

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑΣ - ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΦΥΣΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ, ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ, ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ
& ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Εφαρμογή της μεθοδολογίας του Συστήματος Υποστήριξης Αποφάσεων
DRAST για την εκτίμηση της επικινδυνότητας ερημοποίησης
στη Θεσσαλία, Ελλάδα



Ελευθερία Γ. Καραμούντζου

Επιβλέπων καθηγητής:
Χρίστος Καραβίτης, Καθηγητής ΓΠΑ

ΑΘΗΝΑ, 2023

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑΣ - ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Εφαρμογή της μεθοδολογίας του Συστήματος Υποστήριξης Αποφάσεων
DRAST για την εκτίμηση της επικινδυνότητας ερημοποίησης
στη Θεσσαλία, Ελλάδα

Application of the DRAST decision support system methodology
for desertification risk assessment in Thessaly, Greece

Ελευθερία Γ. Καραμούντζου

Εξεταστική Επιτροπή:

Χρίστος Καραβίτης, Καθηγητής ΓΠΑ, Κοσμήτορας (Επιβλέπων)

Ορέστης Καΐρης, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ

Εμμανουήλ Ψωμιάδης, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ

Εφαρμογή της μεθοδολογίας του Συστήματος Υποστήριξης Αποφάσεων DRAST για την εκτίμηση της επικινδυνότητας ερημοποίησης στη Θεσσαλία, Ελλάδα

*ΠΜΣ Φυσικοί Πόροι, Γεωπεριβάλλον, Γεωπληροφορική & Γεωργική Μηχανική
Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής
Εργαστήριο Ορυκτολογία - Γεωλογίας*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να συμβάλλει ουσιαστικά στην αντιμετώπιση και την πρόληψη του φαινομένου ερημοποίησης για ένα μεγάλο μέρος των εδαφών της έκτασης της Θεσσαλίας και συνεπώς να αποτελέσει συστατικό στοιχείο του Εθνικού Σχεδίου Δράσης, η δημιουργία του οποίου απαιτεί χρόνια και επίπονη μελέτη από εμπειρογνώμονες. Αποσκοπεί επίσης στο να αποτελέσει σημαντική πηγή πληροφοριών για επιστήμονες και μη που πρόκειται να ασχοληθούν με το ζήτημα στην εν λόγω περιοχή.

Επιστημονική Περιοχή: Φυσικοί Πόροι

Λέξεις κλειδιά: ερημοποίηση, χάρτες επικινδυνότητας, σύστημα αποφάσεων DRAST

Application of the DRAST decision support system methodology for desertification risk assessment in Thessaly, Greece

*MSc Natural Resources, Geoenvironment, Geoinformatics & Agricultural Engineering
Department of Natural Resources Development & Agricultural Engineering
Mineralogy & Geology Laboratory*

ABSTRACT

The aim of this work is to make a substantial contribution to combating and preventing desertification for a large part of the area of Thessaly and thus to be a component of the National Action Plan, the creation of which requires years of painstaking study by experts. It is also intended to be an important source of information for scientists and non-scientists who are going to deal with the issue in this area.

Scientific area: Natural resources

Keywords: desertification, hazard maps, decision support system DRAST

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία συντάχθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος με τίτλο «Αναπτυξιακός Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός, Έργα Υποδομής και Πρόληψη Φυσικών Κινδύνων», του Τμήματος Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, της Σχολής Περιβάλλοντος και Γεωργικής Μηχανικής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών για τη λήψη του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών.

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον υπεύθυνο καθηγητή μου κύριο Χρίστο Καραβίτη για την αμέριστη καθοδήγηση και βοήθειά του για την εκπόνηση της εργασίας, την άρτια επικοινωνία και το χρόνο που διέθεσε για αυτήν σε συνθήκες ιδιαίτερα πιεσμένου προγράμματος λόγω καθηκόντων.

Επιθυμώ επίσης να ευχαριστήσω τους Ορέστη Καΐρη, Παναγιώτη Οικονόμου, Σταύρο Αλεξανδρή και Εμμανουήλ Ψωμιάδη για την παροχή δεδομένων και υλικού και για την πολύτιμη καθοδήγηση τους στην επεξεργασία των δεδομένων.

Τέλος, οφείλω τις ευχαριστίες μου στον υπεύθυνο του μεταπτυχιακού προγράμματος Ιωάννη Παπανικολάου για το άρτια σχεδιασμένο πρόγραμμα σπουδών, το οποίο παρέχει τις σφαιρικές αλλά και εξειδικευμένες γνώσεις στον τομέα του περιβάλλοντος και των φυσικών καταστροφών που απαιτείται να έχει ένας επιστήμονας για να ανταπεξέλθει στις σύγχρονες προκλήσεις και να επιτύχει ένα ολοκληρωμένο σχέδιο πρόληψης και αντιμετώπισης αυτών.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή.....	13
2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση	16
2.1. Παράγοντες ερημοποίησης.....	16
2.1.1. Έδαφος.....	17
2.1.2. Κλίμα.....	22
2.1.3. Βλάστης.....	25
2.1.4. Ανθρώπινη Παρέμβαση-Χρήσεις γης.....	29
2.1.5. Τοπογραφικό ανάγλυφο-Υδρολογία.....	32
2.2. Διεργασίες της ερημοποίησης	34
2.2.1. Εδαφική διάβρωση.....	34
2.2.2. Ελάττωση του διαθέσιμου νερού.....	39
2.2.3. Αλάτωση-αλκαλίωση του εδάφους.....	39
2.2.4. Οξίνιση του εδάφους.....	40
2.2.5. Ρύπανση του εδάφους.....	41
2.3. Τρόποι αντιμετώπισης της ερημοποίησης της γης	42
2.3.1. Γενικός σχεδιασμός.....	42
2.3.2. Ειδικότεροι τρόποι αντιμετώπισης.....	44
2.4. Περιγραφή της τάξης των Cambisols.....	48
2.4.1. Γενικά στοιχεία.....	48
2.4.2. Διαχείριση.....	50
3. Μεθοδολογία	52
3.1. Το πρόγραμμα DESIRE	52
3.1.1. Γενικά.....	52
3.1.2. Περιγραφή του προγράμματος DESIRE.....	53
3.2. Το περιβάλλον του λογισμικού DRAST	56
3.3. Κατηγορίες επικινδυνότητας ερημοποίησης βάσει του προγράμματος DESIRE	60
3.4. Το σύστημα DPSIR	61
4. Περιγραφή περιοχής μελέτης	63
4.1. Γεωγραφία-Διοικητική Οργάνωση.....	63
4.2. Γεωμορφολογία.....	64
4.3. Υδρολογία	65
4.4. Γεωλογία	68
4.5. Δημογραφία.....	70
4.6. Παραγωγή-Οικονομία	71
4.7. Κλίμα-Μετεωρολογία.....	72
4.7.1. Βροχοπτώσεις.....	72
4.7.2. Εξατμισοδιαπνοή.....	74
4.7.3. Δείκτης ξηρότητας.....	75

4.7.4. Λοιπές μετεωρολογικές παράμετροι.....	76
4.8. Χρήσεις Γης.....	77
5. Περιγραφή Μεθοδολογίας.....	79
5.1. Επιλογή και καθορισμός εδαφολογικών μονάδων Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας	79
5.2. Εφαρμογή του λογισμικού DRAST	82
5.2.1. Επιλογή τύπων γης και διεργασιών ερημοποίησης.....	82
5.2.2. Επιλογή δεικτών.....	83
5.2.2.2. Επιλογή ποιότητας αρδευτικού νερού (<i>Water Quality</i>).....	85
6. Αποτελέσματα	95
6.1. Συγκριτικοί πίνακες αξιολόγησης	98
6.2. Σύζησηση επί των αποτελεσμάτων.....	108
6.3. Σύμπεράσματα.....	110
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	115
A. ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	115
B. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	115
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	119
ΕΛΛΗΝΙΚΗ.....	119
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ	120
ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ.....	124
ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	124

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2-1: Η διαδικασία «xerasia» και τα φαινόμενα που την απαρτίζουν (Karavitis et al. 2014).....	15
Εικόνα 2-2: Δείγμα εδάφους χωρίς επιφανειακή κρούστα (αριστερά) και δείγμα εδάφους με επιφανειακή κρούστα (δεξιά) (Moore et al. 1990)	18
Εικόνα 2-3: Αβαθές έδαφος (<45 cm) ελαιώνα στη Λέσβο, διαμορφωμένο σε μητρικό πέτρωμα σχίστη (https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/projects/DIS4ME/indicator_descriptions/soil_depth.htm , Photo by C. Cosmas).....	19
Εικόνα 2-4: Εδάφη εντόνως διαβρωμένα και υποβαθμισμένα των οποίων το μητρικό υλικό αποτελεί ο ασβεστόλιθος (αριστερά) και τα πυροκλαστικά (δεξιά) (Kosmas et al., 1999, Photo by C. Cosmas)	20
Εικόνα 2-5: Έδαφος πρόσφατα καλλιεργημένο που έχει υποστεί διάβρωση εξαιτίας της έντονης βροχόπτωσης που έλαβε χώρα(https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/projects/DIS4ME/indicator_descriptions/rainfall.htm , Photo by C. Cosmas)	22

Εικόνα 2-6: Περιοχή εντόνως διαβρωμένη και ερημοποιημένη στη Λέσβο λόγω ημίξηρων κλιματικών συνθηκών και υψηλού δείκτη ξηρότητας https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/projects/DIS4ME/indicator_descriptions/aridity_index_(1).htm , Photo by C. Cosmas)	22
Εικόνα 2-7: Αριστερά απεικονίζεται εδαφική επιφάνεια στη Λέσβο με νότια έκθεση https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/projects/DIS4ME/indicator_descriptions/slope_aspect.htm , Photo by C. Cosmas) και δεξιά σχηματική αναπαράσταση της επίδρασης των ηλιακών ακτίνων στην εδαφική επιφάνεια (https://horticulture.tekura.school.nz/soils/soils-2/ht1032-soils-2-study-plan/soil-temperature/)	23
Εικόνα 2-8: Λοφώδης περιοχή που καλλιεργείται από ελαιώνες οι οποίοι συμβάλλουν στην μερική προστασία του εδάφους από τη διάβρωση (https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/projects/DIS4ME/indicator_descriptions/vegetation_cover.htm , Photo by C. Cosmas).....	24
Εικόνα 2-9: Αναγέννηση της βλάστησης κατόπιν πυρκαγιάς στην Πάρνηθα (από το αρχείο της συγγραφέως).....	25
Εικόνα 2-10: Αριστερά επικλινής περιοχή στην Κόρδοβα της Ισπανίας που έχει καλλιεργηθεί με δημητριακά και έχει υποστεί επιταχυνόμενη διάβρωση και δεξιά εγκαταλελειμμένη επικλινής περιοχή στη Θήβα, όπου μετά από μακρά περίοδο καλλιέργειας με σιτάρι, έχει υποστεί έντονη διάβρωση (Kosmas et al., 1999, Photo by C. Cosmas).....	26
Εικόνα 2-11: Εντόνως διαβρωμένη περιοχή στη Λέσβο εξαιτίας των δυσμενών κλιματικών συνθηκών, της εντατικής καλλιέργειας κατά το παρελθόν, της υπερβόσκησης και της καταστροφής από πυρκαγιά (Kosmas et al., 1999, Photo by C. Cosmas).....	27
Εικόνα 2-12: Παραδείγματα επιφανειών εδάφους με το αντίστοιχο ποσοστό φυτοκάλυψης (Ali Ali ZM et al., 2020).....	27
Εικόνα 2-13: Λιβάδια στην περιοχή του Λαγκαδά που έχουν υποστεί υπερβόσκηση (Παπαναστάσης, 2010) και κάτω δεξιά δορυφορική εικόνα με χαρακτηριστικό παράδειγμα πολυτεμαχισμού της γης στη Ρουμανία (Muşat et al., 2015)	29
Εικόνα 2-14: Χαρακτηριστική περίπτωση εγκαταλελειμμένης γης στην Πελοπόννησο. Οι αναβαθμίδες δεν υπόκεινται σε καμία συντήρηση και η διάβρωση του εδάφους είναι σε προχωρημένο επίπεδο (Kosmas et al., 1999, Photo by C. Cosmas).....	30
Εικόνα 2-15: Έντονα επικλινής περιοχή στην οποία η βλάστηση έχει μετακινηθεί λόγω των υψηλών ποσοστών διάβρωσης (https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/projects/DIS4ME/indicator_descriptions/slope_gradient.htm , Photo by C. Cosmas).....	31

Εικόνα 2-16: Ο παραπόταμος Μέγας στην περιοχή των Καρδίτσομάγουλων, στη Θεσσαλία. Διακρίνονται οι εργασίες καθαρισμού της κοίτης (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2018, Φωτογραφικό υλικό).....	32
Εικόνα 2-17: Η ετήσια διάβρωση λόγω βροχόπτωσης στον ελλαδικό χώρο. Παρατηρείται μικρή απώλεια εδάφους για το μεγαλύτερο μέρος του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας (Panagos et al., 2016)	34
Εικόνα 2-18: Βαθύ όργωμα προς τα ανάντη και κάθετα στις ισοϋψείς (https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/projects/DIS4ME/indicator_descriptions/tillage_direction.htm , Photo by C. Cosmas).....	36
Εικόνα 2-19: Ελαιώνας προστατευμένος από τη διάβρωση χάρη στη συμβολή της ετήσιας βλάστησης ως υποορόφου στη Λέσβο (αριστερά) και ελαιώνας στην Κόρδοβα της Ισπανίας αρκετά διαβρωμένος εξαιτίας των πρακτικών της εντατικής καλλιέργειας (δεξιά) (Kosmas et al., 1999, Photo by C. Cosmas)	36
Εικόνα 2-20: Έδαφος στη Λέσβο που έχει υποστεί αλάτωση (Kosmas et al., 1999, Photo by C. Cosmas).....	38
Εικόνα 2-21: Χαρακτηριστικό προφίλ ενός Cambisol (https://www.britannica.com/science/Cambisol).....	48

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 4-1: Κατανομή των Cambisols στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας.....	64
Χάρτης 4-2: Διοικητική Οργάνωση της Περιφέρειας Θεσσαλίας.....	65
Χάρτης 4-3: Γεωμορφολογία του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας.....	66
Χάρτης 4-4: Υδρολογία του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας.....	67
Χάρτης 4-5: Οι κύριες ΛΑΠ του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας.....	67
Χάρτης 4-6: Οι κύριοι παραπόταμοι Πηνειού και οι κύριες λίμνες στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας	69
Χάρτης 4-7: Γεωλογικός χάρτης του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας.....	71
Χάρτης 4-8: Τοποθεσία των μετεωρολογικών σταθμών στο Υδατικό Διαμέρισμα της Θεσσαλίας.....	75
Χάρτης 4-9: Τιμές δείκτη ξηρότητας BGI για το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας.....	77
Χάρτης 4-10: Απλοποιημένος χάρτης των χρήσεων γης στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας.....	78
Χάρτης 4-11: Λεπτομερής χάρτης των χρήσεων γης στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας.....	79

Χάρτης 5-1: Η μέση ετήσια βροχόπτωση για κάθε υδρολογική λεκάνη του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας βάσει της τροποποιημένης μεθόδου Thiessen.....	88
Χάρτης 6-1: Χάρτης επικινδυνότητας της υδατικής διάβρωσης σε εδάφη Cambisols στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας.....	98
Χάρτης 6-2: Χάρτης επικινδυνότητας της μηχανικής διάβρωσης σε γεωργικά εδάφη Cambisols και της υπερβόσκησης σε λιβαδικά εδάφη Cambisols στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας.....	98
Χάρτης 6-3: Χάρτης επικινδυνότητας της αλάτωσης σε εδάφη Cambisols στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας.....	99
Χάρτης 6-4: Χάρτης επικινδυνότητας της έλλειψης υγρασίας σε εδάφη Cambisols στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας.....	100

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Σχεδιάγραμμα 2-1: Οι παράγοντες που επιδρούν στην ερημοποίηση της γης (το σχεδιάγραμμα δημιουργήθηκε από τη συγγραφέα).....	17
Σχεδιάγραμμα 2-2: Οι διεργασίες που συντελούν στην ερημοποίηση της γης (το σχεδιάγραμμα δημιουργήθηκε από τη συγγραφέα).....	42
Σχεδιάγραμμα 2-3: Γενικές κατευθύνσεις προς την αντιμετώπιση της ερημοποίησης (το σχεδιάγραμμα δημιουργήθηκε από τη συγγραφέα).....	44
Σχεδιάγραμμα 2-4: Τομείς που αφορούν τα ειδικότερα μέτρα για την αντιμετώπιση της ερημοποίησης (το σχεδιάγραμμα δημιουργήθηκε από τη συγγραφέα).....	48
Σχεδιάγραμμα 2-5: Χαρακτηριστικά των Cambisols (το σχεδιάγραμμα δημιουργήθηκε από τη συγγραφέα).....	50
Σχεδιάγραμμα 3-1: Δομή του προγράμματος DESIRE (το σχεδιάγραμμα δημιουργήθηκε από τη συγγραφέα).....	54
Σχεδιάγραμμα 3-2: Τα βήματα εύρεσης του DRI για δεδομένη περιοχή μέσω του λογισμικού DRAST (το σχεδιάγραμμα δημιουργήθηκε από τη συγγραφέα).....	60
Σχεδιάγραμμα 3-3: Κατηγορίες επικινδυνότητας ερημοποίησης του προγράμματος DESIRE (το σχεδιάγραμμα δημιουργήθηκε από τη συγγραφέα).....	61
Σχεδιάγραμμα 3-4: Το μοντέλο DPSIR (το σχεδιάγραμμα δημιουργήθηκε από τη συγγραφέα).....	63

Σχεδιάγραμμα 5-1: Η διαδικασία καθορισμού των υπό-μελέτη εδαφολογικών μονάδων (το σχεδιάγραμμα δημιουργήθηκε από τη συγγραφέα).....96

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2-1: Μητρικό υλικό, χαρακτηριστικά και ευαλωτότητα σε ερημοποίηση (*Basso et al.*, 2010, Κοσμάς, 2014).....20

Πίνακας 4-1: Κατανομή των πληθυσμών των Περιφερειακών Ενοτήτων της Περιφέρειας Θεσσαλίας και μεταβολή του πληθυσμού από το 2001 (Ελληνική Στατιστική Αρχή).....72

Πίνακας 4-2: Η ετήσια βροχόπτωση που καταγράφηκε για 18 μετεωρολογικούς σταθμούς εγκατεστημένους εντός της επικράτειας του Υδατικού Διαμερίσματος της Θεσσαλίας.....74

Πίνακας 4-3: Η μέση τιμή της ημερήσιας δυνητικής εξατμισοδιαπνοής για κάθε μήνα (ET mm/day), το γινόμενο της μέσης ημερήσιας τιμής επί των ημερών (ET mm/month) που δηλώνει την μέση μηνιαία εξατμισοδιαπνοή και το άθροισμά όλων των μηνών για τον υπολογισμό της ετήσιας δυνητικής εξατμισοδιαπνοής (ET ANNUAL).....76

Πίνακας 4-4: Οι τιμές BGI για κάθε υποπεριοχή (πολύγωνο Thiessen) και η κατηγοριοποίησή τους βάσει αυτών (Bagnouls et al., 1957).....76

Πίνακας 5-1: Οι κλάσεις των εδαφικών ιδιοτήτων του χαρτογραφικού συμβόλου και η αντίστοιχη κατηγοριοποίηση των εδαφικών ιδιοτήτων στο DRAST.....81

Πίνακας 5-2: Εδαφικές παράμετροι και το υποκεφάλαιο που επεξηγεί την επιλογή τους ..82

Πίνακας 5-3: Οι στατιστικά σημαντικοί δείκτες και η διεργασία ή οι διεργασίες τις οποίες επηρεάζουν.....84

Πίνακας 5-4: Κλάσεις της ποιότητας του αρδευτικού νερού στο λογισμικό του DRAST και η περιγραφή τους (Μισοπολινός, 1991).....86

Πίνακας 5-5: Κλάσεις της περιεκτικότητας σε οργανική ουσία (μS) στο λογισμικό του DRAST και η περιγραφή τους.....86

Πίνακας 5-6: Κλάσεις της ετήσιας βροχόπτωσης στο λογισμικό του DRAST.....87

Πίνακας 5-7: Κλάσεις της ετήσιας δυνητικής εξατμισοδιαπνοής στο λογισμικό του DRAST.....88

Πίνακας 5-8: Κλάσεις της εποχικότητας βροχόπτωσης στο λογισμικό του DRAST (Walsh et al., 1981).....89

Πίνακας 5-9: Κλάσεις του δείκτη ξηρότητας BGI στο λογισμικό του DRAST.....	88
Πίνακας 5-10: Κλάσεις της κύριας χρήσης γης στο λογισμικό του DRAST.....	90
Πίνακας 5-11: Η συνοπτική περιγραφή των κωδικών του υπομνήματος του CORINE και η αντιστοίχιση με τις κατηγορίες του DRAST.....	91
Πίνακας 5-12: Κλάσεις εντατικότητας της καλλιέργειας στο λογισμικό του DRAST.....	92
Πίνακας 5-13: Κλάσεις μεγέθους αγροτεμαχίου στο λογισμικό του DRAST.....	93
Πίνακας 5-14: Εφαρμογή πολιτικών στις υπό μελέτη εκτάσεις που εμφανίζονται στο λογισμικό DRAST.....	93
Πίνακας 5-15: Κλάσεις χρονικών διαστημάτων υπάρχουσας χρήσης γης στο λογισμικό του DRAST.....	94
Πίνακας 5-16: Εδαφοκλιματικές και κατά χρήση τιμές για τις γεωργικές εκτάσεις της περιοχής μελέτης.....	95
Πίνακας 5-17: Εδαφοκλιματικές και κατά χρήση τιμές για τις λιβαδικές εκτάσεις της περιοχής μελέτης.....	95
Πίνακας 6-1: Η κατηγορία επικινδυνότητας για κάθε διεργασία στις γεωργικές εκτάσεις....	97
Πίνακας 6-2: Η κατηγορία επικινδυνότητας για κάθε διεργασία στις λιβαδικές εκτάσεις....	97
Πίνακας 6-3: Συγκριτικός πίνακας των χωρικών μονάδων ως προς το βάθος εδάφους...	100
Πίνακας 6-4: Συγκριτικός πίνακας των χωρικών μονάδων ως προς την υδρομορφία.....	101
Πίνακας 6-5: Συγκριτικός πίνακας των χωρικών μονάδων ως προς το μητρικό υλικό.....	101
Πίνακας 6-6: Συγκριτικός πίνακας των χωρικών μονάδων ως προς την κλίση εδάφους...	102
Πίνακας 6-7: Συγκριτικός πίνακας των χωρικών μονάδων ως προς την ετήσια βροχόπτωση.....	102
Πίνακας 6-8: Συγκριτικός πίνακας των χωρικών μονάδων ως προς την οργανική ουσία....	103
Πίνακας 6-9: Συγκριτικός πίνακας των χωρικών μονάδων ως προς το είδος της βλάστησης.....	103
Πίνακας 6-10: Συγκριτικός πίνακας αξιολόγησης των αποτελεσμάτων για τα γεωργικά εδάφη.....	104
Πίνακας 6-11: Οι υψηλότερες τιμές DRI για κάθε διεργασία σε βοσκοτόπια-λιβαδικές εκτάσεις.....	110

Πίνακας 6-12: Οι χαμηλότερες τιμές DRI για κάθε διεργασία σε βοσκοτόπια-λιβαδικές εκτάσεις.....	110
Πίνακας A1: Κατανομή των πληθυσμών των Περιφερειακών Ενοτήτων της Περιφέρειας Θεσσαλίας και μεταβολή του πληθυσμού από το 2015 (Ινστιτούτο Συνδέσμου Ελληνικών Τουριστικών Επιχειρήσεων, 2020).....	117
Πίνακας B1: Γενικά στοιχεία για τους μετεωρολογικούς σταθμούς Λάρισας και Αγχιάλου (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία).....	118
Πίνακας B2: Οι τιμές της ελάχιστης, μέσης και μέγιστης μηνιαίας θερμοκρασία που καταγράφηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό της Λάρισας (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία).....	118
Πίνακας B3: Οι τιμές της μέσης μηνιαίας υγρασίας που καταγράφηκε από το μετεωρολογικό σταθμό της Λάρισας (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία).....	119
Πίνακας B4: Οι τιμές του μέσου μηνιαίου ύψους υετού και του μέσου μηνιαίου αριθμού ημερών υετού που καταγράφηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό της Λάρισας (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία).....	119
Πίνακας B5: Οι τιμές της επικρατούσας διεύθυνσης και της μέσης μηνιαίας έντασης ανέμου που καταγράφηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό της Λάρισας (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία).....	120
Πίνακας B6: Οι τιμές της ελάχιστης, μέσης και μέγιστης μηνιαίας θερμοκρασία που καταγράφηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό της Αγχιάλου (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία).....	120
Πίνακας B7: Οι τιμές της μέσης μηνιαίας υγρασίας που καταγράφηκε από το μετεωρολογικό σταθμό της Αγχιάλου (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία).....	120
Πίνακας B8: Οι τιμές του μέσου μηνιαίου ύψους υετού και του μέσου μηνιαίου αριθμού ημερών υετού που καταγράφηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό της Αγχιάλου (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία).....	121
Πίνακας B9: Οι τιμές της επικρατούσας διεύθυνσης και της μέσης μηνιαίας έντασης ανέμου που καταγράφηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό της Αγχιάλου (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία).....	121

1. Εισαγωγή

Η ερημοποίηση (**desertification**) αποτελεί μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις της σύγχρονης εποχής αν και ως πρόβλημα εμφανίζεται από τα αρχαία χρόνια. Απειλεί αρκετές περιοχές στον πλανήτη και σε αυτές εμπεριέχεται η λεκάνη της Μεσογείου και συνεπώς και η χώρα μας. Η Ελλάδα ανήκει στις χώρες όπου σημαντικές εκτάσεις της έχουν ήδη ερημοποιηθεί, άλλες διατρέχουν υψηλό κίνδυνο ερημοποίησης και άλλες αντιμετωπίζουν τον κίνδυνο μελλοντικά. Συνεπώς, εγείρονται σοβαρές ανησυχίες ως προς τις περιβαλλοντικές, οικονομικές, κοινωνικές και άλλες επιπτώσεις που προκύπτουν από την εξέλιξη αυτού του φαινομένου. Για το λόγο αυτό συστάθηκε και ειδική ομάδα επιστημόνων για αυτό, η Εθνική Επιτροπή κατά της Ερημοποίησης (Εθνικό Σχέδιο Δράσης κατά της Ερημοποίησης) με αποστολή τόσο την αντιμετώπιση του φαινομένου όσο και τη χάραξη στρατηγικής για τις δράσεις και πολιτικές που πρέπει να λάβουν χώρα στο μέλλον. **Η εργασία αυτή αποσκοπεί στην εύρεση της επικινδυνότητας της ερημοποίησης στα εδάφη της περιοχής της Θεσσαλίας που ανήκουν στην τάξη των Cambisols με τη χρήση του λογισμικού συστήματος υποστήριξης DRAST (Desertification Risk Assessment Software) ή εν συντομία του λογισμικού DRAST.** Η παρούσα εργασία θα μπορούσε να αποτελέσει ένα πολύ μικρό τμήμα του συνολικού εθνικού σχεδίου δράσης που πρέπει να τεθεί σε εφαρμογή για την αντιμετώπιση της ερημοποίησης σε ευάλωτες περιοχές καθώς και για την αποτροπή του φαινομένου σε περιοχές που ενδέχεται να κινδυνεύσουν στο μέλλον. Τα κεφάλαια που ακολουθούν περιέχουν: 1) γενικές γνώσεις που αφορούν το φαινόμενο της ερημοποίησης και συγκεκριμένα, τις διεργασίες που οδηγούν στο φαινόμενο αυτό, τους παράγοντες που καθιστούν μια περιοχή επιρρεπή στην ερημοποίηση καθώς και το βαθμό που επηρεάζει κάθε παράγοντας, 2) γενικά στοιχεία για την τάξη εδαφών Cambisols, που είναι και τα εδάφη που εξετάζονται σε αυτή την εργασία, 3) την περιγραφή του προγράμματος DESIRE και του λογισμικού DRAST που αναπτύχθηκε στα πλαίσια του προγράμματος, 4) την περιγραφή των αρχών και του τρόπου λειτουργίας του λογισμικού DRAST, βάσει του οποίου υπολογίστηκε ο δείκτης ερημοποίησης για κάθε διεργασία και πραγματοποιήθηκε η σύνταξη των χαρτών του κινδύνου ερημοποίησης, 5) πληροφορίες για την περιοχή μελέτης ως προς τη διοικητική οργάνωση, τη γεωμορφολογία, τη δημογραφία, το κλίμα, τη γεωλογία και τις χρήσεις γης, 6) τα ακριβή βήματα της εφαρμοσθείσας μεθοδολογίας που ακολουθήθηκαν, 7) τα αποτελέσματα της εργασίας και 8) τα συμπεράσματα και οι αξιολογήσεις επ' αυτών.

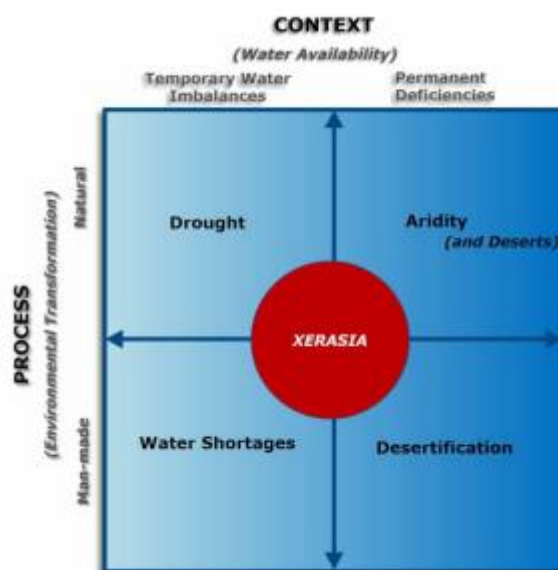
Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να συμβάλει ουσιαστικά στην αντιμετώπιση και την πρόληψη του φαινομένου ερημοποίησης για ένα μεγάλο μέρος των εδαφών της έκτασης της Θεσσαλίας και συνεπώς να αποτελέσει συστατικό στοιχείο του Εθνικού Σχεδίου Δράσης, η δημιουργία του οποίου απαιτεί χρόνια και επίπονη μελέτη από εμπειρογνώμονες. Αποσκοπεί

επίσης στο να αποτελέσει σημαντική πηγή πληροφοριών για επιστήμονες και μη που πρόκειται να ασχοληθούν με το ζήτημα στην εν λόγω περιοχή.



2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

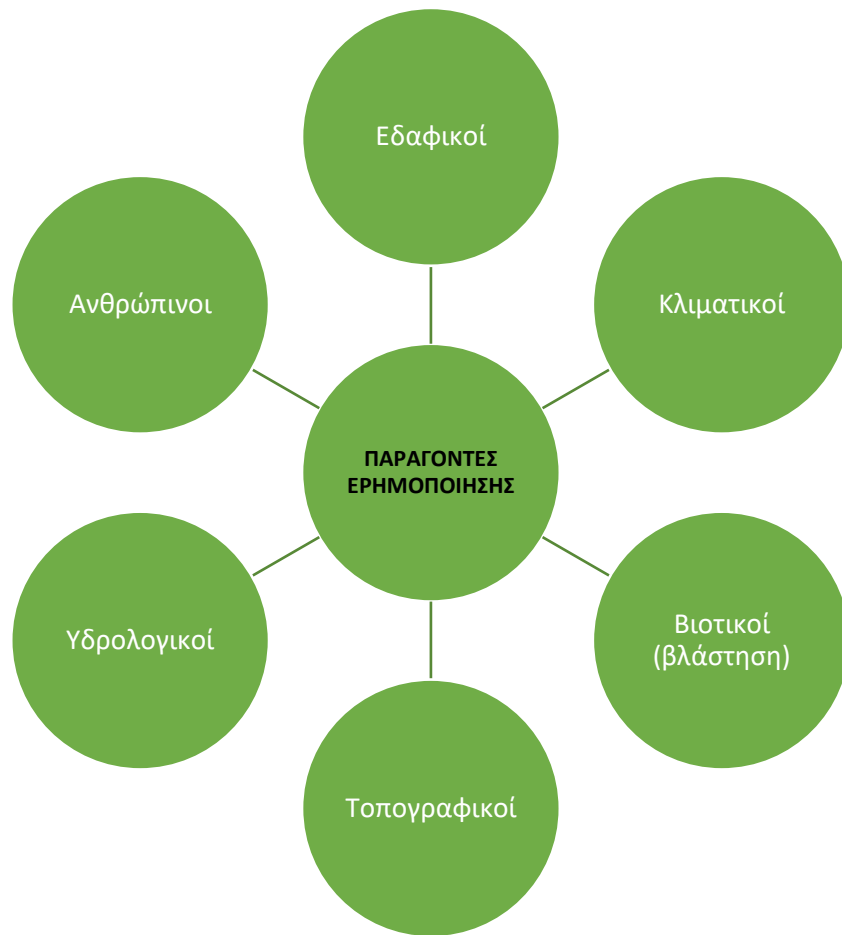
Η ερημοποίηση (desertification) είναι ένα φαινόμενο υποβάθμισης των γαιών σε περιοχές με ξηρό, ημίξηρο και ύφυγρο κλίμα που προκαλείται από πληθώρα παραγόντων - οι οποίοι αναλύονται παρακάτω – και δεν πρέπει να συγχέεται ως έννοια με το σχηματισμό ερήμων (Κοσμάς,2014). Σύμφωνα με τους Karavitis et al. (2014) η ερημοποίηση είναι ουσιαστικά ένα ανθρωπογενές φαινόμενο που μεταβάλλει σημαντικά το οικολογικό καθεστώς μιας περιοχής και αποτελεί μέρος μιας ευρύτερης περιβαλλοντικής διαδικασίας που ονομάζεται «xerasia», όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 2-1 .



Εικόνα 2-1: Η διαδικασία «xerasia» και τα φαινόμενα που την απαρτίζουν (Karavitis et al. 2014)

2.1. Παράγοντες ερημοποίησης

Οι παράγοντες που επιδρούν στην ερημοποίηση της γης σχετίζονται με το έδαφος, το κλίμα, τη βλάστηση, την τοπογραφία, την υδρολογία και τις ανθρώπινες παρεμβάσεις που αφορούν τη διαχείριση και τις χρήσεις γης (Κοσμάς, 2014). Στους παράγοντες αυτούς εμπεριέχονται και οι δείκτες οι οποίοι θα χρησιμοποιηθούν για τις ανάγκες αυτής της εργασίας. Κάθε περιοχή παρουσιάζει διαφορετική ευαισθησία στην ερημοποίηση και κάθε περιοχή δεν είναι το ίδιο επιρρεπής σε όλους τους παράγοντες (Kosmas et al., 1999).



Σχεδιάγραμμα 2-1: Οι παράγοντες που επιδρούν στην ερημοποίηση της γης (το σχεδιάγραμμα δημιουργήθηκε από τη συγγραφέα)

2.1.1. Έδαφος

Το έδαφος αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τα οικοσυστήματα καθώς υποστηρίζει τη φυτική βλάστηση. **Οι υποβαθμίσεις των εδαφών σε μία περιοχή εξελίσσονται μέχρις ότου το έδαφος δεν μπορεί πια να παρέχει στο ριζικό σύστημα των φυτών το νερό και τα θρεπτικά στοιχεία που χρειάζονται και τότε επέρχεται ή αντιστρεπτή ή μη ερημοποίηση της συγκεκριμένης γης.** Αρχικά, η συγκέντρωση της οργανικής ουσίας ελαττώνεται στη επιφανειακή στρώση του εδάφους και μαζί οι βιολογικές λειτουργίες που λαμβάνουν χώρα. Τα συσσωματώματα, λόγω της μείωσης της οργανικής ουσίας παύουν να έχουν την προτέρα σταθερότητα και το έδαφος συνολικά αποβάλλει μέρος της γονιμότητας και της υδατοϊκανότητάς του. Ως αποτέλεσμα, το έδαφος μπορεί να υποστηρίξει λιγότερη φυτική βλάστηση και ένα μεγάλο τμήμα της επιφάνειάς του μένει ακάλυπτο, επηρεαζόμενο άμεσα από την επίδραση της σταγόνας της βροχής.

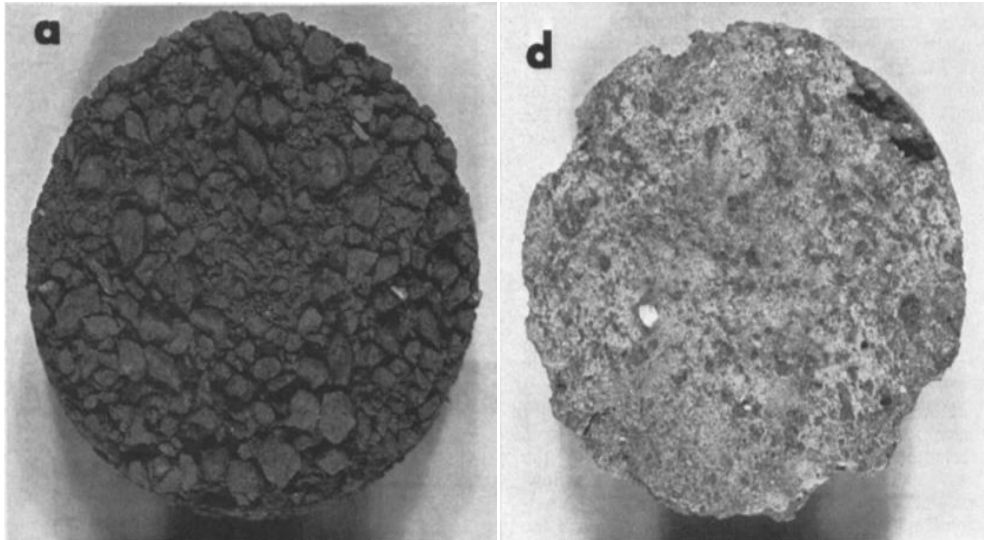
Σταδιακά, η περιοχή υφίσταται απώλεια της επιφανειακής εδαφικής στρώσης της οποίας τη θέση λαμβάνει η υπο-επιφανειακή στρώση που είναι λιγότερο γόνιμη και με πιο ασταθή δομή. Η συγκέντρωση των αδρομερών υλικών είναι μεγαλύτερη και αυτό δυσχεραίνει τη διαχείριση του εδάφους που αποσκοπεί στην παραγωγή βιομάζας και στις καλλιεργητικές αποδόσεις (Κοσμάς, 2014).

Οι δείκτες ποιότητας εδάφους που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία των χαρτών της ESAs (European Space Agency) είναι: α) η διαθεσιμότητα σε νερό και β) η αντίσταση στη διάβρωση. Για να οριστούν αυτοί οι δύο δείκτες απαιτείται να καθοριστούν (Kosmas et al., 1999):

- 1) Το βάθος του εδάφους και η φυτική κάλυψη υπό συγκεκριμένες κλιματικές, τοπογραφικές και λιθολογικές συνθήκες
- 2) Το μητρικό πέτρωμα και τα υδατικά αποθέματα
- 3) Η υφή του εδάφους και η ικανότητα συγκράτησης του νερού από το έδαφος
- 4) Το πετρώδες του εδάφους, δηλαδή η ύπαρξη αδρομερών υλικών επί της εδαφικής επιφάνειας (πέτρες, χαλίκια) (Κοσμάς, 2014)

2.1.1.1.Κοκκομετρική σύσταση (υφή)

Η κοκκομετρική σύσταση επιδρά στην υδατοϊκανότητα, στην υδρομορφία, στην αντίσταση στη διάβρωση, στην παραγωγική ικανότητα καθώς και στη διατήρηση της δομής του εδάφους (Κοσμάς, 2014). Η υφή μεταβάλλεται κατά μήκος του βάθους του εδάφους αλλά όσον αφορά την ερημοποίηση, αυτή του επιφανειακού τμήματος του εδάφους είναι που έχει μεγαλύτερη βαρύτητα και αυτή υπολογίζεται στην παρούσα εργασία (https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/projects/DIS4ME/indicator_descriptions/soil_texture.htm). Ένα πολύ σημαντικό φαινόμενο που συνδέεται με την κοκκομετρική σύσταση είναι αυτό της δημιουργίας της **επιφανειακής κρούστας** (Moore et al., 1990). Αυτό το φαινόμενο λαμβάνει χώρα εξαιτίας των συμβάντων συστολής και διαστολής του εδάφους λόγω της αυξημένης ποσότητας αργίλου και ιλύος (Williams et al., 2012) και της καταστροφής της δομής λόγω καλλιέργειας με γεωργικά μηχανήματα. Η εδαφική κρούστα αυξάνει την υδατική απορροή και τη διάβρωση στο έδαφος (Moore et al. 1990).



Εικόνα 2-2: Δείγμα εδάφους χωρίς επιφανειακή κρούστα (αριστερά) και δείγμα εδάφους με επιφανειακή κρούστα (δεξιά) (Moore et al. 1990)

2.1.1.2.Βάθος εδάφους

Το βάθος του εδάφους συνδέεται άμεσα με το μητρικό πέτρωμα επί του οποίου έχει σχηματιστεί ως προς την ικανότητα να συγκρατεί τη βλάστηση ενώ συμβάλλει στη διαμόρφωση της βλάστησης. Με τη μείωση του βάθους του εδάφους μειώνονται και τα πολυετή φυτά και τη θέση τους παίρνουν τα ετήσια, δηλαδή η βλάστηση συνολικά υποβαθμίζεται (Kosmas et al., 2000).

Σε έδαφος με βάθος μικρότερο του οριακού ο ρυθμός διάβρωσης είναι πολύ μεγάλος με συνέπεια την έκθεση στην επιφάνεια του μητρικού υλικού. Να σημειωθεί ότι το **οριακό βάθος** διαφέρει ανάλογα το γεωλογικό σχηματισμό που αποτελεί το μητρικό υλικό του εδάφους (Kosmas et al., 2003).

Παράλληλα με το οριακό, υπάρχει και το **κρίσιμο βάθος** που ορίζεται ως το βάθος κατά το οποίο η πολυετής βλάστηση αποτελεί το 40% της εδαφικής επιφάνειας. Πάνω από το βάθος αυτό, το έδαφος δεν υπόκειται στις δυσμενείς επιπτώσεις της διάβρωσης. Κάτω από το βάθος αυτό, η πολυετής βλάστηση μπορεί να επανακάμψει αλλά όχι σε τόσο ικανοποιητικό επίπεδο. Επομένως, είναι ζωτικό καλλιεργούμενες εκτάσεις σε επικλινείς περιοχές που έχουν υποστεί έντονη διάβρωση να αφήνονται να επανέλθουν σε συνθήκες φυσικής βλάστησης προκειμένου να επανακάμψουν (Kosmas et al., 2003).

Σε περιοχές με ημίξηρο ή ύφυγρο κλίμα, όταν το εδαφικό βάθος δεν μπορεί να υποστηρίξει την κρίσιμη φυτοκάλυψη του 40-50 % τότε η ερημοποίηση δεν δύναται να αντιστραφεί. Φαινόμενα ερημοποίησης έχουν καταγραφεί και σε βαθιά εδάφη όπου το νερό

δεν μπορεί να εξυπηρετήσει τις ανάγκες των φυτών. Εν προκειμένω, η κατάσταση είναι αναστρέψιμη (Κοσμάς, 2014).



Εικόνα 2-3: Αβαθές έδαφος (<math><45\text{ cm}</math>) ελαιώνα στη Λέσβο, διαμορφωμένο σε μητρικό πέτρωμα σχίστη (DESERTLINKS, Photo by C. Cosmas)

2.1.1.3.Μητρικό Πέτρωμα

Ο ρυθμός διάβρωσης δεν είναι ο ίδιος για όλα τα εδάφη και εξαρτάται από το μητρικό υλικό επί του οποίου σχηματίστηκαν (Basso *et al.*, 2010, Κοσμάς, 2014). Ο παρακάτω πίνακας περιγράφει τη σύνδεση του μητρικού υλικού του εδάφους ορισμένων γεωλογικών σχηματισμών και της ερημοποίησης καθώς και τα αίτια αυτής της σύνδεσης, δηλαδή τα χαρακτηριστικά του μητρικού υλικού που ευθύνονται για αυτή τη σχέση.

