

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ: ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ



Αξιολόγηση Τεχνικών Διαχείρισης Γαιών Περιοχής
Αμαρίου Κρήτης

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (Π.Μ.Σ.) του Τμήματος Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής (Α.Φ.Π.&Γ.Μ.) με ειδικευση στην Εδαφολογία– Διαχείριση Εδαφικών Πόρων

Μεταπτυχιακή Εργασία του Φοιτητή

Αθανάσιου Δ. Ρέτσα

Επιβλέπων Καθηγητής
Κοσμάς Κωσταντίνος

ΑΘΗΝΑ, ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2011

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ: ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ
Αξιολόγηση Τεχνικών Διαχείρισης Γαιών Περιοχής
Αμαρίου Κρήτης

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (Π.Μ.Σ.) του Τμήματος Αξιοποίησης
Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής (Α.Φ.Π.&Γ.Μ.) με ειδίκευση στην
Εδαφολογία– Διαχείριση Εδαφικών Πόρων

Μεταπτυχιακή Εργασία του Φοιτητή

Αθανάσιου Δ. Ρέτσα

Επιβλέπων Καθηγητής: Κοσμάς Κωσταντίνος

Εξεταστική επιτροπή
Κοσμάς Κωσταντίνος (Καθηγητής)
Μουστάκας Νικόλαος (Καθηγητής)
Καραβίτης Χρήστος (Λέκτορας)

ΑΘΗΝΑ, ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2011

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ερημοποίηση, δηλαδή η εγκατάλειψη και η υποβάθμιση των εδαφικών πόρων, αποτελεί ένα από τα σοβαρότερα περιβαλλοντικά προβλήματα του 21αίωνα, με σημαντικές κοινωνικό-οικονομικές συνέπειες.

Έχοντας, υπόψη λοιπόν το μεγάλο περιβαλλοντικό ενδιαφέρον που παρουσιάζει η υποβάθμιση της γης στην Κρήτη, η παρούσα εργασία έχει ως σκοπό την μελέτη της υφιστάμενης περιβαλλοντικής κατάστασης σε περιοχή του Νομού Ρεθύμνου, δηλαδή την αναγνώριση των περιβαλλοντικά ευαίσθητων περιοχών στην ερημοποίηση και την μελέτη των αιτίων που οδήγησαν στην υποβάθμιση των εδαφικών πόρων, έτσι ώστε να αναγνωρισθούν οι λανθασμένες τεχνικές χρήσης γης και να προταθούν οι καταλληλότερες τεχνικές για το μέλλον.

Σύμφωνα με τα αναλυτικά δεδομένα του δείκτη ESAI, το 70,4% της περιοχής μελέτης χαρακτηρίζεται από κρίσιμες στην ερημοποίηση περιοχές και ειδικότερα από κρίσιμες ΠΕΠ (C2), οι οποίες αντιπροσωπεύουν το 46,1% τη περιοχής. Τα σημαντικότερα αίτια που οδήγησαν στην υποβάθμιση και ερημοποίηση των εδαφικών πόρων στη περιοχή μελέτης, ήταν η εντατικοποίηση και η εκμηχάνιση της γεωργίας, με σκοπό την άμεση και ταχύτερη εφαρμογή των τεχνικών καλλιέργειας για την επίτευξη περισσότερων γεωργικών προϊόντων και την αύξηση του αγροτικού εισοδήματος. Ειδικότερα, η εντατικοποίηση της γεωργίας είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της ελαιοκαλλιέργειας η οποία επεκτάθηκε σε ευαίσθητες λοφώδεις περιοχές καθώς και σε συνδυασμό με την εφαρμογή λανθασμένων καλλιεργητικών τεχνικών, οδήγησε σε διατάραξη του οικοσυστήματος και μείωση της βιοποικιλότητας.

Μεταξύ των τριών εξεταζόμενων σεναρίων χρήσεων γης (ακαλλιέργεια ελαιώνων, αειφορική βόσκησης, αναβλάστηση βοσκοτόπων με πυρκαγιά), το αποτελεσματικότερο μέτρο προστασίας των βοσκοτόπων από την ερημοποίηση, ήταν η αειφορική βόσκηση, η εφαρμογή της οποίας, μείωσε τις ιδιαίτερα κρίσιμες ΠΕΠ (C3+C2) κατά 25%. Αντίθετα, η αναβλάστηση των βοσκοτόπων με πυρκαγιά, οδήγησε σε αύξηση των ιδιαίτερα κρίσιμων περιοχών στην ερημοποίηση (C 3) κατά 26,4%, φανερώνοντας έτσι τις καταστροφικές συνέπειες των πυρκαγιών στην υποβάθμιση των εδαφικών πόρων.

Σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης, τα σημαντικότερα μέτρα προστασίας των εδαφικών πόρων από την υποβάθμιση, είναι η αειφορική βόσκηση, ο εξορθολογισμός της εκτατικής κτηνοτροφίας καθώς και η παράλληλη ανάπτυξη της βιολογικής κτηνοτροφίας. Η εφαρμογή κοινωνικών – οικονομικών μέτρων για τη διατήρηση του αγροτικού πληθυσμού στις γεωργικές περιοχές, με σκοπό την αναβάθμιση του γεωργικού τομέα στις εγκαταλελειμμένες αγροτικές περιοχές, τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, και της ισορροπίας του οικοσυστήματος

Λέξεις Κλειδιά : Ερημοποίηση, DIS4ME ,ΠΕΠ, Κρήτη, Αμάρι.

ABSTRACT

Desertification is one of the most severe environmental issues of the 21 century with significant economical and social consequences.

This paper aims to study the existing environmental situation in the area of Rethymno namely the identification of environmentally sensitive areas to desertification and study the causes led to degradation of soil resources in order to recognize the wrong land use techniques and propose the most suitable techniques for the future.

According to analytical data of the index ESAI, 70.4% of the study area is characterized as critical areas in desertification and particularly as ESAs (C2), which represent 46.1% of the area. The main causes of the deterioration and desertification of land resources in the study area was the intensification and mechanization of agriculture, for immediate and rapid implementation of cultivation techniques to achieve more agricultural products and increase farm income. In particular, the intensification of agriculture has resulted an increase in olive cultivation, which was extended to vulnerable hilly areas and in conjunction with the application of incorrect farming techniques led to a disruption of the ecosystem and reducing biodiversity.

Among the three examined cases of land use (non cultivation groves, sustainable grazing pasture, and use of fire for new vegetation), the most effective measure to protect land from desertification, was sustainable grazing, the application of which reduced the highly sensitive ESAs (C3 + C2) by 25%. However, the regeneration of land by fire has led to an increase in highly critical areas to desertification (C 3) by 26.4%, thus revealing the devastating effects of fires in the degradation of soil resources

According to the characteristics of the study area, the most important measures to protect land resources from degradation, the sustainable grazing extensive rationalization of farming and the simultaneous development of organic farming. The implementation of socio-economic measures to maintain the rural population in agricultural areas, to upgrade the agricultural sector in the abandoned rural areas, conservation of biodiversity and ecosystem balance.

KeyWords: Desertification, DIS4ME, ESAs, Crete, Amari

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

1. Εισαγωγή	3
1.1 Γενικά για την ερημοποίηση	3
1.2. Ιστορικές αναφορές στο φαινόμενο της ερημοποίησης στην Ελλάδα	6
1.3. Παράγοντες που προκαλούν ερημοποίηση της γης	7
1.3.1 Κλίμα	8
1.3.1.α Βροχόπτωση	8
1.3.1.β Έκθεση της κλίσης	9
1.3.1.γ Δείκτης Ξηρότητας	9
1.3.2 Τοπογραφικό ανάγλυφο	10
1.3.3 Εδαφικές Ιδιότητες	11
1.3.3.α Κοκκομετρική Σύσταση	12
1.3.3.β Βάθος του εδάφους	12
1.3.3.γ Μητρικό Υλικό	13
1.3.3.δ Πετρώδες του εδάφους	14
1.3.4 Υδρολογία	14
1.3.5 Βλάστηση	15
1.3.5.α Ευαισθησία στην πυρκαγιά	15
1.3.5.β Προστασία του εδάφους στη διάβρωση	15
1.3.5.γ Ανθεκτικότητα στην ξηρασία	16
1.3.5.δ Φυτοκάλυψη	17
1.3.6 Ανθρώπινη Παρέμβαση	18
1.3.6.α. Πρακτικές Διαχείρισης	18
1.3.6.β. Κοινωνικο-οικονομικοί παράγοντες	20
1.4.Διεργασίες ερημοποίησης της γης	20
1.4.1 Η διάβρωση του εδάφους	21
1.4.1.1 Υδατική διάβρωση	21
1.4.1.2 Μηχανική διάβρωση	24
1.4.1.2.α. Επιπτώσεις της μηχανικής διάβρωσης	26
1.4.1.2.β. Μέτρα αντιμετώπισης της μηχανικής διάβρωσης	27
1.4.1.3 Αιολική διάβρωση	27
1.4.2 Μείωση του διαθέσιμου νερού	28
1.4.3 Αλάτωση και αλκαλίωση του εδάφους	31
1.4.4 Οξίνιση του εδάφους	33
1.4.5 Χημική ρύπανση	33
1.4.6 Εγκατάλειψη της γης	34
1.4.7 Καταστροφή των δασων	38
1.5.Περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές στην ερημοποίηση	43
1.6 . Ελληνικό Σχέδιο Δράσης για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης	46

1.6.1 Εθνική πολιτική για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης	46
1.6.2 Στόχοι του Ελληνικού σχεδίου δράσης κατά της καταπολέμησης της ερημοποίησης	46
1.6.3. Βασικοί άξονες του εθνικού σχεδίου δράσης	47
2.Υλικά και Μέθοδοι	
2.1 Ποιότητα εδάφους (S.Q.I.)	49
2.2 Ποιότητα κλίματος (C.Q.I.)	49
2.3 Ποιότητα βλάστησης (V.Q.I.)	50
2.4 Ποιότητα διαχείρισης (M.Q.I.)	50
2.5 Ορισμός περιβαλλοντικά ευαίσθητων περιοχών στην ερημοποίηση	50
2.6 Δημιουργία χαρτών	51
2.7 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	52
3.1 Γεωγραφική θέση περιοχής μελέτης	52
3.2 Η Χλωρίδα του Νομού Ρεθύμνου	52
3.3 Η πανίδα του Νομού Ρεθύμνου	54
3.4 Οι χρήσεις γης στη περιοχή μελέτης	55
3.4.1 Ελαιοκομία	55
3.4.2 Κτηνοτροφία	56
3.4.3 Αμπελουργία	58
3.4.4 Κηπευτικά	59
3.5 Κλιματολογικά Στοιχεία	60
4. Περιγραφή τωρινής περιβαλλοντικής κατάστασης στη περιοχή μελέτης	64
4.1 Προσδιορισμός της ποιότητας του εδάφους	64
4.2 Προσδιορισμός ποιότητας διαχείρισης γης	72
4.3 Χαρακτηρισμός ποιότητας κλίματος	75
4.4 Προσδιορισμός ποιότητας βλάστησης	76
5.Περιβαλλοντικά Ευαίσθητες Περιοχές στην Ερημοποίηση	
5.1 Χαρακτηρισμός των περιβαλλοντικά ευαίσθητων περιοχών στην ερημοποίηση	82
5.2. Αναλυτική περιγραφή των υποκατηγοριών των ΠΕΠ	82
6.Αίτια της υποβάθμισης των εδαφικών πόρων στη περιοχή μελέτης	
6.1 Γενικά	87
6.2 Εκμηχάνιση της γεωργίας	88
6.3 Η Εντατικοποίηση της ελαιοκαλλιέργειας στη Κρήτη και τα προβλήματά της	90
6.4 Αναβλάστηση βοσκοτόπων με πυρκαγιά	92
6.5 Υπερβόσκηση βοσκοτόπων	93
7 Ανάπτυξη σεναρίων διαχείρισης γης	95
8.Μέτρα αντιμετώπισης της ερημοποίησης	103
8.1 Γεωργικά Μέτρα	103
8.2 Κτηνοτροφικά Μέτρα	104

8.3Κοινωνικό-οικονομικά μέτρα	106
8.4Μέτρα προστασίας των εδαφικών πόρων από τις πυρκαγιές	110
8.5. Μέτρα διαχείρισης των υδατικών πόρων	110
9 Συμπεράσματα	113
Βιβλιογραφία	
Ξενόγλωσση βιβλιογραφία	114
Ελληνική Βιβλιογραφία	118
Ηλεκτρονικές Ιστοσελίδες	119

Αφιερώνω τη μελέτη αυτή
Στους γονείς μου για καλή δύναμη...
Και στη Μαρίνα για τη δύναμη που έδειξε...

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον Καθηγητή του τμήματος Αξιοποίηση Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, κ.Κωνσταντίνο Κοσμά, για την εμπιστοσύνη του στο πρόσωπο μου καθώς και για τις πολύτιμες και χρήσιμες συμβουλές του ως προς τόσο τη μορφή όσο και το περιεχόμενο της εργασίας αυτής.

Επίσης ευχαριστώ, τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, τον Καθηγητή Νικόλαο Μουστάκα, και τον Λέκτορα Χρήστο Καραβίτη, για τη συμμετοχή τους στην αξιολόγηση της εργασίας.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά, τον υποψήφιο διδάκτορα Ορέστη Καϊρη, για την πολύτιμη βοήθεια του, τη στήριξη και την ουσιαστική συμβολή του στην πραγματοποίηση αυτής της εργασίας.

Ρέτσας Θανάσης,

Ιανουάριος 2011

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η **ερημοποίηση** (desertification) θεωρείται ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα υποβάθμισης της γης, που αντιμετωπίζει η περιοχή της Μεσογείου, συμπεριλαμβανομένου και του ελλαδικού χώρου. Το φαινόμενο της ερημοποίησης αποτελεί μια παγκόσμια περιβαλλοντική απειλή για τον πλανήτη, η οποία έχει ήδη επηρεάσει 170 χώρες, ενώ άλλες 50 επηρεάζονται έμμεσα. Στην Ελλάδα, με υψηλό κίνδυνο ερημοποίησης βρίσκονται τα μεγάλα τμήματα της Ανατολικής Ελλάδας και ειδικότερα της Στερεάς, της Πελοποννήσου, τμήματα της Θεσσαλίας, Μακεδονίας, Θράκης, τα νησιά του Αιγαίου, καθώς και η Κρήτη. Σύμφωνα με τον πρόεδρο της Εθνικής Επιτροπής για την ερημοποίηση, καθηγητή εδαφολογίας κ. Κώστα Κοσμά, υψηλού κινδύνου ζώνη θεωρείται κυρίως η Ανατολική και Νότια Κρήτη, δηλαδή περιοχές του Νομού Λασιθίου και τμήματα του Νομού Ηρακλείου, ενώ, σε ερευνητικά στάδια βρίσκονται οι Νομοί Ρεθύμνου και Χανίων. Η υποβάθμιση που προκαλείται από την ερημοποίηση αφορά στη μείωση ή απώλεια της παραγωγικότητας των γεωργικών και δασικών εκτάσεων, κυρίως λόγω της διάβρωσης καθώς και των λανθασμένων τεχνικών χρήσεων γης τόσο στα καλλιεργούμενα όσο και στα με φυσική βλάστηση εδάφη (βοσκότοποι, δάση).

Έχοντας, υπόψη λοιπόν το μεγάλο περιβαλλοντικό ενδιαφέρον που παρουσιάζει η υποβάθμιση της γης στην Κρήτη, η παρούσα εργασία έχει ως σκοπό την μελέτη της υφιστάμενης περιβαλλοντικής κατάστασης σε περιοχή του Νομού Ρεθύμνου, δηλαδή την αναγνώριση των περιβαλλοντικά ευαίσθητων περιοχών στην ερημοποίηση και την μελέτη των αιτιών που οδήγησαν στην υποβάθμιση των εδαφικών πόρων έτσι ώστε να αναγνωρισθούν οι λανθασμένες τεχνικές χρήσης γης και να προταθούν οι καταλληλότερες τεχνικές για το μέλλον.

Στο πρώτο κεφάλαιο περιγράφεται το φαινόμενο της ερημοποίησης της γης, ενώ παράλληλα γίνεται ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με τα αίτια και τις διεργασίες υποβάθμισης των εδαφικών πόρων. Επιπρόσθετα, παρουσιάζεται το Ελληνικό σχέδιο δράσης για τη καταπολέμηση της ερημοποίησης και αναλύονται οι στόχοι του ελληνικού σχεδίου δράσης.

Το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στην πειραματική διαδικασία που ακολουθήθηκε για την πραγματοποίηση της παρούσας μελέτης (επιτόπια έρευνα στη περιοχή μελέτης, καταγραφή εδαφικών ιδιοτήτων και δεικτών ερημοποίησης).

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται περιγραφή της γεωγραφικής θέσης της περιοχής μελέτης, του κλίματος καθώς και των βασικών χρήσεων γης (ελαιοκομία, κτηνοτροφία, αμπελουργία).

Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφεται η τωρινή περιβαλλοντική κατάσταση στη περιοχή μελέτης, δηλαδή εκτιμάται η ποιότητα εδάφους, βλάστησης, κλίματος και η ποιότητα διαχείρισης, ώστε να καθαρισθούν οι περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές στην ερημοποίηση, οι οποίες παρουσιάζονται αναλυτικά στο πέμπτο κεφάλαιο.

Στο έκτο κεφάλαιο αναλύονται και παρουσιάζονται τα αίτια τα οποία οδήγησαν στην υποβάθμιση και στην ερημοποίηση στη περιοχή μελέτης

Στο έβδομο κεφάλαιο, εξετάζονται τρία διαφορετικά σενάρια χρήσεων γης (ακαλλιέργεια ελαιώνων, αειφορική βόσκηση, αναβλάστηση βοσκοτόπων με χρήση πυρκαγιάς)..

Στο όγδοο κεφάλαιο προτείνονται μέτρα διάφορα μέτρα αντιμετώπισης της ερημοποίησης

Τέλος στο ένατο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της εργασίας αυτής.

1.Εισαγωγή

1.1 Γενικά για την ερημοποίηση

Το έδαφος, ως ένα ανοιχτό φυσικό σύστημα δέχεται εισροές από το περιβάλλον και συγχρόνως ασκεί ισχυρές επιδράσεις σε αυτό. Ένα τέτοιο σύστημα υφίσταται συνεχείς μεταβολές με ποικίλους ρυθμούς που εξαρτώνται από την ένταση των εισροών που δέχεται και από τις εκροές του προς το περιβάλλον. Κάτω από φυσικές συνθήκες οι μεταβολές αυτές είναι βραδείες και οι ρυθμοί σχηματισμού του εδάφους, καθώς και οι ρυθμοί των μεταβολών και απωλειών του εξισορροπούν. Έτσι αποκαθίσταται μια ισορροπία που εξασφαλίζει την αειφορία και τη δυνατότητα του να επιτελεί τις λειτουργίες του ως αναπόσπαστο μέρος του οικοσυστήματος (Χαϊντούτη, 2007).

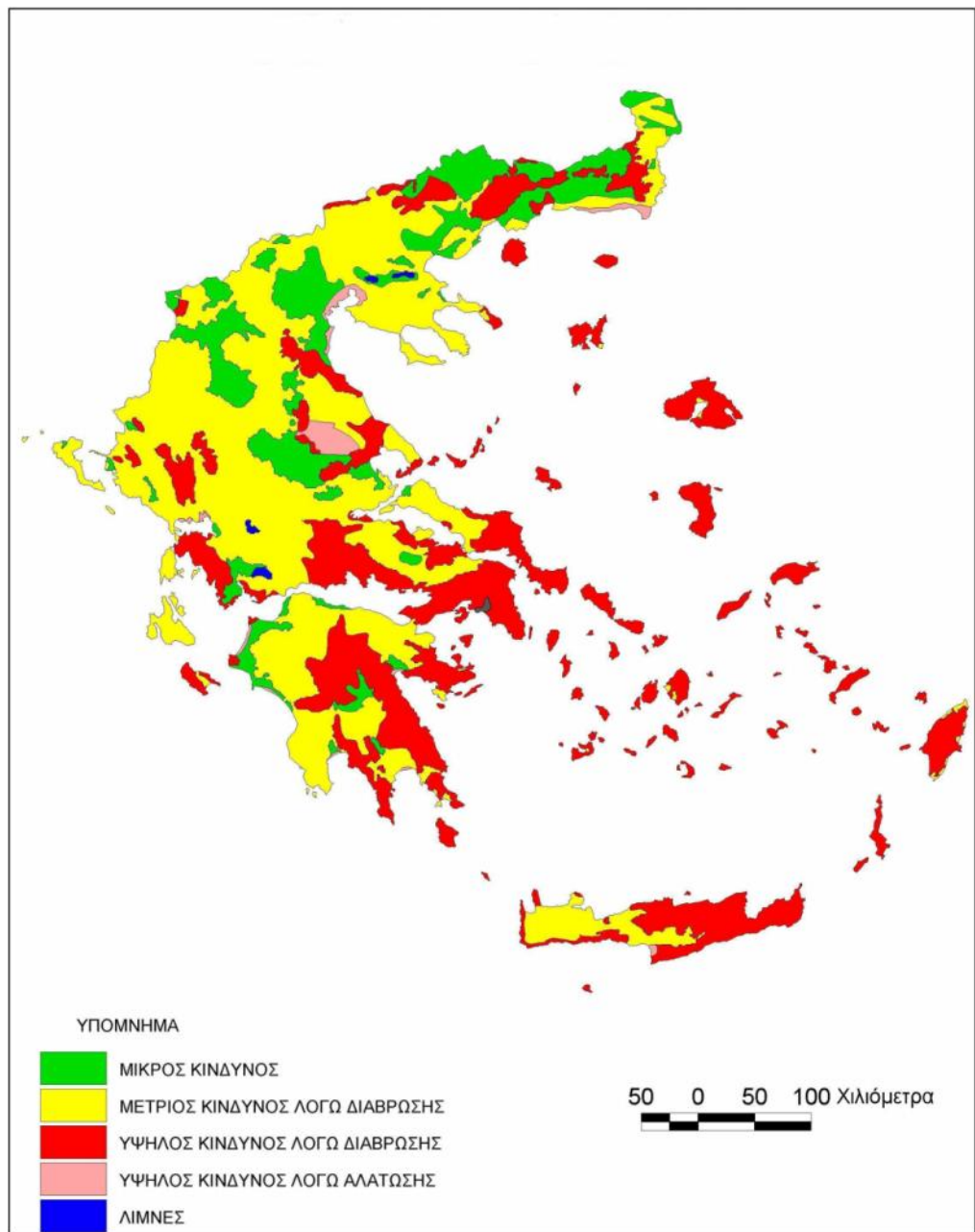
Η χρήση του εδάφους όμως, περιορίζεται ή ευνοείται, όχι μόνο από φυσικούς, αλλά και από ανθρωπογενείς παράγοντες. Το έδαφος, που αποτελεί καθοριστικής σημασίας και μερικώς ανανεώσιμο πόρο, ο οποίος εύκολα καταστρέφεται, αντιμετωπίζει συνεχώς μεγαλύτερη πίεση. Η παραγωγική του ικανότητα μπορεί να διατηρηθεί ή και να βελτιωθεί με ορθή διαχείριση για πολλά χρόνια, εάν όμως εξαντληθεί το έδαφος θα χρειαστούν αιώνες για να αναδημιουργηθεί μέσω των εργασιών της εδαφογένεσης.

Η μη ορθολογική χρήση των εδαφών από τον άνθρωπο οδηγεί στην υποβάθμιση και την ερημοποίηση της γης, που σχετίζεται με τη χαμηλή παραγωγικότητα των εδαφών και την εξάντληση των διαθέσιμων υδάτινων αποθεμάτων. Υποβάθμιση του εδάφους καλείται η μεταβολή των φυσικών, χημικών και βιολογικών ιδιοτήτων του που οδηγεί στη διάβρωση και την απώλεια της παραγωγικής του ικανότητας και πολλές φορές στην ερημοποίηση του.

Ειδικότερα η περιοχή της Μεσογείου έχει υποστεί σημαντική υποβάθμιση των φυσικών πόρων (Grove,1996, Thomes,1996). Η ήδη από την αρχαιότητα εκτεταμένη αποψίλωση των δασών και η εντατική καλλιέργεια των επικλινών περιοχών έχει οδηγήσει στη διάβρωση και την υποβάθμιση αυτών (Kosmas et al., 1993a). Η ερημοποίηση της γης αναφέρεται στην υποβάθμιση της γης στις ξηρές, ημίξηρες ύφυγρες περιοχές, η οποία προκύπτει ως αποτέλεσμα διαφορετικών παραγόντων, στους οποίους περιλαμβάνονται οι κλιματικές αλλαγές και οι ανθρώπινες δραστηριότητες (Συνδιάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη, Ρίο Ντε Τζανέιρο, 1992 (UNCCD, 1994)). Η ερημοποίηση δεν είναι καινούριο φαινόμενο, αποτελεί μέρος της εξελικτικής πορείας του πλανήτη μας, καταστρέφοντας παραγωγικές περιοχές εδώ και πολλούς αιώνες. Η διαδικασία της ερημοποίησης οδηγεί στην υποβάθμιση της γόνιμης γης, η οποία σταδιακά εξαφανίζεται, αφήνοντας κηλίδες απογυμνωμένων περιοχών που εξαπλώνονται και πιθανά ενοποιούνται, διαμορφώνοντας περιοχές μικρής παραγωγικότητας. Το φαινόμενο της ερημοποίησης έχει πολλές διαστάσεις, είναι ουσιαστικά ένας συνδυασμός φυσικών παραγόντων και ανθρώπινων δραστηριοτήτων που προκαλούν

φαινόμενα υποβάθμισης της γης. Η υποβάθμιση που προκαλείται από την ερημοποίηση αναφέρεται στη μείωση ή απώλεια της παραγωγικότητας των γεωργικών και δασικών εκτάσεων. Ο άνθρωπος με τις παρεμβάσεις του στο περιβάλλον, συχνά επιταχύνει: α) τους ρυθμούς υδατικής, αιολικής και μηχανικής διάβρωσης των εδαφών, β) την υποβάθμιση των φυσικών, χημικών και βιολογικών ιδιοτήτων των φυσικών πόρων, και γ) την απώλεια της φυσικής βλάστησης. Η κυριότερη διεργασία υποβάθμισης της παραγωγικότητας του εδάφους που το οδηγεί στην ερημοποίηση είναι η διάβρωση, η οποία επιφέρει δραστική μείωση του βάθους, της γονιμότητας και της παραγωγικότητας των εδαφών, καθώς και σημαντική απώλεια βλάστησης. Επιπλέον, η απειλή της κλιματικής μεταβολής, ως αποτέλεσμα του φαινομένου του θερμοκηπίου πρόκειται να εντείνει το πρόβλημα καθώς η έλλειψη νερού είναι η σοβαρότερη απειλή στην προστασία του μεσογειακού περιβάλλοντος. Οι μεταβολές που αφορούν στο κλίμα ευνοούν τόσο την υποβάθμιση της γης όσο και την αλλοίωση της πολιτισμικής μας κληρονομιάς. Η ερημοποίηση εκτός από τις σοβαρότατες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, επιφέρει και αρνητικές οικονομικές και κοινωνικές συνέπειες, καθώς με την υποβάθμιση των φυσικών πόρων, μειώνεται η παραγωγικότητα ενός τόπου, συνεπώς και το αγροτικό εισόδημα, με επακόλουθο τη μετατόπιση του πληθυσμού σε περιοχές με περισσότερες δυνατότητες απασχόλησης. Τα τελευταία πενήντα χρόνια σε μεγάλο μέρος της περιοχής της Μεσογείου οι χρήσεις της γης έχουν υποστεί μεταβολές, συχνά με έντονους ρυθμούς. Οι αλλαγές που σημειώθηκαν στη βλάστηση ήταν απόρροια κλιματικών μεταβολών σε συνδυασμό με φυσικές ή ανθρωπογενείς διαταραχές. Η αποψίλωση της γης για γεωργική χρήση και στη συνέχεια η υπερβόσκηση της ήδη υποβαθμισμένης βλάστησης οδήγησαν στη διάβρωση του εδάφους και την εγκατάλειψη της γης. Το φαινόμενο της εγκατάλειψης εμφανίστηκε σε όλη την Ευρώπη τη δεκαετία του 1950, όταν παρατηρήθηκε μαζική μετανάστευση των αγροτικών πληθυσμών στα μεγάλα αστικά κέντρα. Μέχρι το 2000 είχε εγκαταλειφθεί η αγροτική γη των Μεσογειακών χωρών σε ποσοστό 8-15% (<http://geografia.fcsh.unl.pt/lucinda/desertification>).

Η ερημοποίηση αποτελεί σήμερα ένα από τα κυριότερα περιβαλλοντικά θέματα σε παγκόσμιο, εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο (UNEP, 1992; Imenson, 1996). Η ερημοποίηση των ελληνικών γαιών είναι ένα φαινόμενο που λαμβάνει χώρα επί τρεις χιλιετίες με αποτέλεσμα το 30% της συνολικής έκτασης της χώρας μας να χαρακτηρίζεται ως απειλούμενο από την ερημοποίηση. Εκτιμάται ότι το 35% του ελλαδικού χώρου αντιμετωπίζει υψηλό κίνδυνο ερημοποίησης και το υπόλοιπο 16% θεωρείται χαμηλού κινδύνου ερημοποίησης. Στις περιοχές υψηλού κινδύνου ανήκουν τα νησιά του Αιγαίου, ένα μέρος της Θεσσαλίας, η Ανατολική Στερεά Ελλάδα, η Ανατολική Πελοπόννησος, η Κρήτη (ιδιαίτερος το νότιο και ανατολικό τμήμα της) καθώς και άλλες περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδας (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Χάρτης Δυνητικού Κινδύνου Ερημοποίησης Της Ελλάδας (Πηγή:<http://www.gncdd.com>)

Το μεγαλύτερο μέρος των περιοχών με ευαισθησία στον κίνδυνο ερημοποίησης απειλούνται λόγω διάβρωσης, ενώ σημαντικές παράκτιες κυρίως περιοχές κινδυνεύουν από υποβάθμιση λόγω της αλάτωσης των εδαφών που προκαλείται από την υπαλμύριση των παράκτιων υδροφορέων. Παρά όμως το αντίξοο των φυσικών συνθηκών, η εμφάνιση του φαινομένου της ερημοποίησης προϋποθέτει την επίδραση της ανθρώπινης παρέμβασης, και συγκεκριμένα προκαλείται κυρίως από τη χρόνια και παγιωμένη κατάσταση ανορθολογικής διαχείρισης του χώρου και των

υδατικών πόρων (Εθνική Επιτροπή για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης, 2001). Οι επιπτώσεις της ερημοποίησης στο περιβάλλον και την κοινωνία δεν μπορούν να αντιμετωπισθούν ουσιαστικά χωρίς τη χάραξη μίας συντονισμένης εθνικής πολιτικής, η οποία θα προσπαθήσει να αντιμετωπίσει συνολικά τα προβλήματα που προκύπτουν από τις πιέσεις στο φυσικό περιβάλλον, όπως μεταξύ άλλων τη ρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, την υπερεκμετάλλευση της γεωργικής γης, τις δασικές πυρκαγιές και την απώλεια φυσικών οικοσυστημάτων μέσω της αλλαγής χρήσεων γης. Η λύση αυτών των ζητημάτων είναι υποχρέωση και θα πρέπει να αποτελεί προτεραιότητα της πολιτείας για την προστασία και την αειφορική διαχείριση του φυσικού περιβάλλοντος στο πλαίσιο ενός διαφορετικού, περιβαλλοντικά-φιλικού μοντέλου ανάπτυξης (Εθνική Επιτροπή Για Την Καταπολέμηση Της Ερημοποίησης, 2001).

1.2. Ιστορικές αναφορές στο φαινόμενο της Ερημοποίησης στην Ελλάδα

Η υποβάθμιση της γης στη Χώρα μας έχει απασχολήσει πολλούς Έλληνες συγγραφείς από την αρχαιότητα. Η διάβρωση του εδάφους αναφέρθηκε για πρώτη φορά στην Ιλιάδα του Ομήρου (854π.Χ, σύμφωνα με τον Ηρόδοτο). Ένα μεγάλο μέρος των λοφωδών περιοχών την εποχή εκείνη καλυπτόταν από δάση ενώ τα εδάφη ήταν πάρα πολύ γόνιμα με σχετικά ικανοποιητικό βάθος και μικρή ευαισθησία στη διάβρωση. Το υπόλοιπο των λοφωδών περιοχών καλλιεργούνταν ή αποτελούσε βοσκοτόπια. Η καλλιέργεια της γης και η δημιουργία βοσκοτόπων με παράλληλη καταστροφή των δασών εμφανίζεται περίπου στα μέσα της δεύτερης χιλιετίας π.Χ. Η ξυλεία ήταν απαραίτητη κυρίως στη ναυπηγική ή ως καύσιμη ύλη. Η αποψίλωση των δασών επεκτάθηκε κατά τη διάρκεια της Ελληνιστικής περιόδου (4^{ος} αιώνας π.Χ.) και συνδέθηκε με την εντατικοποίηση της γεωργίας και την αύξηση των βοσκοτόπων προκειμένου να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις του συνεχώς αυξανόμενου πληθυσμού. Παράλληλα άρχισαν να σημειώνονται μεταβολές στο τύπο χρήσης γης. Η καλλιέργεια των σιτηρών αντικαταστάθηκε από την καλλιέργεια της ελιάς και των αμπελιών. Αυτό ήταν αποτέλεσμα των συνεχώς αυξανόμενων εξαγωγών σε κρασί και λάδι. Η υπερεκμετάλλευση της γης συνεχίστηκε για χιλιάδες χρόνια με αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση της παραγωγικότητας των εδαφών. Τα εδάφη της περιοχής των Μεσογείων στην Αττική περιγράφονται στους Διαλόγους του Πλάτωνα ως “μαύρες γαίες” εξαιτίας του υψηλού ποσοστού της οργανικής ύλης που περιείχαν. Σήμερα τα εδάφη αυτά, όπως προέκυψε από σχετική εργασία (Kosmas et al., 1996), έχουν κόκκινο ή γκρι χρώμα, είναι πολύ ισχυρώς διαβρωμένα με μικρό βάθος και πολύ χαμηλό ποσοστό οργανικής ύλης (< 2,2%). Την εποχή της Μακεδονικής Ηγεμονίας (4ος αιώνας π.Χ.), η γη υποβαθμίστηκε σημαντικά. Παράλληλα, έγιναν προσπάθειες επέκτασης της γεωργικής γης με την αποξήρανση των βαλτωδών περιοχών. Την εποχή αυτή αποξηράθηκε και τμήμα της λίμνης της Κωπαΐδας στη Βοιωτία. Τη Ρωμαϊκή περίοδο (2ος αιώνας π.Χ.), οι διεργασίες της διάβρωσης του εδάφους συνεχίστηκαν με ακόμη μεγαλύτερους ρυθμούς (Grove, 1996). Περιοχές εγκαταλείπονται λόγω της χαμηλής παραγωγικότητάς τους ή ως συνεπεία των στρατιωτικών εκστρατειών. Οι

μετακινήσεις του πληθυσμού επηρέασαν την εκμετάλλευση και την προστασία της γης. Κατά τη διάρκεια της Μινωικής και Ρωμαϊκής περιόδου σημειώθηκε σημαντική αύξηση του πληθυσμού με άμεση συνέπεια την αύξηση των απαιτήσεων σίτισης. Κατά τη διάρκεια της Οθωμανικής περιόδου (1457 – 1913), πολλοί Έλληνες μετακινήθηκαν προς τις λοφώδεις και ορεινές περιοχές για να αποφύγουν την υποδούλωση των Τούρκων και άρχισαν να καλλιεργούν την γη των περιοχών αυτών. Την περίοδο αυτή προκειμένου να προστατευθεί το έδαφος από τη διάβρωση κατασκευάστηκαν πολλοί αναβαθμοί. Η μετακίνηση του πληθυσμού επέφερε αρκετά αρνητικά αποτελέσματα λόγω της εκτεταμένης αποψίλωσης των δασών, της καλλιέργειας και υπερβόσκησης της γης. Ενώ η παραγωγικότητα των εδαφών αυτών μειωνόταν συνεχώς, νέες περιοχές αποψιλώνονταν προκειμένου να καλλιεργηθούν. Ο κύκλος αυτός της αποψίλωσης, της υπερεκμετάλλευσης της γης, της υποβάθμισης και της εγκατάλειψής της συνεχίστηκε για περίπου τέσσερις αιώνες σε ολόκληρη την Χώρα. Αποτέλεσμα των δράσεων αυτών ήταν μεγάλες εκτάσεις να υποβαθμισθούν και να ερημοποιηθούν εξαιτίας της διάβρωσης του εδάφους με το μητρικό πέτρωμα να αποκαλυφθεί στην επιφάνεια (McNeill, 1992). Η καταστροφή της φυσικής βλάστησης στις λοφώδεις περιοχές ήταν αποτέλεσμα όχι μόνον της αποψίλωσης των δασών αλλά και των επαναλαμβανόμενων πυρκαγιών που είχαν ως κύριο σκοπό την καταστροφή της ξυλώδους πολυετούς βλάστησης και την ανάπτυξη ετήσιας εδώδιμης βλάστησης για τα βόσκοντα ζώα. Η υποβάθμιση και ερημοποίηση της γης συνεχίστηκε και με την εκτεταμένη καλλιέργεια των σιτηρών που συνοδευόταν από ανεπαρκή προστασία του εδάφους. Το έδαφος που παρέμενε ακάλυπτο μετά την καλλιέργεια ήταν επιρρεπές στην διάβρωση με τις ισχυρές βροχοπτώσεις του φθινοπώρου και του χειμώνα. Εξαιτίας των διεργασιών αυτών πολλές περιοχές υποβαθμίστηκαν έντονα (π.χ. Πελοπόννησος, Στερεά Ελλάδα, Θεσσαλία, Λέσβος, Κρήτη κλπ). Από τα μέσα του 20^{ου} αιώνα, η εκμηχάνιση της γεωργίας συντέλεσε σημαντικά στην υποβάθμιση και ερημοποίηση της γης. Οι ευνοϊκές εδαφικές και κλιματικές συνθήκες και η διαθεσιμότητα των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων οδήγησε σε εντατική καλλιέργεια των πεδινών περιοχών. Η ανάπτυξη της γεωργίας στις πεδινές περιοχές επέφερε μεγαλύτερο εισόδημα στους χρήστες γης από ότι η γεωργία στις λοφώδεις περιοχές με αποτέλεσμα τη συνεχή εγκατάλειψη των γεωργικών λοφωδών περιοχών ή την εγκατάλειψη των παραδοσιακών μορφών διαχείρισης της γης (αναβαθμοί, φυτοκάλυψη κλπ). Αναβαθμοί με ξερολιθιές κατασκευάστηκαν τους προηγούμενους αιώνες σε μεγάλες εκτάσεις στις νησιωτικές και ηπειρωτικές περιοχές της Χώρας (π.χ. στην Λέσβο κατασκευάστηκαν ατομικές ξερολιθιές από τον 13^ο-19^ο αιώνα μεταφέροντας πέτρες και έδαφος από άλλες θέσεις και φυτεύτηκαν ελιές. Πολλές από αυτές τις περιοχές έχουν εγκαταλειφθεί με αποτέλεσμα της κατάρρευση των ξερολιθιών και την άμεση απομάκρυνση του εδάφους και την υποβάθμιση και ερημοποίηση της γης (Κοσμάς, 2006).

1.3. Παράγοντες που προκαλούν ερημοποίηση της γης

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την ερημοποίηση είναι το κλίμα, η φυσιολογία, η γεωλογία, το έδαφος, η υδρολογία, η βλάστηση και οι ανθρωπογενείς επιδράσεις. Οι φυσικοί παράγοντες παρά το γεγονός ότι είναι δυσμενείς σε μεγάλο ποσοστό δεν είναι ικανοί από μόνοι τους να προκαλέσουν ερημοποίηση. Αυτή λαμβάνει χώρα όπου συνυπάρχει και αλόγιστη ανθρώπινη δραστηριότητα. Ο άνθρωπος, συντελεί στην διάβρωση των εδαφών και την ερημοποίηση με την κακή διαχείριση της γης, όπως η άρδευση με κακής ποιότητας νερό, η εκχέρσωση των κεκλιμένων περιοχών, το κάψιμο της καλαμιάς και η επαναλαμβανόμενη άρση κεκλιμένων περιοχών. Επιπλέον, κοινωνικοί και οικονομικοί παράγοντες όπως η ανάπτυξη του τουρισμού, η συγκέντρωση του πληθυσμού σε ορισμένες περιοχές, οι επιδοτήσεις των καλλιεργειών και η εγκατάλειψη της γης, επηρεάζουν την ένταση εκμετάλλευσης των φυσικών πόρων, την υποβάθμιση αυτών και την ερημοποίηση της γης.

1.3.1 Κλίμα

Τα χαρακτηριστικά του κλίματος των ημίξηρων και ξηρών ύψυγων περιοχών, τα οποία συντελούν στην ερημοποίηση είναι :

- Το μικρό ύψος βροχής
- Η υψηλή δυναμική εξατμισοδιαπνοή
- Η άνιση κατανομή
- Η μεγάλη έκταση και η υψηλή διαβρωτικότητα των βροχοπτώσεων
- Το υψηλό έλλειμμα υγρασίας
- Οι υψηλές θερμοκρασίες κατά τη βλαστική περίοδο των φυτών

Το Μεσογειακό κλίμα χαρακτηρίζεται από μεγάλες χωρικές εποχιακές και ετήσιες διακυμάνσεις των βροχοπτώσεων, από υψηλές θερμοκρασίες κατά τη θερινή περίοδο και έντονη ξηρασία για σχετικά μεγάλη περίοδο. Οι βροχοπτώσεις λόγω της μεγάλης έντασης και μικρής συχνότητάς τους, σε συνδυασμό με το έντονο τοπογραφικό ανάγλυφο (μεγάλες κλίσεις) προκαλούν συχνά μεγάλες επιφανειακές απορροές που συνοδεύονται από απώλεια γόνιμου εδάφους, από μεγάλες διακυμάνσεις της απορροής των ρευμάτων και συχνά καταστροφικές πλημμύρες. Κλιματικές μεταβολές με μείωση των βροχοπτώσεων και αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα συντελούν στις πυρκαγιές, συνεπώς στην απώλεια της βλάστησης, την διάβρωση των εδαφών και την ερημοποίηση της γης.

1.3.1.α Βροχόπτωση

Το ύψος της βροχόπτωσης και η κατανομή της είναι οι κύριοι παράγοντες που καθορίζουν την παραγωγή βιομάζας στις λοφώδεις μεσογειακές περιοχές. Τα μειωμένα ποσά της βροχόπτωσης σε συνδυασμό με τους υψηλούς ρυθμούς της εξατμισοδιαπνοής μειώνουν δραστικά το ποσοστό της εδαφικής υγρασίας που είναι διαθέσιμο για την ανάπτυξη των φυτών. Η μειωμένη παραγωγή βιομάζας επηρεάζει

άμεσα το ποσοστό της οργανικής ύλης του εδάφους και τη σταθερότητα των συσσωματωμάτων με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες για επιφανειακή απορροή και διάβρωση. Η ετήσια βροχόπτωση επηρεάζει άμεσα το ρυθμό επιφανειακής απορροής και απώλειας εδάφους (Kosmas *et al.*, 1997). Από δεδομένα που καταγράφηκαν σε πειραματικούς αγρούς κατά μήκος της Μεσογειακής Ευρώπης προκύπτει ότι λοφώδεις περιοχές με θαμνώδη φυσική βλάστηση έχουν την μεγαλύτερη επιφανειακή απορροή και απώλεια ιζήματος σε μια κρίσιμη τιμή ετήσιας βροχόπτωσης 280-300 χιλ. Η ετήσια απορροή και διάβρωση μειώνεται με την αύξηση της βροχόπτωσης από την κρίσιμη τιμή των 300mm. Αυξανομένης της ετήσιας βροχόπτωσης πάνω από την κρίσιμη τιμή, αυξάνεται η παραγωγή βιομάζας και φυτοκάλυψης με αποτέλεσμα την μείωση της διάβρωσης. Η επιφανειακή απορροή και απώλεια ιζήματος μειώνεται σημαντικά όταν η βροχόπτωση μειώνεται σε επίπεδα μικρότερα της κρίσιμης τιμής. Σύμφωνα με τα δεδομένα της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας το ύψος της βροχόπτωσης κυμαίνεται από 1280 mm στη δυτική Ελλάδα έως 370 mm στην ανατολική ενώ η μέση θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 16,5 και 17,8 °C. Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό του μεσογειακού κλίματος είναι το μεγάλης διάρκειας ξηρό καλοκαίρι με το μεγαλύτερο ποσοστό της βροχόπτωσης να πέφτει τους έξι ή επτά χειμερινούς μήνες. Η τιμή της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής είναι μεγαλύτερη από εκείνη της βροχόπτωσης για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο από έξι μήνες με αποτέλεσμα να δημιουργείται σημαντικό έλλειμμα εδαφικής υγρασίας από το Μάιο έως τον Οκτώβριο.

Από τα παραπάνω δεδομένα προκύπτει ότι η επικείμενη μεταβολή του κλίματος θα επηρεάσει άμεσα την ερημοποίηση της γης καθώς θα επηρεαστεί η βροχόπτωση, η παραγωγή της βιομάζας, το ποσοστό της φυτοκάλυψης και η προστασία του εδάφους από τη διάβρωση. Όπως εκτίμησαν οι Yassoglou *et al.* (1994), μία ενδεχόμενη μείωση της ετήσιας βροχόπτωσης κατά 30%, χωρίς να σημειωθεί καμία μεταβολή στη θερμοκρασία, μπορεί να επιφέρει μείωση στην παραγωγή της βιομάζας των σιτηρών κατά 40%. Στην περίπτωση που συμβεί επιπλέον αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2 °C η μείωση στην παραγωγή της βιομάζας των σιτηρών εκτιμάται σε ποσοστό 55%. Η ξηρασία επηρεάζει την ανάπτυξη της φυσικής βλάστησης. Τα επόμενα χρόνια, οι επικρατούσες κλιματικές συνθήκες κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων των ετήσιων καλλιεργειών μπορεί να είναι τόσο δυσμενείς που τα εδάφη να παραμένουν ακάλυπτα, δημιουργώντας ευνοϊκές συνθήκες για την απορροή και τη διάβρωση. Κάθε απώλεια του όγκου του εδάφους των οριακών αυτών περιοχών μειώνει σημαντικά τη δυνατότητα παραγωγής βιομάζας, οδηγώντας στην ερημοποίηση της γης. Ωστόσο, η υπάρχουσα μεσογειακή βλάστηση χαρακτηρίζεται από την μεγάλη ικανότητα προσαρμογής και αντίστασης στις ξηροθερμικές κλιματικές συνθήκες. Το μειωμένο ποσό της βροχόπτωσης σε συνδυασμό με τους υψηλούς ρυθμούς εξατμισοδιαπνοής προκαλεί δραστική μείωση στο ποσοστό της υγρασίας του εδάφους που είναι διαθέσιμο για την ανάπτυξη των φυτών. Η μειωμένη παραγωγή βιομάζας, με τη σειρά της, επηρεάζει άμεσα το ποσοστό της οργανικής ύλης του εδάφους, τη δημιουργία συσσωματωμάτων και τη σταθερότητα της επιφάνειας του εδάφους κατά της διάβρωσης (Kosmas *et al.*, 2000).

1.3.1.β Έκθεση της κλίσης

Η έκθεση της κλίσης αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα για τις διεργασίες υποβάθμισης της γης, καθώς επηρεάζει το μικροκλίμα ρυθμίζοντας τη γωνία και τη διάρκεια με την οποία οι ακτίνες του ηλίου πέτουν στο έδαφος. Οι νότιες και δυτικές εκθέσεις είναι πιο ζεστές και έχουν υψηλότερους ρυθμούς εξάτμισης από ότι οι βόρειες και ανατολικές εκθέσεις. Έτσι, οι νότιες εκθέσεις έχουν συνήθως μικρότερη φυτοκάλυψη από ότι οι βόρειες (Poesen *et al.*, 1998).

1.3.1.γ Δείκτης Ξηρότητας

Ο δείκτης ξηρότητας θεωρείται κρίσιμος κλιματικός παράγοντας ο οποίος επηρεάζει την εξέλιξη της βλάστησης. Βεβαίως η Μεσογειακή φυσική βλάστηση χαρακτηρίζεται από την μεγάλη ικανότητα προσαρμογής στην ξηρασία με πολλά φυτικά είδη να επιβιώνουν για μακρύ χρονικό διάστημα σε συνθήκες ξηρασίας με εδαφική υγρασία μικρότερη του σημείου μάρανσης.

Μία μέθοδος μέτρησης του δείκτη ξηρότητας είναι ο βιοκλιματικός δείκτης (BGI) των Bagnoulls-Gaussen (1953) που υπολογίζεται από εύκολα διαθέσιμα μετεωρολογικά δεδομένα και ορίζεται ως ακολούθως :

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

όπου: t_i : είναι η μέση θερμοκρασία του αέρα για τον i μήνα σε $^{\circ}\text{C}$,

P_i : είναι η συνολική βροχόπτωση για τον i μήνα σε χιλ.,

K_i : είναι ο μήνας κατά τη διάρκεια του οποίου ισχύει $2t_i - P_i > 0$.

1.3.2 Τοπογραφικό ανάγλυφο

Η τοπογραφία του Ελλαδικού χώρου είναι ορεινή και λοφώδης με περιορισμένο αριθμό μικρών πεδιάδων. Ο υδρολογικός χάρτης αποτελείται από πολλά μικρά ρεύματα, χείμαρρους και μερικούς μεγάλους ποταμούς που εμφανίζουν μεγάλη ετήσια διακύμανση της παροχής τους. Το τοπίο στην παραλιακή ζώνη εμφανίζει εναλλαγές υψηλών βουνών, λόφων και μικρών κοιλάδων με πολύ συχνή την εμφάνιση γυμνών βράχων (αποκάλυψη μητρικού υλικού), βουνών με απότομες κλίσεις πλαγιών, έντονα διαβρωμένων με μικρό βάθος εδάφους που δεν μπορούν να διατηρήσουν αξιόλογη βλάστηση παρά μονάχα φρυγανώδη. Η σημαντικότερη παράμετρος που σχετίζεται με την τοπογραφία και επηρεάζει την διάβρωση και την ερημοποίηση της γης είναι η κλίση της επιφανείας του εδάφους και το μήκος της κλίσης.

Η Ελλάδα λόγω του ορεινού της χαρακτήρα, παρουσιάζει απότομες υψομετρικές διαφορές, που σχηματίζουν κλιτύες με ισχυρές κλίσεις σε μεγάλο τμήμα της χώρας.

Συγκεκριμένα περίπου το 49% της Χώρας έχει κλίσεις μεγαλύτερες από 10% και μόνο το 36% αποτελείται από περιοχές με κλίσεις μικρότερες από 5%. Οι ισχυρές κλίσεις προκαλούν έντονες επιφανειακές απορροές των ομβρίων υδάτων και επιταχυνόμενες διαβρώσεις εδαφών που δεν καλύπτονται από προστατευτική βλάστηση.

Οι απότομες κλίσεις των μεσογειακών λοφωδών και ορεινών περιοχών είναι ένας σημαντικός παράγοντας των διεργασιών της ερημοποίησης ιδιαίτερα αν ληφθούν υπόψη τα χαρακτηριστικά του κλίματος. Ωστόσο το φαινόμενο της διάβρωσης δεν απαντάται συχνά στις περιπτώσεις των δασικών εδαφών που παραμένουν σε φυσικές συνθήκες. Στην περίπτωση όμως που διαταραχθούν οι φυσικές συνθήκες εξαιτίας πυρκαγιών, αποψίλωσης, υπερβόσκησης κλπ. ο ρυθμός διάβρωσης των εδαφών γίνεται υψηλός και τα εδάφη απογυμνώνονται. Στις περιπτώσεις αυτές η τοπογραφία είναι ο κυρίαρχος παράγοντας που επηρεάζει την απώλεια του εδάφους. Οι υψηλοί ρυθμοί διάβρωσης που ευνοούνται από τις απότομες κλίσεις σε συνδυασμό με την ακατάλληλη χρήση της γης έχει οδηγήσει στη διαμόρφωση των αβαθών σκελετικών εδαφών (Εικόνα 2).



