27-1.32
	F1	1.23-1.26
Δυνητικά απειλούμενες περιοχές	P	1.17-1.22
Μη απειλούμενες περιοχές	N	<1.17

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκε το εξαγόμενο αποτέλεσμα της τιμής του σύνθετου δείκτη ESAI ως ποιοτικός δείκτης κινδύνου ερημοποίησης των γαιών ταξινομημένος σε τέσσερις κλάσεις που παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 47: Ποιοτικές κλάσεις κινδύνου διάβρωσης και τιμές ετήσιου ρυθμού διάβρωσης.

Κλάση	Εύρος τιμών ESAI
Ανύπαρκτος κίνδυνος ερημοποίησης	1.05-1.17
Μικρός κίνδυνος ερημοποίησης	1.18-1.22
Μέτριος κίνδυνος ερημοποίησης	1.23-1.37
Υψηλός κίνδυνος ερημοποίησης	1.38-1.6

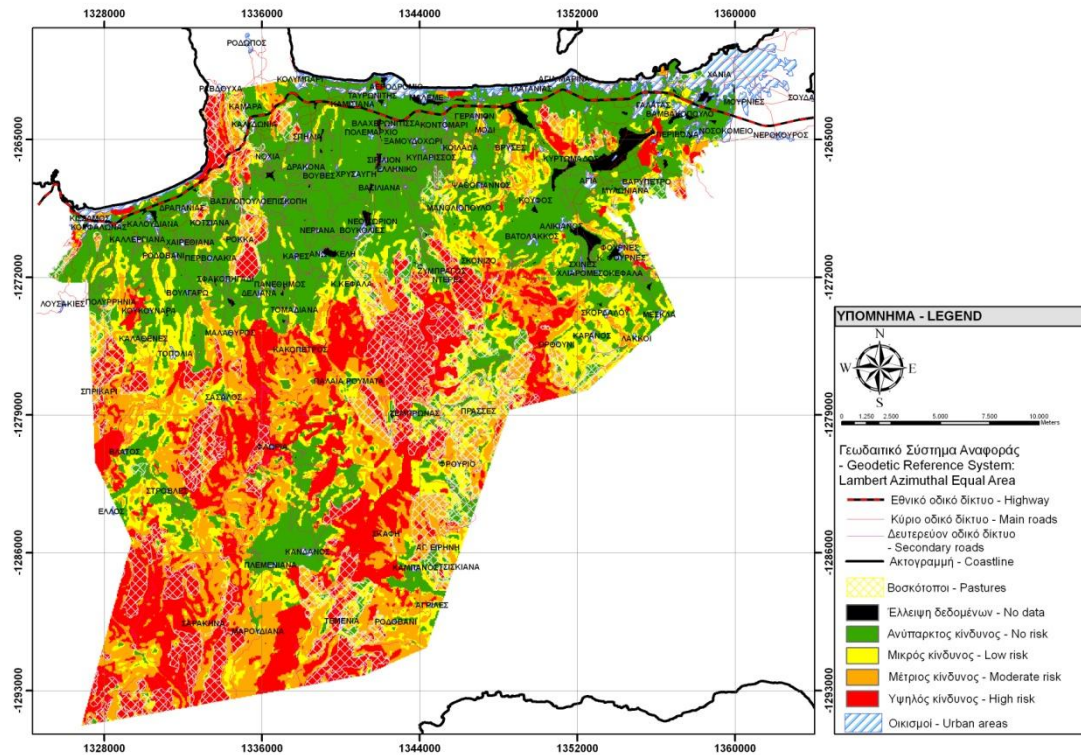
4.5. Συγκριτική ανάλυση της παρούσας κατάστασης και δύο βασικών σεναρίων πρακτικών διαχείρισης των γαιών της ευρύτερης περιοχής του νομού Χανίων ως προς τους κινδύνους διάβρωσης και ερημοποίησης

Όπως αναπτύχθηκε στις προηγούμενες θεματικές ενότητες του παρόντος κεφαλαίου με την εφαρμογή του μοντέλου προσομοίωσης της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης P.E.S.E.R.A. στην περιοχή μελέτης του νομού Χανίων εκτιμήθηκε ποιοτικά ο κίνδυνος διάβρωσης των εδαφών της περιοχής μελέτης. Κατά αντίστοιχο τρόπο η εκτέλεση των αλγορίθμων του συστήματος των Π.Ε.Π. (E.S.A.) παρείχε τη δυνατότητα εκτίμησης του κινδύνου

ερημοποίησης των γαιών της περιοχής μελέτης στο νομό Χανίων. Οι δύο αυτές εκτιμήσεις του κινδύνου διάβρωσης των εδαφών και του κινδύνου ερημοποίησης των γαιών μέσω των προαναφερόμενων μεθοδολογιών επιτρέπουν τη συγκριτική ανάλυση και την τελική αξιολόγηση των 28 σεναρίων καλλιεργητικών πρακτικών και διαχειρίσεων που περιγράφτηκαν στην ενότητα 4.2.

Στο σημείο αυτό παρατίθενται ενδεικτικά κάποια από τα αποτελέσματα της εφαρμογής των μεθοδολογιών P.E.S.E.R.A. και E.S.A. στη δεύτερη περιοχή μελέτης της παρούσας διατριβής. Συγκεκριμένα παρουσιάζονται οι χάρτες κινδύνου διάβρωσης των εδαφών και κινδύνου ερημοποίησης των γαιών στην παρούσα κατάσταση των γεωργικών περιοχών και των εκτάσεων φυσικής βλάστησης της περιοχής μελέτης και στο θεωρητικό πλαίσιο δύο εφαρμοζόμενων σεναρίων καλλιεργητικών πρακτικών και διαχειρίσεων. Τα δύο αυτά σενάρια με αριθμούς 8 και 27 αποτελούν αντίστοιχα ένα από τα χειρότερα και ένα από τα καλύτερα σενάρια πρακτικών και διαχειρίσεων για την περιοχή μελέτης του νομού Χανίων ως προς τους κινδύνους διάβρωσης και ερημοποίησης.

Στη συνέχεια ακολουθεί η περιγραφή της παρούσας κατάστασης και της εφαρμογής των δύο θεωρητικών σεναρίων στη δεύτερης περιοχή μελέτης της οικείας διατριβής ως προς τον κίνδυνο διάβρωσης των εδαφών και ερημοποίησης των γαιών.

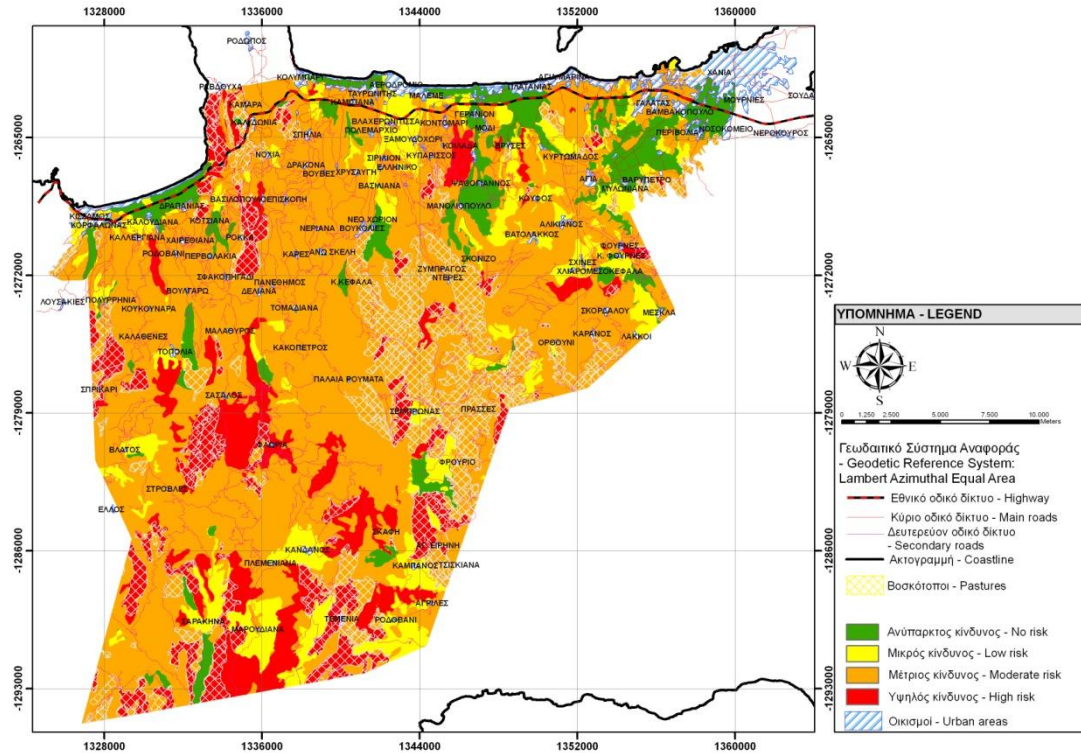


Χάρτης 7: Χάρτης κινδύνου διάβρωσης των εδαφών της ευρύτερης περιοχής του νομού Χανίων σύμφωνα με την παρούσα κατάσταση.

Πίνακας 48: Εκτάσεις των κλάσεων του κινδύνου διάβρωσης στην παρούσα κατάσταση.

Κλάσεις κινδύνου διάβρωσης των εδαφών	ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ			
	Βοσκότοποι		Γεωργικές περιοχές	
	Έκταση (στρ.)	Έκταση (%)	Έκταση (στρ.)	Έκταση (%)
Περιοχές όπου δεν υπήρχαν επαρκή δεδομένα	69.2	0.1	7661.5	1.4
Ανύπαρκτος κίνδυνος	1319.2	1.1	210549.4	38.0
Μικρός κίνδυνος	1218.77	0.9	82242.59	14.9
Μέτριος κίνδυνος	1266.5	0.9	81124.6	14.6
Υψηλός κίνδυνος	132006.0	97.0	172370.6	31.1
Άθροισμα	135879.7	100	553948.7	100
Σύνολο έκτασης περιοχής μελέτης	689828.4			

Οι κλάσεις μετρίου και υψηλού κινδύνου διάβρωσης του εδάφους αποτελούν το 14.6% και το 31.1% των γεωργικών περιοχών της περιοχής μελέτης αντίστοιχα. Ο υψηλός κίνδυνος διάβρωσης αποδίδεται κυρίως στο βαθμό κλίσης, στα σχετικά ρηχά εδάφη και στην μείωση της φυτοκάλυψης εξαιτίας της καταστροφής της υποκείμενης των ελαιώνων φυτοκάλυψης με άροση ή με την εφαρμογή αγροχημικών.



Χάρτης 8: Χάρτης κινδύνου ερημοποίησης των γαιών της ευρύτερης περιοχής του νομού Χανίων σύμφωνα με την παρούσα κατάσταση.

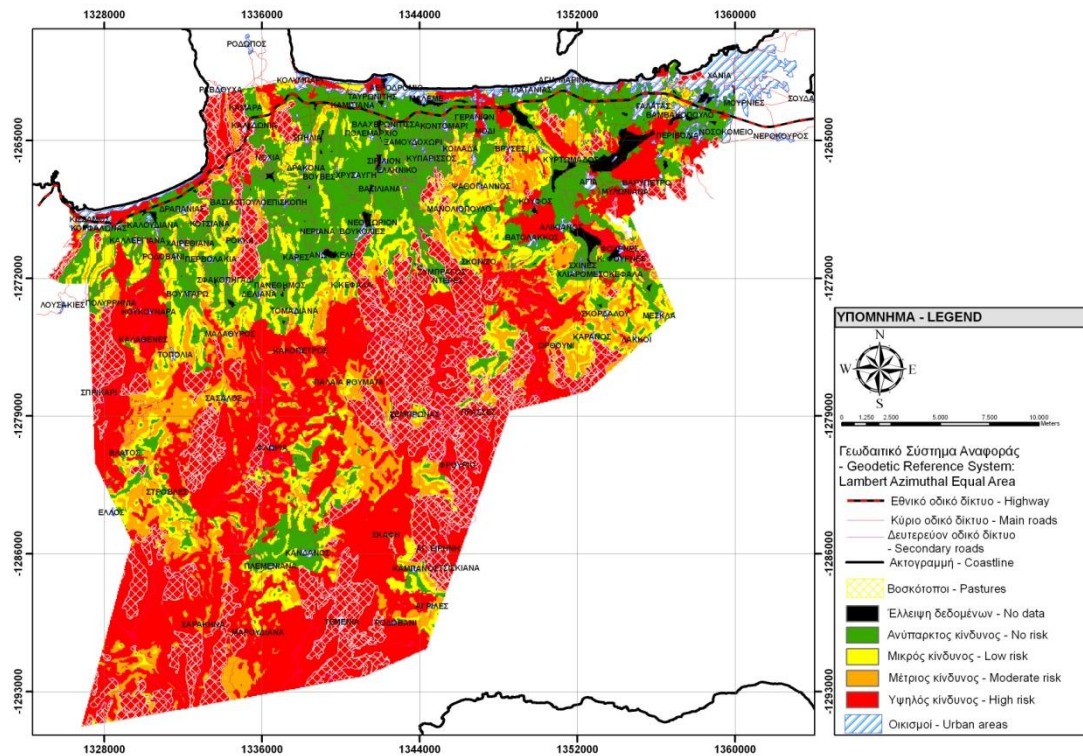
Πίνακας 49: Εκτάσεις των κλάσεων του κινδύνου ερημοποίησης στην παρούσα κατάσταση.

Κλάσεις κινδύνου ερημοποίησης της γης	ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ			
	Βοσκότοποι		Γεωργικές περιοχές	
	Έκταση (στρ.)	Έκταση (%)	Έκταση (στρ.)	Έκταση (%)
Ανύπαρκτος κίνδυνος	410.8	0.3	52503.9	9.5
Μικρός κίνδυνος	586.8	0.4	74177.1	13.4
Μέτριος κίνδυνος	82173.3	60.5	373500.6	67.4
Υψηλός κίνδυνος	52708.7	38.8	53767.2	9.7
Άθροισμα	135879.7	100	553948.7	100
Σύνολο έκτασης περιοχής μελέτης	689828.4			

Οι κλάσεις μετρίου και υψηλού κινδύνου ερημοποίησης της γης αποτελούν το 67.4% και το 9.7% των γεωργικών περιοχών της υπό μελέτη περιοχής αντίστοιχα. Η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται κυρίως από μέτριο κίνδυνο ερημοποίησης αφού οι περισσότεροι ελαιώνες είτε καλλιεργούνται είτε εφαρμόζεται σε αυτούς χημική ζιζανιοκτονία για την καταπολέμηση των ζιζανίων. Ο υψηλός και ο μέτριος κίνδυνος ερημοποίησης αποδίδεται σε μεγάλο βαθμό, στις ξηρές κλιματικές συνθήκες που επικρατούν, στις

απότομες κλίσεις, στα σχετικά μικρά βάθη των εδαφών και στην εντατική καλλιέργεια. Οι βοσκοτόποι, στο μεγαλύτερο ποσοστό, είναι χαρακτηρισμένοι ως περιοχές μετρίου ή υψηλού κινδύνου ερημοποίησης εξαιτίας της εντατικής βόσκησης, των ρηχών εδαφών και των εξαιρετικά απότομων κλίσεων, με συνέπεια να υπόκεινται σε υψηλούς ρυθμούς διάβρωσης εδαφών.

Σενάριο 8: Οι χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, εφαρμόζεται άρρωση για τον έλεγχο των ζιζανίων στους ελαιώνες και στους αμπελώνες, γίνεται αυστηρό κλάδευμα των ελαιώνων μειώνοντας κατά 30% την κόμη των δένδρων, ενώ η άρδευση μειώνεται κατά 50% ως προς τις ανάγκες άρδευσης. Θεωρείται ότι η διαχείριση των βοσκοτόπων δεν διαφοροποιείται από αυτή της παρούσας κατάστασης.



Χάρτης 9: Χάρτης κινδύνου διάβρωσης των εδαφών της ευρύτερης περιοχής του νομού Χανίων σύμφωνα με τις συνθήκες του ογδού σεναρίου πρακτικών διαχείρισης των γαιών.

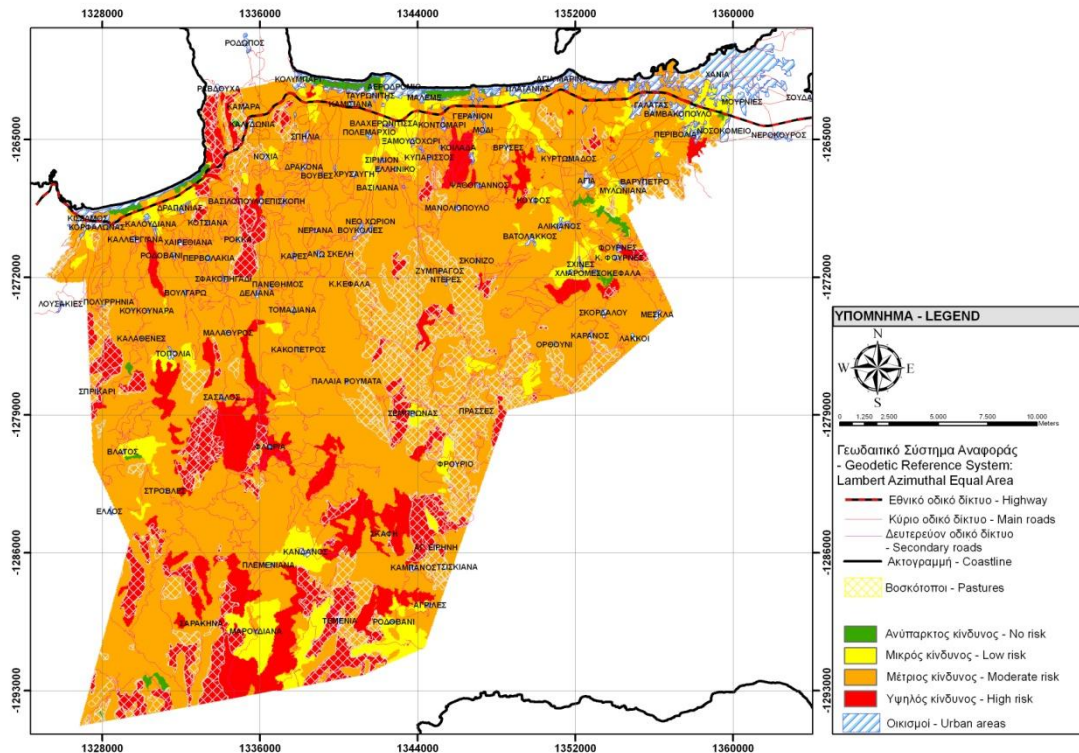
Πίνακας 50: Εκτάσεις των κλάσεων του κινδύνου διάβρωσης στις συνθήκες του 8^{ου} σεναρίου.

ΣΕΝΑΡΙΟ 8				
Κλάσεις κινδύνου διάβρωσης των εδαφών	Βοσκοτόποι		Γεωργικές περιοχές	
	Έκταση (στρ.)	Έκταση(%)	Έκταση (στρ.)	Έκταση(%)

Περιοχές όπου δεν υπήρχαν επαρκή δεδομένα	69.2	0.1	7588.17	1.4
Ανύπαρκτος κίνδυνος	790.4	0.6	11255.02	20.6
Μικρός κίνδυνος	1083.7	0.8	62285.1	11.4
Μέτριος κίνδυνος	1504.4	1.1	71026.86	13
Υψηλός κίνδυνος	132431.9	97.4	292849.24	53.6
Άθροισμα	135879.7	100	553948.7	100
Σύνολο έκτασης περιοχής μελέτης	689828.4			

Οι κλάσεις μετρίου και υψηλού κινδύνου διάβρωσης του εδάφους αποτελούν το 15.0% και το 39.2% των γεωργικών περιοχών της περιοχής μελέτης αντίστοιχα. Ο κίνδυνος διάβρωσης των εδαφών παρουσιάζεται αυξημένος ως προς την παρούσα κατάσταση εξαιτίας του συνδυασμού της μείωσης του νερού άρδευσης κατά 50% και της πραγματοποιούμενης άρωσης που έχουν σημαντικά αρνητική επίδραση στην επιφανειακή απορροή. Ο υψηλός κίνδυνος διάβρωσης αποδίδεται κυρίως στο βαθμό κλίσης, στα σχετικώς ρηχά εδάφη και στην μείωση της φυτοκάλυψης εξαιτίας του περιορισμού της οξάλιθρας που αναπτύσσεται κάτω από τις ελιές και του αυστηρού κλαδεύματος των ελαιοδένδρων.

Ο αντίστοιχος χάρτης κινδύνου ερημοποίησης των γαιών και ο πίνακας των εκτάσεων ανά κλάση κινδύνου στο πλαίσιο του ογδού σεναρίου παρουσιάζονται στη συνέχεια. Στον επόμενο πίνακα παρατηρούμε ότι οι κλάσεις μετρίου και υψηλού κινδύνου ερημοποίησης της γης αποτελούν το 78.5% και το 10.5% των γεωργικών περιοχών της υπό μελέτη περιοχής αντίστοιχα. Ο κίνδυνος ερημοποίησης είναι αυξημένος σε σύγκριση με τον κίνδυνο της παρούσας κατάστασης. Αυτό οφείλεται στη μείωση της φυτοκάλυψης, λόγω των αρώσεων και στη μείωση του νερού άρδευσης. Ο μέτριος και ο υψηλός κίνδυνος ερημοποίησης αποδίδονται σε μεγάλο βαθμό, στις ξηρές κλιματικές συνθήκες που επικρατούν, στις απότομες κλίσεις, και στα σχετικώς μικρά βάθη των εδαφών σε ορισμένες περιοχές. Οι βοσκότοποι, στο μεγαλύτερο ποσοστό, είναι χαρακτηρισμένοι ως περιοχές μετρίου ή υψηλού κινδύνου ερημοποίησης εξαιτίας της εντατικής βόσκησης, των ρηχών εδαφών και των εξαιρετικά απότομων κλίσεων, με συνέπεια να υπόκεινται σε υψηλούς ρυθμούς διάβρωσης εδαφών.

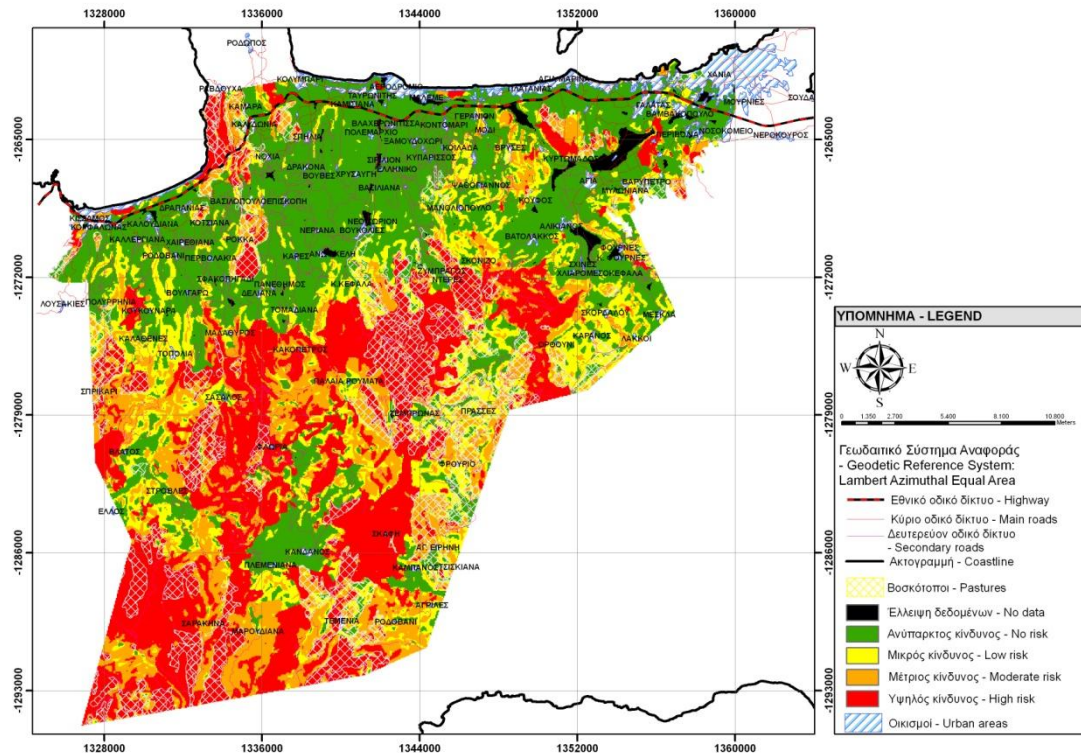


Χάρτης 10: Χάρτης κινδύνου ερημοποίησης των γαιών της ευρύτερης περιοχής του νομού Χανίων σύμφωνα με τις συνθήκες του ογδόου σεναρίου πρακτικών διαχείρισης των γαιών.

Πίνακας 51: Εκτάσεις των κλάσεων του κινδύνου ερημοποίησης στις συνθήκες του 8ου σεναρίου.

ΣΕΝΑΡΙΟ 8				
Κλάσεις κινδύνου ερημοποίησης της γης	Βοσκότοποι		Γεωργικές περιοχές	
	Έκταση (στρ.)	Έκταση(%)	Έκταση (στρ.)	Έκταση(%)
Ανύπαρκτος κίνδυνος	410.5	0.3	6487.9	1.2
Μικρός κίνδυνος	732.3	0.5	54454.1	9.8
Μέτριος κίνδυνος	82397.0	60.6	434974.0	78.5
Υψηλός κίνδυνος	52339.8	38.9	58032.7	10.5
Άθροισμα	135879.7	100	553948.7	100
Σύνολο έκτασης περιοχής μελέτης (στρ.)	689828.4			

Σενάριο 27: Σύμφωνα με τις παραδοχές του σεναρίου 27 πραγματοποιείται εγκατάλειψη των ελαιώνων σε ποσοστό 20% και μετατροπή τους σε βοσκότοπους υποκείμενους σε αιφορική βόσκηση, οι υπόλοιπες χρήσεις γης παραμένουν όπως στην παρούσα κατάσταση, εφαρμόζεται αιφορική μηχανική καλλιέργεια και προστατεύονται οι αναβαθμίδες, δεν γίνεται κλάδευμα στους ελαιώνες, ενώ η άρδευση πραγματοποιείται σύμφωνα με τις ανάγκες άρδευσης. Θεωρείται ότι η διαχείριση των βοσκοτόπων δεν διαφοροποιείται από αυτή της παρούσας κατάστασης.



Χάρτης 11: Χάρτης κινδύνου διάβρωσης των εδαφών της ευρύτερης περιοχής του νομού Χανίων σύμφωνα με τις συνθήκες του εικοστού εβδομού σεναρίου πραγματικών διαχειρίσιμων των γαιών.

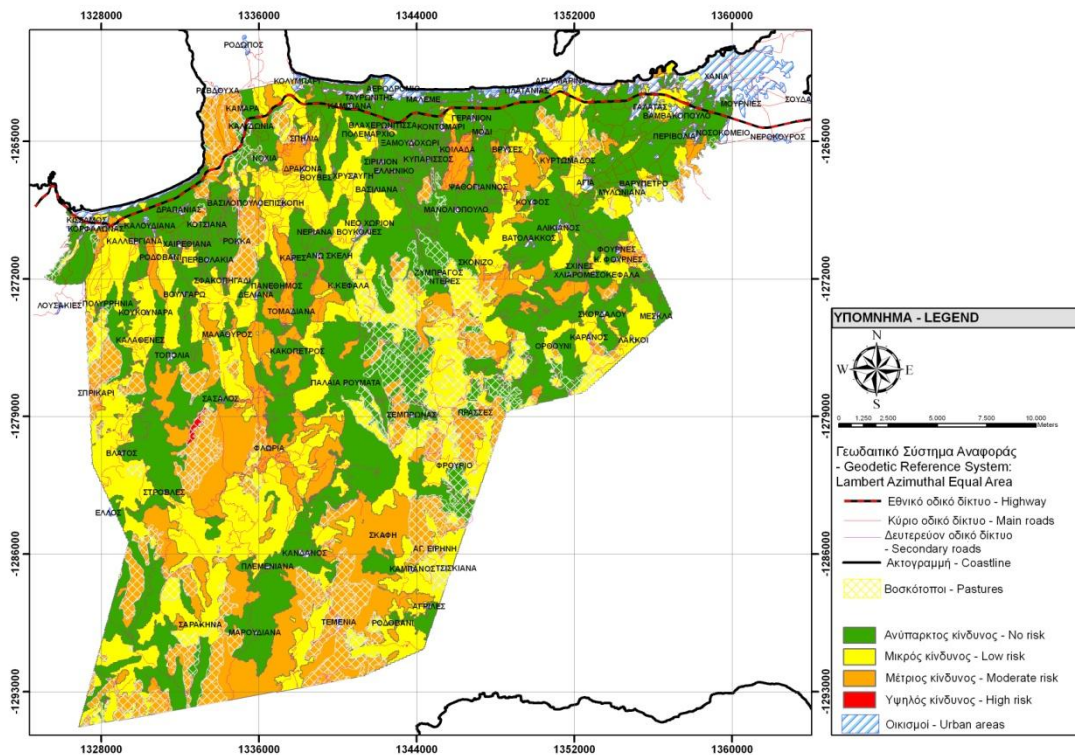
Πίνακας 52: Εκτάσεις των κλάσεων του κινδύνου διάβρωσης στις συνθήκες του 27^{ου} σεναρίου.

ΣΕΝΑΡΙΟ 27				
Κλάσεις κινδύνου διάβρωσης των εδαφών	Βοσκότοποι		Γεωργικές περιοχές	
	Έκταση (στρ.)	Έκταση(%)	Έκταση (στρ.)	Έκταση(%)
Περιοχές όπου δεν υπήρχαν επαρκή δεδομένα	69.2	0.1	7588.2	1.4
Ανύπαρκτος κίνδυνος	15900.7	11.7	229241.2	41.4
Μικρός κίνδυνος	24202.6	17.8	91723.4	16.6
Μέτριος κίνδυνος	31541.3	23.2	89951.7	16.2
Υψηλός κίνδυνος	64165.8	47.2	135444.2	24.4
Άθροισμα	135879.66	100	553948.7	100
Σύνολο έκτασης περιοχής μελέτης	689828.4			

Οι κλάσεις μετρίου και υψηλού κινδύνου διάβρωσης του εδάφους αποτελούν το 16.2% και το 24.4% των γεωργικών περιοχών της περιοχής μελέτης αντίστοιχα. Ο κίνδυνος διάβρωσης των εδαφών μειώνεται σημαντικά σε σχέση με την παρούσα κατάσταση και το σενάριο 8. Ο εκτιμώμενος κίνδυνος διάβρωσης των εδαφών παρουσιάζεται εξαιρετικά μειωμένος εξαιτίας της εγκατάλειψης των ελαιώνων κατά 20% και της μετατροπής τους σε βοσκότοπους υποκείμενους σε αιφορική βόσκηση.

Επιπρόσθετα η μείωση του κινδύνου διάβρωσης των εδαφών αποδίδεται επίσης στην εφαρμογή αειφορικής μηχανικής καλλιέργειας σε όλες τις καλλιέργειες και στον περιορισμό της επιφανειακής απορροής εξαιτίας της προστασίας των αναβαθμών. Η παραμένουσα υψηλή τιμή του κινδύνου σε ορισμένες περιοχές οφείλεται σε περιβαλλοντικές συνθήκες όπως είναι ο βαθμός κλίσης και τα σχετικά ρηχά εδάφη. Ο κίνδυνος διάβρωσης στους βοσκοτόπους μειώθηκε ουσιαστικά λόγω της θεώρησης πραγματοποίησης της βόσκησης σύμφωνα με τη βοσκοϊκανότητα της περιοχής.

Ο αντίστοιχος χάρτης κινδύνου ερημοποίησης των γαιών στο πλαίσιο του εικοστού εβδόμου σεναρίου παρουσιάζεται στη συνέχεια.



Χάρτης 12: Χάρτης κινδύνου ερημοποίησης των γαιών της ευρύτερης περιοχής του νομού Χανίων σύμφωνα με τις συνθήκες του εικοστού εβδόμου σεναρίου πρακτικών διαχείρισης των γαιών.

Πίνακας 53: Εκτάσεις των κλάσεων του κινδύνου ερημοποίησης στις συνθήκες του 27^{ου} σεναρίου.

ΣΕΝΑΡΙΟ 27				
Κλάσεις κινδύνου ερημοποίησης της γης	Βοσιότοποι		Γεωργικές περιοχές	
	Έκταση (στρ.)	Έκταση(%)	Έκταση (στρ.)	Έκταση(%)
Ανύπαρκτος κίνδυνος	25313.4	18.6	267534.1	48.3
Μικρός κίνδυνος	39340.4	28.9	179969.6	32.5
Μέτριος κίνδυνος	70747.7	52.1	106425.7	19.2
Υψηλός κίνδυνος	478.2	0.4	19.3	0
Άθροισμα	135879.7	100	553948.7	100
Σύνολο έκτασης περιοχής	689828.4			

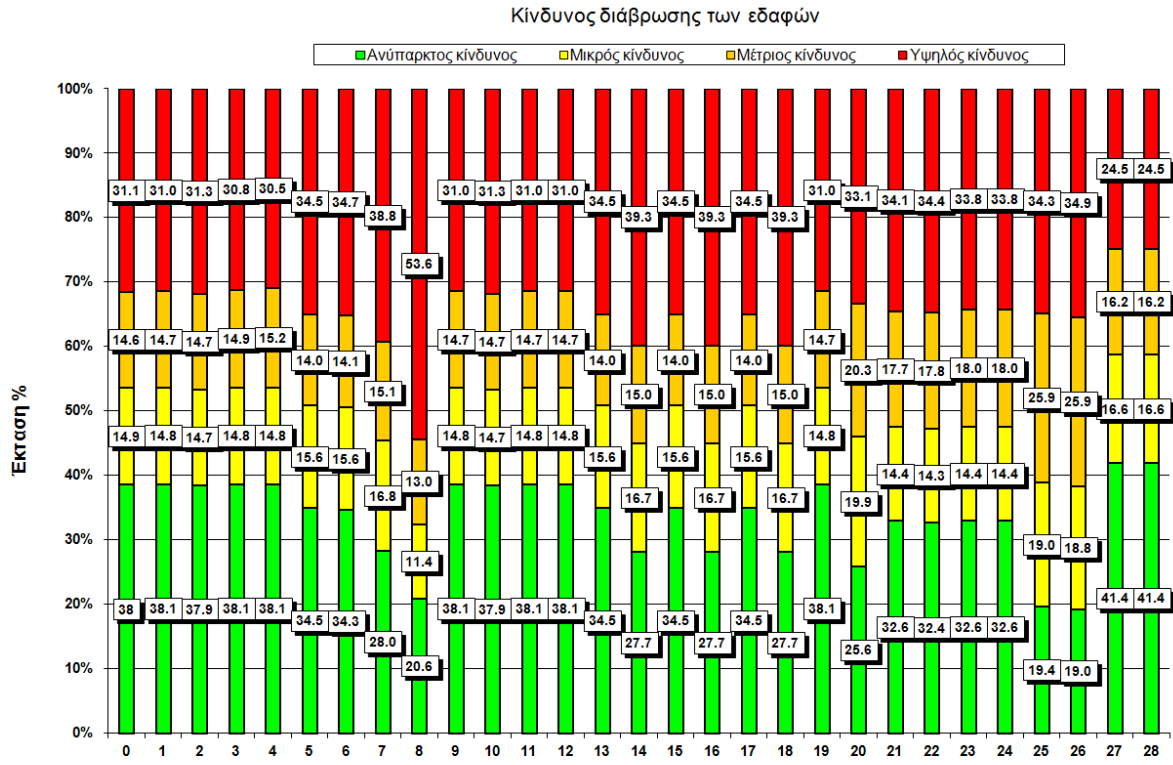
Οι κλάσεις μετρίου και υψηλού κινδύνου ερημοποίησης της γης αποτελούν το 32.5 % και το 0% των γεωργικών περιοχών της υπό μελέτη περιοχής αντίστοιχα. Ο κίνδυνος ερημοποίησης παρουσιάζεται μειωμένος σε πολύ μεγάλο βαθμό εξαιτίας της εφαρμογής αειφορικών πρακτικών διαχείρισης στη γεωργική γη. Τέτοιες πρακτικές είναι: α) η ακαλλιέργεια, β) η αύξηση της φυτοκάλυψης του εδάφους, γ) η προστασία των αναβαθμίδων και η ορθολογική χρήση των υδατικών πόρων.

4.6. Συζήτηση-Συμπεράσματα

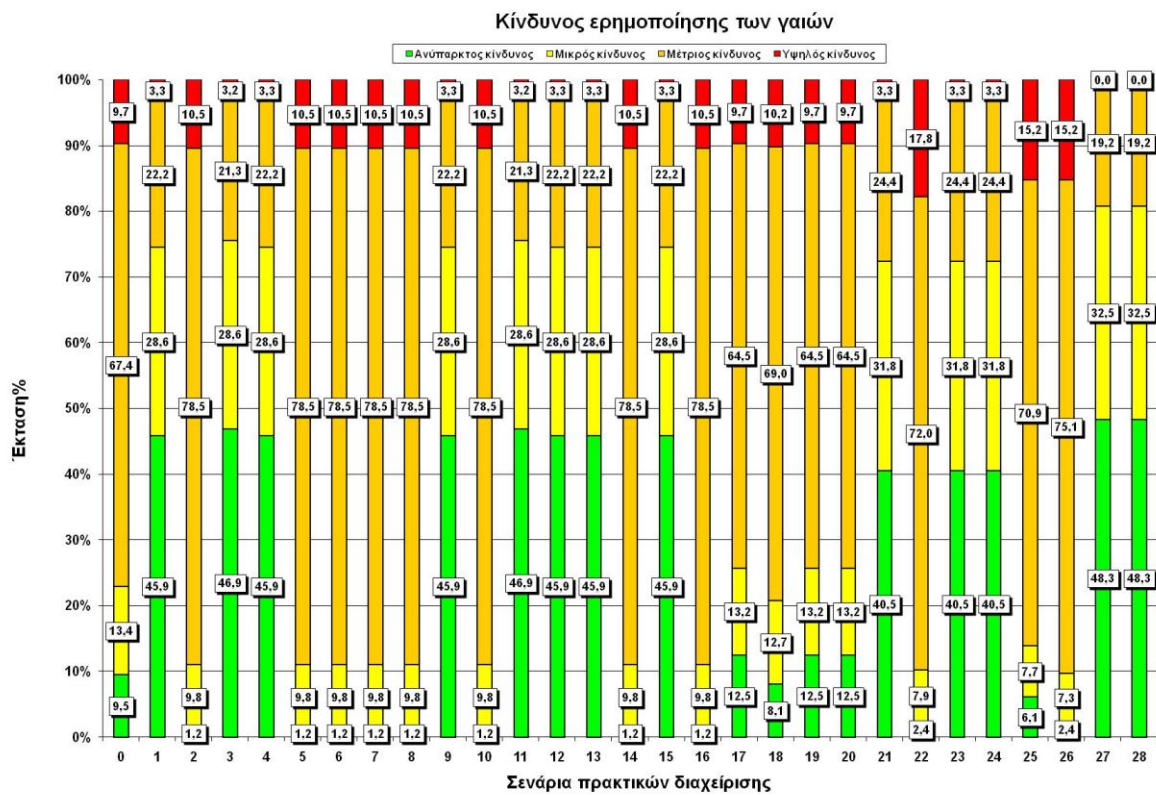
Με την ολοκλήρωση της εκτέλεσης των αλγορίθμων των μεθοδολογιών P.E.S.E.R.A. και E.S.A. κατέστη δυνατή η δημιουργία συγκριτικού πίνακα των σεναρίων διαχείρισης και πρακτικών καλλιέργειας των γαιών (Πίνακας 54). Ο συγκεκριμένος πίνακας επιτρέπει την άμεση πληροφόρηση για τις συνθήκες που επικρατούσαν στο κάθε σενάριο και την ταχεία αξιολόγηση της επίδρασής τους στους κινδύνους διάβρωσης των εδαφών και ερημοποίησης των γαιών. Αυτό επιτυγχάνεται διότι ο κίνδυνος διάβρωσης και ερημοποίησης που προοιωνίζεται από το κάθε σενάριο εκφράζεται σε ποσοστό επί της συνολικής γεωργικής έκτασης της περιοχής μελέτης.

Πίνακας 54: Συγκριτικός πίνακας επίδρασης των σεναρίων στον κίνδυνο διάβρωσης και ερημοποίησης.

