

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



Μεταπτυχιακή διατριβή

ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ

Κυπριανού Ανδρέας

Λεμεσός 2013

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ
ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ

Κυπριανού Ανδρέας

Λεμεσός 2013

ΕΝΤΥΠΟ ΕΓΚΡΙΣΗΣ

Μεταπτυχιακή διατριβή

Δείκτες Ποιότητας Δασικών Εδαφών στην Κύπρο

Παρουσιάστηκε από τον

Κυπριανού Ανδρέα

Επιβλέπων καθηγητής: Δρ. Κώστας Ανδρέου, Ειδικό Εκπαιδευτικό Προσωπικό

Μέλος επιτροπής: Δρ. Ιωάννης Βυρίδης, Λέκτορας

Μέλος επιτροπής: Δρ. Πέτρος Σάββα, Ειδικό Εκπαιδευτικό Προσωπικό

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Μάιος 2013

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Ανδρέας Κυπριανού, [2013]

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της μεταπτυχιακής διατριβής από το Τμήμα Τεχνολογίας και Επιστήμης Περιβάλλοντος του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον κύριο Κώστα Ανδρέου, καθηγητή του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Περιβάλλοντος του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου για την επίβλεψη της πτυχιακής διατριβής και την αγαστή συνεργασία που είχαμε καθόλη τη διάρκεια της αποπεράτωσής της. Παράλληλα θα ήθελα να ευχαριστήσω και τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής για τη συνεισφορά τους στην αξιολόγηση και έγκριση της πτυχιακής διατριβής. Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του μεταπτυχιακού προγράμματος Διαχείρισης Ενεργειακών Πόρων για τις πολύτιμες γνώσεις και την καθοδήγηση που μας παρείχαν καθόλη την διάρκεια των μαθημάτων. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλο το γραμματειακό προσωπικό για την συνεισφορά του και την στήριξη που μας παρείχε. Θα ήθελα να απευθύνω τις ευχαριστίες μου και στο Τμήμα Δασών του Υπουργείου Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος για τις μετρήσεις από τις εδαφοτομές που διενεργήθηκαν στα κρατικά δάση της Κύπρου. Τέλος θα ήθελα να απευθύνω ιδιαίτερες ευχαριστίες στην οικογένειά μου για τη στήριξη που μου προσέφεραν, καθώς και όλους όσους με βοήθησαν αυτά τα τρία χρόνια να φέρω σε πέρας την απόκτηση του παρόντος μεταπτυχιακού τίτλου στη Διαχείριση Ενεργειακών Πόρων.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα εδάφη της Κύπρου είναι πολύ ευαίσθητα στην υποβάθμιση, κυρίως λόγω του κλίματος, των διαφόρων ειδών των εδαφών και του ανάγλυφού της, ενώ αρκετοί ανθρωπογενείς παράγοντες επιτείνουν το πρόβλημα. Έτσι, για την προστασία των εδαφών και την αειφορική διαχείρισή τους ώστε να επιτελούν τις λειτουργίες τους στο έπακρο, πρέπει να δοθεί έμφαση απο την επιστημονική κοινότητα και τους κρατικούς φορείς που ασχολούνται με το θέμα για την επαρκή μελέτη και αξιολόγησή τους. Αυτό θα συντελέσει ώστε η μετέπειτα διαχείριση, προστασία και βελτίωση της ποιότητάς τους να γίνει με έναν πιο ορθολογιστικό και αντικειμενικό τρόπο και να μειωθεί ή και να εξαλειφθεί πλήρως ο ρυθμός υποβάθμισής τους που λαμβάνει χώρα λόγω κυρίως μη ορθολογιστικής διαχείρισης.

Η παρούσα εργασία ασχολείται με την ποιότητα εδάφους και γίνεται μια προσπάθεια εντοπισμού δεικτών ποιότητας εδάφους στην Κύπρο, που θα βοηθήσουν στην ποιοτική αξιολόγηση του εδάφους. Αρχικά γίνεται μια γενική αναφορά στα χαρακτηριστικά τόσο των δασών όσο και των εδαφών της Κύπρου αλλά και στο νομοθετικό πλαίσιο που τα διέπει. Παράλληλα γίνεται μια αναφορά και περιγραφή των κινδύνων που απειλούσαν με υποβάθμιση στο παρελθόν αλλά και στο παρόν τόσο τα δάση όσο και τα εδάφη του νησιού. Έτσι, με την καλύτερη εκτίμηση της τωρινής τους κατάστασης καθώς και το πως διαμορφώθηκε απο τις επιδράσεις του παρελθόντος, είναι δυνατό να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα για το μέλλον των κυπριακών εδαφών.

Ακολούθως, γίνεται μια εκτενής ανάλυση των φυσικών, αλλά και των χημικών και βιολογικών δεικτών ποιότητας του εδάφους. Επιπρόσθετα, γίνεται μια προσπάθεια για ανεύρεση των πιο σημαντικών και κατάλληλων δεικτών, καθώς και η αξιολόγησή τους. Εκτός από την προσπάθεια για αξιολόγηση των δεικτών, γίνεται και μια επεξήγηση για το λόγο που κάνει τους δείκτες αυτούς σημαντικούς για την Κύπρο, και τι αποτελέσματα θα έχει η χρήση τους. Οι πιο σημαντικοί δείκτες ποιότητας εδάφους οι οποίοι έχουν επιλεγεί για τα δασικά εδάφη της Κύπρου είναι το βάθος εδάφους, το pH, η ηλεκτρική αγωγιμότητα, η περιεκτικότητα σε ανθρακικό ασβέστιο, η διαθέσιμη υγρασία, η οργανική ουσία, οι γεωσκώληκες και η μηχανική σύσταση.

Βασικό κριτήριο επιλογής των δεικτών αποτέλεσε το πόσο εύκολος είναι ο προσδιορισμός και η χρήση τους. Στο τελευταίο μέρος της πτυχιακής γίνεται μια παρουσίαση των πλεονεκτημάτων αλλά και των μειονεκτημάτων των δεικτών ποιότητας εδάφους, μια πιο γενική εκτίμηση καθώς και εξαγωγή συμπερασμάτων γύρω από την εύρεση, χρησιμοποίηση και αξιολόγησή τους.

Η χρήση των δεικτών αυτών θα υποβοηθήσει σημαντικά στην προστασία αλλά και τη βελτίωση των εδαφών. Το κύριο πλεονέκτημα από την επιλογή των δεικτών αυτών είναι το γεγονός ότι εάν χρησιμοποιηθούν στη διαχείριση των εδαφών, η χρήση τους θα υποβοηθή στη διατήρηση και βελτίωση της ποιότητάς τους.

Γενικά η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή αποτελεί μια σημαντική βάση δεδομένων για την ποιοτική αξιολόγηση του εδάφους μέσω καθορισμού δεικτών και θα συνεισφέρει σημαντικά στις μελλοντικές έρευνες για την ποιότητα των εδαφών που θα γίνουν στην Κύπρο.

SUMMARY

The soils of Cyprus are very sensitive to degradation, mainly due to the climate, the different kinds of soil and the terrain, while several anthropogenic factors increase the problem. So, in order for soil protection and sustainable management to perform their functions to the fullest, emphasis should be placed by the scientific community and government agencies dealing with the issue on their adequate study and evaluation. This will be a great contribution, as the subsequent management, protection and improvement of soil quality will take place in a more rational and objective manner and will help to reduce or completely eliminate their degradation rate, that occurs mainly due to non-rational management.

This paper deals with soil quality and makes an attempt to identify indicators of soil quality in Cyprus, which will help in the qualitative evaluation of the soil. At first, there is a general reference to the characteristics of both the forest and the soils in Cyprus and the legislative framework that governs them. Alongside is a reference and description of the risks that threatened with degradation the forests and soils of the island in the past as well as in the present years. So, with the best estimate of their current situation and how they were formed from the effects of the past, it is possible to draw conclusions about the future of Cypriot soils.

Following is a comprehensive analysis of the physical, chemical and biological indicators of soil quality. In addition, an attempt is made to find the most important and relevant indicators of soil quality, including their evaluation. Apart from trying to evaluate the indicators, an explanation of what makes these indicators important for Cyprus takes place, as well as what will be the results from their use. The most important indicators of soil quality that have been selected for forest soils in Cyprus are soil depth, pH, electrical conductivity, calcium carbonate content, available moisture, organic matter, earthworms and mechanical consistency.

The main criterion for selecting the aforementioned indicators was how easy it is to identify and use them. The last part of the dissertation presents the advantages and disadvantages of soil quality indicators, a more general assessment and conclusions around finding, using and evaluating them.

The use of these indicators will help significantly to the protection and improvement of soils. The main advantage from the choice of these indicators is the fact that if they are used in the management of soils, their use will assist in maintaining and improving their quality.

In general, this dissertation is an important database for qualitative assessment of soil through establishing indicators and will contribute significantly to future research for the quality of soils that is to be undertaken in Cyprus.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	vi
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	x
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	xiii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	xiv
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	xv
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	xvi
1 Σκοπός.....	1
2 Αξιολόγηση Εδάφους.....	2
2.1 Ποιότητα εδάφους	2
2.2 Ιστορικό.....	3
2.3 Δείκτες ποιότητας εδάφους	4
3 Χαρακτηριστικά των Δασών της Κύπρου.....	7
3.1 Γενικά οικολογικά χαρακτηριστικά της Κύπρου	7
3.1.1 Το κλίμα	7
3.1.2 Γεωγραφική θέση-Γεωμορφολογία.....	8
3.1.3 Ιστορικό Κυπριακών δασών.....	9
3.2 Η Βλάστηση και οι Φυσικοί Οικότοποι	10
3.3 Απειλές υποβάθμισης των Δασών.....	15
4 Δασικά Εδάφη της Κύπρου	22
4.1 Σημαντικότερες ομάδες εδαφών στην Κύπρο	22
4.3 Παράγοντες υποβάθμισης των εδαφών	26
4.4 Νομοθετικό πλαίσιο.....	32
5 Μεθοδολογία.....	35
6 Δείκτες ποιότητας εδάφους για την ποιοτική του αξιολόγηση.....	36

6.1	Φυσικοί δείκτες ποιότητας εδάφους.....	36
6.1.1	Βάθος εδάφους	37
6.1.2	Κοκκομετρική ή μηχανική σύσταση	38
6.1.3	Δομή του εδάφους	39
6.1.4	Διαθέσιμη υγρασία εδάφους	42
6.2	Χημικοί δείκτες ποιότητας εδάφους.....	43
6.2.1	Κολλοειδή του εδάφους - Εναλλακτική ικανότητα εδάφους.....	43
6.2.2	pH του εδάφους	45
6.2.3	Ανθρακικό ασβέστιο (CaCO ₃).....	46
6.2.4	Ηλεκτρική αγωγιμότητα EC.....	46
6.3	Βιολογικοί δείκτες ποιότητας εδάφους	47
6.3.1	Οργανική ουσία	48
6.3.2	Γεωσκώληκες	50
6.3.3	Ένζυμα του εδάφους.....	51
6.3.4	Αναπνοή	53
6.3.5	Συνολικός οργανικός άνθρακας	53
7	Επιλογή δεικτών ποιότητας για τα εδάφη της Κύπρου.....	55
7.1	Επιλογή του βάθους εδάφους ως δείκτη ποιότητας των Κυπριακών εδαφών	56
7.2	Επιλογή της μηχανικής σύστασης ως δείκτη ποιότητας των Κυπριακών εδαφών .	57
7.3	Επιλογή της διαθέσιμης υγρασίας εδάφους ως δείκτη ποιότητας των Κυπριακών εδαφών.....	58
7.4	Επιλογή του pH εδάφους ως δείκτη ποιότητας των Κυπριακών εδαφών	59
7.5	Επιλογή του ανθρακικού ασβεστίου ως δείκτη ποιότητας των Κυπριακών εδαφών	59
7.6	Επιλογή της οργανικής ουσίας ως δείκτη ποιότητας των Κυπριακών εδαφών.....	60
7.7	Επιλογή των γεωσκωλήκων ως δείκτη ποιότητας των Κυπριακών εδαφών.....	60

7.8	Επιλογή ηλεκτρικής αγωγιμότητας ως δείκτη ποιότητας των Κυπριακών εδαφών	61
	61
	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	62
	ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ	65
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	67

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Δείκτες αξιολόγησης ποιότητας εδάφους.....	5
Πίνακας 2: Φυσικοί δείκτες αξιολόγησης ποιότητας εδάφους	37
Πίνακας 3: Χημικοί δείκτες ποιότητας εδάφους.....	43
Πίνακας 4: Βιολογικοί δείκτες ποιότητας εδάφους.....	47
Πίνακας 5: Επιλεγμένοι Δείκτες Ποιότητας Εδάφους με ενδεικτικές τιμές που υποδηλώνουν καλή ποιότητα εδάφους.....	55

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Εικόνα 1: Χάρτης κρατικών και ιδιωτικών δασών στην Κύπρο	11
Εικόνα 2: Χάρτης της Φυσικής βλάστησης στην Κύπρο	13
Εικόνα 3: Χάρτης Παραγωγικών και μη-παραγωγικών δασών στην Κύπρο	14
Εικόνα 4: Γεωγραφική κατανομή ποιότητας εδάφους αναφορικά με απερίμωση	24
Εικόνα 5: Γεωγραφική κατανομή ποιότητας βλάστησης	25
Εικόνα 6: Εδαφολογικός χάρτης Κύπρου	26
Εικόνα 7: Ευαίσθητες περιοχές στην απερίμωση	29
Διάγραμμα 1: Διάγραμμα χαρακτηρισμού των κλάσεων κοκκομετρικής σύστασης των εδαφών	39
Διάγραμμα 2: Χαρακτηριστικά σχήματα δομής εδάφους	40
Διάγραμμα 3: Αφομοίωση θρεπτικών στοιχείων με τη μεταβολή του pH	45

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Mg	Μαγνήσιο
pH	Βαθμός οξύτητας ή αλκαλικότητας
CaCO ₃	Ανθρακικό ασβέστιο
C	Άνθρακας
N	Άζωτο
K	Κάλιο
Ca	Ασβέστιο
Na	Νάτριο
H ⁺	Ιόν υδρογόνου
OH ⁻	Ανιόν υδροξυλίου ή υδροξύλιο
O	Οξυγόνο
H	Υδρογόνο
CO ₂	Διοξείδιο του άνθρακα
EC	Ηλεκτρική αγωγιμότητα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το έδαφος, όπως ο αέρας και το νερό, είναι αναπόσπαστο στοιχείο του περιβάλλοντος και μαζί με το νερό αποτελούν τον σημαντικότερο φυσικό πόρο. Τα υγιή εδάφη είναι ζωτικής σημασίας για ένα αειφορικό και βιώσιμο περιβάλλον, τόσο για τους ανθρώπους όσο και για τα φυσικά χερσαία οικοσυστήματα. Ο ρόλος τους είναι αρκετά πολύτιμος αφού η γονιμότητα, η παραγωγικότητα, η υγεία και η γενικότερη τους κατάσταση επιδρούν καίρια σε σημαντικές διεργασίες των φυτών όπως την ανάπτυξη, την πρόσληψη νερού και θρεπτικών στοιχείων, τη φωτοσύνθεση και την αναπνοή. Έτσι συνεισφέρουν σημαντικά στην αποθήκευση μεγάλων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα, στην παραγωγή τροφίμων και ξυλείας αλλά και σε αρκετούς άλλους τομείς όπως στην ποιότητα του νερού και την διατήρηση της άγριας πανίδας.

Επίσης, η ποιότητα του εδάφους είναι αρκετά σημαντική στην παραγωγή ενέργειας γιατί επιδρά άμεσα στην παραγωγή βιομάζας. Όσο υποβαθμίζεται η ποιότητα των εδαφών, τόσο μειώνεται και η ποσότητα της βιομάζας που παράγουν λόγω του μειωμένου ρυθμού ανάπτυξης των φυτών. Αυτό είναι κάτι αρκετά σημαντικό αν αναλογιστούμε ότι στη Βόρεια Ευρώπη πέραν του 50% των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας προέρχεται από τη βιομάζα, ενώ πριν 50-60 χρόνια στην Κύπρο η ενέργεια προερχόταν σχεδόν εξ' ολοκλήρου από το ξύλο.

Ωστόσο, υπάρχουν αυξανόμενες ενδείξεις ότι η κατάσταση των εδαφών ανά το παγκόσμιο ολόένα και υποβαθμίζεται και ότι η απώλεια και η ζημία που προκαλείται σε αυτά μπορεί να είναι μη αναστρέψιμη (Diego de la Rosa, 2005). Μια σημαντική μείωση της ποιότητας των εδαφών σημειώθηκε σε όλο τον κόσμο μέσα από δυσμενείς μεταβολές τόσο των φυσικών, χημικών και βιολογικών ιδιοτήτων τους, όσο και από τη ρύπανση από ανόργανες και οργανικές χημικές ουσίες. Κατά τον τελευταίο μισό αιώνα, περίπου 2 δισεκατομμύρια από τα 8,7 δισεκατομμύρια εκτάρια της γεωργικής γης, των μόνιμων βοσκότοπων, των δασών και των δασικών εκτάσεων έχουν υποβαθμιστεί (Arshad & Martin, 2002). Ο ραγδαία μεταβαλλόμενος πληθυσμός της γης, αλλά και η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου σε πολλές περιοχές της αναμένεται να αυξήσουν τις ανάγκες του πλανήτη σε τρόφιμα και άλλα υλικά αγαθά. Αυτό θα επιφέρει επιπρόσθετες πιέσεις στα εδάφη ανά το παγκόσμιο στο μέλλον, και η λήψη μέτρων για μετριασμό αυτού του φαινομένου είναι επιτακτική.

Αναμφίβολα οι επιστήμονες που ασχολούνται με την προστασία των εδαφών, πρέπει να δώσουν έμφαση στην ορθολογικότερη διαχείριση αλλά και προστασία τους, με σκοπό τη μείωση των απειλών και κινδύνων που αντιμετωπίζουν και την παράλληλη διατήρηση της ποιότητας και της γονιμότητας τους. Η σταδιακή υποβάθμιση των εδαφών θα επιφέρει σημαντικές επιπτώσεις τόσο στη ζωτικότητα των δασών όσο και στη δυνατότητά τους να επιτελούν τις διάφορες ευεργετικές λειτουργίες τους σε ικανοποιητικό βαθμό, αλλά και στη δυνατότητα των γεωργικών εδαφών να έχουν μια υψηλή παραγωγικότητα και να τροφοδοτούν ικανοποιητικά την ανθρωπότητα με πολύτιμα γεωργικά προϊόντα που προέρχονται από αυτά.

Οι δείκτες ποιότητας εδάφους είναι αρκετά σημαντικοί και η χρήση τους μπορεί να επιφέρει αρκετά οφέλη. Η χρησιμότητα της ύπαρξης των δεικτών έγκειται στο γεγονός ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην παρακολούθηση του περιβάλλοντος και να επικεντρώσουν τις προσπάθειες διατήρησης του εδάφους στην προστασία και βελτίωση του εδάφους. Επίσης βοηθούν στην αξιολόγηση των πρακτικών και τεχνικών διατήρησης των εδαφών, συσχετίζουν την ποιότητα των εδαφών με την ποιότητα άλλων φυσικών πόρων, προσδιορίζουν την πορεία της υγείας των εδαφών και καθοδηγούν τους διάφορους διαχειριστές των εδαφών στο να επιλέγουν τις αποφάσεις τους αναφορικά με τη διαχείρισή τους (NRCS, 1996).

Τα διάφορα εδάφη χωρίζονται σε διάφορες ομάδες ανάλογα με τη χρήση γης και τις ανθρώπινες επιδράσεις που επηρεάζουν σημαντικά τα χαρακτηριστικά τους. Οι κύριοι τύποι εδαφών είναι τα γεωργικά, τα αστικά και τα δασικά εδάφη. Τα δασικά είναι τα λιγότερο διαταραγμένα από τις διάφορες δραστηριότητες και καλύπτονται από άγρια φυσική βλάστηση. Τα γεωργικά είναι τα πιο σημαντικά από οικονομικής απόψεως και η χρήση τους επιφέρει σημαντικά προϊόντα απαραίτητα για την κοινωνία και την οικονομία. Αυτά τα εδάφη είναι τα πιο γόνιμα και παραγωγικά και για τη μεγιστοποίηση της παραγωγής χρησιμοποιούνται λιπάσματα και εντομοκτόνα, που βελτιώνουν μεν την ποιότητά τους αλλά έχουν δυσμενείς επιδράσεις στο περιβάλλον. Τα αστικά βρίσκονται εντός των πόλεων και είναι και αυτά έντονα διαταραγμένα. Σε αυτά η ρύπανση είναι συνήθως μεγαλύτερη από τους άλλους δύο τύπους εδαφών. Στην Κύπρο τα δάση και οι δασικές εκτάσεις (φρύγανα και θάμνοι) καταλαμβάνουν το 44,12%, η γεωργία το 47,89% και τα αστικά εδάφη το 7,63 % (Corine Land Cover, 2000).

1 Σκοπός

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι να γίνει μια προσπάθεια ώστε να αναλυθούν οι δείκτες ποιότητας εδάφους και να εξευρεθούν οι πιο σημαντικοί που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τα εδάφη της Κύπρου. Τα εδάφη του νησιού είναι αρκετά σημαντικά ιδίως στους τομείς της δασοπονίας και της γεωργίας και κάθε μελέτη που γίνεται σχετικά με αυτά, βοηθά στην παραπέρα προστασία και ορθολογικότερη διαχείρισή τους.

Επειδή η έρευνα όσον αφορά τα εδάφη στον τόπο μας και ειδικά στα δασικά δεν έχει προχωρήσει σε μεγάλο βαθμό, ένας από τους στόχους αυτής της εργασίας είναι ο εμπλουτισμός των πληροφοριών γύρω από την ποιότητα των κυπριακών δασικών εδαφών. Επιπρόσθετα η παρούσα εργασία θα πρέπει να συνδράμει στο μέτρο του δυνατού στην όλη προσπάθεια που γίνεται από τους αρμόδιους φορείς οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τη διαχείριση αλλά και την προστασία του εδάφους. Έτσι θα βοηθήσει και στην όλη προσπάθεια που γίνεται για μετριασμό της υποβάθμισης του εδάφους, που προκαλείται από τους διάφορους παράγοντες που το απειλούν με απερίμωση και καταστροφή.

Για να καταστεί δυνατή η επιλογή δεικτών θα πρέπει να γίνει μια αξιολόγηση των δεικτών που εφαρμόζονται σε άλλες χώρες. Αυτή η αξιολόγηση θα παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες και γνώσεις για εφαρμογή παρόμοιων στρατηγικών για την επιλογή δεικτών σε τοπικό επίπεδο. Έτσι θα γίνει κατορθωτό να εξεταστεί αν οι συνθήκες που επικρατούν στα κυπριακά δασικά εδάφη συμπίπτουν με αυτές άλλων χωρών και να μπορεί να γίνει η επιλογή και χρήση παρόμοιων δεικτών.

Ο εντοπισμός των κατάλληλων δεικτών για τα δασικά εδάφη πρέπει να γίνει μετά από μια ενδελεχή αξιολόγηση των χαρακτηριστικών των κυπριακών εδαφών ώστε η χρησιμοποίησή τους να είναι όσο το δυνατό πιο ορθολογική και να ανταποκρίνεται καλύτερα στα κυπριακά δεδομένα. Αυτό είναι αρκετά σημαντικό γιατί η λάθος επιλογή δεικτών μπορεί να μην επιφέρει τα αναμενόμενα αποτελέσματα στη διαχείριση των εδαφών.

2 Αξιολόγηση Εδάφους

Η αξιολόγηση του εδάφους είναι πολύ σημαντική στη διαχείριση, τη χρήση και την προστασία των εδαφών. Με την εμπειρική αξιολόγηση των εδαφών και την εκτίμηση της ποιότητας τους μπορεί να γίνει πιο κατανοητή η όλη λειτουργία και η συνεισφορά τους στη γεωργία, τη δασοπονία και τη διατήρηση των φυσικών οικοσυστημάτων και του φυσικού περιβάλλοντος.

2.1 Ποιότητα εδάφους

Ο ρόλος των εδαφών ήταν και είναι στις μέρες μας πολύτιμος στην επιβίωση και εξέλιξη του ανθρώπινου γένους. Το έδαφος είναι αρκετά σημαντικό για τη γεωργία, τη κτηνοτροφία και τη δασοπονία και η υποβάθμισή του επιφέρει αρνητικές συνέπειες στον πρωτογενή τομέα της οικονομίας. Επίσης, είναι αρκετά σημαντικός ο ρόλος του στο φυσικό περιβάλλον αφού η υποβάθμισή του οδηγά στη διατάραξη της φυσικής ισορροπίας των οικοσυστημάτων αλλά και στην υποβάθμιση της αισθητικής των τοπίων.

Έχουν δοθεί αρκετοί ορισμοί που προσπαθούν να επεξηγήσουν τον όρο «ποιότητα του εδάφους». Μερικοί από τους πιο ευρέως αποδεκτούς ορισμούς της ποιότητας εδάφους είναι οι εξής:

«Η ικανότητα του εδάφους να λειτουργεί εντός των ορίων των οικοσυστημάτων για τη διατήρηση της βιολογικής παραγωγικότητας, τη διατήρηση της ποιότητας του περιβάλλοντος, και να προωθήσει την υγεία των φυτών και των ζώων» (Doran & Parkin, 1994).

«Η εδαφική ποιότητα είναι η ικανότητα ενός συγκεκριμένου τύπου εδάφους να λειτουργεί, μέσα στα φυσικά ή ελεγχόμενα όρια ενός οικοσυστήματος, να στηρίζει τη φυτική και τη ζωική παραγωγικότητα, να διατηρεί ή να βελτιώνει την ποιότητα των υδάτων και της ατμόσφαιρας, και να ενισχύει την ανθρώπινη υγεία και δραστηριότητα» (Karlen et al. 1997 αναφέρεται στο Γεωργιάδου 2009).

Η ποιότητα του εδάφους σαν ευρεία έννοια μπορεί να περιλαμβάνει την ικανότητα των εδαφών να συγκρατούν το νερό, να αποθηκεύουν διοξείδιο του άνθρακα, την παραγωγικότητα των δέντρων, την ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων, την παραγωγή βιομάζας και διάφορες άλλες λειτουργίες. Ανάλογα με την ειδικότητα του, ένας επιστήμονας

μπορεί να καθορίζει την ποιότητα του εδάφους και ανάλογα με τον σκοπό δύναται να την εκτιμήσει. Ένας διαχειριστής μιας δασικής επιφάνειας μπορεί να καθορίσει την ποιότητα του εδάφους από την ικανότητά του για την παραγωγή βιομάζας, ενώ ένας γεωπόνος από την ικανότητά του να παράγει γεωργικά προϊόντα σε ικανοποιητικό βαθμό.

Το να διαπιστωθεί ακριβώς η ποιότητα του εδάφους είναι δύσκολο αφού διάφοροι παράγοντες την επηρεάζουν, ενώ ο συνδυασμός αυτών των παραγόντων μεταξύ τους μπορεί να φέρει διαφορετικά αποτελέσματα στην παραγωγικότητα του εδάφους. Έτσι έχουν αναπτυχθεί αρκετές μέθοδοι που εξετάζουν τα χαρακτηριστικά του εδάφους και τον συνδυασμό τους ώστε να μπορέσουν να αποδώσουν την εδαφική ποιότητα.

Πιο κάτω θα αναλυθούν οι μέθοδοι αξιολόγησης του εδάφους και θα γίνει μια περαιτέρω προσπάθεια προσδιορισμού της ποιότητας εδάφους μέσω του καθορισμού δεικτών. Αυτό θα συνεισφέρει στη βελτίωση της ποιότητας μέσω της χρήσης και της εφαρμογής των δεικτών ποιοτικής αξιολόγησης του εδάφους.

2.2 Ιστορικό

Το έδαφος είναι ένας αρκετά σημαντικός φυσικός πόρος και η βελτίωση της ποιότητας του και η προστασία του από τα αρχαία χρόνια ήταν επιτακτική. Αρκετοί αρχαίοι λαοί κατά το παρελθόν όπως οι Έλληνες, οι Αιγύπτιοι και οι Κινέζοι χρησιμοποιούσαν διάφορες τεχνικές βελτίωσης των εδαφών. Η χρήση κοπριάς, τέφρας, και άλλων εδαφοβελτιωτικών ήταν τεχνικές που χρησιμοποιούνταν από την αρχαιότητα (Παπαμίχος, 1996). Ο Πλάτωνας στο φιλοσοφικό του διάλογο «Κριτίας» κάνει αναφορά για τη διάβρωση στους λόφους γύρω από την Αθήνα και για τους πιθανούς κινδύνους και ζημιές που μπορεί να προκληθούν (Loveland & Thompson, 2002), πράγμα που αποδεικνύει ότι η έννοια της ποιότητας εδάφους ήταν κάτι που απασχολούσε τον άνθρωπο από την αρχαιότητα.

Αν ανατρέξει κανείς στη διεθνή βιβλιογραφία θα βρει αρκετά άρθρα που σχετίζονται με την ποιότητα εδάφους και τους δείκτες για την αξιολόγησή της. Οι πρώτες προσπάθειες για να προσδιοριστεί η ποιότητα εδάφους έγιναν στα μέσα του περασμένου αιώνα από τον Kellogg (1943) στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και τον Clark (1951). Μετέπειτα το Συμβούλιο της Ευρώπης (1972) αναγνώρισε την ανάγκη για τη διατήρηση των εδαφικών πόρων της Ευρώπης μέσω της Ευρωπαϊκής Χάρτας του εδάφους (ψήφισμα 72-19), που ήταν και η πρώτη προσπάθεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την προστασία του εδάφους.

Μια αρκετά σημαντική εργασία για τον προσδιορισμό και την αποτίμηση της ποιότητας του εδάφους έγινε από τους Doran και Parkin το 1994. Οι ίδιοι συγγραφείς το 1996 έκαναν μια εξίσου σημαντική μελέτη για ποσοτικό προσδιορισμό των δεικτών της ποιότητας του εδάφους. Αυτή η έρευνα βοήθησε σημαντικά όσους ερευνητές ασχολήθηκαν μετέπειτα με τους δείκτες ποιότητας εδάφους .

