

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ  
& ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
Αριθ. Πρωτοκ. 137  
Ημερομηνία 5-10-2000

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

**ΦΥΤΙΚΗΣ & ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**“ΕΠΙΠΕΔΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΒΟΡΙΟΥ ΣΕ ΕΔΑΦΗ  
ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΑ ΜΕ ΚΑΠΝΟ ΚΑΙ ΝΕΡΑ  
ΑΡΔΕΥΣΕΩΣ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ.”**

**ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ  
Ι.Κ. ΜΗΤΣΙΟΣ, Ph.D.**

**ΡΙΖΟΥ ΖΑΧΑΡΟΥΛΑ**

**ΒΟΛΟΣ, 2000**





**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ**  
**ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 130/1

Ημερ. Εισ.: 18-09-2003

Δωρεά:

Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΓΦΖΠ

2000

ΡΙΖ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000070291

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**  
**ΦΥΤΙΚΗΣ & ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ**

**«ΕΠΙΠΕΔΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΒΟΡΙΟΥ ΣΕ ΕΔΑΦΗ  
ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΑ ΜΕ ΚΑΠΝΟ ΚΑΙ ΝΕΡΑ  
ΑΡΔΕΥΣΕΩΣ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ»**

**ΡΙΖΟΥ ΖΑΧΑΡΟΥΛΑ**

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

**Ι.Κ. ΜΗΤΣΙΟΣ**  
υπεύθυνος  
καθηγητής

**Χ. ΓΟΥΛΑΣ**  
μέλος

**Π.Χ. ΛΟΛΑΣ**  
μέλος

**ΒΟΛΟΣ, 2000**

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θεωρώ υποχρέωσή μου να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή Εδαφολογίας του τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Ι. Κ. Μήτσιο, Ph.D., τόσο για την ανάθεση του θέματος και την αμέριστη συμπαράστασή του κατά τη διάρκεια της συνεργασίας μας όσο και για τις πολύωρες συζητήσεις και τους προβληματισμούς στο θέμα της διατριβής μου.

Ακόμα ευχαριστίες απευθύνω στους κ. κ. Χ. Γούλα Καθηγητή Γενετικής και Π. Χ. Λόλα Καθηγητή Ζιζανιολογίας του ιδίου Πανεπιστημίου για τις πολύτιμες πληροφορίες, υποδείξεις – διορθώσεις της πτυχιακής διατριβής και βοήθεια που μου προσέφεραν.

Επίσης εκφράζω ευχαριστίες στους υποψήφιους διδάκτορες του Εργαστηρίου Εδαφολογίας για την υπομονή που έδειξαν και την φροντίδα που με περιέβαλαν.

Η υλοποίηση της πτυχιακής διατριβής αυτής θα ήταν αδύνατη χωρίς την ηθική υποστήριξη των γονιών μου στους οποίους εκφράζω τις μέγιστες ευχαριστίες.

Θα ήταν παράλειψή μου αν δεν ευχαριστούσα όσους μου συμπαραστάθηκαν αλλά και όσους δεν μου συμπαραστάθηκαν γιατί έγιναν αφορμή για να προσπαθήσω περισσότερο.

**Στους γονείς μου**



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Βόριο (B) είναι ένα απαραίτητο στοιχείο στην ανάπτυξη των ανώτερων φυτών για το οποίο το εύρος μεταξύ της συγκέντρωσης που αντιστοιχεί σε έλλειψη και τοξικότητα είναι μικρό. Η ολική συγκέντρωση του B στα εδάφη κυμαίνεται σε μεγάλο εύρος, ανάλογα με την περιεκτικότητα σε B του μητρικού πετρώματος, αλλά ένα πολύ μικρό ποσοστό αυτού είναι διαθέσιμο στα φυτά.

Η διαθεσιμότητα του B στα εδάφη εξαρτάται από πολλούς παράγοντες οι κυριότεροι των οποίων είναι το εδαφικό pH, η περιεκτικότητα σε άργιλο, οργανική ουσία και οξύ-υδροξείδια του σιδήρου και αργιλίου. Σε όξινα εδάφη το διαθέσιμο B βρίσκεται με τη μορφή του αδιάστατου βορικού οξέος  $H_3BO_3$ , το οποίο ως ουδέτερο ηλεκτρικά εκπλύνεται εύκολα. Σε αλκαλικά εδάφη το B βρίσκεται κυρίως με τη μορφή του  $[B(OH)_4]^-$ , το οποίο προσροφάται ισχυρότερα με αποτέλεσμα να μειώνεται η διαθεσιμότητά του και η έκπλυσή του.

Για τον προσδιορισμό του διαθέσιμου B έχουν προταθεί πάρα πολλές μέθοδοι, η επικρατέστερη των οποίων είναι η μέθοδος που χρησιμοποιεί ως εκχυλιστικό το ζέον ύδωρ. Για τον προσδιορισμό του B στο εδαφικό εκχύλισμα χρησιμοποιούνται χρωματομετρικές μέθοδοι ή πλάσμα ατομικής εκπομπής. Από τις χρωματομετρικές μεθόδους η μέθοδος της azomethine-H είναι από τις πιο αποτελεσματικές και εύχρηστες, τείνοντας να αντικαταστήσει τις υπόλοιπες μεθόδους, όπως για παράδειγμα τη μέθοδο της carmine ή της curcumin.

Διεθνώς έχουν αναφερθεί πολλές περιπτώσεις κυρίως έλλειψης του B στην καλλιέργεια του καπνού. Στην Ελλάδα δεν υπάρχουν πολλά δεδομένα αναφερόμενα στην συγκέντρωση του B σε εδάφη καλλιεργούμενα με καπνό, καθώς επίσης και στη συγκέντρωση B των νερών άρδευσης της καλλιέργειας αυτής. Έτσι, σκοπός αυτής της εργασίας είναι ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης B εδαφών, από διάφορες περιοχές της Θεσσαλίας που καλλιεργούνται με καπνό, καθώς και των νερών άρδευσης, ώστε να εκτιμηθεί η κατάσταση θρέψης της καλλιέργειας αυτής με B.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
<b>Εισαγωγή</b>	
<b>ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ</b>	<b>1</b>
<b>Κεφάλαιο 1. Το Βόριο στο έδαφος</b>	
1.1. Πηγές Βορίου στο έδαφος	1
1.1.1. Μορφές Βορίου στο έδαφος	3
1.2. Προσρόφηση Βορίου από τα κολλοειδή.	5
1.2.1. Προσρόφηση Βορίου από τα κολλοειδή της αργίλου	5
1.2.2. Προσρόφηση Βορίου από τα οργανικά κολλοειδή	6
1.3. Παράγοντες που επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα Βορίου	7
1.4. Ρόλος του Βορίου στην ανάπτυξη των φυτών	10
1.4.1. Οι απαιτήσεις των φυτών σε Βόριο	11
1.4.2. Συμπτώματα τροφοπενίας Βορίου	12
1.4.3. Εδάφη ελλιπή σε Βόριο	16
1.4.4. Πρόληψη τροφοπενιών	17
1.4.5. Κυριότερα χρησιμοποιούμενα λιπάσματα Βορίου	18
1.4.6. Παρατηρήσεις για την ύπαρξη τοξικότητας Βορίου	19
1.4.7. Αντιμετώπιση των προβλημάτων τοξικότητας	20
<b>Κεφάλαιο 2. Υλικά και μέθοδοι</b>	<b>21</b>
2.1. Εδαφικά δείγματα	21
2.1.1. Χαρτογράφηση των εδαφών και εδαφολογικός χάρτης	21
2.1.2. Κατηγορίες εδαφολογικών χαρτών	22
2.1.3. Χαρτογραφικές μονάδες	22
2.2. Προέλευση εδαφικών δειγμάτων	25
2.3.1. Εργαστηριακές αναλύσεις	26
2.4. Προσδιορισμός του διαθέσιμου Βορίου στο έδαφος	26
2.5. Προσδιορισμός του Βορίου στα νερά άρδευσης	31
2.5.1. Διαδικασία προσδιορισμού Βορίου με τη μέθοδο της Azomethine-H	32
2.5.2. Διαδικασία προσδιορισμού Βορίου με τη μέθοδο της Curcumin	32
2.6. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών	33
2.6.1. Θεματικοί χάρτες	35
<b>Κεφάλαιο 3. Αποτελέσματα- Συζήτηση</b>	<b>36</b>
3.1. Αποτελέσματα αναλύσεων Βορίου στα εδαφικά δείγματα	36
3.2. Αποτελέσματα αναλύσεων Βορίου στα νερά άρδευσης	40
<b>Κεφάλαιο 4. Συμπεράσματα</b>	<b>42</b>
<b>Βιβλιογραφία</b>	<b>43</b>
<b>Παράρτημα</b>	

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°

## ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

### ΤΟ ΒΟΡΙΟ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

#### 1.1 Πηγές Βορίου στο έδαφος

Τα φυτά για τη θρέψη τους χρειάζονται πολύ μικρές ποσότητες από τα στοιχεία Σίδηρο, Μαγγάνιο, Ψευδάργυρο, Χαλκό και Βόριο καθώς το Μολυβδαίνιο και το Κοβάλτιο είναι διαθέσιμα για τα φυτά υπό ορισμένες μόνο συνθήκες.

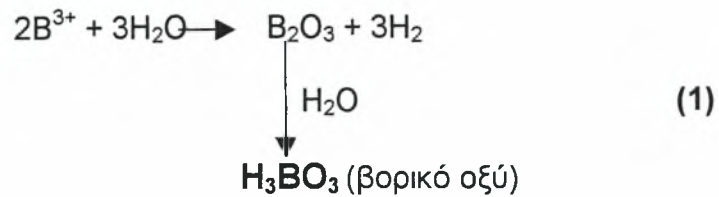
Αυτά τα στοιχεία καλούνται ιχνοστοιχεία γιατί συνήθως απαιτούνται από τα φυτά σε πολύ μικρές ποσότητες που κυμαίνονται από λίγα g μέχρι μερικά kg το στρέμμα Τέσσερα από αυτά υπάρχουν στο έδαφος σαν κατιόντα ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+,3+}$ , και  $\text{Mn}^{2+}$ ), ενώ τρία βρίσκονται σαν αδιάστατα μόρια ( $\text{H}_3\text{BO}_3^0$ ) ή ανιόντα [ $\text{B}(\text{OH})_4^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$ ].

Από γεωχημική άποψη παρουσιάζουν μια ιδιαίτερη συμπεριφορά καθώς πρόκειται για ένα ελαφρύ αμέταλλο στοιχείο ( $\text{B}^{3+}$ ), ένα βαρύ μέταλλο ( $\text{Zn}^{2+}$ ), και τέσσερα μέταλλα ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+,3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Mo}^{2+}$ ).

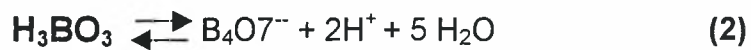
Το Βόριο είναι το μοναδικό αμέταλλο ανάμεσα στα ιχνοστοιχεία που ανιχνεύεται σε μικρές ποσότητες στον εξωτερικό φλοιό της γης (λιθόσφαιρα) και κυρίως σε πυριγενή πετρώματα. Όπως και το  $\text{Mo}^{6+}$ , έχει την ικανότητα να σχηματίζει σταθερούς δεσμούς εξαιτίας του πολύ μικρού του μεγέθους.

Έχει σταθερό σθένος  $3^+$  και πολύ μικρή ιοντική ακτίνα της τάξεως των  $0,88 \times 10^{-10}\text{m}$ . Το Βόριο όχι μόνο δεν έχει βρεθεί ως  $\text{B}^+$ , αλλά ούτε και ως  $\text{B}^{3+}$  έχει εντοπιστεί. Το τελευταίο οφείλεται στο γεγονός ότι η ενέργεια που απαιτείται για την απομάκρυνση των  $3e^-$  της εξωτερικής στοιβάδας του είναι πολύ μεγαλύτερη από την ενέργεια του κρυσταλλικού πλέγματος. Έτσι το B βρίσκεται πάντα σε συνδυασμό με το οξυγόνο με 3 δεσμούς και δίνει το οξείδιο του B,  $\text{B}_2\text{O}_3$ , που διαλύεται στο νερό και προκύπτει βορικό οξύ όπως φαίνεται στην εξίσωση 1:



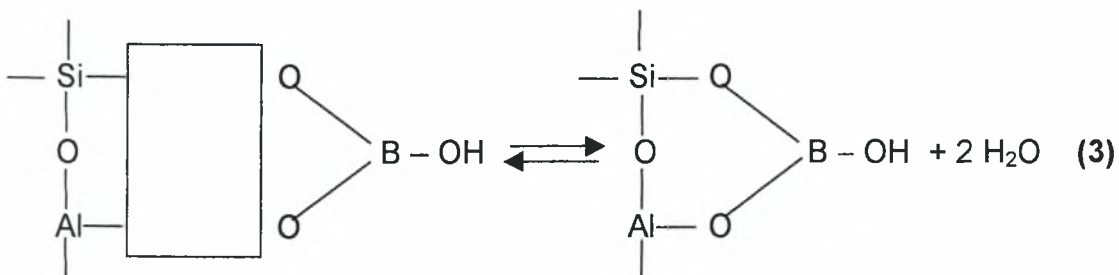


Το Βόριο πιστεύεται ότι βρίσκεται ως αδιάστατο  $\text{H}_3\text{BO}_3$  ή ως ανιόν στο εδαφικό διάλυμα. Σε σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις (μικρότερες του 0,1M), το  $\text{H}_3\text{BO}_3$  διασπάται και γίνεται ένυδρη ουσία και σχηματίζει υδροξειδιο του Βορίου,  $\text{B}(\text{OH})_4^-$ , το οποίο επί του παρόντος είναι το μοναδικό ιονικό είδος. Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις του βορικού οξέος θα σχηματίσουν ιόντα Βορίου με πολυμερική μορφή, όπως το τετραβορικό το οποίο απεικονίζεται στην εξίσωση 2:



Το βορικό οξύ έχει μεγάλη πτητικότητα ακόμα και σε χαμηλές θερμοκρασίες, είναι πολύ ευκίνητο κυρίως σε εδάφη που είναι φτωχά σε κολλοειδή της αργίλου και βρίσκεται σε μεγαλύτερες ποσότητες σε διαλύματα παρά σε ορυκτά. Σε pH κάτω από την τιμή 7 η μορφή του B που συναντάται είναι αυτή του βορικού οξέος, αλλά καθώς η τιμή του pH ανυψώνεται η συγκέντρωση των ιόντων  $\text{B}(\text{OH})_4^-$  αυξάνει.

Τα ιόντα  $\text{B}(\text{OH})_4^-$  μπορούν επίσης να αντιδράσουν με τα επιφανειακά  $\text{OH}^-$  της αργίλου σχηματίζοντας ένα βορικό σύμπλοκο με δύο  $\text{OH}^-$  όπως προτείνεται από τους Sims and Bingham [1968], το οποίο χαρακτηριστικά παρουσιάζεται στην εξίσωση 3:



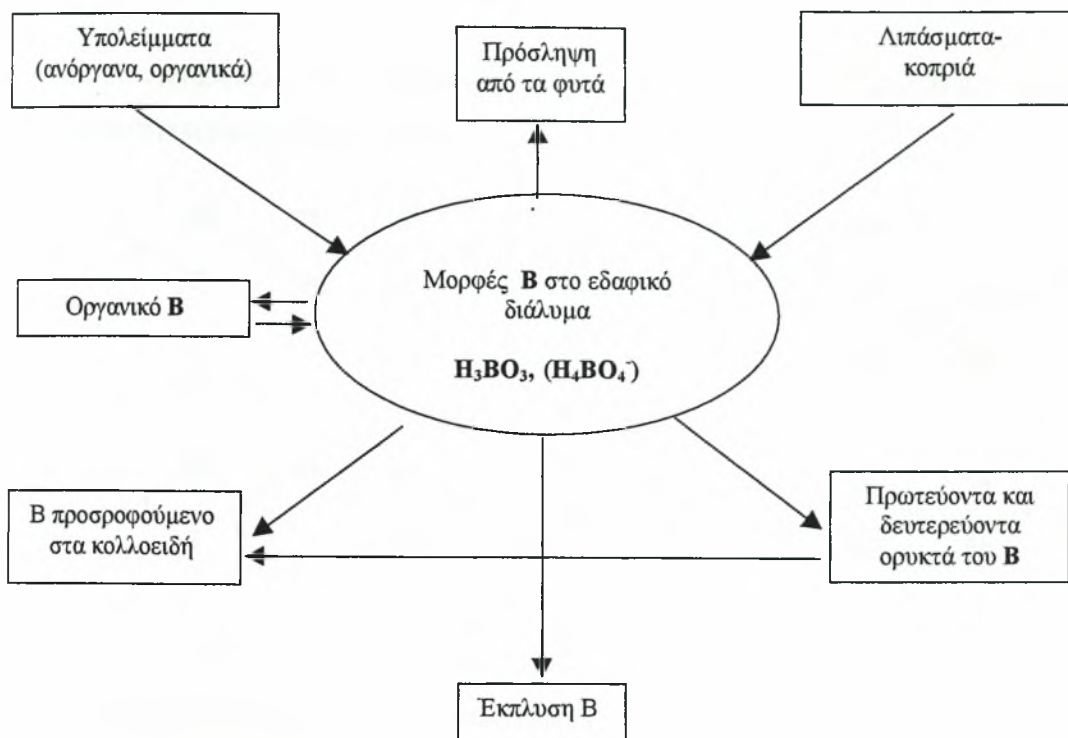
Το Β βρίσκεται στο έδαφος κυρίως σε γρανιτικά ορυκτά παρά σε βασαλτικά. Εκτός από τα κοινά ορυκτά των ιζηματογενών πετρωμάτων, οι μαρμαρυγίες έχουν την υψηλότερη περιεκτικότητα σε Βόριο. Άλλα ορυκτά που περιέχουν Βόριο είναι τα κατωτέρω:

- ❖ Κερνίτης, ένυδρο άλας βορικού οξέος ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ )
- ❖ Κολεμανίτης, ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ )
- ❖ Κοτοΐτης, σύμπλοκα με Mg και Fe,  $\text{Mg}_2\text{FeBO}_5$  και  $\text{Mg}_3(\text{BO}_3)_2$
- ❖ **Τουρμαλίνης**, με πυριτικά σύμπλοκα του Βορίου.

Ο τουρμαλίνης είναι το κυριότερο ορυκτό που βρίσκεται στα εδάφη και περιέχει Β (3-4%). Το ορυκτό αυτό είναι αδιάλυτο και ανθεκτικό στις κλιματικές μεταβολές (αποσάρθρωση), με αποτέλεσμα η απελευθέρωση του μικροστοιχείου να είναι βραδεία και να μην έχει μεγάλη γεωργική σημασία.

#### 1.1.1. Μορφές του Βορίου στο έδαφος

Το Βόριο βρίσκεται στο έδαφος σε τέσσερις κύριες μορφές όπως αναφέρθηκε, ενσωματωμένο σε ορυκτά και πετρώματα, ως σύμπλοκο με στοιχεία των ορυκτών στα οποία είναι προσκολλημένο, προσροφούμενο στις επιφάνειες της αργίλου και συγκεκριμένα στα οξειδία του  $\text{Fe}^{2+ \cdot 3+}$  και του  $\text{Al}^{3+}$  καθώς και ως βορικό οξύ αλλά και με τη μορφή των ιόντων  $\text{B}(\text{OH})_4^-$  στο εδαφικό διάλυμα. Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω και δεδομένης της πολύ μικρής σχέσης που αναπτύσσεται μεταξύ της συγκέντρωσης του διαλύματος που διαχωρίζει την τοξικότητα από την έλλειψη του μικροστοιχείου αυτού, είναι απαραίτητο να γίνει κατανοητός ο κύκλος του Βορίου μεταξύ της στερεής και υγρής φάσης του εδάφους όπως παρουσιάζεται διαγραμματικά στο ακόλουθο σχήμα 1.



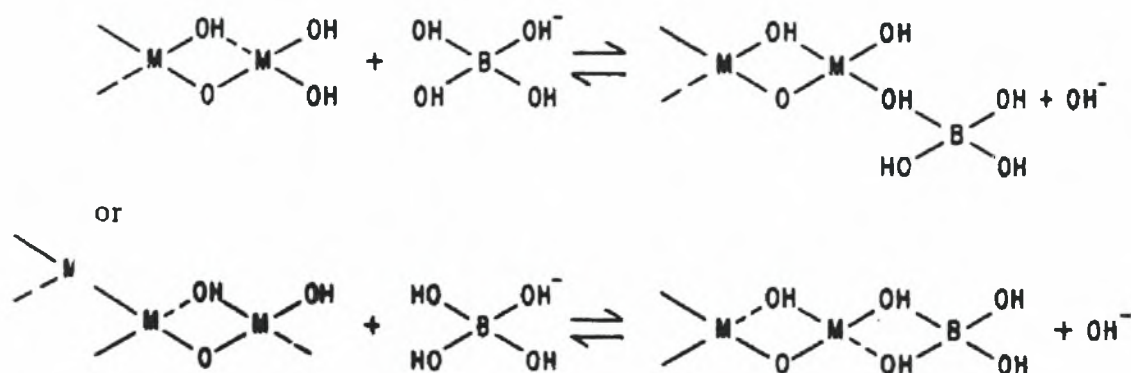
**Σχήμα 1: Διαγραμματική απεικόνιση του κύκλου του Βορίου στο έδαφος.**

Όπως φαίνεται από το σχήμα 1 πηγές Βορίου στο εδαφικό διάλυμα είναι τα ανόργανα, οργανικά υπολείμματα, τα λιπάσματα καθώς και το οργανικό Βόριο που είναι προσροφημένο στα οργανικά κολλοειδή (χούμος). Το Βόριο μπορεί να μεταφερθεί στο ριζικό σύστημα των φυτών με μαζική ροή και με διάχυση. Το ολικό Βόριο που περιέχεται στα διάφορα εδάφη κυμαίνεται από 20 μέχρι 200 ppm (Μήτσιος, 1997). Το μεγαλύτερο ποσοστό του Βορίου του εδάφους δεν είναι διαθέσιμο στα φυτά, καθώς το διαθέσιμο (υδατοδιαλυτό) κυμαίνεται από 0,4 μέχρι 5 ppm [(Gurta (1979)]. Αυτό οφείλεται κυρίως στη συγκράτησή του από τα κολλοειδή της αργίλου αλλά και από τα οργανικά κολλοειδή.

Το Βόριο απορροφάται πιο δυναμικά από το έδαφος από άλλα ανιόντα όπως το  $\text{Cl}^-$  και τα  $\text{NO}_3^-$ . Ο Hodgson (1963), κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το στοιχείο Βόριο προσροφάται από αργιλώδεις επιφάνειες με τον τρόπο που προσροφούνται τα βαρέα μέταλλα. Οι Eaton and Wilcox (1939), υποδεικνύουν ότι υπάρχουν τρεις δυνατοί μηχανισμοί για τον χημικό συνδυασμό του βορίου στα εδάφη: 1) ανταλλαγή ανιόντων, 2) σχηματισμός ιζήματος και 3) μοριακή απορρόφηση. Προτείνεται ο παρακάτω δυνατός μηχανισμός της προσρόφησης:



Απλή ανταλλαγή των βορικών ιόντων με τα ιόντα υδροξυλίου όπως παριστάνεται στην εξίσωση 4 :



## 1.2. Προσρόφηση Βορίου από τα κολλοειδή

### 1.2.1. Προσρόφηση Βορίου από τα κολλοειδή της αργίλου

Οι ανόργανες θέσεις με το μεγαλύτερο ποσοστό προσρόφησης βορίου πιστεύεται ότι είναι: 1) οξειδία Fe and Al που υπάρχουν σαν στρώματα επικάλυψης στα αργιλώδη εδάφη ή γενικώς που συνδέονται με αυτά [Hatcher, Bower and Clark (1967) and Sims and Bingham (1968a, b)], 2) άκρες των ορυκτών της αργίλου που έχουν υποστεί θραύση, 3) άμορφες δομές OH και 4) σύμπλοκα μίγματα Fe και Al καθώς και οξύ-ύδροξυ σύμπλοκα αυτών. Αυξανόμενου του pH του εδάφους, της περιεκτικότητας σε Al και καθώς και της παρουσίας συμπλόκων – μιγμάτων Al, προτιμάται η προσρόφηση Βορίου με τη μορφή  $\text{H}_4\text{BO}_4^-$ .

Η προσρόφηση του Βορίου από το εδαφικό διάλυμα αποτελεί αντικείμενο πρόσφατων μελετών από εδαφολόγους–ερευνητές. Η συγκράτηση του Βορίου από τα ορυκτά της αργίλου εξαρτάται από το pH, με μέγιστη προσρόφηση σε τιμές pH που κυμαίνονται από 7 μέχρι 9 (Μήτσιος, 1997). Ο Harder (1961a) σημειώνει ότι η προσρόφηση από τα ορυκτά της αργίλου είναι γρήγορη και είναι μεγαλύτερη σε όξινα περιβάλλοντα. Βρέθηκε ότι ο διοκταεδρικός ιλλίτης έχει μεγαλύτερη ικανότητα προσρόφησης από τον καολινίτη και το μοντμοριλλονίτη, και ακόμα ότι τα πολυπύρρηνα βορικά ιόντα συγκρατούνται ισχυρότερα από τα απλά ιόντα με αυξημένη συγκράτηση στους  $80^\circ\text{C}$  και μειούμενη στους  $15^\circ\text{C}$ .