Σενάρια πρακτικών διαχείρισης	Πρακτικές καλλιεργείες και διαχείρισης των γαιών					Κίνδυνος διάβρωσης και ερημοποίησης εκπεφρασμένος σε ποσοτό επί της συνολικής γεωργικής έκτασης							
	Χρήσεις γης	Καλλιέργεια ελιώνων/εμπλάσεων	Κλάδεμα ελασιών/ένδρων	Αρδευση	Διαχείριση βοσκότοπων	Ανύπαρκτος κίνδυνος διάβρωσης	Μικρός κίνδυνος διάβρωσης	Μέτριος κίνδυνος διάβρωσης	Υψηλός κίνδυνος διάβρωσης	Ανύπαρκτος κίνδυνος ερημοποίησης	Μικρός κίνδυνος ερημοποίησης	Μέτριος κίνδυνος ερημοποίησης	Υψηλός κίνδυνος ερημοποίησης
Παρούσα κατάσταση						38%	14,9%	14,6%	31,1%	9,5%	13,4%	67,4%	9,7%
Σενάριο 1	Παρούσα κατάσταση	Χημική ζζανιοκτονία	Μείωση της κόμης 30%	Σύμφωνα με τις απαιτήσεις	Παρούσα κατάσταση	38,1%	14,8%	14,7%	31%	45,9%	28,6%	22,2%	3,3%
Σενάριο 2	Παρούσα κατάσταση	Άρση	Μείωση της κόμης 30%	Σύμφωνα με τις απαιτήσεις	Παρούσα κατάσταση	37,9%	14,7%	14,7%	31,3%	1,2%	9,8%	78,5%	10,5%
Σενάριο 3	Παρούσα κατάσταση	Αειφορική μηχανική καλλιέργεια	Όχι	Σύμφωνα με τις απαιτήσεις	Παρούσα κατάσταση	38,1%	14,8%	14,9%	30,8%	46,9%	28,6%	21,3%	3,2%
Σενάριο 4	Παρούσα κατάσταση	Μηχανική καταπολέμηση	Όχι	Σύμφωνα με τις απαιτήσεις	Παρούσα κατάσταση	38,1%	14,8%	15,2%	30,5%	45,9%	28,6%	22,2%	3,3%
Σενάριο 5	Παρούσα κατάσταση	Χημική ζζανιοκτονία	Μείωση της κόμης 30%	Μείωση κατά 30%	Παρούσα κατάσταση	34,5%	15,6%	14%	34,5%	1,2%	9,8%	78,5%	10,5%
Σενάριο 6	Παρούσα κατάσταση	Άρση	Μείωση της κόμης 30%	Μείωση κατά 30%	Παρούσα κατάσταση	34,3%	15,6%	14,1%	34,7%	1,2%	9,8%	78,5%	10,5%
Σενάριο 7	Παρούσα κατάσταση	Χημική ζζανιοκτονία	Μείωση της κόμης 30%	Μείωση κατά 50%	Παρούσα κατάσταση	28%	16,8%	15%	38,8%	1,2%	9,8%	78,5%	10,5%
Σενάριο 8	Παρούσα κατάσταση	Άρση	Μείωση της κόμης 30%	Μείωση κατά 50%	Παρούσα κατάσταση	20,6%	11,4%	13%	53,6%	1,2%	9,8%	78,5%	10,5%
Σενάριο 9	Αντικατάσταση εσπεριδοειδών από αβρόκντο σε ποσοτό 30%	Χημική ζζανιοκτονία	Μείωση της κόμης 30%	Σύμφωνα με τις απαιτήσεις	Παρούσα κατάσταση	38,2%	14,8%	14,7%	31%	45,9%	28,6%	22,2%	3,3%
Σενάριο 10	Αντικατάσταση εσπεριδοειδών από αβρόκντο σε ποσοτό 30%	Άρση	Μείωση της κόμης 30%	Σύμφωνα με τις απαιτήσεις	Παρούσα κατάσταση	37,9%	14,7%	14,7%	31,3%	1,2%	9,8%	78,5%	10,5%
Σενάριο 11	Αντικατάσταση εσπεριδοειδών από αβρόκντο σε ποσοτό 30%	Αειφορική μηχανική καλλιέργεια	Όχι	Σύμφωνα με τις απαιτήσεις	Παρούσα κατάσταση	38,1%	14,8%	14,7%	31%	46,9%	28,6%	21,3%	3,2%
Σενάριο 12	Αντικατάσταση εσπεριδοειδών από αβρόκντο σε ποσοτό 30%	Άρση	Όχι	Σύμφωνα με τις απαιτήσεις	Παρούσα κατάσταση	38,1%	14,8%	14,7%	31%	45,9%	28,6%	22,2%	3,3%
Σενάριο 13	Αντικατάσταση εσπεριδοειδών από αβρόκντο σε ποσοτό 30%	Χημική ζζανιοκτονία	Μείωση της κόμης 30%	Μείωση κατά 30%	Παρούσα κατάσταση	34,5%	15,6%	14%	34,5%	45,9%	28,6%	22,2%	3,3%
Σενάριο 14	Αντικατάσταση εσπεριδοειδών από αβρόκντο σε ποσοτό 30%	Άρση	Μείωση της κόμης 30%	Μείωση κατά 30%	Παρούσα κατάσταση	27,7%	16,7%	15%	39,2%	1,2%	9,8%	78,5%	10,5%
Σενάριο 15	Αντικατάσταση εσπεριδοειδών από αβρόκντο σε ποσοτό 30%	Χημική ζζανιοκτονία	Μείωση της κόμης 30%	Μείωση κατά 50%	Παρούσα κατάσταση	34,5%	15,6%	14%	34,5%	45,9%	28,6%	22,2%	3,3%
Σενάριο 16	Αντικατάσταση εσπεριδοειδών από αβρόκντο σε ποσοτό 30%	Άρση	Μείωση της κόμης 30%	Μείωση κατά 50%	Παρούσα κατάσταση	27,7%	16,7%	15%	39,2%	1,2%	9,8%	78,5%	10,5%
Σενάριο 17	Αντικατάσταση εσπεριδοειδών από αβρόκντο σε ποσοτό 30% και από ελιώνες σε ποσοτό 30%	Χημική ζζανιοκτονία	Μείωση της κόμης 30%	Σύμφωνα με τις απαιτήσεις	Παρούσα κατάσταση	34,5%	15,6%	14%	34,5%	12,47%	13,2%	64,56%	9,76%
Σενάριο 18	Αντικατάσταση εσπεριδοειδών από αβρόκντο σε ποσοτό 30% και από ελιώνες σε ποσοτό 30%	Άρση	Μείωση της κόμης 30%	Σύμφωνα με τις απαιτήσεις	Παρούσα κατάσταση	27,7%	16,7%	15%	39,2%	8,1%	12,7%	69%	10,2%
Σενάριο 19	Αντικατάσταση εσπεριδοειδών από αβρόκντο σε ποσοτό 30% και από ελιώνες σε ποσοτό 30%	Αειφορική μηχανική καλλιέργεια	Όχι	Σύμφωνα με τις απαιτήσεις	Παρούσα κατάσταση	38,1%	14,8%	14,7%	31%	12,47%	13,21%	64,56%	9,76%
Σενάριο 20	Αντικατάσταση εσπεριδοειδών από αβρόκντο σε ποσοτό 30% και από ελιώνες σε ποσοτό 30%	Μηχανική καταπολέμηση	Όχι	Σύμφωνα με τις απαιτήσεις	Παρούσα κατάσταση	29,13%	20,43%	19,54%	29,53%	12,47%	13,21%	64,56%	9,76%
Σενάριο 21	Αντικατάσταση ελιώνων από εμπλάσεις σε ποσοτό 10%	Χημική ζζανιοκτονία	Μείωση της κόμης 30%	Σύμφωνα με τις απαιτήσεις	Παρούσα κατάσταση	32,6%	14,4%	17,7%	34,1%	40,5%	31,8%	24,4%	3,3%
Σενάριο 22	Αντικατάσταση ελιώνων από εμπλάσεις σε ποσοτό 10%	Άρση	Μείωση της κόμης 30%	Σύμφωνα με τις απαιτήσεις	Παρούσα κατάσταση	32,3%	14,3%	17,8%	34,4%	2,4%	7,8%	72%	17,8%
Σενάριο 23	Αντικατάσταση ελιώνων από εμπλάσεις σε ποσοτό 10%	Αειφορική μηχανική καλλιέργεια	Όχι	Σύμφωνα με τις απαιτήσεις	Παρούσα κατάσταση	32,6%	14,4%	18%	33,8%	40,5%	31,8%	24,4%	3,3%
Σενάριο 24	Αντικατάσταση ελιώνων από εμπλάσεις σε ποσοτό 10%	Χρήση καταστροφεία	Όχι	Σύμφωνα με τις απαιτήσεις	Παρούσα κατάσταση	32,6%	14,4%	18%	33,8%	40,5%	31,8%	24,4%	3,3%
Σενάριο 25	Εγκατάλειψη των ελιώνων και μετατροπή τους σε βοσκοτόπους που υπέκεινται σε υπερβόσκηση σε ποσοτό 20%	Χημική ζζανιοκτονία	Μείωση της κόμης 30%	Σύμφωνα με τις απαιτήσεις	Παρούσα κατάσταση	19,4%	19%	25,9%	34,3%	6,1%	7,7%	70,9%	15,2%
Σενάριο 26	Εγκατάλειψη των ελιώνων και μετατροπή τους σε βοσκοτόπους που υπέκεινται σε υπερβόσκηση σε ποσοτό 20%	Μηχανική καταπολέμηση	Μείωση της κόμης 30%	Σύμφωνα με τις απαιτήσεις	Παρούσα κατάσταση	19%	18,7%	25,9%	34,9%	2,4%	7,3%	75,1%	15,2%
Σενάριο 27	Εγκατάλειψη των ελιώνων και μετατροπή τους σε βοσκοτόπους που υπέκεινται σε αειφορική βόσκηση σε ποσοτό 20%	Αειφορική μηχανική καλλιέργεια με προστασία των αναβόθμων	Όχι	Σύμφωνα με τις απαιτήσεις	Παρούσα κατάσταση	41,4%	16,6%	16,2%	24,4%	48,3%	32,5%	19,2%	0%
Σενάριο 28	Εγκατάλειψη των ελιώνων και μετατροπή τους σε βοσκοτόπους που υπέκεινται σε αειφορική βόσκηση σε ποσοτό 20%	Χρήση καταστροφεία	Όχι	Σύμφωνα με τις απαιτήσεις	Παρούσα κατάσταση	41,4%	16,6%	16,2%	24,4%	48,3%	32,5%	19,2%	0%



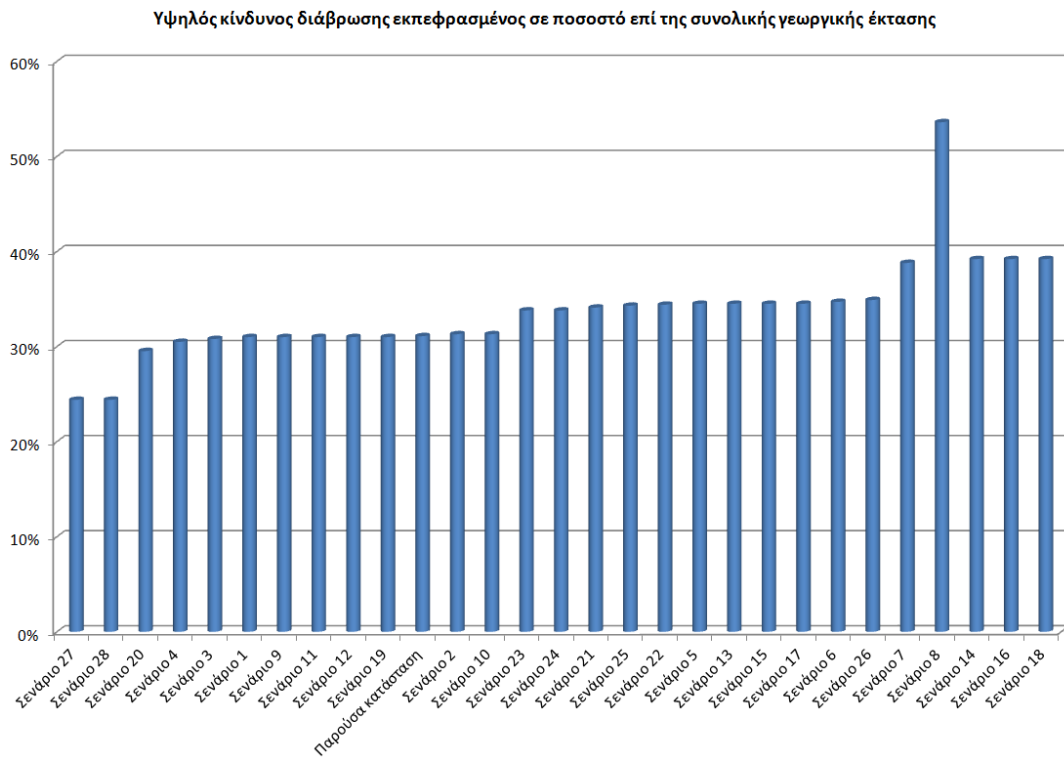
Σενάρια πρακτικών διαχείρισης
 Διάγραμμα 32: Αποτύπωση των κλάσεων του κινδύνου διάβρωσης των εδαφών ανά σενάριο καλλιεργητικών πρακτικών



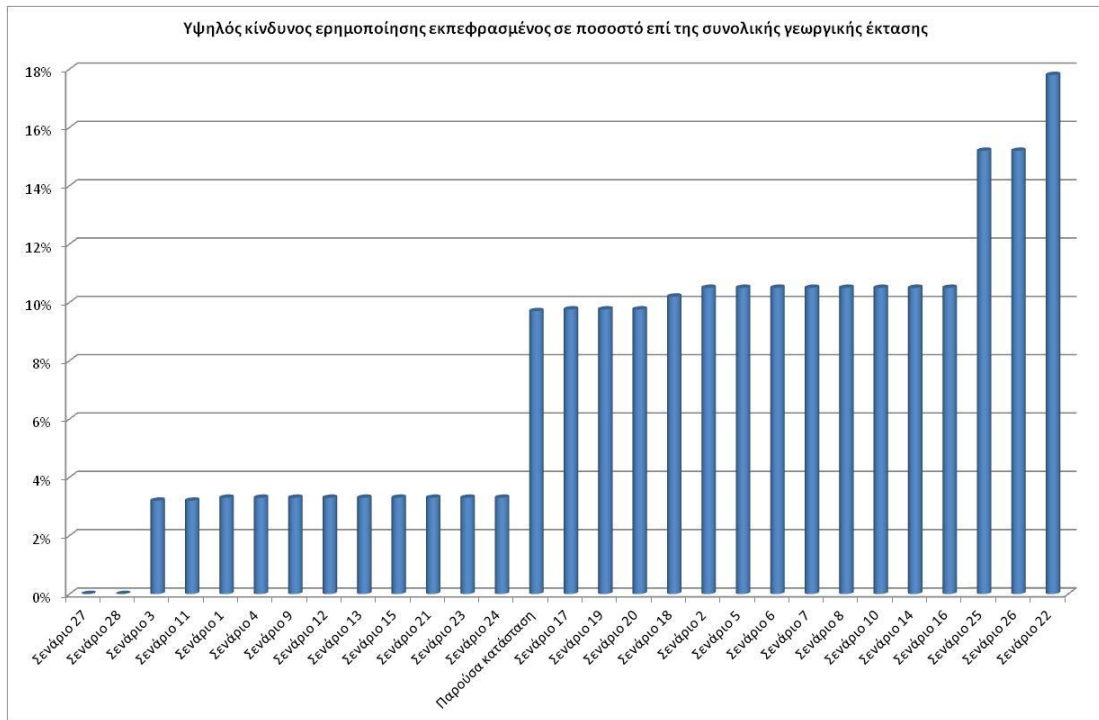
Σενάρια πρακτικών διαχείρισης
 Διάγραμμα 33: Αποτύπωση των κλάσεων του κινδύνου ερημοποίησης των γαιών ανά σενάριο καλλιεργητικών πρακτικών.

Τα διαγράμματα 32 και 33 αποτελούν την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της εφαρμογής των μεθοδολογιών P.E.S.E.R.A. και E.S.A. στις διαφορετικές συνθήκες των καλλιεργητικών πρακτικών και των διαχειρίσεων των σεναρίων. Τα συγκεκριμένα διαγράμματα είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για την αποτύπωση των λεπτομερειών της επίδρασης των σεναρίων στους κινδύνους διάβρωσης και ερημοποίησης αφού παρέχουν επιπρόσθετη οπτικοποιημένη πληροφορία και για τις ενδιάμεσες κατηγορίες κινδύνων (μικρός και μέτριος κίνδυνος). Το γεγονός αυτό παρέχει τη δυνατότητα λεπτομερέστερης συγκριτικής αξιολόγησης των σεναρίων αφού δεν εξετάζονται μόνο οι ακραίες κλάσεις των κινδύνων.

Στο πλαίσιο όμως της παρούσας ενότητας και για την οικονομία της συζήτησης θα χρησιμοποιηθούν τα επόμενα δύο διαγράμματα (Διάγραμμα 34 και 35) που ταξινομούν τα διαφορετικά σενάρια που περιγράφηκαν στην ενότητα 4.2. ως προς τις κλάσεις υψηλού κινδύνου διάβρωσης των εδαφών και υψηλού κινδύνου ερημοποίησης των γαιών επιπεφρασμένων σε ποσοστά επί της συνολικής γεωργικής έκτασης της περιοχής μελέτης του νομού Χανίων.



Διάγραμμα 34: Η κλάση του υψηλού κινδύνου διάβρωσης των εδαφών ανά σενάριο καλλιεργητικών πρακτικών.



Διάγραμμα 35: Η κλάση του υψηλού κινδύνου ερημοποίησης των γαιών ανά σενάριο καλλιεργητικών πρακτικών.

Από τα προηγούμενα δύο διαγράμματα παρατηρείται ότι τα σενάρια με αριθμούς 7, 8, 14, 16 και 18 ενέχουν τον υψηλότερο κίνδυνο διάβρωσης για τα εδάφη της περιοχής μελέτης ενώ τα σενάρια 27 και 28 παρουσιάζουν τις μικρότερες τιμές υψηλού κινδύνου διάβρωσης μειώνοντάς τον μάλιστα κατά 10% περίπου σε σχέση με την παρούσα κατάσταση (Διάγραμμα 34). Επιπλέον τα σενάρια 27 και 28 συνιστούν τις καλύτερες πρακτικές για την προστασία του περιβάλλοντος στην περιοχή μελέτης αφού με την εφαρμογή τους όχι μόνο περιορίζεται η κλάση του υψηλού κινδύνου διάβρωσης των εδαφών αλλά παράλληλα ελαχιστοποιείται και ο υψηλός κίνδυνος ερημοποίησης των γαιών (Διάγραμμα 35). Τα σενάρια 22, 25 και 26 προκάλεσαν τον υψηλότερο κίνδυνο ερημοποίησης των γαιών που επηρέασε, κατά περίπτωση, περίπου το 15-18% της συνολικής γεωργικής έκτασης της περιοχής μελέτης.

Ο υψηλός κίνδυνος διάβρωσης των σεναρίων 7 και 8 αποδίδεται κυρίως στο βαθμό κλίσης, στα σχετικά ρηχά εδάφη και στην μείωση της φυτοκάλυψης εξαιτίας του περιορισμού της ανάπτυξης της υποκείμενης των ελαιοδένδρων οξαλίθρας και του αυστηρού κλαδεύματος των ελαιοδένδρων. Στα σενάρια 14, 16 και 18 η αντικατάσταση των εσπεριδοειδών από αβοκάντο δεν επηρεάζει τη διάβρωση του εδάφους εφόσον αυτές οι καλλιέργειες εντοπίζονται κυρίως στις χαμηλότερες υψομετρικά και επίπεδες περιοχές. Ο υψηλός κίνδυνος διάβρωσης σε αυτά τα σενάρια αποδίδεται κυρίως στο βαθμό κλίσης και

στα σχετικώς ρηχά εδάφη. Ο υψηλός κίνδυνος διάβρωσης των εδαφών μειώνεται σημαντικά στις συνθήκες των σεναρίων 27 και 28. Ο εκτιμώμενος υψηλός κίνδυνος διάβρωσης των εδαφών παρουσιάζεται εξαιρετικά μειωμένος εξαιτίας της εγκατάλειψης των ελαιώνων κατά 20% και της μετατροπής τους σε βοσκότοπους υποκείμενους σε αειφορική βόσκηση. Ειδικά για το σενάριο 27 η περαιτέρω μείωση του υψηλού κινδύνου διάβρωσης των εδαφών αποδίδεται επίσης στην εφαρμογή αειφορικής μηχανικής καλλιέργειας σε όλες τις καλλιέργειες και στον περιορισμό της επιφανειακής απορροής εξαιτίας της προστασίας των αναβαθμών. Ο υψηλός κίνδυνος ερημοποίησης των σεναρίων 27 και 28 παρουσιάζεται μειωμένος σε πολύ μεγάλο βαθμό εξαιτίας της υιοθέτησης αειφορικών πρακτικών διαχείρισης της γεωργικής γης. Τέτοιες πρακτικές είναι: α) η ακαλλιέργεια, β) η αύξηση της φυτοκάλυψης του εδάφους, γ) η προστασία των αναβαθμίδων και η ορθολογική χρήση των υδατικών πόρων. Ο υψηλός κίνδυνος ερημοποίησης παρουσιάζεται ιδιαίτερα αυξημένος με την εφαρμογή των σεναρίων 22, 25 και 26 και η αύξηση αυτή οφείλεται κυρίως στην εφαρμοζόμενη άροση, χημική ζιζανιοκτονία και μηχανική καταπολέμηση των ζιζανίων στους ελαιώνες κατά περίπτωση σεναρίου αντίστοιχα. Ειδικά για τα σενάρια 25 και 26 ο υψηλός κίνδυνος ερημοποίησης οφείλεται επίσης στην εγκατάλειψη των ελαιώνων και τη μετατροπή τους σε βοσκότοπους που σύμφωνα με τις συνθήκες των σεναρίων υπερβόσκονται συστηματικά.

Στο πλαίσιο του παρόντος κεφαλαίου αναπτύχθηκε και παρουσιάστηκε μια ειδική μεθοδολογία αξιολόγησης των καλλιεργητικών πρακτικών και των μεταχειρίσεων της γης ως προς τον κίνδυνο διάβρωσης των εδαφών και ερημοποίησης των γαιών της περιοχής που εφαρμόζονται. Διαπιστώθηκε ότι με τη χρήση αξιόπιστων επιστημονικών μοντέλων προσομοίωσης της επιφανειακής υδατικής διάβρωσης (P.E.S.E.R.A.) και εκτίμησης του κινδύνου ερημοποίησης (E.S.A.) είναι εφικτή η εξακρίβωση της επίδρασης των παραδοσιακών ή καινοτόμων πρακτικών στην αειφορία των φυσικών πόρων. Το σημαντικό πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ακριβώς το ότι μπορεί να εφαρμοστεί σε εκτεταμένες περιοχές που έχουν χαρτογραφηθεί και μελετηθεί με ακρίβεια και να δράσει ως πολύτιμο «εργαλείο» για τους έχοντες την ευθύνη λήψης πολιτικών αποφάσεων που αφορούν τη γεωργία και το περιβάλλον. Επίσης με την κατάλληλη πειραματική επιβεβαίωση είναι δυνατόν να ανατρέψει λανθασμένες αντιλήψεις για την καλλιέργεια των γαιών και την προστασία του περιβάλλοντος αποτρέποντας περαιτέρω υποβαθμίσεις.

4.7. Βιβλιογραφία τετάρτου κεφαλαίου

- Beven K. and Robert E., 2004. Horton's perceptual model of infiltration processes. *Hydrological Processes* 18, 3447–60.
- Boulet G., Chehbouni A., Braud I., Vauclin M., Haverkamp R. and Zimmit C., 2000. A simple water and energy balance model designed for regionalization and remote sensing data utilization. *Agric. Forest Meteorol*, 105 (2000), pp. 117–132.
- Bryan R.B. and Campbell I.A., 1986. Runoff and sediment discharge in a semi-arid drainage basin. *Zeit fuer Geomorph.*, 58:121-143.
- Clark S.C., 1996. Mediterranean ecology and an ecological synthesis of the field sites. In: J. Brandt and J. Thornes (eds), *Mediterranean desertification and land use*, J. Willey & Sons, 271-299 pp.
- CORINE Land Cover Project, 2000. Available at: <http://image2000.jrc.it/> [last accessed 02/11/2007].
- Deliverable W.P.1.1., 2007. Water Shortage Indicators Description. Agricultural University of Athens, Laboratory of Soils and Agricultural Chemistry - National Agricultural Research Foundation –NAGREF , Institute of Olive Trees and Subtropical Plants - Organization for the Development of Western Crete p.6. Project IMAGE - Sustainable Use of Water Resources and Rural Development in Drought Affected Areas, 2008. Source: EU Community Initiative Programme INTERREG III B ARCHIMED, project number A. 1.068.
- Deliverable W.P.1.2., 2007. Land Cover Changes Maps (1:100.000) Land System Maps. Agricultural University of Athens, Laboratory of Soils and Agricultural Chemistry. Project IMAGE - Sustainable Use of Water Resources and Rural Development in Drought Affected Areas, 2008. Source: EU Community Initiative Programme INTERREG III B ARCHIMED, project number A. 1.068.
- Deliverable W.P.3.1., 2007. Analysis of irrigation water management options. Agricultural University of Athens, Laboratory of Soils and Agricultural Chemistry - National Agricultural Research Foundation –NAGREF , Institute of Olive Trees and Subtropical Plants - Organization for the Development of Western Crete p.6. Project IMAGE - Sustainable Use of Water Resources and Rural Development in Drought Affected Areas, 2008. Source: EU Community Initiative Programme INTERREG III B ARCHIMED, project number A. 1.068.
- Deliverable W.P.3.3., 2007. Analysis of water demand and availability scenarios. Agricultural University of Athens, Laboratory of Soils and Agricultural Chemistry - Organization for the Development of Western Crete p.6. Project IMAGE -

- Sustainable Use of Water Resources and Rural Development in Drought Affected Areas, 2008. Source: EU Community Initiative Programme INTERREG III B ARCHIMED, project number A. 1.068.
- Eagleson, P.S., 1978a. Climate, soil, and vegetation. 1. Introduction to water balance dynamics. *Water Resour. Res.* 14 (5), 705–712.
- Eagleson, P.S., 1978b. Climate, soil, and vegetation. 2. The distribution of annual precipitation derived from observed storm sequences. *Water Resour. Res.* 14 (5), 713–721.
- Eagleson, P.S., 1978c. Climate, soil, and vegetation. 3. A simplified model of soil moisture movement in the liquid phase. *Water Resour. Res.* 14 (5), 722–730.
- Eagleson, P.S., 1978d. Climate, soil, and vegetation. 4. The expected value of annual evapotranspiration. *Water Resour. Res.* 14 (5), 731–739.
- Eagleson, P.S., 1978e. Climate, soil, and vegetation. 5. A derived distribution of storm surface runoff. *WaterResour. Res.* 14 (5), 741–748.
- Eagleson, P.S., 1978f. Climate, soil, and vegetation. 6. Dynamics of the annual water balance. *WaterResour. Res.* 14 (5), 749–764.
- F.A.O.- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009. Eto calculator. Available online: <http://www.fao.org/nr/water/eto.html>.
- Fleskens L., Irvine B., Kirkby M.K., Nainggolan D., Reed M.S., Termansen M., 2009. A model that integrates the main bio-physical and socio-economic processes interacting within an agro-ecosystem. Desire report series. W.P.5.1. Coarse scale model development. University of Leeds, United Kingdom, August 2009.pp 66.
- Finkner S.C., Nearing M.A., Foster G.R. and Gilley J.E., 1989. 'A Simplified Equation for Modeling Sediment Transport Capacity', *Trans. ASCE*, No. 94.
- IMAGE-Sustainable Use of Water Resources and Rural Development in Drought Affected Areas (2003-2008). Source: EU Community Initiative Programme INTERREG III B ARCHIMED, project number A. 1.068.
- Irvine B. and Kosmas C., 2007. PESERA User's Manual. PESERA Technical Report Deliverable 15, contract QLK5-CT- 1999-01323. Revised for the ENVASSO Project (Contract 022713) by R.J.A. Jones. European Commission FP5 &6 research projects,133pp.
- Kirkby M., 1999. Regionaldesertificationindicators (RDIs). In: *TheMedalusProject, Mediterranean desertification and land-use manual on key Indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification*, eds C Kosmas M Kirkby & N Geeson, European Commission EUR 18882

Luxembourg pp 48–65.

- Kirkby M.J., Le Bissonais Y., Coulthard T.J., Daroussin J. & McMahon M.D., 2000. The development of Land Quality Indicators for Soil Degradation by Water Erosion. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 81, 125–136.
- Kirkby M.J., Jones R.J.A., Irvine B., Gobin A., Govers G., Cerdan O., Van Rompaey A.J.J., Le Bissonais Y., Daroussin J., King D., Montanarella L., Grimm M., Vieillefont V., Puigdefabregas J., Boer M., Kosmas C., Yassoglou N., Tsara M., Mantel S., Van Lynden G.J. and Huting J., 2004. Pan-European Soil Erosion Risk Assessment: The PESERA Map, Version 1 October 2003. Explanation of Special Publication Ispra 2004, No.73 (S.P.I.04.73). European Soil Bureau Research Report No.16, EUR 21176, 18 pp. and 1 map in ISO B1 format. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Kosmas C., Danalatos N., Cammeraat L.H., Chabart M., Diamantopoulos J., Farand R., Gutierrez L., Jacob A., Marques H., Martinez-Fernandez J., Mizara A., Moustakas N., Nicolau J.M., Oliveros C., Pinna G., Puddu R., Puigdefabregas J., Roxo M., Simao A., Stamou G., Tomasi N., Usai D. and Vacca, A. 1997. The effect of land use on runoff and soil erosion rates under Mediterranean conditions. *Catena*, 29:45-59.
- Kosmas C., Kirkby M. and Geeson N. 1999. Manual on: Key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification. European Commission, Energy, Environment and Sustainable Development, EUR 18882, 87 p.
- Margaris N., Koutsidou E., Giourga Ch., Loumou A., Theodorakis M., and Hatzitheodoridis P. 1995. Managing desertification. In: : MEDALUS II Project 3, Managing desertification. EV5V-CT92-0165, pp. 83-110.
- Mitchell D.J., 1990. The use of vegetation and land use parameters in modelling catchment sediment yields. In: J.B. Thornes (editor), *Vegetation and Erosion, Processes and Environments*. J. Wiley & Sons, Chichester, pp. 289-314.
- Musgrave, G.W., 1947. Quantitative evaluation of factors in water erosion - a first approximation. *J. Soil and Water Conservation*, 2, 133-38.
- Trabaud L., 1981. Man and fire: impacts on Mediterranean vegetation, in F. di Castri, D. W. Goodal and R.L. Specht (eds). *Mediterranean-type shrublands, Ecosystems of the world*, 11, Elsevier, Amsterdam, 523-537.
- Tsara M., Kosmas C., Kirkby M.J., Kosma D. and Yassoglou N., 2005. An evaluation of the P.E.S.E.R.A. soil erosion model and its application to a case study in Zakynthos, Greece. *Soil Use and Management*, 21: 377–385. doi: 10.1079/SUM2005322.

- OLIVERO-The Future of Olive Plantation Systems on Sloping and Mountainous Land (2003-2006). Scenarios for Production and Natural Resources Conservation, contract number: EU QLK5-CT2002-01841.
- University of Kentucky. College of Agriculture. Horticulture Department. HotFact-31-02.pdf. Available at <http://www.uky.edu/Ag/NewCrops/>.
- U.S.D.A. Soil Conservation Service. Soil Survey Staff, 1975. Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. U.S. Dept. of Agric. Handb. 436. U.S. Govt. Print. Off. Washington, DC. 754 pp., illus.
- U.S.D.A. Soil Survey Division Staff, 1993. Soil survey manual. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18.
- Yassoglou, N. Nychas, A. and Kosmas, C. 1982. Parametric designation of mapping units for soil surveys and land evaluation in Greece based on "Soil Taxonomy": American Society of Agronomy, 74th Annual Meeting, California.
- Zuazo V.c.H.D., Pleguezuelo C.R.o.R., 2009. Soil-Erosion and Runoff Prevention by Plant Covers: A Review. In: E. Lichtfouse, M. Navarrete, P.Debacke, S. Véronique, C. Alberola (Eds.), Springer, Netherlands, 2009, pp. 785–811.
- Κουτσογιάννης Δ. Δικτυακός τόπος «Ιτιά», ερευνητική ομάδα με κύριο πεδίο μελέτης την υδρολογία, τη διαχείριση υδροσυστημάτων, την υδροπληροφορική και την υδροκλιματική στοχαστική. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: <http://itia.ntua.gr/dk-el/hydroglossica/orologia/>.
- Μυλωνάς Π., 2011. Ελαιόλαδο: Προώθηση ποιότητας μέσω συγκέντρωσης και τυποποίησης. Εθνική Τράπεζα της Ελλάδος. Κλαδικές μελέτες, σελ.39.

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

Mamora Schoul-Morocco	1,5	4,0	1,5	2,0	2,0	1,8	1,0	1,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,8	2,0	1,6	4,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,6	1,0	
Mamora Schoul-Morocco	1,5	4,0	1,5	2,0	2,0	1,8	1,0	1,8	1,0	1,0	1,6	1,0	1,4	2,0	1,8	4,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,6	1,0	
Santiago Island-Cape Verde	1,8	5,0	1,5	2,0	2,0	1,4	1,8	1,8	1,2	1,3	1,4	1,0	1,8	1,8	1,6	2,0	1,3	1,3	1,8	1,7	1,7	1,0	2,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	1,8	5,0	1,5	2,0	2,0	1,4	1,8	1,8	1,2	1,3	1,6	1,0	1,9	4,0	1,6	4,0	1,5	1,6	1,8	1,7	1,7	1,0	2,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	1,8	5,0	1,5	2,0	2,0	1,4	1,8	1,8	1,8	1,3	1,4	1,0	1,9	4,0	1,6	4,0	1,5	1,6	1,8	1,7	1,7	1,0	2,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	1,8	5,0	1,5	2,0	2,0	1,0	1,5	1,8	1,8	1,4	1,0	1,0	1,9	4,0	1,6	4,0	1,8	1,3	2,0	1,7	1,7	1,0	2,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	1,8	5,0	1,5	2,0	2,0	1,0	1,5	1,8	1,8	1,4	1,0	2,0	1,8	2,0	1,8	4,0	1,8	2,0	2,0	1,7	1,7	1,0	1,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	1,8	5,0	1,5	2,0	2,0	1,0	1,5	1,8	1,8	1,4	1,0	2,0	1,8	2,0	1,6	2,0	1,3	2,0	2,0	1,7	1,7	1,0	1,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	1,8	5,0	1,5	2,0	2,0	1,0	1,5	1,8	1,8	1,4	1,0	2,0	1,9	2,0	1,6	2,0	1,5	2,0	2,0	1,7	1,7	1,0	2,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	1,8	3,0	1,5	2,0	2,0	1,4	1,5	1,8	1,8	1,4	1,0	1,5	1,9	4,0	1,6	4,0	1,8	1,6	2,0	1,7	1,7	1,0	1,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	1,5	3,0	1,5	2,0	2,0	1,0	1,5	1,8	1,8	1,4	1,6	1,5	1,8	4,0	1,2	2,0	1,8	1,3	4,0	1,5	1,7	2,0	1,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	1,5	3,0	1,5	2,0	2,0	1,0	1,5	1,8	1,8	1,3	1,0	2,0	1,9	2,0	1,6	2,0	1,5	1,6	2,0	1,7	2,0	1,0	1,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	1,8	3,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,8	1,2	1,3	2,0	2,0	1,8	4,0	1,8	4,0	1,5	2,0	2,0	1,7	1,0	1,0	1,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	1,8	3,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,8	1,2	1,3	2,0	1,0	1,9	4,0	1,6	2,0	1,3	2,0	2,0	1,7	1,0	1,0	2,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	2,0	5,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,8	1,2	1,3	2,0	1,0	1,9	2,0	1,8	4,0	1,3	1,6	2,0	1,7	1,0	1,0	2,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	1,8	5,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,8	1,2	1,3	2,0	1,0	1,8	4,0	1,8	4,0	1,3	2,0	2,0	1,7	1,0	1,0	2,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	1,5	4,0	1,5	2,0	2,0	1,4	1,5	1,8	1,2	1,3	1,6	1,0	1,2	4,0	1,6	2,0	1,0	2,0	2,0	1,7	1,0	1,0	2,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	1,8	5,0	1,5	2,0	2,0	1,4	1,5	1,8	1,8	1,4	1,6	1,0	1,9	2,0	1,6	4,0	1,5	1,6	1,8	1,7	1,7	1,0	2,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	1,5	3,0	1,5	2,0	2,0	1,4	1,5	1,8	1,8	1,4	1,6	1,0	1,8	2,0	1,3	2,0	1,5	1,6	2,0	1,7	1,7	1,0	2,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	2,0	5,0	1,5	2,0	2,0	1,4	1,5	1,8	1,8	1,4	1,6	1,0	1,8	2,0	1,3	2,0	1,3	1,6	2,0	1,7	2,0	1,0	2,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	1,8	3,0	1,5	2,0	2,0	1,4	1,5	1,8	1,8	1,4	1,6	1,0	1,9	2,0	1,3	2,0	1,5	2,0	1,8	1,7	2,0	1,0	2,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	1,5	2,0	1,5	2,0	2,0	1,4	1,5	1,8	1,8	1,4	1,8	1,0	1,9	4,0	1,3	2,0	1,5	1,6	2,0	1,7	2,0	1,0	2,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	1,5	2,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,8	1,8	1,4	1,8	1,0	1,8	2,0	1,3	2,0	1,5	1,6	2,0	1,8	1,7	1,0	2,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	2,0	5,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,8	1,2	1,3	2,0	1,0	1,9	2,0	1,2	2,0	1,0	1,6	2,0	1,3	1,3	1,0	2,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	1,5	2,0	1,5	2,0	4,0	2,0	1,5	1,9	1,0	1,4	1,6	1,0	1,9	4,0	1,3	2,0	1,0	1,6	2,0	1,3	1,3	1,0	2,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	1,5	2,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,8	1,2	1,4	1,6	1,0	1,9	2,0	1,3	2,0	1,3	1,3	2,0	1,3	1,3	1,0	2,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	2,0	5,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,8	1,2	1,3	2,0	1,0	2,0	4,0	1,6	2,0	1,8	2,0	2,0	1,3	1,7	1,0	2,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	1,8	5,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,8	1,2	1,3	2,0	2,0	1,9	4,0	1,8	4,0	1,5	1,6	2,0	1,3	1,0	1,0	2,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	2,0	5,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,8	1,8	1,2	1,3	2,0	2,0	1,9	2,0	1,8	2,0	1,5	2,0	1,8	1,3	1,0	1,0	2,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	1,8	5,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,8	1,8	1,2	1,3	2,0	1,0	1,7	2,0	1,6	2,0	1,3	1,6	2,0	1,3	1,3	1,0	1,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	1,5	2,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,8	1,2	1,3	2,0	1,0	1,8	2,0	1,4	2,0	1,0	1,6	1,8	1,3	1,3	1,0	1,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	1,8	3,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,8	1,2	1,3	2,0	2,0	2,0	2,0	1,2	2,0	1,3	1,6	2,0	1,7	1,3	1,0	1,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	2,0	5,0	1,5	2,0	4,0	2,0	1,5	1,9	1,0	1,4	1,6	2,0	2,0	4,0	1,8	2,0	1,8	2,0	1,8	1,3	1,0	1,0	1,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	1,2	1,0	1,5	2,0	4,0	2,0	1,5	1,9	1,0	1,0	2,0	1,0	1,2	1,8	1,8	1,8	1,0	2,0	1,8	1,3	1,0	1,0	1,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	1,5	2,0	1,5	2,0	4,0	2,0	1,5	1,9	1,0	1,4	1,0	2,0	1,6	1,8	1,2	2,0	1,0	1,6	1,8	1,3	1,0	1,0	1,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	2,0	5,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,8	1,2	1,3	2,0	1,0	1,9	2,0	1,6	4,0	1,5	1,6	2,0	1,7	1,7	1,0	2,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	2,0	5,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,8	1,2	1,3	2,0	1,0	2,0	2,0	1,6	4,0	1,5	1,6	2,0	1,7	1,7	1,0	2,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	2,0	5,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,8	1,2	1,3	2,0	1,0	1,9	4,0	1,6	4,0	1,8	1,6	2,0	1,7	1,7	1,0	2,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	2,0	5,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,8	1,2	1,3	2,0	1,0	1,9	4,0	1,6	4,0	2,0	2,0	2,0	1,7	1,0	1,0	2,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	1,2	1,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,8	1,2	1,3	2,0	1,0	1,2	2,0	1,6	2,0	1,0	2,0	2,0	1,7	1,0	1,0	2,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	1,8	3,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,8	1,8	1,2	1,3	2,0	2,0	1,9	4,0	1,6	4,0	1,5	1,6	1,8	1,3	1,0	1,0	2,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	1,8	5,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,8	1,8	1,2	1,3	2,0	2,0	2,0	4,0	1,8	4,0	1,5	1,6	1,5	1,3	1,0	1,0	2,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	1,8	3,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,8	1,8	1,2	1,3	2,0	1,0	2,0	2,0	1,6	2,0	1,0	1,6	2,0	1,3	1,0	1,0	2,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	1,5	2,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,8	1,8	1,2	1,3	2,0	1,0	1,9	2,0	1,6	2,0	1,0	1,6	1,3	1,3	1,0	1,0	2,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	1,5	5,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,8	1,2	1,4	1,0	1,0	1,4	1,8	1,6	2,0	1,0	1,6	2,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	1,8	3,0	1,5	2,0	2,0	1,0	1,5	1,8	1,2	1,3	1,0	2,0	1,9	2,0	1,6	4,0	1,3	1,6	1,8	1,7	1,3	1,0	1,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	1,2	1,0	1,5	2,0	2,0	1,0	1,5	1,8	1,8	1,3	1,8	1,0	2,0	2,0	1,3	2,0	1,0	1,6	1,8	1,7	1,7	1,0	2,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	1,5	4,0	1,5	2,0	2,0	1,0	1,8	1,8	1,8	1,4	1,0	2,0	2,0	2,0	1,6	4,0	1,0	1,6	2,0	1,7	2,0	1,0	2,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	1,8	5,0	1,5	2,0	2,0	1,0	1,8	1,8	1,8	1,3	2,0	1,0	2,0	2,0	1,2	2,0	1,0	1,6	2,0	1,7	1,3	1,0	2,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	1,0	1,0	1,5	2,0	2,0	1,4	1,8	1,8	1,8	1,3	2,0	1,0	1,4	1,8	1,2	2,0	1,0	1,6	2,0	1,7	1,3	1,0	2,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	2,0	5,0	1,5	2,0	2,0	1,0	1,8	1,8	1,8	1,4	1,0	2,0	2,0	1,8	4,0	1,5	1,6	1,8	1,7	1,7	1,0	2,0	1,2	
Santiago Island-Cape Verde	1,0	1,0	1,5	2,0	4,0	2,0	1,5	1,9	1,0	1,4	2,0	1,0	1,2	1,0	1,8	1,0	1,0	1,3	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	1,0	1,0	1,5	2,0	4,0	2,0	1,5	1,9	1,0	1,4	2,0	1,0	1,2	1,0	1,8	1,0	1,0	1,3	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	1,0	1,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,8	1,2	1,4	2,0	1,0	1,2	1,0	1,8	1,0	1,0	1,3	1,0	1,3	1,0	1,0	1,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	1,2	1,0	1,5	2,0	2,0	1,4	1,8	1,8	1,8	1,4	2,0	1,0	1,9	2,0	1,2	2,0	1,5	1,6	2,0	1,7	1,7	1,0	2,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	1,8	3,0	1,5	2,0	2,0	1,4	1,8	1,8	1,8	1,4	2,0	1,0	1,9	2,0	1,2	2,0	1,5	1,6	2,0	1,7	1,7	1,0	2,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	1,2	1,0	1,5	2,0	2,0	1,4	1,8	1,8	1,8	1,3	1,6	1,0	1,4	4,0	1,6	4,0	1,0	1,6	1,8	1,7	1,3	1,0	2,0	1,2
Santiago Island-Cape Verde	1,0	1,0	1,5	2,0	4,0	2,0	1,5	1,9	1,0	1,4	2,0	1,0	1,2	1,0	1,8	1,0	1,0	1,3	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	1,0	1,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,8	1,2	1,4	2,0	1,0	1,2	1,0	1,8	1,0	1,0	1,3	1,0	1,3	1,0	1,0	1,0	1,4
Santiago Island-Cape Verde	1,2	1,0	1,5	2,0	2,0	1,4	1,5	1,8	1,2	1,3	2,0													