Παράδειγμα για το πως μπορούν να προσδιοριστούν σε εθνικό επίπεδο οι δείκτες ποιότητας εδάφους σαν μια ευρύτερη στρατηγική για προσδιορισμό και προστασία της ποιότητας εδάφους αποτελεί το Ηνωμένο Βασίλειο. Στο Ηνωμένο Βασίλειο μια εκτεταμένη εργασία για τον προσδιορισμό των δεικτών ποιότητας του εδάφους έγινε το 2002 από τους Loveland και Thompson με τίτλο «Προσδιορισμός και ανάπτυξη εθνικών δεικτών για την ποιότητα του εδάφους». Αυτή είχε σκοπό τον εντοπισμό και ανάπτυξη μιας σειράς εθνικών δεικτών για την ποιότητα του εδάφους σε συνεργασία με όλους τους αρμόδιους φορείς που εμπλέκονται με το θέμα. Ακολούθως το 2006 η Υπηρεσία Περιβάλλοντος του Ηνωμένου Βασιλείου έκανε ακόμη μια σημαντική εργασία για την ανάπτυξη και χρήση δεικτών της ποιότητας του εδάφους για την αξιολόγηση του ρόλου του εδάφους στις περιβαλλοντικές αλληλεπιδράσεις.

Στην Κύπρο η σημαντικότερη εργασία που είχε άμεση σχέση με την ποιότητα των εδαφών έγινε από την Υπηρεσία Περιβάλλοντος το 2008, με την κατάρτιση του «Εθνικού Σχεδίου Δράσης κατά της Απερήμωσης». Το σχέδιο αυτό περιγράφει το πρόβλημα της απερίμωσης στην Κύπρο και προτείνει μέτρα για την αντιμετώπισή της.

2.3 Δείκτες ποιότητας εδάφους

Οι δείκτες εδαφικής ποιότητας ορίζονται ως μετρήσιμες ιδιότητες του εδάφους, οι οποίες επηρεάζουν την ικανότητα του εδάφους να πραγματοποιεί μια συγκεκριμένη λειτουργία (Acton & Padbury, 1993). Δηλαδή οι δείκτες ποιότητας εδάφους αναφέρονται σε μετρήσιμα χαρακτηριστικά του εδάφους που επηρεάζουν την ικανότητα του εδάφους να επιτελεί σε ικανοποιητικό βαθμό τη φυτική παραγωγή ή τις περιβαλλοντικές λειτουργίες. Αυτοί οι δείκτες συνεισφέρουν σε μεγάλο βαθμό στην ποιοτική αξιολόγηση του εδάφους.

Οι Doran and Parkin (1996) πρότειναν ότι οι δείκτες της ποιότητας του εδάφους θα πρέπει να πληρούν τα ακόλουθα κριτήρια:

- να καλύπτουν διεργασίες οικοσυστημάτων και να σχετίζονται με μοντέλα που έχουν ως κατεύθυνση τις διεργασίες αυτές.
- να ενσωματώνουν τις φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες και διεργασίες του εδάφους.
- να είναι προσβάσιμοι σε πολλούς χρήστες και να εφαρμόζονται σε συνθήκες πεδίου
- να είναι ευαίσθητοι στις μεταβολές της διαχείρισης και του κλίματος
- όπου είναι δυνατόν, να είναι συστατικά στοιχεία υφιστάμενων βάσεων δεδομένων του εδάφους.

Η επιλογή των δεικτών και η ποσοτική εύρεση της τιμής μιας συγκεκριμένης παραμέτρου που είναι ευεργετική για την ποιότητα του εδάφους είναι αρκετά σημαντική, έτσι ώστε να βοηθήσει στην προστασία και στην αειφορική διαχείριση των εδαφών. Ορισμένοι δείκτες είναι περιγραφικοί και μπορούν να προσδιορίζονται εύκολα στο πεδίο, ενώ άλλοι πρέπει να μετρώνται με εργαστηριακές αναλύσεις.

Οι δείκτες ποιότητας εδάφους χωρίζονται σε τρεις κυρίως ομάδες, οι οποίες είναι οι φυσικοί, οι βιολογικοί και οι χημικοί δείκτες. Οι Doran και Parkin (1996) πρότειναν τους ακόλουθους δείκτες για την αξιολόγηση της ποιότητας του εδάφους:

Πίνακας 1: Δείκτες αξιολόγησης ποιότητας εδάφους

• υφή του εδάφους
• βάθος του εδάφους και βάθος μέχρι το οποίο μπορούν να διεισδύσουν οι ρίζες.
• πυκνότητα του εδάφους
• ικανότητα συγκράτησης ύδατος
• περιεκτικότητα σε νερό
• θερμοκρασία του εδάφους
• ολικό οργανικό C και N
• pH και ηλεκτρική αγωγιμότητα
• ανόργανο N (αμμωνίου και νιτρικού αζώτου), P και K
• μικροβιακή βιομάζα C και N και ενδεχομένως ανοργανοποίηση του N
• αναπνοή του εδάφους, λόγος βιομάζας C / συνολικό οργανικό C και λόγος της αναπνοής / βιομάζα.

Πηγή: Doran & Parkin, 1996.

Ως συνήθως χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι δείκτες, που είναι και οι πιο σημαντικοί για την αξιολόγηση της ποιότητας εδάφους: η οξύτητα εδάφους (pH), η δομή, το πορώδες, η μηχανική σύσταση, η οργανική ουσία, η εναλλακτική ικανότητα, η διαθέσιμη υγρασία και το ανθρακικό ασβέστιο. Ακόμη η κλίση, η υδρομορφία του εδάφους (συνθήκες στράγγισης), η περιεκτικότητα σε αδρομερή υλικά (χαλίκια, πέτρες) και το βάθος εδάφους είναι αρκετά σημαντικοί δείκτες. Η ικανότητα για εκτίμηση και προσδιορισμό των βασικών ιδιοτήτων του εδάφους που χρησιμεύουν ως δείκτες της λειτουργίας του περιπλέκεται από τις πολλές παραμέτρους που καθορίζουν την ποιότητα και την πολλαπλότητα των φυσικών, χημικών και βιολογικών παραγόντων που ελέγχουν βιοχημικές διεργασίες (Doran & Parkin, 1994).

Ένας δείκτης της ποιότητας του εδάφους είναι απαραίτητος για να εντοπιστούν οι προβληματικές σε παραγωγικότητα περιοχές, να γίνουν ρεαλιστικές εκτιμήσεις της γεωργικής παραγωγής, να παρακολουθηθούν οι αλλαγές στην αειφορία και την περιβαλλοντική ποιότητα (που σχετίζονται με τη γεωργική διαχείριση), και τέλος για να βοηθήσει τις κρατικές υπηρεσίες στη διαμόρφωση και την αξιολόγηση της αειφορικής γεωργίας (Granatstein & Bezdicek, 1992). Τα χαρακτηριστικά του εδάφους που είναι πιο ευαίσθητα στη διαχείριση είναι πιο επιθυμητό να επιλεγούν ως δείκτες.

Η δείκτες ποιότητας εδάφους μπορεί να χρησιμοποιηθούν στην παρακολούθηση των εδαφών. Γενικά οι επιστήμονες χρησιμοποιούν τους δείκτες ποιότητας του εδάφους για να αξιολογήσουν πόσο καλά λειτουργεί ένα έδαφος δεδομένου ότι η λειτουργία του εδάφους συχνά δεν μπορεί να μετρηθεί άμεσα. Επιπρόσθετα οι δείκτες ποιότητας του εδάφους μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση της βιωσιμότητας της χρήσης γης και τις πρακτικές διαχείρισης του εδάφους στα αγροοικοσυστήματα (Doran & Parkin, 1996).

3 Χαρακτηριστικά των Δασών της Κύπρου

3.1 Γενικά οικολογικά χαρακτηριστικά της Κύπρου

3.1.1 Το κλίμα

Το κλίμα της Κύπρου μπορεί να χαρακτηριστεί ως ακραίο μεσογειακό αφού έχει ξηρά και ζεστά παρατεταμένα καλοκαίρια και ήπιους βροχερούς χειμώνες. Η μέση βροχόπτωση είναι 480mm και υπάρχει σημαντική διαφορά στον τρόπο που κατανέμεται, πράγμα που οφείλεται στην επίδραση που ασκεί το ανάγλυφο και η τοπογραφία. Η χαμηλότερη βροχόπτωση παρατηρείται στις μεγάλες πεδιάδες της Μεσαορίας και Μόρφου, όπου η ετήσια βροχόπτωση είναι 300mm και αυξάνεται σταδιακά όσο αυξάνεται το υψόμετρο, με την μέγιστη 1100mm να παρουσιάζεται στα μεγαλύτερα υψόμετρα του Τροόδου. Στα μεγαλύτερα υψόμετρα στην οροσειρά του Πενταδακτύλου η βροχόπτωση κυμαίνεται περίπου στα 550mm. Η μέση θερμοκρασία είναι 17,8C° (Τσιντίδης et al., 2002).

Το κλίμα είναι αρκετά σημαντικό όσον αφορά το είδος και τη σύνθεση της βλάστησης. Πιο συγκεκριμένα η ποσότητα της βροχόπτωσης και η θερμοκρασία είναι αρκετά σημαντικές οικολογικές παράμετροι αφού καθορίζουν τα είδη της βλάστησης που ευδοκούν σε μια περιοχή αλλά και το ύψος και την πυκνότητά τους. Σε βροχόπτωση που κυμαίνεται κάτω των 400mm ευδοκούν τα φρύγανα και έτσι στην πεδιάδα της Μεσαορίας και της Μόρφου αλλά και στους πρόποδες του Τροόδου και του Πενταδακτύλου έχουμε αυτό το είδος βλάστησης. Η βροχόπτωση όταν κυμαίνεται μεταξύ 400-550mm ευδοκούν οι θάμνοι και έτσι σε αυτές τις περιοχές φύονται αείφυλλοι θαμνώνες, γνωστοί και σαν μακία βλάστηση. Όταν η βροχόπτωση είναι πέραν των 550-600mm ευδοκούν τα ψηλά δάση και αυτά βρίσκονται στις ψηλότερες κορυφές του Πενταδακτύλου και στο Τρόδος, από τα χαμηλότερα του υψόμετρα έως την Χιονίστρα (Τσιντίδης, 2010). Όσον αφορά τη θερμοκρασία στα χαμηλότερα υψόμετρα φύονται πιο θερμόβια είδη όπως η αγριελιά (*Olea europaea*), η τραχεία πεύκη (*Pinus brutia*) και ο σχίνος (*Pistacia terebinthus*) ενώ στο Τρόδος έχουμε κάποια πιο ψυχρόβια είδη πως την αγριοκυδωνιά (*Cotoneaster racemiflorus*), την αγριομηλιά (*Sorbus aria* subsp. *cretica*) και την μαύρη πεύκη (*Pinus nigra*).

3.1.2 Γεωγραφική θέση-Γεωμορφολογία

Η Κύπρος είναι το τρίτο σε μέγεθος νησί της Μεσογείου με έκταση 9.251 km². «Τα κυρία γεωμορφολογικά γνωρίσματα της Κύπρου είναι η οροσειρά του Τροόδους, η οροσειρά του Πενταδακτύλου, η κεντρική πεδιάδα της Μεσαορίας και η παραλιακή ζώνη» (Τσιντίδης et al., 2007 σελ.21).

Το Τρόδος αποτελείται κυρίως από πυριγενή πετρώματα (καλύτερα γνωστό και σαν οφιολιθικό σύμπλεγμα του Τροόδους) και είναι το γεωλογικό υπόβαθρο και το κυρίαρχο μορφολογικό στοιχείο του νησιού. Το ανάγλυφο του Τροόδους αποτελείται από απότομες πλαγιές μεγάλης κλίσης, κορυφογραμμές που εκτείνονται σε μεγάλη απόσταση, βαθιές ρεματιές και καλύπτεται από πυκνό δίκτυο ρυακιών, χειμάρων και ποταμών. Το ψηλότερο σημείο του Τροόδους, η χιονίστρα, είναι το ψηλότερο σημείο στο νησί με υψόμετρο 1952 m (Τσιντίδης et al., 2007).

«Ο Πενταδάκτυλος αποτελείται από σκληρούς ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους που περιβάλλονται από ιζηματογενή πετρώματα. Έχει εντυπωσιακή τοπογραφία με κάθετους γκρεμούς, απότομες πλαγιές, φαράγγια και βαθιές κοιλάδες» (Τσιντίδης et al., 2007 σελ.21). Το ψηλότερο σημείο στον Πενταδάκτυλο είναι ο Κυπαρισσόβουνος, με υψόμετρο 1024m.

Η Μεσαορία, η μεγαλύτερη πεδιάδα του νησιού αποτελείται από επίπεδες μέχρι ελαφρά επικλινείς, αλλουβιακές πεδιάδες και χαμηλούς τραπεζοειδείς και κωνικούς λόφους. Η παραλιακή ζώνη που είναι γύρο από το νησί, χαρακτηρίζεται κυρίως από βραχώδεις παραλίες και μικρούς αμμώδεις κόλπους. Μεγάλης έκτασης αμμοθίνες υπάρχουν στην περιοχή της Αμμόχωστο και τοπικά στη χερσόνησο της Καρπασίας και στην Αγία Ειρήνη, ενώ μικρότερες υπάρχουν στις χερσονήσους Ακάμα και Ακρωτηρίου καθώς και στην περιοχή Λάρνακας. Η Μεσαορία ως επί το πλείστον έχει χαμηλό υψόμετρο, εκτός από κάποιους παραλιακούς γκρεμούς στη βόρεια πλευρά της χερσονήσου του Ακάμα και στο βορειοδυτικό άκρο του Τροόδους, κοντά στα χωριά Πωμός και Παχύαμος (ibid).

3.1.3 Ιστορικό Κυπριακών δασών

Αναφορές από αρχαίους συγγραφείς υποδείκνυαν μια διαφορετική κατάσταση από τη σημερινή. Ο χαρακτηρισμός της Κύπρου ως “Δασόεσσα Νήσος” ήταν αρκετά αντιπροσωπευτικός για την κατάσταση που επικρατούσε κατά την αρχαιότητα. Ο Ερατοσθένης αναφέρει συγκεκριμένα ότι η Κύπρος ήταν πλούσια σε δασοκάλυψη και ότι

όλο το νησί, μαζί ακόμα και με την πεδιάδα της Μεσαορίας, που σήμερα είναι η πιο ξηρή και φτωχή σε βλάστηση περιοχή της Κύπρου, καλύπτονταν απο εκτεταμένα δάση. Ο Θεόφραστος επιπρόσθετα αναφέρει ότι τα δάση της Κύπρου ήταν αρκετά σημαντικά για την ναυπηγική και ότι χρησιμοποιούνταν μεγάλες ποσότητες ξυλείας που προέρχονταν απο αυτά για την παραγωγή πλοίων (The Greek Flowers Portal, 2013).

Τα δάση της Κύπρου υποβαθμίστηκαν και μειώθηκαν κατά το παρελθόν λόγω κυρίως των έντονων ανθρωπογενών επιδράσεων. Τους τελευταίους δυο αιώνες η υπερβόσκηση και το κάψιμο των δασών για μετατροπή τους σε βοσκότοπους αλλά και η μετατροπή μεγάλων δασικών εκτάσεων σε γεωργικές καλλιέργειες επέφεραν περαιτέρω μείωση της δασοκάλυψης. Επίσης το χαμηλό βιοτικό επίπεδο του νησιού κατά την περίοδο πριν απο την ανεξαρτησία και η απουσία ηλεκτρικής ενέργειας είχε ως αποτέλεσμα την πλήρη εξάρτηση των κατοίκων απο τη βιομάζα για παραγωγή ενέργειας (θέρμανση, μαγείρεμα) και την απόληψη μεγάλων ποσοτήτων ξυλείας για το σκοπό αυτό. Επιπρόσθετα, σε αντίθεση με σήμερα που εισάγουμε ξυλεία απο το εξωτερικό για την κατασκευή γεωργικών εργαλείων και μηχανημάτων (άροτρα, πιεστήρια και αλεστικές μηχανές σταφυλιών κ.ά.), επίπλων αλλά και οικοδομική ξυλεία, τα δέντρα λαμβανόταν απο τα κυπριακά δάση με αποτέλεσμα η βλάστηση να επιδέχεται μεγαλύτερες πιέσεις.

Το μεγαλύτερο ποσοστό δασών στην Κύπρο διατηρήθηκε λόγω του ότι ένα μεγάλο μέρος τους αποτελείται απο κρατικά δάση. Τα κρατικά δάση απο την ίδρυση του Τμήματος Δασών το 1879 μέχρι σήμερα προστατεύονται απο τη δασική νομοθεσία και η αλλαγή χρήσης γης για οποιοδήποτε άλλο λόγο είναι δύσκολη και αν συμβεί γίνεται σε μικρό βαθμό, ενώ τα κρατικά δάση περιπολούνται απο τους δασοφύλακες και προστατεύονται απο τις διάφορες απειλές.

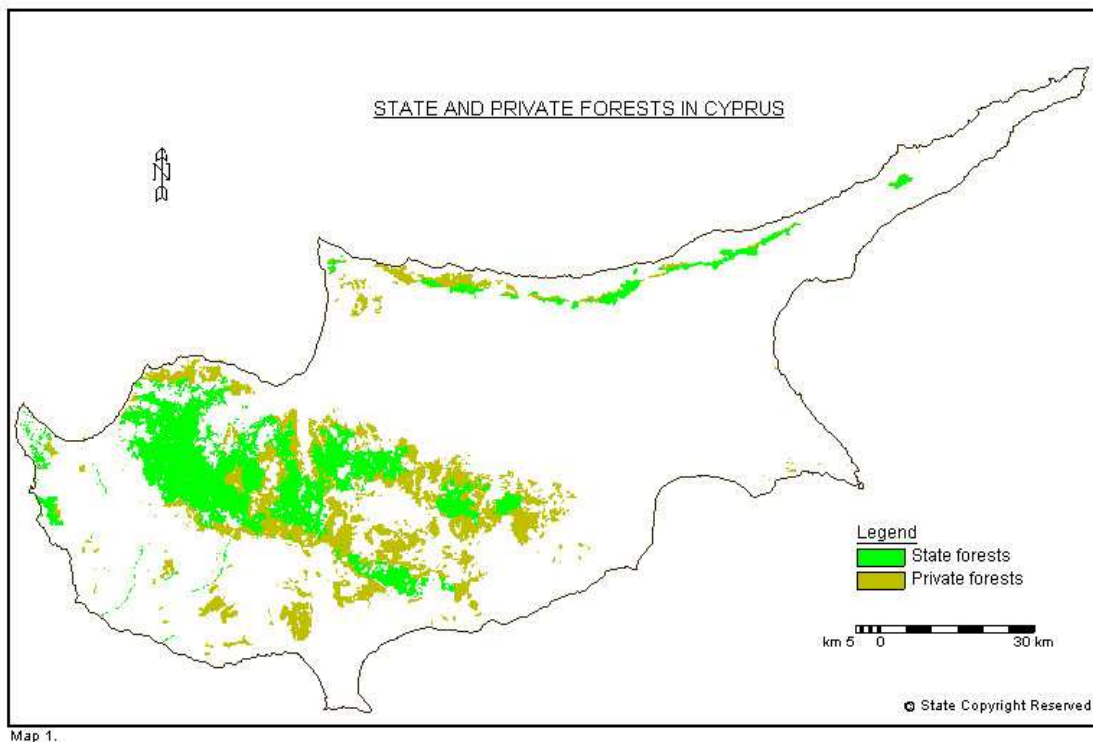
Στο παρελθόν, επί τουρκοκρατίας (1570 – 1878) καμία διαχείριση ή προστασία δεν εφαρμοζόταν στα δάση και ήταν σχεδόν κατεστραμμένα λόγω της ανεξέλεγκτης υλοτομίας, της υπερβόσκησης, των καταστροφικών πυρκαγιών και εκτεταμένων εκχερσώσεων για γεωργικές καλλιέργειες. Οι Άγγλοι, με την κάθοδό τους στην Κύπρο, έδωσαν μεγάλη σημασία στην προστασία και διαχείριση των δασών. Την ίδια χρονιά εφάρμοσαν την πρώτη Δασική Νομοθεσία που ως κύριο στόχο είχε την προστασία των δασών. Το 1898 δημιουργήθηκε και το πρώτο σώμα δασοφυλάκων που βασικά είχε σκοπό την περιπολία των δασών για την προστασία και τον έλεγχο τους από τους πολλούς κινδύνους που τα απειλούσαν. Το 1913 θεσπίζεται ο Περί Δασών νόμος του οποίου πρόνοιες τερματίζουν

ουσιαστικά τη βόσκηση μέσα στα δάση και αλλού καθορίζεται ο ανώτατος αριθμός ζώων, κυρίως αιγών, που επιτρέπεται να εκτρέφονται σε κάθε περιοχή, με αντιπαροχή βέβαια κάποιων κοινωνικοοικονομικών μέτρων για να μην πληγούν οι βοσκοί. Έτσι η βόσκηση εντός κρατικών δασών που προξενούσε σοβαρά προβλήματα απαγορεύτηκε και γίνεται μόνο κατόπιν ειδικής άδειας μόνο σε συγκεκριμένες περιοχές του νησιού. Επίσης όσες εκτάσεις βρίσκονταν εντός κρατικών δασών και η βλάστηση τους υποβαθμίστηκε ή καταστράφηκε, υπήρχε πρόνοια για αποκατάσταση της (Τμήμα Δασών, 2013α).

3.2 Η Βλάστηση και οι Φυσικοί Οικότοποι

Η Κύπρος έχει πλούσια χλωρίδα και είναι ανάμεσα στις περιοχές με μεγάλη βιοποικιλότητα (biodiversity hotspot). Τα αίτια που εμφανίζεται αυτό το φαινόμενο είναι κυρίως η γεωλογική της δομή και η ποικιλομορφία τοπίων και γεωλογικών σχηματισμών, οι κλιματικές συνθήκες και το μεσογειακό της κλίμα, η γεωγραφική της θέση αφού βρίσκεται μεταξύ 3 ηπείρων, ο νησιωτικός χαρακτήρας και η απομόνωση της, η θάλασσα που την περιβάλλει και η τοπογραφική διαμόρφωση. «Οι εκτεταμένες πεδιάδες, οι ορεινοί όγκοι, οι υγροβιότοποι, το δαντελωτό της ακτής, οι αμμοθίνες, τα φαράγγια και οι γκρεμοί, προσφέρουν φιλοξενία σε πολλά είδη, ενδημικά και άλλα ιθαγενή» (Τσιντίδης et al., 2002). Απο τα 1962 είδη φυτών που απαντώνται, τα 140 είναι ενδημικά είδη και αντιπροσωπεύουν το 7% της ιθαγενούς και επιγενούς χλωρίδας, και έτσι η Κύπρος έχει ένα απο τους υψηλότερους δείκτες ενδημισμού στη μεσόγειο. Τα περισσότερα ενδημικά είδη εμφανίζονται στο Εθνικό Δασικό Πάρκο Τρόδους σε ποσοστό 65,7%, ενώ υψηλό αριθμό ενδημικών ειδών παρουσιάζουν και ο Πενταδάκτυλος με τον Ακάμα (ibid).

Τα δάση της Κύπρου που κατά το παρελθόν δέχτηκαν αρκετές πιέσεις και υποβαθμιστικά και συρρικνώθηκαν σε μεγάλο βαθμό, καταλαμβάνουν το 18,65 της έκτασης της νήσου ενώ μαζί με τις δασικές εκτάσεις(εκτάσεις που καλύπτονται απο θάμνους και φρύγανα) καταλαμβάνουν το 42% (Τμήμα Δασών, 2006).



Εικόνα 1: Χάρτης κρατικών και ιδιωτικών δασών στην Κύπρο

Πηγή: Τμήμα Δασών, 2006.

Τα δάση της Κύπρου ως επί το πλείστον χαρακτηρίζονται από τις πιο κάτω συστάδες: αμιγείς συστάδες Τραχειάς Πεύκης, συστάδες Μαύρης Πεύκης, μικτές συστάδες Τραχειάς και Μαύρης πεύκης, συστάδες Κέδρου, μικτές συστάδες Κέδρου-Τραχειάς Πεύκης, μικτές συστάδες Τραχειάς-Λατζιάς, συστάδες Αόρατου, συστάδες Ευκαλύπτου και συστάδες Πλάτανου-Σκλήθρου (Τμήμα Δασών, 2006).

Το κύριο δασοπονικό είδος που απαντάται στα Κυπριακά δάση είναι η τραχεία πεύκη (*Pinus brutia*) και καταλαμβάνει πέραν του 90% της συνολικής έκτασης των ψηλών δασών. Απαντάται από μηδενικό υψόμετρο μέχρι τα 1400m και σχηματίζει εκτεταμένα δάση κυρίως στην οροσειρά του Τρόδους, ενώ μικρότερα και λιγότερο παραγωγικά δάση συναντάμε στον Ακάμα και στα ψηλότερα σημεία της οροσειράς του Πενταδακτύλου. Σε υψόμετρο πέραν των 1200-1500 μέτρων στο Τρόδος αρχίζει η εξάπλωση της μαύρης πεύκης, σχηματίζοντας μικτές συστάδες με την τραχεία μέχρι τα 1400 μέτρα ενώ στα ψηλότερα υψόμετρα είναι το κύριο δασοπονικό είδος (Τσιντίδης et al., 2002).

Το ενδημικό κέδρο της Κύπρου (*Cedrus brevifolia*) σχηματίζει μικρής έκτασης δάση σε υψόμετρα 800-1350 στον Τρίτυλο στο δάσος Πάφου. Η εξάπλωσή του ήταν πιο ευρεία, αλλά επειδή το ξύλο του ήταν πολύτιμο λόγω κυρίως της ποιότητας του και της μεγάλης του αντοχής, σταδιακά λόγω της υπερεκμετάλευσης και των ανεξέλικτων υλοτομιών περιορίστηκε. Η βελανιδιά (*Quercus infectoria* subsp. *veneris*) σχηματίζει μικρότερες συστάδες ή και εμφανίζεται πιο αραιά σε πιο πλούσια και εύφορα εδάφη, ενώ το κυπαρίσσι (*Cupressus sempervirens*) εξαπλώνεται κυρίως στον Πενταδάκτυλο σε ασβεστολιθικές πλαγιές αλλά και πιο μεμονωμένα με μικρότερη εξάπλωση στην οροσειρά του Τροόδους (ibid).

Ενδιάμεσα των δέντρων αλλά και σε μικρά ανοίγματα τόσο στον υπόροφο αλλά και μεμονωμένα υπάρχουν διάφορα είδη θάμνων. Το πιο κοινό είδος θάμνου που φύεται στα δάση της Κύπρου είναι η ενδημική δρυς (*Quercus alnifolia*), που εμφανίζεται τόσο στον υπόροφο πευκοδασών αλλά σχηματίζει και εκτεταμένες συστάδες σε όλη την περιοχή του Τροόδους. Απο οικολογική σκοπιά είναι αρκετά σημαντική η συνεισφορά της στην προστασία του εδάφους, αφού ευδοκμεί σε άγονες, μεγάλης κλίσης, πετρώδεις αλλά και βραχώδεις πλαγιές και παρεμποδίζει τη διάβρωση και την απόπλυση του επιφανειακού εδάφους. Έτσι με αυτό τον τρόπο στις διαβρωμένες πλαγιές και λιθώνες επιδρά σαν σταθεροποιητής όταν τα δέντρα δεν μπορούν να ευδοκιμήσουν (Τσιντίδης et al., 2007).

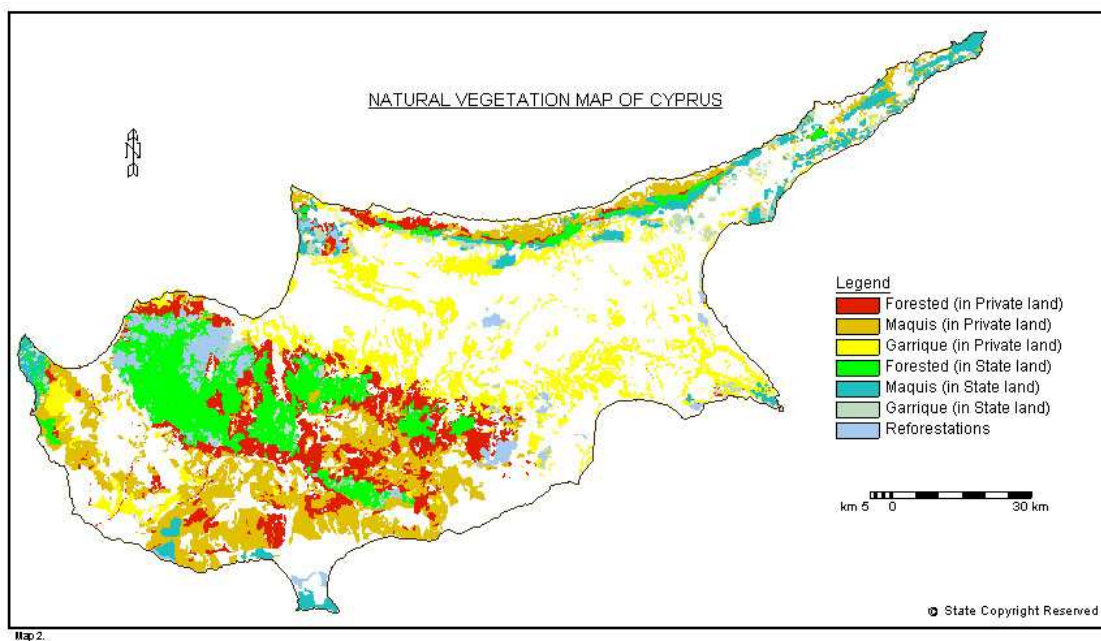
Τα 3 είδη αόρατων είναι ένα από τα κυρίαρχα είδη στις ορεινές δασικές περιοχές. Ο αόρατος της μαδαρής (*Juniperus excelsa*) συναντάται σε υψόμετρο άνω των 1200 μέτρων στις βουνοπλαγιές της Μαδαρής και της Παπούτσας, ενώ ο αόρατος του Τροόδους (*Juniperus foetidissima*) απαντάται άνω των 1400 μέτρων έως την χιονίστρα στις υψηλότερες βουνοκορφές του Τροόδους. Ο αόρατος ο οξύκεδρος (*Juniperus oxycedrus*) απαντάται σε υψόμετρο 700-1500m με πιο ευρεία εξάπλωση από τα άλλα 2 είδη και είναι αρκετά κοινό στον Πρόδρομο, την Κυπερούντα και τη Μαδαρή (ibid).