Το πρόσφατα σχηματιζόμενο ίζημα  $Al(OH)_3$ , προσροφά μεγάλες ποσότητες βορίου (Hatcher et. al., 1967). Η προσρόφηση όμως αυτή μειώνεται σημαντικά μετά παρέλευση χρονικού διαστήματος από 20 λεπτά μέχρι επτά ημέρες. Ο συγγραφέας αναφέρει ότι η προσρόφηση του βορίου ελευθερώνεται κατά το χρονικό διάστημα που παραμένουν σε ισχύ τα προσφάτως ιζηματοποιημένα πολυμερή του  $Al(OH)_3$ .

Παρατηρήθηκε επίσης ότι το προσροφημένο Βόριο από τα εδάφη μπορεί να συσχετιστεί ( $r=0.98$ ) με την μεταβολή στο ανταλλάξιμο Al κατά την ασβέστωση, δείχνοντας ότι *το  $Al(OH)_3$  είναι ένα από τα κυριότερα στοιχεία που προσροφούν το βόριο στα εδάφη*. Όλα τα υλικά ασβέστωσης αντιδρούν με τα όξινα κολλοειδή του εδάφους με αποτέλεσμα το ασβέστιο και το μαγνήσιο να αντικαθιστούν το υδρογόνο και το αργίλιο των κολλοειδών του εδάφους πάνω στα οποία συγκρατείται και το βόριο (Μήτσιος, 1995).

Οι Sims and Bingham (1967, 1968a, 1968b) διεξήγαγαν έρευνα σχετικά με την προσρόφηση του βορίου τόσο από υδροξείδια όσο και από τα οξείδια του  $Al^{3+}$  και  $Fe^{2+},3+$ . Διαπιστώνεται ότι η προσρόφηση εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την τιμή του pH, και η μέγιστη προσρόφηση από τα υδροξείδια του Fe συμβαίνει σε pH από 8-9 και από τα υδροξείδια του Al σε pH 7 (Μήτσιος, 1997).

### **1.2.2. Προσρόφηση Βορίου από τα οργανικά κολλοειδή**

ο Βόριο ακόμη μπορεί να συγκρατηθεί από την οργανική ουσία με την προϋπόθεση ότι τα καρβοξυλικά οξέα των χουμικών κολλοειδών θα ενωθούν με το βορικό οξύ. Ο Russel (1973) αναφέρει ότι ο δεσμός αυτός είναι πιθανότατα ισχυρότερος απ' ότι ο δεσμός Βορίου με τα εξαξείδια. Κάτω από όξινες ή κανονικές συνθήκες, τα χουμικά κολλοειδή δεσμεύουν ισχυρότερα το Βόριο σε πολλά γεωργικά εδάφη.

### Οργανικά σύμπλοκα Βορίου

Τα σύμπλοκα του Βορίου είναι μια αρκετά δυναμική πηγή διαθεσιμότητας Βορίου στα φυτά, η οποία αυξάνει καθώς ανυψώνεται η τιμή του pH του εδάφους. Τα μίγματα B-SOM είναι πιθανότατα μίγματα Βορίου με ορυκτά. Στους σχιστόλιθους το Βόριο μπορεί ν' αντικαταστήσει το  $Al^{3+}$  και το  $Si^{4+}$ . Αν δεν συγκρατηθεί από τις επιφάνειες της αργίλου το Βόριο μπορεί να εκπλυθεί και να

μετακινηθεί στους κατώτερους ορίζοντες της εδαφικής κατατομής, γεγονός που επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τη διαθεσιμότητά του στα ανώτερα φυτά.

### 1.3. Παράγοντες που επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα του Βορίου

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα και κινητικότητα του ιχνοστοιχείου αυτού είναι οι ακόλουθοι (Μήτσιος, 1997) :

- Κοκκομετρική σύσταση του εδάφους
- Ποσοστό και τύπος αργίλου
- pH του εδάφους
- Ασβέστωση των όξινων εδαφών
- Σύμπλοκα Β με ορυκτά
- Σχέσεις με άλλα ιχνοστοιχεία και μακροστοιχεία
- Υγρασία του εδάφους

#### Κοκκομετρική σύσταση του εδάφους

Τα χονδρόκοκκα εδάφη που είναι καλώς στραγγιζόμενα αμμώδη εδάφη, έχουν γενικά μικρή συγκέντρωση Βορίου. Στα εδάφη αυτά το Βόριο είναι πολύ ευκίνητο και παρουσιάζονται απώλειες σε Βόριο εξαιτίας των υψηλών ρυθμών έκπλυσης. Εδάφη με καλή δομή συγκρατούν το προστιθέμενο Βόριο για περισσότερο χρονικό διάστημα απ' ό,τι τα κακής δομής εδάφη που τα κολλοειδή αυτών προσροφούν το Βόριο εντονότερα.

Το γεγονός ότι τα κολλοειδή της αργίλου συγκρατούν το στοιχείο πιο έντονα, αυτό δεν σημαίνει και ότι τα φυτά θα προσλάβουν περισσότερο Βόριο. Τα φυτά μπορεί να προσλάβουν μεγαλύτερες ποσότητες Βορίου στα αμμώδη εδάφη παρά στα εδάφη με καλή δομή, όταν η συγκέντρωση του Βορίου στο εδαφικό διάλυμα είναι η ίδια.

#### Τύπος αργίλου

Η προσρόφηση του Βορίου είναι μεγαλύτερη στους μαρμαρυγίες, λίγο μικρότερη στον μοντμοριλλονίτη και ελάχιστη στον καολινίτη.



### pH του εδάφους

Το Βόριο σε κανονικές συνθήκες γίνεται λιγότερο διαθέσιμο στα φυτά καθώς ανυψώνεται η τιμή του pH και μειώνεται σημαντικά πάνω από τιμές pH 6,3-6,5. Η ισχυρή ασβέστωση στα όξινα εδάφη συχνά προκαλεί μια προσωρινή έλλειψη Βορίου σε ευαίσθητα φυτά. Το πόσο ισχυρή θα είναι η έλλειψη Βορίου εξαρτάται από την υγρασία του εδάφους, το είδος του φυτού και από τη διάρκεια που διατηρείται το ασβέστιο στο έδαφος.

Η μείωση της διαθεσιμότητας του Βορίου προκαλείται κύρια από την επιφανειακή προσρόφησή του σε πρόσφατα κατακρημνιζόμενο  $Al(OH)_3$ , που σχηματίζεται από την εξουδετέρωση της οξύτητας, με μέγιστη συγκράτηση σε pH 7. Από την άλλη πλευρά μέτρια ασβέστωση μπορεί να μειώσει τη διαθεσιμότητα του Βορίου και την ανοδική κίνηση στα φυτά σε εδάφη πλούσια σε Βόριο. Σημειώνεται ότι η έντονη ασβέστωση δεν οδηγεί πάντα σε αυξημένη προσρόφηση Βορίου από το  $Al(OH)_3$ . Υψηλότερες τιμές pH σαν αποτέλεσμα ασβέστωσης εδαφών πλούσιων σε σύμπλοκα Βορίου, μπορεί να ενθαρρύνουν την διάσπασή τους και να ελευθερώσουν Βόριο.

### Οργανική ουσία

Μεγάλη ποσότητα διαθέσιμου Βορίου συγκρατείται από την οργανική ουσία του εδάφους με αποτέλεσμα εδάφη πλούσια σε οργανική ουσία να παρουσιάζουν και υψηλή διαθεσιμότητα του στοιχείου αυτού. Τα επιφανειακά στρώματα του εδάφους που περιέχουν αυξημένη περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, παρουσιάζουν υψηλή διαθεσιμότητα σε Βόριο. Η προσθήκη οργανικών ουσιών στο έδαφος μπορεί ν' αυξήσει την πρόσληψη του Βορίου από τα φυτά (Μήτσιος, Ι.Κ., 1997).

### Αλληλεπίδραση με άλλα στοιχεία

Η πρόσληψη του Βορίου από τα φυτά εξαρτάται από τη συγκέντρωση και άλλων ιόντων στο εδαφικό διάλυμα, όπως το Ασβέστιο, Κάλιο και Άζωτο. Η παρουσία του  $Ca^{++}$  σε αλκαλικά και πρόσφατα υπερασβεστωμένα εδάφη περιορίζει τη διαθεσιμότητα του Βορίου. Μεγάλη συγκέντρωση ιόντων  $Ca^{++}$  μπορεί να προστατέψει τα φυτά από τοξικότητα Βορίου καθώς αντικαθιστά τα ιόντα  $Al^{3+}$  τα οποία απελευθερούμενα δεσμεύουν ποσότητες Βορίου με αποτέλεσμα να μην είναι πλέον διαθέσιμο στα φυτά.

Όσον αφορά στο Κάλιο έχει αποδειχθεί ότι αυξημένες καλιούχες λιπάνσεις μπορεί να εντείνουν την παρουσία τροφοπενιών Βορίου. Παρατηρήθηκε ακόμη ότι ισχυρές αζωτούχες λιπάνσεις αναστέλλουν την τοξική δράση υψηλών συγκεντρώσεων Βορίου στα εσπεριδοειδή και άλλες καλλιέργειες (Μήτσιος, 1997).

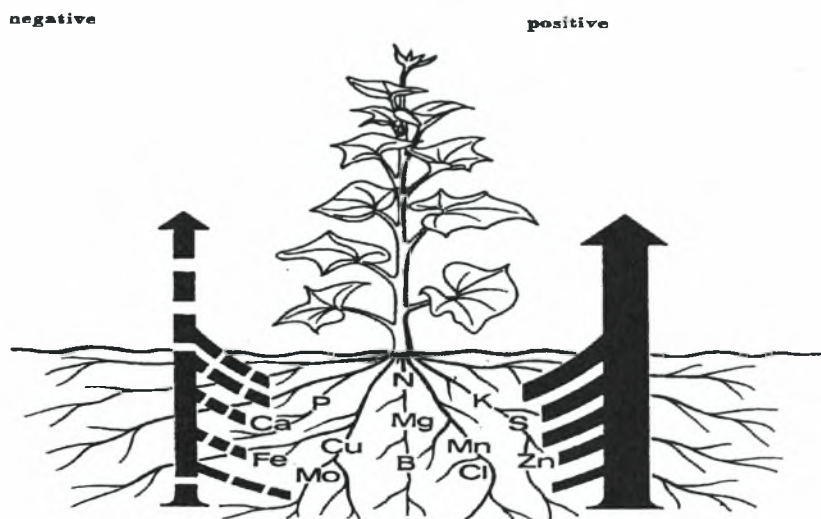
#### Υγρασία του εδάφους

Η διαθεσιμότητα του Βορίου του εδάφους μειώνεται με τη μείωση της εδαφικής υγρασίας. Για το λόγο αυτό τροφοπενίες Βορίου παρουσιάζονται σε συνθήκες παρατεταμένης ξηρασίας. Αυτό οφείλεται στη μείωση της απελευθέρωσης του στοιχείου από τα σύμπλοκα με ορυκτά και στη μειωμένη ανοδική πορεία του Βορίου που οφείλεται στην έλλειψη υγρασίας στη ζώνη του ριζικού συστήματος.

Όταν τα επίπεδα Βορίου στα εδάφη είναι υψηλά, χαμηλή εδαφική υγρασία μειώνει τη διάχυσή του και τη μαζική ροή με συνέπεια τη δυσχερή πρόσληψή του από τις επιφάνειες των ριζών. Σε χαμηλά επίπεδα υγρασίας ο συντελεστής διάχυσης του στοιχείου αυτού μειώνεται σημαντικά. Χαμηλό ποσοστό εδαφικής υγρασίας είναι δυνατό να προκαλέσει τροφοπενία Βορίου, είτε εξαιτίας δυσμενών συνθηκών που δημιουργούνται για την ανοργανοποίηση της οργανικής ουσίας είτε γιατί περιορίζεται η διαπνοή και συνεπώς η είσοδος του νερού στο φυτό (Μήτσιος, 1997).

#### Φυτικοί παράγοντες

Η ευαισθησία στην έλλειψη Βορίου ποικίλει μεταξύ των διαφόρων καλλιεργούμενων ειδών. Έτσι ορισμένα φυτά παρουσιάζουν ανθεκτικότητα στην έλλειψη και τοξικότητα του στοιχείου αυτού, ενώ άλλα είναι αρκετά ευαίσθητα. Όλοι οι προαναφερθέντες παράγοντες που επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα του Βορίου απεικονίζονται στο σχήμα 2.



### ΕΠΙΔΡΑΣΗ

αρνητική

θετική

* Υψηλή σχετική υγρασία και μειωμ. αναπνοή	* Αυξημένη αναπνοή
* Συμπύεση εδάφους	* Καλή εδαφική δομή, διαθέσιμο O <sub>2</sub> στις ρίζες
* Πολύ χαμηλό, πολύ υψηλό pH	* Διαθέσιμος χούμος
* Εδάφη βαρειά που νεροκρατούν	* Μικροοργανισμοί εδάφους
* Ξηρά εδάφη	* Βέλτιστες συνθήκες εδαφικού pH
* Κρύα εδάφη	* Εδαφική υγρασία
* Εμπλουτισμός με CO <sub>2</sub>	* Άριστη θερμοκρασία εδάφους
* Αναερόβιες συνθήκες	* Εκτεταμένο και βαθύ ριζικό σύστημα
* Μειωμένη ανάπτυξη ριζικού συστήματος	
* Ασθένειες ριζών και αγγειακού συστήματος	

**Σχήμα 2: Επίδραση των παραγόντων του φυσικού περιβάλλοντος, στην πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά (Bergmann and Bergmann 1984)**

#### 1.4. Ρόλος του Βορίου στην ανάπτυξη των φυτών

Το Βόριο συμμετέχει στη μεταφορά των σακχάρων κατά μήκος των κυτταρικών μεμβρανών. Τα ελεύθερα μόρια των σακχάρων, λόγω πολικότητας, δεν μπορούν να διαπεράσουν τις κυτταρικές μεμβράνες και σ' αυτό εξυπηρετεί η δημιουργία χημικών ενώσεων με το Βόριο. Το Βόριο διαδραματίζει ακόμη σημαντικό ρόλο στην κυτταροδιαίρεση και τη σύνθεση πηκτίνης. Επιδρά στη δραστηριότητα της πολυφαινόλασης, ενώ δεν πρέπει να παραληφθεί να αναφερθεί η καταλυτική του συμπεριφορά στη σύνθεση των DNA, RNA καθώς στη διαδικασία της γλυκόλυσης. Έχει αποδειχθεί ότι το Βόριο είναι απαραίτητο



στο σχηματισμό αζωτούχων βάσεων, μεταξύ των οποίων είναι και η ουρακίλη η οποία αποτελεί βασικό συστατικό του RNA.

Το Βόριο είναι ακόμα αναγκαίο, σε ίχνη, σε πολλές ενζυματικές διεργασίες, όπως στη διαφοροποίηση ανθέων, στη βλάστηση της γύρης κ.λ.π. Περιέχεται στο στύλο ή στο στίγμα και γι' αυτό η έλλειψή του επηρεάζει αρνητικά το δέσιμο. Διαδραματίζει σπουδαιότατο ρόλο στη ρύθμιση του νερού στους ιστούς των φυτών και στο πρωτόπλασμα. Ευνοεί ακόμη την πρόσληψη των κατιόντων και επιβραδύνει την πρόσληψη των ανιόντων (Μήτσιος, 1997).

#### **1.4.1. Οι απαιτήσεις των φυτών σε Βόριο**

Οι ανάγκες των φυτών σε Βόριο φτάνουν στο μέγιστο κατά την στιγμή της μεγαλύτερης ανάπτυξης της μάζας των φύλλων, της ανθοφορίας και της δημιουργίας των καρπών. Όσον αφορά την ανάγκη σε Βόριο, υπάρχει μια σημαντική διαφορά μεταξύ των μονοκοτυλήδων και των δικοτυλήδων, την οποία ο Shkol'nik (1974) την αποδίδει σε διαφορές του μεταβολισμού της φαινόλης των δυο κατηγοριών των φυτών.

Εάν, για παράδειγμα, διαφορετικά είδη φυτών αναπτυχθούν στο ίδιο φυσικό περιβάλλον, θα βρεθούν αισθητές διαφορές περιεκτικότητας Βορίου στα φυτά αυτά. Η περιεκτικότητα των μονοκοτυλήδων σε Βόριο είναι ιδιαίτερα χαμηλή, και συνήθως είναι 2 έως 6 ppm σημαντικά λιγότερη από αυτή των δικοτυλήδων των οποίων η περιεκτικότητα Βορίου είναι περίπου 20 έως 60 ppm υπολογισμένη σε ξηρό βάρος.

Έτσι λοιπόν είναι κατανοητό, όσον αφορά το Βόριο, πως μερικές ποικιλίες ειδών παρουσιάζουν έλλειψη θρεπτικών συστατικών ή ακόμη και υπεροχή αυτών, όντας πιο ευαίσθητα και ευπαθή ή αντιδρώντας πιο ευαίσθητα από άλλα φυτά. Ένας καλός δείκτης της έλλειψης Βορίου είναι :

- ❖ Ζαχαρότευτλα
- ❖ Σέλινο και ηλιοτρόπια
- ❖ Κουνουπίδι και μηδική (alfalfa)
- ❖ Οπωροφόρα και ειδικά μηλοειδή

και όσον αφορά την υπερεπάρκεια βορίου:

- ❖ Κριθάρι
- ❖ Αγγούρια και φασόλια
- ❖ Φράουλες και εσπεριδοειδή

Φυσικά, όπως συμβαίνει και με άλλα θρεπτικά συστατικά των φυτών, οι διαφορετικές ποικιλίες του αυτού είδους δεν αντιδρούν με τον ίδιο τρόπο στην έλλειψη Βορίου (Bergmann, 1983), δηλαδή όλες οι ποικιλίες του ίδιου είδους φυτού δεν είναι κατάλληλες για την ένδειξη της έλλειψης του Βορίου. Όταν το εδαφικό Βόριο δεν είναι πλέον διαθέσιμο στα φυτά ή για οποιονδήποτε άλλο λόγο δεν πραγματοποιείται επαρκής εφοδιασμός αυτών, τότε εμφανίζονται σημεία που μαρτυρούν έλλειψη του μικροστοιχείου αυτού.

#### 1.4.2. Συμπτώματα τροφοπενίας Βορίου

Είναι γνωστό ότι το Βόριο δε μετακινείται μέσα στο φυτό από τα παλιότερα στα νεώτερα φύλλα με αποτέλεσμα να παρατηρούνται συμπτώματα έλλειψης του στοιχείου αυτού. **Η έλλειψη Βορίου μπορεί πάντα να ανιχνευθεί στα νεώτερα φύλλα, στους βλαστούς και στις ρίζες.**

Εξαιτίας αυτής της συμπεριφοράς του Βορίου, τα φυτά πρέπει να προσλαμβάνουν Βόριο συνεχώς κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης, εάν βέβαια ο παραγωγός επιθυμεί να περιορίσει τις επιπτώσεις από την έλλειψη αυτού.

Σύμφωνα με τον Bussler (1964), η έλλειψη Βορίου γίνεται αισθητή σε ορισμένα είδη φυτών, μέσω πολλών ορατών χαρακτηριστικών που διαπιστώνονται τόσο μικροσκοπικά όσο και μακροσκοπικά. Έτσι παρατηρούνται τα ακόλουθα :

- κίτρινος έως κοκκινωπός αποχρωματισμός των νεώτερων φύλλων, με ή χωρίς επακόλουθες νεκρώσεις
- εμφάνιση νεωτέρων φύλλων με μορφή ροζέτας
- μικρά παραμορφωμένα φύλλα, συχνά με απλοποιημένο σχήμα φύλλου, με ασύμμετρο σχηματισμό των νεύρων
- σπασίματα και σχηματισμοί φελλού στο μίσχο των φύλλων
- κοτυληδόνες συχνά σε μεγέθυνση

- ξήρανση των αναπτυσσόμενων σημείων ή των μπουμπουκιών, και με αρκετή έλλειψη βορίου στα βλαστάρια 'οι βλαστοί εξαφανίζονται' και το ίδιο και τα 'μπουμπουκιά'
- λόγω απουσίας της κυριαρχίας της κορυφής, παρατηρείται αύξηση των μασχαλιαίων οφθαλμών τα οποία αναπτύσσονται κανονικά ή ξηραίνονται σύντομα ( τύπος ανάπτυξης ' σκούπα της μάγισσας')
- μείωση του αριθμού των μπουμπουκιών, των ανθέων και των σχηματιζόμενων καρπών, με πρόωρο διασκορπισμό του περικαρπίου
- περιορισμένη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, με ανώμαλη αύξηση των πλευρικών ριζών, που προσδίδουν στη ρίζα 'αγκαθωτή' εμφάνιση
- οι κοντές ρίζες παχαίνουν αποκτώντας μορφή ροπάλου, και γίνονται καφέ, συχνά όμως γίνονται πολύ λεπτές
- σχηματισμός καφέ κηλίδων, φαινόμενα ξηρής σήψης κατά τόπους
- τα παλαιότερα φύλλα εμφανίζουν συμπτώματα μόνο όταν υπάρξει συνεχής έλλειψη

Τα συμπτώματα βέβαια διαφέρουν από καλλιέργεια σε καλλιέργεια εμφανίζοντας χαρακτηριστικά σημεία σε κάθε καλλιεργούμενο είδος. Έτσι, στα παρακάτω είδη φυτών παρατηρούνται τα εξής:

### Καπνός

Οι επιδράσεις του Βορίου στον καπνό μελετήθηκαν περισσότερο από οποιοδήποτε άλλο ιχνοστοιχείο. Με κανονικές συνθήκες παραγωγής καπνού, έλλειψη Βορίου παρατηρείται σπάνια. Όταν όμως η ταχύτητα αύξησης της χλωρής μάζας της καπνοφυτείας είναι πολύ μεγάλη και απότομη, ενδέχεται, να παρατηρηθεί έλλειψη Βορίου. Με την έλλειψη του στοιχείου αυτού τα κορυφαία φύλλα αποκτούν χρώμα ανοικτό πράσινο και είναι παραμορφωμένα. Σε περιπτώσεις όμως έντονης έλλειψης Βορίου παρατηρείται νέκρωση του κορυφαίου οφθαλμού του καπνοφύτου και τα υπάρχοντα φύλλα γίνονται σκούρα πράσινα.

Με την πάροδο του χρόνου και οι πλάγιοι μασχαλιαίοι οφθαλμοί οι οποίοι είναι κοντά στην κορυφή του φυτού, προσπαθούν ν' αναπτυχθούν χωρίς όμως αποτέλεσμα. Τα παραπάνω συμπτώματα έλλειψης Βορίου έχουν παρατηρηθεί



σε καπνοφυτείες επικλινών αγρών, οι οποίοι ισοπεδώθηκαν με τη μετακίνηση μεγάλου πάχους στρώματος εδάφους (30-80) cm.

### Αντιμετώπιση

Δεδομένου ότι το Βόριο μετακινείται πολύ δύσκολα μέσα στο φυτό, χρειάζεται συνεχής τροφοδοσία της καπνοφυτείας με το στοιχείο αυτό από το έδαφος για ομαλή αύξηση-ανάπτυξη και παραγωγή καλής ποιότητας καπνού. Λίπανση καπνοφυτειών με 34-57 g B / στρέμμα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης και τη βελτίωση της ποιότητας καπνού. Έχει επίσης βρεθεί ότι η λίπανση των αγρών πριν τη μεταφύτευση του καπνού με 1-2 kg βόρακα / στρέμμα, είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της στρεμματικής απόδοσης.

### Βαμβάκι

Η έλλειψη του Βορίου εκδηλώνεται με νεκρώσεις της κορυφής των βλαστών και έκπτυξης ακολούθως πλαγίων βλαστών που έχουν κοντά μεσογονάτια διαστήματα και προσδίδουν στο βαμβακόφυτο όψη πυκνής βλάστησης. Τα νεαρά φύλλα είναι κιτρινοπράσινα, τα καρύδια είναι μικρά σε μέγεθος και έχουν ανοιχτό πράσινο χρώμα. Παρατηρούνται ρωγμές στους μίσχους των λουλουδιών και μερικές φορές στη βάση των καρυδιών. Τα συμπτώματα εμφανίζονται στα κατώτερα τμήματα του βαμβακοφύτου.

### Ζαχαρότευτλα

Η ανεπάρκεια Βορίου προκαλεί τυπικά συμπτώματα που εκδηλώνονται όχι μόνο στα φύλλα (όπως συμβαίνει στις περισσότερες τροφοπενίες) αλλά επίσης στους μίσχους, στις κορυφές των ριζών και σ' αυτές ακόμα τις ρίζες των ζαχαροτεύτλων. Εφόσον ο εφοδιασμός των φυτών με Βόριο είναι ανεπαρκής για κανονική ανάπτυξη, τα πρώτα σημάδια εμφανίζονται στο πρωτογενές μερίστωμα και στα νεαρά φύλλα. Η έλλειψη Βορίου κατ' αρχήν μειώνει τις αποδόσεις, ενώ στη συνέχεια επηρεάζει τις ρίζες υποβαθμίζοντας και την ποιοτική τους αξία.