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

Guadaleñ Basin Murcia-Spain	1,8	2,0	1,5	2,0	2,0	1,8	1,8	1,2	1,0	1,3	2,0	2,0	1,2	1,8	1,3	2,0	1,0	1,6	1,8	1,7	1,3	1,0	1,0	1,3	1,8
Guadaleñ Basin Murcia-Spain	1,8	3,0	1,5	2,0	2,0	1,8	1,8	1,2	1,0	1,3	2,0	1,0	1,2	1,8	1,3	2,0	1,0	1,6	1,8	1,7	1,3	1,0	1,0	1,3	1,8
Guadaleñ Basin Murcia-Spain	1,8	2,0	1,5	2,0	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	1,3	2,0	1,0	1,2	1,8	1,3	2,0	1,0	1,6	1,8	1,7	1,3	1,0	1,0	1,3	1,8
Cointzio catchment-Mexico	1,2	2,0	1,5	2,0	1,0	1,0	1,5	1,6	1,8	1,4	2,0	1,0	1,2	1,0	1,4	1,0	1,3	1,3	1,0	1,3	1,7	1,0	1,0	1,8	1,0
Cointzio catchment-Mexico	1,2	2,0	1,5	2,0	1,0	1,0	1,5	1,6	1,8	1,4	2,0	1,0	1,9	1,0	1,6	1,0	1,0	1,3	1,5	1,0	1,7	1,0	1,0	1,8	1,0
Cointzio catchment-Mexico	1,2	4,0	1,5	2,0	1,0	1,0	1,5	1,6	1,8	1,8	2,0	2,0	1,8	1,0	1,2	1,0	1,0	1,3	1,5	1,0	1,7	1,0	1,0	1,8	1,0
Cointzio catchment-Mexico	1,2	2,0	1,5	2,0	1,0	1,0	1,5	1,6	1,8	1,4	2,0	1,0	1,4	1,0	1,2	1,0	1,0	1,3	1,5	1,0	1,7	1,0	1,0	1,8	1,0
Cointzio catchment-Mexico	1,5	3,0	1,5	2,0	1,0	1,0	1,5	1,6	1,8	1,4	2,0	2,0	1,0	1,0	1,3	1,0	1,0	1,3	1,3	1,0	1,7	1,0	1,0	1,8	1,0
Cointzio catchment-Mexico	1,5	3,0	1,5	2,0	1,0	1,0	1,5	1,6	1,8	1,4	2,0	2,0	1,0	1,2	1,2	1,3	1,0	1,0	1,3	1,3	1,7	1,0	1,0	1,8	1,0
Cointzio catchment-Mexico	1,2	2,0	1,5	2,0	1,0	1,0	1,5	1,6	1,8	1,4	2,0	1,0	1,2	1,0	1,3	1,0	1,0	1,3	1,3	1,7	1,0	1,0	1,0	1,8	1,0
Cointzio catchment-Mexico	1,5	3,0	1,5	2,0	1,0	1,0	1,5	1,6	1,8	1,4	2,0	1,0	1,2	1,2	1,3	1,5	1,0	1,3	1,5	1,0	1,7	1,0	1,0	1,8	1,0
Cointzio catchment-Mexico	1,5	4,0	1,5	2,0	1,0	1,0	1,5	1,6	1,8	1,8	2,0	2,0	1,4	1,2	1,3	1,5	1,0	1,3	1,5	1,0	1,7	1,0	1,0	1,8	1,0
Cointzio catchment-Mexico	1,5	3,0	1,5	2,0	1,0	1,0	1,5	1,6	1,8	1,4	2,0	2,0	1,2	1,0	1,6	1,5	1,0	1,3	1,3	1,0	1,7	1,0	1,0	1,8	1,0
Cointzio catchment-Mexico	1,2	2,0	1,5	2,0	1,0	1,0	1,5	1,6	1,8	1,4	2,0	2,0	1,0	1,2	1,3	1,5	1,0	1,3	1,3	1,0	1,7	1,0	1,0	1,8	1,0
Cointzio catchment-Mexico	1,2	2,0	1,5	2,0	1,0	1,0	1,5	1,6	1,8	1,8	2,0	1,0	1,6	1,2	1,3	1,5	1,0	1,3	1,3	1,0	1,7	1,0	1,0	1,8	1,0
Cointzio catchment-Mexico	1,5	3,0	1,5	2,0	1,0	1,0	1,5	1,6	1,8	1,4	2,0	2,0	1,0	1,2	1,3	1,5	1,0	1,3	1,3	1,0	1,7	1,0	1,0	1,8	1,0
Cointzio catchment-Mexico	1,0	2,0	1,5	2,0	1,0	1,0	1,5	1,6	1,8	1,8	2,0	1,0	1,0	1,0	1,4	1,5	1,0	1,0	1,3	1,0	1,7	1,0	1,0	1,8	1,0
Cointzio catchment-Mexico	1,0	2,0	1,5	2,0	1,0	1,0	1,5	1,6	1,8	1,4	2,0	1,0	1,0	1,0	1,4	1,5	1,0	1,0	1,3	1,0	1,7	1,0	1,0	1,8	1,0
Cointzio catchment-Mexico	1,8	3,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,6	1,8	1,8	1,6	1,0	1,6	1,8	1,6	2,0	1,0	2,0	1,5	1,3	1,3	1,0	1,0	1,8	1,0
Cointzio catchment-Mexico	1,8	3,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,6	1,8	1,8	1,6	2,0	1,7	1,8	1,6	2,0	1,0	2,0	1,5	1,3	1,3	1,0	1,0	1,8	1,0
Cointzio catchment-Mexico	1,8	3,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,6	1,8	1,8	1,6	2,0	1,7	1,8	1,6	2,0	1,0	2,0	1,3	1,3	1,3	1,0	1,0	1,8	1,0
Cointzio catchment-Mexico	1,8	3,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,6	1,8	1,8	2,0	1,0	1,4	1,8	1,6	2,0	1,0	2,0	1,3	1,3	1,3	1,0	1,0	1,8	1,0
Cointzio catchment-Mexico	1,8	3,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,6	1,8	1,8	1,6	1,0	1,4	1,8	1,6	2,0	1,0	2,0	1,3	1,3	1,3	1,0	1,0	1,8	1,0
Cointzio catchment-Mexico	1,2	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,6	1,8	1,8	2,0	1,0	1,4	1,8	1,2	2,0	1,0	1,6	1,3	1,3	1,3	1,0	1,0	1,8	1,0
Cointzio catchment-Mexico	1,2	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,6	1,8	1,8	2,0	2,0	1,4	1,2	1,3	1,8	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,0	1,0	1,8	1,0
Cointzio catchment-Mexico	1,2	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,6	1,8	1,8	2,0	2,0	1,2	1,5	1,3	1,8	1,0	1,3	1,3	1,3	1,3	1,0	1,0	1,8	1,0
Cointzio catchment-Mexico	1,2	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,6	1,8	1,8	2,0	1,0	1,7	1,0	1,6	1,8	1,0	1,3	1,3	1,3	1,3	1,0	1,0	1,8	1,0
Cointzio catchment-Mexico	2,0	4,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,6	1,8	1,8	2,0	2,0	1,0	1,2	1,3	1,8	1,0	1,3	1,3	1,3	1,3	1,0	1,0	1,8	1,0

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Πρωτογενή δεδομένα του αυτόματου καταγραφικού σταθμού των πειραματικών τεμαχίων της Αυγενικής.

ΕΤΟΣ	ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΑΚΗ ΗΜΕΡΑ	ΗΜ/ΝΙΑ	ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (ΜΜ)	ΕΔ. ΥΓΡΑΣΙΑ 20 cm ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΙΑ (V/V)	ΕΔ. ΥΓΡΑΣΙΑ 20 cm ΑΡΟΣΗ (V/V)	ΕΔ. ΥΓΡΑΣΙΑ 20 cm ΑΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ (V/V)	ΕΔ. ΥΓΡΑΣΙΑ 50 cm ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΙΑ (V/V)	ΕΔ. ΥΓΡΑΣΙΑ 50 cm ΑΡΟΣΗ (V/V)	ΕΔ. ΥΓΡΑΣΙΑ 50 cm ΑΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ (V/V)	ΑΠΟΡΡΟΗ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΙΑ (ΜΜ)	ΑΠΟΡΡΟΗ ΑΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ (ΜΜ)	ΑΠΟΡΡΟΗ ΑΡΟΣΗ (ΜΜ)	ΕΔ. ΙΖΗΜΑ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΙΑ (ΚΓΡ/ΗΑ)	ΕΔ. ΙΖΗΜΑ ΑΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ (ΚΓΡ/ΗΑ)	ΕΔ. ΙΖΗΜΑ ΑΡΟΣΗ (ΚΓΡ/ΗΑ)
2008	316	12/11/2008	0	0,0705	0,066	0,0745	0,079	0,092	0,0905	0	0	0	0	0	0
2008	317	13/11/2008	0	0,075	0,07	0,078	0,083	0,0975	0,095	0	0	0	0	0	0
2008	318	14/11/2008	0	0,075	0,0695	0,078	0,083	0,0975	0,095	0	0	0	0	0	0
2008	319	15/11/2008	0	0,075	0,0695	0,078	0,083	0,097	0,095	0	0	0	0	0	0
2008	320	16/11/2008	0	0,075	0,07	0,078	0,083	0,097	0,095	0	0	0	0	0	0
2008	321	17/11/2008	0	0,075	0,07	0,0785	0,083	0,097	0,095	0	0	0	0	0	0
2008	322	18/11/2008	8,2	0,0745	0,07	0,0775	0,083	0,097	0,0945	0,073333333	0,07333333	0,0733333	0	0	0
2008	323	19/11/2008	0,6	0,0745	0,07	0,0775	0,083	0,097	0,0945	0	0	0	0	0	0
2008	324	20/11/2008	1	0,0745	0,0695	0,0775	0,083	0,097	0,0945	0	0	0	0	0	0
2008	325	21/11/2008	0	0,0745	0,0695	0,0775	0,082	0,097	0,0945	0	0	0	0	0	0
2008	326	22/11/2008	2,2	0,0745	0,069	0,0775	0,082	0,0965	0,095	0	0	0	0	0	0
2008	327	23/11/2008	85,8	0,18	0,202	0,297	0,25	0,16	0,349	3,336666667	0,88	4,4733333	18,32	3,24	23,456
2008	328	24/11/2008	0	0,2315	0,2575	0,352	0,312	0,224	0,4575	0	0	0	0	0	0
2008	329	25/11/2008	0	0,2845	0,283	0,3905	0,336	0,24	0,498	0	0	0	0	0	0
2008	330	26/11/2008	0	0,2875	0,282	0,3865	0,334	0,2405	0,4945	0	0	0	0	0	0
2008	331	27/11/2008	0	0,2725	0,2605	0,342	0,32	0,231	0,4085	0	0	0	0	0	0
2008	332	28/11/2008	0	0,254	0,2375	0,3035	0,282	0,217	0,373	0	0	0	0	0	0
2008	333	29/11/2008	0	0,2445	0,236	0,297	0,28	0,2145	0,3685	0	0	0	0	0	0
2008	334	30/11/2008	0	0,2435	0,228	0,291	0,272	0,2125	0,3615	0	0	0	0	0	0
2008	335	1/12/2008	0	0,227	0,219	0,2725	0,27	0,197	0,3315	0	0	0	0	0	0
2008	336	2/12/2008	0	0,2115	0,2105	0,279	0,267	0,1835	0,3115	0	0	0	0	0	0
2008	337	3/12/2008	0	0,199	0,1975	0,263	0,263	0,1735	0,2925	0	0	0	0	0	0
2008	338	4/12/2008	0	0,1885	0,1835	0,2415	0,26	0,1725	0,289	0	0	0	0	0	0
2008	339	5/12/2008	0	0,179	0,18	0,236	0,23	0,17	0,279	0	0	0	0	0	0
2008	340	6/12/2008	0	0,1775	0,176	0,2255	0,22	0,1715	0,269	0	0	0	0	0	0
2008	341	7/12/2008	0	0,1745	0,1735	0,219	0,213	0,17	0,259	0	0	0	0	0	0
2008	342	8/12/2008	0	0,1725	0,171	0,2085	0,211	0,1685	0,254	0	0	0	0	0	0
2008	343	9/12/2008	0	0,17	0,165	0,2045	0,209	0,1675	0,249	0	0	0	0	0	0
2008	344	10/12/2008	1,2	0,169	0,164	0,204	0,2	0,167	0,244	0	0	0	0	0	0
2008	345	11/12/2008	0	0,1645	0,16	0,1995	0,19	0,166	0,2395	0	0	0	0	0	0
2008	346	12/12/2008	1,4	0,163	0,1585	0,1975	0,188	0,165	0,236	0	0	0	0	0	0
2008	347	13/12/2008	9,6	0,165	0,1565	0,2165	0,194	0,1625	0,23	0	0	0,036667	0,15	0	0,223
2008	348	14/12/2008	0	0,169	0,156	0,2335	0,203	0,1605	0,2255	0	0	0	0	0	0
2008	349	15/12/2008	0	0,1675	0,1555	0,2255	0,203	0,159	0,2225	0	0	0	0	0	0
2008	350	16/12/2008	0	0,1635	0,1535	0,217	0,199	0,157	0,22	0	0	0	0	0	0
2008	351	17/12/2008	0	0,1605	0,1515	0,2095	0,195	0,1555	0,2165	0	0	0	0	0	0
2008	352	18/12/2008	0	0,157	0,1485	0,203	0,191	0,1545	0,2135	0	0	0	0	0	0
2008	353	19/12/2008	1,6	0,154	0,146	0,1975	0,187	0,1535	0,2105	0	0	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2008	354	20/12/2008	0	0,151	0,144	0,1935	0,184	0,152	0,207	0	0	0	0	0	0
2008	355	21/12/2008	2,6	0,149	0,1425	0,19	0,182	0,151	0,204	0	0	0	0	0	0
2008	356	22/12/2008	5,2	0,1465	0,141	0,1865	0,179	0,1495	0,201	0	0	0,036667	0	0	0,213
2008	357	23/12/2008	61,8	0,155	0,197	0,257	0,177	0,148	0,2005	0,293333333	0,36666667	0,953333	4,32	0	5,678
2008	358	24/12/2008	5,8	0,2245	0,28	0,347	0,246	0,218	0,3105	0	0	0,036667	0,15	0	0,21
2008	359	25/12/2008	7,8	0,281	0,305	0,359	0,308	0,293	0,4035	0	0	0,073333	0,43	0	0,389
2008	360	26/12/2008	0,4	0,2775	0,3015	0,357	0,303	0,3015	0,3865	0	0	0	0	0	0
2008	361	27/12/2008	1,2	0,274	0,291	0,35	0,301	0,2985	0,379	0	0	0	0	0	0
2008	362	28/12/2008	16	0,277	0,2955	0,3625	0,305	0,2965	0,3725	0	0	0,146667	0	0	0,783
2008	363	29/12/2008	20,8	0,299	0,3185	0,3915	0,328	0,329	0,42	0	0	0,293333	1,76	0	1,456
2008	364	30/12/2008	1,6	0,3025	0,316	0,3825	0,33	0,3415	0,44	0	0,03666667	0,036667	0	0	0,14
2008	365	31/12/2008	5,4	0,286	0,3005	0,359	0,31	0,3195	0,4015	0	0	0,036667	0,23	0	0,34
2008	366	1/1/2009	3,2	0,28	0,3	0,3475	0,301	0,316	0,385	0	0	0	0	0	0
2009	1	2/1/2009	1,6	0,2775	0,301	0,34	0,296	0,3145	0,374	0	0	0	0	0	0
2009	2	3/1/2009	0	0,2735	0,295	0,333	0,291	0,311	0,366	0	0	0	0	0	0
2009	3	4/1/2009	11,8	0,281	0,3045	0,3735	0,327	0,3115	0,3705	0	0	0,11	0	0	0,56
2009	4	5/1/2009	4,6	0,2915	0,3075	0,3915	0,342	0,3185	0,396	0	0	0,036667	0	0	0,17
2009	5	6/1/2009	0,6	0,2915	0,3	0,37	0,321	0,3215	0,4135	0	0	0	0	0	0
2009	6	7/1/2009	15,8	0,288	0,2975	0,3665	0,318	0,318	0,406	0	0,03666667	0,146667	0,78	0	0,753
2009	7	8/1/2009	1	0,2925	0,3035	0,372	0,322	0,3295	0,417	0	0	0	0	0	0
2009	8	9/1/2009	0	0,2945	0,304	0,3755	0,324	0,335	0,425	0	0	0	0	0	0
2009	9	10/1/2009	0	0,282	0,2905	0,3575	0,311	0,321	0,4065	0	0	0	0	0	0
2009	10	11/1/2009	3,8	0,275	0,2825	0,346	0,303	0,3125	0,394	0	0	0	0	0	0
2009	11	12/1/2009	5,6	0,279	0,2965	0,3595	0,298	0,3135	0,3885	0	0	0,073333	0,21	0	0,323
2009	12	13/1/2009	0	0,283	0,3075	0,3735	0,298	0,3205	0,3915	0	0	0	0	0	0
2009	13	14/1/2009	1,2	0,2795	0,295	0,361	0,299	0,3195	0,392	0	0	0	0	0	0
2009	14	15/1/2009	0,2	0,276	0,2875	0,351	0,297	0,313	0,3865	0	0	0	0	0	0
2009	15	16/1/2009	0	0,273	0,2815	0,345	0,294	0,308	0,38	0	0	0	0	0	0
2009	16	17/1/2009	4,4	0,269	0,276	0,336	0,291	0,3045	0,3755	0	0	0	0	0	0
2009	17	18/1/2009	0	0,2665	0,274	0,335	0,289	0,3005	0,372	0	0	0	0	0	0
2009	18	19/1/2009	0	0,264	0,2725	0,3355	0,289	0,298	0,37	0	0	0	0	0	0
2009	19	20/1/2009	0	0,26	0,2675	0,328	0,29	0,2945	0,3665	0	0	0	0	0	0
2009	20	21/1/2009	0	0,2545	0,2625	0,32	0,289	0,291	0,3625	0	0	0	0	0	0
2009	21	22/1/2009	0	0,2485	0,2565	0,3125	0,284	0,288	0,357	0	0	0	0	0	0
2009	22	23/1/2009	0	0,2425	0,251	0,305	0,278	0,2855	0,3525	0	0	0	0	0	0
2009	23	24/1/2009	30,4	0,267	0,275	0,355	0,337	0,2835	0,363	0	0,11	0,22	0,98	0,68	1,123
2009	24	25/1/2009	2,2	0,3025	0,3085	0,3985	0,376	0,3115	0,4185	0	0	0,036667	0	0	0,198
2009	25	26/1/2009	15,8	0,307	0,311	0,386	0,344	0,3365	0,447	0	0,11	0,146667	0,73	0,34	0,723
2009	26	27/1/2009	0,4	0,3085	0,3125	0,3865	0,343	0,3415	0,4445	0	0	0	0	0	0
2009	27	28/1/2009	0	0,308	0,312	0,3815	0,341	0,3435	0,4435	0	0	0	0	0	0
2009	28	29/1/2009	11,6	0,3025	0,3065	0,387	0,344	0,334	0,429	0	0,03666667	0	0	0	0
2009	29	30/1/2009	4,4	0,3095	0,312	0,4015	0,356	0,335	0,4385	0	0,07333333	0	0	0,22	0
2009	30	31/1/2009	5,2	0,315	0,316	0,399	0,353	0,3385	0,4445	0	0,03666667	0	0	0	0
2009	31	1/2/2009	0,6	0,31	0,3175	0,3925	0,345	0,339	0,434	0	0,03666667	0	0	0	0
2009	32	2/2/2009	0,2	0,305	0,3155	0,3845	0,338	0,3365	0,424	0	0	0	0	0	0
2009	33	3/2/2009	0	0,3	0,308	0,374	0,331	0,3295	0,4145	0	0	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2009	34	4/2/2009	0	0,2935	0,3	0,3615	0,322	0,3235	0,4045	0	0	0	0	0	0
2009	35	5/2/2009	0	0,2855	0,2895	0,3465	0,31	0,3175	0,3955	0	0	0	0	0	0
2009	36	6/2/2009	0	0,2775	0,2775	0,3345	0,299	0,311	0,388	0	0	0	0	0	0
2009	37	7/2/2009	0	0,2705	0,268	0,3245	0,289	0,3045	0,3805	0	0	0	0	0	0
2009	38	8/2/2009	0	0,2625	0,261	0,3155	0,279	0,2995	0,3745	0	0	0	0	0	0
2009	39	9/2/2009	0,2	0,2555	0,254	0,307	0,27	0,2935	0,3675	0	0	0	0	0	0
2009	40	10/2/2009	9	0,258	0,249	0,3035	0,262	0,289	0,3615	0	0	0,036667	0	0	0,189
2009	41	11/2/2009	0	0,2605	0,2505	0,31	0,264	0,2865	0,3565	0	0	0	0	0	0
2009	42	12/2/2009	0	0,255	0,2545	0,3145	0,27	0,2845	0,353	0	0	0	0	0	0
2009	43	13/2/2009	14,6	0,256	0,261	0,3295	0,292	0,2835	0,3495	0	0	0,11	0	0	0,543
2009	44	14/2/2009	22,4	0,291	0,3025	0,3575	0,339	0,303	0,377	0	0	0,293333	1,35	0	1,445
2009	45	15/2/2009	12,4	0,3675	0,3435	0,391	0,37	0,349	0,4345	0	0	0,183333	0	0	0,923
2009	46	16/2/2009	0,2	0,3685	0,3435	0,4065	0,368	0,3675	0,462	0	0	0	0	0	0
2009	47	17/2/2009	3	0,321	0,333	0,396	0,353	0,3545	0,4505	0	0	0	0	0	0
2009	48	18/2/2009	0	0,3125	0,3265	0,3875	0,343	0,3465	0,434	0	0	0	0	0	0
2009	49	19/2/2009	2,8	0,3035	0,319	0,3795	0,337	0,34	0,4235	0	0	0	0	0	0
2009	50	20/2/2009	4,2	0,3025	0,316	0,3765	0,332	0,3345	0,4155	0	0,03666667	0,036667	0,32	0	0,19
2009	51	21/2/2009	2,2	0,3035	0,321	0,3805	0,337	0,3355	0,412	0	0	0,036667	0	0	0,156
2009	52	22/2/2009	4,4	0,2995	0,322	0,3795	0,339	0,3355	0,41	0	0,07333333	0	0	0,23	0
2009	53	23/2/2009	10,4	0,305	0,337	0,397	0,355	0,3465	0,415	0	0,18333333	0,146667	0,43	0,32	0,876
2009	54	24/2/2009	3,6	0,318	0,349	0,4155	0,369	0,3605	0,4355	0	0,03666667	0	0	0	0
2009	55	25/2/2009	9,8	0,3225	0,3455	0,4125	0,363	0,36	0,4475	0	0,11	0,146667	0,56	0,41	0,743
2009	56	26/2/2009	60,2	0,353	0,3615	0,427	0,38	0,3955	0,491	0	0,11	1,466667	7,93	0	7,895
2009	57	27/2/2009	15,6	0,3835	0,362	0,429	0,386	0,439	0,54	0	0	0,22	0,65	0	1,234
2009	58	28/2/2009	5,4	0,3825	0,352	0,422	0,378	0,448	0,5445	0	0,03666667	0,073333	0	0	0,34
2009	59	1/3/2009	6	0,36	0,344	0,414	0,369	0,423	0,517	0	0	0,11	0	0	0,654
2009	60	2/3/2009	0	0,333	0,3365	0,403	0,357	0,3925	0,4785	0	0	0	0	0	0
2009	61	3/3/2009	0	0,3255	0,333	0,3965	0,35	0,3815	0,459	0	0	0	0	0	0
2009	62	4/3/2009	0	0,3185	0,322	0,383	0,338	0,37	0,445	0	0	0	0	0	0
2009	63	5/3/2009	0	0,311	0,3115	0,37	0,326	0,362	0,4345	0	0	0	0	0	0
2009	64	6/3/2009	0	0,302	0,302	0,3575	0,314	0,356	0,4255	0	0	0	0	0	0
2009	65	7/3/2009	0	0,295	0,2935	0,345	0,302	0,349	0,4165	0	0	0	0	0	0
2009	66	8/3/2009	1,6	0,285	0,2825	0,3305	0,288	0,3405	0,4065	0	0	0	0	0	0
2009	67	9/3/2009	4,6	0,2745	0,2735	0,319	0,278	0,332	0,3965	0	0	0,036667	0	0	0,234
2009	68	10/3/2009	1	0,272	0,271	0,317	0,275	0,3265	0,3885	0	0	0	0	0	0
2009	69	11/3/2009	0	0,2705	0,2705	0,3165	0,273	0,323	0,382	0	0	0	0	0	0
2009	70	12/3/2009	0	0,266	0,268	0,313	0,269	0,3195	0,3765	0	0	0	0	0	0
2009	71	13/3/2009	1,4	0,259	0,262	0,306	0,263	0,3145	0,371	0	0	0	0	0	0
2009	72	14/3/2009	7,4	0,2535	0,258	0,3005	0,257	0,31	0,366	0	0	0,036667	0,23	0	0,187
2009	73	15/3/2009	0	0,2535	0,259	0,3015	0,257	0,307	0,362	0	0	0	0	0	0
2009	74	16/3/2009	0	0,2535	0,2615	0,3025	0,258	0,3055	0,3585	0	0	0	0	0	0
2009	75	17/3/2009	0	0,2505	0,26	0,2985	0,257	0,304	0,354	0	0	0	0	0	0
2009	76	18/3/2009	0	0,2475	0,257	0,293	0,252	0,3015	0,3495	0	0	0	0	0	0
2009	77	19/3/2009	0	0,243	0,253	0,2875	0,247	0,2995	0,3445	0	0	0	0	0	0
2009	78	20/3/2009	0	0,239	0,2495	0,2825	0,242	0,2965	0,34	0	0	0	0	0	0
2009	79	21/3/2009	0	0,2335	0,2415	0,2745	0,233	0,2915	0,334	0	0	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2009	80	22/3/2009	1,6	0,225	0,233	0,2655	0,226	0,285	0,328	0	0	0	0	0	0
2009	81	23/3/2009	0	0,219	0,227	0,259	0,221	0,2795	0,3225	0	0	0	0	0	0
2009	82	24/3/2009	5,8	0,212	0,221	0,253	0,217	0,274	0,3185	0	0	0,0733333	0	0	0,234
2009	83	25/3/2009	0	0,2075	0,218	0,251	0,215	0,269	0,314	0	0	0	0	0	0
2009	84	26/3/2009	0	0,2055	0,2185	0,251	0,215	0,266	0,3095	0	0	0	0	0	0
2009	85	27/3/2009	1,6	0,202	0,216	0,2485	0,214	0,2625	0,3055	0	0	0	0	0	0
2009	86	28/3/2009	6,2	0,199	0,213	0,2465	0,212	0,2585	0,3035	0	0	0,0733333	0,34	0	0,345
2009	87	29/3/2009	0	0,198	0,213	0,246	0,211	0,255	0,3015	0	0	0	0	0	0
2009	88	30/3/2009	0	0,1975	0,2135	0,2435	0,209	0,253	0,297	0	0	0	0	0	0
2009	89	31/3/2009	0	0,195	0,212	0,241	0,206	0,2515	0,294	0	0	0	0	0	0
2009	90	1/4/2009	0	0,193	0,208	0,236	0,203	0,2495	0,2915	0	0	0	0	0	0
2009	91	2/4/2009	0	0,1895	0,203	0,232	0,199	0,246	0,289	0	0	0	0	0	0
2009	92	3/4/2009	0	0,1855	0,1985	0,2275	0,196	0,2415	0,286	0	0	0	0	0	0
2009	93	4/4/2009	0	0,1835	0,1935	0,2235	0,193	0,237	0,281	0	0	0	0	0	0
2009	94	5/4/2009	11,2	0,183	0,191	0,223	0,191	0,233	0,279	0,073333333	0,073333333	0,1833333	0	0,23	0,956
2009	95	6/4/2009	18,6	0,208	0,2515	0,286	0,247	0,232	0,2805	0,036666667	0,073333333	0,33	2,36	0,22	1,789
2009	96	7/4/2009	0,8	0,234	0,314	0,356	0,311	0,244	0,2935	0	0	0	0	0	0
2009	97	8/4/2009	2,6	0,234	0,306	0,356	0,307	0,2595	0,308	0	0	0,0366667	0	0	0,184
2009	98	9/4/2009	0	0,231	0,2915	0,3435	0,292	0,264	0,3115	0	0	0	0	0	0
2009	99	10/4/2009	0	0,227	0,277	0,3305	0,277	0,265	0,3105	0	0	0	0	0	0
2009	100	11/4/2009	0	0,22	0,2595	0,3125	0,261	0,2635	0,3085	0	0	0	0	0	0
2009	101	12/4/2009	0,4	0,2135	0,2445	0,297	0,246	0,2605	0,307	0	0	0	0	0	0
2009	102	13/4/2009	0	0,207	0,233	0,284	0,235	0,257	0,305	0	0	0	0	0	0
2009	103	14/4/2009	0	0,2025	0,221	0,27	0,225	0,253	0,302	0	0	0	0	0	0
2009	104	15/4/2009	0	0,197	0,209	0,257	0,216	0,248	0,298	0	0	0	0	0	0
2009	105	16/4/2009	0	0,192	0,2005	0,2475	0,208	0,242	0,2935	0	0	0	0	0	0
2009	106	17/4/2009	0	0,1885	0,194	0,239	0,202	0,2365	0,29	0	0	0	0	0	0
2009	107	18/4/2009	0	0,185	0,187	0,231	0,197	0,2305	0,2845	0	0	0	0	0	0
2009	108	19/4/2009	0	0,182	0,1825	0,225	0,194	0,2255	0,2785	0	0	0	0	0	0
2009	109	20/4/2009	0	0,179	0,1785	0,22	0,191	0,221	0,274	0	0	0	0	0	0
2009	110	21/4/2009	0	0,1775	0,1745	0,215	0,189	0,2165	0,268	0	0	0	0	0	0
2009	111	22/4/2009	0	0,1755	0,1705	0,211	0,188	0,2115	0,2625	0	0	0	0	0	0
2009	112	23/4/2009	0	0,174	0,1685	0,208	0,188	0,208	0,259	0	0	0	0	0	0
2009	113	24/4/2009	0	0,1725	0,1675	0,206	0,188	0,205	0,2565	0	0	0	0	0	0
2009	114	25/4/2009	3,4	0,171	0,1645	0,2055	0,186	0,203	0,255	0	0	0	0	0	0
2009	115	26/4/2009	0,2	0,17	0,163	0,205	0,184	0,2015	0,2545	0	0	0	0	0	0
2009	116	27/4/2009	0	0,1695	0,1625	0,2045	0,185	0,2	0,2535	0	0	0	0	0	0
2009	117	28/4/2009	0	0,169	0,1635	0,204	0,186	0,2	0,2515	0	0	0	0	0	0
2009	118	29/4/2009	0	0,169	0,1635	0,203	0,187	0,1995	0,2495	0	0	0	0	0	0
2009	119	30/4/2009	0	0,168	0,1635	0,2015	0,186	0,1985	0,248	0	0	0	0	0	0
2009	120	1/5/2009	0	0,168	0,164	0,201	0,186	0,1975	0,245	0	0	0	0	0	0
2009	121	2/5/2009	0	0,1675	0,1635	0,2	0,186	0,1975	0,243	0	0	0	0	0	0
2009	122	3/5/2009	0	0,167	0,164	0,199	0,186	0,1975	0,2425	0	0	0	0	0	0
2009	123	4/5/2009	0,8	0,1665	0,164	0,199	0,186	0,197	0,242	0	0	0	0	0	0
2009	124	5/5/2009	14,6	0,1645	0,1635	0,1985	0,184	0,197	0,242	0	0,036666667	0,1833333	0,78	0	0,891
2009	125	6/5/2009	1	0,164	0,1625	0,2035	0,183	0,196	0,242	0	0	0,0366667	0,23	0	0,178

