



**ΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Τίτλος: Επιπτώσεις της αλατότητας  
σε δενδρώδεις καλλιέργειες  
και τρόποι αντιμετώπισης**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:  
Πολυμενέας Μιχαήλ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ:  
Ασημακοπούλου Άννα, Επίκουρος καθηγήτρια**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2012**

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

*Κατά την διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας, η σωστή καθοδήγηση, η συνεχής επίβλεψη καθώς και η ψυχολογική υποστήριξη που έλαβα από την καθηγήτριά μου, κυρία Ασημακοπούλου Άννα, διαδραμάτισε καθοριστικό ρόλο στην ολοκλήρωσή της. Για το λόγο αυτό θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου για την υπομονή, την παρότρυνση και την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε όλο αυτό το χρονικό διάστημα.*

*Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους εκείνους τους ανθρώπους, καθένας με τη δική του συμβολή, που με βοήθησαν να ολοκληρώσω την παρούσα εργασία.*

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	7
Έδαφος – Γενικά Χαρακτηριστικά.....	9
1.1 Επιφανειακό έδαφος – Εδαφογένεση.....	9
1.2 Σύσταση και ταξινόμηση εδαφών.....	11
1.3 Εδαφικοί ορίζοντες.....	16
1.4 Φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	24
Περιβαλλοντικά προβλήματα – Υποβάθμιση Εδαφών.....	24
2.1 Διάβρωση.....	24
2.2 Οξίνιση.....	25
2.3 Ρύπανση από βαριά μέταλλα.....	26
2.4 Απώλεια οργανικής ουσίας.....	27
2.5 Αλάτωση.....	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	29
Αλατότητα εδάφους.....	29
3.1 Γενικά Χαρακτηριστικά.....	29
3.2 Αίτια αλατότητας εδαφών.....	31
3.3 Περιοχές που επηρεάζονται από την αλατότητα.....	33
3.4 Το νερό ως παράγοντας αλατότητας.....	34
3.5 Λίπανση ως παράγοντας αλατότητας.....	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	37
Επιπτώσεις αλατότητας σε δενδρώδεις καλλιέργειες.....	37
4.1 Ανθεκτικότητα δενδρωδών καλλιεργειών στην αλατότητα.....	37
4.2 Αλατότητα και ωσμωτική ισορροπία.....	37
4.3 Αλατότητα και ιοντική ισορροπία.....	39
4.4 Επιπτώσεις της αλατότητας του εδάφους σε δενδρώδεις καλλιέργειες.....	40
4.5 Αλατότητα και θρεπτικές επιδράσεις.....	42
4.6 Αλατότητα και εσπεριδοειδή.....	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Μέτρα αντιμετώπισης της αλατότητας σε δενδρώδεις καλλιέργειες.....	45
5.1 Μέθοδοι διαχείρισης αλατότητας δενδρωδών καλλιεργειών.....	47
5.2 Μέθοδοι διαχείρισης διηθητικότητας νερού και έλεγχος της αλατότητας.....	49
5.3 Ανθρώπινη δραστηριότητα.....	51
5.4 Κοινοτικές πρακτικές αντιμετώπισης της αλατότητας.....	51
5.5 Αντιμετώπιση αλατότητας λόγω ύδατος.....	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 Γενικά Συμπεράσματα.....	56



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπό της παρούσας μελέτης αποτελεί η προσέγγιση του φαινομένου της αλατότητας σε δενδρώδεις καλλιέργειες, η καταγραφή των επιπτώσεων που προκαλεί και η παρουσίαση των λύσεων που εφαρμόζονται για την αντιμετώπισή του. Για το λόγο αυτό η παρούσα εργασία χωρίζεται σε έξι επιμέρους κεφάλαια, το περιεχόμενο των οποίων αναλύεται στη συνέχεια.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα γενικότερα χαρακτηριστικά των εδαφών. Αναλύονται οι φυσικές και χημικές τους ιδιότητες, ο τρόπος δημιουργίας τους και ταξινόμησή τους ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους.

Στη συνέχεια, στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρονται οι βασικότερες αιτίες υποβάθμισης των εδαφών. Δίνεται σύντομη αναφορά στα χαρακτηριστικά των κυριότερων προβλημάτων που οδηγούν στην υποβάθμιση, δηλαδή της διάβρωσης, της οξίνισης, της απώλειας οργανικής ύλης, της ρύπανσης από βαρέα μέταλλα και της αλάτωσης.

Το τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται στην αλατότητα των εδαφών. Δίνονται τα βασικά χαρακτηριστικά της, αναλύονται τα αίτια που την προκαλούν με εκτενέστερη αναφορά στη νερό και στην λίπανση ως παράγοντες που την επηρεάζουν και τέλος, αναφέρονται οι περιοχές που επηρεάζονται περισσότερο από την εμφάνιση του φαινομένου.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις επιπτώσεις της αλατότητας σε καλλιεργήσιμα εδάφη. Αναλύονται εκτενέστερα οι επιδράσεις της στην ιονική και ωσμωτική ισορροπία καθώς επίσης και στην επιρροή της όσον αφορά στις δενδρώδεις καλλιέργειες, και ειδικότερα στο μέγεθος και το πλήθος των καρπών διαφόρων δέμδρων.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναφέρονται τα συνηθέστερα μέτρα που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση του φαινομένου της αλατότητας και των δυσμενών συνεπειών που προκαλεί στα καλλιεργήσιμα εδάφη. Γίνεται

αναφορά στη λήψη μέτρων από τον άνθρωπο ως φυσική οντότητα αλλά και στη συμβολή των κοινοτικών μέτρων που λαμβάνονται για το σκοπό αυτό.

Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο καταγράφονται τα γενικά συμπεράσματα όπως προκύπτουν από την ανάλυση των στοιχείων της ολοκληρωμένης μελέτης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### Έδαφος – Γενικά Χαρακτηριστικά



Εικόνα 1.1: Έδαφος

#### 1.1 Επιφανειακό έδαφος – Εδαφογένεση

Επιφανειακό έδαφος αποκαλείται το επιφανειακό στρώμα του στερεού φλοιού της γης στο οποίο στηρίζονται και αναπτύσσονται τα φυτά (35 έως 50 εκατοστά). Το στρώμα κάτω από το επιφανειακό έδαφος λέγεται υπέδαφος. Το υπέδαφος φτάνει στο 1,5μ ως 2μ., ως εκεί δηλαδή που προχωρούν οι ρίζες των φυτών και μπορεί να γίνει γεωργική εκμετάλλευσή του.<sup>1</sup>

Η διαδικασία της δημιουργίας του εδάφους ονομάζεται «εδαφογένεση». Το έδαφος προέρχεται από πετρώματα και οργανική ουσία, υλικά τα οποία κάτω από κάποιες συνθήκες μετασχηματίζονται. Η κύρια αιτία για τη δημιουργία του εδάφους είναι η αποσάθρωση των μητρικών πετρωμάτων. Τα πετρώματα αποτελούνται από ένα ή περισσότερα ορυκτά, τα οποία είναι ενώσεις συγκεκριμένης χημικής σύστασης. Κατά τη διαδικασία της αποσάθρωσης τα μητρικά πετρώματα μπορεί να υποστούν αλλοιώσεις στη χημική τους

<sup>1</sup> Μ. Σφακιανάκη, Κ. Μαγάλιου, Ι. Μπότσαρης. Πρόγραμμα ανοιχτών περιβαλλοντικών τάξεων «ΚΑΛΛΙΣΤΩ», «Έδαφος – Διάβρωση – Ερημοποίηση – Ρύπανση» Ανάρτηση

σύσταση, με αποτέλεσμα το έδαφος να έχει διαφορετική σύσταση. Η αποσάθρωση την οποία υφίσταται ένα πέτρωμα μπορεί να είναι:<sup>2</sup>

- **Φυσική ή μηχανική** και να οφείλεται στη θερμοκρασία, την υγρασία και τον άνεμο,
- **Χημική** και να οφείλεται σε διάλυση, οξείδωση, εφυδάτωση και υδρόλυση,
- **Βιολογική** και να οφείλεται στις βιολογικές διεργασίες των μικροοργανισμών του εδάφους και των ριζών (π.χ. εκκρίσεις διαφόρων ουσιών).<sup>3</sup>

Το έδαφος που προκύπτει μετά την αποσάθρωση, παρόλο που είναι διαφορετικό από το μητρικό υλικό του, έχει κληρονομήσει πολλές από τις ιδιότητές του. Συνεπώς, γνωρίζοντας τα συστατικά και τις ιδιότητες των πετρωμάτων, μπορούμε να προβλέψουμε και τις ιδιότητες των εδαφών που θα προκύψουν από αυτά.

Ο δεύτερος παράγοντας στον οποίο οφείλεται η δημιουργία του εδάφους είναι η αποικοδόμηση των οργανικών ουσιών που προέρχονται από φυτικά υπολείμματα, νεκρούς οργανισμούς ή είναι προϊόντα μεταβολισμού των οργανισμών, με αποτέλεσμα τη δημιουργία χούμου. Ο χούμος είναι μερικώς αποσυντιθέμενη οργανική ύλη που βελτιώνει την εδαφική δομή, δρώντας σαν συγκολλητική ουσία των ανόργανων τεμαχιδίων. Η αποσάθρωση των μητρικών πετρωμάτων και η αποικοδόμηση των οργανικών ουσιών του εδάφους επηρεάζονται από το κλίμα της περιοχής και από το τοπογραφικό ανάγλυφο. Για το λόγο αυτό, ο χρόνος δημιουργίας και το είδος του εδάφους εξαρτώνται από το κλίμα, το μητρικό υλικό, τη βλάστηση, και το τοπογραφικό ανάγλυφο. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι για τη δημιουργία εδάφους

---

<sup>2</sup> Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας, «Οικοσυστήματα Χερσαία – Αβιοτικοί παράγοντες χερσαίου οικοσυστήματος».

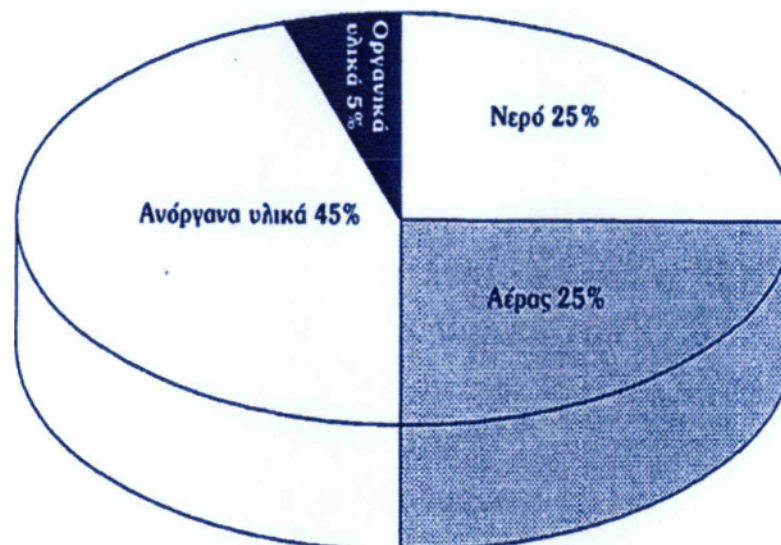
<sup>3</sup> Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας, «Οικοσυστήματα Χερσαία – Αβιοτικοί παράγοντες χερσαίου οικοσυστήματος».



πάχους ενός εκατοστού απαιτούνται κατά μέσον όρο 200 χρόνια και ότι συντελείται χωρίς τη συμμετοχή του ανθρώπου.<sup>4</sup>

## 1.2 Σύσταση και ταξινόμηση εδαφών

Η συνήθης σύσταση του εδάφους είναι να αποτελείται κατά το μισό περίπου όγκο του από στερεά συστατικά ανόργανα και οργανικά και κατά το άλλο μισό από αέρα και νερό. Ο αέρας και το νερό βρίσκονται στους εδαφικούς πόρους δηλαδή ανάμεσα στους κόκκους των ανόργανων υλικών.<sup>5</sup>



**Διάγραμμα 1.1** Η σύσταση κατ' όγκο ενός αντιπροσωπευτικού εδάφους, κατάλληλου για την ανάπτυξη φυτών

Πηγή: Ανδρουλιδάκης 1981

Τα ανόργανα συστατικά του εδάφους κατατάσσονται σε κατηγορίες ανάλογα με τις διαστάσεις τους και ανεξάρτητα από τη χημική και την ορυκτολογική σύστασή τους. Οι κατηγορίες αυτές ονομάζονται μηχανικά κλάσματα του εδάφους και η εργαστηριακή διαδικασία με την οποία καθορίζεται το ποσοστό των κλασμάτων σε ένα δείγμα εδάφους ονομάζεται μηχανική ανάλυση.<sup>6</sup>

<sup>4</sup> Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας, «Οικοσυστήματα Χερσαία – Αβιοτικοί παράγοντες χερσαίου οικοσυστήματος».

<sup>5</sup> Μ. Σακκαλλής «Σημειώσεις εδαφολογίας» (Μετάφραση αγγλικών σημειώσεων Δασικού Κολεγίου Κύπρου), Μάιος 2011

<sup>6</sup> Μ. Σακκαλλής «Σημειώσεις εδαφολογίας» (Μετάφραση αγγλικών σημειώσεων Δασικού Κολεγίου Κύπρου), Μάιος 2011

Η ορυκτολογική σύσταση των ανόργανων συστατικών ενός εδάφους εξαρτάται από τη σύσταση του μητρικού πετρώματος και από τη δράση των εδαφογενετικών παραγόντων. Η ορυκτολογική αυτή σύσταση με τη σειρά της, επηρεάζει τις φυσικές και τις χημικές ιδιότητες του εδάφους καθώς και την ικανότητα του να παρέχει θρεπτικά στοιχεία στα φυτά όπως είναι το Άζωτο (N), ο Φώσφορος (P), το Κάλιο (K), το Θείο (S), το Ασβέστιο (Ca), το Μαγνήσιο (Mg), το Χλώριο (Cl), το Κοβάλτιο (Co), κ.ά.

**Πίνακας 1.1** Κατάταξη εδαφικών σωματιδίων σε ομάδες μεγέθους σύμφωνα με το αμερικανικό και διεθνές σύστημα

Κλάσματα μηχανικής σύστασης	Όρια διαμέτρων σε mm	
	Αμερικανική κλίμακα	Διεθνής κλίμακα
Πολύ χονδρή άμμος	2,00-1,00	2,00-0,20
Χονδρή άμμος	1,00-0,50	0,20-0,02
Μέση άμμος	0,50-0,25	
Λεπτή άμμος	0,25-0,10	
Πολύ λεπτή άμμος	0,10-0,05	
Ϊλύς	0,05-0,002	0,02-0,002
Άργιλος	<0,002	< 0,002
Λεπτή άργιλος	<0,0002	<0,0002

Πηγή: Μ. Σακκαλλής 2011

Πίνακας 1.2: Ταξινόμηση εδαφών με βάση το ενιαίο σύστημα εδαφικής ταξινόμησης.