Ζαχαρότευτλα καλλιεργούμενα σε ελαφρά εδάφη τείνουν προς τροφοπενία Βορίου και ειδικότερα όταν αυτά είναι *αλκαλικής αντίδρασης*. Έλλειψη, επίσης, συναντάται συχνά σε ξηρά καλοκαίρια, ειδικά όταν έχει προηγηθεί ήπια και υγρή Άνοιξη. Κάτω από αυτές τις συνθήκες τα φυτά αρχικά αναπτύσσονται ταχύτατα προσλαμβάνοντας αρκετό Βόριο. Το μετέπειτα ξηρό

εδαφικό περιβάλλον μειώνει τη διαθεσιμότητα του Βορίου, με άμεση εμφάνιση συμπτωμάτων στην "καρδιά" των φυτών, παρά την υψηλή συγκέντρωση Βορίου στα παλιότερα φύλλα.

#### Αντιμετώπιση

Λιπαντικές εφαρμογές με βόρακα ( $N_2B_4O_7 \times 10 H_2O$  -11% B) στην εδαφοκλίνη πρό της σποράς έχουν δώσει πολύ καλά αποτελέσματα με θετική αντίδραση ως προς το βάρος των ριζών και το ζαχαρικό τίτλο. Βελτίωση της καθαρότητας χυμού δε διαπιστώθηκε. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν επιτευχθεί με διαφυλλικές λιπάνσεις κατά την περίοδο Μαΐου – Ιουνίου (Βόρακας, "solubor") όχι όμως αργότερα.

#### Δενδρώδεις καλλιέργειες

Η τροφοπενία του Βορίου εμφανίζεται με διάφορα συμπτώματα ανάλογα με το είδος του οπωροφόρου. Στα περισσότερα είδη παρουσιάζεται στην καρποφορία πριν εμφανιστεί η βλάστηση. Τα σημεία στα μηλοειδή είναι παρόμοια. Τα φρούτα δεν μεγαλώνουν κανονικά είναι κακοσχηματισμένα και φθάνουν σπάνια στη συγκομιδή. Σε πιο σοβαρές περιπτώσεις έλλειψης Βορίου διαταράσσεται η βλάστηση, η οποία εκδηλώνεται με αδυναμία των μεριστωμάτων ν' αναπτυχθούν στις άκρες των βλαστών και καταλήγουν σε νεκρές κορυφές. Τα αναπαραγωγικά όργανα είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα καθώς εμφανίζουν φτωχή καρπόδεση και ξήρανση των ανθικών μερών σε συνθήκες απουσίας Βορίου.

#### Ελιά

Η ελιά είναι μια από τις πιο ευαίσθητες καλλιέργειες στην έλλειψη Βορίου και για το λόγο αυτό έχει προταθεί ως φυτό δείκτης για τον εντοπισμό εδαφών με μικρή περιεκτικότητα σε Βόριο. Η τροφοπενία Βορίου εκδηλώνεται με χαρακτηριστικά συμπτώματα, όπως ύπαρξη πληθώρας κλαδίσκων σε ολόκληρη την κόμη των δένδρων με μορφή "σκούπας", χλώρωση του κορυφαίου τμήματος των φύλλων, το οποίο μπορεί να γίνεται κιτρινοπορτοκαλόχρουν, μικροφυλλία και παραμόρφωση των φύλλων, νέκρωση των ακραίων οφθαλμών και έκπτυξη των πλαγίων, οι οποίοι επίσης νεκρώνονται, ενώ εκπύσσονται νέοι με

αποτέλεσμα να δημιουργούνται οι χαρακτηριστικές “σκούπες” (Γαβαλάς, 1978, Γιάσογλου και συνερ. 1991).

### Αντιμετώπιση

Η διόρθωση της τροφοπενίας Βορίου στη χώρα μας γίνεται συνήθως με προσθήκη στο έδαφος βοριούχων λιπασμάτων (βόρακας, βορικό οξύ κ.α.) κάθε 2 με 3 χρόνια ή ψεκασμό του φυλλώματος με βοριούχα διαλύματα. Κατά τη συνήθη πρακτική η ποσότητα του βοριούχου λιπάσματος καθορίζεται με βάση την ηλικία και ανάπτυξη των δένδρων, χωρίς κατά κανόνα να λαμβάνονται υπόψη οι εδαφικές συνθήκες, οι οποίες συμβάλλουν άμεσα ή έμμεσα στην εμφάνιση των τροφοπενιών. Έτσι ανεξάρτητα από την καλλιέργεια, τις κλιματικές συνθήκες, την ευαισθησία-ανοχή-ανθεκτικότητα των φυτικών ειδών στη χορήγηση λιπασμάτων, *κύριος παράγοντας* που ρυθμίζει την περίσσεια ή την έλλειψη Βορίου στα φυτά *είναι το έδαφος*.

#### 1.4.3. Εδάφη ελλιπή σε Βόριο

Μεγάλες πιθανότητες εμφάνισης τροφοπενίας Βορίου εμφανίζονται στα ελαφρά αμμώδη εδάφη σε περιοχές με συχνές βροχοπτώσεις και στα εδάφη που διαθέτουν χαμηλή περιεκτικότητα Βορίου καθώς και όξινα εδάφη που έχουν υποστεί υπερασβέτωση. Η περιεκτικότητα του εδάφους σε Fe και Al επιδρά ανασταλτικά στα επίπεδα Βορίου, ειδικά όταν έχουμε υψηλές τιμές pH όπως σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές καθώς το  $Al(OH)_3$  δεσμεύει τα βορικά ιόντα πάρα πολύ γρήγορα.

Σύμφωνα με τον Kluge et al. (1977) τα ελαφριά συστάσεως κατακλυσμαία εδάφη παρουσιάζουν έλλειψη σε Βόριο. Οι αιτίες βέβαια είναι η χαμηλή περιεκτικότητα του μικροστοιχείου στο υπάρχον έδαφος και η αυξημένη διήθηση λόγω ελαφριάς εδαφικής δομής. Η τροφοπενία συχνά παρατηρείται σε ξηρά καλοκαίρια, κυρίως επειδή οι υποεπιφανειακοί ορίζοντες έχουν λιγότερο Βόριο απ’ ότι οι επιφανειακοί καθώς τα οργανικά κολλοειδή που είναι συγκεντρωμένα στην επιφάνεια συγκρατούν το Βόριο.

Σε συνδυασμό με τη μικρή σχετικά ποσότητα του «διαθέσιμου» Βορίου στο έδαφος η έλλειψή του αυξάνεται ακόμη περισσότερο καθώς τα εδάφη ξηραίνονται με αποτέλεσμα η πρόσληψή του από τα φυτά να είναι μειωμένη. Έτσι λοιπόν η ξηρασία λειτουργεί αρνητικά στην πρόσληψη του στοιχείου από το

ριζικό σύστημα των φυτών, όμως σε εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα Βορίου τέτοιου είδους μειώσεις στην αναλογία Βορίου στο φυτό δε μπορεί να φτάσουν σε επίπεδο έλλειψης.

Σημειώνεται ότι ένα φυτό θα προσλάβει περισσότερο Βόριο από ένα ελαφριάς συστάσεως έδαφος παρά από ένα βαριάς συστάσεως έδαφος και περισσότερο από ένα όξινο παρά από ένα ασβεστούχο έδαφος. Το Βόριο δε φαίνεται να είναι ευκίνητο μέσα στα φυτά, έτσι αν το φυτό το προσλάβει σχετικά νωρίς δε μετακινείται στα σημεία αυξήσεως αργότερα, με συνέπεια την εμφάνιση ορατών συμπτωμάτων έλλειψης του μικροστοιχείου. Προκειμένου να προληφθεί η τροφοπενία Βορίου προστίθενται στα εδάφη λιπάσματα Βορίου ή γίνονται ψεκασμοί διαφυλλικά.

#### 1.4.4. Πρόληψη τροφοπενιών

Η βέλτιστη λίπανση των φυτών με Βόριο είναι απαραίτητη ώστε ν' αποφευχθούν ακραίες καταστάσεις στα φυτά (τροφοπενίες-τοξικότητες) οι οποίες έχουν ως συνέπεια να διαταράσσεται ο μεταβολισμός τους και να παρατηρούνται ανωμαλίες στην αύξηση – ανάπτυξή τους. Θεραπευτικά πραγματοποιούνται λιπάνσεις στο έδαφος καθώς και ψεκασμοί στο φύλλωμα.

#### Λιπάνσεις με Βόριο

Σε περιοχές που η τροφοπενία Βορίου είναι σύνηθες φαινόμενο, συχνά χρησιμοποιείται ο βόρακας, (το λίπασμα αυτό περιέχει 10,6% B), σε σύμπλοκα λιπασμάτων. Η προσθήκη βόρακα πρέπει να είναι πολύ προσεκτική και σε μεγάλο βαθμό ομοιόμορφη κυρίως στο μέρος που βρίσκεται ο σπόρος. Εάν πέσει αρκετά μεγάλη ποσότητα λιπάσματος, εξαιτίας ανομοιόμορφης διασποράς, το φυτό ενδεχόμενα θα υποστεί τοξικά συμπτώματα καθώς υπάρχει μικρό εύρος μεταξύ των τοξικών ποσοτήτων και αυτών που οδηγούν σε τροφοπενία.

Σε περιοχές με έλλειψη Βορίου που είναι επίσης ελλειπείς σε P ο βόρακας συνήθως προστίθεται σε θειικό οξύ και παράγεται ένα βορικό υπερφωσφορικό σύμπλοκο. Σήμερα προτιμούνται τα υδατοδιαλυτά σπρέι Βορίου γιατί μπορούν να διασκορπιστούν πολύ πιο εύκολα απ' ότι το στερεό Βόριο. Παράδειγμα υδατοδιαλυτού είναι το σύμπλοκο που περιέχει 20% B, είναι γρήγορα διαλυόμενο και διατίθεται ως διάλυμα σε νερό που περιέχει 0,2-2,5% αυτού του μίγματος.





Το διαλυτό Βόριο είναι πολύ πυκνό, είναι πλήρης πηγή Βορίου και μπορεί να εφαρμοστεί σαν σπρέι ή σκόνη απευθείας σε οπωροφόρα δένδρα, λαχανικά και σιτηρά. Χρησιμοποιείται επίσης ως υγρό και διασπείρεται με μορφή λιπάσματος.

Το Solubor προτιμάται από τον βόρακα επειδή διαλύεται πολύ πιο γρήγορα και υφίσταται λιγότερες αλλαγές στην κρυσταλλική δομή από τις θερμοκρασίες. Το ορυκτό Ca- βόρακας, κολεμανίτης, χρησιμοποιείται συχνά σε αμμώδη εδάφη γιατί είναι λιγότερο διαλυτό και λιγότερο εκπλύσιμο απ' ό,τι τα νατριούχα λιπάσματα με Βόριο. Οι λιπαντικές αγωγές του Βορίου εξαρτώνται από τα διάφορα είδη, τη βροχόπτωση, την ασβέστωση και το εδαφικό σύμπλοκο SOM. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι ποσότητες του προτεινόμενου Βορίου εξαρτώνται και από τη μέθοδο εφαρμογής. Οι πηγές Βορίου με κοκκώδη μορφή πρέπει ν' αποφεύγονται σε ξηρά εδάφη. Παρακάτω αναφέρονται τα κυριότερα χρησιμοποιούμενα λιπάσματα Βορίου.

#### 1.4.5. Κυριότερα χρησιμοποιούμενα λιπάσματα Βορίου

Πηγή	Χημικός τύπος	Περιεκτικότητα % σε Βόριο
Βόρακας	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	11
Πενταβορικό νάτριο	$\text{Na}_2\text{B}_{10}\text{O}_{16} \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	18
Τετραβορικό νάτριο	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	14
Βορικό οξύ	$\text{H}_3\text{BO}_3$	20
Κολεμανίτης (ορυκτό)	$\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	17
Fritst βορίου		10
Solubor	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5 \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{B}_{10}\text{O}_{16} \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	20
Bortrac		15
Profit		15
Vytel Boron		15
Χηλικό Β (EDTA)		4
Πολυβόρ	(12-12-18 + +0,5 Β)	0,5

#### 1.4.6. Παρατηρήσεις για την ύπαρξη τοξικότητας Βορίου

Είναι γνωστό ότι το Βόριο είναι απαραίτητο για τα φυτά σε μικρές ποσότητες, όταν όμως βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες στο έδαφος ή στο νερό αρδεύσεως, τότε το στοιχείο αυτό προκαλεί τοξικά συμπτώματα στα καλλιεργούμενα φυτά (Μήτσιος, 1997).

Αν ληφθεί υπόψη ότι τα όρια μεταξύ τοξικότητας και έλλειψης του στοιχείου αυτού είναι πολύ στενά, θα πρέπει κάθε φορά να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην εφαρμογή λιπασμάτων τόσο από εδάφους όσο και από φυλλώματος. Εάν για παράδειγμα παρέχεται για αρκετό χρονικό διάστημα λίπανση με Βόριο, μπορεί εύκολα να προκληθεί ζημιά λόγω αυξημένης συγκέντρωσης του μικροστοιχείου στο εδαφοδιάλυμα, ειδικά σε αμμώδη εδάφη.

Η αυξημένη, αλόγιστη και μη προγραμματισμένη χρήση βορίουχων λιπασμάτων οδηγεί σε καταστάσεις υπερεπάρκειας του στοιχείου τόσο στο έδαφος όσο και στα φυτά, με αποτέλεσμα εμφανίζονται τοξικά συμπτώματα στο έλασμα αλλά και στο βλαστό.

#### Τοξικά συμπτώματα

Τα τοξικά συμπτώματα του Βορίου στα φύλλα των φυτών αρχικά παρουσιάζονται στα παλιά φύλλα ως κίτρινες κηλίδες ή ακόμα ξηραίνονται οι κορυφές των ελασμάτων των φύλλων και οι άκρες αυτών. Η χλώρωση και ξήρανση επεκτείνεται προς το κέντρο του ελάσματος καθώς και μεταξύ των νευρώσεων, όταν η συγκέντρωση του Βορίου στο έλασμα των φύλλων αυξάνεται. Στα φυτά που είναι ευαίσθητα στην παρουσία Βορίου στο νερό αρδεύσεως, όπως είναι η κερασιά, η δαμασκηλιά και άλλα φυτά, δεν παρουσιάζονται τα τυπικά συμπτώματα τοξικότητας στο έλασμα των φύλλων αλλά είναι εμφανής η παρουσία κόλλας ή εκκρίσεων στους κλάδους και στους κορμούς των φυτών αυτών (Μήτσιος, 1998).

Τα τοξικά σημεία στα φύλλα των φυτών εμφανίζονται όταν η συγκέντρωση του Βορίου στα φύλλα υπερβεί τα 250-300 mg / kg ξηρής ουσίας των φύλλων. Τα συμπτώματα της τοξικότητας Βορίου στα φύλλα δεν παρουσιάζονται στα φυτά, ροδακινιά, δαμασκηλιά, μηλιά, αχλαδιά κ.α. Για το λόγο αυτό δεν ενδείκνυται να λαμβάνονται φύλλα από τα δένδρα αυτά προκειμένου να γίνει η φυλλοδιαγνωστική για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης του Βορίου. Στις περιπτώσεις αυτές συνιστάται να γίνεται χημική ανάλυση των νερών άρδευσης

και χημική ανάλυση εδάφους. Τα συμπτώματα της τοξικότητας από το Βόριο στα φυτά μπορούν να αποδοθούν αποκλειστικά στις μεγάλες συγκεντρώσεις Βορίου στο νερό άρδευσης (Μήτσιος, 1997).

#### 1.4.7. Αντιμετώπιση των προβλημάτων τοξικότητας

Η πιο αποτελεσματική μέθοδος για να αποφευχθεί η ανάπτυξη τοξικότητας είναι η επιλογή ενός νερού άρδευσης που δεν έχει δυναμικό να αναπτύξει τοξικότητα. Τα τοξικά ιόντα  $Cl^-$ ,  $Na^+$  και Βορίου μπορούν να μειωθούν με έκπλυση. Σε περιπτώσεις που η έκπλυση γίνεται υπερβολική, πολλοί γεωργοί εφαρμόζουν σύστημα αμειψισποράς με μια πιο ανθεκτική στην έλλειψη του Βορίου καλλιέργεια. Σε περιπτώσεις όπου τα προβλήματα τοξικότητας δεν είναι τόσο συχνά, σχετικά μικρές αλλαγές στην καλλιέργεια μπορεί να δώσουν λύση στο πρόβλημα.

Πρέπει στο σημείο αυτό να τονιστεί ότι το Βόριο είναι πολύ πιο δύσκολο να εκπλυθεί σε σχέση με την έκπλυση των ιόντων Χλωρίου και Νατρίου. Το Βόριο κινείται αργά στο εδαφικό διάλυμα και απαιτείται περίπου τρεις φορές περισσότερο νερό έκπλυσης από ότι απαιτείται στα ιόντα  $Cl^-$  και  $Na^+$ . Το κλειδί για να ελεγχθεί ένα πρόβλημα τοξικότητας είναι να επιλεγεί μια καλή πηγή αρδευτικού νερού και ν' ακολουθήσει έκπλυση για να μειωθούν οι τυχόν υψηλές συγκεντρώσεις του Βορίου στο έδαφος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

#### 2.1. Εδαφικά δείγματα

Η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε σε εδάφη της Θεσσαλίας στα οποία καλλιεργείται καπνός. Ελήφθησαν 408 επιφανειακά δείγματα εδάφους (βάθους 0-30 cm) από τις περιοχές της Καρδίτσας, Τρικάλων και Λάρισας. Συγκεκριμένα από 2.525 στρέμματα στο Ν. Καρδίτσας ελήφθησαν 146 εδαφικά δείγματα και συγκεκριμένα από τα χωριά Αγ. Παρασκευή, Άμπελος, Ανάβρα, Ασημοχώρι, Γελάνθη, Δασοχώρι, Ζαΐμη, Καλλιφώνι, Καρποχώρι, Λεοντάρι, Μαυρομάτι, Μελλισοχώρι, Μητρόπολη, Μυρίνη και Φράγκο.

Από 774 στρέμματα στο Ν. Τρικάλων ελήφθησαν 93 εδαφικά δείγματα, από τα χωριά Πλάτανος, Ρίζωμα, Αρδάνι, Γριζάνιο, Βασιλική, Θεόπετρα και Παλαιόπυργος. Τέλος, από 1.535 στρέμματα στο Ν. Λαρίσης (κυρίως περιοχή Ελασσόνας) ελήφθησαν 169 εδαφικά δείγματα, από τα χωριά Αργυροπούλι, Ροδιά, Βαλανίδα, Γαλανόβρυση, Δολίχι, Δρυμός, Καλλιθέα, Μεσοχώρι, Ολυμπιάδα, Πραιτώρι, Πύθιο, Στεφανόβουνο, Συκέα και Τσαριτσάνη.

Τα δείγματα συλλέχθηκαν από χαρακτηριστικές, εδαφολογικές μονάδες της κάθε περιοχής σύμφωνα με τους λεπτομερείς εδαφολογικούς χάρτες του Ινστιτούτου Χαρτογράφησης και Ταξινόμησης Εδαφών Λάρισας (1:20.000). Κρίνεται αναγκαίο στο σημείο αυτό ν' αναφερθούν ορισμένα στοιχεία για την διαδικασία της χαρτογράφησης των εδαφών και των μέσων που επιτρέπουν να γίνει πραγματικότητα η δημιουργία και η ανάγνωση ενός εδαφολογικού χάρτη.

#### 2.1.1. Χαρτογράφηση των εδαφών και εδαφολογικός χάρτης

Χαρτογράφηση εδαφών είναι η εργασία με την οποία τα εδάφη μιας περιοχής διαχωρίζονται σε σχετικά ομοιόμορφες μονάδες, οι οποίες αποτυπώνονται γεωγραφικά σε χάρτες ή άλλα μέσα. Η όλη διαδικασία είναι μια σύνθετη εργασία που απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις και γίνεται με ορισμένες μεθόδους που καθορίζονται από το σκοπό της χαρτογράφησης και το επίπεδο της διατιθέμενης τεχνολογίας. Η βασική εργασία γίνεται στο ύπαιθρο από ειδικούς.



### 2.1.2. Κατηγορίες εδαφολογικών χαρτών

Ανάλογα με το κλίμα και το βαθμό λεπτομερείάς τους οι εδαφολογικοί χάρτες διακρίνονται σε κατηγορίες οι οποίες παρουσιάζονται στον πίνακα 1.

**Πίνακας 1. Είδη εδαφολογικών χαρτών(USDA,1993; Dent και Young, 1993)**

Κατηγορία	Κλίμακα	Σκοπός	Ελάχιστη έκταση χαρτογράφησης Στρέμματα
Πρώτης τάξης, πολύ εντατικός	1:5.000-1:15.000	Πειραματισμός, εφαρμογή προγραμμάτων γης, άρδευσης, αστικές και χρήσεις	εφαρμογή βελτίωσης λίπανσης βιομηχανικές, ≤10
Δεύτερης τάξης, λεπτομερής	1:12.000-1:30.000	Γενικός σχεδιασμός ή αστικός	γεωργικός 6-40
Τρίτης τάξης, ημιλεπτομερής	1:20.000-1:63.000	Περιφερειακός χρήσης γης	σχεδιασμός 16-160
Τέταρτης τάξης, Εκτατικός	1:60.000-1:250.000	Γενικές πληροφορίες σχετικά με τη χρήση και διαχείριση της γης	160-2.500
Πέμπτης τάξης, Πολύ εκτατικός	1:250.000-1:1.000.000	Περιφερειακός σχεδιασμός	2.500-40.000

### 2.1.3. Χαρτογραφικές μονάδες

Οι χαρτογραφικές μονάδες που απεικονίζονται σε κάθε εδαφολογικό χάρτη είναι περιοχές περικλειόμενες από συγκεκριμένα όρια και απεικονίζονται με σύμβολα που περιγράφουν τις βασικές ιδιότητες των εδαφών της περιοχής, τα οποία ταξινομούνται με συγκεκριμένα συστήματα ταξινόμησης, όπως το σύστημα Soil Taxonomy (USDA, 1975), το σύστημα F.A.O./UNESCO (F.A.O., 1976) ή διάφορα εθνικά συστήματα.

Στο εξωτερικό η βασική εδαφική μονάδα του εδαφολογικού χάρτη που χρησιμοποιείται για όλες τις πρακτικής σημασίας χρήσεις του χάρτη είναι η εδαφοσειρά. Η εδαφοσειρά περιλαμβάνει ομάδα με ομοιότητες στα χαρακτηριστικά και τη συμπεριφορά τους στο τοπίο.

Στην Ελλάδα το σύστημα που χρησιμοποιείται για τη χαρτογράφηση των πεδινών περιοχών, χρησιμοποιεί ως χαρτογραφική μονάδα όχι την εδαφοσειρά,

αλλά ένα συνδυασμό ιδιοτήτων που αντιστοιχούν στην ταξινόμηση και σε εδαφικές ιδιότητες με μεγάλη πρακτική σημασία.

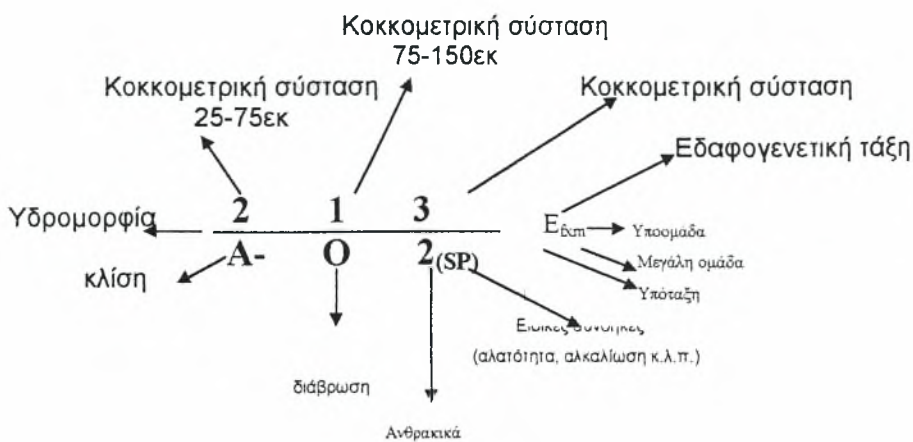
### Συμβολισμός και παρουσίαση χαρτογραφικών μονάδων

Οι χαρτογραφικές μονάδες απεικονίζονται με ορισμένα *σύμβολα*, τα οποία αντιπροσωπεύουν τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά της μονάδας. Στο σύστημα χαρτογράφησης που χρησιμοποιείται στις πεδινές εκτάσεις της χώρας μας, ο συμβολισμός των χαρτογραφικών μονάδων γίνεται με τον ακόλουθο συνδυασμό συμβόλων, ο οποίος αντιστοιχεί σε εδαφικές φάσεις, δηλαδή υποδιαιρέσεις της εδαφοσειράς.