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2009	126	7/5/2009	0	0,166	0,1615	0,2105	0,184	0,195	0,2415	0	0	0	0	0	0
2009	127	8/5/2009	2,2	0,1675	0,162	0,2115	0,186	0,194	0,242	0	0	0	0	0	0
2009	128	9/5/2009	0,2	0,168	0,163	0,2115	0,187	0,194	0,2435	0	0	0	0	0	0
2009	129	10/5/2009	0	0,1685	0,164	0,211	0,188	0,1945	0,244	0	0	0	0	0	0
2009	130	11/5/2009	0	0,168	0,1645	0,2095	0,189	0,1945	0,2435	0	0	0	0	0	0
2009	131	12/5/2009	0	0,1675	0,1645	0,208	0,189	0,194	0,242	0	0	0	0	0	0
2009	132	13/5/2009	0	0,1665	0,1645	0,2055	0,188	0,1935	0,241	0	0	0	0	0	0
2009	133	14/5/2009	0	0,166	0,1645	0,204	0,188	0,193	0,24	0	0	0	0	0	0
2009	134	15/5/2009	0	0,1655	0,165	0,2025	0,189	0,1925	0,239	0	0	0	0	0	0
2009	135	16/5/2009	0	0,165	0,1655	0,2015	0,189	0,1925	0,237	0	0	0	0	0	0
2009	136	17/5/2009	0	0,1645	0,165	0,201	0,188	0,1915	0,2355	0	0	0	0	0	0
2009	137	18/5/2009	0	0,163	0,1645	0,1995	0,187	0,1905	0,2335	0	0	0	0	0	0
2009	138	19/5/2009	1,2	0,1615	0,1635	0,1975	0,186	0,1895	0,232	0	0	0	0	0	0
2009	139	20/5/2009	0	0,16	0,163	0,1955	0,184	0,189	0,23	0	0	0	0	0	0
2009	140	21/5/2009	0	0,1585	0,162	0,194	0,183	0,188	0,228	0	0	0	0	0	0
2009	141	22/5/2009	0	0,158	0,1615	0,193	0,182	0,187	0,2255	0	0	0	0	0	0
2009	142	23/5/2009	0	0,157	0,161	0,1915	0,182	0,1855	0,224	0	0	0	0	0	0
2009	143	24/5/2009	0	0,156	0,161	0,191	0,182	0,185	0,222	0	0	0	0	0	0
2009	144	25/5/2009	0	0,156	0,161	0,19	0,182	0,184	0,22	0	0	0	0	0	0
2009	145	26/5/2009	0	0,156	0,161	0,19	0,182	0,1835	0,2175	0	0	0	0	0	0
2009	146	27/5/2009	0	0,1555	0,1605	0,189	0,182	0,183	0,2155	0	0	0	0	0	0
2009	147	28/5/2009	0	0,1545	0,1595	0,1875	0,181	0,182	0,214	0	0	0	0	0	0
2009	148	29/5/2009	0	0,153	0,1585	0,185	0,179	0,181	0,2115	0	0	0	0	0	0
2009	149	30/5/2009	0	0,1515	0,1575	0,1835	0,178	0,18	0,209	0	0	0	0	0	0
2009	150	31/5/2009	0	0,151	0,1565	0,1825	0,177	0,1785	0,207	0	0	0	0	0	0
2009	151	1/6/2009	0	0,15	0,1565	0,1815	0,177	0,178	0,205	0	0	0	0	0	0
2009	152	2/6/2009	0	0,15	0,1565	0,181	0,176	0,177	0,2035	0	0	0	0	0	0
2009	153	3/6/2009	0	0,1495	0,156	0,18	0,176	0,177	0,2025	0	0	0	0	0	0
2009	154	4/6/2009	0	0,149	0,156	0,179	0,175	0,1765	0,201	0	0	0	0	0	0
2009	155	5/6/2009	0	0,148	0,155	0,178	0,174	0,1755	0,199	0	0	0	0	0	0
2009	156	6/6/2009	0	0,147	0,154	0,176	0,173	0,1745	0,197	0	0	0	0	0	0
2009	157	7/6/2009	0	0,145	0,153	0,1745	0,172	0,1735	0,1955	0	0	0	0	0	0
2009	158	8/6/2009	0	0,1445	0,152	0,173	0,171	0,1725	0,194	0	0	0	0	0	0
2009	159	9/6/2009	0	0,1445	0,152	0,173	0,171	0,172	0,193	0	0	0	0	0	0
2009	160	10/6/2009	0	0,144	0,152	0,1725	0,171	0,172	0,1915	0	0	0	0	0	0
2009	161	11/6/2009	0	0,1435	0,1515	0,1715	0,171	0,171	0,1905	0	0	0	0	0	0
2009	162	12/6/2009	0	0,143	0,1505	0,1705	0,17	0,1705	0,1885	0	0	0	0	0	0
2009	163	13/6/2009	0	0,142	0,1505	0,1695	0,17	0,17	0,1875	0	0	0	0	0	0
2009	164	14/6/2009	0	0,1415	0,1495	0,168	0,169	0,169	0,1865	0	0	0	0	0	0
2009	165	15/6/2009	0	0,14	0,148	0,166	0,167	0,1685	0,185	0	0	0	0	0	0
2009	166	16/6/2009	0	0,139	0,1465	0,1635	0,166	0,1675	0,183	0	0	0	0	0	0
2009	167	17/6/2009	0	0,138	0,145	0,1615	0,164	0,166	0,1815	0	0	0	0	0	0
2009	168	18/6/2009	0	0,137	0,144	0,1605	0,163	0,1655	0,181	0	0	0	0	0	0
2009	169	19/6/2009	0	0,136	0,1435	0,1595	0,163	0,1645	0,1795	0	0	0	0	0	0
2009	170	20/6/2009	0	0,1355	0,1435	0,159	0,162	0,164	0,1785	0	0	0	0	0	0
2009	171	21/6/2009	0	0,1345	0,1425	0,1575	0,161	0,1635	0,1775	0	0	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2009	172	22/6/2009	0	0,134	0,1415	0,156	0,161	0,1625	0,1765	0	0	0	0	0	0
2009	173	23/6/2009	0	0,133	0,142	0,156	0,161	0,1625	0,1755	0	0	0	0	0	0
2009	174	24/6/2009	0	0,1325	0,141	0,155	0,16	0,1625	0,175	0	0	0	0	0	0
2009	175	25/6/2009	0	0,1315	0,1405	0,1535	0,159	0,1615	0,174	0	0	0	0	0	0
2009	176	26/6/2009	0	0,1305	0,139	0,152	0,157	0,161	0,173	0	0	0	0	0	0
2009	177	27/6/2009	0	0,1295	0,138	0,1505	0,156	0,16	0,1725	0	0	0	0	0	0
2009	178	28/6/2009	0	0,129	0,137	0,1495	0,155	0,159	0,171	0	0	0	0	0	0
2009	179	29/6/2009	0	0,1285	0,1365	0,1485	0,155	0,1585	0,1705	0	0	0	0	0	0
2009	180	30/6/2009	0	0,1285	0,1365	0,1485	0,154	0,1585	0,17	0	0	0	0	0	0
2009	181	1/7/2009	0	0,1275	0,1355	0,1475	0,154	0,158	0,169	0	0	0	0	0	0
2009	182	2/7/2009	0	0,126	0,1355	0,1465	0,153	0,1575	0,1685	0	0	0	0	0	0
2009	183	3/7/2009	0	0,126	0,1345	0,1455	0,153	0,1575	0,168	0	0	0	0	0	0
2009	184	4/7/2009	0	0,1265	0,134	0,1445	0,152	0,1565	0,167	0	0	0	0	0	0
2009	185	5/7/2009	1,8	0,1255	0,1335	0,144	0,151	0,1565	0,1665	0,036666667	0,036666667	0,0366667	0	0	0,213
2009	186	6/7/2009	0	0,064	0,133	0,143	0,15	0,1565	0,166	0	0	0	0	0	0
2009	187	7/7/2009	0	0,0635	0,1325	0,142	0,149	0,1555	0,166	0	0	0	0	0	0
2009	188	8/7/2009	0	0,125	0,132	0,1415	0,149	0,1555	0,1655	0	0	0	0	0	0
2009	189	9/7/2009	0	0,124	0,132	0,141	0,149	0,155	0,1655	0,293333333	0	0	0	0	0
2009	190	10/7/2009	0	0,124	0,1315	0,1405	0,148	0,155	0,165	0	0	0	0	0	0
2009	191	11/7/2009	0	0,1235	0,1315	0,14	0,148	0,155	0,1645	0	0	0	0	0	0
2009	192	12/7/2009	0	0,1235	0,1305	0,1395	0,148	0,155	0,164	0	0	0	0	0	0
2009	193	13/7/2009	0	0,123	0,1305	0,1385	0,147	0,1545	0,163	0	0	0	0	0	0
2009	194	14/7/2009	0	0,122	0,129	0,137	0,145	0,154	0,1625	0	0	0,073333	0,56	0	0,121
2009	195	15/7/2009	0	0,121	0,1275	0,135	0,143	0,153	0,161	0	0	0	0	0	0
2009	196	16/7/2009	0	0,12	0,1265	0,134	0,142	0,152	0,16	0	0	0	0	0	0
2009	197	17/7/2009	0	0,1195	0,1255	0,133	0,141	0,152	0,1585	0	0	0	0	0	0
2009	198	18/7/2009	0	0,119	0,1255	0,132	0,141	0,1515	0,1585	0	0	0	0	0	0
2009	199	19/7/2009	0	0,1185	0,125	0,1315	0,14	0,1515	0,1575	0	0,036666667	0	0	0	0
2009	200	20/7/2009	0	0,118	0,125	0,131	0,14	0,1505	0,1575	0	0	0,366667	1,33	0	1,234
2009	201	21/7/2009	0	0,1175	0,124	0,1295	0,139	0,1505	0,1565	0	0	0	0	0	0
2009	202	22/7/2009	0	0,0735	0,1235	0,129	0,138	0,1505	0,156	0	0	0	0	0	0
2009	203	23/7/2009	0	0,0725	0,1225	0,127	0,137	0,15	0,1555	0	0	0	0	0	0
2009	204	24/7/2009	0	0,1155	0,1215	0,1255	0,135	0,149	0,154	0	0	0	0	0	0
2009	205	25/7/2009	0	0,1145	0,121	0,124	0,134	0,149	0,1535	0	0	0	0	0	0
2009	206	26/7/2009	0	0,1145	0,12	0,123	0,134	0,148	0,153	0	0	0	0	0	0
2009	207	27/7/2009	0	0,1145	0,12	0,1225	0,133	0,148	0,1525	0	0	0	0	0	0
2009	208	28/7/2009	0	0,114	0,1195	0,122	0,132	0,148	0,1525	0	0	0	0	0	0
2009	209	29/7/2009	0	0,113	0,1185	0,12	0,131	0,148	0,152	0	0	0	0	0	0
2009	210	30/7/2009	0	0,112	0,1175	0,119	0,129	0,1475	0,151	0	0	0	0	0	0
2009	211	31/7/2009	0	0,111	0,1165	0,1175	0,128	0,1465	0,1505	0	0	0	0	0	0
2009	212	1/8/2009	0	0,11	0,1155	0,1165	0,127	0,146	0,15	0	0	0	0	0	0
2009	213	2/8/2009	0	0,1105	0,115	0,115	0,126	0,1455	0,1495	0	0	0	0	0	0
2009	214	3/8/2009	0	0,11	0,1145	0,115	0,125	0,145	0,1485	0	0	0	0	0	0
2009	215	4/8/2009	0	0,11	0,1135	0,114	0,124	0,145	0,148	0	0	0	0	0	0
2009	216	5/8/2009	0	0,109	0,1135	0,113	0,123	0,1445	0,1475	0	0	0	0	0	0
2009	217	6/8/2009	0	0,109	0,1125	0,1125	0,123	0,144	0,147	0	0	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2009	218	7/8/2009	0	0,109	0,1125	0,112	0,122	0,144	0,147	0	0	0	0	0	0
2009	219	8/8/2009	0	0,1085	0,1115	0,111	0,121	0,144	0,147	0	0	0	0	0	0
2009	220	9/8/2009	0	0,108	0,1105	0,1105	0,119	0,1435	0,147	0	0	0	0	0	0
2009	221	10/8/2009	0	0,1075	0,1105	0,11	0,118	0,143	0,146	0	0	0	0	0	0
2009	222	11/8/2009	0	0,1075	0,1095	0,109	0,117	0,1425	0,1455	0	0	0	0	0	0
2009	223	12/8/2009	0	0,1065	0,1085	0,1075	0,116	0,1425	0,145	0	0	0	0	0	0
2009	224	13/8/2009	0	0,106	0,108	0,107	0,115	0,1415	0,1445	0	0	0	0	0	0
2009	225	14/8/2009	0	0,1055	0,1075	0,106	0,115	0,1415	0,1435	0	0	0	0	0	0
2009	226	15/8/2009	0	0,105	0,1065	0,1055	0,114	0,1405	0,143	0	0	0	0	0	0
2009	227	16/8/2009	0	0,1045	0,106	0,1045	0,114	0,1405	0,143	0	0	0	0	0	0
2009	228	17/8/2009	0	0,1045	0,1055	0,1045	0,113	0,14	0,1425	0	0	0	0	0	0
2009	229	18/8/2009	0	0,104	0,1055	0,1035	0,113	0,14	0,1415	0	0	0	0	0	0
2009	230	19/8/2009	0	0,104	0,105	0,103	0,113	0,14	0,141	0	0	0	0	0	0
2009	231	20/8/2009	0	0,1035	0,1045	0,1025	0,112	0,1395	0,141	0	0	0	0	0	0
2009	232	21/8/2009	0	0,103	0,1035	0,1015	0,112	0,139	0,1405	0	0	0	0	0	0
2009	233	22/8/2009	0	0,1035	0,1035	0,1015	0,112	0,139	0,1405	0	0	0	0	0	0
2009	234	23/8/2009	0	0,1035	0,103	0,101	0,111	0,139	0,14	0	0	0	0	0	0
2009	235	24/8/2009	0	0,103	0,1025	0,1005	0,11	0,138	0,1395	0	0	0	0	0	0
2009	236	25/8/2009	0	0,103	0,1015	0,0995	0,11	0,138	0,1385	0	0	0	0	0	0
2009	237	26/8/2009	0	0,103	0,101	0,099	0,109	0,138	0,1385	0	0	0	0	0	0
2009	238	27/8/2009	0	0,1025	0,1005	0,0985	0,108	0,137	0,138	0	0	0	0	0	0
2009	239	28/8/2009	0	0,1015	0,1005	0,098	0,108	0,1365	0,138	0	0	0	0	0	0
2009	240	29/8/2009	0	0,101	0,1	0,098	0,108	0,1365	0,137	0	0	0	0	0	0
2009	241	30/8/2009	0	0,101	0,0995	0,0975	0,107	0,1365	0,137	0	0	0	0	0	0
2009	242	31/8/2009	0	0,1005	0,099	0,0975	0,107	0,136	0,1365	0	0	0	0	0	0
2009	243	1/9/2009	0	0,1005	0,099	0,0975	0,107	0,136	0,1355	0	0	0	0	0	0
2009	244	2/9/2009	0	0,1	0,099	0,0975	0,106	0,1355	0,1355	0	0	0	0	0	0
2009	245	3/9/2009	0	0,1	0,0985	0,097	0,106	0,1355	0,1355	0	0	0	0	0	0
2009	246	4/9/2009	0	0,043	0,098	0,0965	0,105	0,1355	0,135	0	0	0	0	0	0
2009	247	5/9/2009	0	0,043	0,098	0,096	0,105	0,1345	0,1345	0	0	0	0	0	0
2009	248	6/9/2009	0	0,0905	0,0975	0,0955	0,104	0,1345	0,1345	0	0	0	0	0	0
2009	249	7/9/2009	0	0,0905	0,0975	0,0955	0,104	0,1345	0,134	0	0	0	0	0	0
2009	250	8/9/2009	0	0,0995	0,0975	0,0955	0,104	0,1345	0,134	0	0	0	0	0	0
2009	251	9/9/2009	1	0,099	0,0965	0,0955	0,103	0,1345	0,134	0	0	0	0	0	0
2009	252	10/9/2009	0	0,098	0,0955	0,0945	0,102	0,134	0,1335	0	0	0,036667	0	0	0,123
2009	253	11/9/2009	7,6	0,0975	0,095	0,0945	0,102	0,133	0,133	0	0	0,073333	0,67	0	0,345
2009	254	12/9/2009	53,6	0,1425	0,098	0,1975	0,16	0,133	0,133	0,22	0	1,76	8,34	0	8,65
2009	255	13/9/2009	0	0,183	0,149	0,277	0,25	0,1335	0,1345	0	0,0366667	0	0	0	0
2009	256	14/9/2009	0	0,1765	0,1945	0,2405	0,268	0,136	0,138	0	0	0	0	0	0
2009	257	15/9/2009	0	0,172	0,1905	0,218	0,247	0,138	0,141	0	0	0	0	0	0
2009	258	16/9/2009	0	0,168	0,187	0,2055	0,232	0,1405	0,1435	0	0	0	0	0	0
2009	259	17/9/2009	0,6	0,1635	0,182	0,195	0,22	0,1425	0,1455	0,14666667	0,11	0,366667	1,34	0,35	1,812
2009	260	18/9/2009	0	0,1585	0,1765	0,186	0,211	0,144	0,148	0	0	0	0	0	0
2009	261	19/9/2009	0	0,157	0,173	0,18	0,204	0,145	0,149	0	0	0	0	0	0
2009	262	20/9/2009	0	0,155	0,1705	0,176	0,198	0,146	0,15	0	0	0	0	0	0
2009	263	21/9/2009	0	0,1515	0,1665	0,1715	0,193	0,1465	0,1505	0	0	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2009	264	22/9/2009	0	0,1495	0,163	0,167	0,187	0,1465	0,15	0	0	0	0	0	0
2009	265	23/9/2009	0	0,1475	0,1595	0,164	0,183	0,146	0,1495	0	0	0	0	0	0
2009	266	24/9/2009	0	0,1455	0,1565	0,1605	0,179	0,1455	0,149	0	0	0	0	0	0
2009	267	25/9/2009	0	0,1445	0,154	0,159	0,176	0,145	0,1485	0	0	0	0	0	0
2009	268	26/9/2009	0,2	0,143	0,1525	0,157	0,174	0,1445	0,148	0	0	0	0	0	0
2009	269	27/9/2009	0	0,142	0,1515	0,156	0,171	0,145	0,148	0	0	0	0	0	0
2009	270	28/9/2009	0	0,141	0,15	0,155	0,169	0,145	0,1485	0	0	0	0	0	0
2009	271	29/9/2009	0	0,1395	0,148	0,1525	0,166	0,1445	0,148	0	0	0	0	0	0
2009	272	30/9/2009	0	0,138	0,145	0,15	0,163	0,144	0,147	0	0	0	0	0	0
2009	273	1/10/2009	0	0,137	0,1425	0,1485	0,161	0,1435	0,1465	0	0	0	0	0	0
2009	274	2/10/2009	0	0,1355	0,141	0,1465	0,159	0,143	0,146	0	0	0	0	0	0
2009	275	3/10/2009	0	0,135	0,1395	0,1455	0,157	0,1425	0,1455	0	0	0	0	0	0
2009	276	4/10/2009	0	0,134	0,1385	0,144	0,155	0,1425	0,145	0	0	0	0	0	0
2009	277	5/10/2009	0	0,1335	0,137	0,143	0,154	0,1415	0,145	0	0	0	0	0	0
2009	278	6/10/2009	0	0,133	0,1355	0,142	0,152	0,1415	0,1445	0	0	0	0	0	0
2009	279	7/10/2009	0	0,1315	0,134	0,14	0,15	0,141	0,144	0	0	0	0	0	0
2009	280	8/10/2009	0	0,13	0,132	0,138	0,149	0,1405	0,1435	0	0	0	0	0	0
2009	281	9/10/2009	0	0,1295	0,1305	0,1365	0,148	0,1395	0,1425	0	0	0	0	0	0
2009	282	10/10/2009	0	0,129	0,129	0,1355	0,147	0,1395	0,142	0	0	0	0	0	0
2009	283	11/10/2009	0	0,128	0,128	0,134	0,146	0,1385	0,1415	0	0	0	0	0	0
2009	284	12/10/2009	0	0,1275	0,1265	0,1325	0,145	0,1385	0,1405	0	0	0	0	0	0
2009	285	13/10/2009	0	0,1265	0,1255	0,132	0,143	0,138	0,1405	0	0	0	0	0	0
2009	286	14/10/2009	4,4	0,126	0,1245	0,131	0,142	0,1375	0,1395	0	0	0	0	0	0
2009	287	15/10/2009	0	0,1245	0,1235	0,13	0,141	0,137	0,139	0	0	0	0	0	0
2009	288	16/10/2009	6,8	0,1235	0,122	0,1285	0,139	0,1355	0,138	0,476666667	0,623333333	0,66	2,78	1,63	2,234
2009	289	17/10/2009	0,2	0,125	0,1215	0,129	0,14	0,1355	0,1375	0	0	0	0	0	0
2009	290	18/10/2009	1,4	0,1265	0,121	0,1305	0,141	0,1345	0,137	0	0	0,036667	0	0	0,112
2009	291	19/10/2009	0	0,1255	0,1205	0,1295	0,14	0,1345	0,137	0	0	0	0	0	0
2009	292	20/10/2009	0	0,125	0,12	0,1295	0,139	0,1345	0,137	0	0	0	0	0	0
2009	293	21/10/2009	0	0,125	0,12	0,129	0,139	0,134	0,137	0	0	0	0	0	0
2009	294	22/10/2009	0	0,1245	0,119	0,128	0,138	0,134	0,137	0	0	0	0	0	0
2009	295	23/10/2009	0	0,1235	0,118	0,127	0,137	0,1335	0,1365	0	0	0	0	0	0
2009	296	24/10/2009	0	0,123	0,1165	0,126	0,135	0,1325	0,1355	0	0	0	0	0	0
2009	297	25/10/2009	33	0,123	0,117	0,126	0,135	0,1325	0,135	1,54	0,843333333	4,806667	9,87	3,456	29,56
2009	298	26/10/2009	47,6	0,2595	0,139	0,2665	0,288	0,14	0,233	6,493333333	4,21666667	18,84667	35,67	14,23	112,34
2009	299	27/10/2009	2,2	0,3625	0,2155	0,388	0,399	0,2005	0,3335	0	0	0,073333	0	0	0,98
2009	300	28/10/2009	9,6	0,339	0,286	0,383	0,367	0,2535	0,35	0,33	0	1,21	1,89	0	8,956
2009	301	29/10/2009	6,6	0,3345	0,2885	0,3755	0,358	0,258	0,3505	0,073333333	0	0,183333	0,23	0	0,987
2009	302	30/10/2009	3,8	0,321	0,294	0,371	0,351	0,262	0,334	0,11	0	0,11	0,49	0	0,875
2009	303	31/10/2009	0	0,314	0,2995	0,3675	0,349	0,265	0,3295	0	0	0	0	0	0
2009	304	1/11/2009	30,8	0,301	0,278	0,337	0,328	0,2655	0,322	0,77	0	1,393333	3,89	0	8,987
2009	305	2/11/2009	27,2	0,328	0,31	0,3735	0,357	0,335	0,3735	0,586666667	0,293333333	1,21	2,89	0,23	6,987
2009	306	3/11/2009	3,2	0,352	0,3435	0,409	0,383	0,3995	0,4305	0,073333333	0	0,036667	0,56	0	0,234
2009	307	4/11/2009	22,8	0,333	0,323	0,382	0,357	0,375	0,4185	0,66	0	1,466667	3,12	0	7,234
2009	308	5/11/2009	14,4	0,3455	0,3335	0,4005	0,372	0,3895	0,45	0,44	0	1,026667	1,92	0	6,456
2009	309	6/11/2009	0	0,35	0,339	0,408	0,382	0,3985	0,462	0	0	0	0	0	0

[279]

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2009	310	7/11/2009	0	0,325	0,3155	0,3715	0,353	0,3685	0,419	0	0	0	0	0	0
2009	311	8/11/2009	0	0,313	0,302	0,3505	0,336	0,355	0,3995	0	0	0	0	0	0
2009	312	9/11/2009	5,8	0,307	0,2915	0,3385	0,323	0,345	0,3855	0,073333333	0	0,11	0,32	0	0,546
2009	313	10/11/2009	0	0,3045	0,289	0,336	0,318	0,338	0,377	0	0	0	0	0	0
2009	314	11/11/2009	0	0,2965	0,2845	0,3265	0,313	0,332	0,3685	0	0	0	0	0	0
2009	315	12/11/2009	3,6	0,285	0,274	0,309	0,3	0,325	0,3585	0	0	0	0	0	0
2009	316	13/11/2009	2,6	0,277	0,266	0,294	0,288	0,318	0,349	0,036666667	0	0,036667	0,14	0	0,183
2009	317	14/11/2009	0	0,2715	0,2625	0,2855	0,282	0,313	0,3405	0,036666667	0	0	0,19	0	0
2009	318	15/11/2009	0	0,2665	0,26	0,2785	0,276	0,3085	0,333	0	0	0	0	0	0
2009	319	16/11/2009	0	0,259	0,255	0,2685	0,266	0,303	0,3245	0	0	0	0	0	0
2009	320	17/11/2009	0	0,25	0,248	0,256	0,254	0,297	0,3155	0	0	0	0	0	0
2009	321	18/11/2009	0	0,241	0,2425	0,2455	0,246	0,2915	0,3075	0	0	0	0	0	0
2009	322	19/11/2009	0	0,2335	0,2375	0,2385	0,238	0,287	0,301	0	0	0	0	0	0
2009	323	20/11/2009	0	0,227	0,233	0,2325	0,23	0,2825	0,2945	0	0	0	0	0	0
2009	324	21/11/2009	0	0,2215	0,2285	0,227	0,224	0,277	0,287	0	0,036666667	0	0	0,123	0
2009	325	22/11/2009	0,2	0,2155	0,223	0,2215	0,219	0,2715	0,2805	0	0	0	0	0	0
2009	326	23/11/2009	0	0,2105	0,2185	0,2165	0,214	0,266	0,275	0	0	0	0	0	0
2009	327	24/11/2009	0,2	0,206	0,2145	0,2135	0,211	0,261	0,2695	0	0	0	0	0	0
2009	328	25/11/2009	0	0,2015	0,211	0,21	0,208	0,2555	0,265	0	0	0	0	0	0
2009	329	26/11/2009	0,6	0,1975	0,207	0,2065	0,204	0,2505	0,26	0	0	0	0	0	0
2009	330	27/11/2009	0,2	0,195	0,2045	0,2045	0,203	0,2455	0,256	0	0	0	0	0	0
2009	331	28/11/2009	0	0,193	0,202	0,2025	0,201	0,2415	0,2525	0	0	0	0	0	0
2009	332	29/11/2009	0	0,188	0,198	0,199	0,198	0,2365	0,2485	0	0	0	0	0	0
2009	333	30/11/2009	0	0,1845	0,1945	0,1965	0,196	0,2315	0,2455	0	0	0	0	0	0
2009	334	1/12/2009	0	0,1835	0,192	0,1955	0,194	0,2275	0,2415	0	0	0	0	0	0
2009	335	2/12/2009	0	0,1815	0,1895	0,1935	0,192	0,2245	0,239	0	0	0	0	0	0
2009	336	3/12/2009	29,6	0,185	0,188	0,239	0,2	0,2205	0,237	0,623333333	0,146666667	0,88	3,1	0,432	4,456
2009	337	4/12/2009	6,4	0,235	0,2385	0,323	0,296	0,2255	0,2885	0,11	0	0,146667	0,78	0	0,879
2009	338	5/12/2009	0,2	0,2815	0,289	0,3515	0,369	0,237	0,3325	0	0	0	0	0	0
2009	339	6/12/2009	10,6	0,2895	0,3	0,355	0,364	0,254	0,325	0,146666667	0	0,22	0,56	0	1,678
2009	340	7/12/2009	7	0,2975	0,312	0,364	0,367	0,2725	0,325	0,146666667	0	0,183333	0,76	0	0,934
2009	341	8/12/2009	0	0,3025	0,3145	0,3665	0,365	0,2915	0,3285	0	0	0	0	0	0
2009	342	9/12/2009	0	0,3015	0,3105	0,3625	0,36	0,2995	0,327	0	0	0	0	0	0
2009	343	10/12/2009	0,6	0,291	0,2985	0,343	0,344	0,294	0,3155	0,036666667	0	0	0,23	0	0
2009	344	11/12/2009	4	0,283	0,29	0,333	0,334	0,2915	0,308	0	0	0,073333	0	0	0,456
2009	345	12/12/2009	16,4	0,2845	0,302	0,346	0,341	0,2955	0,304	0,293333333	0	0,293333	1,45	0	1,786
2009	346	13/12/2009	20,4	0,308	0,325	0,3725	0,362	0,32	0,333	0,44	0	0,476667	2,67	0	2,786
2009	347	14/12/2009	0	0,332	0,335	0,3915	0,376	0,36	0,388	0	0	0	0	0	0
2009	348	15/12/2009	0	0,33	0,33	0,3915	0,37	0,3725	0,405	0	0	0	0	0	0
2009	349	16/12/2009	0,8	0,3175	0,318	0,378	0,355	0,358	0,392	0	0	0,036667	0	0	0,1932
2009	350	17/12/2009	4,8	0,311	0,308	0,3765	0,346	0,349	0,382	0,073333333	0	0,073333	0,34	0	0,4301
2009	351	18/12/2009	0	0,3075	0,302	0,377	0,344	0,342	0,374	0	0	0	0	0	0
2009	352	19/12/2009	8,4	0,308	0,307	0,3895	0,361	0,3375	0,3715	0,146666667	0	0,183333	0,98	0	1,234
2009	353	20/12/2009	0	0,3125	0,314	0,3975	0,372	0,3405	0,377	0	0	0,036667	0	0	0,234
2009	354	21/12/2009	0	0,3095	0,307	0,3775	0,357	0,341	0,3735	0	0	0	0	0	0
2009	355	22/12/2009	0	0,297	0,292	0,355	0,34	0,332	0,3595	0	0	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2009	356	23/12/2009	0	0,287	0,2775	0,3355	0,323	0,323	0,3485	0	0	0	0	0	0
2009	357	24/12/2009	0	0,2775	0,2675	0,32	0,308	0,315	0,339	0	0	0	0	0	0
2009	358	25/12/2009	0	0,27	0,262	0,3085	0,298	0,3085	0,332	0	0	0	0	0	0
2009	359	26/12/2009	0	0,2635	0,256	0,2985	0,289	0,303	0,3255	0	0	0	0	0	0
2009	360	27/12/2009	0	0,2565	0,249	0,2865	0,278	0,2975	0,318	0	0	0	0	0	0
2009	361	28/12/2009	0	0,2485	0,241	0,275	0,267	0,2915	0,3095	0	0	0	0	0	0
2009	362	29/12/2009	0	0,24	0,2325	0,2635	0,254	0,2855	0,302	0	0	0	0	0	0
2009	363	30/12/2009	0	0,2325	0,226	0,254	0,244	0,2795	0,2955	0	0	0	0	0	0
2009	364	31/12/2009	0	0,2265	0,2215	0,247	0,237	0,2745	0,2895	0	0	0	0	0	0
2009	365	1/1/2010	0	0,221	0,217	0,241	0,231	0,2685	0,2845	0	0	0	0	0	0
2009	1	2/1/2010	0	0,2145	0,212	0,234	0,225	0,262	0,278	0	0	0	0	0	0
2010	2	3/1/2010	0	0,207	0,2055	0,226	0,217	0,2545	0,2715	0	0	0	0	0	0
2010	3	4/1/2010	0	0,2	0,1995	0,22	0,21	0,248	0,266	0	0	0	0	0	0
2010	4	5/1/2010	0	0,1955	0,1955	0,2155	0,206	0,2425	0,2605	0	0	0	0	0	0
2010	5	6/1/2010	0	0,191	0,193	0,2125	0,203	0,237	0,259	0	0	0	0	0	0
2010	6	7/1/2010	0	0,188	0,191	0,21	0,201	0,2325	0,256	0	0	0	0	0	0
2010	7	8/1/2010	0	0,1845	0,1895	0,2075	0,2	0,2285	0,252	0	0	0	0	0	0
2010	8	9/1/2010	0	0,181	0,1865	0,205	0,197	0,2245	0,2505	0	0	0	0	0	0
2010	9	10/1/2010	0	0,1775	0,1825	0,2025	0,195	0,22	0,2465	0,036666667	0	0	0,23	0	0
2010	10	11/1/2010	0	0,174	0,179	0,2	0,193	0,216	0,2425	0	0	0	0	0	0
2010	11	12/1/2010	0	0,1715	0,1765	0,198	0,19	0,212	0,24	0,146666667	0	0	0,67	0	0
2010	12	13/1/2010	5,8	0,1685	0,174	0,196	0,189	0,209	0,2395	0,036666667	0	0,036667	0,11	0	0,123
2010	13	14/1/2010	1,6	0,1665	0,173	0,195	0,188	0,207	0,2385	0	0	0	0	0	0
2010	14	15/1/2010	5	0,1685	0,173	0,235	0,187	0,205	0,2365	0,183333333	0	0,183333	0,83	0	0,967
2010	15	16/1/2010	2,2	0,1735	0,1765	0,279	0,191	0,204	0,238	0,036666667	0	0,036667	0,16	0	0,234
2010	16	17/1/2010	0,4	0,1785	0,182	0,285	0,198	0,2035	0,2405	0,036666667	0	0,073333	0,45	0	0,673
2010	17	18/1/2010	0,4	0,1835	0,1905	0,291	0,21	0,2035	0,244	0,366666667	0	0,366667	2,34	0	1,934
2010	18	19/1/2010	61,4	0,273	0,279	0,356	0,299	0,2925	0,329	0,623333333	0	0,77	3,9	0	4,378
2010	19	20/1/2010	0	0,344	0,347	0,401	0,363	0,377	0,4015	0,036666667	0	0	0,34	0	0
2010	20	21/1/2010	0,2	0,3245	0,3305	0,385	0,341	0,3685	0,3865	0	0	0,036667	0	0	0,231
2010	21	22/1/2010	0	0,3155	0,3245	0,3765	0,331	0,36	0,379	0,22	0	0,33	1,23	0	1,034
2010	22	23/1/2010	60,2	0,4135	0,344	0,4	0,365	0,4685	0,5085	0,953333333	0,0366667	1,21	8,34	0,123	5,965
2010	23	24/1/2010	9,6	0,4345	0,3545	0,4165	0,383	0,4945	0,5555	0	0	0,036667	0	0	0,22
2010	24	25/1/2010	2,8	0,3645	0,3515	0,4165	0,376	0,4285	0,4905	0,293333333	0	0,403333	1,56	0	2,345
2010	25	26/1/2010	1,2	0,3655	0,3535	0,4185	0,377	0,4315	0,489	0	0	0	0	0	0
2010	26	27/1/2010	0	0,3465	0,338	0,3995	0,356	0,4015	0,454	0	0	0	0	0	0
2010	27	28/1/2010	0,2	0,3335	0,3275	0,3875	0,343	0,383	0,4345	0	0	0	0	0	0
2010	28	29/1/2010	0	0,326	0,3215	0,379	0,335	0,3725	0,422	0	0	0	0	0	0
2010	29	30/1/2010	0,2	0,3215	0,316	0,372	0,328	0,3665	0,4135	0	0	0	0	0	0
2010	30	31/1/2010	0	0,318	0,31	0,3625	0,321	0,3615	0,406	0	0	0	0	0	0
2010	31	1/2/2010	0	0,3165	0,3035	0,3695	0,313	0,3565	0,3985	0,073333333	0	0,11	0,45	0	0,651
2010	32	2/2/2010	0	0,315	0,299	0,3755	0,314	0,352	0,395	0	0	0	0	0	0
2010	33	3/2/2010	0,2	0,311	0,297	0,3635	0,316	0,348	0,392	0	0	0	0	0	0
2010	34	4/2/2010	0	0,3055	0,2915	0,3525	0,311	0,3445	0,3865	0	0	0	0	0	0
2010	35	5/2/2010	14,4	0,299	0,2845	0,34	0,303	0,34	0,3795	0	0	0	0	0	0
2010	36	6/2/2010	0	0,293	0,279	0,3305	0,296	0,3355	0,3725	0	0	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2010	37	7/2/2010	0	0,287	0,276	0,323	0,289	0,332	0,3675	0	0	0	0	0	0
2010	38	8/2/2010	0,2	0,2935	0,275	0,3515	0,297	0,33	0,375	0,513333333	0	0,733333	3,23	0	3,674
2010	39	9/2/2010	0	0,3685	0,317	0,406	0,349	0,399	0,457	0,146666667	0	0,183333	0,45	0	1,11
2010	40	10/2/2010	0,2	0,3975	0,347	0,4125	0,374	0,44	0,5025	0	0	0	0	0	0
2010	41	11/2/2010	0	0,321	0,297	0,3635	0,316	0,348	0,392	0	0	0	0	0	0
2010	42	12/2/2010	0	0,3155	0,2915	0,3525	0,311	0,3445	0,3865	0	0	0	0	0	0
2010	43	13/2/2010	0	0,307	0,2845	0,34	0,303	0,34	0,3795	0	0	0	0	0	0
2010	44	14/2/2010	0	0,2995	0,279	0,3305	0,296	0,3355	0,3725	0	0	0	0	0	0
2010	45	15/2/2010	0	0,2935	0,276	0,323	0,289	0,332	0,3675	0	0	0	0	0	0
2010	46	16/2/2010	0	0,286	0,275	0,3515	0,297	0,33	0,375	0	0	0	0	0	0
2010	47	17/2/2010	0	0,329	0,317	0,406	0,349	0,399	0,457	0	0	0	0	0	0
2010	48	18/2/2010	0	0,3445	0,347	0,4125	0,374	0,44	0,5025	0	0	0	0	0	0
2010	49	19/2/2010	0	0,2775	0,2605	0,2995	0,264	0,3345	0,3725	0	0	0	0	0	0
2010	50	20/2/2010	0	0,268	0,252	0,2885	0,253	0,328	0,3635	0	0	0	0	0	0
2010	51	21/2/2010	0	0,2565	0,2415	0,276	0,242	0,3195	0,353	0,073333333	0	0,11	0,33	0	0,543
2010	52	22/2/2010	0	0,2675	0,245	0,3195	0,299	0,3125	0,374	0,11	0	0,183333	0,49	0	0,891
2010	53	23/2/2010	0	0,283	0,2545	0,36	0,349	0,31	0,3905	0	0	0	0	0	0
2010	54	24/2/2010	0	0,2785	0,2535	0,3435	0,329	0,31	0,375	0	0	0	0	0	0
2010	55	25/2/2010	0	0,272	0,251	0,3295	0,314	0,3085	0,364	0	0	0	0	0	0
2010	56	26/2/2010	0	0,2645	0,2465	0,3155	0,299	0,307	0,356	0	0	0	0	0	0
2010	57	27/2/2010	0	0,257	0,241	0,301	0,283	0,3045	0,3495	0	0	0	0	0	0
2010	58	28/2/2010	0	0,2495	0,234	0,2875	0,268	0,3	0,3415	0	0	0	0	0	0
2010	59	1/3/2010	0	0,243	0,227	0,2755	0,255	0,295	0,3335	0	0	0	0	0	0
2010	60	2/3/2010	0	0,2365	0,221	0,265	0,242	0,2885	0,326	0	0	0	0	0	0
2010	61	3/3/2010	0	0,231	0,2155	0,2565	0,232	0,282	0,3185	0	0	0	0	0	0
2010	62	4/3/2010	0	0,2255	0,2105	0,2505	0,225	0,2755	0,311	0	0	0	0	0	0
2010	63	5/3/2010	0	0,2195	0,2045	0,243	0,218	0,2685	0,305	0	0	0	0	0	0
2010	64	6/3/2010	0	0,2135	0,201	0,237	0,213	0,2625	0,2995	0	0	0	0	0	0
2010	65	7/3/2010	0	0,21	0,2005	0,233	0,21	0,2595	0,294	0	0	0	0	0	0
2010	66	8/3/2010	0	0,2075	0,1995	0,2295	0,209	0,2565	0,2905	0	0	0	0	0	0
2010	67	9/3/2010	0	0,2055	0,2	0,227	0,207	0,2535	0,286	0	0	0	0	0	0
2010	68	10/3/2010	0	0,2025	0,2	0,215	0,205	0,251	0,2835	0	0	0	0	0	0
2010	69	11/3/2010	0	0,2	0,199	0,214	0,204	0,249	0,281	0	0	0	0	0	0
2010	70	12/3/2010	0	0,199	0,198	0,212	0,204	0,2465	0,2755	0	0	0	0	0	0
2010	71	13/3/2010	0	0,197	0,197	0,21	0,203	0,244	0,274	0	0	0	0	0	0
2010	72	14/3/2010	0	0,1955	0,195	0,209	0,202	0,241	0,2745	0	0	0	0	0	0
2010	73	15/3/2010	4,4	0,1945	0,193	0,207	0,201	0,238	0,2725	0	0	0	0	0	0
2010	74	16/3/2010	4	0,192	0,192	0,206	0,2	0,236	0,2695	0,036666667	0	0,036667	0,22	0	0,221
2010	75	17/3/2010	0,8	0,191	0,19	0,206	0,198	0,233	0,268	0	0	0	0	0	0
2010	76	18/3/2010	0	0,2	0,199	0,214	0,204	0,249	0,281	0	0	0	0	0	0
2010	77	19/3/2010	0	0,199	0,198	0,212	0,204	0,2465	0,2755	0	0	0	0	0	0
2010	78	20/3/2010	0	0,197	0,197	0,21	0,203	0,244	0,274	0	0	0	0	0	0
2010	79	21/3/2010	0	0,1955	0,195	0,209	0,202	0,241	0,2745	0	0	0	0	0	0
2010	80	22/3/2010	0	0,1945	0,193	0,207	0,201	0,238	0,2725	0	0	0	0	0	0
2010	81	23/3/2010	0	0,192	0,192	0,206	0,2	0,236	0,2695	0	0	0	0	0	0
2010	82	24/3/2010	0	0,191	0,19	0,206	0,198	0,233	0,268	0	0	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2010	83	25/3/2010	0	0,1895	0,1875	0,203	0,198	0,222	0,2605	0	0	0	0	0	0
2010	84	26/3/2010	2,4	0,1885	0,1875	0,203	0,197	0,2215	0,2605	0	0	0	0	0	0
2010	85	27/3/2010	0	0,187	0,1855	0,202	0,195	0,22	0,2595	0,036666667	0	0	0,17	0	0
2010	86	28/3/2010	0	0,1865	0,183	0,201	0,194	0,2175	0,2565	0	0	0	0	0	0
2010	87	29/3/2010	0	0,1865	0,1825	0,2	0,193	0,216	0,254	0	0	0	0	0	0
2010	88	30/3/2010	0	0,1855	0,1815	0,199	0,193	0,2145	0,2525	0	0	0	0	0	0
2010	89	31/3/2010	0	0,1845	0,1795	0,197	0,191	0,2125	0,2495	0	0	0	0	0	0
2010	90	1/4/2010	0	0,183	0,1775	0,196	0,19	0,2105	0,246	0	0	0	0	0	0
2010	91	2/4/2010	0	0,1815	0,1765	0,195	0,189	0,208	0,244	0	0	0	0	0	0
2010	92	3/4/2010	0	0,1815	0,175	0,194	0,188	0,2065	0,2415	0	0	0,256667	0	0	1,561
2010	93	4/4/2010	0	0,1805	0,174	0,193	0,187	0,205	0,2395	0	0	0,036667	0	0	0,321
2010	94	5/4/2010	0	0,1805	0,173	0,192	0,186	0,2035	0,2375	0	0	0	0	0	0
2010	95	6/4/2010	0	0,179	0,172	0,191	0,185	0,2025	0,236	0	0	0	0	0	0
2010	96	7/4/2010	0	0,1785	0,171	0,19	0,184	0,201	0,234	0	0	0	0	0	0
2010	97	8/4/2010	0	0,1775	0,17	0,196	0,183	0,1995	0,2325	0	0	0	0	0	0
2010	98	9/4/2010	0	0,1765	0,168	0,1945	0,181	0,198	0,2315	0,036666667	0	0	0,19	0	0
2010	99	10/4/2010	0	0,175	0,167	0,1935	0,18	0,1965	0,23	0	0	0	0	0	0
2010	100	11/4/2010	0	0,1735	0,166	0,1925	0,179	0,195	0,2285	0	0	0	0	0	0
2010	101	12/4/2010	0,2	0,1725	0,1655	0,192	0,178	0,1945	0,2275	0	0	0	0	0	0
2010	102	13/4/2010	0	0,172	0,1645	0,1905	0,177	0,193	0,2255	0	0	0	0	0	0
2010	103	14/4/2010	0	0,1715	0,1635	0,189	0,177	0,1915	0,2235	0	0	0	0	0	0
2010	104	15/4/2010	0	0,1715	0,1635	0,1885	0,177	0,1905	0,222	0	0	0	0	0	0
2010	105	16/4/2010	0	0,171	0,163	0,188	0,177	0,1905	0,22	0	0	0	0	0	0
2010	106	17/4/2010	0	0,1715	0,163	0,188	0,178	0,1895	0,2195	0	0	0	0	0	0
2010	107	18/4/2010	0	0,1715	0,1625	0,1875	0,177	0,189	0,2185	0	0	0	0	0	0
2010	108	19/4/2010	0	0,171	0,162	0,187	0,177	0,188	0,215	0	0	0	0	0	0
2010	109	20/4/2010	4,8	0,1695	0,161	0,182	0,176	0,188	0,215	0	0	0	0	0	0
2010	110	21/4/2010	0	0,1685	0,16	0,182	0,174	0,187	0,2135	0,073333333	0	0	0,33	0	0
2010	111	22/4/2010	0	0,1675	0,1585	0,18	0,172	0,1855	0,212	0	0	0	0	0	0
2010	112	23/4/2010	0	0,1665	0,1575	0,179	0,171	0,185	0,2095	0	0	0	0	0	0
2010	113	24/4/2010	0	0,166	0,1565	0,178	0,171	0,184	0,2075	0	0	0	0	0	0
2010	114	25/4/2010	0	0,165	0,1555	0,177	0,17	0,183	0,2055	0	0	0	0	0	0
2010	115	26/4/2010	0	0,165	0,1545	0,177	0,169	0,182	0,2045	0	0	0	0	0	0
2010	116	27/4/2010	0	0,1645	0,154	0,176	0,169	0,1815	0,203	0	0	0	0	0	0
2010	117	28/4/2010	0	0,165	0,1545	0,176	0,169	0,1815	0,2025	0	0	0	0	0	0
2010	118	29/4/2010	0	0,1645	0,1535	0,175	0,168	0,1805	0,201	0	0	0	0	0	0
2010	119	30/4/2010	0	0,163	0,152	0,174	0,167	0,18	0,1995	0	0	0	0	0	0
2010	120	1/5/2010	0	0,162	0,151	0,173	0,166	0,1785	0,198	0	0	0	0	0	0
2010	121	2/5/2010	0	0,162	0,15	0,172	0,165	0,1775	0,197	0	0	0	0	0	0
2010	122	3/5/2010	0	0,1615	0,15	0,171	0,165	0,177	0,195	0	0	0	0	0	0
2010	123	4/5/2010	0	0,161	0,15	0,171	0,165	0,1765	0,194	0	0	0	0	0	0
2010	124	5/5/2010	0	0,161	0,15	0,171	0,165	0,176	0,1935	0	0	0	0	0	0
2010	125	6/5/2010	0	0,161	0,15	0,17	0,165	0,176	0,192	0	0	0	0	0	0
2010	126	7/5/2010	0	0,159	0,149	0,17	0,164	0,1755	0,1905	0	0	0	0	0	0
2010	127	8/5/2010	0	0,1585	0,149	0,1685	0,164	0,1745	0,19	0	0	0	0	0	0
2010	128	9/5/2010	0	0,1595	0,1485	0,1675	0,163	0,1745	0,189	0	0	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2010	129	10/5/2010	0	0,159	0,1485	0,167	0,162	0,1745	0,188	0	0	0	0	0	0
2010	130	11/5/2010	0	0,1585	0,1475	0,1655	0,162	0,1735	0,1865	0	0	0	0	0	0
2010	131	12/5/2010	0	0,1575	0,146	0,164	0,16	0,1725	0,1855	0	0,03666667	0	0	0,121	0
2010	132	13/5/2010	0	0,1565	0,145	0,163	0,16	0,172	0,1845	0	0	0	0	0	0
2010	133	14/5/2010	0	0,156	0,145	0,1625	0,159	0,171	0,183	0	0	0	0	0	0
2010	134	15/5/2010	0	0,155	0,144	0,1615	0,158	0,1705	0,1825	0	0	0	0	0	0
2010	135	16/5/2010	0	0,155	0,1445	0,161	0,158	0,17	0,1815	0	0	0	0	0	0
2010	136	17/5/2010	0	0,154	0,1435	0,16	0,157	0,17	0,181	0	0	0	0	0	0
2010	137	18/5/2010	0	0,1525	0,1425	0,1585	0,155	0,169	0,1805	0	0	0	0	0	0
2010	138	19/5/2010	0	0,151	0,141	0,1565	0,154	0,168	0,179	0	0	0	0	0	0
2010	139	20/5/2010	0	0,1495	0,1395	0,155	0,153	0,1665	0,1785	0	0	0	0	0	0
2010	140	21/5/2010	0	0,1485	0,1385	0,154	0,151	0,1655	0,1775	0	0	0	0	0	0
2010	141	22/5/2010	0,4	0,148	0,1375	0,153	0,15	0,1645	0,1765	0	0	0	0	0	0
2010	142	23/5/2010	1	0,1475	0,137	0,153	0,15	0,1645	0,1755	0	0	0	0	0	0
2010	143	24/5/2010	0	0,1465	0,1365	0,152	0,149	0,1635	0,1755	0	0	0	0	0	0
2010	144	25/5/2010	0	0,146	0,136	0,157	0,148	0,163	0,175	0	0	0	0	0	0
2010	145	26/5/2010	0	0,1455	0,1355	0,157	0,148	0,163	0,174	0	0	0	0	0	0
2010	146	27/5/2010	1	0,1445	0,135	0,156	0,147	0,1625	0,1735	0	0	0	0	0	0
2010	147	28/5/2010	0	0,1445	0,1345	0,156	0,146	0,1615	0,173	0	0	0	0	0	0
2010	148	29/5/2010	0	0,1445	0,134	0,155	0,147	0,161	0,1715	0	0	0	0	0	0
2010	149	30/5/2010	0	0,1445	0,135	0,156	0,147	0,161	0,171	0	0	0	0	0	0
2010	150	31/5/2010	0	0,145	0,135	0,156	0,147	0,161	0,1705	0,03666667	0	0	0,223	0	0
2010	151	1/6/2010	0	0,145	0,1355	0,155	0,147	0,161	0,17	0	0	0	0	0	0
2010	152	2/6/2010	0	0,144	0,1345	0,155	0,147	0,161	0,169	0	0	0	0	0	0
2010	153	3/6/2010	0	0,144	0,1345	0,155	0,146	0,161	0,1685	0	0	0	0	0	0
2010	154	4/6/2010	0	0,143	0,1335	0,147	0,145	0,1605	0,1685	0	0	0	0	0	0
2010	155	5/6/2010	0	0,142	0,1325	0,146	0,144	0,1595	0,168	0	0	0	0	0	0
2010	156	6/6/2010	0,6	0,1405	0,1315	0,145	0,143	0,1585	0,167	0	0,03666667	0	0	0,223	0
2010	157	7/6/2010	0	0,1405	0,1315	0,1445	0,142	0,1585	0,1665	0	0	0	0	0	0
2010	158	8/6/2010	0	0,1395	0,13	0,1435	0,142	0,158	0,166	0	0	0	0	0	0
2010	159	9/6/2010	0	0,1385	0,129	0,143	0,141	0,157	0,1645	0	0	0	0	0	0
2010	160	10/6/2010	0	0,1385	0,1285	0,143	0,141	0,156	0,164	0	0	0	0	0	0
2010	161	11/6/2010	0	0,138	0,1285	0,142	0,14	0,156	0,163	0	0	0	0	0	0
2010	162	12/6/2010	0	0,138	0,1285	0,142	0,14	0,156	0,1625	0	0	0	0	0	0
2010	163	13/6/2010	0	0,1375	0,128	0,141	0,139	0,1555	0,1615	0	0	0	0	0	0
2010	164	14/6/2010	0	0,137	0,128	0,141	0,139	0,155	0,161	0	0	0	0	0	0
2010	165	15/6/2010	0	0,137	0,1275	0,1405	0,139	0,155	0,1605	0	0	0	0	0	0
2010	166	16/6/2010	0	0,1365	0,128	0,1405	0,139	0,1545	0,16	0	0	0	0	0	0
2010	167	17/6/2010	0	0,136	0,128	0,1405	0,139	0,1545	0,16	0	0	0	0	0	0
2010	168	18/6/2010	0	0,137	0,128	0,1405	0,138	0,155	0,1595	0	0	0	0	0	0
2010	169	19/6/2010	0	0,1365	0,127	0,1395	0,138	0,155	0,1595	0	0	0	0	0	0
2010	170	20/6/2010	0	0,136	0,127	0,1385	0,137	0,1545	0,159	0	0	0	0	0	0
2010	171	21/6/2010	0	0,1345	0,126	0,1375	0,136	0,154	0,1585	0	0	0	0	0	0
2010	172	22/6/2010	0	0,134	0,125	0,1365	0,135	0,1535	0,1575	0	0	0	0	0	0
2010	173	23/6/2010	0	0,133	0,124	0,1355	0,134	0,1525	0,157	0	0	0	0	0	0
2010	174	24/6/2010	0	0,132	0,1225	0,134	0,132	0,152	0,1565	0	0	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2010	175	25/6/2010	0	0,131	0,1215	0,133	0,132	0,151	0,1555	0	0	0	0	0	0
2010	176	26/6/2010	0	0,1305	0,1205	0,1325	0,131	0,15	0,1555	0	0	0	0	0	0
2010	177	27/6/2010	0	0,1295	0,1205	0,1315	0,13	0,15	0,155	0	0	0	0	0	0
2010	178	28/6/2010	0	0,129	0,1195	0,1315	0,13	0,1495	0,154	0,11	0	0	0,4928	0	0
2010	179	29/6/2010	0,4	0,129	0,1195	0,1315	0,129	0,149	0,154	0,073333333	0,146666667	0,073333	0,678	0,17	0,345
2010	180	30/6/2010	0	0,1285	0,119	0,1305	0,129	0,1485	0,1535	0	0	0	0	0	0
2010	181	1/7/2010	0	0,128	0,118	0,1305	0,129	0,1485	0,1525	0	0	0	0	0	0
2010	182	2/7/2010	0	0,128	0,118	0,1305	0,129	0,1485	0,1525	0	0	0	0	0	0
2010	183	3/7/2010	0	0,1275	0,118	0,13	0,128	0,1485	0,152	0	0	0	0	0	0
2010	184	4/7/2010	0	0,127	0,118	0,1285	0,128	0,1475	0,1515	0	0	0	0	0	0
2010	185	5/7/2010	0	0,127	0,118	0,134	0,128	0,1475	0,1515	0	0	0	0	0	0
2010	186	6/7/2010	0	0,1265	0,1175	0,133	0,127	0,1475	0,1505	0,11	0	0	0,678	0	0
2010	187	7/7/2010	0	0,126	0,1175	0,132	0,127	0,147	0,1505	0	0	0	0	0	0
2010	188	8/7/2010	0	0,125	0,117	0,1255	0,126	0,147	0,15	0	0	0	0	0	0
2010	189	9/7/2010	0	0,1245	0,1165	0,125	0,126	0,1465	0,1495	0	0	0	0	0	0
2010	190	10/7/2010	0	0,124	0,1165	0,124	0,125	0,1465	0,1495	0	0	0	0	0	0
2010	191	11/7/2010	0	0,123	0,1155	0,123	0,125	0,146	0,149	0	0	0	0	0	0
2010	192	12/7/2010	0	0,122	0,1145	0,1225	0,124	0,1455	0,1485	0,146666667	0	0	0,345	0	0
2010	193	13/7/2010	0	0,122	0,114	0,122	0,124	0,1455	0,148	0	0	0	0	0	0
2010	194	14/7/2010	0	0,122	0,114	0,1215	0,124	0,1445	0,1475	0	0	0	0	0	0
2010	195	15/7/2010	0	0,1215	0,114	0,121	0,124	0,1445	0,1475	0	0	0	0	0	0
2010	196	16/7/2010	0	0,1215	0,114	0,121	0,124	0,1445	0,1475	0	0	0	0	0	0
2010	197	17/7/2010	0	0,121	0,114	0,1205	0,123	0,1445	0,146	0,073333333	0	0	0,334	0	0
2010	198	18/7/2010	0	0,121	0,1135	0,1195	0,122	0,1445	0,146	0	0	0	0	0	0
2010	199	19/7/2010	0	0,1205	0,113	0,1185	0,122	0,1445	0,146	0	0	0	0	0	0
2010	200	20/7/2010	0	0,12	0,112	0,118	0,121	0,144	0,145	0	0	0	0	0	0
2010	201	21/7/2010	0	0,12	0,112	0,1175	0,121	0,1435	0,1445	0	0	0	0	0	0
2010	202	22/7/2010	0	0,1195	0,112	0,117	0,12	0,1435	0,144	0	0	0	0	0	0
2010	203	23/7/2010	0	0,119	0,111	0,116	0,119	0,143	0,144	0	0	0	0	0	0
2010	204	24/7/2010	0	0,119	0,111	0,1155	0,119	0,143	0,1435	0	0	0	0	0	0
2010	205	25/7/2010	0	0,118	0,111	0,115	0,118	0,143	0,143	0	0	0	0	0	0
2010	206	26/7/2010	0	0,118	0,11	0,114	0,118	0,1425	0,1425	0	0	0	0	0	0
2010	207	27/7/2010	0	0,1175	0,11	0,1135	0,118	0,1425	0,1425	0	0	0	0	0	0
2010	208	28/7/2010	0	0,117	0,109	0,1125	0,117	0,142	0,1425	0	0	0	0	0	0
2010	209	29/7/2010	0	0,117	0,1085	0,1115	0,116	0,142	0,142	0	0	0	0	0	0
2010	210	30/7/2010	0	0,116	0,1075	0,111	0,115	0,141	0,1415	0	0	0	0	0	0
2010	211	31/7/2010	0	0,1155	0,1075	0,11	0,114	0,1405	0,1405	0	0	0	0	0	0
2010	212	1/8/2010	0	0,115	0,1075	0,11	0,114	0,1405	0,14	0	0	0	0	0	0
2010	213	2/8/2010	0	0,115	0,1065	0,1095	0,114	0,1405	0,1395	0	0	0	0	0	0
2010	214	3/8/2010	0	0,1145	0,1065	0,1095	0,114	0,1395	0,1395	0	0	0	0	0	0
2010	215	4/8/2010	0	0,114	0,1065	0,109	0,113	0,1395	0,139	0	0	0	0	0	0
2010	216	5/8/2010	0	0,114	0,1065	0,1085	0,113	0,1395	0,139	0	0	0	0	0	0
2010	217	6/8/2010	0	0,114	0,1065	0,109	0,113	0,1395	0,139	0	0	0	0	0	0
2010	218	7/8/2010	0	0,114	0,1065	0,109	0,113	0,1395	0,139	0	0	0	0	0	0
2010	219	8/8/2010	0	0,1135	0,106	0,108	0,113	0,1395	0,138	0	0	0	0	0	0
2010	220	9/8/2010	0	0,113	0,1055	0,1075	0,112	0,139	0,1385	0	0	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2010	221	10/8/2010	0	0,113	0,105	0,107	0,112	0,139	0,138	0	0	0	0	0	0
2010	222	11/8/2010	0	0,113	0,105	0,1065	0,112	0,139	0,1375	0	0	0	0	0	0
2010	223	12/8/2010	0	0,1125	0,105	0,1065	0,111	0,138	0,1375	0	0	0	0	0	0
2010	224	13/8/2010	0	0,1125	0,1045	0,1065	0,111	0,138	0,137	0	0	0	0	0	0
2010	225	14/8/2010	0	0,112	0,1045	0,1055	0,111	0,138	0,1365	0	0	0	0	0	0
2010	226	15/8/2010	0	0,112	0,104	0,1055	0,111	0,138	0,1365	0	0	0	0	0	0
2010	227	16/8/2010	0	0,112	0,104	0,1055	0,111	0,138	0,1365	0	0	0	0	0	0
2010	228	17/8/2010	0	0,1115	0,104	0,105	0,11	0,1375	0,136	0	0	0	0	0	0
2010	229	18/8/2010	0	0,1115	0,104	0,104	0,109	0,1375	0,1355	0	0	0	0	0	0
2010	230	19/8/2010	0	0,111	0,104	0,105	0,109	0,1375	0,1355	0	0	0	0	0	0
2010	231	20/8/2010	0	0,113	0,103	0,1045	0,108	0,1375	0,135	0	0	0	0	0	0
2010	232	21/8/2010	0	0,1125	0,103	0,1025	0,108	0,1365	0,1345	0	0	0	0	0	0
2010	233	22/8/2010	0	0,11	0,1025	0,1025	0,107	0,1365	0,1345	0	0	0	0	0	0
2010	234	23/8/2010	0	0,109	0,102	0,103	0,106	0,1365	0,134	0	0	0	0	0	0
2010	235	24/8/2010	0	0,1085	0,101	0,1015	0,104	0,136	0,133	0	0	0	0	0	0
2010	236	25/8/2010	0	0,108	0,1005	0,101	0,104	0,135	0,133	0	0	0	0	0	0
2010	237	26/8/2010	0	0,0885	0,1	0,1005	0,104	0,135	0,1325	0	0	0	0	0	0
2010	238	27/8/2010	0	0,088	0,0995	0,1	0,103	0,1345	0,132	0	0	0	0	0	0
2010	239	28/8/2010	0	0,1075	0,1	0,1	0,103	0,134	0,132	0	0	0	0	0	0
2010	240	29/8/2010	0	0,1075	0,1	0,1005	0,103	0,134	0,132	0	0	0	0	0	0
2010	241	30/8/2010	0	0,107	0,0995	0,0995	0,103	0,134	0,1315	0	0	0	0	0	0
2010	242	31/8/2010	0	0,107	0,0995	0,0995	0,104	0,134	0,131	0	0	0	0	0	0
2010	243	1/9/2010	0	0,1075	0,099	0,0995	0,104	0,134	0,131	0	0	0	0	0	0
2010	244	2/9/2010	0,4	0,106	0,099	0,0995	0,103	0,1335	0,1305	0	0	0	0	0	0
2010	245	3/9/2010	0	0,105	0,0985	0,0985	0,103	0,133	0,1305	0	0	0	0	0	0
2010	246	4/9/2010	0	0,106	0,0975	0,0985	0,102	0,1325	0,13	0	0	0	0	0	0
2010	247	5/9/2010	0	0,106	0,0975	0,098	0,102	0,132	0,1295	0	0	0	0	0	0
2010	248	6/9/2010	0	0,1055	0,097	0,098	0,102	0,1315	0,1295	0	0	0	0	0	0
2010	249	7/9/2010	0	0,105	0,0975	0,098	0,102	0,1315	0,1295	0	0	0	0	0	0
2010	250	8/9/2010	0	0,105	0,097	0,0975	0,101	0,1315	0,1285	0	0	0	0	0	0
2010	251	9/9/2010	0	0,105	0,0965	0,0975	0,101	0,131	0,1285	0	0	0	0	0	0
2010	252	10/9/2010	0	0,105	0,096	0,097	0,101	0,1305	0,1285	0	0	0	0	0	0
2010	253	11/9/2010	0	0,1045	0,0965	0,097	0,101	0,13	0,128	0	0	0	0	0	0
2010	254	12/9/2010	0	0,1045	0,0965	0,097	0,101	0,13	0,1275	0	0	0	0	0	0
2010	255	13/9/2010	7,2	0,104	0,0965	0,0975	0,101	0,13	0,1275	0	0	0	0	0	0
2010	256	14/9/2010	0	0,103	0,096	0,0965	0,1	0,1295	0,1275	0,036666667	0	0,0733333	0,45	0	1,55
2010	257	15/9/2010	0	0,103	0,095	0,096	0,099	0,129	0,127	0	0	0	0	0	0
2010	258	16/9/2010	0	0,103	0,0945	0,0965	0,099	0,128	0,1265	0	0	0	0	0	0
2010	259	17/9/2010	0	0,103	0,095	0,097	0,1	0,128	0,127	0	0	0	0	0	0
2010	260	18/9/2010	0	0,1035	0,095	0,0975	0,1	0,128	0,1265	0	0	0	0	0	0
2010	261	19/9/2010	0	0,104	0,095	0,098	0,1	0,128	0,126	0	0	0	0	0	0
2010	262	20/9/2010	0	0,1045	0,095	0,0985	0,101	0,128	0,126	0	0	0	0	0	0
2010	263	21/9/2010	0	0,105	0,096	0,099	0,101	0,128	0,1265	0	0	0	0	0	0
2010	264	22/9/2010	0	0,1055	0,096	0,0995	0,101	0,128	0,1265	0	0	0	0	0	0
2010	265	23/9/2010	0	0,1055	0,0965	0,0995	0,101	0,128	0,1265	0	0	0	0	0	0
2010	266	24/9/2010	0	0,105	0,0955	0,0985	0,101	0,128	0,1255	0	0	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την εξημοποίηση των γαιών