Περιγραφή			Σύμβολο	Τυπική Ονομασία
Χονδρόκοκκα εδάφη	Χαλίκια Άνω του 50% του κλάσματος έχει μέγεθος >4,699 mm	Καθαρά χαλίκια	GW	Καλά διαβαθμισμένα χαλίκια
			GP	Χαλίκια χωρίς διαβάθμιση ή κακά διαβαθμισμένα
		Χαλίκια με λεπτόκοκκες προσμίξεις	GM	Ιλυομιγή χαλίκια
			GC	Αργιλομιγή χαλίκια
	Άμμοι Άνω του 50% του κλάσματος έχει μέγεθος <4,699 mm	Καθαρές άμμοι	SW	Καλά διαβαθμισμένες άμμοι
			SP	Κακά διαβαθμισμένες άμμοι
		Άμμοι με λεπτόκοκκες προσμίξεις	SM	Ιλυομιγείς άμμοι
			SC	Αργιούχες άμμοι
Λεπτόκοκκα εδάφη	Πηλίτες (Ιλύες και Άργιλοι)	LL < 50	ML	Ανόργανες ιλύες και πολύ λεπτόκοκκες άμμοι, ελαφρά πλαστικότητα
			CL	Ανόργανες άργιλοι χαμηλής ως μέτριας πλαστικότητας
			OL	Οργανικές ιλύες και ιλυούχες άργιλοι χαμηλής πλαστικότητας
		LL > 50	MH	Ανόργανες ιλύες, ελαστικές ιλύες
			CH	Ανόργανες ιλύες υψηλής πλαστικότητας
			OH	Οργανικές άργιλοι μέτριας ως υψηλής πλαστικότητας
			PT	Τύρφη και άλλα οργανικά εδάφη

Πηγή: Αριστοτέλειο Παν/μιο Θεσσαλονίκης 2007

Συνήθως στα εδάφη το εδαφικό νερό προέρχεται από τις βροχές και τις χιονοπτώσεις. Οι μισοί εδαφικοί πόροι είναι γεμάτοι νερό. Τα άλατα του εδάφους διαλύονται στο νερό και έτσι δημιουργείται το εδαφικό διάλυμα που έχει μεγάλη σημασία κυρίως ως μέσο τροφοδότησης των φυτών με θρεπτικά συστατικά. Η σύσταση του εδαφικού διαλύματος εξαρτάται από την εποχή του χρόνου, τη θερμοκρασία του εδάφους, την ποσότητα ανόργανων συστατικών στο έδαφος, τη χρήση λιπασμάτων, τα ποτίσματα και άλλους παράγοντες.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Μ. Σακκαλλής «Σημειώσεις εδαφολογίας» (Μετάφραση αγγλικών σημειώσεων δασικού κολεγίου Κύπρου), Μάιος 2011

Ο εδαφικός αέρας περιέχεται κυρίως στους πόρους του εδάφους που δεν είναι γεμάτοι με νερό. Περιέχει αρκετή ποσότητα οξυγόνου απαραίτητη για τη δράση των εδαφικών μικροοργανισμών (αποσύνθεση οργανικών ουσιών) και κατά συνέπεια για την ανάπτυξη των φυτών. Εδάφη που δεν έχουν επαρκή αέρα στους πόρους τους, είτε γιατί είναι πλημμυρισμένα με νερό είτε γιατί έχουν συμπιεστεί σε μεγάλο βαθμό π.χ. από βαριά μηχανήματα, περιέχουν ελάχιστο ή καθόλου οξυγόνο, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα τη σχεδόν αδύνατη ανάπτυξη των φυτών.<sup>8</sup>

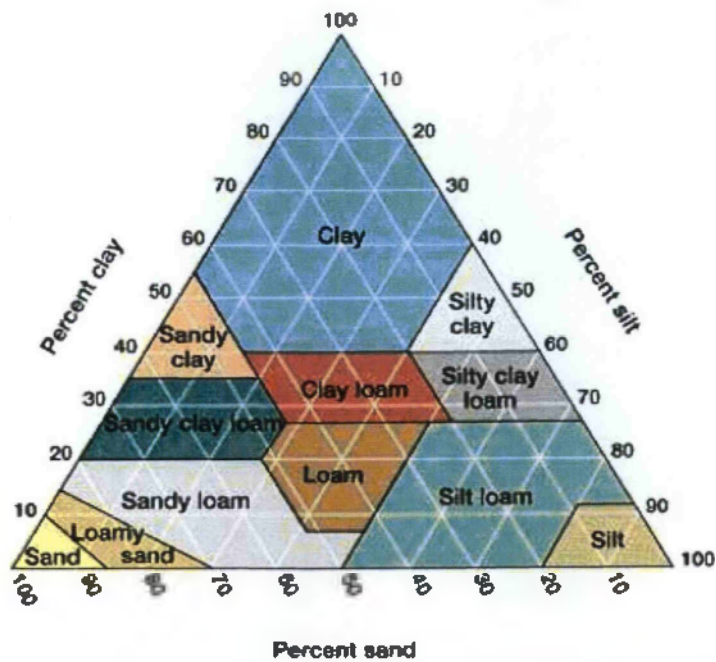
Τα οργανικά συστατικά του εδάφους αποτελούνται από πολύπλοκες ενώσεις που προέρχονται από τη δράση των εδαφικών μικροοργανισμών στα νεκρά ζωικά ή φυτικά υλικά που συσσωρεύονται στο έδαφος. Τα υλικά αυτά αποτελούν επίσης την προϋπόθεση της ύπαρξης των ίδιων των εδαφικών μικροοργανισμών αφού οι εδαφικοί μικροοργανισμοί αντλούν όλα τα απαραίτητα στοιχεία καθώς και την ενέργεια που χρειάζονται για την επιβίωσή τους από τα υλικά αυτά.<sup>9</sup>

Τα εδαφολογικά εργαστήρια ταξινομούν τα εδάφη σε δώδεκα κατηγορίες κοκκομετρικής σύστασης, ανάλογα με το ποσοστό συμμετοχής της άμμου, αργίλου, ιλύος στο έδαφος. Οι δώδεκα αυτές κλάσεις εδαφών καταλαμβάνουν ορισμένη θέση και χώρο σε ένα ισοσκελές τρίγωνο το οποίο ονομάζεται τρίγωνο μηχανικής σύστασης των εδαφών.

---

<sup>8</sup> Μ. Σακκαλής «Σημειώσεις εδαφολογίας» (Μετάφραση αγγλικών σημειώσεων δασικού κολεγίου Κύπρου), Μάιος 2011

<sup>9</sup> Μ. Σακκαλής «Σημειώσεις εδαφολογίας» (Μετάφραση αγγλικών σημειώσεων δασικού κολεγίου Κύπρου), Μάιος 2011



Εικόνα 1.2: Τρίγωνο μηχανικής σύστασης εδαφών

Οι τρεις βασικότερες κατηγορίες εδαφών είναι τα αμμώδη ή ελαφρά εδάφη, τα πηλώδη ή μέσης σύστασης και τα αργιλώδη ή βαριά εδάφη, με ιδιότητες ανάλογες των ποσοστών άμμου, αργίλου, ιλύος που περιέχουν.

**Αμμώδες έδαφος:** αμμώδες (Sandy), αμμοπηλώδες (Sandy loam)

**Πηλώδες έδαφος:** πηλοαμμώδες (Loamy sand), αμμοαργιλοπηλώδες (Sandy clay loam), πηλώδες (Loam), ιλυοπηλώδες (Silty loam), ιλυοαργιλοπηλώδες (Silty clay loam), ιλυώδες (Silt).

**Αργιλώδες έδαφος:** αργιλοπηλώδες (Clay loam), ιλυοαργιλώδες (Silty clay), αργιλοαμώδες (Sandy clay), αργιλώδες (Clay).<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Μ. Σακκαλλής «Σημειώσεις εδαφολογίας» (Μετάφραση αγγλικών σημειώσεων δασικού κολεγίου Κύπρου), Μάιος 2011

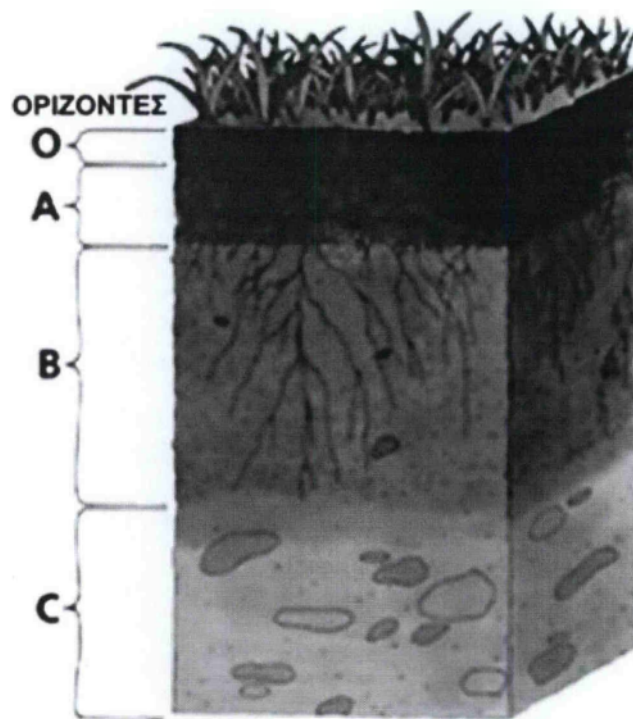
### 1.3 Εδαφικοί ορίζοντες

Σε μια κάθετη τομή του εδάφους διακρίνονται μια σειρά από οριζόντια στρώματα που είναι οι εδαφικοί ορίζοντες. Οι εδαφικοί ορίζοντες διαφέρουν ως προς το μέγεθος, το χρώμα και τη σύσταση. Οι κύριοι εδαφικοί ορίζοντες των εδαφών, συμβολίζονται διεθνώς A-B-C.

Ο ορίζοντας **A** είναι ο ανώτερος ορίζοντας, πλούσιος σε οργανικές ουσίες που του προσδίδουν σκουρόχρωμη όψη. Τα αργιλικά υλικά του ορίζοντα αυτού, καθώς και άλλα ευκίνητα υλικά αποπλένονται και μεταφέρονται στους βαθύτερους ορίζοντες. Ο ορίζοντας **B** είναι ο ενδιάμεσος ορίζοντας, στον οποίο συγκρατούνται διάφορες χημικές ουσίες που προέρχονται από την απόπλυση του ορίζοντα A (οξειδία του σιδήρου, αργιλικά ορυκτά κ.ά.). Ο ορίζοντας **C** είναι ο κατώτερος εδαφικός ορίζοντας, που αποτελείται από μητρικό υλικό, μερικά αποσαθρωμένο. Ο ορίζοντας αυτός μπορεί να είναι οξειδωμένος (C<sub>ox</sub>) ή να περιέχει CaCO<sub>3</sub> (C<sub>ca</sub>). Κάτω από τον ορίζοντα C υπάρχει το μητρικό πέτρωμα.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωλογίας, «Θέματα υδρολογίας περιβάλλοντος», 21/11/2007



Εικόνα 1.3: Κύριοι εδαφικοί ορίζοντες

#### 1.4 Φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους

Οι βασικότερες φυσικές ιδιότητες των εδαφών αναλύονται παρακάτω ανά κατηγορία.

➤ **Φαινόμενη πυκνότητα**

Η φαινόμενη πυκνότητα του εδάφους ορίζεται ως το βάρος ξηρού ( $104^{\circ}\text{C}$ ) εδάφους προς τον όγκο του, στην φυσική του κατάσταση (αδιατάραχτο). Συνηθισμένες τιμές για μη καλλιεργούμενα εδάφη είναι μεταξύ  $1,0 - 1,6 \text{ g/cm}^3$ , ανάλογα με τον τύπο εδάφους και το πορώδες. Κατά κανόνα, η φαινόμενη πυκνότητα είναι μικρότερη στο επιφανειακό στρώμα ενός εδάφους από ό,τι στο υπέδαφος, λόγω της υψηλότερης περιεκτικότητας σε οργανική ύλη και την ύπαρξη μεγαλύτερων κόκκων στην επιφάνεια και της συμπίεσης του υπεδάφους. Η μηχανική κατεργασία του επιφανειακού εδάφους, π.χ. με

καλλιεργητικά εργαλεία, τείνει να καταστρέψει τη δομή δημιουργώντας αντίστροφο αποτέλεσμα.<sup>12</sup>

#### ➤ Πορώδες

Ως πορώδες της δομής του εδάφους ορίζεται το ποσοστό του όγκου του το οποίο καταλαμβάνεται από μη στερεά υλικά. Σημαντικό ρόλο παίζει και η κατανομή μεγέθους των πόρων. Για να αερίζεται σωστά το έδαφος δεν είναι απαραίτητη προϋπόθεση απλά ο συνολικά μεγάλος όγκος πόρων, αλλά η ύπαρξη πόρων μεγάλης διαμέτρου. Π.χ., τα αργιλώδη εδάφη παρουσιάζουν υψηλές τιμές πορώδους (>55%) αλλά είναι ακατάλληλα για τις περισσότερες καλλιέργειες λόγω κακού αερισμού. Αντίθετα, τα αμμώδη εδάφη, με πορώδες περίπου 40-45%, παρουσιάζουν συνήθως καλό και σταθερό αερισμό.<sup>13</sup>

#### ➤ Διασπορά ή διαμερισμός

Η παρουσία σχετικά μεγάλων ποσοτήτων προσροφημένου νατρίου ευνοεί μηχανισμούς μέσω των οποίων τα ανόργανα συστατικά του εδάφους μπορεί να βρεθούν σε κατάσταση διασποράς ή διαμερισμού. Το αποτέλεσμα είναι η καταστροφή της δομής του εδάφους και η δημιουργία μιας συμπαγούς εδαφικής μάζας, χωρίς κενά (πόρους) και με πολύ ανεπιθύμητες – για την ανάπτυξη φυτών – φυσικές ιδιότητες.<sup>14</sup>

#### ➤ Πραγματική πυκνότητα (πυκνότητα κόκκων)

Η πραγματική πυκνότητα ορίζεται ως το βάρος ξηρού εδάφους προς τον όγκο του, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη ο όγκος των πόρων. Οι διακυμάνσεις της είναι μικρότερες από ό,τι της φαινόμενης πυκνότητας. Για τα περισσότερα εδάφη είναι περίπου ίση με 2,6 – 2,7 g/cm<sup>3</sup>, εκτός αν είναι πολύ πλούσια σε οργανική ουσία ή σε οξειδία του σιδήρου.<sup>15</sup>

#### ➤ Υγρασία του εδάφους

Η διατήρηση της υγρασίας του εδάφους σε ενδεδειγμένα επίπεδα είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την επιτυχία μίας καλλιέργειας. Η

<sup>12</sup> <http://www.prosodol.gr/?q=el/node/480>

<sup>13</sup> <http://www.prosodol.gr/?q=el/node/480>

<sup>14</sup> <http://www.prosodol.gr/?q=el/node/480>

<sup>15</sup> <http://www.prosodol.gr/?q=el/node/480>



υγρασία πρέπει να είναι επαρκής για την κανονική ανάπτυξη των φυτών αλλά όχι τόσο μεγάλη ώστε να εμποδίζει την πρόσληψη οξυγόνου από τις ρίζες. Η υγρασία περιλαμβάνει 4 τύπους νερού:

- 1) Προσροφημένο νερό: πρόκειται για το ισχυρά προσροφημένο στους κρυσταλλικούς μικροπόρους νερό το οποίο δεν είναι άμεσα διαθέσιμο και δεν μετακινείται, εκτός αν λάβουν χώρα ιοντοεναλλακτικές διεργασίες.
- 2) Υγροσκοπικό νερό: είναι προσροφημένο ασθενώς, σε λεπτά στρώματα στην επιφάνεια των κόκκων και μπορεί να μετακινηθεί μόνο μέσω εξάτμισης.
- 3) Τριχοειδές νερό: συγκρατείται μέσω δυνάμεων επιφανειακής τάσης ανάμεσα στους κόκκους του εδάφους ή μέσα σε τριχοειδείς πόρους. Αποτελεί την κυρίως πηγή υγρασίας και απορροφάται σταδιακά από τις ρίζες.
- 4) Διηθητό νερό: πληρώνει τους μεγάλους πόρους και τους κενούς εν γένει χώρους του εδάφους, δια μέσου των οποίων κινείται ελεύθερα υπό την επίδραση της βαρύτητας ή άλλης επίδρασης.<sup>16</sup>

➤ **Διηθητικότητα του εδάφους**

Διηθητικότητα λέγεται το φαινόμενο (και ο βαθμός στον οποίο αυτό συμβαίνει) κατά το οποίο το νερό (άρδευσης ή βροχόπτωσης) εισχωρεί στην κυρίως μάζα του εδάφους από την επιφάνειά του. Συνήθως, η διηθητικότητα είναι ταχεία κατά την έναρξη της παροχής νερού, βαθμιαία όμως η επιφάνεια κορένεται και η διηθητικότητα μειώνεται μέχρι μια σταθερή τιμή. Αν διακοπεί η παροχή νερού, η διηθητικότητα μειώνεται κι άλλο και μηδενίζεται όταν απορροφηθεί όλο το νερό από την επιφάνεια. Η διηθητικότητα εξαρτάται κυρίως από τη μηχανική σύσταση του εδάφους και τη δομή του, αλλά και από το ύψος της στάθμης του νερού που συσσωρεύεται στην επιφάνεια (λόγω της υδροστατικής πίεσης). Ένα έδαφος πρόσφατα καλλιεργημένο ή καλυμμένο από πυκνή βλάστηση αναμένεται να έχει βελτιωμένη διηθητικότητα. Η γνώση της διηθητικότητας βοηθά στον σωστό υπολογισμό της άρδευσης.<sup>17</sup>