Τα μακί (αείφυλλοι-σκληρόφυλλοι θαμνώνες) καταλαμβάνουν περίπου το 20% του νησιού (Corine Land Cover, 2000), ανάλογα με τις επιδράσεις που δέχονται από τον άνθρωπο, και ευδοκμούν κυρίως σε εγκαταλειμμένες, ακαλλιέργητες περιοχές (Τσιντίδης et al., 2007). Οι θαμνώνες της Κύπρου απαντώνται στα χαμηλότερα υψόμετρα πιο χαμηλά από τα ψηλά δάση και τα κύρια είδη που τους αποτελούν είναι η αγριελιά (*Olea europaea*), η περνιά (*Quercus coccifera* subsp. *Calliprinos*), ο σχίνος (*Pistacia lentiscus*) και η τερατσιά (*Ceratonia siliqua*). Στις πιο ξηρές και υποβαθμισμένες περιοχές από τη βόσκηση και τις πυρκαγιές, με

φτωχότερα εδάφη που δεν καλλιεργούνται, κυριαρχούν αγκαθωτοί θαμνώνες των φρυγάνων που είναι ένας πολύ συνηθισμένος τύπος βλάστησης στα χαμηλότερα υψόμετρα.

Ενδιάμεσα των δυο πιο πάνω τύπων είναι και οι θαμνώνες του ρασιού (*Genista fasselata*) που εμφανίζονται σε υποβαθμισμένα εδάφη λόγω των επαναλαμβανόμενων πυρκαγιών και της υπερβόσκησης, που συντέλεσαν στη διάβρωση του επιφανειακού εδάφους και τη μείωση της ζωτικότητας και της παραγωγικότητας τους. Αυτός ο τύπος βλάστησης είναι οπισθοδρόμηση της διαδοχής και των μακί, και απο τους αείφυλλους σκληρόφυλλους θαμνώνες που δεν μπορούν να ευδοκιμούν πια λόγω της υποβάθμισης του εδάφους, κυριαρχούν πλέον τα ρασιά.

Υπάρχουν επίσης ακόμα 2 τύποι ξηρόφιλων θαμνώνων που ο ένας χαρακτηρίζεται απο την παρουσία της μοσφιλιάς (*Crataegus azarolus*) και ο άλλος απο την παρουσία της παλλούρας (*Ziziphus lotus*). Στα παράλια επίσης εμφανίζονται οι παράκτιοι θαμνώνες απο άρκευθο (*Juniperus phoenicea*) κυρίως στην Καρπασία, Ακάμα, Επισκοπή, Κορμακίτη και Κάβο Γκρέκο (ibid).



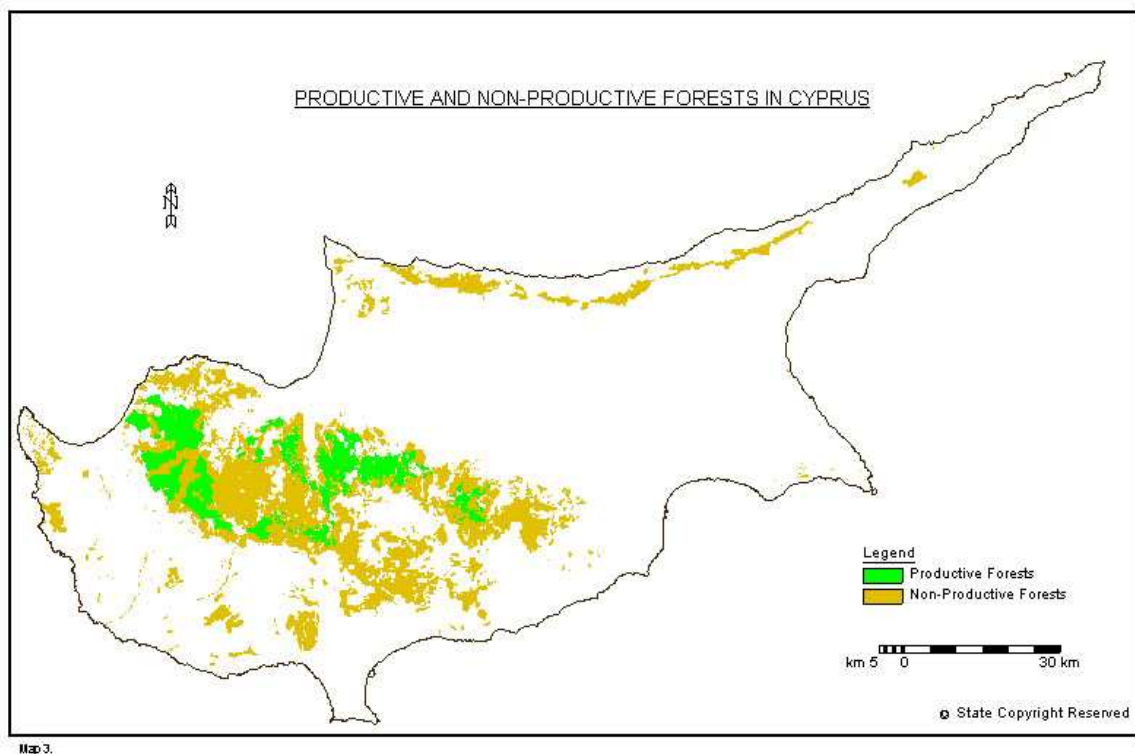
Εικόνα 2: Χάρτης της Φυσικής βλάστησης στην Κύπρο

Πηγή: Τμήμα Δασών, 2006.

Τα δάση της Κύπρου είναι χαμηλής παραγωγικότητας, γεγονός που οφείλεται στις δυσμενείς κλιματικές συνθήκες ενώ τα τελευταία χρόνια η ξυλοπονία έχει τεθεί σε δεύτερη μοίρα. Ο

ρόλος τους είναι κυρίως προστατευτικός και στόχος του Τμήματος Δασών είναι η δασοπονία πολλαπλών σκοπών ή διαφορετικά η πολυλειτουργική δασοπονία. Δηλαδή η πολιτική της δασικής υπηρεσίας δεν είναι μόνο η παραγωγή βιομάζας αλλά και η προστασία του εδάφους και η παραγωγή νερού, η προστασία της φύσης, η αναψυχή κ.τ.λ. (Τμήμα Δασών, 2006).

Παραγωγικά δάση θεωρούνται τα 43173 εκτάρια δάσους Τραχείας Πεύκης, που αποτελούν το δασικό είδος με τη μεγαλύτερη εμπορική αξία στην Κύπρο. Το ξυλαπόθεμα στα παραγωγικά δάση Αδελφοί, Μαχαιρά και Τροόδους είναι $59,1 \text{ m}^3 / \text{εκτάριο}$ ενώ στο δάσος Πάφου είναι $79,0 \text{ m}^3 / \text{εκτάριο}$ (ibid). Ο αριθμός αυτός είναι μικρότερος σε σχέση με άλλα δάση κωνοφόρων της Μεσογείου και οφείλεται στις δύσκολες κλιματικές συνθήκες και τη ξηρασία που επικρατούν στην Κύπρο, που έχουν ως αποτέλεσμα τη μειωμένη προσαύξηση και φυσική αναγέννηση.



Εικόνα 3: Χάρτης Παραγωγικών και μη-παραγωγικών δασών στην Κύπρο

Πηγή: Τμήμα Δασών, 2006.

Στα δάση της κεντρικής και βόρειας Ευρώπης που είναι παραγωγικά και καλλιεργούνται εντατικά για την παραγωγή ξυλείας, ο αριθμός του ξυλαποθέματος ανα εκτάριο κυμαίνεται πέραν των $300 \text{ m}^3 / \text{εκτάριο}$ (FAO, 2010). Επίσης ο περίτροπος χρόνος (χρονικό διάστημα

που το δέντρο αποκτά την επιθυμητή διάμετρο ανάλογα με τον σκοπό διαχείρισης) είναι πολύ πιο μικρός και στα παραγωγικά δάση της Βόρειας Ευρώπης τα δέντρα αποκτούν την επιθυμητή για υλοτομία διάμετρο σε πιο σύντομο χρονικό διάστημα.

Η συνεισφορά του γεωργικού και δασικού τομέα και της βιομηχανίας τροφίμων στο σύνολο της Κυπριακής Οικονομίας είναι αρκετά σημαντική, αντιπροσωπεύοντας το 6,7% του ΑΕΠ, το 10,3% του εργατικού δυναμικού και το 37% των εξαγωγών (Τμήμα Δασών, 2006).

3.3 Απειλές υποβάθμισης των Δασών

Τα κυπριακά δάση κατά το παρελθόν καταλάμβαναν μεγαλύτερη έκταση από ότι σήμερα και είχαν ευρεία εξάπλωση σε όλο το νησί. Από την αρχαιότητα μέχρι τις αρχές του 20^{ου} αιώνα τα δάση υποβαθμίστηκαν σε μεγάλο βαθμό, ιδίως κατά την περίοδο της τουρκοκρατίας. Από το 1878 και μετέπειτα όταν η Κύπρος τέθηκε υπό αγγλική διοίκηση άρχισε μια διαφορετική προσέγγιση όσον αφορά την προστασία των δασών και δημιουργήθηκε το Τμήμα Δασών, το οποίο θέσπισε και την πρώτη δασική νομοθεσία (Τμήμα Δασών, 2013α). Αν και τον τελευταίο αιώνα η προστασία των δασών ήταν πιο αποτελεσματική και υπήρχε μια σχετική αποφόρτιση των ανθρωπογενών πιέσεων και μια ανάκαμψη και επέκταση των κυπριακών δασών, πολλοί κίνδυνοι караδοκούν ακόμα και απειλούν άμεσα τα δάση.

Μια από τις πιο σημαντικές απειλές των κυπριακών δασών είναι οι δασικές πυρκαγιές. Το ξηρό μεσογειακό κλίμα αλλά και η ξηροφυτική εύφλεκτη βλάστηση σε συνδυασμό με την έντονη τοπογραφία και τις υψηλές θερμοκρασίες κατά το καλοκαίρι, ευνοούν την πρόκληση μεγάλων και καταστροφικών πυρκαγιών. Παραδείγματα μεγάλων δασικών πυρκαγιών ήταν οι μεγάλες πυρκαγιές στο δάσος Πάφου το 1974, όπου 25 km² δάσους έγιναν στάχτη, η πυρκαγιά στον Σαϊτά το 2007 που κατέκαυσε 16km² και οι μεγάλες πυρκαγιές στην ημιορεινή και ορεινή επαρχία Λάρνακας μεταξύ 2000-2002 όπου κατέστρεψαν το μεγαλύτερο μέρος της φυσικής βλάστησης της περιοχής.

Οι δασικές πυρκαγιές οφείλονται σε ποσοστό 90% σε ανθρωπογενείς παράγοντες ενώ το υπόλοιπο ποσοστό σε φυσικά αίτια. Οι πιο σημαντικές αιτίες των πυρκαγιών στην Κύπρο είναι οι ακόλουθες (Τμήμα Δασών, 2013β):

α) Οι γεωργικές δραστηριότητες και ιδίως το κάψιμο της αποκαλάμης που βοηθά τους γεωργούς στο πιο εύκολο όργωμα και σπορά. Επίσης εδώ μπορεί να προστεθεί και η χρήση

του καμάλισματος για βελτίωση των βοσκότοπων. Η φωτιά καταστρέφει την νεκρή ξηρή βλάστηση και το παχύ στρώμα της ξηροφυλλάδας και με αυτό τον τρόπο ευκολύνει την χορτολιβαδική έκταση να εγκατασταθεί. Επίσης η στάχτη που απελευθερώνεται αποτελεί πηγή θρεπτικών στοιχείων και λίπασμα για την βλάστηση που θα εγκατασταθεί

β) Το πέταμα αναμμένων τσιγάρων απο το αυτοκίνητο κυρίως κατά μήκος των αυτοκινητόδρομων.

γ) Οι ανεξέλεγκτοι σκουπιδότοποι και το αυθαίρετο σε αυτούς κάψιμο σκουπιδιών.

δ) Οι κεραυνοί. Αυτοί στην Κύπρο προκαλούν μικρές ζημιές λόγω του ότι την στιγμή που ανάβει η φωτιά είναι υγρή και δεν επεκτείνεται εύκολα.

ε) Οι στρατιωτικές δραστηριότητες και ιδίως οι ασκήσεις στα πεδία βολής. Οι σφαίρες και τα βαρέα βλήματα που χρησιμοποιούνται προκαλούν το άναμμα φωτιάς

ζ) Το άναμμα φωτιάς σε χώρους που δεν επιτρέπεται, κυρίως για την παρασκευή φαγητού απο εκδρομείς εντός των δασών.

η) Το κυνήγι, ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

ι) Οι εμπρησμοί. Αυτό είναι απο τα χειρότερα είδη πυρκαγιών αφού οι εμπρηστές πολλές φορές διαλέγουν πυκνόφυτα, με έντονη κλίση σημεία και ημέρες με δυνατό άνεμο για να διατελέσουν το κακόβουλο έργο τους.

κ) Τα ηλεκτρικά καλώδια για μεταφορά ρεύματος. Έκρηξη πυρκαγιάς μπορεί να προκληθεί απο τους σπινθήρες που βγάζουν όταν βραχυκυκλωθούν.

Επιπρόσθετα ακόμη ένας εξίσου σημαντικός κίνδυνος υποβάθμισης των δασών είναι οι κλιματικές αλλαγές. Οι κλιματικές αλλαγές είναι μαζί με τις πυρκαγιές οι κυριότεροι παράγοντες που απειλούν τα κυπριακά δάση. Οι προβλέψεις για το κλίμα της Μεσογείου είναι δυσοίωνες και αν επαληθευτούν τα ευρήματα των διάφορων επιστημόνων, αναμένεται με βάση τα διάφορα μοντέλα να έχουμε αύξηση της θερμοκρασίας στην Κύπρο κατά 3,4-4,5 βαθμούς Κελσίου και μείωση της βροχόπτωσης κατά 15-45% έως το 2100 (Χατζηνικολάου, 2009). Έτσι η συνολική εξατμισοδιαπνοή και το στρες στα φυτά θα αυξηθεί, ενώ οι αναπαραγωγικοί τους κύκλοι θα ανατραπούν. Αυτό θα έχει άμεσες επιπτώσεις στη βλάστηση, αφού το είδος που ευδοκιμεί σε μια περιοχή αλλά και το ύψος και η πυκνότητά της εξαρτώνται κυρίως απο το ύψος της βροχόπτωσης και τη θερμοκρασία.

Όταν η βροχόπτωση είναι χαμηλότερη από 400mm η βλάστηση που ευδοκίμει είναι τα φρύγανα, όταν είναι μεταξύ 400-550mm έχουμε μακία βλάστηση με αείφυλλους θαμνώνες ενώ όταν ξεπερνά τα 600 mm αναπτύσσονται ψηλά δάση. Έτσι με τη μείωση της βροχόπτωσης θα μετατοπιστούν οι ζώνες εξάπλωσης των διάφορων τύπων βλάστησης. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα τα φρύγανα να καταλάβουν περιοχές με θαμνώνες ενώ οι θαμνώνες θα μετατοπιστούν σε ζώνες βλάστησης που καταλαμβάνονταν από ψηλά δάση. Έτσι τα παραλιακά δάση θα εξαφανιστούν και η βλάστηση της Μεσαορίας με φρύγανα και παλλούρα θα επεκταθεί μέχρι τους πρόποδες του Τρόοδου, ενώ τα πευκοδάση θα περιοριστούν σε υψόμετρα πάνω από 600-700mm. Τα πευκοδάση πιθανό να περιοριστούν στο μισό ή το 1/3 της έκτασης που καταλαμβάνουν σήμερα, κυρίως στις ψηλότερες κορυφές του Πενταδάκτυλου και στο Τρόοδος. Τα δάση της μαύρης πεύκης θα εξαφανιστούν όπως και οι θαμνώνες αόρατου στα παράλια με εξαίρεση τον Ακάμα, όπου η βροχόπτωση είναι αυξημένη σε σχέση με τις υπόλοιπες παράλιες περιοχές. Παράλληλα και το κέδρο πιθανό να εξαφανιστεί εκτός και αν μεταναστεύσει σε ψηλότερα υψόμετρα στο Τρόοδος. Τα ψυχρόβια είδη που ζουν σε υψόμετρο άνω των 1600 μέτρων στο Τρόοδος θα εξαφανιστούν λόγω της ανόδου της θερμοκρασίας, μεταξύ τους και 15 ενδημικά είδη που συναντώνται στην Κύπρο και πουθενά αλλού στον πλανήτη (Τσιντίδης, 2010).

Επιπρόσθετα τα δάση που θα παραμείνουν θα είναι πιο αραιά, ενώ και η ποιότητα τους (πυκνότητα, ανάπτυξη, ζωτικότητα) θα μειωθεί και θα είναι πιο ευπαθή σε ασθένειες, έντομα και ξηρασία. Η φυσική αναγέννηση επίσης θα μειωθεί αφού η ελάττωση της διαθέσιμης υγρασίας θα μειώσει τον αριθμό των αρτίφυτων που θα βλαστάνουν και θα εξελιχτούν στο μέλλον σε μεγάλα δέντρα. Παράλληλα θα έχουμε πιο συχνές αλλά και μεγαλύτερης έντασης πυρκαγιές ενώ και η αντιπυρική περίοδος θα αυξηθεί 1-2 μήνες λόγω των μεγαλύτερων θερμοκρασιών και της ξηρασίας που θα επικρατούν (ibid).

Ένας άλλος παράγοντας που συντελεί στην υποβάθμιση των δασών είναι η υπερβόσκηση. Κατά το παρελθόν τα δάση της Κύπρου δέχτηκαν έντονα τις καταστρεπτικές επιδράσεις της υπερβόσκησης και διαχειρίζονταν πέραν της επιτρεπτής βοσκοϊκανότητας. Τα δάση και οι δασικές εκτάσεις και γενικά όλη η έκταση της Κύπρου υπόκειντο σε υπερβόσκηση από το 1706 έως και τη δεκαετία του 1950 (Απατσίδης, 2011).

Έτσι λήφθηκαν τα πρώτα μέτρα με τη θέσπιση νόμου για μείωση του αριθμού των βόσκοντων ζώων εντός των δασών. Αυτό έγινε με τη θέσπιση το 1913 του νόμου περί δασών, του οποίου πρόνοιες τερματίζουν ουσιαστικά τη βοσκή στο μεγαλύτερο μέρος των

δασών, ενώ στα υπόλοιπα όπου επιτρέπεται η βοσκή, καθορίζεται ανώτατος αριθμός ζώων, κυρίως αιγών, που επιτρέπεται να εκτρέφονται ανα περιοχή (Τμήμα Δασών, 2013α).

Τα ζώα προξενούν αρκετές ζημιές στη βλάστηση αλλά και στη φυσική αναγέννηση, αφού καταπατούν και καταστρέφουν τα νεαρά φυτάρια. Έτσι εκεί που ο αριθμός των βόσκοντων ζώων είναι υπεράριθμος, η υποβάθμιση των τοπικών οικοσυστημάτων είναι ορατή. Οι δασικές περιοχές που αντιμετωπίζουν αρκετά προβλήματα από την υπερβόσκηση είναι τα δάση του Ράντι-Ορείτες στο Πισσούρι και του Ακάμα στην Πάφο. Πρόβλημα αντιμετωπίζουν και ιδιωτικά εδάφη στην περιοχή Παγχύαμμου στην Τυλληρία, όπου τα ζώα προξενούν ζημιές κυρίως σε ιδιωτικές περιουσίες αλλά και κατά μήκος της οροθετικής γραμμής του δάσους Πάφου (Τμήμα Περιβάλλοντος, 2008).

Άλλος ένας παράγοντας που απειλεί τα δάση στις μέρες μας είναι οι παράνομες υλοτομίες. Στο παρελθόν τα δάση υποβαθμίστηκαν αφού λόγω της κακής οικονομικής κατάστασης και του χαμηλού βιοτικού επιπέδου, οι ποσότητες ξυλείας που λαμβάνονταν από τις δασικές και λοιπές εκτάσεις, ήταν αρκετά μεγαλύτερες από το σημερινό λήμμα. Για τη θέρμανση, το μαγείρεμα, για να βράσουν νερό για να κάνουν μπάνιο, για την κατασκευή επίπλων και γεωργικών εργαλείων, οικοδομική ξυλεία αλλά και για την κατασκευή κιβώτιων που μετέφεραν τα προϊόντα τους χρησιμοποιούσαν ξυλεία από τα ιθαγενή δάση. Με την βελτίωση του βιοτικού επιπέδου και την έλευση του ηλεκτρισμού, την χρήση του πετρελαίου για οικιακή θέρμανση αλλά και την εισαγωγή μεγάλων ποσοτήτων ξυλείας για τις ανάγκες της επιπλοποιίας και της κατασκευαστικής βιομηχανίας το πρόβλημα των ανεξέλεγκτων υλοτομιών περιορίστηκε σημαντικά τα τελευταία 35 χρόνια.

Οι τελευταίες όμως οικονομικές εξελίξεις και η κρίση που μαστίζει την χώρα μας σε συνδυασμό με την κατακόρυφη αύξηση της τιμής του πετρελαίου έχει ως αποτέλεσμα οι άνθρωποι να στραφούν σε πιο φθηνές μορφές θέρμανσης της οικίας τους και κυρίως την χρήση βιομάζας. Στην Ελλάδα πέρσι η κατανάλωση πετρελαίου είχε μειωθεί 25% στις πόλεις και ξεπερνάει το 50% στην επαρχία ενώ για το 2013 υπολογίζεται ότι η μείωση μπορεί να φθάσει μέχρι και 80% (Ecotimes, 2013). Η αγορά και εγκατάσταση τζακιών έχει αυξηθεί ραγδαία ιδίως στις ορεινές και ημιορεινές περιοχές, όπου οι θερμοκρασίες το χειμώνα είναι πιο χαμηλές και συνάμα τα έξοδα για θέρμανση είναι πιο πολλά. Έτσι όσο η οικονομική κατάσταση θα επιδεινώνεται, οι ανάγκες σε ξυλεία για θέρμανση θα αυξάνονται και παράλληλα θα αυξάνονται και οι παράνομες υλοτομίες. Ήδη ο αριθμός των καταγγελιών φέτος και πέρσι έχει πολλαπλασιαστεί σε σύγκριση με τα περασμένα χρόνια, ενώ όσο

επιδεινώνεται η κρίση, αυξάνεται η ανεργία και μειώνεται το βιοτικό επίπεδο, το πρόβλημα θα εντείνεται και θα επιδεινώνεται.

Ένας άλλος εξίσου σημαντικός παράγοντας που οδηγεί στην υποβάθμιση και καταστροφή της βλάστησης είναι η οικιστική ανάπτυξη και η μεμονωμένη κατοικία στην ύπαιθρο. Μετά την τουρκική εισβολή ο μεγάλος αριθμός προσφύγων που έφυγαν από τις κατεχόμενες περιοχές μετακινήθηκαν στις ελεύθερες περιοχές και αυτό με την σειρά του είχε επιπτώσεις στο περιβάλλον, αφού αυξήθηκε η ζήτηση γης για οικιστική ανάπτυξη. Παράλληλα στα χωριά, που πριν μερικές δεκαετίες έχτιζαν τα σπίτια τους μέσα σε ένα κεντρικό πυρήνα για λόγους ασφαλείας, αλλά και το ένα δίπλα από το άλλο για να είναι πιο ζεστά, οι άνθρωποι άλλαξαν συνήθειες και χτίζουν τα σπίτια τους διάσπαρτα και αρκετά μεγαλύτερα. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να καταστρέφονται μεγαλύτερες εκτάσεις βλάστησης για ανέγερση πρώτης κατοικίας στην ύπαιθρο σε σύγκριση με το παρελθόν. Στις ορεινές και ημιορεινές περιοχές, εκεί που η κλίση είναι μεγαλύτερη και το ανάγλυφο πιο έντονο, οι ζημιές τόσο στο έδαφος όσο και στη φυσική βλάστηση από τις χωματουργικές εργασίες είναι μεγαλύτερες.

Επιπρόσθετα, η οικονομική ανάπτυξη και βελτίωση του βιοτικού επιπέδου οδήγησαν στην ανάγκη δημιουργίας εξοχικών κατοικιών από ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού και έτσι ένας αριθμός των παράκτιων αλλά και ορεινών περιοχών υποβαθμίστηκε έντονα. Τέλος, η ραγδαία τουριστική ανάπτυξη τις τελευταίες δεκαετίες είχε ως αποτέλεσμα το χτίσιμο αρκετών τουριστικών μονάδων αλλά και εξοχικών στις παράλιες περιοχές, που είχε ως αποτέλεσμα την υποβάθμιση ενός σημαντικού μέρους των παράκτιων οικοσυστημάτων και την επακόλουθη καταστροφή της βλάστησής τους.

Επιπλέον, κάποιοι άλλοι κίνδυνοι για τη δασική βλάστηση της Κύπρου είναι οι εκχερσώσεις για διάφορους άλλους σκοπούς όπως γεωργία, λατόμευση, δημιουργία δρόμων, αιολικά πάρκα, φράγματα κ.τ.λ.

Υποβάθμιση των δασών μπορεί να έχουμε και από την κακή χρήση και επιπόλαια διαχείριση των δασών. Η επιλογή λάθος μεθόδων διαχείρισης ή και χρήση λάθος φυτικών ειδών στις αναδασώσεις και αποκαταστάσεις των δασικών περιοχών, μπορεί να οδηγήσει στην έντονη υποβάθμιση και διατάραξή τους και να οδηγήσει σε διαφορετικά από τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Παραδείγματα και λάθη που έγιναν στο παρελθόν είναι η λανθασμένη εισαγωγή και φύτευση χιλιάδων ξενικών ειδών στα δάση αλλά και σε άλλες περιοχές. Τα ξενικά είδη και ιδίως τα εισβλητικά, εκτοπίζουν τα τοπικά είδη χλωρίδας και μπορεί να έχουν αρκετές δυσμενείς επιδράσεις στα τοπικά οικοσυστήματα μιας περιοχής.

Κάποιες επίσης πρακτικές διαμόρφωσης ορισμένων περιοχών για αναδάσωση με λανθασμένο τρόπο μπορεί να οδηγήσουν σε έντονη υποβάθμιση τόσο οπτικά αλλά και ποιοτικά μίας περιοχής. Σε πολλά μέρη του νησιού κατά το παρελθόν, δημιουργούνταν αναβαθμίδες για την προετοιμασία του εδάφους που επρόκειτο να υποδεχτεί τη νέα βλάστηση που επρόκειτο να εγκατασταθεί. Η χρήση μεγάλων μηχανημάτων στην κατασκευή των αναβαθμίδων οδηγούσε στην πλήρη διατάραξη και απώλεια του γόνιμου επιφανειακού εδάφους και τη φύτευση των νέων φυταρίων σε αβαθές και βραχώδες έδαφος που διαμορφωνόταν από την κακή αποκατάσταση. Η κακή αυτή πρακτική διαμόρφωσης του εδάφους, δημιουργούσε και αρκετά προβλήματα στη μελλοντική βλάστηση που επρόκειτο να εγκατασταθεί σε μια περιοχή (Τμήμα Δασών, 2011).

Τα προβλήματα που δημιουργούνταν στη βλάστηση από την κακή προετοιμασία του εδάφους είναι η μειωμένη ζωτικότητα, υγεία και ανάπτυξη. Αυτά δημιουργούν και άλλα προβλήματα όπως αυξημένη θνησιμότητα από την ξηρασία αλλά και αυξημένες προσβολές από έντομα και ασθένειες. Για παράδειγμα η προσβολή των πεύκων από την πευκοκάμπια (*Thaumetopoea wilkinsonii* tams), που είναι το κυριότερο έντομο που προκαλεί ζημιές στη δασική βλάστηση, είναι δευτερογενής. Δηλαδή προσβάλλει άτομα που έχουν μειωμένη ζωτικότητα και υπόκεινται σε έλλειψη υγρασίας και θρεπτικών στοιχείων, αφού αυτά συνήθως φύονται σε πετρώδη και αβαθή υποβαθμισμένα εδάφη (η προσβολή λαμβάνει μορφή επιδημίας σε άτομα που έχουν αυξημένους υδατάνθρακες) (Τμήμα Δασών, 2006).

Επιπρόσθετα, κατά τη συγκομιδή του ξύλου αν δεν γίνονται οι όλες ενέργειες με επιμελημένο τρόπο, αρκετές ζημιές είναι δυνατό να προκύψουν τόσο στο έδαφος όσο και στη φυσική αναγέννηση και στα δέντρα που θα παραμείνουν. Ακόμη οι ανεμοθύελλες μπορεί να προκαλέσουν ζημιές στα δάση με ανεμοθλασίες και σπάσιμο κλαδιών ή και ολόκληρων των δέντρων. Στη βόρεια Ευρώπη, πέραν του 50% των ετήσιων απωλειών οφείλεται στους δυνατούς ανέμους και τις ανεμοθύελλες. Άλλοι αβιοτικοί παράγοντες όπως το χαλάζι, οι παγετοί, το χιόνι, οι κεραυνοί, οι έντονες βροχοπτώσεις και οι κατολισθήσεις προκαλούν μικρότερες ζημιές πληγώνοντας ή ξεριζώνοντας τα δέντρα (Τμήμα Δασών, 2006).

Πέραν των ανθρωπογενών παραγόντων που προκαλούν υποβάθμιση αλλά και εκτεταμένη καταστροφή των δασών, είναι και διάφοροι άλλοι βιοτικοί και αβιοτικοί παράγοντες που προκαλούν ζημιές στα δάση της Κύπρου. Επίσης τα έντομα, οι ασθένειες και η άγρια ζωή, προκαλούν άλλοτε μικρές και άλλοτε μεγαλύτερες ζημιές στα δασικά οικοσυστήματα. Λόγω του ξηρού κλίματος στην Κύπρο και της μειωμένης υγρασίας, οι ζημιές από ασθένειες είναι

πολύ μικρές αφού δεν δημιουργείται το ευνοϊκό υγρό περιβάλλον στους μύκητες που την προκαλούν.

Αν και στην Κύπρο το πρόβλημα είναι μηδαμινό, ζημιές στα δάση προκαλούνται από τη ρύπανση. Μεγάλες καταστροφές δασών λόγω ρύπανσης, παρατηρήθηκαν στα δάση της βόρειας Ευρώπης λόγω των μεγάλων ποσοτήτων ρύπων από τα εργοστάσια και του φαινομένου της όξινης βροχής. Η όξινη βροχή μειώνει το Ph και οδηγεί στην όξυνση του εδάφους, πράγμα που οδηγεί στη μειωμένη ζωτικότητα των δέντρων ή ακόμα και στο θάνατο τους. Αυτό δεν συμβαίνει σε μεγάλο βαθμό στα δάση της Κύπρου, αφού η απουσία μεγάλων βιομηχανικών μονάδων βοηθά στη μειωμένη ρύπανση. Δεν παύει όμως να παραμένει ο κίνδυνος για το μέλλον.