Πίνακας 2-1: Μητρικό υλικό, χαρακτηριστικά και ευαισθησία σε ερημοποίηση (Basso *et al.*, 2010, Κοσμάς, 2014).

Μητρικό υλικό του εδάφους	Ευαισθησία εδάφους στην ερημοποίηση	Αίτια-Χαρακτηριστικά μητρικού πετρώματος
Ασβεστόλιθος	Μεγάλη	-Σχηματισμός αβαθών εδαφών -Ελλιπής εδαφική υγρασία
Φλύσχης	Μικρή	Σχηματισμός βαθέων εδαφών (και διαμόρφωση ικανοποιητικής βλάστησης)
Όξινα πυριγενή πετρώματα	Μεγάλη	Σχηματισμός αβαθών εδαφών
Μάργες	Μεγάλη	Μεγάλη ευαισθησία στη διάβρωση

Σχιστόλιθοι	Μικρή	Μεγάλη υδατοϊκανότητα (παρά τη μικρή παραγωγικότητα)
Κροκαλοπαγή	Μεγάλη	Δεν αποτελεί υδροφόρο σηματισμό

Να σημειωθεί ότι όσον αφορά τα κροκαλοπαγή, στην κατηγοριοποίηση του λογισμικού DRAST εντάσσονται στην ίδια κατηγορία με τη μάργα, επομένως προσδίδει στο έδαφος μεγάλη ευαισθησία στην ερημοποίηση. Όσον αφορά τη διαπερατότητα των κροκαλοπαγών, οι απόψεις των επιστημόνων δίστανται, καθώς οι Κοσμάς (2014) και Basso et al. (2010) αναφέρουν ότι η υδατοϊκανότητα των κροκαλοπαγών είναι μεγάλη ενώ ο Βουδούρης (2013) διακρίνει τα υδροπερατά κροκαλοπαγή, των οποίων το συνδετικό υλικό είναι ασβεστόλιθος και τα υδατοστεγανά κροκαλοπαγή, των οποίων το συνδετικό υλικό είναι αργιλομαργαϊκό. Το πορώδες των κροκαλοπαγών είναι διπλό και ως κλαστικά πετρώματα δεν είναι εξίσου διαπερατά με τα χαλαρά ιζήματα του τεταρτογενούς (Βουδούρης, 2013).



Εικόνα 2-4: Εδάφη εντόνως διαβρωμένα και υποβαθμισμένα των οποίων το μητρικό υλικό αποτελεί ο ασβεστόλιθος (αριστερά) και τα πυροκλαστικά (δεξιά) (Kosmas et al., 1999, Photo by C. Cosmas)

2.1.1.4. Πετρώδες του εδάφους (Αδρομερή υλικά)

Τα αδρομερή υλικά έχουν διαφορετική επίδραση στην επιφανειακή απορροή, στη διάβρωση, στη διασφάλιση της εδαφικής υγρασίας και στην παραγωγή βιομάζας. Η επιφανειακή απορροή και η απώλεια ιζήματος είναι υψηλές σε εδάφη με μεγάλη ποσότητα σε πέτρες. Δεν ισχύει όμως το ίδιο και για τα χαλίκια όταν καταλαμβάνουν ποσοστό άνω του 20%, τα οποία ελαττώνουν την επιφανειακή απορροή. Επιπλέον, τα εδάφη που αποτελούνται από πέτρες και

χαλίκια διαφυλάσσουν την υγρασία του εδάφους, με την προϋπόθεση ότι υπάρχει ένα ορισμένο ποσοστό υγρασίας στο έδαφος (Κοσμάς, 2014).

2.1.2.Κλίμα

Τα κλιματικά χαρακτηριστικά των μεσογειακών περιοχών συνδυαζόμενα συνήθως με το πολυσχιδές τοπογραφικό ανάγλυφο (το οποίο συντελεί στη διάβρωση) συντελούν στην υποβάθμιση της γης. Κύρια επίπτωσή τους είναι η απώλεια της βιομάζας από το σώμα του εδάφους οδηγώντας σταδιακά πολλές περιοχές σε ερημοποίηση (Κοσμάς, 2014). Οι κλιματικοί παράγοντες που χαρακτηρίζουν τις μεσογειακές περιοχές είναι (Χρονοπούλου-Σερέλη και Φλόκας, 2010, Kosmas et al., 2003):

- 1) Η **εποχικότητα** και η **ένταση** που χαρακτηρίζουν τις βροχοπτώσεις και ταυτόχρονα η υπερκέρραση της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής έναντι της βροχόπτωσης κατά τους θερινούς μήνες, με συνέπεια την απώλεια της εδαφικής υγρασίας και βιομάζας και την απώλεια ιζήματος λόγω της έντονης επιφανειακής απορροής.
- 2) Η **ξηρασία** η οποία επιδρά στην κατανομή του τύπου της βλάστησης μιας περιοχής. Αν και η μεσογειακή βλάστηση (μακκία) είναι προσαρμοσμένη σε ξηρικές συνθήκες, είναι γεγονός ότι η πυκνότητας της κάλυψης συνήθως δεν είναι μεγάλη με αποτέλεσμα την ταχύτερη απορροή των υδάτων.
- 3) Η **έκθεση της κλίσης**, καθώς εδαφικές επιφάνειες με νότια και δυτική έκθεση έχουν μεγαλύτερα ποσοστά διάβρωσης σε σχέση με τις βόρειες και ανατολικές λόγω αραιότερης φυτοκάλυψης που προκύπτει από τη μεγάλη εξατμισοδιαπνοή.

2.1.2.1.Βροχόπτωση

Στις επικλινείς περιοχές με θαμνώδη φυσική βλάστηση της μεσογειακής ζώνης η **κρίσιμη τιμή** της ετήσιας βροχόπτωσης κατά την οποία λαμβάνει χώρα η μέγιστη απορροή υδάτων και απώλεια βιομάζας κυμαίνεται στα 280-300 mm. Η διάβρωση ελαττώνεται είτε με την αύξηση της βροχόπτωσης πέραν αυτής της κρίσιμης τιμής είτε με τη μείωση της βροχόπτωσης κάτω του ορίου αυτού (Κοσμάς, 2014).



Εικόνα 2-5: Έδαφος πρόσφατα καλλιεργημένο που έχει υποστεί διάβρωση εξαιτίας της έντονης βροχόπτωσης που έλαβε χώρα (DESERTLINKS, Photo by C. Cosmas)

2.1.2.2. Ξηρασία

Η ξηρασία επηρεάζει τη βλάστηση μιας περιοχής εξαιτίας των ελλειμματικών υδατικών συνθηκών που προκαλεί στο έδαφος. Εντούτοις, η μεσογειακή βλάστηση είναι προσαρμοσμένη στις ξηρικές κλιματικές συνθήκες. Ο δείκτης ξηρότητας Bagnoulls-Gaussen (BGI), αλλιώς ειπείν δείκτης ξηροθερμικότητας κλίματος αποτελεί μία απλή μέθοδο μέτρησης για την ξηρότητα της κάθε περιοχής και είναι αυτή που χρησιμοποιείται από το λογισμικό της παρούσας εργασίας. Ο τύπος του BGI είναι ο παρακάτω (Bagnoulls et al., 1957):

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

όπου,

t_i : η μέση μηνιαία θερμοκρασία σε °C

P_i : η μηνιαία βροχόπτωση σε mm

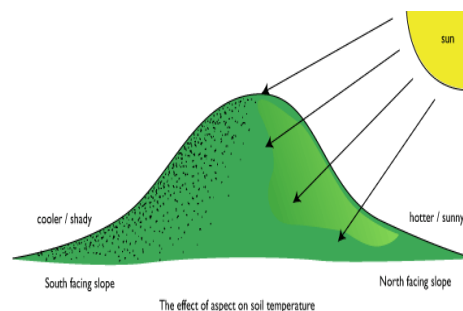
k : ο αριθμός των μηνών όπου ισχύει η συνθήκη $2 t_i - P_i > 0$



Εικόνα 2-6: Περιοχή εντόνως διαβρωμένη και ερημοποιημένη στη Λέσβο λόγω ημίξηρων κλιματικών συνθηκών και υψηλού δείκτη ξηρότητας (DESERTLINKS , Photo by C. Cosmas)

2.1.2.3. Έκθεση της κλίσης

Όπως προαναφέρθηκε, η έκθεση της κλίσης αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την ερημοποίηση της γης, καθώς η γωνία και η διάρκεια των ηλιακών ακτίνων είναι αυτές που διαμορφώνουν το μικροκλίμα στις νότιες και στις βόρειες εκθέσεις και εν συνεχεία τη βλάστηση άρα και την ευαλωτότητα της εδαφικής έκτασης στη διάβρωση (Kosmas et al., 2003). Οι νότιες και δυτικές επιφάνειες είναι θερμότερες με αποτέλεσμα ο ρυθμός εξατμισοδιαπνοής να είναι μεγαλύτερος εν συγκρίσει με τις βόρειες και τις ανατολικές εκθέσεις. Ως εκ τούτου, το ποσοστό φυτοκάλυψης σε αυτές είναι μικρότερο (Κοσμάς, 2014) και συνεπώς είναι πιο ευάλωτες στην υποβάθμιση. Τη σύνδεση μεταξύ έκθεσης της κλίσης και υποβάθμισης επιβεβαιώνουν και άλλοι ερευνητές (Ξανθόπουλος et al., 2010).



Εικόνα 2-7: Αριστερά απεικονίζεται εδαφική επιφάνεια στη Λέσβο με νότια έκθεση (DESERTLINKS , Photo by C. Cosmas) και δεξιά σχηματική αναπαράσταση της επίδρασης των ηλιακών ακτίνων στην εδαφική επιφάνεια (<https://horticulture.tekura.school.nz/soils/soils-2/ht1032-soils-2-study-plan/soil-temperature/>)

2.1.3.Βλάστηση

Το βιοτικό στοιχείο που επιδρά καθοριστικά στην ερημοποίηση είναι η βλάστηση, και συγκεκριμένα η ικανότητά της να συγκρατεί το επιφανειακό νερό (Kosmas et al., 1999). Όπως αναφέρουν οι Kosmas et al. (1999), οι δείκτες που συσχετίζουν τη βλάστηση με την ερημοποίηση της γης είναι:

- 1) η ευαλωτότητα της στην πυρκαγιά και η δυνατότητα επανάκαμψης μετά την επέλαση του φαινομένου
- 2) προστασία που προσφέρει στο έδαφος όσον αφορά τη διάβρωση
- 3) η ανθεκτικότητα στην ξηρασία
- 4) η έκταση της φυτοκάλυψης.



Εικόνα 2-8: Λοφώδης περιοχή που καλλιεργείται από ελαιώνες οι οποίοι συμβάλλουν στην μερική προστασία του εδάφους από τη διάβρωση (DESERTLINKS, Photo by C. Cosmas)

2.1.3.1.Ευαλωτότητα στην πυρκαγιά

Μία από τις κύριες αιτίες υποβάθμισης της γης στις επικλινείς μεσογειακές περιοχές είναι η πυρκαγιά, με τα περισσότερα γεγονότα να λαμβάνουν χώρα σε δάση πεύκων. Ειδικότερα ο Παπαναστάσης (2010) αναφέρει τη συσσώρευση καύσιμου υλικού στα λιβαδικά οικοσυστήματα όπου λαμβάνει χώρα υπερβόσκηση και επιτείνει το πρόβλημα της πυρκαγιάς στη χώρα μας. Ο Κοσμάς (2014) αναφέρει και τη συνειδητή εφαρμογή των πυρκαγιών από μέρους των παραγωγών ώστε να αντικατασταθεί η τοπική βλάστηση με την κατάλληλη βλάστηση που αποτελεί τροφή για το ζωικό τους κεφάλαιο. Τα φαινόμενα πυρκαγιάς είναι λιγότερο συχνά σε περιοχές με γράστεις και φρύγανα σε σχέση με περιοχές με αείφυλλη βλάστηση (Κοσμάς, 2014). Δεν αναπτύσσουν όλα τα φυτά τους ίδιους μηχανισμούς έναντι της πυρκαγιάς ενώ έχει σημασία και η ένταση του φαινομένου. Επίσης, είναι γεγονός ότι η μεσογειακή βλάστηση έχει ανεπτυγμένη ικανότητα επανάκαμψης μετά την επέλαση του φαινομένου της πυρκαγιάς (Christopoulou et al., 2014).



Εικόνα 2-9: Αναγέννηση της βλάστησης κατόπιν συμβάντος πυρκαγιάς στην Πάρνηθα (από το αρχείο της συγγραφέως)

2.1.3.2. Προστασία εδάφους από τη διάβρωση

Ο τύπος της βλάστησης, αποτελεί από τις πιο σημαντικές παραμέτρους του ελέγχου της απορροής των υδάτων στην επιφάνεια του εδάφους καθώς και της απώλειας εδαφικού υλικού (*Bryan and Campbell, 1986, Mitchell, 1990*). Πολλά γεωργικά είδη που καλλιεργούνται σε επικλινή αβαθή εδάφη καθιστούν την περιοχή ευάλωτη στη διάβρωση (*Faulkner, 1990*). Επίσης, η αφαίρεση των ζιζανίων ως καλλιεργητική πρακτική εντείνει την απώλεια εδαφικού υλικού και την επιφανειακή απορροή. Γενικώς, η αφαίρεση ετήσιας βλάστησης για την καλύτερη απόδοση ενός συγκεκριμένου τύπου καλλιέργειας μειώνει το ποσοστό φυτοκάλυψης οδηγώντας σε ακόμη πιο έντονη διάβρωση, καθώς μεγαλύτερο ποσοστό εδάφους μένει ακάλυπτο (*Κοσμάς, 2014*). Στην προστασία του εδάφους από τη διάβρωση λειτουργεί και αρνητικά η αντικατάσταση

καλλιεργειών ανθεκτικών στη διάβρωση (για παράδειγμα ελιά) με καλλιέργειες ευαίσθητες στη διάβρωση (για παράδειγμα τα αμπέλια) ή η αναδάσωση με είδη ευαίσθητα στη διάβρωση (για παράδειγμα ο ευκάλυπτος (Kosmas et al., 1999).



Εικόνα 2-10: Αριστερά επικλινή περιοχή στην Κόρδοβα της Ισπανίας που έχει καλλιεργηθεί με δημητριακά και έχει υποστεί επιταχυνόμενη διάβρωση και δεξιά εγκαταλελειμμένη επικλινή περιοχή στη Θήβα, όπου μετά από μακρά περίοδο καλλιέργειας με σιτάρι, έχει υποστεί έντονη διάβρωση (Kosmas et al., 1999, Photo by C. Cosmas)

2.1.3.3. Αντοχή στην ξηρασία

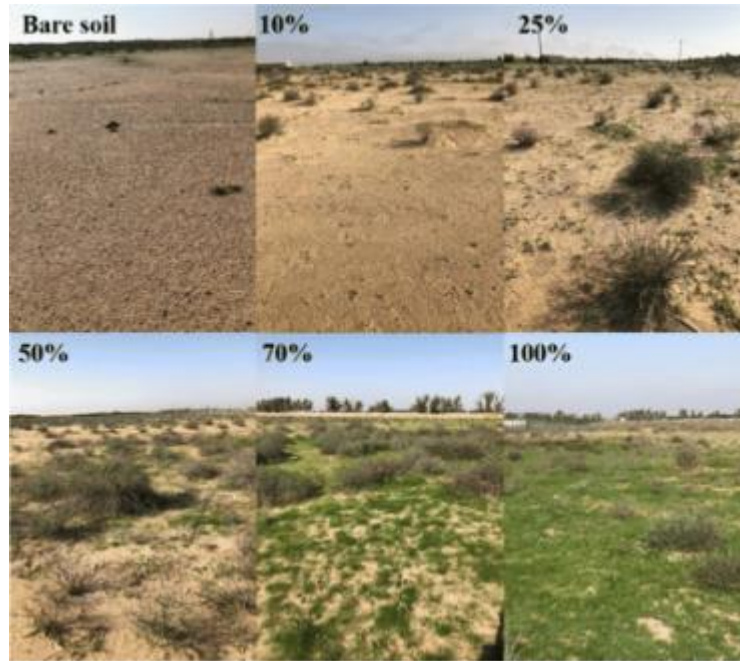
Τα φυτά, με βάση την ανθεκτικότητα στην ξηρασία εντάσσονται σε δύο κατηγορίες: α) φυλλοβόλα με χαμηλή ανθεκτικότητα στην ξηρασία και ισχυρή ικανότητα στη φωτοσύνθεση β) σε αειθαλή (σκληρόφυλλα) με υψηλή ανθεκτικότητα στην ξηρασία και χαμηλή ικανότητα στη φωτοσύνθεση. Η ελάττωση του δείκτη φυλλικής επιφάνειας είναι η πρώτιστη αντίδραση των φυτών στη ξηρασία. Τα φυτά των μεσογειακών κλιμάτων δύνανται να αντέξουν για διάστημα πολλών μηνών σε επίπεδα υγρασίας χαμηλότερα από το σημείο μάρανσης. Από τη γεωργική βλάστηση, φυτά όπως η ελιά παρουσιάζουν επίσης μεγάλη ανθεκτικότητα στην ξηρασία (Basso et al., 2010).



Εικόνα 2-11: Εντόνως διαβρωμένη περιοχή στη Λέσβο εξαιτίας των δυσμενών κλιματικών συνθηκών, της εντατικής καλλιέργειας κατά το παρελθόν, της υπερβόσκησης και της καταστροφής από πυρκαγιά (Kosmas et al., 1999, Photo by C. Cosmas)

2.1.3.4. Έκταση της φυτοκάλυψης

Η τιμή φυτοκάλυψης 45% για την ερημοποίηση ορίζεται ως η **κρίσιμη τιμή**, δηλαδή περιοχές με τιμή κάτω από αυτήν έχουν ερημοποιηθεί και σε επικλινείς περιοχές η διάβρωση εντείνεται. Το γυμνό έδαφος εκτίθεται στο **φαινόμενο της σταγόνας της βροχής**. Αυτό συνεπάγεται ότι για να διασφαλιστεί η προστασία μιας περιοχής στη διάβρωση πρέπει να εξασφαλιστεί ένα ποσοστό φυτοκάλυψης ανώτερο της κρίσιμης τιμής. Ασφαλώς η κρίσιμη τιμή συνδέεται και με το είδος της βλάστησης (βλέπε [Υποπαράγραφο 2.1.3.2. Προστασία εδάφους από τη διάβρωση](#) και Υποπαράγραφο [2.1.3.3. Αντοχή στην ξηρασία](#)) καθώς και με τις ιδιότητες του εδάφους (βλέπε Υποπαράγραφο [2.1.1.2. Βάθος εδάφους](#) και Υποπαράγραφο [2.1.1.3. Μητρικό πέτρωμα](#)) (Κοσμάς 2014).



Εικόνα 2-12: Παραδείγματα επιφανειών εδάφους με το αντίστοιχο ποσοστό φυτοκάλυψης (Al-Ali ZM et al., 2020)

2.1.4.Ανθρώπινη Παρέμβαση-Χρήσεις γης

Μία γήινη έκταση, ανεξαρτήτως μεγέθους, έχει περιορισμένες δυνατότητες, με άλλα λόγια δεν μπορεί να υφίσταται υπερεκμετάλλευση. Η χρήση της γης καθορίζεται τόσο από φυσικές παραμέτρους όσο και από τις κοινωνικοοικονομικές συνθήκες και πολιτικές. Οι ανθρώπινες παρεμβάσεις είναι αυτές που φέρουν ολόκληρες εκτάσεις σε κατάσταση μη αναστρέψιμη, δηλαδή σε ερημοποίηση. Ανθρώπινες επεμβάσεις αποτελούν (Κοσμάς, 2014, Kosmas et al., 1999):

- 1) Η λανθασμένη διαχείριση της γης ή/και η έντασή της εκμετάλλευσής της.
- 2) Η εγκατάλειψη της γης
- 3) Η υποβάθμιση των φυσικών πόρων. Σε αυτό το σημείο αξίζει να τονιστεί ότι δεν υπάρχει ισχυρό νομοθετικό πλαίσιο που να προασπίζει τις περιοχές που θεωρούνται ευάλωτες στο φαινόμενο της ερημοποίησης με αποτέλεσμα αυτή να εξελίσσεται ταχύτατα με ό,τι αυτό συνεπάγεται.

2.1.4.1.Λανθασμένη χρήση της γης ή/και έντασή της εκμετάλλευσής της

Το μη επαρκές νομοθετικό πλαίσιο για την προστασία των γαιών και των φυσικών πόρων έχει ως αποτέλεσμα την χωρίς έλεγχο ή απεριόριστη χρήση τους. Χαρακτηριστικά

παραδείγματα λανθασμένου τρόπου διαχείρισης των γαιών είναι η εντατική καλλιέργεια (που υποστηρίζεται πολλές φορές και από επιδοτήσεις) κατά την οποία τα εδάφη ξεπερνούν τις δυνατότητές τους από ένα σημείο και μετά, η λάθος επιλογή καλλιεργειών (για παράδειγμα καλλιέργεια σιταριού σε ορεινές περιοχές), η υπερβόσκηση σε βοσκοτόπια που έχουν συγκεκριμένες δυνατότητες ή έχουν εξαντλήσει την παραγωγικότητά τους, η μη προστασία των καμένων εκτάσεων μετά από πυρκαγιά (για παράδειγμα βόσκηση σε έκταση που υπέστη πυρκαγιά), οι εφαρμοζόμενες πυρκαγιές για αλλαγή χρήσης γης και η εκχέρσωση των δασών (Κοσμάς 2014, Εθνική Επιτροπή για την Καταπολέμηση της Απερήμωσης, 2000, Παπαναστάσης 2010). Ένα άλλο παράδειγμα, το οποίο οι Kairis et al. (2013) ορίζουν ως το σημαντικότερο δείκτη όσον αφορά τη γεωργία είναι οι αναδασμοί (land fragmentation) που έχουν ως αποτέλεσμα τον πολυτεμαχισμό της γης επομένως και τη μη ορθή πολλές φορές διαχείρισή της.



Εικόνα 2-13: Λιβάδια στην περιοχή του Λαγκαδά που έχουν υποστεί υπερβόσκηση (Παπαναστάσης, 2010) και κάτω δεξιά δορυφορική εικόνα με χαρακτηριστικό παράδειγμα πολυτεμαχισμού της γης στη Ρουμανία (Muşat et al., 2015)

2.1.4.2.Εγκατάλειψη της γης

Η εγκατάλειψη της γης επέρχεται είτε λόγω των μετακινήσεων των πληθυσμών για κοινωνικοοικονομικούς λόγους είτε λόγω εγκατάλειψης της γεωργικής δραστηριότητας (για παράδειγμα επιλογή ενασχόλησης με τον τουρισμό) (Κοσμάς, 2014, Kosmas et al., 1999). Οι ευνοϊκότερες εδαφικές συνθήκες και το ευνοϊκότερο κλίμα των πεδινών περιοχών έχουν

οδηγήσει σταδιακά στην εγκατάλειψη της ορεινής ζώνης από τους πληθυσμούς και την εγκατάστασή τους σε πεδινές περιοχές είτε για την καλύτερη απόδοση στη γεωργική σοδειά είτε γιατί απολαμβάνουν και άλλα πλεονεκτήματα (για παράδειγμα ενασχόληση με τον τουρισμό). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι αναβαθμίδες, οι οποίες σταδιακά καταστρέφονται καθώς δεν συντηρούνται, η όποια συντήρησή τους δεν είναι οικονομικά συμφέρουσα και ως εκ τούτου, εδαφικό υλικό, πολλές φορές υψηλής ποιότητας μετακινείται στα χαμηλότερα υψόμετρα και χάνεται από αυτές τις περιοχές. Ολόκληρες εκτάσεις με γαιές αφήνονται χωρίς φροντίδα. Πέρα από την απώλεια του παραγωγικού εδάφους, το εναπομείνον είναι ποιοτικά υποβαθμισμένο, δεν μπορεί να συντηρήσει ικανοποιητική βλάστηση και συνέπεια όλων αυτών είναι η υποβάθμιση και κατ' επέκταση η ερημοποίηση της γης. Καθώς τα εγκαταλελειμμένα εδάφη καθίστανται λιγότερο παραγωγικά, μετατρέπονται σε κτηνοτροφικά για τις ανάγκες των αγροτικών ζώων, οπότε υποβαθμίζονται περαιτέρω. Επίσης, εκτός από τη βόσκηση, στις εγκαταλελειμμένες γαιές της Μεσογείου συνηθίζεται και το κυνήγι (Κοσμάς, 2014). Η εγκατάλειψη της αγροτικής ζωής και η δυσκολία πρόσβασης γεωργικών ελκυστήρων ειδικά σε επικλινείς περιοχές έχουν καταστήσει τις αναβαθμίδες και τις γαιές των ορεινών περιοχών ασυντήρητες και επιρρεπείς σε απώλεια εδαφικού υλικού (Kosmas et al., 1999). Ως εκ τούτου, όπως έχει ήδη αναφερθεί, αυτές οι εγκαταλελειμμένες γαιές όχι μόνο αφήνονται χωρίς καμία φροντίδα αλλά αφήνονται και χωρίς προστασία από πρακτικές που πρόκειται να τις βλάψουν (Κοσμάς, 2014). Παρ' όλα αυτά, η εγκατάλειψη της γης μπορεί να επιφέρει και θετικά αποτελέσματα. Όπως επισημαίνουν οι Martinez-Fernandez et al. (1995) η εγκατάλειψη της γης είχε ως αποτέλεσμα τη βελτίωση των ιδιοτήτων και της δομής του εδάφους ενώ ο Κοσμάς (2014) αναφέρεται σε συμπεράσματα ερευνητών οι οποίοι αποδεικνύουν την εξάντληση του εδάφους από τις γεωργικές πρακτικές (Κοσμάς, 2014).



Εικόνα 2-14: Χαρακτηριστική περίπτωση εγκαταλελειμμένης γης στην Πελοπόννησο. Οι αναβαθμίδες δεν υπόκεινται σε καμία συντήρηση και η διάβρωση του εδάφους είναι σε προχωρημένο επίπεδο (Kosmas et al., 1999, Photo by C. Cosmas)

2.1.4.3.Υποβάθμιση των φυσικών πόρων

Η υποβάθμιση των φυσικών πόρων (ρύπανση, αλάτωση) συντελείται από εισροές της γεωργικής (αγροχημικά) και της βιομηχανικής δραστηριότητας (βιομηχανικά υλικά και απόβλητα) και άλλων κοινωνικοοικονομικών δραστηριοτήτων (για παράδειγμα, ο τουρισμός) καθώς και λανθασμένου τρόπου διαχείρισης των αρδευτικών συστημάτων (για παράδειγμα χαμηλή ποιότητα αρδευτικών υδάτων και μη ύπαρξη στραγγιστικών συστημάτων.

Σημαντική επίδραση ασκεί και η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού σε ορισμένες περιοχές (Κοσμάς, 2014, Εθνική Επιτροπή για την Καταπολέμηση της Απερήμωσης, 2000).

2.1.5.Τοπογραφικό ανάγλυφο-Υδρολογία

Η Ελλάδα είναι μία χώρα στη μεγαλύτερη έκτασή της ορεινή. Αν και η τοπογραφία έχει ήδη περιγραφεί συσχετιζόμενη με τους προηγούμενους παράγοντες, πρέπει να τονιστεί ότι δύο παράμετροι της συνδέονται στενά με την ερημοποίηση της γης: **α) η κλίση του εδάφους και β) το μήκος της κλίσης του εδάφους** (Κοσμάς, 2014). Για τη χώρα μας ισχύουν τα εξής (Κοσμάς, 2014):

- ✓ Το **49%** της έκτασης της χώρας περιέχει εδάφη με κλίσεις **άνω του 10%** και το **36%** αποτελείται από εδάφη με κλίσεις **κάτω του 5%**.
- ✓ Τα εδάφη με κλίσεις **άνω του 12%** σε **ημίξηρες περιοχές** και σε **ξηρές ύφυγρες περιοχές** είναι εντόνως διαβρωμένα και ελαφρώς ή μετρίως διαβρωμένα αντίστοιχα.
- ✓ Σε κλίσεις **μέτρια απότομες έως πολύ απότομες (άνω του 35%)** στις **ημίξηρες περιοχές** εντοπίζονται συνήθως τα πολύ διαβρωμένα εδάφη ενώ τα μετρίως διαβρωμένα στις **ξηρές ύφυγρες περιοχές**.

Τη συσχέτιση μεταξύ κλίσης και υποβάθμισης του εδάφους επιβεβαιώνουν και οι Ξανθόπουλος et al. (2010). Η μετακίνηση εδαφικού υλικού έχει ως τελικό δέκτη τις αλλουβιακές εκτάσεις και παρατηρείται σε όλους τους ποταμούς. Με τη συνεχή εναπόθεση του υλικού αυτού στο βυθό των ποταμών, το βάθος τους ελαττώνεται και επέρχεται η υπερχειλίση τους η οποία πλήττει τις εκτάσεις που βρίσκονται κατά μήκος τους με ό,τι αυτό συνεπάγεται. Επίσης, ο υδροφόρος ορίζοντας προσεγγίζει όλο και πιο πολύ την εδαφική επιφάνεια με επιπτώσεις στην υδρομορφία και κατ' επέκταση στις καλλιέργειες και στον αερισμό του εδάφους (Κοσμάς, 2014).



Εικόνα 2-15: Έντονα επικλινή περιοχή στην οποία η βλάστηση έχει μετακινηθεί λόγω των υψηλών ποσοστών διάβρωσης (DESERTLINKS, Photo by C. Cosmas)



Εικόνα 2-16: Ο παραπόταμος Μέγας στην περιοχή των Καρδιτσομάγουλων, στη Θεσσαλία. Διακρίνονται οι εργασίες καθαρισμού της κοίτης (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2018, Φωτογραφικό υλικό)

2.2.Διεργασίες της ερημοποίησης

Οι σημαντικότερες διεργασίες και οι κύριοι παράγοντες υποβάθμισης των εδαφών που συμβάλλουν στην ερημοποίηση της γης είναι οι παρακάτω (Κοσμάς, 2014):

- 1) Εδαφική Διάβρωση
- 2) Μείωση των διαθέσιμων υδάτων
- 3) Αλάτωση-Αλκαλίωση του εδάφους
- 4) Οξίνιση του εδάφους
- 5) Ρύπανση του εδάφους
- 6) Εγκατάλειψη της γης
- 7) Αποψίλωση των δασών

2.2.1.Εδαφική διάβρωση

Ως διάβρωση (erosion) ορίζεται η απόσπαση, μεταφορά και απόθεση εδαφικής μάζας και ως φαινόμενο συμβάλλει στη γεωμορφολογία μιας περιοχής. **Αποτελεί την κρισιμότερη μορφή υποβάθμισης των εδαφών της οποίας οι επιπτώσεις είναι μη αναστρέψιμες και δεν επιδέχονται βελτίωση** (Παναγιωτόπουλος, 2010). Η εδαφική διάβρωση μπορεί να είναι: α) υδατική, προκαλούμενη από την επιφανειακή απορροή των υδάτων, β) μηχανική, προκαλούμενη από τη μετακίνηση εδαφικού υλικού στις επικλινείς περιοχές υπό την επίδραση της βαρύτητας ή/και από τις καλλιεργητικές εργασίες στο έδαφος και γ) αιολική, προκαλούμενη από την επίδραση του ανέμου (Κοσμάς, 2014).

2.2.1.1. Υδατική διάβρωση

Η υδατική διάβρωση λαμβάνει χώρα με αργό ρυθμό (Κοσμάς, 2014) και καθορίζεται από το κλίμα, τον τύπο και την πυκνότητα της βλάστησης, τις ιδιότητες του εδάφους και την τοπογραφία (Stefanidis et al., 2021).

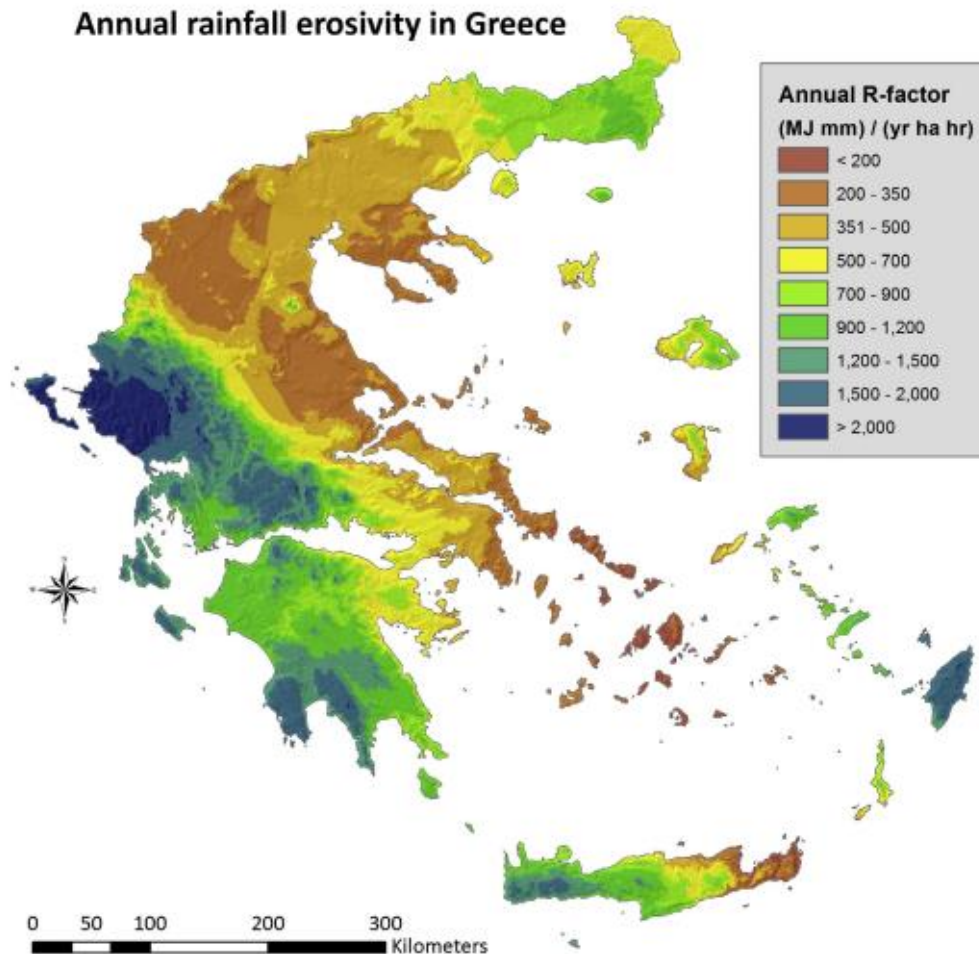
Η διάβρωση λόγω της επίδρασης των βροχοπτώσεων (Rainfall Erosivity Factor-R-factor) εξαρτάται από την **κινητική ενέργεια των σταγόνων της βροχής** (Stefanidis et al., 2021) και όπως αναφέρθηκε και στην Παράγραφο [2.1.2.Κλίμα](#), το μεσογειακό κλίμα χαρακτηρίζεται από έντονες και εποχιακές βροχοπτώσεις.

Η πυκνότητα της φυτοκάλυψης (Cover Management Factor-C factor) επιδρά στην κινητική ενέργεια των σταγόνων της βροχής (Stefanidis et al., 2021) και όπως αναφέρθηκε στην Υποπαράγραφο [2.1.3.4.Έκταση της φυτοκάλυψης](#) δύναται να συγκρατεί τα νερά απορροής στο

έδαφος. Η μείωση της φυτοκάλυψης είτε με αποψίλωση των δασών είτε με αλλαγή χρήσεων γης (γεωργικές καλλιέργειες που ευνοούν τη διάβρωση) αυξάνει σημαντικά τη διάβρωση του εδάφους (Κοσμάς 2014). Είναι γεγονός ότι διαφορετική είναι η υδατική διαβρωσιμότητα στα δάση, διαφορετική στις καλλιεργούμενες εκτάσεις, διαφορετική στα λιβάδια και διαφορετική στα γυμνά εδάφη (*Cerdan et al.*, 2010).

Η επίδραση της σταγόνας της βροχής και της απορροής δεν είναι ίδια σε όλα τα εδάφη καθώς εξαρτάται από ιδιότητες του εδάφους όπως η υφή, η διαπερατότητα, η υδατοϊκανότητα, η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και η χημική σύσταση (*Stefanidis et al.*, 2021). Οι ιδιότητες αυτές σχετίζονται με την εμφάνιση στην επιφάνεια της εδαφικής κρούστας όπως επιβεβαιώνει και ο Κοσμάς (2014). Όταν η ένταση της βροχής υπερκεράσει το ρυθμό διήθησης του νερού τότε επέρχεται επιφανειακή απορροή και συνεπώς αποκόλληση εδαφικής μάζας (*Moore et al.* 1990).

Καθοριστικής σημασίας παράγοντας για την υδατική διάβρωση είναι και η τοπογραφία του εδάφους, καθώς το μεγαλύτερο μέρος της χώρας μας αποτελείται από λοφώδες και ορεινό ανάγλυφο με πολλούς ποταμούς και χειμάρρους. Η περιοχή ενδιαφέροντος επηρεάζεται από την υδατική διάβρωση λόγω της μεταφοράς εδαφικού υλικού και ιζημάτων από τις περιοχές με υψηλότερα υψόμετρα περίξ αυτής, τα οποία εναποτίθενται εν τέλει σε αυτήν (Κοσμάς, 2014). Εντούτοις, σε περιοχές με μόνιμη βλάστηση η επίδραση της τοπογραφίας στην υδατική διάβρωση δεν είναι μεγάλη (*Cerdan et al.*, 2010).



Εικόνα 2-17: Η ετήσια διάβρωση λόγω βροχόπτωσης στον ελλαδικό χώρο. Παρατηρείται μικρή απώλεια εδάφους για το μεγαλύτερο μέρος του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας (Panagos et al., 2016)

2.2.1.2. Μηχανική διάβρωση

Κρίσιμη ως φαινόμενο απώλειας υλικού είναι και η μηχανική διάβρωση (Κοσμάς, 2014). Αρκετοί ερευνητές μάλιστα καταλήγουν ότι η ποσότητα του εδαφικού υλικού που μπορεί να μετακινηθεί λόγω της καλλιεργητικών τεχνικών που εφαρμόζονται στα αγροτικά εδάφη πολλές φορές μπορεί να υπερκεράσει αυτή της υδατικής διάβρωσης (Quine et al, 1994, Quine et al., 1996, Govers et al., 1996, Quine et al., 1997, Lobb et al., 1995). Η Tsara et al. (2001) χαρακτηρίζει τη μηχανική διάβρωση λόγω κατεργασίας του εδάφους ως την κυριότερη αιτία υποβάθμισης των γεωργικών εδαφών. Η κατεργασία του εδάφους επιφέρει και αλλαγές στο τοπογραφικό ανάγλυφο αλλά και στη βλάστηση μιας περιοχής καθώς και στις ιδιότητες των εδαφών της. Επιπλέον, σημασία έχουν και το εργαλείο το οποίο χρησιμοποιείται, η εδαφική κλίση και υγρασία, το βάθος διείσδυσης στο έδαφος και η ταχύτητα που λαμβάνει χώρα η

κατεργασία (Κοσμάς, 2014, Tsara et al., 2001).

Ορισμένες έρευνες που στηρίζονται σε α) συσχέτιση φυσικής και γεωργικής βλάστησης που εντοπίζονται η μία πλησίον της άλλης στην περιοχή της Θεσσαλίας, β) προγενέστερες εδαφολογικές μελέτες και γ) μετρήσεις διάβρωσης εδάφους υπό συγκεκριμένες καλλιεργητικές πρακτικές δεικνύουν ότι η μηχανική διάβρωση στις γεωργικές εκτάσεις είναι η κύρια αιτία υποβάθμισης των εδαφών στις επικλινείς περιοχές (Κοσμάς, 2014, Tsara et al., 2001).

Όσον αφορά την τοπογραφία, η μηχανική διάβρωση προκαλεί μεταφορά και συσσώρευση εδαφικού υλικού από τις λοφώδεις στις πεδινές περιοχές ή πλευρικά μιας γεωργικής έκτασης υπό συγκεκριμένες καλλιεργητικές πρακτικές δημιουργώντας όγκους εδαφικών μαζών σε αυτές. Από αυτούς του όγκους, που μπορεί να είναι μεγάλοι ή να μην είναι σταθεροί μπορεί να αρχίσει να διαμορφώνεται χαραδρωτή διάβρωση (Κοσμάς, 2014). Η κίνηση του εδαφικού ελκυστήρα είτε είναι προς τα ανάντη είτε προς τα κατόντη είτε παράλληλα προς τις ισοϋψείς, προκαλεί πάντα μετακίνηση εδαφικού υλικού προς τα κάτω ενώ συχνά σχηματίζονται χαραδρώσεις (Κοσμάς, 2014). Οι Kairis et al. (2013) κατέγραψαν μέτρια έως σοβαρή διάβρωση σε σημεία που είχαν υποστεί όργωμα και δισκοσβάρνισμα προς τα κατόντη ή προς πλάγια κατεύθυνση. Οι Capello et al. (2019) αναφέρουν τόσο την άμεση επίδραση των γεωργικών ελκυστήρων στη μηχανική διάβρωση εκτάσεων αμπελώνων (μετακίνηση εδαφικού υλικού) όσο και στην έμμεση επίδρασή τους μέσω της μεταβολής ιδιοτήτων του εδάφους λόγω της συμπύκνωσής του (μείωση πορώδους, γονιμότητας, διήθησης, οργανικής ουσίας). Η συμπύκνωση του εδάφους αυξάνει την επιφανειακή απορροή των υδάτων (Capello et al., 2019) και η υδατική διάβρωση εντείνεται σε περιοχές που υπόκεινται σε μηχανική διάβρωση (Κοσμάς, 2014). Οι κεκλιμένες περιοχές που αποβάλλουν εδαφικό υλικό έχουν μειωμένο βάθος και οι ιδιότητές τους και κατ' επέκταση η ποιότητά τους υποβαθμίζεται. Το ίδιο όμως ισχύει και για τις επίπεδες περιοχές που είναι αποδέκτες αυτού του υλικού καθώς πρόκειται συνήθως για υλικό μειωμένης παραγωγικότητας (για παράδειγμα, υπέδαφος ασβεστολίθου που καλύπτει έδαφος με υψηλή συγκέντρωση σε οργανική ουσία). Η βλάστηση σε μηχανικώς διαβρωμένες εκτάσεις είναι υποβαθμισμένη και σε αγρούς διαφοροποιείται αρκετά, κάτι που προκαλεί πρόβλημα στην παραγωγή. Τέλος, υποβαθμίζεται και η δομή του εδάφους, λόγω της αποσταθεροποίησης των συσσωματωμάτων (Κοσμάς, 2014).



Εικόνα 2-18: Βαθύ όργωμα προς τα ανάντη και κάθετα στις ισοϋψείς (DESERTLINKS , Photo by C. Cosmas)



Εικόνα 2-19: Ελαιώνας προστατευμένος από τη διάβρωση χάρη στη συμβολή της ετήσιας βλάστησης ως υποορόφου στη Λέσβο (αριστερά) και ελαιώνας στην Κόρδοβα της Ισπανίας αρκετά διαβρωμένος εξαιτίας των πρακτικών της εντατικής καλλιέργειας (δεξιά) (Kosmas et al., 1999, Photo by C. Cosmas)

2.2.1.3. Αιολική διάβρωση

Η αιολική διάβρωση αφορά κυρίως περιοχές με ξηρό, ημίξηρο και ξηρό κάθυγρο κλίμα (Κοσμάς, 2014). Σε προχωρημένο στάδιο μπορεί να αποτελέσει απειλή για την καλλιέργεια. Η μετακίνηση του εδάφους μέσω του αέρα λαμβάνει χώρα όταν ισχύουν ταυτόχρονα τρεις συνθήκες: α) ο άνεμος είναι αρκετά δυνατός ώστε να μετακινήσει τα εδαφικά τεμαχίδια, β) οι ιδιότητες του εδάφους είναι τέτοιες που ευνοούν την αιολική διάβρωση του εδάφους και γ) η επιφάνεια του εδάφους δεν καλύπτεται από βλάστηση, αδρομερή υλικά και χιόνι. Ως φαινόμενο σε ευρωπαϊκό επίπεδο, επηρεάζει κυρίως τις μεσογειακές χώρες (συμπεριλαμβανομένου της Ελλάδας) αλλά δεν υφίσταται ακόμη πλήρης εικόνα του φαινομένου (Borelli et al., 2014).