<sup>16</sup> <http://www.prosodol.gr/?q=el/node/480>

<sup>17</sup> <http://www.prosodol.gr/?q=el/node/480>

### ➤ Υδατοδιαπερατότητα

Η υδατοδιαπερατότητα αφορά στην κίνηση του νερού μέσα στην κυρίως μάζα του εδάφους. Εξαρτάται κυρίως από τον αριθμό, την κατανομή και το μέγεθος των πόρων, αλλά αυξάνεται και λόγω υδροστατικής πίεσης όταν η επιφάνεια είναι καλυμμένη από νερό. Άλλοι παράγοντες που μπορεί να επηρεάζουν την υδατοδιαπερατότητα είναι τα γενικά δομικά χαρακτηριστικά του εδάφους και η περιεκτικότητά του σε οργανική ουσία. Η γνώση της υδατοδιαπερατότητας είναι απαραίτητη για την εκλογή της κατάλληλης μεθόδου άρδευσης και για την αντιμετώπιση προβλημάτων αποστράγγισης.<sup>18</sup>

### ➤ Συνεκτικότητα

Η συνεκτικότητα ενός εδαφικού υλικού αποτελεί την εκδήλωση των δυνάμεων συνοχής και συνάφειας. Θα μπορούσε να οριστεί ως η αντίσταση του εδαφικού υλικού σε παραμόρφωση και ρήξη. Ο τύπος εδάφους και η περιεκτικότητα σε νερό είναι οι καθοριστικοί παράγοντες για την συνεκτικότητα. Η συνοχή της άμμου και της ιλύος είναι πολύ μικρή ενώ μπορεί να είναι πολύ ισχυρή μεταξύ κόκκων αργίλλου. Οι δυνάμεις συνάφειας δρουν μόνο όταν υπάρχουν μηνίσκοι που διαχωρίζουν την υγρή από την αέρια φάση, δηλαδή όταν το εδαφικό υλικό είναι νωπό αλλά όχι κορεσμένο σε νερό. Σε αυτή την περίπτωση, η συνεκτικότητα του εδάφους του προσδίδει πλαστικότητα.<sup>19</sup>

### ➤ Διόγκωση – Συρρίκνωση

Σε αργιλλικά εδάφη μπορεί να παρατηρηθεί υπό φυσικές συνθήκες το φαινόμενο της διόγκωσης και της – επακόλουθης – συρρίκνωσης. Η διόγκωση οφείλεται στην ιδιότητα των φυλλοπυριτικών υλικών να προσροφούν νερό διογκώνοντας προς τη μία διάσταση το κρυσταλλικό τους πλέγμα και να το αποβάλλουν επιστρέφοντας στην αρχική τους κατάσταση. Η εμφάνιση ρωγμών, οι οποίες μερικές φορές σχηματίζουν ένα συνεχές δίκτυο πολυγωνικών σχημάτων, είναι το αποτέλεσμα της συρρίκνωσης μετά από διόγκωση. Η εμφάνιση των ρωγμών είναι ανεπιθύμητη διότι, ειδικά σε κλίματα

<sup>18</sup> <http://www.prosodol.gr/?a=eI/node/480>

<sup>19</sup> <http://www.prosodol.gr/?q=eI/node/480>

όπως της Ελλάδας, συντελεί στην ταχεία ξήρανση της εδαφικής μάζας και των λεπτών ριζών ενώ δημιουργεί δυσκολίες και στην άρδευση.<sup>20</sup>

### ➤ Θερμοκρασία

Η κύρια πηγή θερμότητας για το έδαφος είναι ο ήλιος. Συνεπώς, οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του εδάφους ακολουθούν τις (ημερήσιες και εποχιακές) διακυμάνσεις της ηλιοφάνειας αλλά με μία λογική χρονοκαθυστέρηση λόγω της αντίστασης στη μεταφορά θερμότητας. Γενικά, το εύρος των διακυμάνσεων θερμοκρασίας του εδάφους μειώνεται προς το βάθος ή όταν η επιφάνεια καλύπτεται από βλάστηση, κατά τη νύχτα το υπέδαφος είναι θερμότερο από το επιφανειακό έδαφος και το χειμώνα η μέση θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη στα βαθύτερα στρώματα. Είναι αξιοσημείωτο ότι η μέση ετήσια θερμοκρασία εδάφους σε οποιοδήποτε βάθος είναι πάντα ελαφρώς ψηλότερη από την αντίστοιχη ατμοσφαιρική στην ίδια τοποθεσία.

Αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους συνεπάγεται:

- 1) Αύξηση της ταχύτητας των αντιδράσεων χημικής αποσάρθρωσης των ορυκτών συστατικών
- 2) Αύξηση της ταχύτητας των βιοχημικών αντιδράσεων (π.χ. νιτροποίηση)
- 3) Δραστηριοποίηση της πανίδας (γεωσκώληκες κ.α.)
- 4) Αύξηση του δυναμικού του εδαφικού ύδατος – εξάτμιση
- 5) Ευκολότερη διάχυση των αερίων δια μέσου της εδαφικής μάζας
- 6) Μεταβολές στις ισορροπίες απορρόφησης, ιοντοεναλλαγής και συστημάτων οξειδοαναγωγής
- 7) Αλλαγή στην ταχύτητα μετατροπής μη ανταλλάξιμου καλίου σε ανταλλάξιμο και δύσκολα κινητοποιήσιμου φωσφόρου σε κινητοποιήσιμο
- 8) Επίσης, η βλάστηση των διαφόρων σπόρων είναι δυνατή μόνο σε συγκεκριμένα εύρη θερμοκρασιών (και ταχύτερη σε συγκεκριμένες – βέλτιστες - θερμοκρασίες). Η θερμοκρασία επιδρά και στην ανάπτυξη

<sup>20</sup> <http://www.prosodol.gr/?q=el/node/480>

του ριζικού συστήματος των φυτών, στην πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων και νερού και γενικότερα στην ανάπτυξη των φυτών.<sup>21</sup>

#### ➤ Συγκράτηση ύδατος

Το νερό στους πόρους του εδάφους δεν βρίσκεται σε μορφή σταγονιδίων αλλά σε μορφή υμενίων που περιβάλλουν τους κόκκους. Τα υμένια αυτά αποτελούν ένα συνεχές σύστημα καθώς συγκρατούνται από τα στερεά συστατικά του εδάφους με δυνάμεις συνάφειας. Οι ελκτικές δυνάμεις είναι ισχυρότερες όσο λεπτότερα είναι τα υμένια. Αν το έδαφος κορεσθεί σε νερό, το νερό θα κινηθεί προς τα κάτω, υπό την επίδραση του βάρους του, εκκενώνοντας πρώτα τους μεγαλύτερους πόρους και εν συνεχεία τους μικρότερους, μέχρι να μείνουν γεμάτοι μόνο εκείνοι όπου τα λεπτά υμένια γειτονικών κόκκων συνενώνονται (το κρυσταλλικό νερό δεν συμμετέχει στη διαδικασία). Σε αυτήν την κατάσταση, το κατά βάρος ποσοστό ύδατος (σε ξηρή βάση) είναι γνωστό ως υδατοχωρητικότητα του εδάφους. Περαιτέρω μείωση της ποσότητας του εδαφικού ύδατος είναι εφικτή μόνο με εξωτερική παρέμβαση (π.χ. απορρόφηση από ρίζες ή άνοδο θερμοκρασίας και εξάτμιση). Αν η απομάκρυνση ύδατος οφείλεται σε απορρόφηση από ριζικά τριχίδια, τότε μπορεί να εξακολουθήσει μέχρι μία συγκεκριμένη χαρακτηριστική περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό η οποία είναι γνωστή ως ποσοστό μαράνσεως. Σε ένα έδαφος του οποίου η περιεκτικότητα σε νερό είναι ίση ή μικρότερη με το ποσοστό μαράνσεως, τα φυτά μαραίνονται οριστικά.<sup>22</sup>

#### ➤ Ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα

Η ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα του υδατικού εκχυλίσματος του εδάφους μπορεί να μας δώσει μία κατά προσέγγιση ποσοτική εκτίμηση του συνόλου των υδατοδιαλυτών αλάτων του εδάφους.<sup>23</sup>

Όσον αφορά τις χημικές ιδιότητες των εδαφών αυτές σχετίζονται με τα θετικά και αρνητικά ιόντα που υπάρχουν στα στοιχεία που το συνθέτουν.

<sup>21</sup> <http://www.prosodol.gr/?q=el/node/480>

<sup>22</sup> <http://www.prosodol.gr/?q=el/node/480>

<sup>23</sup> <http://www.prosodol.gr/?q=el/node/480>

➤ **Αρνητικά φορτισμένες επιφάνειες**

Τα στερεά συστατικά του εδάφους έχουν κυρίως αρνητικό φορτίο. Κάποιες επιφάνειες είναι εξαρτώμενες από το pH του εδαφικού διαλύματος (π.χ. οξειδία, υδροξειδία και θραυσιγενείς επιφάνειες ορυκτών της αργίλου). Κάποιες επιφάνειες δεν έχουν σχέση με το pH διαλύματος (π.χ. οργανική ουσία, ορυκτά 1:1 και 1:2). Οι εξαρτώμενες από το pH επιφάνειες σε όξινα περιβάλλοντα φορτίζονται θετικά.<sup>24</sup>

➤ **Κατιόντα**

Τα κατιόντα του εδάφους είτε είναι εξαρτώμενα από τη στερεή φάση, είτε είναι διαλυμένα στο εδαφικό διάλυμα. Τα εξαρτώμενα από τη στερεή φάση μπορεί να είναι προσροφημένα (adsorbed) (προσκολλημένα αντιστρεπτά στις εξωτερικές επιφάνειες των στερεών) και τότε εύκολα ανταλλάξιμα με τα κατιόντα του εδαφικού διαλύματος. Μπορεί όμως να είναι και απορροφημένα (absorbed) (δηλαδή εγκλωβισμένα ενδοστοιβαδικά ή στο πλέγμα των ορυκτών) και τότε δεν συμμετέχουν στη χημική ισορροπία με τα κατιόντα του εδαφικού διαλύματος.<sup>25</sup>

<sup>24</sup> Β. Αντωνιάδης, «Εδαφολογία – Τα εδάφη στα οικοσυστήματα», Νοέμβριος 2001

<sup>25</sup> Β. Αντωνιάδης, «Εδαφολογία – Τα εδάφη στα οικοσυστήματα», Νοέμβριος 2001

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### Περιβαλλοντικά προβλήματα- Υποβάθμιση Εδαφών

Τα τελευταία χρόνια η εντατικοποίηση της γεωργίας για την επίτευξη της μεγιστοποίησης της παραγωγής γεωργικών αγαθών, έχει προκαλέσει πολλαπλές καταπονήσεις στο εδαφικό περιβάλλον. Ως υποβάθμιση του εδάφους καλούμε τη μόνιμη και μη αναστρέψιμη μεταβολή της δομής και της λειτουργίας του εδάφους. Η υποβάθμιση αυτή προκαλείται από φυσική, χημική ή βιολογική καταπόνηση του εδάφους λόγω ανθρωπίνων δραστηριοτήτων. Η υποβάθμιση της γης είναι αποτέλεσμα μιας πολύ μεγάλης επιβάρυνσης σε ένα οικοσύστημα.<sup>26</sup>

Η οικονομική διάσταση της υποβάθμισης αυτής είναι πολύ δύσκολο να υπολογισθεί, πρέπει όμως να γίνει προκειμένου να μειωθεί η υποβάθμιση, και το μέγεθος ενός τέτοιου προϋπολογισμού πρέπει να εκτιμηθεί από το κοινωνικό σύνολο. Εάν μπορεί να θεωρήσει κανείς το έδαφος ως επιδερμίδα της γης τότε η υποβάθμιση (απώλεια των λειτουργιών του εδάφους) αποτελεί ασθένεια με συμπτώματα. Σε γενικές γραμμές η υποβάθμιση των εδαφών οφείλεται σε: διάβρωση, οξίνιση, μόλυνση, συμπίεση, απώλεια οργανικής ουσίας, αλάτωση, κατάκλυση.<sup>27</sup>

#### 2.1 Διάβρωση



Εικόνα 2.1: Διάβρωση εδάφους

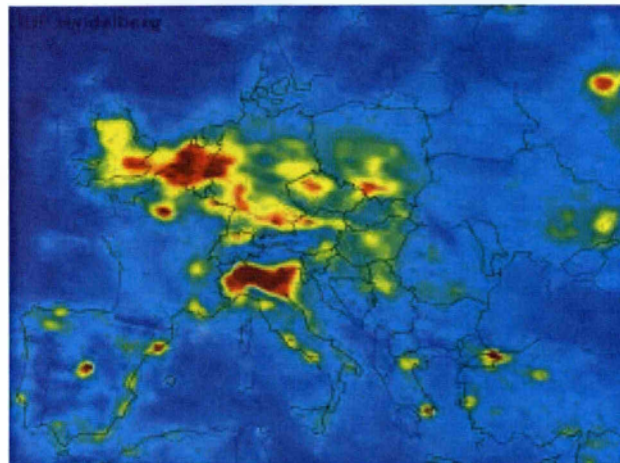
<sup>26</sup> E-georpoi.gr «Η υποβάθμιση του εδάφους», 24/01/2010

<sup>27</sup> E-georpoi.gr «Η υποβάθμιση του εδάφους», 24/01/2010

Η διάβρωση είναι από τις πλέον διαδεδομένες παγκοσμίως αιτίες υποβάθμισης. Είναι φυσικό φαινόμενο που επιταχύνεται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Οι κύριες ανθρώπινες δραστηριότητες που προκαλούν διάβρωση του εδάφους είναι η καλλιέργεια κατά τη διεύθυνση της κλίσης, η απουσία βλάστησης σε περιόδους έντονων βροχοπτώσεων, οι μεγάλοι γυμνοί αγροί, η εγκατάλειψη των αναβαθμίδων, η σπορά των σιτηρών χρονικά αργά, καλλιεργητικές εργασίες όχι στο χρόνο που πρέπει, συμπίεση από βαριά μηχανήματα και άλλα.

Τα μέτρα αποκατάστασης περιλαμβάνουν την αμειψισπορά, τη καλλιέργεια σε ισοϋψείς ή αναβαθμίδες, την κάλυψη του εδάφους και άλλα.<sup>28</sup>

## 2.2 Οξίνιση



Εικόνα 2.2: Οξίνιση εδαφών

Η οξίνιση του εδάφους είναι το αίτιο απελευθέρωσης μεγάλης ποσότητας κατιόντων στο εδαφικό διάλυμα όπως σιδήρου, αργιλίου, ασβεστίου, μαγνησίου και βαρέων μετάλλων. Αυτή η διαδικασία επιταχύνεται τα τελευταία χρόνια από ανθρώπινες δραστηριότητες όπως οι εκπομπές ενώσεων θείου και αζώτου από τη καύση ορυκτών καυσίμων και από βιομηχανικές δραστηριότητες. Μπορεί ακόμα να επιταχυνθεί από τη χρήση λιπασμάτων και το συνεχές ξέπλυμα του εδάφους. Η διαδικασία οξίνισης του εδάφους επιταχύνεται και από αλόγιστη χρήση αζωτούχων λιπασμάτων, από την απομάκρυνση από το έδαφος των βασικών κατιόντων με τη σοδειά, από την αναδάσωση με κωνοφόρα και από τη στράγγιση των υγροτόπων.

<sup>28</sup> E-geoponoι.gr «Η υποβάθμιση του εδάφους», 24/01/2010

Η μεγαλύτερη επίπτωση της οξίνισης είναι η μετακίνηση των όξινων συστατικών από το έδαφος στα υπόγεια νερά.

Τα μέτρα που μπορούν να ληφθούν εκτός από τη μείωση των όξινων εκπομπών είναι η γνωστή σε όλους μας ασβέστωση του εδάφους. Είναι σημαντικό όμως να γνωρίζει κανείς ότι η ρυθμιστική ικανότητα του εδάφους δεν αποκαθίσταται παρά μόνο σε πολύ μικρό ποσοστό. Σε κάθε περίπτωση η ασβέστωση πρέπει να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει σταδιακή και όχι απότομη αύξηση του pH.<sup>29</sup>

### 2.3 Ρύπανση από βαριά μέταλλα



Εικόνα 2.3: Ρύπανση από βαρέα μέταλλα

Η ρύπανση του εδάφους με βαριά μέταλλα όπως κάδμιο, μόλυβδο, χρώμιο, χαλκό, ψευδάργυρο, υδράργυρο και αρσενικό αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα. Οι αιτίες της μόλυνσης βρίσκονται κυρίως στη βιομηχανία, στη γεωργία, στη χρήση καυσίμων και στην κυκλοφορία οχημάτων. Τα βαριά μέταλλα συσσωρεύονται στο έδαφος όπου δεσμεύονται από τα τεμαχίδια του εδάφους. Από εκεί μπορούν να αποδεσμευτούν λόγω της οξίνισης του εδάφους στο εδαφικό διάλυμα, από όπου τα παραλαμβάνουν οι μικροοργανισμοί και οι ρίζες των φυτών ή διηθούνται στα υπόγεια νερά μολύνοντας τη τροφική αλυσίδα ή υποβαθμίζοντας την ποιότητα του πόσιμου νερού.