Εικόνα 2: Ερημοποιημένη περιοχή στη Δυτική Λέσβο (Πηγή: <http://www.gnccd.com>)

1.3.3 Εδαφικές Ιδιότητες

Το έδαφος αποτελεί έναν από τους κύριους παράγοντες των γήινων οικοσυστημάτων επειδή επηρεάζει την ανάπτυξη της βλάστησης. Όταν το έδαφος δεν μπορεί να τροφοδοτήσει τα φυτά με νερό και θρεπτικά στοιχεία η ερημοποίηση της γης θεωρείται δεδομένη. Τα αβαθή εδάφη παρουσιάζουν μειωμένη αντοχή στη διάβρωση και επομένως υπόκεινται σε περαιτέρω μείωση του ριζοστρώματος και της διαθέσιμης στα φυτά υγρασίας. Στις ημί-ξηρες και ύφυγες ζώνες, η ερημοποίηση της γης καθίσταται μη αντιστρέψιμη, όταν το βάθος του εδάφους δεν μπορεί να συγκρατήσει την ελάχιστη φυτοκάλυψη των 45-50%. Ωστόσο, υπάρχουν περιπτώσεις

που η ερημοποίηση της γης μπορεί να συμβεί και στα βαθιά εδάφη, όταν το διαθέσιμο νερό δεν μπορεί να ικανοποιήσει τις ανάγκες των φυτών. Σε αυτές τις περιπτώσεις το φαινόμενο είναι αντιστρεπτό. Η διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων στα φυτά δεν αποτελεί συνήθως κρίσιμο παράγοντα ερημοποίησης στις ξηρές και ημι-ξηρές κλιματικές ζώνες. Η διεργασία υποβάθμισης της γης είναι δυνατό να αρχίσει με την μείωση του ποσοστού της οργανικής ύλης στο επιφανειακό έδαφος με αποτέλεσμα τη ταχύτερη μείωση της βιολογικής δραστηριότητας του εδάφους. Η έλλειψη ισορροπίας της οργανικής ύλης οδηγεί σε αποσταθεροποίηση των εδαφικών συσσωματωμάτων και σε μείωση της γονιμότητας του εδάφους, με συνέπεια η ικανότητα συγκράτησης του νερού να μειώνονται δραστικά. Συνεπώς λιγότερη βλάστηση μπορεί να διατηρηθεί και περισσότερο ακάλυπτο έδαφος θα παραμένει απροστάτευτο από την επίδραση της βροχής ή του αέρα οδηγώντας στη διάβρωση. Όταν το επιφανειακό έδαφος χάνεται, το υποεπιφανειακό υλικό με τη χαμηλή γονιμότητα και την ασθενή δομή εκτίθεται στην επιφάνεια. Στην επιφάνεια του εδάφους εκτίθενται περισσότερες πέτρες δημιουργώντας δύσκολες συνθήκες διαχείρισης του εδάφους μειώνοντας την παραγωγή βιομάζας και τις αποδόσεις των καλλιεργειών. Οι σημαντικότεροι εδαφικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ερημοποίηση της γης είναι η κοκκομετρική σύσταση, το βάθος του εδάφους, το πετρώδες ή χαλικώδες της επιφανείας του εδάφους, και το μητρικό υλικό.

1.3.3.α Κοκκομετρική Σύσταση

Η κοκκομετρική σύσταση του εδάφους επηρεάζει σημαντικά την αποθηκευτική ικανότητα σε νερό, την κατάσταση υδρομορφίας, την εδαφική θερμοκρασία, την διάβρωση, και την κατάσταση γονιμότητας και παραγωγικότητας. Τα αργιλώδη εδάφη συγκρατούν μεγαλύτερη ποσότητα εδαφικού νερού σε σύγκριση με τα αμμώδη εδάφη. Η υγρασία του εδάφους επηρεάζει την απαιτούμενη θερμική ενέργεια για την ψύξη ή την θέρμανση του εδάφους. Η μεταβολή της θερμοκρασίας ενός υγρού αργιλώδους εδάφους είναι βραδύτερη την άνοιξη ή το φθινόπωρο από ότι ενός υγρού αμμώδους εδάφους. Επιπρόσθετα, τα αργιλώδη εδάφη έχουν συνήθως μικρές ταχύτητες υδατοπερατότητας με αποτέλεσμα να συγκρατούν την περίσσεια του νερού βροχής και να δημιουργούν παροδικές συνθήκες κακής στράγγισης.

Η κοκκομετρική σύσταση επηρεάζει την αντίσταση του εδάφους στην διάβρωση ή την διαβρωσιμότητα. Όσο περισσότερο χονδρόκοκκο είναι ένα έδαφος τόσο μικρότερη είναι η ενεργός επιφάνεια των εδαφικών τεμαχιδίων και τόσο μικρότερη είναι η αντίσταση στην διάβρωση. Η αιολική διάβρωση είναι ένα σοβαρό πρόβλημα σε αμμώδη εδάφη με ξηροθερμικές συνθήκες όταν καλλιεργούνται και παραμένουν γυμνά από βλάστηση.

Η κοκκομετρική σύσταση έχει σημαντική επίδραση στην μορφή, στην σταθερότητα και διατήρηση της δομής του εδάφους. Αυξανόμενης της ποσότητας της οργίλου αυξάνεται τόσο η σταθερότητα της δομής. Αμμώδη εδάφη δεν έχουν δομή.

Χαρακτηριστικό των εδαφών που συμβάλλει στην ευαισθησία τους στην ερημοποίηση είναι η τάση προς σχηματισμό επιφανειακής κρούστας, κάτι που συνηθίζεται σε εδάφη επί λοφοδών μαργών που έχουν υποστεί μείωση της

οργανικής τους ύλης. Ο σχηματισμός της κρούστας στην επιφάνεια του εδάφους επηρεάζεται από την κοκκομετρική σύσταση. Η συστολή και διαστολή του εδάφους αυξάνεται με την αύξηση της αργίλου ευνοώντας έτσι το σχηματισμό της κρούστας. Εδάφη τα οποία περιέχουν μεγάλες ποσότητες ιλύος, όπως εδάφη που περιέχουν μεγάλες ποσότητες ανθρακικού ασβεστίου, είναι ευαίσθητά στο σχηματισμό εδαφικής κρούστας ευνοώντας έτσι την επιφανειακή απορροή του νερού και την διάβρωση.

1.3.3.β Βάθος του εδάφους

Τα εδάφη που έχουν διαμορφωθεί σε διαφορετικά μητρικά υλικά έχουν διαφορετική ικανότητα στο να υποστηρίξουν ένα σημαντικό ποσοστό φυτοκάλυψης σε δεδομένες μεσογειακές κλιματικές συνθήκες. Υπό τις συνθήκες αυτές τα εδάφη των λοφωδών περιοχών είναι ευαίσθητα στη διάβρωση, ιδιαίτερα όταν η φυτοκάλυψη έχει υποβαθμιστεί. Τα εδάφη που έχουν διαμορφωθεί σε μαγματικά κροκαλοπαγή είναι τα περισσότερο ευαίσθητα όσον αφορά στην ικανότητα συγκράτησης της βλάστησης, με οριακό βάθος εδάφους 10 εκατοστά κάτω από το οποίο η πολυετής βλάστηση δεν μπορεί πλέον να αναπτυχθεί (Kosmas *et al.*, 1998a). Αυξημένη ευαισθησία παρουσιάζουν τα εδάφη που έχουν αβαθή λίθινη επαφή (Lithosols, Lithic Xerorthens) και κυρίως αυτά που σχηματίστηκαν επί ασβεστολίθων (Χαιντούτη, 2007).

Αν το βάθος του εδάφους μειωθεί περαιτέρω τότε όλη η πολυετής βλάστηση θα εξαφανιστεί και μόνο ορισμένα ετήσια φυτικά είδη θα επιβιώσουν. Οι ρυθμοί διάβρωσης στα εδάφη με βάθος μικρότερο από το οριακό είναι πολύ υψηλοί, επιτρέποντας την εμφάνιση του μητρικού πετρώματος στην επιφάνεια του εδάφους. Το οριακό βάθος στα εδάφη που έχουν διαμορφωθεί σε μεταμορφωσιγενή πετρώματα (σχίστες – μάρμαρα) είναι 4 – 5 εκατοστά.

Εκτός από το οριακό βάθος εδάφους μπορεί επίσης να διακριθεί το κρίσιμο βάθος εδάφους για συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες. Το κρίσιμο βάθος είναι το βάθος εκείνο που η πολυετής βλάστηση καλύπτει το 45% της επιφάνειας του εδάφους και έτσι προστατεύεται ικανοποιητικά το έδαφος από την διάβρωση. Ως κρίσιμο ορίζεται το βάθος των 30 εκατοστών. Σε εδάφη με βάθος μικρότερο από το κρίσιμο η ανάκαμψη της πολυετούς βλάστησης είναι δυνατή αλλά σε μικρό βαθμό. Συνεπώς λοφώδεις γεωργικές περιοχές που έχουν διαβρωθεί λόγω καλλιέργειας πρέπει να απομακρύνονται από την γεωργία και να επιστρέφουν σε φυσικές συνθήκες έτσι ώστε να υπάρχει ικανοποιητική ανάκαμψη της φυσικής βλάστησης για την προστασία του εδάφους από την διάβρωση και την ερημοποίηση. Πολλές από τις γεωργικές λοφώδεις περιοχές με βάθος εδάφους μικρότερο των 30 εκατοστών καλλιεργούνται κυρίως με σιτηρά λόγω των επιδοτήσεων με πολύ δυσμενείς επιπτώσεις στην υποβάθμιση της γης.

1.3.3.γ Μητρικό Υλικό

Η γεωλογία συντελεί έμμεσα στην ερημοποίηση επηρεάζοντας την διαβρωσιμότητα, το βάθος των εδαφών και την υδρολογία των γαιών. Τα εδάφη εμφανίζουν διαφορετικό ρυθμό διάβρωσης και ερημοποίησης ανάλογα με το μητρικό υλικό από το οποίο προέρχονται. Στον ασβεστόλιθο σχηματίζονται συνήθως αβαθή εδάφη με σχετικά ξηρό καθεστώς εδαφικής υγρασίας ενώ τα εδάφη που έχουν σχηματισθεί σε φλύσχη είναι βαθιά με τη βλάστηση να αναπτύσσεται ικανοποιητικά. Πολλά εδάφη των μεσογειακών περιοχών που έχουν διαμορφωθεί σε ασβεστόλιθο έχουν ήδη ερημοποιηθεί με τη βλάστηση να έχει τελείως απομακρυνθεί.

Αντίστοιχα, τα εδάφη που έχουν σχηματισθεί σε όξινα πυριγενή πετρώματα είναι αβαθή με μεγάλο κίνδυνο ερημοποίησης. Οι μάργες είναι επίσης πολύ ευαίσθητες στην ερημοποίηση με εδάφη που δεν μπορούν να υποστηρίξουν την ανάπτυξη της ετήσιας βλάστησης ιδιαίτερα τις περιόδους με μικρό ποσοστό βροχόπτωσης παρόλο το σημαντικό βάθος του εδάφους και την υψηλή παραγωγικότητα κατά τη διάρκεια των υγρών περιόδων (Kosmas *et al.*, 1993a).

Τα εδάφη που έχουν διαμορφωθεί σε σχιστόλιθους και κροκαλοπαγή έχουν υψηλότερη περατότητα, χαμηλότερους ρυθμούς διάβρωσης και απώλειας του ιζήματος από ότι τα εδάφη που έχουν διαμορφωθεί σε μάργες με παρόμοιες κλίσεις του εδάφους και πρακτικές διαχείρισης (Kosmas *et al.*, 1995a). Τα εδάφη αυτά αποθηκεύουν σημαντικά ποσοστά νερού και παρόλο που γενικά έχουν χαμηλή παραγωγικότητα μπορούν να τροφοδοτήσουν σημαντικά ποσά αποθηκευμένου νερού στα φυτά και να εξασφαλίσουν μία ικανοποιητική παραγωγή βιομάζας ιδιαίτερα τις περιόδους με χαμηλό ποσοστό βροχοπτώσεων.

1.3.3.δ Πετρώδες του εδάφους

Η παρουσία αδρομερών υλικών στην επιφάνεια του εδάφους επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό αλλά και με διαφορετικό τρόπο την απορροή του νερού, τη διάβρωση του εδάφους (Danalatos *et al.*, 1995), την προστασία της εδαφικής υγρασίας (Moustakas *et al.*, 1995), την παραγωγή βιομάζας (Poesen and Lavee, 1994) συνεπώς την προστασία της γης στις μεσογειακές περιοχές. Η απορροή και η απώλεια του ιζήματος είναι μεγαλύτερη στα πετρώδη από ότι στα μη πετρώδη εδάφη, εκτός από εκείνα που έχουν υψηλό ποσοστό σε χαλίκια (μεγαλύτερο του 20%) (Bunte and Poesen, 1993).

Τα πετρώδη εδάφη επιδρούν θετικά στην προστασία της εδαφικής υγρασίας σε συνθήκες μέτριου ελλείμματος νερού όπως είναι αυτές που επικρατούν την άνοιξη και νωρίς το καλοκαίρι. Η παρουσία των χαλικιών και μικρών αδρομερών υλικών είναι πολύ χρήσιμη κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου εφόσον στο έδαφος διατηρείται μία σημαντική ποσότητα νερού από προηγούμενες περιόδους ή κατά τη διάρκεια της νύχτας (Danalatos *et al.*, 1995), προστατεύοντας τη γη από την ερημοποίηση (Kosmas *et al.*, 1998a).

1.3.4 Υδρολογία

Το υδρολογικό ισοζύγιο μιας περιοχής είναι αυτό που καθορίζει αν μία περιοχή είναι επιρρεπής στην ερημοποίηση. Στις μεσογειακές ημίξηρες περιοχές συναντάται σε μικρό βαθμό εμπλουτισμός του υδροφόρου ορίζοντα, καθώς σε καθημερινή βάση η δυνητική εξατμισοδιαπνοή είναι μεγαλύτερη από τη βροχόπτωση. Ο εμπλουτισμός εξαρτάται από: α) την ποσότητα, τον χρόνο και την ένταση της βροχής και της άρδευσης (Chiew and McMahon, 1991), β) την κάλυψη της επιφάνειας του εδάφους και την φυτοκάλυψη. Στη Χώρα μας οι υδάτινοι πόροι είναι επαρκείς. Η χωρική και χρονική κατανομή τους όμως έχει μεγάλες διακυμάνσεις. Η δυτική και βόρεια Ελλάδα δέχονται μεγαλύτερα ποσά βροχόπτωσης σε σχέση με τις ανατολικές και νότιες περιοχές όπου οι ανάγκες σε νερό είναι περισσότερες. Επίσης, οι περισσότερες βροχοπτώσεις πέφτουν τη χειμερινή περίοδο ενώ η μεγαλύτερη ζήτηση για νερό σημειώνεται το καλοκαίρι.

Στις απειλούμενες περιοχές η υδρολογία, αν και δυσμενής, δεν οδηγεί στην ερημοποίηση υπό φυσικές συνθήκες. Η υπερεκμετάλλευση όμως των υδάτινων πόρων που παρατηρείται τελευταία μπορεί να τους μειώσει σε κρίσιμα επίπεδα. Οι συνέπειες του φαινομένου του θερμοκηπίου μπορούν επίσης να καταστήσουν την υδρολογία κρίσιμο παράγοντα στις μεσογειακές περιοχές. Τα χαμηλότερα ποσά της βροχόπτωσης σε συνδυασμό με τους υψηλούς ρυθμούς της εξατμισοδιαπνοής οδηγούν στη μείωση του επιπέδου των υπόγειων υδάτων. Οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις σε νερό για αρδευτική, αστική και βιομηχανική χρήση σε σχέση με την αύξηση του τουρισμού έχει επίσης ως αποτέλεσμα τη μείωση του επιπέδου των υπόγειων υδάτων.

Η αποψίλωση και οι πυρκαγιές των δασών, η εντατική καλλιέργεια της γης, η μεταβολή της χρήσης γης και άλλες ενέργειες που δεν προστατεύουν τη γη από την απορροή και τη διάβρωση οδηγούν επίσης στο ίδιο αποτέλεσμα καθώς μειώνονται σημαντικά οι ρυθμοί διήθησης του νερού στο έδαφος και δεν εμπλουτίζονται οι υπόγειοι υδροφορείς.

1.3.5 Βλάστηση

Η βλάστηση επηρεάζει την εμφάνιση της επιφανειακής απορροής και μπορεί να μεταβάλλεται κατά μήκος ενός λόφου ανάλογα τις κλιματικές συνθήκες και την περίοδο του έτους. Για το λόγο αυτό η απομάκρυνση, η αντικατάσταση ή η υποβάθμιση της βλάστησης σχετίζεται άμεσα με την υποβάθμιση και την ερημοποίηση της γης. Η αυτόχθονη φυσική βλάστηση που παρέχει την μέγιστη προστασία στο έδαφος από τη διάβρωση έχει έντονα υποβαθμιστεί και καταστραφεί εξαιτίας της υπερεκμετάλλευσης και των συχνών και έντονων πυρκαγιών. Οι περιοχές που στο παρελθόν καλύπτονταν από φυσική βλάστηση μειώνονται και αντικαθίστανται από τις γεωργικές κυρίως καλλιέργειες ή τους βοσκότοπους. Η συνολική έκταση που καλύπτεται με δάση στη Χώρα μας ανέρχεται πλέον στο 20% σε

αντίθεση με το 1825 όπου η αντίστοιχη έκταση ήταν 48%. Η φυσική βλάστηση συνεχίζει να μειώνεται με ετήσιο ρυθμό της τάξης του 0,076% της συνολικής έκτασης της Ελλάδος (Alexandris, 1989). Η υπόλοιπη περιοχή καλύπτεται από θάμνους και φρύγανα, διάσπαρτη δασική βλάστηση ή ακάλυπτο έδαφος ως αποτέλεσμα της υποβάθμισης των δασών. Σε περιοχές όπου η ετήσια βροχόπτωση είναι μικρότερη από 300 mm και ο ρυθμός εξατμισοδιαπνοής υψηλός, το διαθέσιμο νερό του εδάφους στα φυτά μειώνεται δραστικά και το έδαφος παραμένει σχεδόν ακάλυπτο ευνοώντας την επιφανειακή απορροή. Η ευαισθησία στην πυρκαγιά, η ικανότητα αναβλάστησης, η προστασία του εδάφους από την διάβρωση, η αντίσταση στην ξηρασία και το ποσοστό φυτοκάλυψης, αποτελούν τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά της βλάστησης, τα οποία επηρεάζουν την ερημοποίηση.

1.3.5.α Ευαισθησία στην πυρκαγιά

Οι πυρκαγιές αποτελούν τη σημαντικότερη αιτία υποβάθμισης της γης στις λοφώδεις περιοχές της Μεσογείου με φυσική βλάστηση, με αποτέλεσμα δραματικές συνέπειες στη διάβρωση του εδάφους και την απώλεια της βιοποικιλότητας. Η Μεσογειακή βλάστηση είναι εύφλεκτη εξαιτίας της μεγάλης περιεκτικότητας σε ρητίνη ή αιθέρια έλαια. Τα φυτά αντιδρούν στην πυρκαγιά με διάφορους τρόπους και χαρακτηρίζονται με πολυάριθμους μηχανισμούς προσαρμογής στην πυρκαγιά. Για κάθε φυτικό είδος υπάρχει ένα εύρος πιθανοτήτων αντίστασης στη πυρκαγιά που ποικίλλει ανάλογα την ένταση της πυρκαγιάς (Trabaud, 1981). Οι πιθανότητες αυτές μπορεί να μεταβάλλονται με την περίοδο ανάπτυξης και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού.

1.3.5.β Προστασία του εδάφους στη διάβρωση

Η βλάστηση και ο τύπος χρήσης γης είναι σημαντικοί παράγοντες ελέγχου της έντασης και της συχνότητας επιφανειακής απορροής του νερού της απώλειας ιζήματος (Bryan and Campbell, 1986; Mitchell, 1990). Μεγάλες εκτάσεις που καλλιεργούνται με σιτηρά, αμπέλια, αμυγδαλιές και ελιές βρίσκονται σε λοφώδεις περιοχές με αβαθή εδάφη, πολύ ευαίσθητες στην διάβρωση. Αυτές οι περιοχές είναι πολύ ευαίσθητες στη διάβρωση και την ερημοποίηση εξαιτίας της χαμηλής προστασίας από την βλάστηση της διαβρωσιμότητας της βροχής πριν φθάσει στην επιφάνεια του εδάφους (Faulkner, 1990). Πολυετείς καλλιέργειες όπως αμυγδαλιές και ελιές έχουν ευρέως εξαπλωθεί στις Μεσογειακές λοφώδεις περιοχές, ενώ τα αμπέλια έχουν μειωθεί τις τελευταίες δεκαετίες (Grove, 1996). Η απομάκρυνση της ετήσιας βλάστησης που αναπτύσσεται στους αμυγδαλώνες, αμπελώνες, και ελαιώνες γίνεται συχνά με άροση ή ζιζανιοκτόνα. Η απομάκρυνση των ζιζανίων δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για επιφανειακή απορροή του νερού και διάβρωση.

Η κατανομή του ποσοστού φυτοκάλυψης και του τύπου της βλάστησης αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα που ελέγχει τις χωρικές και χρονικές διακυμάνσεις του ρυθμού διήθησης του νερού και της επιφανειακής κατά στρώσεις διάβρωσης (Thurow *et al.*, 1986, 1988). Η εντατική καλλιέργεια των περιοχών με ξερικές

καλλιέργειες όπως είναι τα σιτηρά, τα αμπέλια, οι αμυγδαλιές και οι ελιές περιορίζεται στις λοφώδεις περιοχές με μικρό βάθος εδάφους που είναι πολύ ευαίσθητες στην ερημοποίηση. Οι περιοχές αυτές είναι επιρρεπείς στη διάβρωση και την ερημοποίηση εξαιτίας της μειωμένης προστασίας της φυτοκάλυψης στην επιφάνεια του εδάφους από την ένταση της βροχής (Faulkner, 1990). Ιδιαίτερα η καλλιέργεια των αμυγδαλιών και των αμπελιών απαιτεί συχνή απομάκρυνση της ετήσιας βλάστησης με τη χρήση φυτοφαρμάκων ή τη μηχανική κατεργασία του εδάφους με αποτέλεσμα τα εδάφη αυτά να παραμένουν ακάλυπτα όλο το έτος δημιουργώντας ευνοϊκές συνθήκες για την απορροή του νερού και τη διάβρωση του εδάφους. Η επέκταση της καλλιέργειας των αμπελιών σε βάρος της καλλιέργειας της ελιάς στις λοφώδεις περιοχές ευνοεί τη διάβρωση των εδαφών και την απορροή (Durbiano, 1988).

Μία πιθανή μεταβολή της βλάστησης και της κατανομής των φυτικών ειδών μπορεί να επηρεάσει (θετικά ή αρνητικά) την ικανότητα ενός εδάφους να αποθηκεύει το νερό της βροχής. Η κατανομή των ριζών, η συγκέντρωση φυτικών υπολειμμάτων και οι διεργασίες της αποσύνθεσης μπορούν να επηρεάσουν τη διήθηση και/ή την επιφανειακή απορροή.

1.3.5.γ Ανθεκτικότητα στην ξηρασία

Τα διάφορα φυτικά είδη διακρίνονται σε δυο μεγάλες ομάδες βλάστησης (Clark, 1996): (α) φυλλοβόλα με μικρή αντίσταση στην ξηρασία και μεγάλη φωτοσυνθετική ικανότητα και (β) αειθαλή (σκληρόφυλλα) ανθεκτικά στην ξηρασία και μικρή φωτοσυνθετική ικανότητα. Η κύρια αντίδραση των φυτών στην ξηρασία είναι η μείωση του δείκτη φυλλικής επιφάνειας. Παρατεταμένη ξηρασία που προκαλεί μείωση της φυλλικής επιφάνειας μπορεί να είναι ευνοϊκή για μικρή χρονική περίοδο καθώς η διαπνοή του φυτού μειώνεται. Η μείωση της φυλλικής επιφάνειας συνεπάγεται και μειωμένη προστασία του εδάφους από την διάβρωση όταν εμφανιστούν οι βροχές. Τα μεσογειακά οικοσυστήματα παρουσιάζουν μεγάλη ικανότητα προσαρμογής και αντίστασης στη ξηρασία. Τα φυτά πρέπει να επιβιώσουν στις Μεσογειακές συνθήκες σε επίπεδα υγρασίας χαμηλότερα από το σημείο μάρανσης για πολλούς μήνες. Τα διάφορα φυτικά είδη ταξινομούνται ως αναφορά την αντίσταση στην ξηρασία σε κατηγορίες όπως φαίνεται στο (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Ταξινόμηση των επικρατέστερων φυτικών ειδών της Μεσογείου ανάλογα την αντίσταση στη ξηρασία (αύξηση του αριθμού τάξης σημαίνει μειωμένη αντίσταση στη ξηρασία)

Κλάση	Τύπος βλάστησης
1	Ανάμεικτη Μεσογειακή <i>macchia</i> /αιθαλή δάση, Μεσογειακή <i>macchia</i>
2	Κωνοφόρα, πολυετής γράστεις
3	Αιθαλή πολυετή γεωργικά φυτά
4	Φυλλοβόλα πολυετή γεωργικά φυτά
5	Φυλλοβόλα δάση
5	Ετήσιες γεωργικές καλλιέργειες, ετήσιες γράστεις

1.3.5.δ Φυτοκάλυψη

Μια περιοχή θεωρείται ότι έχει ερημοποιηθεί όταν η φυτοκάλυψη μειωθεί κάτω από μια κρίσιμη τιμή. Η τιμή φυτοκάλυψης 45% θεωρείται κρίσιμη. Μικρότερες τιμές φυτοκάλυψης οδηγούν σε επιταχυνόμενη διάβρωση στις λοφώδεις περιοχές (Thornes, 1988). Η κρίσιμη τιμή φυτοκάλυψης εξαρτάται από το τύπο της βλάστησης, την ένταση της βροχής και τα χαρακτηριστικά του εδάφους.

Έδαφος χωρίς βλάστηση (Εικόνα 3) είναι επιρρεπές στη διάβρωση εξαιτίας της επίδρασης της σταγόνας της βροχής στο έδαφος που αποτελεί την κύρια αιτία του φαινομένου της υδατικής διάβρωσης (Morgan, 1986).

Το ποσοστό του ακάλυπτου εδάφους μπορεί να διαφέρει κατά τη διάρκεια του έτους εξαρτώμενο από την ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας της βλάστησης, τα φυτικά υπολείμματα στην επιφάνεια του εδάφους και τις κλιματικές συνθήκες (ξηρασία, βροχόπτωση) (Gutierrez and Hernandez, 1996; Anderson, 1974).



Εικόνα 3: Υποβαθμισμένη λοφώδης περιοχή στο Νομό Ρεθύμνου (Πηγή:<http://www.gnccd.com>).

1.3.6 Ανθρώπινη Παρέμβαση

Ο άνθρωπος έδρασε και συνεχίζει να δρα ως καταλύτης στη διαδικασία της υποβάθμισης της γης των ευαίσθητων οικοσυστημάτων, η οποία πολλές φορές οδηγεί

σε μη αντιστρέψιμα φαινόμενα. Κοινωνικο-οικονομικοί παράγοντες και μη ορθολογικές πρακτικές διαχείρισης της γης, είναι οι κύριες αιτίες καταστροφής της φυσικής βλάστησης και της υποβάθμισης των υδατικών και εδαφικών πόρων.

A. Πρακτικές Διαχείρισης

Η καταστροφή της φυσικής βλάστησης αποτελεί τη σημαντικότερη ανθρώπινη παρέμβαση που επιταχύνει τους ρυθμούς ερημοποίησης της γης. Πραγματοποιείται με την επέκταση των γεωργικών εκτάσεων σε περιοχές οριακής παραγωγικότητας, την υπερβόσκηση, τις πυρκαγιές και την αποψίλωση των δασών.

- i) Υπερβόσκηση:** Σημαντική υποβάθμιση των ορεινών και ημιορεινών όγκων της Χώρας μας παρατηρείται με την βόσκηση από τα κτηνοτροφικά ζώα στις περιοχές αυτές. Ο αριθμός των ζώων που εκτρέφεται στη ζώνη αυτή, συχνά είναι πολύ μεγαλύτερος από τις δυνατότητες του βοσκότοπου. Αποτέλεσμα είναι, αφενός η καταστροφή της δομής του εδάφους και αφετέρου η διαφοροποίηση της χλωριδικής σύνθεσης και μείωση της πυκνότητας της ποώδους βλάστησης. Η παραγωγικότητα ενός βοσκότοπου εξαρτάται άμεσα από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν και ιδιαίτερα από τις βροχοπτώσεις. Έτσι η ύπαρξη συνεχόμενων ξηρικών περιόδων προκαλεί μείωση της παραγωγής χόρτου που σε συνδυασμό με τις συνήθειες πρακτικές άσκησης της κτηνοτροφίας προκαλεί έντονη υποβάθμιση του βοσκότοπου και ανεπανόρθωτη ζημιά. Η χλωριδική σύνθεση του βοσκότοπου τείνει προς πιο ξηροθερμικά είδη, μικρότερης βιολογικής αξίας και παραγωγικότητας. Ακόμα και όταν οι καιρικές συνθήκες είναι ευνοϊκότερες για την αναβάθμιση του βοσκότοπου η ζημιά που έχει υποστεί δεν του επιτρέπει να εκμεταλλευτεί τις ευνοϊκότερες συνθήκες για να αναβαθμιστεί.
- ii) Πυρκαγιές και αποψίλωση των δασών:** Οι δασικές πυρκαγιές μπορούν να επιφέρουν αναγέννηση της φυσικής βλάστησης όταν δεν έχει προηγηθεί έντονη διάβρωση. Δυστυχώς, η μεγάλη συχνότητα εμφάνισής τους τα τελευταία χρόνια έχει έντονα υποβαθμίσει μεγάλο ποσοστό των δασικών μας εκτάσεων. Όταν η συχνότητα των πυρκαγιών στις ίδιες εκτάσεις είναι μεγάλη και αυτές συνοδεύονται από βόσκηση, η καταστροφή είναι ανεπανόρθωτη τόσο για το έδαφος, όσο και για την βλάστηση. Μετά από δασικές πυρκαγιές ακολουθεί έντονη βόσκηση. Οι καμένες δασικές εκτάσεις απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή τους πρώτους μήνες μετά την πυρκαγιά, γιατί οι συχνά ραγδαίες φθινοπωρινές βροχοπτώσεις μπορούν να προκαλέσουν σημαντική διάβρωση του εδάφους και εκτεταμένες πλημμύρες. Στην Ελλάδα τα τελευταία 40 χρόνια οι δασικές πυρκαγιές τείνουν συνεχώς αυξανόμενες. Από το 1980 έως το 2001 σημειώθηκαν κατά μέσο όρο 1.640 πυρκαγιές που έκαψαν 512.960 στρέμματα δάσους (<http://ec.europa.eu>, 2002) ενώ μόνο κατά την διάρκεια του καλοκαιριού του 2007 το σύνολο των καμένων εκτάσεων ξεπέρασε τα 2,5 εκ.

στρέμματα.(www.wwf.gr, 2008).Η αποψίλωση των δασών επιφέρει ποικίλες συνέπειες στα εδάφη και οδηγεί στην υποβάθμισή τους. Λαμβάνοντας υπόψη το ρόλο της βλάστησης στη διαμόρφωση του εδάφους (Gauchier, 1981), τα αποτελέσματα της αποψίλωσης είναι: α) αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους με άμεση επίδραση στο μικροβιακό πληθυσμό, εφόσον η βλάστηση λειτουργεί ως ασπίδα κατά της ηλιακής ακτινοβολίας (Brawn, 1979), β)δραστική αύξηση της διάβρωσης εφόσον η βλάστηση προστατεύει το έδαφος από την αρνητική αυτή διεργασία (Lal, 1984; Morgan, 1995), γ)μείωση των αποσυνθετικών εκείνων διεργασιών που λαμβάνουν χώρα στη διαμόρφωση του μητρικού υλικού, εφόσον η βλάστηση συνεισφέρει στη διαμόρφωσή του (Birkeland, 1999; Sumner, 1999), δ) αύξηση της απορροής και μείωση της διήθησης, εφόσον η βλάστηση παρεμβαίνει στη υδατική ισορροπία (Cerde, 1995).

- iii) Υποβάθμιση των υδατικών πόρων:** Η υποβάθμιση των επιφανειακών και υπόγειων υδατικών πόρων είναι εμφανής τα τελευταία χρόνια εξαιτίας της μόλυνσης ή της ρύπανσης των πηγών νερού ως αποτέλεσμα είτε των γεωργικών δραστηριοτήτων είτε των αστικών ή βιομηχανικών λυμάτων και της υφαλμύρωσης των παράκτιων υπόγειων υδατικών πόρων. Η υποβάθμιση των εδαφικών πόρων έγκειται στην αλάτωση και την οξίνιση των εδαφών εξαιτίας της άρδευσης αυτών με νερό πλούσιο σε άλατα και της χρήσης όξινων λιπασμάτων, αντίστοιχα. Οι αρδευόμενες εκτάσεις αποτελούν το 32% των γεωργικών εκτάσεων της Χώρας μας. Η άρδευση που δεν συνοδεύεται από στράγγιση, ιδιαίτερα σε περιοχές με έλλειψη νερού, οδηγεί στην αλάτωση των εδαφών. Επίσης, η χρήση κακής ποιότητας αρδευτικού νερού, (πλούσιο σε άλατα) αυξάνει την αλατότητα του εδάφους. Η αλάτωση των εδαφών αποτελεί μια σημαντικότερη απειλή υποβάθμισης των ξηροθερμικών περιοχών της Χώρας μας. Σημαντικό μέρος των παραλιακών γεωργικών εκτάσεων της Χώρας έχει μεγάλη συγκέντρωση αλάτων που η περαιτέρω γεωργική τους εκμετάλλευση προϋποθέτει εγγειοβελτιωτικές παρεμβάσεις για την αποκατάστασή τους. Εκτιμάται ότι το 15% των γεωργικών εδαφών έχει επηρεασθεί ή θα επηρεασθεί άμεσα από μεγάλη συγκέντρωση υδατοδιαλυτών αλάτων (Εικόνα 4). Επιπλέον, η οξίνιση των γεωργικών εδαφών που προκαλείται από εκτεταμένη χρήση όξινων λιπασμάτων σε καλλιεργούμενα εδάφη που έχουν σχηματιστεί πάνω σε όξινα μητρικά υλικά αποτελεί αιτία υποβάθμισης και ερημοποίησης. Εκτιμάται ότι περισσότερα από 4.500.000 στρέμματα αντιμετωπίζουν σημαντικό πρόβλημα οξίνισης στη Χώρα μας.



Εικόνα 4: Αλατούχα εδάφη στην κατώτερη ζώνη της περιοχής Καλλονής Λέσβου (Πηγή:<http://www.gnccd.com>).

B. Κοινωνικο-οικονομικοί παράγοντες

Οι διάφοροι κοινωνικό – οικονομικοί παράγοντες αποτελούν τις έμμεσες αιτίες παρέμβασης του ανθρώπου στο περιβάλλον. Οι πιέσεις που ασκούνται για μεταβολή της χρήσης γης σε περιοχές με μεγάλη συγκέντρωση πληθυσμού και κοινωνικο-οικονομική δραστηριότητα είναι ιδιαίτερα έντονες. Η οικιστική ανάπτυξη των περιοχών αυτών αποτελεί στοιχείο υποβάθμισης της γης. Οι μετακινήσεις του πληθυσμού συνδέονται επίσης με την υποβάθμιση της γης. Άλλωστε οι καταστροφικές παρεμβάσεις του ανθρώπου στο περιβάλλον ξεκίνησαν από την αρχαιότητα για λόγους εποίκισμού και επιβίωσης. Η λήψη της πολιτικής και η εφαρμογή της αποτελούν επίσης έμμεσες αιτίες παρέμβασης του ανθρώπου στο περιβάλλον. Η κοινή αγροτική πολιτική και η διεθνοποίηση της αγοράς έχουν καθοριστικά επηρεάσει τη μεταβολή της χρήσης γης. Οι μεταβολές στις τιμές των αγροτικών προϊόντων έχουν οδηγήσει τους παραγωγούς στην υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων ενώ η ενίσχυση των χρηστών γης με τη μορφή των επιδοτήσεων έχουν ωθήσει τους παραγωγούς στην εντατική καλλιέργεια ακόμη και των οριακών περιοχών γεγονός που έχει ως συνέπεια την αύξηση των ρυθμών υποβάθμισης των φυσικών πόρων και την επιτάχυνση της ερημοποίησης. Η έλλειψη επαρκούς νομοθετικού πλαισίου που να προστατεύει τις περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές και να ανακόπτει την άναρχη και ανεξέλεγκτη υποβάθμιση των φυσικών πόρων έχει συμβάλει στην ερημοποίηση σημαντικού ποσοστού της έκτασης της Χώρας μας.

1.4.Διεργασίες ερημοποίησης της γης

Ο προσδιορισμός των διεργασιών ερημοποίησης της γης είναι αναγκαίος προκειμένου να γίνει περισσότερο κατανοητό το φαινόμενο της ερημοποίησης και να

καθοριστούν τα μέτρα αντιμετώπισής της. Οι κύριες διεργασίες που οδηγούν μία ευαίσθητη περιοχή στην ερημοποίηση είναι οι ακόλουθες:

- Διάβρωση του εδάφους
- Μείωση του διαθέσιμου νερού
- Αλάτωση και αλκαλίωση του εδάφους
- Οξίνιση του εδάφους
- Χημική ρύπανση εδάφους
- Εγκατάλειψη της γης
- Αποψίλωση των δασών

1.4.1 Η διάβρωση του εδάφους

Η διάβρωση του εδάφους αποτελεί φυσικό γεωλογικό φαινόμενο, λόγω της μεταφοράς του εδάφους από τους ανέμους και το νερό σε άλλα σημεία. Ορισμένες από τις ανθρώπινες δραστηριότητες επιταχύνουν δραματικά το ρυθμό της. Όταν η διάβρωση προχωρήσει πολύ, κατά κανόνα καθίσταται οριστική. Η διάβρωση επιταχύνεται από συνδυασμό παραγόντων, όπως οι απότομες πλαγιές, το κλίμα (π.χ. μεγάλες περιόδους ξηρασίας που ακολουθούνται από έντονες βροχοπτώσεις), η ακατάλληλη χρήση γης, το είδος της φυτικής εδαφοκάλυψης (π.χ. αραϊά βλάστηση) και οι οικολογικές καταστροφές (π.χ. οι πυρκαγιές των δασών).

Η διάβρωση του εδάφους, υποβαθμίζει την παραγωγικότητά του και το οδηγεί στην ερημοποίηση ακολουθώντας τα εξής στάδια:

1. Αραίωση της φυτοκάλυψης του εδάφους
2. Μείωση της οργανικής ουσίας και υποβάθμιση της δομής του εδάφους
3. Διασπορά των συσσωματωμάτων και σχηματισμός επιφανειακής κρούστας
4. Επιφανειακή απορροή ομβρίων υδάτων και μεταφορά εδαφικού υλικού προς τα κάτω
5. Ακραία υποβάθμιση της παραγωγικότητας του εδάφους-Ερημοποίηση

Τα αποτελέσματα της διάβρωσης του εδάφους είναι η απώλεια των εδαφικών λειτουργιών και τελικά η απώλεια του ίδιου του εδάφους. Αποτελεί τη σοβαρότερη διεργασία ερημοποίησης της γης. Η διάβρωση του εδάφους ανάλογα το αίτιο το οποίο την προκαλεί διακρίνεται σε (α) υδατική, (β) μηχανική και (γ) αιολική διάβρωση. Η υδατική διάβρωση προκαλείται από το νερό που απορρέει μετά από μια ισχυρή βροχή στην επιφάνεια του εδάφους και παρασύρει τα εδαφικά τεμαχίδια. Η μηχανική διάβρωση είναι το αποτέλεσμα της καλλιέργειας του εδάφους και παρατηρείται κατά την στιγμή που οργώνεται ή δισκοσβαρνίζεται το έδαφος. Το έδαφος μετατοπίζεται προς την κατεύθυνση κίνησης του γεωργικού ελκυστήρα. Η αιολική διάβρωση προκαλείται από την δράση του ανέμου ο οποίος παρασύρει το εδαφικά τεμαχίδια σε διάφορες αποστάσεις ανάλογα το μέγεθος των εδαφικών κόκκων και την ένταση του ανέμου (Kosmas, 2006).

1.4.1.1 Υδατική διάβρωση

Η υδατική διάβρωση του εδάφους είναι ένα φυσικό φαινόμενο που εξελίσσεται συνήθως με αργούς και μη επιζήμιους ρυθμούς. Η επέμβαση όμως του ανθρώπου στη βλάστηση μπορεί να την επιταχύνει με καταστροφικούς ρυθμούς έτσι ώστε η διάβρωση να θεωρείται η πιο σημαντική διεργασία ερημοποίησης της γης (UNEP, 1994).

Η βλάστηση και η χρήση της γης είναι σημαντικοί παράγοντες που ελέγχουν την ένταση και τη συχνότητα της επιφανειακής απορροής και τη διάβρωση του εδάφους (Bryan and Campbell, 1986; Mitchell, 1990). Η αποψίλωση των δασών σε μεγάλη κλίμακα, η εντατική καλλιέργεια του εδάφους, η υπερβόσκηση της γης, οι πυρκαγιές που εκδηλώνονται στους βοσκότοπους προκειμένου να παραχθεί μεγαλύτερη ποσότητα βιομάζας, η καλλιέργεια των επικλινών εδαφών με ελιές, αμπέλια και σιτηρά όπου η επιφάνεια του εδάφους παραμένει ακάλυπτη κατά την περίοδο που σημειώνονται οι κυριότερες βροχοπτώσεις οδηγούν σε μεγάλους ρυθμούς διάβρωσης. Το ποσοστό της φυτοκάλυψης μειώνεται σε τέτοιο βαθμό που οι σταγόνες της βροχής πέφτουν στο έδαφος με μεγάλη δύναμη και αποσπών τα εδαφικά υλικά (Faulkner, 1990).

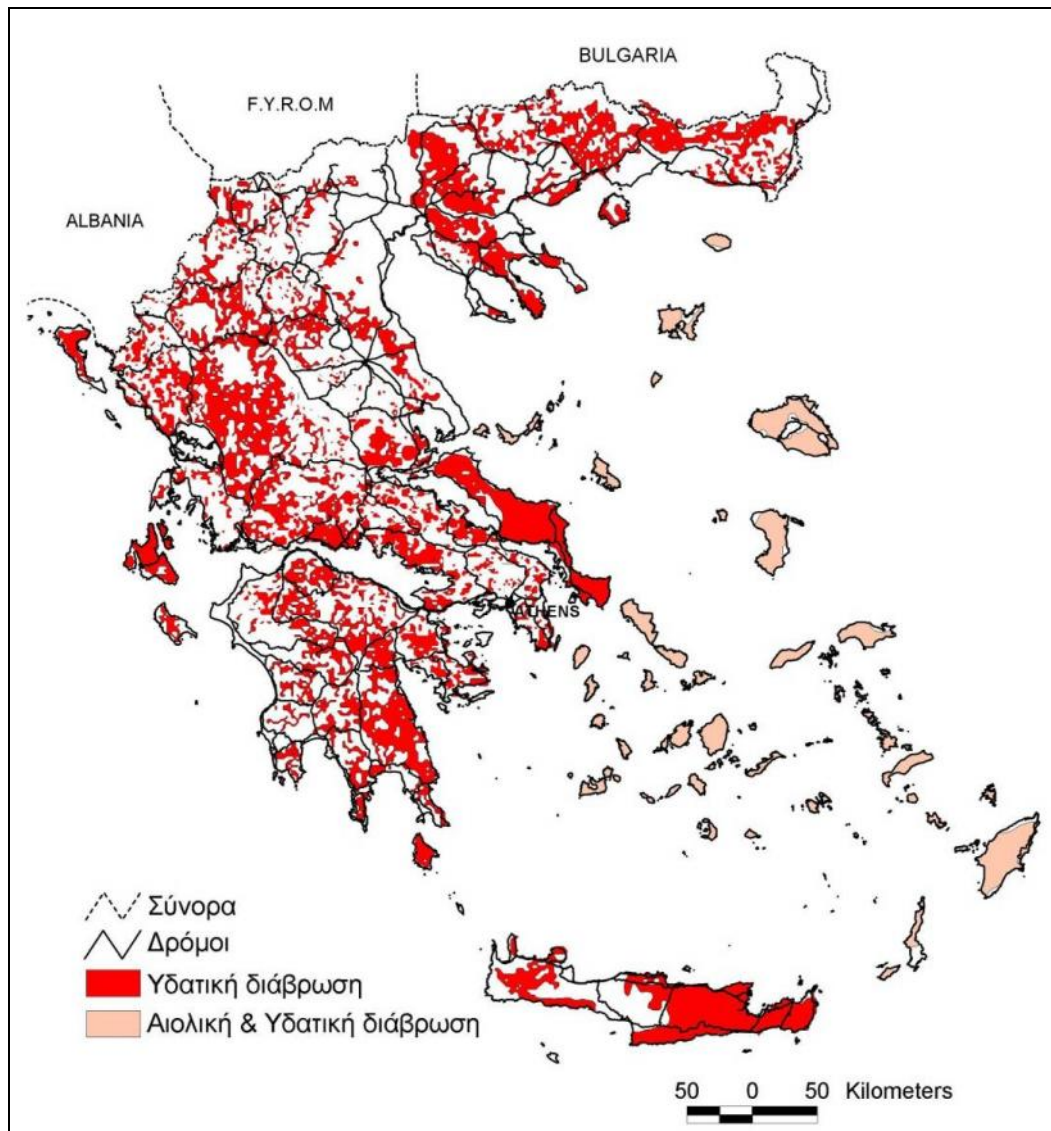
Το μειωμένο ποσοστό της φυτοκάλυψης και η απομάκρυνση της βλάστησης έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση της οργανικής ύλης η οποία προσδίδει σταθερότητα στα συσσωματώματα του εδάφους. Το ποσοστό της οργανικής ύλης μειώνεται ακόμη περισσότερο καθώς το επιφανειακό έδαφος αναμιγνύεται με το υπο-επιφανειακό εξαιτίας της μηχανικής κατεργασίας. Οι υπο-επιφανειακοί ορίζοντες, στις περισσότερες περιπτώσεις, έχουν χαμηλό ποσοστό οργανικής ύλης.

Η μείωση της οργανικής ύλης έχει ως αποτέλεσμα τη χαλάρωση των συσσωματωμάτων και την περαιτέρω μείωση της παραγόμενης βιομάζας. Τα χαλαρά συσσωματώματα διασπώνται σε μικρότερα εξαιτίας της επίδρασης της σταγόνας της βροχής με αποτέλεσμα το φράξιμο των πόρων του εδάφους και τη μείωση της διήθησης του νερού στο έδαφος. Στην επιφάνεια του εδάφους δημιουργείται κρούστα, ένα λεπτό στρώμα με μεγαλύτερη πυκνότητα, λεπτότερους πόρους και χαμηλότερη υδραυλική αγωγιμότητα κορεσμού από ότι οι υπο-επιφανειακοί ορίζοντες του εδάφους. Η δημιουργία κρούστας έχει διπλή επίδραση στη διάβρωση του εδάφους. Μειώνει τη διήθηση και αυξάνει επομένως την απορροή του νερού (Poesen, 1984; Poesen and Govers, 1986). Κατά τη διάρκεια της ξήρανσης, το στρώμα αυτό συρρικνώνεται και δημιουργείται μία συμπαγής σκληρή κρούστα που μειώνει τη διήθηση του νερού στο έδαφος, επιβραδύνει την ανταλλαγή αερίων μεταξύ του εδάφους και της ατμόσφαιρας, εμποδίζει το φύτρωμα του σπόρου και ευνοεί την επιφανειακή απορροή του νερού και την απώλεια του ιζήματος. Οι πρακτικές καλλιέργειας (μηχανική κατεργασία του εδάφους, κάψιμο των φυτικών υπολειμμάτων, άρδευση) οδηγούν επίσης προς αυτή την κατεύθυνση (Fullen, 1985).

Η μείωση του διαθέσιμου νερού στα φυτά και η παρεμπόδιση ανάπτυξης της βλάστησης μειώνουν την παραγωγή βιομάζας και την φυτοκάλυψη. Με αυτές τις συνθήκες μειωμένης φυτοκάλυψης του εδάφους και μετά από μία βροχόπτωση που η ένταση υπερβαίνει το ρυθμό διήθησης του νερού στο έδαφος προκαλείται απορροή με

αποτέλεσμα την απώλεια εδαφικών υλικών, οργανικής ύλης και τα θρεπτικών στοιχείων. Η επιφάνεια του εδάφους διαβρώνεται τμηματικά έπειτα από κάθε βροχόπτωση που ξεπερνά την κρίσιμη τιμή της απορροής. Η διάβρωση μειώνει επιπλέον την παραγωγή βιομάζας εφόσον το βάθος του εδάφους, η οργανική ύλη, το διαθέσιμο νερό και τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους μειώνονται σε τέτοιο βαθμό που δεν μπορεί να αναπτυχθεί καμία μορφή ζωής. Υπό αυτές τις συνθήκες η γη των ημί-ξηρων και ύφυγων κλιματικών ζωνών θεωρείται ότι είναι στο στάδιο της ερημοποίησης.

Η Ελλάδα χαρακτηρίζεται από εκτεταμένες λοφώδεις και ορεινές περιοχές που διασχίζονται από διάφορους ποταμούς και χείμαρρους οι οποίοι μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες ιζημάτων και τις αποθέτουν στις κατώτερες περιοχές (κοιλιάδες και αλλουβιακά πεδία). Περίπου το 49% της επιφάνειας της Χώρας χαρακτηρίζεται από κλίσεις μεγαλύτερες του 10%, ενώ μόνο το 36% χαρακτηρίζεται ως πεδινό με κλίσεις μικρότερες του 5%. Ο συνδυασμός των μεγάλων κλίσεων με την ανεπαρκή φυτοκάλυψη σε αρκετές περιπτώσεις έχουν συντελέσει σημαντικά στην διάβρωση, υποβάθμιση και ερημοποίηση αυτών των περιοχών. Μετά την εφαρμογή του μοντέλου διάβρωσης των εδαφών (PESERA) προκύπτει ότι το μεγαλύτερο τμήμα της Χώρας βρίσκεται σε μεγάλο κίνδυνο διάβρωσης (Εικόνα 5).



Εικόνα 5. Περιοχές υψηλού κινδύνου υδατικής και αιολικής διάβρωσης της Ελλάδος (Πηγή:<http://www.gnccd.com>)

Οι επιπτώσεις της διάβρωσης του εδάφους που προκαλούνται από την επιφανειακή απορροή του νερού, την καλλιέργεια του εδάφους και τον άνεμο διακρίνονται σε άμεσες και έμμεσες. Οι άμεσες επιπτώσεις είναι αυτές που προκύπτουν από την διάβρωση του εδάφους στην περιοχή που διαβρώνεται. Η κλίμακα των επιπτώσεων μπορεί να είναι από μερικά μέτρα έως αρκετές εκατοντάδες μέτρα. Οι έμμεσες επιπτώσεις περιλαμβάνουν οποιεσδήποτε άλλες που προκύπτουν από την διάβρωση του εδάφους και παρατηρούνται σε απομακρυσμένες περιοχές, έξω από την περιοχή που διαβρώνεται. Για παράδειγμα η ιζηματογένεση των φραγμάτων από τα φερτά υλικά των ποταμών που παράγονται από την διάβρωση στις λοφώδεις περιοχές, ή οι πλημμύρες στις πεδινές περιοχές που προκύπτουν από την επιφανειακή απορροή στις λοφώδεις περιοχές (Κοσμάς, 2006).