Δεν υπάρχουν πολλά στοιχεία για την αιολική διάβρωση στον ελλαδικό χώρο. Επιρρεπή είναι τα νησιά του Αιγαίου και οι βορειοανατολικές περιοχές της χώρας. Η αιολική διάβρωση μπορεί να προέλθει από βόρειους και βορειοανατολικούς ανέμους κατά την ξηρή περίοδο και συνεπώς, οι περιοχές που επηρεάζονται περισσότερο είναι εκείνες που έχουν βόρεια και βορειοανατολική κλίση. Το έλλειμμα υγρασίας κατά την ξηρή περίοδο λειτουργεί ευνοϊκά στην απόσπαση των εδαφικών τεμαχιδίων. Ενδεικτικά, κατόπιν της μελέτης για το είδος της διάβρωσης που λαμβάνει χώρα σε διάφορες περιοχές του πλανήτη μέσω του προγράμματος

DESIRE, μόνο στην πεδιάδα του Καραπινάρ, στο Ικόνιο της Τουρκίας βρέθηκε η αιολική διάβρωση ως κυριότερος παράγοντας υποβάθμισης (Karavitis et al., 2019).

2.2.2. Ελάττωση του διαθέσιμου νερού

Η πλειοψηφία των εκτάσεων του ελλαδικού χώρου εντάσσεται κατά Köppen στον μεσογειακό τύπο κλίματος που χαρακτηρίζεται από θερμό-ξηρό καλοκαίρι και ήπιο βροχερό χειμώνα (Χρονοπούλου-Σερέλη et al., 2010). Αυτό συνεπάγεται ότι κατά τους θερινούς μήνες όπου τα υδατικά αποθέματα είναι κατά πολύ μειωμένα λόγω χαμηλότερων βροχοπτώσεων σε συνδυασμό με την έντονη εξατμισοδιαπνοή που λαμβάνει χώρα τους θερινούς μήνες, η ερημοποίηση εντείνεται. Οι Karavitis and Kerkides (2002) αναφέρονται στο ότι παρά το γεγονός ότι η χώρα μας διαθέτει πληθώρα υδατικών πόρων, πάρα πολλές εκτάσεις αντιμετωπίζουν προβλήματα λειψυδρίας.

Εκτός από το κλίμα, υπάρχουν και άλλες παράμετροι που επιδρούν στη μείωση του διαθέσιμου νερού. Όπως προαναφέρθηκε στις Υποπαραγράφους [2.1.1.2.Βάθος εδάφους](#), [2.1.3.2.Προστασία εδάφους από τη διάβρωση](#), [2.1.3.3.Αντοχή στην ξηρασία](#), [2.1.3.4.Έκταση της φυτοκάλυψης](#)) αυτές είναι η μείωση της φυτοκάλυψης στα επικλινή εδάφη καθώς και η αντικατάσταση της φυσικής ή γεωργικής βλάστησης από κατώτερη ποιοτικά φυσική βλάστηση ή συγκεκριμένες γεωργικές καλλιέργειες αντίστοιχα που ευνοούν τη διάβρωση. Τα επικλινή εδάφη χωρίς βλάστηση ή με βλάστηση που δεν συγκρατεί ικανοποιητικά το νερό υφίστανται μείωση των υδατικών αποθεμάτων τους. Οι συνεχείς και εντατικές γεωτρήσεις που λαμβάνουν χώρα στα γεωργικά εδάφη οδηγούν στη μείωση του διαθέσιμου νερού καθώς και στην υποβάθμιση της ποιότητάς του (Champidi et al., 2011). Ο

Κοσμάς (2014), αναφέρει ως παράμετρο και την ελάττωση του ενεργού βάθους του εδάφους που προκύπτει από τη διάβρωση καθώς και την άρδευση, τις πυρκαγιές, την ανάπτυξη της βιομηχανίας και το σύγχρονο τρόπο ζωής (Κοσμάς, 2014).

2.2.3.Αλάτωση-αλκαλίωση του εδάφους

Στις περιπτώσεις υποβάθμισης των φυσικών πόρων (Υποπαραγράφο [2.1.4.3.Υποβάθμιση των φυσικών πόρων](#)) αναφέρθηκε η αλάτωση των εδαφών. Η αυξημένη ποσότητα των αλάτων στο έδαφος ευνοείται από (Κοσμάς, 2014):

α) την άρδευση με νερό χαμηλής ποιότητας (κατά βάση αλατούχο) που προέρχεται συνήθως από νερά γεωτρήσεων που έχουν υποστεί μείζη λόγω της εισχώρησης των θαλάσσιων υδάτων στον υδροφόρο (δευτερογενής αλάτωση)

β) τις μη ευνοϊκές συνθήκες στράγγισης

γ) το ξηρό κλίμα όπου η εξατμισοδιαπνοή υπερβαίνει το ποσό της βροχόπτωσης και της άρδευσης με συνέπεια τη συγκέντρωση των αλάτων στην επιφανειακή ζώνη του εδάφους



Εικόνα 2-20: Έδαφος στη Λέσβο που έχει υποστεί αλάτωση (Kosmas et al., 1999, Photo by C. Cosmas)

Η αλάτωση του εδάφους οδηγεί σε υποβάθμιση της δομής και της ποιότητας του, περιορίζει την ανάπτυξη των φυτών καθώς επιδρά αρνητικά στη φυσιολογία του και αποτελεί μία από τις κύριες αιτίες εγκατάλειψης της γης (Κοσμάς, 2014). Περιοχές όπου το ετήσιο ποσό κατακρημνισμάτων κυμαίνεται μεταξύ 300-600 mm παρουσιάζουν τα μεγαλύτερα προβλήματα αλάτωσης των εδαφών (Kosmas et al., 1999). Τα μητρικά πετρώματα επί των οποίων συνήθως δημιουργούνται αλατούχα εδάφη στον ελλαδικό χώρο είναι αλλουβιακές, λιμνιαίες ή αιολικές αποθέσεις. Πρόκειται για εδάφη πολύ βαθειά, κακώς έως πολύ κακώς αποστραγγιζόμενα, μέσης ή λεπτόκοκκης υφής και ανήκουν στις τάξεις των Fluvisols, Histosols και ενίοτε των Cambisols (Κοσμάς, 2014). Εντοπίζονται σε δέλτα ποταμών, σε παράκτιες και σε περιοχές με εδάφη, σε χαμηλές τοποθεσίες του αναγλύφου και σε εδάφη μικρής διαπερατότητας (Παναγιωτόπουλος, 2010).

2.2.4. Οξίνιση του εδάφους

Η οξίνιση του εδάφους προκαλείται από την εισροή σε αυτό των αζωτούχων λιπασμάτων και από την όξινη βροχή. Σε αυτήν την περίπτωση το εδαφικό pH γίνεται χαμηλότερο του 7 (Brady and Weil, 2017).

2.2.5. Ρύπανση του εδάφους

Ως ρύπανση του εδάφους ορίζεται η εισροή ύλης σε αυτό και η οποία ελαττώνει την ικανότητά του να «διατηρήσει την ισορροπία της Φύσης» (Gardiner and Miller, 2004). Οι ανόργανοι (βαρέα μέταλλα, ραδιενεργά στοιχεία) και οργανικοί ρυπαντές (για παράδειγμα λύματα ή αγροχημικά) προέρχονται από γεωργικές και βιομηχανικές δραστηριότητες αλλά και τον σύγχρονο τρόπο ζωής (Παναγιωτόπουλος, 2010). Ωστόσο, το πρόβλημα αυτό στη χώρα μας δεν είναι έντονο (Κοσμάς, 2014).

2.2.6. Εκχέρσωση των δασών

Η εκχέρσωση των δασών είναι μια διαδικασία που εκτελείται από τον άνθρωπο για τους εξής λόγους (Κοσμάς, 2014):

- α) Μετατροπή γαιών σε βοσκοτόπους
- β) Υλοτομία
- γ) Διεύρυνση των καλλιεργούμενων εκτάσεων
- δ) Δημιουργία χώρου για την εγκατάσταση οικισμών και βιομηχανιών
- ε) Χρήση υλικού καύσης

Στην Υποπαράγραφο 2.1.4.1. Λανθασμένη χρήση γης ή/και ένταση της εκμετάλλευσής της αναφέρθηκε ότι η υπερβόσκηση συντελεί στην ερημοποίηση της γης. Ένα ποσοστό 10% των πυρκαγιών σε λιβαδικές εκτάσεις πιστώνεται στους κτηνοτρόφους. Επιπλέον, ο αριθμός πολλές φορές των αγροτικών ζώων που βόσκουν είναι μεγαλύτερος από αυτόν που μπορεί να αντέξει το λιβάδι (Ξανθόπουλος *et al.*, 2010). Η πολιτική των επιδοτήσεων λειτουργεί ως επιπλέον κίνητρο για τους κτηνοτρόφους δυσχεραίνοντας ακόμη περισσότερο την υπάρχουσα κατάσταση (Ευαγγέλου, 2010). Οι Ξανθόπουλος *et al.* (2010), κατόπιν ερευνών σε περιοχές της Αττικής, επιβεβαιώνουν ότι η έκταση η οποία υπόκειται σε υπερβόσκηση, υφίσταται υποβάθμιση τόσο των εδαφικών ιδιοτήτων όσο και της βλάστησης. Η αποψίλωση των δασών διαταράσσει σοβαρότατα την ισορροπία των οικοσυστημάτων, μεταβάλλει το μικροκλίμα μιας περιοχής ενώ επιδρά πολλές φορές άμεσα στις ιδιότητες του εδάφους. Οι ακτίνες του ηλίου προσπίπτοντας σε γυμνό έδαφος ή έδαφος με λίγη βλάστηση θερμαίνουν το έδαφος συμβάλλοντας στην εξάτμιση του νερού, θανατώνουν ή οδηγούν σε μετανάστευση οργανισμούς και μικροοργανισμούς ωφέλιμους για την ισορροπία του οικοσυστήματος και των εδαφών και εξαντλούν την οργανική ύλη του εδάφους (Κοσμάς, 2014). Αν και η μεσογειακή βλάστηση είναι γενικώς προσαρμοσμένη στις πυρκαγιές, έρευνες έχουν δείξει ότι η ανανέωση της βλάστησης από έναν αριθμό πυρκαγιών και μετά μπορεί να καταστεί αδύνατη και η κατάσταση να θεωρηθεί

μη αναστρέψιμη (Christopoulou *et al.*, 2014). Εκτός από την απώλεια της βλάστησης, οι πυρκαγιές επιδρούν αρνητικά και στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του εδάφους ενώ τα συνοδά φαινόμενα είναι η διάβρωση, οι πλημμύρες και οι κατολισθήσεις (Kosmas *et al.*, 1999).



Σχεδιάγραμμα 2-2: Οι διεργασίες που συντελούν στην ερημοποίηση της γης (το σχεδιάγραμμα δημιουργήθηκε από τη συγγραφέα)

2.3. Τρόποι αντιμετώπισης της ερημοποίησης της γης

2.3.1. Γενικός σχεδιασμός

Η ερημοποίηση της γης είναι δυνατόν τις περισσότερες φορές να αναστραφεί εάν κάποιος από τους παράγοντες αντιμετωπιστεί ή κάποια από τις διεργασίες υπερκεραστεί (για παράδειγμα η αλάτωση των εδαφών). Εν προκειμένω, η περιοχή που υπόκειται σε αυτή μπορεί να επανέλθει. Από την άλλη, η κατάσταση είναι μη αναστρέψιμη όταν στην περιοχή οι επιπτώσεις είναι ανεπανόρθωτες (για παράδειγμα όταν το βάθος του ριζοστρώματος καταστεί μικρότερο από αυτό που απαιτείται για την επιβίωση των φυτών). Σε κάθε περίπτωση, το φαινόμενο της ερημοποίησης έχει πολύ σοβαρές οικονομικές και κοινωνικές προεκτάσεις (μείωση εισοδήματος, μετανάστευση κ.α.). Ως εκ τούτου, η λεπτομερής εξέταση του φαινομένου και η κατάρτιση μελετών από εξειδικευμένους επιστήμονες θα μπορέσουν να οδηγήσουν στην λήψη κατάλληλων τρόπων αντιμετώπισης (Κοσμάς 2014). Αρχικά είναι απαραίτητο να γίνουν τα εξής (Greek National Plan for Combating Desertification, 2001) :

- 1) Καθορισμός των περιοχών που κινδυνεύουν
- 2) Πληροφόρηση και αφύπνιση διαφόρων φορέων
- 3) Δημιουργία φορέων για την υλοποίηση και τον έλεγχο των μέτρων
- 4) Καθορισμός της χρήσης των γαιών
- 5) Επιλογή πιλοτικών εκτάσεων
- 6) Δράσεις για την επανάκαμψη ερημοποιημένων περιοχών
- 7) Εύρεση χρηματοδοτικών πόρων
- 8) Συνεργασίες σε διεθνές επίπεδο
- 9) Ερευνητική δραστηριότητα
- 10) Νομικά και θεσμικά μέτρα

Το πρόγραμμα DESIRE, όπως και άλλα προγράμματα που έχουν πραγματοποιηθεί, προσδιορίζει τις περιοχές που υπόκεινται σε ερημοποίηση. Με τη χρήση των δεικτών, οι επιστήμονες δύνανται να προβλέψουν ποιοτικώς την κατεύθυνση και την ένταση μιας διεργασίας ή την αιτία της υποβάθμισης της γης απουσία δεδομένων για τις διεργασίες της περιοχής (Kairis *et al.*, 2013). Πρέπει να τονιστεί ότι η ερημοποίηση είναι από τη φύση της ένα περίπλοκο πρόβλημα και ως εκ τούτου οι απλές λύσεις είναι σπάνιες (Hessel *et al.*, 2014).



Σχεδιάγραμμα 2-3: Γενικές κατευθύνσεις προς την αντιμετώπιση της ερημοποίησης (το σχεδιάγραμμα δημιουργήθηκε από τη συγγραφέα)

2.3.2.Ειδικότεροι τρόποι αντιμετώπισης

Παρακάτω αναπτύσσονται τρόποι αντιμετώπισης του φαινομένου ομαδοποιημένοι ανά τομέα:

2.3.2.1. Τρόποι αντιμετώπισης σχετιζόμενοι με την κτηνοτροφία

Σύμφωνα με τον Κοσμά (2014) και την Εθνική Επιτροπή για την Καταπολέμηση της Απερήμωσης (2000) τρόποι αντιμετώπισης που σχετίζονται με την κτηνοτροφία είναι:

- 1) η θέσπιση ανώτατου αριθμού ζώων για βόσκηση, ανάλογα με τις δυνατότητες του βοσκοτόπου
- 2) η παύση χρήσης ενός τόπου για συνεχόμενη βόσκηση και η εύρεση άλλης τοποθεσίας για τον ίδιο σκοπό, ώστε να μην υπόκειται αυτό ο τόπος σε υπερβόσκηση
- 3) η προφύλαξη ενός βοσκοτόπου από την πυρκαγιά
- 4) η χρήση λιπασμάτων σε βοσκότοπους με σκοπό την παραγωγή μεγαλύτερης ποσότητας οργανικής ύλης
- 5) η βόσκηση από αυτόχθονες φυλές που είναι προσαρμοσμένες στις συνθήκες του βοσκοτόπου και δεν καταναλώνουν ποσότητες μεγαλύτερες της παραγωγικότητάς του
- 6) η θέσπιση περιορισμών στη βόσκηση αναλόγως του είδους του ζώου (για παράδειγμα οι αίγες δεν ζημιώνουν μια λιβαδική έκταση στον ίδιο βαθμό που ζημιώνουν τα πρόβατα)
- 7) η θέσπιση περιορισμών στη βόσκηση αναλόγως την εποχή (για παράδειγμα η βόσκηση νωρίς την άνοιξη είναι πολύ περισσότερο επιζήμια από κάθε άλλη εποχή)
- 8) η θέσπιση περιορισμών στη βόσκηση ανάλογα με το είδος των φυτών καθώς και το μέγεθος και την κάλυψη της έκτασης από αυτά (για παράδειγμα τα φρύγανα αναλόγως το μέγεθός τους και την κάλυψη της περιοχής πρέπει να αφήνονται ή όχι να επανακάμψουν) (Τσιουρλής, 2010)

Τα παραπάνω μπορούν να υλοποιηθούν με μέτρα (Ελληνικό Προσχέδιο Δράσης για την Καταπολέμηση της Απερήμωσης, 2001):

α) Νομοθετικά: i) καθορισμός δασικών περιοχών βόσκησης, ii) παύση του κοινόχρηστου καθεστώτος χρήσης βοσκοτόπου

β) Τεχνικά: i) κατάρτιση επιστημονικών μελετών για την αξιοποίηση των βοσκοτόπων, ii) παραγωγή και χρήση άλλων πηγών διατροφής των ζώων

γ) Πολιτικά: i) νομοθέτηση και εφαρμογή ενιαίας πολιτικής διαχείρισης, ii) μεταβολή της πολιτικής της επιδότησης των ζώων, iii) χρηματοδοτικά εργαλεία για την αναβάθμιση των βοσκοτόπων

δ) Εκπαιδευτικά: i) υλοποίηση προγραμμάτων και σεμιναρίων επιμόρφωσης των γεωεπιστημόνων ii) αφύπνιση των επαγγελματιών στην κτηνοτροφία

2.3.2.2. Τρόποι αντιμετώπισης σχετιζόμενοι με την γεωργία

Μέτρα που αφορούν τη γεωργία είναι τα παρακάτω (Κοσμάς, 2014, Greek National Plan for Combating Desertification, 2001):

- 1) ο περιορισμός της μηχανικής κατεργασίας του εδάφους όπου είναι αυτό δυνατό, ειδικά με τη χρήση ελκυστήρα και με βαθειά άροση
- 2) η άροση παράλληλα και όχι κάθετα στις ισοϋψείς και όπου αυτό δεν είναι δυνατό, να γίνεται εναλλαγή της διεύθυνσης της άροσης
- 3) οι καλλιέργειες να εναλλάσσονται ή να συνδυάζονται ώστε να ελαττώνεται η διάβρωση, να βελτιώνεται η δομή του εδάφους και να αυξάνεται η πυκνότητα της βλάστησης
- 4) η αποφυγή της εκχέρσωσης της φυσικής βλάστησης και η παραμονή της ως υποόροφου
- 5) η χορήγηση κινήτρων στους παραγωγούς για αγρανάπαυση πρωτίστως στις εντόνως επικλινείς περιοχές
- 6) η ενσωμάτωση των φυτικών υπολειμμάτων στο έδαφος για την αύξηση της οργανικής ουσίας και τη βελτίωση της δομής του εδάφους
- 7) η χορήγηση κινήτρων απομάκρυνσης (για παράδειγμα αποζημίωση) των αγροτών που κατέχουν γαίες σε αβαθή εδάφη και η χρήση αυτών των γαίων για την ανάπτυξη θαμνώδους βλάστησης
- 8) η επιλογή καλλιεργειών με χαμηλές υδατικές ανάγκες στις περιοχές που απειλούνται με ερημοποίηση
- 9) η διατήρηση των ήδη υπάρχοντων αναβαθμών και η δημιουργία καινούριων όπου υπάρχει η οικονομική δυνατότητα
- 10) η δημιουργία φραγμάτων, δεξαμενών και λεκανών για τη συγκράτηση και αποθήκευση του νερού που θα χρησιμοποιηθεί για άρδευση
- 11) η δημιουργία δομών που επιβραδύνουν την επιφανειακή απορροή στα επικλινή εδάφη
- 12) η συντήρηση της φυσικής βλάστησης σε πρηνή για τη συγκράτηση των επιφανειακών υδάτων
- 13) η επιλογή της άρδευσης με σταγόνες όπου αυτό είναι δυνατό

- 14) η εφαρμογή εδαφοβελτιωτικών τεχνικών σε προβληματικά εδάφη, όπως η ικανοποιητική στράγγιση και η χρήση ασβέστου σε όξινα εδάφη
- 15) η μείωση των γεωτρήσεων σε παραλιακές περιοχές

Τα ανωτέρω μέτρα είναι τεχνικά και καλλιεργητικά εκτός από τις επιδοτήσεις που είναι θεσμικό μέτρο. Για τις επιπτώσεις της εντατικής καλλιέργειας στην ερημοποίηση της γης συμφωνούν πολλοί ερευνητές, όπως οι *Halbac-Hotoara-Zamfir et al.*(2020), *Recanatesi et al.* (2015). Παράλληλα, η πολιτεία και οι φορείς είναι επίσης απαραίτητο να φροντίζουν για τη συνεχή επιμόρφωση όλων των εμπλεκόμενων, επιστημόνων και μη (συμβουλευτικά μέτρα) (Ελληνικό Προσχέδιο Δράσης για την Καταπολέμηση της Απερήμωσης, 2001).

2.3.2.3. Τρόποι αντιμετώπισης σχετιζόμενοι με τα δάση

Σύμφωνα με τον Κοσμά (2014) και το Ελληνικό Προσχέδιο Δράσης για την Καταπολέμηση της Απερήμωσης (2001) απαραίτητα μέτρα είναι:

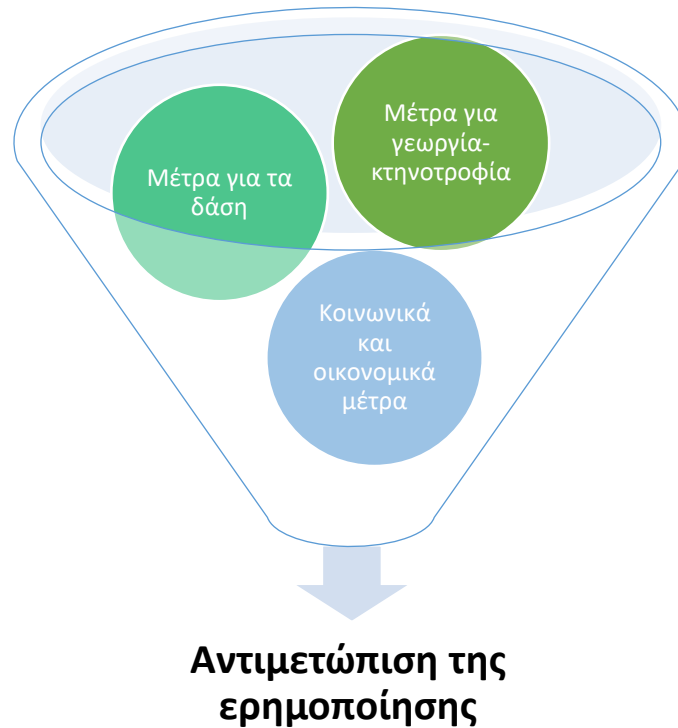
- 1) η προάσπιση των δασών από τις πυρκαγιές (ρύθμιση ιδιοκτησίας, μη αλλαγή χρήσης γης, αποτελεσματικό σύστημα ειδοποίησης για συμβάντα πυρκαγιών και αποτελεσματικό σύστημα εντοπισμού εμπρηστών)
- 2) η εφαρμογή της αναδάσωσης σε καμένες περιοχές που δεν είναι δυνατή η αναγέννηση της φυσικής βλάστησης (επιλογή κατάλληλων φυτικών ειδών, σωστή εφαρμογή της δενδροφύτευσης)
- 3) η λήψη μέτρων κατά της διάβρωσης πριν την έναρξη της αναβλάστησης σε περιοχές που έχουν διαταραχθεί
- 4) η απαγόρευση της βόσκησης σε περιοχές που έχουν διαταραχθεί για την επανάκαμψη της φυσικής βλάστησης
- 5) η εφαρμογή αειφορικών πρακτικών στα δάση και με βάση την παραγωγικότητά τους
- 6) η ελεγχόμενη υλοτομία ώστε να μην διαταράσσεται η ισορροπία του οικοσυστήματος των δασών

Ομοίως όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις, τα ανωτέρω ρυθμίζονται ως επί το πλείστον από τεχνικά μέτρα και έπειτα από θεσμικά ενώ απαραίτητη είναι και οι επιμόρφωση τόσο των επιστημόνων όσο και των υπολοίπων πολιτών. Εδώ πρέπει να τονιστεί ότι είναι αναγκαία η αναβάθμιση του ρόλου της Δασικής Υπηρεσίας, με την ευθύνη και τη λήψη περισσότερων αρμοδιοτήτων, παρατηρήσεων και ελέγχου και τη συνεχή και στενή συνεργασία της με το Πυροσβεστικό Σώμα (Ελληνικό Προσχέδιο Δράσης για την Καταπολέμηση της Απερήμωσης, 2001).

2.3.2.4. Κοινωνικοί, οικονομικοί και άλλοι τρόποι αντιμετώπισης

Μέτρα κοινωνικού και οικονομικού χαρακτήρα είναι τα παρακάτω (Κοσμάς, 2014):

- 1) ο καθορισμός των χρήσεων γης με βάση όλους τους παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητά τους
- 2) η θέσπιση διαφορετικών κριτηρίων επιδότησης, ειδικά για περιοχές ιδιαίτερα υποβαθμισμένες
- 3) η συνέχιση της ύπαρξης ελαιώνων σε επικλινή εδάφη
- 4) η εφαρμογή μεθόδων απορρύπανσης σε περιπτώσεις έντονα ρυπασμένων εδαφών, όπου η ποιοτική τους κατάσταση επιδρά αρνητικά στο βιοτικό επίπεδο των πολιτών, όπως για παράδειγμα η φυτο-απορρύπανση με φυτά υπερσυσσωρευτές βαρέων μετάλλων (Kalyvas et al, 2022)
- 5) η μείωση της φορολογίας στους παραγωγούς που τηρούν την ορθή πρακτική διαχείρισης των φυσικών πόρων
- 6) η χορήγηση κινήτρων μετακίνησης από περιοχές που έχουν υποστεί υποβάθμιση για τη μείωση της έντασης σε αυτές
- 7) η διοργάνωση σεμιναρίων για την πληροφόρηση των ανθρώπων και την κατάρτιση των ατόμων που πρόκειται να εκμεταλλευτούν μία εδαφική έκταση
- 8) η όσο το δυνατόν στενότερη συνεργασία των επιστημόνων με τους τοπικούς εμπλεκόμενους (αγρότες, κτηνοτρόφοι της περιοχής) που είναι εμπειρικοί γνώστες (Hessel et al., 2014, Halbac-Hotoara-Zamfir et al., 2020)
- 9) οι δράσεις που προωθούν την προσπάθεια επίτευξης ισότιμης συμμετοχής των γυναικών στους τοπικούς πληθυσμούς όσον αφορά τους παραπάνω τομείς καθώς η φτώχεια στις αγροτικές περιοχές πολλές φορές αποτελεί έμφυλο φαινόμενο (Halbac-Hotoara-Zamfir et al., 2020)



Σχεδιάγραμμα 2-4: Τομείς που αφορούν τα ειδικότερα μέτρα για την αντιμετώπιση της ερημοποίησης (το σχεδιάγραμμα δημιουργήθηκε από τη συγγραφέα)

2.4. Περιγραφή της τάξης των Cambisols

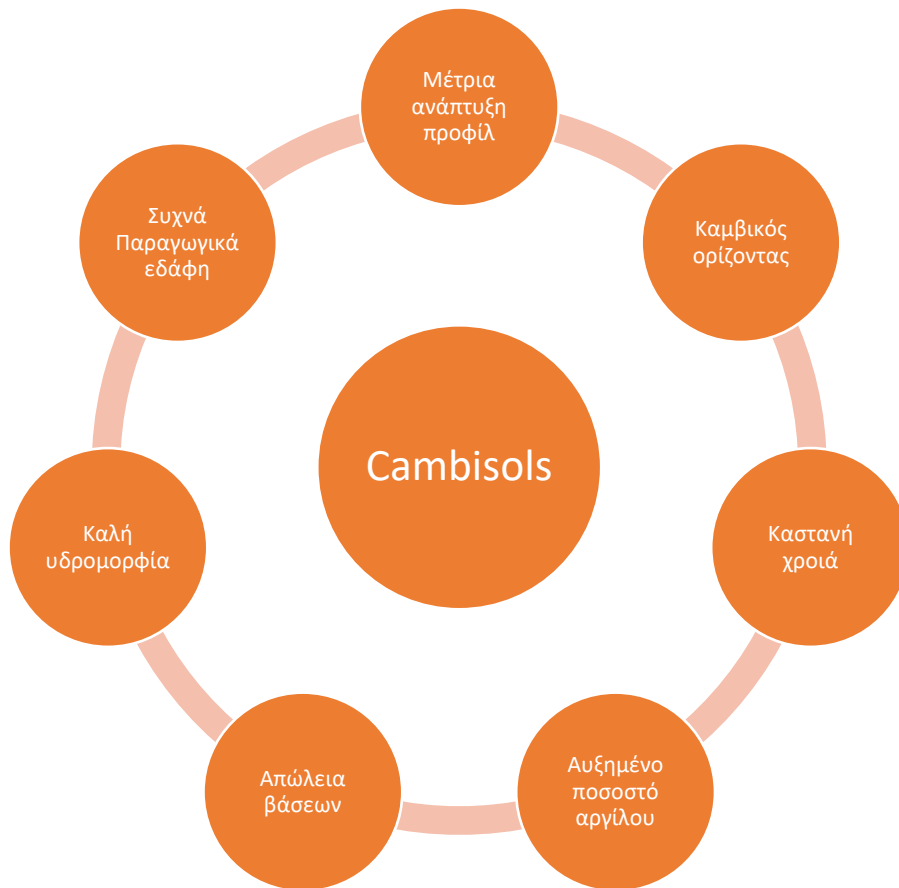
2.4.1. Γενικά στοιχεία

Η τάξη των εδαφών Cambisols εντάσσεται στο σύστημα ταξινόμησης FAO-UNESCO. Πρόκειται για εδάφη με μέτρια ανάπτυξη του εδαφικού προφίλ και εντοπίζονται κυρίως στις εύκρατες ζώνες. Ο υποεπιφανειακός τους ορίζοντας παρουσιάζει δείγματα των αλλαγών που συντελέστηκαν στον επιφανειακό ορίζοντα (Αλιφραγκής, 2008), εξ' ου και η ονομασία που προέρχεται από το λατινικό όρο *cambiare* που σημαίνει «αλλάζω» (Schad et al., 2015). Ο διαγνωστικός τους ορίζοντας είναι ο καμβικός (*cambic*) (Αλιφραγκής, 2008). Χαρακτηριστικά δείγματα είναι η καστανή χροιά που οφείλεται σε αποχρωματισμό, το αυξανόμενο ποσοστό αργίλου (τουλάχιστον 8%) και η απώλεια βάσεων. Το μητρικό υλικό έχει υποστεί ελαφρά ή μεσαία διάβρωση, έχει μέτρια ή λεπτόκοκκη κοκκομετρία και η προέλευση μπορεί να είναι από μια ποικιλία ορυκτών. Δεν υπάρχουν αξιοσημείωτες ποσότητες ιλλουβιακής αργίλου, οργανικής ουσίας και ενώσεων των Fe και Al. Τα εδάφη χαρακτηρίζονται από καλό αερισμό, ικανοποιητική συγκράτηση νερού και καλή στράγγιση και ως προς την κοκκομετρία δύνανται να είναι πηλώδη έως αργιλώδη. Στο σύστημα ταξινόμησης εδαφών των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής αντίστοιχη τάξη είναι τα Inceptisols (Αλιφραγκής, 2008, Schad et al., 2015, Da Gama et al., 2019).

Εντοπίζονται συχνά σε ορεινές περιοχές λόγω των κύκλων διάβρωσης και απόθεσης και μπορούν να υποστηρίξουν ένα μεγάλο εύρος βλάστησης. Αν και μπορούν να εντοπιστούν σε όλα τα είδη κλιμάτων, η παρουσία τους είναι συχνή σε βόρειες περιοχές όπου βρέθηκαν υπό την επίδραση των παγετώνων κατά τη διάρκεια του Πλειστοκαίνου. Αυτό οφείλεται στο ότι το μητρικό υλικό είναι νέο ηλικιακά αλλά και στο ότι ο σχηματισμός του εδάφους συντελείται πιο αργά στις ψυχρές περιοχές. Εντούτοις, εντοπίζονται και σε ξηρές περιοχές αλλά είναι πολύ πιο σπάνια σε περιοχές με υγρό τροπικό και υποτροπικό κλίμα όπου οι μεταβολές στο σώμα του εδάφους είναι πολύ ταχύτερες (Schad et al., 2015). Είναι τα πιο ευρέως κατανεμημένα εδάφη της Μεσογείου που οριοθετούν ποικίλες κλιματικές περιοχές. Στην Ελλάδα, οι εμφανίζονται κυρίως οι υποομάδες Eutric, Dystric και Vertic Cambisols (Zrduli et al., 2010). Συχνή είναι και η παρουσία των εδαφών αυτών σε περιοχές με γεωλογική διάβρωση και εν προκειμένω μπορεί και να συνυπάρχουν με ώριμα τροπικά εδάφη (Schad et al., 2015).



Εικόνα 2-21: Χαρακτηριστικό προφίλ ενός Cambisol
<https://www.britannica.com/science/Cambisol>



Σχεδιάγραμμα 2-5: Χαρακτηριστικά των Cambisols (το σχεδιάγραμμα δημιουργήθηκε από τη συγγραφέα)

2.4.2. Διαχείριση

Τα Cambisols προσφέρουν παραγωγική αγροτική γη και ως εκ τούτου καλλιεργούνται εντατικώς. Τα Cambisols με υψηλό ποσοστό κορεσμού σε βάσεις στις εύκρατες περιοχές αποτελούν τα πιο παραγωγικά εδάφη του πλανήτη. Στην Νότια Ευρώπη δε, εκείνα με μέτριο έως μεγάλο βάθος είναι από τα πιο παραγωγικά εδάφη (Zrduli et al., 2010). Εκείνα με πιο όξινο pH είναι λιγότερο γόνιμα αλλά χρησιμοποιούνται για μικτά γεωργικά συστήματα, για βόσκηση και για υποστήριξη δασικής βλάστησης. Τα εδάφη αυτής της τάξης που βρίσκονται σε εδάφη με έντονες κλίσεις συντηρούνται σε καλύτερη κατάσταση υπό την παρουσία δάσους (Schad et al., 2015). Τα Calcaric και Chromic Cambisols εκτείνονται συνήθως σε επικλινείς επιφάνειες καλυμμένες με δάση.

Σε αλλουβιακές πεδιάδες των ξηρών περιοχών τα Cambisols αρδεύονται και χρησιμοποιούνται για εντατική καλλιέργεια. Σε ανάγλυφο κυματοειδούς ή λοφώδους μορφής αξιοποιούνται για ετήσιες και πολυετείς καλλιέργειες ή ως βοσκήσιμη γη (Schad et al., 2015). Συγκεκριμένα, τα Eutric είναι κατάλληλα για όλες τις καλλιέργειες, τα Dystric για μικτά συστήματα, δασοκομία και βόσκηση. Αν πρόκειται για αρδευόμενες (αλλά και μέσω βρόχινου

νερού) αλλουβιακές πεδιάδες, τα Eutric, τα Calcaric και τα Chromic Cambisols καλλιεργούνται κυρίως για δημητριακά και ηλιέλαιο ενώ αν το κλίμα είναι πιο υγρό για καρότα, συκιές, ελαιόδεντρα και αμπέλια (Zrduli et al., 2010).

Στην υγρή τροπική ζώνη, τα εδάφη αυτά είναι πολύ πιο πτωχά σε θρεπτικά στοιχεία, όμως πλουσιότερα από άλλες τάξεις εδαφών και με μεγαλύτερη Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων (ΙΑΚ). Τα Cambisols σε αλλουβιακές πεδιάδες με επίδραση του υπόγειου νερού είναι κατάλληλα για ορυζώνες (paddy soils) (Schad et al., 2015).

3. Μεθοδολογία

3.1. Το πρόγραμμα DESIRE

Ακολουθεί η περιγραφή του προγράμματος DESIRE, βάσει του οποίου αναπτύχθηκε το λογισμικό DRAST.

3.1.1. Γενικά

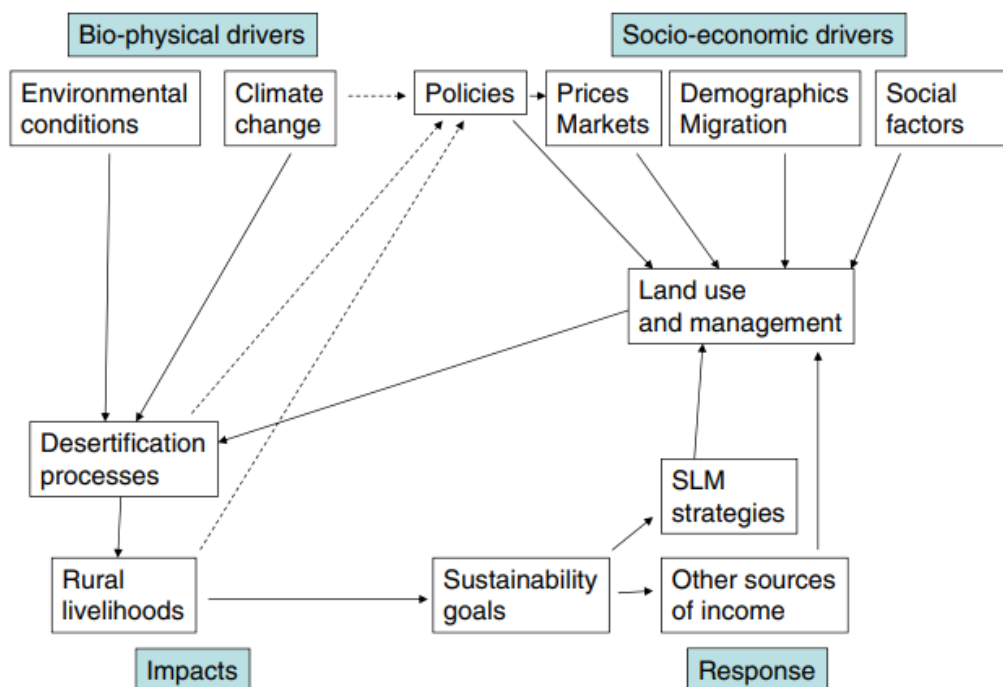
Στα πλαίσια του προγράμματος DESIRE (Desertification mitigation and remediation of land) αναπτύχθηκε μία μεθοδολογία για την αντιμετώπιση του φαινομένου της ερημοποίησης, που δύναται μεν να εφαρμοστεί παγκοσμίως, αλλά ταυτόχρονα λαμβάνει υπόψη και τα ιδιαίτερα γνωρίσματα μιας συγκεκριμένης τοποθεσίας. Προτάθηκαν δε λύσεις σε τοπικό επίπεδο σε συνεργασία με τα ενδιαφερόμενα μέρη (stakeholders) δηλαδή παραγωγούς, κατοίκους κλπ. (Hessel *et al.*, 2014).

Η ευρέως διαδεδομένη άποψη ότι οι τοπικοί πληθυσμοί είναι αδιάφοροι ή δρουν βλαπτικά ευνοώντας την ερημοποίηση δεν ισχύει πάντα. Οι κάτοικοι που ζουν σε μια περιοχή τείνουν να γνωρίζουν τις ειδικές συνθήκες που τη διέπουν, χρησιμοποιούν στρατηγικές διαχείρισης προσαρμοσμένες στις τοπικές συνθήκες και οι δραστηριότητές τους πολλές φορές ενσωματώνονται στις παραδόσεις τους. Ως εκ τούτου, συχνά κατέχουν πολύ περισσότερες γνώσεις για τη διαχείριση της γης στην περιοχή τους εν συγκρίσει με τους εξωτερικούς ερευνητές (Hessel *et al.*, 2014)

Από την άλλη πλευρά, αν οι τοπικοί πληθυσμοί έχουν μεταναστεύσει πρόσφατα στην περιοχή ή η προηγούμενες τακτικές τους είναι πλέον λιγότερο εφαρμόσιμες ή και δυσμενείς λόγω των αλλαγών που έχουν επέλθει τοπικά, τότε οι τοπικοί πληθυσμοί δεν έχουν την απαραίτητη γνώση για να προστατεύσουν τον τόπο τους από την ερημοποίηση. Τόσο οι γνώσεις τους όσο και οι γνώσεις των επιστημόνων τίθενται υπό αμφισβήτηση καθώς οι μεν είναι εμπειρικές και με βάση τις τοπικές συνθήκες και οι δε βασίζονται σε θεωρητικές γνώσεις και μηχανισμούς. Γι' αυτό και ο συνδυασμός και η συνεργασία μεταξύ των επιστημόνων και των ενδιαφερόμενων μερών της περιοχής είναι ένας ενδεδειγμένος τρόπος αντιμετώπισης του φαινομένου της ερημοποίησης. **Αυτή η επαφή μεταξύ των δύο μερών επιτυγχάνεται με το πρόγραμμα DESIRE** (Hessel *et al.*, 2014)

Η δομή του προγράμματος DESIRE βασίστηκε σε προηγούμενα προγράμματα που αναπτύχθηκαν, κυρίως τα WOCAT, LADA, PESERA, DESERTLINKS. **Η καινοτομία του προγράμματος DESIRE είναι ότι παρέχει μία εφαρμόσιμη προσέγγιση για την επίλυση του προβλήματος της ερημοποίησης ενσωματώνοντας στην διαδικασία τις διεργασίες που**

οδηγούν στην ερημοποίηση και εμπλέκοντας ενεργά τα ενδιαφερόμενα μέρη στην επίλυση του προβλήματος. Αυτήν τη ρεαλιστική προσέγγιση, το πρόγραμμα DESIRE αποσκοπεί στο να την μετατρέψει σε επίσημη πολιτική που θα υιοθετηθεί στο μέλλον.(Hessel et al., 2014).



Εικόνα 3-1: Το διάγραμμα περιγραφής του DESIRE, με τις διεργασίες που λαμβάνονται υπόψη και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους (Hessel et al., 2014)

3.1.2. Περιγραφή του προγράμματος DESIRE

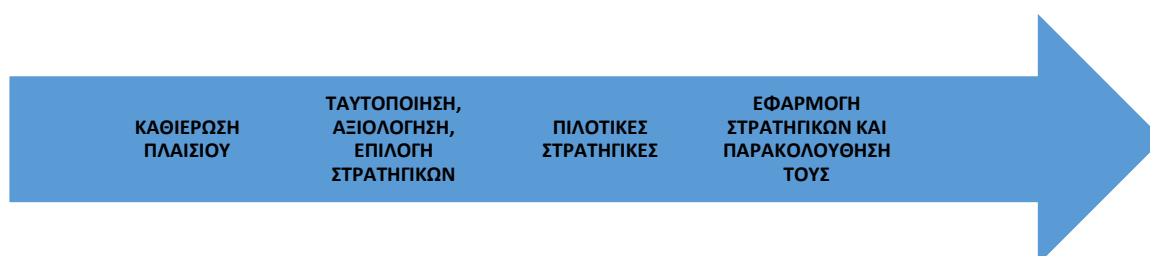
Η συμβολή του προγράμματος του DESIRE συνοψίζεται στα εξής (Hessel et al., 2014):

- 1) Να αναπτύξει αειφορικές στρατηγικές διαχείρισης της γης (Sustainable Land Management-SLM) με τη σύμπραξη όλων των εμπλεκόμενων (τοπικοί πληθυσμοί, αγρότες κ.α.)
- 2) Να παρέχει συμβουλές σε επίπεδο πολιτικών που πρέπει να εφαρμοστούν αλλά και να επηρεάσει πολιτικές που ήδη εφαρμόζονται

Τα τέσσερα μέρη που συνιστούν τη δομή του προγράμματος DESIRE (Hessel et al., 2014):

- 1) **Η καθιέρωση πλαισίου που αφορά την υποβάθμιση της γης και τις αειφορικές στρατηγικές διαχείρισης της και οι στόχοι που πρέπει να επιτευχθούν:** Καθορισμός των βιοφυσικών και των κοινωνικοοικονομικών συνθηκών και των πολιτικών που υφίστανται σε τοπικό επίπεδο.