Όσα εδάφη χαρακτηρίζονται από το ίδιο χαρτογραφικό σύμβολο, όπως παρουσιάζεται στο επόμενο σχήμα, έχουν ίδιες ή παραπλήσιες ιδιότητες και πιθανόν να συμπεριφέρονται με τον ίδιο τρόπο ώστε να μπορούν να περιγραφούν σαν ένα έδαφος.

Αυτό συμβαίνει γιατί τα εδάφη της ίδιας εδαφοσειράς έχουν αναπτυχθεί στο ίδιο μητρικό υλικό, στο ίδιο περιβάλλον και έχουν κατατομές σχεδόν όμοιες με ορίζοντες παρόμοιους στη σειρά που εμφανίζονται, στο πάχος και στις μορφολογικές ιδιότητες με αποτέλεσμα να εμφανίζουν παρόμοια συμπεριφορά (Dent and Young, 1993).

Το εύρος των ορίων εντός των οποίων μπορούν να κυμαίνονται αυτά τα χαρακτηριστικά ορίζεται σαφώς (F.A.O., 1977).



## ΚΛΑΣΕΙΣ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ

ΧΑΡΤ, ΣΥΜΒ.	ΤΜΗΜΑ Α 0-25εκ	ΤΜΗΜΑ Β 25-75 εκ	ΤΜΗΜΑ Γ 75-150 εκ
0	χάλικες >60%	χάλικες >60%	χάλικες >60%
1	S LS	S, LS, SL, ή στρώσεις με χονδρόκοκα υλικά	S, LS, SL
2	SL	Si, SiL, L ή στρώσεις με επικρατέστερη πηλώδη (L)	L, SiL, Si ή στρώσεις με επικρατέστερα μέσης συστάσεως υλικά
3	L, vfSL, SiL, Si	CL, SCL, SiCL ή στρώσεις με επικρατέστερα λεπτόκοκα υλικά	λεπτότερη από ιλυώδης Si ή στρώσεις με επικρατέστερα λεπτόκοκα υλικά
4	CL, SCL, SiCL	SC, SiC, C	-
5	SC, SiC, C	-	-
R	-	Μητρικό πέτρωμα	Μητρικό πέτρωμα
*	Τοποθετείται πάνω από το σύμβολο της κοκκομετρικής σύστασης όταν το έδαφος περιέχει χάλικες <60%		

### ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ CaCO<sub>3</sub>

Σύμβολο

ΚΑΛΩΣΙΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
K <sub>0</sub>	Συγκέντρωση CaCO <sub>3</sub> σε βάθος 100-150 εκ
K <sub>1</sub>	Συγκέντρωση CaCO <sub>3</sub> σε βάθος 60-100 εκ
K <sub>2</sub>	Συγκέντρωση CaCO <sub>3</sub> σε βάθος 40-60 εκ
K <sub>3</sub>	Συγκέντρωση CaCO <sub>3</sub> σε βάθος 20-40 εκ

### ΚΛΙΣΗ

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΜΕΓΕΘΟΣ %	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ
A	0-2	επίπεδο
B	2-6	επίπεδο κεκλιμένο
C	6-12	μέτρια »
D	12-18	ισχυρά »
E	18-25	πολύ ισχυρά »

### ΔΙΑΒΡΩΣΗ

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ
---------	---------------

### ΚΛΑΣΕΙΣ ΥΔΡΟΜΟΡΦΙΑΣ (πλην των Alfisols)

ΚΛΑΣΗ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ
A	Εδάφη υπερβολικά στραγγιζόμενα. Απουσία εξανθήσεων σε όλο το βάθος του προφίλ.
B	Εδάφη καλά αποστραγγιζόμενα. Εξανθήσεις Fe, Mn σε βάθος 100 εκ μ.
C	Εδάφη μέτρια αποστραγγιζόμενα. Εξανθήσεις σε βάθος 50-100 εκ μ.
D	Εδάφη ατελώς αποστραγγιζόμενα. Εξανθήσεις σε βάθος 25-50 εκ μ.
E	Εδάφη κακώς αποστραγγιζόμενα. Εξανθήσεις σε βάθος < 25 εκ μ.

### ΚΛΑΣΕΙΣ ΥΔΡΟΜΟΡΦΙΑΣ ΤΩΝ Alfisols

ΚΛΑΣΗ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ
A	Εδάφη καλά αποστραγγιζόμενα. Απουσία εξανθήσεων σε βάθος < 100 εκ μ.
B	Εδάφη μέτρια αποστραγγιζόμενα. Εξανθήσεις ή συγκρίματα σε βάθος 40-100 εκ μ.
C	Εδάφη ατελώς αποστραγγιζόμενα. Εξανθήσεις ή συγκρίματα σε βάθος 25-40 εκ μ.
D	Εδάφη κακώς αποστραγγιζόμενα. Εξανθήσεις ή συγκρίματα σε βάθος <25 εκ μ.

### ΑΝΘΡΑΚΙΚΑ ΑΛΑΤΑ

ΣΥΜΒ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
0	Έλλειψη αντίδρασης σε αραιό HCl
1	Αντίδραση στα τμήματα Β ή Γ της εδαφοτομής
2	Αντίδραση ασθενής στο τμήμα Α
3	Αντίδραση ισχυρή στο τμήμα Α

E=Entisols

I=Inceptisols

A=Alfisols

V=Vertisols

M=Molisols

Θέσεις εδαφοτομών

Θέσεις αναλυθέντων δειγμάτων

## 2.2. Προέλευση εδαφικών δειγμάτων

Με βάση όσα αναπτύχθηκαν παραπάνω, στα πλαίσια αυτής της έρευνας διαπιστώθηκε ότι στο Ν. Καρδίτσας, τα δείγματα προέρχονται από τις ακόλουθες, χαρακτηριστικές χαρτογραφικές μονάδες: 52 δείγματα από τη χαρτογραφική μονάδα *B333/A00/Axh*, 24 δείγματα από τη μονάδα *C434/A01/Axh*, 15 δείγματα από τη μονάδα *B434/A00/Axh*, 11 δείγματα από τη μονάδα *C434/A00/Axh*, 7 δείγματα από την *C233/A00/Axh*, 6 δείγματα από την *C435/A01/Vxch*, 5 δείγματα από την *A233/A00/Axh*, 4 δείγματα από την *B233/A00/lox*, 4 από την *B334/A00/Axh*, 4 από την *C334/A02/loxf*, 2 από την *C434/A11/Axh*, 2 από την *A3\*3\*4\*/A00/Eoxt* και από 1 δείγμα από τις μονάδες *A002\*/A02/Efx*, *A213/A03/Efx*, *A233/A01/Efx*, *B113/A01/Efx*, *B233/A01/Efx*, *B323/A00/loxf*, *B333/A01/Loxf*, *B334/A02/Lox*, *C434/A01/loxf* και *C332/A03/Efx*.

Στο Ν. Τρικάλων, τα δείγματα προέρχονται από τις ακόλουθες, χαρακτηριστικές χαρτογραφικές μονάδες: 40 δείγματα από τη μονάδα *B334/A03/Efx*, 10 δείγματα από τη μονάδα *A112/A00/Efx*, 7 δείγματα από την *A203/A01/lox*, 6 δείγματα από την *A324/B13/Eox*, 5 δείγματα από την *C434/A03/Efx*, 5 δείγματα από την *A334/Γ23/Eox*, 4 δείγματα από την *A324/Γ23/Eox*, 4 δείγματα από την *A224/A01/Efx*, 2 από την *A122/A02/Efx*, 2 από την *C435/A03/Efx*, 1 από την *C435/A02/Lox* και 7 δείγματα προέρχονται από περιοχές που δεν έχουν ακόμα χαρτογραφηθεί.

Στο Ν. Λάρισας, τα δείγματα προέρχονται από τις ακόλουθες, χαρακτηριστικές χαρτογραφικές μονάδες: 13 δείγματα από την μονάδα *C333/A00/Efx*, 8 δείγματα από την *B223/B22/Eox*, 8 δείγματα από την *B112/A00/Efx*, 7 δείγματα από την *C433/B20/lox*, 7 δείγματα από την *B112/A01/lox*, 7 δείγματα από την *A112/B10/Efx*, 6 δείγματα από την *C435/B20/Eox*, 6 δείγματα από την *B3\*3\*4\*/A02/lox*, 6 δείγματα από την *A113/B11/Efx*, 6 δείγματα από την *A2\*03\*/A03/Efx*, 6 δείγματα από την *A223/A01/loxf*, 5 δείγματα από την *C435/A00/Efx*, 4 δείγματα από την *B233/A02/Efx*, 4 δείγματα από την *C433/A03/loxf*, 3 δείγματα από την *B314/B11/Eox*, 2 από την *B403/B20/lox*, 2 από την *B212/A01/Efx*, 2 από την *A323/A00/Efx*, 2 από την *A323/A01/loxf*, 2 από την *A334/B23/Eox*, από 1 δείγμα από τις μονάδες *A212/A10/Efx*, *A223/B10/lox*, *B223/A02/Efx*, *B323/A01/lox*, *B323/A12/lox*, *B323/B01/lox*, *B333/A01/Axhc*, *C223/A03/Efx*, *C223/Γ20/Eox*,



C323/A01/Ιοχ, C334/A10/Αχh, και 52 δείγματα ελήφθησαν από περιοχές που δεν έχουν ακόμα χαρτογραφηθεί.

### 2.3.1. Εργαστηριακές αναλύσεις

Τα ανωτέρω εδαφικά δείγματα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Εδαφολογίας όπου αεροξηράθηκαν και διήλθαν από κόσκινο διαμέτρου 2mm και τοποθετήθηκαν σε χάρτινα κουτιά του ενός λίτρου για φύλαξη σε συνθήκες δωματίου έως ότου πραγματοποιηθούν οι παρακάτω εδαφολογικές αναλύσεις.

- Προσδιορισμός του pH με τη χρήση πεχαμέτρου Crison 2000 σε αιώρημα εδάφους-νερού σε αναλογία 1:1.
- Προσδιορισμός της μηχανικής σύστασης με τη μέθοδο του Βουγιούκου.
- Προσδιορισμός της οργανικής ουσίας με τη μέθοδο των Walkley-Black κατόπιν οξειδωσης του οργανικού άνθρακα με όξινο διάλυμα διχρωμικού καλίου ( $K_2Cr_2O_7$ ).
- Προσδιορισμός της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC,  $\mu S/cm$ ).
- Προσδιορισμός του % ποσοστού του ανθρακικού ασβεστίου ( $CaCO_3$ ) με τη μέθοδο Bernard.

### 2.4. Προσδιορισμός του διαθέσιμου Βορίου στο έδαφος

Ο προσδιορισμός του διαθέσιμου Βορίου του εδάφους γίνεται με τις παρακάτω μεθόδους :

- ❖ Η μέθοδος της Καρμίνης (carmine procedure) που συνιστάται από τους Hatcher and Wilcox (1950).
- ❖ Η τροποποιημένη μέθοδος της Κουρκουμίνης (curcumin procedure) που χρησιμοποιεί 2-ethyl-1,3-hexanediol (Goldman et al., 1975) και
- ❖ η μέθοδος της Αζωμεθίνης (Azomethine-H procedure).

Στην εργασία αυτή προσδιορίστηκε το εκχυλιζόμενο με ζέον ύδωρ Βόριο με τη μέθοδο της Αζωμεθίνης. Η μέθοδος αυτή που αναπτύχθηκε από τους Berger and Truog (1939) είναι η ευρύτερα χρησιμοποιούμενη και έχει αποδειχθεί ότι δίνει τα πιο αξιόπιστα αποτελέσματα.

Η μέθοδος περιλαμβάνει δύο στάδια στο τέλος των οποίων καθίσταται δυνατός ο προσδιορισμός του διαθέσιμου Βορίου. Αρχικά πραγματοποιείται εκχύλιση του στοιχείου από το έδαφος με κατάλληλα εκχυλιστικά διαλύματα και ακολουθεί ο φασματοφωτομετρικός προσδιορισμός του έγχρωμου πλέον συμπλόκου που σχηματίζεται ανάμεσα στο βορικό οξύ σε υδατικό περιβάλλον και στο αντιδραστήριο της Αζωμεθίνης.

Όπως αναφέρθηκε για την εκχύλιση του Βορίου από τα εδάφη χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της εκχύλισης με ζεστό νερό. Προκειμένου να ελευθερωθεί το Βόριο από τα ορυκτά, όπου είναι προσροφημένο, χρησιμοποιήθηκε  $\text{CaCl}_2$  το οποίο αντικαθιστά το στοιχείο στις επιφάνειες των ορυκτών με αποτέλεσμα να παρατηρείται μεγαλύτερη συγκέντρωσή του στο εδαφικό διάλυμα. Το εκχυλιζόμενο Βόριο στο διάλυμα μπορεί να προσδιοριστεί φασματοφωτομετρικά.

Η εκχύλιση πραγματοποιήθηκε σε ειδική συσκευή πέψης του οίκου Gerhardt των έξι θέσεων. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν ειδικές γυάλινες σφαιρικές φιάλες (SCHOTT DURAN 250 mL), απαλλαγμένες Βορίου και κάθετοι ψυκτήρες επαναρροής. Όλες οι διαδικασίες που αναφέρθηκαν πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο Εδαφολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας χρησιμοποιώντας τα κάτωθι αντιδραστήρια και όργανα. Τα χρησιμοποιούμενα αντιδραστήρια ήταν του Οίκου Merck, καθαρότητας pro analysis (p.a.) και suprapur.

## **Αντιδραστήρια - Όργανα**

### **α) Εκχύλιση**

- Αποσταγμένο νερό
- *Χλωριούχο ασβέστιο ( $\text{CaCl}_2$ ) 0,01M*: διαλύονται 1,11 gr άνυδρου χλωριούχου ασβεστίου (Calcium chloride dehydrated, καθαρότητας >97%) σε 900 mL αποσταγμένου νερού σε ογκομετρική φιάλη των 1000 mL και συμπληρώνεται το διάλυμα μέχρις όγκου 1000 mL.

### **β) Ανάπτυξη χρώματος**

- *Ρυθμιστικό διάλυμα (buffer solution)*: διαλύονται 250 g οξικού αμμωνίου ( $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ) και 15 g  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  (EDTA disodium) σε 400 mL αποσταγμένο

- νερό. Σιγά- σιγά προστίθενται 125 mL οξικού οξέος ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) και ακολουθεί μηχανική ανάδευση.
- *Υδροχλωρικό οξύ (HCl) 0,1 N*: Προστίθενται 8,1 mL πυκνού HCl σε 900 mL αποσταγμένου νερού. Ακολουθεί ανακίνηση και ψύξη σε θερμοκρασία δωματίου. Το διάλυμα μεταφέρεται σε ογκομετρική φιάλη των 1000 mL και συμπλήρωση μέχρι τη χαραγή των 1000 mL με αποσταγμένο νερό.
  - *Υδροξείδιο του ασβεστίου ( $\text{CaH}_2\text{O}_2$ )*: διαλύονται 0,4 g της ουσίας σε 100 mL αποσταγμένου νερού.
  - *Ασκορβικό οξύ (L(+)) ascorbique,  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$  1%*: διαλύεται 1 g ασκορβικού οξέος σε 100 mL αποσταγμένου νερού.
  - *Αντιδραστήριο Αζωμεθίνης (Azomethine-H)*: διαλύονται 0,45 g αζωμεθίνης (Pierce Chemistry Co., Rockford, 111. ) σε 100 mL 1% διαλύματος ασκορβικού οξέος.

γ) Πρότυπη καμπύλη

- ❖ *Πρότυπο διάλυμα Βορίου συγκέντρωσης 10 ppm*: διαλύονται 0,05725 g βορικού οξέος ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) σε 900 mL αποσταγμένου νερού σε πλαστικό ποτήρι ζέσεως των 1000 mL. Ακολουθεί ανακίνηση και μεταφορά του διαλύματος σε ογκομετρική φιάλη των 1000 mL και συμπληρώνεται ο όγκος του διαλύματος μέχρι τη χαραγή των 1000 mL.
- ❖ *Πρότυπο διάλυμα Βορίου συγκέντρωσης 0,5 ppm*: Σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL μεταφέρονται 5 mL του διαλύματος των 10 ppm και συμπληρώνεται με αποσταγμένο νερό μέχρι της χαραγής.
- ❖ *Πρότυπο διάλυμα Βορίου συγκέντρωσης 1 ppm*: Σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL μεταφέρονται 10 mL του διαλύματος των 10 ppm και συμπληρώνεται με αποσταγμένο νερό μέχρι της χαραγής.
- ❖ *Πρότυπο διάλυμα Βορίου συγκέντρωσης 1,5 ppm*: Σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL μεταφέρονται 15 mL του διαλύματος των 10 ppm και συμπληρώνεται με αποσταγμένο νερό μέχρι της χαραγής.
- ❖ *Πρότυπο διάλυμα Βορίου συγκέντρωσης 2 ppm*: Σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL μεταφέρονται 20 mL του διαλύματος των 10 ppm και συμπληρώνεται με αποσταγμένο νερό μέχρι της χαραγής.

- ❖ *Πρότυπο διάλυμα Βορίου συγκέντρωσης 2,5 ppm:* Σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL μεταφέρονται 25 mL του διαλύματος των 10 ppm και συμπληρώνεται με αποσταγμένο νερό μέχρι της χαραγής.
- ❖ *Πρότυπο διάλυμα Βορίου συγκέντρωσης 3 ppm:* Σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL μεταφέρονται 30 mL του διαλύματος των 10 ppm και συμπληρώνεται με αποσταγμένο νερό μέχρι της χαραγής.

### **Αναλυτική διαδικασία**

Τοποθετούνται 20 g δείγματος αεροξηραθέντος εδάφους σε γυάλινη κωνική φιάλη (έξι συνολικά) των 250 mL, απαλλαγμένης Βορίου, και προστίθενται 40 mL του διαλύματος 0,01M CaCl<sub>2</sub>. Παράλληλα σε κάθε κωνική φιάλη για αποφυγή ατυχήματος από τις υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται, προστίθενται πέτρες βρασμού. Στη συνέχεια προσαρμόζεται κάθετος σωλήνας επαναρροής σε κάθε κωνική φιάλη που αντιστοιχεί (η συσκευή διαθέτει έξι κωνικές φιάλες και τους αντίστοιχους κάθετους σωλήνες επαναρροής).

Κατόπιν ζεσταίνεται η κάθε κωνική μέχρι το σημείο βρασμού του περιέχοντος διαλύματος. Από την έναρξη του βρασμού και μετά από χρονικό διάστημα ακριβώς 5 λεπτών απομακρύνεται το σύστημα από τις εστίες και ψύχεται το διάλυμα. Έχει βρεθεί ότι στο διάστημα των 5 λεπτών ελευθερώνεται όλη η ποσότητα του Βορίου στο εδαφικό διάλυμα.

Μετά από τη ψύξη των φιαλών σε θερμοκρασία εργαστηρίου ακολουθεί διήθηση. Η τελευταία πραγματοποιείται με διηθητικό χαρτί σε γυάλινες κωνικές φιάλες ελεύθερες Βορίου (Boro 3.3). Ο όγκος του διηθήματος ανέρχεται σε 25-28 mL.

Μεταφέρονται 20 mL του διηθήματος σε κάψες από πορσελάνη (HCT 126/63 DIN) και προστίθενται 2 mL του διαλύματος του υδροξειδίου του ασβεστίου (CaH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Το ανωτέρω μίγμα ζεσταίνεται μέχρι ξήρανσης. Η κάψα από πορσελάνη ζεσταίνεται προκειμένου να καταστραφεί η οργανική ουσία. Μετά τη ξήρανση και αφού η κάψα έχει αποκτήσει θερμοκρασία περιβάλλοντος, προστίθενται 5 mL διαλύματος 0,1 N HCl.

Για την ανάμιξη του διαλύματος χρησιμοποιούνται γυάλινες ράβδοι διαφορετικές για κάθε εδαφικό δείγμα. Λαμβάνεται 1 mL από το παραπάνω



διάλυμα, μεταφέρεται σε πλαστικό μπουκαλάκι και ακολουθεί φασματοφωτομετρικός προσδιορισμός του Βορίου.

Για την ανάπτυξη του χρώματος στο 1 mL του παραπάνω δείγματος προστίθενται 2 mL ρυθμιστικού διαλύματος ( $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  και  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) και 2 mL διαλύματος αζωμεθίνης (Azomethine-H) και ακολουθεί ανακίνηση.

Αποτέλεσμα της παραπάνω διαδικασίας είναι ο σχηματισμός συμπλόκου κίτρινου χρώματος, το οποίο μετά από χρονικό διάστημα 30 λεπτών μετράται φασματοφωτομετρικά σε μήκος κύματος 420nm με τη βοήθεια φασματοφωτομέτρου Shimadru UV-120-01.

Οι διαβαθμίσεις του κίτρινου χρώματος (έντονο, κανονικό) μαρτυρούν και τη συγκέντρωση του διαθέσιμου Βορίου στο διάλυμα. Έτσι αν το δείγμα έχει έντονο κίτρινο χρώμα αυτό σημαίνει ότι η συγκέντρωση του στοιχείου είναι μεγάλη, ενώ αν το χρώμα είναι ελάχιστα κίτρινο τότε η συγκέντρωση του Βορίου είναι ιδιαίτερα χαμηλή. Βέβαια η παρατήρηση αυτή είναι εμπειρική και δεν μπορεί με ακρίβεια ν' αποδώσει τα ποσοστά του διαθέσιμου Βορίου στο εδαφικό διάλυμα.

Προκειμένου οι τιμές της απορρόφησης που προσδιορίστηκαν με το φασματοφωτόμετρο να μετατραπούν σε μονάδες συγκέντρωσης (ppm) του μικροστοιχείου αυτού, πραγματοποιείται μέτρηση της απορρόφησης Βορίου σε μια πρότυπη καμπύλη όπου η απορρόφηση συνδέεται με τη συγκέντρωση με γνωστή σχέση. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται τα πρότυπα διαλύματα των 0,5 ppm, 1 ppm, 1,5 ppm, 2 ppm, 2,5 ppm και 3 ppm και μετράται η απορρόφησή τους.

### **Πρότυπη καμπύλη**

Λαμβάνεται 1 mL από κάθε ένα από τα ανωτέρω διαλύματα και μεταφέρεται σε πλαστικό μπουκαλάκι. Στη συνέχεια προστίθενται 2 mL ρυθμιστικού διαλύματος ( $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  και  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) και 2 mL διαλύματος αζωμεθίνης (Azomethine-H) και ανακινείται ελαφρά κάθε διάλυμα. Μετά από χρονικό διάστημα 30 λεπτών μετράται η απορρόφηση στο φασματοφωτόμετρο.

Με βάση τις τιμές που προκύπτουν κατασκευάζεται πρότυπη καμπύλη η οποία θα αποτελέσει τη βάση για την εύρεση της συγκέντρωσης του Βορίου σε

οποιοδήποτε εδαφικό εκχύλισμα. Χρησιμοποιείται πάντοτε και ένα διάλυμα που περιέχει 1 mL αποσταγμένου νερού, 2 mL ρυθμιστικού διαλύματος και 2 mL διαλύματος αζωμεθίνης. Αυτό θεωρείται ότι περιέχει 0 ppm Βορίου και αποτελεί τη βάση για τον προσδιορισμό όλων των δειγμάτων καθώς σε αυτό η απορρόφηση είναι μηδενική.

## 2.5. Προσδιορισμός του Βορίου στα νερά άρδευσης

Για τον προσδιορισμό του Βορίου στα νερά άρδευσης (100 δείγματα) χρησιμοποιήθηκε επίσης η μέθοδος της αζωμεθίνης (Azomethine-H), ενώ σε άλλα 50 δείγματα νερών άρδευσης πραγματοποιήθηκε προσδιορισμός της συγκέντρωσης του Βορίου και με τη μέθοδο της Κουρκουμίνης (Curcumin) προκειμένου να προβλεφθούν ενδεχόμενα προβλήματα τοξικότητας του στοιχείου από τα νερά άρδευσης, καθώς η συγκέντρωση του Βορίου σε ορισμένα εδάφη ήταν αρκετά υψηλή.

## Αντιδραστήρια – Όργανα

- ❖ Αποσταγμένο νερό
- ❖ *Ρυθμιστικό διάλυμα (buffer solution)*: διαλύονται 250 gr οξικού αμμωνίου ( $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ) και 15 gr  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  (EDTA disodium) σε 400 mL αποσταγμένο νερό. Σιγά-σιγά προστίθενται 125 mL οξικού οξέος ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) και ακολουθεί μηχανική ανάδευση.
- ❖ *Ασκορβικό οξύ (L(+)*ascorbique*,  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ ) 1%*: διαλύεται 1 gr ασκορβικού οξέος σε 100 mL αποσταγμένου νερού.
- ❖ *Αντιδραστήριο Αζωμεθίνης (Azomethine-H)*: διαλύονται 0,45 gr αζωμεθίνης (Pierce Chemistry Co., Rockford, 111.) σε 100 mL 1% διαλύματος ασκορβικού οξέος.
- ❖ *Πρότυπο διάλυμα Βορίου συγκέντρωσης 10 ppm*: διαλύονται 0,05725 gr βορικού οξέος ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) σε 900 mL αποσταγμένου νερού σε πλαστικό ποτήρι ζέσεως των 1000 mL. Ακολουθεί ανακίνηση και μεταφορά του διαλύματος σε ογκομετρική φιάλη των 1000 mL και συμπληρώνεται ο όγκος του διαλύματος μέχρι τη χαραγή των 1000 mL
- ❖ *Πρότυπο διάλυμα Βορίου συγκέντρωσης 0,25 ppm*: Σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL μεταφέρονται 2,5 mL του διαλύματος των 10 ppm και συμπληρώνεται με αποσταγμένο νερό μέχρι τη χαραγή.