2010	267	25/9/2010	0	0,1045	0,0955	0,0985	0,1	0,127	0,126	0	0	0	0	0	0
2010	268	26/9/2010	0	0,104	0,0955	0,098	0,1	0,127	0,126	0	0	0	0	0	0
2010	269	27/9/2010	0	0,104	0,0955	0,0985	0,1	0,127	0,1255	0	0	0	0	0	0
2010	270	28/9/2010	0	0,104	0,0955	0,0985	0,101	0,127	0,1255	0	0	0	0	0	0
2010	271	29/9/2010	0	0,104	0,0955	0,0985	0,101	0,1275	0,1255	0	0	0	0	0	0
2010	272	30/9/2010	0	0,104	0,096	0,0985	0,101	0,1275	0,1255	0	0	0	0	0	0
2010	273	1/10/2010	1	0,1035	0,096	0,0985	0,1	0,1275	0,126	0	0	0	0	0	0
2010	274	2/10/2010	0	0,103	0,0955	0,098	0,1	0,1275	0,126	0	0	0	0	0	0
2010	275	3/10/2010	7,8	0,103	0,0945	0,097	0,099	0,127	0,1255	0,073333333	0	0,11	1,55	0	3,5
2010	276	4/10/2010	0	0,1025	0,0945	0,097	0,099	0,1265	0,125	0	0	0	0	0	0
2010	277	5/10/2010	0	0,1015	0,0935	0,096	0,098	0,1255	0,125	0	0	0	0	0	0
2010	278	6/10/2010	0	0,1015	0,093	0,0955	0,098	0,125	0,125	0	0	0	0	0	0
2010	279	7/10/2010	0	0,1015	0,093	0,096	0,098	0,1245	0,1245	0	0	0	0	0	0
2010	280	8/10/2010	35,6	0,102	0,093	0,097	0,099	0,1245	0,1245	0,99	1,063333333	2,86	16,8	9,8	49,5
2010	281	9/10/2010	3,6	0,1015	0,1055	0,149	0,1	0,1245	0,125	0,036666667	0,073333333	0,146667	0,65	0,55	3,2
2010	282	10/10/2010	0	0,1125	0,1205	0,1925	0,103	0,124	0,125	0	0	0	0	0	0
2010	283	11/10/2010	0	0,1135	0,1255	0,1785	0,104	0,123	0,1255	0	0	0	0	0	0
2010	284	12/10/2010	0	0,118	0,1285	0,17	0,107	0,123	0,1265	0	0	0	0	0	0
2010	285	13/10/2010	0	0,1215	0,129	0,165	0,111	0,1235	0,1275	0	0	0	0	0	0
2010	286	14/10/2010	0,2	0,1235	0,13	0,1615	0,114	0,1245	0,128	0	0	0	0	0	0
2010	287	15/10/2010	0,2	0,1245	0,13	0,1585	0,116	0,1255	0,129	0	0	0	0	0	0
2010	288	16/10/2010	1,4	0,125	0,1285	0,155	0,117	0,1265	0,13	0	0	0	0	0	0
2010	289	17/10/2010	1,8	0,124	0,126	0,152	0,117	0,1265	0,1305	0	0	0	0	0	0
2010	290	18/10/2010	1	0,1235	0,124	0,149	0,116	0,126	0,1305	0	0	0	0	0	0
2010	291	19/10/2010	3,6	0,1225	0,123	0,1465	0,116	0,126	0,131	0	0	0,0733333	0	0	1,55
2010	292	20/10/2010	0	0,1225	0,122	0,145	0,116	0,126	0,131	0	0	0	0	0	0
2010	293	21/10/2010	3,8	0,1235	0,12	0,1465	0,116	0,1255	0,1315	0	0	0	0	0	0
2010	294	22/10/2010	0	0,124	0,119	0,147	0,115	0,1255	0,131	0	0	0	0	0	0
2010	295	23/10/2010	0	0,1235	0,118	0,1445	0,115	0,1255	0,1305	0	0	0	0	0	0
2010	296	24/10/2010	0	0,123	0,1165	0,1425	0,115	0,1255	0,1305	0	0	0	0	0	0
2010	297	25/10/2010	0	0,122	0,1155	0,14	0,114	0,125	0,13	0	0	0	0	0	0
2010	298	26/10/2010	0	0,1215	0,114	0,138	0,113	0,125	0,1295	0	0	0	0	0	0
2010	299	27/10/2010	0	0,121	0,1135	0,136	0,114	0,1245	0,1295	0	0	0	0	0	0
2010	300	28/10/2010	15,6	0,1205	0,1145	0,134	0,114	0,125	0,1295	0,22	0,073333333	0,5133333	1,99	1,09	3,7
2010	301	29/10/2010	28,4	0,126	0,115	0,152	0,115	0,1255	0,13	0,733333333	0,073333333	3,7033333	1,75	0,95	23,8
2010	302	30/10/2010	15,2	0,159	0,199	0,2605	0,17	0,129	0,154	0,183333333	0	1,1733333	0,412	0	7,02
2010	303	31/10/2010	0	0,1795	0,2665	0,324	0,219	0,1465	0,184	0,036666667	0,036666667	0	1	0,79	0
2010	304	1/11/2010	0	0,171	0,238	0,2815	0,209	0,159	0,1885	0	0	0	0	0	0
2010	305	2/11/2010	0	0,1665	0,219	0,2555	0,198	0,1575	0,187	0	0	0	0	0	0
2010	306	3/11/2010	0,2	0,163	0,2065	0,237	0,189	0,156	0,187	0	0	0	0	0	0
2010	307	4/11/2010	0,2	0,16	0,1965	0,2235	0,182	0,1545	0,1865	0	0	0	0	0	0
2010	308	5/11/2010	0	0,157	0,188	0,2125	0,176	0,1535	0,1855	0	0	0	0	0	0
2010	309	6/11/2010	0,2	0,1545	0,181	0,203	0,172	0,1515	0,1865	0	0	0	0	0	0
2010	310	7/11/2010	0	0,1525	0,1745	0,195	0,168	0,15	0,187	0	0	0	0	0	0
2010	311	8/11/2010	0	0,1505	0,1695	0,189	0,165	0,149	0,1885	0	0	0	0	0	0
2010	312	9/11/2010	0	0,149	0,1655	0,184	0,162	0,1475	0,1845	0	0	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την εξημοποίηση των γαιών