- 2) **Η ταυτοποίηση, η αξιολόγηση και η επιλογή των αειφορικών στρατηγικών διαχείρισης της γης:** Με την ολοκλήρωση του πρώτου σταδίου, ακολουθεί η διαδικασία της επιλογής των στρατηγικών που θα ακολουθηθούν.
- 3) **Οι πιλοτικές στρατηγικές και μοντέλα των αποτελεσμάτων σε τοπικό επίπεδο:** Εξέταση σε πειραματικό επίπεδο της αποτελεσματικότητας των στρατηγικών βάσει συγκρίσεων σε επεξεργασμένα και μη επεξεργασμένα δείγματα.
- 4) **Η εφαρμογή των αειφορικών στρατηγικών διαχείρισης της γης και η παρακολούθηση της υποβάθμισης της γης και της προόδου όσον αφορά την επίτευξη των στόχων:** Η εφαρμογή των στρατηγικών διαχείρισης επιτελείται παράλληλα με την παρακολούθηση ως προς την αποτελεσματικότητά τους και την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί.



Σχεδιάγραμμα 3-1: Δομή του προγράμματος DESIRE (το σχεδιάγραμμα δημιουργήθηκε από τη συγγραφέα)

Το πρόγραμμα DESIRE έλαβε χώρα σε 17 τοποθεσίες που εντοπίζονται σε πέντε διαφορετικές ευρύτερες περιοχές: στη Μεσογειακή και Ανατολική Ευρώπη, στη Λατινική Αμερική, στην Αφρική και στην Ασία. Επιτόπια έρευνα έγινε σε διάφορες χρήσεις γης (ελαιώνες, εκτάσεις με εντατικές καλλιέργειες, δάση πεύκης κλπ) που επηρεάζονται από μια σειρά από διεργασίες της ερημοποίησης. Το μεγαλύτερο ποσοστό των εκτάσεων των παραπάνω περιοχών είχαν κοινά χαρακτηριστικά ως προς το κλίμα και τις ιδιότητες των εδαφών. Οι περιοχές χαρακτηρίζονται κυρίως από ημίξηρο ή ύφυγρο κλίμα, μεγάλη εποχικότητα στις βροχοπτώσεις και μακρά ξηρή περίοδο. Οι περιοχές εντάχθηκαν σε 5 κατηγορίες κινδύνου ερημοποίησης οι οποίες θα περιγραφούν στην επόμενη παράγραφο (Kosmas et al., 2014).

Κατόπιν διαμοιράστηκαν ερωτηματολόγια για κάθε διεργασία υποβάθμισης για συνολικά 1672 σημεία για τις 17 περιοχές. Στην υδατική διάβρωση υπήρξε περαιτέρω κατηγοριοποίηση βάσει του κυρίαρχου τύπου γης με σκοπό την καταλληλότερη χρήση ορισμένων δεικτών. Ένας ελάχιστος αριθμός 30 σημείων μελετήθηκε για κάθε διεργασία υποβάθμισης για τις περισσότερες τοποθεσίες. Η τοποθεσία των εξεταζόμενων σημείων σημειώθηκε με τη χρήση GPS (Kosmas et al., 2014).



Εικόνα 3-2: Οι 17 περιοχές που μελετήθηκαν στο πρόγραμμα DESIRE (Kosmas et al., 2014)

Το πρόγραμμα DESIRE προτείνει επίσης συστάσεις προς τη Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για την Αντιμετώπιση της Ερημοποίησης (United Nations Convention to Combat Desertification-UNCCD). Αυτά είναι τα εξής (Hessel et al., 2014):

- 1) Κοινά προγράμματα που κινούνται στην ίδια λογική
- 2) Κοινή μεθοδολογία στα σχετικά προγράμματα
- 3) Επιλογή διαφόρων τοποθεσιών για την εφαρμογή των προγραμμάτων (nested scales)
- 4) Κοινοί δείκτες και πληθώρα δεδομένων
- 5) Συμμετοχή και διεπιστημονικότητα
- 6) Γνώσεις διαχείρισης τόσο σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο

Παρά τις ατέλειες κατά την εφαρμογή του προγράμματος DESIRE, οι αρχές πάνω στις οποίες στηρίχτηκε το πρόγραμμα αποδείχτηκαν έγκυρες και τα αποτελέσματα απέδειξαν τη χρησιμότητα του. Οι προσεγγίσεις που εμπεριέχονται στο πρόγραμμα όμως πρέπει να αποτελούν μέρος της κυβερνητικής πολιτικής και να καθίστανται κίνητρα των τοπικών εμπλεκομένων. Στις τοποθεσίες που εφαρμόστηκε το πρόγραμμα, οι τοπικοί παράγοντες έδειξαν διστακτικοί στο να επιλέξουν νέες τεχνολογίες ενώ προτιμούσαν να χρησιμοποιούν τις ήδη υπάρχουσες, φοβούμενοι το οικονομικό ρίσκο (Hessel et al., 2014).

3.2. Το περιβάλλον του λογισμικού DRAST

Η βάση δεδομένων του DRAST (Desertification Risk Assessment Support Tool) αναπτύχθηκε για την εκτίμηση του μεγέθους της εκάστοτε διεργασίας ερημοποίησης διαμέσου της επιλογής των δεικτών που εμπλέκονται σε αυτήν και των αντίστοιχων τιμών τους (Karavitis *et al.*, 2019).

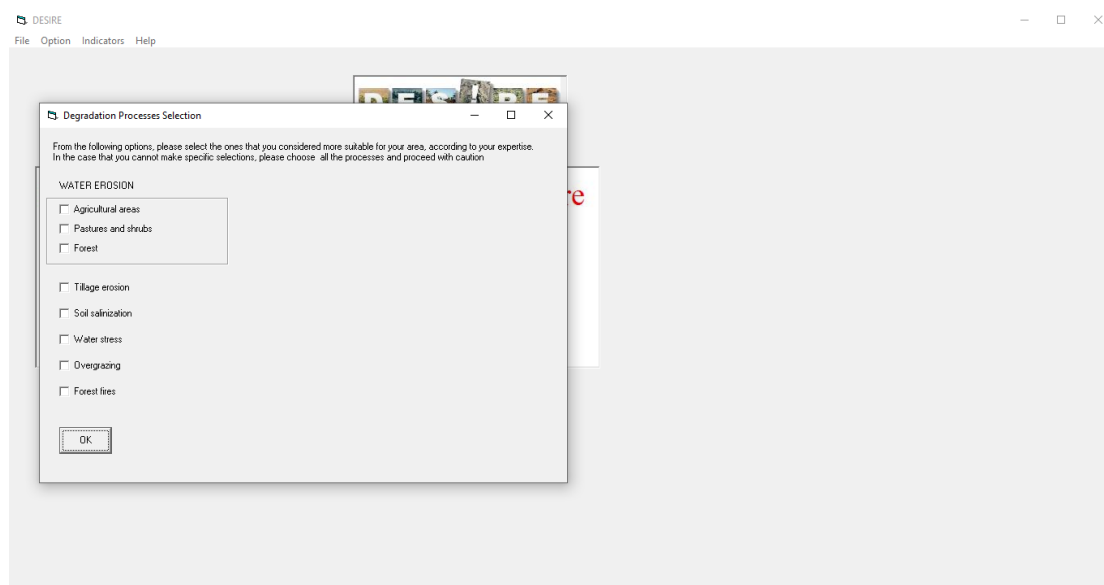


Εικόνα 3-3: Το περιβάλλον του λογισμικού DRAST

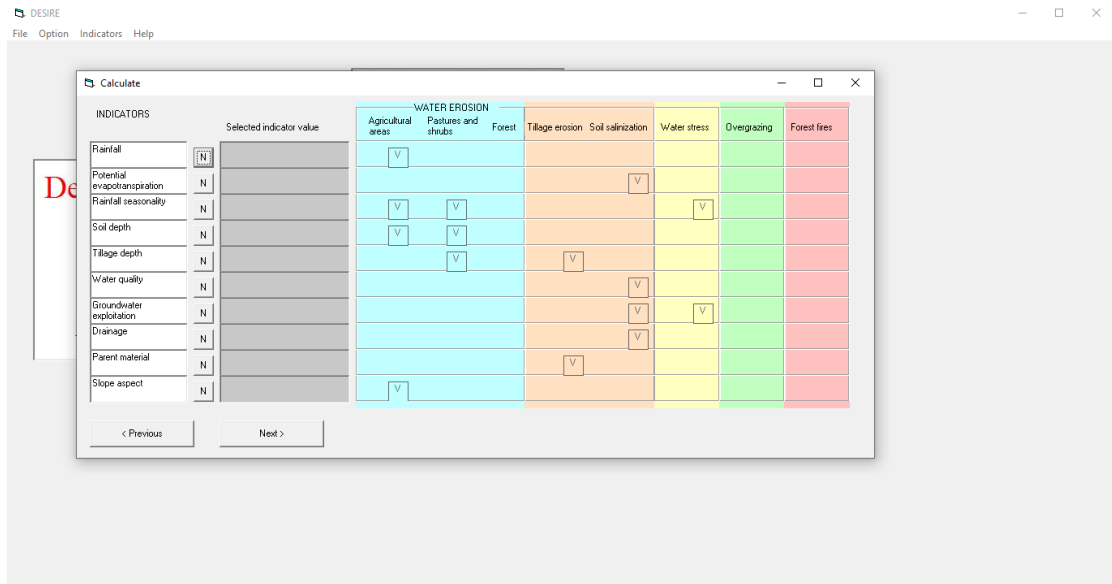
Για τους υπολογισμούς του λογισμικού DRAST αναπτύχθηκε ένα γραμμικό μοντέλο περιγραφής της σχέσης του βαθμού ερημοποίησης DRI (Desertification Risk Index) με τις διεργασίες που οδηγούν σε αυτήν. Η γραμμική εξίσωση (περιγράφεται παρακάτω) επιλέχθηκε αφενός μεν για την απλότητά της αφετέρου δε γιατί δεν υπάρχει κάποια απόδειξη ότι δεν μπορεί να είναι κατάλληλη για την περιγραφή του φαινομένου. Λόγω του μεγάλου πλήθους των δεικτών ο υπολογισμός ήταν μη εφαρμόσιμος και έπειτα από στατιστική ανάλυση οι δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν περιορίστηκαν σε πολύ λιγότερους. Από τα ζεύγη δεικτών ισχυρώς συσχετιζόμενων, αφαιρέθηκε ο ένας. Εν τέλει, για κάθε σημείο ενσωματώθηκαν στην εξίσωση οι καταλληλότεροι και ανεξάρτητοι δείκτες βάσει των φυσικών και κοινωνικο-οικονομικών συνθηκών και του τρόπου διαχείρισης των γαιών. Ένας δείκτης από μόνος του δεν αρκεί για να περιγράψει ένα τόσο περίπλοκο φαινόμενο όπως αυτό της ερημοποίησης ενώ οι επιδράσεις των δεικτών είναι πολύπλοκες και αλληλοεξαρτώμενες. Συνεπώς, ένας συνδυασμός παραγόντων ήταν απαραίτητος για να περιγραφεί ο βαθμός κινδύνου της ερημοποίησης (DRI) για κάθε διεργασία αν και **στην πράξη αποδείχθηκε πως σημαντικό ρόλο παίζουν λιγότεροι αλλά σημαντικοί** (Kosmas *et al.*, 2014).

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι ο μέγιστος αποτελεσματικός αριθμός δεικτών ήταν διαφορετικός, το ίδιο και η κύρια διεργασία ερημοποίησης, αναλόγως την κύρια χρήση γης και την τοπογραφία (Kosmas *et al.*, 2014).

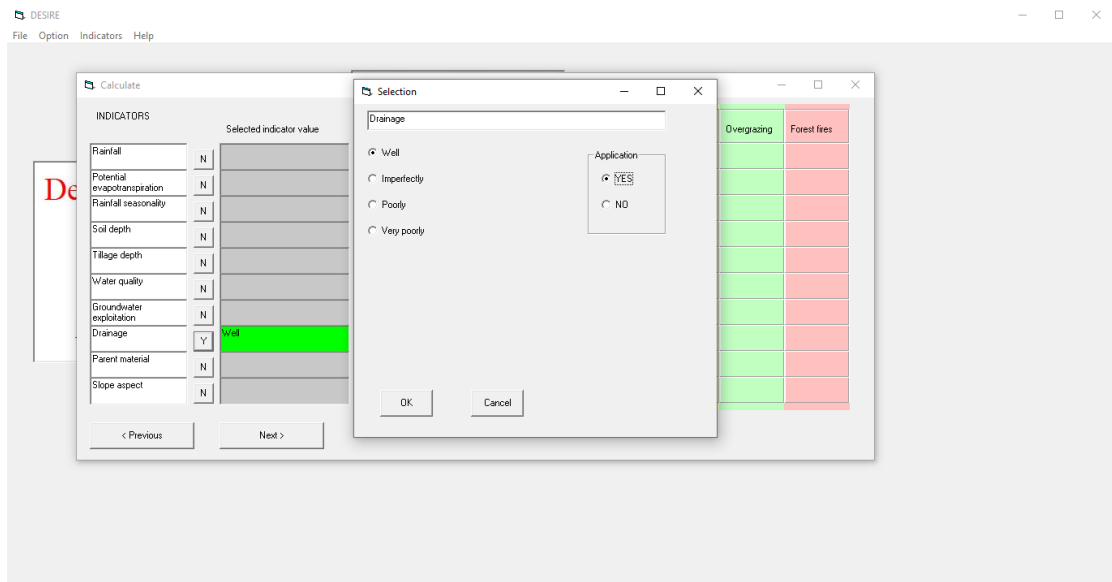
Τα βήματα που ακολουθεί ο χρήστης είναι τα εξής: επιλέγει α) το γενικό τύπο περιοχών που χαρακτηρίζει την περιοχή μελέτης, β) τη διεργασία ή τις διεργασίες που ευθύνονται ή δύνανται να ευθύνονται για το φαινόμενο της ερημοποίησης στην περιοχή, γ1) τους κατάλληλους δείκτες και γ2) τις τιμές που τους αντιπροσωπεύουν για την ενδιαφερόμενη έκταση (προκύπτουν βάσει των διεργασιών που έχουν οριστεί) και τέλος δ) υπολογίζει το δείκτη DRI. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα εν συνεχεία να αλλάξει τους δείκτες (για παράδειγμα, κατόπιν εφαρμογής μια πολιτικής για την αντιμετώπιση της ερημοποίησης. Το πρόγραμμα DRAST διατίθενται και σε μορφή κατάλληλη για το λειτουργικό περιβάλλον των Windows (Windows operating version) και ως εργαλείο στο διαδίκτυο στην ιστοσελίδα desire.aua.gr (Web-based tool version) (Karavitis *et al.*, 2019).



Εικόνα 3-4: Βήματα α) Επιλογή του γενικού τύπου περιοχής της τοποθεσίας β) Επιλογή των κύριων διεργασιών ερημοποίησης της τοποθεσίας



Εικόνα 3-5: Βήμα γ1) Επιλογή κατάλληλων δεικτών



Εικόνα 3-6: Βήμα γ2) Επιλογή τιμής του δείκτη που αντιπροσωπεύει την ενδιαφερόμενη περιοχή

Αφού επιλεγούν οι δείκτες και οι τιμές που χαρακτηρίζουν την εκάστοτε τοποθεσία ακολουθεί το βήμα δ), που είναι ο υπολογισμός της μεταβλητής DRI όπως ορίζεται από τον παρακάτω τύπο (Karavitis et al., 2019) :

$$DRI = \beta_0 + \dots + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n$$

όπου:

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$: οι συντελεστές βαρύτητας

X_1, X_2, \dots, X_n : οι επιλεγμένοι δείκτες (ανεξάρτητες μεταβλητές)

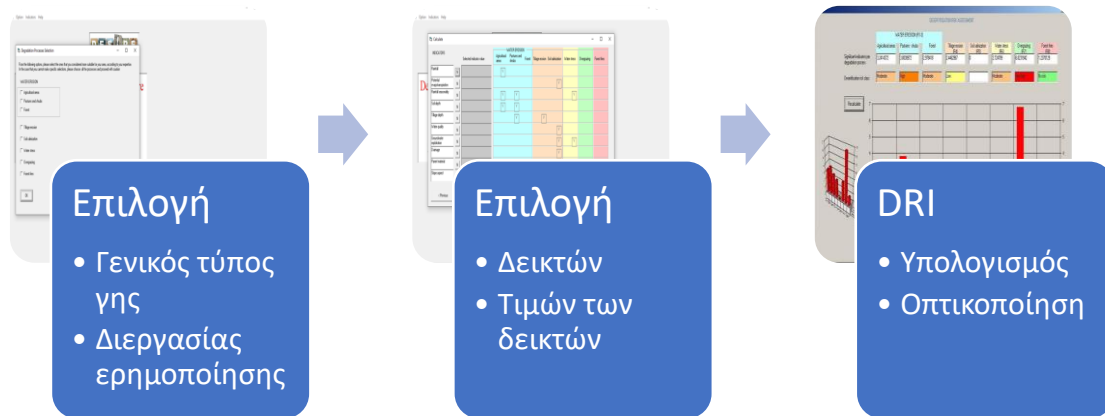
Η ανωτέρω μεθοδολογία αποτελεί ένα ζωτικό εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων που μπορούν να λαμβάνουν τα ενδιαφερόμενα μέλη για την αντιμετώπιση της ερημοποίησης σε κάθε γεωγραφική περιοχή του πλανήτη. Χάρη σε αυτήν, δύνανται να ορίσουν αν το πρόβλημα είναι υπάρχον ή δυνητικό και να υιοθετήσουν τις κατάλληλες τεχνικές διαχείρισης προκειμένου να καταπολεμήσουν ή έστω να περιορίσουν το φαινόμενο (Kosmas et al., 2013).



Εικόνα 3-7: Δείγμα εξεταζόμενης τοποθεσίας που ανήκει σε παραγωγό (Kosmas et al., 2013)

Παρά την αδιαμφισβήτητη μεγάλη χρησιμότητά του ως εργαλείο, το DRAST διέπεται από κάποιους περιορισμούς. Αρχικά., δεν προορίζεται για εφαρμογή σε μιας μικρής κλίμακας περιοχή (field/plot) αλλά σε μία ευρύτερη περιοχή (region and greater). Επίσης, δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε περιπτώσεις αιολικής διάβρωσης. Κατόπιν του υπολογισμού του δείκτη του DRI για μια οριοθετημένη περιοχή, ο χρήστης μπορεί να δει μόνο το τελικό αποτέλεσμα του υπολογισμού, όχι όμως το βαθμό επίδρασης της κάθε παραμέτρου ξεχωριστά. Τέλος, σε περίπτωση χρήσης σε περιοχές του νοτίου ημισφαιρίου, πρέπει να χρησιμοποιηθεί με σύνεση, καθώς δεν υπάρχουν διορθώσεις όσον αφορά την εποχικότητα στα αντίστοιχα κλίματα (Karavitis et al., 2019). Εν τέλει τα πλεονεκτήματα της βάσης δεδομένων DRAST συνοψίζονται ως εξής:

- 1) Λαμβάνει χώρα επίδειξη, υπολογισμός, οπτικοποίηση και εκτίμηση μιας σειράς από δείκτες ερημοποίησης
- 2) Παρουσίαση του δείκτη DRI με έναν συνοπτικό, συγκριτικό, αναπαραγωγικό και ολιστικό τρόπο
- 3) Άμεση αποκριτικότητα του εισαγόμενου δεδομένου με το εξαγόμενο αποτέλεσμα
- 4) Διεπιστημονικά κριτήρια και διαδικασία εκτίμησης διαμέσου της ενσωμάτωσης ειδικών, διαχειριστών και επαγγελματιών



Σχεδιάγραμμα 3-2: Τα βήματα εύρεσης του DRI για δεδομένη περιοχή μέσω του λογισμικού DRAST (το σχεδιάγραμμα δημιουργήθηκε από τη συγγραφέα)

3.3. Κατηγορίες επικινδυνότητας ερημοποίησης βάσει του προγράμματος DESIRE

Μετά την εύρεση του δείκτη DRI, η υπό μελέτη υπό-περιοχή εντάσσεται σε κατηγορία επικινδυνότητας ερημοποίησης. Στο πρόγραμμα DESIRE περιγράφονται 5 κατηγορίες επικινδυνότητας της ερημοποίησης με αύξουσα επικινδυνότητα από το 1 (πολύ μεγάλος κίνδυνος) έως το 5 (κανένας κίνδυνος) (Kosmas et al., 2013):

1. **Πολύ υψηλός κίνδυνος (1):** Πρόκειται για κρίσιμες περιοχές έντονα υποβαθμισμένες που υπόκεινται α) είτε σε πολύ υψηλά ποσοστά διάβρωσης λόγω της εντατικής καλλιέργειας, της υπερβόσκησης και των συχνών πυρκαγιών β) είτε σε υψηλά ποσοστά αλάτωσης λόγω του ρηχού υδροφόρου ορίζοντα ή λόγω της άρδευσης με κακής ποιότητας νερό.
2. **Υψηλός κίνδυνος (2):** Πρόκειται είτε για α) κρίσιμες περιοχές έντονα υποβαθμισμένες που υπόκεινται σε μέτρια ή χαμηλά ποσοστά διάβρωσης είτε για β1) περιοχές ευαίσθητες στην ερημοποίηση μετρίως υποβαθμισμένες που υπόκεινται σε υψηλά ποσοστά διάβρωσης λόγω της εντατικής καλλιέργειας, της υπερβόσκησης, και των συχνών πυρκαγιών είτε για β2) περιοχές ευαίσθητες στην ερημοποίηση μετρίως υποβαθμισμένες που υπόκεινται σε υψηλά ποσοστά αλάτωσης λόγω του μετρίως ρηχού υδροφόρου ορίζοντα ή λόγω της άρδευσης με κακής ποιότητας νερό.
3. **Μέτριος κίνδυνος (3):** Πρόκειται είτε για α) ευαίσθητες περιοχές στην ερημοποίηση μετρίως υποβαθμισμένες που υπόκεινται σε υψηλά ή μέτρια ποσοστά διάβρωσης είτε για β1) περιοχές με δυνητικό κίνδυνο ερημοποίησης που υπόκεινται σε πολύ υψηλά ή υψηλά ποσοστά διάβρωσης λόγω της εντατικής καλλιέργειας, της υπερβόσκησης, και των συχνών πυρκαγιών είτε για β2) περιοχές με δυνητικό κίνδυνο ερημοποίησης που

υπόκεινται σε μέτρια ποσοστά αλάτωσης λόγω του μετρίως βαθιού υδροφόρου ορίζοντα ή λόγω της άρδευσης με μέτριας ποιότητας νερό.

4. **Χαμηλός κίνδυνος (4):** Πρόκειται είτε για α) ευαίσθητες περιοχές στην ερημοποίηση μετρίως υποβαθμισμένες που υπόκεινται σε χαμηλά ποσοστά διάβρωσης είτε για β1) περιοχές με δυνητικό κίνδυνο ερημοποίησης ελαφρώς υποβαθμισμένες που υπόκεινται σε μέτρια ποσοστά διάβρωσης λόγω της εντατικής καλλιέργειας, της υπερβόσκησης, και των συχνών πυρκαγιών είτε για β2) περιοχές με δυνητικό κίνδυνο ερημοποίησης ελαφρώς υποβαθμισμένες που υπόκεινται είτε σε χαμηλά ποσοστά αλάτωσης λόγω του σχετικά βαθιού υδροφόρου ορίζοντα ή λόγω της άρδευσης με σχετικά καλής ποιότητας νερό.
5. **Κανένας κίνδυνος (5):** Πρόκειται είτε για α) δυνητικά απειλούμενες ή καθόλου απειλούμενες περιοχές ελαφρώς ή καθόλου υποβαθμισμένες που υπόκεινται σε πολύ χαμηλή ή καθόλου διάβρωση είτε για β) ευαίσθητες, δυνητικά απειλούμενες ή καθόλου απειλούμενες περιοχές στην ερημοποίηση που δεν υπόκεινται σε κανέναν κίνδυνο αλάτωσης λόγω του βαθιού υδροφόρου ορίζοντα ή της άρδευσης με καλής ποιότητας νερό.

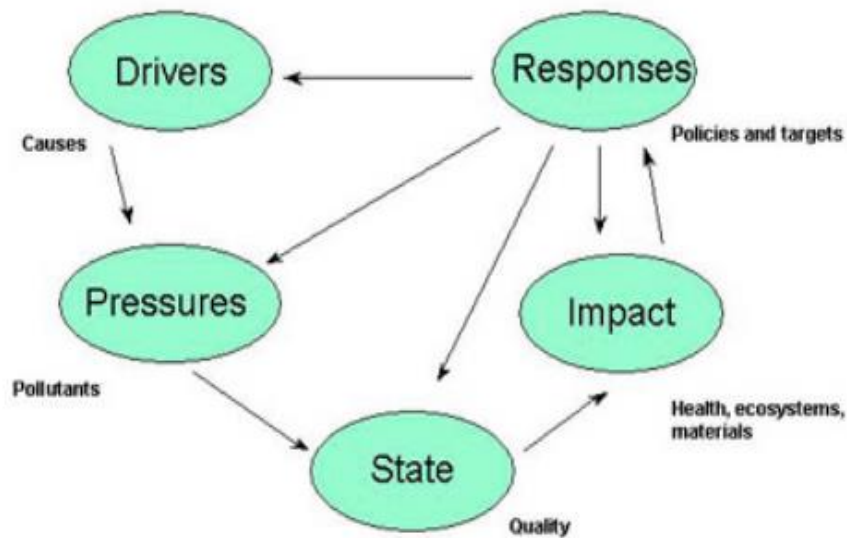


Σχεδιάγραμμα 3-3: Κατηγορίες επικινδυνότητας ερημοποίησης του προγράμματος DESIRE (το σχεδιάγραμμα δημιουργήθηκε από τη συγγραφέα)

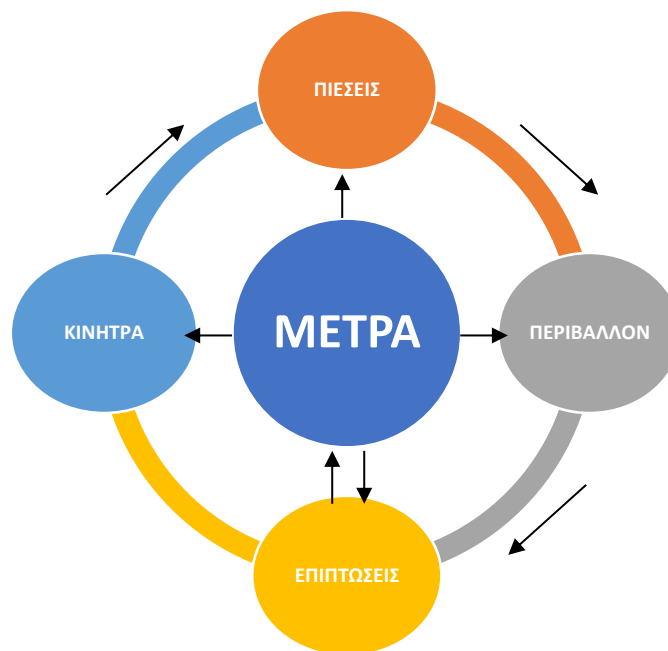
3.4. Το σύστημα DPSIR

Το σύστημα DPSIR (Drivers, Pressures, State, Impact, Response) εισήχθη από την Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Περιβάλλοντος (European Environmental Agency-EEA) και αποσκοπεί στο να οργανώσει τις πληροφορίες και να ορίσει τις θεωρητικές σχέσεις μεταξύ των κινητήριων δυνάμεων ή κινήτρων (drivers-οικονομική και ανθρώπινη δραστηριότητα), των πιέσεων που ασκούνται στο περιβάλλον (pressures-για παράδειγμα ρύποι), της ποιοτικής κατάστασης του στοιχείου που επηρεάζεται (state-για παράδειγμα ποιότητα εδάφους ή ανθρώπινη υγεία), των επιπτώσεων αυτής της κατάστασης (impacts-περιβαλλοντικές ή οικονομικές) και των μέτρων-αντιδράσεων που πρέπει να υπάρξει για την αντιμετώπιση του προβλήματος (response-για παράδειγμα πολιτικές διαχείρισης) .(Hessel *et al.*, 2014, Kristensen, 2004). Τα μέτρα εύλογα συνδέονται με όλους τους υπόλοιπους δείκτες και έχουν μια αμφίδρομη σχέση με τις επιπτώσεις,

όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα (Kristensen, 2004). Χάρη στο μοντέλο DPSIR γίνεται ταξινόμηση των 5 αυτών δεικτών στα πλαίσια της αλληλεπίδρασης των ανθρώπινων δραστηριοτήτων με τα περιβαλλοντικά ζητήματα. Λόγου χάρη, οι ιδιότητες του εδάφους επηρεάζονται από τη διαχείρισή του και συνεπώς δύνανται να επηρεάσουν την αγροτική παραγωγή (Κοσμάς, 2014). Το πρόγραμμα DESIRE χρησιμοποιεί όρους από το DPSIR, όπως φαίνεται στο επόμενο σχεδιάγραμμα. Το DPSIR είναι προγενέστερο του DESIRE και συνεπώς χρησιμοποιεί στοιχεία από τη βιβλιογραφία (Hessel et al., 2014).



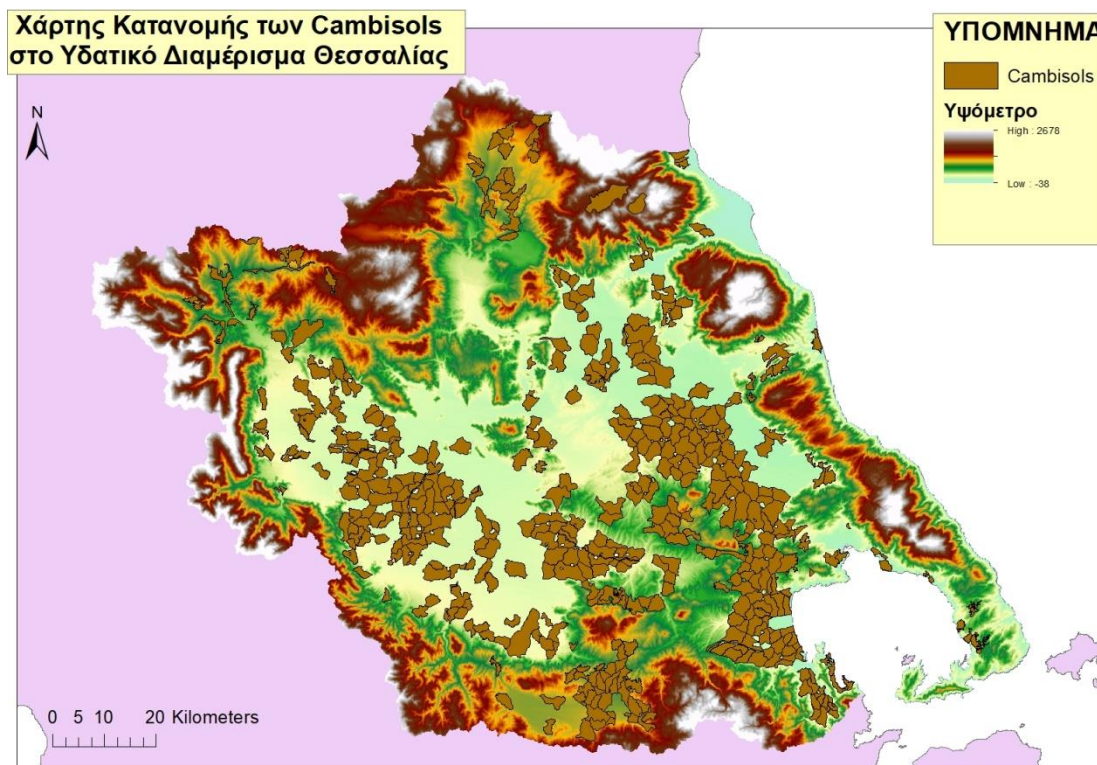
Εικόνα 3-8: Το μοντέλο DPSIR (Kristensen, 2004)



Σχεδιάγραμμα 3-4: Το μοντέλο DPSIR (το σχεδιάγραμμα δημιουργήθηκε από τη συγγραφέα)

4. Περιγραφή περιοχής μελέτης

Η περιοχή μελέτης, είναι οι εκτάσεις των εδαφών του Υδατικού Διαμερίσματος της Θεσσαλίας που ανήκουν στην τάξη των Cambisols και καταλαμβάνουν μεγάλο μέρος της περιοχής της ευρύτερης περιοχής (δηλαδή του Υδατικού Διαμερίσματος), όπως φαίνεται στον Χάρτη 4-1, συγκεκριμένα το 46% των χαρτογραφημένων εκτάσεων της περιοχής. Ακολουθεί η περιγραφή της ευρύτερης περιοχής μελέτης.

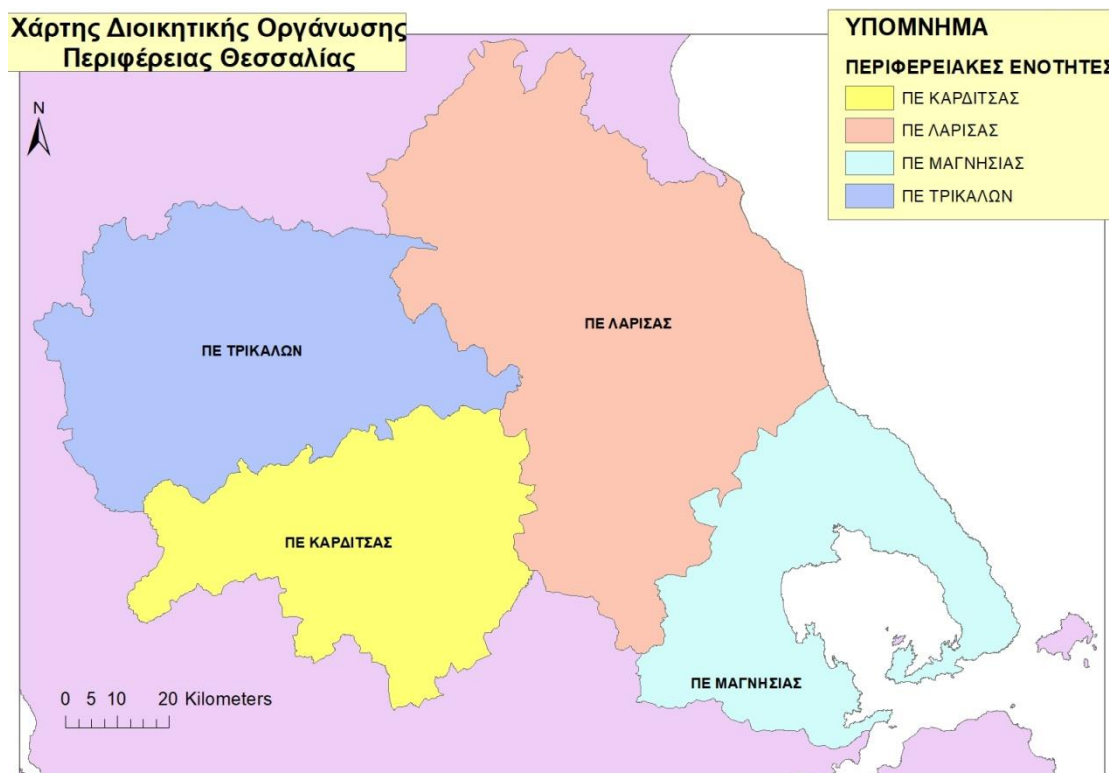


Χάρτης 4-1: Κατανομή των Cambisols στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας

4.1.Γεωγραφία-Διοικητική Οργάνωση

Η Περιφέρεια Θεσσαλίας εντοπίζεται βορειοανατολικά του τμήματος της Κεντρικής Ελλάδας και έχει εμβαδόν 14036 km². Στη βόρεια πλευρά γειτνιάζει με τη την Περιφέρεια Δυτικής και Κεντρικής Μακεδονίας, στη δυτική πλευρά με την Περιφέρεια Ηπείρου και στη νότια πλευρά με την Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας. Η ακτές της Περιφέρειας στην ανατολική πλευρά εκτίθενται στο Αιγαίο Πέλαγος. Πρωτεύουσα της Περιφέρειας είναι η Λάρισα . Η Περιφέρεια Θεσσαλίας αποτελείται από 5 Περιφερειακές Ενότητες (ΠΕ) (όπως φαίνεται και στο Χάρτη 4-2): την ΠΕ Καρδίτσας στα νοτιοδυτικά, με πρωτεύουσα την Καρδίτσα, την ΠΕ Λάρισας στα βορειοανατολικά, με πρωτεύουσα τη Λάρισα , την ΠΕ Μαγνησίας στα ανατολικά, με πρωτεύουσα το Βόλο την ΠΕ Τρικάλων στα βορειοδυτικά, με πρωτεύουσα τα Τρίκαλα και την ΠΕ Σποράδων που συνίσταται από τις νήσους Σκιάθος, Σκόπελος, Αλόνησος, Κυρά

Παναγιά, Γιούτια, Ψαθούρα, Πιπέρι, Περιστερά και Σκαντζάρι. (Διεύθυνση Αναπτυξιακού Προγραμματισμού, 2021, Ινστιτούτο Συνδέσμου Ελληνικών Τουριστικών Επιχειρήσεων, 2020). Να τονιστεί ότι το Διοικητικό Διαμέρισμα της Θεσσαλίας συμπίπτει σε μεγάλο βαθμό με το Υδατικό Διαμέρισμα της Θεσσαλίας, όμως δεν ταυτίζεται απόλυτα και παρουσιάζεται στο Χάρτη 2 στα πλαίσια της αναφοράς των γενικών στοιχείων της περιοχής.

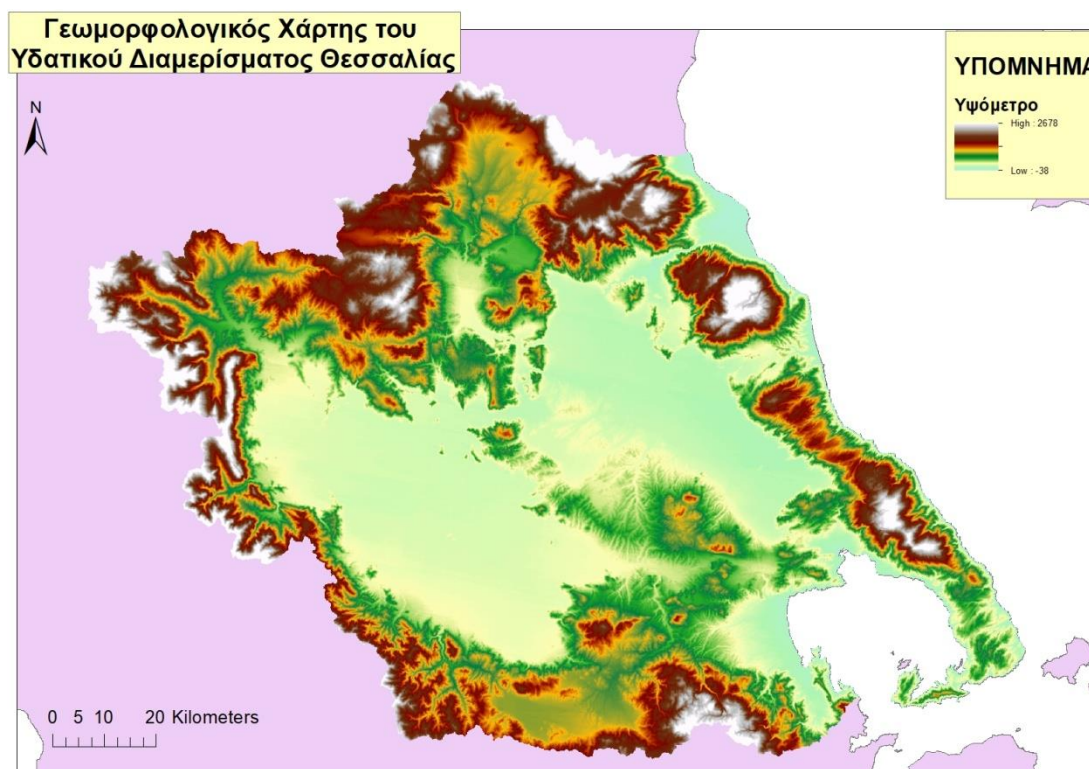


Χάρτης 4-2: Διοικητική Οργάνωση της Περιφέρειας Θεσσαλίας

4.2.Γεωμορφολογία

Το Υδατικό Διαμέρισμα της Θεσσαλίας αποτελείται από πεδινές περιοχές στο κεντρικό τμήμα και ορεινούς όγκους περιφερειακά. Συγκεκριμένα, η θεσσαλική πεδιάδα αποτελεί τεκτονικό βύθισμα και περιβάλλεται από: την οροσειρά Ολύμπου-Καμβουνίων στη βόρεια πλευρά, την οροσειρά της Πίνδου στη δυτική πλευρά, την οροσειρά της Όθρυος στη νότια πλευρά και την οροσειρά Πηλίου-Όσσης στην ανατολική πλευρά. Ο Όλυμπος, με υψόμετρο 2917 m αποτελεί και το υψηλότερο όρος της χώρας. Η περιοχή έχει μέσο υψόμετρο 285 m (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2018, Διεύθυνση Αναπτυξιακού Προγραμματισμού, 2021). Οι οροσειρές αυτές αποτελούν το φυσικό όριο Υδατικού Διαμερίσματος της Θεσσαλίας με τις γειτονικές της περιοχές (Ινστιτούτο Συνδέσμου Ελληνικών Τουριστικών Επιχειρήσεων, 2020), όπως φαίνεται και στο Χάρτη 4-3. Η

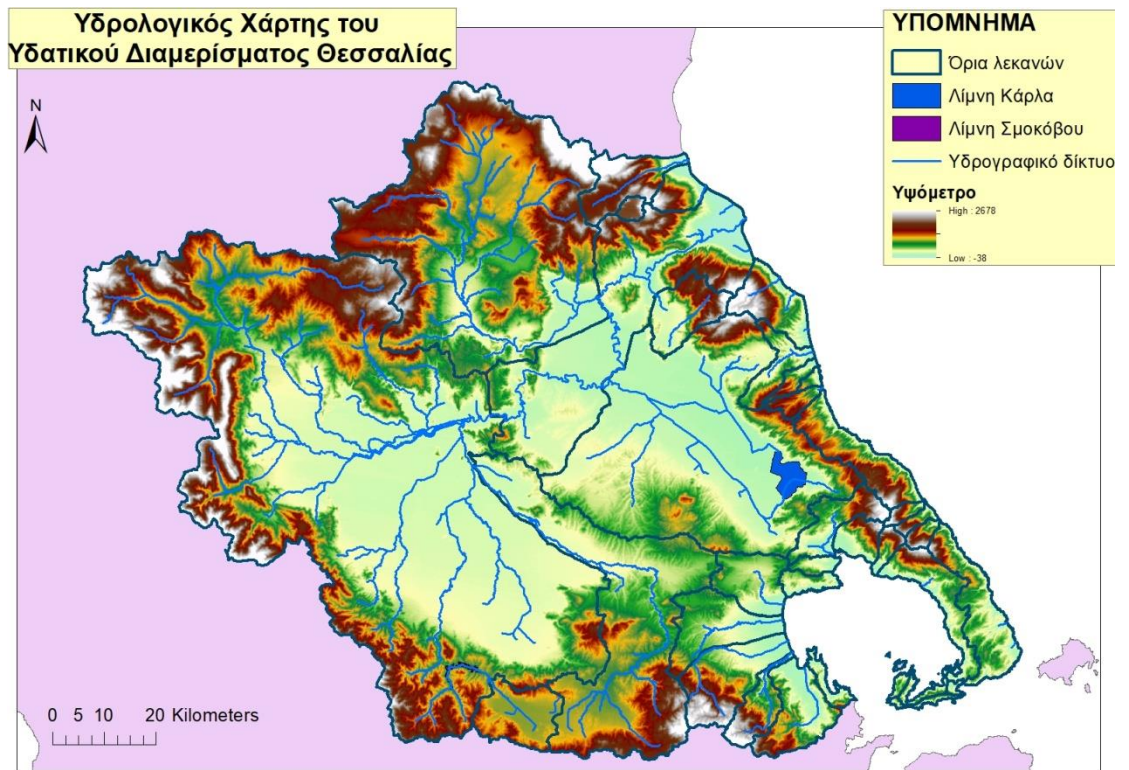
ευρύτερη περιοχή μελέτης καλύπτεται σε ποσοστό 50% από ορεινές-ημιορεινές εκτάσεις και το υπόλοιπο 50% των εκτάσεων είναι πεδινές. Το απόλυτο υψόμετρο των 200 m αποτελεί για τη Θεσσαλία το όριο των περιοχών από το οποίο ξεκινάνε οι ορεινές εκτάσεις. Η Θεσσαλική Πεδιάδα είναι η δεύτερη μεγαλύτερη πεδιάδα της χώρας και σημαντικότερο γεωργικό κέντρο (Διεύθυνση Αναπτυξιακού Προγραμματισμού, 2021).



