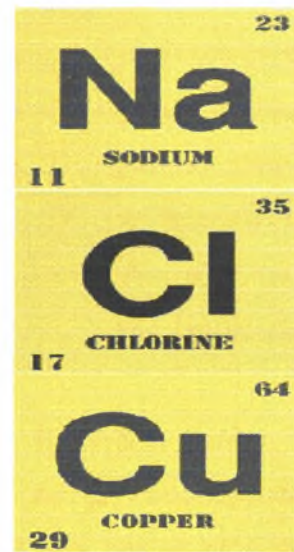


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ



<<Μελέτη των επιπέδων χλωρίου, νατρίου και χαλκού σε εδάφη και σε βαμβάκι(*Gossypium hirsutum*) στην περιοχή του Αλμυρού Ν. Μαγνησίας. Απεικόνιση της χωρικής παραλλακτικότητας των στοιχείων αυτών με GIS>>

ΒΟΛΟΣ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2011

Κασιδάκης Αθανάσιος



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ.Εισ: 9791/1

Ημερ.Εισ: 19-09-2011

Δωρεά: Συγγραφέας

Ταξιθετικός Κωδικός ΠΤ – ΦΠΑΠ

2011

ΚΑΣ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θεωρώ υποχρέωση μου να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα Καθηγήτριά μου Α. Δημήρκου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος και διευθύντρια του Εργαστηρίου Εδαφολογίας για την πολύτιμη βοήθεια και αμέριστη συμπαράσταση κατά την διάρκεια των σπουδών μου. Η συμβολή της υπήρξε καθοριστική στη συγγραφή της και επιτυχή ολοκλήρωση της παρούσας προπτυχιακής διατριβής.

Θερμά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Σταμάτη Φλωρά, μέλος Συμβουλευτικής Επιτροπής, για την πολύτιμη και ουσιαστική βοήθεια που μου παρείχε όλα αυτά τα χρόνια με την διδασκαλία και εκπαίδευση στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών καθώς και για τις σημαντικές διορθώσεις και επισημάνσεις που ήταν απαραίτητες για την ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής. Επίσης, η παρούσα διατριβή θα ήταν ανέφικτη χωρίς την συνδρομή του Δρ. Σταμάτη Φλωρά κατά την διαδικασία της λήψης των εδαφικών δειγμάτων.

Θεωρώ υποχρέωσή μου να ευχαριστήσω θερμά την Δρ. Ευαγγελία Γκόλια, μέλος Συμβουλευτικής Επιτροπής, Διδάσκουσα με Π.Δ. 407/80 που μου συμπαραστάθηκε και ήταν δίπλα μου σε όλη την διάρκεια των σπουδών μου και με τις χρήσιμες συμβουλές, μου παρείχε πολύτιμη βοήθεια.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: ΚΑΣΙΔΑΚΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

<<ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΝΑΤΡΙΟΥ, ΧΛΩΡΙΟΥ ΚΑΙ ΧΑΛΚΟΥ ΣΕ ΕΔΑΦΗ
ΚΑΙ ΣΕ ΒΑΜΒΑΚΙ(GOSSYPIUM HIRSUTUM) ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ
ΑΛΜΥΡΟΥ Ν. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ.

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ
ΑΥΤΩΝ ΜΕ GIS.>>

Η τριμελής επιτροπή αποτελείται από τους:

1. Α Δημήρκου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Επιβλέπουσα Καθηγήτρια
2. Ν. Τσιρόπουλο, Αναπληρωτή Καθηγητή Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, μέλος Συμβουλευτικής Επιτροπής
3. Δρ. Γκόλια Ε.Ε., Διδάσκουσα με Π.Δ 407/80, Μέλος Συμβουλευτικής Επιτροπής

ΒΟΛΟΣ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2011

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε σύνολο 251 δειγμάτων που παρελήφθησαν από την περιοχή του Αλμυρού του Νομού Μαγνησίας έγινε προσδιορισμός της συγκέντρωσης του νατρίου, του χλωρίου και του χαλκού. Τα εδαφικά δείγματα και τα δείγματα αεροξηράνθηκαν, και διήλθαν σε κόσκινο διαμέτρου 2 mm. Στην συνέχεια τα στοιχεία των συγκεντρώσεων περάστηκαν σε βάση δεδομένων του προγράμματος ArcGIS v 9.1 και πραγματοποιήθηκε γεωστατιστική ανάλυση των δεδομένων βάση μοντέλων του προγράμματος. Τα αποτελέσματα απεικονίστηκαν σε θεματικούς χάρτες όπου δείχνεται η χωρική παραλλακτικότητα του νατρίου, του χλωρίου και του χαλκού στην περιοχή του Αλμυρού.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΜΕΡΟΣ 1^ο -ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ, ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ, ΣΙΔΗΡΟΥ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟ ΒΑΜΒΑΚΙ