2010	313	10/11/2010	0	0,1475	0,1625	0,1795	0,16	0,1465	0,175	0	0	0	0	0	0
2010	314	11/11/2010	0	0,1465	0,1595	0,1755	0,158	0,146	0,185	0	0	0	0	0	0
2010	315	12/11/2010	0	0,1465	0,156	0,172	0,155	0,1455	0,182	0,036666667	0	0	0,64	0	0
2010	316	13/11/2010	26,4	0,1655	0,154	0,1715	0,154	0,1445	0,179	0,33	0,036666667	1,283333	1,035	0,81	6,89
2010	317	14/11/2010	9,8	0,109	0,1555	0,2195	0,167	0,144	0,141	0,146666667	0	0,806667	0,58666666	0	5,88867
2010	318	15/11/2010	9,6	0,109	0,1895	0,276	0,201	0,1435	0,148	0,183333333	0	1,356667	0,73333333	0	9,90367
2010	319	16/11/2010	3,4	0,109	0,243	0,2985	0,248	0,151	0,197	0	0	0,036667	0	0	0,26767
2010	320	17/11/2010	0,2	0,11	0,2605	0,3035	0,265	0,16	0,234	0	0	0	0	0	0
2010	321	18/11/2010	0	0,112	0,249	0,287	0,247	0,1625	0,223	0	0	0,036667	0	0	0,26767
2010	322	19/11/2010	0	0,114	0,234	0,2685	0,232	0,1625	0,214	0	0	0	0	0	0
2010	323	20/11/2010	0	0,116	0,2195	0,249	0,219	0,162	0,206	0	0	0	0	0	0
2010	324	21/11/2010	0	0,118	0,208	0,2325	0,207	0,161	0,198	0	0	0	0	0	0
2010	325	22/11/2010	0	0,12	0,1985	0,219	0,197	0,16	0,192	0	0	0	0	0	0
2010	326	23/11/2010	0	0,121	0,19	0,2085	0,19	0,159	0,185	0	0	0	0	0	0
2010	327	24/11/2010	0	0,122	0,1825	0,1995	0,184	0,157	0,178	0	0	0	0	0	0
2010	328	25/11/2010	1,2	0,123	0,176	0,192	0,179	0,156	0,173	0	0	0	0	0	0
2010	329	26/11/2010	11,2	0,123	0,172	0,1945	0,177	0,155	0,168	0,11	0	0,33	0,44	0	2,409
2010	330	27/11/2010	0	0,123	0,1695	0,198	0,178	0,154	0,164	0	0	0	0	0	0
2010	331	28/11/2010	0	0,123	0,168	0,192	0,176	0,1525	0,162	0	0	0	0	0	0
2010	332	29/11/2010	0	0,124	0,1655	0,1855	0,174	0,1515	0,159	0	0	0	0	0	0
2010	333	30/11/2010	0	0,124	0,1625	0,1795	0,172	0,1515	0,156	0	0	0	0	0	0
2010	334	1/12/2010	0	0,124	0,159	0,175	0,169	0,151	0,152	0	0	0	0	0	0
2010	335	2/12/2010	0	0,124	0,156	0,171	0,166	0,15	0,149	0	0	0	0	0	0
2010	336	3/12/2010	0	0,124	0,153	0,167	0,164	0,149	0,146	0	0,036666667	0	0	0,806666667	0
2010	337	4/12/2010	0	0,124	0,1505	0,1645	0,161	0,149	0,143	0	0	0	0	0	0
2010	338	5/12/2010	0	0,123	0,148	0,1615	0,159	0,148	0,141	0	0	0	0	0	0
2010	339	6/12/2010	0	0,123	0,1455	0,1585	0,157	0,1475	0,138	0	0	0	0	0	0
2010	340	7/12/2010	0	0,122	0,1425	0,1555	0,154	0,146	0,136	0	0	0,036667	0	0	0,26767
2010	341	8/12/2010	0	0,122	0,14	0,152	0,151	0,1445	0,134	0	0	0,073333	0	0	0,53533
2010	342	9/12/2010	0	0,121	0,138	0,15	0,15	0,1435	0,132	0	0	0	0	0	0
2010	343	10/12/2010	0	0,121	0,137	0,1485	0,149	0,1425	0,13	0	0	0	0	0	0
2010	344	11/12/2010	6,2	0,12	0,136	0,147	0,147	0,142	0,128	0	0	0	0	0	0
2010	345	12/12/2010	39,8	0,117	0,135	0,235	0,148	0,1415	0,127	5,573333333	4,62	9,866667	33,44	18,48	59,2
2010	346	13/12/2010	42,2	0,123	0,2405	0,3615	0,23	0,252	0,283	1,796666667	0,953333333	3,776667	10,78	3,813333333	22,66
2010	347	14/12/2010	43,8	0,184	0,345	0,3915	0,325	0,389	0,434	2,273333333	0,146666667	10,38	13,64	0,586666667	62,28
2010	348	15/12/2010	6,8	0,267	0,3385	0,3785	0,336	0,405	0,415	0,11	0	0,33	0,66	0	1,98
2010	349	16/12/2010	5	0,27	0,328	0,365	0,331	0,395	0,398	0,12	0	0,11	0,68	0	0,7
2010	350	17/12/2010	3,6	0,285	0,321	0,3585	0,321	0,38	0,375	1,026666667	0,77	4,07	0,72	0	0,66
2010	351	18/12/2010	59,4	0,297	0,3325	0,379	0,342	0,393	0,407	0,11	0,183333333	0,476667	6,16	3,08	24,42
2010	352	19/12/2010	8,2	0,322	0,344	0,394	0,353	0,4175	0,458	0	0	0	0,66	0,733333333	2,86
2010	353	20/12/2010	0,6	0,307	0,326	0,365	0,324	0,3985	0,426	0	0	0	0	0	0
2010	354	21/12/2010	0	0,286	0,3135	0,348	0,312	0,375	0,386	0	0	0	0	0	0
2010	355	22/12/2010	0	0,275	0,3035	0,3305	0,303	0,362	0,361	0	0	0	0	0	0
2010	356	23/12/2010	0	0,269	0,294	0,315	0,293	0,353	0,349	0	0	0	0	0	0
2010	357	24/12/2010	0	0,263	0,284	0,299	0,285	0,345	0,334	0	0	0	0	0	0
2010	358	25/12/2010	0	0,259	0,275	0,2825	0,276	0,338	0,316	0	0	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2010	359	26/12/2010	0	0,255	0,266	0,2665	0,267	0,331	0,306	0	0	0	0	0	0
2010	360	27/12/2010	0	0,251	0,256	0,2525	0,257	0,3235	0,296	0	0	0	0	0	0
2010	361	28/12/2010	0	0,248	0,2455	0,2405	0,249	0,3165	0,286	0	0	0	0	0	0
2010	362	29/12/2010	0	0,244	0,237	0,2305	0,24	0,3105	0,278	0	0	0	0	0	0
2010	363	30/12/2010	0	0,241	0,23	0,2235	0,233	0,3055	0,272	0	0,03666667	0,036667	0	0	0
2010	364	31/12/2010	4	0,237	0,2255	0,2195	0,227	0,301	0,266	0	0	0	0	0,14666667	0,22
2010	365	1/1/2011	1,8	0,233	0,2225	0,2165	0,224	0,2975	0,262	0	0	0	0	0	0
2010	366	2/1/2011	0	0,229	0,221	0,2145	0,221	0,293	0,259	0	0,03666667	0	0	0	0
2010	1	3/1/2011	0	0,226	0,219	0,2125	0,219	0,288	0,255	0,22	0,25666667	0,513333	0	0,14666667	0
2011	2	4/1/2011	19,6	0,22	0,219	0,2175	0,219	0,284	0,251	0,11	0,14666667	0,22	1,32	1,02666667	3,08
2011	3	5/1/2011	8,4	0,263	0,2635	0,286	0,276	0,3125	0,326	0,25666667	0,33	0,513333	0,66	0,58666667	1,32
2011	4	6/1/2011	18	0,323	0,3335	0,3755	0,346	0,364	0,428	0,03666667	0	0	1,54	1,32	3,08
2011	5	7/1/2011	1,6	0,31	0,342	0,382	0,339	0,3835	0,417	0	0	0,073333	0,22	0	0
2011	6	8/1/2011	2,2	0,279	0,3215	0,3565	0,315	0,3755	0,37	0	0	0	0	0	0,44
2011	7	9/1/2011	0,6	0,271	0,317	0,349	0,309	0,368	0,354	0	0	0	0	0	0
2011	8	10/1/2011	0	0,266	0,313	0,339	0,304	0,363	0,343	0	0	0	0	0	0
2011	9	11/1/2011	0	0,262	0,305	0,324	0,297	0,3565	0,334	0	0	0	0	0	0
2011	10	12/1/2011	0	0,26	0,298	0,312	0,291	0,3505	0,326	0	0,03666667	0	0	0	0
2011	11	13/1/2011	0	0,258	0,293	0,3025	0,286	0,346	0,321	0	0	0	0	0,14666667	0
2011	12	14/1/2011	0	0,255	0,288	0,293	0,281	0,3425	0,316	0	0	0	0	0	0
2011	13	15/1/2011	0	0,253	0,2815	0,2825	0,274	0,338	0,31	0	0	0	0	0	0
2011	14	16/1/2011	1,6	0,25	0,2765	0,2735	0,269	0,333	0,306	0	0	0,036667	0	0	0
2011	15	17/1/2011	1,6	0,247	0,2725	0,2665	0,264	0,3295	0,302	0,403333333	0	0,916667	0	0	0,22
2011	16	18/1/2011	32,6	0,245	0,2695	0,2595	0,26	0,326	0,297	0,183333333	0	0,476667	2,42	0	5,5
2011	17	19/1/2011	15,2	0,311	0,3105	0,323	0,303	0,407	0,375	0	0	0	1,1	0	2,86
2011	18	20/1/2011	0,2	0,337	0,3405	0,3765	0,335	0,444	0,43	0	0	0	0	0	0
2011	19	21/1/2011	0	0,287	0,3235	0,3565	0,317	0,389	0,393	0	0	0	0	0	0
2011	20	22/1/2011	0	0,277	0,3135	0,3405	0,307	0,375	0,373	0	0,03666667	0,036667	0	0	0
2011	21	23/1/2011	2,8	0,27	0,305	0,3265	0,298	0,3665	0,358	0,03666667	0	0,073333	0	0,14666667	0,22
2011	22	24/1/2011	1,8	0,265	0,298	0,3145	0,291	0,3595	0,347	0,073333333	0	0,22	0,22	0	0,44
2011	23	25/1/2011	9	0,261	0,2955	0,309	0,287	0,3545	0,338	0,44	0,11	0,66	0,44	0	1,32
2011	24	26/1/2011	17,2	0,283	0,323	0,35	0,315	0,381	0,381	0,073333333	0	0,146667	2,64	0,44	3,96
2011	25	27/1/2011	4,8	0,304	0,348	0,3895	0,345	0,4055	0,424	0,073333333	0,03666667	0,036667	0,44	0	0,88
2011	26	28/1/2011	0	0,294	0,337	0,38	0,335	0,3945	0,409	0	0	0	0,44	0,14666667	0,22
2011	27	29/1/2011	2	0,282	0,3225	0,3665	0,32	0,3805	0,39	0,183333333	0,07333333	0,146667	0	0	0
2011	28	30/1/2011	11,4	0,297	0,34	0,389	0,338	0,394	0,421	0,03666667	0	0,073333	1,1	0,293333333	0,88
2011	29	31/1/2011	5,4	0,303	0,3495	0,401	0,347	0,403	0,438	0,03666667	0	0	0,22	0	0,44
2011	30	1/2/2011	0	0,286	0,3395	0,3895	0,334	0,394	0,415	0	0	0	0,22	0	0
2011	31	2/2/2011	0	0,281	0,335	0,385	0,331	0,389	0,407	0	0	0	0	0	0
2011	32	3/2/2011	0	0,277	0,3235	0,3705	0,322	0,3785	0,392	0	0	0	0	0	0
2011	33	4/2/2011	2,2	0,272	0,313	0,359	0,314	0,3705	0,381	0,80666667	0	1,1	0	0	0
2011	34	5/2/2011	41,2	0,28	0,339	0,4	0,343	0,3755	0,423	0	0	0	4,84	0	6,6
2011	35	6/2/2011	2,6	0,35	0,3605	0,426	0,368	0,425	0,475	0,183333333	0	0,146667	0	0	0
2011	36	7/2/2011	9,6	0,363	0,3635	0,4225	0,366	0,452	0,476	0,03666667	0	0,036667	1,1	0	0,88
2011	37	8/2/2011	1,2	0,317	0,3625	0,423	0,362	0,4275	0,459	0	0	0	0,22	0	0,22
2011	38	9/2/2011	0	0,309	0,342	0,398	0,345	0,408	0,433	0	0,03666667	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2011	39	10/2/2011	0	0,295	0,329	0,379	0,332	0,3925	0,411	0	0	0,0366667	0	0,14666667	0
2011	40	11/2/2011	3,6	0,281	0,3185	0,363	0,323	0,382	0,398	0,03666667	0,03666667	0	0	0	0,22
2011	41	12/2/2011	0,2	0,271	0,3125	0,353	0,315	0,375	0,387	0	0	0	0,22	0,14666667	0
2011	42	13/2/2011	0	0,268	0,308	0,3455	0,31	0,3695	0,378	0	0	0	0	0	0
2011	43	14/2/2011	0	0,265	0,3015	0,336	0,304	0,364	0,371	0	0	0	0	0	0
2011	44	15/2/2011	0	0,263	0,2955	0,3265	0,298	0,36	0,364	0,11	0,0366667	0,0733333	0	0	0
2011	45	16/2/2011	9,2	0,261	0,2905	0,3165	0,291	0,356	0,358	0,293333333	0	0,366667	0,66	0,14666667	0,44
2011	46	17/2/2011	15,8	0,282	0,323	0,365	0,323	0,386	0,4	0,073333333	0	0,146667	1,76	0	2,2
2011	47	18/2/2011	5	0,302	0,3605	0,418	0,359	0,42	0,452	0	0	0	0,44	0	0,88
2011	48	19/2/2011	0	0,294	0,351	0,406	0,35	0,41	0,443	0	0	0	0	0	0
2011	49	20/2/2011	1,6	0,283	0,335	0,3845	0,335	0,393	0,418	0,513333333	0	0,623333	0	0	0
2011	50	21/2/2011	27,6	0,302	0,3555	0,4075	0,354	0,4205	0,466	0,03666667	0	0,036667	3,08	0	3,74
2011	51	22/2/2011	2,2	0,339	0,374	0,43	0,373	0,454	0,503	0	0,0366667	0	0,22	0	0,22
2011	52	23/2/2011	0	0,331	0,3555	0,41	0,357	0,434	0,465	0	0	0	0	0,14666667	0
2011	53	24/2/2011	0	0,299	0,3395	0,392	0,342	0,4045	0,435	0,073333333	0,0366667	0,036667	0	0	0
2011	54	25/2/2011	4,4	0,286	0,329	0,378	0,332	0,3905	0,415	0,25666667	0	0,586667	0,44	0,14666667	0,22
2011	55	26/2/2011	17,6	0,3	0,354	0,412	0,358	0,4035	0,438	0,073333333	0,07333333	0,11	1,54	0	3,52
2011	56	27/2/2011	5,4	0,327	0,3705	0,434	0,374	0,43	0,474	0,22	0	0,293333	0,44	0,293333333	0,66
2011	57	28/2/2011	12,6	0,36	0,368	0,427	0,369	0,462	0,497	0,843333333	0	1,21	1,32	0	1,76
2011	58	1/3/2011	42,4	0,374	0,3755	0,436	0,375	0,4765	0,508	0	0	0	5,06	0	7,26
2011	59	2/3/2011	0,4	0,474	0,3945	0,4445	0,415	0,537	0,601	0	0	0	0	0	0
2011	60	3/3/2011	0	0,47	0,39	0,4355	0,415	0,531	0,608	0	0	0	0	0	0
2011	61	4/3/2011	0	0,338	0,3565	0,41	0,364	0,44	0,501	0	0	0	0	0	0
2011	62	5/3/2011	0,2	0,31	0,346	0,399	0,352	0,416	0,474	0	0	0	0	0	0
2011	63	6/3/2011	0,2	0,298	0,3385	0,389	0,344	0,4035	0,455	0	0,0366667	0	0	0	0
2011	64	7/3/2011	0	0,29	0,331	0,38	0,337	0,3955	0,44	0	0	0	0	0,14666667	0
2011	65	8/3/2011	0	0,284	0,3235	0,3705	0,33	0,388	0,428	0,03666667	0	0,036667	0	0	0
2011	66	9/3/2011	5	0,278	0,3155	0,361	0,323	0,3825	0,418	1,46666667	0,9166667	1,98	0,22	0	0,22
2011	67	10/3/2011	28,2	0,274	0,326	0,388	0,317	0,377	0,41	1,13666667	1,32	1,57667	8,8	3,6666667	11,88
2011	68	11/3/2011	20,6	0,4	0,38	0,4435	0,366	0,4895	0,623	0,33	0,0366667	0,953333	6,82	5,28	9,46
2011	69	12/3/2011	6,8	0,549	0,432	0,47	0,426	0,6325	0,841	0	0,0366667	0	1,98	0,14666667	5,72
2011	70	13/3/2011	0	0,492	0,406	0,4455	0,408	0,5795	0,697	0	0	0	0	0,14666667	0
2011	71	14/3/2011	0	0,375	0,3565	0,41	0,368	0,468	0,527	0	0	0	0	0	0
2011	72	15/3/2011	0	0,326	0,3425	0,397	0,351	0,4265	0,489	0	0	0	0	0	0
2011	73	16/3/2011	0	0,311	0,333	0,385	0,34	0,4105	0,465	0	0	0	0	0	0
2011	74	17/3/2011	0	0,301	0,3215	0,372	0,328	0,3985	0,447	0	0	0	0	0	0
2011	75	18/3/2011	0	0,293	0,307	0,3565	0,315	0,3875	0,432	0	0	0	0	0	0
2011	76	19/3/2011	0	0,287	0,2935	0,341	0,302	0,377	0,418	0	0	0	0	0	0
2011	77	20/3/2011	0,2	0,281	0,283	0,3275	0,29	0,368	0,411	0	0	0	0	0	0
2011	78	21/3/2011	0	0,276	0,2745	0,3175	0,282	0,3605	0,401	0	0	0	0	0	0
2011	79	22/3/2011	1,8	0,272	0,2675	0,3085	0,275	0,354	0,389	0,183333333	0	0,25667	0	0	0
2011	80	23/3/2011	14,8	0,27	0,2635	0,3025	0,269	0,349	0,385	0	0	0,036667	1,1	0	1,54
2011	81	24/3/2011	1,8	0,267	0,2995	0,3515	0,271	0,348	0,401	0	0	0	0	0	0,22
2011	82	25/3/2011	0	0,265	0,3355	0,3955	0,279	0,3575	0,418	0,11	0,0366667	0,11	0	0	0
2011	83	26/3/2011	5,8	0,265	0,3315	0,3985	0,286	0,3665	0,413	0	0	0	0,66	0,14666667	0,66
2011	84	27/3/2011	0	0,264	0,331	0,401	0,289	0,3705	0,411	0	0	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2011	85	28/3/2011	0	0,265	0,326	0,3825	0,289	0,373	0,41	0	0	0	0	0	0
2011	86	29/3/2011	0	0,267	0,313	0,3645	0,286	0,37	0,406	0	0	0	0	0	0
2011	87	30/3/2011	0	0,267	0,3	0,3485	0,28	0,3665	0,402	0	0	0	0	0	0
2011	88	31/3/2011	0	0,266	0,287	0,334	0,272	0,3605	0,397	0	0	0	0	0	0
2011	89	1/4/2011	0	0,265	0,274	0,319	0,265	0,3535	0,391	0	0	0	0	0	0
2011	90	2/4/2011	1,2	0,262	0,2625	0,3055	0,258	0,3465	0,386	0	0	0	0	0	0
2011	91	3/4/2011	0,8	0,259	0,254	0,295	0,252	0,3395	0,386	0	0	0	0	0	0
2011	92	4/4/2011	4,4	0,256	0,2485	0,2895	0,247	0,334	0,38	0	0	0	0	0	0
2011	93	5/4/2011	0,6	0,254	0,2485	0,2885	0,245	0,3305	0,372	0	0	0	0	0	0
2011	94	6/4/2011	0	0,252	0,247	0,286	0,244	0,327	0,371	0	0	0	0	0	0
2011	95	7/4/2011	0	0,243	0,2445	0,2825	0,243	0,322	0,367	0	0	0	0	0	0
2011	96	8/4/2011	0,2	0,24	0,2415	0,278	0,242	0,317	0,362	0	0	0	0	0	0
2011	97	9/4/2011	3,8	0,242	0,239	0,274	0,241	0,315	0,359	0	0	0	0	0	0
2011	98	10/4/2011	0	0,239	0,236	0,272	0,239	0,312	0,356	0	0	0	0	0	0
2011	99	11/4/2011	0	0,241	0,234	0,271	0,238	0,3065	0,354	0	0	0	0	0	0
2011	100	12/4/2011	0	0,241	0,231	0,267	0,237	0,3005	0,356	0	0	0	0	0	0
2011	101	13/4/2011	0	0,24	0,225	0,2615	0,234	0,2935	0,354	0	0	0	0	0	0
2011	102	14/4/2011	0	0,238	0,217	0,255	0,23	0,2855	0,347	0	0	0	0	0	0
2011	103	15/4/2011	0	0,237	0,211	0,249	0,226	0,277	0,339	0	0	0	0	0	0
2011	104	16/4/2011	0	0,235	0,206	0,245	0,224	0,2685	0,331	0	0	0	0	0	0
2011	105	17/4/2011	0	0,233	0,2025	0,2425	0,223	0,261	0,33	0	0	0	0	0	0
2011	106	18/4/2011	0	0,23	0,2	0,239	0,221	0,255	0,326	0	0	0	0	0	0
2011	107	19/4/2011	2	0,227	0,198	0,2355	0,22	0,25	0,323	0,073333333	0	0,073333	0	0	0
2011	108	20/4/2011	6	0,226	0,196	0,2345	0,219	0,2455	0,321	0	0	0,036667	0,44	0	0,44
2011	109	21/4/2011	0,4	0,224	0,195	0,2365	0,218	0,2425	0,317	0	0	0,11	0	0	0,22
2011	110	22/4/2011	3,8	0,223	0,1945	0,2375	0,217	0,241	0,318	0,036666667	0	0	0	0	0,66
2011	111	23/4/2011	0,8	0,223	0,194	0,2385	0,216	0,239	0,318	0	0	0	0,22	0	0
2011	112	24/4/2011	0	0,221	0,194	0,2395	0,217	0,2365	0,318	0	0	0	0	0	0
2011	113	25/4/2011	0	0,222	0,1935	0,2385	0,217	0,2335	0,32	0	0	0	0	0	0
2011	114	26/4/2011	0	0,222	0,192	0,237	0,217	0,23	0,323	0	0	0	0	0	0
2011	115	27/4/2011	0	0,222	0,1905	0,2345	0,216	0,2265	0,319	0	0	0	0	0	0
2011	116	28/4/2011	0,6	0,22	0,189	0,233	0,216	0,2235	0,314	0	0	0	0	0	0
2011	117	29/4/2011	0,2	0,217	0,1875	0,232	0,215	0,2205	0,317	0	0	0	0	0	0
2011	118	30/4/2011	0,2	0,215	0,187	0,232	0,215	0,218	0,315	0,073333333	0	0,146667	0	0	0
2011	119	1/5/2011	7,4	0,213	0,1855	0,2345	0,214	0,217	0,311	0	0	0	0,44	0	0,88
2011	120	2/5/2011	0	0,211	0,1855	0,2375	0,213	0,2155	0,318	0	0	0	0	0	0
2011	121	3/5/2011	1	0,211	0,185	0,2375	0,213	0,2135	0,323	0	0	0	0	0	0
2011	122	4/5/2011	0	0,211	0,1845	0,2365	0,212	0,212	0,32	0	0	0	0	0	0
2011	123	5/5/2011	0	0,21	0,1835	0,236	0,213	0,21	0,318	0	0	0	0	0	0
2011	124	6/5/2011	0	0,208	0,1815	0,233	0,214	0,2075	0,313	0,036666667	0	0,073333	0	0	0
2011	125	7/5/2011	5,8	0,208	0,1795	0,23	0,213	0,205	0,307	0	0	0	0,22	0	0,44
2011	126	8/5/2011	2,2	0,207	0,1785	0,2295	0,211	0,2045	0,307	0	0	0	0	0	0
2011	127	9/5/2011	0	0,204	0,1765	0,2295	0,209	0,203	0,309	0	0	0	0	0	0
2011	128	10/5/2011	0	0,204	0,175	0,2285	0,208	0,2	0,307	0	0	0	0	0	0
2011	129	11/5/2011	0	0,203	0,174	0,229	0,209	0,199	0,307	0	0	0	0	0	0
2011	130	12/5/2011	0	0,202	0,174	0,2275	0,209	0,198	0,307	0,036666667	0	0,073333	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2011	131	13/5/2011	4,8	0,2	0,1725	0,225	0,207	0,1975	0,303	0	0	0	0,22	0	0,44
2011	132	14/5/2011	0	0,198	0,1705	0,224	0,205	0,197	0,302	0	0	0	0	0	0
2011	133	15/5/2011	0	0,197	0,1695	0,2235	0,204	0,195	0,301	0	0	0	0	0	0
2011	134	16/5/2011	0	0,196	0,169	0,2225	0,205	0,1935	0,3	0	0	0	0	0	0
2011	135	17/5/2011	0	0,194	0,168	0,2215	0,205	0,192	0,296	0	0	0	0	0	0
2011	136	18/5/2011	0	0,193	0,167	0,2205	0,204	0,1905	0,294	0,073333333	0,03666667	0	0	0	0
2011	137	19/5/2011	0	0,19	0,1655	0,219	0,203	0,189	0,292	0	0	0	0,44	0,14666667	0
2011	138	20/5/2011	0	0,189	0,1645	0,2175	0,202	0,188	0,287	0,403333333	0,183333333	0,256667	0	0	0
2011	139	21/5/2011	17,6	0,187	0,163	0,215	0,2	0,187	0,285	0	0	0	2,42	0,733333333	1,54
2011	140	22/5/2011	0,2	0,184	0,1635	0,2475	0,2	0,186	0,286	0	0	0	0	0	0
2011	141	23/5/2011	0	0,182	0,1665	0,273	0,203	0,186	0,288	0	0	0	0	0	0
2011	142	24/5/2011	0	0,183	0,1675	0,2595	0,205	0,186	0,289	0	0	0	0	0	0
2011	143	25/5/2011	0	0,183	0,167	0,25	0,205	0,1865	0,29	0	0	0	0	0	0
2011	144	26/5/2011	0,8	0,184	0,1665	0,2435	0,205	0,1865	0,289	0	0	0	0	0	0
2011	145	27/5/2011	0,8	0,184	0,1655	0,236	0,203	0,187	0,289	0	0	0	0	0	0
2011	146	28/5/2011	0,4	0,183	0,164	0,231	0,201	0,1865	0,291	0	0	0	0	0	0
2011	147	29/5/2011	1	0,182	0,163	0,2275	0,2	0,1855	0,288	0,073333333	0	0,146667	0	0	0
2011	148	30/5/2011	8,2	0,179	0,163	0,226	0,2	0,1855	0,282	0	0	0	0,44	0	0,88
2011	149	31/5/2011	0	0,178	0,163	0,228	0,2	0,1855	0,28	0	0	0	0	0	0
2011	150	1/6/2011	0	0,179	0,1635	0,2275	0,2	0,185	0,279	0	0	0	0	0	0
2011	151	2/6/2011	0	0,178	0,164	0,225	0,2	0,185	0,276	0	0	0	0	0	0
2011	152	3/6/2011	0	0,177	0,1635	0,2225	0,199	0,1855	0,272	0,073333333	0	0	0	0	0
2011	153	4/6/2011	0	0,176	0,164	0,2195	0,198	0,1855	0,268	0	0	0	0,44	0	0
2011	154	5/6/2011	0	0,175	0,1645	0,217	0,197	0,1855	0,263	0	0	0	0	0	0
2011	155	6/6/2011	0	0,174	0,1645	0,2145	0,196	0,186	0,256	0	0	0	0	0	0
2011	156	7/6/2011	0	0,173	0,1645	0,212	0,195	0,186	0,249	0	0	0	0	0	0
2011	157	8/6/2011	0	0,171	0,164	0,209	0,193	0,186	0,243	0	0	0	0	0	0
2011	158	9/6/2011	0	0,17	0,1635	0,206	0,192	0,186	0,238	0	0	0	0	0	0
2011	159	10/6/2011	0	0,169	0,164	0,205	0,192	0,1865	0,231	0	0	0	0	0	0
2011	160	11/6/2011	0	0,169	0,164	0,204	0,192	0,1875	0,224	0	0	0	0	0	0
2011	161	12/6/2011	0	0,168	0,163	0,2025	0,19	0,187	0,219	0	0	0	0	0	0
2011	162	13/6/2011	0	0,167	0,162	0,1995	0,188	0,1865	0,214	0	0	0	0	0	0
2011	163	14/6/2011	0	0,166	0,1615	0,1975	0,187	0,186	0,21	0	0	0	0	0	0
2011	164	15/6/2011	0	0,166	0,16	0,195	0,185	0,186	0,207	0	0	0	0	0	0
2011	165	16/6/2011	0	0,165	0,159	0,193	0,183	0,186	0,203	0	0	0	0	0	0
2011	166	17/6/2011	1,2	0,164	0,158	0,191	0,182	0,1855	0,2	0,073333333	0	0,036667	0	0	0
2011	167	18/6/2011	8,8	0,162	0,157	0,1935	0,18	0,1845	0,198	0	0	0	0,44	0	0,22
2011	168	19/6/2011	0	0,16	0,156	0,1945	0,178	0,1835	0,196	0	0	0	0	0	0
2011	169	20/6/2011	0	0,161	0,156	0,1915	0,178	0,183	0,194	0	0	0	0	0	0
2011	170	21/6/2011	0	0,16	0,157	0,1905	0,178	0,183	0,193	0	0	0	0	0	0
2011	171	22/6/2011	0	0,16	0,1575	0,1905	0,178	0,184	0,191	0	0	0	0	0	0
2011	172	23/6/2011	0	0,16	0,1585	0,19	0,179	0,1845	0,189	0	0	0	0	0	0
2011	173	24/6/2011	0	0,159	0,159	0,189	0,178	0,185	0,187	0	0	0	0	0	0
2011	174	25/6/2011	0	0,159	0,158	0,1875	0,177	0,1845	0,185	0,073333333	0	0,036667	0	0	0
2011	175	26/6/2011	0	0,158	0,158	0,186	0,176	0,184	0,184	0,22	0,03666667	0,146667	0,44	0	0,22
2011	176	27/6/2011	0	0,157	0,1575	0,1845	0,176	0,1835	0,182	0	0	0	1,32	0,14666667	0,88

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2011	177	28/6/2011	0	0,157	0,1565	0,183	0,174	0,1835	0,18	0	0	0	0	0	0
2011	178	29/6/2011	0	0,156	0,1555	0,1815	0,173	0,183	0,179	0,073333333	0	0	0	0	0
2011	179	30/6/2011	0	0,155	0,154	0,1785	0,171	0,1815	0,177	0	0	0	0,44	0	0
2011	180	1/7/2011	0	0,154	0,1535	0,1785	0,17	0,181	0,176	0	0	0	0	0	0
2011	181	2/7/2011	0	0,153	0,1535	0,179	0,17	0,1805	0,175	0	0	0	0	0	0
2011	182	3/7/2011	0	0,152	0,1535	0,179	0,17	0,181	0,174	0	0	0	0	0	0
2011	183	4/7/2011	0	0,152	0,1535	0,1785	0,17	0,181	0,173	0	0	0	0	0	0
2011	184	5/7/2011	0	0,151	0,1535	0,178	0,169	0,181	0,172	0	0	0	0	0	0
2011	185	6/7/2011	0	0,151	0,153	0,1765	0,169	0,1805	0,171	0,073333333	0	0	0	0	0
2011	186	7/7/2011	0	0,151	0,152	0,174	0,168	0,1795	0,17	0	0	0	0,44	0	0
2011	187	8/7/2011	0	0,151	0,1515	0,173	0,167	0,1795	0,169	0	0	0	0	0	0
2011	188	9/7/2011	0	0,151	0,1515	0,1725	0,167	0,179	0,168	0	0	0	0	0	0
2011	189	10/7/2011	0	0,152	0,1505	0,172	0,166	0,179	0,167	0,036666667	0,036666667	0	0	0	0
2011	190	11/7/2011	0	0,15	0,1495	0,17	0,165	0,1785	0,166	0	0	0	0,22	0,146666667	0
2011	191	12/7/2011	0	0,15	0,1495	0,1695	0,164	0,1775	0,165	0,036666667	0	0	0	0	0
2011	192	13/7/2011	0	0,151	0,1485	0,1685	0,164	0,177	0,164	0	0	0	0,22	0	0
2011	193	14/7/2011	0	0,151	0,148	0,1675	0,163	0,1765	0,163	0	0	0	0	0	0
2011	194	15/7/2011	0	0,15	0,148	0,167	0,162	0,176	0,162	0	0	0	0	0	0
2011	195	16/7/2011	0	0,149	0,147	0,166	0,162	0,176	0,161	0	0	0	0	0	0
2011	196	17/7/2011	0	0,149	0,146	0,165	0,161	0,1755	0,159	0	0	0	0	0	0
2011	197	18/7/2011	0	0,149	0,145	0,164	0,16	0,1745	0,158	0	0	0	0	0	0
2011	198	19/7/2011	0	0,148	0,145	0,163	0,159	0,174	0,157	0	0	0	0	0	0
2011	199	20/7/2011	0	0,148	0,144	0,1625	0,159	0,173	0,157	0	0	0	0	0	0
2011	200	21/7/2011	0	0,148	0,1435	0,1615	0,158	0,173	0,156	0	0	0	0	0	0
2011	201	22/7/2011	0	0,147	0,143	0,1605	0,157	0,172	0,155	0	0	0	0	0	0
2011	202	23/7/2011	0	0,147	0,1425	0,1605	0,157	0,1715	0,154	0	0	0	0	0	0
2011	203	24/7/2011	0	0,146	0,1415	0,159	0,156	0,1715	0,153	0	0	0	0	0	0
2011	204	25/7/2011	0	0,146	0,14	0,157	0,155	0,17	0,153	0	0	0	0	0	0
2011	205	26/7/2011	0	0,145	0,139	0,156	0,154	0,169	0,151	0	0	0	0	0	0
2011	206	27/7/2011	0	0,144	0,138	0,1555	0,153	0,169	0,15	0	0	0	0	0	0
2011	207	28/7/2011	0	0,144	0,137	0,1545	0,152	0,168	0,149	0	0	0	0	0	0
2011	208	29/7/2011	0	0,144	0,1365	0,1535	0,152	0,1675	0,148	0	0	0	0	0	0
2011	209	30/7/2011	0	0,144	0,1355	0,1525	0,151	0,1665	0,147	0	0	0	0	0	0
2011	210	31/7/2011	0	0,143	0,1345	0,151	0,15	0,166	0,147	0	0	0,0733333	0	0	0
2011	211	1/8/2011	0	0,143	0,1335	0,15	0,149	0,1655	0,146	0	0	0	0	0	0,44
2011	212	2/8/2011	0	0,143	0,1335	0,149	0,148	0,1645	0,145	0	0	0	0	0	0
2011	213	3/8/2011	0	0,142	0,1325	0,148	0,147	0,1645	0,145	0	0	0	0	0	0
2011	214	4/8/2011	0	0,142	0,1315	0,1475	0,146	0,1635	0,144	0	0	0	0	0	0
2011	215	5/8/2011	0	0,142	0,131	0,1465	0,146	0,163	0,143	0,146666667	0	0	0	0	0
2011	216	6/8/2011	0	0,141	0,13	0,145	0,144	0,1625	0,142	0	0	0	0,88	0	0
2011	217	7/8/2011	0	0,14	0,129	0,144	0,143	0,161	0,142	0	0	0	0	0	0
2011	218	8/8/2011	0	0,14	0,1285	0,1435	0,143	0,1605	0,141	0	0	0	0	0	0
2011	219	9/8/2011	0	0,139	0,128	0,1425	0,142	0,16	0,14	0	0	0,476667	0	0	0
2011	220	10/8/2011	0	0,138	0,127	0,1415	0,141	0,1595	0,139	0,073333333	0,403333333	2,456667	0	0	2,86
2011	221	11/8/2011	0	0,139	0,126	0,1405	0,14	0,1585	0,138	0	0	0	0,44	1,613333333	14,74
2011	222	12/8/2011	0	0,138	0,126	0,1395	0,14	0,1585	0,138	0	0	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2011	223	13/8/2011	0	0,137	0,125	0,139	0,139	0,158	0,137	0	0	0	0	0	0
2011	224	14/8/2011	0	0,136	0,124	0,1375	0,137	0,157	0,136	0	0	0	0	0	0
2011	225	15/8/2011	0	0,136	0,1225	0,136	0,137	0,156	0,136	0	0	0	0	0	0
2011	226	16/8/2011	0	0,135	0,122	0,136	0,136	0,155	0,136	0	0	0	0	0	0
2011	227	17/8/2011	0	0,135	0,122	0,1355	0,136	0,155	0,136	0	0	0	0	0	0
2011	228	18/8/2011	0	0,135	0,122	0,135	0,136	0,155	0,135	0	0	0	0	0	0
2011	229	19/8/2011	0	0,135	0,1215	0,135	0,136	0,155	0,134	0	0	0	0	0	0
2011	230	20/8/2011	0	0,135	0,1215	0,134	0,136	0,155	0,134	0	0	0	0	0	0
2011	231	21/8/2011	0	0,134	0,1215	0,1335	0,135	0,155	0,133	0	0	0	0	0	0
2011	232	22/8/2011	0	0,132	0,1205	0,132	0,134	0,154	0,132	0	0	0	0	0	0
2011	233	23/8/2011	0	0,132	0,1195	0,131	0,133	0,1535	0,132	0	0	0	0	0	0
2011	234	24/8/2011	0	0,133	0,119	0,1305	0,133	0,1525	0,131	0	0	0,146667	0	0	0
2011	235	25/8/2011	0	0,135	0,1185	0,13	0,134	0,1525	0,131	0	0	0,11	0	0	0,88
2011	236	26/8/2011	0	0,135	0,118	0,129	0,133	0,1525	0,13	0	0	0	0	0	0,66
2011	237	27/8/2011	0	0,135	0,118	0,1285	0,133	0,152	0,13	0	0	0	0	0	0
2011	238	28/8/2011	0	0,135	0,117	0,128	0,132	0,152	0,13	0	0	0	0	0	0
2011	239	29/8/2011	0	0,135	0,117	0,1275	0,132	0,1515	0,129	0	0	0	0	0	0
2011	240	30/8/2011	0	0,135	0,116	0,1265	0,131	0,1515	0,129	0	0	0	0	0	0
2011	241	31/8/2011	0	0,135	0,116	0,126	0,13	0,1505	0,129	0	0	0	0	0	0
2011	242	1/9/2011	0,8	0,134	0,115	0,125	0,13	0,1505	0,128	0	0	0	0	0	0
2011	243	2/9/2011	0	0,133	0,1145	0,1245	0,13	0,15	0,127	0	0	0	0	0	0
2011	244	3/9/2011	0	0,133	0,115	0,1245	0,13	0,15	0,127	0	0	0	0	0	0
2011	245	4/9/2011	0	0,133	0,115	0,124	0,129	0,15	0,127	0	0	0	0	0	0
2011	246	5/9/2011	0	0,131	0,115	0,124	0,129	0,149	0,126	0	0	0,586667	0	0	0
2011	247	6/9/2011	0	0,13	0,114	0,1235	0,129	0,149	0,126	0	0	0	0	0	3,52
2011	248	7/9/2011	0	0,13	0,114	0,1225	0,128	0,149	0,126	0	0	0	0	0	0
2011	249	8/9/2011	0	0,131	0,113	0,1215	0,128	0,1485	0,126	0,183333333	0	0,073333	0	0	0
2011	250	9/9/2011	1,2	0,133	0,1125	0,1215	0,127	0,1485	0,125	0	0	0	1,1	0	0,44
2011	251	10/9/2011	0	0,133	0,1125	0,122	0,127	0,148	0,125	0	0	0	0	0	0
2011	252	11/9/2011	0	0,133	0,112	0,121	0,126	0,1475	0,124	0	0	0	0	0	0
2011	253	12/9/2011	0	0,132	0,1115	0,12	0,126	0,1475	0,124	0	0	0	0	0	0
2011	254	13/9/2011	0	0,132	0,1115	0,119	0,126	0,147	0,123	0	0	0	0	0	0
2011	255	14/9/2011	0	0,132	0,1105	0,119	0,126	0,147	0,123	0	0	0	0	0	0
2011	256	15/9/2011	0	0,132	0,1105	0,118	0,125	0,1465	0,123	0	0	0	0	0	0
2011	257	16/9/2011	0	0,132	0,11	0,118	0,125	0,146	0,123	0,073333333	0	0	0	0	0
2011	258	17/9/2011	0	0,132	0,1095	0,1185	0,124	0,146	0,122	0,036666667	0	0	0,44	0	0
2011	259	18/9/2011	0	0,13	0,1095	0,119	0,124	0,146	0,121	0	0	0	0,22	0	0
2011	260	19/9/2011	0	0,13	0,1095	0,119	0,124	0,145	0,122	0	0	0	0	0	0
2011	261	20/9/2011	0	0,131	0,109	0,1185	0,124	0,145	0,121	0	0	0	0	0	0
2011	262	21/9/2011	0	0,13	0,109	0,1185	0,124	0,1445	0,121	0	0	0	0	0	0
2011	263	22/9/2011	0	0,13	0,1085	0,1185	0,123	0,1445	0,121	0	0	0	0	0	0
2011	264	23/9/2011	0,2	0,13	0,1085	0,1175	0,123	0,1445	0,121	0	0	0	0	0	0
2011	265	24/9/2011	0,4	0,13	0,1085	0,117	0,123	0,1445	0,122	0	0	0	0	0	0
2011	266	25/9/2011	1	0,13	0,107	0,1165	0,121	0,1435	0,122	0	0	0	0	0	0
2011	267	26/9/2011	0	0,129	0,106	0,116	0,121	0,143	0,121	0	0	0	0	0	0
2011	268	27/9/2011	0	0,128	0,106	0,1165	0,121	0,142	0,12	0	0	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2011	269	28/9/2011	0	0,128	0,106	0,1165	0,121	0,142	0,12	0	0	0	0	0	0
2011	270	29/9/2011	0	0,128	0,106	0,1165	0,121	0,142	0,12	0	0	0	0	0	0
2011	271	30/9/2011	0	0,128	0,106	0,116	0,12	0,142	0,12	0	0	0	0	0	0
2011	272	1/10/2011	0	0,128	0,1055	0,1155	0,12	0,1415	0,12	0	0	0	0	0	0
2011	273	2/10/2011	0	0,127	0,1055	0,1155	0,12	0,1415	0,12	0	0	0	0	0	0
2011	274	3/10/2011	0	0,127	0,1055	0,1155	0,119	0,1405	0,119	0	0	0	0	0	0
2011	275	4/10/2011	0	0,127	0,105	0,115	0,119	0,14	0,119	0	0	0	0	0	0
2011	276	5/10/2011	0	0,126	0,104	0,115	0,118	0,14	0,118	0	0	0	0	0	0
2011	277	6/10/2011	0	0,126	0,104	0,115	0,119	0,1395	0,118	0	0	0	0	0	0
2011	278	7/10/2011	0	0,126	0,1045	0,115	0,119	0,1395	0,118	0	0	0	0	0	0
2011	279	8/10/2011	0	0,126	0,1045	0,115	0,119	0,1395	0,118	0	0	0	0	0	0
2011	280	9/10/2011	0	0,126	0,105	0,1155	0,119	0,1395	0,118	0	0	0	0	0	0
2011	281	10/10/2011	5,6	0,126	0,1055	0,1155	0,119	0,1395	0,117	0	0	0	0,22	0	0
2011	282	11/10/2011	13,6	0,125	0,1055	0,1165	0,119	0,1395	0,116	0	0	0	0,88	0	14,52
2011	283	12/10/2011	46,4	0,12	0,141	0,2755	0,195	0,139	0,119	0	0	0	5,06	0	0,44
2011	284	13/10/2011	2,4	0,127	0,2045	0,4085	0,305	0,154	0,262	0	0	0	0,44	0,22	0,22
2011	285	14/10/2011	0	0,133	0,2245	0,37	0,324	0,1675	0,375	0	0	0	0	0	0
2011	286	15/10/2011	0	0,133	0,2105	0,3415	0,298	0,165	0,335	0	0	0	0	0	0
2011	287	16/10/2011	0	0,138	0,2	0,316	0,275	0,163	0,31	0	0	0	0	0	0
2011	288	17/10/2011	2	0,151	0,192	0,294	0,257	0,1605	0,292	0	0	0	0	0	0
2011	289	18/10/2011	7,6	0,162	0,1865	0,2775	0,242	0,1595	0,278	0	0	0	0,44	0	0
2011	290	19/10/2011	35	0,165	0,2535	0,344	0,298	0,198	0,376	0	0	0	4,18	0,44	0,22
2011	291	20/10/2011	0	0,192	0,318	0,406	0,35	0,2355	0,458	0	0	0	0	0	0
2011	292	21/10/2011	0	0,218	0,2975	0,382	0,33	0,2285	0,411	0	0	0	0	0	0,44
2011	293	22/10/2011	0	0,216	0,273	0,3575	0,309	0,2205	0,37	0	0	0	0	0	0
2011	294	23/10/2011	0	0,211	0,257	0,336	0,291	0,2165	0,345	0	0	0	0	0	0
2011	295	24/10/2011	0	0,207	0,2435	0,316	0,274	0,213	0,328	0	0	0	0	0	0
2011	296	25/10/2011	0	0,203	0,2325	0,298	0,258	0,2095	0,311	0	0	0	0	0	0
2011	297	26/10/2011	0	0,199	0,224	0,2845	0,246	0,2065	0,297	0	0	0	0	0	0
2011	298	27/10/2011	2	0,195	0,2175	0,2745	0,236	0,204	0,286	0	0	0	0	0	0
2011	299	28/10/2011	0	0,192	0,213	0,2675	0,229	0,2025	0,277	0	0	0	0	0	0
2011	300	29/10/2011	0	0,189	0,209	0,26	0,223	0,201	0,267	0	0	0	0	1,1	0
2011	301	30/10/2011	0	0,186	0,2035	0,25	0,216	0,1985	0,257	0	0	0	0	0	0
2011	302	31/10/2011	0	0,182	0,1975	0,2395	0,209	0,196	0,247	0	0	0	0	0	0
2011	303	1/11/2011	0	0,179	0,192	0,2305	0,203	0,1935	0,237	0	0	0	0	0	0
2011	304	2/11/2011	0	0,176	0,186	0,222	0,197	0,1905	0,228	0	0	0	0	0	0,88
2011	305	3/11/2011	0	0,173	0,1825	0,2155	0,193	0,1885	0,221	0	0	0	0,22	0	6,6
2011	306	4/11/2011	1,6	0,17	0,1795	0,2115	0,19	0,1875	0,216	0	0	0	0	0	0
2011	307	5/11/2011	0	0,168	0,177	0,2075	0,187	0,186	0,212	0	0	0	0	0	0
2011	308	6/11/2011	0	0,166	0,1735	0,203	0,183	0,1835	0,206	0	0	0	0	0	0
2011	309	7/11/2011	0	0,165	0,1695	0,199	0,18	0,182	0,2	0	0	0	0	0	0
2011	310	8/11/2011	0	0,163	0,1665	0,1955	0,178	0,1795	0,195	0	0	0	0	0	0
2011	311	9/11/2011	0,2	0,161	0,1645	0,1925	0,176	0,1785	0,191	0	0	0	0	0	0
2011	312	10/11/2011	0	0,16	0,1635	0,189	0,174	0,177	0,187	0	0	0	0	0	0
2011	313	11/11/2011	0	0,159	0,1615	0,1865	0,173	0,1765	0,184	0	0	0	0	0	0
2011	314	12/11/2011	0	0,158	0,1605	0,1845	0,171	0,175	0,181	0	0	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2011	315	13/11/2011	0	0,157	0,159	0,1825	0,17	0,174	0,178	0	0	0	0	0	0
2011	316	14/11/2011	1,6	0,156	0,158	0,1805	0,168	0,1735	0,175	0	0	0	0	0	0
2011	317	15/11/2011	9,8	0,155	0,156	0,1775	0,166	0,173	0,174	0	0	0	0,22	0	0
2011	318	16/11/2011	21,8	0,148	0,156	0,2465	0,164	0,172	0,172	0	0	0	1,54	0	3,52
2011	319	17/11/2011	10	0,14	0,2185	0,3555	0,185	0,172	0,173	0	0	0	0,88	0	7,7
2011	320	18/11/2011	0,6	0,139	0,278	0,3765	0,212	0,1795	0,184	0	0	0	0	0	0
2011	321	19/11/2011	0	0,139	0,27	0,348	0,217	0,1905	0,196	0	0	0	0	0	0
2011	322	20/11/2011	0,6	0,14	0,2575	0,324	0,215	0,195	0,201	0	0	0	0	0	0,22
2011	323	21/11/2011	0	0,14	0,246	0,302	0,211	0,196	0,203	0	0	0	0	0	0
2011	324	22/11/2011	0	0,14	0,236	0,2825	0,207	0,196	0,203	0	0	0	0	0	0
2011	325	23/11/2011	0	0,141	0,229	0,2665	0,202	0,196	0,202	0	0	0	0	0	0
2011	326	24/11/2011	0	0,142	0,2235	0,2535	0,198	0,1965	0,202	0	0	0	0	0	0
2011	327	25/11/2011	0	0,142	0,2195	0,243	0,194	0,1975	0,201	0	0	0	0	0	0
2011	328	26/11/2011	0	0,142	0,2165	0,236	0,192	0,1975	0,2	0	0	0	0	0	0
2011	329	27/11/2011	0	0,143	0,2115	0,229	0,189	0,1975	0,199	0	0	0	0	0	0
2011	330	28/11/2011	0	0,144	0,206	0,2225	0,185	0,1975	0,198	0	0	0	0	0	0
2011	331	29/11/2011	0	0,143	0,201	0,216	0,182	0,1965	0,196	0	0	0	0	0	0
2011	332	30/11/2011	0	0,143	0,196	0,2095	0,179	0,1945	0,193	0	0	0	0	0	0
2011	333	1/12/2011	0	0,143	0,1905	0,204	0,176	0,193	0,19	0	0	0	0	0	0
2011	334	2/12/2011	0,4	0,143	0,1875	0,2005	0,174	0,1915	0,188	0	0	0	0	0	0
2011	335	3/12/2011	0	0,142	0,185	0,198	0,173	0,1905	0,187	0	0	0	0	0	18,48
2011	336	4/12/2011	0,2	0,142	0,1825	0,1955	0,171	0,1895	0,186	0	0	0	0	0	0
2011	337	5/12/2011	0	0,143	0,1785	0,1915	0,169	0,188	0,183	0	0	0	0	0	0
2011	338	6/12/2011	0	0,143	0,1755	0,188	0,167	0,1865	0,18	0	0	0	0	0	0
2011	339	7/12/2011	0	0,142	0,1735	0,1855	0,166	0,185	0,178	0	0	0	0	0	0
2011	340	8/12/2011	0	0,143	0,171	0,184	0,165	0,184	0,176	0	0	0	0	0	0
2011	341	9/12/2011	38,6	0,142	0,17	0,2495	0,191	0,183	0,175	0	0	0	5,5	0	11,88
2011	342	10/12/2011	0	0,143	0,2255	0,3475	0,272	0,21	0,264	0	0	0	0	0	12,32
2011	343	11/12/2011	0	0,149	0,274	0,363	0,315	0,236	0,334	0	0	0	0	0	0
2011	344	12/12/2011	0	0,153	0,2585	0,3325	0,291	0,232	0,302	0	0	0	0	0	0
2011	345	13/12/2011	0	0,155	0,248	0,3085	0,273	0,2275	0,283	0	0	0	0	0	0

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΓ:Πρωτογενή δεδομένα του αυτόματου καταγραφικού σταθμού των πειραματικών τεμαχίων της Αγίας Βαρβάρας.