Οι άμεσες επιπτώσεις μπορεί να είναι είτε μακροπρόθεσμες (προοδευτική υποβάθμιση του εδάφους), είτε βραχυπρόθεσμες ή μεσοπρόθεσμες (η επίδραση

στην παραγωγή των καλλιεργειών). Οι κύριες και άμεσες επιπτώσεις είναι η αφαίρεση του γόνιμου επιφανειακού εδαφικού ορίζοντα και η απομάκρυνση της οργανικής ύλης, η απομάκρυνση των θρεπτικών ουσιών απαραίτητων για τα φυτά, η εμφάνιση μεγάλων ποσοτήτων χαλικιών ή λίθων στην επιφάνεια, η μείωση της παραγωγής των καλλιεργειών, η ερημοποίηση και η εγκατάλειψη της γης. Τα εδαφικά τεμαχίδια δεν αφαιρούνται εξίσου από το νερό και τον άνεμο. Κατά προτίμηση αφαιρούνται τα λεπτόκοκκα υλικά. Αυτό συνεπάγεται μεταβολή στην κοκκομετρική σύσταση του εδάφους με βαθμιαία αύξηση της άμμου. Η μεταβολή αυτή οδηγεί στην απώλεια θρεπτικών στοιχείων και την μείωση της αποθηκευτικής ικανότητας του εδάφους σε νερό με αποτέλεσμα την μείωση της παραγωγής φυτικής βιομάζας.

Τα εδάφη στις λοφώδεις περιοχές είναι κυρίως αβαθή λόγω της παρουσίας του συμπαγούς πετρώματος (βράχος) όπως ασβεστόλιθος, σχιστόλιθος, ψαμμίτης, φλύσχης, πυριγενή πετρώματα κ.λπ. Περαιτέρω απώλεια εδάφους μειώνει δραστικά το ενεργό βάθος του ριζοστρώματος με αποτέλεσμα την απότομη μείωση της παραγωγής των γεωργικών καλλιεργειών.

Η διάβρωση των εδαφών στις λοφώδεις περιοχές και η μεταφορά των υλικών από τους χείμαρρους και ποταμούς έχει ως αποτέλεσμα την ιζηματογένεση στις κατώτερες περιοχές, τον περιορισμό των υγροτόπων και την μεταβολή των οικοσυστημάτων και την δημιουργία νέων εδαφικών ζωνών.

1.4.1.2 Μηχανική διάβρωση

Σύμφωνα με πολλούς επιστήμονες (Quine *et al.*, 1994; Quine *et al.*, 1996; Govers *et al.*, 1996; Quine *et al.*, 1997; Lobb *et al.*, 1995) η μετακίνηση του εδάφους στις λοφώδεις περιοχές εξαιτίας της μηχανικής κατεργασίας του είναι δυνατό να υπερβεί τη μετακίνηση που προκαλείται από το νερό της απορροής. Κατά τη μηχανική κατεργασία του εδάφους πραγματοποιείται βαθμιαία μετακίνηση του επιφανειακού εδαφικού υλικού προς τα κατάντη. Αποτέλεσμα αυτής της διεργασίας είναι η μείωση του βάθους του εδάφους στα ανώτερα και μεσαία τμήματα της πλαγιάς του λόφου και η αύξησή του στα κατώτερα τμήματα.

Η μηχανική κατεργασία του εδάφους έχει καθιερωθεί ως μια καθολικά αποδεκτή πρακτική που αποβλέπει στην δημιουργία ενός κατάλληλου και ευνοϊκού περιβάλλοντος για την ανάπτυξη των φυτών. Η δημιουργία ενός ευνοϊκού υποστρώματος για την ανάπτυξη των σπόρων, ο αποτελεσματικός έλεγχος των ζιζανίων, καθώς και η δημιουργία ικανοποιητικής δομής του εδάφους, ώστε να αυξηθεί η αεροικανότητά του και η υδατοχωρητικότητά του και να διευκολυνθεί η ανάπτυξη των ριζών, αποτελούν σημαντικά πλεονεκτήματα της κατεργασίας του εδάφους. Η κατεργασία του εδάφους συμβάλλει στην ενσωμάτωση φυτικών υπολειμμάτων και στην απενεργοποίηση μικροοργανισμών, βακτηρίων ή μυκήτων που επιβιώνουν στα φυτικά υπολείμματα και μπορεί να προσβάλλουν τη νέα καλλιέργεια. Επίσης συμβάλλει στην αύξηση της αποτελεσματικότητας των εφαρμοζόμενων στο έδαφος λιπασμάτων και βελτιώνει την ανάπτυξη των φυτών.

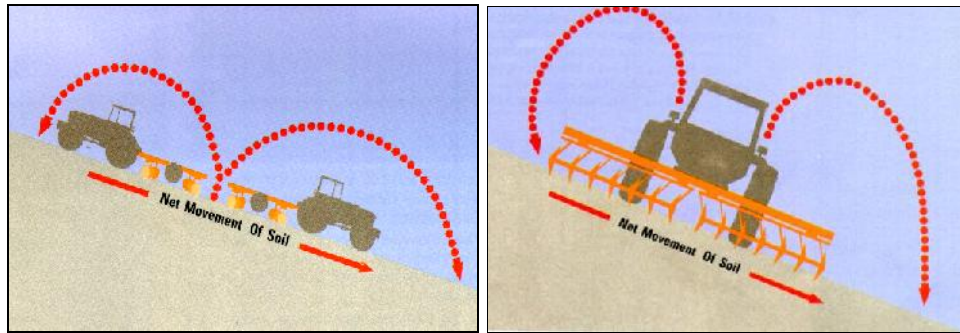
Ωστόσο, η κατεργασία του εδάφους έχει και μειονεκτήματα, με σημαντικότερο τη μηχανική διάβρωση. Η μηχανική διάβρωση θεωρείται ως μία σημαντική διαδικασία υποβάθμισης των γεωργικών εδαφών. Υπολογίζεται ότι το 8% των γεωργικών εδαφών στην Ελλάδα έχει εγκαταλειφθεί στις τελευταίες δεκαετίες ή θα εγκαταλειφθεί άμεσα λόγω της μειωμένης παραγωγικότητας που προκαλείται από την διάβρωση και κυρίως την μηχανική διάβρωση (Kosmas, 1999).

Η μηχανική διάβρωση μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία εδαφικών ανυψώσεων λόγω της σταδιακής μετακίνησης της εδαφικής μάζας από τις πιο επικλινείς περιοχές και συσσώρευσής της στις ομαλότερες κλίσεις ή στα όρια του αγροτεμαχίου που καλλιεργείται με το συγκεκριμένο τρόπο.

Η μετατόπιση και η απώλεια του εδαφικού υλικού είναι ποσοτικά μεγέθη που μεταβάλλονται ανάλογα με την κλίση του εδάφους και το βάθος της καλλιέργειας. Επιπλέον επηρεάζονται από τον τρόπο κατεργασίας και, κυρίως, από το αν πραγματοποιείται κάθετα ή παράλληλα με τις ισουψείς.

Όταν η άροση γίνεται παράλληλα προς την κλίση με τον ελκυστήρα να κινείται προς τα ανάντη τότε κατά την αναστροφή του εδάφους, στην εδαφική μάζα επιδρά η ώθηση του αρότρου που τείνει να τη μετακινήσει προς τα πάνω και η συνιστώσα του βάρους που τείνει να τη μετακινήσει προς τα κάτω. Όταν η φορά κίνησης του αρότρου είναι καθοδική τότε όλες οι ασκούμενες στην εδαφική μάζα δυνάμεις τείνουν να τη μετακινήσουν καθοδικά. (Εικόνα 6). Το συνολικό αποτέλεσμα είναι η μετακίνηση εδαφικής μάζας καθοδικά λόγω της επίδρασης της βαρύτητας. Επίσης η κατεργασία του εδάφους παράλληλα προς την κλίση ενισχύει την υδατική διάβρωση με την μορφή αυλακώσεων, γιατί το νερό που δεν διηθείται στο έδαφος συγκεντρώνεται στις αυλακιές που δημιουργεί το άροτρο και απορρέει εκεί επιταχύνοντας τη διεύρυνσή τους και αυξάνοντας τη πιθανότητα να μετασχηματιστούν σε χαραδρώσεις. Όταν οργώνουμε κάθετα στην κλίση (δηλαδή παράλληλα προς τις ισοϋψείς) τότε το άροτρο ωθεί το αναστρεφόμενο έδαφος προς τα πάνω και κατά το επόμενο πέρασμα προς τα κάτω και το τελικό αποτέλεσμα είναι καθοδική μετακίνηση του εδάφους. Μηχανική διάβρωση παρατηρείται και όταν οργώνουμε παράλληλα προς τις ισοϋψείς, γιατί και πάλι η επίδραση της βαρύτητας συμβάλλει στην καθοδική μετατόπιση εδάφους.

Σημαντικοί παράγοντες που επιδρούν στη μηχανική διάβρωση είναι η επιλογή του γεωργικού εργαλείου κατεργασίας του εδάφους που θα χρησιμοποιηθεί, η κλίση της επιφανείας του εδάφους, το βάθος κατεργασίας, η εδαφική υγρασία και η ταχύτητα κίνησης του μηχανήματος.



Εικόνα 6. Σχηματική παρουσίαση της μετακίνησης εδαφικής μάζας κατά την ανοδική και καθοδική πορεία του μηχανήματος κατεργασίας (πηγή: <http://www.omafra.gov.on.ca>).

Η μηχανική διάβρωση μπορεί να μετρηθεί χρησιμοποιώντας διάφορους δείκτες όπως 137Cs ή αριθμημένους κυλίνδρους αλουμινίου. Το Καίσιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μακροπρόθεσμη αξιολόγηση της διάβρωσης από άροση (δεκαετίες), ενώ οι κύβοι του αλουμινίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση της άροσης κατά τη διάρκεια μερικών ετών. Τέτοιες μετρήσεις απαιτούν την εγκατάσταση ενός μεγάλου αριθμού κύβων αλουμινίου στο έδαφος (σε διάφορα βάθη) κατά μήκος μίας πλαγιάς, κατόπιν το έδαφος οργώνεται και μετράτε η μετατόπιση των κύβων καθορίζοντας την αρχική (πριν την άροση) και τελική (μετά την άροση) με την χρήση θεοδόλιχου.

1.4.1.2.α Επιπτώσεις της μηχανικής διάβρωσης :

Οι συνέπειες της μηχανικής διάβρωσης στην υποβάθμιση του εδάφους είναι οι ακόλουθες:

- i. Μεγάλες ποσότητες εδάφους συσσωρεύονται στα χαμηλότερα μέρη των λοφωδών καλλιεργούμενων εδαφών. Οι περιοχές με την μικρότερη κλίση εμπλουτίζονται με το εδαφικό υλικό που χάνεται από τις υπερκείμενες καλλιεργούμενες περιοχές με αποτέλεσμα τη μείωση του βάθους των τελευταίων, τη μείωση της παραγωγικότητάς τους και τη σταδιακή υποβάθμισή τους.
- ii. Η υδατική διάβρωση γίνεται εντονότερη από ότι πιθανά αναμενόταν στις κορυφές των λόφων που έχουν υποστεί μηχανική διάβρωση.
- iii. Το υλικό που διαβρώνεται από τις υψηλότερες περιοχές συνήθως είναι φτωχότερο από το επιφανειακό υλικό των περιοχών που αποτίθεται. Άμεση συνέπεια των παραπάνω είναι η μείωση της παραγωγικότητας και των δύο περιοχών. Τυπικό παράδειγμα αποτελεί η περίπτωση που ασβεστολιθικό υπέδαφος μπορεί να επικαλύψει πλούσια σε οργανική ουσία εδάφη στα χαμηλότερα μέρη των πλαγιών.

- iv. Η ανάπτυξη των φυτών περιορίζεται στις περιοχές με έντονη μηχανική διάβρωση που είναι οι περιοχές με μεγάλες κλίσεις, λόγω της μείωσης της παραγωγικότητας αυτών των εδαφών. Στις έντονα διαβρωμένες περιοχές λόγω της εξαιρετικής μείωσης του βάθους του εδάφους τα φυτά δεν μπορούν να αναπτυχθούν.
- v. Η ανάπτυξη των φυτών διαφοροποιείται έντονα μέσα στο χωράφι με αποτέλεσμα την διαφοροποίηση στην παραγωγή. Οι ιδιαίτερα διαβρωμένες περιοχές έχουν πολύ μικρότερη παραγωγή. Η απώλεια σε παραγωγή στις περιοχές αυτές είναι της τάξης του 30-50%.
- vi. Η μηχανική διάβρωση έχει ως συνέπεια την απώλεια επιφανειακού εδάφους και οργανικής ύλης στις πλαγιές και στις κορυφές των λόφων. Η οργανική ύλη συμβάλλει στην βελτίωση της δομής του και άρα και στον καλύτερο αερισμό, και ικανότητα συγκράτησης νερού και την μείωση της διάβρωσης.
- vii. Σταδιακή καθοδική μετακίνηση εδαφικών μαζών. Έχει παρατηρηθεί απώλεια εδάφους στο υψηλότερο μέρος των πλαγιών που φθάνει και 2 μέτρα βάθος.
- viii. Μειώνεται η σταθερότητα των συσσωματωμάτων και η δομή του εδάφους γίνεται χαλαρότερη. Άμεση συνέπεια της υποβάθμισης της δομής είναι η μείωση της διηθητικότητας και κατ' επέκταση αύξηση της απορροής και της υδατικής διάβρωσης.

1.4.1.2.β. Μέτρα αντιμετώπισης της μηχανικής διάβρωσης:

Τα μέτρα αντιμετώπισης της μηχανικής διάβρωσης αναφέρονται παρακάτω:

- Η άροση στις επικλινείς περιοχές, όπου η κλίση το επιτρέπει, θα πρέπει να γίνεται παράλληλα με τις ισοϋψείς και όχι παράλληλα με την κλίση. Ενδείκνυται η χρήση αναστρεφόμενου αρότρου και η αναστροφή του εδάφους να έχει ανοδική φορά.
- Η μείωση της ταχύτητας και του βάθους άροσης συμβάλλει στη μείωση της μηχανικής διάβρωσης στις επικλινείς περιοχές.
- Η άροση του εδάφους να γίνεται κατά προτίμηση τρεις φορές προς τα ανάντη και μία φορά προς τα κατόντη για να εξισορροπείται η απώλεια του εδάφους.
- Η χρήση καλλιεργητή ενδείκνυται περισσότερο στις επικλινείς περιοχές σε σχέση με τα άλλα γεωργικά εργαλεία κατεργασίας, γιατί έχει παρατηρηθεί ότι προκαλεί μικρότερη μηχανική διάβρωση.

1.4.1.3 Αιολική διάβρωση

Η αιολική διάβρωση αποτελεί διεργασία υποβάθμισης και ερημοποίησης της γης ιδιαίτερα στις ξηρές, ημί-ξηρες και ξηρές κάθυγρες κλιματικές ζώνες. Οι περιοχές που είναι περισσότερο ευαίσθητες στην αιολική διάβρωση είναι τα νησιά του Αιγαίου και το βορειοανατολικό τμήμα της ηπειρωτικής Χώρας. Οι ισχυροί βόρειοι και βορειοανατολικοί άνεμοι που επικρατούν κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου στην Ελλάδα δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες για την αιολική διάβρωση. Οι κύριοι

παράγοντες που ελέγχουν τη διάβρωση λόγω του ανέμου στην Ελλάδα είναι η φυτοκάλυψη, ο προσανατολισμός του εδάφους, η κατάσταση υγρασίας του εδάφους, η βόσκηση, και οι πυρκαγιές. Οι απότομες κλίσεις σε συνδυασμό με το ρηχό έδαφος και τις ημί-ξηρες κλιματικές συνθήκες είναι τα κύρια χαρακτηριστικά των νήσων του Αιγαίου. Η φυτοκάλυψη μπορεί να κυμανθεί μεταξύ γυμνού εδάφους ως πλήρους καλυμμένου ανάλογα με την κλίση, την έκθεση, το βάθος του εδάφους, το μητρικό υλικό και την ένταση βόσκησης. Το έδαφος παραμένει συνήθως γυμνό όταν το βάθος είναι λιγότερο από 20 εκατοστά. Κάτω από ξηρές συνθήκες, η πολυετής βλάστηση δεν μπορεί να διατηρηθεί και μόνο η ετήσια βλάστηση αναπτύσσεται κατά την διάρκεια της υγρής περιόδου. Εάν μία περιοχή υπόκειται σε βόσκηση, τα εδάφη παραμένουν ουσιαστικά γυμνά κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, ευνοώντας την αιολική διάβρωση τους θερινούς μήνες και την υδατική διάβρωση τους υγρούς μήνες. Οι πυρκαγιές καταστρέφουν την υπάρχουσα φυτική κάλυψη και συμβάλλουν στη αιολική διάβρωση με την έκθεση της εδαφικής επιφάνειας στην επίδραση του ανέμου.

Ο προσανατολισμός της έκθεσης κλίσης επιδρά στη αιολική διάβρωση. Μεγάλη αιολική διάβρωση στην Ελλάδα αναμένεται στις βόρειες και βορειοανατολικές εκθέσεις των λοφωδών περιοχών. Οι νότιοι άνεμοι φυσούν από τις νότιες διευθύνσεις υπό κανονικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της υγρής περιόδου, όταν τα εδάφη είναι σχετικά υγρά και προστατεύονται από τη φυσική φυτοκάλυψη. Επομένως, οι περιοχές που εκτίθενται νότια και νοτιοδυτικά επηρεάζονται λιγότερο από την αιολική διάβρωση. Το έλλειμμα εδαφικού νερού που παρατηρείται κατά την διάρκεια του καλοκαιριού και αρχές φθινοπώρου δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για την αποκόλληση των εδαφικών τεμαχιδίων και την αιολική διάβρωση. Οι δίοδοι διέλευσης των ζώων είναι επίσης ευαίσθητοι στην διάβρωση του ανέμου. Το ζώο περπατώντας καταστρέφει με την οπλή του ποδιού την δομή του εδάφους αφήνοντας ένα στρώμα σκόνης το οποίο παρασύρεται εύκολα από τον άνεμο.

Τα πρακτικά μέτρα για την αντιμετώπιση της αιολικής διάβρωσης είναι περιορισμένα. Στις τελευταίες δεκαετίες, η εκτενής εγκατάλειψη της γεωργικής γης στα νησιά του Αιγαίου λόγω της μειωμένης παραγωγικότητας, ή της αλλαγής της χρήσης της γης από καλλιεργούμενη σε βοσκότοπους οδήγησε στην αποτελεσματικότερη προστασία του εδάφους από την αιολική διάβρωση, εξαιτίας της ανάπτυξης φυσικής βλάστησης.

1.4.2 Μείωση του διαθέσιμου νερού

Η μείωση του διαθέσιμου νερού συντελείται με την μείωση των βροχοπτώσεων, την εξάντληση των αποθεμάτων του υπόγειου νερού, και τον περιορισμό της υδατοχωρητικότητας των εδαφών. Σε ένα περιβάλλον όπου επικρατούν ημί-ξηρες κλιματικές συνθήκες υπάρχει εξ' ορισμού περιορισμένη ποσότητα νερού συνεπώς είναι ευαίσθητο στη μεταβολή του κλίματος (Schlesinger *et al.*, 1990).

Στις χώρες της Μεσογείου τα υπόγεια ύδατα είναι σχετικώς περιορισμένα και απειλούνται από τη μεταβολή του κλίματος, τη μειωμένη βροχόπτωση και την

αυξανόμενη εξάτμιση, την αποψύλωση των δασών και τη μεταβολή της χρήσης γης, τη μείωση του εμπλουτισμού τους και κυρίως την υπερκατανάλωσή τους από τον άνθρωπο για ύδρευση και άρδευση με την υπεράντληση των υπόγειων υδάτων που έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των υδάτινων αποθεμάτων, την αύξηση του κόστους άντλησης του νερού και την ανάμειξη του καλής ποιότητας νερού με θαλασσίνο νερό, πλούσιο σε άλατα. Το πρόβλημα της ανεπάρκειας των υπόγειων υδάτων είναι οξύ στα επικλινή εδάφη των ευαίσθητων κλιματικών περιοχών και επιτείνεται με τον περιορισμό της διήθησης του νερού της βροχής εξαιτίας της καταστροφής της βλάστησης.

Η ικανότητα του εδάφους να αποθηκεύει το νερό της βροχής εξαρτάται κυρίως από το ενεργό βάθος του. Η μείωση του βάθους του εδάφους και της υδατοϊκανότητάς του είναι οι πιο σημαντικές μακροχρόνιες απώλειες που περιορίζουν την παραγωγή (Danalatos, 1993; Kosmas *et al.*, 1993a). Επομένως η μείωση του βάθους αυτού εξαιτίας της διάβρωσης πέραν ενός κρίσιμου ορίου οδηγεί στην ερημοποίηση της γης.

Η μείωση στη διαθεσιμότητα των υδάτινων πόρων είναι πιθανόν η πρώτη αναπόφευκτη επίπτωση της ερημοποίησης. Το νερό είναι απαραίτητο για τη γεωργία, τη βιομηχανία όπως επίσης για τη δημόσια υγεία και την ευημερία. Τα οικοσυστήματα και η οικονομία των χωρών είναι πολύ ευαίσθητα στις αλλαγές της διαθεσιμότητας του νερού. Η ποσότητα του διαθέσιμου νερού για τον εμπλουτισμό των υπογείων νερών και την αποθήκευση σε φράγματα είναι πολύ ευαίσθητη στις μικρές μεταβολές της βροχόπτωσης ή τις αυξήσεις της εξατμισοδιαπνοής. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μεγάλη διαφοροποίηση της ποσότητας του διαθέσιμου νερού από χρόνο σε χρόνο. Αναπόφευκτα η ζήτηση για νερό είναι μεγαλύτερη όταν η διαθεσιμότητά του είναι χαμηλή και πάντα ασκούνται πιέσεις για την υπερεκμετάλλευση του νερού, αντιμετωπίζοντας το σαν ένα κοινό αγαθό. Οι διαφορετικές καλλιέργειες και οικονομικές δραστηριότητες απαιτούν σημαντικές ποσότητες νερού σε κρίσιμες περιόδους του έτους με αποτέλεσμα οι χρήστες γης σύντομα να αντιλαμβάνονται τις συνέπειες των αλλαγών στη διαθεσιμότητα του νερού. Η διαθεσιμότητα μπορεί να υπολογιστεί από τα υδρολογικά στοιχεία (βάθος υπογείου νερού και παροχές των ποταμών) σε εθνικό και τοπικό επίπεδο και από πληροφορίες για την κατανάλωση του νερού.

Εκτός του ότι είναι σημαντικός παράγοντας στην ερημοποίηση, η διαθεσιμότητα του νερού είναι ένας εξαιρετικός δείκτης εκτίμησης του κινδύνου ερημοποίησης, επειδή η ποσότητα του νερού που ρέει στα ποτάμια ή διεισδύει στα υπόγεια νερά επηρεάζεται πολύ όχι μόνο από το κλίμα, αλλά και από τον τρόπο που χρησιμοποιούνται οι εδαφικοί και οι υδάτινοι πόροι. Όλα τα είδη υποβαθμίσεων γης και εδάφους μπορούν να έχουν αρνητικές ή θετικές επιπτώσεις στο διαθέσιμο νερό. Η διαθεσιμότητα του νερού ολοκληρώνει τις επιπτώσεις των αλλαγών στο βιο-φυσικό σύστημα, το οποίο επηρεάζει την ποσότητα του νερού που τροφοδοτείται στα κοινωνικο-οικονομικά, και το πολιτιστικά συστήματα, τα οποία με την σειρά τους καθορίζουν την ζήτηση και τις ανάγκες. Ωστόσο, πέρα από αυτά, το νερό εκτελεί σημαντικές λειτουργίες στα ποτάμια και ένα κατώτατο επίπεδο ροής

απαιτείται για να τις διατηρήσει. Σχεδόν σε όλες τις περιοχές του κόσμου που υπόκεινται στην ερημοποίηση, η ροή των ποταμών μειώνεται σταθερά.

Η διαθεσιμότητα του νερού στα φυτά και τα οικοσυστήματα καθορίζει την ποσότητα της πρωτογενούς παραγωγής σε περιοχές όπου η ανάπτυξη των φυτών περιορίζεται από το διαθέσιμο νερό. Σε αυτή την περίπτωση εάν συμβεί οποιαδήποτε μεταβολή στην ποσότητα και/ή στο χρόνο που πέφτει η βροχή, τότε θα μειωθεί το διαθέσιμο νερό στα φυτά ή στα οικοσυστήματα σε κρίσιμες περιόδους. Το διαθέσιμο νερό στις καλλιέργειες (ή σε οποιαδήποτε λειτουργία του οικοσυστήματος) πρέπει να καλύπτει τις απαιτήσεις της καλλιέργειας (ή τις λειτουργίες), ιδιαίτερα κατά την διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης και ιδιαίτερα στις καλλιέργειες που είναι ευπαθείς στην έλλειψη νερού. Επίσης θερμότερο κλίμα σημαίνει ότι τα φυτά έχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις σε νερό για την διαπνοή. Συνεπώς μεγαλύτερη βροχόπτωση σημαίνει ότι η εξάτμιση διατηρεί το έδαφος ψυχρότερο και ελαττώνει τις απαιτήσεις σε νερό. Υπάρχει ένα ελάχιστο βροχής πάνω από το οποίο η βροχή συνεισφέρει στους υδάτινους πόρους ενός οικοσυστήματος. Μια βροχή που δεν ξεπερνά την κρίσιμη τιμή των 3 έως 5 χιλιοστών χάνεται με την εξάτμιση. Καθόσον το κλίμα γίνεται ξηρότερο, η ποσότητα και η διάρκεια των βροχοπτώσεων μειώνεται, συνεπώς και το διαθέσιμο νερό στα φυτά περιορίζεται.

Οι αλλαγές στη χρήση γης έχουν σημαντική επίπτωση στη διαθεσιμότητα του νερού. Κάθε τύπος χρήσης γης έχει τις δικές του απαιτήσεις σε νερό:

- ✓ Σε ημι-φυσικά και συστήματα βόσκησης, η βιομάζα και η υγιεινή κατάσταση της βλάστησης είναι δείκτες της αποθηκευτικής ικανότητας του μητρικού υλικού και του εδάφους σε διαθέσιμο νερό για τα φυτά. Μεταβολές στην χρήση γης επηρεάζουν τις διεργασίες στο έδαφος και την προστασία του νερού, συνεπώς σε αυτές τις περιοχές μπορεί να υπάρχει αύξηση στην απορροή και την διάβρωση ή και στην διήθηση του νερού.
- ✓ Για φυσικούς και τεχνητούς βοσκότοπους, η επέκταση της θαμνώδους ή δενδρώδους βλάστησης οδηγεί σε μεγαλύτερη ρυθμιστική ικανότητα και απώλεια νερού με την εξάτμιση.
- ✓ Οι πυρκαγιές έχουν ως αποτέλεσμα την προσωρινή απώλεια της αποθηκευτικής ικανότητας σε νερό, αυξάνοντας το διαθέσιμο νερό σε αρκετά εκατοστά.
- ✓ Η μετατροπή σε αρδευόμενες καλλιέργειες (αραβόσιτος ή ηλιανθος) αυξάνει την ζήτηση σε νερό μεταξύ 600 και 800 χιλ./έτος. Συγκρίνεται οι απαιτήσεις σε νερό για ξηρικά σιτηρά ανέρχονται σε 300 έως 500 χιλ./έτος.
- ✓ Τα αστικά νοικοκυριά απαιτούν νερό για να διατηρήσουν τον αστικό τρόπο ζωής. Αυτό μπορεί σημαίνει διπλασιασμό στην ποσότητα νερού που χρειάζεται κάθε σπίτι και σχετίζεται με την παγκοσμιοποίηση του τρόπου ζωής και τις επιπρόσθετες ανάγκες που προκύπτουν σε νερό (πχ πιο συχνό πλύσιμο, καθαρισμός αυτοκινήτων, πλυντήρια ρούχων και πιάτων).

Η διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων είναι ένα ζήτημα επειδή συνδέεται άμεσα με την οικολογική και την οικονομική παραγωγικότητα, τις αντιλήψεις για το πώς καλύπτονται οι απαιτήσεις του τρόπου ζωής, της υγιεινής και της υγείας. Μεταβολές στη διαθεσιμότητα των υδάτινων πόρων (Εικόνα 7) μπορεί να οδηγήσουν στην εγκατάλειψη της γης και στην μετανάστευση των πολιτών στις αστικές περιοχές .



Εικόνα 7: Κλιματικές αλλαγές α)Ξερικά εδάφη β)Πλημμυρισμένη πόλη
(Πηγή: www.xekinima.org/fileadmin/media/brosura_cl_ch.pdf)

1.4.3 Αλάτωση και αλκαλίωση του εδάφους

Η αλάτωση και η αλκαλίωση αποτελούν κατεξοχήν χημικές διεργασίες που ερημοποιούν τα εδάφη των ευαίσθητων περιοχών. Η πρώτη αναφέρεται στον εμπλουτισμό του εδάφους με υδατοδιαλυτά άλατα σε βαθμό που να μην επιβιώνουν τα φυτά που έχουν οικονομική και περιβαλλοντική αξία. Η δεύτερη αναφέρεται στον κορεσμό των εδαφικών κolloειδών με νάτριο σε βαθμό που να περιορίζει σοβαρά τις λειτουργίες του και την ανάπτυξη των φυτών. Η αλάτωση των εδαφών είναι μια σημαντική διεργασία υποβάθμισης και ερημοποίησης της γης στις αρδευόμενες πεδινές περιοχές με ατελή στράγγιση. Οι βασικοί παράγοντες που ευνοούν τη συγκέντρωση των αλάτων στο έδαφος είναι η άρδευση με χαμηλής ποιότητας νερό (εξαιτίας της υπεράντλησης των παράκτιων υδροφορέων και τη διείσδυση του θαλασσινού νερού), οι κακές συνθήκες στράγγισης των εδαφών και οι ξηροθερμικές κλιματικές συνθήκες.

Η αλάτωση και η αλκαλίωση αποτελούν τις κύριες χημικές διεργασίες ερημοποίησης της γης καθώς μεγάλες εκτάσεις της ημίξηρης και ξηρής κλιματικής ζώνης της γης, περίπου το 30% της συνολικής καλλιεργούμενης έκτασης της γης (Rengasamy, 1998), έχουν ερημοποιηθεί εξαιτίας αυτής της διεργασίας. Η πιο σημαντική απειλή είναι η δευτερογενής αλάτωση που προκαλείται από το νερό της άρδευσης το οποίο εξαιτίας της υπεράντλησής του στις περισσότερες περιπτώσεις έχει

αναμειχθεί με θαλασσινό νερό. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, ο ρυθμός πρόσληψης του νερού από τις καλλιέργειες είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό πρόσληψης των αλάτων, με συνέπεια την συσσώρευση των τελευταίων στο έδαφος. Η άρδευση με νερό που περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων είναι δυνατό να προκαλέσει μείωση του ρυθμού διήθησης κατά 10 φορές (Imeson and Verstraten, 1989). Η εξάτμιση του εδαφικού νερού εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούν κατά τη διάρκεια της ημέρας στις περιοχές με ημί-ξηρες κλιματικές συνθήκες επιδεινώνει την κατάσταση. Όταν το ανοδικό ρεύμα της εξατμισοδιαπνοής υπερισχύει του καθοδικού ρεύματος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, στα επιφανειακά στρώματα του εδάφους συσσωρεύονται διαλυτά άλατα κατάσταση που επιδεινώνεται στις περιοχές που δέχονται βροχόπτωση μικρότερη από 300 mm καθώς υφίστανται υποβάθμιση του εδάφους που σχετίζεται με τα άλατα σε σημαντικό βαθμό (Imeson, 1995). Στις περιοχές που η απορροή υπερβαίνει το 10% της βροχόπτωσης, η βαθιά διήθηση είναι πολύ περιορισμένη οδηγώντας σε περιορισμένη έκπλυση των αλάτων. Τα εδάφη αυτά υπόκεινται σε σημαντική υποβάθμιση της δομής τους και εμποδίζουν την ανάπτυξη των φυτών εξαιτίας του κακού αερισμού του εδάφους.

Η αλάτωση μειώνει την ανάπτυξη των φυτών, αφού επηρεάζει άμεσα την φυσιολογία του κυττάρου μέσω των οσμωτικών και τοξικών αποτελεσμάτων των αλάτων. Τα περισσότερα φυτά δεν μπορούν να προσροφήσουν νερό από το έδαφος που περιέχει μεγάλο ποσοστό αλάτων και η οσμωτική πίεση υπερβαίνει ένα συγκεκριμένο επίπεδο που δεν είναι το ίδιο για όλα τα φυτά. Το εδαφικό νερό που περιέχει σημαντικές ποσότητες υδατοδιαλυτών αλάτων δημιουργεί κορεσμό των κολλοειδών του εδάφους με νάτριο με αποτέλεσμα τα συσσωματώματα του εδάφους να υπόκεινται διασπορά, οι εδαφικοί πόροι φράσσουν, με αποτέλεσμα η διήθηση του νερού και η υδραυλική αγωγιμότητα να μειώνονται.

Τα σενάρια της προβλεπόμενης μεταβολής του κλίματος σχετίζονται με θερμότερες και ξηρότερες συνθήκες που θα έχουν ως αποτέλεσμα την επέκταση της ξηρασίας χωρικά και χρονικά και συνεπώς την άρδευση των καλλιεργειών για μεγαλύτερες περιόδους προκειμένου να επιτευχθεί μία ικανοποιητική παραγωγή. Υπολογίζεται ότι υπό τις συνθήκες αυτές πολλές χιλιάδες εκτάρια θα επηρεασθούν από τα άλατα εξαιτίας της κακής ποιότητας του νερού της άρδευσης, των ακατάλληλων πρακτικών άρδευσης και της μη ορθολογικής διαχείρισης του εδάφους (Szabolks, 1989).

Στην Ελλάδα, η αλάτωση αποτελεί σημαντική διεργασία υποβάθμισης και ερημοποίησης της γης ιδιαίτερα στις αρδευόμενες πεδινές περιοχές με ατελή στράγγιση. Οι βασικοί παράγοντες που ευνοούν την συγκέντρωση των αλάτων στο έδαφος είναι: η άρδευση με χαμηλής ποιότητας νερό, (εξαιτίας της υπερ-άντλησης του υπόγειου νερού και την διείσδυση του θαλάσσιου νερού), οι κακές συνθήκες στράγγισης, και οι ξηρές κλιματικές συνθήκες που ευνοούν το αρνητικό ισοζύγιο νερού. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις ειδικών επιστημόνων, περίπου το 15% των αρδευόμενων εδαφών αντιμετωπίζουν προβλήματα αλατότητας/αλκαλικότητας. Τα αρδευόμενα εδάφη στην Ελλάδα καλύπτουν έκταση περίπου 13.644.000 στρέμματα ή 32% των γεωργικών εδαφών. Σε πολλές περιπτώσεις, πεδινά εδάφη, κυρίως κατά μήκος των ακτών, περιέχουν σημαντικά ποσά διαλυτών αλάτων και απαιτούν βελτίωση πριν από την καλλιέργεια.

Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των αργιλικών ορυκτών και των αλατούχων διαλυμάτων προκαλούν βασικές μεταβολές στην υδατική οικονομία του εδαφικού νερού, την μεταφορά και μετατροπή μάζας και ενέργειας, και τελικά στην δημιουργία ακραίων και δυσμενών οικολογικών συνθηκών για την φυσική βλάστηση και τις γεωργικές καλλιέργειες.

Τα προβλήματα της αλάτωσης στην Ελλάδα αναμένεται να γίνουν σοβαρότερα στο μέλλον εάν:

- 1) Αυξηθούν οι αρδευόμενες εκτάσεις,
- 2) Εισαχθούν στην καλλιέργεια νέες πιο παραγωγικές και περισσότερο απαιτητικές σε νερό ποικιλίες φυτών,
- 3) Μεταβληθεί περαιτέρω το κλίμα σε θερμότερο και ξηρότερο.

Το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης προτείνει τις ακόλουθες δράσεις για την προστασία των εδαφών από την αλάτωση:

- Περιοδικό έλεγχο της ποιότητας του νερού άρδευσης.
- Περιοδικό έλεγχο των διαλυτών αλάτων στα εδάφη και προσδιορισμό της εδαφικής αλατότητας.
- Επαρκή αποστράγγιση των αρδευόμενων εδαφών με την κατασκευή δικτύων αποστράγγισης.
- Άρδευση των εδαφών με περίσσεια νερού προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες των φυτών για την κανονική ανάπτυξη και την έκπλυση των διαλυτών αλάτων (ειδικά σε περιπτώσεις όπου το νερό άρδευσης είναι κακής ποιότητας).
- Συνεχή έλεγχο της ανοδικής κίνησης των διαλυτών αλάτων από τους κατώτερους εδαφικούς ορίζοντες όταν περιέχουν υψηλό ποσοστό αλάτων λόγω άρδευσης.
- Αυστηρό έλεγχο της άντλησης νερού από τους υδροφορείς που έρχονται σε επαφή με το θαλάσσιο νερό για την αποφυγή διείσδυσης υφάλμυρου νερού.

1.4.4 Οξίνιση του εδάφους

Η οξίνιση του εδάφους συμβαίνει όταν η τιμή του pH μειωθεί κάτω από την κρίσιμη τιμή. Αναστέλλει την ανάπτυξη των φυτών και έτσι υποβαθμίζει την παραγωγικότητα των οικοσυστημάτων. Ο κύριος παράγοντας που επηρεάζει την οξύτητα του εδάφους είναι ο τύπος των χημικών λιπασμάτων. Η αρνητική επίδραση της ισχυρής εδαφικής οξύτητας στην ανάπτυξη των φυτών είναι πολλαπλή και έμμεση. Και αυτό γιατί το pH δεν αποτελεί μία απλή εδαφική μεταβλητή αλλά επηρεάζει ποικιλοτρόπως το χημισμό, τη μικροβιολογική δραστηριότητα, ακόμη και τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους. Τα εδάφη με τιμή pH μικρότερη ή ίση με 5 είναι περιοριστικά για την ανάπτυξη των περισσότερων φυτών. Τα κύρια αίτια τοξικής δράσης υπό τις συνθήκες αυτές σχετίζονται με τις υψηλές συγκεντρώσεις Al και Mn που απαντώνται στα όξινα εδάφη (Veitienne, 1998). Σύμφωνα με τον Αναλογίδη (2000), οι τοξικές συγκεντρώσεις του Al περιορίζουν την πρόσληψη πολλών θρεπτικών στοιχείων προκαλώντας έκπλυση των βασικών κατιόντων όπως του ασβεστίου, του καλίου, του μαγγανίου, του σιδήρου, του νατρίου και του βορίου (Filipek and Badora,

1993; Mercik and Sas, 1998) και ακινητοποίηση του φωσφόρου (Szafranek, 1998; Szafranek and Sklodowski, 1998). Η οξίνιση των εδαφών μπορεί να προέλθει δευτερευόντως από την όξινη βροχή η οποία όμως δεν απειλεί σοβαρά τη Χώρα μας.

1.4.5 Χημική ρύπανση

Η χημική ρύπανση αναφέρεται στη ρύπανση του εδάφους με τοξικές ουσίες που περιορίζουν την ανάπτυξη της χλωρίδας και της πανίδας. Η ρύπανση των εδαφικών οικοσυστημάτων με διάφορους ρυπαντές (βαριά μέταλλα, οργανικές ουσίες, ραδιενεργά στοιχεία) έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια σε πολλές περιοχές του κόσμου. Η διεργασία αυτή ερημοποίησης της γης δεν είναι σημαντική στη Χώρα μας και περιορίζεται γύρω από τις βιομηχανικές ζώνες και κατά μήκος των εθνικών οδών.

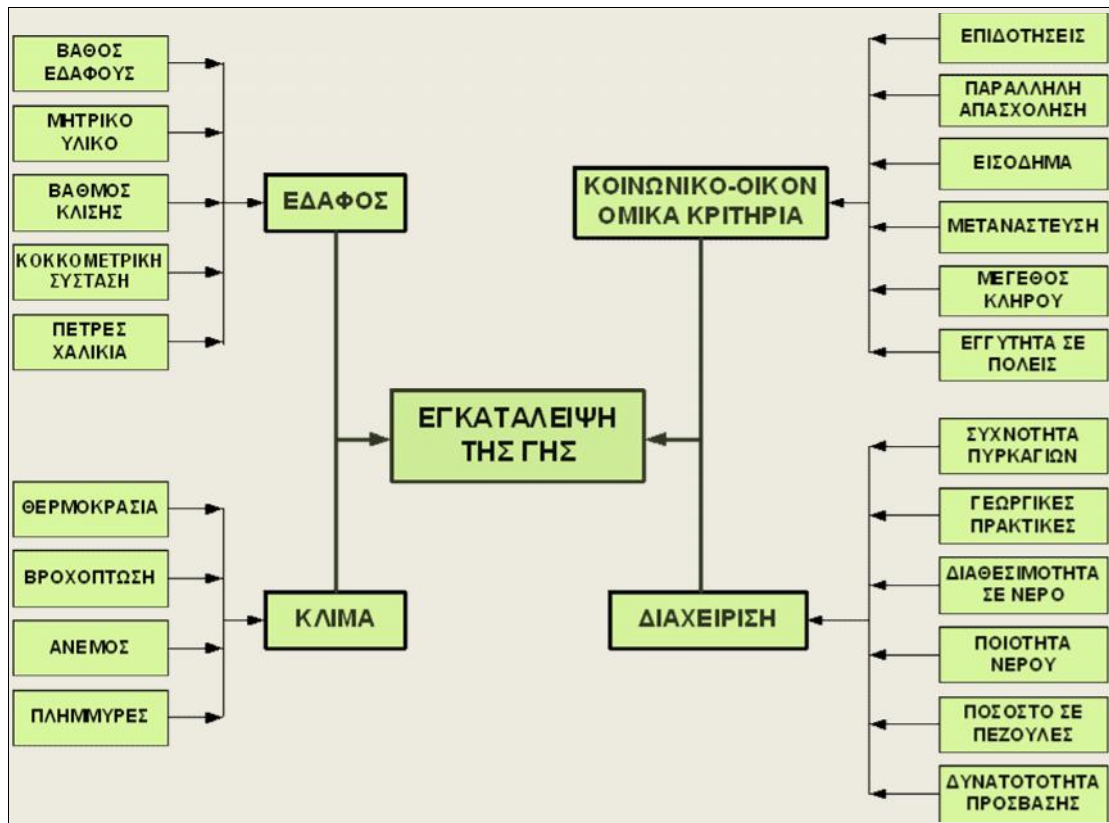
1.4.6 Η εγκατάλειψη της γης

Η εκτενής αποψίλωση και η εντατική καλλιέργεια των λοφωδών περιοχών στην περιοχή της Μεσογείου που συντελούνται από αρχαιοτάτων χρόνων έχουν οδηγήσει στην διάβρωση των εδαφών και την υποβάθμιση της γης. Σε ορισμένες περιόδους οι επικρατούσες καιρικές συνθήκες, ιδιαίτερα νωρίς στην περίοδο ανάπτυξης των καλλιεργειών, μπορεί να είναι τόσο δυσμενείς που τα εδάφη να παραμένουν γυμνά, δημιουργώντας ευνοϊκές συνθήκες για επιφανειακή απορροή και διάβρωση. Σε περιοχές που τα εδάφη αναπτύσσονται σε τριτογενείς ή τεταρτογενείς γεωλογικούς σχηματισμούς έχουν συνήθως περιοριστικούς υπο-επιφανειακούς ορίζοντες, όπως πετροκαλσικός ορίζοντας ή συμπαγής βράχος. Κάτω από αντίξοες κλιματικές συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών και ξηρασίας και μεγάλους ρυθμούς διάβρωσης, το έδαφος δεν δύναται να συγκρατήσει οικονομικά συμφέρουσα τις ξηρικές καλλιέργειες σε αυτές τις περιοχές με αποτέλεσμα την εγκατάλειψη και την ερημοποίηση της γης.

Καθώς το έδαφος διαβρώνεται, η χρήση της γης μετατοπίζεται συνήθως από τη γεωργία στην κτηνοτροφία λόγω της χαμηλής παραγωγικότητας των διάφορων γεωργικών καλλιεργειών. Οι βοσκότοποι στην περιοχή της Μεσογείου ορίζονται συχνά ως εγκαταλειμμένη γη (Martinez-Fernandez *et al*, 1995; Lopez-Bermudez *et al*, 1996; Roxo *et al*, 1996; Puigdefabregas *et al*, 1996). Οι προηγούμενοι συγγραφείς χρησιμοποιούν τους όρους "εγκαταλειμμένη γη" και "βοσκότοπος" με την ίδια έννοια. Η βόσκηση ή το κυνήγι στην εγκαταλειμμένη γη θεωρείται ως παραδοσιακή χρήση στην περιοχή της Μεσογείου. Μόνο μερικές περιοχές που έχουν περιφραχτεί ή ελέγχονται αυστηρά από τους ιδιοκτήτες τους παραμένουν ελεύθερες βοσκής από νομαδικά ή μόνιμα κοπάδια. Σχεδόν όλη η φυσική βλάστηση στη λεκάνη της Μεσογείου, εκτός από μερικά δάση, χρησιμοποιείται ως βοσκότοπος ως ένα ορισμένο βαθμό (Clark, 1996). Επομένως, ο όρος "εγκαταλειμμένη γη" χρησιμοποιείται για να περιλάβει τις περιοχές που καλλιεργούνταν προηγουμένως αλλά σήμερα δεν υφίσταται πια η καλλιέργεια, επιτρέποντας την ανάπτυξη της φυσικής βλάστησης κάτω από διαφορετικούς ρυθμούς βόσκησης. Ανάλογα, αρδευόμενη γεωργική γη υπό δυσμενείς κλιματικές συνθήκες όπως παρατεταμένη ξηρασία και μειωμένες ποσότητες νερού άρδευσης μπορεί να εγκαταλειφθεί.

Οι συνέπειες της εγκατάλειψης της γης και την ερημοποίηση μπορούν να είναι θετικές ή αρνητικές ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του εδάφους και τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής. Εδάφη σε καλές κλιματικές συνθήκες τα οποία μπορούν να συγκρατήσουν ικανοποιητική φυτική κάλυψη βελτιώνονται με το χρόνο λόγω συσσώρευσης οργανικών υπολειμμάτων, αύξησης της δραστηριότητας της χλωρίδας και πανίδας, βελτίωσης της δομής του εδάφους, αύξησης της ταχύτητας διήθησης του νερού στο έδαφος, και επομένως μείωσης της διάβρωσης (Trimble, 1990). Οι Martinez-Fernandez *et al* (1995) αναφέρουν θετική επίδραση από την εγκατάλειψη της γης. Ειδικότερα, εδάφη που εγκαταλείφθηκαν για μία περίοδο δέκα ετών πλησίασαν τα χαρακτηριστικά που είχαν πριν από την καλλιέργεια. Η εγκατάλειψη οδήγησε στη βελτίωση των εδαφικών χαρακτηριστικών όπως αύξηση της οργανικής ύλης, αύξηση της αποθηκευτικής ικανότητας νερού, δημιουργία εδαφικής δομής με μεγάλη σταθερότητα. Οι Jaiyeoba (1995) και Unger (1997) αναφέρονται στην μείωση της γονιμότητας του εδάφους κατά την καλλιέργεια και καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι τα εδάφη με διάφορες γεωργικές καλλιέργειες συνήθως περιέχουν μικρότερες ποσότητες ολικού αζώτου, οργανική ύλη και ανταλλάξιμες βάσεις και μικρότερη ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων από παρόμοια εδάφη με φυσική βλάστηση.

Η διαδικασία της εγκατάλειψης της γης μπορεί να επηρεαστεί από διάφορους παράγοντες που σχετίζονται με το φυσικό περιβάλλον, την διαχείριση της γης καθώς και τα κοινωνικο-οικονομικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής (Εικόνα 8). Η εγκατάλειψη της γης από τη γεωργία μπορεί να προβλεφθεί με την αξιολόγηση των διάφορων δεικτών που σχετίζονται με την παραγωγικότητα του εδάφους και το εισόδημα αγροτών, όπως είναι το βάθος του εδάφους, το μητρικό υλικό, η κλίση της επιφανείας του εδάφους, το ύψος και η κατανομή των βροχοπτώσεων, οι υπάρχουσες επιδοτήσεις, η μετανάστευση του πληθυσμού, και η διαθεσιμότητα νερού. Αρκετοί από αυτούς τους δείκτες είναι αλληλένδετοι και εξαρτώνται από τις τοπικές συνθήκες.



Εικόνα 8. Δείκτες που σχετίζονται με την εγκατάλειψη της γης και την ερημοποίηση

Εξ ορισμού, οι ημί-ξηρες περιοχές έχουν περιορισμένο διαθέσιμο νερό και είναι επομένως δυνητικά ευαίσθητες στην περιβαλλοντικές μεταβολές επηρεάζοντας την ανάπτυξη των φυτών. Το διαθέσιμο νερό για τα φυτά που αναπτύσσονται εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες (βροχοπτώσεις, εξατμισοδιαπνοή) και την αποθηκευτική ικανότητα του εδάφους σε νερό. Η αποθηκευτική ικανότητα σε νερό καθορίζεται από την υδατοχωρητικότητα (WHC) κάθε εδαφικής στρώσης ή ορίζοντα και αυτή εξαρτάται από την κοκκομετρική σύσταση, το βάθος του εδάφους, το ποσοστό σε πέτρες και χαλίκια και το μητρικό υλικό.

Τα τελευταία σαράντα χρόνια, οι ευνοϊκές εδαφικές και οι κλιματικές συνθήκες και η διαθεσιμότητα επιφανειακών ή υπόγειων υδάτων έχουν οδηγήσει στην εντατική καλλιέργεια των πεδινών περιοχών της Μεσογείου. Η ανάπτυξη εντατικών καλλιεργειών στις πεδιάδες είχε ως αποτέλεσμα μεγαλύτερες και οικονομικότερες αποδόσεις σε σύγκριση με τις αντίστοιχες στις λοφώδεις περιοχές ή σε περιοχές με αναβαθμούς. Επιπλέον, η ανάπτυξη γρήγορων μέσων μεταφοράς και η χαμηλού κόστους διακοπές έχουν ενθαρρύνει την επέκταση του εγχώριου και διεθνούς μαζικού τουρισμού κατά τα τελευταία 30 χρόνια. Η γρήγορη επέκταση του τουρισμού σε όλη τη μεσογειακή Ευρώπη ειδικά κατά μήκος των ακτών έχει οδηγήσει στην εντατικοποίηση της γεωργίας στις πεδινές περιοχές, την εγκατάλειψη του γεωργικών εδαφών σε λοφώδεις περιοχές με ή χωρίς αναβαθμούς, και την αύξηση του αριθμού και της συχνότητας των πυρκαγιών. Η μεγάλη ζήτηση στην κατανάλωση του νερού για ύδρευση ή σε άλλες οικονομικές δραστηριότητες είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση

της τιμής του νερού και του κόστους της γεωργικής παραγωγής, ενώ σε πολλές περιπτώσεις νερό χαμηλής ποιότητας χρησιμοποιείται για την άρδευση (νερό με μεγάλη ηλεκτρική αγωγιμότητα). Η άρδευση του εδάφους με νερό που περιέχει μεγάλες συγκεντρώσεις σε άλατα αυξάνει την αλατότητα του εδάφους, με αποτέλεσμα την δημιουργία μη παραγωγικής γης, η οποία εγκαταλείπεται και ερημοποιείται, ειδικά σε πεδιάδες που βρίσκονται κατά μήκος των ακτών.

Η διάβρωση του εδάφους λόγω της επιφανειακής απορροής του νερού, των ανέμων και των πρακτικών άροσης αποτελεί σοβαρή απειλή στην ποιότητα του εδάφους και στην παραγωγικότητα. Οι πρακτικές άροσης μετατοπίζουν μεγάλες ποσότητες εδάφους από τις ανώτερες κυρτές κεκλιμένες επιφάνειες και τις αποθέτουν στις κατώτερες κοίλες επιφάνειες σε λοφώδεις καλλιεργούμενες περιοχές. Τα αποτελέσματα της εδαφικής διάβρωσης στην παραγωγικότητα εξαρτώνται κατά ένα μεγάλο μέρος από το πάχος και την ποιότητα του επιφανειακού ορίζοντα και την φύση του υπεδάφους (Frye *et al.*, 1985; Acton and Padbury, 1993). Η παραγωγικότητα των βαθιών εδαφών με μεγάλου πάχους επιφανειακό ορίζοντα και με καλές ιδιότητες στο υπέδαφος δεν επηρεάζονται ουσιαστικά από την διάβρωση. Αντίθετα, τα περισσότερα λοφώδη εδάφη είναι ρηχά ή έχουν μερικές ανεπιθύμητες ιδιότητες στο υπέδαφος, όπως πετροκαλσικό ορίζοντα, ή συμπαγή βράχο με δυσμενείς επιπτώσεις στην παραγωγή. Σε αυτές τις περιοχές η παραγωγικότητα του εδάφους μειώνεται επειδή το πάχος του επιφανειακού ορίζοντα περιορίζεται και άγονο εδαφικό υλικό από το υπέδαφος αναμειγνύεται με τον επιφανειακό ορίζοντα κατά το όργωμα, ή η αποθηκευτική ικανότητα του εδάφους σε νερό και το βάθος του ενεργού ριζοστρώματος μειώνεται.