Τα μέτρα που συνιστώνται για τη γεωργία είναι κυρίως η χρήση πρώτων υλών για την παρασκευή λιπασμάτων με χαμηλή περιεκτικότητα σε βαριά μέταλλα, η χρήση τροφών των ζώων με χαμηλή περιεκτικότητα σε βαριά

<sup>29</sup> E-georropoi.gr «Η υποβάθμιση του εδάφους», 24/01/2010



μέταλλα, η αντικατάσταση των ανόργανων εντομοκτόνων με αντίστοιχα οργανικά, ο περιορισμός της λίπανσης με κοπριά και με λάσπη αποβλήτων και τέλος, ο περιορισμός χρήσης λιπασμάτων και αριθμού των ζώων που βόσκουν ανά στρέμμα.<sup>30</sup>

## 2.4 Απώλεια οργανικής ουσίας



Εικόνα 2.4: Σαπούνι – Οργανική Ουσία

Η εντατική καλλιέργεια της γης μπορεί να μειώσει σοβαρά τη περιεκτικότητα της οργανικής ουσίας του εδάφους. Άλλες αιτίες είναι και η εγκατάλειψη της αμειψισποράς καθώς και το κάψιμο της καλαμιάς. Η μείωση της οργανικής ουσίας του εδάφους μειώνει τη δυνατότητα συγκράτησης υγρασίας, αποθήκευσης θρεπτικών στοιχείων, και προσρόφησης και δέσμευσης μολυσματικών ουσιών. Όταν συμβαίνουν όλα τα προηγούμενα τότε χάνεται η σταθερότητα του εδάφους και καθίσταται πλέον επιρρεπές στη διάβρωση, το ξεπλυμα και την επιφανειακή απορροή.

Ποικίλα μέτρα μπορούν να ληφθούν για τον εμπλουτισμό του εδάφους σε οργανική ουσία όπως αμειψισπορά με χορτοδοτικά φυτά και ψυχανθή, μη κάψιμο της καλαμιάς και των φυτικών υπολειμμάτων και ενσωμάτωσή τους στο έδαφος με όργωμα. Επίσης θα πρέπει να αφήνεται η γη σε αγρανάπαυση.<sup>31</sup>

<sup>30</sup> E-georpoi.gr «Η υποβάθμιση του εδάφους», 24/01/2010

<sup>31</sup> E-georpoi.gr «Η υποβάθμιση του εδάφους», 24/01/2010

## 2.5 Αλατότητα



Εικόνα 2.5: Αλατότητα εδάφους

Η αλατότητα του εδάφους προκύπτει από την άρδευση χωρίς κατάλληλη στράγγιση, από την εισχώρηση θαλασσινού νερού από τη θάλασσα ή από αλατούχες πηγές λόγω υπεράντλησης νερού για άρδευση ή πόση. Τα μέτρα που λαμβάνονται για την αποκατάσταση αλατούχων εδαφών, αν και είναι αποτελεσματικά, είναι πολύ δαπανηρά.<sup>32</sup>

---

<sup>32</sup> E-georpoi.gr «Η υποβάθμιση του εδάφους», 24/01/2010

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### Αλατότητα εδάφους

#### 3.1 Γενικά Χαρακτηριστικά

Αλατότητα αποκαλείται η μέτρηση της ποσότητας των διαλυμένων αλάτων στο νερό και συνήθως υπολογίζεται σε μέρη επί τοις χιλίοις (ppt ή ‰) ή ως Συνολικά Διαλυμένα Στερεά (TDS). Τα TDS είναι το συνολικό βάρος διαλυμένων αλάτων ως προς το ολικό βάρος του διαλύματος. (1 ppt = 1 χιλιοστόγραμμα / λίτρο και 1 ppt = 1 γραμμάριο / λίτρο).

Πολύ συχνά η αλατότητα υπολογίζεται από την αγωγιμότητα του διαλύματος. Κατά γενικό κανόνα, όσο υψηλότερη είναι η συγκέντρωση των αλάτων σε ένα διάλυμα, τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητά του να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα. Σήμερα η ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού ( $E_{sw}$ ) εκφράζεται σε μονάδες όπως deciSiemens ανά μέτρο (dS/m).<sup>33</sup>

Πίνακας 3.1 Μονάδες μέτρησης αλατότητας

Μονάδα	Αγωγιμότητα	Υποπολλαπλάσιο 1/1000	Υποπολλαπλάσιο 1/1000.000
		1 S/cm	0,001 S/cm
Ισοδυναμία	1 mho/cm	1 dS/m	1 μS/cm
		1 mS/cm	0,001 mS/cm
		1000 μS/cm	0,001 dS/m
		1 mmho/cm	1 μmho/cm

<sup>33</sup> Massimo Iannetta, Nicola Colonna «Αλάτωση εδαφών», Land Care In Desertification Affected Areas From Science Towards Application

Ο όρος αλατότητα χρησιμοποιείται για να περιγράψουμε τη διεργασία συσσώρευσης αλάτων στο έδαφος. Αυτό συμβαίνει συνήθως στις ξηρές και ημίξηρες περιοχές, όπου τα διαλυτά άλατα κατακρημνίζονται μέσα στο έδαφος ή στην επιφάνειά του. Η αύξηση των επιπέδων των αλάτων στις ανώτερες εδαφικές στρώσεις της επιφάνειας μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ανάπτυξη των φυτών και την εξάτμιση του νερού στην επιφάνεια του εδάφους.<sup>34</sup>

Η πρώτη διεργασία συμβαίνει σε αλλουβιακές πεδιάδες ή κοιλώματα σε ημίξηρες περιοχές, όταν η στάθμη του υπόγειου νερού βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Η τριχοειδής ανοδική κίνηση του νερού προς την επιφάνεια προκαλεί τη συσσώρευση των αλάτων μετά από την εξάτμιση του νερού, λόγω της έντονης ηλιακής ακτινοβολίας. Σε αυτούς τους τύπους εδαφών παρατηρείται συχνά τα άλατα να σχηματίζουν λευκή κρούστα.<sup>35</sup>

Η δεύτερη διεργασία συμβαίνει σε καλλιεργούμενες περιοχές, όπου η άρδευση σχετίζεται με υψηλά επίπεδα εξάτμισης και το έδαφος έχει αργιλώδη κοκκομετρική σύσταση. Σε αυτή τη περίπτωση η έκπλυση αλάτων είναι σπάνια ή απύσχα και τα ιόντα του χλωριούχου νατρίου και του ασβεστίου συγκεντρώνονται στις επιφανειακές στρώσεις του εδάφους.

Η τελευταία διεργασία συμβαίνει στις παράκτιες περιοχές, όπου η υπερβολική άντληση νερού, λόγω πολλαπλών αναγκών, προκαλεί πτώση της στάθμης του νερού και εισροή θαλασσινού νερού. Τα τελευταία χρόνια αυτή η διεργασία έχει εξαπλωθεί δραματικά σε όλες τις παράκτιες περιοχές της Μεσογείου.<sup>36</sup>

Τα αλατούχα εδάφη μπορούν να περιέχουν υπερβολικά υδατοδιαλυτά άλατα (αλατούχα εδάφη), υπερβολικό ανταλλάξιμο νάτριο (νατριωμένα εδάφη) ή και

---

<sup>34</sup> Massimo Iannetta, Nicola Colonna «Αλάτωση εδαφών», Land Care In Desertification Affected Areas From Science Towards Application

<sup>35</sup> Massimo Iannetta, Nicola Colonna «Αλάτωση εδαφών», Land Care In Desertification Affected Areas From Science Towards Application

<sup>36</sup> Massimo Iannetta, Nicola Colonna «Αλάτωση εδαφών», Land Care In Desertification Affected Areas From Science Towards Application

υπερβολικά αλάτια και ανταλλάξιμο νάτριο (αλατούχα-νατριωμένα εδάφη). Η ταξινόμηση των αλατούχων εδαφών γίνεται με βάση την ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC), το pH και το λόγο προσρόφησης του νατρίου (SAR).<sup>37</sup>

**Πίνακας 3.2** Ταξινόμηση αλατούχων εδαφών

Ταξινόμηση αλατούχων εδαφών	EC (dS/m)	εδαφικό pH	SAR	Εδαφικές φυσικές συνθήκες
Αλατούχα	> 4.0	< 8.5	<13	Κανονικές
Αλατούχα-Νατριωμένα	> 4.0	< 8.5	>13	Κανονικές
Νατριωμένα	< 4.0	> 8.5	>13	Φτωχές

Πηγή: Brady, N.C., 2002, *The Nature and Properties of Soils*, New Jersey, USA, Prentice Hall

Μερικοί παράγοντες που αποτελούν ένδειξη για την έντονη αλατότητα των εδαφών είναι οι εξής:

- Καθυστερημένο/μειωμένο φύτρωμα ή κηλίδες του εδάφους γυμνές από βλάστηση
- Μειωμένη ανάπτυξη και μείωση της απόδοσης των καλλιεργειών
- Ζημιές στα φύλλα έως και νέκρωση αυτών
- Αλατούχες κηλίδες στο έδαφος
- Ανεπαρκής στράγγιση του εδάφους
- Κρούστα φαιού χρώματος στην επιφάνεια νατριωμένων εδαφών λόγω διασποράς της εδαφικής οργανικής ουσίας<sup>38</sup>

### 3.2 Αίτια αλατότητας εδαφών

Οι παράγοντες οι οποίοι οδηγούν στην υπέρμετρη συσσώρευση αλάτων στο έδαφος μπορεί να είναι φυσικοί ή ανθρωπογενείς.

<sup>37</sup> European Commission - Fife SOS «Αλάτωση»

<sup>38</sup> European Commission - Fife SOS «Αλάτωση»

Περιβαλλοντικοί (φυσικοί) παράγοντες οι οποίοι έχουν ως αποτέλεσμα την αλάτωση ή την νατρίωση είναι οι εξής:

- Γεωλογικά γεγονότα, τα οποία μπορούν να αυξήσουν τη συσσώρευση αλάτων στα υπόγεια ύδατα και συνεπώς στα εδάφη
- Φυσικοί παράγοντες, οι οποίοι μπορούν να διοχετεύσουν υπόγεια ύδατα πλούσια σε περιεκτικότητα αλάτων στην επιφάνεια, κοντά στην επιφάνεια ή στους ορίζοντες πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα
- Διήθηση υπόγειων υδάτων σε περιοχές που εκτείνονται κάτω από τη στάθμη της θάλασσας, δηλαδή, μικρο-υφέσεις με μικρή ή καθόλου αποστράγγιση
- Πλημμύρισμα με νερό από περιοχές με γεωλογικά υποστρώματα από όπου απελευθερώνονται μεγάλες ποσότητες αλάτων
- Επίδραση ανέμων, η οποία στις παράκτιες ζώνες μπορεί να παρασύρει μέτριες ποσότητες αλάτων στην ξηρά.<sup>39</sup>

Αντίστοιχα, οι φυσικοί παράγοντες που επηρεάζουν την αλατότητα των εδαφών είναι το κλίμα, το μητρικό υλικό του εδάφους, η κάλυψη των εδαφικών εκτάσεων, ο τύπος βλάστησης και η τοπογραφία.

Σε αλάτωση εδαφών όμως οδηγούμαστε και από ανθρώπινες δραστηριότητες. Οι παράγοντες που προκαλεί ο άνθρωπος και με τη σειρά τους μπορεί να οδηγήσουν σε αλάτωση ή νατρίωση είναι οι εξής:

- Άρδευση με νερό πλούσιο σε περιεκτικότητα αλάτων
- Άνοδος του υδροφόρου ορίζοντα λόγω ανθρωπίνων δραστηριοτήτων (διήθηση από μη επενδυμένα κανάλια και δεξαμενές, ανομοιογενής διανομή αρδευτικών υδάτων, ελλείψεις αρδευτικές πρακτικές, ακατάλληλη αποστράγγιση)

<sup>39</sup> The European Commission's in-house science service «Αειφόρος γεωργία και διατήρηση της ποιότητας των εδαφών/Διαδικασίες υποβάθμισης του εδάφους» Μάιος 2009

- Χρήση λιπασμάτων και άλλων εισροών, ειδικά στις περιοχές όπου η γη που υπόκειται σε εντατική γεωργία, έχει χαμηλή διαπερατότητα και περιορισμένες δυνατότητες έκπλυσης
- Χρήση πλούσιων σε περιεκτικότητα αλάτων λυμάτων για άρδευση
- Διάθεση πλούσιων σε περιεκτικότητα αλάτων λυμάτων στα εδάφη
- Μόλυνση των εδαφών με ύδατα πλούσια σε περιεκτικότητα αλάτων και βιομηχανικά υποπροϊόντα<sup>40</sup>

Οι ανθρωπογενείς παράγοντες με τη μεγαλύτερη επιρροή είναι η χρήση της γης, τα γεωργικά συστήματα, η διαχείριση της γης και η υποβάθμιση του εδάφους. Τόσο οι ακατάλληλες αρδευτικές πρακτικές (όπως η χρήση αρδευτικού νερού με υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα) όσο και η ανεπαρκής αποστράγγιση μπορούν να προκαλέσουν αλάτωση.<sup>41</sup>

Η αλάτωση και η νατρίωση συνδέονται συχνά με αρδευόμενες εκτάσεις όπου η χαμηλή βροχόπτωση, οι υψηλοί ρυθμοί εξατμισοδιαπνοής ή τα χαρακτηριστικά σύνθεσης του εδάφους εμποδίζουν την έκπλυση αλάτων από το έδαφος, τα οποία μεταγενέστερα συσσωρεύονται στα επιφανειακά στρώματα. Η άρδευση με νερό το οποίο έχει υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα επιδεινώνει σημαντικά το πρόβλημα.

Στις παράκτιες ζώνες, η αλάτωση μπορεί να συνδεθεί με την υπερεκμετάλλευση υπόγειων υδάτων, η οποία προκαλείται εξαιτίας της ζήτησης για αυξανόμενη αστική χρήση, βιομηχανική εκμετάλλευση και γεωργία. Η υπερβολική εκχύλιση υπόγειων υδάτων μπορεί να μειώσει τον κανονικό υδροφόρο ορίζοντα και να οδηγήσει στη διείσδυση θαλάσσιων υδάτων.<sup>42</sup>

### 3.3 Περιοχές που επηρεάζονται από την αλατότητα

Η αλατότητα είναι ένα παγκόσμιο ζήτημα. Η εκτίμηση του FAO, Unesco [Παγκόσμιος Οργανισμός Τροφίμων & Γεωργίας του ΟΗΕ] το 1999 έδειξε ότι

<sup>40</sup> The European Commission's in-house science service «Αειφόρος γεωργία και διατήρηση της ποιότητας των εδαφών/Διαδικασίες υποβάθμισης του εδάφους» Μάιος 2009

<sup>41</sup> The European Commission's in-house science service «Αειφόρος γεωργία και διατήρηση της ποιότητας των εδαφών/Διαδικασίες υποβάθμισης του εδάφους» Μάιος 2009

<sup>42</sup> The European Commission's in-house science service «Αειφόρος γεωργία και διατήρηση της ποιότητας των εδαφών/Διαδικασίες υποβάθμισης του εδάφους» Μάιος 2009

τα αλατούχα και τα αλκαλιωμένα εδάφη έχουν εξαπλωθεί και επηρεάζουν εκατομμύρια εκτάρια γης σε όλο τον κόσμο. Έχουν γίνει διάφορες εκτιμήσεις που δείχνουν ότι ένα σημαντικό ποσοστό εδαφών που επηρεάζονται από άλατα είναι αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας.