- ❖ *Πρότυπο διάλυμα Βορίου συγκέντρωσης 0,5 ppm*: Σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL μεταφέρονται 5 mL του διαλύματος των 10 ppm και συμπληρώνεται με αποσταγμένο νερό μέχρι τη χαραγή.
- ❖ *Πρότυπο διάλυμα Βορίου συγκέντρωσης 0,75 ppm*: Σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL μεταφέρονται 7,5 mL του διαλύματος των 10 ppm και συμπληρώνεται με αποσταγμένο νερό μέχρι τη χαραγή.
- ❖ *Πρότυπο διάλυμα Βορίου συγκέντρωσης 1 ppm*: Σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL μεταφέρονται 10 mL του διαλύματος των 10 ppm και συμπληρώνεται με αποσταγμένο νερό μέχρι τη χαραγή.
- ❖ *Πρότυπο διάλυμα Βορίου συγκέντρωσης 1,5 ppm*: Σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL μεταφέρονται 15 mL του διαλύματος των 10 ppm και συμπληρώνεται με αποσταγμένο νερό μέχρι τη χαραγή.
- ❖ *Διάλυμα κουρκουμίνης*: διαλύονται 0,04 gr κουρκουμίνης και 5 gr οξαλικού οξέος σε 100 mL αιθυλικής αλκοόλης 95° .
- ❖ Αιθυλική αλκοόλη καθαρότητας 95° .

#### **2.5.1. Διαδικασία προσδιορισμού Βορίου με τη μέθοδο της Αζωμεθίνης**

Μεταφέρεται 1 mL από κάθε δείγμα σε πλαστικό μπουκαλάκι και προστίθενται 2 mL ρυθμιστικού διαλύματος ( $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  και  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) και 2 mL διαλύματος αζωμεθίνης (Azomethine-H) και ανακινείται ελαφρά κάθε διάλυμα. Μετά από χρονικό διάστημα 30 λεπτών μετράται η απορρόφηση στο φασματοφωτόμετρο όπως ακριβώς και στα εδάφη. Η διαδικασία δημιουργίας της πρότυπης καμπύλης είναι η ίδια που ακολουθήθηκε και για τα εδαφικά δείγματα.

#### **2.5.2. Διαδικασία προσδιορισμού Βορίου με τη μέθοδο της Κουρκουμίνης**

Λαμβάνεται 1 mL από κάθε δείγμα νερού και μεταφέρεται σε ποτήρι ζέσεως των 100 mL όπου προστίθενται 4 mL διαλύματος κουρκουμίνης. Τα ποτήρια ζέσεως τοποθετούνται σε υδρόλουτρο όταν η θερμοκρασία του νερού είναι 52-57 °C. Αφήνονται εκεί μέχρις ότου εξατμιστούν μέχρι ξηρού και 15 λεπτά επιπλέον. Από τη στιγμή δηλαδή που θα διαπιστωθεί η ξήρανση τα ποτήρια ζέσεως αφήνονται στο υδρόλουτρο για χρονικό διάστημα 15 λεπτών. Στη συνέχεια σε κάθε ποτήρι ζέσεως προστίθενται 25 mL αλκοόλης 95° Ακολουθεί διήθηση και μέτρηση της απορρόφησης στο φασματοφωτόμετρο στα 540 nm.

Σημειώνεται ότι η μέθοδος της Κουρκουμίνης στηρίζεται στο φασματοφωτομετρικό προσδιορισμό έγχρωμου συμπλόκου (ροζοκυανίνης) που σχηματίζεται ανάμεσα στο βορικό οξύ σε αλκαλικό περιβάλλον, στο οξαλικό οξύ και στο αντιδραστήριο της Κουρκουμίνης σε μήκος κύματος 540 nm.

### **Πρότυπη καμπύλη**

Από το πρότυπο διάλυμα των 10 ppm B λαμβάνεται 1 mL και μεταφέρεται σε ογκομετρική φιάλη των 50 mL και σχηματίζεται διάλυμα συγκέντρωσης 0,2 ppm B σύμφωνα με το νόμο της αραιώσης του Ostwald. Ανάλογα αν ληφθούν 2 mL από τα 10 ppm B σχηματίζεται διάλυμα 0,4 ppm B. Έτσι αν μεταφερθούν 4,6 και 8 mL από το διάλυμα των 10 ppm B δημιουργείται διάλυμα των 0,8 ppm, 1,2 ppm και 1,6 ppm B αντίστοιχα. Χρησιμοποιώντας ως πρότυπο διάλυμα αυτό του 1 mL αποσταγμένου, 4 mL διαλύματος Κουρκουμίνης κατασκευάζεται η πρότυπη καμπύλη ακολουθώντας την ίδια μεθοδολογία όπως και στη μέθοδο της Αζωμεθίνης.

Σημειώνεται ότι όλες οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν σε πλαστικά ποτήρια ζέσεως ή σε γυάλινα πολύ μικρής περιεκτικότητας σε Βόριο για να μην επηρεαστούν τα αποτελέσματα και είναι λανθασμένα τα συμπεράσματα για τις συγκεντρώσεις του Βορίου στην περιοχή της Θεσσαλίας. Τα σιφώνια που χρησιμοποιήθηκαν ήταν των 25, 5 και 2 mL.

### **2.6. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (G.I.S.)**

Οι πληροφορίες που λαμβάνονται από τη διαδικασία της χρησιμοποίησης μεθόδων τηλεπισκόπησης (φωτοερμηνεία) σχεδόν πάντοτε εμφανίζονται σε κάποιο χάρτη. Έτσι οι χάρτες παρέχουν ένα γεωγραφικό υπόβαθρο για την παρουσίαση όλων αυτών των πολύτιμων πληροφοριών ολοκληρωμένα, στους χρήστες. Σε ένα φύλλο χάρτη συνήθως έχουμε πολλές πληροφορίες οι οποίες καταλήγουν να είναι πολλές φορές δυσανάγνωστες και δυσνόητες στους χρήστες.

Έτσι είναι προτιμότερο να γίνει κατηγοριοποίηση των πληροφοριών του χάρτη και να δημιουργηθούν νέοι χάρτες με τις ίδιες ακριβώς συντεταγμένες με το βασικό χάρτη αλλά ο καθένας από τους καινούργιους χάρτες θα περιέχει μόνο ένα γεωγραφικό χαρακτηριστικό, π.χ. το οδικό δίκτυο μόνο. Έτσι ο χάρτης του



οδικού δικτύου θα είναι ευανάγνωστος απόλυτα κατανοητός από τον χρήστη και προπαντός θα έχει τις ίδιες γεωγραφικές συντεταγμένες με το βασικό χάρτη.

Όλες αυτές οι πληροφορίες καταγράφονται σε μια Βάση Δεδομένων η οποία ονομάζεται Γεωγραφική Βάση Δεδομένων. Η γεωγραφική αυτή βάση δεδομένων περιέχει γεωγραφικές πληροφορίες αλλά ταυτόχρονα περιέχει και περιγραφικές πληροφορίες των γεωγραφικών χαρακτηριστικών. Για τη διαχείριση μιας τέτοιας γεωγραφικής βάσεως δεδομένων έχουν επινοηθεί κατάλληλα προγράμματα στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές τα οποία ονομάζονται Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) και είναι σήμερα αναπόσπαστο κομμάτι της υποδομής ενός Πανεπιστημίου ή Ερευνητικού Ιδρύματος.

**GIS είναι ένα καλά οργανωμένο σύστημα που αποτελείται από Η/Υ, προγράμματα, γεωγραφικά δεδομένα και ανθρώπινο δυναμικό, σχεδιασμένο κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ικανό να καταγράφει, αποθηκεύει, ενημερώνει, διαχειρίζεται, αναλύει και παρουσιάζει κάθε μορφής γεωγραφικά εγγεγραμμένων πληροφοριών".**

Το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών είναι ένα ισχυρό εργαλείο με το οποίο μπορεί να μετατραπεί ένας μεγάλος όγκος δεδομένων σε χρήσιμες πληροφορίες. Το GIS είναι μεν πανίσχυρο εργαλείο αλλά μοιάζει να είναι κατά κάποιο τρόπο στατικό, εν αντιθέσει με την Τηλεσκοπηση που είναι αφ' εαυτής ένα πανίσχυρο εργαλείο για τη λήψη διαχρονικών δεδομένων.

Η ενσωμάτωση τηλεπισκοπικών δεδομένων σ' ένα GIS σύστημα δεν είναι εύκολη υπόθεση και μεσολάβησε ολόκληρη δεκαετία μέχρις ότου αναπτυχθούν σοφιστικέ προγράμματα Η/Υ που μπορούν να συνδέουν τα δύο συστήματα, το GIS και την Τηλεπισκόπηση με απόλυτη επιτυχία και ακρίβεια. Οι δεκαετίες του 1970 και 1980 ήταν ο δρόμος για την επιτυχία. Πολλά έγιναν στις δεκαετίες και η ανθρωπότητα οφείλει πολλά στους αφανείς εκείνους επιστήμονες που εργάστηκαν και εργάζονται με αυταπάρηση για τη βελτίωση της ζωής του ανθρώπου.

### 2.6.1. Θεματικοί χάρτες

Από έναν εδαφολογικό χάρτη μιας περιοχής, μπορεί να προκύψουν διάφοροι ψηφιακοί, μονο- ή πολύ-θεματικοί χάρτες. Πρόκειται για χάρτες που απεικονίζουν τη συμπεριφορά στο χώρο και στο χρόνο ενός εδαφικού χαρακτηριστικού, όπως είναι, το pH, η οργανική ουσία και η περιεκτικότητα του εδάφους σε διαθέσιμο βόριο. Με επανειλημμένες δειγματοληψίες εδαφικών δειγμάτων στις υπό μελέτη εδαφολογικές μονάδες και έπειτα από τις απαραίτητες εργαστηριακές αναλύσεις, προσδιορίζεται η χωρική κατανομή της ιδιότητας ή η περιεκτικότητα και η χωρική κατανομή του θρεπτικού αυτού στοιχείου. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν να ανανεώνονται και να συμπληρώνονται διαχρονικά με νέες δειγματοληψίες.

Για τη σύνταξη ενός θεματικού χάρτη, είναι απαραίτητη η ταξινόμηση των αποτελεσμάτων των εδαφικών αναλύσεων σύμφωνα με δείκτες διαθεσιμότητας του θρεπτικού στοιχείου ή δείκτες χαρακτηρισμού ανάλογα με την εδαφική ιδιότητα. Τα αποτελέσματα ταξινομούνται και στη συνέχεια συνδυάζονται με τις θέσεις δειγματοληψίας πάνω στο χάρτη. Έτσι, δημιουργούνται υποπεριοχές μέσα στην εδαφολογική μονάδα που χαρακτηρίζονται με τον ίδιο δείκτη διαθεσιμότητας του θρεπτικού στοιχείου. Πρέπει επίσης να σημειωθεί, ότι απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά τη δειγματοληψία και κατά την αξιολόγηση των αναλύσεων των εδαφικών δειγμάτων.

Για τον συγκεκριμένο θεματικό χάρτη χρησιμοποιήθηκε ως τοπογραφικό υπόβαθρο φύλλο 18 του λεπτομερούς (1:20.000) εδαφολογικού χάρτη του Ινστιτούτου Χαρτογράφησης Εδαφών Λάρισας και για την ψηφιοποίησή του το Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα PC ARC/INFO 3.5.2, ενώ για την παρουσίαση των θεματικών χαρτών χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Arc View.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

#### 3.1. Αποτελέσματα αναλύσεων Βορίου στα εδαφικά δείγματα.

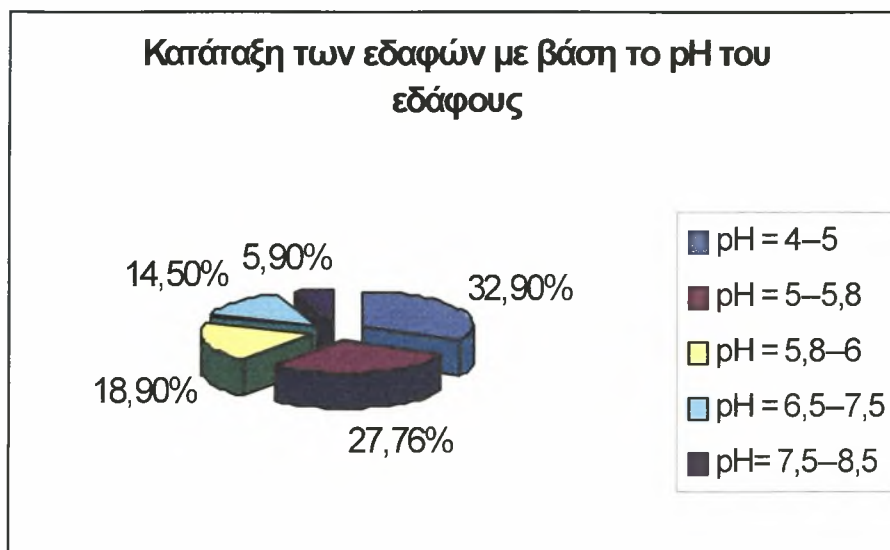
Τα 408 δείγματα εδάφους που αναλύθηκαν στο εργαστήριο Εδαφολογίας καθώς και οι φυσικοχημικές τους ιδιότητες παρουσιάζονται στον πίνακα 1 του παραρτήματος. Στα εδαφικά αυτά δείγματα η συγκέντρωση του Βορίου που προσδιορίστηκε κυμαίνεται από 0,15 ppm μέχρι 4,6 ppm. Η ελάχιστη τιμή παρατηρήθηκε σε μετρίως όξινα εδάφη (pH=5.8-6) της περιοχής Τσαριτσάνης της Ελασσόνας και η μέγιστη τιμή της συγκέντρωσης του Βορίου εντοπίστηκε σε ελαφρώς αλκαλικά εδάφη (pH=7.5-8.5) της περιοχής Συκέας Ελασσόνας.

Το σύνολο των δειγμάτων που μελετήθηκαν κατατάχθηκε σε κατηγορίες με βάση τις τιμές του pH του εδάφους. Δεδομένου ότι η οξύτητα του εδάφους παρέχει αρκετές πληροφορίες για την κατάσταση γονιμότητας και θρέψης των φυτών (Μήτσιος, Ι.Κ. 2000), τα εδάφη κατατάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες (πίνακας 2).

Πίνακας 2: Κατάταξη των εδαφών με βάση το pH του εδάφους

Πολύ ισχυρώς όξινα	pH = 4 - 5
Ισχυρώς όξινα	pH = 5,1 – 5,8
Μετρίως όξινα	pH = 5,9 - 6
Ουδέτερα	pH = 6,5 – 7,5
Ελαφρώς αλκαλικά	pH = 7,6 – 8,5
Αλκαλικά	pH > 8,6

Η περιοχή μελέτης (Τρίκαλα, Καρδίτσα, Λάρισα) περιλαμβάνει εδάφη με τιμές pH που κυμαίνονται από 4,4 μέχρι 8,4. Το 32,9% των εδαφικών δειγμάτων ανήκουν στα ελαφρώς αλκαλικά εδάφη, το 27,76% στα ουδέτερα, το 18,9% στα μετρίως όξινα, το 14,5% στα ισχυρώς όξινα και το 5,9% ανήκει στα πολύ ισχυρώς όξινα εδάφη όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα 4:



**Σχήμα 4: Διαγραμματική απεικόνιση του ποσοστού των εδαφικών δειγμάτων στις κλάσεις του pH του εδάφους**

Βρέθηκε ότι στα πολύ ισχυρώς όξινα εδάφη (pH=4-5) η ελάχιστη τιμή του Βορίου ήταν 0,4 ppm και η μέγιστη 3,2 ppm με μέσο όρο τιμών το 1,44 ppm. Ο αριθμός των εδαφικών δειγμάτων που αντιστοιχεί στην κλάση αυτή ανέρχεται στο 24. Σε εδάφη με pH =5,1 – 5,8 (ισχυρώς όξινα) η ελάχιστη τιμή του Βορίου βρέθηκε ίση με 0,29 ppm ενώ η μέγιστη ίση με 3,63 ppm και μέσο όρο τιμών το 1,35 ppm. Τα δείγματα που ανήκουν στη δεύτερη κλάση είναι 59.

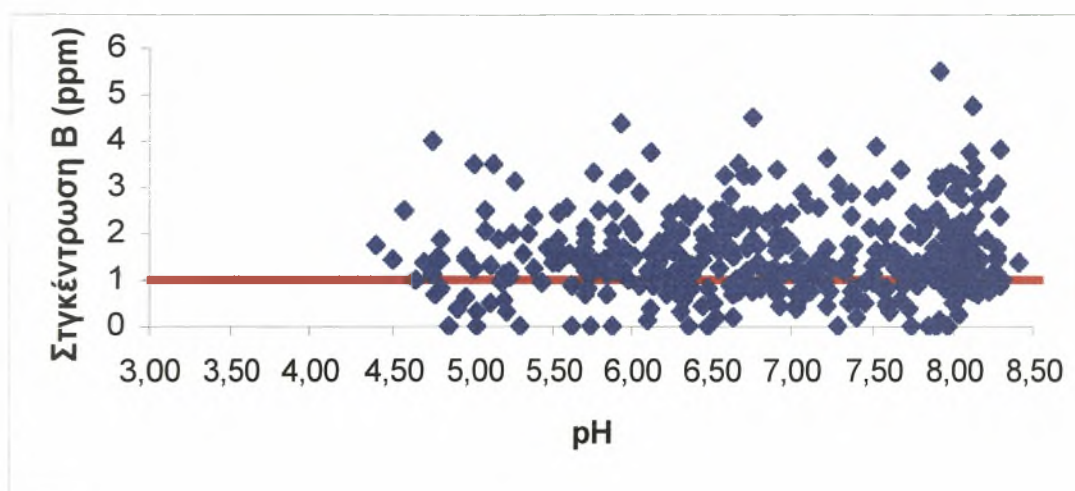
Στα μετρίως όξινα εδάφη (pH=5.9-6) η ελάχιστη τιμή του Βορίου είναι 0,15 ppm και η μέγιστη 4,02 ppm με μέσο όρο τιμών το 1,43 ppm. Αριθμούνται 77 εδαφικά δείγματα σε αυτή την κλάση. Στα ουδέτερα εδάφη (pH = 6,5 – 7,5) η ελάχιστη τιμή του Βορίου είναι 0,15 ppm και η μέγιστη 4,6 ppm με μέσο όρο τιμών το 1,65 ppm. Η κλάση αυτή περιλαμβάνει 113 δείγματα εδάφους. Τέλος τα ελαφρώς αλκαλικά εδάφη (pH=7,6-8,5) περιλαμβάνουν 134 εδαφικά δείγματα με ελάχιστη τιμή Βορίου 0,21 ppm και μέγιστη 4,45 ppm. Ο μέσος όρος τιμών βρέθηκε ίσος με 1,83 ppm.

Τα παραπάνω αποτελέσματα παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα 3:

**Πίνακας 3: Αριθμός δειγμάτων καθώς και μέγιστη και ελάχιστη τιμή συγκεντρώσεων Β στις κλάσεις με βάση το pH του εδάφους**

Κλάσεις pH	4--5	5—5,8	5,8--6	6,5—7,5	7,5—8,5
Αρ. δείγμ.	24	59	77	113	134
Μέγιστη τιμή	3,2	3,63	4,02	4,6	4,45
Ελάχιστη τιμή	0,4	0,29	0,15	0,15	0,21

Η μεταβολή της συγκέντρωσης του Βορίου σε συνάρτηση με το pH του εδάφους παριστάνεται στο ακόλουθο διάγραμμα 1 :



**Διάγραμμα 1: Απεικόνιση της μεταβολής του Βορίου σε σχέση με το pH του εδάφους.**

Τα εδαφικά δείγματα κατατάχθηκαν και με βάση την τιμή του Βορίου όπως δείχνει ο πίνακας4:

**Πίνακας 4: Κατάταξη των εδαφών (n=408) με βάση την τιμή του βορίου (Reisenauer et al., 1973)**

Συγκέντρωση Βορίου στο έδαφος (ppm)	Χαρακτηρισμός	Ποσοστά % των εδαφικών δειγμάτων (n=408)
<1	Μη ικανοποιητική για την ανάπτυξη των φυτών (τροφοπενίες Β)	31,8
1-5	Συνήθως ικανοποιητική για την ανάπτυξη των φυτών	68,2
>5	Τοξική για τα φυτά	--



**Πίνακας 4: Κατάταξη των εδαφών (n=408) με βάση την τιμή του βορίου (Reisenauer et al., 1973)**

Συγκέντρωση Βορίου στο έδαφος (ppm)	Χαρακτηρισμός	Ποσοστά % των εδαφικών δειγμάτων (n=408)
<1	Μη ικανοποιητική για την ανάπτυξη των φυτών (τροφοπενίες Β)	31,8
1-5	Συνήθως ικανοποιητική για την ανάπτυξη των φυτών	68,2
>5	Τοξική για τα φυτά	--

Από το σύνολο των περιοχών που μελετήθηκαν, επελέγησαν ενδεικτικά τρεις χαρτογραφικές μονάδες οι οποίες βρίσκονται στην περιοχή Λεονταρίου Καρδίτσας. Τα σύμβολα των μονάδων αυτών περιλαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με την κοκκομετρική σύσταση του εδάφους (βάθος 0-150cm), την υδρομορφία, τη διάβρωση, την κλίση, την ύπαρξη ή όχι αντίδρασης ανάμεσα στο CaCO<sub>3</sub> και στο HCl, την εδαφογενετική τάξη και την υποτάξη, καθώς και την εδαφική ομάδα και την υποομάδα.

Οι χαρτογραφικές μονάδες, οι οποίες περιγράφονται στο θεματικό χάρτη 1 στο παράρτημα έχουν τα εξής εδαφολογικά χαρακτηριστικά:

**B434/A00 Axht:** Η χαρτογραφική αυτή μονάδα περιέχει, σε βάθος 0-25cm, κυρίως εδάφη αμμοαργιλοπηλώδη (SCL), αργιλοπηλώδη (CL) και ιλυοαργιλοπηλώδη (SiCL). Περιέχει εδάφη τα οποία στραγγίζουν καλά, είναι ελαφρά διαβρωμένα και έχουν κλίση 2-6%. Είναι αλλουβιακά εδάφη (Alfisols) και ανήκουν στην υποομάδα των *typic Halproxeralfs*.

**C435/A01 Vxct:** Περιλαμβάνει, σε βάθος 0-25cm, εδάφη αμμοαργιλώδη (SC), αργιλώδη (C) και ιλυοαργιλώδη (SiC). Τα εδάφη αυτά στραγγίζουν μέτρια, είναι μη διαβρωμένα έως ελαφρά διαβρωμένα και έχουν κλίση 6-12%. Είναι εδάφη Vertisols και ανήκουν στην υποομάδα των *typic Chromoxererts*.

**A 3\*3\*4\*/A00 Eoxt :** Περιέχει εδάφη, σε βάθος 0-25cm, SCL, CL & SiCl με ποσοστό σε χαλίκια <60%. Είναι εδάφη τα οποία στραγγίζουν πολύ καλά, δεν εμφανίζουν διάβρωση και έχουν κλίση 0-2%. Είναι εδάφη Entisols και ανήκουν στην υποομάδα *typic Chromoxererts*.

Στο θεματικό χάρτη 1 στο παράρτημα παρουσιάζεται η κατανομή των συγκεντρώσεων του βορίου στις παραπάνω εδαφολογικές μονάδες που μελετήθηκαν. Για την κατασκευή του ψηφιακού αυτού θεματικού χάρτη

χρησιμοποιήθηκαν, όπως αναφέρθηκε, γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS). Ως τοπογραφικό υπόβαθρο χρησιμοποιήθηκαν οι λεπτομερείς εδαφολογικοί χάρτες (κλίμακας 1:20.000) οι οποίοι κατασκευάστηκαν στο Ινστιτούτο Χαρτογράφησης και Ταξινόμησης Εδαφών Λάρισας (Ι.Χ.Τ.Ε.Λ.).

Στο χάρτη αυτό παρουσιάζονται με κουκκίδες οι περιοχές δειγματοληψίας. Από περιοχή 375 στρεμμάτων στην οποία καλλιεργείται καπνός (ποικιλίες: Virginia, Burley και Ελασσόνα), συνελέγησαν συνολικά 23 δείγματα εδάφους, τα οποία κατανέμονται ως εξής: 18 στη χαρτογραφική μονάδα B434/A00 Axht, 4 στη χαρτογραφική μονάδα C435/A01 Vxct και 1 στη χαρτογραφική μονάδα A3\*3\*4\*/A00 Eoxt. (η κατανομή του αριθμού των δειγμάτων κατά εδαφολογική μονάδα έγινε με βάση την έκταση των περιοχών στις οποίες καλλιεργείται καπνός).