4 Δασικά Εδάφη της Κύπρου

4.1 Σημαντικότερες ομάδες εδαφών στην Κύπρο

Τα εδάφη της Κύπρου χωρίζονται σε διάφορα είδη, και τα σημαντικότερα από αυτά επεξηγούνται πιο κάτω σύμφωνα με την Υπηρεσία Περιβάλλοντος (2008).

Προσχωσιγενή εδάφη:

Είναι τα πιο πολλά από τα εδάφη που βρίσκονται στην πεδιάδα της Μεσαορίας αλλά και στις πιο μικρές πεδιάδες που σχηματίστηκαν γύρω από την ακτογραμμή του νησιού από τους ποταμούς κυρίως της Οροσειράς του Τροόδου. Αυτά τα εδάφη είναι αρκετά βαθιά, εύφορα και είναι δύσκολη η διάκριση των εδαφικών οριζόντων.

Κοκκινοχώματα:

Αυτά τα εδάφη βρίσκονται κυρίως στην πεδιάδα της Μόρφου και της Μεσαορίας, πιο ψηλά από τα προσχωσιγενή. Είναι κόκκινα σε χρώμα, κατά κύριο λόγο επίπεδα ή με μικρές κλίσεις, είναι βαθιά αλλά εν αντίθεση με τα προσχωσιγενή η διάκριση των εδαφικών οριζόντων είναι εφικτή.

Εδάφη οφιολιθικών πετρωμάτων οροσειράς Τροόδου:

Τα χαρακτηριστικά των εδαφών αυτών είναι οι έντονες κλίσεις, είναι μικρού βάθους εδάφους και πετρώδη λόγω της έντονης διάβρωσης. Πιο βαθιά και καλύτερης ποιότητας εδάφη υπάρχουν σε κοιλάδες που βρίσκονται σε χαμηλότερα υψόμετρα και η κλίση είναι πιο μικρή. Τα μητρικά πετρώματα από τα οποία προέρχονται αυτά τα εδάφη είναι ο γάβρος, ο διαβάσης και οι λάβες. Το ανθρακικό ασβέστιο απουσιάζει, όπως και η διάκριση εδαφικών οριζόντων ενώ στα δασικά εδάφη του Τροόδου, όπου καλύπτονται από πλούσια δασική βλάστηση, η οργανική ουσία είναι αυξημένη.

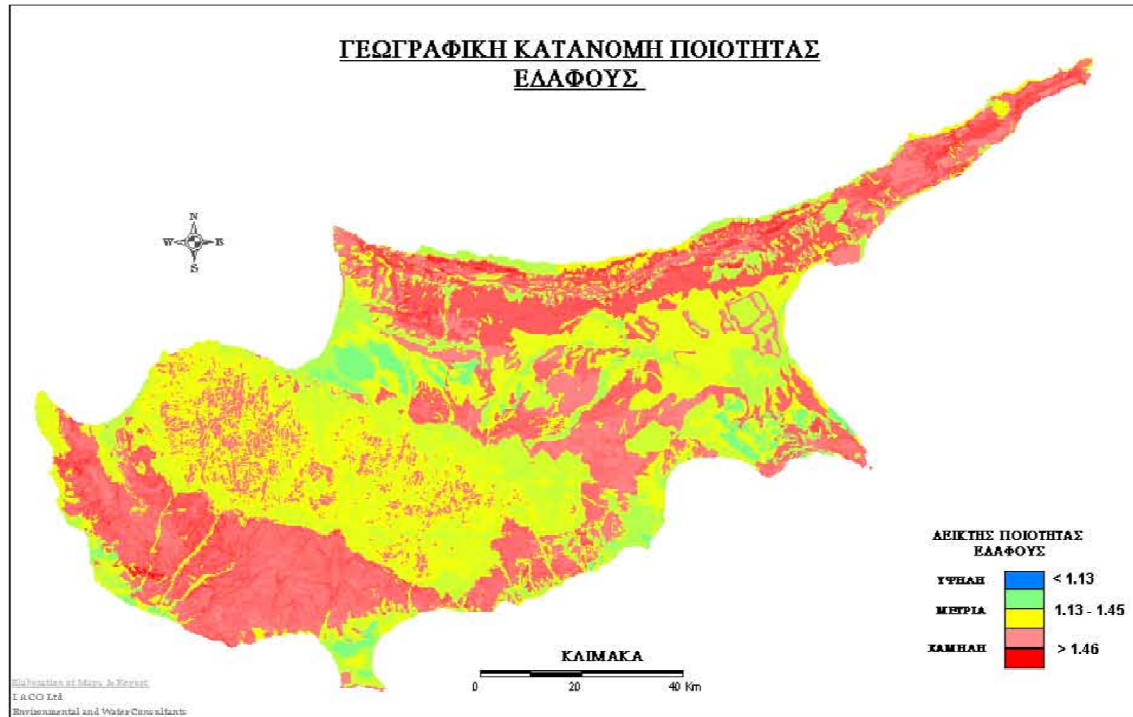
Εδάφη σε ιζηματογενή ασβεστολιθικά πετρώματα:

Εντοπίζονται στο νοτιοδυτικό μέρος της ορεινής και ημιορεινής Κύπρου και αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος των εδαφών των περιοχών αυτών. Είναι υψηλής περιεκτικότητας σε ανθρακικό ασβέστιο λόγω του μητρικού υλικού από το οποίο προέρχονται.

4.2 Χαρακτηριστικά των δασικών εδαφών της Κύπρου

Ένα ποσοστό πέραν του 40% των Κυπριακών εδαφών θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως δασικά εδάφη ενώ ένας μεγάλος αριθμός γεωργικών εδαφών που δεν καλλιεργούνται ή που θα εγκαταλειφθούν στο μέλλον θα μπορούσε να περιληφθεί στο ποσοστό αυτό. Το μεγαλύτερο μέρος των εδαφών αυτών είναι ακατάλληλο για γεωργικές καλλιέργειες, καθώς τα εδάφη αυτά είναι αβαθή και πετρώδη, ορεινά με μεγάλες κλίσεις, έντονη διάβρωση και ως επακόλουθο μικρή γονιμότητα. Μια σύντομη αναδρομή στο παρελθόν των χρήσεων γης και το πως διαχειρίζονταν οι άνθρωποι στο παρελθόν τα δασικά εδάφη είναι αρκετά σημαντική ούτως ώστε να γίνει πιο αντιληπτό το πως φθάσαμε στην κατάσταση των εδαφών σήμερα και τις επιπτώσεις που είχε η αλόγιστη ανθρώπινη επίδραση στην ποιότητά τους.

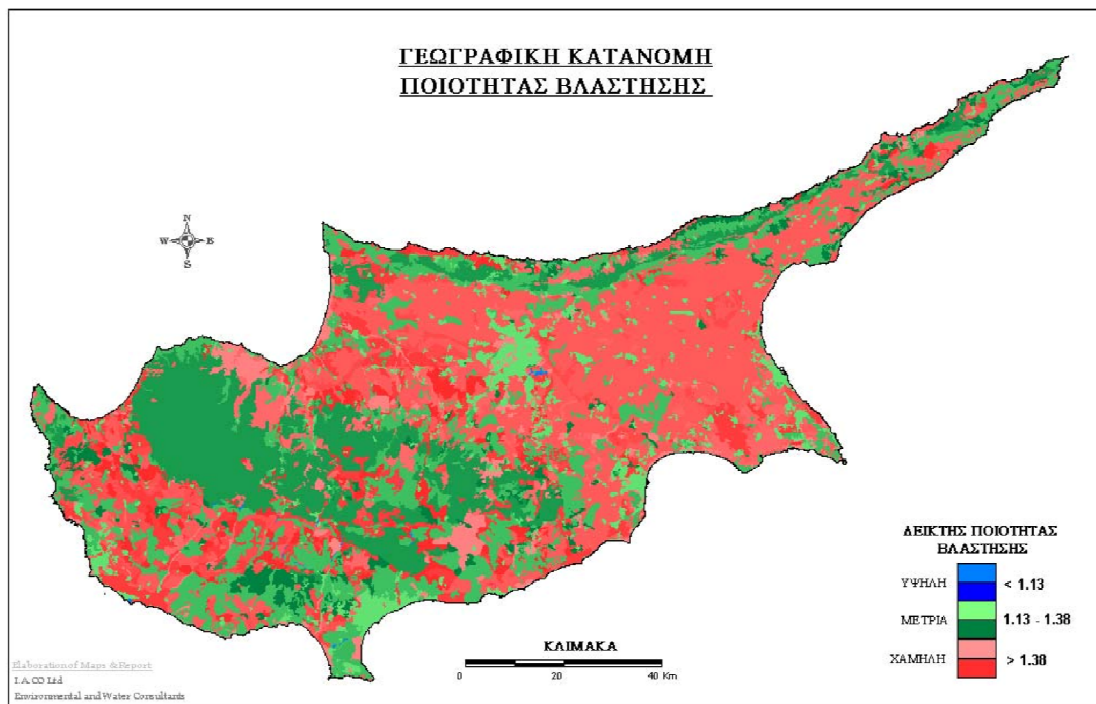
Τα δάση της Κύπρου που ήταν πιο πλούσια κατά το παρελθόν, υποβαθμίστηκαν και μαζί τους υποβαθμίστηκε και η ποιότητα του εδάφους. Η Κύπρος ήταν κέντρο ναυπηγικής και αρκετές ποσότητες ξυλείας εξάχθηκαν από το νησί για την κατασκευή πλοίων. Έτσι μεγάλες εκτάσεις δασών χάθηκαν για το σκοπό αυτό. Μέχρι το 1878 που η Κύπρος πέρασε υπό Αγγλική κυριαρχία, καμιά ενέργεια για προστασία ή αειφορική διαχείριση των δασών δεν υπήρχε (Τμήμα Δασών, 2013α). Κατά την τουρκοκρατία ή και πιο παλιά, υπήρχε μια ληστρική εκμετάλλευση των δασών αλλά και των υπόλοιπων δασικών, λιβαδικών και γεωργικών ορεινών και ημιορεινών εκτάσεων με επακόλουθο την υποβάθμιση των εδαφών. Η αποψίλωση μεγάλων εκτάσεων με φυσική βλάστηση και η μετατροπή τους σε γεωργικές καλλιέργειες, οι συνεχείς πυρκαγιές που είχαν ως στόχο την εκχέρσωση μεγάλων εκτάσεων για τη μετατροπή τους σε γεωργικές και για βελτίωση των βοσκότοπων, η υπερβόσκηση αλλά και οι ανεξέλεγκτες υλοτομίες είχαν σαν αποτέλεσμα τη σταδιακή υποβάθμιση των εδαφών και την έντονη διάβρωσή τους, τη μείωση του γόνιμου βάρους εδάφους και κατά συνέπεια τη μείωση της γονιμότητας και της παραγωγικότητάς τους.



Εικόνα 4: Γεωγραφική κατανομή ποιότητας εδάφους αναφορικά με απερίμωση

Πηγή: Τμήμα Περιβάλλοντος 2008, I.A.CO Ltd

Πέραν της ξηρότητας του κλίματος και της κλιματικής αλλαγής που επιτείνει την απερίμωση (αφού μειώνει τη διαθέσιμη υγρασία για τα φυτά και συνάμα την φυτοκάλυψη) αρκετές ανθρωπογενείς επιδράσεις την επιτείνουν. Οι πιο σημαντικές από αυτές είναι η υπερβόσκηση, οι πυρκαγιές, η υπεράντληση των υπόγειων υδάτων, οι παράνομες υλοτομίες, οι μεταλλευτικές δραστηριότητες, η εγκατάλειψη της υπαίθρου, η οικιστική ανάπτυξη, η αλάτωση των εδαφών, η μη αειφορική διαχείριση και η εντατική εκμετάλλευσή τους.



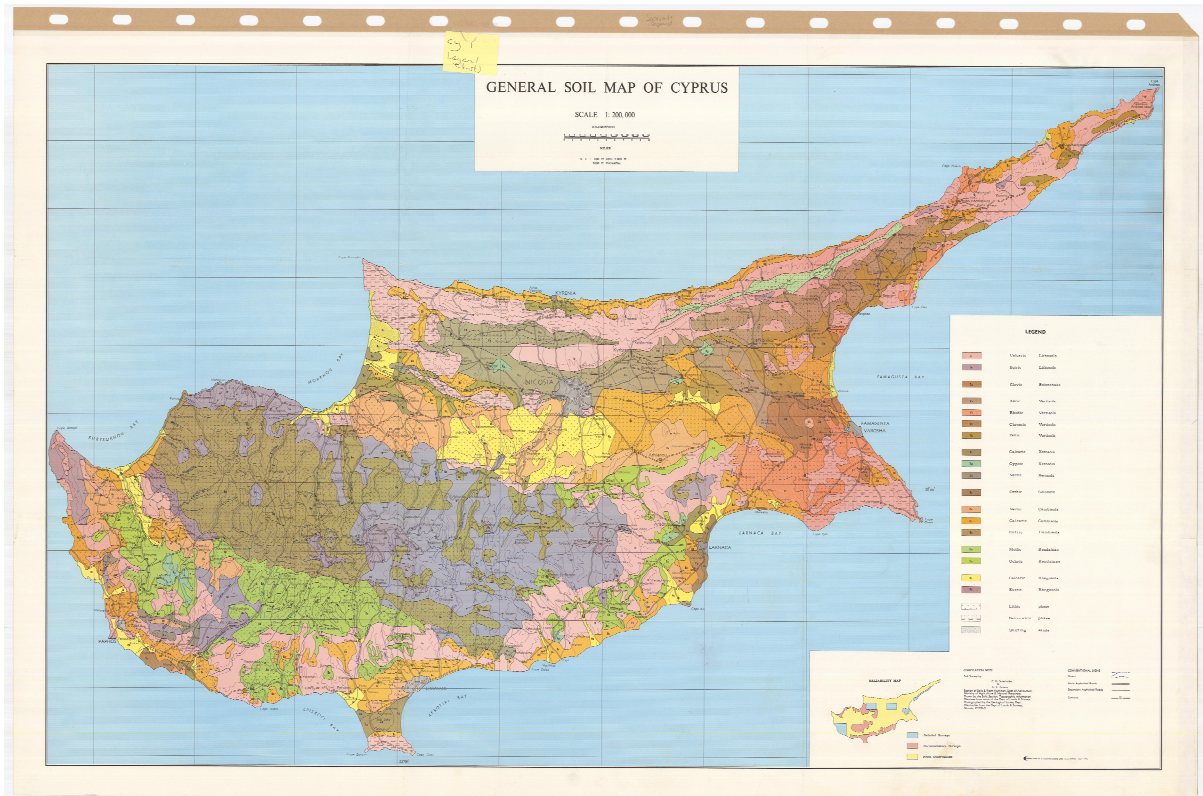
Εικόνα 5: Γεωγραφική κατανομή ποιότητας βλάστησης

Πηγή: Τμήμα Περιβάλλοντος 2008, I.A.CO Ltd

Το σύνολο των εδαφών της Κύπρου, περιλαμβανομένων και των ορεινών περιοχών είναι αλκαλικά με pH 7,0 – 8,5, λόγω του γεγονότος ότι είναι πλούσια σε ανταλλάξιμα κατιόντα (κυρίως Ca και Mg) (Κουδουνάς, 2001). Το ποσοστό της οργανικής ουσίας είναι χαμηλό και κυμαίνεται μεταξύ 1-2% ενώ πιο ψηλά ποσοστά εμφανίζονται σε δενδρώδεις καλλιέργειες και στα δασικά εδάφη στην οροσειρά του Τροόδους. Τα εδάφη της Κύπρου είναι κυρίως πλούσια σε μοντμοριλλονίτη, με τον ιλλίτη και τον χλωρίτη και τέλος τον καολινίτη να ακολουθούν. Επιπρόσθετα, τα πιο πολλά εδάφη στην Κύπρο είναι ασβεστώδη σε ποσοστό που φθάνει μέχρι το 70%. Εξαιρέση αποτελούν τα εδάφη της οροσειράς του Τροόδους που είναι οφιολιθικά και δεν περιέχουν ανθρακικό ασβέστιο. (Υπηρεσία Περιβάλλοντος, 2008).

Οι κάτοικοι των περιοχών αυτών για να καταστήσουν δυνατή την καλλιέργεια της γης, επέλεξαν καταρχάς να δημιουργήσουν τα χωράφια τους στα χαμηλότερα σημεία των πλαγιών αφού εκεί η κλίση είναι μικρότερη και έτσι τα μειονεκτήματα των εδαφών αυτών, δηλαδή το αβαθές πετρώδες έδαφος και η έντονη διάβρωση, είναι μικρότερα. Επιπρόσθετα δημιουργούσαν αναβαθμίδες απο ξερολιθιές ή δόμες όπως τις ονομάζουν οι κάτοικοι της περιοχής, ώστε να μειωθεί η κλίση και η διάβρωση. Συνάμα με το βαθύ όργωμα και τη

διάσπαση του εδάφους και την απομάκρυνση αρκετών πετρών με τις οποίες έκτιζαν τις δόμες, το έδαφος βελτιωνόταν και γινόταν πιο γόνιμο, έτσι ώστε να φιλοξενήσει τις οποιοσδήποτε καλλιέργειες που ήταν αρκετά σημαντικές για την επιβίωση των κατοίκων των ορεινών περιοχών.



Εικόνα 6: Εδαφολογικός χάρτης Κύπρου

Πηγή: Τμήμα Περιβάλλοντος 2008, I.A.CO Ltd

4.3 Παράγοντες υποβάθμισης των εδαφών

Τα εδάφη της Κύπρου, λόγω κυρίως της ξηρότητας του κλίματος αλλά και αρκετών άλλων ανθρωπογενών παραγόντων αντιμετωπίζουν σοβαρούς κινδύνους υποβάθμισης και δραστηκής μείωσης της δυνατότητάς τους να επιτελούν διάφορες λειτουργίες που είναι ζωτικής σημασίας τόσο για τον άνθρωπο όσο και για το περιβάλλον. Τα εδάφη της μεσογειακής λεκάνης που ήταν πιο γόνιμα και πιο βαθιά κατά το παρελθόν, στο πέρασμα των αιώνων λόγω κυρίως των διαδοχικών πυρκαγιών, των καταστροφών των δασών αλλά και της υπερβόσκησης υποβαθμίστηκαν σημαντικά, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις είχαμε πλήρη υποβάθμισή τους και δημιουργία άγονων, αβαθών πετρωδών εκτάσεων.

Η κύρια απειλή των εδαφών είναι όλοι εκείνοι οι παράγοντες που καταστρέφουν τα δάση και τη βλάστηση και άμεσα οδηγούν στη διάβρωση και απώλεια του εδάφους. Τα δέντρα και η παρεδάφια βλάστηση προστατεύουν τα εδάφη από τη διάβρωση με διάφορους τρόπους. Καταρχάς μειώνουν την κινητική ενέργεια που έχουν οι σταγόνες της βροχόπτωσης, αφού πρώτα προσκρούουν στην κομοστέγη ή στη νεκρή βλάστηση στο έδαφος (κλαδιά, φύλλα) και έτσι δίνουν τη δυνατότητα στο έδαφος να απορροφήσει πιο εύκολα νερό. Ακόμη οι ρίζες των δέντρων, θάμνων και ποών, όταν νεκρωθούν διασωληνώνουν και δημιουργούν μικρά κανάλια μέσα στο έδαφος, πράγμα που βοηθά την περαιτέρω διήθηση του ύδατος. Επίσης τα δέντρα με την προσθήκη οργανικής ουσίας στα ανώτερα κυρίως στρώματα αυξάνουν το πορώδες, βελτιώνουν τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους (δομή, εναλλακτική ικανότητα, υδατοϊκανότητα) και έτσι βελτιώνουν την ικανότητά του να κρατά και να απορροφά το νερό. Τέλος η μακροπανίδα αλλά και η μικροπανίδα που αυξάνεται όσο αυξάνει ο αριθμός των δέντρων και της λοιπής βλάστησης, συντελεί στην καλύτερη διήθηση του νερού των βροχοπτώσεων. Αυτό οφείλεται στο ότι τα διάφορα τρωκτικά, οι μικροοργανισμοί, τα μυρμήγκια, τα ακάρεα και τα σκουλήκια με τις σήραγγες που διανοίγουν στο έδαφος βελτιώνουν τη διήθηση του νερού στο έδαφος. Ακόμη τα σκουλήκια όταν διαπερνούν το χώμα μέσω του σώματός τους, συντελούν στη βελτίωση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους και έτσι μειώνεται η επιφανειακή απορροή και συνάμα η διάβρωση.

Οι πυρκαγιές μαζί με την υπερβόσκηση είναι οι μεγαλύτεροι εχθροί του εδάφους. Μετά από μια πυρκαγιά και την πλήρη καταστροφή της βλάστησης, το γυμνό έδαφος είναι απροστάτευτο από τις βροχοπτώσεις και δεν έχει τη δυνατότητα πλέον να απορροφά το νερό. Έτσι αυτό απορρέει επιφανειακά χωρίς να απορροφάται και παρασύρει στο πέρασμά του το επιφανειακό έδαφος. Η διάβρωση είναι πιο έντονη όσο μεγαλύτερη είναι η καταστροφή και απουσία της βλάστησης, η κλίση και η διάρκεια αλλά και η ένταση των βροχοπτώσεων. Η στέρηση της δυνατότητας του εδάφους να συγκρατεί το νερό των βροχοπτώσεων και η απορροή του επιφανειακά, οδηγεί σε πλημμυρικά φαινόμενα στις πεδινές περιοχές, όπου εκεί καταλήγει η μεγαλύτερη συγκέντρωση των παραποτάμιων υδάτων που προέρχεται από τις ορεινές, ημιορεινές αλλά και πεδινές περιοχές.

Πέραν της καταστροφής της βλάστησης, οι επιπτώσεις που θα προκληθούν από την πυρκαγιά θα επιφέρουν πολλές αλλαγές στις χημικές, φυσικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους. Όσον αφορά τις φυσικές ιδιότητες, με την επίδραση της φωτιάς και την απώλεια της οργανικής ουσίας αλλάζει η δομή, η υδατοϊκανότητα αλλά και το πορώδες του εδάφους.

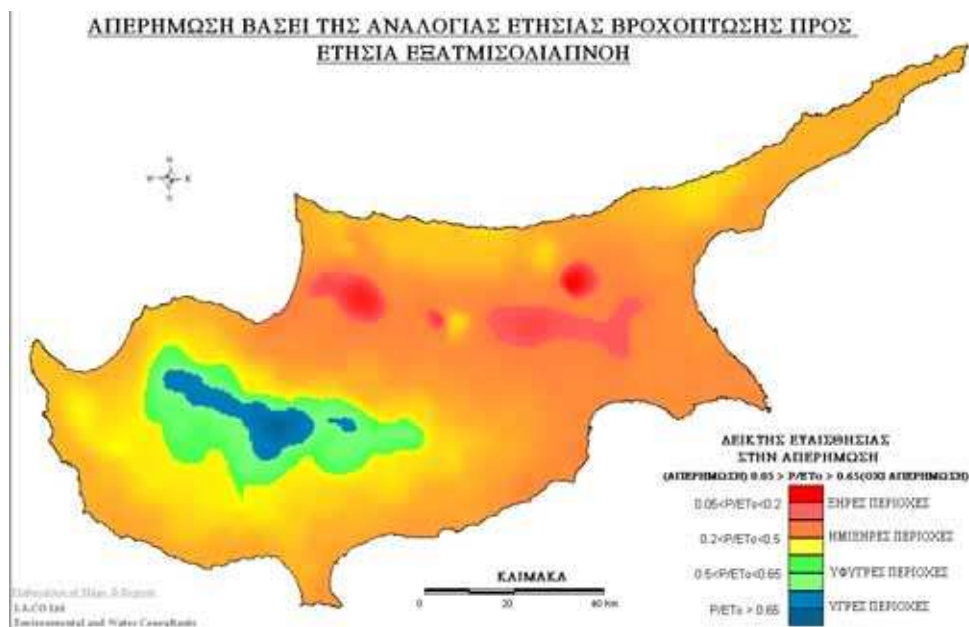
Αυτές όλες οι αλλαγές στις φυσικές ιδιότητες συντελούν και στη μείωση της δυνατότητας του εδάφους να συγκρατεί νερό. Όσον αφορά τις χημικές ιδιότητες η πιο σημαντική είναι η αύξηση του pH λόγω της αύξησης των θρεπτικών στοιχείων που απελευθερώνονται από την καύση του χούμου αλλά και της υπέργεια βιομάζας. Αρκετά από αυτά τα στοιχεία παρασύρονται από τη βροχή και οδηγούν στην απώλεια θρεπτικών στοιχείων από το οικοσύστημα, ενώ αυτά που παραμένουν βοηθούν τη μελλοντική βλάστηση να εγκατασταθεί. Για να αποκατασταθεί η δυνατότητα του εδάφους μιας περιοχής που πλήγηκε από πυρκαγιά να συγκρατεί κανονικά τα νερά της βροχής και να αποκατασταθεί η υδρολογική ισορροπία, πρέπει να περάσουν 5-10 χρόνια περίπου. Για τη μείωση της διάβρωσης και συγκράτηση του δασικού εδάφους υπάρχουν αρκετές τεχνικές όπως η υδροσπορά, η δημιουργία κορμοδεμάτων, αλλά και η δημιουργία κορφοφραγμάτων και λιθοπλήρωτων συρμάτινων κιβωτίων (Αριστάρχου, n.d.).

Η βόσκηση είναι ακόμη ένας παράγοντας που μπορεί να προκαλέσει σοβαρή υποβάθμιση στα εδάφη. Εκτός από την καταστροφή της βλάστησης η οποία συγκρατεί το νερό και μειώνει την διάβρωση, η βόσκηση προκαλεί και συμπίεση του εδάφους. Αυτή η συμπίεση του εδάφους προκαλεί μείωση του πορώδους και αύξηση της φαινομενικής πυκνότητας που οδηγεί σε αύξηση της επιφανειακής απορροής του νερού και διάβρωση. Επίσης δυσκολεύει τη διείσδυση των ριζών και τον αερισμό των εδαφών. Όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα του εδάφους σε υγρασία, τόσο μεγαλύτερη είναι η συμπίεση. Ακόμη η υπερβόσκηση καταστρέφει τα νεαρά αρτίφυτρα, τα νεαρά δενδρύλλια ή πρεμνοβλαστήματα με αποτέλεσμα την μερική ή και ολοκληρωτική παρεμπόδιση της φυσικής αναγέννησης του δάσους. Επιπρόσθετα η υπερβόσκηση με τις αρνητικές επιπτώσεις που προκαλεί, τόσο στις φυσικές αλλά και χημικές ιδιότητες του εδάφους, επιδρά έμμεσα μειώνοντας την παραγωγικότητα των εδαφών, αφού μειώνει την αύξηση και την παραγωγικότητα των φυτών (Παπαναστάσης & Νοϊτσάκης, 1992).

Οι ζημιές που προκαλεί η υπερβόσκηση εξαρτώνται από την ένταση της βοσκής, το είδος του εδάφους, την τοπογραφία, το κλίμα και την κατάσταση αλλά και το είδος της βλάστησης. Τα μέσης μηχανικής σύστασης ή και βαριά γόνιμα εδάφη που είναι πλούσια σε οργανική ουσία παρουσιάζουν πιο μικρές ζημιές. Αντίθετα τα αμμώδη εδάφη αν και συμπιέζονται λιγότερο, λόγω του ότι είναι πιο φτωχά και ξηρά, η βλάστηση είναι πιο αραιή και είναι πιο ευπαθής στην υπερβόσκηση (ibid).

Η βόσκηση μπορεί να είναι ευεργετική όταν είναι ελαφριά αφού βοηθά στην αποκατάσταση και βελτίωση του πορώδους σε χαλαρά εδάφη. Επίσης σε θέσεις όπου υπάρχει πυκνή φυλλοστρωμνή, τα ζώα συντελούν στην απομάκρυνση της πυκνής ξηροφυλλάδας, στο διασκορπισμό της και στην ανάμειξή της με το επιφανειακό έδαφος και στην ευκολότερη αποσύνθεσή της. Ακόμη σπάζουν την διαπερατή κρούστα που δημιουργούν αρκετά εδάφη και βοηθούν και στο θάψιμο των σπόρων που ευνοεί την φύτευση τους (ibid).

Επιπρόσθετα τα δασικά εδάφη της Κύπρου είναι ευαίσθητα στην απερίμωση. "Απερίμωση είναι η διαδικασία της σταδιακής υποβάθμισης της γονιμότητας και παραγωγικότητας του εδάφους σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές, ως αποτέλεσμα διαφόρων ανθρωπινων δραστηριοτήτων και των κλιματικών αλλαγών" (Τμήμα Περιβάλλοντος, 2008). Το μεσογειακό κλίμα της Κύπρου και κατ'επέκταση οι χαμηλές βροχοπτώσεις και η ξηρασία με τις ψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού, έχουν ως αποτέλεσμα τη μειωμένη πυκνότητα και ποιότητα της βλάστησης, που επιδρά προστατευτικά στο έδαφος. Η μείωση της γονιμότητας και της διαθέσιμης υγρασίας μειώνει την κάλυψη του εδάφους από τη βλάστηση και έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια εδαφών λόγω της διάβρωσης, που με τη σειρά τους δυσχεραίνουν το υφιστάμενο πρόβλημα. Οι κλιματικές αλλαγές, το έντονο ανάγλυφο με τις μεγάλες κλίσεις αλλά και διάφοροι ανθρωπογενείς παράγοντες είναι αυτοί που επιτείνουν το πρόβλημα.



Εικόνα 7: Ευαίσθητες περιοχές στην απερίμωση

Πηγή: Τμήμα Περιβάλλοντος 2008, I.A.CO Ltd

“Το 3% της έκτασης της Κύπρου κινδυνεύει άμεσα από το φαινόμενο της απερίμωσης και το συντριπτικό ποσοστό της έκτασης του νησιού, της τάξης του 91%, χαρακτηρίζεται σαν ημίξηρη περιοχή με αυξημένη ευαισθησία στην απερίμωση. Ποσοστό 4,5% που βρίσκεται στους πρόποδες του Τροόδους χαρακτηρίζεται σαν περιοχή με μειωμένη ευαισθησία στο φαινόμενο, ενώ μόλις το 1,5% του νησιού, στις ψηλότερες περιοχές του Τροόδους, δεν θα αντιμετωπίσει οποιοδήποτε πρόβλημα απερίμωσης” (Τμήμα Περιβάλλοντος, 2008).