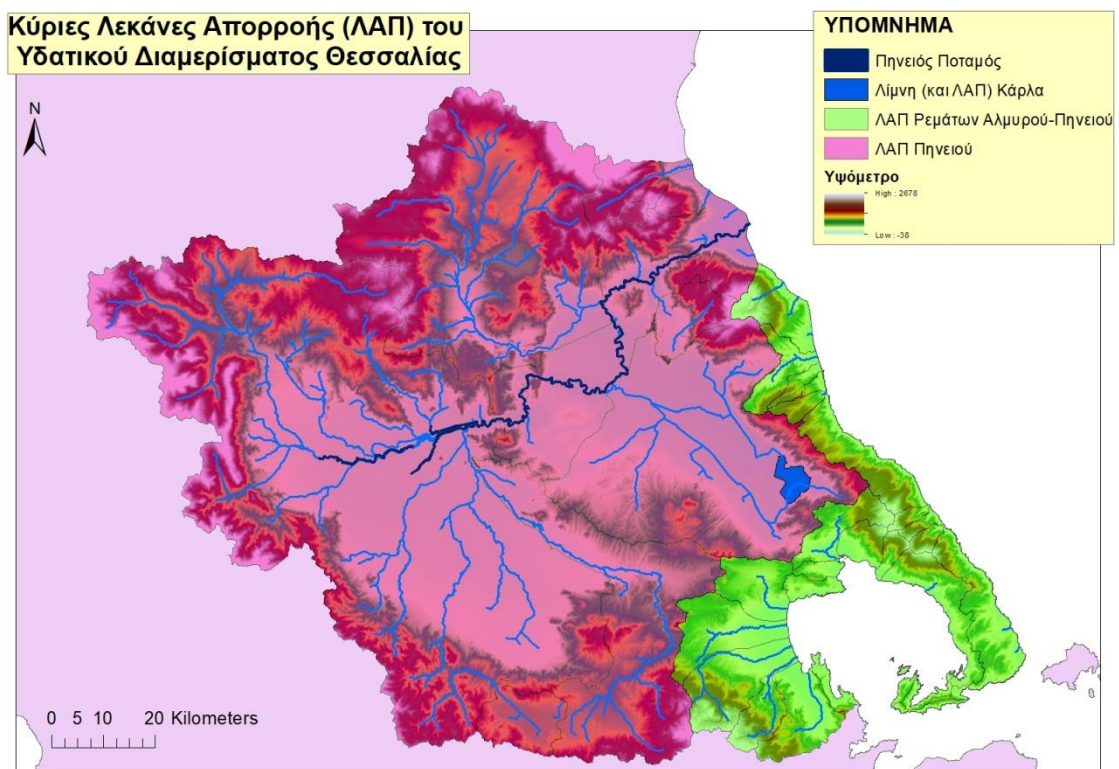
Χάρτης 4-3: Γεωμορφολογία του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας

4.3.Υδρολογία

Στο Χάρτη 4-4 απεικονίζονται όλες οι υδρολογικές λεκάνες¹ και το υδρογραφικό δίκτυο της ευρύτερης περιοχής μελέτης. Η περιοχή της Θεσσαλίας περιλαμβάνει δύο κύριες Λεκάνες Απορροής (ΛΑΠ): 1) του Πηνειού (με έκταση 11062 km²) και 2) των Ρεμάτων Αλμυρού-Πηλίου (με έκταση 2079 km²). Η Λεκάνη της Κάρλας αποτελεί αυτούσια μία Λεκάνη Απορροής (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2018). Ο μεγαλύτερος ποταμός της Θεσσαλίας είναι ο Πηνειός με διεύθυνση ανατολή-δύση (Διεύθυνση Αναπτυξιακού Προγραμματισμού, 2021, Ινστιτούτο Συνδέσμου Ελληνικών Τουριστικών Επιχειρήσεων, 2020). Οι τρεις κύριες ΛΑΠ, ο κεντρικός ρους του ποταμού Πηνειού και οι δύο κύριες τεχνητές λίμνες απεικονίζονται στο Χάρτη 5.



Χάρτης 4-4: Υδρολογία του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας



Χάρτης 4-5: Οι κύριες ΛΑΠ του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας

Η λεκάνη του Πηνειού αποτελεί την κύρια υδρολογική λεκάνη του υδατικού

διαμερίσματος της Θεσσαλίας με κυριότερους παραπόταμους νότια τον Ενιπέα, το Φαρσαλιώτη, το Σοφαδίτη και τον Καλέντζη, δυτικά και νοτιοδυτικά τον Πάμισο και τον Πορταϊκό και βόρεια το Ληθαίο, το Νεοχωρίτη και το Τιταρήσιο (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2018). Στα ορεινά της Θεσσαλίας, δυτικά, απορρέει για κάποια περίοδο ο ποταμός Αχελώος (Ινστιτούτο Συνδέσμου Ελληνικών Τουριστικών Επιχειρήσεων, 2020). Ο Πηνειός συσσωρεύει τα ύδατα των παραποτάμων του, διατρέχει τη Θεσσαλική Πεδιάδα και την Κοιλάδα των Τεμπών και εκφορτίζει στο Αιγαίο Πέλαγος (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2018). Τα νερά του ποταμού χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον για άρδευση καθώς καθ' όλη την έκτασή της πεδιάδας καλλιεργούνται ετήσιες και δενδρώδεις καλλιέργειες. Η αυξημένη ζήτηση του νερού έχει οδηγήσει σε υπερεκμετάλλευση των υπόγειων υδάτων και υποβάθμισή τους (Loukas et al., 2006). Στο Υδατικό Διαμέρισμα της Θεσσαλίας εντοπίζονται οι τεχνητές λίμνες, Σμοκόβου, Κάρλας (που αποτελούν και τις κύριες λίμνες) και Κεφαλόβρυσου, Αργυροπουλίου (δεν απεικονίζονται στο χάρτη λόγω της μικρής τους έκτασης (Ινστιτούτο Συνδέσμου Ελληνικών Τουριστικών Επιχειρήσεων, 2020, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2018, Διεύθυνση Αναπτυξιακού Προγραμματισμού, 2021). Στο Χάρτη 4-6 απεικονίζονται και κατονομάζονται οι παραπόταμοι του κύριου ποταμού που διατρέχουν την έκταση της ευρύτερης περιοχής.

Η ΛΑΠ Πηνειού χωρίζεται στις υπολεκάνες των παραποτάμων Πηνειού και της Λεκάνης Κάρλας (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2018) . Η ΛΑΠ των Ρεμάτων Αλμυρού-Πηλίου περιέχει ρέματα τα οποία εκφορτίζουν στον Παγασητικό Κόλπο (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2018, Διεύθυνση Αναπτυξιακού Προγραμματισμού, 2021).



Χάρτης 4-6: Οι κύριοι παραπόταμοι του Πηνειού και οι κύριες λίμνες στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας

4.4.Γεωλογία

Ακολουθεί μία σύντομη περιγραφή της γεωλογίας της ευρύτερης περιοχής της Θεσσαλίας. Οι γεωτεκτονικές ενότητες της περιοχής της Θεσσαλίας είναι οι παρακάτω (Παπανικολάου, 2015):

- Ενότητα Δυτικής Θεσσαλίας (Ενότητα Κόζιακα): Χαρακτηριστικό της ενότητας αυτής είναι η παρουσία φλύσχη που αποτελείται από τουρβιδίτες, ψαμμίτες, πηλίτες και ασβεστολίθους με απολιθώματα.
- Μαλιακή ενότητα: Αποτελείται από ασβεστόλιθους, όμως κυριαρχούν οι ραδιολαρίτες, με ενδιάμεσες στρώσεις λατυποπαγών ασβεστολίθων και βασικά ηφαιστειακά πετρώματα, (τόφοι και λάβες) που είναι πολύ περισσότερα από τους ασβεστόλιθους.
- Καλύμματα Οφιολίθων (Βόρεια Πίνδος): Οι οφιολιθικοί σχηματισμοί επικάθονται πάνω στο φλύσχη της Πίνδου και σε αυτούς υπέρκεινται ιζήματα του Ολιγοκαίνου.
- Υποπελαγονική Ενότητα Ανατολικής Ελλάδας: Σε αυτήν επικρατούν νηριτικού τύπου πετρώματα και σχιστοψαμμιτοκερατολιθικές διαπλάσεις
- Ενότητα Βορείων Κυκλάδων (Αμπελάκια): Συνίσταται από σχιστόλιθους και κατά τόπους μάρμαρα
- Ενότητα Αλμωπίας (Πρώην Μεταμορφωμένη Πελαγονική Ζώνη): Σε αυτήν

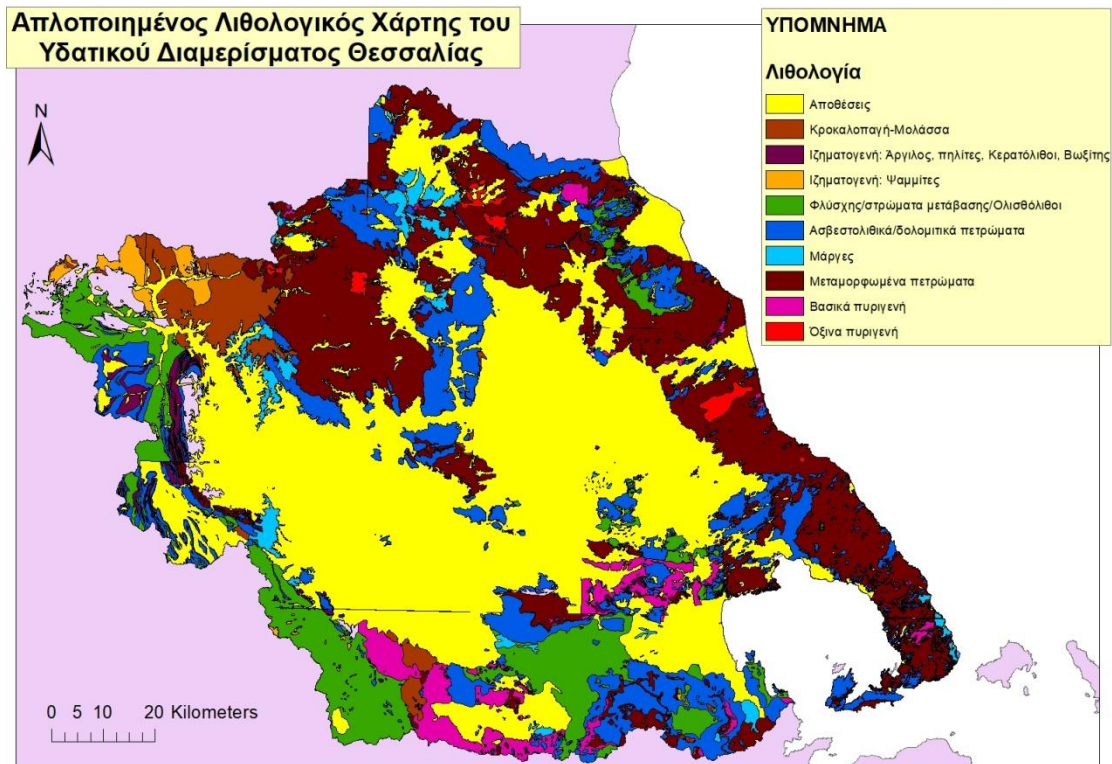
εντοπίζονται φυλλιτικά και κλαστικά πετρώματα, λάβες και τόφφοι, κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι έως μάρμαρα και ο ανώτερος σχιστολιθικός σχηματισμός από ψαμμίτες, κερατόλιθους, αργιλικούς σχιστόλιθους, ασβεστόλιθους και οφιόλιθους.

- G. Μολασσικές Λεκάνες: Καλύπτονται από μολασσικά ιζήματα και επί αυτών εντοπίζονται μάργες, ψαμμίτες και κροκαλοπαγή.
- H. Νεοτεκτονικές Λεκάνες: Πρόκειται για μεταλλικές λεκάνες που υπέρκειται των μολασσικών λεκανών και αποτελούν χερσαία ιζήματα του Μειοκαινού-Τεταρτογενούς. Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικά.

Οι τεκτονικές λεκάνες της περιοχής καλύπτονται από νεογενείς στρώσεις και αλλουβιακές αποθέσεις του Τεταρτογενούς (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2018):

- 1) Στην τοποθεσία Σαρανταπόρου και Αλμυρού, στους λόφους μεταξύ δυτικού και ανατολικού τμήματος εντοπίζονται νεογενείς και πλειστοκαινικές στρώσεις. Είναι λιμναία ή ποταμοχερσαία ιζήματα και συνίστανται από κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, αργίλους, μάργες και κατά τόπους λιγνίτη.
- 2) Τα τεταρτογενή ιζήματα καλύπτουν σχεδόν εξ' ολοκλήρου την πεδινή έκταση της Θεσσαλίας, είναι ποτάμιας ή και λιμναίας φύσης με πολύμορφη κοκκομετρία. Στα ενδότερα των δύο πεδιάδων, η κοκκομετρική σύσταση των ιζημάτων καθίσταται λεπτότερη ενώ στις περιοχές των εκβολών των ποταμών είναι πιο χονδρόκοκκη και είναι χαρακτηριστική η παρουσία αδρομερών υλικών.

Στον Χάρτη 4-7 απεικονίζεται σε απλοποιημένη μορφή η γεωλογία της περιοχής της Θεσσαλίας.



Χάρτης 4-7: Γεωλογικός χάρτης της Θεσσαλίας

4.5.Δημογραφία

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Υπηρεσίας (ΕΛΣΤΑΤ) για την περίοδο 2001-2011, τα οποία παρατίθενται στον Πίνακα 4-1 ο συνολικός πληθυσμός της Περιφέρειας Θεσσαλίας μειώθηκε περίπου κατά 1% (Ελληνική Στατιστική Αρχή). Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιήθηκαν για την παρούσα εργασία καθώς δεν έχουν ακόμη αναρτηθεί επισήμως στην ιστοσελίδα της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛΣΤΑΤ) τα δεδομένα τη απογραφής για την περίοδο 2012-2022. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται η κατανομή των πληθυσμών και η ηλικιακή κατανομή ανά Περιφερειακή Ενότητα καθώς και οι μεταβολές τους σε σχέση με το έτος 2001 (Ελληνική Στατιστική Αρχή).

Πίνακας 4-1: Κατανομή των πληθυσμών των Περιφερειακών Ενοτήτων της Περιφέρειας Θεσσαλίας και μεταβολή του πληθυσμού από το 2001 (Ελληνική Στατιστική Αρχή)

Περιφέρεια Θεσσαλίας		
Πληθυσμός 2001	Πληθυσμός 2011	Μεταβολή (%)
740115	732762	-0,99
Περιφερειακή Ενότητα		Μεταβολή (%)
Λάρισα	284325	0,77
Μαγνησίας	190010	-1,08
Τρικάλων	131085	-1,21
Καρδίτσας	113544	-5,59

Ο δείκτης γήρανσης της Θεσσαλίας είναι υψηλότερος από το συνολικό δείκτη γήρανσης της χώρας, δηλαδή **υπάρχει υψηλό ποσοστό ηλικιωμένων ατόμων εξαρτώμενων από παραγωγικές ηλικίες**. Από την άλλη, οι δείκτες αντικατάστασης της Θεσσαλίας είναι επίσης υψηλότεροι από της υπόλοιπης χώρας, δηλαδή **η ανανέωση γενεών είναι ενθαρρυντική** (Διεύθυνση Αναπτυξιακού Προγραμματισμού, 2021).

Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α, στον Πίνακα Α1 παρατίθενται στοιχεία για την περίοδο 2015-2020, όπου αποτελούν και τα πιο πρόσφατα. Σε αυτήν την περίοδο, ο πληθυσμός της Περιφέρειας Θεσσαλίας αποτελεί το 7% του ολικού πληθυσμού της χώρας (Ινστιτούτο Συνδέσμου Ελληνικών Τουριστικών Επιχειρήσεων, 2020).

4.6. Παραγωγή-Οικονομία

Η Περιφέρεια Θεσσαλίας παράγει το μεγαλύτερο ποσοστό σε σκληρό σιτάρι, βιομηχανικά φυτά και νωπά λαχανικά (1^η σε εθνικό επίπεδο). Επίσης, παράγει το 58,6% των ζωικών προϊόντων στη χώρα, με εξέχουσα θέση στην κτηνοτροφία και κυρίως στην αιγοπροβατοτροφία. Στο σύνολο του πληθυσμού της Περιφέρειας, στο γεωργικό, δασοκομικό και αλιευτικό τομέα απασχολείται το 18,2%. Επίσης, κατέχει σημαντική θέση και στο δευτερογενή τομέα και κυρίως αυτόν της μεταποίησης (καθώς συνδέεται με τον πρωτογενή τομέα) αν και αυτός έχει μειωθεί δραστικά. Οι κύριες όμως παραγωγικές δραστηριότητες αφορούν τον τριτογενή τομέα (Διεύθυνση Αναπτυξιακού Προγραμματισμού, 2021).

4.7.Κλίμα-Μετεωρολογία

Το κλίμα της Ελλάδας είναι μεσογειακό, δηλαδή χαρακτηρίζεται από ήπιους και υγρούς χειμώνες, θερμά και ξηρά καλοκαίρια και μεγάλη διάρκεια ηλιοφάνειας καθ' όλο το χρόνο. Σε όλη την επικράτεια του ελλαδικού χώρου παρουσιάζονται διαφοροποιήσεις πάντα υπό τις γενικότερες συνθήκες του μεσογειακού κλίματος. Αυτές οφείλονται στην ιδιαίτερη γεωμορφολογία του ελλαδικού χώρου (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία).

Η περιοχή της Θεσσαλίας κλιματικά χωρίζεται σε τρεις ζώνες: α) την ανατολική παραλιακή ζώνη με χαρακτηριστικό μεσογειακό κλίμα, β) τη ζώνη του κεντρικού πεδινού τμήματος με ηπειρωτικό κλίμα και γ) την δυτική ορεινή ζώνη με κλίμα χαρακτηριστικό των ορεινών περιοχών (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2018). Οι θερμοκρασίες το χειμώνα είναι ήπιες στο ανατολικό τμήμα έως πολύ χαμηλές στο δυτικό ορεινό (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2018) και πολύ υψηλές το καλοκαίρι (Loukas et al., 2006) με πολύ μεγάλη ξηρασία (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2018). Η βροχόπτωση και η εξατμισοδιαπνοή αποτελούν τις μετεωρολογικές παραμέτρους που αφορούν άμεσα την παρούσα εργασία, καθώς είναι παράμετροι που υπολογίζονται στο λογισμικό του DRAST. Για το λόγο αυτό θα γίνει πιο εκτενής αναφορά σε αυτές.

4.7.1.Βροχοπτώσεις

Η μέση ετήσια βροχόπτωση αυξάνεται βαθμιαία από τις ανατολικές περιοχές, οι οποίες δεν χαρακτηρίζονται από μεγάλο ύψος κατακρημνισμάτων (εξαιρούνται τα ορεινά που έχουν μεγαλύτερο ύψος βροχόπτωσης), έπειτα στις πεδινές και τέλος στις δυτικές περιοχές. Η μέση ετήσια βροχόπτωση για το σύνολο της Περιφέρειας υπολογίζεται περίπου στα 700 mm (Loukas et al., 2006, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2018). Η μεγαλύτερη ποσότητα κατακρημνισμάτων λαμβάνει χώρα από τον Οκτώβριο έως τον Ιανουάριο και οι λιγότερες τον Ιούλιο και τον Αύγουστο (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2018).

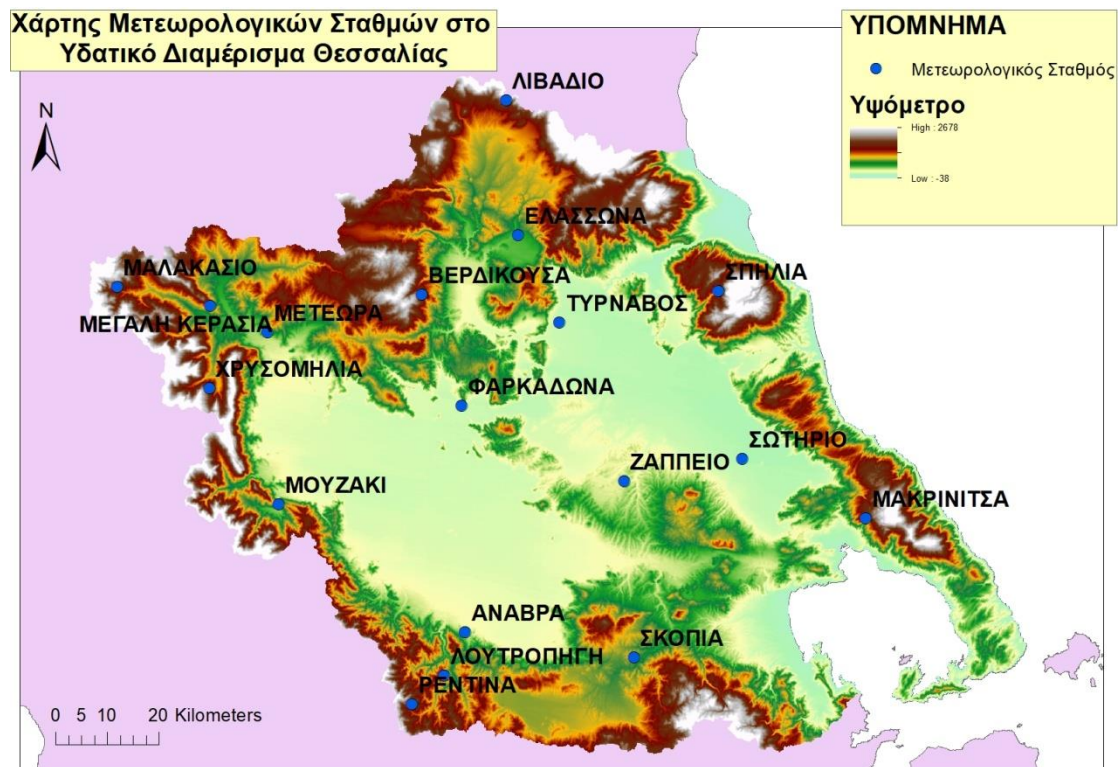
Στον Πίνακα 4-2 παρουσιάζονται οι τιμές των ετήσιων βροχοπτώσεων για συνολικά 18 μετεωρολογικούς σταθμούς που είναι εγκατεστημένοι εντός της επικράτειας του Υδατικού Διαμερίσματος της Θεσσαλίας (βλέπε Χάρτης 4-8, Χάρτης Μετεωρολογικών Σταθμών Περιφέρειας Θεσσαλίας). Τα βροχομετρικά δεδομένα δόθηκαν από τον Επιβλέποντα Καθηγητή της παρούσας εργασίας και αφορούσαν περίοδο 33 ετών (1976-2009). Συγκεκριμένα, για κάθε μετεωρολογικό σταθμό υπολογίστηκε η ετήσια βροχόπτωση (άθροισμα μηνιαίων ποσών

κατακρημνισμάτων) για κάθε έτος ξεχωριστά και εν τέλει υπολογίστηκε ο μέσος όρος των ετήσιων βροχοπτώσεων (αθροισμάτων).

Πίνακας 4-2: Η ετήσια βροχόπτωση που καταγράφηκε για 18 μετεωρολογικούς σταθμούς εγκατεστημένους εντός της επικράτειας του Υδατικού Διαμερίσματος της Θεσσαλίας

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ	ΕΤΗΣΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΣΤΑΘΜΟΥ (m)
Ανάβρα	668	196,3
Βερδικούσα	626	914,6
Ελασσώνα	480	276,3
Ζάππειο	475	172,3
Λιβαδιό	625	1150,4
Λουτροπηγή	742	722,1
Μακρινίτσα	720	685,4
Μαλακάσιο	888	850,7
Μεγάλη Κερασιά	769	509
Μετέωρα	728	241,8
Μουζάκι	712	225,3
Ρεντίνα	1003	884,9
Σκοπιά	532	444,7
Σπηλιά	708	809
Σωτήριο	485	52,4
Τύρναβος	457	97,1
Φαρκαδώνα	531	86,2
Χρυσομηλιά	1095	911,1

Η μέγιστη ποσότητα βροχοπτώσεων καταγράφεται στη Χρυσομηλιά (1095 mm) και η μικρότερη στον Τύρναβο (457 mm). Στο Χάρτη 4-8 απεικονίζονται οι τοποθεσίες των μετεωρολογικών σταθμών στην ευρύτερη περιοχή μελέτης.



Χάρτης 4-8: Τοποθεσία των μετεωρολογικών σταθμών στο Υδατικό Διαμέρισμα της Θεσσαλίας

4.7.2.Εξατμισοδιαπνοή

Η Παπουτσή (2017) με τη χρήση δορυφορικών δεδομένων υπολόγισε την ημερήσια δυνητική εξατμισοδιαπνοή με διάφορες μεθόδους υπολογισμού, συμπεριλαμβανομένης και της Penmann-Montheith για την περιοχή της Θεσσαλίας. Για την παρούσα εργασία, χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα αυτά ως τα περισσότερο πληρέστερα για τις ανάγκες της αυτής της μελέτης. Αφορούν περίοδο 6 μηνών (Μάιο έως Οκτώβριο) όπου και λαμβάνουν χώρα οι μεγαλύτερες τιμές εξατμισοδιαπνοής. Για την ακρίβεια, ως δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν οι μέσες τιμές της ημερήσιας δυνητικής εξατμισοδιαπνοής που προέκυψαν κατόπιν της εφαρμογής της μεθόδου Penman-Montheith για την περίοδο Μαΐου-Οκτωβρίου (Παπουτσή, 2017). Για τις ανάγκες της εργασίας, κάθε μέση τιμή για κάθε μήνα πολλαπλασιάστηκε με τις ημέρες του μήνα και τα γινόμενα που προέκυψαν προστέθηκαν δίνοντας την τελική ετήσια τιμή για όλο το έτος. **Η τιμή της ετήσιας δυνητικής εξατμισοδιαπνοής για ολόκληρο το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας είναι 843 mm** (Πίνακας 4-3). Ελλείψει εγκυρότερων δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε αυτή η τιμή για όλες τις υπό μελέτη εδαφολογικές μονάδες.

Πίνακας 4-3: Η μέση τιμή της ημερήσιας δυνητικής εξατμισοδιαπνοής για κάθε μήνα (ET mm/day), το γινόμενο της μέσης ημερήσιας τιμής επί των ημερών (ET mm/month) που δηλώνει την μέση μηνιαία εξατμισοδιαπνοή και το άθροισμά όλων των μηνών για τον υπολογισμό της ετήσιας δυνητικής εξατμισοδιαπνοής (ET ANNUAL)

ΜΗΝΑΣ	ET (mm/day)	ET (mm/month)
Μάιος	4	124
Ιούνιος	5,5	165
Ιούλιος	6,1	189,1
Αύγουστος	5,7	176,7
Σεπτέμβριος	4	120
Οκτώβριος	2,2	68,2
ΣΥΝΟΛΟ	ET ANNUAL	843

4.7.3. Δείκτης ξηρότητας

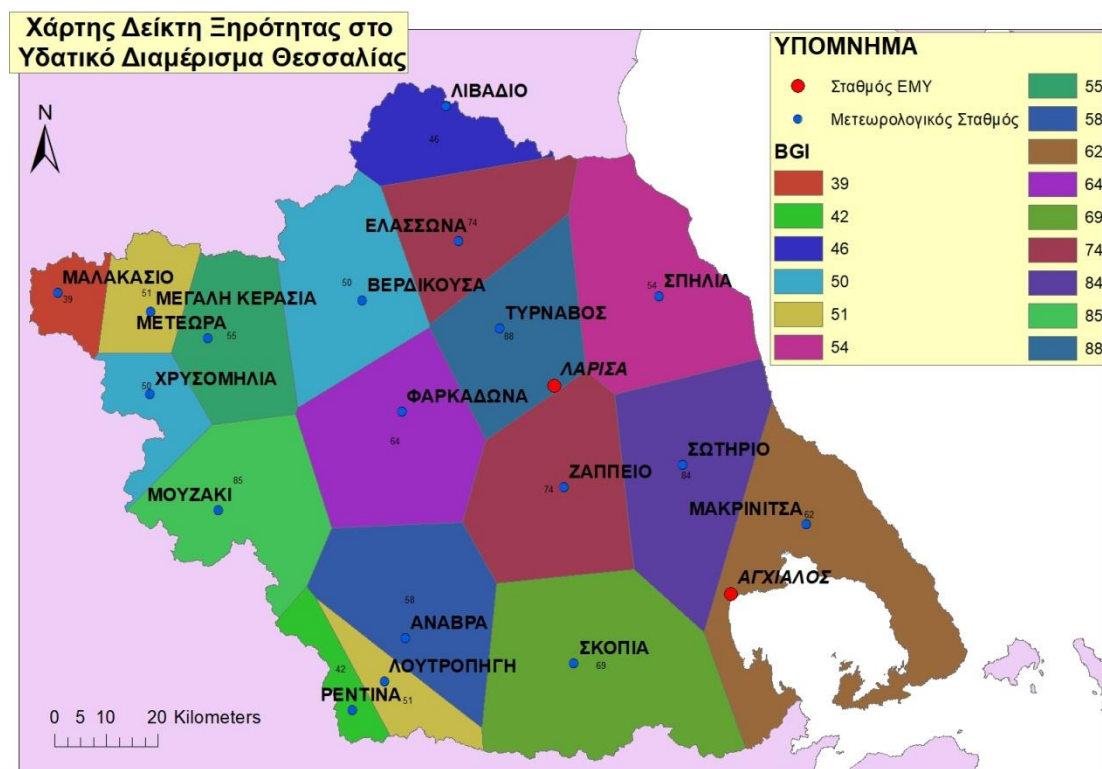
Στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται η τιμή του δείκτη ξηρότητας BGI, όπως περιγράφηκε στην Υποπαράγραφο [2.1.2.2. Ξηρασία](#) και ο χαρακτηρισμός της περιοχής βάσει της τιμής του δείκτη (Bagnouls et al., 1957). Ο δείκτης υπολογίστηκε για κάθε πολύγωνο Thiessen, ως μηνιαία βροχόπτωση (P_i) οι τιμές που καταγράφηκαν από τους βροχομετρικούς σταθμούς την περίοδο 1976-2009 και ως μέση μηνιαία θερμοκρασία (t_i) χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές της EMY και συγκεκριμένα των σταθμών Λάρισας για όσους βροχομετρικούς σταθμούς βρίσκονταν εγγύτερα σε αυτήν και Αγχιάλου για όσους αντίστοιχα εντοπιζόνταν εγγύτερα σε αυτήν. Οι σταθμοί Λάρισας και Αγχιάλου είναι τοποθετημένοι στα 74m και 19m αντίστοιχα, δηλαδή σε πεδινές περιοχές, οι καταγραφές αφορούν το διάστημα 1956-2010 και χρησιμοποιήθηκαν ελλείψει άλλων δεδομένων για τη μακρά περίοδο (χρονοσειρά) για τις ανάγκες αυτής της εργασίας.

Πίνακας 4-4: Οι τιμές BGI για κάθε υποπεριοχή (πολύγωνο Thiessen) και η κατηγοριοποίησή τους βάσει αυτών (Bagnouls et al., 1957)

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ	ΞΗΡΟΤΗΤΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ (ΤΙΜΕΣ BGI)	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΥΠΟΠΕΡΙΟΧΗΣ
Ανάβρα	58	Ξηρή
Βερδικούσα	50	Μετρίως υγρή
Ελασσώνα	74	Ξηρή
Ζάππειο	74	Ξηρή
Λιβαδιό	46	Μετρίως υγρή
Λουτροπηγή	51	Ξηρή
Μακρινίτσα	62	Ξηρή
Μαλακάσιο	39	Μετρίως υγρή
Μεγάλη Κερασιά	51	Ξηρή
Μετέωρα	55	Ξηρή

Μουζάκι	85	Ξηρή
Ρεντίνα	42	Μετρίως υγρή
Σκοπιά	69	Ξηρή
Σπηλιά	54	Ξηρή
Σωτήριο	84	Ξηρή
Τύρναβος	88	Ξηρή
Φαρκαδώνα	64	Ξηρή
Χρυσομηλιά	50	Μετρίως υγρή

Η μικρότερη τιμή του δείκτη BGI υπολογίστηκε στο Μαλακάσιο (39) και η μέγιστη στον Τύρναβο (88). Στο Χάρτη 9 παρουσιάζονται οι τιμές BGI που υπολογίστηκαν για την ευρύτερη περιοχή μελέτης.



Χάρτης 4-9: Τιμές δείκτη ξηρότητας BGI για το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας

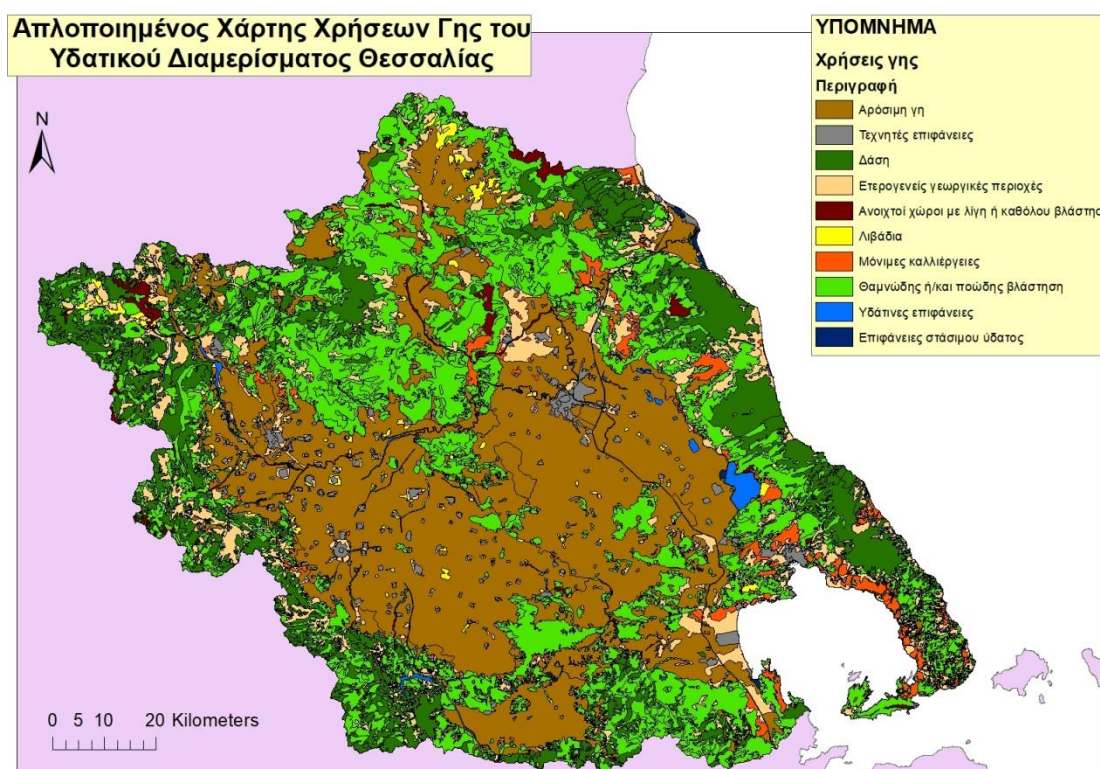
4.7.4. Λοιπές μετεωρολογικές παράμετροι

Η μέση θερμοκρασία του έτους είναι μεταξύ 16 και 17° C. (στις ορεινές περιοχές είναι 2° C), με τις υψηλότερες θερμοκρασίες να λαμβάνουν χώρα τον Ιούλιο και τον Αύγουστο και τις χαμηλότερες τον Ιανουάριο, το Φεβρουάριο και το Δεκέμβριο. Η μέση ετήσια σχετική υγρασία υπολογίζεται στα 63-70%. Οι χιονοπτώσεις αποτελούν συχνό φαινόμενο στους ορεινούς όγκους της ευρύτερης περιοχής και εντείνονται από τις νότιες περιοχές προς τις βόρειες και από τις ανατολικές περιοχές προς τις δυτικές. Οι παγετοί λαμβάνουν χώρα κυρίως το χρονικό

διάστημα μεταξύ Νοεμβρίου και Απριλίου. Οι άνεμοι που επικρατούν είναι βορειοδυτικοί και νότιοι στο Βόλο, ανατολικοί στη Λάρισα, δυτικοί στα Τρίκαλα (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2018). Στο Παράρτημα Β, παρουσιάζονται οι Πίνακες Β1, Β2, Β3, Β4, Β5, Β6, Β7, Β8 με τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής μελέτης από την ιστοσελίδα της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (ΕΜΥ). Να σημειωθεί ότι τα δεδομένα προέρχονται από τους μετεωρολογικούς σταθμούς Λάρισας και Αγχιάλου και δεν αποτελούν αντιπροσωπευτικά ολόκληρης της περιοχής.

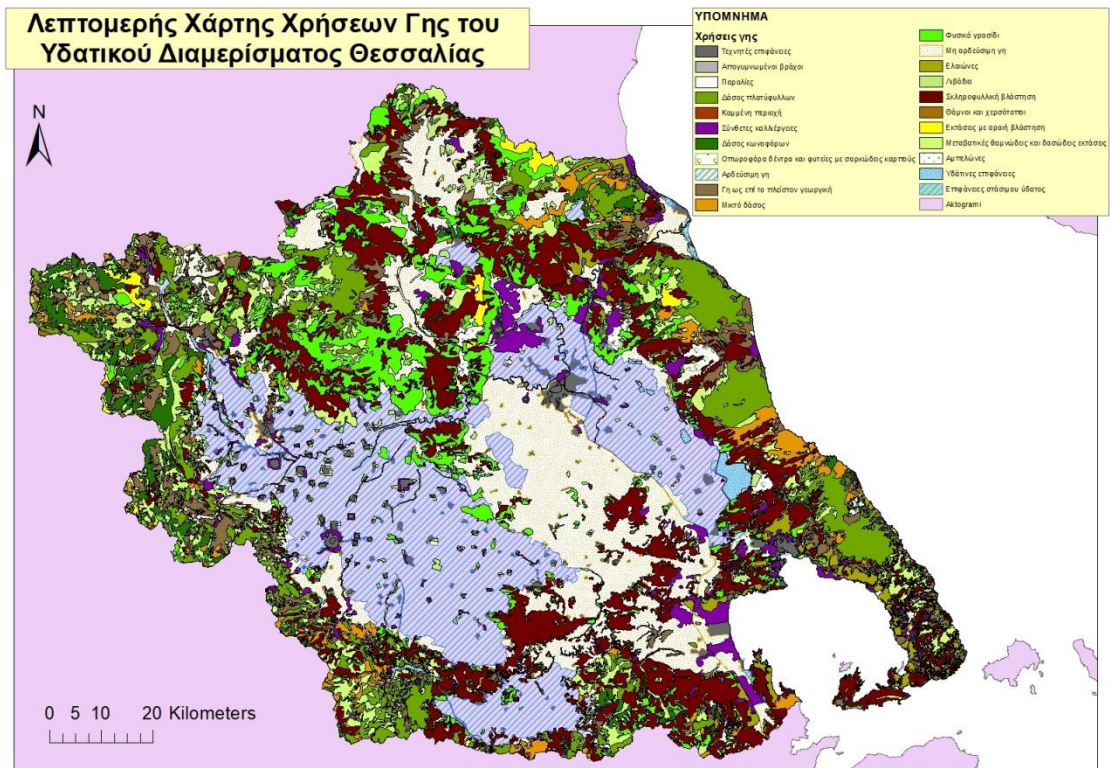
4.8.Χρήσεις Γης

Οι χρήσεις γης που εντοπίζονται στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας απεικονίζονται στο Χάρτη 4-10, σε απλοποιημένη μορφή. Είναι εμφανές ότι **η θεσσαλική πεδιάδα καλύπτεται σχεδόν εξ' ολοκλήρου από αρόσιμη γη ενώ στα ορεινά και ημιορεινά του Υδατικού Διαμερίσματος κυριαρχεί η φυσική βλάστηση**. Τα δεδομένα προέρχονται από τη βάση δεδομένων του CORINE για το έτος 2018.



Χάρτης 4-10: Απλοποιημένος χάρτης των χρήσεων γης στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας

Στο Χάρτη 4-11 φαίνονται λεπτομερέστερα οι χρήσεις που καταλαμβάνουν το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας. Το μεγαλύτερο τμήμα των καλλιεργήσιμων εκτάσεων της Θεσσαλικής πεδιάδας το καταλαμβάνουν οι αρδεύσιμες εκτάσεις.



Χάρτης 4-11: Λεπτομερής χάρτης των χρήσεων γης στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας

5. Περιγραφή Μεθοδολογίας

Ακολουθεί η περιγραφή της συλλογής, της επεξεργασίας και της εφαρμογής των υπαρχόντων δεδομένων. Οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν στο λογισμικό DRAST είναι υπογραμμισμένες με πλάγια και έντονη γραφή.

5.1. Επιλογή και καθορισμός εδαφολογικών μονάδων του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας

Από την ευρύτερη περιοχή του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας επιλέχθηκαν οι χαρτογραφικές εδαφολογικές μονάδες (XEM) που ανήκουν στην τάξη των Cambisols, οι οποίες και αποτελούν την περιοχή μελέτης της εργασίας. Τα δεδομένα της χαρτογράφησης των εδαφών της περιοχής μελέτης αποκτήθηκαν μέσω της ηλεκτρονικής σελίδας του Υποέργου 7, του Οργανισμού Πληρωμών, Εγγυήσεων και Κοινοτικών Ενισχύσεων (ΟΠΕΚΕΠΕ) του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (<https://www.opekepe.gr/>).

Κατ' αρχάς, εξαιρέθηκαν από την περεταίρω επεξεργασία οι XEM που σύμφωνα με κάποια χαρακτηριστικά ορισμένων εδαφικών ιδιοτήτων του χαρτογραφικού συμβόλου, καταλαμβάνουν ποσοστό μικρότερο ή ίσο από το 3% της συνολικής έκτασης των εδαφών Cambisols της περιοχής μελέτης. Οι εν λόγω εκτάσεις είναι μη αντιπροσωπευτικές της περιοχής μελέτης και δεν συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα εργασία ώστε να μη γίνουν πολλαπλές εκτελέσεις του λογισμικού DRAST για αυτές. Συγκεκριμένα:

- 1) Οι XEM με υδρομορφία κλάσεων D/F (1,4%), E (0,4%) και E/F (0,5%)
- 2) Οι XEM με κλίση εδάφους D (0,8%), E (0,8%)
- 3) Οι XEM με μητρικό υλικό μάργα M (0,2%), μάρμαρα-ασβεστόλιθο L (1,9%), βασικά πυριγενή B (1,7%), σχιστόλιθο S (2,8%) και όξινα πυριγενή O (2,8%)
- 4) Οι XEM με βάθος εδάφους κλάσεων 1 (0,2%) και 2 (0,1%)

Σε δεύτερο στάδιο, πραγματοποιήθηκε συγχώνευση ορισμένων συγγενών κλάσεων εδαφικών ιδιοτήτων του χαρτογραφικού συμβόλου που χρησιμοποιήθηκαν από το λογισμικό DRAST. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η αντιστοίχιση των εδαφικών ιδιοτήτων του χαρτογραφικού συμβόλου με τις διαθέσιμες κλάσεις του DRAST (Πίνακας 5-1).