Σε πολλές λοφώδεις περιοχές έχουν διαμορφωθεί αναβαθμοί για την καλλιέργεια σιτηρών, αμπέλων, ελαιώνων και άλλων καλλιεργειών (Εικόνα 9). Σε πολλές περιπτώσεις οι πεζούλες, που έχουν κατασκευαστεί με πέτρες, είναι εκατοντάδων ή ακόμα και χιλιάδων ετών. Ατομικές πεζούλες σε σχήμα μισοφέγγαρου έχουν κατασκευαστεί προκειμένου να υποστηρίξουν μεμονωμένα δέντρα. Μετά την κατασκευή, έδαφος μεταφέρεται από άλλες θέσεις για το γέμισμα των πεζουλών. Η πρακτική διατήρησης των πεζουλών απαιτεί σήμερα μεγάλες δαπάνες. Η σημασία αυτών των πεζουλών έχει σημαντικά μειωθεί τις τελευταίες δεκαετίες λόγω μειωμένης βατότητας και δυνατότητας καλλιέργειας με γεωργικά μηχανήματα. Σήμερα πολλές από αυτές τις περιοχές έχουν εγκαταλειφθεί, και πολλές πεζούλες έχουν καταρρεύσει προκαλώντας την γρήγορη απώλεια του εδάφους με την επιφανειακή απορροή του νερού της βροχής.



Εικόνα 9: Αναβαθμοί στην Άνω Μερά Σύρου, Πηγή: (<http://www.greekscapes.gr>)

Η διαδικασία της υποβάθμισης του εδάφους μπορεί να επιταχυνθεί από την εντατική βόσκηση με μεγάλο αριθμό ζώων που οδηγεί στην υποβάθμιση της βλάστησης και την συμπίεση του εδάφους. Μια σημαντική συνέπεια της υπερβόσκησης είναι η αύξηση της εδαφικής διάβρωσης, δεδομένου ότι η βαθμιαία απογύμνωση εκθέτει το έδαφος στη διάβρωση από το νερό και τον αέρα. Κάτω από αυτές τις συνθήκες διαχείρισης, και σε περίπτωση που τα εδάφη έχουν περιοριστικούς υπο-επιφανειακούς ορίζοντες, όπως πετροκαλσικός ή συμπαγής βράχος, και λόγω του μεγάλου βαθμού διάβρωσης και των ξηροθερμικών κλιματικών συνθηκών δεν μπορούν να υποστηρίξουν ικανοποιητική βλάστηση, οδηγώντας έτσι στην εγκατάλειψη και την ερημοποίηση της γης.

Η χαμηλή παραγωγικότητα της γης σε συνδυασμό με μικρό αγροτικό κλήρο έχει οδηγήσει στη μαζική μετανάστευση των ανθρώπων από τις αγροτικές σε αστικές περιοχές. Η γη εγκαταλείπεται από την γεωργία ή χρησιμοποιείται από τους εναπομείναντες αγρότες. Οι επιδοτήσεις χορηγούνται σήμερα για συγκεκριμένους τύπους καλλιεργειών ή χρήσεων γης (όπως ελιές, σιτηρά, κτηνοτροφία) έχοντας μεγάλες επιπτώσεις στην ένταση της χρήσης γης, της λήψης αποφάσεων χρήσης της γης, και στο εισόδημα των αγροτών. Για παράδειγμα, σε μερικές περιπτώσεις η παραγωγικότητα των λοφωδών περιοχών με ρηχά εδάφη και ημί-ξηρες κλιματικές συνθήκες που καλλιεργούνται με σιτηρά είναι πολύ χαμηλή, και όχι οικονομικά εφικτή χωρίς επιδότηση. Σε αυτές τις περιπτώσεις η γη πρέπει να εγκαταλειφθεί ή να

χρησιμοποιηθεί ως βοσκότοπος εάν οι επιδοτήσεις που διατίθενται ανά εκτάριο διακοπούν. Στους βοσκότοπους ο αριθμός των ζώων έχει αυξηθεί σημαντικά στις τελευταίες δεκαετίες λόγω της χορηγήσεως των επιδοτήσεων με βάση των αριθμό των ζώων. Σε πολλές περιπτώσεις οι επιδοτήσεις έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην υποβάθμιση εδάφους και την ερημοποίηση της εγκαταλειμμένης γης.

1.4.7 Καταστροφή των δασών

Στις μέρες μας τα δάση απειλούνται από διάφορους παράγοντες όπως οι κλιματικές μεταβολές, μεταδοτικές ασθένειες από έντομα ή άλλους παθογενείς οργανισμούς, απειλές καθαρά ανθρωπογενούς φύσης, πυρκαγιές, ατμοσφαιρική ρύπανση, αποψίλωση και αύξηση των πιέσεων από τις κοινωνίες. Σύμφωνα με το World Resources Institute, πάνω από το 80% των φυσικών δασών της γης έχουν ήδη καταστραφεί. Τα δάση είναι οι φυσικοί καταναλωτές του διοξειδίου του άνθρακα, ενός από τα αέρια του θερμοκηπίου του οποίου η σταδιακή επαύξηση στη ατμόσφαιρα συμβάλει στην παγκόσμια υπερθέρμανση. Η κοπή των δασών όχι μόνο εξαλείφει αυτές τις «δεξαμενές απορρόφησης άνθρακα» αλλά επιπλέον η καύση και αποσύνθεσή τους απελευθερώνει μεγαλύτερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα και μεθανίου στην ατμόσφαιρα.

Η καταστροφή των δασών οφείλεται κατά κύριο λόγο στις ακόλουθες αιτίες:

- ⇒ Μετατροπή της γης κυρίως σε βοσκοτόπια για την παραγωγή κρέατος
- ⇒ Παραγωγή δασικής ξυλείας. Τα μεγαλύτερα δάση στον κόσμο βρίσκονται κυρίως στις αναπτυσσόμενες χώρες. Η καταστροφή της δασικής γης με σκοπό την εξαγωγή της ξυλείας στις ανεπτυγμένες χώρες, γίνεται βασικά δίχως να λαμβάνεται υπόψη η βιωσιμότητα.
- ⇒ Επέκταση της γεωργικής γης. Η αύξηση του πληθυσμού απαιτεί περισσότερη γη για ανάπτυξη: σε πολλές χώρες η ευκολότερη επιλογή είναι συχνά η εκμετάλλευση της δασικής γης.
- ⇒ Δημιουργία βιομηχανικών ζωνών. Οι μεταλλευτικές βιομηχανίες συχνά επιδιώκουν να χρησιμοποιούν δασική γη, προκαλώντας αποψίλωση.
- ⇒ Καύσιμος ύλη. Η οικοδομική και η καύσιμη ξυλεία από τα δάση είναι δημοφιλής στις αναπτυσσόμενες χώρες επειδή είναι φθηνή.

Οι σημαντικότερες συνέπειες της πυρκαγιάς, είναι οι εξής:

Τα πιο άμεσα και δραστικά αποτελέσματα στις περιοχές που πληγεί από πυρκαγιά, επιφέρει η αύξηση της απορροής και της διάβρωσης, η οποία προκαλείται από τη μείωση του ρυθμού διήθησης του νερού, της ικανότητας αποθήκευσης του νερού και της σταθερότητας των συσσωματωμάτων (Wells et al., 1979). Τα αποτελέσματα αυτά εκτός από την καταστροφή της βλάστησης οφείλονται στη δημιουργία κρούστας από τη στάχτη στην επιφάνεια του εδάφους, την ανάπτυξη υδροφοβικού στρώματος, τη μεταβολή της κοκκομετρικής σύστασης καθώς και τις μεταβολές στις εδαφικές χημικές, φυσικές και βιολογικές ιδιότητες που προκαλούνται

από τις πυρκαγιές (Andreu et al., 1994; Imeson et al., 1992). Η θερμοκρασία μπορεί να μεταβάλλει τα συστατικά της οργανικής ύλης και να δημιουργηθεί έτσι ένα υδροφοβικό στρώμα στα ανώτερα στρώματα του εδάφους ιδιαίτερα όταν αναπτυχθούν θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 450 °C (Giovannini and Lucchesi, 1984; Giovannini, 1994). Ο βαθμός που μπορεί να συμβεί κάτι τέτοιο εξαρτάται από την ποσότητα της οργανικής ύλης πριν από την πυρκαγιά (Botelho et al., 1994; Giovannini, 1994).

Η ένταση της βροχόπτωσης επηρεάζει σημαντικά την απώλεια του εδάφους μετά την πυρκαγιά. Η περίοδος 4-6 μηνών μετά την πυρκαγιά είναι η πιο επικίνδυνη περίοδος καθώς αν σημειωθούν ραγδαίες βροχοπτώσεις, παρατηρείται η μεγαλύτερη απώλεια εδάφους, ισχυρή υποβάθμιση και εκτεταμένες πλημμύρες. Ο κύριος παράγοντας απώλειας του εδάφους στις μετρίως καμένες περιοχές είναι η ένταση της βροχόπτωσης, ενώ στις σοβαρά καμένες περιοχές η συνολική βροχόπτωση (Dimitrakopoulos and Seiloropoulos, 2002). Οι μεσογειακές περιοχές χαρακτηρίζονται από μεγάλης έντασης βροχοπτώσεις, ιδιαίτερα στην αρχή του φθινοπώρου, όπου το νερό δεν προλαβαίνει να διηθηθεί και να αποθηκευθεί στο έδαφος προκαλώντας αύξηση της απορροής και της μεταφοράς ιζήματος ως συνέπεια των τοπογραφικών χαρακτηριστικών. Το γεγονός αυτό εάν συνδυαστεί με το σύνηθες μητρικό υλικό των εδαφών αυτών (ασβεστόλιθος) αποτελεί τον κύριο παράγοντα που επηρεάζει το σχήμα των μεσογειακών τοπίων (Lopez-Bermoudez et al., 1991).

Ο παράγοντας εκείνος που επηρεάζει περισσότερο τις διεργασίες της διάβρωσης είναι η ένταση της πυρκαγιάς, καθώς καθορίζει το βαθμό καταστροφής της βλάστησης και την θερμοκρασία του εδάφους η οποία μπορεί να προσδιοριστεί με την παρατήρηση ορισμένων χαρακτηριστικών της καμένης βλάστησης (π.χ. χρώμα της στάχτης, μέση διάμετρος των μη καμένων κλαδιών) (Moreno and Oechel, 1989).

Αντοχή των δασών στην ξηρασία:

Σε κάθε δασική έκταση αναπτύσσονται συγκεκριμένα φυτικά είδη που ευδοκούν στις συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες. Τρεις είναι οι γενικές κατηγορίες δασών που υπάρχουν στον κόσμο: τα Πολικά, τα Εύκρατα και τα Τροπικά δάση.

Οι κλιματικές συνθήκες που ασκούν μεγάλη επίδραση στην δομή και κατανομή της βλάστησης είναι η θερμοκρασία, η βροχόπτωση, η υγρασία, η ηλιακή ακτινοβολία και ο άνεμος. Καθένας από αυτούς τους παράγοντες επηρεάζει άμεσα τη φυσιολογία των φυτών (φωτοσύνθεση και αναπνοή) ή έμμεσα με την διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων κατά την εδαφογένεση.

Αποφασιστικός παράγοντας για την διατήρηση και ανάπτυξη των φυτών, ειδικά στις περιοχές με ξηρό κλίμα, είναι η ξηρασία. Τις τελευταίες δεκαετίες, η μείωση πολλών φυτικών ειδών δάσους αποδίδεται στις επαναλαμβανόμενες περιόδους ξηρασίας. Επομένως η βελτίωση της ανθεκτικότητας των δασικών ειδών είναι σημαντική τόσο για την ανάπτυξή όσο και για την διατήρησή τους σε αντίξοες κλιματικές συνθήκες. Γενικά η ικανότητα ενός φυτού να επιβιώσει σε ξηρές συνθήκες καθορίζεται από μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά. Οι μηχανισμοί επιβίωσης των φυτών σε ξηρές συνθήκες περιλαμβάνουν:

- ❖ αποφυγή ξηρασίας - ο παραγωγικός κύκλος ζωής εμφανίζεται μόνο όταν υπάρχει διαθέσιμο νερό.
- ❖ ανθεκτικότητα στη ξηρασία – ο μηχανισμός ενεργοποιείται όταν αναμένεται η ξηρασία (στα περισσότερα δέντρα).
- ❖ αναβολή μάρανσης- μηχανισμοί που επιβραδύνουν την απώλεια νερού ή αυξάνουν τη πρόσληψη ποσότητας νερού (στα περισσότερα φυτά).
- ❖ αναβολή της ανθεκτικότητας στην μάρανση - ικανότητα του φυτού να ανθίσταται στην μάρανση με επιτυχία και να συνέρχεται όταν είναι και πάλι διαθέσιμο το νερό.

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) επηρεάζει την ευαισθησία των φυτών στην ξηρασία. Ενδεχόμενη αύξηση της ποσότητας του CO₂ στην ατμόσφαιρα μειώνει το άνοιγμα των στομάτων που βρίσκονται στην επιφάνεια των φύλλων, με τα οποία τα φυτά απορροφούν CO₂ και απελευθερώνουν υδρατμούς. Αυτή η επίδραση ποικίλει πολύ από το ένα είδος στο άλλο. Σε ορισμένα είδη, όπως τη δρυς, η μείωση του ανοίγματος των στομάτων είναι σημαντική επειδή ελαχιστοποιεί την απώλεια νερού μέσω της διαπνοής του φύλλου, και συνεπώς μειώνεται η ευαισθησία του φυτού στην ξηρασία. Σε άλλα είδη, όπως το παραθαλάσσιο πεύκο ή η οξιά, αυτή η λειτουργία μείωσης της διαπνοής υπάρχει σε μικρότερο βαθμό ή ακόμη και καθόλου.

Η παραγωγικότητα των δασών

Η διατήρηση της υγιεινής και παραγωγικότητας των οικοσυστημάτων των δασών αποτελεί αναγκαία προϋπόθεση για την σωστή διαχείριση και βιώσιμη ανάπτυξη της γης. Ένα δάσος που χαρακτηρίζεται από χαμηλή παραγωγικότητα των διακρίνεται από μειωμένη ποσότητα βιομάζας, μικρή ανθεκτικότητα και μεγαλύτερη ευαισθησία σε αμετάκλητες μεταβολές. Τα δάση είναι εκτεθειμένα σε ένα μεγάλο αριθμό φυσικών και ανθρωπογενών πιέσεων. Οι φυσικές πιέσεις περιλαμβάνουν τα ακραία καιρικά φαινόμενα, τις μεταδοτικές και παθογενείς ασθένειες των δασών και καταστροφικά γεγονότα. Οι ανθρωπογενείς πιέσεις περιλαμβάνουν δραστηριότητες όπως η αλλαγή χρήσης γης, ακατάλληλες ή μη-βιώσιμες πρακτικές καλλιέργειας, υλοτομία, κατασκευή δρόμων που μειώνουν την ικανότητα της περιοχής να συνεχίσει ως παραγωγική δασική γη, εισαγωγή εξωτικών φυτών ή ζώων, και ατμοσφαιρική ρύπανση.

Η μεταβολή των οικολογικών συνθηκών εξαιτίας των δραστηριοτήτων του ανθρώπου ή η κλιματική αλλαγή μπορεί να αυξήσει την ευαισθησία των δασών στις φυσικές πιέσεις όπως την ξηρασία, τις αλλαγές στην υπόγεια στάθμη των νερών, τις προσβολές ασθενειών και τις φυσικές πυρκαγιές. Η αλληλεπίδραση μεταξύ των ανθρωπογενών και φυσικών πιέσεων μπορεί να έχει ακόμη πιο αρνητικές επιδράσεις πάνω στην υγιεινή του δάσους. Όσο πλησιέστερα προς την δασική γη είναι κατοικημένες περιοχές ή άλλες εγκαταστάσεις τόσο περισσότερες είναι οι προκλήσεις για την διαχείριση τους και ιδιαίτερα όσον αφορά το πρόβλημα της πυροπροστασίας.

Τα προβλήματα υγιεινής δάσους που μειώνουν την ανθεκτικότητα των δασών ή την ικανότητά τους να στηρίζουν τις ανάγκες της κοινωνίας θα πρέπει να αποτελέσουν ζητήματα στρατηγικής σημασίας για τη διαχείριση των δασών.

Η σπουδαιότητα της ύπαρξης των δασών καθιστά κάθε προσπάθεια για την προστασία τους πιο επίκαιρη και κρίσιμότερη από ότι πριν. Αλλά προκειμένου τα δάση να επιτελέσουν τις ουσιώδεις περιβαλλοντικές λειτουργίες τους και τις τεράστιες παραγωγικές δυνατότητές τους, θα πρέπει να εφαρμοστεί ένα σχέδιο σωστής διαχείρισης αυτών. Καταρχήν θα πρέπει να ληφθούν δασοπονικά μέτρα για την βελτίωση της υγιεινής και ευρωστίας των συστάδων, να υποκινηθεί η παραγωγικότητά τους και να αποφευχθούν οι αιτίες της κακής ανάπτυξης, έτσι ώστε να αποτραπεί η ενεργοποίηση και ανάπτυξη δευτερευόντων οργανισμών. Η διατήρηση της ποικιλίας των ειδών και των τύπων συστάδων είναι εξίσου σημαντική για μια αποτελεσματική καταπολέμηση των βιοτικών απειλών. Οι τεχνολογίες διαχείρισης δασών θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ευρύτερα ως το πρώτο βήμα μετατόπισης από την μερική εκμετάλλευση του δάσους για υλοτομία στην βιώσιμη χρήση του.

Ενδεικτικά αναφέρονται ορισμένες προτεραιότητες για την προώθηση της βιώσιμης διαχείρισης και ανάπτυξης των δασών:

- Προώθηση πολυ-λειτουργικών στόχων,
- Ενίσχυση σύνδεσης μεταξύ βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων στρατηγικών,
- Παρακολούθηση βασισμένη σε κριτήρια και δείκτες,
- Προώθηση και παροχή κινήτρων στους ιδιοκτήτες δασικής γης,
- Ανάπτυξη δασικών επιχειρήσεων και αγορών,
- Βελτίωση της δημόσιας διοίκησης,
- Ενίσχυση των πολλαπλών δραστηριοτήτων των δασικών επιχειρήσεων,
- Ενίσχυση της έρευνας,
- Εκπαίδευσης και ενημέρωσης (EOFM, 2000).

Η βιώσιμη διαχείριση των δασών περιλαμβάνει την στήριξη διαφόρων θεμάτων της λειτουργίας των δασών όπως η διατήρηση της βιοποικιλότητας, η διατήρηση των εδαφικών και υδατικών πόρων και η παραγωγή ξυλείας.

Η επίδραση της βόσκησης

Τα κτηνοτροφικά ζώα μειώνουν την ικανότητα ανανέωσης της βλάστησης εξαιτίας της εντατικής βόσκησης και της συμπίεσης του εδάφους. Στα συστήματα χαμηλής παραγωγικότητας, η συνεχής υπερβόσκηση μπορεί να μεταβάλει τις σχέσεις μεταξύ των φυτών, για παράδειγμα να προκαλέσει ανταγωνισμό μεταξύ των φυτών για φως και θρεπτικά στοιχεία, διαταράσσοντας έτσι σημαντικές οικολογικές διαδικασίες όπως ο θρεπτικός κρίκος εδάφους-φυτού. Η βόσκηση και η συμπίεση του εδάφους από τα κτηνοτροφικά ζώα είναι δυνατόν να διαφοροποιήσουν τη

βιοποικιλότητα μιας περιοχής. Στα οικοσυστήματα υψηλής παραγωγικότητας, η βόσκηση μπορεί να αυξήσει τον αριθμό των φυτικών ειδών απομακρύνοντας τους μεγάλους ανταγωνιστές και παρέχοντας δυνατότητες για την ανάπτυξη λιγότερο ανταγωνιστικών ειδών. Αντίθετα, στα οικοσυστήματα χαμηλής παραγωγικότητας, η εντατική βόσκηση μπορεί να μειώσει τον αριθμό φυτικών ειδών και την βιοποικιλότητα. Η επίδραση της βόσκησης δεν καθορίζεται μόνο από την παραγωγικότητα του οικοσυστήματος, αλλά επίσης από τον τύπο του ζώου, το ρυθμό φυτοφαγίας και το ιστορικό βόσκησης.

Η υπερβόσκηση συχνά θεωρείται υπεύθυνη για την παγκόσμια ερημοποίηση. Συγκεκριμένα, εξαρτάται από την ένταση της βόσκησης (μικρή, μεγάλη, πολύ έντονη και καταστροφική) καθώς και από την διάρκεια της βόσκησης, η οποία μπορεί να μετρηθεί σε μήνες, χρόνια, δεκαετίες ή ακόμη και αιώνες. Πέρα από τις παρατεταμένες ξηρασίες, ένας αποδεκτός ρυθμός βόσκησης μπορεί να προκαλέσει προσωρινά υπερβόσκηση σε μερικά χρόνια εξαιτίας των διακυμάνσεων της παραγωγικότητας του τόπου. Η βλάστηση, συνήθως αποκαθιστάται με φυσικές διεργασίες. Η πυκνότητα βόσκησης παράλληλα με τα συστήματα διαχείρισης που καταλήγουν σε διαρκή καταστροφική βόσκηση είναι βασική αιτία ερημοποίησης των βοσκότοπων. Η διεργασία ερημοποίησης επιταχύνεται όταν αυτές οι πρακτικές διατηρούνται κατά τη διάρκεια ξηρασίας και σε ορισμένες εποχές όπου τα φυτά είναι πολύ ευαίσθητα στην εκμετάλλευση. Επίσης, η καταστροφική βόσκηση προκαλεί χαμηλή παραγωγικότητα.



Εικόνα 10 : Υπερβόσκηση (Πηγή <http://www.unibas.it/desertnet/>)

1.5 Περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές στη ερημοποίηση

Οι περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές (ΠΕΠ) στην ερημοποίηση μπορούν να διαχωριστούν σε τέσσερις κατηγορίες, με βάση το στάδιο υποβάθμισης της γης:

Κρίσιμες: Περιοχές ήδη υποβαθμισμένες, εξαιτίας της κακής διαχείρισης της γης κατά το παρελθόν. Η κατηγορία αυτή αποτελεί κίνδυνο για το περιβάλλον των γειτονικών περιοχών. Ως παράδειγμα αναφέρονται οι έντονα διαβρωμένες περιοχές που υπόκεινται σε μεγάλη επιφανειακή απορροή και απώλεια του εδάφους γεγονός που μπορεί να προκαλέσει σημαντικές πλημμύρες στις χαμηλότερες περιοχές και πρόσχωση των φραγμάτων. Διακρίνονται σε τρεις υποκατηγορίες με μειωμένο βαθμό υποβάθμισης ως εξής C3, C2, και C1.

Ευαίσθητες: Περιοχές στις οποίες κάθε πιθανή μεταβολή μεταξύ της λεπτής ισορροπίας του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης δραστηριότητας είναι δυνατό να οδηγήσει στην ερημοποίηση. Για παράδειγμα, η επίδραση της αναμενόμενης κλιματικής μεταβολής εξαιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι πιθανόν να προκαλέσει μείωση του βιολογικού δυναμικού εφόσον η ξηρασία οδηγήσει στην απώλεια της φυτοκάλυψης. Αυτό θα έχει ως συνέπεια την αύξηση του ρυθμού διάβρωσης με αποτέλεσμα οι περιοχές αυτές να μεταπέσουν πλέον στη προηγούμενη κατηγορία. Άλλη πιθανή μεταβολή είναι η αλλαγή της χρήσης γης, όπως για παράδειγμα η μεταβολή από φυσική βλάστηση σε καλλιέργεια σιτηρών. Η μεταβολή αυτή σε ευαίσθητα εδάφη μπορεί να προκαλέσει άμεση αύξηση της απορροής και της διάβρωσης, και πιθανόν ρύπανση με φυτοφάρμακα και λιπάσματα στις χαμηλότερες περιοχές. Διακρίνονται σε τρεις υποκατηγορίες με μειωμένο βαθμό υποβάθμισης ως εξής F3, F2, και F1.

Δυνητικές: Περιοχές που απειλούνται από την ερημοποίηση μετά από σημαντική κλιματική μεταβολή, ή αν εφαρμοστεί κάποιος ειδικός συνδυασμός χρήσεων γης ή εκεί όπου εμφανίζονται έντονα προβλήματα από επιδράσεις που δημιουργούνται σε άλλη περιοχή, όπως είναι για παράδειγμα η μεταφορά σε χαμηλότερες περιοχές φυτοφαρμάκων που χρησιμοποιήθηκαν στα ανάντη υπό διαφορετικές χρήσεις γης ή κοινωνικο-οικονομικές συνθήκες. Η κατηγορία αυτή έχει υποστεί μικρότερη υποβάθμιση από ότι η προηγούμενες.

Μη απειλούμενες: Περιοχές μη απειλούμενες από την ερημοποίηση που χαρακτηρίζονται από βαθιά έως πολύ βαθιά, σχεδόν επίπεδα, καλώς

αποστραγγιζόμενα, χονδρόκοκκα ή και πιο λεπτόκοκκα εδάφη, σε ημί-ξηρες ή και πιο υγρές κλιματικές συνθήκες ανεξάρτητα από το τύπο της βλάστησης που επικρατεί.

Πίνακας 2. Δείκτες που πιθανόν να σχετίζονται με την εκτίμηση του κινδύνου ερημοποίησης της γης

Περιφερειακοί δείκτες		
Φυσικοί	Κλιματικοί	Δείκτες που σχετίζονται με τον άνθρωπο
α. Εδαφικοί	Βροχόπτωση	α. Κοινωνικο – οικονομικοί
Αλατότητα	Ξηροθερμικός δείκτης	Μεταβολή του πληθυσμού
Οξύτητα	Έκθεση της κλίσης	Μεταβολή του αριθμού των ζώων
β. Δείκτες που σχετίζονται με το νερό	Προσχώσεις φραγμάτων	Μεταβολή του αριθμού των τουριστών
Εμπλουτισμός του υδροφόρου ορίζοντα	Συχνότητα εμφάνισης πλημμύρας	Μεταβολή της γεωργικής γης
		Εγκατάλειψη της καλλιεργούμενης γης
		β. Διαχείρισης
		Αποψίλωση και πυρκαγιές δασών
		γ. Πολιτικοί
		Προστασία των δασών από τις πυρκαγιές
Τοπικοί δείκτες		
Φυσικοί	Κλιματικοί	Δείκτες που σχετίζονται με τον άνθρωπο
α. Εδαφικοί		α. Κοινωνικο-οικονομικοί
Βάθος εδάφους		Τύπος ιδιοκτησίας
Μητρικό υλικό		Μέγεθος οικογένειας
Κοκκομετρική σύσταση		Μέγεθος αγρού
Κλίση της επιφάνειας του		Αριθμός αγροτεμαχίων

εδάφους		
Υδρομορφία		Παράλληλη απασχόληση
Πετρώδες του εδάφους		Ηλικία χρήστη-γης
β. Δείκτες που σχετίζονται με το νερό		Απώλεια της απόδοσης των καλλιεργειών
Διαθέσιμο νερό για άρδευση		Αγροτικό εισόδημα
Ποιότητα του νερού άρδευσης		Επιδοτήσεις
γ. Βλάστησης		β. Διαχείρισης
Τύπος χρήσης γης		Μηχανική κατεργασία του εδάφους
Ποσοστό φυτοκάλυψης		Εφαρμογή λιπασμάτων
Ανθεκτικότητα των φυτών στη ξηρασία		Βόσκηση
Προστασία του εδάφους από τη διάβρωση		Αειφόρος γεωργία
Κίνδυνος εκδήλωσης πυρκαγιάς		Αειφόρος διαχείριση δασών
		Αναβαθμοί
		Αποθήκευση του νερού της απορροής
		Προστασία του εδαφικού νερού
		Βελτίωση προβληματικών εδαφών
		Ελεγχόμενη βόσκηση
		Καλλιέργεια φυτών με μικρές απαιτήσεις σε νερό
		Αύξηση της οργανικής ύλης
		Μέτρα ελέγχου της εδαφικής διάβρωσης
		γ. Πολιτικοί
		Εφαρμογή πολιτικής για την προστασία του περιβάλλοντος

1.6 . Ελληνικό Σχέδιο Δράσης για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης

1.6.1 Εθνική πολιτική για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης

Βάσει της Σύμβασης του Ο.Η.Ε. για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης που επικυρώθηκε από τη Βουλή των Ελλήνων στις 28 Φεβρουαρίου 1997 και κατέστη Νόμος του Κράτους (Ν. 2468/97), το Υπουργείο Γεωργίας συνέστησε την Εθνική Επιτροπή Καταπολέμηση της Ερημοποίησης (ΕΚΕΘΕ), για να καταρτίσει το επιβαλλόμενο από τη Σύμβαση Εθνικό σχέδιο δράσης.

Το έργο της επιτροπής είναι η υποβολή της έρευνας και της εφαρμογής των αποτελεσμάτων της για την προστασία των εδαφικών και των υδάτινων πόρων, η διαμόρφωση θεμάτων επί θεμάτων ερημοποίησης και η υποβολή τους στους αρμόδιους φορείς, ο συντονισμός και η παρακολούθηση προγραμμάτων αντιμετώπισης του φαινομένου η προώθηση συνεργασιών σε εθνικό και διεθνές επίπεδο, η διεθνής εκπροσώπηση της χώρας και ο συντονισμός της ενημέρωσης του κοινού επί των σχετικών θεμάτων.

Η Εθνική επιτροπή για την καταπολέμηση της ερημοποίησης μετά από υπεύθυνη εργασία των μελών της και ευρύτατο διάλογο με τους φορείς της χώρας συνέταξε το 2001, το Ελληνικό Σχέδιο Δράσης κατά της ερημοποίησης, το οποίο έγινε αποδεκτό με κοινή υπουργική απόφαση και απεστάλη σε όλους τους φορείς της διοίκησης, των κομμάτων της αυτοδιοίκησης και στις μη κυβερνητικές οργανώσεις.

Το Εθνικό πρόγραμμα Δράσης καταρτίστηκε με βάση τις επιμέρους εισηγήσεις των επιτροπών Γεωργίας, Δασών, Κλίματος-Υδάτινων Πόρων και Κοινωνίας-Οικονομίας που απαρτίζονται από ειδικούς επιστήμονες και που συνέστησε με απόφαση της η Εθνική Επιτροπή για τη καταπολέμηση της ερημοποίησης

Στο σχέδιο περιγράφονται οι βασικές κατευθύνσεις και μηχανισμοί που πρέπει να ακολουθηθούν σε εθνικό επίπεδο κατά την προσπάθεια αντιμετώπισης των κινδύνων και επιπτώσεων της ερημοποίησης. Δεν περιγράφονται τα εξειδικευμένα μέτρα που πρέπει να ληφθούν στην εκάστοτε περίπτωση, πολλά από τα οποία προαπαιτούν ειδικές μελέτες. Το σχέδιο δράσης είναι ευέλικτο και δύναται να τροποποιείται ανάλογα με τις μεταβολές των κοινωνικών, οικονομικών, τεχνολογικών, και φυσικών συνθηκών. Ουσιώδες μέρος του σχεδίου δράσης αναφέρεται σε πολιτικές νομοθετικές, οικονομικές και κοινωνικές ρυθμίσεις και στρατηγικές.

1.6.2 Στόχοι του Ελληνικού σχεδίου δράσης κατά της καταπολέμησης

Οι στόχοι του Ελληνικού Εθνικού σχεδίου δράσης είναι :

1. Ο προσδιορισμός των απειλούμενων περιοχών και του μεγέθους της απειλής
2. Η εκτίμηση της αποτελεσματικότητας της ακολουθούμενης πολιτικής και των λαμβανομένων μέτρων
3. Η αποτελεσματικότερη εφαρμογή και χρησιμοποίηση των υφιστάμενων δομών και θεσμών
4. Η επεξεργασία διορθωτικών , συμπληρωματικών, και επιπρόσθετων πολιτικών θεσμικών, οικονομικών, κοινωνικών και τεχνικών μέτρων, όπου αυτά απαιτούνται και προτάσεις μηχανισμών που απαιτούνται για την εξειδίκευση και εφαρμογή τους.
5. Η διατύπωση εθνικής στρατηγικής που να εξασφαλίζει την πρόληψη και αντιμετώπιση της ερημοποίησης, να προωθεί την αειφόρο εκμετάλλευση της γης, των υδάτων, της πανίδας και της χλωρίδας και να ελαχιστοποιεί τις αντιπαραθέσεις ως προς τη χρήση των γαιών.
6. Η ευαισθητοποίηση και η ενεργός συμμετοχή των επηρεαζόμενων πληθυσμών και τοπικών φορέων αυτών στη διατύπωση και εφαρμογή των επιμέρους και εξειδικευμένων μέτρων πρόληψης και αντιμετώπισης της ερημοποίησης
7. Η επιλογή και διατύπωση προτεραιοτήτων και πιλοτικών δράσεων
8. Η προώθηση της δημογραφικής και κοινωνικό-οικονομικής ανάκαμψης περιοχών που αντιμετωπίζουν προβλήματα ερημοποίησης σε συνδυασμό με την ανάπτυξη πρακτικών χρήσης των απειλούμενων πόρων , που είτε περιορίζουν είτε αντιστρέφουν το φαινόμενο.

1.6.3. Βασικοί άξονες του εθνικού σχεδίου δράσης

Ο κύριος στόχος του σχεδίου είναι να αποτελέσει ένα γενικό πλαίσιο μέτρων και δράσεων που θα καθορίζουν την πολιτική και την στρατηγική της χώρας στην καταπολέμηση της ερημοποίησης

Συνοπτικά, οι βασικοί άξονες του Σχεδίου Δράσης για την ερημοποίηση είναι:

- ⇒ Η ενημέρωση όλων των εμπλεκόμενων φορέων για το κίνδυνο και τις επιπτώσεις της ερημοποίησης
- ⇒ Η εξασφάλιση της επάρκειας των υδατικών αποθεμάτων της χώρας με το περιορισμό των απωλειών και της σπατάλης του αρδευτικού ύδατος, καθώς και με την προστασία των υδροφόρων από τη ρύπανση. Επίσης, η προστασία της χώρας για την αντιμετώπιση κρίσεων λειψυδρίας.
- ⇒ Η προστασία του εδάφους από πάσης φύσεως ρυπαντές.
- ⇒ Η προστασία των δασών από πυρκαγιές και καταστροφικές εκχερσώσεις, καθώς και η έγκαιρη αποκατάσταση της καταστρεφόμενης από τις πυρκαγιές δασικής βλάστησης
- ⇒ Η προστασία των υδατικών πόρων από την υπερκατανάλωση και τη ρύπανση. Ιδιαίτερη έμφαση αποδίδεται στον τομέα της γεωργίας με πρόνοια

- για την εφαρμογή αρδευόμενης γεωργίας μόνο σε περιπτώσεις εξασφαλισμένης αιφόρου επάρκειας υδατικών πόρων, με παράλληλο
- ⇒ εκσυγχρονισμό των αρδευτικών συστημάτων και λαμβανομένων υπόψη και των αναγκών της πρόληψης της αλάτωσης των εδαφών.
 - ⇒ Η προστασία των αγροτικών γαιών και βοσκοτόπων από την εντατική εκμετάλλευση λαμβάνοντας υπόψη τα όρια της βιοϊκανότητας τους και με πρόνοια για άσκηση της γεωργίας μόνο σε εδάφη με μικρές κλίσεις. Επίσης, προστασία αγροτόπων και δασικών εκτάσεων από πιέσεις για οικοδομική, βιομηχανική και τουριστική χρήση, καθώς και αναθεώρηση του συστήματος γεωργικών και κτηνοτροφικών επιδοτήσεων οι οποίες δεν εξασφαλίζουν την αιφόρο ανάπτυξη.
 - ⇒ Η λήψη κοινωνικό-οικονομικών μέτρων για την αποδοχή των πολιτικών και τη συμμετοχή των επηρεαζόμενων πληθυσμών στην εφαρμογή τους
 - ⇒ Η λήψη θεσμικών χρηματοδοτικών και οργανωτικών μέτρων για την εφαρμογή του σχεδίου.
 - ⇒ Η εγκατάσταση δικτύου παρακολούθησης της πορείας της ερημοποίησης και έγκαιρης προειδοποίησης.
 - ⇒ Η ανάπτυξη συνεργασιών μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων σε εθνικό ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο
 - ⇒ Η ενίσχυση της έρευνας, ανταλλαγής πληροφοριών και εκπαίδευσης, και οργάνωση μηχανισμών παρακολούθησης με την επιλογή κατάλληλων δεικτών.

Επίσης, προτείνεται η ανάληψη του έργου της καταπολέμησης της ερημοποίησης και αντιμετώπισης των επιπτώσεων της σε τοπικό επίπεδο από τις αρμόδιες κρατικές και δημοτικές αρχές σε συνεργασία με τους τοπικούς κοινωνικούς φορείς. Σε κάθε Περιφέρεια ή Νομαρχία που βρίσκεται σε απειλούμενες ζώνες προτείνεται η σύσταση ειδικών επιτροπών κατά της απερήμωσης, με τη συμμετοχή των προϊστάμενων των αρμόδιων υπηρεσιών (γεωργίας, δασών, δημόσιων έργων, χωροταξίας και περιβάλλοντος και κοινωνικών υποθέσεων) και εκπροσώπων δημοτικών αρχών, κοινωνικών φορέων και αγροτικών συνεταιρισμών (<http://www.geo-info.gr>).

Το Σχέδιο Δράσης θα εφαρμοστεί αρχικά σε πιλοτικές ζώνες υψηλού κινδύνου. όπου θα εκτιμηθεί το εφικτό και η αποτελεσματικότητα των προτεινόμενων μέτρων και θα γίνουν οι αναγκαίες προσαρμογές. Τα μέτρα που προβλέπονται στους ανωτέρω άξονες δεν θα είναι μεμονωμένα. αλλά θα εντάσσονται σε ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα. που θα συντάσσεται για κάθε περιοχή και θα εξειδικεύει με λεπτομέρεια τα ληφθέντα μέτρα και τις αναγκαίες δράσεις λαμβανομένων υπόψη των τοπικών συνθηκών.

Οι δυο κυρίες επιδιώξεις του Εθνικού Σχεδίου Δράσης είναι η προστασία και αύξηση της παραγωγικότητας των εδαφικών πόρων και η προστασία και αύξηση της δυνατότητας αξιοποίησης των υδάτινων πόρων. Οι δύο αυτοί πόροι είναι αλληλένδετοι και δρουν ενιαία ως οι βασικότεροι συντελεστές των χερσαίων οικοσυστημάτων, φυσικών και γεωργικών. Συνεπώς το έδαφος και το νερό πρέπει να

αντιμετωπιστούν ως ενιαίο σύνολο για να καταστούν εφικτές οι παραπάνω επιδιώξεις.

2.Υλικά και Μέθοδοι

Σκοπός της παρούσας μελέτης, ήταν η εκτίμηση του κίνδυνου ερημοποίησης των εδαφών της ευρύτερης περιοχής της επαρχίας Αμαρίου του νομού Ρεθύμνης της νήσου Κρήτης, έτσι ώστε να αναγνωρισθούν τα ευαίσθητα στην ερημοποίηση εδάφη να αξιολογηθούν οι τεχνικές διαχείρισης τους και να προταθούν τα καταλληλότερα μέτρα διαχείρισής , τα όποια θα εξασφαλίζουν την προστασία και την αειφορία των εδαφικών πόρων.

Για το σκοπό αυτό, έγινε αρχικά χάραξη των χαρτογραφικών εδαφικών μονάδων σε αεροφωτογραφίες της περιοχής μελέτης. Στη συνέχεια έγινε ταυτοποίηση των χαρτογραφικών εδαφικών μονάδων και ακολούθησε η επιτόπια συλλογή στοιχείων που αφορούσαν:

1. Στο έδαφος :
 - Το μητρικό υλικό
 - Το ποσοστό των αδρομερών υλικών στην επιφάνεια του
 - Το βάθος
 - Την κλίση της επιφάνειας
 - Την υδρομορφία
 - Την κοκκομετρική σύσταση
 - Τη διάβρωση
2. Στη φυτοκάλυψη :
 - Το ποσοστό της συνεισφοράς του κάθε κύριου φυτικού είδους στην φυτοκάλυψη και το ποσοστό της φυτοκάλυψης.
3. Στη διαχείριση της γης :
 - Η εφαρμογή της πολιτικής
 - Η ένταση χρήσης γης

Τα στοιχεία τα οποία συλλέχθηκαν χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της ποιότητας εδάφους, κλίματος, βλάστησης και διαχείρισης γης ως ακολούθως:

2.1 Ποιότητα εδάφους (S.Q.I.)

Η ποιότητα του εδάφους καθορίζεται χρησιμοποιώντας δείκτες όπως το μητρικό υλικό, το ποσοστό χαλικιών στην επιφάνεια, την κλίση της επιφάνειας, το βάθος, την κοκκομετρική σύσταση και την υδρομορφία. Η ποιότητα του εδάφους στη συνέχεια καθορίζεται χρησιμοποιώντας την εξίσωση (1):

$$S.Q.I. = (\text{κοκ. σύσταση} * \text{μητρικό υλικό} * \text{πετρώδες} * \text{βάθος} * \text{κλίση} * \text{υδρομορφία})^{1/6} \quad (1)$$

2.2 Ποιότητα κλίματος (C.Q.I.)

Η ποιότητα του κλίματος καθορίζεται χρησιμοποιώντας δείκτες που επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα του νερού στα φυτά, όπως είναι η ετήσια βροχόπτωση, η θερμοκρασία του αέρα και η ξηρασία, η έκθεση όπως κλίση όπως επιφανείας του εδάφους αλλά και οι δυσμενείς παράγοντες του κλίματος όπως είναι ο παγετός ο οποίος μπορεί να εμποδίσει την ανάπτυξη των φυτών. Η ποιότητα του κλίματος στη συνέχεια καθορίζεται χρησιμοποιώντας την εξίσωση (2):

$$C.Q.I. = (\text{βροχόπτωση} * \text{ξηρασία} * \text{έκθεση})^{1/3} \quad (2)$$

2.3 Ποιότητα βλάστησης (V.Q.I.)

Η βλάστηση καθορίζεται σε σχέση με τον τύπο της βλάστησης και το ποσοστό της φυτοκάλυψης. Ο τύπος της βλάστησης καθορίζεται σε σχέση με τα κυρίαρχα είδη που απαντούν σε μία περιοχή και ομαδοποιείται σε κατηγορίες. Η ποιότητα βλάστησης ορίζεται με βάση τα εξής χαρακτηριστικά: (α) τον κίνδυνο εμφάνισης πυρκαγιάς και την ικανότητα για αναβλάστηση, (β) την προστασία των εδαφών από τη διάβρωση, (γ) την ανθεκτικότητα της βλάστησης στη ξηρασία, και (δ) το ποσοστό της φυτοκάλυψης. Η ποιότητα της βλάστησης στη συνέχεια καθορίζεται χρησιμοποιώντας την εξίσωση (3):

$$V.Q.I. = (\text{κίνδυνο εμφάνισης πυρκαγιάς} * \text{αντίσταση στη διάβρωση} * \text{ανθεκτικότητα στη ξηρασία} * \text{ποσοστό φυτοκάλυψης})^{1/4} \quad (3)$$

2.4 Ποιότητα διαχείρισης (M.Q.I.)

Για τον προσδιορισμό της ποιότητας διαχείρισης, ή του βαθμού παρέμβασης του ανθρώπου καθορίζονται αρχικά οι εξής τύποι χρήσης της γης: καλλιεργούμενη γη (γεωργικές καλλιέργειες, βοσκότοποι), φυσικές περιοχές (δάση, θαμνώδεις περιοχές, ακάλυπτο έδαφος). Η ένταση της χρήσης γης στις γεωργικές καλλιέργειες καθορίζεται με βάση τη συχνότητα άρδευσης, το βαθμό μηχανοποίησης της καλλιέργειας, την εφαρμογή χημικών και λιπασμάτων, τις ποικιλίες των φυτών που χρησιμοποιούνται (βελτιωμένες ή μη). Η ένταση της χρήσης γης στους βοσκότοπους

καθορίζεται εκτιμώντας τον αιεφόρο ρυθμό βόσκησης (SSR) και τον πραγματικό ρυθμό βόσκησης (ASR) σε κάθε τμήμα γης. Ο αιεφόρος ρυθμός βόσκησης εκτιμάται από την εξίσωση 4:

$$SSR = X * P * F / R \quad (4)$$

2.5 Ορισμός των περιβαλλοντικά ευαίσθητων περιοχών στην ερημοποίηση

Ο συνδυασμός των περιβαλλοντικών ποιοτήτων εδάφους (SQI), κλίματος (CQI) και βλάστησης (VQI) καθώς και ο δείκτης ποιότητας της διαχείρισης (MQI) χρησιμοποιούνται στη συνέχεια για τον καθορισμό του δείκτη της Π.Ε.Π. (Περιβαλλοντικά Ευαίσθητες Περιοχές) στην ερημοποίηση (ESAI) με βάση την παρακάτω εξίσωση 5 :

$$ESAI = (SQI * CQI * VQI * MQI)^{1/4} \quad (5)$$

Η κατηγορία των ΠΕΠ καθορίζονται στη συνέχεια με βάση τον Πίνακα 3

Πίνακας 3 : Κατηγορίες και υποκατηγορίες των ΠΕΠ στην ερημοποίηση με τα αντίστοιχες κλάσεις του δείκτη ESAI.

Κατηγορία ΠΕΠ	Υποκατηγορία	Διακύμανση δείκτη ESAI
Κρίσιμες C	C3	>1,53
	C2	1,42-1,53
	C1	1,38-1,41
Ευαίσθητες F	F3	1,33-1,37
	F2	1,27-1,32
	F1	1,23-1,26
Δυνητικές P	P	1,17-1,22
Μη απειλούμενες N	N	<1,17

Ο δείκτης ESAI, είναι ένας σύνθετος δείκτης που εκφράζει την περιβαλλοντική ευαισθησία μιας περιοχής στη ερημοποίηση. Στη παρούσα εργασία, ο δείκτης ESAI χρησιμοποιήθηκε :

- Για την αναγνώριση των περιβαλλοντικών ευαίσθητων στην ερημοποίηση εδαφών

- Για το χαρακτηρισμό και τον προσδιορισμό των παραγόντων που δημιουργούν κρίσιμες καταστάσεις, έτσι ώστε να ληφθούν οι κατάλληλες αποφάσεις διαχείρισης της γης.
- Ως σύστημα υποστήριξης απόφασης για την αξιολόγηση των επιπτώσεων διαφορετικών στρατηγικών διαχείρισης περιοχών ευαίσθητων στην ερημοποίηση.

2.6 Δημιουργία χαρτών

Οι χάρτες δημιουργήθηκαν με τη χρήση του προγράμματος Arc Gis, σε κλίμακα 1:50.000 και περιγράφουν τωρινά στοιχεία, του κινδύνου πυρκαγιάς, του κινδύνου διάβρωσης, την αντίσταση της βλάστησης στη ξηρασία και του κινδύνου ερημοποίησης ESAI

Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε με το σύστημα DIS for ME - Desertification Indicators System for Mediterranean Europe .

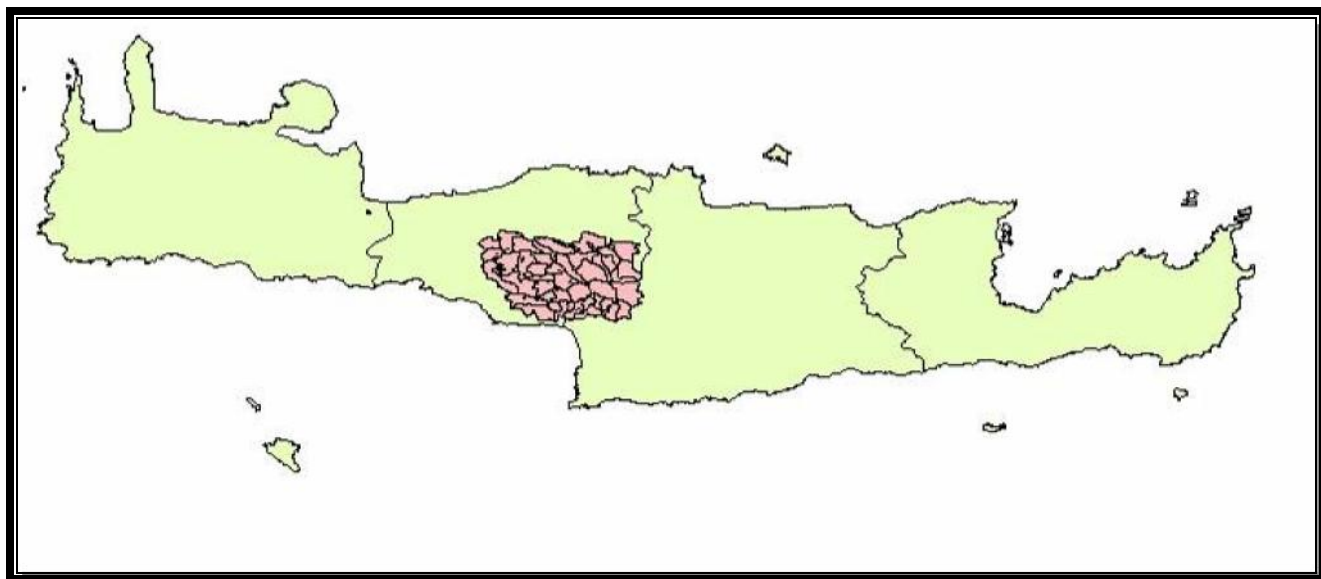
Με τη χρήση των γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων υπολογίστηκε ο δείκτης ESAI για ένα μεγάλο αριθμό μονάδων γης και συντάχτηκε χάρτη των περιοχών που επηρεάζονται από την ερημοποίηση. Επιπρόσθετα, ο δείκτης ESAI χρησιμοποιήθηκε και ως Σύστημα Υποστήριξης Απόφασης για την αξιολόγηση των επιπτώσεων διαφορετικών στρατηγικών διαχείρισης περιοχών ευαίσθητων στην ερημοποίηση.

3.ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

3.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ο νομός Ρεθύμνου είναι ο πιο ορεινός από τους νομούς της Κρήτης, γι'αυτό τον λόγο μόνο τα 537 τ.χλμ. είναι καλλιεργήσιμα. Έτσι η κύρια ασχολία των κατοίκων - που φτάνουν τους 63.000- είναι η κτηνοτροφία. Εκτός από την κτηνοτροφία το Ρέθυμνο παράγει ελιές, λάδι, λαχανικά και χαρούπια.

Η υπό μελέτη περιοχή βρίσκεται στο νομό Ρεθύμνης, καταλαμβάνει έκταση 472 τετραγωνικά χιλιόμετρα (Km²) και περιλαμβάνει μέρος των δήμων Συβρίτου, Κουρουτών, Τυμπακίου, Ανωγείων, Ζαρού, Λάμπης με συνολικά σαράντα πέντε χωριά και οικισμούς. Ανήκει στα ορεινά μέρη του νομού και κυρίαρχη ασχολία των κατοίκων είναι η κτηνοτροφία και η γεωργία και δευτερεύουσα η μεταποίηση και ο τουρισμός. Θεωρείται από τους αντιπροσωπευτικότερους τουριστικούς προορισμούς της ορεινής Κρήτης.