Το 1998 η δεύτερη περιβαλλοντική εκτίμηση του ΕΕΑ (Ευρωπαϊκός Φορέας Περιβάλλοντος) ανέφερε ότι περίπου 4 εκατομμύρια εκτάρια Ευρωπαϊκών εδαφών είχαν επηρεασθεί από την αλατότητα, κυρίως στις Μεσογειακές χώρες. Τέσσερα χρόνια αργότερα, κατά την τρίτη εκτίμηση, το συνολικό ποσοστό του εδάφους που είχε επηρεασθεί ήταν περίπου 16 εκατομμύρια εκτάρια. Αυτή η νέα εκτίμηση, ωστόσο, περιλάμβανε χώρες όπως η Ρωσία, η οποία δεν είχε συμπεριληφθεί στην προηγούμενη έκθεση, έτσι τα στοιχεία δεν μπορούσαν να είναι άμεσα συγκρίσιμα. Η ίδια πηγή δείχνει ότι στην περιοχή της Μεσογείου το 25% της αρδευόμενης γεωργικής γης έχει υποστεί μέτρια ως υψηλή αλάτωση.

Μια άλλη πρόσφατη πηγή στοιχείων («Το νερό της Ευρώπης: εκτίμηση βασισμένη σε δείκτες», η οποία εκδόθηκε το 2003) αναφέρει ότι η διείσδυση του θαλασσινού νερού παρατηρείται σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες, ιδιαίτερα στην Ισπανία, την Ιταλία, την Ελλάδα και την Τουρκία.<sup>43</sup>

### 3.4 Το νερό ως παράγοντας αλατότητας

Το νερό κακής ποιότητας, που περιέχει πολλά άλατα, δυνατόν να δημιουργήσει συνθήκες αλατότητας. Τα κύρια χαρακτηριστικά που καθορίζουν την ποιότητα του νερού άρδευσης είναι τα εξής:

- Η συγκέντρωση των υδατοδιαλυτών αλάτων
- Η συγκέντρωση Na<sup>+</sup>
- Η συγκέντρωση HCO<sub>3</sub>
- Η συγκέντρωση τοξικών ιόντων

---

<sup>43</sup> Massimo Iannetta, Nicola Colonna «Αλάτωση εδαφών», Land Care In Desertification Affected Areas From Science Towards Application



Για να αξιολογήσει κανείς το νερό το οποίο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για να αρδευτεί μια συγκεκριμένη περιοχή θα πρέπει να έχει υπόψη του τις μεταβολές που θα δημιουργηθούν στο περιβάλλον του φυτού. Οι μεταβολές αυτές προκύπτουν από τις ιδιότητες που έχει το νερό αρδεύσεως.

Η αξιολόγηση του νερού αρδεύσεως καλύπτει ένα ευρύ φάσμα συνθηκών στην αρδευόμενη γεωργία. Όλα τα στοιχεία σχετικά με τις ιδιότητες του νερού αρδεύσεως, τις μεταβολές που θα προκύψουν στο υπόστρωμα και τελικά την επίπτωσή τους στα καλλιεργούμενα φυτά, αποτελούν πλαίσιο μέσα στο οποίο μπορεί να συμπεριληφθεί η πλειονότητα των καλλιεργούμενων φυτών.

### **3.5 Λίπανση ως παράγοντας αλατότητας**

Τα τελευταία χρόνια σε διάφορες καλλιέργειες παρατηρείται συχνή χρήση λιπασμάτων. Τα λιπάσματα (υδατοδιαλυτά άλατα) ενεργούν ως πηγή θρεπτικών ουσιών για το φυτό, όταν όμως οι ποσότητές τους υπερβούν τις κανονικές και τοποθετηθούν σε ακατάλληλη χρονική περίοδο τότε είναι δυνατόν να εντείνουν το πρόβλημα της αλατότητας στα φυτά.

Εκείνο που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τις λιπάνσεις είναι ο δείκτης αλατότητας του λιπάσματος. Τι επίδραση έχει δηλαδή στο φαινόμενο της αλατότητας η χρήση συγκεκριμένης ποσότητας ενός λιπάσματος. Δείκτης αλατότητας αναφέρεται στα λιπάσματα όταν αυτά εφαρμόζονται σε ίσες ποσότητες (βάρη). Το νιτρικό νάτριο με δείκτη 100 χρησιμεύει ως αφετηρία για τον δείκτη αλατότητας. Όσο μικρότερος είναι ο δείκτης του λιπάσματος τόσο μικρότερος ο κίνδυνος εγκαυμάτων στα φυτώρια από το λίπασμα.

Πίνακας 3.2 Δείκτες αλατότητας λιπασμάτων

Λίπασμα	Δείκτης αλατ.	Μερικός δείκτης αλατ./μονάδα θρεπτικού στοιχείου
Άνυδρη αμμωνία	47,1	0,572
Ασβεστόλιθος	4,7	0,083
Γύψος	8,1	0,247
Δολομίτης	0,8	0,042
Θεική αμμωνία	69,0	3,253
Θεικό κάλιο	46,1	0,853
Θεικό κάλιο - μαγνήσιο	43,2	1,971
Κυαναμίδη του ασβεστίου	31,0	1,476
Νιτρική αμμωνία	104,6	2,990
Νιτρικό ασβέστιο	52,5	4,409
Νιτρικό κάλιο	73,6	5,336
Νιτρικό νάτριο	100,0	6,060
Ουρία	75,4	1,618
Ουραμόν (ουρία - νιτρικό αμμώνιο)	66,4	1,579
Υπερφωσφορικό (16%)	7,8	0,487
Υπερφωσφορικό (20%)	7,8	0,390
Υπερφωσφορικό (45%)	10,1	0,224
Υπερφωσφορικό (48%)	10,1	0,210
Φωσφορική αμμωνία (11-48)	26,9	2,442
Φωσφορικό διαμμώνιο	29,9	1,614
Φωσφορικό μονοαμμώνιο	34,2	2,453
Φωσφορικό μονοασβέστιο	15,4	0,274
Χλωριούχο κάλιο (50%)	109,4	2,189
Χλωριούχο κάλιο (60%)	116,3	1,936
Χλωριούχο κάλιο (63%)	114,3	1,812
Χλωριούχο νάτριο	153,8	2,899

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### Επιπτώσεις αλατότητας σε δενδρώδεις καλλιέργειες

Οι συνέπειες της ερημοποίησης στα καλλιεργήσιμα εδάφη, είναι πολύ σοβαρές, παρότι είναι ένα φαινόμενο που δεν εμφανίζεται όπως μια ξαφνική καταστροφή, αλλά εξελίσσεται σταθερά στον χρόνο. Η βασική συνέπεια είναι η εγκατάλειψη της γης λόγω της απώλειας της παραγωγικότητας του εδάφους. Διάφορες επιπτώσεις που προκύπτουν από την απώλεια της γονιμότητας του εδάφους είναι:<sup>44</sup>

- Διακοπή της γεωργικής παραγωγής και της παραγωγικότητας
- Μείωση της παραγωγής και της αγοραστικής ικανότητας του πληθυσμού
- Απόκλιση των τιμών των προϊόντων στις τοπικές και εθνικές αγορές
- Κοινωνική, οικονομική και πολιτική αστάθεια
- Αύξηση στη διαφορά εισοδήματος μεταξύ περιοχών
- Αύξηση των περιβαλλοντικών προβλημάτων λόγω της κακής διαχείρισης των φυσικών πόρων<sup>45</sup>

#### 4.1 Ανθεκτικότητα δενδρωδών καλλιεργειών στην αλατότητα

Τα διάφορα είδη δενδρωδών καλλιεργειών διαφέρουν ως προς την αντοχή τους στα άλατα και αντιδρούν με διαφορετικό τρόπο στη συγκέντρωσή τους στο διάλυμα του ριζοστρώματος. Με βάση το γεγονός ότι πολλοί παράγοντες έχουν δυσμενή δράση στις καλλιέργειες και με βάση την έλλειψη της σταθερότητάς τους κάτω από συνθήκες αλατότητας είναι δύσκολο να καθοριστεί επακριβώς η συγκέντρωση αλάτων στην οποία οι διάφοροι τύποι καλλιεργειών είναι πιο ανθεκτικές.<sup>46</sup>

<sup>44</sup> Maria José Roxo – Pedro Cortesão Casimiro – Tiago Miguel Sousa DesertLinks Project Framework 5 – European Union «Ερημοποίηση»

<sup>45</sup> Maria José Roxo – Pedro Cortesão Casimiro – Tiago Miguel Sousa DesertLinks Project Framework 5 – European Union «Ερημοποίηση»

<sup>46</sup> Μ. Κόντης, «Έρευνα των επιπτώσεων της υψηλής συγκέντρωσης χλωριούχου νατρίου (NaCl) στο θρεπτικό διάλυμα υδροπονικής καλλιέργειας τομάτας», Αθήνα 2009

Ο βαθμός αντοχής των καλλιεργειών στα άλατα μεταβάλλεται και εξαρτάται από διάφορους φυσιολογικούς μηχανισμούς. Τα ποσοτικά κριτήρια της αντοχής στα άλατα και η παραγωγικότητα των διαφόρων καλλιεργειών ποικίλλουν ανάλογα με βιολογικές ιδιότητές τους. Σε μερικές καλλιέργειες η ιδιότητα της μεγάλης αντοχής στα άλατα συνδέεται με χαμηλή παραγωγικότητα ενώ σε άλλα με σχετικά υψηλή παραγωγικότητα.

**Πίνακας 4.1** Ανθεκτικότητα δένδρωδών καλλιεργειών στην αλατότητα

<b>Πολύ ανθεκτικά</b>	<b>Μέτρια ανθεκτικά</b>	<b>Ευαίσθητα</b>
<b>A. Δενδρομικά</b>		
(15-20 mmhos/cm) Αρμυρική Χουρμαδιά Φοίνικας Φυστικιά	(4-10 mmhos/cm) Ελιά Αμπέλι Ροδιά Συκιά	(<4 mmhos/cm) Αμυγδαλιά Δαμασκηλιά Αχλαδιά Μηλιά Πορτοκαλιά Βερικοκιά Ροδακινιά Λεμονιά
<b>B. Λαχανικά</b>		
(10-12 mmhos/cm) Σπανάκι Σπαράγγι	(4-10 mmhos/cm) Ντομάτα Καρότο Μπιζέλι Αγγουριά Λάχανο Μαρούλι Κρεμμύδι Κολοκυθιά	(3-4 mmhos/cm) Ραδίκι
<b>Γ. Φυτά Μεγάλης Καλλιέργειας</b>		
(10-16 mmhos/cm) Κριθάρι Κτηνοτροφικά τεύτλα Ζαχαρότευτλα Βαμβάκι	(6-10 mmhos/cm) Βρώμη Σιτάρι Ρύζι Καλαμπόκι Καπνός Σόγια Σικαλη Σόργος Ηλιανθος	(<3-4 mmhos/cm) Πατάτα Φασολιά
<b>Δ. Ανθοκομικά</b>		
(8-12 mmhos/cm) Βιολέτες Αμαρυλλίδα	(3-8 mmhos/cm) Γαρύφαλλα Τριαντάφυλλα Γλαδιόλοι Φιλόδεन्द्रο Βιγκόνια	(<3 mmhos/cm) Γαρδένια Καμέλια Αζαλέα Γεράνια Καλσεολάρια Χρυσάνθεμα

Η σχετική ανθεκτικότητα των περισσότερων από τα καλλιεργούμενα φυτά είναι γνωστή πλέον και αυτό επιτρέπει να υπάρχει ένας γενικός οδηγός σχετικός με την αντοχή τους στην αλατότητα.<sup>47</sup>

## 4.2 Αλατότητα και ωσμωτική ισορροπία

Μία από τις σημαντικότερες λειτουργίες των φυτών είναι η απορρόφηση νερού από το έδαφος. Η απορρόφηση και η ροή του νερού μέσα σε ένα φυτό ρυθμίζεται από το υδατικό δυναμικό. Το νερό κινείται από ένα υψηλότερο προς ένα χαμηλότερο υδατικό δυναμικό και πιο συγκεκριμένα από μια περιοχή με λιγότερο αρνητικές τιμές του υδατικού δυναμικού, προς την περιοχή με περισσότερο αρνητικές τιμές, μετρούμενο σε μονάδες πίεσης mega Pascals<sup>48</sup> Έτσι, για να μετακινηθεί το νερό από το έδαφος μέσα στους φυτικούς ιστούς, το υδατικό δυναμικό του φυτού πρέπει να είναι μικρότερο ή περισσότερο αρνητικό από αυτό του εδάφους. Το υδατικό δυναμικό του εδάφους καθορίζεται μερικά από τη συγκέντρωση διαφόρων διαλυτών ενώσεων σε αυτό. Η παρουσία διαλυτών ενώσεων όπως του NaCl, μειώνει το υδατικό δυναμικό του εδάφους και εξουδετερώνει (ή εξαλείφει πλήρως) την ισορροπία του υδατικού δυναμικού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα αλατούχα εδάφη να συγκρατούν το νερό "ωσμωτικά" καθιστώντας το μη διαθέσιμο για τα φυτά. Καθώς το εδαφικό νερό εξατμίζεται η συγκέντρωση του NaCl γίνεται ακόμη μεγαλύτερη επιδεινώνοντας ακόμη περισσότερο το πρόβλημα.

## 4.3 Αλατότητα και ιοντική ισορροπία

Εκτός από την ωσμωτική καταπόνηση, η αλατότητα δημιουργεί και πρόβλημα τοξικότητας λόγω αυξημένης ενδοκυτταρικής συγκέντρωσης ιόντων Cl<sup>-</sup> και Na<sup>+</sup> τα οποία και έχουν καταστροφικές επιδράσεις στα κυτταρικά συστήματα των φυτών. Υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων αναστέλλουν τη δράση των

<sup>47</sup> Μ. Κόντης, «Έρευνα των επιπτώσεων της υψηλής συγκέντρωσης χλωριούχου νατρίου (NaCl) στο θρεπτικό διάλυμα υδροπονικής καλλιέργειας τομάτας», Αθήνα 2009

<sup>48</sup> Δροσόπουλος Ι.Β. (1998). Φυσιολογία φυτών. Πανεπιστημιακή έκδοση.

περισσότερων ενζύμων λόγω διαταραχής της υδροφοβικής-ηλεκτροστατικής ισορροπίας μεταξύ των δυνάμεων που διατηρούν τη δομή των πρωτεϊνών<sup>49</sup>.

Η περίσσεια ενδοκυτταρική συγκέντρωση Na<sup>+</sup> δημιουργεί άμεσα σημαντικά προβλήματα στο κύτταρο των φυτών πρώτον, γιατί αναστέλλει τη λειτουργία ενζύμων που ενεργοποιούνται από το K<sup>+</sup>, καθώς το Na<sup>+</sup> ανταγωνίζεται το πρώτο στις θέσεις δέσμευσης και δεύτερον γιατί μειώνει την αφομοίωση άλλων στοιχείων από το έδαφος (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, P, Fe<sup>+2</sup> και Zn<sup>+2</sup>), είτε άμεσα με μείωση της απορρόφησης αυτών των στοιχείων αναστέλλοντας τη λειτουργία μεταφορέων (πρωτεϊνών) που βρίσκονται στην κυτταροπλασματική μεμβράνη των κυττάρων της ρίζας, όπως τα επιλεκτικά κανάλια ιόντων K<sup>+</sup>, είτε έμμεσα αναστέλλοντας την ανάπτυξη της ρίζας κυρίως λόγω της ωσμωτικής επίδρασης του Na<sup>+</sup> αλλά και λόγω των καταστροφικών επιδράσεων του Na<sup>+</sup> στη δομή του εδάφους<sup>50</sup>

#### **4.4 Επιπτώσεις της αλατότητας του εδάφους σε δενδρώδεις καλλιέργειες**

Ο βαθμός μείωσης της παραγωγής των δενδρωδών καλλιεργειών, εξαρτάται από τη συνολική συγκέντρωση αλάτων στο περιβάλλον των ριζών, το είδος των αλάτων, την ανθεκτικότητα του συγκεκριμένου φυτικού είδους, τον τρόπο διαχείρισης της άρδευσης, το στάδιο ανάπτυξης των φυτών, τη διάρκεια έκθεσης των φυτών στην αλατότητα, και τις επικρατούσες κλιματικές συνθήκες.