Οι μεταλλευτικές δραστηριότητες που συντελούνται στην Κύπρο είναι ακόμη ένας παράγοντας που οδηγεί στην υποβάθμιση του εδάφους. Οι διάφορες δραστηριότητες στα μεταλλεία οδηγούν στη βίαιη απομάκρυνση του επιφανειακού γόνιμου εδάφους και παραμονή του άγονου πετρώδους υποστρώματος. Αυτό οδηγεί και στην έντονη αλλοίωση του τοπίου, στη μείωση της οπτικής και αισθητικής του αξίας και στη μείωση της δυνατότητας να προσελκύει επισκέπτες για σκοπούς αναψυχής.

Το φαινόμενο αυτό είναι πιο έντονο στις κατεχόμενες περιοχές στον Πενταδάκτυλο, όπου οι νόμοι είναι πιο χαλαροί και η δημιουργία ενός μεταλλείου είναι πιο εύκολη. Στο Τρόδος στην περιοχή Αμιάντου, συντελείται το μεγαλύτερο έργο αποκατάστασης αφού στο παρελθόν υπήρχε έντονη διατάραξη του εδάφους της περιοχής. Συνολικά 3,3km σταδιακά αποκαθίστανται με τη μεταφορά γόνιμου εδάφους πάνω από τα στείρα και την αναδάσωσή τους (Τσιντίδης, n.d.).

Άλλος ένας παράγοντας που συντελεί στην υποβάθμιση των κυπριακών εδαφών είναι η υπεράντληση των υπογείων υδάτων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη πτώση των υπόγειων υδροφορέων και τη μείωση της υγρασίας των πιο ψηλών στρωμάτων του εδάφους που είναι αρκετά σημαντική, ιδίως κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Σε συνδυασμό με τις κλιματολογικές αλλαγές και την αυξημένη ξηρασία οδηγούν σε υποβάθμιση της βλάστησης και ερημοποίηση. Η υπεράντληση οδηγεί και στην αλάτωση των παραλιακών εδαφών, αφού το νερό της θάλασσας διεισδύει στους υπόγειους υδροφορείς. Επίσης οι γεωτρήσεις που αντλούν το υφάλμυρο αυτό νερό από τους υπόγειους υδροφορείς, το χρησιμοποιούν για άρδευση και οδηγούν στην αλάτωση των υπο άρδευση εδαφών (Υπηρεσία Περιβάλλοντος, 2008).

Στη δασοπονία οι ακατάλληλες πρακτικές αναδάσωσης, αποκατάστασης ή και διαχείρισης μπορεί να προκαλέσουν σημαντικές πληγές στα εδάφη. Στην Κύπρο η δασική υπηρεσία δίνει προτεραιότητα για αποκατάσταση σε μεταλλεία και διαβρωμένες περιοχές με μεγάλη και έντονη διατάραξη τόσο της βλάστησης όσο και του εδάφους (Τμήμα Δασών, 2011).

Κατά το παρελθόν αρκετή ζημιά στα δασικά εδάφη έγινε από τη λανθασμένη προετοιμασία του εδάφους για αναδάσωση. Η χρήση μεγάλων εκσκαφών και η διάνοιξη μεγάλων λωρίδων για τη φύτευση των δέντρων, είχε ως αποτέλεσμα την έντονη αλλοίωση του ανάγλυφου, την απώλεια του επιφανειακού εδάφους και την εγκατάσταση της βλάστησης σε βραχώδη και αβαθή πετρώδη εδάφη. Παράλληλα με τη λανθασμένη προετοιμασία του εδάφους για αναδάσωση, η χρήση ξενικών ειδών επέφερε περισσότερη διατάραξη των εδαφών. Σήμερα η διάνοιξη γίνεται με μικρότερα μηχανήματα, δημιουργούνται πολύ μικρότερα κραδόνια και δεν αλλοιώνεται μόνιμα το ανάγλυφο, ενώ παράλληλα δεν καταστρέφουν παντελώς τη παρεδάφια βλάστηση (ibid).

Οι έντονες ή αποψιλωτικές υλοτομίες με την ολική απομάκρυνση της βλάστησης, οδηγούν σε δραματική αύξηση της διάβρωσης και υποβάθμισης του οικοσυστήματος. Το ξηρό κλίμα, οι μεγάλοι περίτροποι χρόνοι και ο μικρός ρυθμός ανάπτυξης των δέντρων για πλήρωση του κενού, δεν αφήνουν το περιθώριο για τέτοιες πρακτικές διαχείρισης. Αν και στο παρελθόν υπήρχε υπερεκμετάλευση και σε μερικές περιπτώσεις λανθασμένοι χειρισμοί, τα τελευταία χρόνια μειώθηκαν έντονα οι υλοτομίες και τα δάση δεν διαχειρίζονται με κύριο σκοπό την απόληψη βιομάζας. Η δασοπονία πολλαπλών σκοπών που εφαρμόζεται στις μέρες μας, δεν γίνεται μόνο με γνώμονα την παραγωγή ξυλείας αλλά δίνεται έμφαση και στις άλλες λειτουργίες του δάσους και ιδίως στις προστατευτικές όπως την προστασία του εδάφους, την παραγωγή νερού, την αναψυχή κ.τ.λ. Έτσι αφαιρούνται πλέον μόνο τα δέντρα που έχουν ξηραθεί αλλά και τα υπέργηρα άτομα, ώστε να βοηθηθεί η αναγέννηση των συστάδων. Ακόμη αφαιρούνται και κάποια άτομα σε θέσεις που είναι αρκετά πυκνά ώστε να βοηθήσουν τα δέντρα που παραμένουν να αυξηθούν καλύτερα έχοντας περισσότερη διαθέσιμη υγρασία και θρεπτικά στοιχεία, αφού θα μειωθεί ο ανταγωνισμός. Αυτό επίσης συντελεί στο να μπαίνει περισσότερο φως στο έδαφος που βοηθά στην πιο γρήγορη αποσύνθεση του φυλλοτάπητα, τη μείωση του πάχους του και τη γρηγορότερη επαναδέσμευση των θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά. Πέραν της ανακύκλωσης των θρεπτικών στοιχείων, αυτές οι αραιώσεις συντελούν στη μείωση του φορτίου της καύσιμης ύλης και κατ' επέκταση στη μείωση του κινδύνου έκρηξης αλλά και εξάπλωσης των πυρκαγιών.

Επιπρόσθετα, κατά τις υλοτομίες πρέπει να υπάρχει αρκετή προσοχή αφού η χρήση βαρέων οχημάτων μπορεί να προκαλέσει συμπίεση και υποβάθμιση του εδάφους τόσο κατά την υλοτομία όσο και κατά την εξαγωγή των δέντρων από το δάσος. Παράλληλα πρέπει να αποφευχθούν ζημιές στη φυσική αναγέννηση αλλά και στα παραμένοντα δέντρα. Η πτώση

των δέντρων πρέπει να γίνεται εκεί που θα σημειωθούν οι μικρότερες ζημιές. Οι πληγές απο σπάσιμο ή γδαρσίματα των κορμών, έχουν ως αποτέλεσμα την προσβολή των δέντρων απο μύκητες, έντομα και ασθένειες, τη μείωση ζωτικότητάς τους και την ποιότητα της κόμης. Αυτό οδηγεί στην υποβάθμιση του ρόλου των δέντρων, αφού η μειωμένη τους ζωτικότητα οδηγεί στην αραίωση του φυλλώματος, τη μείωση του βαθμού εδαφοκάλυψης και την παραπέρα προστατευτική επίδραση που ασκεί η κομοστέγη στην ποιότητα του εδάφους.

Επίσης η οικιστική ανάπτυξη και η μεμονωμένη κατοικία οδηγούν στην καταστροφή και υποβάθμιση των εδαφών. Ακόμη η κατασκευή δρόμων, αιολικών πάρκων, φωτοβολταϊκών πάρκων και ιδιαίτερα εκεί όπου δεν γίνεται ενδεδειγμένος σχεδιασμός μπορεί να προκαλέσουν ανεπανόρθωτη ζημιά στα εδάφη.

4.4 Νομοθετικό πλαίσιο

Η δασική νομοθεσία που έχει αναθεωρηθεί με βάση τον “περί Δασών Νόμο του 2012” δίνει μεγάλη έμφαση στην προστασία των δασών αλλά και στην αειφορική διαχείρισή τους, ενώ έμμεσα υποβοηθά τόσο στην προστασία του εδάφους όσο και στην προστασία των υδάτων. Ακολούθως θα γίνει αναφορά τόσο στη δασική νομοθεσία αλλά και σε άλλους νόμους που αφορούν την προστασία των δασών, των εδαφών και τη διαχείριση του νερού και συντελούν στην προστασία τους απο τους διάφορους παράγοντες υποβάθμισης.

Η δασική νομοθεσία αναφέρει ρητά ότι τα δάση διαχειρίζονται αειφορικά βάσει της δασοπονίας πολλαπλών σκοπών, δηλαδή εκτός απο την παραγωγή βιομάζας, που και αυτή λαμβάνεται αειφορικά, τα δάση διαχειρίζονται με στόχο την προστασία του εδάφους, την παραγωγή νερού, την αναψυχή κ.λ.π. . Επίσης το υπουργικό συμβούλιο με βάση το άρθρο 21 του «περί Δασών Νόμου του 2012» μπορεί να κηρύξει ένα δάσος σαν προστατευτικό δάσος όταν λόγω της θέσης του, ή λόγω των εδαφικών χαρακτηριστικών αλλά και της κλίσης του, είναι σημαντικό στην προστασία των υδάτινων πόρων, του εδάφους ή των οικισμών και περιουσιών που βρίσκονται σε πιο χαμηλά απο αυτά τα δάση υψόμετρα.

Παράλληλα ο «περί Δασών Νόμος του 2012» προνοεί αυστηρές ποινές σε όσους υλοτομούν παράνομα δέντρα ή προκαλούν ζημιές σε δέντρα, θάμνους ή φυτά, συλλέγουν είδη χλωρίδας ή καταστρέφουν τον βιότοπο τους, μεταφέρουν ζώα εντός κρατικών δασών για βοσκή ή σκάβουν, εκχερσώνουν, επιχωμάτωνουν το έδαφος ή εναποθέτουν ή απορρίπτουν

οποιοδήποτε υλικό χωρίς άδεια. Συνάμα προνοεί και αυστηρές ποινές σε όσους μπορεί να προκαλέσουν πυρκαγιά είτε εξ αμελείας ή με πρόθεση. Πιο συγκεκριμένα απαγορεύεται το άναμμα φωτιάς εντός κρατικών δασών. Επιτρέπεται άναμμα φωτιάς μόνο στις εξοχικές κατοικίες σε ειδικά διαμορφωμένο ειδικό χώρο που έχει επιθεωρηθεί απο το Τμήμα Δασών, και στους εκδρομικούς χώρους πάλι σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο ή κατόπιν γραπτής άδειας απο δασικό λειτουργό. Όλα αυτά τα παραπτώματα για τα οποία ο δασικός νόμος επισύρει ποινικές διώξεις και αποτρέπει τη διάπραξη τους, έμμεσα προκαλούν και αρνητικές επιπτώσεις στο έδαφος.

Εξίσου σημαντικός είναι ο νόμος «περί Προστασίας και Διαχείρισης της Φύσης και της Άγριας Ζωής», που αφορά τη διατήρηση και την προστασία των φυσικών οικοτόπων αλλά και της άγριας χλωρίδας και πανίδας, μέσω της δημιουργίας ενός δικτύου προστατευόμενων περιοχών που να συνδέονται μεταξύ τους. Πρέπει επιπρόσθετα για αυτές τις περιοχές να προταθούν και να εφαρμοστούν μέτρα διαχείρισης με στόχο την καλύτερη προστασία και διατήρησή τους. Αυτές οι περιοχές λόγω των πολύτιμων ειδών χλωρίδας και πανίδας που περιλαμβάνουν και την θέσπιση της πιο πάνω νομοθεσίας είναι πολύ πιο καλά προστατευμένες απο τις υπόλοιπες μη προστατευόμενες περιοχές, αφού οι οποιοσδήποτε επεμβάσεις για να μπορούν να πραγματοποιηθούν πρέπει να πληρούν συγκεκριμένα αυστηρά κριτήρια. Η προστασία της χλωρίδας βοηθά και την προστασία του εδάφους, αφού τα δέντρα και οι θάμνοι καλύπτουν και προστατεύουν το έδαφος απο τη διάβρωση.

Άλλος ένας νόμος που είναι αρκετά σημαντικός είναι ο νόμος που αφορά την ερημοποίηση, ο «περί της Σύμβασης των Ηνωμένων Εθνών για την καταπολέμηση της Απερήμωσης Νόμος του 1999». Ο νόμος αυτός έχει στόχο την αντιμετώπιση και αποτροπή της απερίμωσης και είναι ζωτικής σημασίας για την προστασία των δασών. Σε αυτόν αναφέρονται οι υποχρεώσεις των χωρών σχετικά με την αποτροπή της απερίμωσης. Παράλληλα, η κάθε χώρα πρέπει να εφαρμόσει ένα Σχέδιο Δράσης για αποτροπή της απερίμωσης και της ξηρασίας.

Σημαντικός για τα εδάφη είναι και ο «περί Αιγών Νόμος», που και αυτός συμβάλλει στην προστασία των εδαφών απο την υπερβόσκηση και τις δυσμενείς επιδράσεις που προκαλεί. Ο νόμος αυτός μπορεί να απαγορεύσει τη βόσκηση πλήρως σε μια περιοχή όπου η υπερβόσκηση προκαλεί σοβαρά προβλήματα στο έδαφος και τη βλάστηση. Επίσης μπορεί να ορίσει τον μέγιστο αριθμό ζώων που μπορεί να βόσκουν σε μια περιοχή ώστε να μην δημιουργούνται οποιαδήποτε προβλήματα.

Συνάμα ο νόμος «περί Προστασίας και Διαχείρισης των Υδάτων» έχει σκοπό την ορθολογιστική διαχείριση των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων και τη διατήρηση της ποιότητάς τους, αλλά και την αποφυγή της υπεράντλησης και σπατάλης όλων των επίγειων και υπόγειων υδατικών αποθεμάτων.

Παράλληλα ο «περί Ελέγχου της Ρύπανσης των Νερών και των Εδαφών» νόμος, έχει ως στόχο την προστασία των υδάτων αλλά και των εδαφών από τη ρύπανση και τις δυσμενείς συνέπειες που μπορεί να προκαλέσουν στα φυσικά οικοσυστήματα αλλά και στην ανθρώπινη υγεία.

Επιπρόσθετα, η οδηγία πλαίσιο για τα εδάφη (Soil Framework Directive, 2012) που είναι υπο κατασκευή, είναι αρκετά σημαντική για τα εδάφη. Η έκθεση δείχνει τις δράσεις που έχουν αναληφθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, δηλαδή την ευαισθητοποίηση, την ένταξη, την έρευνα και τη νομοθεσία. Παράλληλα δείχνει τις παρούσες τάσεις υποβάθμισης του εδάφους στην Ευρώπη αλλά και παγκόσμια και το τι θα γίνει στο προσεχές μέλλον για την προστασία τους. Η έγκρισή της θα επιφέρει σημαντικές κατευθύνσεις στην προστασία και διαχείριση των δασών.

Επίσης, ακόμα ένας σημαντικός νόμος είναι ο «περί Εκτίμησης των Επιπτώσεων στο Περιβάλλον» νόμος. Με βάση αυτό το νόμο σε κάθε έργο που θα δημιουργείται πρέπει να γίνεται εκτίμηση των επιπτώσεων που θα επιφέρει στο περιβάλλον. Για να εγκριθεί η οικοδομική άδεια ενός έργου πρέπει να λάβει και τις απόψεις που θα προταθούν για την προστασία του περιβάλλοντος. Αυτό είναι αρκετά σημαντικό, γιατί για κάθε έργο θα πρέπει να αναφέρονται οι επιπτώσεις που θα προκαλέσει η κατασκευή του στο έδαφος, καθώς και προτεινόμενα μέτρα για μετριασμό τους. Έτσι αν τηρούνται πιστά οι διατάξεις αυτού του νόμου υποβοηθείται η προστασία και διατήρηση των εδαφικών πόρων. Για παράδειγμα σε έργα αναδάσμου, έργα μετατροπής φυσικής βλάστησης σε εντατικές γεωργικές καλλιέργειες, σε δασώσεις ή αποδασώσεις (όπου τα έργα αυτά θα επηρεάσουν σημαντικά την υφιστάμενη κατάσταση), μια προκαταρκτική εκτίμηση των επιπτώσεων είναι σημαντική ώστε να διαγνωστούν οι αλλαγές που θα προκύψουν. Αυτό θα βοηθήσει να ληφθούν οι σωστές αποφάσεις για αποτροπή ή μείωση των ζημιών στο περιβάλλον και στο έδαφος.

5 Μεθοδολογία

Για τη σύνταξη της πτυχιακής έγινε μια ενδεδειγμένη ανασκόπηση στη διεθνή βιβλιογραφία με σκοπό τη συλλογή πληροφοριών που είχαν άμεση σχέση με το θέμα. Απο ένα μεγάλο αριθμό επιστημονικών άρθρων που είχαν άμεση σχέση με την ποιότητα αλλά και τους δείκτες ποιότητας εδάφους, επιλέχθηκαν τα πιο σημαντικά και από αυτά αντλήθηκαν αρκετά σημαντικές πληροφορίες που συντέλεσαν στη διεκπεραίωση της πτυχιακής αυτής. Συγκεκριμένα επιλέχθηκαν άρθρα που περιγράφουν το τι υφίσταται σε άλλες χώρες όσον αφορά την ποιότητα εδάφους, με σκοπό τη δημιουργία ενός μοντέλου για τα κυπριακά δεδομένα. Επιλέχθηκαν κυρίως άρθρα από χώρες όπου οι κλιματεδαφικές συνθήκες που επικρατούν είναι παρόμοιες με την Κύπρο, έτσι ώστε η σύγκριση και εξαγωγή συμπερασμάτων να είναι πιο συμβατή.

Οι διάφοροι παράμετροι που υποδηλώνουν την ποιότητα του εδάφους και είναι πιο ευαίσθητοι στην υποβάθμιση από ανθρωπογενείς παράγοντες (που συντελούν στην υποβάθμιση της ποιότητας και της παραγωγικότητας των εδαφών), είχαν προτεραιότητα στην επιλογή και χρήση τους ως δείκτες.

Αρχικά έγινε μια επισκόπηση στην τοπική βιβλιογραφία για εντοπισμό των χαρακτηριστικών των κυπριακών εδαφών ώστε να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα για την κατάστασή τους. Παράλληλα έγινε μια ανάλυση των διάφορων κινδύνων που απειλούν τα κυπριακά εδάφη με υποβάθμιση, έτσι ώστε να διαγνωστούν οι απειλές και οι παράγοντες που προκαλούν την υποβάθμιση αυτή. Ακολούθως, αναλύθηκαν οι πιο σημαντικοί δείκτες ποιότητας εδάφους από τη διεθνή βιβλιογραφία για να βγουν συμπεράσματα σχετικά με το τι ισχύει ανα το παγκόσμιο.

Τα δεδομένα αυτά οδήγησαν στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το πως μπορεί να βοηθηθεί η μελλοντική επιλογή δεικτών ποιότητας για τα Κυπριακά εδάφη. Μετά διεξάχθηκε επιλογή των καταλληλότερων δεικτών για τα κυπριακά δεδομένα, καθώς και που μπορεί να γίνει η χρήση των δεικτών αυτών. Επιπλέον έγινε ανάλυση σχετικά με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που παρουσιάζονται από τη χρήση των δεικτών αυτών, καθώς και που μπορεί να γίνει η σωστή χρήση τους.

6 Δείκτες ποιότητας εδάφους για την ποιοτική του αξιολόγηση

Η αξιολόγηση της ποιότητας του εδάφους μπορεί να γίνει με τη χρήση δεικτών, οι οποίοι επηρεάζουν τις διάφορες λειτουργίες του εδάφους και που είναι ευαίσθητοι στις ανθρωπογενείς επιδράσεις. Οι δείκτες αυτοί χωρίζονται κυρίως σε φυσικούς, βιολογικούς αλλά και χημικούς δείκτες. Οι πιο σημαντικοί από αυτούς είναι η κοκκομετρική (μηχανική) σύσταση, το pH, η δομή, η οργανική ουσία, το ανθρακικό ασβέστιο, η υδατοϊκανότητα, το σημείο μάρανσης και η εναλλακτική ικανότητα.

Η κάθε κατηγορία δεικτών ποιότητας εδάφους σχετίζεται με συγκεκριμένες λειτουργίες του εδάφους. Οι χημικοί δείκτες σχετίζονται με την ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων, τις ιδιότητες του νερού, και την ρυθμιστική ικανότητα του εδάφους. Οι φυσικοί με την φυσική σταθερότητα και διατήρηση του εδάφους, τις ιδιότητες του νερού και το περιβάλλον ενώ οι βιολογικοί με τους ζώντες οργανισμούς, την ανακύκλωση θρεπτικών στοιχείων και τη διήθηση του εδάφους. Η επιλογή των πιο σημαντικών δεικτών και τα κρίσιμα όρια τους, τα οποία πρέπει να διατηρηθούν για την εύρυθμη λειτουργία του εδάφους, απαιτούνται για την παρακολούθηση των αλλαγών και τον προσδιορισμό των τάσεων βελτίωσης ή υποβάθμισης της ποιότητας του εδάφους για διάφορες περιοχές, καθώς και για τη χρήση τους τόσο σε εθνικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο (Doran & Parkin, 1996).

6.1 Φυσικοί δείκτες ποιότητας εδάφους

Σαν φυσικοί δείκτες μπορούν να χαρακτηριστούν όλες οι φυσικές ιδιότητες του εδάφους που έχουν σχέση με τη μηχανική σύσταση, τη δομή, τη θερμοκρασία, το πορώδες, την πυκνότητα, το χρώμα και τον αερισμό του εδάφους. Σε αυτές μπορεί να συμπεριληφθεί και το βάθος εδάφους. Αυτοί οι δείκτες είναι πιο εύκολο να μετρηθούν και να εκτιμηθούν στο ύπαιθρο, σε σχέση με τους χημικούς και τους βιολογικούς δείκτες του εδάφους. Παράλληλα οι φυσικοί δείκτες επηρεάζουν κυρίως τις συνθήκες υγρασίας και αερισμού των εδαφών, ενώ οι χημικοί σχετίζονται κυρίως με τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους.

Πίνακας 2: Φυσικοί δείκτες αξιολόγησης ποιότητας εδάφους

• Μηχανική σύσταση
• Δομή
• Θερμοκρασία
• Πορώδες
• Πυκνότητα
• Χρώμα
• Αερισμός
• Βάθος εδάφους

Πηγή: Παπαμίχος, 1996.

6.1.1 Βάθος εδάφους

Το βάθος εδάφους είναι ένας δείκτης που μπορεί να μετρηθεί εύκολα και διαδραματίζει ένα σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της βλάστησης. Όσο αυξάνεται το βάθος του εδάφους υπάρχει περισσότερο διαθέσιμο νερό και θρεπτικά στοιχεία για τη βλάστηση, ενώ όσο μειώνεται το συγκεκριμένο βάθος οι συνθήκες για τη βλάστηση γίνονται πιο δυσμενείς. Επίσης το μικρό βάθος εδάφους, εκτός του ότι μειώνει την αποτελεσματική τροφοδοσία των φυτών με νερό και θρεπτικά στοιχεία, μειώνει την αντίσταση των δέντρων στην εκρίζωση από ανέμους και χιόνια αλλά και την αντίσταση στη διάβρωση. Μικρό βάθος εδάφους συναντάμε σε περιοχές με πετρώματα που αποσαθρώνονται δύσκολα ή σε περιοχές με μεγάλες κλίσεις. Το βάθος εδάφους που είναι ικανοποιητικό για την βλάστηση κυμαίνεται μεταξύ 30-80cm και εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως το είδος εδάφους, το μητρικό πέτρωμα, το ύψος των βροχοπτώσεων, τη διάρκεια της ξηροθερμικής περιόδου και τη θερμοκρασία (Παπαμίχος, 1996).

Στην Κύπρο, λόγω της μεγάλης διάρκειας της ξηρής περιόδου, ένα ελάχιστο βάθος εδάφους είναι αναγκαίο για την ύπαρξη ψηλού δάσους. Αυτό το βάθος του εδάφους θα αποθηκεύσει νερό κατά την χειμερινή περίοδο και θα το παρέχει στη ξυλώδη βλάστηση κατά την θερινή περίοδο. Όταν δεν παρέχεται ικανοποιητική ποσότητα νερού λόγω μικρού βάθους εδάφους, αναπτύσσεται ξηροφυτική βλάστηση παρά ψηλά δάση και επικρατούν οι αείφυλλοι ξηρόφυλλοι θαμνώνες κατά πρώτο λόγο, ενώ εάν είναι μικρότερη η διαθέσιμη υγρασία

επικρατούν τα φρύγανα (ibid).

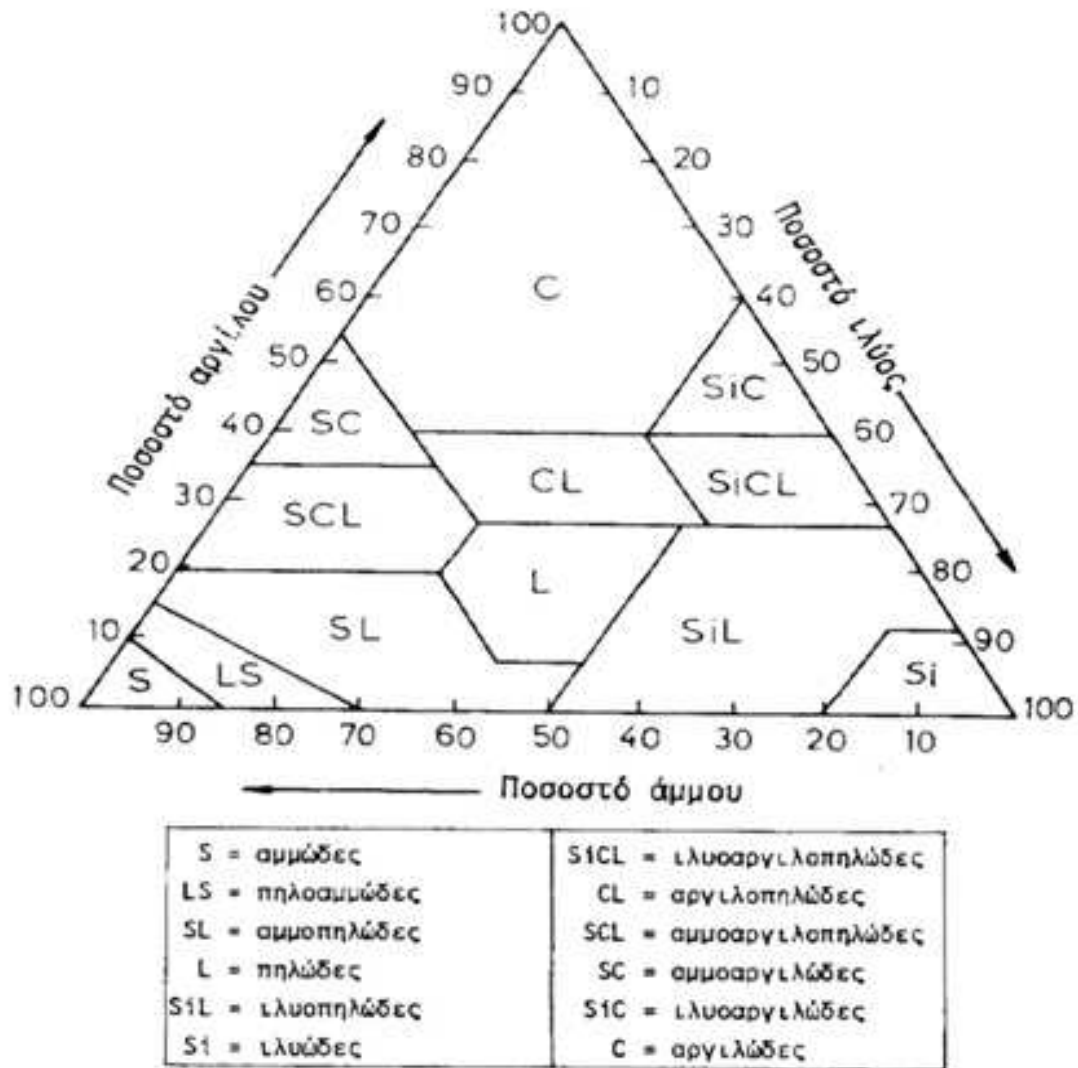
6.1.2 Κοκκομετρική ή μηχανική σύσταση

Το έδαφος αποτελείται από διάφορα θρυμματισμένα ορυκτά, οργανική ουσία, νερό και αέρα. Ως μηχανική σύσταση ορίζεται το εκατοστιαίο ποσοστό των κοκκίων του εδάφους που είναι μικρότερα από 2 mm, δηλαδή η ιλύς και η άργιλος. Οι μεγαλύτεροι από 2 mm χοντροί κόκκοι δηλαδή τα χαλίκια, οι πέτρες, η χοντρή και λεπτή άμμος αποτελούν το σκελετό του εδάφους και διαδραματίζουν ενεργό ρόλο στη διαμόρφωση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους, ενώ επηρεάζουν ελάχιστα τη θρέψη των φυτών. Η ιλύς και η άργιλος είναι το ενεργό μέρος του εδάφους, τόσο από χημική όσο και από φυσική άποψη (Παπαμίχος, 1996).

Η μηχανική σύσταση των εδαφών διακρίνεται σε 4 κατηγορίες: 1) ελαφρά, 2) μέτρια, 3) βαριά και 4) πολύ βαριά. Τα ελαφρά και μέτρια εδάφη είναι τα εδάφη όπου υπερισχύει το ποσοστό της άμμου σε σχέση με αυτό της ιλύς και της αργίλου, ενώ στα βαριά και πολύ βαριά εδάφη συμβαίνει το αντίθετο. Υπερισχύει δηλαδή το ποσοστό της αργίλου σε σχέση με αυτό της ιλύς και της αργίλου .