Συγκεκριμένα, στη χαρτογραφική μονάδα B434/A00 Axht η ελάχιστη τιμή του βορίου ήταν στα όρια ανίχνευσης της μεθόδου της azomethine-H, ενώ η μέγιστη 3,19 ppm (μέσος όρος: 1,52 ppm). Πρέπει να σημειωθεί ότι στο 71% των δειγμάτων η συγκέντρωση του βορίου ανέρχεται μέχρι το 1 ppm, ενώ στο 29 % αυτών κυμαίνεται από 1 ppm μέχρι 5 ppm.

Στη χαρτογραφική μονάδα C435/A01 Vxct η ελάχιστη τιμή του βορίου ήταν επίσης στα όρια ανίχνευσης της μεθόδου της azomethine-H, ενώ η μέγιστη 2,85 ppm, με μέσο όρο τιμών 1 ppm. Στο 33% των δειγμάτων η συγκέντρωση του βορίου φτάνει μέχρι το 1 ppm, ενώ στο 67% των δειγμάτων κυμαίνεται από 1 ppm μέχρι 5 ppm. Στη χαρτογραφική μονάδα A 3\*3\*4\*/A00 Eoxt το 100% των δειγμάτων βρίσκεται στην περιοχή συγκεντρώσεων βορίου από 1 ppm μέχρι 5 ppm.

Στα εδάφη στα οποία η τιμή του pH είναι χαμηλή παρουσιάζονται μικρότερες συγκεντρώσεις βορίου, σε σχέση με τη συγκέντρωση αυτού σε εδάφη με υψηλότερη τιμή pH. Σε αλκαλικά εδάφη το B προσροφάται ισχυρότερα με αποτέλεσμα να ελαττώνεται η συγκέντρωσή του.

### **3.2. Αποτελέσματα αναλύσεων Βορίου στα νερά άρδευσης**

Οι τιμές της συγκέντρωσης του Βορίου στα 100 δείγματα των νερών άρδευσης που μελετήθηκαν με τη μέθοδο της Αζωμεθίνης κυμαίνονται από 0,09 ppm μέχρι 1,1 ppm και παρουσιάζονται στον πίνακα 5 στο παράρτημα. Σε 50 ακόμα δείγματα νερών άρδευσης προσδιορίστηκε η συγκέντρωση του βορίου

τόσο με τη μέθοδο της azomethine-H όσο και με τη μέθοδο της curcumin, επειδή οι τιμές της συγκέντρωσης του B σε μερικά εδάφη ήταν αρκετά υψηλές (>4 ppm).

Για το λόγο αυτό, κρίθηκε απαραίτητο να γίνουν οι αναλύσεις των νερών άρδευσης και με τις δύο μεθόδους, προκειμένου να παραχθούν αξιόπιστα και ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με τις τιμές της συγκέντρωσης του B και να προβλεφθεί ενδεχόμενη ανύψωση της τιμής της συγκέντρωσης του B στο έδαφος, μετά την άρδευση του καπνού. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων των 50 δειγμάτων νερού με τις δύο μεθόδους παρουσιάζονται στον πίνακα 6 που παρατίθεται στο παράρτημα.

Προκειμένου να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο μεθόδων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό t-test. Με την εφαρμογή του στατιστικού t-Test υπολογίστηκε ότι  $t=0,04$  (two-tailed paired t-test). Από την σύγκριση της τιμής αυτής με την τιμή του t των στατιστικών πινάκων, προκύπτει ότι για επίπεδο εμπιστοσύνης 99% και για βαθμούς ελευθερίας 49, δεν υπάρχουν μεταξύ των δύο μεθόδων στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Στα νερά άρδευσης πραγματοποιήθηκε κατάταξη σε κατηγορίες ανάλογα με την ανθεκτικότητα των φυτών στις συγκεντρώσεις B. Με βάση την κατάταξη αυτή, ο καπνός ανήκει στην κατηγορία των μετρίως ανθεκτικών φυτών τα οποία αντέχουν σε συγκέντρωση B από 2 μέχρι 4 ppm. Η περιοχή αυτή των συγκεντρώσεων είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από τις τιμές των συγκεντρώσεων που προσδιορίστηκαν στα νερά άρδευσης. Επομένως, σε όλη την περιοχή μελέτης δεν αναμένεται να προκληθούν προβλήματα στην καλλιέργεια του καπνού από τα νερά που χρησιμοποιούν οι παραγωγοί για άρδευση.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4°

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την έρευνα που πραγματοποιήθηκε προκύπτουν τα παρακάτω:

#### Εδάφη

- Στα εδάφη που η συγκέντρωση Β είναι χαμηλότερη του 1 ppm (ποσοστό 31,8% των εδαφών) αναμένεται να παρατηρηθούν στην καλλιέργεια του καπνού προβλήματα τροφοπενίας Β.
- Από τις τιμές των συγκεντρώσεων Β που υπολογίστηκαν στα εδάφη που μελετήθηκαν, προκύπτει ότι σε καμία περίπτωση δεν παρατηρείται υπέρβαση της τιμής των 5 ppm, οπότε δεν αναμένεται να παρατηρηθούν προβλήματα τοξικότητας βορίου σε οποιαδήποτε καλλιέργεια της υπό μελέτη περιοχής.
- Η ελάχιστη συγκέντρωση Βορίου που παρατηρήθηκε είναι 0,15 ppm (Τσαριτσάνη Ελασσόνας) και η μέγιστη 4,6 ppm (Συκέα Ελασσόνας).

#### Νερά άρδευσης

- Στα νερά άρδευσης η μέγιστη τιμή της συγκέντρωσης Β που προσδιορίστηκε είναι 1,1 ppm. Η καλλιέργεια του καπνού, είναι ανθεκτική σε αυτά τα επίπεδα συγκεντρώσεων και επομένως δεν αναμένεται να παρατηρηθούν προβλήματα τοξικότητας βορίου, εξαιτίας των νερών που χρησιμοποιούνται για την άρδευση.
- Από την σύγκριση των μεθόδων της azomethine-H και της curcumin στα νερά άρδευσης της περιοχής που μελετήθηκε, προκύπτει ότι μεταξύ των μεθόδων δεν παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές (εφαρμογή του στατιστικού κριτηρίου t-test).

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Berger, K.C. and Truog, E.** 1939. Boron determination in soils and plants. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.* (11), 540-545.
2. **Bingham, F.T.** 1982. Boron. Pp. 431-447 In A.L. Page, R.H Miller, and D.R.
3. **Bradford R. Gordon** Boron chapter 4.p 33-55.
4. **Chapman D Homer** – Production –Physiology and Biochemistry of tobacco plant.
5. **Cooke G.W.** –Fertilizing for maximum yield Curing deficiencies in field crops in Britain p 81-87. 2<sup>nd</sup> edition.
6. **Dible, W.T., E. Truog, and K.C. Berger.** 1954. Boron determination in soils and plants. *Anal. Chem.* (26), 418-421.
7. **Εδαφολογική Μελέτη Νομού Καρδίτσας.** 1991. Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας.
8. **Firman E. Bear** –Chemistry of soil – Behavior of biologically important trace elements. Boron. P 274-275.
9. **Floras, S.A. and Sgouras, I.D.** 2000. Sustainable soil and crop management in the Larissa area, Greece, using remote sensing and GIS. 3<sup>rd</sup> *International Congress of ESSC. "Man and Soil in the third millenium"*. Valencia. Spain.
10. **Gurta, U.C. and W.J. Arsenault.** 1985. Boron and Zinc Nutrition of tobacco grown in Prince Edward Island. *Can. J. Soil Sci.* (66), 67-71.
11. **Gupta, U.C., Y.W. Jame, C.A. Cambell, A.J. Leyshon, and W. Nicholaichuk.** 1985. Boron Toxicity and Deficiency: A Review. *Can. J. Soil Sci.* (65), 381-409.
12. **John, M.K., H.H. Chuah, and J.H. Neufeld.** 1975. Application of improved azomethine-H method to the determination of boron in soils and plants. *Anal. Lett* (8), 559-568.
13. **Keeney** (Eds.) *Methods of Soil Analysis Part II. Chemical and Microbiological Propertiew* 2<sup>nd</sup> Ed. ASA, SSSA, Madison WI.
14. **Keren, R. and F.T. Bingham.** 1985. Boron in Water, Soils, and Plants. 1985. *Advances in Soil Sci.* (1), 229-275.



15. **Malecani, Kalumba and Cresser Malkolm**-Comparison of three methods for determining Boron in soils, plants and water samples.
17. **Μασλάρης Ν.** -Λίπανση ζαχαρότευτλων. Πρακτικά επιστημονικής διημερίδας 18-19 Νοεμβρίου 1999 Λάρισα.
18. **Mengel K. and Kirkby**- Principles of plant nutrition 4<sup>th</sup> edition International potash institute. Bern, Switzerland 1987 chapter 18 Boron.
19. **Μήτσιος, Ι.Κ.** 1996. Αλατούχα και Αλκαλιωμένα (Με Νάτριο) Εδάφη. Ποιοτική Κατάταξη των νερών Άρδευσης. Αθήνα.
20. **Μήτσιος, Ι.Κ** Γονιμότητα εδαφών και στοιχεία θρέψης φυτών Βόλος, 1997.
21. **Μήτσιος, Ι.Κ.** 2000 Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός χάρτης του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή Βελεστίνου. Εκδόσεις Zymel Αθήνα 2000.
22. **Μήτσιος, Ι.Κ** Εδαφολογία. Εκδόσεις Zymel Αθήνα 1999, 2<sup>η</sup> Έκδοση.
23. **Μήτσιος, Ι. Κ.** 2000 Σύγχρονες τάσεις της εδαφολογικής επιστήμης. Ποιότητα εδάφους, GIS, τηλεπισκόπηση, διαχείριση εδαφικών πόρων. Πρακτικά Ημερίδας Εδαφολογικοί χάρτες Ν.Λάρισας. Λάρισα .
24. **Miller, J.C.** and Miller, J.N. 1993. Statistics for Analytical Chemistry. Third Edition. Ellis Horwood PTP Prentice Hall.
- Page, A. L., Miller, H. R. and Keeney, R. D. 1982. Methods of Soil Analysis Part II-Chemical and Microbiological Properties Second Edition. American Society of Agronomy, Inc. Soil Science of America, Inc. Madison, Wisconsin USA
25. **Russel E.W.** Soil Conditions and plant growth 10<sup>th</sup> edition The sources of plant nutrition in soils. p. 654-657.
26. **Reisenauer, H.M., L.M., Walsh, and R.G. Hoefft.** 1973. Testing Soils for Sulfur, Boron, Molybdenum, and Chlorine. Pp. 173-200 In: L.M. Walsh and J.M. Beaton (Eds.) Soil Testing and Plant Analysis, SSSA, Madison WI.
27. **Soil Survey Staff** (1975). Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Soil conservation Service, USDA. Agr. Handbook No 436. Washington, D.C. 20402. USA.
28. **Sumner E. Malcolm** –Bioavailability of micronutrient p.D-71 Fundamentals of fertilizer Application. David Mengel and George Rehm.
29. **Τόλη Ι.Δ.** Βαμβάκι – εχθροί, ασθένειες, ζιζάνια. Έλλειψη Βορίου σελ. 487.
30. **Tsandilas C.D. and Chartzoulakis K.S.** Boron deficiency in olive trees in Greece in relation to soil Boron concentration.

31. **Τσαντήλας Χ.Δ., Κοσμάς Κ.Σ. Γιάσογλου Ν.**,1994.-Διερεύνηση εδαφικών παραμέτρων που σχετίζονται με τη τροφοπενία Βορίου στην ελιά και αντιμετώπιση αυτής . Γεωτεχνικά επιστημονικά θέματα.
32. **Τσαντήλας Χ.Δ** 1998 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων εδαφικών και φυτικών αναλύσεων. Γεωργία- Κτηνοτροφία σελ. 2,46-65.
33. **Wilcox, L.V. and Durum, W.H.** 1967. Irrigation of Agricultural Lands.Amer.Soc.Agron.Monograph, 11. Madison.Wisc.
34. **Wild Alan** – Russel’s soil condition & plant growth. Micronutrients and toxic elements p.800-802.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

**Πίνακας 1: Φυσικοχημικές ιδιότητες των εδαφών από τα οποία ελήφθησαν τα δείγματα και εδαφολογικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν.**

ΚΑΡΔΙΤΣΑ

Κωδικός	Εδαφολ. μονάδα	p H	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	B μg/g εδ.
					Άργιλος %	Άμμος %	Ιλύς %		
<b>001 ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ</b>									
001/128	B334/A00/Afx	7,31	436	1,31	27,7	39,5	32,8	CL	0,5
001/129	B334/A00/Afx	6,90	372	0,96	15,0	42,2	42,8	L	2,02
001/130	B334/A00/Afx	7,37	436	1,21	20,4	39,8	39,8	L	2,42
001/131	B334/A00/Afx	7,59	488	1,30	25,3	32,2	42,4	L	0,48
001/132	B334/A00/Afx	5,97	458	1,80	27,3	25,1	47,6	SIL	0,81
001/133	B334/A00/Afx	7,21	464	1,32	29,6	33,1	37,3	CL	0,86
001/134	B334/A00/Afx	6,37	647	1,48	29,5	24,4	46,2	CL	2,87
001/135	B334/A00/Afx	6,75	416	1,51	23,5	35,7	40,8	L	3,24
001/136	B334/A00/Afx	5,53	376	1,32	16,7	49,4	37,9	L	3,06
001/137	B334/A00/Afx	6,75	577	1,23	21,9	40,0	38,1	L	2,97
001/138	B334/A00/Afx	7,39	341	1,20	23,5	34,8	41,7	L	0,79
001/139	B334/A00/Afx	7,82	633	1,09	41,6	18,0	40,4	SIC	2,63
001/140	B334/A00/Afx	6,17	449	1,65	24,4	27,9	47,7	SIL	3,28
001/141	B334/A00/Afx	6,71	497	1,25	19,8	38,2	42,1	L	1,84
<b>007 ΑΜΠΕΛΟΣ</b>									
007/31	C434/A00/Axh	7,02	295	0,87	32,5	42,0	25,5	CL	1,45
007/32	C434/A00/Axh	6,48	364	1,39	23,3	41,3	35,4	L	1,94
007/33	C233/A00/Axh	7,00	407	1,92	30,9	34,3	34,8	CL	1,42
007/34	C233/A00/Axh	7,68	295	1,09	26,8	41,5	31,7	L	2,07
007/35	C233/A00/Axh	7,03	375	1,44	22,5	43,6	33,9	L	1,78
007/36	B333/A00/Axh	7,10	355	0,77	40,7	24,0	35,3	CL	2,82
007/37	B333/A00/Axh	6,93	290	1,79	31,1	34,0	34,8	CL	0,85
007/38	C434/A00/Axh	5,72	364	1,61	29,4	34,2	36,4	CL	3,11
007/39	C434/A00/Axh	6,24	282	1,35	22,1	39,3	38,7	L	1,16
007/40	B333/A00/Axh	4,90	270	1,17	26,5	38,0	35,5	L	0,82
007/41	C434/A01/Axh	4,80	320	0,50	24,7	37,9	37,4	L	2,01
007/42	C434/A01/Axh	4,40	333	1,48	23,5	45,3	31,2	L	1,83
007/43	C434/A01/Axh	6,64	319	1,22	28,2	32,6	39,2	CL	1,57
007/44	C434/A00/Axh	6,30	320	1,31	24,7	41,0	34,3	L	1,47
007/45	C434/A00/Axh	6,35	410	1,05	31,3	30,6	38,2	CL	1,89
007/46	C233/A00/Axh	6,11	278	0,83	24,6	42,3	33,1	L	1,55
007/47	C434/A00/Axh	6,54	385	1,26	32,6	33,0	34,4	CL	1,32
007/48	C434/A00/Axh	6,95	345	1,21	28,4	34,7	36,9	CL	0,67
007/49	C434/A00/Axh	6,90	550	1,52	28,7	37,8	33,4	CL	1,97
007/50	C233/A00/Axh	7,70	390	1,90	29,2	24,9	45,9	CL	1,43
007/51	C233/A00/Axh	6,65	316	1,09	20,2	46,9	32,9	L	1,04
007/52	C434/A01/Axh	6,35	281	0,78	22,9	44,6	32,4	L	2,09
007/53	C434/A00/Axh	6,67	522	1,18	28,7	39,6	31,7	CL	2,3
007/54	C434/A00/Axh	5,62	395	1,44	23,7	39,3	37,0	L	0,42
007/55	C434/A00/Axh	6,52	479	0,83	27,4	35,6	36,9	CL	4,02
007/56	C434/A01/Axh	5,02	592	0,91	28,8	36,7	34,5	CL	1,23
007/57	C434/A01/Axh	5,70	360	1,10	25,3	29,4	45,3	L	1,62
007/58	C233/A00/Axh	6,86	399	1,07	23,3	41,1	35,6	L	1,42
008/67	B434/A00/Axh	6,88	694	0,65	38,6	32,1	29,4	CL	1,29
<b>008 ΑΝΑΒΡΑ</b>									
008/68	A3*3*4*/A00/Eoxt	6,92	596	1,10	45,3	33,5	21,2	C	1,94
008/69	A3*3*4*/A00/Eoxt	7,20	502	1,31	28,0	38,8	33,2	CL	1,49

**Πίνακας 1: Φυσικοχημικές ιδιότητες των εδαφών από τα οποία ελήφθησαν τα δείγματα και εδαφολογικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν.**

**ΚΑΡΔΙΤΣΑ**

Κωδικός	Εδαφολ. μονάδα	pH	EC	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	B μg/g εδ.
					Άργιλος %	Άμμος %	Ιλύς %		

**001 ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ**

001/128	B334/A00/Afx	7,31	436	1,31	27,7	39,5	32,8	CL	0,5
001/129	B334/A00/Afx	6,90	372	0,96	15,0	42,2	42,8	L	2,02
001/130	B334/A00/Afx	7,37	436	1,21	20,4	39,8	39,8	L	2,42
001/131	B334/A00/Afx	7,59	488	1,30	25,3	32,2	42,4	L	0,48
001/132	B334/A00/Afx	5,97	458	1,80	27,3	25,1	47,6	SIL	0,81
001/133	B334/A00/Afx	7,21	464	1,32	29,6	33,1	37,3	CL	0,86
001/134	B334/A00/Afx	6,37	647	1,48	29,5	24,4	46,2	CL	2,87
001/135	B334/A00/Afx	6,75	416	1,51	23,5	35,7	40,8	L	3,24
001/136	B334/A00/Afx	5,53	376	1,32	16,7	49,4	37,9	L	3,06
001/137	B334/A00/Afx	6,75	577	1,23	21,9	40,0	38,1	L	2,97
001/138	B334/A00/Afx	7,39	341	1,20	23,5	34,8	41,7	L	0,79
001/139	B334/A00/Afx	7,82	633	1,09	41,6	18,0	40,4	SIC	2,63
001/140	B334/A00/Afx	6,17	449	1,65	24,4	27,9	47,7	SIL	3,28
001/141	B334/A00/Afx	6,71	497	1,25	19,8	38,2	42,1	L	1,84

**007 ΑΜΠΕΛΟΣ**

007/31	C434/A00/Axh	7,02	295	0,87	32,5	42,0	25,5	CL	1,45
007/32	C434/A00/Axh	6,48	364	1,39	23,3	41,3	35,4	L	1,94
007/33	C233/A00/Axh	7,00	407	1,92	30,9	34,3	34,8	CL	1,42
007/34	C233/A00/Axh	7,68	295	1,09	26,8	41,5	31,7	L	2,07
007/35	C233/A00/Axh	7,03	375	1,44	22,5	43,6	33,9	L	1,78
007/36	B333/A00/Axh	7,10	355	0,77	40,7	24,0	35,3	CL	2,82
007/37	B333/A00/Axh	6,93	290	1,79	31,1	34,0	34,8	CL	0,85
007/38	C434/A00/Axh	5,72	364	1,61	29,4	34,2	36,4	CL	3,11
007/39	C434/A00/Axh	6,24	282	1,35	22,1	39,3	38,7	L	1,16
007/40	B333/A00/Axh	4,90	270	1,17	26,5	38,0	35,5	L	0,82
007/41	C434/A01/Axh	4,80	320	0,50	24,7	37,9	37,4	L	2,01
007/42	C434/A01/Axh	4,40	333	1,48	23,5	45,3	31,2	L	1,83
007/43	C434/A01/Axh	6,64	319	1,22	28,2	32,6	39,2	CL	1,57
007/44	C434/A00/Axh	6,30	320	1,31	24,7	41,0	34,3	L	1,47
007/45	C434/A00/Axh	6,35	410	1,05	31,3	30,6	38,2	CL	1,89
007/46	C233/A00/Axh	6,11	278	0,83	24,6	42,3	33,1	L	1,55
007/47	C434/A00/Axh	6,54	385	1,26	32,6	33,0	34,4	CL	1,32
007/48	C434/A00/Axh	6,95	345	1,21	28,4	34,7	36,9	CL	0,67
007/49	C434/A00/Axh	6,90	550	1,52	28,7	37,8	33,4	CL	1,97
007/50	C233/A00/Axh	7,70	390	1,90	29,2	24,9	45,9	CL	1,43
007/51	C233/A00/Axh	6,65	316	1,09	20,2	46,9	32,9	L	1,04
007/52	C434/A01/Axh	6,35	281	0,78	22,9	44,6	32,4	L	2,09
007/53	C434/A00/Axh	6,67	522	1,18	28,7	39,6	31,7	CL	2,3
007/54	C434/A00/Axh	5,62	395	1,44	23,7	39,3	37,0	L	0,42
007/55	C434/A00/Axh	6,52	479	0,83	27,4	35,6	36,9	CL	4,02
007/56	C434/A01/Axh	5,02	592	0,91	28,8	36,7	34,5	CL	1,23
007/57	C434/A01/Axh	5,70	360	1,10	25,3	29,4	45,3	L	1,62
007/58	C233/A00/Axh	6,86	399	1,07	23,3	41,1	35,6	L	1,42
008/67	B434/A00/Axh	6,88	694	0,65	38,6	32,1	29,4	CL	1,29

**008 ΑΝΑΒΡΑ**

008/68	A3*3*4*/A00/Eoxt	6,92	596	1,10	45,3	33,5	21,2	C	1,94
008/69	A3*3*4*/A00/Eoxt	7,20	502	1,31	28,0	38,8	33,2	CL	1,49



Κωδικός	Εδαφολ.	pH	EC	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	B μg/g εδ.
	μονάδα				11	μS/cm	Αργίλος %		

#### 011 ΑΣΗΜΟΧΩΡΙ

011/87	B434/A00/Axh	7,00	442	0,98	24,0	49,3	26,7	SCL	1,29
011/88	B434/A00/Axh	7,95	348	1,09	23,1	44,0	32,9	L	1,69
011/88α	C435/A01/Vxch	7,90	390	1,23	33,1	40,0	26,9	CL	0,8

#### 013 ΓΕΛΑΝΘΗ

013/110	B334/A02/lox	5,91	153,2	1,22	24,4	47,3	28,3	SCL	0,78
013/111	A213/A03/Efx	7,60	205	1,87	35,3	27,3	37,4	CL	2,56
013/112	A233/A00/Axh	5,89	207	1,31	27,6	34,7	37,6	CL	1,13
013/113	C332/A03/Efx	5,72	307	1,07	27,9	36,4	35,8	CL	1,4

#### 016 ΔΑΣΟΧΩΡΙ

016/61	C434/A01/Axh	5,62	558	0,78	20,7	41,8	37,4	L	0,88
016/62	C431/A01/Loxf	7,49	605	1,61	42,7	23,3	34,0	C	3,53
016/63	C434/A01/Loxf	7,22	550	1,26	41,1	27,8	31,0	C	2,14
016/64	C434/A01/Axh	6,80	587	1,57	34,7	30,6	34,7	CL	0,15
016/65	C434/A01/Axh	6,17	495	1,84	29,3	32,6	38,2	CL	1,02
016/66	C434/A01/Loxf	7,35	503	1,20	44,2	27,3	28,6	C	2,6

#### 017 ΖΑΙΜΙ

017/89	B333/A00/Axh	6,27	380	1,32	29,4	22,0	48,6	CL	1,48
017/90	B333/A00/Axh	7,06	161,7	1,12	22,6	45,6	31,8	L	1,45
017/91	B333/A00/Axh	4,85	170	1,44	33,5	22,6	43,9	CL	0,45
017/92	B333/A00/Axh	5,23	290	1,32	30,2	28,6	41,2	CL	1
017/93	B333/A00/Axh	5,71	558	0,99	28,6	35,6	35,8	CL	1,2
017/94	B333/A00/Axh	5,43	436	1,13	29,3	40,6	30,2	CL	1,35