Η αλατότητα ελαττώνει την απόδοση των καλλιεργούμενων οπωροφόρων δένδρων μέσω κυρίως της μείωσης του μεγέθους των καρπών και λιγότερο μέσω της μείωσης του αριθμού των καρπών ανά δένδρο. Σε επίπεδα υψηλής

<sup>49</sup> Χ. Γιαννόπουλος, « Οι επιπτώσεις του θρεπτικού διαλύματος NaCl, κλειστού συστήματος υδροπονικών καλλιεργειών στο βαθμό αξιοποίησης του νερού και των θρεπτικών στοιχείων», Διπλωματική Διατριβή, Αθήνα 2010.

<sup>50</sup> Χ. Γιαννόπουλος, « Οι επιπτώσεις θρεπτικού διαλύματος με NaCl, κλειστού συστήματος υδροπονικών καλλιεργειών στο βαθμό αξιοποίησης του νερού και των θρεπτικών στοιχείων», Διπλωματική Διατριβή, Αθήνα 2010.

αλατότητας η παραγωγή πολλών καλλιεργειών περιορίζεται εξαιτίας της μείωσης τόσο του αριθμού των καρπών ανά φυτό, όσο και του μέσου βάρους των καρπών. Η αλατότητα περιορίζει κυρίως το μέσο βάρος του καρπού, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις παρατηρείται μεγαλύτερη μείωση του αριθμού των καρπών ανά φυτό.<sup>51</sup>

**Πίνακας 4.1** Αντοχή των φυτών στα άλατα και προβλεπόμενη απόδοση ορισμένων καλλιεργειών όπως επηρεάζονται από την ποιότητα του νερού αρδεύσεως (ECw) και την αλατότητα του υποστρώματος (ECe).

	ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΑΠΟΔΟΣΗ									
	100%		90%		75%		50%		0%	
Οπωρικά	ECe	ECw	ECe	ECw	ECe	ECw	ECe	ECw	ECe	ECw
Κολοκυθάκια	4,7	3,1	5,8	3,8	7,4	4,9	10,0	6,7	15,0	10,0
Τεύτλα	4,0	2,7	5,1	3,4	6,8	4,5	9,6	6,4	15,0	10,0
Κολακύθι	3,2	2,1	3,8	2,6	4,8	3,2	6,3	4,2	9,4	6,3
Μπρόκολα	2,8	1,9	3,9	2,6	5,5	3,7	8,2	5,5	14,0	9,1
Τομάτα	2,5	1,7	3,5	2,3	5,0	3,4	7,6	5,0	13,0	8,4
Αγγούρι	2,5	1,7	3,3	2,2	4,4	2,9	6,3	4,2	10,0	6,8
Σπανάκι	2,0	1,3	3,3	2,2	5,3	3,5	8,6	5,7	15,0	10,0
Σέλινο	1,8	1,2	3,4	2,3	5,8	3,9	9,9	6,6	18,0	12,0
Λάχανο	1,8	1,2	2,8	1,9	4,4	2,9	7,0	4,6	12,0	8,1
Πατάτα	7,1	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10,0	6,7
Γλυκοπατάτα	1,5	1,0	2,4	1,6	3,8	2,5	6,0	4,0	11,0	7,1
Πιπεριά	1,5	1,0	2,2	1,5	3,3	2,2	5,1	3,4	8,6	5,8
Μαρούλι	1,3	0,9	2,1	1,4	3,2	2,1	5,1	3,4	9,0	6,0
Ρεπάνι	1,2	0,8	2,0	1,3	3,1	2,1	5,0	3,4	8,9	5,9
Κρεμμύδι	1,2	0,8	1,8	1,2	2,8	1,8	4,3	2,9	7,4	5,0
Καρότο	1,0	0,7	1,7	1,1	2,8	1,9	4,6	3,0	8,1	5,4
Φασόλι	1,0	0,7	1,5	1,0	2,3	1,5	3,6	2,4	6,3	4,2
Γογγύλι	0,9	0,6	2,0	1,3	3,7	2,5	6,5	4,3	12,0	8,0

Πηγή: Maas & Hoffman, 1977, Maas, 1984

<sup>51</sup> Χ. Γιαννόπουλος, « Οι επιπτώσεις θρεπτικού διαλύματος με NaCl, κλειστού συστήματος υδροπονικών καλλιεργειών στο βαθμό αξιοποίησης του νερού και των θρεπτικών στοιχείων», Διπλωματική Διατριβή, Αθήνα 2010.

Τα στοιχεία του πίνακα ελήφθησαν από τις εργασίες των Maas & Hoffman (1977) και Maas (1984). Η ECe αποτελεί τη μέση αλατότητα του ριζοστρώματος όπως προσδιορίστηκε από τη μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του υποστρώματος σε mS/cm στους 25<sup>0</sup>C και ECw η αντίστοιχη του νερού αρδεύσεως. Η σχέση μεταξύ της ECe και της ECw είναι ECe=1,5 ECw και προϋποθέτει ότι η αλατότητα του υποστρώματος (ECe) προέρχεται από τη συγκέντρωση των αλάτων που υπάρχουν στο νερό αρδεύσεως. Εάν υφίσταται και άλλη πηγή αλάτων, όπως για παράδειγμα υψηλή στάθμη υπόγειου νερού, η σχέση της συγκέντρωσης μεταξύ της αλατότητας του νερού αρδεύσεως (ECw) και της αλατότητας του υποστρώματος (ECe) δεν είναι εφαρμόσιμη.<sup>52</sup>

#### 4.5 Αλατότητα και θρεπτικές επιδράσεις

Οι υψηλές συγκεντρώσεις Na<sup>+</sup> και Cl<sup>-</sup> στο εδαφικό διάλυμα μπορεί να μειώσουν την ενεργότητα των θρεπτικών ιόντων και να δημιουργήσουν αυξημένους λόγους Na<sup>+</sup>/Ca<sup>+2</sup>, Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup>/Mg<sup>+2</sup> και Cl<sup>-</sup>/NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Σε συνέπεια αυτών το φυτό γίνεται ευαίσθητο σε επιβλαβείς ωσμωτικές και ιοντικές επιδράσεις, καθώς και σε θρεπτικές διαταραχές που μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης ή της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων.

Με άλλα λόγια, από τις θρεπτικές επιδράσεις της αλατότητας στα δένδρα διακρίνουμε :

- Την άμεση τοξικότητα εξαιτίας της υπερβολικής συσσώρευσης ιόντων στους ιστούς και
- Τη θρεπτική ανισορροπία που προκαλείται από μια περίσσεια ή έλλειψη μερικών συγκεκριμένων ιόντων.

<sup>52</sup> Χ. Γιαννόπουλος, « Οι επιπτώσεις θρεπτικού διαλύματος με NaCl, κλειστού συστήματος υδροπονικών καλλιεργειών στο βαθμό αξιοποίησης του νερού και των θρεπτικών στοιχείων», Διπλωματική Διατριβή, Αθήνα 2010.



Οι θρεπτικές ανισορροπίες μπορεί να προκύψουν στα φυτά, που αναπτύσσονται σε συνθήκες αλατότητας, με πολλούς τρόπους. Ανισορροπίες μπορεί να προκύψουν από την επίδραση της αλατότητας στη διαθεσιμότητα, την ανταγωνιστική απορρόφηση, τη μεταφορά ή την κατανομή των θρεπτικών στοιχείων μέσα στο φυτό ή μπορεί να προκληθούν από φυσιολογική αδρανοποίηση ενός θρεπτικού στοιχείου, προκαλώντας την αυξημένη ζήτηση για αυτό το απαραίτητο στοιχείο από το φυτό.

Είναι λογικό να θεωρείται ότι δύο ή περισσότερες από αυτές τις διαδικασίες μπορούν να συμβούν την ίδια στιγμή, αλλά αν αυτές τελικά επηρεάζουν την απόδοση των δένδρων ή την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων, εξαρτάται από το επίπεδο της αλατότητας, τη σύνθεση των αλάτων, το είδος της καλλιέργειας, το υπό συζήτηση θρεπτικό στοιχείο και από έναν αριθμό περιβαλλοντικών παραγόντων. Οι αλληλεπιδράσεις που επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα, την απορρόφηση και την κατανομή των θρεπτικών στοιχείων, είναι πολύ σύνθετες, ακόμα και κάτω από συνθήκες απουσίας αλατότητας ή άλλων παραγόντων καταπόνησης. Η παρουσία της αλατότητας προσθέτει ένα νέο επίπεδο περιπλοκής στην ανόργανη θρέψη των φυτών.<sup>53</sup>

#### **4.6 Αλατότητα και εσπεριδοειδή**

Όπως γνωρίζουμε, τα εσπεριδοειδή καλλιεργούνται ευρέως στην παραμεσόγειο ζώνη όπου οι περιβαλλοντικές συνθήκες μπορεί να οδηγήσουν σε συσσώρευση αλάτων στο έδαφος και στο αρδευτικό νερό. Οι περιβαλλοντικές αυτές συνθήκες σε συνδυασμό με την μεγάλη περιεκτικότητα σε άλατα του αρδευτικού νερού έχουν συχνά ως αποτέλεσμα πολλές καλλιέργειες να υποφέρουν από υδατική καταπόνηση και αλατότητα. Επιπρόσθετα, τα εσπεριδοειδή με την ευαισθησία τους στην ξηρασία είναι ευπαθή στην αλατότητα. Σ' αυτά οι επιπτώσεις της αλατότητας έχουν

---

<sup>53</sup> Χ. Γιαννόπουλος, « Οι επιπτώσεις του θρεπτικού διαλύματος  $\text{CINa}$ , κλειστού συστήματος υδροπονικών καλλιεργειών στο βαθμό αξιοποίησης του νερού και των θρεπτικών στοιχείων», Διπλωματική Διατριβή, Αθήνα 2010.

συσχετιστεί με τη συσσώρευση ιόντων χλωρίου στους ιστούς τους τα οποία προέρχονται από το αρδευτικό νερό.<sup>54</sup>

Τα ιόντα χλωρίου που συγκεντρώνονται στα φύλλα των εσπεριδοειδών προκαλούν μία προοδευτική μείωση της αύξησης του φυτού, του ρυθμού της φωτοσύνθεσης και της διαπνοής. Τα υποκείμενα των εσπεριδοειδών διαφέρουν στην ικανότητα τους να μειώνουν τη συγκέντρωση χλωρίου και νατρίου στα φύλλα του εμβολίου.

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των ευαίσθητων στην αλατότητα γενοτύπων είναι η αδυναμία τους να αποκλείσουν την είσοδο τοξικών ιόντων (Na, Cl, B) στο βλαστό. Η συγκέντρωση τοξικών ιόντων στο βλαστό εξαρτάται από το υποκείμενο ενώ η συγκέντρωση  $\text{Na}^+$  και  $\text{Cl}^-$  στα φύλλα εξαρτάται και από το εμβόλιο. Η συγκέντρωση τοξικών ιόντων στο βλαστό εξαρτάται από τα κυτταρικά χαρακτηριστικά, τους μορφολογικούς παράγοντες, το ρυθμό διαπνοής και τη διαθεσιμότητα νερού. Ο αποκλεισμός του  $\text{Cl}^-$  από τους βλαστούς σχετίζεται με το βαθμό συγκέντρωσης  $\text{Cl}^-$  στις ρίζες και με την ικανότητα των κυτταρικών μεμβρανών να περιορίζουν την κίνηση του  $\text{Cl}^-$  διαμέσου της ρίζας στο αγωγό σύστημα.

Στα ευαίσθητα είδη η αλατότητα προκαλεί μείωση στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης, επηρεάζει την φωτοσυνθετική μεταφορά ηλεκτρονίων και εμποδίζει τη δράση του φωτοσυστήματος ως αποτέλεσμα της συσσώρευσης αλάτων στους χλωροπλάστες. Η μείωση αυτή του φωτοσυνθετικού ρυθμού σχετίζεται άμεσα με την μείωση της παραγωγής, αν και οι μηχανισμοί με τους οποίους το  $\text{Cl}^-$  εμποδίζει τη φωτοσύνθεση δεν είναι γνωστοί.

Στα εσπεριδοειδή, η αλατότητα μειώνει το φωτοσυνθετικό ρυθμό και τη συσσώρευση υδατανθράκων. Αυτό πιθανόν να σχετίζεται με την μείωση της διάχυσης του  $\text{CO}_2$  στα στόματα. Η αύξηση στην ενδοκυτταρική συγκέντρωση  $\text{CO}_2$ , μπορεί να υποδεικνύει μη-στοματικούς παράγοντες στη μείωση της φωτοσύνθεσης, οι οποίοι περιλαμβάνουν τη βιοχημική καρβοξυλίωση.

<sup>54</sup> Ζ. Κωστοπούλου, «Μελέτη της επίδρασης της αλατότητας στην νεραντζιά», Θεσσαλονίκη, 2008

Η αλατότητα επίσης προκαλεί θρεπτική ανισορροπία και τοξικά φαινόμενα συγκεκριμένων ιόντων. Τα ιόντα  $\text{Na}^+$  και  $\text{Cl}^-$  μπορεί να επηρεάσουν την πρόσληψη και απορρόφηση στοιχείων μέσω ανταγωνιστικών αλληλεπιδράσεων ή επηρεάζοντας την επιλεκτικότητα των μεμβρανών στα ιόντα. Η υψηλή συγκέντρωση  $\text{Na}^+$  μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την πρόσληψη των ιόντων  $\text{Ca}^{2+}$  και  $\text{K}^+$  από την ρίζα και τη μεταφορά τους στον βλαστό μέσω του ξυλώματος.<sup>55</sup>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### Μέτρα αντιμετώπισης της αλατότητας σε δενδρώδεις καλλιέργειες

Η ερημοποίηση, όπως προκύπτει από την ανάλυση των παραγόντων που την επηρεάζουν και τις συνέπειες που προκαλεί, δεν είναι ένα μονοδιάστατο πρόβλημα το οποίο θα είχε μία απλή μονοδιάστατη λύση. Οι παράγοντες που επιδρούν στην υποβάθμιση της ποιότητας των εδαφών είναι πολλοί και διαφορετικοί ανά τόπο και χρόνο. Συνεπώς, την επιτυχή αντιμετώπιση του προβλήματος εγγυάται μόνο η κατανόηση και η λεπτομερής ανάλυση των συνιστωσών του. Για το λόγο αυτό, τα μέτρα και οι οδηγίες που αναφέρονται στον περιορισμό του, δεν αναφέρονται στην αντιμετώπιση της ερημοποίησης, αλλά στην αντιμετώπιση όλων εκείνων των παραγόντων που υποβαθμίζουν την ποιότητα του εδάφους.<sup>56</sup>

Η καταγραφή των προβληματικών περιοχών και των κινδύνων που αντιμετωπίζουν οι περιοχές αυτές, είναι το πρώτο βήμα και αυτό που θα καθορίσει τον τρόπο και τον χρόνο δράσης. Αυτή θα καθορίσει και τους φορείς όπως υπηρεσίες, ερευνητικά ιδρύματα, επιστήμονες, αγροτικοί συνεταιρισμοί, τουριστικοί φορείς, εμπορικοί σύνδεσμοι κλπ, που θα πρέπει

<sup>55</sup> Ζ. Κωστοπούλου, «Μελέτη της επίδρασης της αλατότητας στην νεραντζιά», Θεσσαλονίκη, 2008

<sup>56</sup> Δρ. Μ. Ντούλα «Ερημοποίηση», Ινστιτούτο Εδαφολογίας Αθηνών, Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας

να εμπλακούν και να αναλάβουν ρόλους ώστε να επιτευχθεί η αποκατάσταση των προβληματικών εδαφών και η μελλοντική αειφόρος διαχείρισή τους.<sup>57</sup>