Από οικολογική σκοπιά, η μηχανική σύσταση έχει μεγάλη σημασία. Η δυνατότητα των εδαφών να συγκρατούν νερό εξαρτάται από την περιεκτικότητα της ιλύς και της αργίλου. Τα αμμώδη εδάφη, λόγω των μεγάλων πόρων που διαθέτουν, βοηθούν τον αέρα και την υγρασία να μετακινείται πιο εύκολα στο έδαφος. Αυτά τα εδάφη συγκρατούν λιγότερο νερό, έχουν δηλαδή μικρή υδατοϊκανότητα και είναι ξηρότερα. Επίσης, θερμαίνονται πιο εύκολα. Τα αργιλώδη εδάφη περιέχουν περισσότερους πόρους που είναι πιο μικροί και εμποδίζουν τη μετακίνηση του νερού και του αέρα. Έτσι συγκρατείται πιο πολλή υγρασία, δεν υπάρχει καλός αερισμός και αποστράγγιση, και τα εδάφη αυτά είναι πιο ψυχρά (ibid).

Επιπρόσθετα, κυρίως η άργιλος και λιγότερο η ιλύς είναι η κύρια πηγή θρεπτικών στοιχείων για τα φυτά αλλά και για τους μικροοργανισμούς του εδάφους. Αυτό οφείλεται στη μεγάλη προσροφητική ικανότητα της αργίλου λόγω της μεγάλης εξωτερικής επιφάνειας των κόκκων της. Κατά κύριο λόγο η γονιμότητα και παραγωγικότητα των εδαφών αυξάνεται με την άνοδο του ποσοστού της ιλύος και της αργίλου στο έδαφος, επειδή με την αύξησή του αυξάνονται και τα θρεπτικά στοιχεία αλλά και η υγρασία (ibid) .



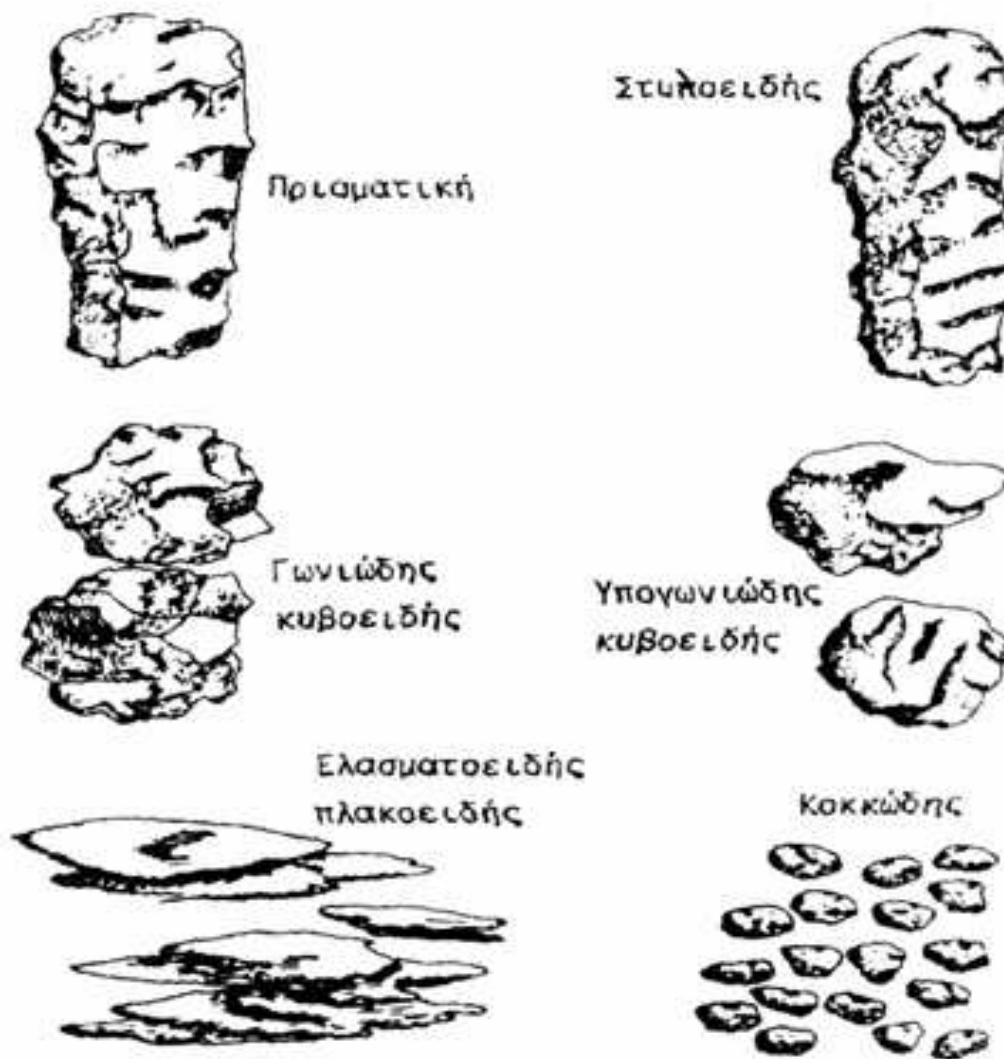
Διάγραμμα 1: Διάγραμμα χαρακτηρισμού των κλάσεων κοκκομετρικής σύστασης των εδαφών.

Πηγή: Βούτσινας et al., 1998.

6.1.3 Δομή του εδάφους

Σαν δομή του εδάφους μπορεί να χαρακτηριστεί ο τρόπος με τον οποίο τα μεμονωμένα κοκκία του εδάφους είναι συνδεδεμένα και τοποθετημένα μεταξύ τους στη φυσική κατάσταση του εδάφους. Τα κοκκία του εδάφους, τις περισσότερες φορές δεν βρίσκονται μεμονωμένα και ανεξάρτητα αλλά συγκολλώνται και δημιουργούν σύνθετους κόκκους ή συσσωματώματα (Παπαμίχος, 1996).

Τα διάφορα σχήματα δομής εδάφους φαίνονται στο πιο κάτω διάγραμμα:



Διάγραμμα 2: Χαρακτηριστικά σχήματα δομής εδάφους

Πηγή: Βούτσινας et al., 1998.

Ο σχηματισμός της δομής είναι μια σύνθετη διεργασία και εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες (Παπαμίχος, 1996):

- 1) Τη μηχανική σύσταση του εδάφους. Στα αμμώδη εδάφη απουσιάζει η δομή ενώ στα αργιλώδη λόγω της παρουσίας της αργίλου υπάρχει σχηματισμός ποικιλίας δομών.
- 2) Την οργανική ουσία. Πιστεύεται ότι η οργανική ουσία είναι ο σπουδαιότερος παράγοντας που συμβάλει στο σχηματισμό δομής. Τα οργανικά κολλοειδή συνδέουν τα μεμονωμένα κοκκία του εδάφους μεταξύ τους και δημιουργούν τις σταθερότερες δομές.
- 3) Το είδος των κατιόντων που είναι κορεσμένα, τα εδαφοσύμπλοκα. Η μεγάλη αναλογία

iónτων Ca συνήθως δημιουργεί καλή δομή ενώ η μεγάλη αναλογία Na^+ η K^+ δημιουργεί συνθήκες διασποράς και κακής δομής. Ευνοϊκή είναι και η ύπαρξη ελευθέρου CaCO_3 , για το σχηματισμό καλής δομής στο έδαφος.

4) Τη συχνή διάβρωση και ξήρανση του εδάφους, που ευνοούν το σχηματισμό συσσωματωμάτων και καλής δομής.

5) Την πήξη και τήξη του εδαφικού νερού, που ευνοεί το σχηματισμό συσσωματωμάτων.

6) Τις ρίζες, που με την αύξηση και την αποσύνθεση ευνοούν τη δημιουργία συσσωματωμάτων με την πίεση που ασκούν οι ρίζες όταν μεγαλώνουν αλλά και με τους κενούς χώρους που δημιουργούν οι ρίζες όταν αποσυντίθενται.

7) Τους μικροοργανισμούς και κυρίως τα σκουλήκια, που ευνοούν το σχηματισμό συσσωματωμάτων. Αυτό οφείλεται στην ανάμειξη των οργανικών ουσιών με το ανόργανο έδαφος στον πεπτικό σωλήνα των σκουληκιών, στις στοές που δημιουργούν και γενικά στην ανάμειξη των οργανικών και ανόργανων ουσιών.

Παράγοντες που μπορεί να καταστρέψουν τη δομή στο έδαφος είναι οι ακόλουθοι:

1) Οι τεχνικές που γίνεται το όργωμα του εδάφους και οι διάφορες δραστηριότητες που γίνονται στο έδαφος και διασπών την οργανική ουσία. Αυτές εμποδίζουν τη συσσώρευση οργανικής ουσίας στο έδαφος και συνάμα διαταράσσουν την υφιστάμενη δομή του εδάφους.

2) Η καλλιέργεια, η βόσκηση ή άλλες γεωργικές πρακτικές που αφήνουν το έδαφος γυμνό και εκτεθειμένο στη φυσική επίδραση της βροχής και την αιολική διάβρωση.

3) Η αφαίρεση ποσοτήτων οργανικής ουσίας και αλλαγή των επιφανειακών συνθηκών εδάφους από την καύση, τη συγκομιδή ή οποιοδήποτε άλλο τρόπο αφαίρεσης υπολειμμάτων των καλλιεργειών.

4) Η χρησιμοποίηση συγκεκριμένων φυτοφαρμάκων επιβλαβών για ωφέλιμους μικροοργανισμούς του εδάφους (Arshad et al., 1996).

Γι' αυτό το λόγο η διατήρηση της δομής είναι εξαιρετικά σημαντική, αφού διαφοροποιεί αρκετές επιδράσεις της μηχανικής σύστασης, επηρεάζει τον αερισμό και τη μετακίνηση της υγρασίας στο έδαφος αλλά και αρκετές άλλες σημαντικές ιδιότητες όπως το πορώδες, τη φαινομενική πυκνότητα και την ικανότητα του νερού και των ριζών να διεισδύουν στο έδαφος. Επίσης η δομή επηρεάζει σημαντικά τη διάβρωση του εδάφους. Τα εδάφη που έχουν κακή δομή περιορίζουν την απορρόφηση του νερού και αυτό οδηγεί στην αύξηση της επιφανειακής απορροής και της διάβρωσης .

6.1.4 Διαθέσιμη υγρασία εδάφους

Η υγρασία του εδάφους είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επιδρά στην ανάπτυξη των φυτών. Ακόμη και το πιο πλούσιο σε θρεπτικά στοιχεία έδαφος δεν μπορεί να συντηρήσει τη βλάστηση χωρίς νερό, αφού δεν υπάρχει υγρασία. Η ξηρασία και έλλειψη υγρασίας περιορίζει την ανάπτυξη των φυτών πιο πολύ από οποιονδήποτε άλλο παράγοντα. Το νερό επηρεάζει σχεδόν όλες τις βιολογικές και χημικές αντιδράσεις του εδάφους, είναι μέσο διάλυσης και μεταφοράς θρεπτικών στοιχείων και έχει ένα ενεργό ρόλο στη φωτοσύνθεση και διαπνοή των φυτών.

Σαν διαθέσιμη υγρασία μπορεί να χαρακτηριστεί η ποσότητα του ύδατος που συγκρατείται ανάμεσα της αγροϊκανότητας και του συντελεστή μαρασμού και μπορεί να βρεθεί αν αφαιρεθεί ο συντελεστής μαρασμού από την αγροϊκανότητα. Η τιμή της διαθέσιμης υγρασίας εξαρτάται από όλους εκείνους τους παράγοντες που επηρεάζουν την υδατοϊκανότητα και το σημείο μόνιμης μάρανσης. Δηλαδή επηρεάζεται σημαντικά από α) την κοκκομετρική σύσταση του εδάφους β) τη δομή γ) το πορώδες και τον τρόπο που κατανέμεται το μέγεθος των πόρων. Η αγροϊκανότητα ή η υδατοϊκανότητα, είναι το συνολικό ποσοστό ύδατος που συγκρατεί το έδαφος όταν απομακρυνθεί το διηθητό νερό και σταματήσει η καθοδική κίνηση του νερού. Ένας άλλος όρος αρκετά σημαντικός που χρησιμοποιείται για την εύρεση της διαθέσιμης υγρασίας προς τα φυτά είναι το σημείο μόνιμου μαρασμού ή συντελεστής μάρανσης. Αυτή η τιμή είναι η ποσότητα που έχει το έδαφος τη στιγμή που τα φυτά μαραίνονται μόνιμα. Σε αυτή την κατάσταση όλο το νερό του εδάφους που μπορεί να απορροφηθεί από τα φυτά έχει εξαντληθεί. Ο συντελεστής μαρασμού είναι ύψιστης σημασίας για τη διαθέσιμη για τα φυτά υγρασία. Εξαρτάται από το είδος του εδάφους, του φυτού και τις συνθήκες περιβάλλοντος. Γενικά τα αργιλώδη εδάφη έχουν μεγαλύτερο συντελεστή μαρασμού από τα αμμώδη εδάφη (Παπαμίχος, 1996).

Η συνολική ποσότητα νερού που χρειάζεται ένα φυτικό είδος για να παράξει ένα κιλό ξηρής οργανικής ουσίας ονομάζεται συντελεστής διαπνοής. Αυτή η ποσότητα νερού εξαρτάται από το είδος του φυτού, τις κλιματικές και τις εδαφικές συνθήκες. Το κάθε έδαφος μπορεί να συγκρατήσει μια καθορισμένη ποσότητα νερού, η οποία εξαρτάται κυρίως από το πορώδες, τη μηχανική σύσταση και την περιεχόμενη σε αυτό οργανική ουσία (Σιδηράς, 2002).

Πέραν της άμεσης επίδρασης στην αύξηση των φυτών, το νερό επηρεάζει και άλλες σημαντικές παραμέτρους όπως τη θερμοκρασία και τον αερισμό του εδάφους, τη

μικροβιολογική δραστηριότητα στο έδαφος, την πρόσληψη των θρεπτικών ουσιών και τη συγκέντρωση των τοξικών ουσιών (Παπαμίχος, 1996). Παράλληλα η εδαφική υγρασία επηρεάζει τη δυσκολία καλλιέργειας και τη δυνατότητα χρήσης των εδαφών. Επίσης επηρεάζει την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος αλλά και την αντοχή των δέντρων στις ασθένειες και τα έντομα.

6.2 Χημικοί δείκτες ποιότητας εδάφους

Οι χημικοί δείκτες μπορούν να δώσουν χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με την ισορροπία μεταξύ του εδαφικού διαλύματος (νερό του εδάφους και θρεπτικά συστατικά) και της ανταλλαγής κατιόντων (άργιλου, οργανικής ύλης), την υγεία των φυτών, τις διατροφικές ανάγκες των φυτών και της μικροπανίδας του εδάφους, τα επίπεδα των ρύπων του εδάφους και τη διαθεσιμότητά και πρόσληψη τους από τα ζώα και τα φυτά (Doran & Parkin, 1996).

Πίνακας 1: Χημικοί δείκτες ποιότητας εδάφους

• ολικό οργανικό C και N
• pH και ηλεκτρική αγωγιμότητα
• ανόργανο N (αμμωνίου και νιτρικού αζώτου), P και K
• μικροβιακή βιομάζα C και N και ενδεχομένως ανοργανοποίηση του N
• αναπνοή του εδάφους, λόγος βιομάζας C / συνολικό οργανικό C και λόγος της αναπνοής / βιομάζα.

Πηγή: Doran & Parkin, 1996.

6.2.1 Κολλοειδή του εδάφους - Εναλλακτική ικανότητα εδάφους

Το μεγαλύτερο μέρος των χημικών αντιδράσεων που συντελούνται στο έδαφος, συμβαίνουν στην άργιλο και την οργανική ουσία που μαζί αποτελούν το κολλοειδές μέρος του εδάφους. Η άργιλος είναι τα ανόργανα κολλοειδή και είναι τα τελικά προϊόντα της αποσύνθεσης των πετρωμάτων και των πρωταρχικών ορυκτών, ενώ τα οργανικά κολλοειδή (οργανική ουσία-

χούμος) είναι τα τελικά προϊόντα της αποσύνθεσης των φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων που συντελείται στο έδαφος (Παπαμίχος, 1996).

Τα κολλοειδή του εδάφους ως συνήθως είναι αρνητικά φορτισμένα και έλκουν και συγκρατούν τα κατίοντα που υπάρχουν στο έδαφος, ενώ απωθούν τα ανιόντα. Έτσι κάποια στοιχεία που βρίσκονται σαν ανιόντα στο έδαφος μπορεί να εκπλένονται και να παρατηρηθεί έλλειψή τους στο έδαφος, ενώ άλλα που υπάρχουν ως ανιόντα να συγκρατούνται από τα κολλοειδή. Η ιδιότητα αυτή των εδαφών να συγκρατούν τα κολλοειδή και να τα προφυλάσσουν από την έκπλυση ονομάζεται ικανότητα προσρόφησης ιόντων (ibid).

Τα διάφορα κατίοντα που είναι προσροφημένα από τα κολλοειδή, συγκρατούνται στην επιφάνειά τους ώστε να μπορούν να αντικατασταθούν από άλλα κατίοντα που βρίσκονται στο εδαφικό διάλυμα. Τα διάφορα κατίοντα που προσροφώνται από τα κολλοειδή βρίσκονται σε ισορροπία με τα κολλοειδή του εδαφικού διαλύματος. Η διεργασία αυτή των κολλοειδών του εδάφους, όπου τα κατίοντα που έχουν προσροφηθεί από αυτά ανταλλάσσονται με άλλα κατίοντα του εδαφικού διαλύματος, ονομάζεται εναλλαγή κατιόντων. Η συνολική ποσότητα των κατιόντων που μπορούν να προσροφήσουν τα κολλοειδή του εδάφους και να τα συγκρατήσουν σε ανταλλάξιμη μορφή ονομάζεται εναλλακτική ικανότητα κατιόντων (ibid).

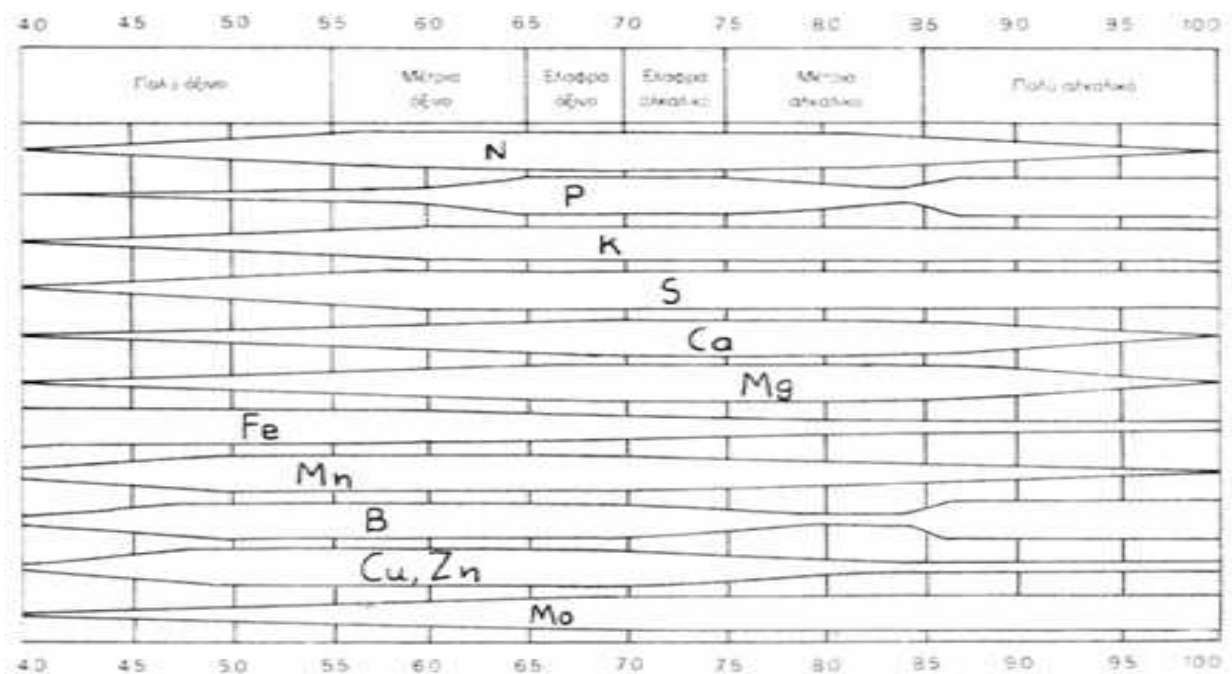
Το κάθε έδαφος όμως έχει διαφορετική δυνατότητα συγκράτησης κατιόντων. Αυτό οφείλεται στο ότι το κάθε είδος εδάφους έχει διαφορετική περιεκτικότητα σε ανόργανα και οργανικά κολλοειδή και στο ότι τα διαφορετικά είδη αργίλου και οργανικής ουσίας έχουν διαφορετική ικανότητα προσρόφησης κατιόντων. Τα τρία κύρια είδη αργίλου, каоλινίτης, ιλλίτης και μοντμοριλλονίτης, έχουν ικανότητες προσρόφησης κατιόντων περίπου 5-10, 20-40 και 80-110 meq/100g αντίστοιχα. Από την άλλη η οργανική ουσία μπορεί να έχει προσροφητική ικανότητα κατιόντων περίπου 200 - 400 meq/100g. Η άμμος και η ιλύς έχουν πολύ μικρή εναλλακτική ικανότητα και γι' αυτό τα εδάφη που είναι αμμώδη ή έχουν μεγάλα ποσοστά ιλύς είναι μικρής γονιμότητας (ibid).

Η τιμή της εναλλακτικής ικανότητας επηρεάζεται πάρα πολύ από την τιμή του pH. Όσο αυξάνεται το pH αυξάνεται και η εναλλακτική ικανότητα του εδάφους, γιατί αυξάνει τα αρνητικά φορτία των κολλοειδών και παράλληλα την προσρόφηση κατιόντων. Επίσης η εναλλακτική ικανότητα του εδάφους αυξάνεται σημαντικά με την αύξηση της τιμής της οργανικής ουσίας.

Η εναλλακτική ικανότητα προσρόφησης κατιόντων από τα κολλοειδή του εδάφους έχει μεγάλη οικολογική σημασία, αφού με αυτό τον μηχανισμό ανταλλαγής των ιόντων γίνεται η πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά.

6.2.2 pH του εδάφους

Σαν pH ή αντίδραση του εδάφους μπορεί να οριστεί ο βαθμός οξύτητας ή αλκαλικότητας του εδάφους ή η σχέση μεταξύ των ποσοστών των ιόντων H^+ και OH^- του εδάφους. Το pH του εδάφους επηρεάζει φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες και διεργασίες του εδάφους, καθώς και την ανάπτυξη των φυτών. Η πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων, η ανάπτυξη και η απόδοση της γεωργικής παραγωγής μειώνονται όταν το pH είναι χαμηλό και αυξάνονται όταν το pH αυξάνεται μέχρι ένα άριστο σημείο (Smith & Doran, 1996). Το pH του εδάφους είναι αρκετά σημαντικό αφού επηρεάζει αρκετά το είδος αλλά και τη δράση των μικροοργανισμών, τη διαλυτότητα των θρεπτικών στοιχείων και γενικά τη θρέψη των φυτών. Τα εδάφη διακρίνονται σε ουδέτερα όταν το pH τους είναι ίσο με 7, σε αλκαλικά όταν επικρατούν τα OH^- και το pH είναι μεγαλύτερο από 7 και σε όξινα όταν επικρατούν τα H^+ και το pH είναι μικρότερο από 7. Τα όξινα εδάφη βρίσκονται συνήθως σε περιοχές με έντονες βροχοπτώσεις όπου εκπλύνονται και απομακρύνονται οι βάσεις, ενώ τα αλκαλικά εδάφη κυρίως σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές. Η περιοχή που εξασφαλίζει τις καλύτερες συνθήκες διαθεσιμότητας των θρεπτικών στοιχείων είναι η περιοχή μεταξύ ελαφρώς όξινων μέχρι τα ελαφρά βασικά εδάφη (pH 5,0-7,5) (Παπαμίχος, 1996).



Διάγραμμα 3: Αφομοίωση θρεπτικών στοιχείων με τη μεταβολή του pH

Πηγή: Βούτσινος et al., 1998.

6.2.3 Ανθρακικό ασβέστιο (CaCO₃)

Το CaCO₃ στο έδαφος προσέρχεται από την αποσάθρωση συγκεκριμένων μητρικών πετρωμάτων όπως τους ασβεστόλιθους και τους δολομίτες. Παράλληλα βρίσκεται σε πολλά πυριτικά ορυκτά, στο γύψο και τον απατίτη (Παπαμίχος, 1996). Στα κυπριακά εδάφη σπάνια εμφανίζεται έλλειψη ανθρακικού ασβεστίου. Στα περισσότερα εδάφη υπάρχει περίσσεια ασβεστίου, ιδιαίτερα στα ασπροχώματα και στις χαμηλότερες και ξηρότερες περιοχές. Αντίθετα τα κοκκινοχώματα έχουν περιορισμένα ποσοστά ανθρακικού ασβεστίου ενώ στα ορεινά εδάφη του Τροόδου απουσιάζει σχεδόν παντελώς (Τμήμα Περιβάλλοντος, 2008).

Το ανθρακικό ασβέστιο είναι ένα αρκετά σημαντικό στοιχείο του εδάφους, αφού επηρεάζει διάφορες ιδιότητες του εδάφους όπως το pH, τη δομή, τον αερισμό και τη σχετική υγρασία. Επίσης το Ca ρυθμίζει την οξύτητα του εδάφους και τη διαλυτότητα πολλών θρεπτικών στοιχείων και έτσι επηρεάζει τη θρέψη των φυτών. Η μεγάλη αναλογία ιόντων Ca δημιουργεί συνθήκες καλής δομής αφού ευνοεί την ανάπτυξη συσσωματωμάτων. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία του επιθυμητού πορώδους και ευνοϊκές συνθήκες αερισμού και αποστράγγισης, που είναι αναγκαίες για την καλή ανάπτυξη της βλάστησης (Παπαμίχος, 1996).

Το Ca είναι συστατικό του πρωτοπλάσματος και των τοιχωμάτων των κυττάρων. Υπάρχει μεγάλη ανταγωνιστικότητα με το K και σε αντίθεση με αυτό περιορίζει την πρόσληψη του νερού από τα φυτά και αυξάνει τη διαπνοή. Άρα, όταν υπάρχουν μεγάλες ποσότητες Ca στο έδαφος αυξάνεται και η επίδραση της ξηρασίας. Γενικά οι λόγοι της δυσμενούς ανάπτυξης της βλάστησης σε ασβεστόλιθους και ξηρά κλίματα είναι η έλλειψη καλίου και φωσφόρου, η υψηλή περιεκτικότητα σε ανθρακικό ασβέστιο, το ψηλό pH, η δέσμευση του φωσφόρου, σιδήρου, μαγγανίου και άλλων ιχνοστοιχείων και οι σηψηρριζίες και οι ασθένειες των ριζών στα κωνοφόρα (Wilde, 1958). Πέραν αυτών, το πιο σημαντικό είναι η έλλειψη υγρασίας γιατί τα εδάφη που σχηματίζονται πάνω στους ασβεστόλιθους αποστραγγίζονται καλά, είναι θερμά και ως επακόλουθο είναι ξηρότερα από τα εδάφη άλλων μητρικών πετρωμάτων.

6.2.4 Ηλεκτρική αγωγιμότητα EC

Σαν ηλεκτρική αγωγιμότητα εδάφους μπορεί να χαρακτηριστεί η ποσότητα των αλάτων που υπάρχουν στο έδαφος. Άλατα απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών περιέχουν όλα τα εδάφη. Όμως η περίσσεια αλάτων στο έδαφος μπορεί να οδηγήσει σε δυσμενή ανάπτυξη των

φυτών. Εδάφη με περίσσεια περιεκτικότητα αλάτων εντοπίζονται σε ημίξηρες περιοχές της χώρας, όπου η μέση βροχόπτωση είναι χαμηλή και επιτρέπει στα άλατα να συγκεντρώνονται στο εδαφικό προφίλ. Η μέτρηση και προσδιορισμός της τιμής της ηλεκτρικής αγωγιμότητας προσδιορίζει την ποσότητα των κατιόντων ή ανιόντων (αλάτων). Όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα των ανιόντων ή κατιόντων, τόσο μεγαλύτερη είναι η ηλεκτρική αγωγιμότητα. Οι ιδανικές της τιμές που προάγουν την κανονική ανάπτυξη των φυτών κυμαίνονται μεταξύ 0 και 0.8 dS/m. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα επηρεάζεται σημαντικά από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος (NRCS, 2001). Γενικά, έχει υπολογιστεί ότι η ηλεκτρική αγωγιμότητα του διαλύματος αυξάνεται με τη θερμοκρασία σε ένα ρυθμό περίπου 1,9% ανά 1 C αύξηση (Rhoades, 1993).

6.3 Βιολογικοί δείκτες ποιότητας εδάφους

Οι βιολογικοί δείκτες συνδέονται με τους οργανισμούς που αποτελούν το τροφικό πλέγμα του εδάφους που είναι υπεύθυνο για την αποσύνθεση της οργανικής ύλης και την ανακύκλωση των θρεπτικών ουσιών. Πληροφορίες σχετικά με τον αριθμό των οργανισμών, τόσο των ατόμων όσο και των ειδών που εκτελούν παρόμοιες λειτουργίες, μπορεί να δείξουν την ικανότητα του εδάφους να λειτουργήσει ή να ανακάμψει μετά από μια διαταραχή (αντίσταση και ανθεκτικότητα). Στους δείκτες αυτούς συγκαταλέγονται οι γεωσκώληκες και οι διάφοροι οργανισμοί του εδάφους, η οργανική ουσία, το διαθέσιμο άζωτο, η αναπνοή, τα ένζυμα του εδάφους και ο συνολικός οργανικός άνθρακας (Doran and Parkin, 1996).

Πίνακας 4: Βιολογικοί δείκτες ποιότητας εδάφους

1. Γεωσκώληκες
2. Αναπνοή του εδάφους, λόγος βιομάζας C / συνολικό οργανικό C και λόγος της αναπνοής / βιομάζα.
3. Ένζυμα
4. Μικροβιακή βιομάζα C και N και ενδεχομένως ανοργανοποίηση του N
5. Ανόργανο N (αμμωνίου και νιτρικού αζώτου), P και K
6. Οργανική Ουσία

Πηγή: Doran & Parkin, 1996.