ΕΤΟΣ	ΗΜΕΡΟΛΟ- ΓΙΑΚΗ ΗΜΕΡΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΒΡΟΧΟ- ΠΤΩΣΗ (ΜΜ)	ΕΔ. ΥΓΡΑΣΙΑ 20 cm ΥΠΕΡΒΟΣΚΗΣΗ (V/V)	ΕΔ. ΥΓΡΑΣΙΑ 20 cm ΔΕΙΦΟΡΙΚΗ ΒΟΣΚΗΣΗ (V/V)	ΑΠΟΡΡΟΗ ΥΠΕΡΒΟΣΚΗΣΗ (ΜΜ)	ΑΠΟΡΡΟΗ ΔΕΙΦΟΡΙΚΗ ΒΟΣΚΗΣΗ (ΜΜ)	ΑΠΩΛΕΙΑ ΙΖΗΜΑΤΟΣ ΥΠΕΡΒΟΣΚΗΣΗ (ΚΓΡ/ΗΑ)	ΑΠΩΛΕΙΑ ΙΖΗΜΑΤΟΣ ΔΕΙΦΟΡΙΚΗ ΒΟΣΚΗΣΗ (ΚΓΡ/ΗΑ)
2008	351	17/12/2008	1,6	0,095714286	0,096285714	0	0	0	0
2008	352	18/12/2008	1,6	0,0956	0,0967	0,77	0,77	6,8	3,77
2008	353	19/12/2008	0	0,0976	0,098	0	0	0	0
2008	354	20/12/2008	0	0,095	0,097	0	0	0	0
2008	355	21/12/2008	3,4	0,0975	0,0967	1,1	0	9,72	0
2008	356	22/12/2008	5,6	0,156	0,189958333	0,11	0	0,89	0
2008	357	23/12/2008	85,2	0,163083333	0,186041667	0,55	0,055	5,34	0,34
2008	358	24/12/2008	11,4	0,247	0,235958333	0,44	0,055	4,32	0,26
2008	359	25/12/2008	12	0,211041667	0,203	0,22	0	1,78	0
2008	360	26/12/2008	2	0,236	0,223	0,11	0	0,89	0
2008	361	27/12/2008	7,6	0,223	0,223	0	0	0	0
2008	362	28/12/2008	15,8	0,243	0,249	0,055	1,35	0,34	7,45
2008	363	29/12/2008	0,6	0,23	0,23	0,055	0	0,43	0
2008	364	30/12/2008	1,2	0,229	0,22	0	0	0	0
2008	365	31/12/2008	6,6	0,227	0,219	0,33	0	2,78	0
2008	366	1/1/2009	3,8	0,223	0,21	0,22	0	1,83	0
2009	1	2/1/2009	0,2	0,212	0,201	0	0	0	0
2009	2	3/1/2009	0,4	0,204	0,196	0	0	0	0
2009	3	4/1/2009	26,6	0,199	0,19	0,88	0	7,95	0
2009	4	5/1/2009	0,6	0,224958333	0,21	0,055	0	0,56	0
2009	5	6/1/2009	3,8	0,21	0,209	0,165	0,055	2,31	0,27
2009	6	7/1/2009	12,6	0,220041667	0,205	0,165	0	1,34	0
2009	7	8/1/2009	0,4	0,234	0,214	0	0	0	0
2009	8	9/1/2009	0	0,211958333	0,199	0	0	0	0
2009	9	10/1/2009	0	0,202	0,187	0	0	0	0
2009	10	11/1/2009	8,2	0,199	0,187	0,275	0	3,21	0
2009	11	12/1/2009	10,8	0,219	0,195	0,275	0	2,12	0
2009	12	13/1/2009	0	0,218	0,2	0	0	0	0
2009	13	14/1/2009	0	0,208	0,194	0	0	0	0
2009	14	15/1/2009	0	0,198	0,187	0	0	0	0
2009	15	16/1/2009	0,2	0,213	0,197	0	0	0	0
2009	16	17/1/2009	13,2	0,232	0,212958333	1,66	3,045	15,34	16,96
2009	17	18/1/2009	0	0,212	0,197	0	0	0	0
2009	18	19/1/2009	0	0,205	0,191	0	0	0	0
2009	19	20/1/2009	0	0,2	0,186	0	0	0	0
2009	20	21/1/2009	0	0,198	0,182	0	0	0	0
2009	21	22/1/2009	0,2	0,195	0,18	0	0	0	0
2009	22	23/1/2009	9,4	0,193041667	0,178041667	0,495	0,275	4,23	1,32

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2009	23	24/1/2009	5	0,245	0,234	0,55	0,165	4,34	0,91
2009	24	25/1/2009	7,8	0,243	0,228958333	0,935	0,275	8,78	1,65
2009	25	26/1/2009	2,2	0,230958333	0,213	0,22	0,055	1,98	0,34
2009	26	27/1/2009	0	0,216	0,199	0	0	0	0
2009	27	28/1/2009	6,8	0,208041667	0,192041667	1,089	0,977	9,63	5,78
2009	28	29/1/2009	6	0,231	0,217	0,275	0,055	2,34	0,32
2009	29	30/1/2009	1,6	0,225	0,208	0,055	0	0,56	0
2009	30	31/1/2009	0,8	0,216	0,199	0,055	0	0,34	0
2009	31	1/2/2009	0	0,212	0,195	0	0	0	0
2009	32	2/2/2009	0	0,208	0,192	0	0	0	0
2009	33	3/2/2009	0	0,204	0,187	0	0	0	0
2009	34	4/2/2009	0	0,2	0,183	0	0,055	0	0,34
2009	35	5/2/2009	0,4	0,198	0,18	0	0	0	0
2009	36	6/2/2009	0	0,195	0,177	0	0	0	0
2009	37	7/2/2009	0	0,193	0,173	0	0	0	0
2009	38	8/2/2009	0	0,191	0,169	0	0	0	0
2009	39	9/2/2009	8	0,187041667	0,166	0,44	0,165	3,75	0,92
2009	40	10/2/2009	0,2	0,215	0,203	0	0	0	0
2009	41	11/2/2009	1,2	0,212	0,191	0,055	0	0,53	0
2009	42	12/2/2009	6	0,208	0,186041667	0,44	0,165	3,45	0,83
2009	43	13/2/2009	10	0,224041667	0,231	0,825	0,275	7,34	2,34
2009	44	14/2/2009	7,2	0,252	0,236958333	0,55	0,22	4,32	2,1
2009	45	15/2/2009	0	0,23	0,206	0	0	0	0
2009	46	16/2/2009	0,2	0,221	0,198	0	0	0	0
2009	47	17/2/2009	0	0,214958333	0,192	0	0	0	0
2009	48	18/2/2009	3,2	0,21	0,187	0,165	0,055	1,32	0,26
2009	49	19/2/2009	3,6	0,211	0,188	0,275	0,11	2,15	0,67
2009	50	20/2/2009	2,4	0,209	0,187	0,11	0,055	0,89	0,23
2009	51	21/2/2009	0,8	0,215	0,193	0	0	0	0
2009	52	22/2/2009	8	0,214	0,19	0,385	0,165	3,78	0,82
2009	53	23/2/2009	0,8	0,227	0,197	0,055	0	0,63	0
2009	54	24/2/2009	11	0,220041667	0,196	0,605	0,22	5,77	1,1
2009	55	25/2/2009	52,8	0,27	0,239	3,19	1,42	32,9	7,89
2009	56	26/2/2009	9,4	0,263	0,231	0,385	0,22	3,42	2,3
2009	57	27/2/2009	2	0,24	0,21	0,055	0	0,44	0
2009	58	28/2/2009	9	0,229041667	0,203041667	0	0,22	0	1,1
2009	59	1/3/2009	0	0,244	0,215	0	0	0	0
2009	60	2/3/2009	0	0,224	0,199	0	0	0	0
2009	61	3/3/2009	0	0,217	0,192	0	0	0	0
2009	62	4/3/2009	0	0,212	0,187	0	0	0	0
2009	63	5/3/2009	0	0,207	0,182	0	0	0	0
2009	64	6/3/2009	0	0,203	0,178	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2009	65	7/3/2009	0,2	0,199	0,173	0	0	0	0
2009	66	8/3/2009	2,6	0,196	0,171	0	0	0	0
2009	67	9/3/2009	1	0,198	0,171	0	0,055	0	0,78
2009	68	10/3/2009	0	0,196	0,167	0	0	0	0
2009	69	11/3/2009	0	0,194	0,165	0	0	0	0
2009	70	12/3/2009	2,8	0,192	0,162	0,055	0	0,54	0
2009	71	13/3/2009	11,4	0,190041667	0,162	0	0,11	0	0,65
2009	72	14/3/2009	0	0,225	0,196	0	0	0	0
2009	73	15/3/2009	0	0,215	0,187	0	0	0	0
2009	74	16/3/2009	0	0,209	0,186	0	0	0	0
2009	75	17/3/2009	0	0,206	0,179	0	0	0	0
2009	76	18/3/2009	0	0,203	0,175	0	0	0	0
2009	77	19/3/2009	0	0,199	0,172	0	0	0	0
2009	78	20/3/2009	0	0,197	0,166	0	0	0	0
2009	79	21/3/2009	0,4	0,194	0,159	0	0	0	0
2009	80	22/3/2009	1,8	0,191	0,154958333	0	0	0	0
2009	81	23/3/2009	4	0,188	0,151	0	0,11	0	0,54
2009	82	24/3/2009	0	0,187	0,151	0	0	0	0
2009	83	25/3/2009	0	0,186	0,15	0	0	0	0
2009	84	26/3/2009	4,2	0,184	0,146041667	0,22	0	2,36	0
2009	85	27/3/2009	7	0,183041667	0,158041667	2,295	0,405	23,32	2,23
2009	86	28/3/2009	0	0,209	0,177	0	0	0	0
2009	87	29/3/2009	0	0,206	0,169	0	0	0	0
2009	88	30/3/2009	0	0,201	0,161	0	0	0	0
2009	89	31/3/2009	0	0,196	0,152	0	0	0	0
2009	90	1/4/2009	0	0,189	0,143	0	0	0	0
2009	91	2/4/2009	0	0,184	0,135958333	0	0	0	0
2009	92	3/4/2009	0,2	0,177	0,125	0	0	0	0
2009	93	4/4/2009	15,8	0,172041667	0,120041667	0,77	0,165	7,45	0,91
2009	94	5/4/2009	13,2	0,222	0,183041667	0,97	1,7	7,89	8,33
2009	95	6/4/2009	1,8	0,225	0,194	0,11	0	0,98	0
2009	96	7/4/2009	0,8	0,22	0,2	0	0	0	0
2009	97	8/4/2009	2,6	0,217	0,198	0	0	0	0
2009	98	9/4/2009	0	0,21	0,189	0	0	0	0
2009	99	10/4/2009	0	0,208	0,185	0	0	0	0
2009	100	11/4/2009	0	0,202	0,19	0	0	0	0
2009	101	12/4/2009	0,4	0,199	0,187	0	0	0	0
2009	102	13/4/2009	0	0,197	0,18	0	0	0	0
2009	103	14/4/2009	0	0,193	0,178	0	0	0	0
2009	104	15/4/2009	0	0,187	0,175	0	0	0	0
2009	105	16/4/2009	0	0,184	0,17	0	0	0	0
2009	106	17/4/2009	0	0,18	0,16	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2009	107	18/4/2009	0	0,175	0,154	0	0	0	0
2009	108	19/4/2009	0	0,172	0,152	0	0	0	0
2009	109	20/4/2009	0	0,166	0,15	0	0	0	0
2009	110	21/4/2009	0	0,163	0,148	0	0	0	0
2009	111	22/4/2009	0	0,156	0,143	0	0	0	0
2009	112	23/4/2009	0	0,153	0,14	0	0	0	0
2009	113	24/4/2009	0	0,18	0,176	0	0	0	0
2009	114	25/4/2009	3,4	0,184	0,18	0	0	0	0
2009	115	26/4/2009	0,2	0,183	0,178	0	0	0	0
2009	116	27/4/2009	0	0,182	0,175	0	0	0	0
2009	117	28/4/2009	0	0,179	0,17	0	0	0	0
2009	118	29/4/2009	0	0,176	0,163	0	0	0	0
2009	119	30/4/2009	0	0,174	0,157	0	0	0	0
2009	120	1/5/2009	0	0,162	0,149	0	0	0	0
2009	121	2/5/2009	0	0,16	0,142	0	0	0	0
2009	122	3/5/2009	0	0,17	0,15	0	0	0	0
2009	123	4/5/2009	0,8	0,19	0,17	0	0	0	0
2009	124	5/5/2009	14,6	0,18	0,16	0,77	0	6,083	0
2009	125	6/5/2009	1	0,176	0,157	0	0	0	0
2009	126	7/5/2009	0	0,169	0,15	0	0	0	0
2009	127	8/5/2009	0,2	0,157	0,134958333	0	0	0	0
2009	128	9/5/2009	0	0,151	0,127	0	0	0	0
2009	129	10/5/2009	0	0,144	0,119	0	0	0	0
2009	130	11/5/2009	0	0,137	0,11	0	0	0	0
2009	131	12/5/2009	0	0,13	0,103	0	0	0	0
2009	132	13/5/2009	0	0,124	0,097	0	0	0	0
2009	133	14/5/2009	0	0,119	0,093	0	0	0	0
2009	134	15/5/2009	0	0,114	0,089	0	0	0	0
2009	135	16/5/2009	0	0,11	0,086	0	0	0	0
2009	136	17/5/2009	0	0,106	0,083	0	0	0	0
2009	137	18/5/2009	0	0,103	0,081	0,605	0,415	7,65	3,12
2009	138	19/5/2009	12,8	0,111	0,095	0,605	0,165	7,98	0,11
2009	139	20/5/2009	0,6	0,108	0,095	0,33	1,925	2,74	7,6
2009	140	21/5/2009	0	0,106	0,092	0	0	0	0
2009	141	22/5/2009	0	0,104	0,088	0	0	0	0
2009	142	23/5/2009	0	0,102	0,085	0	0	0	0
2009	143	24/5/2009	0	0,1	0,082	0	0	0	0
2009	144	25/5/2009	0	0,098	0,079	0	0	0	0
2009	145	26/5/2009	0	0,095	0,077	0	0	0	0
2009	146	27/5/2009	0	0,093	0,075	0	0	0	0
2009	147	28/5/2009	0	0,091958333	0,074	0	0	0	0
2009	148	29/5/2009	0	0,09	0,072	0	0	0	0

[300]

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2009	149	30/5/2009	0	0,088	0,071	0	0	0	0
2009	150	31/5/2009	0	0,087	0,07	0	0	0	0
2009	151	1/6/2009	0	0,086	0,07	0	0	0	0
2009	152	2/6/2009	0	0,085	0,069	0	0	0	0
2009	153	3/6/2009	0	0,084	0,068	0	0	0	0
2009	154	4/6/2009	0	0,083	0,068	0	0	0	0
2009	155	5/6/2009	0	0,083	0,068	0	0	0	0
2009	156	6/6/2009	0	0,082	0,067	0	0	0	0
2009	157	7/6/2009	0	0,081	0,067	0	0	0	0
2009	158	8/6/2009	0	0,081	0,066	0	0	0	0
2009	159	9/6/2009	0	0,08	0,066	0	0	0	0
2009	160	10/6/2009	0	0,079	0,065	0	0	0	0
2009	161	11/6/2009	0	0,079	0,065	0	0	0	0
2009	162	12/6/2009	0	0,078	0,064	0	0	0	0
2009	163	13/6/2009	0	0,077	0,064	0	0	0	0
2009	164	14/6/2009	0	0,077	0,064	0	0	0	0
2009	165	15/6/2009	0	0,076	0,064	0	0	0	0
2009	166	16/6/2009	0	0,076	0,063	0	0	0	0
2009	167	17/6/2009	0	0,075	0,063	0	0	0	0
2009	168	18/6/2009	0	0,075	0,063	0	0	0	0
2009	169	19/6/2009	0	0,074	0,063	0	0	0	0
2009	170	20/6/2009	0	0,074	0,063	0	0	0	0
2009	171	21/6/2009	0	0,074	0,063	0	0	0	0
2009	172	22/6/2009	0	0,073	0,062	0	0	0	0
2009	173	23/6/2009	0	0,073	0,063	0	0	0	0
2009	174	24/6/2009	0	0,073	0,062	0	0	0	0
2009	175	25/6/2009	0	0,073	0,062	0	0	0	0
2009	176	26/6/2009	0	0,072	0,062	0	0	0	0
2009	177	27/6/2009	0	0,072	0,062	0	0	0	0
2009	178	28/6/2009	0	0,072	0,062	0	0	0	0
2009	179	29/6/2009	0	0,072	0,062	0	0	0	0
2009	180	30/6/2009	0	0,072	0,062	0	0	0	0
2009	181	1/7/2009	0	0,072	0,062	0	0	0	0
2009	182	2/7/2009	0	0,071	0,062	0	0	0	0
2009	183	3/7/2009	0	0,071	0,062	0	0	0	0
2009	184	4/7/2009	0	0,071	0,062	0	0	0	0
2009	185	5/7/2009	4,8	0,071	0,062	0,055	0,055	0,04	0,04
2009	186	6/7/2009	0	0,071	0,062	0	0	0	0
2009	187	7/7/2009	0	0,07	0,062	0	0	0	0
2009	188	8/7/2009	0	0,07	0,062	0	0	0	0
2009	189	9/7/2009	0	0,071	0,062	0	0	0	0
2009	190	10/7/2009	0	0,07	0,062	0	0	0	0

[301]

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2009	191	11/7/2009	0	0,07	0,062	0	0	0	0
2009	192	12/7/2009	0	0,07	0,062	0	0	0	0
2009	193	13/7/2009	0	0,07	0,062	0	0	0	0
2009	194	14/7/2009	0	0,07	0,062	0	0	0	0
2009	195	15/7/2009	0	0,07	0,062	0	0	0	0
2009	196	16/7/2009	0	0,069	0,061	0	0	0	0
2009	197	17/7/2009	0	0,069	0,061	0	0	0	0
2009	198	18/7/2009	0	0,069	0,061	0	0	0	0
2009	199	19/7/2009	0	0,069	0,061	0	0	0	0
2009	200	20/7/2009	0	0,069	0,061	0	0	0	0
2009	201	21/7/2009	0	0,068	0,061	0	0	0	0
2009	202	22/7/2009	0	0,068	0,061	0	0	0	0
2009	203	23/7/2009	0	0,068	0,06	0	0	0	0
2009	204	24/7/2009	0	0,068	0,06	0	0	0	0
2009	205	25/7/2009	0	0,068	0,06	0	0	0	0
2009	206	26/7/2009	0	0,068	0,06	0	0	0	0
2009	207	27/7/2009	0	0,067	0,06	0	0	0	0
2009	208	28/7/2009	0	0,067	0,06	0	0	0	0
2009	209	29/7/2009	0	0,067	0,059	0	0	0	0
2009	210	30/7/2009	0	0,067	0,059	0	0	0	0
2009	211	31/7/2009	0	0,067	0,059	0	0	0	0
2009	212	1/8/2009	0	0,066	0,059	0	0	0	0
2009	213	2/8/2009	0	0,066	0,059	0	0	0	0
2009	214	3/8/2009	0	0,066	0,058	0	0	0	0
2009	215	4/8/2009	0	0,066	0,058	0	0	0	0
2009	216	5/8/2009	0	0,066	0,058	0	0	0	0
2009	217	6/8/2009	0	0,066	0,058	0	0	0	0
2009	218	7/8/2009	0	0,066	0,058	0	0	0	0
2009	219	8/8/2009	0	0,066	0,058	0	0	0	0
2009	220	9/8/2009	0	0,065	0,058	0	0	0	0
2009	221	10/8/2009	0	0,065	0,058	0	0	0	0
2009	222	11/8/2009	0	0,065	0,058	0	0	0	0
2009	223	12/8/2009	0	0,065	0,058	0	0	0	0
2009	224	13/8/2009	0	0,065	0,058	0	0	0	0
2009	225	14/8/2009	0	0,065	0,057	0	0	0	0
2009	226	15/8/2009	0	0,065	0,057	0	0	0	0
2009	227	16/8/2009	0	0,065	0,057	0	0	0	0
2009	228	17/8/2009	0	0,065	0,057	0	0	0	0
2009	229	18/8/2009	0	0,064	0,057	0	0	0	0
2009	230	19/8/2009	0	0,065	0,057	0	0	0	0
2009	231	20/8/2009	0	0,065	0,057	0	0	0	0
2009	232	21/8/2009	0	0,064	0,057	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2009	233	22/8/2009	0	0,064	0,057	0	0	0	0
2009	234	23/8/2009	0	0,064	0,057	0	0	0	0
2009	235	24/8/2009	0	0,064	0,057	0	0	0	0
2009	236	25/8/2009	0	0,064	0,057	0	0	0	0
2009	237	26/8/2009	0	0,064	0,057	0	0	0	0
2009	238	27/8/2009	0	0,064	0,057	0	0	0	0
2009	239	28/8/2009	0	0,064	0,057	0	0	0	0
2009	240	29/8/2009	0	0,064	0,056	0	0	0	0
2009	241	30/8/2009	0	0,064	0,056	0	0	0	0
2009	242	31/8/2009	0	0,064	0,057	0	0	0	0
2009	243	1/9/2009	0	0,064	0,057	0	0	0	0
2009	244	2/9/2009	0	0,064	0,057	0	0	0	0
2009	245	3/9/2009	0	0,064	0,057	0	0	0	0
2009	246	4/9/2009	0	0,064	0,056	0	0	0	0
2009	247	5/9/2009	0	0,064	0,056	0	0	0	0
2009	248	6/9/2009	0	0,064	0,056	0	0	0	0
2009	249	7/9/2009	0	0,064	0,056	0	0	0	0
2009	250	8/9/2009	0	0,064	0,056	0	0	0	0
2009	251	9/9/2009	0,2	0,064	0,056	0	0	0	0
2009	252	10/9/2009	0	0,064	0,056	0	0	0	0
2009	253	11/9/2009	12,4	0,077083333	0,062083333	0	0,275	0	1,4
2009	254	12/9/2009	57,8	0,166	0,154	0,715	0,88	5,62	4,23
2009	255	13/9/2009	0	0,165	0,15	0	0,055	0	0,6
2009	256	14/9/2009	1,4	0,163	0,149	0	0	0	0
2009	257	15/9/2009	0	0,159	0,146	0	0	0	0
2009	258	16/9/2009	0	0,156	0,144	0	0	0	0
2009	259	17/9/2009	0,6	0,150958333	0,141	0,275	0,55	2,35	2,7
2009	260	18/9/2009	0	0,145	0,138	0	0	0	0
2009	261	19/9/2009	0	0,141	0,135	0	0	0	0
2009	262	20/9/2009	0	0,137	0,132	0	0	0	0
2009	263	21/9/2009	0	0,133	0,129	0	0	0	0
2009	264	22/9/2009	0	0,129	0,126	0	0	0	0
2009	265	23/9/2009	0	0,126	0,123	0	0,055	0	0,55
2009	266	24/9/2009	0	0,122	0,12	0	0	0	0
2009	267	25/9/2009	0	0,118	0,117	0	0	0	0
2009	268	26/9/2009	0,2	0,115	0,115	0	0	0	0
2009	269	27/9/2009	0	0,112	0,112	0	0	0	0
2009	270	28/9/2009	0	0,111	0,109	0	0	0	0
2009	271	29/9/2009	0	0,107	0,106	0	0	0	0
2009	272	30/9/2009	0	0,107	0,103	0	0	0	0
2009	273	1/10/2009	0	0,102	0,1	0	0	0	0
2009	274	2/10/2009	0	0,102	0,097	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2009	275	3/10/2009	0	0,101	0,094	0,165	0	1,23	0
2009	276	4/10/2009	0	0,1	0,093	0	0	0	0
2009	277	5/10/2009	0,2	0,098041667	0,090041667	0	0	0	0
2009	278	6/10/2009	16,4	0,134	0,144	0,055	0,33	0,56	1,85
2009	279	7/10/2009	0	0,125	0,134	0,22	0	2	0
2009	280	8/10/2009	0	0,12	0,126	0	0,055	0	0,55
2009	281	9/10/2009	0	0,116	0,12	0	0	0	0
2009	282	10/10/2009	0	0,111	0,113	0	0	0	0
2009	283	11/10/2009	0	0,107	0,107	0	0	0	0
2009	284	12/10/2009	0	0,103	0,100958333	0	0	0	0
2009	285	13/10/2009	0	0,1	0,096	0	0	0	0
2009	286	14/10/2009	0	0,099	0,092	0	0	0	0
2009	287	15/10/2009	0	0,096041667	0,089	0	0	0	0
2009	288	16/10/2009	9	0,106	0,107	0,055	0,11	0,25	0,42
2009	289	17/10/2009	0,2	0,101	0,1	0	0	0	0
2009	290	18/10/2009	0,6	0,099	0,096	0	0	0	0
2009	291	19/10/2009	0	0,096	0,091958333	0	0	0	0
2009	292	20/10/2009	0	0,095	0,088	0	0	0	0
2009	293	21/10/2009	0	0,093	0,085	0	0	0	0
2009	294	22/10/2009	0	0,091	0,083	0	0	0	0
2009	295	23/10/2009	0	0,09	0,081	0	0	0	0
2009	296	24/10/2009	0	0,089	0,079	0	0	0	0
2009	297	25/10/2009	10	0,133041667	0,091083333	0	0,22	0	1,2
2009	298	26/10/2009	38	0,205	0,187958333	1,54	0,495	12,5	2,45
2009	299	27/10/2009	4,8	0,192	0,174	0	0	0	0
2009	300	28/10/2009	4,8	0,197	0,19	0	0	0	0
2009	301	29/10/2009	6,6	0,223	0,22	0,055	0	0,3	0
2009	302	30/10/2009	3,8	0,217	0,218	0	0	0	0
2009	303	31/10/2009	0	0,248	0,245	0	0	0	0
2009	304	1/11/2009	30,8	0,246	0,255	2,56	1,45	15,6	5,8
2009	305	2/11/2009	27,2	0,258	0,259	3,54	2,25	19,9	9,8
2009	306	3/11/2009	3,2	0,239	0,234	0	0	0	0
2009	307	4/11/2009	22,8	0,245	0,256	4,25	2,65	24,6	11,2
2009	308	5/11/2009	14,4	0,242	0,234	1,25	0,85	6,6	3,8
2009	309	6/11/2009	0	0,232	0,23	0	0	0	0
2009	310	7/11/2009	0	0,225	0,223	0	0	0	0
2009	311	8/11/2009	0	0,223	0,223	0	0	0	0
2009	312	9/11/2009	5,8	0,221	0,217	0,11	0,055	0,6	0,11
2009	313	10/11/2009	0	0,224	0,223	0	0	0	0
2009	314	11/11/2009	0	0,236	0,23	0	0	0	0
2009	315	12/11/2009	3,6	0,231	0,223	0,055	0,055	0,3	0,22
2009	316	13/11/2009	2,6	0,221	0,213	0,11	0	0,5	0

[304]

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2009	317	14/11/2009	0	0,213	0,203	0	0	0	0
2009	318	15/11/2009	0	0,211	0,196	0	0	0	0
2009	319	16/11/2009	0	0,206	0,191	0	0	0	0
2009	320	17/11/2009	0	0,196	0,187	0	0	0	0
2009	321	18/11/2009	0	0,191	0,183	0	0	0	0
2009	322	19/11/2009	0	0,189	0,178	0	0	0	0
2009	323	20/11/2009	0	0,186	0,176	0	0	0	0
2009	324	21/11/2009	0	0,178	0,168	0	0	0	0
2009	325	22/11/2009	0,2	0,173	0,16	0	0	0	0
2009	326	23/11/2009	0	0,173	0,169	0	0	0	0
2009	327	24/11/2009	0,2	0,183	0,176	0	0	0	0
2009	328	25/11/2009	0	0,193	0,189	0	0	0	0
2009	329	26/11/2009	0,6	0,198	0,191	0	0	0	0
2009	330	27/11/2009	0,2	0,192	0,186	0	0	0	0
2009	331	28/11/2009	0	0,184	0,175	0	0	0	0
2009	332	29/11/2009	0	0,181	0,172	0	0	0	0
2009	333	30/11/2009	0	0,172	0,167	0	0	0	0
2009	334	1/12/2009	0	0,173	0,16	0	0	0	0
2009	335	2/12/2009	0	0,221	0,213	0	0	0	0
2009	336	3/12/2009	29,6	0,215	0,214	1,55	0,85	9,2	3,4
2009	337	4/12/2009	6,4	0,227	0,223	0,11	0,055	0,11	0,22
2009	338	5/12/2009	6,4	0,207	0,183041667	0,11	0,605	0,25	3,95
2009	339	6/12/2009	11,8	0,217	0,193	0,95	0,605	8,23	4,21
2009	340	7/12/2009	10,2	0,224	0,205	0,45	0	5,62	0
2009	341	8/12/2009	0	0,2	0,189	0,055	0	0,25	0
2009	342	9/12/2009	0	0,194	0,186	0	0	0	0
2009	343	10/12/2009	2,8	0,190041667	0,185041667	0	0	0	0
2009	344	11/12/2009	5	0,208	0,200041667	0	0	0	0
2009	345	12/12/2009	9,2	0,219	0,213	0	0	0	0
2009	346	13/12/2009	11,6	0,224	0,218	0,055	0	0,21	0
2009	347	14/12/2009	0	0,206	0,206	0	0	0	0
2009	348	15/12/2009	0	0,199	0,194	0	0	0	0
2009	349	16/12/2009	0,2	0,196	0,192041667	0	0	0	0
2009	350	17/12/2009	6,4	0,214	0,215	0,055	0	0,12	0
2009	351	18/12/2009	4,2	0,204	0,200041667	0	0	0	0
2009	352	19/12/2009	11,4	0,221	0,218	0	0	1,28	0
2009	353	20/12/2009	0	0,207	0,207	0,165	0	0	0
2009	354	21/12/2009	0	0,199	0,198	0	0	0	0
2009	355	22/12/2009	0	0,193	0,193	0	0	0	0
2009	356	23/12/2009	0	0,189	0,189	0	0	0	0
2009	357	24/12/2009	0	0,186	0,189	0	0	0	0
2009	358	25/12/2009	0	0,184	0,184	0	0	0	0

[305]

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2009	359	26/12/2009	0,2	0,181	0,183	0	0	0	0
2009	360	27/12/2009	0	0,176958333	0,179958333	0	0	0	0
2009	361	28/12/2009	0,2	0,171	0,175	0	0	0,56	0
2009	362	29/12/2009	0	0,168	0,173	0,055	0	0	0
2009	363	30/12/2009	0	0,165	0,17	0	0	0	0
2009	364	31/12/2009	0	0,162	0,167	0	0	0	0
2009	365	1/1/2010	0	0,159	0,164	0	0	0	0
2009	1	2/1/2010	0	0,154	0,156	0	0	0	0
2010	2	3/1/2010	0,4	0,151	0,151041667	0	0	0	0
2010	3	4/1/2010	0	0,149	0,156	0	0	0	0
2010	4	5/1/2010	0	0,146	0,153	0	0	0	0
2010	5	6/1/2010	0	0,144	0,146	0	0	0	0
2010	6	7/1/2010	0	0,142	0,147	0	0	0	0
2010	7	8/1/2010	0	0,14	0,145	0	0	0	0
2010	8	9/1/2010	0	0,138	0,142	0	0	0	0
2010	9	10/1/2010	0	0,134	0,136	0	0	0	0
2010	10	11/1/2010	0,4	0,135	0,139	0	0	0	0
2010	11	12/1/2010	0	0,130041667	0,132041667	0	0	0	0
2010	12	13/1/2010	17	0,198	0,191	0,11	0,32	1,23	0
2010	13	14/1/2010	1,2	0,193041667	0,19	0,85	0	6,87	1,56
2010	14	15/1/2010	26	0,22	0,217958333	0,055	0,98	0,22	0
2010	15	16/1/2010	1,4	0,205	0,204041667	2,35	0,05	19,56	1,35
2010	16	17/1/2010	5,4	0,22	0,215	0,55	0,65	1,25	0,12
2010	17	18/1/2010	34	0,250958333	0,233	1,2	1,23	9,74	4,32
2010	18	19/1/2010	9,4	0,213	0,213	3,45	0,055	32,3	6,74
2010	19	20/1/2010	0,2	0,206	0,206	0,55	0	1,25	0,22
2010	20	21/1/2010	1,4	0,204041667	0,202083333	0	0	0	0
2010	21	22/1/2010	10,8	0,282958333	0,292958333	0	0	0	0
2010	22	23/1/2010	20	0,223	0,223	0,85	0,75	7,89	0
2010	23	24/1/2010	7,6	0,237	0,221041667	1,23	0,45	11,23	3,45
2010	24	25/1/2010	22	0,226	0,227	0,85	1,35	8,95	2,95
2010	25	26/1/2010	1,6	0,217	0,218	2,35	0	18,8	6,45
2010	26	27/1/2010	0	0,209958333	0,213	0,055	0	0,22	0
2010	27	28/1/2010	0	0,204	0,206	0	0	0	0
2010	28	29/1/2010	1	0,201	0,202	0	0	0	0
2010	29	30/1/2010	1,6	0,201	0,201	0	0	0	0
2010	30	31/1/2010	0	0,198	0,199	0	0	0	0
2010	31	1/2/2010	2,8	0,204	0,205	0,055	0	0,12	0
2010	32	2/2/2010	0,8	0,207	0,205	0	0	0	0
2010	33	3/2/2010	0,2	0,204	0,207	0	0	0	0
2010	34	4/2/2010	2,2	0,202	0,207	0	0	0	0
2010	35	5/2/2010	0	0,2	0,2	0	0	0	0

[306]

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2010	36	6/2/2010	0	0,196	0,199	0	0	0	0
2010	37	7/2/2010	1,4	0,193041667	0,198	0	0	0	0
2010	38	8/2/2010	12,2	0,243	0,248	0,055	0,55	0,11	0
2010	39	9/2/2010	12,8	0,243958333	0,244	0,85	0,85	6,42	1,25
2010	40	10/2/2010	0,2	0,219	0,222	1,23	0	11,2	4,23
2010	41	11/2/2010	0	0,212	0,216	0	0	0	0
2010	42	12/2/2010	0	0,206	0,211	0	0	0	0
2010	43	13/2/2010	0	0,201	0,207	0	0	0	0
2010	44	14/2/2010	0	0,195	0,202958333	0	0	0	0
2010	45	15/2/2010	0	0,189	0,198	0	0	0	0
2010	46	16/2/2010	0	0,186	0,196	0	0	0	0
2010	47	17/2/2010	0	0,181	0,192	0	0	0	0
2010	48	18/2/2010	0	0,177958333	0,188	0	0	0	0
2010	49	19/2/2010	0	0,171	0,181958333	0	0	0	0
2010	50	20/2/2010	0	0,163	0,174041667	0	0	0	0
2010	51	21/2/2010	5,6	0,156	0,206	0	0	0	0
2010	52	22/2/2010	0,8	0,162	0,196	0	0	0	0
2010	53	23/2/2010	0	0,162	0,19	0	0	0	0
2010	54	24/2/2010	0	0,162	0,186	0	0	0	0
2010	55	25/2/2010	0	0,16	0,172	0	0	0	0
2010	56	26/2/2010	0	0,16	0,17	0	0	0	0
2010	57	27/2/2010	0	0,159	0,165	0	0	0	0
2010	58	28/2/2010	0	0,157	0,16	0	0	0	0
2010	59	1/3/2010	0	0,155	0,153	0	0	0	0
2010	60	2/3/2010	0	0,153	0,143	0	0	0	0
2010	61	3/3/2010	0	0,151	0,14	0	0	0	0
2010	62	4/3/2010	0	0,148	0,138	0	0	0	0
2010	63	5/3/2010	1,8	0,143	0,132	0	0,055	0	0
2010	64	6/3/2010	0	0,14	0,126	0,33	0	2,51	0,22
2010	65	7/3/2010	0	0,129	0,109	0	0	0	0
2010	66	8/3/2010	0	0,12	0,104	0	0	0	0
2010	67	9/3/2010	0	0,117	0,096	0	0	0	0
2010	68	10/3/2010	0	0,114	0,091	0	0	0	0
2010	69	11/3/2010	0	0,108	0,089	0	0	0	0
2010	70	12/3/2010	0	0,105	0,084	0	0	0	0
2010	71	13/3/2010	0	0,1	0,08	0	0	0	0
2010	72	14/3/2010	0	0,13	0,12	0	0	0	0
2010	73	15/3/2010	3,2	0,151	0,134	0	0	0	0
2010	74	16/3/2010	1,8	0,157	0,139	0	0	0	0
2010	75	17/3/2010	0,8	0,16	0,156	0	0	0	0
2010	76	18/3/2010	1,8	0,198	0,187	0	0	0	0
2010	77	19/3/2010	4,4	0,192	0,18	0	0	0	0

[307]

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2010	78	20/3/2010	0	0,186	0,178	0,55	0	0,22	0
2010	79	21/3/2010	0	0,183	0,167	0	0	0	0
2010	80	22/3/2010	0	0,18	0,16	0	0	0	0
2010	81	23/3/2010	0	0,176	0,15	0	0	0	0
2010	82	24/3/2010	0	0,172	0,156	0	0	0	0
2010	83	25/3/2010	0,4	0,17	0,168	0	0	0	0
2010	84	26/3/2010	1,6	0,169	0,16	0	0	0	0
2010	85	27/3/2010	0	0,167	0,157	0	0	0	0
2010	86	28/3/2010	0	0,163	0,147	0	0	0	0
2010	87	29/3/2010	0	0,16	0,139	0	0	0	0
2010	88	30/3/2010	0	0,152	0,13	0	0	0	0
2010	89	31/3/2010	0	0,15	0,126	0	0	0	0
2010	90	1/4/2010	0	0,148	0,12	0	0	0	0
2010	91	2/4/2010	0	0,14	0,115	0	0	0	0
2010	92	3/4/2010	0	0,138	0,11	0	0	0	0
2010	93	4/4/2010	0	0,132	0,106	0	0	0	0
2010	94	5/4/2010	0	0,127	0,101	0	0	0	0
2010	95	6/4/2010	0	0,12	0,096	0	0	0	0
2010	96	7/4/2010	0	0,116	0,096	0	0	0	0
2010	97	8/4/2010	0	0,11	0,089	0	0	0	0
2010	98	9/4/2010	0	0,107	0,086	0	0	0	0
2010	99	10/4/2010	0	0,102	0,087	0	0	0	0
2010	100	11/4/2010	0	0,098	0,086	0	0	0	0
2010	101	12/4/2010	0	0,098	0,085	0	0	0	0
2010	102	13/4/2010	0	0,097	0,084	0	0	0	0
2010	103	14/4/2010	0	0,096	0,083	0	0	0	0
2010	104	15/4/2010	0	0,093	0,083	0	0	0	0
2010	105	16/4/2010	0	0,09	0,082	0	0	0	0
2010	106	17/4/2010	0	0,089	0,081	0	0	0	0
2010	107	18/4/2010	0	0,089	0,081	0	0	0	0
2010	108	19/4/2010	0	0,089	0,08	0	0	0	0
2010	109	20/4/2010	6,2	0,089	0,079	0	0,055	0	0
2010	110	21/4/2010	0	0,088	0,079	0,11	0	0,22	0,12
2010	111	22/4/2010	0	0,088	0,078	0	0	0	0
2010	112	23/4/2010	0	0,088	0,078	0	0	0	0
2010	113	24/4/2010	0	0,088	0,078	0	0	0	0
2010	114	25/4/2010	0	0,088	0,078	0	0	0	0
2010	115	26/4/2010	0	0,087	0,077	0	0	0	0
2010	116	27/4/2010	0	0,087	0,077	0	0	0	0
2010	117	28/4/2010	0	0,087	0,077	0	0	0	0
2010	118	29/4/2010	0	0,087	0,077	0	0	0	0
2010	119	30/4/2010	0	0,087	0,077	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2010	120	1/5/2010	0	0,086	0,077	0	0	0	0
2010	121	2/5/2010	0	0,086	0,077	0	0	0	0
2010	122	3/5/2010	0	0,085	0,077	0	0	0	0
2010	123	4/5/2010	0	0,084	0,077	0	0	0	0
2010	124	5/5/2010	0	0,084	0,077	0	0	0	0
2010	125	6/5/2010	0	0,083	0,077	0	0	0	0
2010	126	7/5/2010	0,4	0,083	0,077	0	0	0	0
2010	127	8/5/2010	0	0,083	0,076	0	0	0	0
2010	128	9/5/2010	0	0,083	0,076	0	0	0	0
2010	129	10/5/2010	0	0,083	0,076	0	0	0	0
2010	130	11/5/2010	0	0,083	0,076	0	0	0	0
2010	131	12/5/2010	0	0,083	0,076	0	0	0	0
2010	132	13/5/2010	0	0,082	0,076	0	0	0	0
2010	133	14/5/2010	0	0,082	0,076	0	0	0	0
2010	134	15/5/2010	0	0,081	0,076	0	0	0	0
2010	135	16/5/2010	0	0,081	0,076	0	0	0	0
2010	136	17/5/2010	0	0,08	0,076	0	0	0	0
2010	137	18/5/2010	0	0,079	0,076	0	0	0	0
2010	138	19/5/2010	0	0,079	0,076	0	0	0	0
2010	139	20/5/2010	0	0,079	0,076	0	0	0	0
2010	140	21/5/2010	0	0,079	0,076	0	0	0	0
2010	141	22/5/2010	0,4	0,079	0,076	0	0	0	0
2010	142	23/5/2010	5,4	0,079	0,076	0	0	0	0
2010	143	24/5/2010	0	0,076	0,076	0	0	0	0
2010	144	25/5/2010	0	0,076	0,076	0	0	0	0
2010	145	26/5/2010	0,4	0,076	0,075	0	0	0	0
2010	146	27/5/2010	0,2	0,076	0,075	0	0	0	0
2010	147	28/5/2010	0	0,076	0,075	0	0	0	0
2010	148	29/5/2010	0	0,076	0,075	0	0	0	0
2010	149	30/5/2010	0	0,076	0,075	0	0	0	0
2010	150	31/5/2010	0	0,076	0,075	0	0	0	0
2010	151	1/6/2010	0	0,076	0,075	0	0	0	0
2010	152	2/6/2010	0	0,075	0,075	0	0	0	0
2010	153	3/6/2010	0	0,075	0,075	0	0	0	0
2010	154	4/6/2010	0	0,075	0,075	0	0	0	0
2010	155	5/6/2010	0	0,075	0,075	0	0	0	0
2010	156	6/6/2010	0	0,075	0,075	0	0	0	0
2010	157	7/6/2010	0	0,075	0,075	0	0	0	0
2010	158	8/6/2010	0	0,075	0,075	0	0	0	0
2010	159	9/6/2010	0	0,075	0,075	0	0	0	0
2010	160	10/6/2010	0,4	0,075	0,075	0	0	0	0
2010	161	11/6/2010	0	0,075	0,075	0,055	0	0,33	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2010	162	12/6/2010	0	0,075	0,075	0	0	0	0
2010	163	13/6/2010	0	0,075	0,075	0	0	0	0
2010	164	14/6/2010	0	0,075	0,075	0	0	0	0
2010	165	15/6/2010	0	0,074	0,075	0	0	0	0
2010	166	16/6/2010	0	0,074	0,074	0	0	0	0
2010	167	17/6/2010	0	0,074	0,074	0	0	0	0
2010	168	18/6/2010	0	0,074	0,074	0	0	0	0
2010	169	19/6/2010	0	0,074	0,074	0	0	0	0
2010	170	20/6/2010	0	0,073	0,074	0	0	0	0
2010	171	21/6/2010	0	0,073	0,073	0	0	0	0
2010	172	22/6/2010	0	0,073	0,073	0	0	0	0
2010	173	23/6/2010	0	0,072	0,073	0	0	0	0
2010	174	24/6/2010	0	0,072	0,072	0	0	0	0
2010	175	25/6/2010	0	0,072	0,072	0	0	0	0
2010	176	26/6/2010	0,2	0,072	0,072	0	0	0	0
2010	177	27/6/2010	0	0,072	0,072	0	0	0	0
2010	178	28/6/2010	0	0,072	0,072	0	0	0	0
2010	179	29/6/2010	0,8	0,072	0,072	0	0	0	0
2010	180	30/6/2010	0	0,072	0,072	0	0	0	0
2010	181	1/7/2010	0	0,072	0,072	0	0	0	0
2010	182	2/7/2010	0	0,072	0,072	0	0	0	0
2010	183	3/7/2010	0	0,072	0,072	0	0	0	0
2010	184	4/7/2010	0	0,071	0,072	0	0	0	0
2010	185	5/7/2010	0	0,071	0,071	0	0	0	0
2010	186	6/7/2010	0	0,071	0,071	0	0	0	0
2010	187	7/7/2010	0	0,071	0,071	0	0	0	0
2010	188	8/7/2010	0	0,071	0,071	0	0	0	0
2010	189	9/7/2010	0	0,071	0,071	0	0	0	0
2010	190	10/7/2010	0,2	0,071	0,07	0	0	0	0
2010	191	11/7/2010	0	0,07	0,07	0	0	0	0
2010	192	12/7/2010	0	0,07	0,07	0	0	0	0
2010	193	13/7/2010	0	0,07	0,07	0	0	0	0
2010	194	14/7/2010	0	0,07	0,07	0	0	0	0
2010	195	15/7/2010	0	0,07	0,07	0	0	0	0
2010	196	16/7/2010	0	0,07	0,07	0	0	0	0
2010	197	17/7/2010	0	0,07	0,069	0	0	0	0
2010	198	18/7/2010	0	0,07	0,069	0	0	0	0
2010	199	19/7/2010	0	0,07	0,069	0	0	0	0
2010	200	20/7/2010	0	0,07	0,069	0	0	0	0
2010	201	21/7/2010	0	0,07	0,069	0	0	0	0
2010	202	22/7/2010	0	0,069	0,068	0	0	0	0
2010	203	23/7/2010	0	0,069	0,068	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2010	204	24/7/2010	0	0,069	0,068	0	0	0	0
2010	205	25/7/2010	0	0,069	0,067	0	0	0	0
2010	206	26/7/2010	0	0,069	0,067	0	0	0	0
2010	207	27/7/2010	0	0,069	0,067	0	0	0	0
2010	208	28/7/2010	0	0,069	0,067	0	0	0	0
2010	209	29/7/2010	0	0,069	0,067	0	0	0	0
2010	210	30/7/2010	0	0,069	0,067	0	0	0	0
2010	211	31/7/2010	0	0,069	0,067	0	0	0	0
2010	212	1/8/2010	0	0,069	0,067	0	0	0	0
2010	213	2/8/2010	0	0,068	0,067	0	0	0	0
2010	214	3/8/2010	0	0,068	0,066	0	0	0	0
2010	215	4/8/2010	0	0,068	0,066	0	0	0	0
2010	216	5/8/2010	0	0,068	0,066	0	0	0	0
2010	217	6/8/2010	0	0,068	0,066	0	0	0	0
2010	218	7/8/2010	0	0,068	0,067	0	0	0	0
2010	219	8/8/2010	0	0,068	0,067	0	0	0	0
2010	220	9/8/2010	0	0,068	0,067	0	0	0	0
2010	221	10/8/2010	0	0,068	0,067	0	0	0	0
2010	222	11/8/2010	0	0,068	0,066	0	0	0	0
2010	223	12/8/2010	0	0,068	0,066	0	0	0	0
2010	224	13/8/2010	0	0,068	0,066	0	0	0	0
2010	225	14/8/2010	0	0,068	0,066	0	0	0	0
2010	226	15/8/2010	0	0,068	0,066	0	0	0	0
2010	227	16/8/2010	0	0,067	0,065	0	0	0	0
2010	228	17/8/2010	0	0,067	0,065	0	0	0	0
2010	229	18/8/2010	0	0,067	0,064	0	0	0	0
2010	230	19/8/2010	0	0,067	0,065	0	0	0	0
2010	231	20/8/2010	0	0,067	0,064	0	0	0	0
2010	232	21/8/2010	0	0,067	0,064	0	0	0	0
2010	233	22/8/2010	0	0,067	0,062	0	0	0	0
2010	234	23/8/2010	0	0,067	0,061	0	0	0	0
2010	235	24/8/2010	0	0,067	0,061	0	0	0	0
2010	236	25/8/2010	0	0,067	0,062	0	0	0	0
2010	237	26/8/2010	0	0,067	0,062	0	0	0	0
2010	238	27/8/2010	0	0,066	0,061	0	0	0	0
2010	239	28/8/2010	0	0,066	0,061	0	0	0	0
2010	240	29/8/2010	0	0,066	0,062	0	0	0	0
2010	241	30/8/2010	0	0,066	0,062	0	0	0	0
2010	242	31/8/2010	0	0,066	0,062	0	0	0	0
2010	243	1/9/2010	0	0,066	0,063	0	0	0	0
2010	244	2/9/2010	2	0,066	0,063	0	0,055	0	0
2010	245	3/9/2010	0	0,066	0,063	0,88	0	6,65	0,42