Για κάθε έναν από τους παράγοντες ερημοποίησης που αναφέρθηκαν υπάρχουν και μπορούν να εφαρμοστούν μία σειρά μέτρων, περιλαμβανομένων και των νομοθετικών, ώστε να επιτευχθεί αφενός προστασία των μη πληγέντων περιοχών και αφετέρου βελτίωση των ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών των υποβαθμισμένων περιοχών. Κάποια από αυτά θα μπορούσαν να είναι η τήρηση των κανόνων καλής γεωργικής πρακτικής, ο περιορισμός της χρήσης λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων με εφαρμογή ολοκληρωμένων συστημάτων διαχείρισης που θα προκύψουν από τη μελέτη των κατά τόπους χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων των καλλιεργειών, όπως όχι βαθιά άροση, όχι εργασίες που εκθέτουν σε κίνδυνο διάβρωσης τα καλλιεργούμενα εδάφη, καλλιέργεια γηγενών ποικιλιών, χρήση οργανικών πρόσθετων (κομπόστ) προς αύξηση της οργανικής ουσίας του εδάφους που θα προκύψουν από διαδικασίες κομποστοποίησης, ιδιωτικά ή από συνεταιρισμούς, βοηθώντας έτσι και στην επίλυση ενός άλλου μεγάλου περιβαλλοντικού προβλήματος, αυτού της ελεγχόμενης ή μη απόρριψης γεωργικών/κτηνοτροφικών και λοιπών αποβλήτων στο έδαφος και στους υδάτινους αποδέκτες, εναλλαγή καλλιεργούμενων ειδών (όχι μονοκαλλιέργεια), υποστηρικτικά έργα για εδάφη με έντονες κλίσεις ή στις όχθες των ποταμών, σωστή διαχείριση του νερού (πόσιμου και αρδευτικού) από τις τοπικές ή εθνικές αρχές, κατασκευή αρδευτικών έργων, περιοδική παρακολούθηση με χημικές αναλύσεις του νερού άρδευσης, χρήση τεχνολογιών απομάκρυνσης αλάτων (π.χ. φίλτρα) για αρδευτικά νερά με υψηλή κίνδυνο αλάτωσης των εδαφών, υποστηρικτικά/αντιπλημμυρικά/αντιδιαβρωτικά έργα στις πυρόπληκτες περιοχές και αποκατάσταση της βλάστησης με δενδροφύτευση, ελεγχόμενη βόσκηση ή απαγόρευση ανάλογα με την έκταση του προβλήματος, χρήση τεχνολογιών για την αποκατάσταση ρυπασμένων εδαφών (βιοποικοδόμηση, προσροφητικά υλικά), εφαρμογή στην πράξη του «ο ρυπαίνων πληρώνει», συστηματικοί έλεγχοι στις βιομηχανίες/εργοστάσια/βιοτεχνίες και

<sup>57</sup> Δρ. Μ. Ντούλα «Ερημοποίηση», Ινστιτούτο Εδαφολογίας Αθηνών, Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας

προσδιορισμός της έκτασης της ρύπανσης που προκαλούν στα εδάφη των περιοχών τους, επιβολή χρήσης αντιρρυπαντικής τεχνολογίας, ενημέρωση της κοινής γνώμης με χρήση όλων των διαθέσιμων έντυπων και ηλεκτρονικών μέσων για τους κινδύνους και τις προοπτικές αντιμετώπισης του προβλήματος. Στη συνέχεια καταγράφονται οι κυριότερες δράσεις για την αντιμετώπιση του φαινομένου της ερημοποίησης.<sup>58</sup>

## **5.1 Μέθοδοι διαχείρισης αλατότητας δενδρωδών καλλιεργειών**

Η διαχείριση των προβλημάτων αλατότητας έχει σκοπό τη διατήρηση μιας αποδεκτής ποιότητας και ποσότητας παραγωγής γεωργικών προϊόντων. Υπάρχουν πολλοί τρόποι διαχείρισης προβλημάτων αλατότητας αλλά αυτοί δεν πρέπει να αντιμετωπίζονται μεμονωμένα. Στην πράξη χρησιμοποιείται συνδυασμός τούτων για την επίλυση του προβλήματος.

Οι βασικότεροι τρόποι διαχείρισης προβλημάτων αλατότητας είναι η επιλογή της κατάλληλης φυτείας, η συνεχής διατήρηση της διαθέσιμης εδαφικής υγρασίας σε ψηλά επίπεδα, η χρήση του κατάλληλου συστήματος άρδευσης, η έκπλυση των αλάτων, διάφορες καλλιεργητικές φροντίδες και η αλλαγή ή ανάμειξη διαθέσιμων πηγών νερού.<sup>59</sup>

### **● Επιλογή κατάλληλης φυτείας**

Όλες οι φυτείες δεν αντιδρούν με τον ίδιο τρόπο στην αλατότητα. Μερικές σε μεγαλύτερη αλατότητα εδάφους παράγουν ικανοποιητικές αποδόσεις γεωργικών προϊόντων παρά κάποιες άλλες. Αυτό οφείλεται στην ικανότητα των φυτών να απορροφούν περισσότερο νερό από ένα αλμυρό έδαφος.

### **● Διατήρηση της διαθέσιμης υδατικής υγρασίας σε ψηλά επίπεδα**

<sup>58</sup> Δρ. Μ. Ντούλα «Ερημοποίηση», Ινστιτούτο Εδαφολογίας Αθηνών, Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας

<sup>59</sup> [http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/0/41522B885C55A9C0C2256FAA0023A6E9/\\$file/10\\_2002-Ifalmira%20Nera.pdf?OpenElement](http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/0/41522B885C55A9C0C2256FAA0023A6E9/$file/10_2002-Ifalmira%20Nera.pdf?OpenElement)

Ένας από τους βασικούς στόχους της διατήρησης της εδαφικής υγρασίας σε ψηλά επίπεδα είναι η μείωση της αλατότητας του εδαφικού διαλύματος. Έτσι μειώνεται η δύναμη που πρέπει να καταβάλλουν οι διάφορες φυτείες για την απορρόφηση της εδαφικής υγρασίας. Η διατήρηση της διαθέσιμης εδαφικής υγρασίας σε ψηλά επίπεδα τότε μόνο μπορεί να επιτευχθεί, αν υπάρχουν εγκαταστημένα Βελτιωμένα Σύστημα Άρδευσης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η χρήση του συστήματος των σταγόνων όπου η άρδευση γίνεται σε πολύ σύντομα χρονικά διαστήματα και η διαθέσιμη υγρασία διατηρείται σε ψηλά επίπεδα. Έτσι, οι φυτείες ανταποκρίνονται πολύ πιο θετικά, παρά αν ποτίζονταν με οποιαδήποτε άλλη μέθοδο.

### ● Έκπλυση αλάτων

Τα περισσότερα από τα άλατα του νερού ποτίσματος που μένουν στο έδαφος μετά την πρόσληψη του νερού από τα φυτά είναι διαλυτά και πρέπει να ξεπλυθούν. Σκοπός του ξεπλύματος είναι η διατήρηση της αλατότητας του εδάφους σε τέτοια επίπεδα ώστε να επιτυγχάνεται ικανοποιητική παραγωγή. Το ξέπλυμα γίνεται βασικά πριν την έναρξη της καλλιεργητικής περιόδου αλλά μπορεί να γίνει και κατά τη διάρκειά της. Με τη μέθοδο της συνδυασμένης άρδευσης-λίπανσης, συστήνεται να εφαρμόζεται ένα συνεχές ξέπλυμα των αλάτων κάθε φορά που ποτίζουμε. Στις περιπτώσεις εκείνες που χρησιμοποιούνται τα συστήματα εκτοξευτήρων χαμηλής παροχής ή μίνι σπρίνκλερς στα λαχανικά και τα δέντρα, αντίστοιχα, το ξέπλυμα των αλάτων δεν γίνεται με κάθε πότισμα αλλά κατά τακτά χρονικά διαστήματα ανάλογα με την ποιότητα του νερού άρδευσης και το είδος της καλλιέργειας.<sup>60</sup>

## 5.2 Μέθοδοι διαχείρισης διηθητικότητας νερού στις καλλιέργειες και έλεγχος της αλατότητας

<sup>60</sup> [http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/0/41522B885C55A9C0C2256FAA0023A6E9/\\$file/10\\_2002-Ifalmira%20Nera.pdf?OpenElement](http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/0/41522B885C55A9C0C2256FAA0023A6E9/$file/10_2002-Ifalmira%20Nera.pdf?OpenElement)

Με τον όρο διηθητικότητα εννοούμε την ευκολία με την οποία το νερό εισέρχεται και διεισδύει διαμέσου του εδάφους. Αυτή καθορίζει την ποσότητα του νερού που μπορεί να διεισδύσει και αποθηκευτεί μέσα στο έδαφος. Το τελικό αποτέλεσμα είναι η μειωμένη προμήθεια νερού στα φυτά, παρόμοια με εκείνη της αλατότητας αλλά για διαφορετικό λόγο. Το πρόβλημα της διηθητικότητας του νερού είναι η μείωση της ποσότητας του νερού που θα τοποθετηθεί στο έδαφος για μελλοντική χρήση από τα φυτά ενώ της αλατότητας η μείωση της διαθεσιμότητας του νερού που βρίσκεται αποθηκευμένο στο έδαφος.

Τα διαχειριστικά μέτρα για αντιμετώπιση της διηθητικότητας τότε μόνο πρέπει να λαμβάνονται όταν δεν μπορούν να ικανοποιηθούν οι υδατικές ανάγκες ή οι ανάγκες έκλυσης λόγω μικρής διηθητικότητας του εδάφους. Τα διαχειριστικά μέτρα επίλυσης του προβλήματος μπορούν να διαχωριστούν σε χημικά ή φυσικά. Τα χημικά μέτρα περιλαμβάνουν αλλαγές στη χημική σύνθεση του εδάφους ή του νερού που επηρεάζουν τη διηθητικότητα. Τέτοια μέτρα περιλαμβάνουν διάφορες καλλιεργητικές φροντίδες, όπως είναι η επιφανειακή καλλιέργεια, το βαθύ όργωμα και ο εμπλουτισμός του εδάφους με οργανική ουσία.

### ● Βελτιωτικά εδάφους και νερού

Διάφορα χημικά παρασκευάσματα μπορούν να προστεθούν στο νερό ή το έδαφος για να βελτιώσουν τη χαμηλή διηθητικότητα που προκαλείται είτε από την ψηλή συγκέντρωση νατρίου είτε από την πολύ μικρή αλατότητα του νερού ποτίσματος. Τα παρασκευάσματα που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι βασικά ο γύψος και σε πολύ μικρότερο βαθμό διάφορα οξέα, όπως είναι το φωσφορικό και το θειικό οξύ. Η προσθήκη γύψου ή άλλων παρόμοιων προσθετικών δεν θα βοηθήσουν σε σημαντική βελτίωση εάν το πρόβλημα της διηθητικότητας οφείλεται σε συμπίεση του εδάφους, κακή υφή του εδάφους ή περιοριστικό αργιλώδη ορίζοντα. Τα χημικά παρασκευάσματα πρέπει να

χρησιμοποιούνται μόνο στις περιπτώσεις εκείνες που υπάρχει σοβαρή μείωση στην παραγωγή λόγω μικρής διηθητικότητας.<sup>61</sup>

### ● Καλλιέργεια και βαθύ όργωμα

Η μέθοδος αυτή είναι φυσική και σκοπό έχει να διατηρήσει το έδαφος ανοικτό με μηχανικά μέσα, έτσι ώστε να αυξηθεί η διηθητικότητα. Η καλλιέργεια και το βαθύ όργωμα είναι οι φυσικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται περισσότερο, είναι αποτελεσματικές αλλά μικρής διάρκειας και κατά συνέπεια προσφέρουν προσωρινή λύση στο πρόβλημα. Η καλλιέργεια βοηθά στην αύξηση της διηθητικότητας στο επιφανειακό έδαφος και η βαθιά καλλιέργεια σε βαθύτερα στρώματα του εδάφους.

### ● Διαχειριστικά μέτρα άρδευσης

Τα διαχειριστικά μέτρα άρδευσης που μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση του προβλήματος της διηθητικότητας είναι η αύξηση της συχνότητας άρδευσης, η προάρδευση, η επέκταση της διάρκειας άρδευσης και η αλλαγή του συστήματος άρδευσης. Η αύξηση της συχνότητας άρδευσης είναι ένας απλός και αποτελεσματικός τρόπος ειδικότερα για εδάφη που έχουν αρχικά μεγάλη διηθητικότητα που όμως αργότερα μειώνεται σε μεγάλο βαθμό λόγω χαμηλής αλατότητας ή ψηλής συγκέντρωσης νατρίου σε σχέση με το ασβέστιο και μαγνήσιο. Η επέκταση της διάρκειας άρδευσης βοηθά στην εφαρμογή μεγαλύτερης ποσότητας νερού και μπορεί να επιτευχθεί με τη μείωση της ποσότητας νερού που εφαρμόζεται στο χωράφι ανά ώρα. Η αλλαγή του συστήματος άρδευσης σε άλλο με μικρότερη ένταση βροχόπτωσης βοηθά σημαντικά στη μείωση του προβλήματος της διηθητικότητας.<sup>62</sup>

<sup>61</sup> [http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/0/41522B885C55A9C0C2256FAA0023A6E9/\\$file/10\\_2002-Ifalmira%20Nera.pdf?OpenElement](http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/0/41522B885C55A9C0C2256FAA0023A6E9/$file/10_2002-Ifalmira%20Nera.pdf?OpenElement)

<sup>62</sup> [http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/0/41522B885C55A9C0C2256FAA0023A6E9/\\$file/10\\_2002-Ifalmira%20Nera.pdf?OpenElement](http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/0/41522B885C55A9C0C2256FAA0023A6E9/$file/10_2002-Ifalmira%20Nera.pdf?OpenElement)



### 5.3 Ανθρώπινη δραστηριότητα

Για την αντιμετώπιση της εδαφικής υποβάθμισης και της σταδιακής ερημοποίησης των γήινων εδαφών, οι ανθρώπινες κοινωνίες έχουν τρεις πιθανούς τρόπους αντίδρασης. Ο πρώτος τρόπος αφορά την παραδοσιακή και ενστικτώδη αντίδραση του ανθρώπου, δηλαδή στη μαζική μετανάστευση, ο δεύτερος βασίζεται στην αποκατάσταση της παραγωγικότητας της υποβαθμισμένης γης ενώ η τρίτη προσέγγιση επιχειρεί να επαναφέρει την υποβαθμισμένη γη στην αρχική της κατάσταση. Η αποκατάσταση των ερημοποιημένων περιοχών, αφορά πρακτικές που καθιστούν τη γη παραγωγική για τους ανθρώπους που την κατοικούν. Οι δράσεις αυτές σκοπό έχουν να επαναφέρουν την αρχική βιοποικιλότητα μιας περιοχής στην κατάσταση που ήταν πριν οι άνθρωποι ή οι φυσικοί παράγοντες αρχίσουν να καταστρέφουν τα υφιστάμενα οικοσυστήματα.

Τεχνικές όπως η εναλλαγή των καλλιεργειών, η σταθεροποίηση των αμμόλοφων με τη φύτευση ανθεκτικών στη ξηρασία δένδρων και η δημιουργία ανεμοφρακτών από δένδρα για τη μείωση της ταχύτητας του ανέμου και την προστασία της γεωργικής παραγωγής, αποτελούν συνήθεις πρακτικές που περιορίζουν το φαινόμενο αυτό.<sup>63</sup>

### 5.2 Κοινοτικές πρακτικές αντιμετώπισης της αλατότητας

Στα πλαίσια της προστασίας του περιβάλλοντος, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προβαίνει στην έκδοση οδηγιών με συστάσεις και μέτρα προς τις χώρες μέλη της. Σύμφωνα με την προτεινόμενη οδηγία για την αντιμετώπιση του φαινομένου της αλάτωσης και των υπολοίπων παραγόντων υποβάθμισης εδαφών, τα κράτη μέλη έχουν την υποχρέωση να εντοπίζουν περιοχές κινδύνου με βάση κοινά προς συνεκτίμηση στοιχεία, να θέτουν στόχους μείωσης του κινδύνου για τις περιοχές αυτές καθώς επίσης και να εκπονούν προγράμματα μέτρων προς επίτευξη των στόχων αυτών.

---

<sup>63</sup> <http://ikaros.teipir.gr>

Για τον εντοπισμό περιοχών κινδύνου, η Επιτροπή ενθαρρύνει τα κράτη μέλη να χρησιμοποιήσουν τους υπάρχοντες μηχανισμούς παρακολούθησης. Με τον καιρό ενδέχεται να αναπτυχθεί μια πιο εναρμονισμένη προσέγγιση παρακολούθησης και μεθοδολογίας, στο πλαίσιο της οποίας θα αξιοποιούνται οι υπό εξέλιξη εργασίες του δικτύου ευρωπαϊκών γραφείων εδαφών για την εναρμόνιση των μεθόδων. Ο αποδεκτός βαθμός κινδύνου και τα μέτρα θα ποικίλλουν ανάλογα με τη σοβαρότητα των διεργασιών υποβάθμισης, τις τοπικές συνθήκες και κοινωνικοοικονομικά κριτήρια.