6.3.1 Οργανική ουσία

Η οργανική ουσία, ή πιο συγκεκριμένα ο άνθρακας στο έδαφος, ξεπερνά και τις τρεις κατηγορίες δεικτών και έχει την πιο ευρέως αναγνωρισμένη επίδραση στην ποιότητα του εδάφους. Η οργανική ουσία είναι συνδεδεμένη με όλες τις λειτουργίες του εδάφους. Επηρεάζει άλλους δείκτες όπως τη σταθερότητα της δομής, τη συγκράτηση των θρεπτικών στοιχείων και τη διαθεσιμότητά τους και την ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων. Η οργανική ουσία είναι η ίδια ένας δείκτης της ποιότητας του εδάφους.

Η οργανική ουσία είναι αρκετά σημαντική τόσο στο σχηματισμό όσο και στη γονιμότητα των εδαφών. Ο ρόλος της είναι αρκετά ευεργετικός στις διάφορες διεργασίες που γίνονται στο έδαφος όπως της αποσάθρωσης αλλά και του σχηματισμού του εδάφους, της δομής και του εφοδιασμού των φυτών με θρεπτικά στοιχεία.

Τα οργανικά υπολείμματα όπως φύλλα, φλοιός, ξύλο και ρίζες επιστρέφουν στο έδαφος και περιέχουν μεγάλες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων. Για να είναι διαθέσιμα τα θρεπτικά στοιχεία στα φυτά πρέπει τα οργανικά υπολείμματα να αποσυντεθούν ώστε τα θρεπτικά στοιχεία να μετατραπούν σε ανόργανη μορφή, εύληπτη για τα φυτά. Ο ρυθμός με τον οποίο αποσυντίθενται τα θρεπτικά στοιχεία εξαρτάται κυρίως από τις κλιματικές συνθήκες, τη σύσταση των οργανικών υπολειμμάτων, τις συνθήκες εδάφους και τους μικροοργανισμούς.

Κλιματικές συνθήκες: Η θερμοκρασία αλλά και η υγρασία είναι οι δύο παράγοντες που επηρεάζουν την αποσύνθεση της οργανικής ουσίας λόγω του τρόπου που επιδρούν α) στο είδος της βλάστησης, β) στην ποσότητα της οργανικής ουσίας που παράγεται και φτάνει στο έδαφος και γ) στη δραστηριότητα των οργανισμών που αποσυνθέτουν την οργανική ουσία. Η οργανική ουσία αποσυντίθεται ταχύτερα κάτω από συνθήκες μέσης θερμοκρασίας γύρω στους 30-40 βαθμούς C^o και μέσης υγρασίας γύρω στο 60-80% της υδατοϊκανότητας.

Σύσταση των οργανικών υπολειμμάτων: Η χημική σύσταση των φυτικών υπολειμμάτων εξαρτάται από το είδος του φυτού και το μέρος του φυτού από όπου προέρχονται (φύλλα, φλοιός, κλαδιά, κορμός). Οι οργανικές ουσίες που συνθέτουν τα φυτικά υπολείμματα διακρίνονται σε τέσσερις ομάδες: α) υδατάνθρακες, β) λιγνίνη, γ) αζωτούχα προϊόντα και δ) λίπη, κηροί, ρητίνες, τανίνες κ.λ.π. Η μέση σύνθεση της ξηρής οργανικής ουσίας των υπολειμμάτων είναι: C47%, O44%, H7%, N 1%, και τα υπόλοιπα στοιχεία μέχρι 1% (Παπαμίχος, 1996).

Γενικά, ανάλογα με τα συστατικά των διαφόρων φυτικών υπολλειμάτων, ξεκινώντας από αυτά που αποσυντίθενται πιο εύκολα προς αυτά που αποσυντίθενται πιο δύσκολα, ο ρυθμός αποσύνθεσης είναι ο εξής: Σάκχαρα και υδατοδιάλυτες ουσίες \Rightarrow πολυσακχαρίτες \Rightarrow πρωτεΐνες \Rightarrow ημικυτταρίνες \Rightarrow κυτταρίνη \Rightarrow λιγνίνη \Rightarrow τανίνες, ρητίνη, λίπη, κηροί. Άρα όσο πλουσιότερα είναι τα φυτικά υπολείμματα σε λιγνίνη, ρητίνες, τανίνες και κηρούς τόσο δυσκολότερα αποσυντίθενται. Επίσης σημαντικό ρόλο παίζει και η περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία και ιδίως άζωτο. Όσο περισσότερο άζωτο έχουν τα φυτικά υπολείμματα, τόσο γρηγορότερα αποσυντίθεται. Γενικά ο λόγος C/N είναι ένα καλός δείκτης της αποσύνθεσης των οργανικών υπολλειμάτων και όσο περισσότερα είναι το N τόσο ευνοϊκότερη είναι η απελευθέρωση των θρεπτικών στοιχείων (ibid).

Τα φυτικά υπολείμματα ανάλογα με το είδος του φυτού και το μέρος του αποσυντίθενται με διαφορετικό ρυθμό. Τα φυτικά υπολείμματα των ψυχανθών διασπώνται πολύ γρήγορα, τα υπολείμματα των πλατύφυλλων πιο γρήγορα από των κωνοφόρων και τα φύλλα πιο γρήγορα από τα κλαδιά και τον κορμό. βοήθεια των μικροοργανισμών. Σε φτωχά και υγρά και ψυχρά κλίματα, τα υπολείμματα είναι φτωχά σε βάσεις και επικρατούν όξινες συνθήκες και οι μύκητες. Η αποσύνθεση είναι αργή και ο χούμος που σχηματίζεται είναι ακατέργαστος ή τύπου mor. Όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές, δηλαδή το κλίμα (θερμοκρασία, υγρασία), η οξύτητα και οι θρεπτικές ουσίες στο έδαφος και στα φυτικά υπολείμματα, επικρατούν στο έδαφος τα βακτήρια και οι ακτινομύκητες παρά οι μύκητες, και η αποσύνθεση είναι γρηγορότερη (ibid).

Γενικά η επίδραση της οργανικής ουσίας στο έδαφος είναι πολύ σημαντική διότι βελτιώνει τις φυσικές του ιδιότητες (δομή, αερισμό, διήθηση) και περιορίζει αισθητά την επιφανειακή απορροή και τη διάβρωση. Επίσης μειώνει την τοξικότητα των τοξικών ουσιών, αυξάνει την εναλλακτική ικανότητα του εδάφους, αυξάνει τη διάσπαση των ορυκτών και την απελευθέρωση των θρεπτικών στοιχείων και περιορίζει την έκπλυση των θρεπτικών στοιχείων με τον σχηματισμό χηλικών ενώσεων. Επίσης αυξάνει την υδατοϊκανότητα του εδάφους και αυξάνει τη δράση των μικροοργανισμών του εδάφους (ibid).

Η οργανική ουσία μπορεί να μετρηθεί στο εργαστήριο με καύση. Το έδαφος όπου θέλουμε να υπολογιστεί η οργανική ουσία ξηραίνεται και αποτεφρώνεται σε φούρνο υψηλής θερμοκρασίας. Από το ποσοστό της απώλειας του βάρους του εδάφους από την καύση υπολογίζεται η ποσότητα της οργανικής ουσίας (ibid).

6.3.2 Γεωσκώληκες

Η σημασία της πανίδας του εδάφους είναι αρκετά σημαντική, αφού επηρεάζει το ρυθμό της αποσύνθεσης της νεκρής οργανικής ύλης με τον μικροτεμαχισμό των οργανικών υπολειμμάτων που επιτελεί, με τη διαφοροποίηση και αλλοίωση που προκαλείται σε αυτά όταν διαπερνούν μέσα από το πεπτικό τους σύστημα και την ανάμειξη των υπολειμμάτων με το ανόργανο έδαφος. Από ένα μεγάλο αριθμό οργανισμών που διαβιώνουν στο έδαφος και διατελούν σημαντικές διεργασίες οι πιο σημαντικοί είναι οι γεωσκώληκες.

Τα σκουλήκια συγκεντρώνονται στην επιφάνεια του εδάφους όπου υπάρχει περισσότερη οργανική ουσία. Όσο αυξάνεται η οργανική ουσία αυξάνεται και ο αριθμός τους. Χαμηλός αριθμός ή απουσία γεωσκωλήκων είναι ένας δείκτης λίγων ή καθόλου οργανικών υπολειμμάτων στο έδαφος ή και υψηλής θερμοκρασία του εδάφους και χαμηλής υγρασίας, που επιδρούν αρνητικά όχι μόνο στους γεωσκώληκες, αλλά και στην ικανοποιητική παραγωγή των καλλιεργειών (Παπαμίχος, 1996).

Η χρήση κάποιων φυτοφαρμάκων δημιουργεί πολλά προβλήματα στους γεωσκώληκες και μπορεί να μειώσει δραστικά τον αριθμό τους. Αντίθετα, οι ακόλουθες πρακτικές ενισχύουν τους πληθυσμούς των γεωσκωλήκων:

- Όργωμα του εδάφους.
- Αμειψισπορά.
- Προσθήκη κοπριάς και βιολογικών υποπροϊόντων στο έδαφος.
- Ορθολογιστική διαχείριση των βοσκότοπων.
- Διαχείριση της αντίδρασης του εδάφους (pH).
- Άρδευση ή αποστράγγιση του εδάφους.

(Hubbard, 1999)

Οι πληθυσμοί των γεωσκωλήκων μετριούνται με βάση τον αριθμό των γεωσκωλήκων ανά m^2 . Οι γεωσκώληκες τρώνε τα νεκρά φύλλα και αυτά διαπερνούν από το πεπτικό τους σύστημα μαζί με μεγάλες ποσότητες εδάφους πετυχαίνοντας τον πολυτεμαχισμό και ανάμειξη τους με το ανόργανο έδαφος επιταχύνοντας της ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων. Παράλληλα διευκολύνουν το σχηματισμό καλής δομής στα εδάφη (ibid).

Όταν επικρατούν ιδανικές συνθήκες κλίματος, εδάφους και βλάστησης η δραστηριότητα τους είναι έντονη. Το αποτέλεσμα αυτής της έντονης δραστηριότητας είναι η αύξηση στο

πορώδες, της βελτίωσης του αερισμού και της διήθησης των κατακρημνισμάτων, κάτι που συντελεί και στην βελτίωση της παραγωγικότητας των εδαφών. Γενικά προτιμούν υγρά και πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία εδάφη ενώ αποφεύγουν τα όξινα και ξηρά εδάφη. Απαντώνται σε πλούσια εδάφη πλατύφυλλων ή και μικτών δασών αλλά και σε λειμώνες και κήπους (Παπαμίχος, 1996).

6.3.3 Ένζυμα του εδάφους

Τα ένζυμα μπορούν να χαρακτηριστούν σαν βιολογικοί καταλύτες που επιταχύνουν τις βιοχημικές αντιδράσεις (Τσέκος, 2004). Τα ένζυμα του εδάφους αυξάνουν το ρυθμό στον οποίο τα υπολείμματα των φυτών αποσυντίθενται και απελευθερώνουν τις διαθέσιμες θρεπτικές ουσίες για τα φυτά. Η ουσία που ενεργοποιείται από ένα ένζυμο του εδάφους ονομάζεται υπόστρωμα. Για παράδειγμα, η γλυκοσιδάση (ένζυμο εδάφους) διασπά τη γλυκόζη από τον γλυκοζίτη (υπόστρωμα), μια ένωση κοινή στα φυτά. Τα ένζυμα ειδικεύονται σε ένα συγκεκριμένο υπόστρωμα και έχουν δραστικές θέσεις που συνδέονται με το υπόστρωμα, για να σχηματίσουν ένα προσωρινό σύμπλοκο. Η ενζυματική αντίδραση απελευθερώνει ένα προϊόν, το οποίο μπορεί να είναι ένα θρεπτικό συστατικό που περιέχεται στο υπόστρωμα (Dick, 1994).

Ο ρόλος των ενζύμων είναι αρκετά σημαντικός. Τα ένζυμα ανταποκρίνονται στις αλλαγές της διαχείρισης του εδάφους πολύ πριν να είναι ανιχνεύσιμες άλλες αλλαγές των δεικτών ποιότητας του εδάφους. Τα ένζυμα του εδάφους διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην αποσύνθεση της οργανικής ύλης και στην ανακύκλωση των θρεπτικών ουσιών. Κάποια ένζυμα διευκολύνουν μόνο τη διάσπαση της οργανικής ύλης (π.χ. υδρολάση, ή η γλυκοσιδάση), ενώ άλλα εμπλέκονται στην ανοργανοποίηση των θρεπτικών συστατικών (π.χ. αμιδάση, ουρεάση, φωσφατάση, θειικά). Με εξαίρεση τη δραστηριότητα της φωσφατάσης, δεν υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις ότι σχετίζεται άμεσα η ενζυμική δραστηριότητα με τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών ή την παραγωγικότητα των καλλιεργειών. Η σχέση μπορεί να είναι έμμεση, θεωρώντας την ανοργανοποίηση των θρεπτικών συστατικών των φυτών σε διαθέσιμες μορφές να επιτυγχάνεται με τη συμβολή της δραστηριότητας του ενζύμου (ibid).

Η απουσία ή ο περιορισμός των ενζύμων του εδάφους εμποδίζει ή μειώνει τις διεργασίες του εδάφους που μπορούν να επηρεάσουν τη θρέψη των φυτών. Κακή ενζυμική δραστηριότητα (π.χ. ένζυμα που διασπούν φυτοφάρμακα), μπορεί να οδηγήσει σε συσσώρευση των χημικών

ουσιών που είναι επιβλαβείς για το περιβάλλον. Η τροποποίηση των οργανικών ουσιών και η αμειψισπορά έχει αποδειχθεί ότι ενισχύουν την ενζυμική δραστηριότητα. Η θετική επίδραση των βοσκότοπων συνδέεται περισσότερο με την είσοδο της ζωικής κοπριάς και λιγότερο από τη διατάραξη του εδάφους. Γεωργικές μέθοδοι που τροποποιούν το pH του εδάφους μπορεί επίσης να αλλάξουν τη δραστικότητα του ενζύμου (ibid).

Τα ένζυμα μετρώνται έμμεσα με το προσδιορισμό της δραστικότητάς τους στο εργαστήριο, χρησιμοποιώντας βιοχημικούς προσδιορισμούς. Η σύγκριση των επιπτώσεων στα ένζυμα από τις διάφορες μεθόδους διαχείρισης μπορεί να υπολογιστεί με μετρήσεις, αρχικά από το μη διαταραγμένο έδαφος και ακολούθως να ληφθεί δείγμα στο ίδιο έδαφος μετά από ένα χρονικό διάστημα διαφοροποίησης της διαχείρισής του (ibid).

6.3.4 Αναπνοή

Η αναπνοή του εδάφους είναι η διαδικασία κατά την οποία το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) απελευθερώνεται από το έδαφος. Το διοξείδιο του άνθρακα μπορεί να προέρχεται από διάφορες πηγές όπως την αερόβια μικροβιακή αποσύνθεση της οργανικής ύλης στο έδαφος, από την αναπνοή των ριζών των φυτών και της πανίδας, και τελικά από τη διάλυση των ανθρακικών αλάτων στο εδαφικό διάλυμα. Η αναπνοή του εδάφους είναι ένα μέτρο της βιολογικής δραστηριότητας και της αποσύνθεσης της νεκρής οργανικής ύλης (Parkin, Doran & Franco-Vizcaíno, 1996).

Ο ρυθμός απελευθέρωσης του CO₂ εκφράζεται ως CO₂-C κιλά / στρέμμα / ημέρα. Μπορεί να μετρηθεί με απλές μεθόδους πεδίου ή πιο εξελιγμένες μεθόδους πεδίου και εργαστηριακές μεθόδους. Κατά την αποσύνθεση της νεκρής οργανικής ουσίας, οργανικές θρεπτικές ουσίες που περιέχονται σε οργανική ύλη (π.χ. οργανικό φώσφορο, άζωτο και θείο) μετατρέπονται σε ανόργανες μορφές που είναι διαθέσιμες για πρόσληψη από τα φυτά. Αυτή η μετατροπή είναι γνωστή ως ανοργανοποίηση, ενώ η αναπνοή του εδάφους είναι γνωστή και ως ανοργανοποίηση του άνθρακα (ibid).

Ο ρόλος της αναπνοής είναι ότι αντικατοπτρίζει την ικανότητα του εδάφους να υποστηρίξει τη ζωή, συμπεριλαμβανομένων των γεωργικών καλλιεργειών, των ζώων του εδάφους και των μικροοργανισμών. Παράλληλα περιγράφει το ύψος της μικροβιακής δραστηριότητας, την περιεκτικότητά της σε νεκρή οργανική ύλη και την αποσύνθεσή της. Στο εργαστήριο, η αναπνοή του εδάφους μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της εδαφικής μικροβιακής βιομάζας και εξάγει κάποια συμπεράσματα σχετικά με την ανακύκλωση των θρεπτικών

στοιχείων στο έδαφος. Η αναπνοή του εδάφους παρέχει επίσης μια ένδειξη για την ικανότητα του εδάφους να στηρίζει την ανάπτυξη των φυτών (ibid).

Ο ρυθμός της αναπνοής κάτω από ευνοϊκές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας γενικά περιορίζεται από την παροχή της νεκρής οργανικής ύλης. Γεωργικές πρακτικές που αυξάνουν την περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία συνήθως ενισχύουν και την αναπνοή.

Οι ακόλουθες πρακτικές έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν σημαντικά τον ρυθμό αποσύνθεσης της οργανικής ουσίας και έμμεσα την αναπνοή του εδάφους, όταν οι υπόλοιποι παράγοντες που την ευνοούν είναι στο βέλτιστο:

- ο Όργωμα του εδάφους.
- ο Προσθήκη κοπριάς και άλλων οργανικών ουσιών.
- ο Εναλλαγή καλλιεργειών που παράγουν αρκετά νεκρά υπολείμματα και βαθιές ρίζες.
- ο Καλλιέργειες για χλωρή λίπανση.
- ο Άρδευση ή αποστράγγιση (ibid).

6.3.5 Συνολικός οργανικός άνθρακας

Ο συνολικός οργανικός άνθρακας είναι ο άνθρακας που είναι αποθηκευμένος στην οργανική ουσία του εδάφους. Ο οργανικός άνθρακας εισέρχεται στο έδαφος μέσα από την αποσύνθεση φυτικών και ζωικών απορριμμάτων, εκκρίματα ρίζας, ζωντανών και νεκρών μικροοργανισμών και ζώντων οργανισμών του εδάφους. Ο συνολικός οργανικός άνθρακας είναι η κύρια πηγή ενέργειας για τους μικροοργανισμούς του εδάφους. Η ευκολία και η ταχύτητα με την οποία καθίσταται διαθέσιμος ο συνολικός οργανικός άνθρακας σχετίζεται με τη συνολική οργανική ουσία στην οποία βρίσκεται. Η οργανική ουσία περιέχει περίπου 58% C (Edwards et al., 1999).

Ο συνολικός οργανικός άνθρακας είναι ένα από τα πιο σημαντικά συστατικά του εδάφους, λόγω της ικανότητάς του να επηρεάζει την ανάπτυξη των φυτών τόσο ως πηγή ενέργειας αλλά και για την διαθεσιμότητα των θρεπτικών ουσιών μέσω της ανοργανοποίησης. Ο οργανικός άνθρακας είναι η κύρια πηγή ενέργειας και θρεπτικών ουσιών για τους μικροοργανισμούς του εδάφους. Παράλληλα ο χούμος συμμετέχει στη σταθερότητα της δομής, καθώς και στη δυνατότητα δέσμευσης θρεπτικών συστατικών και νερού. Ένα άμεσο

αποτέλεσμα της έλλειψης εδαφικού οργανικού άνθρακα είναι η μειωμένη μικροβιακή βιομάζα και η μειωμένη ανοργανοποίηση των θρεπτικών στοιχείων. Σε μη ασβεστούχα εδάφη, η σταθερότητα της δομής, η διήθηση του νερού, η αποστράγγιση καθώς και η ροή του αέρα μειώνονται (ibid).

Οι γεωργικές πρακτικές καλλιέργειας έχουν ως αποτέλεσμα την απώλεια πολλών τόνων C από τα εδάφη, οι περισσότεροι εκ των οποίων είναι οργανικού άνθρακα. Για να αντισταθμιστούν οι απώλειες αυτές, πρακτικές όπως η μη άροση μπορεί να αυξήσουν τον εδαφικό οργανικό άνθρακα. Άλλες πρακτικές που αυξάνουν τον εδαφικό οργανικό άνθρακα περιλαμβάνουν τη συνεχή εφαρμογή της κοπριάς, κόμποστ και χλωρή λίπανση. Η καύση, η συγκομιδή ή η οποιαδήποτε αφαίρεση νεκρής φυτικής ύλης μειώνει τον εδαφικό οργανικό άνθρακα (ibid).

7 Επιλογή δεικτών ποιότητας για τα εδάφη της Κύπρου

Το κεφάλαιο αυτό περιγράφει τη διαδικασία επιλογής δεικτών ενδεικτικούς για την ποιοτική αξιολόγηση του εδάφους σύμφωνα με τα δεδομένα της Κύπρου. Πιο συγκεκριμένα έχουν επιλεγεί οι πιο σημαντικοί δείκτες από έναν ευρύτερο αριθμό δεικτών, αναλύοντας τα χαρακτηριστικά του κάθε δείκτη ξεχωριστά και εξάγοντας συμπεράσματα για την καταλληλότητα των δεικτών αυτών για τα Κυπριακά εδάφη. Κριτήρια επιλογής των δεικτών αποτέλεσαν οι διάφορες ιδιότητές τους και με ποιο τρόπο η κάθε μια ιδιότητα συνεισφέρει στην ποιότητα των εδαφών. Οι δείκτες που έχουν επιλεγεί σύμφωνα με τα πιο πάνω κριτήρια παρατίθενται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 5: Επιλεγμένοι Δείκτες Ποιότητας Εδάφους με ενδεικτικές τιμές που υποδηλώνουν καλή ποιότητα εδάφους

Δείκτης	Ενδεικτικές τιμές
1. Βάθος Εδάφους	30-80cm
2. Μηχανική Σύσταση	50% οργανικά / 50% ανόργανα συστατικά
3. Διαθέσιμη Υγρασία	%
4. pH	6,0 -7,5
5. Ανθρακικό Ασβέστιο	
6. Οργανική Ουσία	1-2%
7. Γεωσκώληκες	worms/m ²
8. Αγωγιμότητα	0 - 0.8 dS/m

Η επιλογή δεικτών για τα εδάφη της Κύπρου είναι μια διαδικασία που θα πρέπει να γίνει αφού εξεταστεί αν οι διάφοροι δείκτες ποιότητας εδάφους είναι ενδεικτικοί για τα εδάφη της.

Οι πιο σημαντικοί δείκτες θα πρέπει να εντοπιστούν και να διευκρινιστεί γιατί η χρήση τους είναι αναγκαία στη διαχείριση των εδαφών. Η επιλογή των δεικτών θα βοηθήσει στη διαχείριση των κυπριακών εδαφών και η χρησιμοποίησή τους θα συντελέσει όσο είναι δυνατό στο να αποτραπεί η υποβάθμιση και να βελτιωθεί η ποιότητα και η παραγωγικότητα τους. Επιπρόσθετα η χρήση των δεικτών, εκτός του ότι θα βοηθήσει σημαντικά στη διαχείριση και τη χρήση των εδαφών που υποβαθμίστηκαν έντονα κατά το παρελθόν (αλλά αντιμετωπίζουν και σοβαρούς κινδύνους στο παρόν), θα συντελέσει και στην πιο αποτελεσματική εκπλήρωση των σημαντικών λειτουργιών που επιτελούν.

Για παράδειγμα, σε μια περιοχή όπου το pH είναι ένας σημαντικός δείκτης ποιότητας εδάφους, μπορεί είτε να εμφανίζει υψηλές τιμές είτε πολύ χαμηλές πέραν των ορίων που ευνοούν τη διαθεσιμότητα και πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων. Ο ειδικός που ασχολείται με τη διαχείριση των εδαφών θα μπορεί να βελτιώσει την τιμή του pH (βελτιώνοντας παράλληλα και την ποιότητα του εδάφους) με συγκεκριμένα διαχειριστικά μέτρα ή με τη διακοπή κάποιων ενεργειών που επηρεάζουν τις μη επιθυμητές τιμές pH. Σαν παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε κάποια διαχειριστικά μέτρα που μπορεί να μεταβάλουν το pH, όπως οι ελεγχόμενες πυρκαγιές, οι αποψιλωτικές υλοτομίες, οι έντονες αραιώσεις, η λίπανση ή οι αλλαγές του είδους της καλλιέργειας. Στη διακοπή κάποιων ενεργειών οι οποίες μεταβάλλουν αρνητικά το pH μπορούμε να αναφέρουμε ενδεικτικά την παύση της άρδευσης των καλλιεργειών με υφάλμυρο ή ανακυκλωμένο νερό.

Στη συνέχεια του παρόντος κεφαλαίου θα επεξηγηθεί η αιτιολόγηση πίσω από την επιλογή του κάθε δείκτη ξεχωριστά.

7.1 Επιλογή του βάθους εδάφους ως δείκτη ποιότητας των Κυπριακών εδαφών

Ένας δείκτης ποιότητας αρκετά σημαντικός για τα εδάφη της Κύπρου που πρέπει να επιλεγεί είναι το βάθος εδάφους. Όπως προαναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, το βάθος εδάφους είναι αρκετά σημαντικό αφού επηρεάζει την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων και υγρασίας από το έδαφος. Όσο μειώνεται το βάθος ενός συγκεκριμένου εδάφους, μειώνεται και η δυνατότητά του για πρόσληψη υγρασίας και θρεπτικών στοιχείων. Αυτό επιδρά αρνητικά στα φυτά, αφού ο περιορισμός της παροχής θρεπτικών στοιχείων και υγρασίας στο

έδαφος περιορίζει τον ρυθμό ανάπτυξης και έτσι η φυσική βλάστηση είναι πιο χαμηλή, αραιή και με μικρότερη ζωτικότητα. Επίσης, στα γεωργικά εδάφη το μειωμένο βάθος εδάφους περιορίζει σημαντικά την παραγωγικότητά τους.

Στην Κύπρο λόγω του ξηρού μεσογειακού κλίματος και της παρατεταμένης ξηρασίας που επικρατεί κατά τη θερινή περίοδο, ένα ελάχιστο βάθος είναι αρκετά σημαντικό όσον αφορά τη βλάστηση που μπορεί να ευδοκιμήσει. Η αποθήκευση νερού θα συντηρήσει τη βλάστηση κατά τους θερμούς και ξηρούς μήνες, όπου οι ανάγκες σε υγρασία είναι μεγαλύτερες.

Τα εδάφη της Κύπρου που έχουν το μικρότερο βάθος εδάφους είναι αυτά που βρίσκονται κυρίως στις οροσειρές του Τροόδου και του Πενταδακτύλου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στα εδάφη αυτά, λόγω των μεγάλων κλίσεων η διάβρωση είναι μεγαλύτερη και το επιφανειακό έδαφος παρασύρεται ευκολότερα από τη βροχόπτωση. Σε αυτά ο καθορισμός ενός οριακού βάθους εδάφους μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα στη χρήση και διαχείρισή τους. Για παράδειγμα, αν θα πραγματοποιηθεί μια αναδάσωση σε μια περιοχή, το βάθος εδάφους μπορεί να δώσει χρήσιμα συμπεράσματα για τα είδη των φυτών που πρέπει να χρησιμοποιηθούν καθώς και για την εξέλιξή τους στο άμεσο μέλλον.

7.2 Επιλογή της μηχανικής σύστασης ως δείκτη ποιότητας των Κυπριακών εδαφών

Η μηχανική σύσταση πρέπει να επιλεγεί ως δείκτης ποιότητας εδάφους γιατί επηρεάζει την ικανότητα των εδαφών να συγκρατούν νερό και να προμηθεύουν τα φυτά με θρεπτικά στοιχεία. Αυτό είναι αρκετά σημαντικό αφού το κλίμα της Κύπρου είναι ξηρό και αρκετά από τα εδάφη της Κύπρου είναι αβαθή και φτωχά σε θρεπτικά στοιχεία. Επιπρόσθετα η μηχανική σύσταση επηρεάζει το ρυθμό διήθησης των νερών των βροχοπτώσεων, αφού η ταχύτητα απορρόφησης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη μηχανική σύσταση του εδάφους. Αυτό είναι εξαιρετικής σημασίας για όσα εδάφη της Κύπρου είναι ευαίσθητα στη διάβρωση και την απερίμωση, ιδιαίτερα για όσα έχουν μεγάλη κλίση και υπόκεινται σε υπερεκμετάλευση.

Ανάλογα με τη μηχανική σύστασή τους, τα εδάφη παρουσιάζουν και τις ανάλογες ιδιότητες. Τα βαριά εδάφη δεν απορροφούν γρήγορα το νερό των βροχοπτώσεων αλλά συγκρατούν περισσότερη υγρασία, σε σύγκριση πάντα με τα ελαφρά εδάφη. Από οικολογική σκοπιά, τα μέσης μηχανικής σύστασης εδάφη (όπου το ποσοστό της αργίλου και της ιλύς είναι περίπου

ίσο με το ποσοστό της άμμου) είναι τα καλύτερα αφού οι συνθήκες αερισμού και διήθησης είναι οι πιο ευνοϊκές.

Στην Κύπρο τα εδάφη των παράκτιων περιοχών κυμαίνονται απο βαριά έως πολύ βαριά. Αυτό συντελεί στην κατακράτηση περισσότερης υγρασίας και είναι εξαιρετικά σημαντικός παράγοντας, αφού τα εδάφη των χαμηλών υψομέτρων έχουν χαμηλή βροχόπτωση. Τα εδάφη αυτά είναι αρκετά σημαντικά για τη γεωργία και τη κτηνοτροφία, αφού τα πλείστα λόγω της καλής τους ποιότητας συνεισφέρουν σημαντικά στον πρωτογενή τομέα της οικονομίας. Τα ορεινά εδάφη του οφιολιθικού συμπλέγματος του Τροόδου είναι κυρίως μέσης μηχανικής σύστασης. Αυτό συντελεί στην ευνοϊκότερη διήθηση του νερού των βροχοπτώσεων και στη μείωση της διάβρωσης, κάτι που είναι αρκετά σημαντικό ιδιαίτερα για τα ορεινά εδάφη, όπου οι μεγάλες κλίσεις συντελούν στη διάβρωση.