#### 019 ΚΑΛΛΙΦΩΝΙ

019/95	C434/A01/Axh	5,26	271	1,17	24,0	40,0	36,0	L	0,47
019/96	B333/A00/Axh	5,50	290	0,99	22,7	38,8	38,5	L	0,83
019/97	B333/A00/Axh	4,75	310	1,80	30,0	38,4	31,6	CL	1,35
019/98	B333/A00/Axh	5,96	305	2,00	27,0	35,6	37,4	L	2,55
019/99	B333/A00/Axh	5,70	333	1,17	30,5	50,0	19,5	SCL	2,88
019/100	B333/A00/Axh	6,70	289	1,48	30,0	30,6	39,4	CL	2,26
019/101	C434/A01/Axh	5,00	320	1,51	28,0	35,3	36,7	CL	0,94
019/102	B333/A00/Axh	5,92	293	0,938	27,5	26,0	46,5	CL	0,88
019/103	B333/A00/lox	4,95	350	1,62	26,0	40,7	33,3	L	2,42
019/104	B333/A00/Axh	4,76	570	1,39	24,6	39,1	36,3	L	2,24
019/105	B333/A00/lox	5,71	340	1,42	26,7	41,3	32,0	L	0,93

#### 025 ΚΑΡΠΟΧΩΡΙ

025/1	C434/A01/Axh	7,21	250	1,2	29,3	33,3	37,4	L	1,11
025/2	C434/A01/Axh	6,89	311	1,05	27,2	38,6	34,2	CL	0,99
025/3	C434/A01/Axh	6,45	236	0,74	20,7	49,0	30,3	CL	1,11
025/4	C434/A01/Axh	6,90	305	1,48	28,1	32,0	39,9	L	0,81
025/5	A434/A01/Axh	6,22	208	1,1	22,9	41,1	36,0	CL	1,21
025/6	B333/A00/Axh	6,32	290	1,09	27,4	30,9	41,7	L	1,63
025/7	B333/A00/Axh	6,33	464	1,22	27,8	39,6	32,5	CL	1,35
025/8	B333/A00/Axh	6,35	407	2	22,6	43,1	34,3	L	2,49
025/9	B333/A00/Axh	6,38	230	0,83	32,5	50,0	17,5	SCL	1,05
025/10	A434/A01/Axh	7,41	366	1,52	24,8	38,0	37,2	L	1,19
025/11	A434/A01/Axh	7,02	380	1,39	24,6	33,3	42,1	L	1,97
025/12	B333/A00/Axh	7,23	305	1,627	31,3	41,1	27,6	CL	0,95

Κωδικός	Εδαφολ. μονάδα	ρ Η 111	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	B μg/g εδ.
					Άργιλος %	Άμμος %	Ιλύς %		
025/13	A434/A00/Axh	7,46	396	0,96	28,0	41,6	30,4	CL	1,39
025/14	A434/A01/Axh	6,81	596	1,52	33,5	30,0	36,5	CL	1,04
025/15	A434/A01/Axh	6,56	360	0,65	32,7	26,6	40,8	CL	3,18
025/16	A434/A01/Axh	6,62	305	1,13	23,8	37,3	38,9	L	1,21
025/17	A434/A01/Axh	5,72	417	1,96	34,6	27,4	38,1	CL	1,22
025/18	A434/A01/Axh	6,31	305	1,34	32,7	33,8	33,5	CL	0,96
025/19	A434/A01/Axh	6,35	336	0,56	34,7	35,0	30,3	CL	1,16
025/20	A434/A01/Axh	8,04	350	2	24,0	33,8	42,2	L	1,56
025/21	B333/A00/Axh	6,44	346	1,57	23,3	34,0	42,7	L	1,41
025/22	B333/A00/Axh	4,50	360	1,21	22,2	42,4	35,4	L	0,74
025/23	B333/A00/Axh	4,96	260	0,67	22,7	39,0	38,3	L	0,67
025/24	B333/A00/Axh	5,70	287	1,57	29,3	32,4	38,4	CL	0
025/25	C434/A01/Axh	7,12	306	1,65	24,0	36,6	39,4	L	2,52
025/26	B333/A00/Axh	6,28	260	1,7	35,6	35,4	28,9	CL	1,76
025/27	A434/A01/Axh	6,50	344	1,48	26,8	30,7	42,5	L	2,45
025/28	A434/A01/Axh	6,11	362	1,87	26,4	34,7	38,8	L	0,99
025/29	A434/A01/Axh	5,98	360	0,335	22,5	57,3	20,2	SCL	1,13
025/30	A333/A00/Axh	6,10	574	1,39	27,3	42,9	29,8	CL	1,96

#### 029 ΛΕΟΝΤΑΡΙ

029/70	B434/A00/Axh	6,17	439	1,39	30,4	38,7	30,9	CL	1,6
029/71	B434/A00/Axh	6,40	400	1,06	28,0	45,3	26,7	SCL	0
029/72	B434/A00/Axh	6,75	450	1,616	35,3	29,3	35,4	CL	1,92
029/73	B434/A00/Axh	6,22	297	0,96	32,7	37,4	29,9	CLC	0,17
029/74	B434/A00/Axh	6,62	445	1,44	40,7	34,1	25,2	SCL	0
029/75	B434/A00/Axh	6,65	430	0,1675	30,5	55,3	14,2	CL	0
029/76	B434/A00/Axh	6,63	424	1,31	28,6	42,7	28,7	L	3,1
029/77	B434/A00/Axh	6,10	265	0,78	23,4	48,2	28,4	CL	1,73
029/78	B434/A00/Axh	7,41	538	1,26	35,2	37,3	27,5	C	1,5
029/79	C435/A01/Vxch	7,25	773	1,92	56,7	26,1	17,2	C	1,87
029/80	C435/A01/Vxch	7,02	929	1,83	61,3	22,3	16,4	C	0
029/81	C435/A01/Vxch	7,34	863	0,96	62,7	21,1	16,2	C	1,33
029/82	C435/A01/Vxch	6,48	910	1,44	56,4	24,8	18,9	C	2,85
029/83	C435/A01/Vxch	7,61	1069	1,18	62,7	23,3	14,1	C	0
029/84	B434/A00/Axh	7,52	749	2,35	56,8	25,2	18,0	C	2,83
029/85	B434/A00/Axh	7,05	650	4,1	29,7	44,6	25,7	SCL	2,3
029/86	B434/A00/Axh	6,90	347	1,35	29,9	41,5	28,7	CL	3,19

#### 037 ΜΑΥΡΟΜΑΤΙ

037/106	A233/A00/Axh	6,28	448	1,6	31,3	33,4	35,3	CL	1,19
037/107	A233/A00/Axh	5,20	337	1,04	26,8	45,1	28,2	SCL	1,16
037/108	A233/A00/Axh	5,84	291	1,7	29,9	30,0	40,1	CL	2,03
037/109	A233/A00/Axh	5,74	181,8	1,93	31,3	35,1	33,6	CL	1,08

#### 039 ΜΕΛΙΣΣΟΧΩΡΙ

039/59	A303/A00/lox	6,63	610	1,185	36,6	28,7	34,7	CL	1,44
039/60	A433/A00/Axh	6,60	620	1,7	33,3	30,0	36,7	CL	0,67

#### 040 ΜΗΤΡΟΠΟΛΗ

040/116	B333/A00/Axh	6,55	354	1,12	23,0	48,1	28,9	SCL	0,97
040/117	B333/A00/Axh	4,80	305	1,9	30,9	30,6	38,6		1,84
040/118	A002/A02/Efx	7,08	310	0,87	27,4	47,8	24,7	SCL	1,64

Κωδικός	Εδαφολ. μονάδα	ρ Η 1/1	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	B μg/g εδ.
					Αργίλος %	Άμμος %	Ιλύς %		
040/119	B233/A01/Efx	5,53	231	1,48	28,6	36,7	34,7	CL	1,62
040/120	B333/A00/Axh	4,95	275	0,65	30,0	44,6	25,4	L	1,49
040/121	B333/A00/Axh	4,69	143,2	1,71	24,6	40,7	34,7	L	1,71
040/122	B233/A01/Efx	6,54	250	1,03	29,3	33,6	37,2	CL	1,48
040/123	B333/A01/Axh	5,87	230	2,316	30,6	36,4	33,0	CL	1,45
040/124	B333/A01/Axh	4,58	333	1,16	26,8	41,9	31,3	L	0,42
040/125	B334/A00/Afx	5,23	205	1,6	25,8	41,1	33,1	L	2,35
040/126	B334/A00/Afx	6,05	305	1,706	28,0	28,4	43,6	L	2,1
040/127	B334/A00/Afx	5,22	153,9	1,63	24,4	45,4	30,1	L	0,89

#### 041 ΜΥΡΙΝΗ

041/142	C434/A01/Axh	5,77	351	2,35	39,7	32,0	28,3	CL	0,68
041/143	B333/A01/loxf	5,30	360	1,62	44,4	29,2	26,4	C	0,29
041/144	B233/A00/Loxf	5,02	361	1,48	28,1	30,6	41,3	CL	2,18
041/145	B113/A01/Efx	6,45	290	1,44	24,6	30,7	44,7	CL	0,31

#### 053 ΦΡΑΓΚΟ

053/114	B333/A00/Axh	4,74	200	1,56	28,9	35,9	35,0	CL	0,84
053/115	B233/A00/loxf	5,21	228	1,71	31,3	37,2	31,6	CL	0,71

#### ΛΑΡΙΣΑ

#### 003 ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΙ

003/1	A323/A00/Efx	7,19	174,10	1,10	17,3	48,4	34,3	L	1,38
003/2	A323/A00/Efx	6,85	239,00	0,78	20,56	37,44	42	L	0,56
003/3	B323/A01/loxf	7,79	195,00	1,10	22,44	32,16	45,4	L	0,46
003/4	B323/B01/loxf	7,37	847,00	2,80	29,44	33,26	37,3	CL	2,83
003/5	B323/A12/loxf	5,53	327,00	1,20	19,32	37,17	43,51	L	2,49
003/6	A223/B10/loxf	4,74	948,00	1,18	22,56	30,72	46,72	L	2,39

#### 019 ΡΟΔΙΑ

019/7	A212/A10/Efx	5,83	179,20	1,30	20,2	37,8	42	L	1,99
019/8	C223/A03/Efx	7,96	264,00	1,80	17,28	64,72	18	SL	2,22
019/9	B333/A01/Axhc	5,11	355,00	1,50	19,32	48,32	32,36	L	1,77
019/10	B223/A02/EFX	6,30	399,00	1,06	25,51	34,56	39,93	L	2,14

#### ΤΡΙΚΑΛΑ

#### 031 ΠΛΑΤΑΝΟΣ

031/30	B334/A03/Efx	6,75	250	1,20	28,4	41,24	30,36	CL	0,68
031/31	B334/A03/Efx	8,31	313	1,35	30,92	25,08	44	CL	2,35
031/32	B334/A03/Efx	7,90	250	1,80	19,72	52,96	27,32	SL	1,04
031/33	B334/A03/Efx	8,05	312	1,60	26,56	38,72	34,72	CL	1,98
031/34	B334/A03/Efx	8,05	320	1,52	37,28	38,36	24,36	CL	0,93
031/35	B334/A03/Efx	7,38	306	1,35	28,76	30,16	41,08	CL	0,71
031/36	B334/A03/Efx	7,55	350	0,90	27,64	42,36	30	CL	2,47
031/37	B334/A03/Efx	8,30	238	1,90	20,92	52	27,08	SCL	0,67
031/38	B334/A03/Efx	8,09	313	1,32	22	54,36	23,64	SCL	0,53
031/39	A224/A01/Efx	8,02	325	1,50	28,92	37,8	33,28	CL	0,46
031/40	A224/A01/Efx	8,04	320	1,11	22	55,64	22,36	SCL	1,31
031/41	A224/A01/Efx	8,15	334	1,65	34,56	27,44	38	CL	1,63
031/42	A224/A01/Efx	7,97	422	1,90	34,25	20,6	45,15	CL	1,87
031/43	B334/A03/Efx	8,05	300	1,00	22,58	46,78	30,64	L	0,67
031/44	B334/A03/Efx	8,10	320	1,80	28,4	35,45	36,15	CL	1,41
031/45	B334/A03/Efx	8,23	226	0,96	23,44	49,84	26,72	SCL	1,31
031/46	B334/A03/Efx	8,10	375	1,63	31,21	34,72	34,02	CL	2,86
031/47	B334/A03/Efx	8,08	440	1,60	40,4	16,28	43,32	SiL	2,11

Κωδικός	Εδαφολ. μονάδα	ρ Η 1\1	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	B μg/g εδ.
					Άργιλος %	Άμμος %	Ιλύς %		
031/48	B334/A03/Efx	7,90	356	1,58	31,4	38,68	29,92	CL	0,58
031/48a	B334/A03/Efx	8,17	245	0,95	24,56	46,72	28,72	SCL	1,74

#### 029 ΡΙΖΩΜΑ

029/1	C434/A03/Efx	7,95	345	1,20	33,12	41,16	25,72	CL	3,17
029/2	B334/A03/Efx	8,12	377	1,65	43,28	22,72	34	CL	2,25
029/3	B334/A03/Efx	7,84	388	1,80	34	22,99	43,01	CL	1,98
029/4	B334/A03/Efx	7,94	342	1,70	38,56	34,72	26,72	CL	2,38
029/5	B334/A03/Efx	7,97	426	1,90	37,15	34,78	28,07	CL	2,59
029/6	B334/A03/Efx	7,99	374	1,02	37,52	30,16	31,92	CL	1,01
029/7	B334/A03/Efx	8,01	385	0,90	28,07	46,56	25,37	SCL	1,88
029/8	B334/A03/Efx	8,09	394	1,30	45,48	21,08	33,44	C	3,36
029/9	B334/A03/Efx	7,16	324	0,97	26,56	47,44	26	SCL	2,35
029/10	B334/A03/Efx	8,02	299	1,25	38,4	20,73	40,87	CL	1,48
029/11	B334/A03/Efx	7,90	321	1,13	29,93	34,28	35,79	CL	1,43
029/12	B334/A03/Efx	7,95	563	1,50	49,12	16,81	34,07	C	1,5
029/13	B334/A03/Efx	8,01	433	1,63	45,12	27,16	27,72	C	1,73
029/14	B334/A03/Efx	7,89	407	1,90	36	26,71	37,29	CL	1,98
029/15	B334/A03/Efx	7,53	399	2,13	34,44	37,44	28,12	CL	2,4
029/16	B334/A03/Efx	7,77	471	1,80	26	44,56	29,44	SCL	3,07
029/17	B334/A03/Efx	8,15	525	1,80	46,29	23,56	30,15	C	3,5
029/18	B334/A03/Efx	8,02	482	1,70	49,1	18,01	32,89	C	3,78
029/19	B334/A03/Efx	7,57	278	1,80	34	35,28	30,72	CL	1,7
029/20	B334/A03/Efx	7,92	452	1,04	27,12	35,6	37,28	L	0,75
029/21	B334/A03/Efx	8,06	302	1,80	31,12	39,24	29,64	CL	2,75
029/22	B334/A03/Efx	8,01	433	1,87	23,12	44,73	32,15	L	1,81
029/23	B334/A03/Efx	7,91	372	1,90	34,4	41,45	24,15	CL	1,21
029/24	B334/A03/Efx	7,67	526	1,30	44,25	16,92	38,83	C	4,39
029/25	C435/A02/Lox	7,90	455	1,01	43,85	25,93	30,22	C	3,84
029/26	C434/A03/Efx	8,00	432	1,20	31,12	33,24	33,64	CL	2,35
029/27	C434/A03/Efx	7,89	399	1,26	34,07	41,28	24,65	CL	1,9
029/28	C434/A03/Efx	7,73	305	1,40	37,76	38,3	23,94	CL	3,75
029/29	B334/A03/Efx	7,58	432	1,90	30	44,36	25,64	CL	3,53

#### 005 ΑΡΔΑΝΙ

005/49	A334/Γ23/Εοχ	8,09	364	1,70	34,56	35,44	30	CL	2,2
005/50	A334/Γ23/Εοχ	7,90	355	1,69	35,64	38,36	26	CL	1,65
005/51	A334/Γ23/Εοχ	7,95	366	1,65	29,28	33,44	37,28	CL	1,82
005/52	C434/A03/Efx	6,92	214	1,50	35,28	35,44	29,28	CL	1,39
005/53	A334/Γ23/Εοχ	7,97	420	1,20	32,92	38,16	28,92	CL	1,54
005/54	A334/Γ23/Εοχ	8,04	434	1,89	42,92	29,8	27,28	C	2,46

#### 015 ΓΡΙΖΑΝΙΟ

015/67	A112/A00/Efx	6,95	305	0,78	21,37	48,2	30,43	L	2,11
015/68	A112/A00/Efx	7,78	366	1,10	18,92	55,44	25,64	SL	1,44
015/69	A112/A00/Efx	6,55	349	1,05	27,28	30,72	42	L	1,38
015/70	A112/A00/Efx	6,75	303	1,30	20,96	40,88	38,16	L	1,67
015/71	A112/A00/Efx	7,02	420	1,09	18,4	48,88	32,72	L	1,4
015/72	A112/A00/Efx	7,84	324	1,88	19,28	49,8	30,92	L	1,82
015/73	A112/A00/Efx	8,03	240	0,90	16,28	53,44	30,28	SL	1,02
015/74	A112/A00/Efx	7,17	312	1,10	31,48	42	26,52	CL	1,29



Κωδικός	Εδαφολ. μονάδα	pH	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	B μg/g εδ.
					Αργίλος %	Άμμος %	Ιλύς %		
015/75	A112/A00/Efx	7,50	313	1,15	27,21	27,28	45,51	L	1,36
015/76	A112/A00/Efx	8,28	306	1,30	33,28	36	30,72	CL	1,45

#### 010 ΒΑΣΙΛΙΚΗ

010/77	A203/A01/Iox	6,01	560	1,89	26,7	43,04	30,26	L	1,45
010/78	A203/A01/Iox	5,88	374	1,80	31,7	28,16	40,4	CL	0,57
010/79	A203/A01/Iox	6,79	251	1,90	29,92	22,7	47,38	CL	1,87
010/80	A203/A01/Iox	7,85	514	1,65	43,05	20,32	36,63	CL	1,32
010/81	A203/A01/Iox	6,79	589	2,17	41,21	16	42,79	SiC	1,5
010/82	A203/A01/Iox	7,76	835	1,90	20,56	54,72	24,72	SiC	1,43
010/83	A203/A01/Iox	7,80	534	1,80	25,36	50,64	24	SCL	1,22
010/84	A122/A02/Efx	7,70	555	1,35	37,13	43,44	19,43	CL	0,21
010/85	A122/A02/Efx	6,25	351	1,10	24,56	47,8	27,64	L	0,34

#### 017 ΘΕΟΠΕΤΡΑ

017/86	οχι	7,73	353	1,80	31,28	23,46	45,26	CL	1,66
017/87	οχι	7,86	318	1,38	41,28	18	40,72	SiC	1,5
017/88	οχι	7,50	383	1,56	26,68	35,44	37,88	L	3,4
017/89	οχι	7,90	389	1,45	29,44	21,98	48,58	CL	2,96
017/90	οχι	7,80	398	1,98	22,58	45,64	31,78	L	1,33
017/91	οχι	7,78	359	1,60	33,5	22,56	43,94	CL	1,66
017/92	οχι	7,90	336	1,50	30,24	28,56	41,2	CL	0,96
017/93	οχι	7,50	387	1,30	33	23	44	CL	2,19
017/94	οχι	7,60	432	1,29	31,2	23,54	45,26	CL	2,33

#### 034 ΠΑΛΑΙΟΥΡΓΟΣ

034/55	C435/A03/Efx	8,28	564	1,10	54,4	19,88	25,72	C	1,68
034/56	C435/A03/Efx	8,07	334	1,32	30,76	34,16	35,08	CL	0
034/57	A324/B13/Eox	8,10	452	1,30	30,56	39,44	30	CL	2,16
034/58	A324/B13/Eox	8,14	332	1,56	35,55	26,52	37,93	CL	2,08
034/59	A324/B13/Eox	7,71	336	1,10	25,28	41,28	33,44	C	1,91
034/60	A324/B13/Eox	8,09	551	0,90	48,4	21,24	30,36	C	3,41
034/61	A324/B13/Eox	8,02	459	0,98	41,05	23,52	35,43	C	2,5
034/62	A324/B13/Eox	8,21	262	1,51	35,28	36,72	28	CL	2,35
034/63	A324/Γ23/Eox	8,04	266	1,70	33,4	35,53	31,07	CL	1,2
034/64	A324/Γ23/Eox	7,86	260	2,20	28,05	50,36	21,59	SCL	1,27
034/65	A324/Γ23/Eox	7,66	432	0,77	30,56	38	31,44	CL	1,25
034/66	A324/Γ23/Eox	7,46	312	1,50	33,28	35,44	31,28	CL	0,88

#### ΕΛΑΣΣΟΝΑ

#### 013 ΔΟΛΙΧΙ

013/32	B233/A02/Efx	6,78	198	1,74	28,9	33,4	37,6	CL	1,52
013/33	B233/A02/Efx	7,09	172	1,15	24,0	51,6	24,4	SCL	1,5
013/34	B233/A02/Efx	6,66	155	1,48	30,3	43,1	26,6	CL	1,2
013/35	B3*3*4*/A02/Iox	7,51	160	2,00	23,3	44,1	32,6	L	0,9
013/36	B3*3*4*/A02/Iox	7,77	174	1,38	19,0	65,3	15,7	SL	2,47
013/37	B3*3*4*/A02/Iox	7,30	160	1,57	26,0	44,0	30,0	L	1,38
013/38	B3*3*4*/A02/Iox	7,28	197	1,30	30,0	50,0	20,0	SCL	1,77
013/39	B3*3*4*/A02/Iox	7,08	134,4	0,83	24,1	45,3	30,6	L	0,37
013/40	B3*3*4*/A02/Iox	6,65	242	1,50	30,0	50,3	19,7	SCL	0,77
013/40α	B233/A02/Efx	7,70	201	1,98	30,9	35,4	33,6	CL	1,09

#### 015 ΔΡΥΜΟΣ

015/41	B314/B11/Eox	6,72	346	1,05	40,0	41,6	18,4	C	1,04
--------	--------------	------	-----	------	------	------	------	---	------



Κωδικός	Εδαφολ. μονάδα	pH	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	B μg/g εδ.
					Άργιλος %	Άμμος %	Ιλύς %		
015/42	B223/B22/Eox	6,18	325	1,10	34,6	32,7	32,7	CL	2,13
015/43	B314/B11/Eox	5,77	403	1,83	33,3	17,4	49,3	SiCL	0,66
015/44	B223/B22/Eox	6,05	303	1,44	54,9	16,4	28,7	C	1,15
015/45	B314/B11/Eox	5,13	130	1,78	36,0	49,4	14,6	SC	0,34
015/46	B223/B22/Eox	7,68	386	0,95	28,6	44,7	26,7	CL	1,18
015/47	B223/B22/Eox	6,90	355	1,30	38,6	31,1	30,4	CL	1,23
015/48	B223/B22/Eox	5,98	269	1,74	29,3	44,7	26,0	CL	1,67
015/49	B223/B22/Eox	6,14	373	1,30	28,0	52,4	19,7	SCL	1,4
015/50	B223/B22/Eox	5,90	360	1,80	32,9	34,0	33,1	CL	0,56
015/51	B223/B22/Eox	6,61	372	1,76	30,6	41,4	28,0	CL	1,71
015/52	C223/Γ20/Eox	6,70	364	1,75	58,0	18,0	24,0	C	1,61

#### 018 ΚΑΛΛΙΘΕΑ

018/53	C435/A00/Efx	5,08	390	0,87	24,4	61,2	14,4	SCL	0,4
018/54	C435/A00/Efx	6,71	395	1,05	34,0	49,8	16,2	SCL	1,12
018/55	C435/A00/Efx	5,01	205	1,87	33,1	50,5	16,4	SCL	0,72
018/56	C435/A00/Efx	5,11	360	1,82	39,1	40,2	20,7	CL	0,66
018/57	C435/A00/Efx	5,58	221	1,74	35,1	40,5	24,4	CL	0,88
018/58	B403/B20/IOX	6,90	335	1,51	24,4	56,4	19,3	SCL	0,41
018/59	C433/B20/IOX	6,80	345	1,31	24,8	58,9	16,4	SCL	2,75
018/60	C433/B20/IOX	5,39	239	1,62	28,6	50,7	20,7	SCL	1,05
018/61	C435/B20/Eox	5,19	172	1,74	26,8	42,9	30,4	L	1,27
018/62	C435/B20/Eox	5,74	250	1,72	32,4	49,2	18,4	SCL	1,63
018/63	C435/B20/Eox	5,80	222	2,15	40,4	45,2	14,4	C	3,63
018/64	C435/B20/Eox	5,74	355	2,80	47,1	36,5	16,4	C	3,28
018/65	C435/B20/Eox	5,38	301	1,86	33,3	38,6	28,2	CL	0,86
018/66	C435/B20/Eox	5,93	327	1,42	32,0	47,3	20,7	SCL	2,52
018/67	B403/B20/IOX	5,23	269	1,31	32,6	47,6	19,8	SCL	0,76
018/68	C433/B20/IOX	6,60	272	1,33	36,4	47,6	16,0	SC	0,84
018/69	C433/B20/IOX	5,90	280	1,76	26,4	53,2	20,4	SCL	0,39
018/70	C433/B20/IOX	4,80	258	0,98	19,3	52,7	28,0	SCL	2,35
018/71	C433/B20/IOX	6,53	263	2,13	18,4	61,3	20,3	SL	1,42
018/72	C433/B20/IOX	6,70	355	1,30	24,4	62,4	13,3	SCL	3,31