Πίνακας 5-1: Οι κλάσεις των εδαφικών ιδιοτήτων του χαρτογραφικού συμβόλου και η αντίστοιχη κατηγοριοποίηση των εδαφικών ιδιοτήτων στο DRAST

Παράμετρος	Κλάσεις εδαφολογικών μονάδων	Κατηγορίες DRAST	Αντιστοίχιση
Βάθος Εδάφους <i>(Soil Depth)</i>	<ul style="list-style-type: none"> Πολύ αβαθή εδάφη: 0-15 cm (1) Αβαθή εδάφη: 15-30 cm (2) Μετρίως βαθιά εδάφη: 30-60 cm (3) Βαθιά εδάφη: 60-100 cm (4) Πολύ βαθιά εδάφη: 100-150 cm (5) Πάρα πολύ βαθιά εδάφη: >150 cm (6) 	<ul style="list-style-type: none"> 0-15 cm 15-30 cm 30-60 cm 60-100 cm 100-150 cm >150 cm 	Ως έχει
Υδρομορφία <i>(Drainage)</i>	<ul style="list-style-type: none"> Πολύ καλώς αποστραγγιζόμενα (A) <ul style="list-style-type: none"> Καλώς αποστραγγιζόμενα (B) Μετρίως καλώς αποστραγγιζόμενα (C) D: Ατελώς αποστραγγιζόμενα (D) E: Κακώς αποστραγγιζόμενα (E) 	<ul style="list-style-type: none"> Well Imperfectly Poorly Very poorly 	<ul style="list-style-type: none"> A, B: Well C: Imperfectly D: Poorly
Μητρικό Υλικό <i>(Parent material)</i>	<ul style="list-style-type: none"> Μάρμαρα-ασβεστόλιθος (L) Όξινο πυριγενές (O) Φλύσχη (P) Μάργα (M) Αποθέσεις αργίλων (G) Κροκαλοπαγές (C) Βασικά πυριγενή (B) Σχιστόλιθος (S) Αλλούβιο (A) Αλλουβιακοί αναβαθμοί (T) Ριπίδιο (R) 	<ul style="list-style-type: none"> Limestone-marble Acid Igneous Sandstone, plysh Marl, clay, conglomerates Basic igneous Shale schist Alluvium, colluvium 	<ul style="list-style-type: none"> L: Limestone-marble O: Acid Igneous P: Plysh C, G: Marl, clay, conglomerates B: Basic igneous S: Shale schist A, T, R: Alluvium, colluvium
Κλίση Εδάφους <i>(Slope gradient)</i>	<ul style="list-style-type: none"> 0-2% (A) 2-6% (B) 	<ul style="list-style-type: none"> <2% 2-6% 	Ως έχει

	<ul style="list-style-type: none"> • 6-12% (C) • 12-18% (D) • 18-25% (E) 	<ul style="list-style-type: none"> • 6-12% • 12-18% • 18-25% 	
Κοκκομετρική Σύσταση (0-25 cm) (Soil texture)	<ul style="list-style-type: none"> • Χονδρόκοκκο (2) <ul style="list-style-type: none"> • Μέσης κοκκομετρικής (3) • Μετρίως λεπτόκοκκο (4) • Λεπτόκοκκο (5) 	<ul style="list-style-type: none"> • Very coarse • Coarse • Medium • Moderate fine <ul style="list-style-type: none"> • Fine • Very fine 	Ως έχει

Στον Πίνακα 5-2 αναφέρονται οι εδαφικές ιδιότητες που επιλέχθηκαν για την περιοχή μελέτης με βάση την ύπαρξη δεδομένων για αυτές και δίπλα η βιβλιογραφία και το Υποκεφάλαιο της εργασίας που αιτιολογεί την επιλογή τους.

Πίνακας 5-2: Εδαφικές παράμετροι και το υποκεφάλαιο που επεξηγεί την επιλογή τους

Εδαφική Παράμετρος	Βιβλιογραφία και υποκεφάλαιο με πληροφορίες
Βάθος εδάφους (Soil Depth)	Kosmas et al., 2013, 2.1.1.2.Βάθος εδάφους
Υδρομορφία (Drainage)	Kosmas et al., 2013, 2.1.1.1.Κοκκομετρική σύσταση (υφή) , 2.2.3.Αλάτωση-αλκαλίωση του εδάφους
Μητρικό υλικό (Parent Material)	Kosmas et al., 2013, 2.1.1.3.Μητρικό Πέτρωμα
Κλίση εδάφους (Slope Gradient)	Kosmas et al., 2013, 2.1.2.Κλίμα , 2.1.5.Τοπογραφικό ανάγλυφο-Υδρολογία
Κοκκομετρική σύσταση (0-25 cm) (Soil texture)	Kosmas et al., 2013, 2.1.1.1.Κοκκομετρική σύσταση (υφή)

*Η υδρομορφία (drainage) δεν αποτελεί αμιγή εδαφική παράμετρο αλλά μία κατάσταση του εδάφους που εξαρτάται από τις υπόλοιπες εδαφικές παραμέτρους καθώς και από το μητρικό υλικό (Ditzler et al., 2017).

Βάσει των παραπάνω αντιστοιχίσεων και εν συνεχεία ενοποιήσεων και συνεπώς συμπύξεων, προέκυψαν τελικά 52 χωρικές ενότητες που αποτελούνται από συνενώσεις XEM στη βάση των συγγενών κλάσεων εδαφικών ιδιοτήτων. Στις XEM που δεν ήταν δυνατόν να εφαρμοσθεί ο κανόνας των ενοποιήσεων με βάση τις συγγενείς κλάσεις ιδιοτήτων πραγματοποιήθηκε μεμονωμένη εκτέλεση του λογισμικού DRAST (ο αριθμός των εν λόγω XEM είναι 43).

5.2.Εφαρμογή του λογισμικού DRAST

5.2.1.Επιλογή τύπων γης και διεργασιών ερημοποίησης

Το πρώτο βήμα που ακολουθήθηκε είναι ο καθορισμός των διαφορετικών γενικών τύπων γης που διαφοροποιούνται ως προς χρήση γης. Τα δεδομένα για τη χρήση γης αντλήθηκαν από τον ευρωπαϊκό χάρτη κάλυψης της γης (CORINE 2018) και εν συνεχεία δηλώθηκαν στο λογισμικό όλες οι διεργασίες που δυνητικά μπορούν να υποστούν τα εδάφη των γεωργικών και λιβαδικών περιοχών (Kosmas C et al., 2013).

Ειδικότερα, η παραμετροποίηση του DRAST ως προς τους γενικούς τύπους των περιοχών και των υποβαθμίσεων που επιλέχθηκαν να εξεταστούν αναφέρεται στη συνέχεια (βλέπε Υποκεφάλ, Εικόνα 3-4α):

- A. Οι γεωργικές εκτάσεις (Agricultural areas) για τις XEM που αντιστοιχούν σε γεωργική γη (Water Erosion-R1).
- B. Οι βοσκότοποι και οι λιβαδικές εκτάσεις (Pastures and shrubs) για τις XEM που καλύπτονται από θαμνώδη ή ποώδη φυσική βλάστηση (Water Erosion-R2).

Δεν εντοπίστηκαν XEM των Cambisols που καλύπτονται από δασική βλάστηση.

Στη συνέχεια επιλέχθηκαν, αρχικά για τις γεωργικές εκτάσεις της περιοχής μελέτης, ως διεργασίες υποβάθμισης των εδαφών που δυνητικά και κατά περίπτωση είναι δυνατόν να οδηγήσουν στην ερημοποίηση των γαιών, οι παρακάτω διεργασίες (βλέπε Εικόνα 3-4β):

- 1) Η διάβρωση λόγω κατεργασίας του εδάφους (μηχανική διάβρωση-tillage erosion-R4),
- 2) Η αλάτωση του εδάφους (soil salinization-R5),
- 3) Η χαμηλή διαθεσιμότητα νερού (water stress-R6),

ενώ στους λειμώνες επιλέχθηκαν οι διεργασίες:

- 1) Η αλάτωση του εδάφους (soil salinization-R5),
- 2) Η χαμηλή διαθεσιμότητα νερού (water stress-R6),
- 3) Η υπερβόσκηση (overgrazing-R7)

Οι παραπάνω διεργασίες επιλέχθηκαν λόγω των προβλημάτων που περιγράφηκαν στα προηγούμενα υποκεφάλαια και χαρακτηρίζουν τις γεωργικές και τις λιβαδικές εκτάσεις. Δεν επιλέχθηκαν οι δασικές πυρκαγιές ως διεργασία ερημοποίησης καθώς δεν εντοπίζεται δασική βλάστηση σε κάποια XEM.

5.2.2. Επιλογή δεικτών

Κάθε δείκτης επιδρά σε μία ή περισσότερες διεργασίες ερημοποίησης. Στον Πίνακα 5-3 παρουσιάζονται οι στατιστικά σημαντικοί δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία και η διεργασία ή οι διεργασίες τις οποίες επηρεάζουν στο λογισμικό DRAST.

Πίνακας 5-3: Οι στατιστικά σημαντικοί δείκτες και η διεργασία ή οι διεργασίες τις οποίες επηρεάζουν

ΔΕΙΚΤΗΣ	ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ
Βάθος Εδάφους (<i>Soil Depth</i>)	Υδατική διάβρωση σε γεωργικά εδάφη (R1) Υδατική διάβρωση σε βοσκοτόπια και ποώδη βλάστηση (R2)
Υδρομορφία (<i>Drainage</i>)	Αλάτωση του εδάφους (R5)
Μητρικό Υλικό (<i>Parent material</i>)	Μηχανική διάβρωση λόγω κατεργασίας (R4)
Κλίση Εδάφους (<i>Slope gradient</i>)	Υδατική διάβρωση σε γεωργικά εδάφη (R1) Μηχανική διάβρωση λόγω κατεργασίας (R4) Έλλειψη υδατικής υγρασίας (R6)
Κοκκομετρική Σύσταση (<i>Soil texture</i>)	Υδατική διάβρωση σε βοσκοτόπια και ποώδη βλάστηση (R2)
Ποιότητα αρδευτικού νερού (<i>Water quality</i>)	Αλάτωση του εδάφους (R5)
Οργανική Ουσία (Organic matter surface horizon)	Υδατική διάβρωση σε γεωργικά εδάφη (R1) Μηχανική διάβρωση λόγω κατεργασίας (R4)
Ετήσια Βροχόπτωση (<i>Annual Precipitation</i>)	Υδατική διάβρωση σε γεωργικά εδάφη (R1)
Δυνητική Εξατμισοδιαπνοή (<i>Potential evapotranspiration</i>)	Αλάτωση του εδάφους (R5)
Εποχικότητα βροχόπτωσης (<i>Rain Seasonality</i>)	Υδατική διάβρωση σε γεωργικά εδάφη (R1) Υδατική διάβρωση σε βοσκοτόπια και ποώδη βλάστηση (R2) Αλάτωση του εδάφους (R5)

	Υπερβόσκηση (R7)
Δείκτης ξηρότητας (<u>Aridity index</u>)	Υπερβόσκηση (R7)
Κύρια χρήση γης (<u>Major Land Use</u>)	Μηχανική διάβρωση λόγω κατεργασίας (R4)
Βλάστηση (<u>Vegetation cover type</u>)	Υδατική διάβρωση σε γεωργικά εδάφη (R1)
Μέγεθος αγροτεμαχίου (<u>Farm size</u>)	Υπερβόσκηση (R7)
Εντατικότητα καλλιέργειας (<u>Land use intensity</u>)	Υδατική διάβρωση σε γεωργικά εδάφη (R1) Υδατική διάβρωση σε βοσκοτόπια και ποώδη βλάστηση (R2) Μηχανική διάβρωση λόγω κατεργασίας (R4)
Εφαρμογή πολιτικής (<u>Policy enforcement</u>)	Υδατική διάβρωση σε γεωργικά εδάφη (R1) Υδατική διάβρωση σε βοσκοτόπια και ποώδη βλάστηση (R2) Μηχανική διάβρωση λόγω κατεργασίας (R4) Έλλειψη υδατικής υγρασίας (R6)
Καταγεγραμμένη περίοδος της υπάρχουσας χρήσης γης (<u>Period of existing land use</u>)	Υδατική διάβρωση σε βοσκοτόπια και ποώδη βλάστηση (R2)

5.2.2.1.Επιλογή εδαφικών δεικτών

Τα δεδομένα για τις εδαφικές παραμέτρους αντλήθηκαν από την εδαφολογική χαρτογράφηση όπως καταγράφηκε στον Πίνακα 5-2.

5.2.2.2. Επιλογή ποιότητας αρδευτικού νερού (*Water Quality*)

Ο δείκτης ποιότητας του αρδευτικού νερού στην παρούσα εργασία είναι ο SAR. Οι κλάσεις της ποιότητας του αρδευτικού νερού στο λογισμικό του DRAST εμφανίζονται στον Πίνακα 5-4 . Ο SAR εκφράζεται από τον παρακάτω τύπο (Μισοπολινός, 1991):

$$SAR = [Na^+] / \{([Ca^{2+}] + [Mg^{2+}])/2\}^{1/2}$$

όπου

Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ οι συγκεντρώσεις των ιόντων νατρίου (Na), ασβεστίου (Ca) και μαγνησίου (Mg) στο διάλυμα αντίστοιχα. Το εύρος τιμών που χρησιμοποιήθηκε για όλες τις χωρικές ενότητες της περιοχής μελέτης είναι το 400-800 μS (μέτρια ποιότητα αρδευτικού νερού).

Πίνακας 5-4: Κλάσεις της ποιότητας του αρδευτικού νερού στο λογισμικό του DRAST και η περιγραφή τους (Μισοπολινός, 1991)

Εύρος τιμών ποιότητας νερού (μS)	Περιγραφή
<400	Υψηλή ποιότητα αρδευτικού νερού
400-800	Μέτρια ποιότητα αρδευτικού νερού
800-1500	Χαμηλή ποιότητα αρδευτικού νερού
>1500	Πολύ χαμηλή ποιότητα αρδευτικού νερού

5.2.2.3.Επιλογή ποσοστού οργανικής ουσίας (οργανικού ορίζοντα)

Αν και το ποσοστό οργανικής ουσίας στο έδαφος αποτελεί ιδιότητά του, αναφέρεται ξεχωριστά από τις υπόλοιπες του Πίνακα 5-2 καθώς δεν περιλαμβάνεται στον εδαφολογικό τύπο των ΧΕΜ. Στον Πίνακα 5-5, αναφέρονται οι κλάσεις στο λογισμικό DRAST και ο χαρακτηρισμός τους. Οι χωρικές ενότητες της περιοχής μελέτης εντάσσονται στις δύο εξής κλάσεις: «Χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία» και «Μέτρια περιεκτικότητα σε οργανική ουσία».

Πίνακας 5-5: Κλάσεις της περιεκτικότητας σε οργανική ουσία (%) στο λογισμικό του DRAST και η περιγραφή τους

Εύρος τιμών περιεκτικότητας σε οργανική ουσία (μS)	Περιγραφή
>6	Υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία (High)
2,1-6,0	Μέτρια περιεκτικότητα σε οργανική ουσία (Medium)
2,0-1,1	Χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία (Low)
<1,0	Πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία (Very Low)

5.2.2.4. Επιλογή μετεωρολογικών παραμέτρων

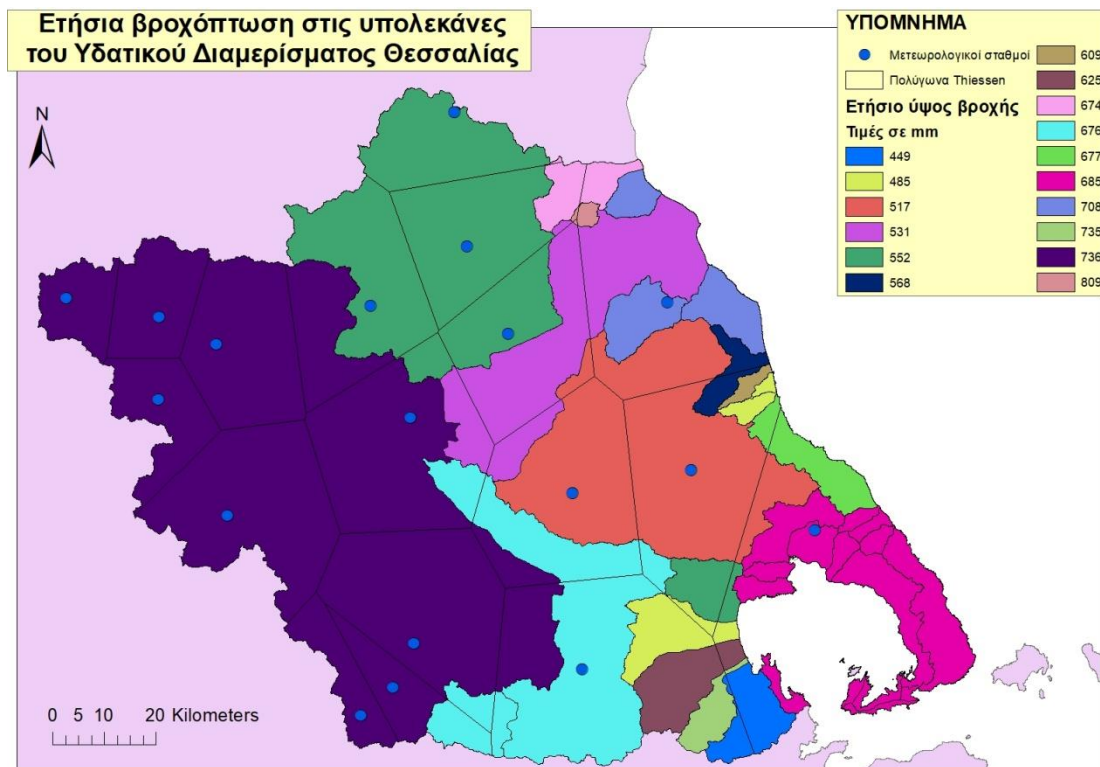
5.2.2.4.1. Ετήσια Βροχόπτωση (Annual Precipitation)

Βάσει των βροχομετρικών δεδομένων και των μετεωρολογικών σταθμών της Παραγράφου

4.7.1. Βροχοπτώσεις δημιουργήθηκαν μέσω του λογισμικού ArcMap 10.4 τα πολύγωνα Thiessen για το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας. Βάσει των πολυγώνων Thiessen υπολογίστηκε η μέση ετήσια βροχόπτωση για κάθε υδρολογική λεκάνη. Εν συνεχεία πραγματοποιήθηκε η τροποποιημένη μέθοδος του Thiessen (Modified-Thiessen) και υπολογίστηκε η διορθωμένη τιμή της βροχόπτωσης για κάθε υδρολογική λεκάνη (Şen Z, 1998, Fiedler FR, 2003). Οι κλάσεις της ετήσιας βροχόπτωσης στο λογισμικό του DRAST εμφανίζονται στον Πίνακα 5-5. Στο Χάρτη 11 αποτυπώνεται η τελική τιμή της ετήσιας βροχόπτωσης για κάθε υδρολογική λεκάνη του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας. Για την κάθε XEM εφαρμόστηκε το ύψος της ετήσιας βροχόπτωσης που αντιστοιχεί στην εκάστοτε υδρολογική λεκάνη.

Πίνακας 5-6: Κλάσεις της ετήσιας βροχόπτωσης στο λογισμικό του DRAST

Κλάση	Εύρος τιμών ετήσιας βροχόπτωσης (mm)
1	<280
2	280-650
3	650-1000
4	>1000



Χάρτης 5-1: Η μέση ετήσια βροχόπτωση για κάθε υδρολογική λεκάνη του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας βάσει της τροποποιημένης μεθόδου Thiessen

5.2.2.4.2. Δυνητική Εξατμισοδιαπνοή (*Potential evapotranspiration*)

Οι κλάσεις της ετήσιας δυνητικής εξατμισοδιαπνοής στο λογισμικό DRAST εμφανίζονται στον Πίνακα 5-6. Όπως περιγράφηκε στην Παράγραφο

4.7.2. Εξατμισοδιαπνοή, η τιμή της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής για όλες τις εδαφολογικές μονάδες είναι τα 843 mm.

Πίνακας 5-7: Κλάσεις της ετήσιας δυνητικής εξατμισοδιαπνοής στο λογισμικό του DRAST

Κλάση	Εύρος τιμών ετήσιας δυνητικής εξατμισοδιαπνοής (mm)
1	<500
2	500-800
3	800-1200
4	1200-1500
5	>1500

5.2.2.4.3.Εποχικότητα βροχόπτωσης (Rain Seasonality)

Ως εποχικότητα βροχόπτωσης χρησιμοποιήθηκε το εύρος τιμών 0,60-0,79 που αντιπροσωπεύει την εποχιακή βροχόπτωση (Seasonal) ελλείψει δεδομένων. Οι κλάσεις της εποχικότητας βροχόπτωσης, όπως ορίστηκαν από τους Walsh and Lawler (1981) στο λογισμικό του DRAST εμφανίζονται στον Πίνακα 5-7 .

Πίνακας 5-8: Κλάσεις της εποχικότητας βροχόπτωσης στο λογισμικό του DRAST (Walsh et al., 1981)

Κλάση	Περιγραφή
<0,9	Βροχόπτωση καθ' όλη τη διάρκεια του έτους
0,20-0,39	Βροχόπτωση καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, αλλά με καθορισμένη υγρή περίοδο
0,40-0,59	Πιθανώς εποχιακή, με μικρής διάρκειας ξηρή περίοδο
0,60-0,79	Εποχιακή
0,80-0,99	Εντόνως εποχιακή, με μεγάλης διάρκειας ξηρή περίοδο
1,00-1,19	Το μεγαλύτερο μέρος της βροχόπτωσης σε <3 μήνες
>1,20	Ακραία εποχικότητα, με σχεδόν όλη τη βροχόπτωση σε διάστημα 1-2 μηνών

5.2.2.4.4.Δείκτης ξηρότητας (Aridity index)

Οι κλάσεις του ετήσιου δείκτη ξηρότητας BGI στο λογισμικό του DRAST εμφανίζονται στον Πίνακα 5-8 . Ο δείκτης ξηρότητας BGI, περιγράφηκε στην Παράγραφο [2.1.2.2.Ξηρασία](#)).

Πίνακας 5-9: Κλάσεις του δείκτη ξηρότητας BGI στο λογισμικό του DRAST

Κλάση	Εύρος τιμών δείκτη ξηρότητας
1	<50
2	50-75
3	75-100
4	100-125
5	125-150
6	>150

5.2.2.5. Επιλογή κύριας χρήσης γης (*Major Land Use*)

Με βάση τον απλοποιημένο Χάρτη 4-10, για την κάθε ΧΕΜ επιλέχθηκε η κατάλληλη ποιοτική κατηγορία της γενικότερης χρήσης γης που τη χαρακτηρίζει (γεωργική, λιβάδι κλπ). Η πλειοψηφία των χωρικών ενοτήτων εντάχθηκαν στην κατηγορία «Γεωργική γη» (Agriculture) και οι υπόλοιπες στην κατηγορία «Λιβαδική έκταση-Βοσκοτόπι» (Pasture).

Πίνακας 5-10: Κλάσεις της κύριας χρήσης γης στο λογισμικό του DRAST

Κύρια χρήση γης (Major Land Use)
Γεωργική γη (Agriculture)
Λιβαδική έκταση-Βοσκοτόπι (Pasture)
Θαμνώδης έκταση (Shrubland)
Δάσος (Forest)
Ορυχείο (Mining)
Ανάπλασης (Recreation)

5.2.2.6. Επιλογή βλάστησης (*Vegetation cover type*)

Με βάση τον λεπτομερέστερο Χάρτη 4-11, για την κάθε ΧΕΜ επιλέχθηκε το είδος της επικρατούσας βλάστησης. Στον Πίνακα 5-10 αναφέρεται η αντιστοίχιση και η συνοπτική περιγραφή των κωδικών του υπομνήματος του CORINE με τις κατηγορίες του λογισμικού DRAST.

Πίνακας 5-11: Η συνοπτική περιγραφή των κωδικών του υπομνήματος του CORINE και η αντιστοίχιση με τις κατηγορίες του DRAST

Κωδικός CORINE	Περιγραφή κωδικού	Κατηγορία DRAST	Σχόλιο
Γεωργική Βλάστηση (Agricultural Vegetation)			
211	Μη αρδευόμενη γη	Cereals	Σε αυτήν εντάσσονται όλες οι καλλιέργειες που δεν επιδέχονται άρδευση
223	Ελαιώνες	Olives	Εντάσσονται οι ελαιώνες

221	Αμπελώνες	Vines	Εντάσσονται οι αμπελώνες
222	Οπωροφόρα δέντρα και φυτείες	Almonds, Oranges	Εντάσσονται όλα τα οπωροφόρα δέντρα ¹
212	Μόνιμα αρδευόμενη γη	Vegetables	Εντάσσονται όλες οι καλλιέργειες που υπόκεινται σε άρδευση
212	Μόνιμα αρδευόμενη γη	Cotton	Εντάσσονται οι καλλιέργειες βάμβακος ²
Φυσική Βλάστηση			
231	Λιβάδια	Pastures	Σε αυτήν εντάσσονται οι λιβαδικές εκτάσεις-βοσκοτόπια.
313	Μικτό Δάσος	Mixed Med. Machia/ Evergreen Forest	Σε αυτήν εντάσσονται τα μικτά δάση

¹ Τα ακρόδρυα εντάχθηκαν στην κατηγορία των Almonds και τα υπόλοιπα οπωροφόρα στην κατηγορία των Oranges (παραδοχή: τα υπόλοιπα οπωροφόρα είναι πιο συγγενή με την κατηγορία των εσπεριδοειδών από ό,τι με των ακρόδρων) με βάση τις δηλώσεις ΟΣΔΕ (Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης και Ελέγχου) των παραγωγών για την καλλιέργεια όπως αυτές αποτυπώθηκαν στα χωρικά δεδομένα των αγροτεμαχίων του ΟΠΕΚΕΠΕ του 2018 (Οργανισμός Πληρωμών και Ελέγχου Κοινοτικών Ενισχύσεων, Προσανατολισμού και Εγγυήσεων).

² Η καλλιέργεια βάμβακος αν και εντάσσεται στο CORINE στην κατηγορία της «Μόνιμα αρδευόμενης γης», στο λογισμικό DRAST αποτελεί ξεχωριστή κατηγορία σε σχέση με τις υπόλοιπες αρδευόμενες καλλιέργειες λόγω της ιδιαίτερης διαχείρισης των υδατικών αναγκών του. Οι αρδευτικές απαιτήσεις του βάμβακος εξαρτώνται από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες, το στάδιο ανάπτυξής τους καθώς και τη μέθοδο άρδευσης και για το λόγο αυτό ο προγραμματισμός της άρδευσης είναι αρκετά απαιτητικός (Παπακόστα-Τασοπούλου, 2013, Μπιλάλης, 2019, Koudahe et al., 2021).

312	Δάσος Κωνοφόρων	Pine forest	Σε αυτήν εντάσσονται τα δάση κωνοφόρων
------------	-----------------	-------------	--

Στην περιοχή μελέτης εντοπίζονται όλοι οι ανωτέρω κωδικοί, πλην των 313, 312 («Μικτό δάσος», «Δάσος Κωνοφόρων») καθώς, όπως προαναφέρθηκε, δεν υπάρχει δασική βλάστηση στην περιοχή μελέτης της παρούσας εργασίας.

5.2.2.7. Εντατικότητα καλλιέργειας (*Land use intensity*)

Η εντατικότητα της καλλιέργειας στο περιβάλλον του DRAST επηρεάζει τόσο τις καλλιεργούμενες εκτάσεις όσο και τα βοσκοτόπια. Στα γεωργικά εδάφη, λόγω της εντατικής καλλιέργειας που λαμβάνει χώρα χρησιμοποιήθηκε η τιμή High (Υψηλή) ενώ στα βοσκοτόπια που υπάρχουν ελάχιστες έως καθόλου αγροτικές δραστηριότητες χρησιμοποιήθηκε η τιμή Low.

Πίνακας 5-12: Κλάσεις εντατικότητας της καλλιέργειας στο λογισμικό του DRAST

Εντατικότητα της καλλιέργειας (<i>Land use intensity</i>)
Χαμηλή (Low)
Μέτρια (Medium)
Υψηλή (High)

5.2.2.7. Μέγεθος αγροτεμαχίου (*Farm size*)

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Στατιστική Υπηρεσία, στην Ελλάδα το μέσο μέγεθος της αγροτικής γης είναι 4,8 ha ανά παραγωγό. Συνεπώς στο λογισμικό του DRAST επιλέχθηκε το εύρος τιμών 2-5 ha για όλες τις εδαφολογικές μονάδες. Στον Πίνακα 5-11 παρουσιάζονται οι κλάσεις μεγεθών στο DRAST.

Πίνακας 5-13: Κλάσεις μεγέθους αγροτεμαχίου στο λογισμικό του DRAST

Μέγεθος αγροτεμαχίου (ha)
<2
2-5
5-10
10-30
30-50

50-100
>100

5.2.2.8.Εφαρμογή πολιτικής (*Policy enforcement*)

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης στο μεγαλύτερο τμήμα της δεν διέπεται από συγκεκριμένη εφαρμογή πολιτικής για τη διάβρωση, την αλάτωση, τη μείωση του διαθέσιμου νερού και την υπερβόσκηση όσον αφορά τη διαχείριση της γεωργικής γης και των βοσκοτόπων (Πρόγραμμα Αγροτικής Ανάπτυξης-ΠΑΑ, 2014-2022, Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων). Για το λόγο αυτό επιλέχθηκε για όλες τις ΧΕΜ η κατηγορία Low (<25% of the area) (χαμηλή). Οι κατηγορίες που αφορούν την εφαρμογή πολιτικών στις υπό μελέτη εκτάσεις στο λογισμικό DRAST αναφέρονται στον Πίνακα 5-13.

Πίνακας 5-14: Εφαρμογή πολιτικών στις υπό μελέτη εκτάσεις που εμφανίζονται στο λογισμικό DRAST

Εφαρμογή πολιτικής
Adequate (>75% of the area) (Επαρκής)
Moderate (25-75% of the area) (Μέτρια)
Low (<25% of the area) (Χαμηλή)
No (Καθόλου)

5.2.6.2.Καταγεγραμμένη περίοδος της υπάρχουσας χρήσης γης (*Period of existing land use*)

Ως περίοδος που η εκάστοτε ΧΕΜ έχει τη δηλωμένη χρήση γης επιλέχθηκε για όλες τις μονάδες η περίοδος >50 (Διεύθυνση Αναπτυξιακού Προγραμματισμού, 2021). Οι κλάσεις των χρονικών διαστημάτων παρουσιάζονται στον Πίνακα 5-14.

Πίνακας 5-15: Κλάσεις χρονικών διαστημάτων υπάρχουσας χρήσης γης στο λογισμικό του DRAST

Χρονικό διάστημα υπάρχουσας χρήσης γης
<1 έτος
1-5 έτη
5-10 έτη
10-20 έτη
20-50 έτη
>50 έτη

Κατόπιν της ένταξης των ενοποιημένων και μη ΧΕΜ, λόγω των διαφορετικών μετεωρολογικών και υπολοίπων παραμέτρων, οι ενοποιημένες ΧΕΜ υποδιαιρέθηκαν λίγο περισσότερο. Εν συνεχεία, λόγω της ένταξης των διαφορετικών ποσοτικών και ποιοτικών τιμών των δεικτών σε κλάσεις (ομάδες τιμών) στο DRAST –για παράδειγμα, οι ενοποιημένες ΧΕΜ με τιμές ετήσιας βροχόπτωσης 517 mm και 625 mm αντίστοιχα εντάχθηκαν στην κλάση 280-650 mm- οι ΧΕΜ ενοποιήθηκαν σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση του λογισμικού ώστε να ελαττωθούν οι υπολογισμοί. Συνολικά, από όλες τις προαναφερόμενες διαδικασίες ενοποίησης και υποδιαίρεσης τελικά στο μοντέλο DRAST προέκυψαν **211 χωρικές μονάδες** οι οποίες αποτελούνται από 173 ενοποιημένες ΧΕΜ και 43 μεμονωμένες ΧΕΜ, δηλαδή έγιναν συνολικά 211 υπολογισμοί (calculations). Στο Σχεδιάγραμμα 10 περιγράφεται συνοπτικά η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τον καθορισμό των ΧΕΜ που μελετήθηκαν στην εργασία. Υπενθυμίζεται ότι όλες οι ΧΕΜ ανήκουν στη τάξη των Cambisols.

Στον Πίνακα 5-16, παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι υπόλοιπες εδαφοκλιματικές και κατά χρήση τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για τις γεωργικές εκτάσεις και στον Πίνακα 5-17 για τα λιβάδια αντίστοιχα.

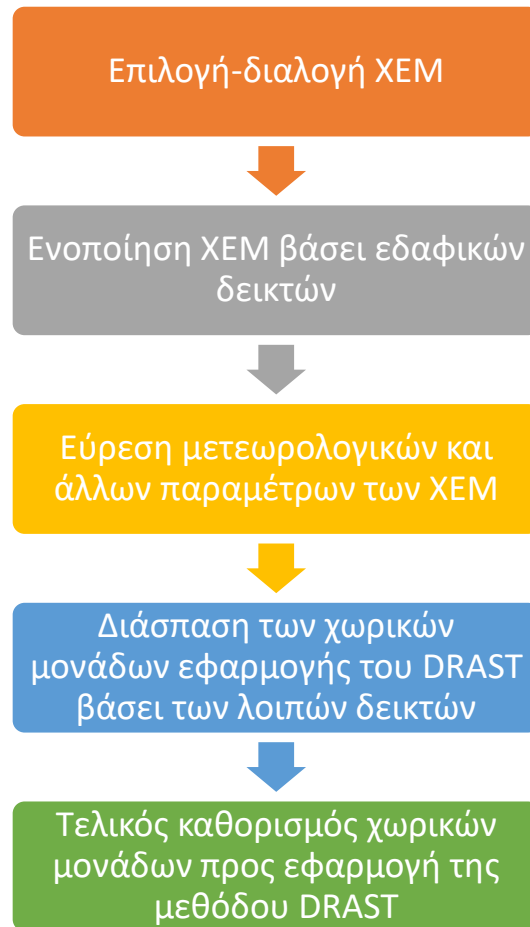
Πίνακας 5-16: Εδαφοκλιματικές και κατά χρήση τιμές για τις γεωργικές εκτάσεις της περιοχής μελέτης

ΔΕΙΚΤΗΣ	ΤΙΜΗ
Ετήσια Βροχόπτωση (Annual Rainfall)	Μέση ετήσια βροχόπτωση της λεκάνης που ανήκει η χωρική μονάδα
Ετήσια δυνητική εξατμισοδιαπνοή (Annual Potential Evapotranspiration)	Μέση ετήσια δυνητική εξατμισοδιαπνοή: 843 mm (ενιαία τιμή)
Εποχικότητα βροχόπτωσης (Rainfall seasonality)	Εποχιακή (Seasonal): 0,60-0,79 (ενιαία τιμή)
Ποιότητα νερού (Water quality)	Μέτρια ποιότητα νερού: 400-800 μS
Περιεκτικότητα εδάφους σε οργανική ουσία (Organic matter surface horizon)	Χαμηλή (Low) ή Μέτρια (Medium)
Κύρια χρήση γης (Major land use)	Γεωργική γη (Agriculture)
Τύπος βλάστησης (Vegetation cover type)	Βάσει κωδικού CORINE
Εντατικότητα καλλιέργειας (Land use intensity)	Υψηλή (High)
Εφαρμογή πολιτικής (Policy enforcement)	Χαμηλή: <25% της έκτασης της περιοχής (Low: 25% of the area)

Πίνακας 5-17: Εδαφοκλιματικές και κατά χρήση τιμές για τις λιβαδικές εκτάσεις της περιοχής μελέτης

ΔΕΙΚΤΗΣ	ΤΙΜΗ
Ετήσια δυνητική εξατμισοδιαπνοή (Annual Potential Evapotranspiration)	Μέση ετήσια δυνητική εξατμισοδιαπνοή: 843 mm (ενιαία τιμή)
Εποχικότητα βροχόπτωσης (Rainfall seasonality)	Εποχιακή (Seasonal): 0,60-0,79 (ενιαία τιμή)

Ποιότητα νερού(Water quality)	Μέτρια ποιότητα νερού: 400-800 μS
Δείκτης ξηροθερμικότητας κλίματος (BGI)	Βάσει της τιμής BGI σε κάθε πολύγωνο Thiessen
Μέγεθος αγροτεμαχίου (Farm size)	2-5 ha (ενιαία τιμή)
Εντατικότητα καλλιέργειας(Land use intensity)	Χαμηλή (Low)
Περίοδος της υπάρχουσας χρήσης γης (Period of existing land use)	>50 ετών (>50 years)



Σχεδιάγραμμα 5-1: Η διαδικασία καθορισμού των υπό-μελέτη εδαφολογικών μονάδων (το σχεδιάγραμμα δημιουργήθηκε από τη συγγραφέα)

6.Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα από τους υπολογισμούς των DRI των χωρικών μονάδων για κάθε διεργασία υποβάθμισης κατηγοριοποιούν την κάθε χωρική μονάδα σε επίπεδο επικινδυνότητας. Για όλες τις χωρικές μονάδες, γεωργικές και λιβαδικές εκτάσεις, εξήχθησαν τα αποτελέσματα που φαίνονται στους Πίνακες 6-1 και 6-2.

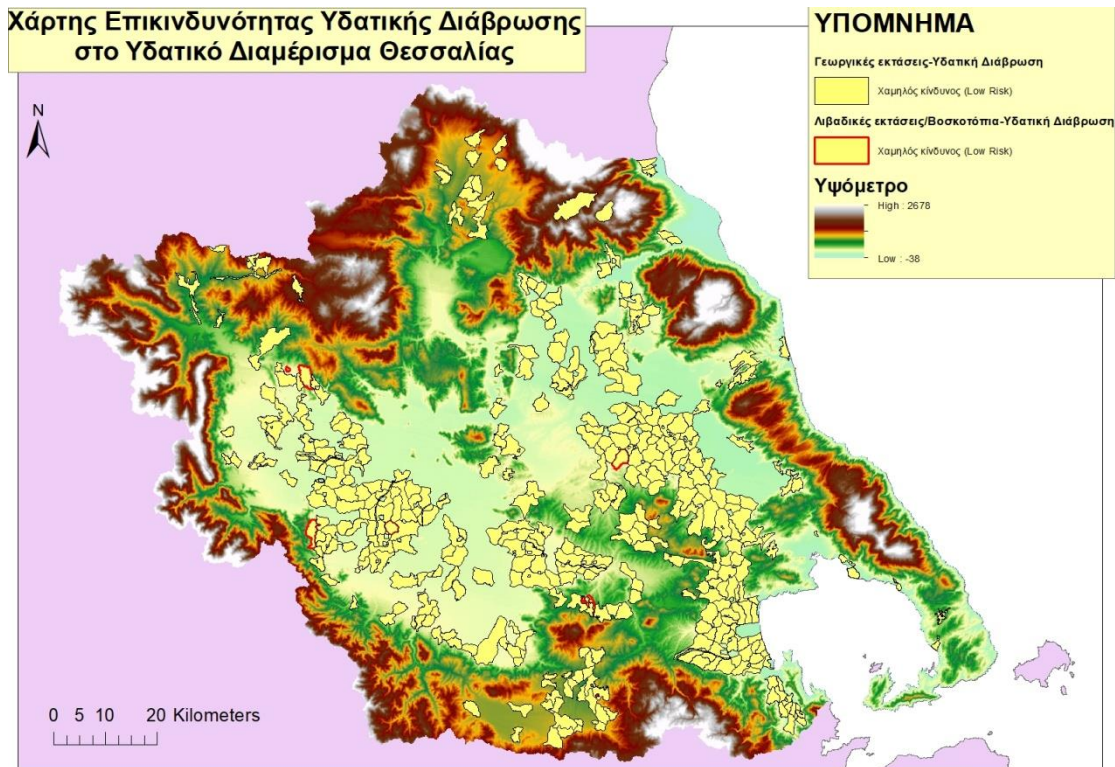
Πίνακας 6-1: Η κατηγορία επικινδυνότητας για κάθε διεργασία στις γεωργικές εκτάσεις

ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ	Υδατική διάβρωση στις γεωργικές περιοχές (R1)	Μηχανική διάβρωση λόγω κατεργασίας (R4)	Αλάτωση του εδάφους(R5)	Έλλειψη εδαφικής υγρασίας(R6)
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ	Χαμηλός κίνδυνος (Low)	Χαμηλός Κίνδυνος (Low)	Κανένας κίνδυνος (No Risk)	Μέτριος κίνδυνος (Moderate)

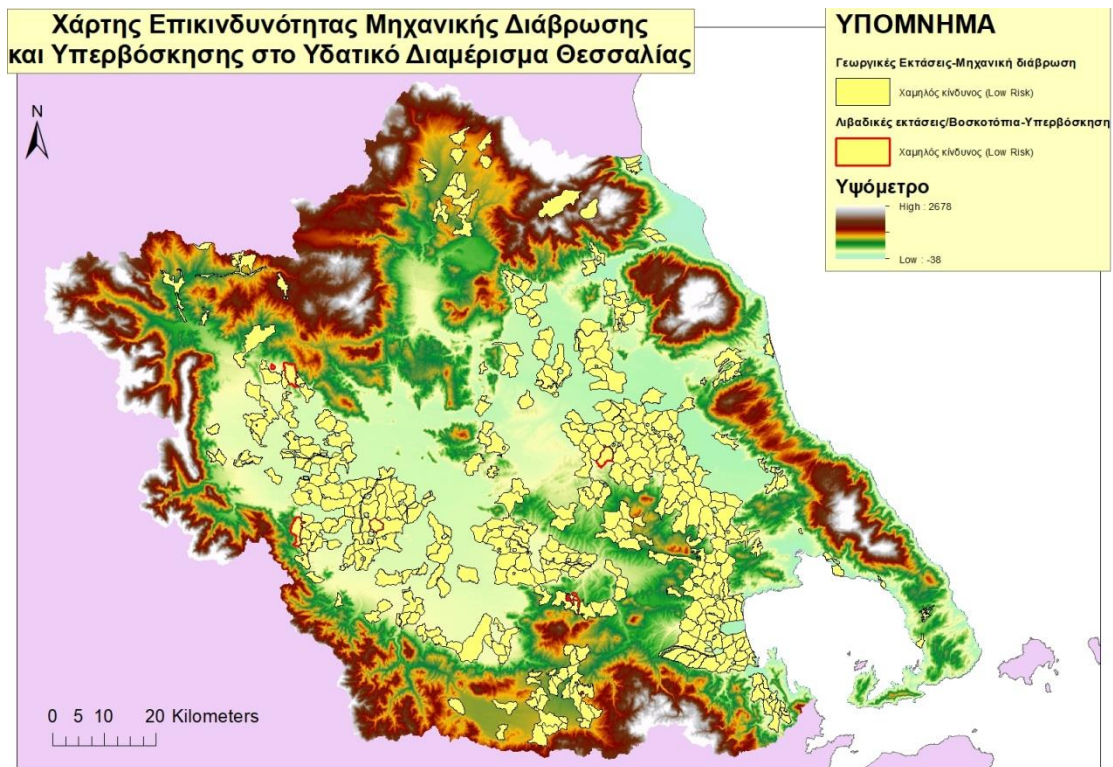
Πίνακας 6-2: Η κατηγορία επικινδυνότητας για κάθε διεργασία στις λιβαδικές εκτάσεις

ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ	Υδατική διάβρωση στις λιβαδικές περιοχές (R2)	Αλάτωση του εδάφους(R5)	Έλλειψη εδαφικής υγρασίας(R6)	Υπερβόσκηση (R7)
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ	Χαμηλός κίνδυνος (Low)	Κανένας κίνδυνος (No Risk)	Μέτριος κίνδυνος (Moderate)	Χαμηλός κίνδυνος (Low)

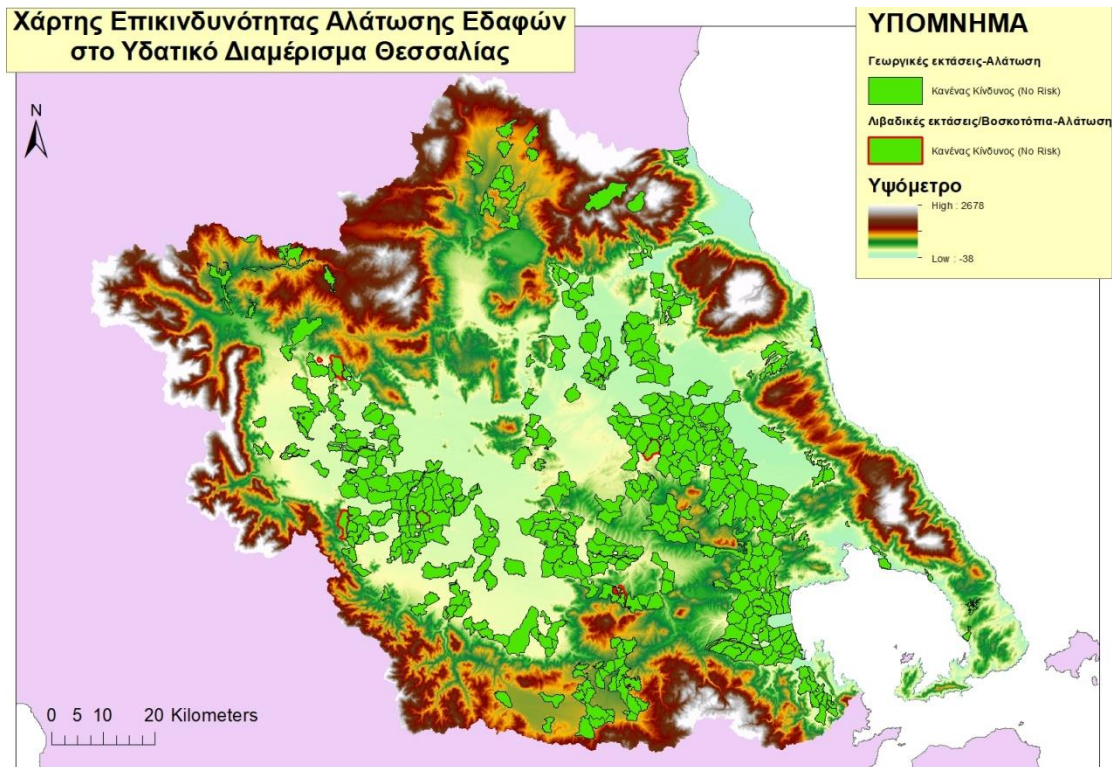
Ακολουθούν οι Χάρτες Επικινδυνότητας Ερημοποίησης των Cambisols στο Υδατικό Διαμέρισμα της Θεσσαλίας για κάθε διεργασία και για τους δύο γενικούς τύπους γης.