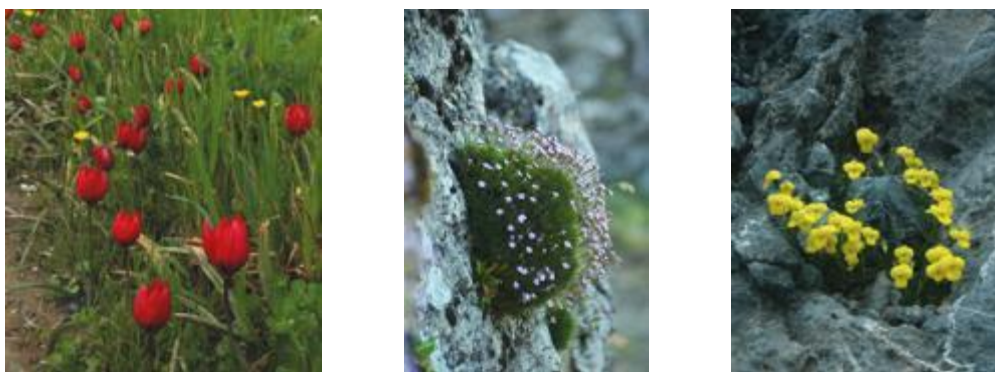


Εικόνα 11: Η γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης

3.2 Η Χλωρίδα του Νομού Ρεθύμνου

Στην πεδινή ζώνη που φθάνει μέχρι το υψόμετρο των 300 μέτρων, βρίσκονται τους θάμνους της Μεσογειακής Μακίας, όπως το Σχίνο (*Pistacia lentiscus*), το Πουρνάρι (*Quercus coccifera*), την Πικροδάφνη (*Nerium oleander*), τη Λιγαριά (*Vitex agnus-castus*), το Χαμομήλι (*Chamomilla recutita*), τη Μέντα (*Mentha spicata*), τη Μυρτιά (*Myrtus communis*), τα Ρείκια (*Erica*), τους Σταφυλινάκες (*Daucus carota*), τα Αγριοσέλινα (*Smyrniium*), τους Δενδρομολόχες (*Alcea pallida cretica*), τη κοινή παπαρούνα (*Papaver rhoeas*), τη Λαδανιά (*Cistus incanus-creticus*) και το Κρητικό Έβενος (*Ebenus cretica*).

Η ημιορεινή ζώνη που φθάνει περίπου ως τα 800 μ. και περιλαμβάνει θάμνους όπως το Πουρνάρι (*Quercus coccifera*), το Σχίνο (*Pistacia lentiscus*), το Θυμάρι (*Thymus capitatus*), τη Κουμαριά (*Arbutus unedo*), το Αγγάραθος (*Phlomis cretica*), το Σφεντάμι (*Acer sempervirens*), η Βρυωνιά (*Bryonia cretica*), τα Σπάρτα (*Spartium junceum*), τον Στύρακα (*Styrax officinalis*) κ.α., αγριολούλουδα όπως το κρητικό Κυκλάμινο (*Cyclamen creticum*), την Ίριδα (*Iris cretica*), τη Δρακοντιά (*Dracungulus*), τη Μαχαρίδα (*Gladiolis italicus*), την Τουλίπα (*Tulipa orphanidea*) (Εικόνα 12), τα Βολβολούλουδα (*Muscari commosum*), διάφορα είδη της κρητικής ορχιδέας και δέντρα όπως η Χαρουπιά (*Ceratonia siliqua*), και η Βελανιδιά (*Quercus*).



Εικόνα 12: Ενδημικά είδη του Ρεθύμνου. (Από αριστερά προς τα δεξιά *Tulipa doerfleri*, *Dianthus pulverulentus*, *Viola fragrans*)

Στην ορεινή ζώνη που εκτείνεται από τα 800 έως τα 1800μ. ευδοκούν τα Πουρνάρια (*Quercus coccifera*) και το Κρητικό Σφεντάμι (*Acer sempervirens*) καθώς και θάμνοι και αγριολούλουδα όπως οι κίτρινες Βιολέτες (*Erysimum creticum*), η Τουλίπα (*Tulipa cretica*), η Κρητική Αγριαψιθιά (*Achillea cretica*), οι Αγριομενεξέδες (*Viola cretica*), ο Κρόκος (*Crocus Oreocreticus*) κ.α.. Φαράγγια της περιοχής έχουν πλούσια χλωρίδα με αγριολούλουδα και θάμνους, πολλά από τα οποία μάλιστα είναι ενδημικά και σπάνια .

Στην περιοχή του Ρεθύμνου έχουν αναγνωριστεί 18 τοπικά ενδημικά είδη (*Anemone heldreichii*, *Asperula incana*, *Campanula tubulosa*, *Centaurea idaea*, *Centaurea redempta*, *Cirsium morinifolium*, *Cyclamen creticum*, *Galium fruticosum*, *Lomelosia albocincta*, *Medicago strasseri*, *Origanum dictamnus*, *Petromarula pinata*, *Phlomis lanata*, *Scutellaria sieberi*, *Sesleriadoeffleri*, *Stachelina petiolata*, *Verbascum arcturus*, *Viola cretica*, 6 Ελληνικά ενδημικά (*Asperula taygetaea*, *Bryonia cretica*, *Centaurea argentea*, *Erysimum cadiscum* ssp. *Cadiscum*, *fritilaria craeca*, *Odonites linkii*), και 3 βαλκανικά ενδημικά (*Knautia integrifolia*, *Origanum vulgare*, *Rhamnus prunifolius*).

Γενικότερα υπάρχει ένας πλούτος εναλλαγών που ποικίλει ανάλογα με το υψόμετρο. Στη πεδινή ζώνη κυριαρχούν οι ελαιώνες, αλλά και άφθονα είδη από αγριολούλουδα, όπως η μαντιλίδα (*Crhysanthemum coronarium*), η ανεμώνη (*Anemone coronaria*), και η ακονιζέ (*Inula viscosa*) κ.α. Στην ημιορεινή ζώνη μεγάλες εκτάσεις καταλαμβάνουν τα φρύγανα, στα οποία απαντάται πλήθος ορχιδεών, και οι θαμνώδεις διαπλάσεις της μεσογειακής μακίας με κυρίαρχα είδη τον πρίνο (*Quercus coccifera*), τη λαδανιά (*Cistus creticus*), και την κουμαριά (*Arbutus unedo*).

3.3 Η πανίδα του Νομού Ρεθύμνου

Ο γεωλογικός πλούτος της περιοχής, η έντονη γεωμορφολογία και η ποικιλία των πετρωμάτων της, δημιούργησε μια απίστευτη ποικιλία ζώων. Τα μεγάλα υψόμετρα, τα δεκάδες σπήλαια και βάραθρα, τα μικρά και μεγάλα οροπέδια και τ' αναρίθμητα φαράγγια, οδηγούν σε μια απέραντη ποικιλία βιοτόπων, πολλές φορές με μοναδικές μικροκλιματικές συνθήκες. Μικρά και μεγάλα πουλιά βρίσκουν εδώ τόπους για

φώλιασμα, περιοχές για κυνήγι, θέσεις για ξεκούραση ή μέρη για να κρυφτούν και να ζευγαρώσουν. Στην περιοχή επιβιώνει ένας από τους ελάχιστους εναπομείναντες πληθυσμούς του κρητικού αγριόγατου (*Felis silvestris creticus*). Ο μεγάλος αριθμός των διαφορετικών ζώων και πτηνών και η απομόνωση ολόκληρου του νησιού της Κρήτης, καθιστούν την περιοχή ένα από τα σπουδαιότερα "σημεία" υψηλής βιοποικιλότητας και ενδημισμού (biodiversity "hot spot") στην Ελλάδα και οδήγησαν την περασμένη πενταετία στην ένταξη μέρους της στο Δίκτυο NATURA.



Εικόνα 13: Η πανίδα του Νομού Ρεθύμνου (Γυπαετός –Όρνιο)

Στον Ψηλορείτη συναντάται ο γυπαετός (*Gypsaetus barbatus*) (Εικόνα 13). Ο κρητικός πληθυσμός του πουλιού αυτού, ο οποίος υπέστη μείωση (περισσότερο από 70%) είναι ίσως ο τελευταίος βιώσιμος σ' ολόκληρα τα Βαλκάνια, όπως και τα όρνια (*Gyps fulvus*) που τρέφονται αποκλειστικά με νεκρά ζώα. Απαντώνται ακόμα χρυσαετοί (*Aquila chrysaetos*), πετρίτες (*Falco peregrinus*), σπιζαετοί (*Hieraaetus fasciatus*), γερακίνες (*Buteo buteo*) και βραχοκίρκινεζα (*Falco tinnunculus*).

Η πανίδα των υπολοίπων σπονδυλωτών, παρουσιάζει επίσης εξαιρετικό ενδιαφέρον. Στην περιοχή θα συναντήσουμε και τα τρία είδη των κρητικών αμφιβίων: τον πράσινο φρύνο (*Bufo viridis*), τον κρητικό δενδροβάτραχο (*Hyla arborea cretensis*) και τον κρητικό βάτραχο (*Rana cretensis*), όλα τα είδη των κρητικών ερπετών (σαμιαμίθια, σαύρες και τα τέσσερα είδη φιδιών του νησιού), καθώς και τα περισσότερα ενδημικά θηλαστικά.

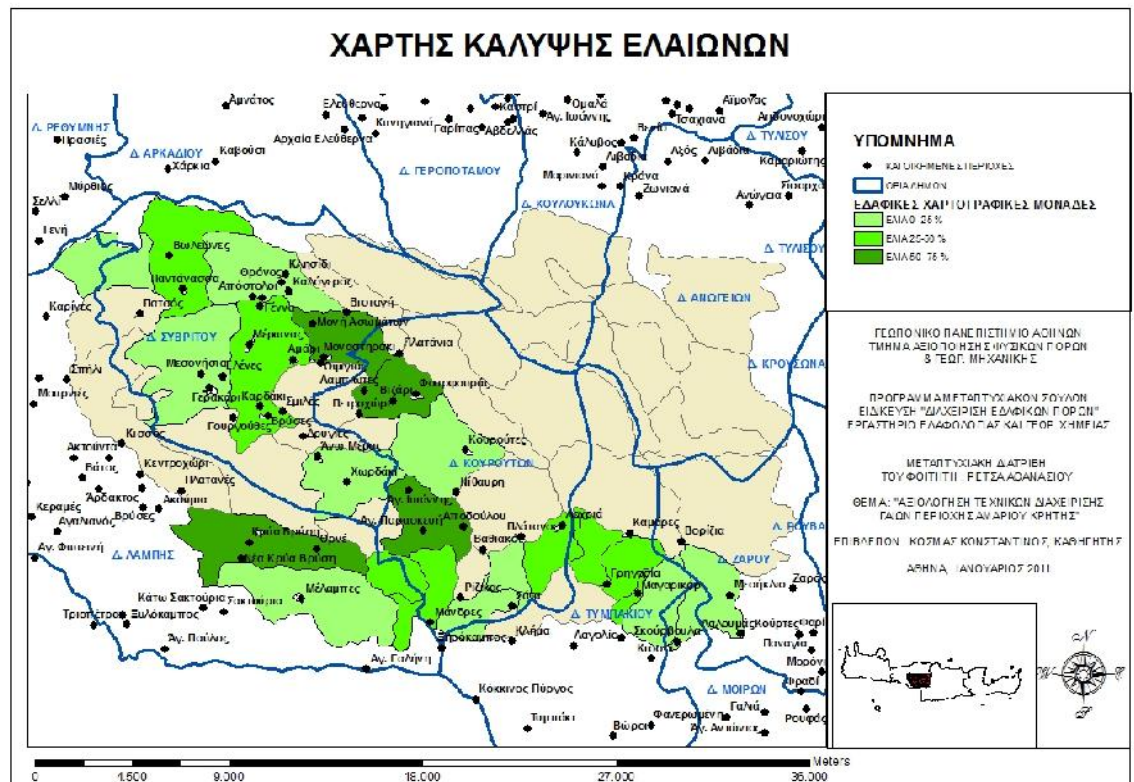
Μεταξύ των ασπόνδυλων, τα σαλιγκάρια, τα ισόποδα και αρκετές οικογένειες εδαφόβιων σκαθαριών παρουσιάζουν στενοενδημικές μορφές που εξαπλώνονται αποκλειστικά στον ορεινό όγκο της περιοχής. Για παράδειγμα, από την περιοχή Μυλοποτάμου είναι γνωστά τουλάχιστον 21 διαφορετικά είδη σαλιγκαριών, 17 απ' τα οποία είναι αποκλειστικά κρητικά ενδημικά ζώα (www.psiloritiss.net.gr).

3.4 Οι χρήσεις γης στη περιοχή μελέτης

Στο Ν. Ρεθύμνου, οι σπουδαιότερες καλλιέργειες και εκτροφές κατά σειρά οικονομικής σημασίας είναι η ελαιοκομία, η αιγοπροβατοτροφία και η αμπελουργία.

3.4.1 Ελαιοκομία

Στην περιοχή μελέτης, ευνοείται η ανάπτυξη της ελιάς που φύεται τόσο σε πεδινές όσο και σε ορεινές περιοχές και καρποφορεί το χειμώνα. Στο νησί υπάρχουν εκατομμύρια ελαιόδεντρα και χιλιάδες οικογένειες βασίζουν την οικονομική τους ζωή στην καλλιέργειά τους. Το κλίμα και η σύσταση του εδάφους της Κρήτης εξασφαλίζουν τα οργανοληπτικά στοιχεία του κρητικού ελαιολάδου, καθιστώντας το προϊόν υψηλής ποιότητας Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης και με διεθνή αναγνώριση.



Σχήμα 1 : Χάρτης κάλυψης ελαιώνων στη περιοχή μελέτης

Ο νομός Ρεθύμνης είναι κατάφυτος από ελιές και τα είδη που καλλιεργούνται είναι κυρίως χοντρολιές, κορωνέικες και λιγότερο τσουνάτες.

Στη περιοχή μελέτης η ελαιοκαλλιέργεια καταλαμβάνει 87 τετραγωνικά χιλιόμετρα ή αλλιώς το 17,9 % της συνολικής έκτασης και βρίσκεται κυρίως στα νότια και στα κεντρικά της (Σχήμα 1).



Εικόνα 14: Παραδοσιακός ελαιώνας στο Νομό Ρεθύμνου

Από τα δέντρα αυτά παράγεται εκλεκτής ποιότητας ελαιόλαδο καθώς βρώσιμες ελιές εξαιρετικής ποιότητας. Ο περίφημος ελαιώνας της περιοχής Άδελε στο Δήμο Αρκαδίου, σε μια τεράστια πεδινή και ημιορεινή έκταση, θεωρείται ένας από τους μεγαλύτερους της Μεσογείου.

3.4.2 Κτηνοτροφία

Η αιγοπροβατοτροφία αποτελούσε και αποτελεί από αρχαιοτάτων χρόνων μια σημαντική δραστηριότητα του αγροτικού πληθυσμού της Κρήτης και ήταν στενά συνδεδεμένη με τις παραδόσεις του. Η ικανότητα των αιγοπροβάτων να αξιοποιούν τη φτωχή φυσική βλάστηση, σε συνδυασμό με τη φυσική επιλογή που οδήγησε στη δημιουργία λιτοδίαιτων και ανθεκτικών πληθυσμών προσέφερε και προσφέρει εισοδηματική στήριξη σε μεγάλο μέρος του αγροτικού πληθυσμού.

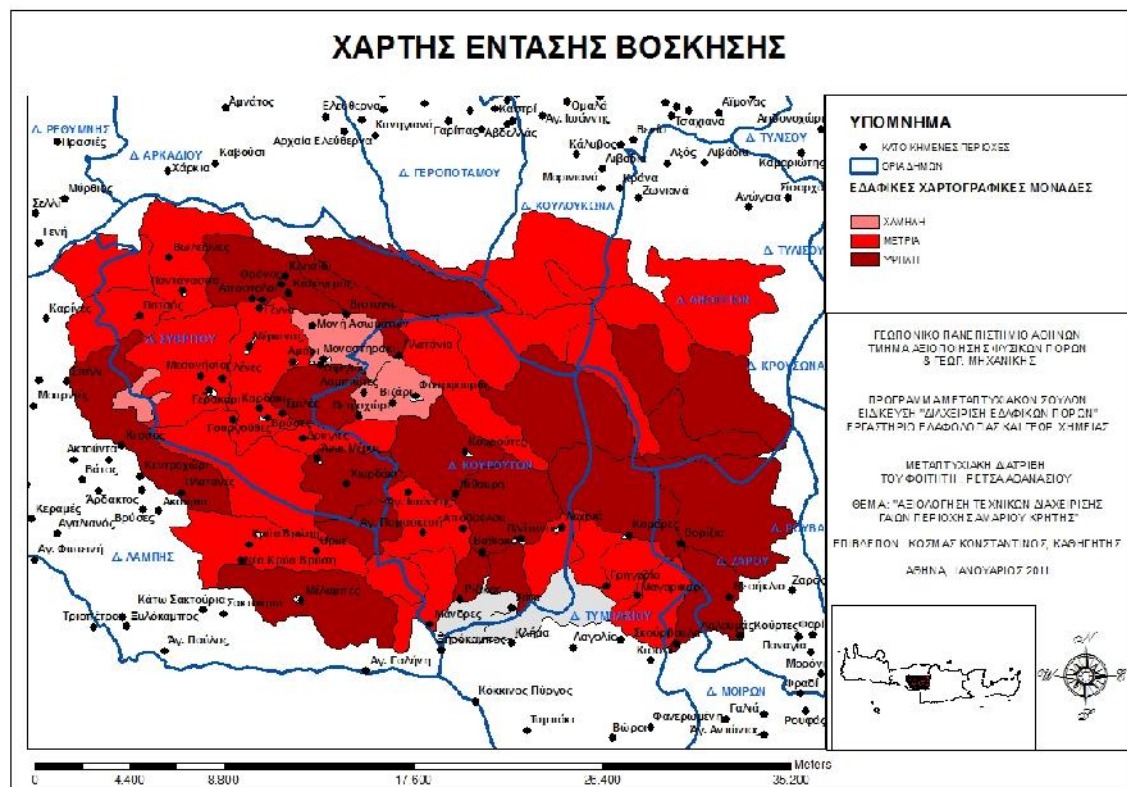
Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του νομού, όπως οι εδαφοκλιματικές συνθήκες, η πλούσια χλωρίδα, οι οικογενειακής μορφής γεωργοκτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις, η διατήρηση των παραδόσεων, αλλά και των παραδοσιακών τεχνικών, θα μπορούσαν να είχαν οδηγήσει στην ανάπτυξη μιας υγιούς αιγοπροβατοτροφίας, κάτι όμως που δεν μπόρεσε να πραγματοποιηθεί στο βαθμό που θα έπρεπε. Οι αιγοπροβατοτροφικές εκμεταλλεύσεις διακρίνονται σε:

- Εκτατικές, όπου τα επενδυμένα κεφάλαια είναι ελάχιστα.
- Ημιεντατικές (Εικόνα 15) και Εντατικές, ανάλογα με το ύψος των επενδυμένων κεφαλαίων.



Εικόνα 15: Ημιεντατική αιγοπροβατοτροφική εκμεταλλεύση

Στις εκτατικές μορφές εκτροφής, όπου μπορεί να καταταχτεί ένα μεγάλο μέρος των ποιμνιακών στατικών και ποιμνιακών μετακινούμενων εκμεταλλεύσεων, τα επενδυμένα κεφάλαια είναι λίγα. Η εκτροφή γίνεται κυρίως στο ύπαιθρο και η διατροφή βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στη βόσκηση.



Σχήμα 2: Χάρτης έντασης βόσκησης στη περιοχή μελέτης

Στη μορφή αυτή μπορεί να καταταχτεί το 70% των εκμεταλλεύσεων. Στις εκτατικές μορφές παρατηρείται εγκατάλειψη των παραδοσιακών κτηνοτροφικών συστημάτων και κατάργηση των κανόνων και των συνθηκών που εφαρμόζονταν στην ποιμνική αιγοπροβατοτροφία. Πολλοί κτηνοτρόφοι σήμερα δεν βόσκουν τα ζώα τους, τα αφήνουν ελεύθερα στον ορεινό όγκο ή τα εγκλωβίζουν σε περιφραγμένους χώρους.

6189Στις ημιεντατικές και εντατικές μορφές, όπου μπορούν να καταταχτούν οι ημιενσταυλισμένες μορφές εκμετάλλευσης και ευτυχώς αρκετές ποιμνιακές στατικές και ποιμνιακές μετακινούμενες. Στις μορφές αυτές μπορεί να συμπεριληφθεί το 40% των εκμεταλλεύσεων του νομού στις οποίες εφαρμόζονται προγράμματα ορθολογικής διαχείρισης, ορθολογικής διατροφής και ορθολογικής διαχείρισης των καλλιεργούμενων και βοσκούμενων εκτάσεων με εφαρμογή συστημάτων περιτροπικής βόσκησης.

Στη περιοχή μελέτης η ένταση βόσκησης είναι μέτρια έως και υψηλή στο μεγαλύτερο μέρος της. Ειδικότερα το 45% ανήκει στη μέτρια ένταση βόσκησης και το 47% στην υψηλή. (Σχήμα 2)

3.4.3 Αμπελουργία

Το αμπέλι αποτελεί μια από τις πιο σημαντικές καλλιέργειες της Κρήτης από την μινωική εποχή έως την σύγχρονη. Στο γεγονός αυτό συμβάλλουν, οι κλιματικές συνθήκες του νησιού (στο βόρειο μέρος του), οι οποίες επιτρέπουν την άριστη ανάπτυξη και ποιότητά του, η οικονομική και εμπορική του σημασία.

Οι περισσότεροι αμπελώνες στη Κρήτη, είναι κτισμένοι στις βόρειες πλαγιές των βουνών, τα οποία λειτουργούν ως φυσικοί φράχτες, προστατεύοντας τους αμπελώνες από τους θερμούς νότιους ανέμους του Λιβυκού πελάγους (Εικόνα 16).



Εικόνα 16 : Αμπελώνας στις βόρειες πλαγιές των βουνών της Κρήτης

Ειδικότερα, η γεωγραφική θέση του Νησιού, η διαφορετική μορφολογία των εδαφών σε συνδυασμό με τους λοιπούς φυσικούς παράγοντες, όπως το κλίμα, μικροκλίμα, ποιότητα εδάφους, χλωρίδα πανίδα, αλλά και με τους λοιπούς ανθρωπογεωγραφικούς παράγοντες συντελούν στην ανάπτυξη μικτής γεωργικής δραστηριότητας, με διαφορετικούς επικρατούντες κλάδους κατά Νομό ή ακόμη και κατά περιοχή, μέσα στα στενά διοικητικά όρια ενός Νομού.

Έτσι, στο Ν. Ηρακλείου, ο κλάδος της Αμπελουργίας (*Vitis* sp. F. Vitaceae) έχει εντατικό χαρακτήρα και μεγάλη οικονομική σημασία, ενώ στους λοιπούς Νομούς έχει εκτατικό χαρακτήρα. Οι σπάνιες εδαφοκλιματικές συνθήκες αυτού του Νομού θεωρούνται μεταξύ των άριστων του κόσμου για την ανάπτυξη του κλάδου. Ωστόσο τα τελευταία 18-20 χρόνια, λόγω της συνεχιζόμενης ακρίβειας των καλλιεργητικών, που δεν καλύπτουν το κόστος παραγωγής και του κοινοτικού κανονισμού της

σταφίδας, τα πράγματα είναι δύσκολα για τους παραγωγούς (60 λεπτά η σταφίδα και 30 τα οινοποιήσιμα) και η αμπελοκαλλιέργεια έχει αρχίσει να εγκαταλείπεται.

Ο Νομός Λασιθίου έχει περίπου 10.000 στρέμματα αμπελώνες από τα οποία τα 7.000 βρίσκονται εντός των ορίων της ζώνης σε υψόμετρο (συνήθως) από 300 έως 700 μέτρα. Μέχρι στιγμής ελάχιστοι ιδιώτες οινοπαραγωγοί δραστηριοποιούνται στη ζώνη. Εκτός από την Ονομασία Προέλευσης ο νομός έχει δικαίωμα στην παραγωγή ενός κρασιού με ένδειξη Τοπικού Οίνου.

Τέλος, αν και ο νομός Ρεθύμνου, διαθέτει 15.000 στρέμματα αμπελώνων, απουσιάζει παντελώς από το σύγχρονο οινικό προσκήνιο. Για αυτό το λόγο, η αμπελουργία στο Ν. Ρεθύμνου και Λασιθίου θεωρείται ότι έχει περισσότερο εκτατικό χαρακτήρα.

3.4.4 ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ

Τα κηπευτικά της Κρήτης καλλιεργούνται σε εκτεταμένες παραθαλάσσιες περιοχές, στο νοτιότερο σημείο της Ευρώπης, στην περιοχή της Ιεράπετρας, στη Μεσαρά, στα νότια του Ρεθύμνου, στις παραλιακές περιοχές του Σελίνου, της Κισάμου και σε άλλες περιοχές. Στον κρητικό νότο υπάρχουν περιοχές που οι καλλιέργειες κηπευτικών δεν χρειάζονται θερμοκηπιακή κάλυψη ακόμη και το χειμώνα

Στη περιοχή μελέτης λόγω του ορεινού της χαρακτήρα δεν καλλιεργούνται σε σημαντικό βαθμό κηπευτικές καλλιέργειες είτε υπ' αίθριες είτε υπό κάλυψη .

3.5 Κλιματολογικά Στοιχεία

Η περιοχή μελέτης ανήκει στη Μεσογειακή κλιματολογική ζώνη που προσδίδει τον κύριο κλιματικό χαρακτήρα της, ο οποίος χαρακτηρίζεται ως εύκρατος με μέση θερμοκρασία 25-30οC. Κατά την καλοκαιρινή περίοδο οι βροχοπτώσεις είναι σπάνιες, ενώ καταγεγραμμένοι νοτιοδυτικοί άνεμοι μετριάζουν την αίσθηση ζέστης την καλοκαιρινή περίοδο.

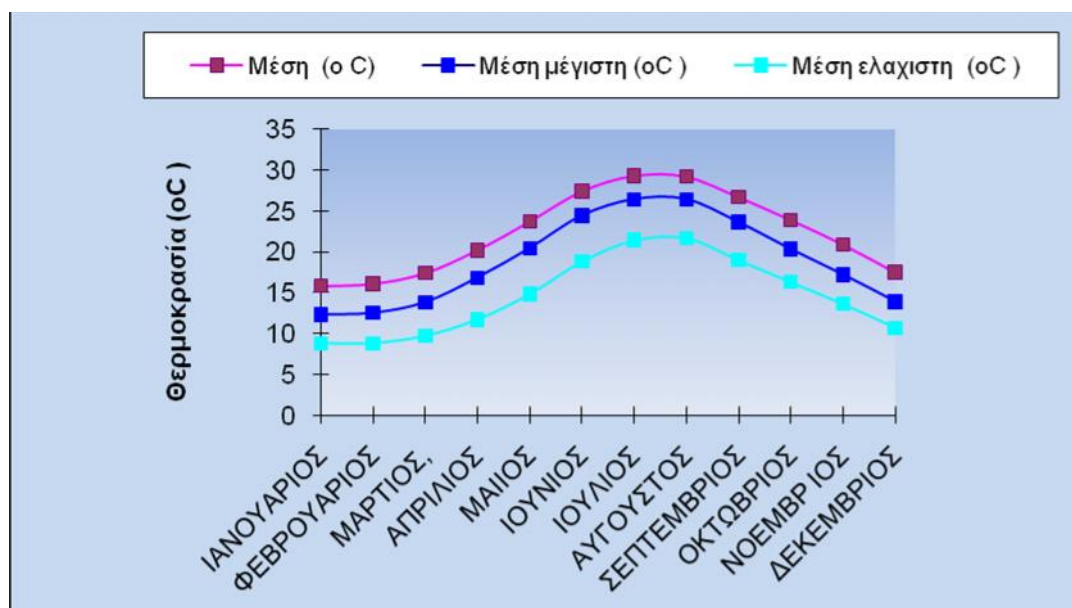
Τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής μελέτης περιγράφονται από τον κοντινότερο μετεωρολογικό σταθμό που είναι αυτός του Ηρακλείου σε ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας 38 m και αφορούν τις περιόδους από το 1931 έως 1942 και από το 1947 έως 1955, τα όποια παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4: Κλιματικά δεδομένα της περιοχής μελέτης κατά τις περιόδους από το 1931 έως 1942 και από το 1947 έως 1955.

Μήνες	Μέση T (°C)	Μέση Μέγιστη T (°C)	Μέση Ελάχιστη T (°C)	Απολύτως Μέγιστη T (°C)	Απολύτως Ελάχιστη T (°C)	Μέση Σχετική Υγρασία	Βροχόπτωση (mm)
Ι	12,3	15,8	8,8	24,8	0,2	71	99,4
Φ	12,5	16,1	8,8	29,2	-0,5	69	62,1
Μ	13,8	17,4	9,7	34,8	2,6	66	47,5
Α	16,8	20,2	12	36	4,4	64	27,8
Μ	20,4	23,7	15	39	7	64	12,8
Ι	24,4	27,4	19	41,3	8,7	60	3,2
Ι	26,4	29,3	21	41	15	58	6,6
Α	26,4	29,2	22	40,7	14	60	6,3
Σ	23,6	26,7	19	38,5	10,6	63	16,4
Ο	20,3	23,9	16	36,2	7,9	67	69,9
Ν	17,2	20,9	14	31,9	1,5	70	55,7
Δ	13,9	17,5	11	26,7	2	70	80,3
ΕΤΟΣ	19	22,3	15	41,3	-0,5	65	476

Θερμοκρασία

Η απολύτως μέγιστη θερμοκρασία που παρατηρείται κατά το μήνα Ιούνιο και είναι 41,3°C αποτελεί την υψηλότερη θερμοκρασία του έτους, ενώ η απολύτως ελάχιστη θερμοκρασία που παρατηρείται κατά το μήνα Φεβρουάριο και είναι -0,5 °C είναι η χαμηλότερη θερμοκρασία που έλαβε χώρα κατά το έτος. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία παρατηρήθηκε τον μήνα Ιούλιο και είναι 29,3 °C και η μέση ελάχιστη θερμοκρασία παρατηρήθηκε τους μήνες Ιανουάριο και Φεβρουάριο και είναι 8,8 °C. Η μέση θερμοκρασία του έτους είναι 19 °C (Πίνακας 4, Σχήμα 3)



Σχήμα 3: Μεταβολής της μέσης, της μέγιστης και της ελάχιστης θερμοκρασίας κατά τη χρονική περίοδο 1931 έως 1942 και από το 1947 έως 1955.

Βροχόπτωση

Μια άλλη ενδιαφέρουσα κλιματολογική παράμετρος, είναι η βροχόπτωση που μαζί με την θερμοκρασία επιδρούν άμεσα στην εξάτμιση και στο δείκτη ξηρότητας για ένα δεδομένο περιβάλλον.

Το μικρότερο ύψος βροχόπτωσης παρατηρείται κατά τους θερινούς μήνες και ιδιαίτερα κατά το μήνα Ιούνιο (3,2 mm). Το μεγαλύτερο ύψος βροχόπτωσης παρατηρείται κατά τους χειμερινούς μήνες και ιδιαίτερα κατά το μήνα Ιανουάριο (99,4 mm). Το ετήσιο ύψος βροχόπτωσης ανέρχεται στα 476 mm (Πίνακας 4). Συνεπώς, κατά τη χειμερινή περίοδο λόγω του ύψους των βροχοπτώσεων και της χαμηλής θερμοκρασίας η εξατμισοδιαπνοή είναι μικρή και υπάρχει περίσσεια ύδατος ενώ κατά τη θερινή περίοδο η εξατμισοδιαπνοή είναι μεγαλύτερη και σαν αποτέλεσμα έχει την έλλειψη ύδατος.

Με σκοπό την ταξινόμηση σε ένα κλιματικό σύστημα, αναφέρουμε τον συντελεστή deMartonne's που δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$I_d = \frac{P}{(T+10)}$$

Όπου,

P: Η μέση ετήσια βροχόπτωση (mm)

T: Η μέση ετήσια θερμοκρασία (°C)

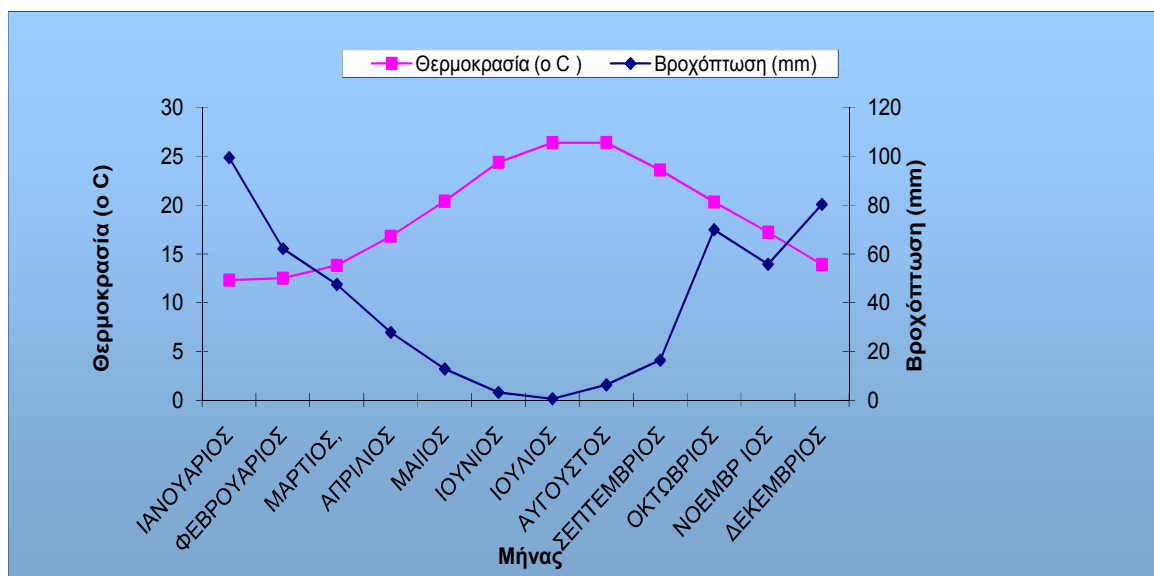
Τα όρια που ερμηνεύουν το δείκτη I_d και χαρακτηρίζουν το κλίμα της περιοχής παρουσιάζονται στο Πίνακα 5. Στο σταθμό Ηρακλείου, ο δείκτης ξηρότητας έχει τιμή 3,24, με αποτέλεσμα, η περιοχή μελέτης να χαρακτηρίζεται από ξηρό τύπο κλίματος.

Πίνακας 5: Υγρομετρικός χαρακτήρας του κλίματος κατά de Martonne (1940)

Όνομασία ή Τύπος Κλίματος	Δείκτης Ξηρότητας (I_d)
Ξηρό	<10
Ημί-Ξηρό	10-20
Μεσογειακό	20-24
Ημί-Υγρό	24-28
Υγρό	28-35
Πολύ υγρό	>35

Το ομβροθερμικό διάγραμμα κατά Gaussen and Bagnoullis (1957) (Σχήμα 4) δείχνει τους βαθμούς ξηρασίας για ένα δεδομένο μήνα (P/T) και προσδιορίζει τον αριθμό των ημερών που μπορούμε να θεωρήσουμε ξηρές από βιολογική άποψη.

Στο Σχήμα η καμπύλη μεταβολής της θερμοκρασίας (T) τοποθετείται πάνω από την καμπύλη της βροχόπτωσης (P) . Η τετμημένη που μας δίνει τις τιμές της βροχόπτωσης είναι ίση με 2T (P=2T). Όπου P>2T έχουμε πλεόνασμα υγρασίας, ενώ όπου P<2T , έχουμε έλλειμμα υγρασίας.



Σχήμα 4 : Ομβροθερμικό διάγραμμα κατά Bagnoulis and Gausson

Μέση Σχετική Υγρασία

Η μέση ετήσια σχετική υγρασία ανέρχεται σε 58 – 71%, με ξηρότερο μήνα τον Ιούλιο (~ 58%) και υγρότερο τον Ιανουάριο (~ 76-77%).

Τα αναλυτικά στοιχεία που αφορούν στη διακύμανση της μέσης σχετικής υγρασίας ανά μήνα φαίνονται στον πίνακα 6 :

Πίνακας 6: Μέση Σχετική Υγρασία (%) κατά τις περιόδους από το 1931 έως 1942 και από το 1947 έως 1955.

Μήνας	Μέση Σχετική Υγρασία (%)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	71
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	69
ΜΑΡΤΙΟΣ,	66
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	64
ΜΑΙΟΣ	64
ΙΟΥΝΙΟΣ	60
ΙΟΥΛΙΟΣ	58
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	60
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	63
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	67
ΝΟΕΜΒΡ ΙΟΣ	70
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	70

Καθεστώς εδαφικής υγρασίας

Το καθεστώς εδαφικής υγρασίας της υπό μελέτη περιοχής είναι xeric. Αυτό προκύπτει λόγω του ότι τουλάχιστον για 45 συνεχείς ημέρες μετά τη θερινή ισημερία παρατηρείται υπερβολικά μικρό ύψος βροχόπτωσης, στα όρια της ξηρασίας.

4. Περιγραφή της τωρινής περιβαλλοντικής κατάστασης της περιοχής μελέτης

4.1 Προσδιορισμός της ποιότητας του εδάφους

4.1.1 Το μητρικό υλικό

Η γεωλογία συντελεί έμμεσα στην ερημοποίηση επηρεάζοντας το βάθος των εδαφών, την υδρολογία των γαιών και την διαβρωσιμότητα (Κοσμάς, 2006).

Στην παρούσα μελέτη, το μεγαλύτερο ποσοστό των εξεταζόμενων εδαφών, δηλαδή τα τριακόσια είκοσι τετραγωνικά χιλιόμετρα (320 m²) είχαν αναπτυχθεί σε ασβεστόλιθους, αντιπροσωπεύοντας το 67,9 % της συνολικής έκτασης (Εικόνα 17). Στον ασβεστόλιθο σχηματίζονται συνήθως αβαθή εδάφη με σχετικά ξηρό καθεστώς εδαφικής υγρασίας (Χαϊντούτη, 2007).

Πολλά εδάφη των μεσογειακών περιοχών, που έχουν διαμορφωθεί σε ασβεστόλιθο έχουν ήδη ερημοποιηθεί με το βάθος του εδάφους να είναι μικρότερο από τα κρίσιμα για τον ασβεστόλιθο όρια. Όταν η βλάστηση στα εδάφη αυτά έχει απομακρυνθεί σε σημαντικό βαθμό, τότε η ανάκαμψή της γίνεται με βραδύς ρυθμούς.

Ποσοστό 18,83% καταλαμβάνει ο Φλύσχος σε περιοχές που βρίσκονται κεντρικά και νότια της περιοχής μελέτης, κοντά στα χωριά Βυζάρι, Φουρφουράς, Αποδούλου, Μέλαμπες και Μεσήλιο. Ως φλύσχη θεωρούμε τον κλαστικό ίζηματογενή σχηματισμό της τριτογενούς περιόδου, συχνά μεγάλου πάχους, ο οποίος αποτελείται

από επαναλαμβανόμενες εναλλαγές σχετικά χονδρόκοκκων ψαμμιτών και λιγότερο ή περισσότερο αργίλων. Εδάφη επί φλύσχη είναι αργιλώδους (αργιλικός φλύσσης), άργιλο-πηλώδους (μεικτός φλύσσης) ή τέλος πηλώδους (ψαμμιτικός φλύσσης) υφής, συνήθως όξινης χημικής αντίδρασης, ικανοποιητικώς εφοδιασμένα έως πτωχά σε βάσεις Ca, Mg, K, με βαθμό κορεσμού σε βάσεις των κολλοειδών των ορυκτών οριζόντων 50% (Νάκος, 1977).

Τα εδάφη, τα οποία αναπτύχθηκαν σε Σχιστόλιθο έχουν έκταση 4,5 τετραγωνικά χιλιόμετρα (Km²) και βρίσκονται βόρεια και ανατολικά της περιοχής μελέτης. Οι σχιστόλιθοι είναι κρυσταλλοσχιτώδη πετρώματα, τα οποία έχουν υποστεί έντονα την επίδραση της μεταμόρφωσης (σχιστοφυής όψη), καθώς σχηματίστηκαν, κυρίως, στη μεσαία και στην κάτω ζώνη της καθολικής μεταμόρφωσης. Οι σχιστόλιθοι, θεωρούνται από τα καλύτερα μητρικά υλικά για την ανάπτυξη και την παραγωγή ελαιώνων. Το όνομα σχιστόλιθος, άλλωστε, προέρχεται από την ιδιότητα που παρουσιάζει το πέτρωμα να σχίζεται σε πλάκες. Γενικά, οι σχιστόλιθοι, όπως και οι γνεύσιοι, είναι τα κατεξοχήν κρυσταλλοσχιτώδη πετρώματα που συμμετέχουν στη δομή μιας μεταμορφωσιγενούς περιοχής.

Τα αναπτυσσόμενα σε κροκαλοπαγή εδάφη περιορίζονται σε μία περιοχή βόρεια του χωριού Βρύσες και νότια του χωριού Γέννα, καταλαμβάνοντας έκταση 0,45 τετραγωνικά χιλιόμετρα (m²), η οποία αντιπροσωπεύει το 1% της συνολικής έκτασης. Τα εδάφη αυτά, Έχουν περιεκτικότητα σε χαλίκια στην επιφάνεια σε ποσοστό 40- 60% και έχουν βάθους από 30 έως 60 εκατοστά.



Εικόνα 17 : Κατανομή των μητρικών υλικών στη μελετώμενη περιοχή του Νομού Ρεθύμνης της Κρήτης

4.1.2 Το ποσοστό των αδρομερών υλικών στην επιφάνεια του εδάφους

Η παρουσία αδρομερών υλικών στην επιφάνεια του εδάφους επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό αλλά και με διαφορετικό τρόπο την απορροή του νερού, τη διάβρωση του εδάφους (Danalatos *et al.*, 1995), την προστασία της εδαφικής υγρασίας (Moustakas *et al.*, 1995), την παραγωγή βιομάζας (Poesen and Lavee, 1994) και συνεπώς την προστασία της γης στις μεσογειακές περιοχές. Η απορροή και η απώλεια του ιζήματος είναι μεγαλύτερη στα πετρώδη από ότι στα μη πετρώδη εδάφη, εκτός από εκείνα που έχουν υψηλό ποσοστό σε χαλίκια (μεγαλύτερο του 20%) (Bunte and Poesen, 1993).

Στην εξεταζόμενη περιοχή μελέτης, η παρουσία των αδρομερών υλικών στην επιφάνεια του εδάφους σε ποσοστό παραπάνω από 15% κυριαρχεί καθώς το άθροισμα των εδαφών με κλάσεις πάνω από 15% σε χαλίκια αντιπροσωπεύει το 94,1% της συνολικής έκτασης (Εικόνα 18).

Τα εδάφη με το μικρότερο ποσοστό αδρομερών υλικών στην επιφάνεια τους (<15%) παρατηρήθηκαν κοντά στα χωριά Βυζάρι, Μάνδρες, Κλήθρα και δυτικά του χωριού Γερακάρι. Λαμβάνοντας υπ' όψιν το γεγονός ότι στο χωριό Βυζάρι, και στα δυτικά του χωριού Γερακάρι η κλίση του εδάφους είναι μικρότερη από 8% υποθέτουμε ότι στα εδάφη με μικρή κλίση η διήθηση του νερού είναι μεγαλύτερη με συνέπεια την μικρότερη απορροή, και την μικρότερη απώλεια εδάφους.



Εικόνα 18: Χάρτης κατανομής των αδρομερών υλικών στον επιφανειακό ορίζοντα των εξεταζόμενων εδαφών του Νομού Ρεθύμνου της Κρήτης.

4.1.3 Το βάθος

Στην εξεταζόμενη περιοχή μελέτης, το βάθος του εδάφους κυμαίνεται από 0 μέχρι 60 cm.

Τα πολύ αβαθή εδάφη, δηλαδή αυτά με μέγιστο βάθος τα 15 cm καταλαμβάνουν έκταση 225.8 τετραγωνικά χιλιόμετρα (Km²) και αντιπροσωπεύουν το 48 % της συνολικής έκτασης (Εικόνα 19 και Πίνακας 7). Βρίσκονται κυρίως ανατολικά του δήμου Κουρητών και σε μικρότερο βαθμό ανατολικά των χωριών Σπίλι και Πλατανές. Το μεγαλύτερο ποσοστό των πολύ αβαθών εδαφών έχει αναπτυχθεί σε ασβεστόλιθο και έχει κλίσεις πάνω από 35% (Εικόνα 19 και 20 αντίστοιχα). Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξαν και οι ... οι οποίοι υποστηρίζουν ότι επί του ασβεστόλιθου σχηματίζονται εδάφη με πολύ μικρό βάθος.

Τα αβαθή εδάφη, δηλαδή αυτά με βάθος από 15 μέχρι 30 cm βρίσκονταν κεντρικά και νότια της περιοχής μελέτης καταλαμβάνοντας έκταση 115,3 τετραγωνικά χιλιόμετρα, η οποία αντιπροσωπεύει το 24,5% της συνολικής έκτασης. Κυρίαρχο μητρικό υλικό των εδαφών, ήταν ο φλύσχος, γεγονός το οποίο επιβεβαιώνει το μικρό τους βάθος. Η περιεκτικότητα σε χαλίκια ήταν σχετικά μικρή, με ποσοστό μικρότερο του 30%

Εδάφη με μέτριο βάθος (>30cm) εμφανίζονται κυρίως στην επαρχία Αμαρίου και σε στα χωριά Κρύα βρύση, Μάνδρες και Γρηγόρια. Το μητρικό υλικό στα εδάφη αποτελείται από κολλούβια, σχιστόλιθο και φλύσχη και κλίσεις μέχρι 35%



Εικόνα 19 :Κατανομή των κλάσεων βάθους εδάφους στη περιοχή μελέτης.

Πίνακας 7 : Κατανομή κλάσεων βάθους εδάφους στη περιοχή μελέτης.

Βάθος εδάφους (cm)	Έκταση (Km ²)	Έκταση (%)
0-15	225814697	47,98
15-30	115328722	24,51
30-60	129471134	27,51

4.1.4 Την κλίση της επιφάνειας του εδάφους

Η μέτρηση της κλίσης του εδάφους έγινε με κλισίμετρο SUUNTO μοντέλο TANDEM που ήταν βαθμονομημένο σε μοίρες (0-90°)ή κλίση % (0-150%) ενώ η βαθμονόμηση ήταν σε υποδιαυρέσεις του 1/2°/1% , και η ακρίβεια ήταν±0.25°.

Η περιοχή μελέτης είναι ορεινή και έχει κλίσεις που κυμαίνονται από 0% μέχρι και άνω από 60%. Τα εδάφη που χαρακτηρίζονται ισχυρά κεκλιμένα δηλαδή αυτά που έχουν κλίσεις μεγαλύτερες από 35% καταλαμβάνουν περισσότερο από το 51% της συνολικής έκτασης (Εικόνα 20, Πίνακας 8).

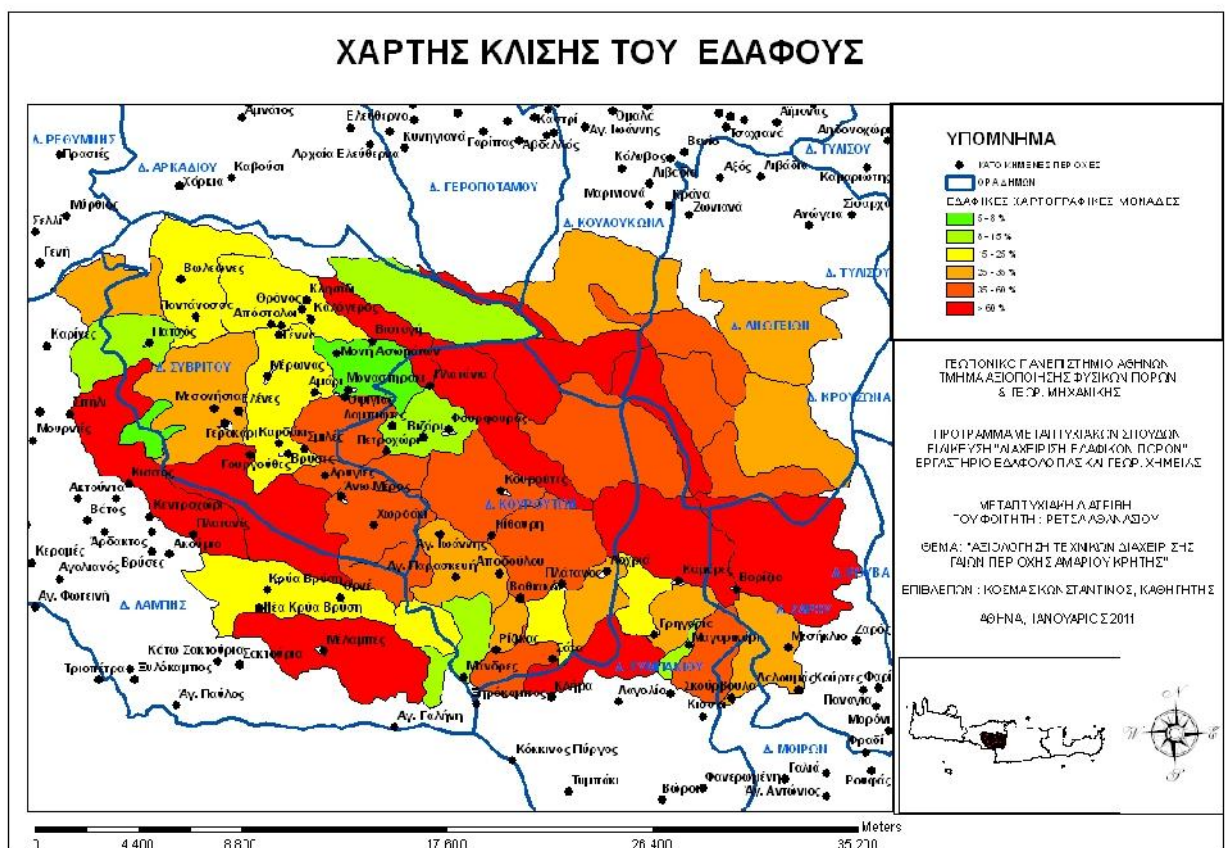
Αναλυτικότερα, η κοιλάδα του Αμαρίου και το οροπέδιο ανάμεσα στα χωριά Σπίλι και Γερακάρι είναι επίπεδα έως μετρίως κεκλιμένα με κλίση <8% και αποτελούν το 2,5 % της περιοχής.

Εδάφη με κλίσεις 8-15% παρατηρούνται σε περιοχές κοντά στα χωριά Πατσός, Βυζάρι, Βυσταγή και Μάνδρες. Η έκτασή τους είναι 36 τετραγωνικά χιλιόμετρα και αποτελούν το 7,9 % της περιοχής.

Κλίσεις 15-25% με ποσοστό 12,9% της συνολικής έκτασης βρίσκονται σε μέρος της επαρχίας Αμαρίου και του δήμου Λάμπης.

Κλίσεις 25–35% καταλαμβάνουν εδάφη με έκταση 60,9 τετραγωνικά χιλιόμετρα τα οποία είναι στα ανατολικά της περιοχής στους δήμους Ανωγείων και Κρουσώνα.

Τα μετρίως απότομα εδάφη δηλαδή με κλίσεις παραπάνω από 35% βρίσκονται στα κεντρικά και στα ανατολικά της περιοχής με έκταση 265 τετραγωνικά χιλιόμετρα.



Εικόνα 20: Κατανομή κλάσεων κλίσεων στη περιοχή μελέτης

Πίνακας 8 : Κατανομή των κλάσεων κλίσεων της επιφάνειας εδάφους περιοχής Νομού Ρεθύμνου της Κρήτης

Κλάση Κλίσης (%)	Έκταση (m²)	Έκταση (%)
5-8	11929718	2,5
8-15	36973999	7,9
15-25	60915158	12,9
25-35	95741225	20,3
35-60	117922879	25,1
>60	147131574	31,3

4.1.5 Την υδρομορφία

Η υδρομορφία χαρακτηρίστηκε μετά από παρατήρηση μορφολογικών χαρακτηριστικών του εδάφους όπως η παρουσία ή η απουσία εξανθήσεων μαγγανίου και σιδήρου έστω σε περιορισμένη έκταση και αριθμό.

Η περιοχή μελέτης σε ποσοστό 98,1% είναι πολύ καλά αποστραγγιζόμενη μόνο το 1,9% είναι καλά αποστραγγιζόμενο (Εικόνα 21). Το τμήμα αυτό βρίσκεται στο οροπέδιο της επαρχίας Αμαρίου κοντά στο χωριό Ασώματος.