[311]

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2010	246	4/9/2010	0	0,066	0,063	0	0	0	0
2010	247	5/9/2010	0	0,066	0,063	0	0	0	0
2010	248	6/9/2010	0	0,066	0,063	0	0	0	0
2010	249	7/9/2010	0	0,066	0,063	0	0	0	0
2010	250	8/9/2010	0	0,066	0,063	0	0	0	0
2010	251	9/9/2010	0	0,066	0,063	0	0	0	0
2010	252	10/9/2010	0	0,066	0,063	0	0	0	0
2010	253	11/9/2010	0	0,066	0,063	0	0	0	0
2010	254	12/9/2010	0	0,066	0,063	0	0	0	0
2010	255	13/9/2010	1	0,066	0,063	0	0	0	0
2010	256	14/9/2010	0	0,066	0,063	0	0	0	0
2010	257	15/9/2010	0	0,066	0,063	0	0	0	0
2010	258	16/9/2010	0	0,066	0,063	0	0	0	0
2010	259	17/9/2010	0	0,066	0,063	0	0	0	0
2010	260	18/9/2010	0	0,066	0,063	0	0	0	0
2010	261	19/9/2010	0	0,066	0,063	0	0	0	0
2010	262	20/9/2010	0	0,066	0,063	0	0	0	0
2010	263	21/9/2010	0	0,066	0,063	0	0	0	0
2010	264	22/9/2010	0	0,066	0,063	0	0	0	0
2010	265	23/9/2010	0	0,066	0,063	0	0	0	0
2010	266	24/9/2010	0	0,065	0,062	0	0	0	0
2010	267	25/9/2010	0	0,065	0,062	0	0	0	0
2010	268	26/9/2010	0	0,065	0,062	0	0	0	0
2010	269	27/9/2010	0	0,065	0,062	0	0	0	0
2010	270	28/9/2010	0	0,065	0,062	0	0	0	0
2010	271	29/9/2010	0	0,066	0,062	0	0	0	0
2010	272	30/9/2010	0	0,066	0,062	0	0	0	0
2010	273	1/10/2010	1,2	0,066	0,062	0	0	0	0
2010	274	2/10/2010	0	0,066	0,062	0	0	0	0
2010	275	3/10/2010	4,6	0,066	0,062	0	0	0	0
2010	276	4/10/2010	0	0,066	0,062	0	0	0	0
2010	277	5/10/2010	0	0,066	0,062	0	0	0	0
2010	278	6/10/2010	0	0,066	0,062	0	0	0	0
2010	279	7/10/2010	0	0,066041667	0,062041667	0	0	0	0
2010	280	8/10/2010	26,2	0,101	0,103	0	0	2,31	0
2010	281	9/10/2010	2,4	0,103	0,106	0	0	0	0
2010	282	10/10/2010	0	0,103	0,105	0,33	0	0	0
2010	283	11/10/2010	0	0,102	0,104	0	0	0	0
2010	284	12/10/2010	0	0,101	0,104	0	0	0	0
2010	285	13/10/2010	0	0,101	0,102	0	0	0,38	0
2010	286	14/10/2010	0	0,1	0,101	0	0	0	0
2010	287	15/10/2010	0,2	0,099	0,1	0,055	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2010	288	16/10/2010	5,4	0,099	0,101	0	0	0,4	0
2010	289	17/10/2010	0,2	0,098	0,1	0	0	0	0
2010	290	18/10/2010	0,4	0,097	0,099	0,055	0	0	0
2010	291	19/10/2010	3,6	0,096	0,099	0	0	0	0
2010	292	20/10/2010	0	0,096	0,099	0	0	0	0
2010	293	21/10/2010	3,8	0,097	0,106	0	0	0	0
2010	294	22/10/2010	3	0,096	0,105	0	0	0	0
2010	295	23/10/2010	4,2	0,096	0,104	0	0	0	0
2010	296	24/10/2010	6,6	0,096	0,103	0	0	0	0
2010	297	25/10/2010	0	0,095	0,102	0	0	0	0
2010	298	26/10/2010	0	0,094	0,1	0	0	0	0
2010	299	27/10/2010	0	0,094	0,099	0	0	0	0
2010	300	28/10/2010	2,4	0,096041667	0,103041667	0	0	0,77	0
2010	301	29/10/2010	26,6	0,118041667	0,116041667	0	0	0	0
2010	302	30/10/2010	27,6	0,147	0,166	0,11	0	0	0
2010	303	31/10/2010	30,6	0,147	0,161	0	0	0	0
2010	304	1/11/2010	1,2	0,145	0,158	0	0	0	0
2010	305	2/11/2010	5,2	0,142	0,154	0	0	0	0
2010	306	3/11/2010	1,8	0,139	0,15	0	0	0	0
2010	307	4/11/2010	0	0,136	0,147958333	0	0	0	0
2010	308	5/11/2010	5,2	0,133	0,144	0	0	0	0
2010	309	6/11/2010	1,8	0,131	0,14	0	0	0	0
2010	310	7/11/2010	0	0,127	0,136	0	0	0	0
2010	311	8/11/2010	0	0,124958333	0,132	0	0	0	0
2010	312	9/11/2010	0	0,122	0,128958333	0	0	0	0
2010	313	10/11/2010	0	0,12	0,125958333	0	0	0	0
2010	314	11/11/2010	0	0,117	0,122	0	0	0	0
2010	315	12/11/2010	3	0,113041667	0,117041667	0	0	0	0
2010	316	13/11/2010	26,4	0,161	0,183	0	0	0,5	0
2010	317	14/11/2010	3,8	0,174	0,184	0	0	0	0
2010	318	15/11/2010	0,2	0,183	0,186	0,11	0	0	0
2010	319	16/11/2010	0,4	0,194	0,189958333	0	0	0	0
2010	320	17/11/2010	0	0,196	0,186	0	0	0	0
2010	321	18/11/2010	0,4	0,187	0,18	0	0	0	0
2010	322	19/11/2010	0	0,181	0,174	0	0	0	0
2010	323	20/11/2010	0	0,173	0,169	0	0	0	0
2010	324	21/11/2010	0	0,168	0,165	0	0	0	0
2010	325	22/11/2010	0	0,162	0,161	0	0	0	0
2010	326	23/11/2010	16,4	0,156	0,157	0	0	0	0
2010	327	24/11/2010	0	0,154	0,154	0	0	0	0
2010	328	25/11/2010	1,2	0,15	0,151	0	0	0	0
2010	329	26/11/2010	11,2	0,15	0,152958333	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2010	330	27/11/2010	0	0,147	0,151	0	0	0	0
2010	331	28/11/2010	0	0,143	0,148	0	0	0	0
2010	332	29/11/2010	9,4	0,14	0,144	0	0	0	0
2010	333	30/11/2010	0	0,137	0,14	0	0	0	0
2010	334	1/12/2010	15,8	0,134	0,137	0	0	0	0
2010	335	2/12/2010	0	0,13	0,132	0	0	0	0
2010	336	3/12/2010	0	0,127	0,129	0	0	0	0
2010	337	4/12/2010	0	0,125	0,127	0	0	0	0
2010	338	5/12/2010	0	0,124	0,125	0	0	0	0
2010	339	6/12/2010	0	0,121	0,121958333	0	0	0	0
2010	340	7/12/2010	0	0,118958333	0,118	0	0	0	0
2010	341	8/12/2010	0	0,116	0,116	0	0	0	0
2010	342	9/12/2010	0	0,115	0,115	0	0	0	0
2010	343	10/12/2010	0	0,114041667	0,114	0	0	0	0
2010	344	11/12/2010	8,3	0,119	0,114	0	0	0	0
2010	345	12/12/2010	40,5	0,148	0,122	0	0	0	0
2010	346	13/12/2010	43,8	0,181041667	0,139041667	0	0	0	0
2010	347	14/12/2010	44,9	0,2	0,198	0	0	0,68	0
2010	348	15/12/2010	7,1	0,193	0,186	0	0	0	0
2010	349	16/12/2010	4,2	0,22	0,209041667	0,11	0	0	0
2010	350	17/12/2010	60,6	0,222958333	0,219958333	0	0	1,5	0
2010	351	18/12/2010	6	0,203	0,198	0	0	0	0
2010	352	19/12/2010	0,5	0,198	0,197	0,22	0	0	0
2010	353	20/12/2010	0,4	0,194	0,189	0	0	0	0
2010	354	21/12/2010	0	0,188	0,183	0	0	0	0
2010	355	22/12/2010	0	0,182	0,179	0	0	0	0
2010	356	23/12/2010	0	0,178	0,177	0	0	0	0
2010	357	24/12/2010	0	0,174	0,174	0	0	0	0
2010	358	25/12/2010	0	0,17	0,17	0	0	0	0
2010	359	26/12/2010	0	0,166	0,167	0	0	0	0
2010	360	27/12/2010	0	0,161	0,163	0	0	0	0
2010	361	28/12/2010	0	0,159	0,161	0	0	0	0
2010	362	29/12/2010	1	0,157	0,159	0	0	0	0
2010	363	30/12/2010	3	0,154	0,157	0	0	0	0
2010	364	31/12/2010	0	0,153	0,156	0	0	0	0
2010	365	1/1/2011	0	0,151	0,154	0	0	0	0
2011	1	2/1/2011	12,8	0,150041667	0,152041667	0	0	0	0
2011	2	3/1/2011	13,4	0,219	0,228958333	0	0	0	0
2011	3	4/1/2011	5,8	0,199	0,194	0	0	0	0
2011	4	5/1/2011	2,6	0,204	0,198958333	0	0	0	0
2011	5	6/1/2011	2,4	0,196	0,191	0	0	0	0
2011	6	7/1/2011	0,2	0,201	0,194	0	0	0	0

[314]

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2011	7	8/1/2011	0	0,194	0,189	0	0	0	0
2011	8	9/1/2011	0	0,187958333	0,184	0	0	0	0
2011	9	10/1/2011	0	0,182	0,18	0	0	0	0
2011	10	11/1/2011	0	0,178	0,177	0	0	0	0
2011	11	12/1/2011	0,2	0,176	0,176	0	0	0	0
2011	12	13/1/2011	0	0,173	0,173	0	0	0	0
2011	13	14/1/2011	0,8	0,17	0,17	0	0	0	0
2011	14	15/1/2011	0,8	0,166	0,168	0	0	0	0
2011	15	16/1/2011	28,8	0,164041667	0,165041667	0	0	0	0
2011	16	17/1/2011	28,6	0,224958333	0,212	0	0	0	0
2011	17	18/1/2011	0	0,206	0,199	0	0	0	0
2011	18	19/1/2011	0	0,198	0,192	0	0	0	0
2011	19	20/1/2011	0	0,192	0,187	0	0	0	0
2011	20	21/1/2011	4	0,187	0,183	0	0	0	0
2011	21	22/1/2011	4,4	0,184	0,185	0	0	0	0
2011	22	23/1/2011	4,6	0,211	0,202	0	0	0	0
2011	23	24/1/2011	3,6	0,214	0,204	0	0	0	0
2011	24	25/1/2011	2,4	0,212	0,202	0,11	0	0	0
2011	25	26/1/2011	0,2	0,208	0,199	0	0	0,7	0
2011	26	27/1/2011	0,4	0,201	0,194	0	0	0	0
2011	27	28/1/2011	9	0,196041667	0,189041667	0	0	0	0
2011	28	29/1/2011	5,4	0,214	0,203	0	0	0	0
2011	29	30/1/2011	0,4	0,223958333	0,207	0	0	0	0
2011	30	31/1/2011	0	0,209	0,199	0	0	0	0
2011	31	1/2/2011	0	0,204	0,195	0	0	0	0
2011	32	2/2/2011	3,2	0,199	0,192	0	0	0	0
2011	33	3/2/2011	29	0,196041667	0,189041667	0	0	0	0
2011	34	4/2/2011	0,6	0,242958333	0,228	0	0	0	0
2011	35	5/2/2011	1,8	0,215	0,203	0	0	0	0
2011	36	6/2/2011	2,6	0,211	0,199	0	0	0	0
2011	37	7/2/2011	0	0,214	0,201958333	0	0	0	0
2011	38	8/2/2011	0	0,205	0,195958333	0	0	0	0
2011	39	9/2/2011	1,6	0,199	0,191	0	0	0	0
2011	40	10/2/2011	0	0,194	0,188	0	0	0	0
2011	41	11/2/2011	0	0,191	0,185	0	0	0	0
2011	42	12/2/2011	0	0,187	0,182	0	0	0	0
2011	43	13/2/2011	0	0,184	0,179	0	0	0	0
2011	44	14/2/2011	10,8	0,180041667	0,176041667	0,055	0	0	0
2011	45	15/2/2011	26,2	0,222	0,215	0,055	0	0,39	0
2011	46	16/2/2011	3	0,226	0,211	0	0	0,38	0
2011	47	17/2/2011	0	0,216	0,205	0	0	0	0
2011	48	18/2/2011	0,2	0,207958333	0,199	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2011	49	19/2/2011	6,6	0,202	0,194	0	0	0	0
2011	50	20/2/2011	2,2	0,226	0,217	0,22	0	0	0
2011	51	21/2/2011	0	0,215	0,205	0	0	1,5	0
2011	52	22/2/2011	0,2	0,209	0,199	0	0	0	0
2011	53	23/2/2011	0	0,204958333	0,194	0	0	0	0
2011	54	24/2/2011	14	0,199041667	0,190041667	0	0	0	0
2011	55	25/2/2011	10,6	0,234041667	0,220041667	0,11	0	0	0
2011	56	26/2/2011	17,8	0,258958333	0,233958333	0	0	0,69	0
2011	57	27/2/2011	33	0,236	0,22	0	0	0	0
2011	58	28/2/2011	5,2	0,261958333	0,243958333	0	0	0	0
2011	59	1/3/2011	0	0,221	0,207	0,055	0	0	0
2011	60	2/3/2011	0	0,212	0,199	0	0	0,38	0
2011	61	3/3/2011	0,6	0,206	0,196	0	0	0	0
2011	62	4/3/2011	2,4	0,2	0,193	0	0	0	0
2011	63	5/3/2011	0,6	0,199	0,192	0	0	0	0
2011	64	6/3/2011	0	0,194	0,188	0	0	0	0
2011	65	7/3/2011	1,6	0,19	0,185	0	0	0	0
2011	66	8/3/2011	6	0,189041667	0,184	0	0	0	0
2011	67	9/3/2011	2,8	0,241	0,194	0	0	0	0
2011	68	10/3/2011	27	0,239	0,201	0	0	0	0
2011	69	11/3/2011	0,6	0,242	0,217	0	0	0	0
2011	70	12/3/2011	0	0,235958333	0,222	0,165	0	0	0
2011	71	13/3/2011	0	0,219	0,206	0	0	1,2	0
2011	72	14/3/2011	0	0,209958333	0,199	0	0	0	0
2011	73	15/3/2011	0	0,203	0,194	0	0	0	0
2011	74	16/3/2011	0	0,197	0,19	0	0	0	0
2011	75	17/3/2011	0	0,19	0,184	0	0	0	0
2011	76	18/3/2011	0	0,183	0,18	0	0	0	0
2011	77	19/3/2011	0,2	0,179	0,176	0	0	0	0
2011	78	20/3/2011	0	0,174	0,172	0	0	0	0
2011	79	21/3/2011	32,8	0,169083333	0,168041667	0	0	0	0
2011	80	22/3/2011	4	0,251	0,23	0,22	0	0	0
2011	81	23/3/2011	0	0,219	0,205	0	0	1,49	0
2011	82	24/3/2011	5,4	0,209	0,199	0	0	0	0
2011	83	25/3/2011	0	0,21	0,199	0	0	0	0
2011	84	26/3/2011	0	0,202	0,194	0	0	0	0
2011	85	27/3/2011	0	0,195	0,189	0,055	0	0	0
2011	86	28/3/2011	0	0,191	0,186	0	0	0,39	0
2011	87	29/3/2011	0	0,185	0,182	0	0	0	0
2011	88	30/3/2011	0	0,178	0,176	0	0	0	0
2011	89	31/3/2011	0,8	0,169958333	0,169	0	0	0	0
2011	90	1/4/2011	0,4	0,167	0,166	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2011	91	2/4/2011	1,8	0,163	0,162	0	0	0	0
2011	92	3/4/2011	2,2	0,161	0,168	0	0	0	0
2011	93	4/4/2011	0	0,159	0,163	0	0	0	0
2011	94	5/4/2011	0,6	0,157	0,163	0	0	0	0
2011	95	6/4/2011	0,2	0,151	0,157	0	0	0	0
2011	96	7/4/2011	2,6	0,148	0,156	0	0	0	0
2011	97	8/4/2011	0	0,147	0,157	0	0	0	0
2011	98	9/4/2011	0,2	0,143	0,157	0	0	0	0
2011	99	10/4/2011	0	0,139	0,154	0	0	0	0
2011	100	11/4/2011	0	0,136	0,15	0	0	0	0
2011	101	12/4/2011	0	0,134	0,147958333	0	0	0	0
2011	102	13/4/2011	0	0,13	0,142	0	0	0	0
2011	103	14/4/2011	0	0,128	0,141	0	0	0	0
2011	104	15/4/2011	0	0,126	0,137	0	0	0	0
2011	105	16/4/2011	0	0,123	0,133	0	0	0	0
2011	106	17/4/2011	2	0,12	0,13	0	0	0	0
2011	107	18/4/2011	6,4	0,118	0,129	0	0	0	0
2011	108	19/4/2011	2,4	0,118	0,13	0,055	0	0	0
2011	109	20/4/2011	3,4	0,119	0,131	0,055	0	0,4	0
2011	110	21/4/2011	3	0,118	0,132	0,055	0	0,42	0
2011	111	22/4/2011	0	0,119	0,133	0	0	0,38	0
2011	112	23/4/2011	0	0,119	0,133	0	0	0	0
2011	113	24/4/2011	0	0,118	0,132	0	0	0	0
2011	114	25/4/2011	0	0,117	0,131	0	0	0	0
2011	115	26/4/2011	0,8	0,116	0,129	0	0	0	0
2011	116	27/4/2011	0,2	0,115	0,128	0	0	0	0
2011	117	28/4/2011	0,6	0,114	0,125	0	0	0	0
2011	118	29/4/2011	5,6	0,113	0,123	0	0	0	0
2011	119	30/4/2011	0	0,113	0,124	0,055	0	0	0
2011	120	1/5/2011	0	0,112	0,124	0	0	0,4	0
2011	121	2/5/2011	0	0,111	0,121	0	0	0	0
2011	122	3/5/2011	0	0,111	0,12	0	0	0	0
2011	123	4/5/2011	0	0,108	0,116	0	0	0	0
2011	124	5/5/2011	1,6	0,107	0,114	0	0	0	0
2011	125	6/5/2011	2,8	0,107	0,113	0	0	0	0
2011	126	7/5/2011	0	0,107	0,113	0	0	0	0
2011	127	8/5/2011	0	0,106	0,112	0	0	0	0
2011	128	9/5/2011	0	0,105	0,11	0	0	0	0
2011	129	10/5/2011	0	0,104	0,109	0	0	0	0
2011	130	11/5/2011	5,2	0,103	0,108	0	0	0	0
2011	131	12/5/2011	0	0,103	0,108	0,055	0	0	0
2011	132	13/5/2011	0,2	0,103	0,108	0	0	0,39	0

[317]

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2011	133	14/5/2011	0	0,102	0,107	0	0	0	0
2011	134	15/5/2011	0	0,102	0,106	0	0	0	0
2011	135	16/5/2011	0	0,101	0,104	0	0	0	0
2011	136	17/5/2011	0	0,099	0,103	0	0	0	0
2011	137	18/5/2011	0,2	0,098	0,101	0	0	0	0
2011	138	19/5/2011	0,2	0,098	0,1	0	0	0	0
2011	139	20/5/2011	0	0,097	0,1	0	0	0	0
2011	140	21/5/2011	0	0,097	0,099	0	0	0	0
2011	141	22/5/2011	0	0,096	0,098	0	0	0	0
2011	142	23/5/2011	0	0,095	0,097	0	0	0	0
2011	143	24/5/2011	0,4	0,095	0,097	0	0	0	0
2011	144	25/5/2011	0,8	0,094	0,096	0	0	0	0
2011	145	26/5/2011	0,2	0,094	0,095	0	0	0	0
2011	146	27/5/2011	0	0,093	0,094	0	0	0	0
2011	147	28/5/2011	6,4	0,092	0,094	0	0	0	0
2011	148	29/5/2011	0	0,093	0,095	0	0	0	0
2011	149	30/5/2011	0	0,093	0,095	0	0	0	0
2011	150	31/5/2011	0	0,093	0,094	0	0	0	0
2011	151	1/6/2011	0	0,093	0,094	0	0	0	0
2011	152	2/6/2011	0	0,092	0,094	0	0	0	0
2011	153	3/6/2011	0	0,092	0,093	0	0	0	0
2011	154	4/6/2011	0	0,091	0,093	0	0	0	0
2011	155	5/6/2011	0	0,091	0,092	0	0	0	0
2011	156	6/6/2011	0	0,09	0,091	0	0	0	0
2011	157	7/6/2011	0	0,089	0,09	0	0	0	0
2011	158	8/6/2011	0	0,088	0,089	0	0	0	0
2011	159	9/6/2011	0	0,087	0,088	0	0	0	0
2011	160	10/6/2011	0	0,087	0,088	0	0	0	0
2011	161	11/6/2011	0	0,086	0,087	0	0	0	0
2011	162	12/6/2011	0	0,086	0,087	0	0	0	0
2011	163	13/6/2011	0	0,085	0,086	0	0	0	0
2011	164	14/6/2011	0	0,085	0,086	0	0	0	0
2011	165	15/6/2011	0	0,084	0,085	0	0	0	0
2011	166	16/6/2011	4	0,084	0,085	0,055	0	0	0
2011	167	17/6/2011	0	0,084	0,085	0	0	0,4	0
2011	168	18/6/2011	0	0,084	0,085	0	0	0	0
2011	169	19/6/2011	0	0,083	0,085	0	0	0	0
2011	170	20/6/2011	0	0,083	0,085	0	0	0	0
2011	171	21/6/2011	0	0,083	0,085	0	0	0	0
2011	172	22/6/2011	0	0,082	0,084	0	0	0	0
2011	173	23/6/2011	0	0,082	0,084	0	0	0	0
2011	174	24/6/2011	0	0,082	0,084	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2011	175	25/6/2011	0	0,081	0,084	0	0	0	0
2011	176	26/6/2011	0	0,081	0,083	0	0	0	0
2011	177	27/6/2011	0	0,081	0,083	0	0	0	0
2011	178	28/6/2011	0	0,08	0,082	0	0	0	0
2011	179	29/6/2011	0	0,08	0,082	0	0	0	0
2011	180	30/6/2011	0	0,079	0,082	0	0	0	0
2011	181	1/7/2011	0	0,079	0,081	0	0	0	0
2011	182	2/7/2011	0	0,079	0,082	0	0	0	0
2011	183	3/7/2011	0	0,079	0,081	0	0	0	0
2011	184	4/7/2011	0	0,079	0,081	0	0	0	0
2011	185	5/7/2011	0	0,078	0,081	0	0	0	0
2011	186	6/7/2011	0	0,078	0,081	0	0	0	0
2011	187	7/7/2011	0	0,078	0,081	0	0	0	0
2011	188	8/7/2011	0	0,078	0,081	0	0	0	0
2011	189	9/7/2011	0	0,077	0,08	0	0	0	0
2011	190	10/7/2011	0	0,077	0,08	0	0	0	0
2011	191	11/7/2011	0	0,077	0,08	0	0	0	0
2011	192	12/7/2011	0	0,076	0,08	0	0	0	0
2011	193	13/7/2011	0	0,076	0,079	0	0	0	0
2011	194	14/7/2011	0	0,076	0,079	0	0	0	0
2011	195	15/7/2011	0	0,076	0,079	0	0	0	0
2011	196	16/7/2011	0	0,075	0,079	0	0	0	0
2011	197	17/7/2011	0	0,075	0,078	0	0	0	0
2011	198	18/7/2011	0	0,075	0,078	0	0	0	0
2011	199	19/7/2011	0	0,075	0,078	0	0	0	0
2011	200	20/7/2011	0	0,075	0,078	0	0	0	0
2011	201	21/7/2011	0	0,074	0,078	0	0	0	0
2011	202	22/7/2011	0	0,074	0,078	0	0	0	0
2011	203	23/7/2011	0	0,074	0,077	0	0	0	0
2011	204	24/7/2011	0	0,074	0,077	0	0	0	0
2011	205	25/7/2011	0	0,074	0,077	0	0	0	0
2011	206	26/7/2011	0	0,073958333	0,077	0	0	0	0
2011	207	27/7/2011	0	0,073	0,077	0	0	0	0
2011	208	28/7/2011	0	0,073	0,077	0	0	0	0
2011	209	29/7/2011	0	0,073	0,076	0	0	0	0
2011	210	30/7/2011	0	0,073	0,076	0	0	0	0
2011	211	31/7/2011	0	0,073	0,076	0	0	0	0
2011	212	1/8/2011	0	0,073	0,076	0	0	0	0
2011	213	2/8/2011	0	0,072	0,076	0	0	0	0
2011	214	3/8/2011	0	0,072	0,076	0	0	0	0
2011	215	4/8/2011	0	0,072	0,075	0	0	0	0
2011	216	5/8/2011	0	0,072	0,075	0	0	0	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2011	217	6/8/2011	0	0,072	0,075	0	0	0	0
2011	218	7/8/2011	0	0,072	0,074	0	0	0	0
2011	219	8/8/2011	0	0,072	0,074	0	0	0	0
2011	220	9/8/2011	0	0,072	0,074	0	0	0	0
2011	221	10/8/2011	0	0,071	0,073	0	0	0	0
2011	222	11/8/2011	0	0,071	0,073	0	0	0	0
2011	223	12/8/2011	0	0,071	0,073	0	0	0	0
2011	224	13/8/2011	0	0,071	0,072	0	0	0	0
2011	225	14/8/2011	0	0,071	0,072	0	0	0	0
2011	226	15/8/2011	0	0,071	0,072	0	0	0	0
2011	227	16/8/2011	0	0,071	0,072	0	0	0	0
2011	228	17/8/2011	0	0,071	0,072	0	0	0	0
2011	229	18/8/2011	0	0,071	0,072	0	0	0	0
2011	230	19/8/2011	0	0,071	0,072	0	0	0	0
2011	231	20/8/2011	0	0,071	0,072	0	0	0	0
2011	232	21/8/2011	0	0,07	0,071	0	0	0	0
2011	233	22/8/2011	0	0,07	0,071	0	0	0	0
2011	234	23/8/2011	0	0,07	0,071	0	0	0	0
2011	235	24/8/2011	0	0,07	0,071	0	0	0	0
2011	236	25/8/2011	0	0,07	0,071	0	0	0	0
2011	237	26/8/2011	0	0,07	0,071	0	0	0	0
2011	238	27/8/2011	0	0,07	0,071	0	0	0	0
2011	239	28/8/2011	0	0,07	0,071	0	0	0	0
2011	240	29/8/2011	0	0,07	0,071	0	0	0	0
2011	241	30/8/2011	0	0,07	0,071	0	0	0	0
2011	242	31/8/2011	0	0,07	0,071	0	0	0	0
2011	243	1/9/2011	0	0,07	0,071	0	0	0	0
2011	244	2/9/2011	0	0,07	0,071	0	0	0	0
2011	245	3/9/2011	0	0,07	0,071	0	0	0	0
2011	246	4/9/2011	0	0,07	0,07	0	0	0	0
2011	247	5/9/2011	0	0,07	0,07	0	0	0	0
2011	248	6/9/2011	0	0,07	0,07	0	0	0	0
2011	249	7/9/2011	0,8	0,07	0,07	0	0	0	0
2011	250	8/9/2011	0	0,07	0,07	0,385	0	0	0
2011	251	9/9/2011	0	0,07	0,07	0	0	2,9	0
2011	252	10/9/2011	0	0,07	0,07	0	0	0	0
2011	253	11/9/2011	0	0,07	0,07	0	0	0	0
2011	254	12/9/2011	0	0,07	0,07	0	0	0	0
2011	255	13/9/2011	0	0,069	0,07	0	0	0	0
2011	256	14/9/2011	0	0,069	0,07	0	0	0	0
2011	257	15/9/2011	0	0,069	0,07	0	0	0	0
2011	258	16/9/2011	0	0,069	0,07	0	0	0	0

[320]

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2011	259	17/9/2011	0	0,069	0,07	0	0	0	0
2011	260	18/9/2011	0	0,069	0,07	0	0	0	0
2011	261	19/9/2011	0	0,069	0,07	0	0	0	0
2011	262	20/9/2011	0	0,069	0,07	0	0	0	0
2011	263	21/9/2011	0	0,069	0,069	0	0	0	0
2011	264	22/9/2011	0,4	0,069	0,069	0	0	0	0
2011	265	23/9/2011	0	0,069	0,069	0	0	0	0
2011	266	24/9/2011	0	0,069	0,069	0	0	0	0
2011	267	25/9/2011	0	0,069	0,069	0	0	0	0
2011	268	26/9/2011	0	0,069	0,069	0	0	0	0
2011	269	27/9/2011	0	0,069	0,069	0	0	0	0
2011	270	28/9/2011	0	0,069	0,069	0	0	0	0
2011	271	29/9/2011	0	0,069	0,069	0	0	0	0
2011	272	30/9/2011	0	0,069	0,069	0	0	0	0
2011	273	1/10/2011	0	0,069	0,068	0	0	0	0
2011	274	2/10/2011	0	0,069	0,068	0	0	0	0
2011	275	3/10/2011	0,2	0,069	0,068	0	0	0	0
2011	276	4/10/2011	0	0,069	0,068	0	0	0	0
2011	277	5/10/2011	0	0,069	0,068	0	0	0	0
2011	278	6/10/2011	0	0,069	0,068	0	0	0	0
2011	279	7/10/2011	0	0,069	0,068	0	0	0	0
2011	280	8/10/2011	6,6	0,069	0,068041667	0	0	0	0
2011	281	9/10/2011	13,2	0,069	0,087041667	0,11	0	0	0
2011	282	10/10/2011	20,4	0,075	0,129041667	0,33	0	0,82	0
2011	283	11/10/2011	7	0,115041667	0,205	0,66	0	2,38	0
2011	284	12/10/2011	0	0,143	0,198	0,11	0	5,12	0
2011	285	13/10/2011	0	0,151	0,189	0	0	1,5	0
2011	286	14/10/2011	0	0,155	0,184	0	0	0	0
2011	287	15/10/2011	0	0,156	0,18	0	0	0	0
2011	288	16/10/2011	10,2	0,155	0,176041667	0	0	0	0
2011	289	17/10/2011	42	0,179	0,193	0	0	0	0
2011	290	18/10/2011	0,2	0,202	0,213	0	0	0	0
2011	291	19/10/2011	0	0,188	0,198	0	0	0	0
2011	292	20/10/2011	0	0,183	0,194	0	0	0	0
2011	293	21/10/2011	0	0,178	0,193	0	0	0	0
2011	294	22/10/2011	0	0,174	0,191	0	0	0	0
2011	295	23/10/2011	0	0,17	0,187	0	0	0	0
2011	296	24/10/2011	1	0,166	0,184	0	0	0	0
2011	297	25/10/2011	3,2	0,163	0,182	0	0	0	0
2011	298	26/10/2011	0,4	0,161	0,18	0,055	0	0	0
2011	299	27/10/2011	0	0,161	0,179	0	0	0,39	0
2011	300	28/10/2011	0	0,159	0,177	0	0	0	0

[321]

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2011	301	29/10/2011	0	0,157	0,175	0	0	0	0
2011	302	30/10/2011	0	0,154	0,173	0	0	0	0
2011	303	31/10/2011	0	0,152	0,173	0	0	0	0
2011	304	1/11/2011	0	0,15	0,167	0	0	0	0
2011	305	2/11/2011	3,4	0,148	0,166	0	0	0	0
2011	306	3/11/2011	0	0,147	0,166	0	0	0	0
2011	307	4/11/2011	0	0,145	0,162	0	0	0	0
2011	308	5/11/2011	0	0,143	0,16	0	0	0	0
2011	309	6/11/2011	0	0,141	0,159	0	0	0	0
2011	310	7/11/2011	0	0,139	0,157	0	0	0	0
2011	311	8/11/2011	0	0,137	0,155	0	0	0	0
2011	312	9/11/2011	0	0,136	0,154	0	0	0	0
2011	313	10/11/2011	0	0,133958333	0,151	0	0	0	0
2011	314	11/11/2011	0	0,131	0,148	0	0	0	0
2011	315	12/11/2011	3,6	0,13	0,147	0	0	0	0
2011	316	13/11/2011	11	0,129	0,146	0	0	0	0
2011	317	14/11/2011	25,8	0,144041667	0,148041667	0,165	0	0	0
2011	318	15/11/2011	10,6	0,197	0,199	0,495	0	1,25	0
2011	319	16/11/2011	0,2	0,2	0,205	0,22	0	3,5	0
2011	320	17/11/2011	0	0,19	0,199	0	0	1,6	0
2011	321	18/11/2011	1	0,184	0,196	0	0	0	0
2011	322	19/11/2011	0	0,179	0,194	0	0	0	0
2011	323	20/11/2011	0	0,175	0,191	0	0	0	0
2011	324	21/11/2011	0	0,171	0,188	0	0	0	0
2011	325	22/11/2011	0	0,168	0,186	0	0	0	0
2011	326	23/11/2011	0	0,165	0,184	0	0	0	0
2011	327	24/11/2011	0	0,162	0,182	0	0	0	0
2011	328	25/11/2011	0	0,16	0,18	0	0	0	0
2011	329	26/11/2011	0	0,157	0,178	0	0	0	0
2011	330	27/11/2011	0	0,154	0,176	0	0	0	0
2011	331	28/11/2011	0	0,152	0,174	0	0	0	0
2011	332	29/11/2011	0	0,15	0,171	0	0	0	0
2011	333	30/11/2011	0,2	0,147	0,169	0	0	0	0
2011	334	1/12/2011	0,2	0,145	0,168	0	0	0	0
2011	335	2/12/2011	0	0,144	0,166	0	0	0	0
2011	336	3/12/2011	0	0,141	0,163	0	0	0	0
2011	337	4/12/2011	0	0,138	0,16	0	0	0	0
2011	338	5/12/2011	0	0,137	0,159	0	0	0	0
2011	339	6/12/2011	19	0,135041667	0,157041667	0	0	0	0
2011	340	7/12/2011	16,2	0,192	0,214	0,44	0	0	0
2011	341	8/12/2011	0,2	0,211958333	0,229	0,495	0	3,3	0
2011	342	9/12/2011	0	0,195	0,212	0	0	3,68	0

Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την ερημοποίηση των γαιών

2011	343	10/12/2011	0	0,189	0,206	0	0	0	0
2011	344	11/12/2011	0	0,183	0,201	0	0	0	0
2011	345	12/12/2011	0	0,179	0,199	0	0	0	0
2011	346	13/12/2011	0	0,181	0,198	0	0	0	0
			2256,3	144,761956	140,4403524	68,334	35,432	546,393	176,64