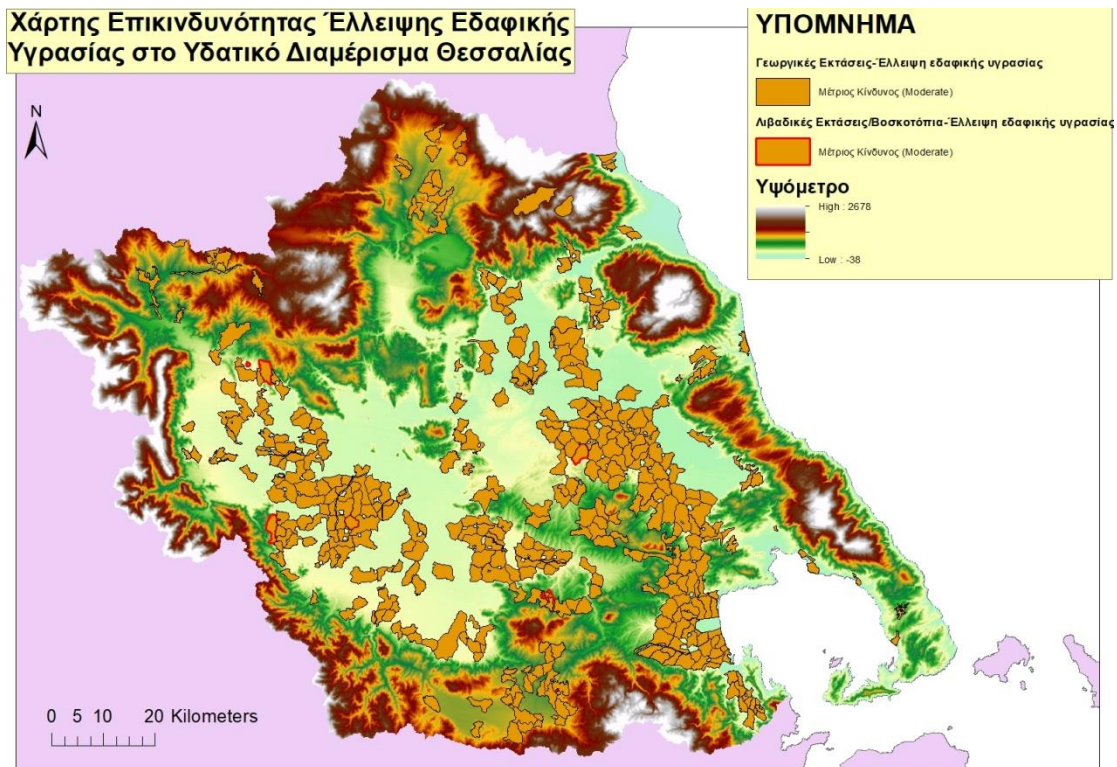
Χάρτης 6-1: Χάρτης επικινδυνότητας της υδατικής διάβρωσης σε εδάφη Cambisols στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας



Χάρτης 6-2: Χάρτης επικινδυνότητας της μηχανικής διάβρωσης σε γεωργικά εδάφη Cambisols και της υπερβόσκησης σε λιβαδικά εδάφη Cambisols στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας



Χάρτης 6-3: Χάρτης επικινδυνότητας της αλάτωσης σε εδάφη Cambisols στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας



Χάρτης 6-4: Χάρτης επικινδυνότητας της έλλειψης υγρασίας σε εδάφη Cambisols στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας

6.1. Συγκριτικοί πίνακες αξιολόγησης

Κατόπιν της εφαρμογής του λογισμικού DRAST και του υπολογισμού των τιμών DRI για κάθε διεργασία ερημοποίησης, κατέστη δυνατό να δημιουργηθεί συγκριτικός πίνακας αξιολόγησης των αποτελεσμάτων. Στα πλαίσια αυτής της σύγκρισης, επιλέχθηκε ένα πλήθος χωρικών μονάδων για κάθε δείκτη με κοινά στοιχεία και τον δείκτη προς εξέταση διαφορετικό. Πιο συγκεκριμένα, συγκρίθηκαν **μεταξύ τους ανά δύο χωρικές μονάδες με κοινούς δείκτες και το έναν δείκτη διαφορετικό**, ώστε να αντληθούν συμπεράσματα από την επίδραση του δείκτη αυτού σε μία ή περισσότερες διεργασίες ερημοποίησης. Στους Πίνακες 6-3 έως 6-9 παρουσιάζονται οι εν συγκρίσει χωρικές μονάδες για κάθε δείκτη με τα χαρακτηριστικά τους και το συνολικό πλήθος τους.

Πίνακας 6-3: Συγκριτικός πίνακας των χωρικών μονάδων ως προς το βάθος εδάφους

ΧΩΡΙΚΕΣ ΕΛΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ	ΒΑΘΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ (cm)	ΥΔΡΟΜΟΡΦΙΑ	ΜΗΤΡΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	ΚΛΙΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ (%)	ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)	ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ(%)	ΕΙΔΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΕΜ
3-A-C-A	30-60	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	<2	517	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	4
4-A-C-A	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	<2	517	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
4-A/B-R/T-B	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΡΙΠΠΙΔΙΑ/ΑΝΑΒΑΘΜΙΔΕΣ	2-6	552	2,1-6	ΕΛΛΙΩΝΕΣ	3
5-A/B-A/R-B	100-150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α/ΡΙΠΠΙΔΙΑ	2-6	552	2,1-6	ΕΛΛΙΩΝΕΣ	
5-A/B-A/T-A	100-150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α/ΑΝΑΒΑΘΜΙΔΕΣ	<2	517	1,1-2	ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	7
6-A/B-A/R/T-A	>150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α/ΡΙΠΠΙΔΙΑ/ΑΝΑΒΑΘΜΙΔΕΣ	<2	625	1,1-2	ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
3-A/B-C/G-B	30-60	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ/Γ	2-6	517	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	8
5-A/B-C/G-B	100-150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ/Γ	2-6	485	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
4-A-C-C	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	6-12	676	1,1-2	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	2
6-A/B-G-C	>150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΠΘΕΙΣ ΑΡΓΙΛΩΝ	6-12	736	1,1-2	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
3-A-C-A	30-60	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	<2	517	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	3
6-A-C-A	>150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	<2	552	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
ΣΥΝΟΛΟ								27

Πίνακας 6-4: Συγκριτικός πίνακας των χωρικών μονάδων ως προς την υδρομορφία

ΧΩΡΙΚΕΣ ΕΛΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ	ΒΑΘΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ (cm)	ΥΔΡΟΜΟΡΦΙΑ	ΜΗΤΡΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	ΚΛΙΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ (%)	ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)	ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ(%)	ΕΙΔΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΕΜ
5-A/B-A/T-A	100-150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α/ΑΝΑΒΑΘΜΙΔΕΣ	<2	485-625	1,1-2	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	7
5-C-A-A	100-150	ΑΤΕΛΗΣ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	<2	449	1,1-2	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
6-C-A-A	>150	ΑΤΕΛΗΣ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	<2	736	2,1-6	ΒΑΜΒΑΚΙ	2
6-D-A-A	>150	ΚΑΚΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	<2	736	2,1-6	ΒΑΜΒΑΚΙ	
6-A/B-A-A	>150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	<2	736	1,1-2	ΒΑΜΒΑΚΙ	4
6-D-A-A	>150	ΚΑΚΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	<2	736	1,1-2	ΒΑΜΒΑΚΙ	
6-A/B-A-B	>150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	2-6	676	1,1-2	ΒΑΜΒΑΚΙ	5
6-C-A-B	>150	ΑΤΕΛΗΣ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	2-6	736	1,1-2	ΒΑΜΒΑΚΙ	
6-A/B-A/T-B	>150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α/ΑΝΑΒΑΘΜΙΔΕΣ	2-6	736	1,1-2	ΒΑΜΒΑΚΙ	5

6-C-A-B	>150	ΑΤΕΛΗΣ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	2-6	736	1,1-2	ΒΑΜΒΑΚΙ	11
6-C-A-A	>150	ΑΤΕΛΗΣ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	<2	736	1,1-2	ΒΑΜΒΑΚΙ	
6-D-A-A	>150	ΚΑΚΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	<2	736	1,1-2	ΒΑΜΒΑΚΙ	
ΣΥΝΟΛΟ								34

Πίνακας 6-5: Συγκριτικός πίνακας των χωρικών μονάδων ως προς το μητρικό υλικό

ΧΩΡΙΚΕΣ ΕΛΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ	ΒΑΘΟΣ ΕΛΑΦΟΥΣ (cm)	ΥΔΡΟΜΟΡΦΙΑ	ΜΗΤΡΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	ΚΛΙΣΗ ΕΛΑΦΟΥΣ (%)	ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)	ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ(%)	ΕΙΔΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΕΜ
4-A/B-C/G-B	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	2-6	517	1,1-2	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	5
4-A/B-R-B	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΡΗΠΙΔΙΑ	2-6	552	1,1-2	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
3-A/B-R-B	30-60	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΡΗΠΙΔΙΑ	2-6	552	1,1-2	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	2
3-A-C-B	30-60	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	2-6	517-625	1,1-2	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
4-A/B-C-B	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	2-6	485-449-517-625	1,1-2	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	8
4-A/B-R/T-B	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΡΗΠΙΔΙΑ/Τ	2-6	552	1,1-2	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
5-A/B-A/R-B	100-150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	Α/ΡΗΠΙΔΙΑ	2-6	736	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	3
5-A/B-C/G-B	100-150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	2-6	676-736	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
6-A/B-A/R/T-A	>150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	Α/ΡΗΠΙΔΙΑ/Τ	<2	736	1,1-2	ΒΑΜΒΑΚΙ	9
6-A-C-A	>150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	<2	676	1,1-2	ΒΑΜΒΑΚΙ	
5-B-P-B	100-150	ΚΑΛΗ	ΦΛΥΣΧΗΣ	2-6	736	1,1-2	ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	2
5-B-G-B	100-150	ΚΑΛΗ	ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΩΝ	2-6	676	1,1-2	ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
ΣΥΝΟΛΟ								29

Πίνακας 6-6: Συγκριτικός πίνακας των χωρικών μονάδων ως προς την κλίση εδάφους

ΧΩΡΙΚΕΣ ΕΛΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ	ΒΑΘΟΣ ΕΛΑΦΟΥΣ (cm)	ΥΔΡΟΜΟΡΦΙΑ	ΜΗΤΡΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	ΚΛΙΣΗ ΕΛΑΦΟΥΣ (%)	ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)	ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ(%)	ΕΙΔΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΕΜ
4-A/B-C/G-A	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ/ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΩΝ	<2	517	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	7
4-A/B-C/G-B	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	2-6	517	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
3-A-C-B	30-60	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	2-6	517-625	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	2
3-A-C-C	30-60	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	6-12	517	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
3-A-C-A	30-60	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	<2	517	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	3
3-A-C-C	30-60	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	6-12	517	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
6-A/B-A-B	>150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	2-6	676	1,1-2	ΒΑΜΒΑΚΙ	4
6-B-A-A	>150	ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	<2	676-736	1,1-2	ΒΑΜΒΑΚΙ	
6-C-A-A	>150	ΑΤΕΛΗΣ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	<2	736	1,1-2	ΒΑΜΒΑΚΙ	15
6-C-A-B	>150	ΑΤΕΛΗΣ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	2-6	736	1,1-2	ΒΑΜΒΑΚΙ	
6-C-A-A	>150	ΑΤΕΛΗΣ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	<2	552	2,1-6	ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	3
6-C-A-B	>150	ΑΤΕΛΗΣ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	2-6	517	2,1-6	ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
ΣΥΝΟΛΟ								34

Πίνακας 6-7: Συγκριτικός πίνακας των χωρικών μονάδων ως προς την ετήσια βροχόπτωση

ΧΩΡΙΚΕΣ ΕΛΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ	ΒΑΘΟΣ ΕΛΑΦΟΥΣ (cm)	ΥΔΡΟΜΟΡΦΙΑ	ΜΗΤΡΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	ΚΛΙΣΗ ΕΛΑΦΟΥΣ (%)	ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)	ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ(%)	ΕΙΔΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΕΜ
3-A/B-C/G-B	30-60	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ/ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΩΝ	2-6	517	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	10

3-A/B-C/G-B	30-60	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ/ΑΠ ΘΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΩΝ	2-6	676	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
3-A/B-C/G-C	30-60	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ/ΑΠ ΘΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΩΝ	6-12	517	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	2
3-A/B-C/G-C	30-60	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ/ΑΠ ΘΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΩΝ	6-12	676	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
3-A-C-B	30-60	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	2-6	517	2,1-6	ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	3
3-A-C-B	30-60	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	2-6	685	2,1-6	ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
4-A/B-C/G-A	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ/ΑΠ ΘΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΩΝ	<2	676	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	2
4-A/B-C/G-A	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ/ΑΠ ΘΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΩΝ	<2	517	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
4-A/B-C-B	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	2-6	485-449-517-625	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	4
4-A/B-C-B	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	2-6	676-735	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
4-A/B-R/T-B	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΡΙΠΠΙΔΑ/Α ΝΑΒΑΘΜΙ ΔΕΣ	2-6	708	2,1-6	ΕΛΑΙΩΝΕΣ	2
4-A/B-R/T-B	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΡΙΠΠΙΔΑ/Α ΝΑΒΑΘΜΙ ΔΕΣ	2-6	552	2,1-6	ΕΛΑΙΩΝΕΣ	
4-A/B-C/G-B	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	2-6	517	2,1-6	ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	5
4-A/B-C/G-B	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	2-6	676	2,1-6	ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
5-A/B-A/R-B	100-150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	2-6	517	2,1-6	ΒΑΜΒΑΚΙ	2
5-A/B-A/R-B	100-150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	2-6	676	2,1-6	ΒΑΜΒΑΚΙ	
5-A/B-A/R-C	100-150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α/ΡΙΠΠΙΔΑ	6-12	552	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	2
5-A/B-A/R-C	100-150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α/ΡΙΠΠΙΔΑ	6-12	736	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
5-A/B-R/T-B	100-150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΡΙΠΠΙΔΑ/Α ΝΑΒΑΘΜΙ ΔΕΣ	2-6	708	1,1-2	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	3
5-A/B-R/T-B	100-150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΡΙΠΠΙΔΑ/Α ΝΑΒΑΘΜΙ ΔΕΣ	2-6	552	1,1-2	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
6-A/B-A-B	>150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	2-6	676	2,1-6	ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	3
6-A/B-A-B	>150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	2-6	552	2,1-6	ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
6-A/B-A/R-C	>150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α/ΡΙΠΠΙΔΑ	6-12	736	1,1-2	ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	5
6A/B-A/R-C	>150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α/ΡΙΠΠΙΔΑ	6-12	531	1,1-2	ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
							ΣΥΝΟΛΟ	43

Πίνακας 6-8: Συγκριτικός πίνακας των χωρικών μονάδων ως προς την οργανική ουσία

ΧΩΡΙΚΕΣ ΕΛΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ	ΒΑΘΟΣ ΕΛΑΦΟΥΣ (cm)	ΥΔΡΟΜΟΡΦΙΑ	ΜΗΤΡΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	ΚΑΙΣΗ ΕΛΑΦΟΥΣ (%)	ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)	ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ(%)	ΕΙΔΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΕΜ
3-A/B-C/G-B	30-60	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ/ΑΠ ΘΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΩΝ	2-6	517-625	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	10
3-A/B-C/G-B	30-60	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ/ΑΠ ΘΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΩΝ	2-6	625	1,1-2	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
3-A-C-C	30-60	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	6-12%	517	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	3
3-A-C-C	30-60	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	6-12%	449-552	1,1-2	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
4-A/B-C-B	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	2-6	517-552-625	1,1-2	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	6
4-A/B-C-B	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	2-6	485-449-517-625	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
4-A-C-A	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	<2	517	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	3
4-A-C-A	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	<2	485	1,1-2	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
5-A/B-A/R-B	100-150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	2-6	676	2,1-6	ΒΑΜΒΑΚΙ	2
5-A/B-A/R-B	100-150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	2-6	676	1,1-2	ΒΑΜΒΑΚΙ	

6-A/B-A/R/T-A	>1100-1500	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α/ΡΙΠΙΔΙΑ/ΑΝΑΒΑΘΜΙΔΕΣ	<2	736	1,1-2	ΒΑΜΒΑΚΙ	15
6-A/B-A/R/T-A	>1100-1500	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α/ΡΙΠΙΔΙΑ/ΑΝΑΒΑΘΜΙΔΕΣ	<2	736	2,1-6	ΒΑΜΒΑΚΙ	
ΣΥΝΟΛΟ								39

Πίνακας 6-9: Συγκριτικός πίνακας των χωρικών μονάδων ως προς το είδος της βλάστησης

ΧΩΡΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ	ΒΑΘΟΣ ΕΛΑΦΟΥΣ (cm)	ΥΔΡΟΜΟΡΦΙΑ	ΜΗΤΡΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	ΚΛΙΣΗ ΕΛΑΦΟΥΣ (%)	ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)	ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ(%)	ΕΙΔΟΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΕΜ
4-A/B-C/G-A	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ/ΑΠΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΩΝ	<2	676	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	2
4-A/B-C/G-A	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ/ΑΠΘΕΣΕΙΣ ΑΡΓΙΛΩΝ	<2	676	2,1-6	ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
6-A/B-A-A	>150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	<2	736	1,1-2	ΒΑΜΒΑΚΙ	3
6-A/B-A-A	>150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	<2	736	1,1-2	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
4-A/B-C-B	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	2-6	485-449-517-625	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	5
4-A/B-C-B	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	2-6	552	2,1-6	ΕΛΑΙΩΝΕΣ	
6-A/B-A/T-B	>150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α/ΑΝΑΒΑΘΜΙΔΕΣ	2-6	531	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	3
6-A/B-A/T-B	>150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α/ΑΝΑΒΑΘΜΙΔΕΣ	2-6	517	2,1-6	ΑΚΡΟΔΡΥΑ	
3-A/B-R-B	30-60	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΡΙΠΙΔΙΑ	2-6	531	2,1-6	ΑΜΠΕΛΩΝΕΣ	2
3-A/B-R-B	30-60	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΡΙΠΙΔΙΑ	2-6	552	2,1-6	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
6-C-A-A	>150	C	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	<2	517	1,1-2	ΒΑΜΒΑΚΙ	4
6-C-A-A	>150	C	ΑΛΛΟΥΒΙ Α	<2	531	1,1-2	ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	
4-A/B-R/T-B	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΡΙΠΙΔΙΑ/ΑΝΑΒΑΘΜΙΔΕΣ	2-6	531	2,1-6	ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΓΗ	5
4-A/B-R/T-B	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΡΙΠΙΔΙΑ/ΑΝΑΒΑΘΜΙΔΕΣ	2-6	552	2,1-6	ΕΛΑΙΩΝΕΣ	
4-A/B-C-B	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	2-6	517	2,1-6	ΒΑΜΒΑΚΙ	2
4-A/B-C-B	60-100	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΚΡΟΚΑΛΟ ΠΑΓΗ	2-6	552	2,1-6	ΕΛΑΙΩΝΕΣ	
6-A/B-A/T-B	>150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α/ΑΝΑΒΑΘΜΙΔΕΣ	2-6	517	2,1-6	ΒΑΜΒΑΚΙ	
6-A/B-A/T-B	>150	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ/ΚΑΛΗ	ΑΛΛΟΥΒΙ Α/ΑΝΑΒΑΘΜΙΔΕΣ	2-6	517	2,1-6	ΑΚΡΟΔΡΥΑ	
ΣΥΝΟΛΟ								28

Από τα αποτελέσματα των υπολογισμών του DRAST για τις δύο χωρικές μονάδες, καταγράφηκε η απόλυτη τιμή της διαφοράς των τιμών του DRI για συγκεκριμένη διεργασία ούτως ώστε να φανεί η σημαντικότητα της επίδρασης του δείκτη. Στον Πίνακα 6-8 παρουσιάζονται α) ο εκάστοτε δείκτης (εξαιρούνται οι δείκτες που είχαν μία ενιαία τιμή για όλες τις χωρικές μονάδες), β) η διεργασία στην οποία επιδρά, γ) οι δύο κλάσεις του δείκτη που συγκρίνονται μεταξύ τους, δ) απόλυτη τιμή της διαφοράς του DRI, ε) η παρατήρηση επί του αποτελέσματος για τα γεωργικά εδάφη. Δεν πραγματοποιήθηκε σύγκριση των κλάσεων σε χωρικές μονάδες που δεν ικανοποιούσαν τις παραπάνω συνθήκες.

Πίνακας 6-10: Συγκριτικός πίνακας αξιολόγησης των αποτελεσμάτων για τα γεωργικά εδάφη

ΔΕΙΚΤΗΣ	ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ	ΚΛΑΣΗ ΠΡΟΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗ	ΚΛΑΣΗ ΠΡΟΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΤΟΥ DRI (ΑΠΟΛΥΤΗ ΤΙΜΗ)	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ
Ετήσια βροχόπτωση	Υδατική διάβρωση σε γεωργικά εδάφη (R1)	280-650 mm	650-1000 mm	0,1742195	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση βροχόπτωσης 280-650 mm σε σχέση με την κλάση 650-1000 mm
Βάθος εδάφους	Υδατική διάβρωση σε γεωργικά εδάφη (R1)	30-60 cm	60-100 cm	0,0246831	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «μετρίως βαθιά εδάφη» σε σχέση με την κλάση «βαθιά εδάφη»
		60-100 cm	100-150 cm	0,02467872	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «βαθιά εδάφη» σε σχέση με την κλάση «πολύ βαθιά εδάφη»
		100-150 cm	>150 cm	0,0164554	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «πολύ βαθιά εδάφη» σε σχέση με την κλάση «πάρα πολύ βαθιά εδάφη»
		30-60 cm	100-150 cm	0,0493662	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «μετρίως βαθιά εδάφη» σε σχέση με την κλάση «πολύ βαθιά εδάφη»
		60-100 cm	>150 cm	0,0411385	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «βαθιά εδάφη» «πάρα πολύ βαθιά εδάφη»
		30-60 cm	>150 cm	0,0658216	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «μετρίως βαθιά εδάφη» σε σχέση με την κλάση «πάρα πολύ βαθιά εδάφη»
		Υδρομορφία	Αλάτωση του εδάφους (R5)	A/B (Well)	C (Imperfectly)
C (Imperfectly)	D (Poorly)			0,1239198	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «κακή» σε σχέση με την κλάση «ατελή»

		A/B (Well)	D (Poorly)	0,2478396	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «κακή» σε σχέση με την κλάση «πολύ καλή/καλή»
Μητρικό υλικό	Μηχανική διάβρωση λόγω κατεργασίας του εδάφους (R4)	Κροκαλοπαγή/Αποθέσεις αργίλων (Conglomerates/Clay)	Αλλουβιακές αποθέσεις/Ριπίδια (Alluvium)	0,0618429	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «αλλουβιακές αποθέσεις/ριπίδια» σε σχέση με την κλάση «κροκαλοπαγή/αποθέσεις αργίλων»
		Κροκαλοπαγή/Αποθέσεις αργίλων (Conglomerates/Clay)	Φλύσσης (Plysh)	0,0618429	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «κροκαλοπαγή» σε σχέση με την κλάση «φλύσσης»
		Φλύσσης (Plysh)	Αλλουβιακές αποθέσεις/Ριπίδια (Alluvium)	Δεν υπάρχουν χωρικές μονάδες με τις ίδιες τιμές δεικτών και τις διαφορετικές εν λόγω κλάσεις	
Κλίση εδάφους	Υδατική διάβρωση σε γεωργικά εδάφη (R1)	<2% (A)	2-6% (B)	0,0718768	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «ελαφρώς κεκλιμένη» σε σχέση με την κλάση «σχεδόν επίπεδη»
		2-6% (B)	6-12% (C)	0,0718768	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «μετρίως κεκλιμένη» σε σχέση με την κλάση «ελαφρώς κεκλιμένη»
		<2% (A)	6-12% (C)	0,1437536	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «μετρίως κεκλιμένη» σε σχέση με την κλάση «σχεδόν επίπεδη»
	Μηχανική διάβρωση λόγω κατεργασίας του εδάφους (R4)	<2% (A)	2-6% (B)	0,085719	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «ελαφρώς κεκλιμένη» σε σχέση με την κλάση «σχεδόν επίπεδη»
		2-6% (B)	6-12% (C)	0,085719	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «μετρίως κεκλιμένη» σε σχέση με την κλάση «ελαφρώς κεκλιμένη»

		<2% (A)	6-12% (C)	0,171438	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «μετρίως κεκλιμένη» «σχεδόν επίπεδη»
	Έλλειψη εδαφικής υγρασίας (R6)	<2% (A)	2-6% (B)	0,038806	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «ελαφρώς κεκλιμένη» σε σχέση με την κλάση «σχεδόν επίπεδη»
		2-6% (B)	6-12% (C)	0,038806	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «μετρίως κεκλιμένη» σε σχέση με την κλάση «ελαφρώς κεκλιμένη»
		<2% (A)	6-12% (C)	0,077612	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «μετρίως κεκλιμένη» σε σχέση με την κλάση «σχεδόν επίπεδη»
Οργανική ουσία	Μηχανική διάβρωση λόγω κατεργασίας του εδάφους (R4)	Χαμηλή περιεκτικότητα (Low) :1,1-2%	Μέτρια περιεκτικότητα (Medium) : 2,1-6%	0,0509595	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «χαμηλή» σε σχέση με την κλάση «μέτρια»
Βλάστηση	Υδατική διάβρωση σε γεωργικά εδάφη (R1)	Μη αρδευόμενες καλλιέργειες (Cereals)	Αρδευόμενες καλλιέργειες (Vegetables)	0,0178726	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «μη αρδευόμενες καλλιέργειες» σε σχέση με την κλάση «αρδευόμενη»
		Μη αρδευόμενες καλλιέργειες (Cereals)	Βαμβάκι (Cotton)	0,0446815	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «μη αρδευόμενες καλλιέργειες» σε σχέση με την κλάση «βαμβάκι»
		Μη αρδευόμενες καλλιέργειες (Cereals)	Ελιές (Olives)	0,089363	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «μη αρδευόμενες καλλιέργειες» σε σχέση με την κλάση «ελιές»
		Μη αρδευόμενες καλλιέργειες (Cereals)	Οπωροφόρα δέντρα (Oranges)	Δεν υπάρχουν χωρικές μονάδες με τις ίδιες τιμές δεικτών και τις διαφορετικές τις εν λόγω κλάσεις	

		Μη αρδευόμενες καλλιέργειες (Cereals)	Ακρόδρυα (Almonds)	0,0625541	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «μη αρδευόμενες καλλιέργειες» σε σχέση με την κλάση «ακρόδρυα»
		Μη αρδευόμενες καλλιέργειες (Cereals)	Αμπέλια (vines)	0,0536178	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «μη αρδευόμενες καλλιέργειες» σε σχέση με την κλάση «αμπέλια»
		Αρδευόμενες καλλιέργειες (Vegetables)	Βαμβάκι (Cotton)	0,0268089	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «αρδευόμενες καλλιέργειες» σε σχέση με την κλάση «βαμβάκι»
		Αρδευόμενες καλλιέργειες (Vegetables)	Ελιές (Olives)	0,0714904	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «αρδευόμενες καλλιέργειες» σε σχέση με την κλάση «ελιές»
		Αρδευόμενες καλλιέργειες (Vegetables)	Οπωροφόρα δέντρα (Oranges)	Δεν υπάρχουν χωρικές μονάδες με τις ίδιες τιμές δεικτών και τις διαφορετικές τις εν λόγω κλάσεις	
		Αρδευόμενες καλλιέργειες (Vegetables)	Ακρόδρυα (Almonds)	Δεν υπάρχουν χωρικές μονάδες με τις ίδιες τιμές δεικτών και τις διαφορετικές τις εν λόγω κλάσεις	
		Αρδευόμενες καλλιέργειες (Vegetables)	Αμπέλια (vines)	Δεν υπάρχουν χωρικές μονάδες με τις ίδιες τιμές δεικτών και τις διαφορετικές τις εν λόγω κλάσεις	
		Βαμβάκι (Cotton)	Ελιές (Olives)	0,0446815	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «βαμβάκι»

			σε σχέση με την κλάση «ελιές»
Βαμβάκι (Cotton)	Οπωροφόρα δέντρα (Oranges)	Δεν υπάρχουν χωρικές μονάδες με τις ίδιες τιμές δεικτών και τις διαφορετικές τις εν λόγω κλάσεις	
Βαμβάκι (Cotton)	Ακρόδρυα (Almonds)	0,0178726	Υψηλότερες τιμές DRI στην κλάση «βαμβάκι» σε σχέση με την κλάση «ακρόδρυα»
Βαμβάκι (Cotton)	Αμπέλια (vines)	Δεν υπάρχουν χωρικές μονάδες με τις ίδιες τιμές δεικτών και τις διαφορετικές τις εν λόγω κλάσεις	
Ελιές (Olives)	Οπωροφόρα δέντρα (Oranges)	Δεν υπάρχουν χωρικές μονάδες με τις ίδιες τιμές δεικτών και τις διαφορετικές τις εν λόγω κλάσεις	
Ελιές (Olives)	Ακρόδρυα (Almonds)	Δεν υπάρχουν χωρικές μονάδες με τις ίδιες τιμές δεικτών και τις διαφορετικές τις εν λόγω κλάσεις	
Ελιές (Olives)	Αμπέλια (vines)	Δεν υπάρχουν χωρικές μονάδες με τις ίδιες τιμές δεικτών και τις διαφορετικές	

				τις εν λόγω κλάσεις	
		Οπωροφόρα δέντρα (Oranges)	Ακρόδρυα (Almonds)	Δεν υπάρχουν χωρικές μονάδες με τις ίδιες τιμές δεικτών και τις διαφορετικές τις εν λόγω κλάσεις	
		Οπωροφόρα δέντρα (Oranges)	Αμπέλια (vines)	Δεν υπάρχουν χωρικές μονάδες με τις ίδιες τιμές δεικτών και τις διαφορετικές τις εν λόγω κλάσεις	

Οι χωρικές μονάδες οι οποίες εντάσσονται στο γενικό τύπο περιοχών των βοσκοτόπων - λιβαδικών εκτάσεων δεν ήταν δυνατό να συγκριθούν βάσει κοινού δείκτη καθώς όλες οι τιμές των δεικτών τους ήταν διαφορετικές. Λόγω του μικρού πλήθους των χωρικών μονάδων, στον Πίνακα 8-4 παρουσιάζονται οι τιμές των δεικτών των χωρικών μονάδων που είχαν το μεγαλύτερο DRI σε κάθε διεργασία (εξαιρούνται οι δείκτες που είχαν μία ενιαία τιμή για όλες τις χωρικές μονάδες). Οι στατιστικά σημαντικοί δείκτες για κάθε διεργασία είναι υπογραμμισμένοι και με πλάγια γραφή. **Να επισημανθεί ότι το πλήθος των χωρικών μονάδων δεν είναι τόσο μεγάλο ώστε να προκύψουν ασφαλή συμπεράσματα.**

Πίνακας 6-11: Οι υψηλότερες τιμές DRI για κάθε διεργασία σε βοσκοτόπια-λιβαδικές εκτάσεις

Βάθος εδάφους	Υδρομορφία	Δείκτης BGI	Κλίση εδάφους	Κοκκομετρική σύσταση	Διεργασία	DRI
<u>Μετρίως βαθιά</u>	Πολύ καλή/Καλή	85	Μετρίως κεκλιμένη	<u>Μέσης κοκκομετρικής</u>	Υδατική διάβρωση σε λιβαδικές εκτάσεις (R2)	2,2977447
Πάρα πολύ βαθιά	<u>Ατελής</u>	85	Σχεδόν επίπεδη	Μέσης κοκκομετρικής	Αλάτωση του εδάφους (R5)	1,3231505
Βαθιά		55	Μετρίως κεκλιμένη	Μετρίως λεπτόκοκκο		
Μετρίως βαθιά	Πολύ καλή/Καλή	69	<u>Μετρίως κεκλιμένη</u>	Λεπτόκοκκο	Έλλειψη εδαφικής υγρασίας (R6)	2,6401356
Βαθιά	Ατελής	55	<u>Μετρίως κεκλιμένη</u>	Μετρίως λεπτόκοκκο		

Μετρίως βαθιά	Πολύ καλή/Καλή	55	<u>Μετρίως κεκλιμένη</u>	Μετρίως λεπτόκοκκο		
Μετρίως βαθιά	Πολύ καλή/Καλή	85	<u>Μετρίως κεκλιμένη</u>	Μέσης κοκκομετρικής		
Μετρίως βαθιά	<u>Πολύ καλή/Καλή</u>	<u>85</u>	<u>Μετρίως κεκλιμένη</u>	Μέσης κοκκομετρικής	Υπερβόσκηση (R8)	1,9670946

Με παρόμοιο τρόπο, στον Πίνακα 6-5 παρουσιάζονται οι τιμές των δεικτών των χωρικών μονάδων που είχαν το μικρότερο DRI σε κάθε διεργασία.

Πίνακας 6-12: Οι χαμηλότερες τιμές DRI για κάθε διεργασία σε βοσκοτόπια-λιβαδικές εκτάσεις

Βάθος εδάφους	Υδρομορφία	Δείκτης BGI	Κλίση εδάφους	Κοκκομετρική σύσταση	Διεργασία	DRI
<u>Πάρα πολύ βαθιά</u>	Ατελής	85	Σχεδόν επίπεδη	<u>Μέσης κοκκομετρικής</u>	Υδατική διάβρωση σε λιβαδικές εκτάσεις (R2)	2,1639727
Μετρίως βαθιά	<u>Πολύ καλή/Καλή</u>	69	Μετρίως κεκλιμένη	Λεπτόκοκκο	Αλάτωση του εδάφους (R5)	1,1992307
		74	Σχεδόν επίπεδη	Μετρίως λεπτόκοκκο		
		55	Μετρίως κεκλιμένη	Μετρίως λεπτόκοκκο		
		85		Μέσης κοκκομετρικής		
		69		Μετρίως λεπτόκοκκο		
Μετρίως βαθιά	Πολύ καλή/Καλή	74	Σχεδόν επίπεδη	Μετρίως λεπτόκοκκο	Έλλειψη εδαφικής υγρασίας (R6)	2,5625236
69	Μέσης κοκκομετρικής					
Πάρα πολύ βαθιά	Ατελής	85				
Βαθιά	<u>Ατελής</u>	<u>55</u>	<u>Μετρίως κεκλιμένη</u>	Μετρίως λεπτόκοκκο	Υπερβόσκηση (R8)	1,7664391

6.2.Συζήτηση επί των αποτελεσμάτων

Βάσει των αποτελεσμάτων του Πίνακα 6-10 για τις γεωργικές εκτάσεις συνάγεται ότι:

- Η διαφορά στις τιμές DRI μεταξύ των δύο κλάσεων βροχοπτώσεων για τη διεργασία της υδατικής διάβρωσης είναι από τις μεγαλύτερες που υπολογίστηκαν (0,1742195). Η αύξηση του DRI με τη μείωση του εύρους της ετήσιας βροχόπτωσης είναι αξιόλογη.
- Η μεγαλύτερη διαφορά του DRI στο δείκτη του βάθους εδάφους για τη διεργασία της υδατικής διάβρωσης εντοπίστηκε μεταξύ των κλάσεων «μετρίως βαθιά» - «πάρα πολύ βαθιά» εδάφη (0,0658216) και η μικρότερη μεταξύ των κλάσεων «πολύ βαθιά» - «πάρα πολύ βαθιά» εδάφη (0,0164554). Όσο μεγαλύτερη η διαφορά των συγκρινόμενων

κλάσεων (δηλαδή όσο περισσότερες κλάσεις παρεμβάλλονται μεταξύ τους) τόσο μεγαλύτερη η διαφορά και όσο πιο χαμηλές οι τιμές του εύρους του βάθους εδάφους των συγκρινόμενων κλάσεων τόσο μεγαλύτερη η τιμή DRI. Το βάθος εδάφους παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση σε σχέση με τον DRI (όσο μειώνεται το βάθος του εδάφους τόσο αυξάνεται η τιμή του DRI).

- Η μεγαλύτερη διαφορά του DRI στο δείκτη της υδρομορφίας για τη διεργασία της αλάτωσης του εδάφους εντοπίστηκε μεταξύ των κλάσεων «πολύ καλή/καλή» - «κακή» (0,2478396) ενώ μεταξύ των υπολοίπων δύο κλάσεων η διαφορά είναι ίδια (0,1239198). Ομοίως, όσο μεγαλύτερη η διαφορά των συγκρινόμενων κλάσεων τόσο μεγαλύτερη η διαφορά του DRI. Η αύξηση του DRI στα κακώς αποστραγγιζόμενα εδάφη είναι καθίσταται αισθητή.
- Η διαφορά DRI στο δείκτη του μητρικού υλικού για τη διεργασία της μηχανικής διάβρωσης λόγω κατεργασίας εδάφους μεταξύ των κλάσεων «κροκαλοπαγή» - «αλλουβιακές αποθέσεις» και «κροκαλοπαγή» - «φλύσχη» είναι ίδια (0,0618429) με αύξουσα σειρά του DRI ως εξής: φλύσχη < κροκαλοπαγή < αλλουβιακές αποθέσεις.
- Η διαφορά DRI στο δείκτη της κλίσης εδάφους για τη διεργασία:
 - α) της υδατικής διάβρωσης είναι η μέγιστη μεταξύ των κλάσεων «σχεδόν επίπεδη» - «μετρίως κεκλιμένη» (0,1437536) και ίδια μεταξύ των υπολοίπων δύο κλάσεων (0,0718768). Ομοίως, όσο μεγαλύτερη η διαφορά των συγκρινόμενων κλάσεων τόσο μεγαλύτερη η διαφορά του DRI. Η κλίση του εδάφους παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση σε σχέση με τον DRI.
 - β) της μηχανικής διάβρωσης λόγω κατεργασίας του εδάφους είναι η μέγιστη μεταξύ των κλάσεων «σχεδόν επίπεδη» - «μετρίως κεκλιμένη» (0,171438) και ίδια μεταξύ των υπολοίπων δύο κλάσεων (0,085719). Ομοίως, όσο μεγαλύτερη η διαφορά των συγκρινόμενων κλάσεων τόσο μεγαλύτερη η διαφορά του DRI. Η κλίση του εδάφους παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση σε σχέση με τον DRI. Η επίδραση της κλίσης είναι ελαφρώς μεγαλύτερη στη μηχανική διάβρωση από ό,τι στην υδατική διάβρωση.
 - γ) της έλλειψης εδαφικής υγρασίας είναι η μέγιστη μεταξύ των κλάσεων «σχεδόν επίπεδη» - «μετρίως κεκλιμένη» (0,077612) και ίδια μεταξύ των υπολοίπων δύο κλάσεων (0,038806). Ομοίως, όσο μεγαλύτερη η διαφορά των συγκρινόμενων κλάσεων τόσο μεγαλύτερη η διαφορά του DRI. Η κλίση του εδάφους παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση σε σχέση με τον DRI. Η επίδραση της κλίσης είναι μικρότερη σε αυτή τη διεργασία υποβάθμισης εν συγκρίσει με τις δύο προηγούμενες.
- Η μεταβολή της κλάσης του δείκτη της οργανικής ουσίας από «χαμηλή» σε «μέτρια» περιεκτικότητα μειώνει τον DRI (0,0509595). Η περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία συσχετίζεται αρνητικώς με τον DRI.

- Η μεγαλύτερη διαφορά του DRI στο δείκτη της βλάστησης για τη διεργασία της υδατικής διάβρωσης εντοπίστηκε μεταξύ των κλάσεων «μη αρδευόμενες» καλλιέργειες – «ελιές» (0,089363) και η μικρότερη μεταξύ των κλάσεων «μη αρδευόμενες» καλλιέργειες – «αρδευόμενες» καλλιέργειες και «βαμβάκι» - «ακρόδρυα» (0,0178726). Στην πρώτη περίπτωση, οι δύο κλάσεις βλάστησης έχουν τις ακριβώς αντίθετες επιδράσεις (εξ' ου και η μεγάλη διαφορά στη τιμή DRI) στην υποβάθμιση της γεωργικής γης ενώ στη δεύτερη περίπτωση οι δύο κλάσεις βλάστησης έχουν τον ίδιο περίπου βαθμό επίδρασης.

Βάσει των αποτελεσμάτων των Πινάκων 6-11 και 6-12 για τις λιβαδικές εκτάσεις προκύπτουν τα εξής:

- Τα «μετρίως βαθιά» εδάφη έχουν υψηλότερο DRI από τα «πάρα πολύ βαθιά» εδάφη άρα και είναι πιο επιρρεπή στην υδατική διάβρωση.
- Η επιδείνωση των στραγγιστικών συνθηκών από «πολύ καλές/καλές» σε «ατελείς» καθιστά τα εδάφη πιο ευάλωτα στην αλατότητα.
- Η εδαφική επιφάνεια που είναι «μετρίως κεκλιμένη» διατρέχει μεγαλύτερο κίνδυνο έλλειψης εδαφικής υγρασίας από την «σχεδόν επίπεδη» επιφάνεια.
- Η επιδείνωση των στραγγιστικών συνθηκών από «πολύ καλές/καλές» σε «ατελείς» αυξάνει επίσης το DRI.

6.3.Συμπεράσματα

- Στις γεωργικές εκτάσεις καταγράφηκε **χαμηλός κίνδυνος (Κατηγορία 4) υδατικής διάβρωσης**, καθώς: α) η μικρότερη κλάση βάθους που καταγράφηκε στην περιοχή μελέτης είναι τα «μετρίως βαθιά» εδάφη (30-60 cm) και η μεγαλύτερη κλάση βάθους είναι τα «πάρα πολύ βαθιά» εδάφη (>150 cm), β) η μικρότερη κλάση κλίσης που καταγράφηκε στην περιοχή μελέτης είναι τα «σχεδόν επίπεδα» εδάφη (κλάση A-<2%) και η μεγαλύτερη κλάση κλίσης είναι τα «μετρίως κεκλιμένα» εδάφη (κλάση C- 6-12%). Συνεπώς, τα γεωργικά εδάφη της περιοχής μελέτης είναι ευαίσθητα και μετρίως υποβαθμισμένα ως προς την υδατική διάβρωση και υπόκεινται σε χαμηλά ή μέτρια ποσοστά υδατικής διάβρωσης (βλέπε Υποκεφάλαιο 3.3) καθώς δεν πρόκειται για αβαθή ή έντονα επικλινή εδάφη ώστε να υποστούν υποβάθμιση με πιο ταχείς ρυθμούς.
- Στις γεωργικές εκτάσεις καταγράφηκε **χαμηλός κίνδυνος (Κατηγορία 4) μηχανικής διάβρωσης** καθώς: α) τα μητρικά πετρώματα των χωρικών ενοτήτων είναι αλλούβια, κροκαλοπαγή/αποθέσεις αργίλων και φλύσχης, β) η μικρότερη κλάση κλίσης που καταγράφηκε στην περιοχή μελέτης είναι τα «σχεδόν επίπεδα» εδάφη (κλάση A-<2%) και η μεγαλύτερη κλάση κλίσης είναι τα «μετρίως κεκλιμένα» εδάφη (κλάση C- 6-12%).