Οι συνθήκες υδρομορφίας του εδάφους χρησιμοποιούνται κυρίως για την εκτίμηση του κινδύνου ερημοποίησης των επίπεδων περιοχών που βρίσκονται κυρίως σε αλλουβιακά πεδία εξαιτίας της αλάτωσης των εδαφών.



Εικόνα 21: Κατανομή των κλάσεων υδρομορφίας στην περιοχή μελέτης

4.1.6 Την κοκκομετρική σύσταση

Η κοκκομετρική σύσταση προσδιορίστηκε στη περιοχή μελέτης εμπειρικά με τη βοήθεια του αντίχειρα και του δείκτη.

Η κοκκομετρική σύσταση του εδάφους επηρεάζει σημαντικά την αποθηκευτική ικανότητα σε νερό, την κατάσταση υδρομορφίας, την εδαφική θερμοκρασία, την διάβρωση, και την κατάσταση γονιμότητας και παραγωγικότητας. Τα αργιλώδη εδάφη συγκρατούν μεγαλύτερη ποσότητα εδαφικού νερού σε σύγκριση με τα αμμώδη εδάφη. (Μουστάκας 2000.)

Αντίθετα όσο περισσότερο χονδρόκοκκο είναι ένα έδαφος τόσο μικρότερη είναι η ενεργός επιφάνεια των εδαφικών τεμαχιδίων και τόσο μικρότερη είναι η αντίσταση του στην διάβρωση.

Η κοκκομετρική σύσταση έχει σημαντική επίδραση στην μορφή, στην σταθερότητα και διατήρηση της δομής του εδάφους. Αυξανόμενης της ποσότητας της αργίλου αυξάνεται τόσο η σταθερότητα της δομής.

Στη περιοχή μελέτης το 90,6% των εδαφών χαρακτηρίζονται μετρίως λεπτόκοκκα καταλαμβάνοντας έκταση 426 τετραγωνικά χιλιόμετρα (Εικόνα 22).

Τα εδάφη με μέση μηχανική σύσταση καταλαμβάνουν έκταση 41,3 τετραγωνικά χιλιόμετρα και βρίσκονται κοντά στα χωριά Βόλεωνες, Πατσός και Μέλαμπες. Τα χονδρόκοκκα εδάφη καταλαμβάνουν πολύ μικρό ποσοστό (0,6%)



Εικόνα 22 : Κατανομή των κλασεων κοκκομετρικής σύστασης των εδαφών του Νομού Ρεθύμνου της Κρήτης

4.1.7 Χαρακτηρισμός της ποιότητας εδάφους

Όπως φαίνεται στην Εικόνα, η ποιότητα εδάφους σε σχέση με την ευαισθησία για ερημοποίηση χαρακτηρίζεται ως χαμηλή σε έκταση 201 τετραγωνικά χιλιόμετρα ή 36,9% της ευρύτερης έκτασης. Οι κύριοι παράγοντες που χαρακτηρίζουν τα εδάφη ως χαμηλής ποιότητας είναι το μικρό βάθος εδάφους (βάθος μικρότερο των 30 εκ.), και το μητρικό πέτρωμα (ασβεστόλιθοι). Περιοχές που τα εδάφη έχουν σχηματισθεί σε ασβεστολιθικούς σχηματισμούς είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες στην ερημοποίηση λόγω των καρστικών φαινομένων που παρατηρούνται στα πετρώματα αυτά και ευνοούν περισσότερο ξηροθερμικό κλίμα από ότι άλλα πετρώματα. Τα εδάφη παραμένουν ξηρότερα για μεγαλύτερη περίοδο με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της βλάστησης και την διάβρωση των εδαφών.

Οι εκτάσεις με μέτρια εφαρμογή της πολιτικής περιβάλλοντος περιορίζονται στο υπόλοιπο 10,9% της περιοχής κοντά στα χωριά Μέλαμπες, Λαμπιώτες Κουρούτες και ανατολικά του χωριού Γρηγορία.



Εικόνα 24 : Κατανομή του βαθμού εφαρμογής πολιτικής προστασίας στη περιοχή μελέτης

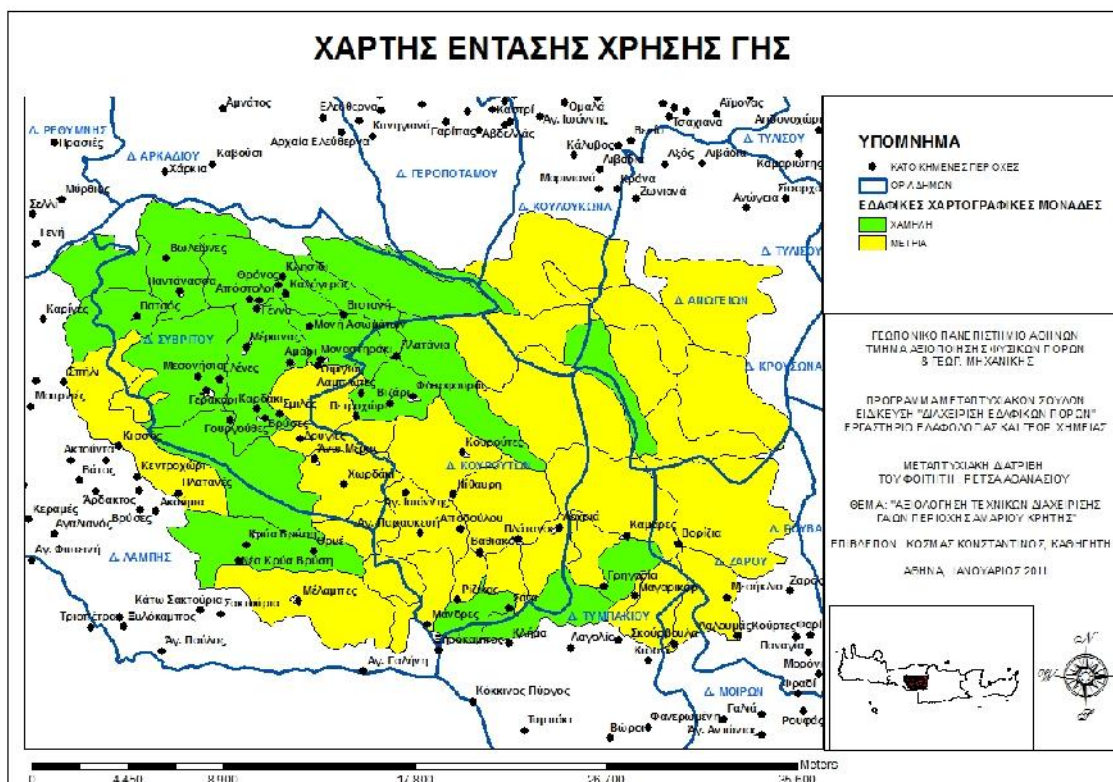
Πίνακας 9 : Κατανομή του βαθμού εφαρμογής πολιτικής προστασίας στη περιοχή μελέτης

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Έκταση (Km ²)	Έκταση (%)
Μέτριος	49522345,4	10,92
Υψηλός	403978741,7	89,08

4.2.2 Η ένταση χρήσης γης

Στη περιοχή μελέτης αρχικά έγινε ταξινόμηση των χρήσεων γης σε γεωργικές καλλιέργειες, βοσκότοπους και φυσικές περιοχές. Εν συνεχεία προσδιορίστηκε η ένταση χρήσης γης για τις παραπάνω κατηγορίες. Σύμφωνα με τον Πίνακα 10 και την Εικόνα 25 στη μέτρια ένταση χρήσης γης εντάσσεται το 63,5% της συνολικής έκτασης ή 288 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Οι περιοχές αυτές βρίσκονται κυρίως στα ανατολικά και στα νότια της εξεταζόμενης περιοχής μελέτης.

Η υπόλοιπη έκταση έχει χαμηλή χρήση γης και βρίσκεται κυρίως στα βόρεια και δυτικά τμήματα της περιοχής μελέτης.



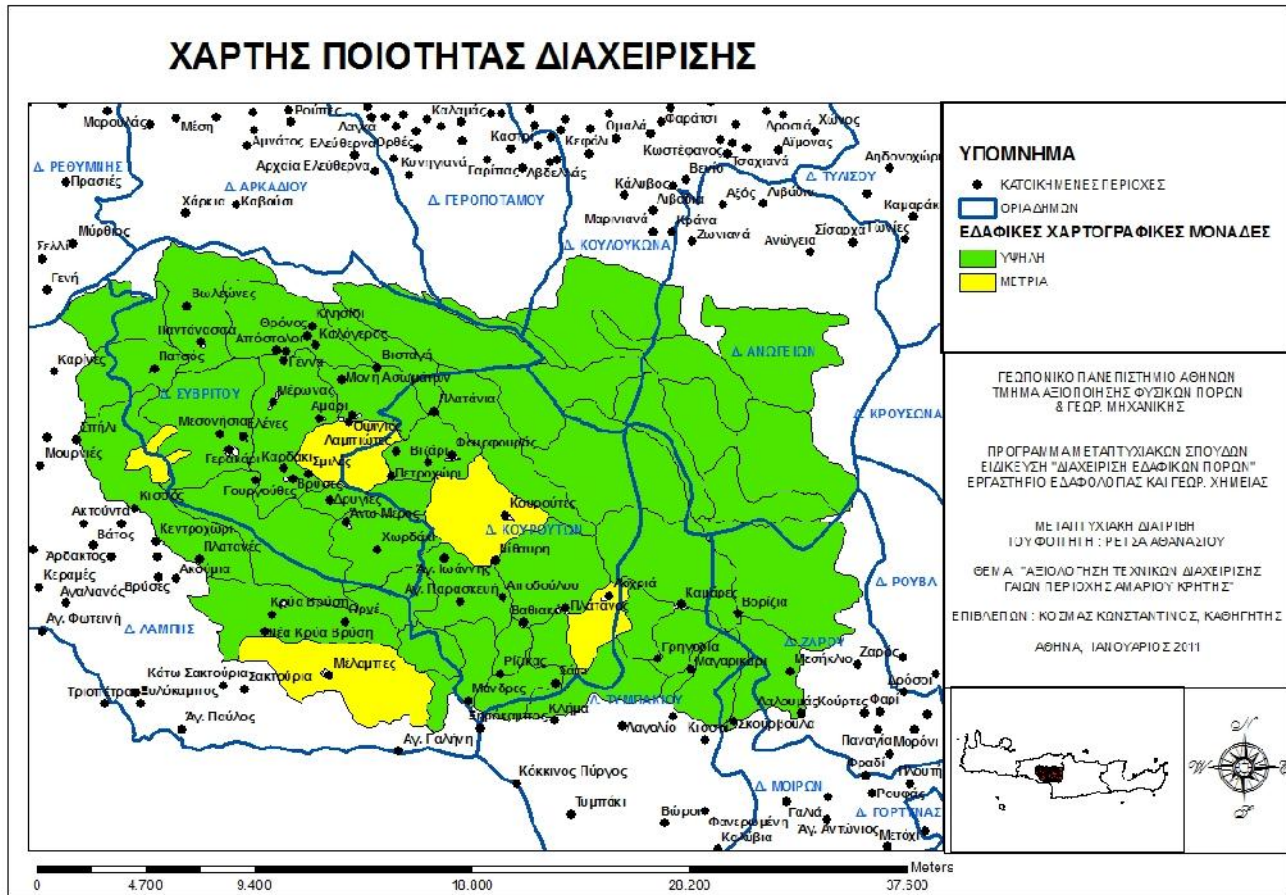
Εικόνα 25: Κατανομή της έντασης χρήσης γης στη περιοχή μελέτης

Πίνακας 10 : Κατανομή των κλάσεων έντασης χρήσης γης στη περιοχή μελέτης

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Έκταση (Km ²)	Έκταση (%)
Χαμηλή ένταση χρήσης γης	165638227,6	36,5
Μέτρια ένταση χρήσης γης	287862859,6	63,5

4.2.3. Χαρακτηρισμός της ποιότητας διαχείρισης γης

Το μεγαλύτερο ποσοστό της περιοχής μελέτης έχει έστω και οριακά υψηλή ποιότητα διαχείρισης γης σε σχέση με την ευαισθησία στην ερημοποίηση. Αναλυτικότερα το 88,9% της περιοχής ή 366 τετραγωνικά χιλιόμετρα (Km²) έχουν υψηλή ποιότητα. Το υπόλοιπο 11,1% της έκτασης εστιάζεται κοντά στα χωριά Μέλαμπες, Πλάτανος, Λαμπιώτες και Κουρούτες και έχει μέτρια ποιότητα διαχείρισης γης (Εικόνα 26).

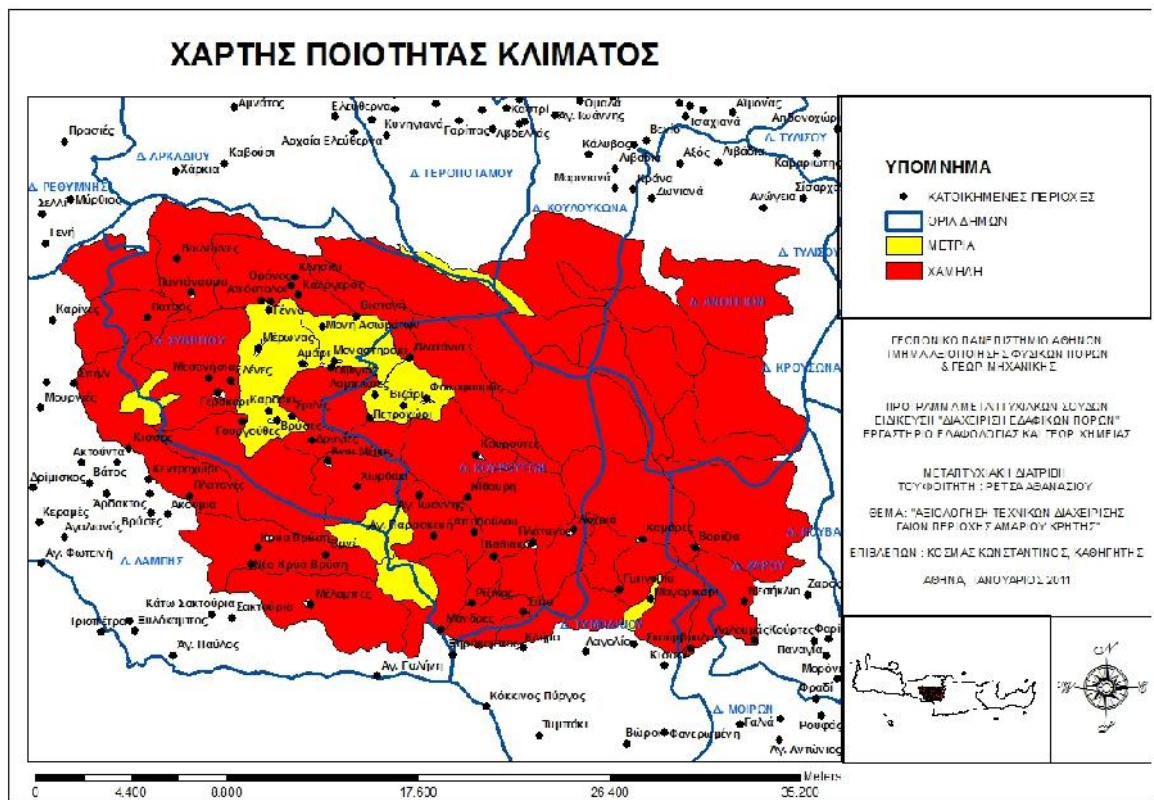


Εικόνα 26: Κατανομή ποιοτήτων διαχείρισης γης σε σχέση με την ευαισθησία για ερημοποίηση

4.3 Χαρακτηρισμός ποιότητας κλίματος

Η ποιότητα του κλίματος ορίστηκε με ένα μόνο μετεωρολογικό σταθμό που αντιπροσωπεύει όλη την περιοχή. Οι λοφώδεις περιοχές χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερες βροχοπτώσεις και μικρότερο βιοκλιματικό δείκτη Bagnoulls-Gausсен. Με βάση τα κλιματικά δεδομένα και την έκθεση κλίσης, η ποιότητα κλίματος της περιοχής χαρακτηρίζεται από μέτρια ως χαμηλή σε σχέση με την ερημοποίηση. Η χαμηλή ποιότητα κλίματος αποδίδεται στην έλλειψη ή τις περιορισμένες βροχοπτώσεις κατά το τέλος της ανοίξεως, την θερινή περίοδο και ενωρίς το φθινόπωρο σε. Επίσης ο βιοκλιματικός δείκτης Bagnoulls-Gausсен έχει τη τιμή BGI =214.

Η μέτρια ποιότητα κλίματος αντιστοιχεί στο 10% της συνολικής έκτασης σε περιοχές με βόρεια κλίση ή επίπεδες, ενώ το υπόλοιπο τμήμα ανήκει σε περιοχές με νότια κλίση.



Εικόνα 27 : Χάρτης ποιότητας κλίματος

4.4. Προσδιορισμός ποιότητας βλάστησης

4.4.1 Ποσοστό φυτοκάλυψης

Οι περιοχές με ποσοστό φυτοκάλυψης μεγαλύτερο του 40 % καταλαμβάνουν έκταση 267 τετραγωνικά χιλιόμετρα (Km^2) και ποσοστό επί της συνολικής έκτασης 56,7 % (Εικόνα 28) βρίσκονται στο μεγαλύτερο μέρος του δήμου Συβρίτου, στο νότιο μέρος του δήμου Κουρητών, στα κεντρικά του δήμου Τυμπακίου και κοντά στα χωριά Κρύα Βρύση και Μέλαμπες του δήμου Λάμπης.

Οι περιοχές με ποσοστό φυτοκάλυψης από 40 έως 10% καταλαμβάνουν έκταση 176 τετραγωνικά χιλιόμετρα (Km^2) και καλύπτουν το 37,4 % της συνολικής έκτασης. Βρίσκονται κυρίως στο βορειοδυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης καθώς και δυτικά των χωριών Πλατανές και Κρύα Βρύση.

Στο τέλος, περιοχές με πολύ μικρό ποσοστό φυτοκάλυψης δηλαδή με ποσοστό μέχρι το 10 % της επιφάνειάς τους καταλαμβάνουν το υπόλοιπο 5,7 % της συνολικής έκτασης της περιοχής μελέτης και βρίσκονται στα δυτικά των χωριών Σπίλι, Πλατανές, Πετροχώρι, Καλόγερος και Βυσταγή.



Εικόνα 28: Κατανομή του ποσοστού φυτοκάλυψης στην περιοχή μελέτης

4.4.2 Κίνδυνος στην πυρκαγιά

Υψηλό κίνδυνο στη πυρκαγιά βρίσκεται σε περιοχές που έχουν ως κύρια βλάστηση τα μεσογειακά φρύγανα. Αυτές οι περιοχές καταλαμβάνουν και το κύριο ποσοστό των εδαφών της περιοχής μελέτης (75,7%) (Εικόνα 29) με συνολική έκταση 356 τετραγωνικά χιλιόμετρα (Km²).

Μέτρια κίνδυνο στη πυρκαγιά έχουν εκτάσεις με βοσκότοπους πολυετείς γράσταις, μεικτές εκτάσεις με φρύγανα και θαμνώδεις περιοχές. Καταλαμβάνουν έκταση 2,8 τετραγωνικά χιλιόμετρα (Km²) και ποσοστό επί της συνολικής έκτασης 0,6%. Βρίσκονται ανάμεσα στα χωριά Σπίλι και Γερακάρι.

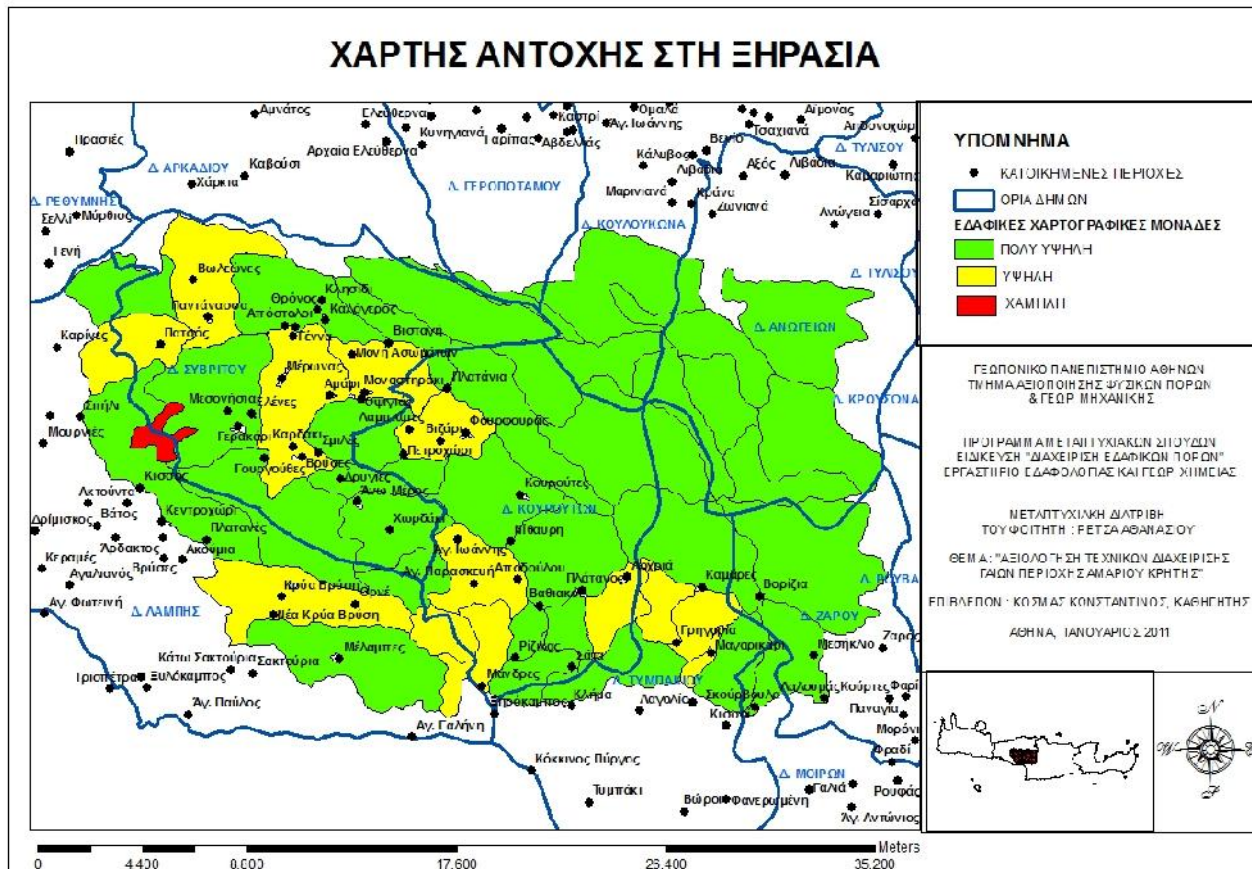
Μικρό κίνδυνο στη πυρκαγιά έχει το 23,68% της περιοχής με συνολική έκταση 11,4 τετραγωνικά χιλιόμετρα (Km²). Έχει βλάστηση που αποτελείται από οπωροφόρα, αμέλια ελιές καθώς και απογυμνωμένα εδάφη και βρίσκεται κοντά στα χωριά Παντάνασσα, Γρηγορία, Αποδούλου Βυζάρι και Βολεώνες



Εικόνα 29: Κατανομή του κινδύνου πυρκαγιάς στη περιοχή μελέτης

4.4.3 Αντοχή στην ξηρασία

Η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει εκτάσεις με φυτά με χαμηλή αντοχή, από ανθεκτικά έως και πολύ ανθεκτικά στη ξηρασία. Τα πολύ ανθεκτικά φυτικά είδη είναι τα μεσογειακά φρύγανα, ενώ τα ανθεκτικά είναι οι ελιές, χαμηλή αντοχή παρουσιάζουν οι αμπελοκαλλιέργειες. Οι εκτάσεις με πολύ ανθεκτικά είδη στη ξηρασία καλύπτουν έκταση 368 τετραγωνικά χιλιόμετρα (Km²) και ποσοστό 78,3% της συνολικής έκτασης, καταλαμβάνοντας τη δυτική, βορειοδυτική και ανατολική μεριά της περιοχής. Οι εκτάσεις με τα ανθεκτικά είδη καταλαμβάνουν έκταση 99,1 τετραγωνικά χιλιόμετρα και ποσοστό 21%. Βρίσκονται διάσπαρτες στο κεντρικό και νότιο τμήμα της περιοχής. Εκτάσεις με χαμηλή αντοχή στη ξηρασία βρίσκονται ανάμεσα στα χωριά Σπίλι και Γερακάρη. (Εικόνα 30).

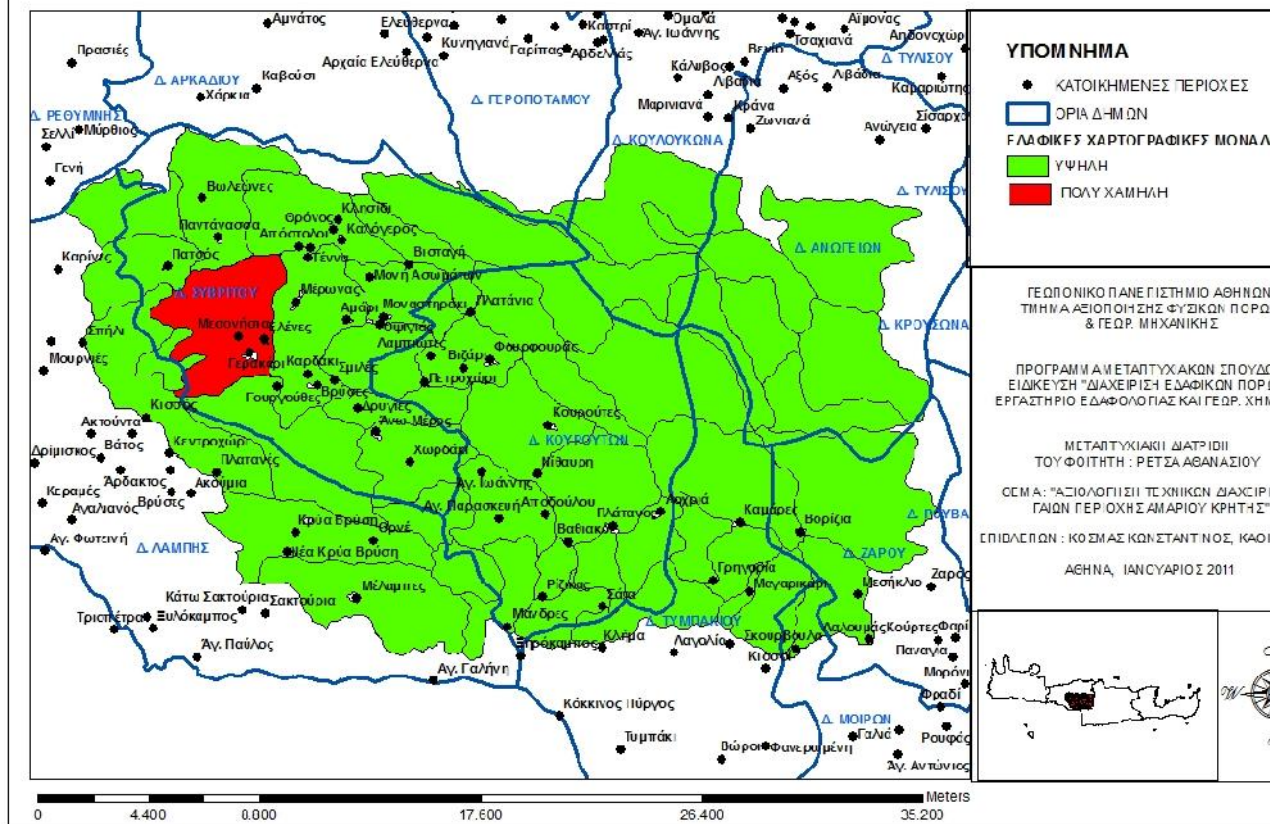


Εικόνα 30: Κατανομή της αντοχής της φυτοκάλυψης στη ξηρασία στη περιοχή μελέτης.

4.4.4 Προστασία στη διάβρωση

Το 97,3% της περιοχή μελέτης περιλαμβάνει φυτικά είδη που παρέχουν υψηλή προστασία από τη διάβρωση. Τέτοια φυτικά είδη είναι οι ελιές, τα φρύγανα και περιλαμβάνονται στα βοσκοτόπια, και στις θαμνώδεις εκτάσεις. (Εικόνα 31) Το υπόλοιπο 2,6% έχει φυτοκάλυψη που προσφέρει πολύ χαμηλή αντοχή στη διάβρωση και βρίσκεται κοντά στο χωριό Μεσονήσι.

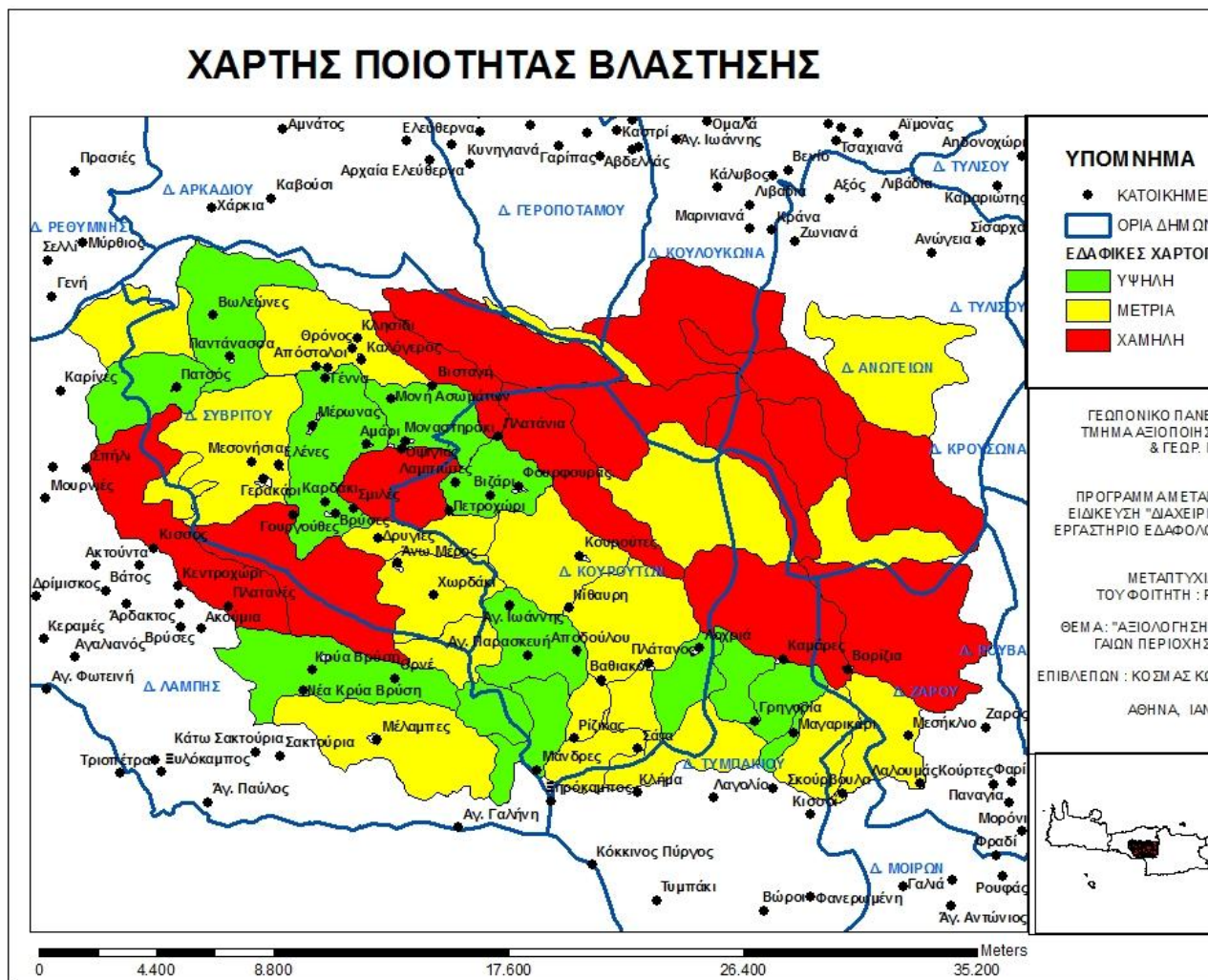
ΧΑΡΤΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ



Εικόνα 31: Προστασία που παρέχουν τα φυτικά είδη στη διάβρωση του εδάφους

4.4.5. Χαρακτηρισμός της ποιότητας βλάστησης

Στην εξεταζόμενη περιοχή μελέτης, η ποιότητα βλάστησης σε σχέση με την ευαισθησία στην ερημοποίηση χαρακτηρίζεται από μέτρια έως χαμηλή σε ίση περίπου αναλογία (38 % αι 41%) Το υπόλοιπο 21% χαρακτηρίζεται από υψηλή ποιότητα βλάστησης (Εικόνα 32., Πίνακας 11)



Εικόνα 32: Κατανομή ποιότητας βλάστησης σε σχέση με την ευαισθησία για ερημοποίηση

Πίνακας 11 : Κατανομή ποιοτήτων βλάστησης σε σχέση με την ερημοποίηση στη εξεταζόμενη περιοχή του Ν.Ρεθύμνου

Ποιότητα βλάστησης	Εκτάσεις (Km ²)	Εκτάσεις (%)
Υψηλή	99,1	21,06
Μέτρια	180,4	38,33
Χαμηλή	191	40,60

5.Περιβαλλοντικά Ευαίσθητες Περιοχές στην Ερημοποίηση

5.1Χαρακτηρισμός των περιβαλλοντικά ευαίσθητων περιοχών στην ερημοποίηση

Ο ορισμός των περιβαλλοντικά ευαίσθητων περιοχών στην ερημοποίηση του Νομού Ρεθύμνου της Κρήτης έγινε με βάση τα δεδομένα χαρτογράφησης των εδαφών, της βλάστησης και της διαχείρισης γης. Το κλίμα και ιδιαίτερα η κατανομή των βροχοπτώσεων στην περιοχή μελέτης χαρακτηρίστηκε με βάση τα δεδομένα των μετεωρολογικών σταθμών ...

Τα παραπάνω δεδομένα εισήχθησαν στα γεωγραφικά πληροφοριακά συστήματα και συντάχθηκαν οι παρακάτω 15 χάρτες :

κοκκομετρικής σύστασης

- μητρικού υλικού
- υδρομορφίας
- κάλυψης της επιφάνειας με χαλίκια
- βαθμού κλίσης
- βάθους εδάφους
- προσανατολισμού κλίσης
- κινδύνου πυρκαγιάς
- προστασίας του εδάφους από την διάβρωση
- ανθεκτικότητας της βλάστησης στη ξηρασία
- φυτοκάλυψης
- ένσταση χρήσης γης
- βαθμού εφαρμογής πολιτικής για την προστασία της γης.

5.2. Αναλυτική περιγραφή των υποκατηγοριών των ΠΕΠ

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία που περιγράφεται σε προηγούμενο κεφάλαιο ορίστηκαν οι ποιότητες εδάφους, βλάστησης, κλίματος και διαχείρισης της γης και οι περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές.

A. Κρίσιμες ΠΕΠ

Κρίσιμες-υποκατηγορία C3 : Περιλαμβάνεται το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής μελέτης με ποσοστό 17% (Εικόνα 32, Πίνακας 12) και έκταση 81,82km². Η υποκατηγορία αυτή περιλαμβάνει περιοχές απότομες έως πολύ απότομες, με εδάφη μετρίως λεπτόκοκκα, πετρώδη, ρηγά, καλώς αποστραγγιζόμενα, ,διαμορφωμένα σε μάρμαρα-ασβεστολιθικά υλικά. Οι περιοχές αυτής της υποκατηγορίας βρίσκονται σε

πλαγιές με έκθεση Νοτιοανατολική ή Νοτιοδυτική. Η υπάρχουσα κυρία βλάστηση είναι φρύγανα, με μικρό ποσοστό ελαιώνων, και χαρακτηρίζεται από υψηλό κίνδυνο πυρκαγιάς πολύ μεγάλη προστασία στη διάβρωση πολύ μεγάλη αντίσταση στη ξηρασία και φυτική κάλυψη, συνήθως κυμαινόμενη από 10-30%. Αυτές οι περιοχές υπόκεινται σε μέτρια ένταση χρήσης γης (εξαιτίας του χαμηλού εισοδήματος των υψηλά υποβαθμισμένων περιοχών και υψηλό βαθμό εφαρμογής της υπάρχουσας πολιτικής για την περιβαλλοντική προστασία.

Κρίσιμες-υποκατηγορία C2: Αντιπροσωπεύει το 46 % της περιοχής μελέτης και έχει έκταση 216,75 km². Η υποκατηγορία αυτή περιλαμβάνει περιοχές ελαφρώς κεκλιμένες έως απότομες, με εδάφη μετρίως λεπτόκοκκα, πετρώδη έως σχεδόν ακάλυπτα, μετρίως βαθιά έως βαθιά, καλώς αποστραγγιζόμενα, διαμορφωμένα σε ασβεστόλιθο και φλύσχη. Οι περιοχές αυτής της υποκατηγορίας βρίσκονται σε πλαγιές με έκθεση Νοτιοανατολική ή Νοτιοδυτική. Η βλάστηση είναι μικτή με φρύγανα και ελαιόδεντρα, και χαρακτηρίζεται από μέτριο κίνδυνο πυρκαγιάς, πολύ μεγάλη προστασία στη διάβρωση, κυρίως πολύ μεγάλη αντίσταση στη ξηρασία και φυτική κάλυψη, συνήθως >40 %. Αυτές οι περιοχές υπόκεινται σε μέτρια ένταση χρήσης γης και πολύ υψηλό βαθμό εφαρμογής της υπάρχουσας πολιτικής για την περιβαλλοντική προστασία.

Κρίσιμες-υποκατηγορία C1 : Αντιπροσωπεύει το 7 % της περιοχής μελέτης και έχει έκταση 32,58 km². Η υποκατηγορία αυτή περιλαμβάνει περιοχές κυρίως πολύ απότομες, με εδάφη μετρίως λεπτόκοκκα, κυρίως πετρώδη, βαθιά, καλώς αποστραγγιζόμενα, διαμορφωμένα σε ασβεστόλιθο.

Οι περιοχές αυτής της υποκατηγορίας βρίσκονται σε πλαγιές με έκθεση Νότια. Η υπάρχουσα κύρια βλάστηση είναι φρύγανα, αλλά με μικρό ποσοστό βελανιδιάς και ελιάς, και χαρακτηρίζεται από υψηλό κίνδυνο πυρκαγιάς (εξαιτίας των φρυγάνων), πολύ μεγάλη προστασία στη διάβρωση πολύ μεγάλη αντίσταση στη ξηρασία και φυτική κάλυψη >40%. Αυτές οι περιοχές υπόκεινται σε χαμηλή ένταση χρήσης γης και υψηλό βαθμό εφαρμογής της υπάρχουσας πολιτικής για την περιβαλλοντική προστασία.

B. Ευαίσθητες ΠΕΠ

Ευαίσθητες-υποκατηγορία F3: Αντιπροσωπεύει το 11% της περιοχής μελέτης και έχει έκταση 50,10 km². Η υποκατηγορία αυτή περιλαμβάνει περιοχές κυρίως σχεδόν επίπεδες, με εδάφη μετρίως λεπτόκοκκα, κυρίως πετρώδη, βαθιά, καλώς αποστραγγιζόμενα, διαμορφωμένα σε φλύσχη και σχιστόλιθο.

Οι περιοχές αυτής της υποκατηγορίας βρίσκονται σε πλαγιές με κύρια έκθεση Νότια. Η υπάρχουσα κύρια βλάστηση είναι ελιά, με δευτερεύουσα την βελανιδιά-φρύγανα και χαρακτηρίζεται από μικρό κίνδυνο πυρκαγιάς (εξαιτίας των ελαιώνων), πολύ μεγάλη προστασία στη διάβρωση, πολύ μεγάλη αντίσταση στη ξηρασία και φυτική κάλυψη >40%. Αυτές οι περιοχές υπόκεινται σε χαμηλή ένταση χρήσης γης και

υψηλό βαθμό εφαρμογής της υπάρχουσας πολιτικής για την περιβαλλοντική προστασία.

Ευαίσθητες-υποκατηγορία F2: Αντιπροσωπεύει το 10 % της περιοχής μελέτης και έχει έκταση 46,49 km². Η υποκατηγορία αυτή περιλαμβάνει περιοχές κυρίως σχεδόν επίπεδες (<6%), με εδάφη μετρίως λεπτόκοκκα, κυρίως πετρώδη και ακάλυπτα, βαθιά, καλώς αποστραγγιζόμενα, διαμορφωμένα σε φλύσχη κολλούβια υλικά και σχιστόλιθο.

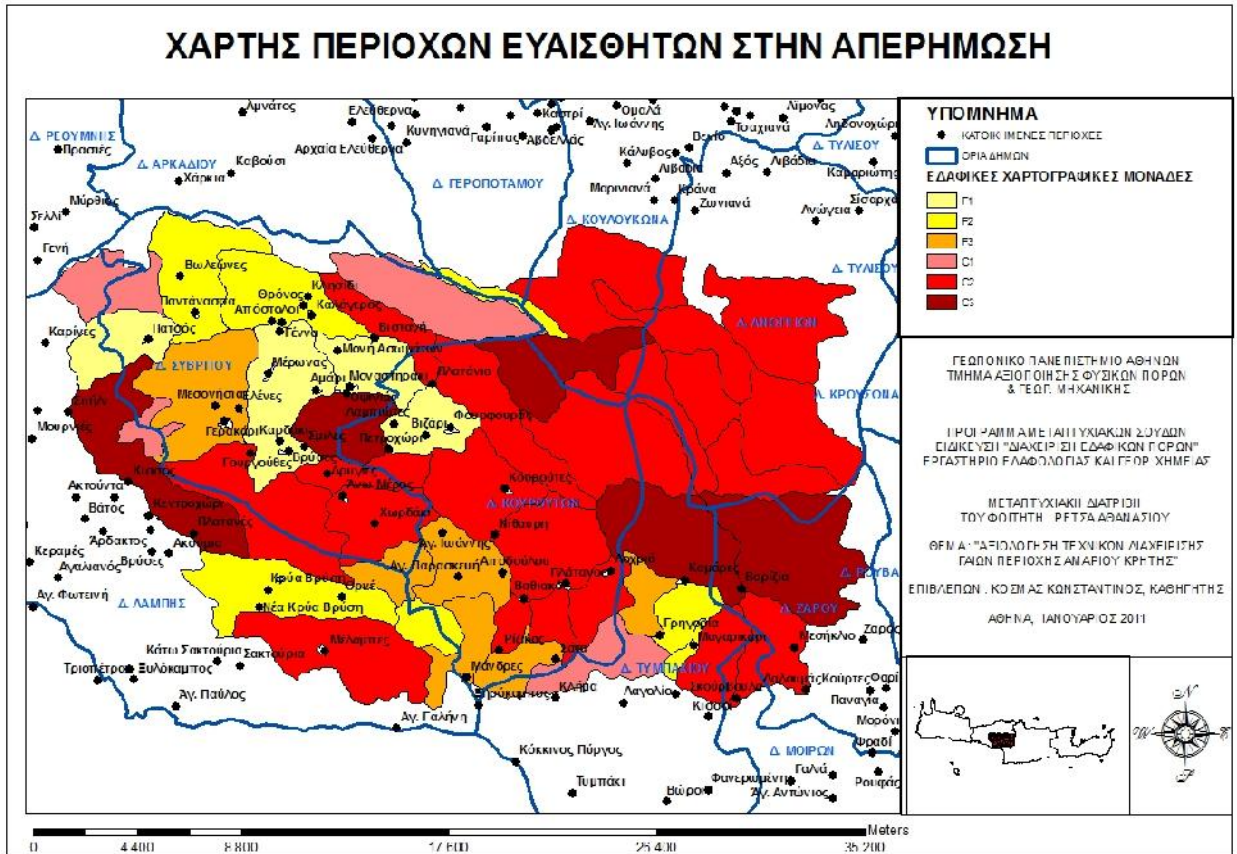
Οι περιοχές αυτής της υποκατηγορίας βρίσκονται σε πλαγιές με έκθεση Βόρεια. Η υπάρχουσα κύρια βλάστηση είναι ελιά, με φρύγανα και κατά τόπους αμπελώνες και χαρακτηρίζεται από μικρό κίνδυνο πυρκαγιάς (εξαιτίας των ελαιώνων), πολύ μεγάλη προστασία στη διάβρωση, μεγάλη αντίσταση στη ξηρασία και φυτική κάλυψη >40%. Αυτές οι περιοχές υπόκεινται σε χαμηλή ένταση χρήσης γης και υψηλό βαθμό εφαρμογής της υπάρχουσας πολιτικής για την περιβαλλοντική προστασία.

Ευαίσθητες-υποκατηγορία F1: Αντιπροσωπεύει το 4 % (Σχήμα 5) της περιοχής μελέτης και έχει έκταση 17,53km². Η υποκατηγορία αυτή περιλαμβάνει περιοχές ελαφρώς κεκλιμένες, με εδάφη μετρίως λεπτόκοκκα, βαθιά, καλώς αποστραγγιζόμενα, διαμορφωμένα σε σχιστόλιθο

Οι περιοχές αυτής της υποκατηγορίας βρίσκονται σε πλαγιές με έκθεση Βόρεια. Η υπάρχουσα κύρια βλάστηση είναι φρύγανα και ελιά, και χαρακτηρίζεται από υψηλό κίνδυνο πυρκαγιάς (εξαιτίας των φρυγάνων), πολύ μεγάλη προστασία στη διάβρωση πολύ μεγάλη αντίσταση στη ξηρασία και φυτική κάλυψη >40%. Αυτές οι περιοχές υπόκεινται σε χαμηλή ένταση χρήσης γης και υψηλό βαθμό εφαρμογής της υπάρχουσας πολιτικής για την περιβαλλοντική προστασία.

Γ. Δυνητικές ΠΕΠ : Αντιπροσωπεύει το 5 % της περιοχής μελέτης και έχει έκταση 25,35 km². Η υποκατηγορία αυτή περιλαμβάνει περιοχές

Οι περιοχές της κατηγορίας αυτής βρίσκονται στο οροπέδιο του Αμαρίου, έχουν εδάφη καλώς και μετρίως αποστραγγιζόμενα, μητρικό υλικό σχιστόλιθο και φλύσχη, μέτρια κλίση, φυτοκάλυψη >40% με κύρια καλλιέργεια την ελιά και χαμηλή βόσκηση



Εικόνα 32: Χάρτης των περιβαλλοντικά ευαίσθητων περιοχών στην ερημοποίηση του Νομού Ρεθύμνης της Κρήτης

Πίνακας 12: Κατανομή τύπων και υποκατηγοριών περιβαλλοντικά ευαίσθητων περιοχών (ΠΕΠ) στην ερημοποίηση στη περιοχή του Νομού Ρεθύμνης της Κρήτης

ΕΠΠΕΔΟ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ	ΤΥΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΩΝ	ΕΚΤΑΣΗ (Km ²)	
ΜΕΤΡΙΟ	ΕΥΑΙΣΘΗΤΗ	F1	9,08
ΜΕΤΡΙΟ	ΕΥΑΙΣΘΗΤΗ	F2	43,50
ΜΕΤΡΙΟ	ΕΥΑΙΣΘΗΤΗ	F3	29,27
ΥΨΗΛΟ	ΚΡΙΣΙΜΗ	C1	19,85
ΥΨΗΛΟ	ΚΡΙΣΙΜΗ	C2	100,26
ΥΨΗΛΟ	ΚΡΙΣΙΜΗ	C3	268,66



Σχήμα 5: Ποσοστιαία κατανομή των κρίσιμων και ευαίσθητων περιοχών στην ερημοποίηση

6. Αίτια της υποβάθμισης των εδαφικών πόρων στη περιοχή μελέτης

6.1.1 Γενικά

Η γεωργία αποτελεί τη βασική κινητήρια δύναμη που επηρεάζει την ποικιλότητα της Ευρώπης και της Ελλάδας, διαμορφώνοντας εδώ και χιλιάδες χρόνια το φυσικό τοπίο της υπαίθρου.

Στην Ελλάδα η γεωργική γη καταλαμβάνει το 30% της έκτασης της και περιλαμβάνει, επί το πλείστον, ετήσιες και αροτραίες καλλιέργειες (σιτηρά, καπνός, βαμβάκι κ.α.) και πολυετείς, όπως οι οπωρώνες, οι ελαιώνες και τ' αμπέλια. Σημαντικό ποσοστό της ελληνικής αγροτικής παραγωγής καταλαμβάνει και η κτηνοτροφία, καθώς τα βοσκοτόπια καλύπτουν το 39% της ελληνικής υπαίθρου (ΕΣΥΕ, 2001).

Τις τελευταίες τέσσερις δεκαετίες, το αγροτικό περιβάλλον της Ευρώπης έχει σαφέστατα δείγματα υποβάθμισης, γεγονός που οφείλεται κατά κύριο λόγο στην εντατικοποίηση της γεωργίας. Οι σύγχρονες γεωργικές πρακτικές έχουν οδηγήσει σε εγκατάλειψη των παραδοσιακών μορφών ήπιας καλλιέργειας και σε εκμηχάνιση των γεωργικών εκμεταλλεύσεων με παράλληλη χρήση μεγάλων ποσοτήτων φυτοπροστατευτικών προϊόντων και λιπασμάτων. Οι αλλαγές αυτές οφείλονται στην επιδίωξη υψηλότερης οικονομικής ενίσχυσης που προμηθευόταν από την εφαρμογή της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής.

Η ΚΑΠ αποτελείται από διάφορους κανόνες και ρυθμίσεις που διέπουν τις γεωργικές δραστηριότητες στην Ευρωπαϊκή Ένωση και υφίσταται εδώ και πάνω από 40 χρόνια. Το κύριο χαρακτηριστικό της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής είναι ένα σύστημα επιδοτήσεων που πληρώνονται στους αγρότες. Οι επιδοτήσεις αυτές σκοπό έχουν τη διασφάλιση των ελαχίστων επιπέδων παραγωγής, ούτως ώστε οι Ευρωπαίοι να έχουν αρκετά τρόφιμα για κατανάλωση, και ένα αρκετά καλό βιοτικό επίπεδο, εγγυημένο γι' αυτούς των οποίων η ζήση εξαρτάται από τη γεωργία. Οι κανόνες της Κ.Α.Π. είναι κοινοί για όλα τα κράτη-μέλη της Ε.Ε. και καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα θεμάτων, που περιλαμβάνουν την παροχή οικονομικής ενίσχυσης σε γεωργούς, μεθόδους παραγωγής, προώθησης στην αγορά και τις γενικές ποσότητες τροφίμων που μπορούν να παραχθούν από διαφορετικούς γεωργικούς τομείς.

Παρόλα αυτά, η κοινή αγροτική πολιτική δεν λάμβανε υπ' όψιν τις επιπτώσεις της εντατικής γεωργικής παραγωγής στο φυσικό περιβάλλον. Σε γενικές γραμμές, η Κ.Α.Π. είχε αρνητικές επιπτώσεις στην ποσότητα και την ποιότητα των υδάτινων πόρων, στην ποιότητα των εδαφών και στη βιοποικιλότητα. Επιπρόσθετα, στις ορεινές (κτηνοτροφικές περιοχές) παρουσιάστηκε αλόγιστη αύξηση του αριθμού των εκτρεφόμενων ζώων, κυρίως αιγών και προβάτων, η οποία σε συνδυασμό με την εφαρμογή λανθασμένων τεχνικών διαχείρισης (π.χ πυρκαγιές) βοσκοτόπων οδήγησαν σε υπερβόσκηση – υποβάθμιση των ορεινών-κτηνοτροφικών περιοχών.