7.3 Επιλογή της διαθέσιμης υγρασίας εδάφους ως δείκτη ποιότητας των Κυπριακών εδαφών

Η διαθέσιμη υγρασία εδάφους είναι αρκετά σημαντική για τα κυπριακά δασικά εδάφη, αφού η ξηρότητα του κλίματος και η υψηλή ποσότητα σε ανθρακικό ασβέστιο των εδαφών την καθιστούν πολύτιμη για τη συντήρηση μιας ικανοποιητικής ποσότητας βλάστησης, η οποία προστατεύει τα εδάφη απο την απερίμωση και την υποβάθμιση. Έτσι η επιλογή της ως δείκτη ποιότητας εδάφους είναι επιτακτική.

Όπως προαναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, η διαθέσιμη υγρασία του εδάφους μπορεί να εξευρεθεί αν αφαιρεθεί το σημείο μόνιμου μαρασμού απο την υδατοϊκανότητα. Οι τιμές υδατοϊκανότητας κυμαίνονται μεταξύ 15-40% ανάλογα με τον τύπο του εδάφους ως εξής: στα βαρετά έως πολύ βαρετά εδάφη 30-40% σε σχέση με το βάρος του εδάφους όταν είναι ξηρό, στα βαρετά 25-36% ενώ στα μέσης μηχανικής σύστασης εδάφη η τιμή κυμαίνεται μεταξύ 15-30%. Το σημείο μόνιμου μαρασμού κυμαίνεται μεταξύ 8-24% σε σχέση με το βάρος του εδάφους όταν είναι ξηρό, και είναι μεγαλύτερο στα βαρετά παρά στα μέσης μηχανικής σύστασης (Τμήμα Περιβάλλοντος, 2008).

7.4 Επιλογή του pH εδάφους ως δείκτη ποιότητας των Κυπριακών εδαφών

Το pH του εδάφους είναι αρκετά σημαντικό, αφού επηρεάζει τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων και την πρόσληψή τους από τα φυτά αλλά και τους μικροοργανισμούς του εδάφους. Η επιλογή του pH ως δείκτη ποιότητας των κυπριακών εδαφών είναι αναγκαία, αφού οι ψηλές και μερικές φορές οριακές τιμές pH (λόγω κυρίως των χαμηλών βροχοπτώσεων που περιορίζουν την έκπλυση των βάσεων) επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων.

Στην Κύπρο οι τιμές του pH κυμαίνονται μεταξύ 7,0-9,0. Οι τιμές του pH είναι ιδιαίτερα ψηλές στα εδάφη των χαμηλών υψομέτρων και της παράκτιας ζώνης, με τιμές που κυμαίνονται μεταξύ 8,0-9,0. Στα κοκκινοχώματα οι τιμές κυμαίνονται μεταξύ 7,5-8,2 ενώ στο Τρόδος οι τιμές κυμαίνονται μεταξύ 7,0-8,0. Αν και όσο αυξάνει η τιμή του pH αυξάνεται η γονιμότητα των εδαφών λόγω της αυξημένης διαθεσιμότητας και πρόσληψης θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά, μετά από ένα οριακό σημείο η δυνατότητα αυτή μειώνεται αισθητά. Αυτό συμβαίνει στην Κύπρο όταν το έδαφος είναι πλούσιο σε συγκέντρωση ιόντων νατρίου (>15% από την εναλλακτική ικανότητα). Σε αυτή την περίπτωση το pH κάποτε μπορεί να ξεπεράσει και το 9, και διαφοροποιούνται τόσο οι χημικές όσο και οι φυσιολογικές ιδιότητες του εδάφους καθώς και η πρόσληψη και διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων (Τμήμα Περιβάλλοντος, 2008).

7.5 Επιλογή του ανθρακικού ασβεστίου ως δείκτη ποιότητας των Κυπριακών εδαφών

Η περιεκτικότητα των εδαφών σε ανθρακικό ασβέστιο είναι αρκετά σημαντική. Όσο αυξάνεται η περιεκτικότητα του ανθρακικού ασβεστίου στα εδάφη, τόσο μειώνεται και η γονιμότητά τους. Έτσι πρέπει να γίνει η επιλογή του ανθρακικού ασβεστίου ως δείκτη ποιότητας εδαφών, αφού η αυξημένη συγκέντρωσή του στα εδάφη μειώνει αισθητά την ποιότητα και την παραγωγικότητα των εδαφών.

Εκτός από τα εδάφη του Τρόδους που σχηματίστηκαν από τα οφιολιθικά πετρώματα της οροσειράς και δεν υπάρχει CaCO_3 , στα υπόλοιπα εδάφη της Κύπρου οι τιμές είναι μεταξύ 5-70%. Στα κοκκινοχώματα οι τιμές είναι μικρές και κυμαίνονται μεταξύ 0-3% ενώ

τις πιο μεγάλες τιμές έχουν τα εδάφη που προήλθαν από ιζηματογενή ασβεστολιθικά μητρικά πετρώματα (Τμήμα Περιβάλλοντος, 2008).

7.6 Επιλογή της οργανικής ουσίας ως δείκτη ποιότητας των Κυπριακών εδαφών

Η οργανική ουσία στο έδαφος, είναι από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά που επιδρούν στην ποιότητα του εδάφους. Επηρεάζει και άλλους δείκτες όπως τη σταθερότητα της δομής, τη συγκράτηση, τη διαθεσιμότητα και την ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων. Η οργανική ουσία πρέπει να επιλεγεί σαν δείκτης της ποιότητας του εδάφους αφού η παρουσία της βελτιώνει τις φυσικοχημικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους σε σημαντικό βαθμό.

Η χαμηλή περιεκτικότητα θρεπτικών στοιχείων αλλά και η υδατοϊκανότητα των εδαφών εξαρτάται πολύ από την περιεκτικότητα σε οργανική ουσία. Το ξηρό μεσογειακό κλίμα και η χαμηλές βροχοπτώσεις, σε συνδυασμό με τη μικρή γονιμότητα και παραγωγικότητα των κυπριακών εδαφών, κάνει ακόμη πιο αναγκαία την επιλογή της οργανικής ουσίας ως δείκτη ποιότητας εδάφους.

Στην Κύπρο το ποσοστό της οργανικής ουσίας στο έδαφος είναι μεταξύ 0,8-2%, ενώ στα δάση του Τροόδους η τιμή της είναι μεγαλύτερη και κυμαίνεται μεταξύ 1,5-3% (Τμήμα Περιβάλλοντος, 2008)

7.7 Επιλογή των γεωσκωλήκων ως δείκτη ποιότητας των Κυπριακών εδαφών

Οι γεωσκώληκες είναι ένας από τους πιο διαδεδομένους δείκτες ποιότητας εδάφους. Ικανοποιητικοί πληθυσμοί στο έδαφος (αριθμός ατόμων / εμβαδό) οφείλονται κυρίως στις καλές εδαφικές συνθήκες και εμφανίζονται σε γόνιμα παραγωγικά εδάφη. Σε γενικές γραμμές οι συνθήκες που ευνοούν την ανάπτυξή τους είναι τα υγρά και πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία και οργανική ουσία εδάφη, ενώ δεν ευδοκιμούν σε εδάφη που είναι ξηρά και με χαμηλό pH.

Στην Κύπρο τις τελευταίες δεκαετίες οι αριθμοί των σκουληκιών φθίνουν σημαντικά, πράγμα που οφείλεται κυρίως στον ανθρώπινο παράγοντα. Η εντατικοποίηση της γεωργίας και η χρήση μεγάλων ποσοτήτων λιπασμάτων και εντομοκτόνων στα γεωργικά εδάφη έχει ως

αποτέλεσμα τη μείωση των πληθυσμών τους ,με παράλληλο περιορισμό των ευεργετικών επιδράσεων που προκαλούν στο έδαφος. Έτσι η μείωση του αριθμού τους συντελεί στη μείωση της παραγωγικότητας των εδαφών. Αυτό επιφέρει τη χρησιμοποίηση περισσότερων δαπανηρών και επικίνδυνων για την υγεία και το περιβάλλον χημικών μέσων για την ανόρθωση της ποιότητας των εδαφών, καθώς και για την παράλληλη αύξηση της γεωργικής παραγωγής.

Στα δασικά εδάφη, οι κλιματικές αλλαγές έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση της υγρασίας και της οργανικής ουσίας του εδάφους, που με την σειρά τους μειώνουν τον αριθμό των σκουληκιών στα δασικά εδάφη. Έτσι όσο οι κλιματικές αλλαγές επιτείνονται, τα σκουλήκια θα μειώνονται και κατά συνέπεια η παραγωγικότητα των εδαφών θα μειώνεται σημαντικά.

7.8 Επιλογή ηλεκτρικής αγωγιμότητας ως δείκτη ποιότητας των Κυπριακών εδαφών

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα θα πρέπει να επιλεγεί σαν δείκτης ποιότητας εδάφους αφού οι κλιματικές συνθήκες στην Κύπρο ευνοούν την αύξηση της τιμής της. Αυτή η αύξηση της συγκέντρωσης των αλάτων στο έδαφος οδηγούν στη δυσμενή ανάπτυξη της βλάστησης (NRCS, 2001).

Δύο παράγοντες που οδηγούν σε αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους είναι οι χαμηλές βροχοπτώσεις και η αύξηση της θερμοκρασίας. Το ξηρό κλίμα τις Κύπρου και οι ψηλές θερμοκρασίες ευνοούν την αύξηση της τιμής της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Αυτό επιφέρει τη δυσμενή αύξηση της τιμής της, που εμποδίζει την κανονική αύξηση των φυτών. Το φαινόμενο είναι πιο έντονο στα παραλιακά εδάφη και τα εδάφη των μεγαλύτερων υψομέτρων.

Στο άμεσο μέλλον το πρόβλημα θα επιδεινωθεί αφού αν επαληθευτούν τα σενάρια για τις κλιματικές αλλαγές και έχουμε αύξηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας, η ηλεκτρική αγωγιμότητα θα αυξηθεί με όλες τις δυσμενείς συνέπειες που θα επιφέρει η αλλαγή αυτή.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή που προτείνει δείκτες ποιότητας εδάφους για την ποιοτική αξιολόγηση των κυπριακών εδαφών θα μπορεί να συνεισφέρει στη μελλοντική ορθολογικότερη διαχείρισή τους. Έχουν επιλεγεί συνολικά 8 δείκτες ποιότητας και η γνώση και σωστή χρησιμοποίησή τους στη χρήση και διαχείριση των εδαφών θα επιφέρει σημαντικές ευεργετικές αλλαγές στις ιδιότητες τους. Οι δείκτες ποιότητας του εδάφους που ενσωματώνουν χημικές και φυσικές ιδιότητες του εδάφους θα είναι πιο εύκολα εφαρμόσιμοι εάν είναι:

- 1) Ευαίσθητοι στις μεταβολές που προκαλούνται από τις διάφορες πρακτικές διαχείρισης της γης.
- 2) Εύκολα μετρήσιμοι.
- 3) Σχετικοί με ολόκληρη την περιοχή (καλύπτουν μεγάλη έκταση) ή με την πάροδο του χρόνου.
- 4) Η διαδικασία προσδιορισμού τους είναι οικονομική και φτηνή.
- 5) Στενά συνδεδεμένοι με τη μέτρηση επιθυμητών ιδιοτήτων όπως την παραγωγικότητα ή τη βιοποικιλότητα.
- 6) Προσαρμόσιμοι σε συγκεκριμένα οικοσυστήματα.

(Schoenholtz et al., 2000)

Όλοι οι δείκτες που έχουν επιλεγεί είναι αρκετά σημαντικοί στην υγεία και διατήρηση των κυπριακών εδαφών. Η καλή γνώση των ιδιοτήτων του κάθε δείκτη, τι τον υποβαθμίζει ή τον βελτιώνει είναι αρκετά σημαντικά ούτως ώστε η μετέπειτα εφαρμογή τους στο πεδίο να επιφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Κατά τη χρήση τους, οι δείκτες για την ποιοτική αξιολόγηση του εδάφους μπορεί να παρουσιάζουν πλεονεκτήματα ή μειονεκτήματα που αναλόγως μπορεί να ευνοούν ή να αποτρέπουν τη χρησιμοποίησή τους. Αυτό είναι αρκετά σημαντικό αφού πρέπει να συνυπολογιστούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα και να αξιολογηθεί αν η χρήση των δεικτών βοηθά στο βαθμό που είναι επιθυμητό τη διαχείριση των εδαφών. Ο

προσδιορισμός των θετικών και αρνητικών συνεπειών από τη χρήση των δεικτών είναι δύσκολο να προσδιοριστεί θεωρητικά χωρίς να προηγηθεί η επιλογή των δεικτών, η χρησιμοποίησή τους και το πέρασμα ενός συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος που να μπορεί να μας παρουσιάσει τα αποτελέσματα από τη χρήση τους.

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της χρήσης των δεικτών ποιοτικής αξιολόγησης του εδάφους θα πρέπει να είναι η μελλοντική σταδιακή βελτίωση της ποιότητας των εδαφών. Αυτό θα επιτευχθεί από την εφαρμογή μερικών μέτρων (μετά από την εκτίμηση της κατάστασης των εδαφών) που θα βελτιώνουν την κατάσταση κάποιων δεικτών που η πρωτινή τους κατάσταση δεν ήταν σε ένα επιθυμητό όριο, και έτσι η μετατροπή μιας παραμέτρου τους θα επιφέρει σημαντικά αποτελέσματα στην ποιότητά τους.

Παράλληλα οι δείκτες πρέπει να υπολογίζονται χωρίς μεγάλη δυσκολία και η χρήση τους να είναι σχετικά εύκολη. Για παράδειγμα το βάθος εδάφους ή το pH μπορούν να προσδιοριστούν πολύ εύκολα και άμεσα μπορούν να ληφθούν κάποια μέτρα για βελτίωση της ποιότητας του εδάφους. Αντίθετα, σε κάποιους άλλους δείκτες όπως για παράδειγμα τα ένζυμα του εδάφους, είναι δύσκολος ο προσδιορισμός τους και η χρήση τους μπορεί να είναι χρονοβόρα και ακριβή. Έτσι με μικρό κόστος στην πρώτη περίπτωση, μπορεί να επωφεληθεί η κοινωνία και το περιβάλλον με μεγάλα περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη.

Από την άλλη, η χρήση των δεικτών μπορεί να έχει και κάποια σημαντικά μειονεκτήματα. Για παράδειγμα, γίνεται μόνο μια επιλογή των πιο σημαντικών δεικτών ενώ δεν γίνεται μια παραπέρα ποσοτική εύρεση των τιμών που μπορεί να έχουν οι δείκτες ποιότητας εδάφους και πως μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους οι διάφοροι δείκτες ώστε να εκτιμήσουν την ποιότητα του (Schoenholtz et al, 2000). Αυτό είναι αρκετά σημαντικό αφού έστω και αν εξεταστεί και προσδιοριστεί πολύ καλά ένας δείκτης, η προσπάθεια για βελτίωσή του μπορεί να μην επιφέρει τα αναμενόμενα αποτελέσματα αφού μπορεί μια ιδιότητα του να είναι στενά συνδεδεμένη με μια άλλη και η αλληλεπίδρασή τους να μειώνει το όφελος που θα επέφερε η χρήση μόνο ενός δείκτη.

Αυτή η εργασία αποτελεί μια σημαντική βάση δεδομένων για την ποιοτική αξιολόγηση του εδάφους μέσω του καθορισμού δεικτών. Γίνεται μια σημαντική προσπάθεια για επιλογή των δεικτών και καθορισμού των θετικών αποτελεσμάτων που θα επιφέρει η χρήση τους. Η εύρεση συγκεκριμένων τιμών του κάθε δείκτη και τα κρίσιμα όρια του από άλλους ερευνητές θα βοηθήσει στην πιο σωστή και αποτελεσματική χρήση τους, γι αυτό και επιβάλλεται περαιτέρω έρευνα στον τομέα αυτό. Η παρούσα εργασία θα συνεισφέρει σημαντικά σε

μελλοντικές προσπάθειες που θα γίνουν για το σκοπό αυτό καθώς μπορεί να αποτελέσει πηγή σημαντικών πληροφοριών για όσους επιλέξουν να ασχοληθούν μελλοντικά με το συγκεκριμένο θέμα.

ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή κάνει μια εισαγωγική έρευνα όσο αφορά την ποιοτική αξιολόγηση του εδάφους στην Κύπρο και θα πρέπει να βοηθήσει στο μέτρο του δυνατού και να παρέχει όσο το δυνατό περισσότερες υποβοηθητικές πληροφορίες στους ερευνητές που θα ασχοληθούν με το θέμα στο μέλλον. Οι επόμενες μελέτες θα πρέπει να συνεχίσουν την έρευνα που έχει γίνει απο αυτή τη διατριβή και να εμβαθύνουν σε διάφορα σημεία της, όπως να βρεθούν μέθοδοι αξιολόγησης των προτεινόμενων δεικτών ποιότητας εδάφους.

Η μελλοντική έρευνα όσο αφορά την ποιοτική αξιολόγηση του εδάφους μέσω επιλογής δεικτών θα πρέπει να περιλαμβάνει και τις υπόλοιπες κατηγορίες εδαφών, κυρίως τα γεωργικά αλλά και τα αστικά εδάφη. Τα εδάφη αυτά έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά και η επιλογή δεικτών για αυτά ξεχωριστά θα είναι ένας εμπλουτισμός των γνώσεων όσο αφορά την ποιότητα του εδάφους. Μεγαλύτερη έμφαση θα πρέπει να δοθεί στα γεωργικά εδάφη, αφού τόσο η ποιότητα όσο και η γονιμότητά τους είναι αρκετά σημαντική. Οποιαδήποτε βελτίωση στην ποιότητα των εδαφών απο τον προσδιορισμό και την χρήση των προτεινόμενων δεικτών θα έχει αξιόλογα οικονομικά και κοινωνικά οφέλη, κυρίως στα γεωργικά εδάφη.

Πέρα απο την επιλογή δεικτών για τα αστικά και γεωργικά εδάφη, θα πρέπει οι δασικοί δείκτες να αναλυθούν και να μελετηθούν σε μεγαλύτερο βαθμό σε μελλοντικές έρευνες. Μια πιο ενδελεχής μελέτη και αξιολόγηση τους θα επιφέρει πιο αντικειμενικά αποτελέσματα στην επιλογή τους ενώ θα εμπλουτιστεί και η βιβλιογραφία σχετικά με το θέμα.

Επιπρόσθετα είναι επιτακτική η ανάγκη για πιο ενδελεχή και εμπεριστατωμένη έρευνα σε εθνικό επίπεδο απο τις υπηρεσίες που είναι αρμόδιες για την ποιότητα του εδάφους. Η δημιουργία μιας εθνικής στρατηγικής αναφορικά με την ποιότητα του εδάφους και τον καθορισμό δεικτών για την ποιοτική αξιολόγησή του θα πρέπει να εξεταστεί.

Παράλληλα οι επόμενες έρευνες που θα αφορούν την ποιότητα του εδάφους θα πρέπει να παρέχουν και εργαστηριακές μετρήσεις για την ακριβή γνώση των τιμών των δεικτών σε διάφορες τοποθεσίες, για την εξαγωγή πιο αναλυτικών συμπερασμάτων. Επίσης, κάποιοι δείκτες που είναι δύσκολη η μελέτη τους και χρειάζονται μια πιο προηγμένη εργαστηριακή ανάλυση για τον προσδιορισμό τους, όπως τα ένζυμα του εδάφους, θα πρέπει να ερευνηθούν πιο διεξοδικά στο άμεσο μέλλον με τη χρήση της κατάλληλης τεχνολογίας.

Τελειώνοντας, θα πρέπει να γίνει μια προσπάθεια για προσδιορισμό του τρόπου με τον οποίο οι διάφοροι δείκτες αλληλεπιδρούν μεταξύ τους στη διαμόρφωση της ποιότητας των εδαφών, παράγοντα πολύ σημαντικό στην ποιοτική αξιολόγησή τους.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

A) Ξένη Βιβλιογραφία

Acton, D.F. and Padbury, G.A., 1993, *A conceptual framework for soil quality assessment and monitoring. A program to assess and monitor soil quality in Canada: Soil quality evaluation summary*, Research Branch, Agriculture Canada, Ottawa, Ontario, Canada.

Arshad M.A., Lowery B., and Grossman B., 1996, *Physical Tests for Monitoring Soil Quality*. In: Doran J.W., Jones A.J., editors. *Methods for assessing soil quality*. Madison, WI: 123-41.

Clark G. R, 1951, *The evaluation of soils and the definition of quality classes from studies of the physical properties of soils in the field*, *Journal of Soil Science*, 2: 51-60.

Council of Europe, 1972, *European Soil Charter. Resolution of the Council of Ministers* Strasbourg.

Dick R.P., 1994. *Soil Enzyme Activity as an Indicator of Soil Quality*, In: Doran J.W. et al., editors, *Defining soil quality for a sustainable environment*, Madison, WI:107-124.

Diego de la Rosa, 2005, *Soil quality evaluation and monitoring CSIC*, Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, Spain.

Doran, J.W., Parkin, T.B., 1994, *Defining and assessing soil quality*, In: Doran, J.W., Coleman, D.C., Bezdicek, D.F., Stewart, B. A., (Eds.), *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*.

Doran J.W., Parkin T.B. , 1996, *Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set*. In 'Methods for assessing soil quality', *SSSA Special Publication No. 49*.

Edwards J.H., C.W. Wood, D.L. Thurlow, and M.E. Ruf., 1999, *Tillage and crop rotation effects on fertility status of a Hapludalf soil*, *Soil Scientific Society of America Journal* 56:1577-1582.

Environment agency, 2006, *The development and use of soil quality indicators for assessing the role of soil in environmental interactions*, Science Report SC030265.

FAO, 2010, *Global Forest Resources Assessment*,
<http://www.fao.org/docrep/013/i1757e/i1757e.pdf>

- Granatstein, D. and Bezdicek, D.F., 1992, *The need for a soil quality index: Local and regional perspectives*, American Journal of Alternative Agriculture, 17: 12-16.
- Hubbard V.C., D Jordan, J.A. Stecker, 1999, *Earthworm response to rotation and tillage in Missouri claypan soil*, Biol Fertil Soils 29:343-7.
- Karlen, D.L., Mausbach, M.J., Doran, J.W., Cline, R.G., Harris, R.F., Schuman, G.E., 1997, *Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation*, Soil Scientific Society of America Journal.
- Kellogg, C. E., 1943, *The Soils that Support Us*, New York: The Macmillan Company.
- Loveland, P. 2002, *Identification and development of a set of national indicators for soil quality*, Environment Agency, Bristol (United Kingdom).
- Corine Land Cover, 2000 (CLC2000) Cyprus*, Grand Agreement Ref. No 3412-B2004.EEA.51822. Final Report. Lefkosia: Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment of Cyprus.
- Parkin T.B., J.W. Doran, and E. Franco-Vizcaíno, 1996, *Field and Laboratory Tests of Soil Respiration*, In: Doran J.W., A.J. Jones, editors. *Methods for assessing soil quality*. Madison, WI. 231-45.
- Schoenholtz, S.H., H. Van Miegroet b , J.A. Burger, 2000, *A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities*, Forest Ecology and Management 138: 335–356
- Smith J. L. and J.W. Doran, 1996, *Measurement and use of pH and electrical conductivity for soil quality analysis*. In *Methods for assessing soil quality*, Soil Science Society of America Special Publication 49: 169-182.
- Soil Framework Directive 2012*,
http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/library/jrc_soil/policy/DGENV/COM%282012%2946_EN.pdf
- Natural Resources Conservation Service (NRCS) USDA, 1996, *Indicators for Soil Quality Evaluation*, Washington, D. C.
- Natural Resources Conservation Service (NRCS) USDA, 2001, *Soil Quality Test Kit Guide*, Soil Quality Institute ,Washington, D.C
- Wilde, S. A., 1958, *Forest soils, their Properties and Relations to Silviculture*, The Ronalt Press Co., New York.

B) Ελληνική Βιβλιογραφία

Απατσίδης, Λ. Δ., 2011, *Ο ρόλος της διαχείρισης στη διαχρονική εξέλιξη των δασών τραχείας Πεύκης Κύπρου κάτω από την επίδραση της βοσκής*, Πρακτικά 15^{ου} Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου.

http://www.wfdt.teilar.gr/15_th_Panhellenic_Forestry_CONFERENCE/Presentations/Apatsidis.pdf

Αριστάρχου, Α., n.d., *Η επίδραση των δασικών πυρκαγιών στα δασικά εδάφη*.

[http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/4066C60D21822597C22575B50024628B/\\$file/13_nikH_EPID_TON_DAS.pdf?OpenElement](http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/4066C60D21822597C22575B50024628B/$file/13_nikH_EPID_TON_DAS.pdf?OpenElement)

Βούτσινος, Γ., Κοσμάς, Κ., Καλκάνης, Γ. & Σούτσας, Κ., 1998, *Διαχείριση Εδαφικών Πόρων*, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα.

Γεωργιάδου, Δ., 2009, *Εκτίμηση Ποιότητας Καλλιεργημένων Εδαφών*, Πτυχιακή Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης.

Ecotimes, 2013, *Έως και 60% η μείωση στην χρήση πετρελαίου θέρμανσης στην επαρχία!*

www.ecotimes.gr/1655/μείωση-χρήσης-πετρελαίου-θέρμανσης/

Κουδουνάς, Χ., 2001, *Εδάφη και Γεωργικές καλλιέργειες στην Κύπρο*, Λευκωσία.

Παπαμίχος, Ν., 1996, *Δασικά Εδάφη: Σχηματισμός– Ιδιότητες– Συμπεριφορά*, Έκδοση Β΄ Βελτιωμένη, Υπηρεσία Δημοσιευμάτων ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.

Παπαναστάσης Β., Νοϊτσάκης Β., 1992, *Λιβαδική Οικολογία*, Εκδόσεις Γιαχούδη Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.

Σιδηράς, Ν. Κ., 2002, *Ενδογενείς παράγοντες και βιολογική γονιμότητα εδάφους*, ΔΗΩ - Οργανισμός Ελέγχου και Πιστοποίησης Βιολογικών Προϊόντων.

The Greek Flowers Portal, 2013, *Η χλωρίδα της Κύπρου*.

http://www.valentine.gr/Cyprus_flora_gr.php

Τμήμα Δασών, 2006, *Κριτήρια και Δείκτες για Αειφόρο Διαχείριση των Κυπριακών Δασών*, Λευκωσία, Κύπρος.

Τμήμα Δασών, 2011. *Πολιτική του Τμήματος Δασών στην Παραγωγή και Εγκατάσταση Δασικών Φυτών (φυτώρια – δασώσεις – αναδασώσεις – φυτεύσεις)*, Τυπογραφεία ΚΩΝΟΣ Λτδ, Λευκωσία.

Τμήμα Δασών, 2013α, *Ιστορικό*.

http://www.moa.gov.cy/moa/fd/fd.nsf/DMLhistory_gr/DMLhistory_gr?OpenDocument

Τμήμα Δασών, 2013β, *Δασικές Πυρκαγιές*.

http://www.moa.gov.cy/moa/fd/fd.nsf/DMLprotection_gr/DMLprotection_gr

Τμήμα Περιβάλλοντος, 2008, *Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Καταπολέμηση της Απερήμωσης*, Εκπόνηση Μελέτης: I.A.CO Environmental and Water Consultants Ltd.

Τσιντίδης, Τ., n.d., *Αναχλόαση / Αναδάσωση στο Μεταλλείο Αμιάντου*, Παρουσίαση Τμήματος Δασών.

[www.moa.gov.cy/moa/fd/fd.nsf/all/EA8C89A56016A26BC2257AB80021E100/\\$file/αναχλοαση_αμιαντου.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/fd/fd.nsf/all/EA8C89A56016A26BC2257AB80021E100/$file/αναχλοαση_αμιαντου.pdf)

Τσιντίδης, Τ., 2010, *Δασικοί θησαυροί*, Φιλοδασικός Σύνδεσμος Κύπρου, Τυπογραφεία ΚΩΝΟΣ ΛΤΔ, Λευκωσία.

Τσιντίδης, Τ., Χατζηκυριάκου, Γ. & Χριστοδούλου, Χ., 2002, *Δέντρα και Θάμνοι στην Κύπρο*, Ίδρυμα Α.Γ. Λεβέντη – Φιλοδασικός Σύνδεσμος Κύπρου, Λευκωσία.

Τσιντίδης, Τ., Χριστοδούλου, Χ., Δεληπέτρου, Π. & Γεωργίου, Κ., 2007, *Το κόκκινο βιβλίο της χλωρίδας της Κύπρου*, Φιλοδασικός Σύνδεσμος Κύπρου, Λευκωσία.

Σέκος, Ι. Β., 2004. *Φυσιολογία Φυτών*, Δεύτερη Έκδοση, Αφοι ΚΥΡΙΑΚΙΔΗ ΑΕ, Αθήνα.

Χατζηνικολάου, Π., 2009, *Δασικοί Θησαυροί* Λευκωσία, Φιλοδασικός Σύνδεσμος Κύπρου. Imprinta Ltd. Printers & Publishers, σελ. 5-8.

Γ) Πηγή νόμων και νομοθεσιών: Επίσημη Εφημερίδα της Κυβέρνησης (www.cygazette.com.cy):

- ο «περί Δασών νόμος» **Αρ. 25(1)/2012**
- ο νόμος «περί Προστασίας και Διαχείρισης της Φύσης και της Άγριας Ζωής» **Αρ. 153(Ι)/2003**
- ο νόμος «περί Προστασίας και Διαχείρισης των Υδάτων» **Αρ. 13(Ι)/2004**
- ο «περί Ελέγχου της Ρύπανσης των Νερών και των Εδαφών» **Αρ. 106(Ι)/2002**
- ο «περί της Σύμβασης των Ηνωμένων Εθνών για την καταπολέμηση της Απερήμωσης Νόμος του 1999» **Αρ. 23(ΙΙΙ)/1999**
- ο «περί της Εκτίμησης των Επιπτώσεων στο Περιβάλλον από Ορισμένα Έργα Νόμος του 2005 » **Αρ.140(Ι)/2005**

n.d. = no date (χωρίς χρονολογία)

et al.= et alii (και άλλοι)

ibid = ibidem (ιδίου)