Εντούτοις: α) οι κλάσεις περιεκτικότητας σε οργανική ουσία είναι Χαμηλή (Low- 1.1-2%) και Μέτρια (Medium- 2,1-6%), β) η εντατικότητα της καλλιέργειας είναι Υψηλή (High) και γ) η εφαρμογή πολιτικών για την ερημοποίηση δεν είναι εκτεταμένη στην περιοχή (Low-25% της περιοχής). Συνεπώς, τα γεωργικά εδάφη της περιοχής μελέτης είναι ευαίσθητα και μετρίως υποβαθμισμένα ως προς τη μηχανική διάβρωση και υπόκεινται σε χαμηλά ή μέτρια ποσοστά μηχανικής διάβρωσης (βλέπε Υποκεφάλαιο 3.3). Το μητρικό υλικό και οι κλίσεις στην περιοχή μελέτης δεν είναι τέτοιες ώστε να προσδίδουν μεγάλη ευαλωτότητα στη μηχανική διάβρωση, όμως η μη ύπαρξη υψηλού ποσοστού οργανικής ουσίας, η ένταση των καλλιεργητικών τεχνικών και η περιορισμένη εφαρμογή πολιτικών κατά της ερημοποίησης στην περιοχή αποκλείουν το μηδενικό κίνδυνο μηχανικής διάβρωσης από τις εν λόγω περιοχές.

- Στις γεωργικές **δεν καταγράφηκε κίνδυνος (Κατηγορία 5) αλάτωσης των εδαφών** καθώς: α) η ενιαία τιμή της εξαμισοδιαπνοής (843 mm) για την περιοχή μελέτης εντάσσεται σε μεσαία κλάση του DRAST (κλάση 3^η από τις 5), β) η ενιαία τιμή της ποιότητας του αρδευτικού νερού είναι χαρακτηρίζεται «μέτρια» (400-800 μS) και γ) η βέλτιστη τιμή των συνθηκών στράγγισης είναι Καλή (A/B) –εντοπίζεται στην πλειοψηφία των εδαφών- και η χειρίστη Φτωχή (D). Η εξαμισοδιαπνοή δεν εντάσσεται σε ακραίες τιμές, η ποιότητα του αρδευτικού νερού, παρά την έντονη γεωργική δραστηριότητα της περιοχής δεν είναι χαμηλή και οι συνθήκες στράγγισης (που για την πλειονότητα των εδαφών της περιοχής μελέτης είναι πολύ καλές) ακόμη σε αυξημένες τιμές του DRI (κλάση D) δεν καθιστούν τις περιοχές ελαφρώς υποβαθμισμένες. Συνεπώς, οι περιοχές είναι ευαίσθητες και δυνητικά ή καθόλου απειλούμενες στην αλάτωση λόγω της μέτριας ποιότητας νερού (δεν διατίθενται στοιχεία για τον υδροφόρο ορίζοντα).
- Στις γεωργικές εκτάσεις καταγράφηκε **μέτριος κίνδυνος (Κατηγορία 3) έλλειψης εδαφικής υγρασίας** καθώς: α) η ενιαία τιμή της εποχικότητας της βροχόπτωσης για την περιοχή μελέτης είναι η Seasonal (0,60-0,79), β)) η μικρότερη κλάση κλίσης που καταγράφηκε στην περιοχή μελέτης είναι τα «σχεδόν επίπεδα» εδάφη (κλάση A) και η μεγαλύτερη κλάση κλίσης είναι τα «μετρίως κεκλιμένα» εδάφη (κλάση C) και γ) η εφαρμογή πολιτικών για την ερημοποίηση δεν είναι εκτεταμένη στην περιοχή (Low-25% της περιοχής). Η εποχικότητα των βροχοπτώσεων και η περιορισμένη εφαρμογή πολιτικών αποτροπής της ερημοποίησης συμβάλλουν σημαντικά στα φαινόμενα έλλειψης νερού των εδαφών της περιοχής μελέτης. Συνεπώς, πρόκειται για περιοχές ευαίσθητες ως προς την έλλειψη νερού, με δυνητικό κίνδυνο ερημοποίησης λόγω αυτής της διεργασίας και των συνεπακόλουθών της, που είναι η αύξηση των ποσοστών διάβρωσης και η υποβάθμιση της ποιότητας της βλάστησης.

- Οι λιβαδικές εκτάσεις δεν αποτελούν συνιστούν μεγάλο αριθμό για την περιοχή μελέτης και ως εκ τούτου, όπως προαναφέρθηκε, δεν μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα. Βάσει του Πίνακα 6-11, παρατηρείται ότι:
 - Όλες οι λιβαδικές εκτάσεις, με βάρη εδάφους από 30-60 cm έως >150 cm, με συνθήκες στράγγισης από καλές έως ατελείς, με κλίμα ξηρό έως μετρίως υγρό, με εδάφη σχεδόν επίπεδα έως μετρίως κεκλιμένα, με κοκκομετρική σύσταση μέση έως λεπτόκοκκη αντιμετωπίζουν **χαμηλό κίνδυνο (Κατηγορία 4) υδατικής διάβρωσης**. Ο κίνδυνος αυτός πυροδοτείται από πιθανόν από την εποχική κατανομή των βροχοπτώσεων και από την περιορισμένη εφαρμογή πολιτικής για την αντιμετώπιση της ερημοποίησης στην περιοχή. Συνεπώς, τα βοσκοτόπια της περιοχής μελέτης είναι ευαίσθητα και μετρίως υποβαθμισμένα ως προς την υδατική διάβρωση και υπόκεινται σε χαμηλά ή μέτρια ποσοστά υδατικής διάβρωσης (βλέπε Υποκεφάλαιο 3.3).
 - Όλες οι λιβαδικές εκτάσεις με συνθήκες στράγγισης από καλές έως ατελείς **δεν αντιμετωπίζουν κίνδυνο (Κατηγορία 5) αλάτωσης του εδάφους** καθώς οι παράγοντες που συντελούν στην εν λόγω διεργασία δεν εμφανίζουν τις ακραίες τιμές που απαιτούνται για την εύρεση έστω χαμηλού κινδύνου αλάτωσης. Συνεπώς, οι λιβαδικές εκτάσεις είναι ευαίσθητες και δυνητικά ή καθόλου απειλούμενες στην αλάτωση λόγω της μέτριας ποιότητας νερού (δεν διατίθενται στοιχεία για τον υδροφόρο ορίζοντα).
 - Όλες οι λιβαδικές εκτάσεις με εδάφη σχεδόν επίπεδα έως μετρίως κεκλιμένα αντιμετωπίζουν **μέτριο κίνδυνο (Κατηγορία 3) έλλειψης εδαφικής υγρασίας** καθώς η εποχικότητα της βροχόπτωσης συμβάλλει σημαντικά στο έλλειμμα υδατικού ισοζυγίου των εδαφών. Συνεπώς, πρόκειται για περιοχές ευαίσθητες ως προς την έλλειψη νερού, με δυνητικό κίνδυνο ερημοποίησης λόγω αυτής της διεργασίας και των συνεπακόλουθών της, που είναι η αύξηση των ποσοστών διάβρωσης και η υποβάθμιση της ποιότητας της βλάστησης.
 - Όλες οι λιβαδικές εκτάσεις με συνθήκες στράγγισης από καλές έως ατελείς, με κλίμα ξηρό έως μετρίως υγρό αντιμετωπίζουν **χαμηλό κίνδυνο (Κατηγορία 4) υπερβόσκησης** καθώς η εποχική κατανομή των βροχοπτώσεων και το μικρό σχετικά μέγεθος των αγροτεμαχίων (2-5 ha) καθιστούν τις περιοχές αυτές επιρρεπείς στην ερημοποίηση σε μικρό βαθμό. Συνεπώς, πρόκειται για περιοχές ελαφρώς υποβαθμισμένες, με δυνητικό κίνδυνο ερημοποίησης, που υπόκεινται σε μέτρια ποσοστά διάβρωσης λόγω της υπερβόσκησης.
- Οι διαφορές στις τιμές DRI των διεργασιών δεν ήταν τέτοιες ώστε να υπάρξει διαφοροποίηση στην κατηγορία επικινδυνότητας των χωρικών μονάδων.

- Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν τη βιβλιογραφία που παρατέθηκε στην παρούσα εργασία.
- Η μεγαλύτερη διαφορά τιμών DRI μεταξύ γειτονικών κλάσεων («280-650 mm» – «650-1000 mm») άρα και η μεγαλύτερη επίδραση εντοπίζεται στις κλάσεις της ετήσιας βροχόπτωσης και αφορά την υδατική διάβρωση. Αυτό συνεπάγεται ότι **ο κύριος παράγοντας υποβάθμισης της γεωργικής γης μέσω της υδατικής διάβρωσης είναι η ετήσια βροχόπτωση για την περιοχή μελέτης της παρούσας εργασίας.** Υπενθυμίζεται ότι οι εδαφικές επιφάνειες της περιοχής μελέτης κυμαίνονται από «σχεδόν επίπεδες» σε μετρίως κεκλιμένες».
- Τη μεγαλύτερη επίδραση στην υδατική διάβρωση μιας εδαφικής επιφάνειας την έχει η ετήσια βροχόπτωση και κατόπιν η κλίση. Αυτό επιβεβαιώνει ότι **οι δυσμενείς κλιματολογικές συνθήκες αποτελούν τον κύριο παράγοντα υποβάθμισης μέσω της υδατικής διάβρωσης στις γεωργικές εκτάσεις της περιοχής μελέτης.**
- Η κλίση μιας εδαφικής επιφάνειας αυξανόμενη έχει μεγαλύτερη επίπτωση στη μηχανική διάβρωση και έπειτα στην υδατική. Αυτό **καθιστά την κλίση κύριο παράγοντα υποβάθμισης της γεωργικής γης μέσω της μηχανικής κατεργασίας.**
- Η μεγαλύτερη διαφορά τιμών DRI είναι αυτή της υδρομορφίας για τη διεργασία της αλάτωσης του εδάφους, όμως δεν πρόκειται για γειτονικές κλάσεις («Πολύ καλή/Καλή» - «Ατελής»). Η διαφορά τιμών είναι μικρότερη στις γειτονικές κλάσεις. Αυτό συνεπάγεται ότι **η σημαντική επιδείνωση των στραγγιστικών συνθηκών μπορεί να αυξήσει αρκετά τον κίνδυνο αλάτωσης των εδαφών. Εντούτοις, η επίδραση της υδρομορφίας στην αλατότητα των εδαφών της περιοχής μελέτης δεν είναι τέτοια ώστε να διατρέχουν κίνδυνο αλάτωσης καθώς οι όλες χωρικές μονάδες εντάσσονται στην κατηγορία Κανένας Κίνδυνος (No Risk).**
- Η μικρότερη διαφορά τιμών DRI είναι αυτή του βάθους εδάφους για τη διεργασία της υδατικής διάβρωσης, και πρόκειται για γειτονικές κλάσεις («Πολύ βαθιά» - «Πάρα πολύ βαθιά»). **Όσο βαθύτερα τα εδάφη τόσο μικρότερες οι διαφορές μεταξύ τους ως προς την επικινδυνότητα. Γενικότερα, το βάθος εδάφους δεν επιδρά σημαντικά στην υδατική διάβρωση ακόμη και στις περιπτώσεις των «μετρίως βαθέων» εδαφών.**
- Όλες οι κλάσεις του μητρικού υλικού και η περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία είχαν σχεδόν την ίδια επίδραση στη μηχανική διάβρωση λόγω κατεργασίας.
- Όσον αφορά τη βλάστηση, **τις πιο δυσμενείς συνθήκες για την υποβάθμιση της γης προκαλούν οι «μη αρδευόμενες» καλλιέργειες λόγω του ελλείμματος εδαφικής υγρασίας που προκαλείται και τις πιο ευνοϊκές συνθήκες προσφέρουν οι ελιές, κατόπιν τα ακρόδρυα και τέλος τα αμπέλια. Οι «αρδευόμενες» καλλιέργειες**

προσφέρουν καλύτερες συνθήκες από τις «μη αρδευόμενες», όχι όμως και από τα **οπωροφόρα**. Εξ' ου και οι μικρότερες διαφορές στις τιμές DRI μεταξύ ετήσιων καλλιεργειών και οι μεγαλύτερες διαφορές στις τιμές μεταξύ ετήσιων καλλιεργειών και δενδρωδών καλλιεργειών.

- Η μέση ετήσια δυνητική εξατμισοδιαπνοή για όλη την περιοχή μελέτης (843 mm) είναι μεγαλύτερη από τη μέση ετήσια βροχόπτωση κάθε υδρολογικής λεκάνης έχει θετική συσχέτιση με τον DRI. Συνεπώς, **οι υψηλές τιμές της συμβάλλουν στην αύξηση της αλάτωσης των τόσο των γεωργικών όσο και των λιβαδικών εκτάσεων.**
- Η μέση κατανομή της βροχόπτωσης για όλη την περιοχή μελέτης (0,60-0,79) έχει θετική συσχέτιση με τον DRI. Συνεπώς, **η εποχικότητα (seasonal) συμβάλλει στην υδατική διάβρωση και στην έλλειψη εδαφικής υγρασίας των γεωργικών και λιβαδικών εκτάσεων καθώς και στην υπερβόσκηση.**
- Η μέτρια ποιότητα υδάτων για όλη την περιοχή μελέτης (400-800 μS) έχει θετική συσχέτιση με τον DRI. **Δεν επιβαρύνει σε μεγάλο βαθμό την αλάτωση των γεωργικών και λιβαδικών εδαφών καθώς δεν είναι ακραία τιμή.**
- Το σχετικά μέσο μικρό μέγεθος του αγροτεμαχίου (2-5 ha) για την περιοχή μελέτης **δεν επιδρά τόσο σημαντικά στην υπερβόσκηση ώστε να διαφοροποιηθεί η κατηγορία επικινδυνότητας.**
- Η υψηλή ένταση της χρήσης γης (High land use intensity) στις γεωργικές εκτάσεις **επιταχύνει την υδατική και μηχανική διάβρωση.**
- Η χαμηλή ένταση της χρήσης γης (Low land use intensity) στις λιβαδικές εκτάσεις **συμβάλλει θετικά στην προστασία τους από την υδατική διάβρωση.**
- Η πολύ περιορισμένη εφαρμογή πολιτικής στην περιοχή μελέτης (Low, <25% of the area) όσον αφορά την υδατική και μηχανική διάβρωση και την έλλειψη εδαφικής υγρασίας στις γεωργικές και λιβαδικές εκτάσεις **δεν επιδρά τόσο σημαντικά στην υπερβόσκηση ώστε να διαφοροποιηθεί η κατηγορία επικινδυνότητας.**
- Η μεγάλη περίοδος ύπαρξης της εκάστοτε χρήσης γης (>50 years) στις λιβαδικές εκτάσεις **συμβάλλει θετικά στην προστασία τους από την υδατική διάβρωση και την υπερβόσκηση.**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Α.ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Πίνακας Α1: Κατανομή των πληθυσμών των Περιφερειακών Ενοτήτων της Περιφέρειας Θεσσαλίας και μεταβολή του πληθυσμού από το 2015 (Ινστιτούτο Συνδέσμου Ελληνικών Τουριστικών Επιχειρήσεων, 2020)

Περιφέρεια Θεσσαλίας		
Πληθυσμός 2015	Πληθυσμός 2020	Μεταβολή (%)
733663	715115	-3
Περιφερειακή Ενότητα	Πληθυσμός 2020 (%)	Μεταβολή (%)
Λάρισα	39	-2
Μαγνησίας	28	-2
Τρικάλων	18	-2
Καρδίτσας	15	-6

Β.ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Πίνακας Β1: Γενικά στοιχεία για τους μετεωρολογικούς σταθμούς Λάρισας και Αγχιάλου (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ	Γεωγραφικό Μήκος	Γεωγραφικό Πλάτος	Υψόμετρο (m)
Λάρισα	22,46 (22°24'47")	39,65 (39°38'19"N)	74
Αγχιάλος	22,79 (22°49'7"E)	39,22 (39°16'48"N)	19

Πίνακας Β2: Οι τιμές της ελάχιστης, μέσης και μέγιστης μηνιαίας θερμοκρασία που καταγράφηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό της Λάρισας (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)

ΛΑΡΙΣΣΑ			
Μήνας	Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	Μέση μηνιαία Θερμοκρασία	Μέγιστη μηνιαία Θερμοκρασία
Ιανουάριος	0,7	5,3	9,9
Φεβρουάριος	1,3	6,8	12,1
Μάρτιος	3,4	9,6	15,1
Απρίλιος	6,6	14,0	19,8
Μάιος	11,2	19,9	25,9
Ιούνιος	15,6	25,3	31,2
Ιούλιος	18,1	27,5	33,3
Αύγουστος	17,7	26,5	32,8

Σεπτέμβριος	14,2	21,9	28,3
Οκτώβριος	10,2	16,4	22,3
Νοέμβριος	5,9	10,9	15,9
Δεκέμβριος	2,1	6,5	11,0

Πίνακας Β3: Οι τιμές της μέσης μηνιαίας υγρασίας που καταγράφηκε από το μετεωρολογικό σταθμό της Λάρισας (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)

ΛΑΡΙΣΣΑ	
Μήνας	Μέση Μηνιαία Υγρασία
Ιανουάριος	79,9
Φεβρουάριος	74,8
Μάρτιος	72,2
Απρίλιος	68,0
Μάιος	60,6
Ιούνιος	48,8
Ιούλιος	46,2
Αύγουστος	49,9
Σεπτέμβριος	59,4
Οκτώβριος	70,4
Νοέμβριος	79,5
Δεκέμβριος	82,3

Πίνακας Β4: Οι τιμές του μέσου μηνιαίου ύψους νετού και του μέσου μηνιαίου αριθμού ημερών νετού που καταγράφηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό της Λάρισας (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)

ΛΑΡΙΣΣΑ		
Μήνας	Μέσο Μηνιαίο Ύψος Υετού	Μέσος Μηνιαίος Αριθμός Ημερών Υετού
Ιανουάριος	35,2	11,9
Φεβρουάριος	32,0	11,8
Μάρτιος	37,6	12,7
Απρίλιος	32,1	11,1
Μάιος	38,1	10,8
Ιούνιος	24,4	7,2
Ιούλιος	19,7	5,2
Αύγουστος	14,9	4,6
Σεπτέμβριος	33,1	7,1
Οκτώβριος	53,0	9,9
Νοέμβριος	53,7	11,8
Δεκέμβριος	51,5	13,3

Πίνακας Β5: Οι τιμές της επικρατούσας διεύθυνσης και της μέσης μηνιαίας έντασης ανέμου που καταγράφηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό της Λάρισας (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)

ΛΑΡΙΣΣΑ		
Μήνας	Επικρατούσα Διεύθυνση Ανέμου	Μέση Μηνιαία Ένταση Ανέμου
Ιανουάριος	B	2,4
Φεβρουάριος	A	3,1
Μάρτιος	A	3,5
Απρίλιος	A	3,3
Μάιος	A	3,3
Ιούνιος	A	4,1
Ιούλιος	A	4,1
Αύγουστος	A	3,8
Σεπτέμβριος	A	3,4
Οκτώβριος	A	2,7
Νοέμβριος	A	1,9
Δεκέμβριος	B	1,9

Πίνακας Β6: Οι τιμές της ελάχιστης, μέσης και μέγιστης μηνιαίας θερμοκρασία που καταγράφηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό της Αγχιάλου (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)

ΑΓΧΙΑΛΟΣ			
Μήνας	Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	Μέση μηνιαία Θερμοκρασία	Μέγιστη μηνιαία Θερμοκρασία
Ιανουάριος	2,8	6,6	11,1
Φεβρουάριος	3,4	7,6	12,3
Μάρτιος	4,8	9,9	14,3
Απρίλιος	7,7	14,1	18,8
Μάιος	12,1	19,5	24,0
Ιούνιος	16,3	24,5	29,0
Ιούλιος	18,6	26,8	31,0
Αύγουστος	18,5	26,1	30,7
Σεπτέμβριος	15,7	22,2	27,0
Οκτώβριος	12,1	16,9	21,6
Νοέμβριος	8,2	12,1	16,8
Δεκέμβριος	4,5	8,2	12,6

Πίνακας Β7: Οι τιμές της μέσης μηνιαίας υγρασίας που καταγράφηκε από το μετεωρολογικό σταθμό της Αγχιάλου (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)

ΑΓΧΙΑΛΟΣ	
Μήνας	Μέση Μηνιαία Υγρασία
Ιανουάριος	74,8
Φεβρουάριος	73,3
Μάρτιος	73,2
Απρίλιος	68,7
Μάιος	63,5

Ιούνιος	53,7
Ιούλιος	50,7
Αύγουστος	52,8
Σεπτέμβριος	60,0
Οκτώβριος	68,8
Νοέμβριος	74,9
Δεκέμβριος	76,0

Πίνακας Β8: Οι τιμές του μέσου μηνιαίου ύψους νετού και του μέσου μηνιαίου αριθμού ημερών νετού που καταγράφηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό της Αγχιάλου (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)

ΑΓΧΙΑΛΟΣ		
Μήνας	Μέσο Μηνιαίο Ύψος Υετού	Μέσος Μηνιαίος Αριθμός Ημερών Υετού
Ιανουάριος	49,2	12,3
Φεβρουάριος	43,7	10,2
Μάρτιος	51,3	8,1
Απρίλιος	34,1	6,5
Μάιος	35,0	4,6
Ιούνιος	20,4	3,6
Ιούλιος	19,2	2,0
Αύγουστος	15,9	2,2
Σεπτέμβριος	38,5	3,6
Οκτώβριος	60,5	7,3
Νοέμβριος	60,9	8,4
Δεκέμβριος	65,9	11,4

Πίνακας Β9: Οι τιμές της επικρατούσας διεύθυνσης και της μέσης μηνιαίας έντασης ανέμου που καταγράφηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό της Αγχιάλου (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)

ΑΓΧΙΑΛΟΣ		
Μήνας	Επικρατούσα Διεύθυνση Ανέμου	Μέση Μηνιαία Ένταση Ανέμου
Ιανουάριος	ΒΔ	12,3
Φεβρουάριος	Δ	12,1
Μάρτιος	Α	12,7
Απρίλιος	Α	9,6
Μάιος	Α	8,1
Ιούνιος	Α	5,8
Ιούλιος	Α	3,5
Αύγουστος	Α	3,9
Σεπτέμβριος	Α	5,7
Οκτώβριος	Α	9,6
Νοέμβριος	Α	11,9
Δεκέμβριος	ΒΔ	12,8

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

- Αλιφραγκής Δ. 2008. Το Έδαφος: Γένεση-Ιδιότητες—Ταξινόμηση (Τόμος Ι). Εκδ Αϊβάζη, Θεσσαλον
- Βουδούρης Κ. 2013. Τεχνική Υδρογεωλογία. Εκδ Τζιόλα
- Διεύθυνση Αναπτυξιακού Προγραμματισμού. 2021. Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για το Περιφερειακό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Θεσσαλίας 2021-2025. Περιφ Θεσσ, Ελλην Δημοκρ <https://www.thessaly.gov.gr/data/diavoul/2021/4483/an4483a.pdf>
- Εθνική Επιτροπή για την Καταπολέμηση της Απερήμωσης. 2000. Ελληνικό Προσχέδιο Δράσης για την Καταπολέμηση της Απερήμωσης. Υπουργ Γεωργ, Αθήνα <https://www.itia.ntua.gr/el/getfile/162/1/documents/2000aperimosi.pdf>
- Ευαγγέλου Χ. 2010. Σύστημα βόσκησης και ερημοποίηση στα Μεσογειακά λιβάδια. Πρακτ Ημερ: Κατανόηση, Αποτίμηση και Παρακολούθηση της Ερημοποίησης, Ινστ Μεσογ Δασικ Οικοσυστ και Τεχνολ Δασικ Προϊ. (DESURVEY).
- Ινστιτούτο Συνδέσμου Ελληνικών Τουριστικών Επιχειρήσεων (ΙΝΣΕΤΕ). 2020. Περιφέρεια Θεσσαλίας: Ετήσια έκθεση ανταγωνιστικότητας και διαρθρωτικής προσαρμογής στον τομέα του τουρισμού για το έτος 2019. https://insete.gr/wp-content/uploads/2020/05/20-12_Thessaly-1.pdf
- Κοσμάς Κ. 2014. Υποβάθμιση και Ερημοποίηση της Γης. Επιστ Εκδ Παρισιανού ΑΕ.
- Μισοπολινός ΝΔ. 1991. Προβληματικά Εδάφη. Εκδ Γιαχούδη
- Μπιλάλης Δ, Παπαστυλιανού Π-Θ, Τραυλός ΗΣ. 2019. Γεωργία: Φυτά μεγάλης καλλιέργειας. Εκδ Πεδίο, Αθήνα
- Ξανθόπουλος Γ, Ξανθάκης Μ, Βονιτσάνος Χ. 2010. Εξέλιξη της δασικής κάλυψης στην Αττική και εκτίμηση των τάσεων ερημοποίησης εξ' αιτίας ανθρώπινων δραστηριοτήτων, βόσκησης και πυρκαγιών. Πρακτ Ημερ: Κατανόηση, Αποτίμηση και Παρακολούθηση της Ερημοποίησης, Ινστ Μεσογ Δασικ Οικοσυστ και Τεχνολ Δασικ Προϊ. (DESURVEY).
- Παπακώστα-Τασοπούλου Δ. 2013. Βιομηχανικά φυτά. Εκδ Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλον, Β' Έκδ
- Παπανικολάου ΔΙ. 2015. Γεωλογία της Ελλάδας. Εκδ Πατάκη
- Παναγιωτόπουλος ΚΠ. 2010. Εδαφολογία. Εκδ Β Γαρταγάνη.
- Παπαναστάσης ΒΠ. 2010. Κτηνοτροφία και Ερημοποίηση: Η περίπτωση Λαγκαδά Θεσσαλονίκης. Πρακτικά Ημερίδας «Κατανόηση, Αποτίμηση και Παρακολούθηση της Ερημοποίησης», Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων
- Παπουτσή ΕΜ. 2017. Χωρικές εκτιμήσεις δυνητικής εξατμισοδιαπνοής με χρήση δορυφορικών δεδομένων στην Περιφέρεια Θεσσαλίας. Εργ Γεωργ Υδραυλ, Τομ Διαχ Υδατ Πορ, Τμ Αξιοπ Φυσι Πορ και Γεωργ Μηχ, Γεωπ Παν Αθ
- Τσιουρλής Γ. 2010. Τάσεις ερημοποίησης στην Κεντρική Κρήτη. Πρακτ Ημερ: Κατανόηση, Αποτίμηση και Παρακολούθηση της Ερημοποίησης, Ινστ Μεσογ Δασικ Οικοσυστ και Τεχνολ Δασικ Προϊ. (DESURVEY).
- Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. 2018. Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας: Στάδιο II-1^η Φάση, Παραδοτέο 11, Κατάλογος Αρμόδιων Αρχών, Ειδ Γραμμ Υδ.

- Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.2018. Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας: Στάδιο I-1^η Φάση, Παραδοτέο 1,Ανάλυση Χαρακτηριστικών Περιοχής και Μηχανισμών Πλημμύρας. Ειδ Γραμμ Υδ.
- Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. 2018. Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας: Στάδιο I-3^η Φάση, Παραδοτέο 5, Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας. Ειδ Γραμμ Υδ.
- Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.2018. Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας: Στάδιο I-3^η Φάση, Παραδοτέο 6, Χάρτες Επικινδυνότητας Πλημμύρας (Μη Τεχνική Έκθεση). Ειδ Γραμμ Υδ.
- Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. 2018. Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας: Στάδιο II-2^η Φάση, Παραδοτέο 16, Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Ειδ Γραμμ Υδ.
- Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. 2018. Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας: Στάδιο II-5^η Φάση, Παραδοτέο 19, Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας-Μη Τεχνική Περίληψη. Ειδ Γραμμ Υδ.
- Χρονοπούλου-Σερέλη Α, Φλόκας ΑΑ.2010. Μαθήματα Γεωργικής Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας. Εκδ Ζήτη

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

- Bagnouls F, Gaussen H. 1957. Les climats biologiques et leur clasification. *Anna de Geogr*, t 66, No 355, pp 193-220 DOI: [10.3406/GEO.1957.18273](https://doi.org/10.3406/GEO.1957.18273)
- Brady NC, Weil RR. 2017. The Nature and Properties of Soils. Pears, 15th Edit
- Basso B, De Simone L, Ferrara A, Cammarano D, Cafiero G, Yeh M-L, Chou T-Y. Analysis of Contributing Factors to Desertification and Mitigation Measures in Basilicata Region. *Ital J Agron/ Riv Agron* 3 Suppl.:33-44 <https://doi.org/10.4081/ija.2010.s3.33>
- Borelli P, Ballabio C, Panagos P, Montanarella L. 2014. Wind erosion susceptibility of European soils. *Geode* 232-234: 471-478 <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.06.008>
- Bryan RB, Campbell IA.1986. Runoff and sediment discharge in a semi-arid drainage basin. *Zei fu Geom* 58, 121-143
- Capello G, Bidoccu M, Ferraris S, Cavallo E. 2019.Effects of Tractor Passes on Hydrological and Soil Erosion Processes in Tilled and Grassed Vineyards. *Wat* 11, 2118 <https://doi.org/10.3390/w11102118>
- Cerdan O, Govers G, Bissonnais YL, Oost KV, Poesen J, Saby N, Gobin A, Vacca A, Quinton J, Aureswald K, Klik A, Kwaad FJPM, Raclot D, Ionita I, Rejman J, Rousseva S, Muxart T, Roxo MJ, Dostal T. 2010. Rates and spatial variations of soil erosion in Europe: a study based on erosion plot data. *Geomorph*, 122, 167-177. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.06.011>

- Champidi P, Stamatis G, Zagana E. 2011. Groundwater quality assessment and geogenic and anthropogenic effect estimation in Erasinos Basin (E. Attica). *Europ Wat*, 33, 11-27
- Christopoulou A, Fyllas NM, Andriopoulos P, Koutsias N, Dimitrakopoulos PG, Arianoutsou M. 2014. Post-fire regeneration patterns of *Pinus nigra* in a recently burned area in Mount Taygetos, Southern Greece: The role of unburned forest patches. *Fore Ecol and Manag* 327, 148-156. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.05.006>
- Da Gama JT, Nunes JR, Loures L, Piñeiro AL, Vivas P. Assessing Spatial and Temporal Variability for Some Edaphic Characteristics of Mediterranean Rainfed and Irrigated Soils. *Agron*, 9, 132 <https://doi.org/10.3390/agronomy9030132>
- Ditzler C, Scheffe K, Monger HC. 2017. Soil Survey Manual: Soil Science Division Staff. *Agric Hand No 18*, USDA, 4th Edit
- Faulkner H. 1990. Vegetation cover density variations and infiltration patterns on piped alkali sodic soils: Implications for the modelling of overland flow in semi-arid areas. In: *Thorn JB (ed): Veget and Eros, Process and Envir*. J Wiley & Sons, Chichester, 317-346
- Fiedler FR. 2003. Simple, Practical Method for Determining Station Weights Using Thiessen Polygons and Isohyetal Maps. *Jour of Hydrol Engin*, Vol 8, No 4 [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1084-0699\(2003\)8:4\(219\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1084-0699(2003)8:4(219))
- Gardiner DT, Miller RW. 2004. Soils in our Environment. 10th edit, *Pears-Prent Hall, New Jers*, 641 pp.
- Govers G, Quine TA, Desmet PJJ, Walling DE. 1996. The relative contribution of soil tillage and overland flow erosion to soil redistribution on agricultural land. *Eart Surf Process and Landf Vol 21*, 929-946. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9837\(199610\)21:10<929::AID-ESP631>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9837(199610)21:10<929::AID-ESP631>3.0.CO;2-C)
- Greek National Committee for Combating Desertification. 2001. Greek National Plan for Combating Desertification, 2001. Minis of Agric, Athens <https://www.unccd.int/sites/default/files/naps/greece-eng2001.pdf>
- Halbac-Cotoara-Zamfir R, Smiraglia D, Quaranta G, Salvia Rosanna, Salvati L, Giménez-Morera A. 2020. Land Degradation and Mitigation Policies in the Mediterranean Region: A Brief Commentary. *Sustain* 12, 8313 <https://doi.org/10.3390/su12208313>
- Hessel R, Reed MS, Geeson N, Ritsema CJ, van Lynden G, Karavitis CA, Schwilch G, Jetten V, Burger P, van der Werff ten Bosch MJ, Verzandvoort S, van den Elsen E, Witsenburg K. 2014. From Framework to Action: The DESIRE Approach to Combat Dessertification. *Environ Managem*, 54, 935-950. <https://doi.org/10.1007/s00267-014-0346-3>
- Kairis O, Kosmas C, Karavitis Ch, Ritsema C, Salvati L, Acikalin S, Alcalá M, Alfama P, Athlipheng J, Barrera J, Belgacem A, Sole-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, 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, Quessar 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: Types of Degradation,

- Causes and Implications for Management. *Environ Managem*, 54, 971-982. [doi: 10.1007/s00267-013-0110-0](https://doi.org/10.1007/s00267-013-0110-0)
- Kalyvas G, Biliaris F, Gasparatos D, Zafeiriou I, Eissa R, Karamountzou E. 2022. Enhanced As, Pb and Zn Uptake by *Helianthus annuus* from a Heavily Contaminated Mining Soil Amended with EDTA and Olive Mill Wastewater Due to Increased Element Mobilization, as Verified by Sequential Extraction Schemes. *Environ*, 9, 61 <https://doi.org/10.3390/environments9050061>
 - Karavitis C, Kerkides P. 2002. Estimation of the water resources potential in the island system of Aegean Archipelago, Greece. *Wat Intern, Intern Wat Resour Assoc*, Vol 27, No 2. pp 243-254 <https://doi.org/10.1080/02508060208686998>
 - Karavitis CA, Tsesmelis DE, Skondras NA, Stamatakos D, Alexandris S, Fassoulia V, Vasilakou CG, Oikonomou PD, Gregorič G, Grigg NS and Vlachos EC. 2014. Linking drought characteristics to impacts on a spatial and temporal scale. *Wat Pol* 16: 1172–1197 <https://doi.org/10.2166/wp.2014.205>
 - Karavitis CA, Tsesmelis DE, Oikonomou PD, Kairis O, Kosmas C, Fassouli V, Ritsema C, Hessel R, Jetten V, Moustakas N, Todorovic B, Skondras NA, Vasilakou CG, Alexandris S, Kolokytha E, Stamatakos DV, Stricevic R, Chatzigeorgiadis E, Brandt J, Geeson N, Quaranta G. 2019. A desertification risk assessment decision support tool (DRAST). *Cate* 187, 104413 <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.104413>
 - Kosmas C, Kairis O, Karavitis C, Ritsema C, Salvati L, Acikalin S, Alcalá M, Alfama P, Athlopheng J, Barrera J, Belgacem A, Sole-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, Zeiliger A, Zhonging W, Ziogas A. 2013. Evaluation and Selection of Indicators for Land Degradation and Desertification Monitoring: Methodological Approach. *Env Managem* 54: 951-970 <https://doi.org/10.1007/s00267-013-0109-6>
 - Kosmas C, Gerontidis S, Marathianou M. 2000. The effect of land use change on soils and vegetation over various lithological formations on Lesbos (Greece). *Catena* 40 51-68. [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(99\)00064-8](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(99)00064-8)
 - Kosmas C, Kirkby M, Geeson N. 1999. The Medalus project: Mediterranean desertification and land use. Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification. *Ener, Environ and Sust Devel, Europ Comm* <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/73f845d2-9043-48bb-837e-61df0f34a642>
 - Kosmas C, Tsara M, Moustakas N, Karavitis Ch. 2003. Identification of Indicators for Desertification. *Ann of Ar Zo* 42 (3&4): 393-416
 - Kristensen P. 2004. The DPSIR Framework. *Nat Environ Resea Instit, Denm Depart of Poli Analy Europ Top Cent on Wat, Europ Environ Agen* [http://fis.freshwatertools.eu/files/MARS_resources/Info_lib/Kristensen\(2004\)DPSIR%20Framework.pdf](http://fis.freshwatertools.eu/files/MARS_resources/Info_lib/Kristensen(2004)DPSIR%20Framework.pdf)
 - Koudahe K, Sheshukov AY, Aguilar J, Djamman K. 2021. Irrigation-Water Management and Productivity of Cotton: A Review. *Sustain*, 13 (18), 10070 <https://doi.org/10.3390/su131810070>

- Lobb DA, Kachanoski RG, Miller MH. 1995. Tillage translocation and tillage erosion on shoulder slope landscape positions measured using ¹³⁷CS as a tracer. *Canad Jour of Soil Sci* Vol 75, 211-218 <https://doi.org/10.4141/cjss95-029>
- Loukas A, Mylopoulos N, Vasiliades L. 2006. A Modeling System for the Evaluation of Water Resources Management Strategies in Thessaly, Greece. *Wat Resour Manage*, 21: 1673-1702 <https://doi.org/10.1007/s11269-006-9120-5>
- Martinez-Fernandez J, Lopez-Bermudez F, Romero-Diaz A. 1995. Land use and soil vegetation relationships in a Mediterranean Ecosystem: El Ardal Murcia, Spain. *Catena* 25, 153-167. [https://doi.org/10.1016/0341-8162\(95\)00007-F](https://doi.org/10.1016/0341-8162(95)00007-F)
- Mitchell DJ 1990. The use of vegetation and land use parameters in modelling catchment sediment yields. In: *Thorn JB (ed), Veget and Eros, Process and Envir*. J. Wiley & Sons, Chichester, 289-314
- Moore DC, Singer MJ. 1990. Crust formation Effects on Soil Erosion Processes. *Soil Soc Sci Am J* 54:1117-1123. <https://doi.org/10.2136/sssaj1990.03615995005400040033x>
- Quine TA, Desmet PJJ, Vandaele K, Govers G, Walling DE. 1994. A comparison of the roles of tillage and water erosion in landform development and sediment export on agricultural land near Leuven, Belgium. In: *Variab in stre eros and sedim transp, Proceed of the Camb Symp, Decem 1994, IAHS Publ No 224*, 77-86
- Quine TA, Walling DE, Govers G. 1996. Simulation of radiocaesium redistribution on cultivated hillslopes using a mass-balance model: an aid to process interpretation and erosion rates estimation. In: *Advan in hills process, MG Anders and SM Bro (eds)*, Wiley Chichester: 561-588
- Quine TA, Govers G, Walling DE, Zhang X, Zhang Y, Desmet PJJ, Vandaele K. 1996. *Erosion processes and landform evolution on agricultural land — new perspectives from caesium-137 measurements and topographic-based erosion modeling*. *Ear Surf Proces and Lanf* 22: 799-816 [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9837\(199709\)22:9<799::AID-ESP765>3.0.CO;2-R](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9837(199709)22:9<799::AID-ESP765>3.0.CO;2-R)
- Recanatesi F, Clemente M, Grigoriadis E, Ranalli F, Zitti M, Salvati L. 2015. A Fifty-Year Sustainability Assessment of Italian Agro-Forest Districts. *Sustain* 8, 32 <https://doi.org/10.3390/su8010032>
- Schad P, Van Huyssteen C, Michéli E. 2015. World reference base for soil recourses 2014: International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps, *Food and Agric Organ of the Unit Nat (FAO), Upd 2015* <https://www.fao.org/3/i3794en/i3794en.pdf>
- Şen Z. 1998. Average areal precipitation by percentage weighted polygon method. *Jour of Hydrol Engin*, Vol 3, Iss 1. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1084-0699\(1998\)3:1\(69\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1084-0699(1998)3:1(69))
- Stefanidis S, Alexandridis V, Chatzichristaki C, Stefanidis P. 2021. Assessing Soil Loss by Water Erosion in a Typical Mediterranean Ecosystem of Northern Greece under Current and Future Rainfall Erosivity. *Water*, 13 (15), 2002. <https://doi.org/10.3390/w13152002>
- Tsara M, Gerontidis S, Marathianou 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 Managem*, 17, 113-120. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2001.tb00016.x>
- Walsh RPD, Lawler DM. 1981. Rainfall seasonality: Description, spatial patterns and change through time. *Weather*, 36 (7): 201-208. <https://doi.org/10.1002/j.1477-8696.1981.tb05400.x>
- Williams JA, Bruck BJ, Beyene MA. 2012. Biological Soil Crusts in the Mojave Desert, USA: Micromorphology and Pedogenesis. *Soil Soc Sci Am J* 76:1685-1695. <https://doi.org/10.2136/sssaj2012.0021>

- Zdruli P, Kapur S, Celik I. 2010. Soils of the Mediterranean Region, Their Characteristics, Management and Sustainable Use. *Sust Land Manage*, pp 125-142
https://doi.org/10.1007/978-3-642-14782-1_4

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

- Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (EMY): <http://www.emy.gr/emyl/el/>
- Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ) <https://www.statistics.gr/>
- Πρόγραμμα DESERTLINKS
https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/projects/DIS4ME/index.htm
https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/projects/DIS4ME/index.htm
- Ευρωπαϊκή Στατιστική Υπηρεσία https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Main_Page
[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Agricultural census in Greece&oldid=150729](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Agricultural_census_in_Greece&oldid=150729)
- Οργανισμός Πληρωμών, Εγγυήσεων και Κοινοτικών Ενισχύσεων (ΟΠΕΚΕΠΕ)
 - <https://www.opekepe.gr/>
 - <https://www.opekepe.gr/etairiko-symfono-gia-to-plaisio-anaptyksis-espae-s-p-a-2007-2013/epixeirisiako-programma-psifiaki-syglisi/prokirykseis-yppoergon-praksis-tou-ep-psifiaki-syglisi-me-ops-302037/2498-yppoergo-7>
- Πρόγραμμα Αγροτικής Ανάπτυξης-ΠΑΑ, 2014-2022, Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων
<http://www.agrotikianaptixi.gr/el>

ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

- Εικόνα εξωφύλλου: <https://dasarxeio.com/>
<https://dasarxeio.com/2019/10/27/72228/>
- Σελίδα 6: Λογότυπο του προγράμματος DESIRE
- Al-Ali ZM, Abdullah MM, Asadalla NB. 2020. A comparative study of remote sensing classification methods for monitoring and assessing desert vegetation using a UAV-based multispectral sensor. *Environ Monit Assess*, 192:389
<https://doi.org/10.1007/s10661-020-08330-1>
- Muşat CC, Vilceanu CB, Moscovici AM. 2015. Systematic registration of properties – a new challenge for Romanian cadastral system. *Journ of Geod, Carto and Cad*
- Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. 2018. Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας: Στάδιο Ι-1^η Φάση, Παραδοτέο 1, Ανάλυση Χαρακτηριστικών Περιοχής και Μηχανισμών Πλημμύρας. Ειδική Γραμματεία Υδάτων.
- Panagos P, Ballabio C, Borrelli P, Meusburger K. Spatio-temporal analysis of rainfall erosivity and erosivity density in Greece. *Cat*, 137:161-172
<http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2015.09.015>
- Panagos P, Borrelli P, Meusburger K, Alewell C, Lugato E, Montanarella L. 2015. Estimating the soil erosion cover-management factor at the European scale. *Land Use Pol*, 48:38-50
<http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.05.021>
- <https://www.britannica.com/science/Cambisol>
- Πρόγραμμα DESERTLINKS

https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/projects/DIS4ME/indicator_descriptions/soil_depth.htm

https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/projects/DIS4ME/indicator_descriptions/rainfall.htm

https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/projects/DIS4ME/indicator_descriptions/slope_aspect.htm

<https://horticulture.tekura.school.nz/soils/soils-2/ht1032-soils-2-study-plan/soil-temperature/>

https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/projects/DIS4ME/indicator_descriptions/vegetation_cover.htm

[https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/projects/DIS4ME/indicator_descriptions/aridity_index_\(1\).htm](https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/projects/DIS4ME/indicator_descriptions/aridity_index_(1).htm)