Στην παρούσα εργασία, η ευρύτερη περιοχή της επαρχίας Αμαρίου του νομού Ρεθύμνης εντάσσεται στις ορεινές – μειονεκτικές περιοχές της Κρήτης, δηλαδή

ορεινές περιοχές, με σημαντικό περιορισμό των δυνατοτήτων χρησιμοποίησης της γης και σημαντική αύξηση του κόστους της εκμετάλλευσής της ή περιοχές που απειλούνται με εγκατάλειψη των χρήσεων γης και στις οποίες η διατήρηση του φυσικού χώρου είναι αναγκαία ή άλλες περιοχές με ειδικά μειονεκτήματα όπου η γεωργική δραστηριότητα θα πρέπει να συνεχιστεί υπό όρους για τη διατήρηση του φυσικού χώρου και τη διαφύλαξη του τουριστικού δυναμικού της περιοχής (<http://www.infosoc.gr/>). Το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού της ασχολείται με τη γεωργία και τη κτηνοτροφία και λιγότερο με τον τουρισμό και τις υπηρεσίες. Τα αιτία που οδήγησαν στην υποβάθμιση και ερημοποίηση των εδαφικών πόρων στη περιοχή μελέτης, δηλαδή στις κτηνοτροφικές περιοχές και στα γεωργικά εδάφη παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω.

6.1 Εκμηχάνιση της γεωργίας

Για περισσότερα από 20 χρόνια τώρα, μετά την προσχώρηση της Ελλάδας στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) το 1981, η ελληνική γεωργία αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της ευρωπαϊκής γεωργίας και διέπεται πλήρως από τους κανόνες της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ).

Γενικά, η ενσωμάτωση της ΚΑΠ στην εγχώρια γεωργική πολιτική είχε θετικότατα αποτελέσματα αλλά, μακροπρόθεσμα, και ορισμένες αρνητικές επιπτώσεις στην Ελληνική Γεωργία.

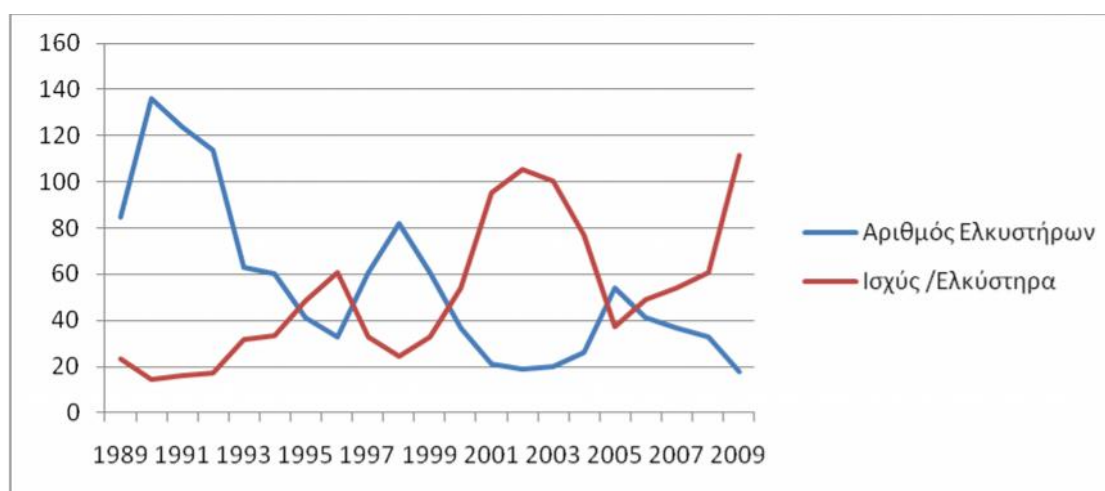
Μία από τις σημαντικότερες συνέπειες της ΚΑΠ, ήταν εντατικοποίησης της Ελληνικής γεωργίας, με συνέπεια την αύξηση της εκμηχάνισης της γεωργίας με σκοπό την άμεση και ταχύτερη εφαρμογή των τεχνικών καλλιέργειας για την επίτευξη περισσότερων γεωργικών προϊόντων και την αύξηση του αγροτικού εισοδήματος. Παρόλα αυτά η εκμηχάνιση της γεωργίας σε συνδυασμό με την εξέλιξη της τεχνολογίας τις τελευταίες δεκαετίες είχαν ως αποτέλεσμα την χρήση ισχυρότερων γεωργικών ελκυστήρων, οι οποίοι επιτύγχαναν μεγαλύτερο βάθος καλλιέργειας, μεγαλύτερο βαθμό αναστροφής του εδάφους, και θρυμματισμού του εδάφους. Η αυξημένη χρήση των πιο εξελιγμένων γεωργικών μηχανημάτων στις αγροτικές περιοχές οδήγησε με σταθερούς ρυθμούς, στην συμπίεση και υποβάθμιση των γεωργικών εδαφών, αυξάνοντας παράλληλα και τα έξοδα των γεωργών, καθιστώντας έτσι τα εδάφη αυτά ασύμφορα για γεωργική εκμετάλλευση, με αποτέλεσμα την εγκατάλειψή τους, την επέκταση της ερημοποίησης και την ανάγκη για απαλλοτρίωση δασικών εκτάσεων και άλλων φυσικών οικοτόπων, προς γεωργική χρήση.

Χαρακτηριστικά, σύμφωνα με έρευνα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής η επέκταση των αρόσιμων γαιών οδήγησε σε μείωση των λειμώνων (από 60 % της ΧΓΕ το 1975 σε 50 % το 1992), εξέλιξη η οποία ευνοήθηκε από τις γαλακτοκομικές ποσοστώσεις, προκαλώντας απώλειες βιοποικιλότητας, αύξηση των κινδύνων διάβρωσης, υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων και μείωση του ποσοστού των οργανικών υλών των σχετικών εδαφών και, συνεπώς, αύξηση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.

Παρά τις αρνητικές επιδράσεις της εντεινόμενης κατεργασίας του εδάφους σε διάφορους τομείς, παρατηρήθηκε ραγδαία εξάπλωσή της, με την ένταξη της Ελλάδας στην ΚΑΠ που οφείλεται στους εξής κυρίως λόγους:

- Στα σημαντικά πλεονεκτήματα που πρόσφερε στους αγρότες και στην οικονομία των διαφόρων χωρών η υιοθέτηση της κατεργασίας του εδάφους με εργαλεία που σύρονταν ή φέρονταν σε αυτοκινούμενα οχήματα (ελκυστήρες) σε σύγκριση με την κατεργασία με εργαλεία που σύρονταν από διάφορα ζώα (αύξηση της απόδοσης της κατεργασίας, διευκόλυνση γενικά της κατεργασίας για τον αγρότη, δυνατότητα κατεργασίας την κατάλληλη στιγμή κ.ά.).
- Στην ανάπτυξη της τεχνολογίας και στην αύξηση του ανταγωνισμού.
- Στη ραγδαία αύξηση του ανθρώπινου πληθυσμού (ανάγκη για τροφή) και στην κορύφωση της τάσης για εξειδίκευση (επαγγελματίες αγρότες, μονοκαλλιέργεια κ.ά.).
- Στην καθυστέρηση της εμφάνισης των αρνητικών συνεπειών της συμβατικής εδαφοκατεργασίας (www.moa.gov.cy).

Ειδικότερα , στον εξεταζόμενο Νομό της νήσου Κρήτης, παρατηρήθηκε μια μέγιστη αγορά γεωργικών ελκυστήρων το 1988, η όποια με τη πάροδο του χρόνου μειώθηκε, εμφανίζοντας την ελάχιστη τιμή το 2000 (Σχήμα 6). Παράλληλα παρατηρείται σημαντική αύξηση της ισχύος των εντασσόμενων στη γεωργία ελκυστήρων από τους 20 ίππους κατά μέσο όρο το 1989 σε πάνω από 100 ίππους το 2009 (ΕΣΥΕ 2009) . Αυτό αν και αντιφατικό , εξηγείται από την μείωση του ενεργού αγροτικού πληθυσμού , και από τη εντατικοποίηση της εδαφικής κατεργασίας για την άμεση και γρήγορη εφαρμογή των τεχνικών καλλιέργειας στα γεωργικά εδάφη.



Σχήμα 6 : Αριθμός ελκυστήρων και ισχύς ανά ελκυστήρα από το 1988 έως το 2009 στο Νομό Ρεθύμνου

Η αυξημένη εκμηχάνιση της γεωργίας οδήγησε, λόγω της συμπίεσης του εδάφους, σε υποβάθμιση της ποιότητάς, σε μείωση της μικροπανίδας και μικροχλωρίδας και αύξησε τον κίνδυνο διάβρωσης.

Η επέκταση των αρόσιμων γαιών οδήγησε σε μείωση των λειμώνων (από 60 % της ΧΓΕ το 1975 σε 50 % το 1992), εξέλιξη η οποία ευνοήθηκε από τις γαλακτοκομικές ποσοστώσεις, προκαλώντας απώλειες βιοποικιλότητας, αύξηση των κινδύνων διάβρωσης, υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων και μείωση του ποσοστού των οργανικών υλών των σχετικών εδαφών και, συνεπώς, αύξηση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.

6.2 Η Εντατικοποίηση της ελαιοκαλλιέργειας στη Κρήτη και τα προβλήματά της.

Λόγω της ένταξης της χώρας στην ευρωπαϊκή ένωση και τις επιδοτήσεις που δίνονταν η έκταση των ελαιώνων στην Ελλάδα αυξήθηκε συστηματικά τα τελευταία είκοσι πέντε χρόνια, λόγω της φύτευσης ελαιώνων υψηλής πυκνότητας. Η έκταση αυτή ανήλθε σε 800.000 εκτάρια το 2007 (+120.000 εκτάρια από το 1991). Οι ελαιώνες για ελαιόλαδο επεκτάθηκαν σε πολλές ημιορεινές και παράκτιες περιοχές.

Η εντατικοποίηση της παραγωγής έγινε μέσω της μηχανοποίησης, της εξομάλυνσης του εδάφους, της επέκτασης της άρδευσης και της αυξημένης χρήσης εξωτερικών εισροών. Η μεικτή καλλιέργεια ελαιόδεντρων και άλλων δέντρων ή αρόσιμων καλλιεργειών εγκαταλείφθηκε. Τα ελαιόδεντρα καλλιεργούνται σχεδόν αποκλειστικά σε φυτείες ενός είδους. Οι παλαιοί ελαιώνες με μεγάλα, αρχαία δέντρα αντικαταστάθηκαν από νέες εντατικές φυτείες. Οι πιο παραδοσιακές καλλιέργειες που μπορούν να χαρακτηριστούν ως χαμηλών εισροών εγκαταλείφθηκαν.

Η καλλιέργεια ελιάς έχει γίνει πιο εντατική τις τελευταίες δύο ή τρεις δεκαετίες (Πίνακας 13), και χρησιμοποιεί ολοένα και περισσότερη γεωργική γη. Η παραγωγή ελαιόλαδου καταναλώνει σημαντικές ποσότητες νερού ακόμα και σε περιοχές όπου αυτός ο πόρος σπανίζει, και οι διαδικασίες που χρησιμοποιούνται από τον κλάδο δημιουργούν μεγάλες ποσότητες αποβλήτων, ιδιαίτερα λύματα που περιέχουν φαινόλες και πολυφαινόλες, και στερεά απόβλητα με τη μορφή ελαιοπυρήνα. (<http://ec.europa.eu/>)

Πίνακας 13 :Μεταβολή της παραγωγής γεωργικών προϊόντων στη Κρήτη Από το 1953 έως το 2002 (Αγοραστάκης ,2004)

ΠΡΟΪΟΝΤΑ	1953	2002	ΜΕΤΑΒΟΛΗ %
Σιτηρά	31700	11287	-64,4
Όσπρια	6000	2017	-66,4
Κτηνοτροφικά φυτά	132100	43669	-66,9
Πατάτες	44500	92800	+108,5
Λαχανικά	68000	141792	+108,5
Σταφίδα	34200	21984	-35,7
Επιτραπέζια σταφύλια	19500	14309	-26,6
Μούστος	46000	67298	+46,3
Εσπεριδοειδή	31000	137017	+342,0
Λουπά φρούτα	15000	12078	-19,5
Ελαιόλαδο	38600	153380	+297,4
Βρώσιμες ελιές	2300	1103	-52,0
Καρύδια-αμύγδαλα	4080	3700	-9,3
Γάλα	32000	135848	+324,5
Κρέας	8500	33781	+297,4

Η εντατικοποίηση της ελαιοκαλλιέργειας έχει δημιουργήσει προβλήματα όπως:

- Η διάβρωση του εδάφους, μειώνοντας έτσι την παραγωγική ικανότητα των ελαιώνων και οδηγώντας δυνητικά και σε άλλα προβλήματα, όπως η απορροή των επιφανειακών εδαφών στα υδάτινα ρεύματα Ένα παράδειγμα ακατάλληλης πρακτικής που εφαρμόστηκε στην περιοχή μελέτης είναι η μηχανική εκσκαφή, η οποία συμπέζει το έδαφος, το εκθέτει στις διαβρωτικές επιπτώσεις της βροχόπτωσης, και μειώνει την περιεκτικότητα του σε οργανική ύλη (Εικόνα 33).



Εικόνα 33 : Εκχέρσωση επικλινών εκτάσεων για εγκατάσταση νέου ελαιώνα (Πηγή: Ρέτσας 2008)

Η αυξανόμενη κατανάλωση νερού και η έλλειψη του σε κάποιες περιοχές που ήδη υποφέρουν από μειωμένα αποθέματα υπόγειων υδάτων (Εικόνα 34).



Εικόνα 34: Εγκατάσταση άρδευσης ελαιώνων (www.ec.europa.eu/environment/life)

- Η ρύπανση από τη χρήση χημικών και λιπασμάτων. Οι αγρότες χρησιμοποιούσαν πολύ περισσότερο λίπασμα από τις ανάγκες της ελαιοκαλλιέργειας. Ειδικότερα: το νιτρικό αμμώνιο, ένα από τα συνηθέστερα εφαρμοζόμενα λιπάσματα περιέχει έως και 33-34% άζωτο που, στις πλέον αρδευόμενες και εντατικές φυτείες, μπορεί να φτάσει σε επίπεδα έως και 350 kg/ha, συνδέεται με προβλήματα απορροής και ευτροφισμού των επιφανειακών υδάτων. Επιπρόσθετα, τα εντομοκτόνα Dimethoate ή Deltamethrin που χρησιμοποιούνται εδώ και πολλά χρόνια για την καταπολέμηση του δάκου, έχουν προκαλέσει ανυπολόγιστη περιβαλλοντική ζημιά καθώς εξόντωναν παράλληλα και ωφέλιμα έντομα (<http://ec.europa.eu/>)
- Τα εντατικά συστήματα ελαιοκαλλιέργειας χρησιμοποιούν επίσης λιπάσματα φωσφόρου, βορίου και καλίου. Ο τελευταίος τύπος χρησιμοποιείται έντονα στην καλλιέργεια ελαιόδεντρων όπου, ιδιαίτερα σε εποχές υψηλής απόδοσης, η τακτική χρήση λιπάσματος καλίου χρησιμοποιείται για τη μεγιστοποίηση της απόδοσης, ενώ η ισχυρή φωσφορική λίπανση σε συνδυασμό με την αζωτούχο εντείνουν τον κίνδυνο ρύπανσης και υποβάθμισης των υδάτινων πόρων.
- Η ζημιά στη βιοποικιλότητα καθώς η εφαρμογή τεχνικών για την ενίσχυση της παραγωγικότητας των ελαιώνων και του κλάδου του ελαιόλαδου γενικά έχει επηρεάσει αρνητικά την άγρια ζωή, και έχει οδηγήσει σε σημαντική απώλεια των ενδιαιτημάτων άγριας ζωής. Η αναφύτευση ελαιόδεντρων για την αύξηση της παραγωγής ελιάς, που συχνά συνοδεύθηκε από απομάκρυνση της φυσικής βλάστησης και απώλεια των ορίων των χωραφιών και των ξερολιθιών, οδήγησε σε σημαντική απώλεια των ενδιαιτημάτων άγριας ζωής.
- Μείωση της φυσικής αξίας με την υποβάθμιση τοπίων και φυσικών οικοτόπων. Η επέκταση των ελαιώνων συνήθως γίνεται σε βάρος των φυσικών ή ημι-φυσικών δασικών εκτάσεων και άλλης βλάστησης με υψηλή αξία διατήρησης. Οι νέες εντατικές καλλιέργειες ελιάς έχουν καταλάβει εκτάσεις σε περιοχές μεγάλης σημασίας για κοινότητες πτηνών

6.3 Αναβλάστηση βοσκοτόπων με πυρκαγιές

Οι πυρκαγιές είναι μία παραδοσιακή πρακτική, η οποία εφαρμόζεται από τους βοσκούς στα λιβάδια με σκοπό τον έλεγχο των ανεπιθύμητων ποωδών ή ξυλωδών ειδών και την ευνόηση της επιθυμητής για τα ζώα βλάστησης (Le Houerou 1981, Papanastasis et al. 1990).

Τις τελευταίες δεκαετίες, λόγω κοινωνικοοικονομικών μεταβολών στον ορεινό χώρο, η συχνότητα των πυρκαγιών έγινε πιο μεγάλη, με αποτέλεσμα να καίγονται μεγαλύτερες επιφάνειες, οι θερμοκρασίες να γίνονται υψηλότερες και κατά συνέπεια να καθίστανται περισσότερες καταστροφικές για το οικοσύστημα.

Η αύξηση του αριθμού των εκτρεφόμενων ζώων έχει οδηγήσει στην ανάγκη για εξάπλωση των καλλιεργούμενων με κτηνοτροφικά φυτά εκτάσεων εις βάρος των βοσκοτόπων. Η πεποίθηση των κτηνοτρόφων ότι με τη πυρκαγιά γίνεται ευκολότερη η αλλαγή της χρήσης γης από βοσκοτόπια σε γεωργική αύξησε τον αριθμό των πυρκαγιών τα τελευταία χρόνια.

Στο νομό Ρεθύμνου καταγράφηκαν κατά μέσο 185,2 πυρκαγιές κατά το διάστημα 2000-2010 με μέσο όρο καμμένης έκτασης 3065 Στρέμματα ανά πυρκαγιά (ΕΣΥΕ, 2010) Σε επίπεδο χώρας κάθε μέρα εκδηλώνονταν στο υπό έρευνα διάστημα περίπου 28 αγροτοδοσικές πυρκαγιές και καταστρέφονταν ημερησίως 1.524 στρέμματα αγροτοδοσικής έκτασης. (ΕΣΥΕ, 2010)

Η αποκατάσταση των καμένων εκτάσεων γίνεται με πολύ βραδείς ρυθμούς, παρά το γεγονός ότι η βλάστηση των μεσογειακών χωρών έχει αναπτύξει μηχανισμούς αυτο-διαδοχής, όπως είναι η φύτευση των σπερμάτων και η πρεμνοβλάστηση της αυτόχθονης βλάστησης. Αποτέλεσμα της βραδείας αποκατάστασης είναι η παραμονή του εδάφους για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς κάλυψη και η ευπάθεια του στις διαδικασίες της διάβρωσης (Papanastasis 2000).

6.4 Υπερβόσκηση βοσκοτόπων

Ως υπερβόσκηση ορίζεται η χρήση μίας έκτασης ή ενός συγκεκριμένου βοσκότοπου από αριθμό ατόμων ζώων μεγαλύτερου από αυτόν που επιτρέπει η βοσκοϊκανότητά του. Ως βοσκοϊκανότητα ορίζεται ο μέγιστος αριθμός ζώων που δύναται να βόσκουν σε ένα συγκεκριμένο βοσκότοπο χωρίς να προκαλούν καταστροφή ή αλλοίωση στην παραγωγικότητά του (Heady 1975).

Η απογύμνωση του εδάφους των λιβαδιών προκαλείται όχι μόνο από την υπερβόσκηση, αλλά και από την εισαγωγή ακατάλληλων ειδών ζώων, για παράδειγμα προβάτων αντί αιγών, ή την ακαταλληλότητα του συστήματος βόσκησης, π.χ. βόσκηση σε ακατάλληλη περίοδο ή για πολύ μικρό ή πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα. Σε θέσεις όπου κυριαρχούν τα φρύγανα, η υψηλή ένταση βόσκησης συνετέλεσε στη μείωση της κάλυψης και ποσότητας της ποώδους βλάστησης με ταυτόχρονη αύξηση του αριθμού των φρυγάνων, τα οποία παρόλο που είναι ανεπιθύμητα για τα βόσκοντα ζώα παίζουν σημαντικό υδρολογικό ρόλο στο οικοσύστημα. Αυτή η αύξηση έγινε λόγω της σταδιακής εξάλειψης του ανταγωνισμού από τα επιθυμητά ποώδη είδη, τα

οποία υπερβόσκονται. Αντιθέτως, στην περίπτωση άλλων τύπων λιβαδικής βλάστησης (π.χ. ποολίβαδα) παρατηρείται μείωση στο σύνολο της φυτικής κάλυψης, τόσο της ποώδους όσο και της ξυλώδους, προφανώς γιατί η τελευταία είναι επιθυμητή και επομένως βόσκεται από τα ζώα (Papanastasis et al. 2003).

Στο νομό Ρεθύμνου ο αριθμός των προβάτων παρουσίασε αύξηση 158 % και των αιγών κατά 99,5% σε διάστημα είκοσι χρόνων (Πίνακας, 14) (www.oas.gr). Σύμφωνα με τον Δρ Στεφανάκη Αλ. στο νομό Ρεθύμνης βόσκονται 225.980 ζώα σε 4.612 κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις που αποτελούν το 36 % των κτηνοτροφικών ζώων της Κρήτης. (www.oas.gr)

Πίνακας 14: Εξέλιξη της αιγοπροβατοτροφίας στο Ρέθυμνο

% Εξέλιξη 1981-2000		
	Αριθμός προβάτων	Αριθμός Αιγών
ΕΛΛΑΔΑ	10,42	19,07
ΚΡΗΤΗ	78,88	24,47
ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	68,1	3,19
ΛΑΣΙΘΙΟΥ	82,94	12,76
ΡΕΘΥΜΝΟΥ	158,14	99,48
ΧΑΝΙΩΝ	23,16	10,38

Οι επιδράσεις της υπερβόσκησης στα λιβάδια είναι πολύπλοκες και αποδίδονται σε φυσικές και βιολογικές αιτίες. Αρχικά σημειώνεται μεταβολή στη σύνθεση των ειδών με περιορισμό ή ολική εξάλειψη των επιθυμητών, προτιμώμενων από τα ζώα ειδών, στη συνέχεια περιορίζονται τα λιγότερο επιθυμητά, με συνέπεια την επικράτηση των ανεπιθύμητων ειδών, που αποτελούν ζιζάνια. Τα τελευταία είδη δύνανται επίσης να εξαφανιστούν, σε περίπτωση που οι έντονοι ρυθμοί βόσκησης εξακολουθούν να υφίστανται, με συνέπεια την απογύμνωση του εδάφους και τη συμπίεσή του από το ποδοπάτημα των ζώων. Τελικό αποτέλεσμα της παραπάνω διαδικασίας είναι η επιταχυνόμενη διάβρωση και η αποκάλυψη του μητρικού πετρώματος (Papanastasis 2000).

Ερευνητικά δεδομένα για την υπερβόσκηση, στο Νομό Ρεθύμνου, έχουν παρατηρηθεί στα ορεινά του Ψηλορείτη. Σύμφωνα με τους Γιαννακοπούλου Α και Γιαννακοπούλου Ε (2006), η βοσκοφόρτωση στο Ψηλορείτη ανέρχεται κατά μέσο όρο σε 4,6 πρόβατα ανά εκτάριο και έτος (Menjli 1994), η οποία είναι τετραπλάσια της βοσκοϊκανότητας, πράγμα που σημαίνει ότι ο Ψηλορείτης υπερβόσκειται (Papanastasis et al. 1990).

7. Ανάπτυξη σεναρίων διαχείρισης γης

Μετά την ανάλυση των περιβαλλοντικά ευαίσθητων περιοχών στην ερημοποίηση και έχοντας ως στόχο την αειφόρο διαχείριση των ελαιώνων και των βοσκοτόπων καθώς και την προστασία της γης από την ερημοποίηση αναπτυχθήκαν και αξιολογήθηκαν τα εξής πιθανά σενάρια διαχείρισης της γης :

Σενάριο Α : Ακαλλιέργεια των Ελαιώνων

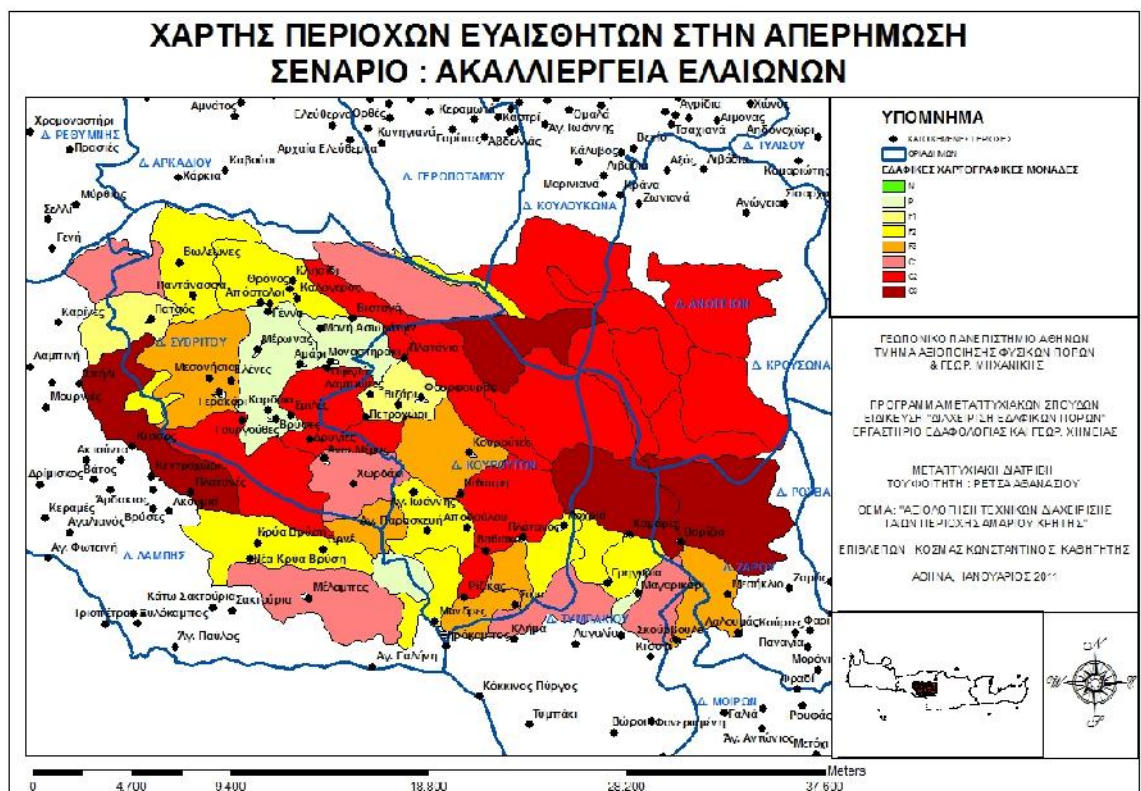
Σενάριο Β: Αειφορική Βόσκηση

Ακόμα αναπτύχθηκε, το σενάριο της χρήσης πυρκαγιάς (Σενάριο Γ) ως μέσου για την ανανέωση της βλάστησης για βοσκή και τα επιβαρυντικά αποτελέσματα του , αναλύονται παρακάτω.

Πρώτο σενάριο : Για την διεξαγωγή του πρώτου σεναρίου, εφαρμόστηκε ακαλλιέργεια των ελαιώνων. Με την τεχνική της ακαλλιέργειας, η παραγόμενη βιομάζα είναι πολύ μεγαλύτερη, αφού παραμένει και η φυσική βλάστηση στον αγρό.

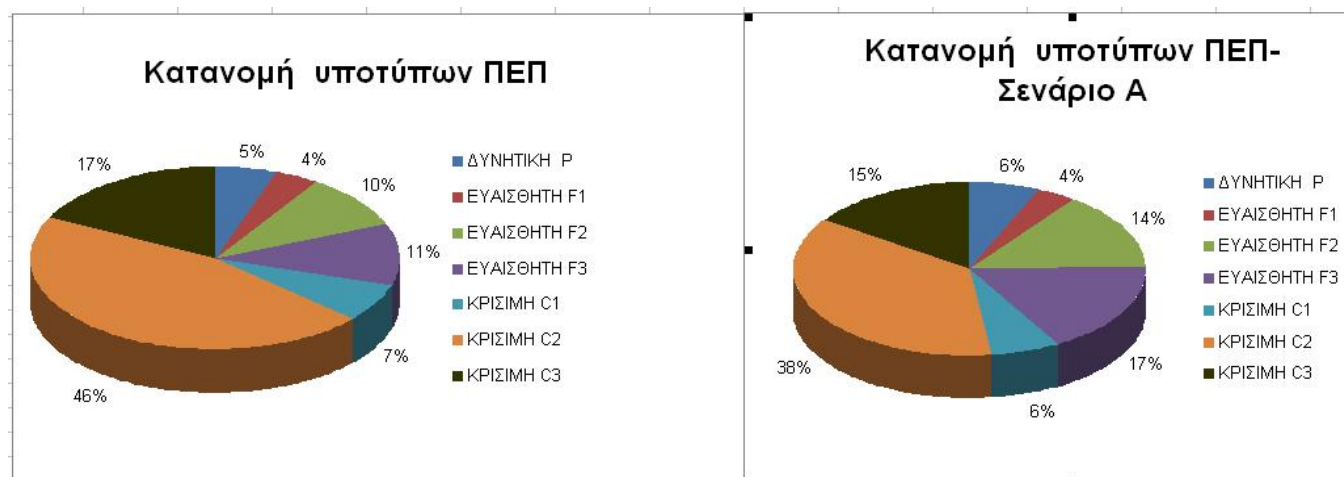
Τα φυτικά υπολείμματα συσσωρεύονται στην επιφανειακή στρώση του εδάφους και αυξάνουν την περιεκτικότητά του σε οργανική ουσία, με όλες τις θετικές συνέπειες που επιφέρει αυτή η αύξηση. Επιπρόσθετα, μειώνεται η διάβρωση του εδάφους, εξαιτίας της διατήρησης της φυτοκάλυψης, ενώ συγχρόνως μειώνεται και το κόστος παραγωγής δεδομένου ότι αφαιρείται ένα σημαντικό στοιχείο κόστους λόγω της μη χρήσης γεωργικών μηχανημάτων, η απόκτηση αλλά και η χρησιμοποίηση των οποίων κοστίζουν ιδιαίτερα. Τα αποτελέσματα από το πρώτο σενάριο παρουσιάζονται στην Εικόνα 35. Παρατηρώντας την Εικόνα 35 διαπιστώνεται ότι με την εφαρμογή της ακαλλιέργειας, δεν περιορίζονται αισθητά οι κρίσιμες περιοχές στην ερημοποίηση (C3), οι οποίες μειώνονται μόνο κατά 2 % σε σχέση με την αρχική κατάσταση (Σχήμα 9). Αντίθετα, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη μείωση των C2 κατά 9, 2%. Παρόλα αυτά η μείωση των κρίσιμων περιοχών (C2, C3), συνοδεύεται από αύξηση των F2 και F3 (ευαίσθητες περιοχές) κατά 4,5 % και 6,6 % αντίστοιχα (Εικόνα 35, Πίνακας 15) .

Σύμφωνα με τα ανώτερα αποτελέσματα, προκύπτει ότι η αλλαγή της τεχνικής καλλιέργειας των ελαιώνων με ακαλλιέργεια επιφέρει σχετικά μικρή αλλά σημαντική μείωση των κρίσιμων περιοχών στην υποβάθμιση. Παρόλα αυτά, δεν θα πρέπει να παραβλεφθεί το γεγονός, ότι μέχρι σήμερα, στους ελαιώνες της περιοχής μελέτης εφαρμόζεται όργωμα του εδάφους μία έως δύο φορές το χρόνο, με κύριο σκοπό την καταστροφή των ζιζανίων Ένα από τα σημαντικότερα μειονεκτήματα της καλλιέργειας του εδάφους είναι η μείωση της οργανικής ουσίας εξαιτίας της επιτάχυνσης της οξείδωσης του οργανικού άνθρακα, με άμεσες συνέπειες στις φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους.



Εικόνα 35: Κατανομή των υποτύπων ΠΕΠ, μετά την εφαρμογή του σεναρίου Α

Για το σκοπό, προτείνεται με την ακαλλιέργεια επέμβαση στα γεωργικά εδάφη κάθε 2 έως 3 έτη με ελαφριά εργαλεία π.χ. με ένα καλλιεργητή ελαφριού τύπου προκειμένου να ενσωματωθεί η υπάρχουσα φυτική μάζα και να σπάει η επιφανειακή κρούστα αυξάνοντας την απορροφητικότητα του εδάφους. Για τον έλεγχο των ζιζανίων μπορεί να χρησιμοποιηθούν χορτοκοπτικά μηχανήματα. Εάν η έκταση του ελαιώνα είναι σχετικά μικρή τότε χρησιμοποιούνται φερόμενα από τον χειριστή μικρά χορτοκοπτικά μηχανήματα τα οποία τα τελευταία χρόνια έχουν βελτιωθεί σημαντικά τόσο εργονομικά όσο και από πλευράς απόδοσης. Εάν η έκταση του ελαιώνα είναι μεγάλη τότε μπορεί να χρησιμοποιηθούν φερόμενα από τρακτέρ μεγάλα χορτοκοπτικά μηχανήματα τα οποία θα παίρνουν κίνηση από τον δυναμοδοτικό άξονα (PTO) του τρακτέρ. Μπορεί ακόμη να χρησιμοποιηθεί ο καταστροφέας χόρτου ο οποίος θα είναι χρήσιμος και για την καταστροφή των κλαδιών από το κλάδεμα με αποτέλεσμα τον εμπλουτισμό του εδάφους με οργανική ουσία. Εάν υπάρχουν ζιζάνια των οποίων η καταπολέμηση είναι δύσκολη π.χ. πολυετή βαθύριζα τότε μόνο θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν μηχανήματα όπως άροτρα (Σπανάκης, 2009).



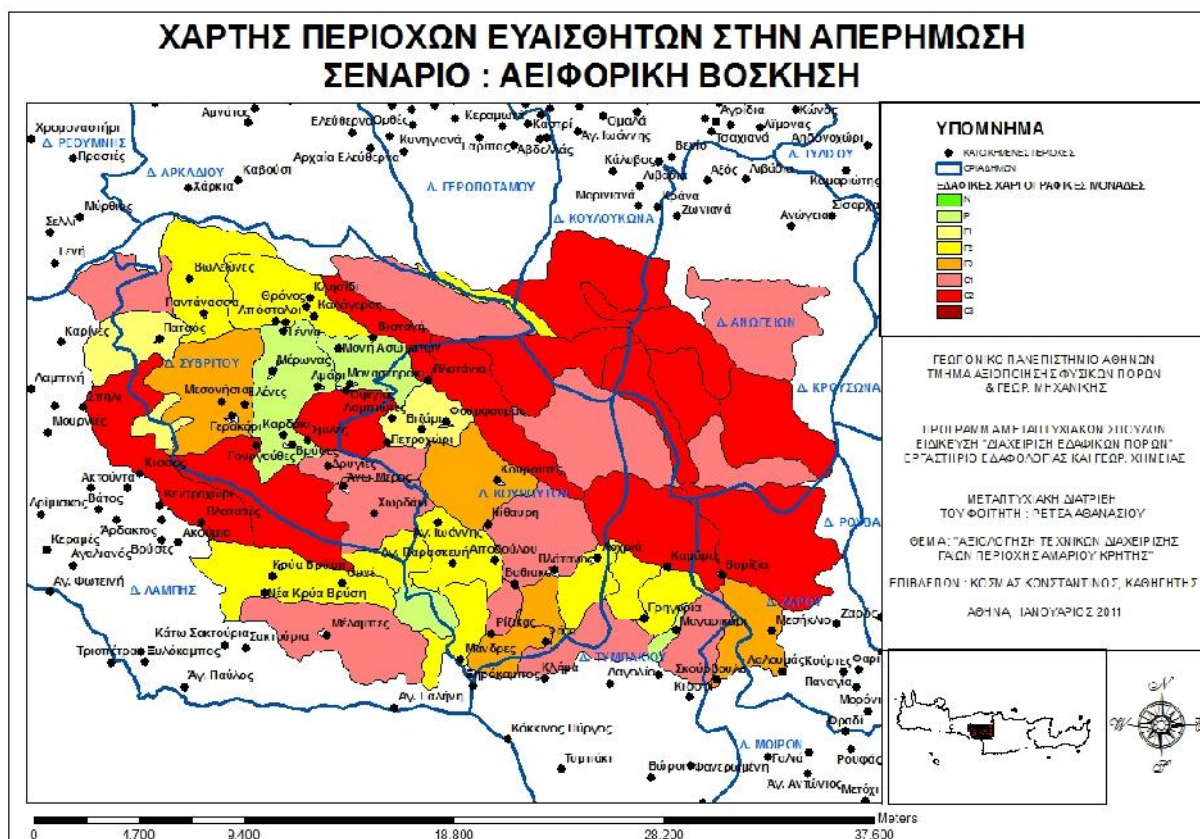
Σχήμα 7 : Μεταβολή των υποτύπων ΠΕΠ μετά την εφαρμογή του σεναρίου Α (Ακαλλιέργεια ελαιώνων)

Πίνακας 15 : Κατανομή των υποτύπων ΠΕΠ, μετά την εφαρμογή του σεναρίου Α (ακαλλιέργεια ελαιώνων)

ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ	ΤΥΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΩΝ		ΕΚΤΑΣΗ (Km ²)	Ποσοστιαία μεταβολή (%)
ΧΑΜΗΛΟ	ΔΥΝΗΤΙΚΗ	Ρ	29,83	1,0

ΜΕΤΡΙΟ	ΕΥΑΙΣΘΗΤΗ	F1	17,53	0,0
ΜΕΤΡΙΟ	ΕΥΑΙΣΘΗΤΗ	F2	67,62	4,5
ΜΕΤΡΙΟ	ΕΥΑΙΣΘΗΤΗ	F3	81,25	6,6
ΥΨΗΛΟ	ΚΡΙΣΙΜΗ	C1	29,35	-0,7
ΥΨΗΛΟ	ΚΡΙΣΙΜΗ	C2	173,28	-9,2
ΥΨΗΛΟ	ΚΡΙΣΙΜΗ	C3	71,75	-2,1

Σενάριο δεύτερο : Στην περίπτωση του δεύτερου σεναρίου εφαρμόζεται αειφορική βόσκηση, δηλαδή βόσκηση κτηνοτροφικών ζώων ανάλογη της βοσκοικανότητας του κάθε βοσκοτόπου. Αναλυτικά τα αποτελέσματα του σεναρίου αυτού παρουσιάζονται στις Εικόνες και στον Πίνακα. Όπως προκύπτει από την εικόνα, με την αειφορική διαχείριση των βοσκοτόπων βελτιώνεται σημαντικά η ευαισθησία για υποβάθμιση και ερημοποίηση των λοφωδών περιοχών με θαμνώδη βλάστηση, αφού οι ιδιαίτερα κρίσιμες ΠΕΠ (C3 και C2) μειώθηκαν από 63% που είναι η παρούσα κατάσταση σε 38% της περιοχής (Σχήμα 8, Πίνακας 16). Δηλαδή οι ιδιαίτερα κρίσιμες περιοχές στην ερημοποίηση μετατοπίζονται σε σχετικά μικρότερο βαθμό ευασθησίας. Παρόμοια αποτελέσματα, με αυτά της παρούσας μελέτης, βρέθηκε σε περιοχή του Δ. Φιλιππων (Κοσμάς, 2006), παρόλο τις διαφορετικές φυσικοχημικές ιδιότητες των εδαφών καθώς και των χρήσεων γης τους.



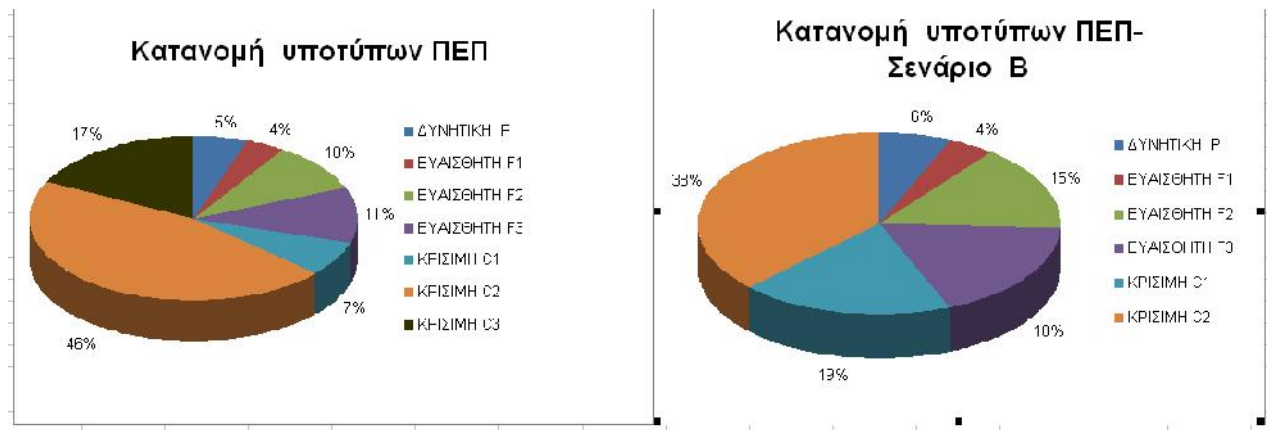
Εικόνα 36 : Κατανομή των υποτύπων ΠΕΠ, μετά την εφαρμογή του σεναρίου Β

Πίνακας 16: Κατανομή των υποτύπων ΠΕΠ, μετά την εφαρμογή του σεναρίου Β

ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ	ΤΥΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΩΝ		ΕΚΤΑΣΗ (Km ²)	Ποσοστιαία μεταβολή (%)
ΧΑΜΗΛΟ	ΔΥΝΗΤΙΚΗ	P	29,83	1,0
ΜΕΤΡΙΟ	ΕΥΑΙΣΘΗΤΗ	F1	20,38	0,6
ΜΕΤΡΙΟ	ΕΥΑΙΣΘΗΤΗ	F2	70,77	5,2
ΜΕΤΡΙΟ	ΕΥΑΙΣΘΗΤΗ	F3	84,40	7,3
ΥΨΗΛΟ	ΚΡΙΣΙΜΗ	C1	89,96	12,2
ΥΨΗΛΟ	ΚΡΙΣΙΜΗ	C2	175,28	-8,8

Παρόλα αυτά, δεν πρέπει να παραβλεφθεί το γεγονός, ότι η αειφορική βόσκηση μείωσε τον κίνδυνο υποβάθμισης των εδαφικών πόρων. Η θετική επίδραση της αειφορικής βόσκησης στην προστασία των εδαφικών πόρων, πιθανόν να οφείλεται στους ακόλουθους μηχανισμούς δράσης της:

- Μειώνει τα πατήματα των ζώων που συμπιέζουν το έδαφος και μειώνουν το πορώδες του. Η ικανότητα διήθησης του νερού στα κατώτερα εδαφικά στρώματα επανέρχεται (Valentine, 1990), ενώ μειώνεται η επιφανειακή απορροή.
- Η φυλλική επιφάνεια και η κάλυψη του εδάφους από βλάστηση αυξάνονται. Καθώς καλύπτεται το έδαφος, μειώνεται η δύναμη με την οποία φτάνει σε αυτό το νερό της βροχής (Valentine, 1990; Kirby *et al.*, 1993).
- Μειώνεται ο κίνδυνος διάβρωσης, που μπορεί να φέρει σαν αποτέλεσμα την υποβάθμιση που, σε συνδυασμό με ξηρασία, θα μπορούσε να οδηγήσει σε απερίμωση. Σύμφωνα με στοιχεία του FAO, η υπερβόσκηση είναι υπεύθυνη για το 29% της υδατικής και το 60% της αιολικής διάβρωσης παγκοσμίως (FAO, 1992).
- Αυξάνονται τα ξηρά φυτικά μέρη που παραμένουν στο βοσκότοπο και τελικά ενσωματώνονται στο έδαφος ως οργανική ουσία. Η οργανική ουσία κατέχει σημαντικό ρόλο ως εδαφοβελτιωτικό, προκαλεί αύξηση της εδαφικής γονιμότητας.
- Η σύνθεση της βλάστησης ενός βοσκότοπου αντανακλά την τρέχουσα αλλά και την παλαιότερη βοσκοφόρτωση. Αειφορική βόσκηση ως παράγοντας σταθερότητας συμβάλλει στη:
 - I. Διατήρηση της ποικιλότητας της (Arianoutsou-Faragitaki, 1985; Tsiourlis, 1988;).
 - II. Διατήρηση της παραγωγής σπερμάτων από τα φυτά, καθώς η νομή τους δεν γίνεται πριν την παραγωγή ή την διασπορά τους. Η διατήρηση του παραγωγικού δυναμικού των ετήσιων φυτών φέρει ως αποτέλεσμα ικανοποιητικές πυκνότητες και υψηλή παραγωγή βιομάζας
 - III. Διατηρείται η αναβλάστηση των πολυετών ειδών (Jefferies, 1977).
 - IV. Διατηρείται η φυτοκάλυψη των πιο «ευπαθών» ως προς την βόσκηση ποωδών φυτών ή και διατήρηση τους στις φυτοκοινότητες.
 - V. Διατηρείται η φυτοκάλυψη των ξυλωδών ειδών καθώς οι πολυετείς θάμνοι των βοσκότοπων θα μπορούσαν να εξαφανιστούν μέσα σε λίγα μόνο χρόνια (Jefferies, 1977).
 - VI. Διατηρείται η ισορροπία των φυτικών ειδών που ανθίστανται στην βόσκηση και στα ευπαθή. Είδη που ανθίστανται στη βόσκηση φέρουν αγκάθια, αιθέρια έλαια ή άλλους δευτερογενείς μεταβολίτες με απωθητική δράση για τα ζώα. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν πολλά είδη της οικογένειας των *Lamiaceae*, όπως αυτά των γενών *Calamintha*, *Lavandula*, *Thymus*. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν το *Sarcopoterium spinosum* στην Κρήτη και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας και το *Quercus calliprinos*, που έχει εξαπλωθεί σημαντικά στα βοσκοτόπια της περιοχής Golan Heights του Ισραήλ (N.Ish-Shalom-Gordon, 1995).

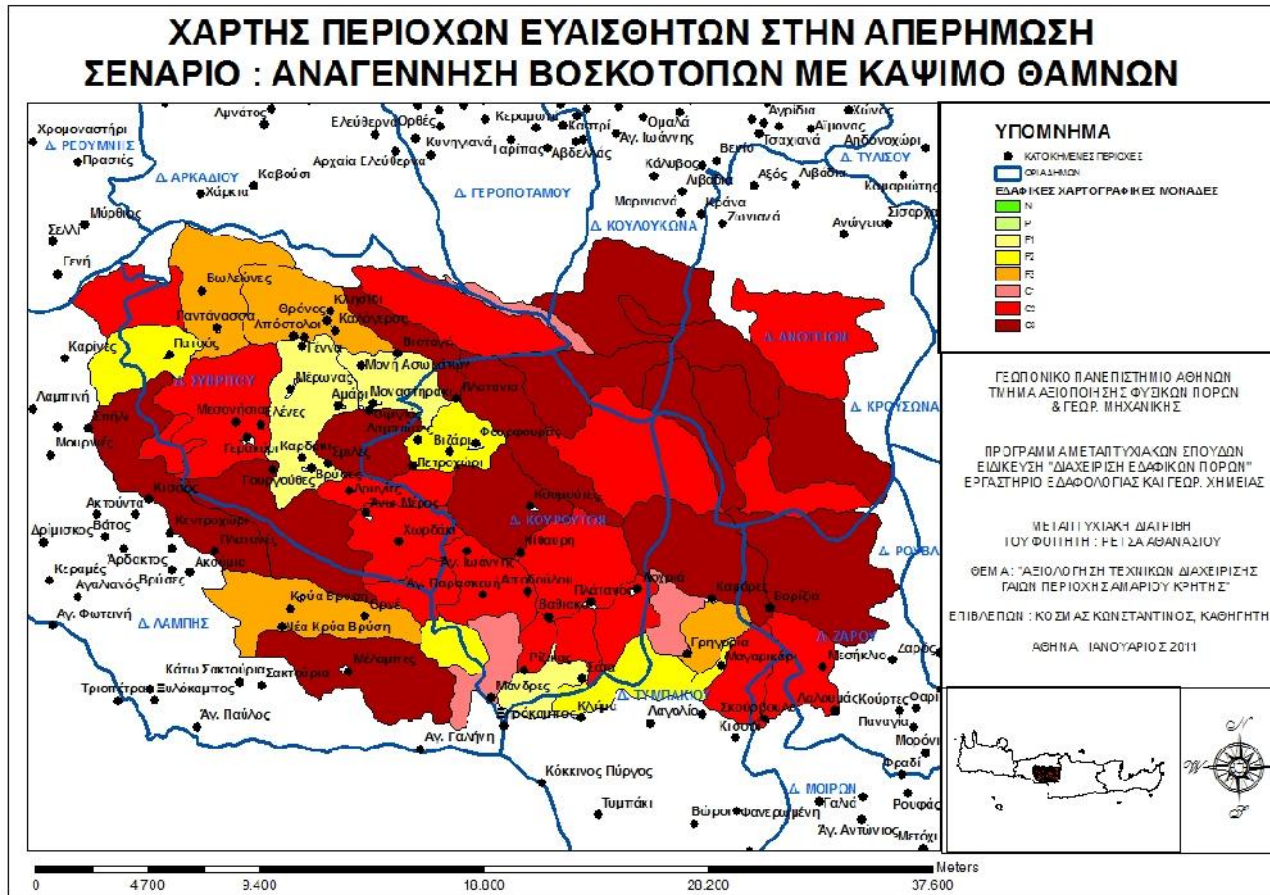


Σχήμα 8 : Μεταβολή των υποτύπων ΠΕΠ μετά την εφαρμογή του σεναρίου Β (Αειφορική βόσκηση)

Σενάριο τρίτο : Στο σενάριο αυτό εξετάστηκε η τεχνική της χρήσης πυρκαγιάς για την ανανέωση της φυσικής βλάστησης των βοσκοτόπων. Η τεχνική αυτή παίζει μείζονα ρόλο στην υποβάθμιση της βλάστησης και των εδαφών στα Μεσογειακά λιβαδικά οικοσυστήματα. Η καύση μειώνει την παραγωγή υπέργειας βιομάζας στα λιβάδια αλλά η ποσότητα και ποιότητα της βοσκήσιμης ύλης συνήθως ευνοείται από τη φωτιά (Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης 1992). Όμως, ταυτόχρονα, άμεσο αποτέλεσμα των πυρκαγιών είναι η διάβρωση του εδάφους με τις φθινοπωρινές βροχές και η μακρόχρονη υποβάθμιση της παραγωγικότητας του λιβαδιού. Η κλίση και ο τύπος του εδάφους και τα χαρακτηριστικά της φωτιάς επιδρούν άμεσα στην ένταση της διάβρωσης αλλά εξίσου σημαντική είναι η πίεση της βοσκής αμέσως μετά τη φωτιά.

Ένα ποσοστό 10% περίπου των πυρκαγιών στα λιβάδια οφείλεται διαπιστωμένα στους κτηνοτρόφους. Το ποσοστό αυτό μάλιστα μπορεί να είναι πολύ μεγαλύτερο καθώς τα αίτια μεγάλου μέρους των πυρκαγιών παραμένουν ανεξακριβωτα (Ξανθόπουλος 1996).

Επειδή η ικανότητα για αναβλάστηση των διαφόρων φυτικών ειδών μετά τη πυρκαγιά διαφέρει, το μεσοδιάστημα μεταξύ δύο επαναλαμβανόμενων περιστατικών πυρκαγιάς είναι ο πλέον κρίσιμος παράγοντας για την απόκριση των συστημάτων, τόσο από πλευράς βιοκοινοτήτων όσο και από πλευράς του αβιοτικού περιβάλλοντος (απώλεια θρεπτικών, διάβρωση κ.λπ.).