Τα κράτη μέλη έχουν τη δυνατότητα να συνδυάζουν διάφορες προσεγγίσεις για την καταπολέμηση συγκλινουσών απειλών. Αυτό θα είναι ιδιαίτερος επωφελές για κράτη μέλη που διαχειρίζονται το πρόβλημα της απερήμωσης στο πλαίσιο της σύμβασης UNCCD ώστε να αποφεύγεται η επικάλυψη προσπαθειών.<sup>64</sup>

Αναφορικά με τη διαχείριση της ρύπανσης, με βάση έναν κοινό ορισμό των μολυσμένων τοποθεσιών (ως τοποθεσιών που ενέχουν σημαντικό κίνδυνο για την υγεία του ανθρώπου και για το περιβάλλον), τα κράτη μέλη έχουν την υποχρέωση να εντοπίσουν στην επικράτειά τους τις μολυσμένες τοποθεσίες και να χαράξουν μια εθνική στρατηγική αποκατάστασης. Η στρατηγική αυτή, βασιζόμενη σε αξιόπιστα και διαφανή κριτήρια προτεραιότητας των προς αποκατάσταση τοποθεσιών, θα αποσκοπεί σε μείωση της ρύπανσης του εδάφους και των εξ αυτής κινδύνων και θα περιλαμβάνει μηχανισμό χρηματοδότησης της αποκατάστασης ορφανών τοποθεσιών.<sup>65</sup>

Συμπληρωματικά έρχεται να προστεθεί η υποχρέωση του πωλητή ή τυχόν υποψήφιου αγοραστή να υποβάλουν στις διοικητικές αρχές του άλλου μέρους

<sup>64</sup> Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Συμβούλιο, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και στην Επιτροπή των Περιφερειών - Θεματική στρατηγική για την προστασία του εδάφους [SEC(2006) 620] [SEC(2006) 1165] (Επίσημος Ιστότοπος Ευρωπαϊκής Ένωσης)

<sup>65</sup> Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Συμβούλιο, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και στην Επιτροπή των Περιφερειών - Θεματική στρατηγική για την προστασία του εδάφους [SEC(2006) 620] [SEC(2006) 1165] (Επίσημος Ιστότοπος Ευρωπαϊκής Ένωσης)

της αγοραπωλησίας έκθεση για την κατάσταση του εδάφους σε τοποθεσίες όπου έχει λάβει ή λαμβάνει χώρα κάποια δραστηριότητα δυνάμει ρυπαντική. Η οδηγία πραγματεύεται επίσης την πρόληψη της ρύπανσης προβλέποντας υποχρέωση για περιορισμό της διείσδυσης επικίνδυνων ουσιών στο έδαφος.

Για να επιτευχθεί ορθολογικότερη χρήση του εδάφους, τα κράτη μέλη θα υποχρεωθούν στη λήψη ενδεδειγμένων μέτρων για περιορισμό της στεγανοποίησης μέσω αποκατάστασης εγκαταλελειμμένων βιομηχανικών χώρων και για μετριασμό των επιπτώσεων της στεγανοποίησης μέσω κατασκευαστικών τεχνικών που θα επιτρέπουν τη διατήρηση κατά το δυνατόν περισσότερων λειτουργιών του εδάφους.<sup>66</sup>

Επιπλέον, η Επιτροπή μελετά τη λήψη των μέτρων που αναφέρονται στην ευαισθητοποίηση του πληθυσμού. Δεδομένου ότι ο κόσμος δεν είναι επαρκώς ενημερωμένος για τη σημασία της προστασίας του εδάφους, χρειάζονται μέτρα πληροφόρησης και βέλτιστες πρακτικές. Η Επιτροπή θα υποστηρίξει πρωτοβουλίες όπως:

- Ευρεία διανομή του ευρωπαϊκού άτλαντα εδάφους (Soil Atlas of Europe) και διατήρηση του σχετικού δικτυακού τόπου <http://eusoils.jrc.it> ώστε να υπάρχει ανοικτή πρόσβαση σε πληροφορίες που αφορούν τη σχετική πολιτική στην Ευρώπη
- Συνέχιση του ευρωπαϊκού θερινού σχολείου εδαφολογικών μελετών (European Summer School on Soil Survey) για τις ανάγκες ειδικής κατάρτισης νέων ερευνητών
- Ενθάρρυνση πρωτοβουλιών όπως το ευρωπαϊκό μανιφέστο για την κληρονομιά της γης και τη γεωποικιλότητα (European Manifesto on Earth Heritage and Geodiversity)

---

<sup>66</sup> Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Συμβούλιο, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και στην Επιτροπή των Περιφερειών - Θεματική στρατηγική για την προστασία του εδάφους [SEC(2006) 620] [SEC(2006) 1165] (Επίσημος Ιστότοπος Ευρωπαϊκής Ένωσης)

- Ενσωμάτωση των γνώσεων για το έδαφος και πτυχών που αφορούν την προστασία του σε εκδηλώσεις ενημέρωσης και κατάρτισης χρηματοδοτούμενες από την Κοινότητα
- Βραβεία διαχείρισης του εδάφους, κατά περίπτωση
- Πρωτοβουλία στο πλαίσιο της σύμβασης UNCCD

Η οδηγία δίνει στα κράτη μέλη τη δυνατότητα να θέτουν στόχους ανάλογα με τις φιλοδοξίες τους και να επιλέγουν μέτρα στο πλαίσιο προγραμμάτων και στρατηγικών αποκατάστασης που κρίνονται ως τα πλέον ενδεδειγμένα και σύμφορα. Κατά συνέπεια, κόστος και όφελος συναρτώνται με το πόσο φιλόδοξοι είναι οι στόχοι και ποικίλλουν ανάλογα με τον βαθμό κατά τον οποίο τα κράτη-μέλη αξιοποιούν τις δυνατότητες που προσφέρει η ισχύουσα νομοθεσία, όπως είναι το καθεστώς πολλαπλής συμμόρφωσης στο πλαίσιο της ΚΓΠ, για συμβολή στην προστασία του εδάφους.<sup>67</sup>

## 5.5 Αντιμετώπιση αλατότητας λόγω ύδατος

Η χρήση αρδευτικού νερού με αυξημένη αλατότητα εμπλουτίζει τα εδάφη με υψηλές συγκεντρώσεις υδατοδιαλυτών αλάτων που επαυξάνουν τον κίνδυνο τοξικότητας των φυτών. Τέτοιες περιπτώσεις υπάρχουν στα παράκτια υδροφόρα στρώματα που έχουν καταληφθεί σε διάφορο βαθμό από διείσδυση θαλάσσιου νερού λόγω υπεράντλησης, σε περιθωριακά υδροφόρα στρώματα που αντλείται νερό από μεγάλα βάθη και που παρουσιάζουν μικρή υδροφορία, σε περιοχές όπου η άντληση γίνεται από υδροφόρους γύψου (Ζύγι - Μαρώνι) ή ψαμμιτών, σε περιοχές όπου γίνεται χρήση ανακυκλωμένου νερού με μεγάλο φορτίο αλάτων. Τα μέτρα που θα πρέπει να λαμβάνονται για αντιμετώπιση του κινδύνου αυτού συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα.<sup>68</sup>

<sup>67</sup> Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Συμβούλιο, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και στην Επιτροπή των Περιφερειών - Θεματική στρατηγική για την προστασία του εδάφους [SEC(2006) 620] [SEC(2006) 1165] (Επίσημος Ιστότοπος Ευρωπαϊκής Ένωσης)

<sup>68</sup> Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος «Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Καταπολέμηση της απερίημωσης», Λευκωσία 2008

**Πίνακας 5.1 Μέτρα αντιμετώπισης αλατότητας εδάφους λόγω ύδατος άρδευσης με υψηλές συγκεντρώσεις υδατοδιαλυτών αλάτων**

Σενάρια	Μέτρα
Μη αλλαγής και συνέχισης υφιστάμενης κατάστασης	1. Στους παράκτιους υδροφορείς στους οποίους έχει εντοπισθεί διείσδυση θαλάσσιου νερού ή άλλους υπόγειους αλατούχους σχηματισμούς, θα πρέπει να γίνεται έλεγχος του αρδευτικού νερού και να ενημερώνονται οι αγρότες κατάλληλα πριν αυτό χρησιμοποιηθεί σε αρδευόμενες περιοχές.
Χαμηλής επέμβασης / πολιτικής	2. Τακτικός έλεγχος των υδατοδιαλυτών αλάτων και της αλκαλίωσης του εδάφους και παρακολούθηση της ποιότητας του αρδευτικού ύδατος. 3. Να εξασφαλίζεται η στράγγιση των αρδευόμενων περιοχών.
Υψηλής επέμβασης / πολιτικής	4. Η ποσότητα του αρδευτικού ύδατος να μπορεί να καλύπτει εκτός από τις ανάγκες των φυτών και τις απαιτήσεις έκλυσης του εδάφους (ειδικά σε περιπτώσεις όπου το αρδευτικό νερό παρουσιάζει αυξημένη αλατότητα).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### Γενικά Συμπεράσματα

Ο όρος αλατότητα αναφέρεται στην ύπαρξη υψηλής συγκέντρωσης διαλυτών αλάτων (ανόργανων ιόντων) στο περιβάλλον των ριζών των φυτών και μετριέται συνήθως έμμεσα μέσω της μέτρησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Τα κατιόντα που βρίσκονται στο νερό και συνήθως σχετίζονται με την αύξηση της αλατότητας είναι το νάτριο, το ασβέστιο, και το μαγνήσιο, ενώ από τα ανιόντα είναι το χλώριο, τα θειικά και τα ανθρακικά.

Η αλατότητα αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του νερού. Αυτό συμβαίνει καθώς η περιεκτικότητά του σε ολικά διαλυτά άλατα προσδιορίζει παράλληλα και την ποιότητά του. Το αρδευτικό νερό πρέπει να έχει μικρή ηλεκτρική αγωγιμότητα για να θεωρείται καλής ποιότητας.

Άλλη κύρια πηγή αλάτων αποτελούν τα λιπάσματα, τα οποία συσσωρεύονται στη ριζόσφαιρα των φυτών μετά από κακή στράγγιση, και ανεπαρκή έκπλυση στο τέλος της καλλιέργειας.

Η αλατότητα μπορεί να ζημιώσει τα φυτά με την υψηλή ωσμωτική πίεση του εδαφικού διαλύματος, η οποία δυσχεραίνει την πρόσληψη νερού και θρεπτικών στοιχείων ή μειώνει τους ρυθμούς παραγωγής βιομάζας. Ζημιώνονται επίσης και με την άμεση τοξικότητα που συμβαίνει λόγω της συσσώρευσης κάποιων ιόντων αλάτων στους ιστούς και με τη δημιουργία θρεπτικής ανισορροπίας, λόγω του ανταγωνισμού των διαλυτών αλάτων με τα θρεπτικά στοιχεία, ως προς την απορρόφηση και κατανομή τους μέσα στο φυτό. Υψηλές συγκεντρώσεις νατρίου και χλωρίου στο έδαφος προκαλούν αυξημένες αναλογίες  $\text{Na}^+/\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}/\text{Mg}^{++}$ , και  $\text{C}^4/\text{NO}_3^-$ , που έχουν ως

αποτέλεσμα τη δημιουργία θρεπτικών διαταραχών στα φυτά και την περαιτέρω μείωση της ανάπτυξης, παραγωγής και ποιότητάς τους.<sup>69</sup>

Η γεωργία έχει τον πρώτο και τον τελευταίο λόγο του προβλήματος της αλατότητας των εδαφών. Από τη μία πλευρά εντείνει τις πιέσεις στους εδαφικούς και υδάτινους πόρους και από την άλλη καλείται να αντιμετωπίσει τις ζημιές που προκύπτουν με στρατηγικές μετριασμού και προσαρμογής. Η γεωργία προσαρμόζεται στην αυξημένη αγωγιμότητα του εδάφους και του νερού με συνδυασμό στρατηγικών, οι οποίες περιλαμβάνουν καλύτερη επιλογή των καλλιεργειών και ποικιλιών, την εναλλαγή των καλλιεργειών, την χρήση κατάλληλων μεθόδων άρδευσης, την αποθήκευση του νερού, την ανάμιξη του νερού, την επαναχρησιμοποίηση του και την αφαλάτωση.

Η πρόληψη και η βελτίωση των επηρεαζόμενων με άλατα εδαφών απαιτεί μία ολοκληρωμένη διαχειριστική προσέγγιση. Μία τέτοια προσπάθεια θα πρέπει περιλαμβάνει μέτρα παρακολούθησης, αγρονομικά και τεχνολογικά μέτρα, καθώς και επανεξέταση των κοινωνιολογικών και οικονομικών πλευρών του ζητήματος.<sup>70</sup>

---

<sup>69</sup> Χ. Γιαννόπουλος, « Οι επιπτώσεις του θρεπτικού διαλύματος CINA, κλειστού συστήματος υδροπονικών καλλιεργειών στο βαθμό αξιοποίησης του νερού και των θρεπτικών στοιχείων», Διπλωματική Διατριβή, Αθήνα 2010.

<sup>70</sup> Massimo Iannetta, Nicola Colonna «Αλάτωση εδαφών», Land Care In Desertification Affected Areas From Science Towards Application

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ⓢ Μ. Σφακιανάκη, Κ. Μαγάλιου, Ι. Μπότσαρης. Πρόγραμμα ανοιχτών περιβαλλοντικών τάξεων «ΚΑΛΛΙΣΤΩ», «Έδαφος – Διάβρωση – Ερημοποίηση – Ρύπανση» Ανάρτηση»
- Ⓢ Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας, «Οικοσυστήματα Χερσαία – Αβιοτικοί παράγοντες χερσαίου οικοσυστήματος»
- Ⓢ Μ. Σακκαλλής «Σημειώσεις εδαφολογίας» (Μετάφραση αγγλικών σημειώσεων Δασικού Κολεγίου Κύπρου), Μάιος 2011
- Ⓢ Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωλογίας, «Θέματα υδρολογίας περιβάλλοντος», 21/11/2007
- Ⓢ Β. Αντωνιάδης, «Εδαφολογία – Τα εδάφη στα οικοσυστήματα», Νοέμβριος 2001
- Ⓢ E-georponoi.gr «Η υποβάθμιση του εδάφους», 24/01/2010
- Ⓢ Massimo Iannetta, Nicola Colonna «Αλάτωση εδαφών», Land Care In Desertification Affected Areas From Science Towards Application
- Ⓢ European Commission - Fife SOS «Αλάτωση»
- Ⓢ European Commission's in-house science service «Αειφόρος γεωργία και διατήρηση της ποιότητας των εδαφών/Διαδικασίες υποβάθμισης του εδάφους» Μάιος 2009
- Ⓢ Maria José Roxo – Pedro Cortesão Casimiro – Tiago Miguel Sousa DesertLinks Project Framework 5 – European Union «Ερημοποίηση»
- Ⓢ Δροσόπουλος Ι.Β. (1998). «Φυσιολογία φυτών». Πανεπιστημιακή έκδοση



- © Χ. Γιαννόπουλος, « Οι επιπτώσεις του θρεπτικού διαλύματος NaCl, κλειστού συστήματος υδροπονικών καλλιεργειών στο βαθμό αξιοποίησης του νερού και των θρεπτικών στοιχείων», Διπλωματική Διατριβή, Αθήνα 2010.
- © Δρ. Μ. Ντούλα «Ερμημοποίηση», Ινστιτούτο Εδαφολογίας Αθηνών, Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας
- © Μ. Κόντης, «Έρευνα των επιπτώσεων της υψηλής συγκέντρωσης χλωριούχου νατρίου (NaCl) στο θρεπτικό διάλυμα υδροπονικής καλλιέργειας τομάτας», Αθήνα 2009
- © Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Συμβούλιο, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και στην Επιτροπή των Περιφερειών - Θεματική στρατηγική για την προστασία του εδάφους [SEC(2006) 620] [SEC(2006) 1165]
- © Ζ. Κωστοπούλου, «Μελέτη της επίδρασης της αλατότητας στην νεραντζιά», Θεσσαλονίκη, 2008
- © <http://www.prosodol.gr/?q=el/node/480>
- © <http://www.prosodol.gr/?q=el/node/480>
- © <http://ikaros.teipir.gr>
- © [http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/0/41522B885C55A9C0C2256FAA0023A6E9/\\$file/10\\_2002-lfalmira%20Nera.pdf?OpenElement](http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/0/41522B885C55A9C0C2256FAA0023A6E9/$file/10_2002-lfalmira%20Nera.pdf?OpenElement)