#### 031 ΜΕΣΟΧΩΡΙ

031/73	OXI	8,04	376	2,10	42,9	27,4	29,6	C	0,86
031/74	OXI	8,10	273	1,98	34,4	45,4	20,0	CL	1,77
031/75	OXI	8,28	335	3,40	33,3	44,7	22,0	CL	2,06
031/76	OXI	8,15	250	2,10	34,0	43,6	22,4	CL	1,79
031/77	OXI	8,17	246	1,90	30,0	44,4	25,6	CL	1,66
031/78	OXI	7,29	258	1,65	22,9	41,4	35,6	L	1,46
031/79	OXI	6,53	233	1,80	35,8	43,4	20,7	CL	1,6
031/80	OXI	7,36	262	1,96	36,9	37,4	25,0	CL	0,94
031/81	OXI	5,46	192	0,85	22,6	48,7	28,7	SCL	1,81
031/82	OXI	7,02	185	1,10	19,3	58,7	22,0	SL	1,33
031/83	A334/B23/Eox	7,64	185	1,50	21,3	50,7	28,0	L	2,47
031/84	A334/B23/Eox	7,80	292	1,20	35,3	33,1	31,6	CL	1,5

#### 034 ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ

034/85	oxi	4,79	386	1,20	20,5	67,4	12,1	SCL	1,73
034/86	oxi	6,32	231	0,98	22,2	63,4	14,4	SCL	0,63

Κωδικός	Εδαφολ. μονάδα	pH	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	B μg/g εδ.
					Άργιλος %	Άμμος %	Ιλύς %		
034/87	οxί	5,94	306	0,90	40,0	48,0	12,0	SC	0,87
034/88	οxί	6,54	238	1,31	36,7	42,7	20,6	SC	0,75
034/89	οxί	6,30	221	1,58	38,0	47,0	15,0	SC	1,92
034/90	οxί	5,70	188	1,10	38,0	46,6	15,4	SC	1,21
034/91	οxί	6,15	267	1,10	30,1	62,4	7,5	SCL	1,235
034/92	οxί	5,35	238	0,98	29,1	52,2	18,7	SCL	1,17
034/93	οxί	5,65	255	1,31	20,4	57,3	33,4	SCL	1,16
034/94	οxί	5,75	261	1,40	20,5	66,4	13,1	SCL	1,24
034/95	οxί	6,29	315	0,78	20,1	66,0	13,9	SCL	1,15
034/96	οxί	5,16	257	1,90	14,0	72,4	13,7	SCL	1,05

#### 042 ΣΤΕΦΑΝΟΒΟΥΝΟ

042/97	C334/A10/Axh	7,39	204	1,20	22,4	43,6	34,0	L	1,47
042/98	B112/A01/lox	7,82	160	0,98	22,4	36,0	41,6	L	1,24
042/99	B112/A01/lox	8,02	228	0,93	23,4	39,4	37,2	L	1,95
042/100	C323/A01/lox	7,17	260	1,18	24,7	37,6	37,6	L	2,13
042/101	B112/A01/lox	8,30	225	1,30	20,4	41,6	38,0	L	1
042/102	B112/A01/lox	7,65	232	1,10	23,0	42,6	35,4	L	1,32
042/103	B112/A01/lox	7,60	217	1,18	24,4	34,0	41,6	L	0,8
042/104	B112/A01/lox	7,51	220	1,17	28,7	37,0	34,3	CL	1,6
042/105	B112/A01/lox	7,74	268	1,21	35,3	22,4	42,4	CL	0,66
042/106	C433/A03/loxf	8,26	281	1,10	29,3	36,7	34,0	CL	0,72
042/107	C433/A03/loxf	8,12	250	1,20	37,4	21,6	41,0	CL	1,95
042/108	C433/A03/loxf	6,76	380	1,48	39,9	21,3	38,9	CL	1,31
042/109	C433/A03/loxf	8,14	504	0,87	22,4	41,6	36,0	L	1,12

#### 043 ΣΥΚΕΑ

043/110	A223/A01/loxf	8,10	274	1,10	19,3	25,4	55,3	SiL	4,75
043/111	A223/A01/loxf	7,93	258	1,02	29,6	15,4	55,0	SiCL	4,49
043/112	A223/A01/loxf	7,99	280	0,98	24,4	40,4	35,3	L	1,74
043/113	A223/A01/loxf	8,13	180	1,80	14,7	55,0	30,3	SL	3,12
043/114	A223/A01/loxf	6,83	170	1,10	19,6	26,0	54,4	SiL	5,5
043/115	A223/A01/loxf	6,75	325	1,21	23,3	26,4	50,4	SiL	3,85
043/116	A323/A01/loxf	6,92	312	1,45	17,3	36,4	46,4	L	1,62
043/117	A323/A01/loxf	7,17	333	1,70	21,3	32,7	46,0	L	1,47
043/118	οxί	5,60	402	0,91	13,3	44,4	42,4	L	2,13
043/119	οxί	4,65	378	0,85	12,7	54,0	33,3	SL	3,2

#### 045 ΤΣΑΡΙΤΣΑΝΗ

045/120	A112/B10/Efx	7,36	163	1,00	13,6	74,4	12,0	SL	1,15
045/121	A112/B10/Efx	7,37	125	1,20	21,3	36,4	42,4	L	0
045/122	A112/B10/Efx	5,76	187	0,90	32,3	40,7	28,0	CL	1,46
045/123	A112/B10/Efx	6,40	251	0,57	26,0	42,6	31,4	L	0
045/124	A112/B10/Efx	6,28	132	1,30	31,3	26,7	42,0	CL	1,11
045/125	A112/B10/Efx	5,54	190	0,84	21,4	48,6	30,0	L	1,42
045/126	A112/B10/Efx	5,50	135	0,90	19,3	50,4	30,4	SL	1,17
045/127	A113/B11/Efx	5,88	128	1,30	21,6	46,4	62,0	L	0
045/128	A113/B11/Efx	6,45	152	1,00	17,6	48,7	33,6	L	0,91
045/129	A113/B11/Efx	6,02	235	1,10	21,3	34,7	44,0	L	1,5
045/130	A113/B11/Efx	6,12	150	1,06	19,3	40,4	40,4	L	0,15
045/131	A113/B11/Efx	5,80	144	0,90	25,6	44,4	30,0	L	1,23

Κωδικός	Εδαφολ. μονάδα	ρ Η 11l	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	B μg/g εδ.
					Αργίλος %	Άμμος %	Ιλύς %		
045/132	A113/B11/Efx	6,24	139	0,98	33,3	26,7	40,0	CL	0
045/133	B112/A00/Efx	6,23	184	1,10	25,3	32,4	42,4	L	1,22
045/134	B112/A00/Efx	5,31	200	0,90	24,9	46,6	28,6	L	2,03
045/135	B112/A00/Efx	6,38	167	1,31	35,3	30,4	34,4	CL	1,36
045/136	B112/A00/Efx	6,90	283	1,10	28,6	26,0	45,4	L	1,33
045/137	B112/A00/Efx	5,75	502	1,28	29,6	26,4	44,0	CL	1,47
045/138	B112/A00/Efx	6,29	140	1,05	31,3	33,7	35,0	CL	1,2
045/139	B112/A00/Efx	6,60	184,3	1,60	36,0	20,3	43,7	CL	2,36
045/140	B112/A00/Efx	5,24	181	1,57	30,1	23,2	46,0	CL	0
045/141	B212/A01/Efx	5,17	191	1,44	29,9	33,4	37,3	CL	0,4
045/142	B212/A01/Efx	5,84	198	1,83	30,7	34,9	34,4	CL	0,71

#### 07 ΒΑΛΑΝΙΔΑ

007/1	OXI	8,25	397	1,10	56,1	18,9	25,0	C	1,86
007/2	OXI	8,16	270	1,03	41,2	34,2	24,7	C	3,27
007/3	OXI	8,23	195	0,98	51,7	24,0	24,4	C	1,64
007/4	OXI	7,85	350	1,50	37,3	20,3	42,4	CL	1,99
007/5	OXI	8,10	298	1,31	30,2	23,1	46,0	CL	2,25
007/6	OXI	8,00	321	1,97	58,6	18,7	22,7	C	3,32
007/7	OXI	7,60	450	1,10	58,3	19,2	22,5	C	2,39
007/8	OXI	7,67	373	1,80	58,2	17,6	24,2	C	1,17
007/9	OXI	7,96	443	2,39	59,0	17,5	23,5	C	1,87
007/10	OXI	8,14	385	1,90	53,3	18,7	28,0	C	1,01
007/11	OXI	8,14	335	2,45	45,7	25,6	28,7	C	2,46
007/12	OXI	8,00	347	1,80	42,7	30,6	26,7	C	2,59
007/13	OXI	8,04	302	1,88	25,9	47,7	26,4	L	2,25
007/14	OXI	8,07	165,6	1,70	38,0	30,6	31,4	C	1,86
007/15	OXI	8,12	348	1,10	43,3	27,9	28,8	CL	3,09
007/16	OXI	8,05	246	1,20	39,5	30,3	30,2	C	2,86
007/17	OXI	7,82	389	1,21	59,3	16,3	24,4	C	2,2
007/18	OXI	8,30	323	1,30	43,7	31,6	24,7	C	0,52
007/18α	OXI	8,10	388	1,80	44,6	18,2	37,2	C	2,02
007/18β	OXI	8,06	420	1,90	28,8	44,2	27,1	CL	1,05
007/18γ	OXI	8,28	385	1,31	49,7	21,6	28,7	C	0,84

#### 010 ΓΑΛΑΝΟΒΡΥΣΗ

010/19	C333/A00/Efx	8,42	415	1,30	34,6	40,8	24,6	CL	1,25
010/20	C333/A00/Efx	8,12	468	1,21	46,6	29,8	23,6	C	1,36
010/21	C333/A00/Efx	5,08	548	1,28	30,6	45,4	24,0	CL	0,8
010/22	C333/A00/Efx	7,03	483	1,03	26,4	48,0	25,6		1,26
010/23	C333/A00/Efx	6,26	344	1,13	33,2	43,0	23,8	CL	1,64
010/24	C333/A00/Efx	6,23	235	1,30	36,6	40,2	23,3	CL	1,23
010/25	C333/A00/Efx	6,90	450	1,20	26,0	42,4	31,6		1,09
010/26	C333/A00/Efx	6,66	183,4	1,70	35,6	3738,0	25,6	CL	0,9
010/27	C333/A00/Efx	6,20	258	1,16	23,9	43,3	32,9	L	0,17
010/28	C333/A00/Efx	6,58	170	1,30	23,8	45,8	30,4	L	0,75
010/29	C333/A00/Efx	6,98	323	1,10	26,0	49,3	24,7	L	0,24
010/30	C333/A00/Efx	6,61	254	1,31	26,6	49,4	24,0	SCL	1,55
010/31	C333/A00/Efx	6,61	281,3	1,28	31,3	40,8	27,9	CL	1,05

Κωδικός	Εδαφολ. μονάδα	p H	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	B μg/g εδ.
					Αργίλος %	Άμμος %	Ιλύς %		

**037 ΠΡΑΙΤΩΡΙ**

037/143	οχι	7,13	159,2	0,57	27,9	46,8	25,3	SCL	0,87
037/144	οχι	5,91	134,2	1,61	22,4	51,7	25,9	SCL	0,92
037/145	οχι	6,46	253	1,35	27,3	46,4	26,4	SCL	1,1
037/146	οχι	7,12	310	1,20	32,6	41,9	25,5	CL	1,24
037/147	οχι	5,65	219	0,61	16,0	60,0	24,1	SL	0,47
037/148	οχι	5,95	213	1,35	19,1	54,1	26,7	SL	0,84
037/149	οχι	6,30	258	1,42	15,1	53,3	31,6	SL	1,85

**038 ΠΥΘΙΟ**

038/150	A2*O3*/A03/Efx	7,60	305	1,39	20,6	61,4	18,1	SCL	0,55
038/151	A2*O3*/A03/Efx	6,63	132,8	1,85	23,6	53,0	23,4	SCL	0,74
038/152	A2*O3*/A03/Efx	8,11	258	2,44	36,0	44,4	19,6	CL	0,9
038/153	A2*O3*/A03/Efx	8,00	297	2,92	40,1	30,1	29,2	C	0,75
038/154	A2*O3*/A03/Efx	7,92	269	3,61	44,1	30,8	24,2	C	1,27
038/154α	A2*O3*/A03/Efx	7,90	300	2,65	42,5	32,7	24,8	C	0

**Πίνακας 2: Αποτελέσματα αναλύσεων Βορίου σε 48 δείγματα  
 νερών άρδευσης της Θεσσαλίας με τη μέθοδο της Κουρκουμίνης  
 και με τη μέθοδο της Αζωμεθίνης.**

ΚΩΔΙΚΟΣ	B (Κουρκουμίνη)	B (Αζωμεθίνη)	ΚΩΔΙΚΟΣ	B (Κουρκουμίνη)	B (Αζωμεθίνη)
ΔΕΙΓΜ.	μg /g ξηρού εδάφους	μg /g ξηρού εδάφους	ΔΕΙΓΜ.	μg /g ξηρού εδάφους	μg /g ξηρού εδάφους
K19/30	0,36	0,27	K24/25	0,42	0,38
K29/19	0,45	0,35	E37/111	0,43	0,41
T3/55	0,54	0,47	K19/29	0,12	0,26
K41/36	0,16	0,14	E33/59	0,09	0,15
E8/127	0,12	0,15	E33/59a	0,17	0,19
E28/60	0,28	0,21	T32/58	0,48	0,52
E32/65	0,09	0,1	K11/15	0,27	0,29
K25/2	0,20	0,19	K17/33	0,25	0,22
K16/50	0,18	0,15	E36/64	0,25	0,31
E35/71	0,37	0,28	K29/18	0,43	0,38
T18/57	0,10	0,09	T13/32	0,39	0,5
E22/21	0,43	0,38	K39/46	0,36	0,4
E9/118	0,21	0,4	K29/19	0,33	0,31
T32/58	0,37	0,33	K1/41	0,41	0,29
T29/2	0,62	1,1	K7/56	0,62	0,71
K25/4	0,71	0,98	K25/9	0,25	0,23
E14/115	0,44	0,59	K7/53	0,71	0,69
K25/1	0,54	0,52	T35/30	0,32	0,33
E11/62	0,62	0,87	EK39/47	0,34	0,29
T24/43	0,20	0,19	E37/121	0,71	0,85
E11/63	0,57	0,63	T32/59	0,67	0,69
K29/20	0,18	0,22	K16/49	0,75	0,66
T34/30	0,74	0,84	E9/118	0,67	0,82
T8/53	0,62	0,9	K17/32	0,65	0,63



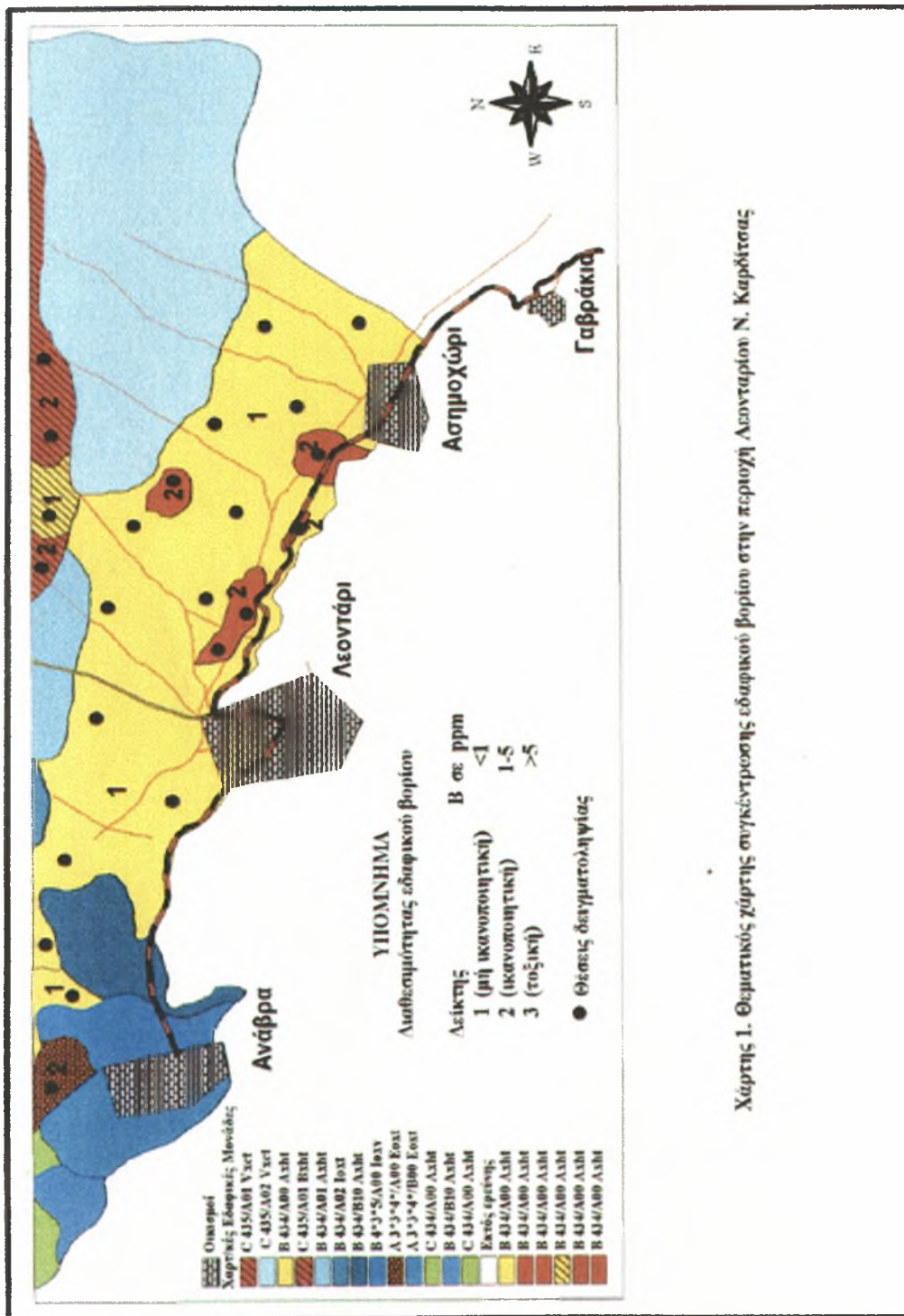
Πίνακας 3: Συγκέντρωση Βορίου σε 100 δείγματα νερών άρδευσης με τη μέθοδο της Azomethine-H.

ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΕΙΓΜ.	pH	B ppm
<b>045 ΤΣΑΡΙΤΣΑΝΗ</b>		
045/121	7,46	0,649
045/128	7,36	0,694
045/135	7,55	0,54
045/138	7,56	0,468
045/139	7,6	0,602
045/142	7,49	0,561
<b>013 ΔΟΛΙΧΙ</b>		
013/32	7,6	0,49
013/34	7,4	0,48
013/35	7,31	0,47
<b>038 ΠΥΘΙΟ</b>		
038/149	6,95	0,52
<b>017 ΘΕΟΠΕΤΡΑ ΤΡΙΚΑΛΩΝ</b>		
017/86	7,5	0,51
017/87	7,61	0,54
<b>031 ΠΛΑΤΑΝΟΣ ΤΡΙΚΑΛΩΝ</b>		
031/30	7,32	0,52
031/37	7,21	0,57
031/38	7,2	0,61
031/39	7,2	0,65
031/40	7,4	0,48
<b>034 ΠΑΛΑΙΟΥΡΓΟΣ ΤΡΙΚΑΛΩΝ</b>		
034/55	7,51	0,35
034/56	7,18	0,37
034/57	7,16	0,398
<b>015 ΑΡΔΑΝΙ ΤΡΙΚΑΛΩΝ</b>		
005/52	7,21	0,35
005/49	7,51	0,39
005/50	7,56	0,41
005/51	7,45	0,32
005/52	7,15	0,35
005/53	7,17	0,37
005/54	7,35	0,51
<b>010 ΒΑΣΙΛΙΚΗ ΤΡΙΚΑΛΩΝ</b>		
010/81	7,48	0,325
010/84	7,35	0,45
010/85	7,16	0,408
010/82	7,51	0,38
010/83	7,51	0,41
010/77	7,03	0,45
010/78	7,1	0,65
010/79	7,13	0,195
010/80	7,2	0,32
<b>043 ΣΥΚΕΑ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ</b>		
043/111	6,87	0,159
043/115	8,36	0,45
043/119	6,86	0,324
<b>037 ΠΡΑΙΤΩΡΙ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ</b>		
037/144	7,36	0,661
037/145	7,81	0,225
<b>018 ΚΑΛΛΙΘΕΑ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ</b>		
018/55	7,14	0,096
<b>ΚΩΔΙΚΟΣ</b>	<b>pH</b>	<b>B</b>

<b>ΔΕΙΓΜ.</b>		<b>ppm</b>
018/56	7,38	0,165
018/57	6,98	0,166
018/58	8,35	0,137
018/59	8,07	0,124
<b>034 ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ</b>		
034/85	7,1	0,189
034/86	7,44	0,181
034/87	7,3	0,038
<b>037 ΜΑΥΡΟΜΑΤΙ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ</b>		
037/108	7,62	0,165
<b>013 ΓΕΛΑΝΘΗ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ</b>		
013/111	7,39	0,402
<b>037 ΠΡΑΙΤΩΡΙ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ</b>		
037/143	7,81	0,225
037/144	7,36	0,35
<b>010 ΓΑΛΑΝΟΒΡΥΣΗ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ</b>		
010/19	7,72	0,195
010/20	7,69	0,36
010/21	7,53	0,459
<b>042 ΣΤΕΦΑΝΟΒΟΥΝΟ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ</b>		
042/98	7,52	0,217
042/99	7,66	0,206
042/100	9,18	0,231
<b>031 ΜΕΣΟΧΩΡΙ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ</b>		
031/77	7,6	0,153
031/81	7,78	0,016
031/84	7,88	0,167
<b>015 ΔΡΥΜΟΣ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ</b>		
015/41	7,36	0,049
015/42	7,82	0,231
<b>07 ΒΑΛΑΝΙΔΑ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ</b>		
07\1	7,24	0,008
07\2	7,36	0,118
07\3	7,35	0,005
07\4	7,4	0,021
07\18α	7,23	0,093
<b>025 ΚΑΡΠΟΧΩΡΙ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ</b>		
025/2	7,34	0,253
025/9	7,32	0,167
025/10	7,49	0,263
025/25	7,13	0,277
025/15	7,45	0,36
025/22	6,95	0,402
<b>041 ΜΥΡΙΝΗ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ</b>		
041/142	8,04	0,178
<b>007 ΑΜΠΕΛΟΣ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ</b>		
007/31	7,49	0,357
007/34	7,73	0,305
007/37	7,13	0,296
007/39	7,3	0,324
007/43	7,29	0,283
007/47	7,21	0,335

<b>ΚΩΔΙΚΟΣ</b>	<b>pH</b>	<b>B</b>
<b>ΔΕΙΓΜ.</b>		<b>ppm</b>

<b>016 ΔΑΣΟΧΩΡΙ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ</b>		
016/61	7,26	0,316
016/65	7,23	0,255
<b>039 ΜΕΛΙΣΣΟΧΩΡΙ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ</b>		
039/60	7,45	0,38
<b>001 ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ</b>		
001/128	7,53	0,371
001/134	7,34	0,231
001/137	7,36	0,316
<b>008 ΑΝΑΒΡΑ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ</b>		
008/68	8,07	0,283
<b>029 ΛΕΟΝΤΑΡΙ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ</b>		
029/76	7,11	0,39
029/79	7,71	0,242
029/83	8,01	0,247
029/86	7,1	0,261
<b>011 ΑΣΗΜΟΧΩΡΙ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ</b>		
011/88	7,08	0,198
<b>017 ΖΑΙΜΙ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ</b>		
017/89	7,51	0,225
017/91	7,03	0,203
<b>019 ΚΑΛΛΙΦΩΝΙ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ</b>		
019/95	7,7	0,285
019/97	7,19	0,143
019/100	7,29	0,189
<b>040 ΜΗΤΡΟΠΟΛΗ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ</b>		
040/118	7,46	0,22
040/117	8,23	0,132
<b>053 ΦΡΑΓΚΟ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ</b>		
053/115	8,19	0,145
<b>015 ΓΡΙΖΑΝΟ ΤΡΙΚΑΛΩΝ</b>		
015/67	6,97	0,235
015/68	6,79	0,162
015/69	7,06	0,178
<b>003 ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΙ ΛΑΡΙΣΑΣ</b>		
003/4	7,7	0,143
003/6	7,48	0,22
<b>019 ΡΟΔΙΑ ΛΑΡΙΣΑΣ</b>		
019/7	7,74	0,11



Χάρτης 1. Θεματικός χάρτης συγκέντρωσης εδαφικού βορίου στην περιοχή Λεονταρίου Ν. Καρδίτσας