Εικόνα 37 : Κατανομή των υποτύπων ΠΕΠ, μετά την εφαρμογή του σεναρίου Γ

Πίνακας 17 : Κατανομή των υποτύπων ΠΕΠ, μετά την εφαρμογή του σεναρίου Γ

ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ	ΤΥΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΩΝ		ΕΚΤΑΣΗ (Km ²)	Ποσοστιαία Μεταβολή (%)
	ΔΥΝΗΤΙΚΗ	P		
ΧΑΜΗΛΟ	ΔΥΝΗΤΙΚΗ	P	5,47	-4,2
ΜΕΤΡΙΟ	ΕΥΑΙΣΘΗΤΗ	F1	25,35	1,7
ΜΕΤΡΙΟ	ΕΥΑΙΣΘΗΤΗ	F2	33,66	-2,7
ΜΕΤΡΙΟ	ΕΥΑΙΣΘΗΤΗ	F3	38,70	-2,4
ΥΨΗΛΟ	ΚΡΙΣΙΜΗ	C1	26,33	-1,3
ΥΨΗΛΟ	ΚΡΙΣΙΜΗ	C2	134,96	-17,4
ΥΨΗΛΟ	ΚΡΙΣΙΜΗ	C3	206,15	+26,4



Σχήμα 9 : Μεταβολή των υποτύπων ΠΕΠ μετά την εφαρμογή του σεναρίου Γ (Χρήση πυρκαγιάς σε βοσκοτόπους)

Η εφαρμογή του σεναρίου Γ είχε ως αποτέλεσμα την επιδείνωση της υποβάθμισης των εδαφικών πόρων σε όλη την έκταση της περιοχής βόσκησης. Ειδικότερα, παρατηρήθηκε αύξηση των ιδιαίτερα κρίσιμων περιοχών κατά 26,4% ενώ ταυτόχρονα μειώθηκε ο αριθμός των ευαίσθητων περιοχών στην ερημοποίηση κατά 17,4 % (Σχήμα 9). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον αποτελεί το γεγονός ότι μετά την εφαρμογή της τεχνικής της χρήσης πυρκαγιάς, ο υπότυπος ΠΕΠ Ρ μειώθηκε κατά 4%, αντιπροσωπεύοντας έτσι, πολύ μικρό ποσοστό της περιοχής (1%). Σύμφωνα με τα ανώτερα αποτελέσματα οι κρίσιμες στην ερημοποίηση περιοχές μετατοπίζονται σε μεγαλύτερο βαθμό κρισιμότητας και χαρακτηρίζονται από κρίσιμες σε ιδιαίτερα κρίσιμες (Πίνακας 17).

8. Μέτρα αντιμετώπισης της ερημοποίησης

Ανάλογα με την ένταση των παραγόντων και διεργασιών ερημοποίησης, η υποβάθμιση μπορεί να αποτελέσει μια αντιστρεπτή διαδικασία, δηλαδή να υπάρχει δυνατότητα ανάκαμψης, εάν ένας από τους παράγοντες ή διεργασίες ερημοποίησης αρθεί. Η ερημοποίηση είτε ως αντιστρεπτή είτε ως μόνιμη, διαδικασία υποβάθμισης αποτελεί ένα σημαντικότερο περιβαλλοντικό πρόβλημα, με εξαιρετικά δυσάρεστες κοινωνικές και οικονομικές προεκτάσεις. Οι ερημοποιημένες περιοχές, λόγω της μειωμένης παραγωγικότητάς τους, ωθούν τον πληθυσμό τους σε υποαπασχόληση είτε σε άλλες δραστηριότητες και συχνά στη μετανάστευση σε περιοχές με μεγαλύτερες δυνατότητες απασχόλησης. Θεωρώντας αυταπόδεικτη την κρισιμότητα του προβλήματος για τη χώρα μας, γίνεται φανερό ότι η προστασία των φυσικών μας πόρων είναι θέμα μείζονος σημασίας και άμεσης προτεραιότητας.

Τα μέτρα αντιμετώπισης της ερημοποίησης έχουν ως στόχο αρχικά την ενημέρωση των κατοίκων των περιοχών, για τις καταστροφικές συνέπειες λανθασμένων τεχνικών καλλιέργειας, βόσκησης, άρδευσης, λίπανσης που ακολουθήθηκαν διαχρονικά αλλά μπορεί να ακολουθούνται ακόμα και τώρα.

Εν συνεχεία παρουσιάζονται αναλυτικά, τεχνικές και οικονομικά βιώσιμες προτάσεις που συμβάλλουν στη προστασία του περιβάλλοντος, διασφαλίζοντας παράλληλα ικανοποιητικό εισόδημα για την διαβίωση του αγροτικού πληθυσμού την και ανάπτυξη τους.

8.1.Γεωργικά Μέτρα:

Τα κύρια μέτρα που αφορούν τους γεωργούς έχουν σκοπό ένα πολυλειτουργικό μοντέλο με έμφαση στην παραγωγή «ειδικών προϊόντων» (προϊόντα τοπικά, ειδικού τύπου και τεχνολογίας, υψηλής ποιότητας, κλπ.) ώστε να μην μπορούν να εκτοπισθούν από τα φθηνότερα προϊόντα άλλων περιοχών. Προϊόντα Π.Ο.Π. (Προστατευόμενη Ονομασία Προέλευσης), Π.Γ.Ε. (Προϊόντα Γεωγραφικής Ένδειξης) καθώς και βιολογικά προϊόντα κάνουν ευκολότερο τον ρόλο του μάρκετινγκ, που στην περίπτωση αυτή είναι προφανής.

Τα κύρια αγροτικά προϊόντα της Κρήτης είναι το λάδι, το κρασί, τα εσπεριδοειδή και τα κηπευτικά (www.statistics.gr). Τα έσοδα από την γεωργική παραγωγή, με την ένταξη της Ελλάδας στην ΕΟΚ (1979) ήταν ανάλογα με την ποσότητα των παραγομένων προϊόντων, χωρίς όμως να λαμβάνονταν σε μεγάλο βαθμό υπόψη ούτε η ποιότητά τους, ούτε η υπολειμματικότητά τους σε φυτοφάρμακα, ούτε το περιβαλλοντολογικό τους «αποτύπωμα». Έτσι, για να μεγιστοποιηθεί το αγροτικό εισόδημα, γίνονταν σπατάλη σε φυσικούς πόρους όπως το έδαφος και το νερό καθώς και σε λιπάσματα και φυτοφάρμακα. Αποτέλεσμα της τακτικής αυτής, όσον αφορά το περιβάλλον ήταν η υποβάθμιση του, η ρύπανση των εδαφικών και υδάτινων πόρων, η μείωση της στάθμης των υδροφόρων, η μείωση του βάθους του εδάφους και η απώλεια της γεωργικής γης. Συνέπεια των δράσεων αυτών, ήταν η παραγωγή γεωργικών προϊόντων χαμηλότερης ποιότητάς, η

έλλειψη εμπιστοσύνης από τους καταναλωτές του εξωτερικού και κατά συνέπεια η δυσκολία διάθεσής τους.

Για να αντιμετωπιστούν τα φαινόμενα αυτά, προτείνονται τα ακόλουθα γεωργικά μέτρα και οι κατάλληλες τεχνικές καλλιέργειας όπως :

- Για την προστασία από τη διάβρωση του εδάφους, θα πρέπει στα αγροτεμάχια με κλίση πάνω από 10%, να διατηρείται η φυτική κάλυψη του εδάφους τουλάχιστον κατά την περίοδο των βροχοπτώσεων, ώστε να μην παρασύρεται το επιφανειακό γόνιμο έδαφος του αγροτεμαχίου και έτσι να αποφεύγεται η διάβρωση των εδαφών (EK 1782/2003, www.eur-lex.europa.eu/LexUriServ).

- Η άροση, θα πρέπει να γίνεται κάθετα στην κλίση του εδάφους (κατά τις ισοϋψείς) ή διαγώνια. Παράλληλα, θα πρέπει να δημιουργούνται σταθερές ακαλλιέργητες λωρίδες, ώστε να συγκρατείται το έδαφος σε περίπτωση έντονης βροχής (www.minagric.gr).

- Το κάψιμο της καλαμιάς μετά από μία καλλιέργεια, θα πρέπει να αποφεύγεται και να αντικαθίσταται είτε από ενσωμάτωση της καλαμιάς στο έδαφος με όργωμα είτε από βόσκηση, είτε από τη κοπή και την κάλυψη του εδάφους με τα υπολείμματα (mulching) και την ενσωμάτωση των υπολειμμάτων στο έδαφος την επόμενη άνοιξη (EK 1782/2003)(www.eur-lex.europa.eu/LexUriServ) .Τα υπολείμματα των κλαδεμάτων των δένδρων, όταν είναι απαλλαγμένα από παθογόνα θα πρέπει να ψιλοτεμαχίζονται και να απλώνονται στο χωράφι, ώστε να εμπλουτίζεται το έδαφος με οργανική ουσία και να προστατεύεται από τη διάβρωση. (www.eur-lex.europa.eu/LexUriServ).

- Για να μην καταστρέφεται η δομή του εδάφους, προτείνεται οι καλλιεργητικές παρεμβάσεις και οι καλλιεργητικές φροντίδες να γίνονται όταν το έδαφος είναι στο ρώγο του.

- Όταν το βάθος του εδάφους μειώνεται πέρα από τα 30 cm, θα πρέπει να απομακρύνεται από τη γεωργία, να αποδίδεται στη δασοπονία με παράλληλη αποζημίωση του παραγωγού, ώστε να αναπτυχθεί η θαμνώδης φυσική βλάστηση που θα προστατεύσει το έδαφος από τη διάβρωση.

- Να δίνεται εξισωτική αποζημίωση (σε χαρακτηρισμένες ορεινές και μειονεκτικές περιοχές) για την διατήρηση της γεωργικής δραστηριότητας, όταν αυτή θεωρείται επιβεβλημένη για την αποφυγή της περαιτέρω υποβάθμισης του περιβάλλοντος, που δύναται να προκύψει από την εγκατάλειψη της γεωργίας (www.agrotikianaptixi.gr).

- Θα πρέπει να γίνεται συντήρηση και ανακατασκευή των αναβαθμίδων που κινδυνεύουν με κατάρρευση, έτσι ώστε να συγκρατούνται τα εδάφη ιδιαίτερα σε περιοχές με κλίση μεγαλύτερη του 15% (Κοσμάς, 2006).

- Η αναδιάρθρωση των καλλιεργειών να στηρίζεται στις παραμέτρους της καταλληλότητας και προσαρμοστικότητας στις εδαφοκλιματικές συνθήκες, στην μειωμένη ζήτηση νερού, στο σύστημα αμειψισποράς και στη ζήτηση της αγοράς (Γιατρόπουλος, 2009). Εναλλακτικά, προτείνεται η καλλιέργεια των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών, τα οποία μπορούν να ενταχθούν και στη βιολογική γεωργία, όπως και αυτή των βιολογικών κτηνοτροφικών φυτών για ίδια χρήση.

8.2.Κτηνοτροφικά Μέτρα:

Στη περιοχή μελέτης και ειδικότερα στα ορεινά και υποβαθμισμένα μέρη της υπήρχε και αναπτύχθηκε υπέρμετρα η κτηνοτροφία εκτατικής μορφής (Εικόνα 38), η οποία είχε ως αποτέλεσμα την υπερβόσκηση και την ερημοποίηση.

Για αυτό το λόγο, κρίνεται απαραίτητο στο μέλλον, ο εξορθολογισμός της εκτατικής κτηνοτροφίας καθώς και η παράλληλη ανάπτυξη της βιολογικής.

Η άσκηση της εκτατικής κτηνοτροφίας θα υπαγορεύεται από την ανάγκη της προστασίας του περιβάλλοντος, λαμβάνοντας υπόψη τα παρακάτω μέτρα:

1. Προσδιορισμός της βοσκοϊκανότητας των περιοχών βοσκής και ανακατανομή των αιγοπροβάτων σε αυτές, ώστε να μην παρατηρείται το φαινόμενο της υπερβόσκησης. Βέβαια, η υποβάθμιση των λιβαδιών, δεν προκαλείται μόνο από τα υπεράριθμα ζώα, αλλά και από τη βόσκηση του ακατάλληλου είδους ζώου, καθώς και από το ακατάλληλο σύστημα βόσκησης, δηλαδή την ακατάλληλη εποχή και διάρκεια βόσκησης (Νοϊτσάκης και Παπαναστάσης, 1992).



Εικόνα 38: Βόσκηση αιγών και προβάτων στο Ρέθυμνο (Ρέτσας 2008)

2. Ο άνθρωπος καταστρέφει συχνά τη φυσική βλάστηση καίγοντάς τη, προκειμένου να αναπτυχθεί βιομάζα, την οποία θα υπερβοσκήσουν στη συνέχεια τα κτηνοτροφικά ζώα (Enne *et al.*, 1998). Η αναστολή της βόσκησης, θα πρέπει να επιβάλλεται σε πυρόπληκτες περιοχές γιατί αλλιώς επιτείνεται η διαταραχή των λιβαδιών. Δηλαδή, με τη βόσκηση των ποωδών φυτών, μειώνεται ο ανταγωνισμός που αυτά ασκούν στα νεόφυτα των φρυγάνων, οπότε τα τελευταία αυξάνονται ανεμπόδιστα. Έτσι, μετά από 3-4 χρόνια τα φρύγανα έχουν επαναγκατασταθεί πλήρως και μάλιστα σε πυκνότερη κατάσταση σε σχέση με την αρχική, πράγμα που αναγκάζει τους κτηνοτρόφους να επαναλάβουν την πυρκαγιά και οδηγεί σε φαύλο κύκλο.

3. Βελτίωση των λιβαδιών με εφαρμογή άρδευσης ή λίπανσης, με στόχο τη βελτίωση της ποιότητας της φυσικής βλάστησης των παραγόμενων προϊόντων και των οικονομικών απολαβών των κτηνοτρόφων.

4. Σχεδιασμός και δημιουργία κτηνοτροφικών πάρκων, με κεντρική διαχείριση των εκτάσεων, με εγκαταστάσεις ύδρευσης, σταυλισμού και διαχείρισης αποβλήτων ώστε να παράγονται προϊόντα υψηλής ποιότητας με σεβασμό στο περιβάλλον και να αποφεύγονται πολλοί λανθασμένοι χειρισμοί μεμονωμένων κτηνοτρόφων που οδηγούν στην υποβάθμιση (ΚΥΑ 487/12-7-02).

Η άσκηση της βιολογικής κτηνοτροφίας θα δώσει ώθηση στο εισόδημα των παραγωγών αφού, η διαφορά τιμής των βιολογικών προϊόντων σε σχέση με τα αντίστοιχα συμβατικά εκτιμάται ότι κυμαίνεται μεταξύ 20-100% για τα είδη φυτικής παραγωγής, αλλά στα προϊόντα ζωικής παραγωγής μπορεί να φτάσει έως και το 300%.

Μια αποδεκτή και ρεαλιστική απόκλιση τιμής για τα βιολογικά προϊόντα μεταξύ του 20%-30%, σε σχέση με τα αντίστοιχα συμβατικά προσθέτει στο εισόδημα του παραγωγού και ευνοεί το περιβάλλον.

Οι προοπτικές εξέλιξης του συγκεκριμένου κλάδου κρίνονται ευνοϊκές, εφόσον δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην ενημέρωση των καταναλωτών. Επίσης, μεγάλη συμβολή στην ανάπτυξη της αγοράς θα έχει η περαιτέρω διείσδυση των βιολογικών προϊόντων στα super markets!.

5. Ένας άλλος κλάδος της κτηνοτροφίας που έχει σημαντική προσφορά στο οικογενειακό εισόδημα των αγροτών, στη διατήρηση του οικοσυστήματος, στην αύξηση της παραγωγικότητας των καλλιεργειών καθώς και στη διατήρηση του γεωργικού πληθυσμού είναι η μελισσοκομία. Η ποιότητα και η ποσότητα του παραγόμενου μελιού καθορίζεται από τις κλιματικές συνθήκες, τη σύνθεση της μελισσοκομικής χλωρίδας, δηλαδή από παράγοντες στους οποίους η περιοχή μελέτης είναι πλεονεκτική.

Μελισσοκομικά φυτά της περιοχής μελέτης είναι το θυμάρι και τα εσπεριδοειδή, η οξαλίδα, η λαδανιά, η αγκορτζιά, η κουμαριά, η λυγαριά, το ρείκι, ο ασφόδελος, η αγριολεβάντα, το φασκόμηλο, η ανεμώνη, η χαρουπιά και η ασφάκα. Η συλλογή γύρης από ενδημικά φυτά μπορεί να αναδειχτεί με τη δημιουργία μελιού ΠΟΠ με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του και την υψηλότερη τιμή του.

8.3. Κοινωνικά-Οικονομικά Μέτρα:

Για να έχει επιτυχία οποιοδήποτε μέτρο για την καταπολέμηση της ερημοποίησης, θα πρέπει να περιέχει κίνητρα για τη συμμετοχή του τοπικού πληθυσμού στα προγράμματα ανάκαμψης της περιοχής, λαμβάνοντας υπόψη συνιστώσες όπως κοινωνικές, οικονομικές, ηθικές, εθιμοτυπικές, νομικές παραμέτρους (2078/93/ΕΕ). Επειδή στην περιοχή μελέτης, η ερημοποίηση συνέβαλε στην μετακίνηση των πληθυσμών στα αστικά κέντρα και στην εγκατάλειψη της γεωργικής γης, προτείνονται τα ακόλουθα μέτρα και λύσεις όπως :

- Αύξηση της προστιθέμενης αξίας των γεωργικών και κτηνοτροφικών προϊόντων με τη δημιουργία :

1. Προϊόντων Π.Ο.Π. ή Π.Γ.Ε. ή Βιολογικών τα οποία θα διαφοροποιούνται από τον ανταγωνισμό (Εικόνα 39).



Εικόνα 39: Κτηνοτροφικά προϊόντα με Π.Ο.Π της Επαρχίας Αμαρίου του Νομού Ρεθύμνης (www.amarisa.gr)

2. Δημιουργία μονάδων συσκευασίας και τυποποίησης των γεωργικών προϊόντων (Εικόνα 40).



Εικόνα 40 : Τυποποιημένα προϊόντα Ρεθύμνου (www.amarisa.gr)

3. Δημοπρατηρίων, ώστε να εξασφαλίζονται προϋποθέσεις για ευκολότερη διάθεση και διαφανή τιμολόγηση των αγροτικών προϊόντων.

4. Ίδιων δικτύων διανομής όπου είναι δυνατόν.

5. Αύξηση της προσβασιμότητας των αγροτικών περιοχών .

6. Ανάδειξη του εγκαταλελειμμένου γεωργικού, πολιτιστικού περιβάλλοντος (μονοπάτια, καλύβια, λοιπές κατασκευές). Η περιοχή μελέτης παρουσιάζει τοπία ιδιαίτερου φυσικού κάλους όπως η κοιλάδα του Αμαρίου με υπεριομβρίες ελιές (Εικόνα 41) , μητάτα ή δρακόσπιτα (Εικόνα 42) , ορεινός όγκος Ψηλορείτη (Εικόνα 43)



Εικόνα 41 : Αιώνόβια ελιά στο χωριό Φουρφουράς του Νομού Ρεθύμνου (Ρέτσας,2009, Φωτάκης ,2006)



Εικόνα 42 : Μητάτο στα ορεινά του Νομού Ρεθύμνου (Ρέτσας 2008)



Εικόνα 43: Ορεινός όγκος Ψηλορείτη (Ρέτσας, 2007)

- Η πολιτισμική κληρονομιάς της περιοχής μελέτης είναι μεγάλη και δύναται να βοηθήσει στην ανάπτυξη της. Υπάρχουν μέρη, όπως το σπήλαιο του Πάνα που βρίσκεται σε ένα από τα μικρά οροπέδια της ορεινής ζώνης του Φουρφουρά, όπου σε μια μικρή σπηλαιώση στην αρχαιότητα, λατρεύονταν ο θεός Πάνας ή η εκκλησία της Αγίας Παρασκευής, που αποτελεί σημείο ταφής του ποιητή Βιτσέντζου Κορνάρου (Εικόνα 44).



Εικόνα 44: Εκκλησία Αγίας Παρασκευής (www.amari.gr)

- Ανάπτυξη του εναλλακτικού τουρισμού ως κύρια ή παράλληλη πηγή εισοδήματος :

- i. Γεωλογικός τουρισμός

Στην κοιλάδα του Αμαρίου εμφανίζονται μάργες, άμμοι και άργιλοι πλούσιοι σε απολιθώματα (Εικόνα 45). Εντυπωσιακά όμορφα είναι τα βασαλτικά πετρώματα με τα κόκκινο-καφέ χρώματα στα πρανή των δρόμων γύρω από τη Λοχριά, που σχηματίστηκαν από εκρήξεις ηφαιστείων.



Εικόνα 45 : Απολιθώματα στο Αμάρι (Ρέτσας, 2009)

- ii. Περιπατητικά μονοπάτια καθώς και η οδική διαδρομή R5 μέρος του Ευρωπαϊκού μονοπατιού E4 (Εικόνα 46). Διέρχεται από την περιοχή μελέτης και ειδικότερα από τη κοιλάδα του Αμαρίου, η οποία βρίσκεται στη νότια πλευρά του Ψηλορείτη (www.psiloritis-natural-park.gr).



Εικόνα 46: Φυσικό Πάρκο Ψηλορείτη (www.psiloritis-natural-park.gr)

iii. Εναλλακτικός αθλητισμός, καθώς στη κοιλάδα του Αμαρίου υπάρχει επαρκές αιολικό δυναμικό (Πικρός, 2002) για να υποστηρίξει τον αιωροπτερισμό και το αλεξίπτωτο πλαγιάς με εξέδρα απογείωσης το όρος Σάμιτος (Εικόνα 47).



Εικόνα 47: (Μουστακίδης Ρέτσας 2003)

8.4. Μέτρα προστασίας των εδαφικών πόρων από τις πυρκαγιές

Οι πυρκαγιές αποτελούν μία από τις κυριότερες αιτίες υποβάθμισης του φυσικού περιβάλλοντος. Η αποτελεσματικότερη προστασία των εδαφικών πόρων από τις πυρκαγιές γίνεται με την πρόληψη, την έγκαιρη αναφορά, την άμεση αντιμετώπιση και το επαρκές θεσμικό πλαίσιο για την τιμωρία των υπαιτίων. Για την πρόληψη των πυρκαγιών προτείνονται τα ακόλουθα μέτρα :

1. Νομική θωράκιση και διοικητική Λειτουργία. Η προστασία των δασών δεν μπορεί να είναι εφικτή, εάν δεν ολοκληρωθούν τα αναγκαία νομικά εργαλεία (δασικοί χάρτες, δασολόγιο, κτηματογράφηση, διαχειριστικά σχέδια, κοκ).

2. Διαχειριστική προσέγγιση. Η προστασία των δασών δεν μπορεί να προαχθεί όσο γίνεται αντιληπτή αποκομμένα από βασικές οικονομικές λειτουργίες όπως οι ανθρώπινες δραστηριότητες του πρωτογενούς.

3. Αντιμετώπιση δασικών πυρκαγιών. Στα πλαίσια και των παραπάνω η αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών πρέπει να αποτελέσει πρωτίστως αντικείμενο διαχείρισης και δευτερευόντως αντικείμενο μονοσήμαντης καταστολής

4. Κοινωνική εγρήγορση. Τα δάση αποτελούν ένα κοινό φυσικό αγαθό και η ανάγκη προστασίας και διαχείρισης τους οφείλει να διατρέχει την κοινωνία και να

στηρίζεται και στις δυνάμεις εθελοντικής συνεισφοράς και συνεχούς εγρήγορσης των πολιτών.

5. Συνολικός σχεδιασμός η οποία μπορεί μόνο να εξασφαλιστεί μέσα από τον αυστηρό κεντρικό συντονισμό σε επίπεδο διυπουργικών επιτροπών και/ή Γραφείου Πρωθυπουργού (www.wwf.gr).

6. Περιβαλλοντική εκπαίδευση. (www.e-yliko.gr)

8.5. Μέτρα διαχείρισης των υδατικών πόρων

Στη Κρήτη αν και το υδατικό ισοζύγιο είναι πλεονασματικό (Περλέρος και συνεργάτες, 2004), υπάρχει άνιση κατανομή της βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια του έτους με τις μέγιστες τιμές της να εμφανίζονται το φθινόπωρο και το χειμώνα. Λόγω του έντονου ανάγλυφου, το νερό δεν εισέρχονταν στο έδαφος και η περίσσειά του απέρρευε μέσω κυρίως χείμαρρων, με συνέπεια να παρέμεινε αναξιοποίητο.

Το καλοκαίρι, η αύξηση της ζήτησης ύδατος για ύδρευση λόγω της έντονης τουριστικής ανάπτυξης παράλληλα με τις αυξημένες ανάγκες για άρδευση των απαιτητικών σε νερό, κηπευτικών καλλιεργειών οδηγούσαν σε υπεράντληση των υπόγειων υδάτων με αποτέλεσμα την υποβάθμισή τους.

Για την προστασία και διαχείριση των υδάτων είχε ψηφιστεί από την Ελλάδα ο νόμος Ν 3199/2003, ο οποίος επιβάλλει την προσαρμογή της Ελλάδας, με την οδηγία πλαίσιο 2000/60/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, προκειμένου να περιορισθεί η ρύπανση και η εξάντληση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.

Σύμφωνα με το συγκεκριμένο νόμο, για τη διαχείριση και αξιοποίηση του υδατικού δυναμικού της περιοχής και τη μείωση της υποβάθμισης και του κινδύνου ερημοποίησης ιδρύθηκε ένας ενιαίος φορέας διαχείρισης υδάτων με σκοπό την ορθολογιστική αξιοποίηση των διαθέσιμων υδατικών πόρων της περιοχής, σε όλες τις μορφές που διατίθενται από τη φύση (υπόγειοι υδροφορείς, ποτάμια, λίμνες). Λύση αποτελεί η αξιοποίηση του ετήσιου διαθέσιμου όγκου νερού και όχι η διαθέσιμη παροχή τον μήνα αιχμής των καταναλώσεων, που στην περιοχή της Κρήτης, είναι ο Αύγουστος.

Για τη συγκέντρωση και τη αποθήκευση των υδάτων, τα οποία θα κατέληγαν στη θάλασσα, ο Οργανισμός Ανάπτυξης Δυτικής Κρήτης έχει κατασκευάσει φράγματα και λιμνοδεξαμενές όπως:

- Το φράγμα Ποταμών Αμαρίου στο Ρέθυμνο με προϋπολογισμό 28,8 εκ.€, που χρηματοδοτείται από το ΠΕΠ Κρήτης και βαίνει στην ολοκλήρωση του και θα εξασφαλίζει 22,5 εκ. κυβικά νερού τον χρόνο θα χρησιμοποιηθεί δε για την ύδρευση και άρδευση των Δήμων Ρεθύμνης, Αρκαδίου και Συβρίτου (www.oadyk.gr).

- Η λιμνοδεξαμενή Βισταγής για άρδευση της κοιλάδας Αμαρίου.

Παρόλα αυτά, προτείνεται η δημιουργία περισσότερων λιμνοδεξαμενών κυρίως στο κεντρικό και νότιο τμήμα της περιοχής, ώστε να εξυπηρετηθούν οι ανάγκες άρδευσης της παραθαλάσσιας περιοχής Τυμπακίου με κύρια μορφή γεωργικής εκμετάλλευσης τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

Επιπρόσθετα, προτείνεται η επιλογή μεθόδων πιο αποτελεσματικής άρδευσης όπως :

- Η μεταφορά του νερού σε κλειστούς υπό πίεση αγωγούς για μείωση των απωλειών λόγω εξάτμισης και διήθησης.
- Η μέτρηση και ορθολογική τιμολόγηση του καταναλισκόμενου ύδατος.
- Η χρησιμοποίηση της άρδευσης με σταλάκτες για την κάλυψη των αναγκών των καλλιεργούμενων φυτών, θα βελτιώσει τη αποδοτικότητα του νερού και θα μειώσει την κατανάλωση του από τη γεωργία η οποία απορροφά το 85 % της συνολικής κατανάλωσης.

Συμπεράσματα

Τα πιο σημαντικά συμπεράσματα , τα οποία προέκυψαν από τη παρούσα εργασία είναι τα εξής :

- Τα εξεταζόμενα εδάφη είχαν χαμηλή ποιότητα εδάφους σε σχέση με την ευαισθησία για ερημοποίηση, η οποία αντιπροσώπευε το 36,9% της ευρύτερης έκτασης. Οι κύριοι παράγοντες που χαρακτηρίζουν τα εδάφη ως χαμηλής ποιότητας είναι το μικρό βάθος εδάφους (βάθος μικρότερο των 30 εκ.) και το μητρικό πέτρωμα (ασβεστόλιθοι).
- Με βάση τα κλιματικά δεδομένα και την έκθεση κλίσης , η ποιότητα κλίματος της περιοχής χαρακτηρίζεται κυρίως χαμηλή σε ποσοστό 89% σε σχέση με την ερημοποίηση. Η χαμηλή ποιότητα κλίματος αποδίδεται στην έλλειψη ή τις περιορισμένες βροχοπτώσεις κατά το τέλος της ανοίξεως, την θερινή περίοδο και ενωρίς το φθινόπωρο
- Στη περιοχή μελέτης, οι πολιτικές προστασίας του περιβάλλοντος που εφαρμόζονται σε έκταση μεγαλύτερη του 25% και μικρότερη του 75% αντιστοιχούν στο 89,08% της συνολικής έκτασης και σε έκταση 404 τετραγωνικά χιλιόμετρα (Km²).

- Η ποιότητα βλάστησης σε σχέση με την ευαισθησία στην ερημοποίηση χαρακτηρίζεται από μέτρια έως χαμηλή σε ίση περίπου αναλογία (38 % και 40%) Το υπόλοιπο 21% χαρακτηρίζεται από υψηλή ποιότητα βλάστησης.
- Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ESAI, το 70,4% της περιοχής μελέτης χαρακτηρίζεται από κρίσιμες στην ερημοποίηση περιοχές και ειδικότερα από κρίσιμες ΠΕΠ (C2), οι οποίες αντιπροσωπεύουν το 46,1% τη περιοχής. Τα κύρια χαρακτηριστικά της υποκατηγορίας αυτής, είναι ότι περιλαμβάνει περιοχές απότομες έως πολύ απότομες, με εδάφη μετρίως λεπτόκοκκα, πετρώδη, ρηγά, καλώς αποστραγγιζόμενα, διαμορφωμένα σε μάρμαρα-ασβεστολιθικά υλικά.
- Μεταξύ των τριών εξεταζόμενων σενάριων χρήσεων γης (ακαλλιέργεια ελαιώνων, αεφορική βόσκησης, αναβλάστηση βοσκοτόπων με πυρκαγιά), το αποτελεσματικότερο μέτρο προστασίας των βοσκοτόπων από την ερημοποίηση, η εφαρμογή της οποίας, μείωσε τις ιδιαίτερα κρίσιμες ΠΕΠ (C3+C2) κατά 25%.
- Αντίθετα, η αναβλάστηση των βοσκοτόπων με πυρκαγιά, οδήγησε σε αύξηση των ιδιαίτερα κρίσιμων περιοχών στην ερημοποίηση (C 3) κατά 26,4%, φανερώνοντας έτσι τις καταστροφικές συνέπειες των πυρκαγιών στην υποβάθμιση των εδαφικών πόρων.
- Τα σημαντικότερα αίτια που οδήγησαν στην υποβάθμιση και ερημοποίηση των εδαφικών πόρων στη περιοχή μελέτης, ήταν η εντατικοποίηση και η εκμηχανίση της γεωργίας, γεωργίας με σκοπό την άμεση και ταχύτερη εφαρμογή των τεχνικών καλλιέργειας για την επίτευξη περισσότερων γεωργικών προϊόντων και την αύξηση του αγροτικού εισοδήματος. Ειδικότερα, η εντατικοποίηση της γεωργίας είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της ελαιοκαλλιέργειας η οποία επεκτάθηκε σε ευαίσθητες λοφώδεις περιοχές καθώς και σε συνδυασμό με την εφαρμογή λανθασμένων καλλιεργητικών τεχνικών, οδήγησε σε διατάραξη του οικοσυστήματος και μείωση της βιοποικιλότητας.
- Η εκμηχανίση της γεωργίας σε συνδυασμό με την εξέλιξη της τεχνολογίας τις τελευταίες δεκαετίες είχαν ως αποτέλεσμα την χρήση ισχυρότερων γεωργικών ελκυστήρων, οι οποίοι επιτύγχαναν μεγαλύτερο βάθος καλλιέργειας, μεγαλύτερο βαθμό αναστροφής του εδάφους, και θρυμματισμού του εδάφους . Η αυξημένη χρήση των πιο εξελιγμένων γεωργικών μηχανημάτων στις αγροτικές περιοχές οδήγησε με σταθερούς ρυθμούς, στην συμπίεση και υποβάθμιση των γεωργικών εδαφών, αυξάνοντας παράλληλα και τα έξοδα των γεωργών, καθιστώντας έτσι τα εδάφη αυτά ασύμφορα για γεωργική εκμετάλλευση, με αποτέλεσμα την εγκατάλειψή τους, την επέκταση της ερημοποίησης και την ανάγκη για απαλλοτρίωση δασικών εκτάσεων και άλλων φυσικών οικοτόπων, προς γεωργική χρήση.
- Η αλόγιστη αύξηση του αριθμού των εκτρεφόμενων ζώων , κυρίως αιγών και προβάτων , σε συνδυασμό με λανθασμένες τεχνικές διαχείρισης βοσκοτόπων

οδήγησαν σε υπερβόσκηση – υποβάθμιση των βοσκοτόπων που αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής

- Σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης, τα σημαντικότερα μέτρα προστασίας των εδαφικών πόρων από την υποβάθμιση, είναι η αειφορική βόσκηση, ο εξορθολογισμός της εκτατικής κτηνοτροφίας καθώς και η παράλληλη ανάπτυξη της βιολογικής κτηνοτροφίας.
- Η εφαρμογή κοινωνικών –οικονομικών μέτρων για τη διατήρηση του αγροτικού πληθυσμού στις γεωργικές περιοχές , με σκοπό την αναβάθμιση του γεωργικού τομέα στις εγκαταλελειμμένες αγροτικές περιοχές, τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, και της ισορροπίας του οικοσυστήματος

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- Acton, D.F., Padbury, G.A., 1993. A conceptual framework for soil quality assessment and monitoring. In: O.F. Acton (ed.), a program to assess and monitor soil quality in Canada: Soil quality evaluation program Summary (interim). Centre for Land and Biological Resources Research, No. 93-49, Agriculture, Canada, Ottawa.
- Alexandris, S., 1989. The impacts of fires on the forestry and natural environment. In: The protection of the environment and the agricultural production. Geotechnical Society of Greece, Thessaloniki, 353 – 364.
- Anderson, E., 1974. Indicators of soil movement on range watersheds. Journal of Range Management 27: 244-247.

- Arianoutsou-Faragitaki, M., 1985. Desertification by overgrazing in Greece. The case of Lesbos island. *Journal of Arid environments* 9, 237-242.
- Bagnouls, F., Gaussen, H. 1953. Saison sèche et indice xéothermique. *Docum. pour les Cartes des Prod. Végét. Série: Généralité*, 1: 1-49.
- Birkeland, P., 1999. *Soils and Geomorphology*. New York: Oxford Univ. Press.
- Botelho, H., Vega, J., Fernandes, P. Rego, F., 1994. Prescribed fire behavior and fine fuel consumption in Northern Portugal and Galiza maritime pine stands. *Proceedings 2nd International Conference on Forest Fire Research*, 21-24 November 1994, Coimbra, 343-353.
- Brawn, J., 1979. *Fitosociologia*. Barcelona: Blume.
- Bryan, R.B. and Campbell, I.A., 1986. Runoff and sediment discharge in a semi-arid drainage basin. *Zeit fuer Geomorph*, 58, 121-143.
- Bunte, K., Poesen, J., 1993. Effects of rock fragment covers on erosion and transport of non-cohesive sediment by shallow overland flow. *Water Resources Research* 29: 1415.
- Cerda, A., 1995. Factores y variaciones espacio-temporales de la infiltracion en los ecosistemas Mediterraneos. Logrono (Spain): Geoforma Ediciones.
- Chiew and McMahon, 1991
- Clark, S., 1996. Mediterranean ecology and an ecological synthesis of the field sites. In: Brandt, J., Thornes, J. (eds), *Mediterranean desertification and land use*. John Wiley & Sons, 271 – 299.
- Danalatos, N.G., Kosmas, C.S., Moustakas, N., & Yassoglou, N., 1995. Rock fragments II: Their impact on soil physical properties and biomass production under Mediterranean conditions. *Soil Use and Management*, 11: 121 - 126.
- Dimitrakopoulos, A., Seilopoulos, D., 2002. Effects of rainfall and burning intensity on early post-fire soil erosion in a Mediterranean forest of Greece. In: Rubio J., Morgan, R., Asins, S., Andreu, V. (eds), *Man and Soil at the Third Millenium. Volume I, Third International Congress of the European Society for Soil Conservation*, Valencia (Spain), 28 March-1 April, 2000. Geoforma Ediciones, 669-682.
- Durbiano, C., 1988. L' expansion du vignoble des Cotes du Rhone meridionales. *Mediterranee, Aixxen – Provence*, 3, 3-11.
- Enne, G., Pulina, G., D' Angelo, M., Previtali, F., Madrau, S., Caredda, S., Francesconi, A., 1998. Agropastoral activities and land degradation: the case study of Sardinia. In: Thornes, J., Brandt, J., Geeson, N. (eds), *Mediterranean desertification – A mosaic of processes and responses*.
- FAO, 1992. *World Agriculture: Toward 2010*. In: Alexandratos, N.(Ed.), *An FAO Study*, 488 pp.
- Faulkner, H., 1990. Vegetation cover density variations and infiltration patterns on piped alkali sodic soils: Implications for the modeling of overland flow in semi-arid areas. In: Thornes, J. (ed), *Vegetation and erosion, processes and environments*. John Wiley & Sons, Chichester, 317-346.

- Frye, W., Bennett, O., Buntley, G., 1985. Restoration of crop productivity on eroded or degraded soils. In: Follett, R., Stewart, B. (eds), Soil erosion and crop productivity. American Society of Agronomy, Wisconsin, USA. 335-356.
- Fullen, M., 1985. Soil compaction, hydrological processes and soil erosion on loamy sands in East Shropshire, England. *Soil Tillage Res.*, 29(6): 17-29.
- Gauchier, G., 1981. *Traite de Pedologie Agricole. II. Les facteurs de la pedogenese.* Paris: G. Lelotte.
- Giovannini, G., 1994. The effect of fire on soil quality. In: Sala, M., Rubio, J. (eds), Soil erosion and degradation as a consequence of forest fires. Logrono: Geofoma Ediciones, 15-27.
- Giovannini, G., Lucchesi, S., 1984. DTA and IR investigation on soil hydrophobic substances. *Soil Sci.* 137: 457-463.
- Grove, A.T., 1996. The historical context: Before 1850. In: Brandt, J. and Thornes, J. (eds), Mediterranean desertification and land use. J. Wiley & Sons, Chichester, England, 13-28.
- Gutierrez, J., Hernandez, I., 1996. Runoff and interrill erosion as affected by grass cover in a semi-arid rangeland of northern Mexico. *Journal of Arid Environments* 34:287-295.
- Heady, H.A. 1975. *Rangeland Management.* McGraw-Hill Book Co. N.Y.
- Imeson, A.C., 1996. Desertification research – Thematic issues and spatial and temporal scaling. In: Hill, J., Peter, D. (eds), The use of remote sensing for land degradation and desertification monitoring in the Mediterranean basin. Brussels: European Commission
- Ish-Shalom-Gordon, N., 1995. The Mediterranean grazing ecosystems of the Golan Heights. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 54, 67-76.
- Jefferies, B.C., 1977. FAO: Assignment Report on visit to Algeria April.
- Kirby, M.J., Baird, A.J., Lockwood J.G., Mc-Mahon, M.D., Mitchell, P.L., Sao, J., Sheeny, J.E., Kumar, M., Bhandari, M.M., 1993. Human use of sand dune ecosystem in the semiarid zone of the Rajasthan Desert, India. *Land Degradation and Rehabilitation* 4, 21-36.
- Kosmas, C., Danalatos, N., Cammeraat, L.H., Chabart, M., Diamantopoulos, J., Farard, R., Gutierrez, L., Jacob, A., Marques, H., Martinez-Fernandez, J., Mizara, A., Moustakas, N., Nicolau, J.M., Oliveros, C., Pinna, G., Puddu, R., Puigdefabregas, J., Roxo, M., Simao, A., Stamou, G., Tomasi, N., Usai, D., Vacca, A., 1997. The effect of land use on runoff and soil erosion rates under Mediterranean conditions. *Catena*, 29: 45-49.
- Kosmas, C., Danalatos, N., Mizara, A., 1998a. Greece. In: Conacher, A., Sala, M. (eds), Land degradation in Mediterranean environments of the world. Nature and extent, causes and solutions. John Wiley & Sons, Chichester, England 67-77.
- Kosmas, C., Danalatos, N., Moustakas, N., Tsatiris, B., Kallianou, Ch., Yassoglou, N., 1993a. The impacts of parent material and landscape position

on drought and biomass production of wheat under semi-arid conditions. *Soil Technology* 6, 337-349.

- Kosmas, C., Ferrara, A., Briassouli, H., Imeson, A., 1999a. Methodology for mapping environmentally sensitive areas (ESAIIs) to desertification. In: Kosmas, C., Kirkby, M., Geeson, N. (eds), *Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification*. European Commission. EUR 18882.
- 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.
- Kosmas, C., Moustakas, N., Danalatos, N., Yassoglou, N., 1995a. The effect of land use change on soil properties and erosion along a catena. In: Thornes, J., Brandt, J. (eds), *Mediterranean desertification and land use*. John Wiley & Sons, Chichester, 207-227.
- Lal, R., 1984. Soil erosion from tropical arable lands and its control. *Adv. Agron.* 37: 183-248.
- Lane *et al.*, 1993;
- Le Houerou, H.N. 1981. Impact of man and his animals on Mediterranean vegetation, p. 479-521. In: *Mediterranean-type Shrublands*. New York.
- Lobb, D., Kachanoski, R., Miller, M., 1995. Tillage translocation and tillage erosion on shoulder slope landscape positions measured using ¹³⁷Cs as a tracer. *Canadian Journal of Soil Science*, 75, 211-218
- Lopez-Bermudez, F., Romero-Diaz, A., Martinez-Fernandez, J. and Martinez-Fernandez, J., 1996. The El Ardal Field Site : Soil and Vegetation Cover. In: J. Brandt and J. Thornes (eds), *Mediterranean Desertification and Land Use*. J. Willey and Sons, pp. 169-188.
- Menjli, M. 1994. Effects of pastoral activities on desertification of Mountain Psilorites, MSc thesis, Mediterranean Agronomic Institute, Chania, Crete.
- Mitchell, D., 1990. The use of vegetation and land use parameters in modeling catchment sediment yields. In: Thornes, J. (ed), *Vegetation and erosion, processes and environments*. Wiley, Chichester, 289-314.
- Moreno, J., Oechel, W., 1989. A simple method for estimating fire intensity after burn in California chaparral. *Ecology of plants* 10: 57-68.
- Morgan, R.P., 1995. *Soil erosion and conservation*. Second edition. Essex: Longman.
- Moustakas, N.C., Kosmas, C.S., Danalatos, N.G., & Yassoglou, N., (1995). Rock fragments I. Their effect on runoff, erosion and soil properties under field conditions. *Soil Use and Management*, 11: 115 - 120.
- Moustakas, N.C., Kosmas, C.S., Danalatos, N.G., & Yassoglou, N., 1995. Rock fragments I. Their effect on runoff, erosion and soil properties under field conditions. *Soil Use and Management*, 11: 115 - 120.

- Papanastasis, V., S. Kyriakakis and I. Ispikoudis. 1990. Forestry and grazing practices in Crete, p. 42-46. In: *Stability and Change in the Cretan Landscape 9*, (Dick Grove et al., eds). Petromaroula 1. Corpus Christi College. England.
- Papanastasis, V., S. Kyriakakis, G. Kazakis, M. Abid and A. Doulis. 2003. Plant cover as a tool for monitoring desertification in mountain Mediterranean rangelands. *Management of environmental quality: An international journal*. Vol. 14 No. 1.
- Papanastasis, V.P. 2000. Land degradation caused by overgrazing and wildfires and management strategies to prevent and mitigate their effects, p. 187-198. In: *Desertification in Europe, mitigation strategies, land-use planning* (G. Enne, Ch. Zanolla and D. Peter, eds). European Commission, EUR 19390, Luxembourg.
- Poesen, J., Lavee, H., 1994. Rock fragments in top soils: significance and processes. *Catena*, 23: 1-28.
- Poesen, J., van Wesemael, B., Bunte, K., Benet, A., 1998. Variation of rock fragment cover and size along semiarid hillslopes: A case study from southern Spain. *Geomorphology*.
- Quine, T., Desmet, P., Vandaele, K., Govers, G., Walling, D., 1994. A comparison of the roles of tillage and water erosion in landform development and sediment export on agricultural land near Leuven, Belgium. In: *Variability in stream erosion and sediment transport. Proceedings of the Camberra Symposium, December, 1994*. IAHS Publication No. 224, 77-86.
- Quine, T., Govers, G., Walling, D., Zhang, X., Desmet, J., Zhang, Y., Vandaele, K., 1997. Erosion processes and landform evolution on agricultural land – new perspectives from Caesium-137 measurements and topographic-based erosion modeling. *Earth Surface Processes and Landforms* 22: 799-816.
- Quine, T., Walling, D., Govers, G., 1996. Simulation of radiocaesium redistribution on cultivated hillslopes using a mass-balance model: an aid to process interpretation and erosion rate estimation. In: *Advances Hillslope Processes*, eds MG Anderson & SM Brooks, Wiley, Chichester. 561-588.
- Szabolks, I., 1989. *Salt affected soils*. CRC Press, Boca Raton, Florida
- Schlesinger, W., Reynolds, J., Cunningham, G., Huenneke, L., Jarell, W., Virginia, R., Whitford, W., 1990. Biological feedbacks in global desertification. *Science* 247: 1043-1048.
- Sumner, M., 1999. *Handbook of Soil Science*. London: CRC Press Boca Raton
- Thornes, J., 1988. Erosional equilibria under grazing. In: Bintliff, J., Davidson, D., Grant, E. (eds), *Conceptual issues in environmental archaeology*, Edinburgh University Press, 193-210.
- Thurow, T., Blackburn, W., Taylor, C., 1986. Hydrologic characteristics of vegetation types as affected by livestock grazing systems. *Edwards Plateau, TX Journal of Range Management* 39:505-509.

- Thurow, T., Blackburn, W., Taylor, C., 1988. Infiltration and interill erosion responses to selected livestock grazing strategies. Edwards Plateau, TX Journal of Range Management 41:296-302
- Thornes, J., 1996. Desertification in the Mediterranean. In: Brandt, J. and Thornes, J. (eds), Mediterranean desertification and land use. J. Wiley & Sons, Chichester, England, 1-12.
- Tsiourlis, G.M., 1988. Influence du pâturage par la chèvre sur la structure d'un phrygana insulaire (Naxos, Cyclades). Rapport, Commission Internationale pour la Mer Méditerranée, 31, 2.
- UNCCD, 1994. United Nations Convention to Combat Desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa. United Nations Environment Programme (UNEP). Geneva: Interim Secretariat for the Convention to Combat Desertification (CCD).
- UNEP, 1992. World Atlas of Desertification. United Nations Environment Programme. London: Edward Arnold.
- UNEP, 1994. United Nations Convention to Combat Desertification. United Nations Environmental Programme, Geneva, Switzerland
- Wells, C., Campbell, R., DeBano, L., Lewis, C., Fredericson, R., Franklin, E., Froelich, R., Dunn, P., 1979. Effects of fire on soil. USDA, Forest Service, Gen. Tech. Rep. WO-7, Washington, D.C. 34p.
- Yassoglou, N., Kosmas, C., Danalatos, N., 1994. Global change and land degradation. International Symposium on Eastern Europe and Global Change, Chalkidiki, Greece, 3-10 October 1994.
- McNeill, J., 1992. The mountains of the Mediterranean world: an environmental history. Cambridge University Press, Cambridge. .

Ελληνική βιβλιογραφία

- *Γιώργος Αγοραστάκης 2004 Κρητική διατροφή ISBN: 960 – 630 – 272 - 5*
- Ελληνική Επιτροπή για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης, 2001. Ελληνικό σχέδιο δράσης κατά της ερημοποίησης, σελ. 111.
- Γιατρόπουλος Κ. (2009) Αναδιάρθρωση των καλλιεργειών Γεωργία - Κτηνοτροφία, τεύχος 1/2009
- Δριβάκη Κ. (2010) Κατάσταση και προοπτικές εξέλιξης της μελισσοκομίας στο Ρέθυμνο. Πτυχιακή μελέτη, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής
- Κοινή Υπουργική Απόφαση, αρ 487/12-7-02 Ίδρυση Κτηνοτροφικών Πάρκων (Εσωτερικών Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης, Εθνικής Οικονομίας και Οικονομικών, Γεωργίας) .
- Κοσμάς Κ. (2006). Η ερημοποίηση της γης. Γεωργικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τομέας Εδαφολογίας και Γεωργικής Χημείας.

- Νοϊτσάκης Βασίλειος και Παπαναστάσης Βασίλειος. (1992). Εκδόσεις Γιαχούδη, Σελίδες 256.
- Παναγόπουλος Α. (2004) Υπόγειο υδατικό δυναμικό Κρήτης,. Προβλήματα και προοπτικές. Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας τομ. XXXVI, 2004, Πρακτικά 10ου Διεθνούς Συνεδρίου, Θεσ/νίκη Απρίλιος 2004.
- Περλέρος Β., Παπαμαστοράκης Δ., Κριτσωτάκης Μ., Δρακοπούλου Ε. και Τσαλουκίδης Νικόλαος .Οικολογικές διαταραχές στα λιβάδια.
- Μελέτη για τα Κτηνοτροφικά πάρκα από το Ψηφιακό Κέντρο Έρευνας του Αριστοτέλειου Πανεπιστήμιου Θεσσαλονίκης 2004, ΚΥΑ για τα Κτηνοτροφικά πάρκα 487/12-7-2002, Κούκουρας και συνεργάτες 1992, Παπαναστάσης 1994).
- Μουστάκας Νικόλαος 2000. Γενική εδαφολογία, Σημειώσεις 4^ο εξαμήνου, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τομέας εδαφολογίας και γεωργικής χημείας.
- Μήτσιος Ιωάννης 2004. Γονιμότητα εδαφών Εκδόσεις. ΖΗΜΕΛ ΕΠΕ.
- Σπανάκης Ι. 2009 Περίληψη υλικού εκπαίδευσης για τους Αγρότες της Ένωσης Αγροτικών Συνεταιρισμών του Νομού Ρεθύμνης Έργο Καν. 208/2005, Δράση Βίν (1) “Πρακτική επίδειξη τεχνικών ελαιοκαλλιέργειας (βιολογική, ολοκληρωμένη γεωργία) σε ομάδες παραγωγών” Αντικείμενο: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ - ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΕΛΑΦΩΝ ΤΕΙ Κρήτης Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας
- Χαϊντούτη Κ. 2007. Διαχείριση και προστασία των εδαφικών πόρων Σημειώσεις 9^ο εξαμήνου, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τομέας εδαφολογίας και γεωργικής χημείας.
- Γιαννακοπούλου Α και Ε. Γιαννακοπούλου, 2006 Κτηνοτροφία και ερημοποίηση στο όρος Ψηλορείτης της Κρήτης ΛΙΒΑΔΟΠΟΝΙΑ ΞΗΡΟΘΕΡΜΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΛΙΒΑΔΟΠΟΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ, Πρακτικά 5ου Πανελλήνιου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου, Ηράκλειο Κρήτης, 1-3 Νοεμβρίου 2006.

Ηλεκτρονικές Ιστοσελίδες

- www.gncdd.com
- www.wwf.gr
- www.xekinima.org
- http://geografia.fcsh.unl.pt/lucinda/desertification_processes_gr.html
- <http://ec.europa.eu>
- <http://www.omafra.gov.on.ca/english/environment/soil/>
- <http://www.greekscapes.gr/index.php/2010-01-21-16-47-29/2010-01-21-18-38-52/197-anavathmoi.html>
- www.moa.gov.cy
- <http://www.psiloritis.net.gr>
- www.oas.gr

- <http://www.infosoc.gr/>
- <http://statistics.gr>
- www.amarisa.gr
- www.psiloritisnaturalpark.gr
- www.e-yliko.gr
- www.oadyk.gr
-