Το νάτριο στο έδαφος.....	6
Το χλώριο στο έδαφος.....	9
Ο χαλκός στο έδαφος.....	12
Θρέψη και λίπανση βαμβακιού.....	15

ΜΕΡΟΣ 2^ο –ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

Δειγματοληψία.....	20
Εργαστηριακές αναλύσεις των εδαφικών δειγμάτων.....	22
Προσδιορισμός του pH.....	22
Προσδιορισμός της ηλεκτρικής αγωγιμότητας E.C(Electrical Conductivity).....	23
Προσδιορισμός της οργανικής ουσίας.....	24
Προσδιορισμός των στοιχείων με τη μέθοδο της Ατομικής Απορρόφησης.....	25
Αρχές φασματοσκοπίας Ατομικής Απορρόφησης.....	25
Μεθοδολογία Ποσοτικού Προσδιορισμού των με τη μέθοδο της Ατομικής Απορρόφησης.....	26
Ψηφιακοί θεματικοί χάρτες.....	27
Προσδιορισμός λαθών από την ψηφιοποίηση.....	28
Σύστημα προβολής χαρτών.....	29
Εφαρμογή του ArcGIS 9.1 Desktop.....	30
ArcGIS Geostatistical 9.1 Desktop.....	31
Εξέταση της χωρικής παραλλακτικότητας των δεδομένων.....	32

ΜΕΡΟΣ 3^ο - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

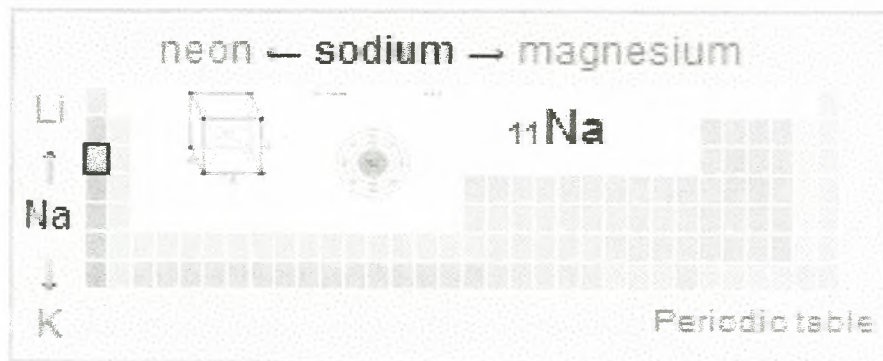
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	34
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	50
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	51

ΠΡΩΤΟ ΜΕΡΟΣ

Νάτριο και έδαφος (SODIUM)

Το χημικό στοιχείο Νάτριο [σύμβολο Na (λατινικά: Natrium)] είναι ένα μαλακό, ασημόλευκο, πολύ δραστικό μέταλλο από την ομάδα των αλκαλίων στον Περιοδικό πίνακα με ατομικό αριθμό 11 και ατομικό βάρος 22,98977. Έχει θερμοκρασία τήξης 97,72 C° και θερμοκρασία βρασμού 883 C°. Το νάτριο είναι πολύ διαδομένο στη φύση με τη μορφή χημικών ενώσεων, όπως το χλωριούχο νάτριο, (NaCl, κοινό αλάτι), που βρίσκεται σε πολύ μεγάλες ποσότητες στο θαλασσίνο νερό, το νιτρικό νάτριο ή νίτρο της Χιλής, που είναι κρυσταλλικό και βρίσκεται μέσα στο έδαφος. Άλλες ενώσεις είναι το υδροξείδιο του νατρίου (NaOH), το ανθρακικό νάτριο (Na₂CO₃) και η μαγειρική σόδα (NaHCO₃). Αποτελεί το περίπου 2.5 % του φλοιού της γης και έτσι είναι το πιο άφθονο αλκάλιο. Επίσης βρίσκεται και στα άστρα.

Έχει ατομικό αριθμό 11 και ατομικό βάρος 23 και ειδικό βάρος 0,968. Είναι μαλακό, στερεό, ελατό, ασημόλευκο αλκαλικό μεταλλικό χημικό στοιχείο με υφή σαν του κεριού. Οξειδώνεται όμως γρήγορα στον αέρα. Ενώνεται πάρα πολύ εύκολα με τα περισσότερα αμέταλλα και πιο πολύ με το υδρογόνο, τα αλογόνα και το θείο. Διασπά το νερό εν ψυχρώ και δίνει υδρογόνο και καυστικό νάτριο. λόγω της δραστικότητάς του δεν απαντάνται ελεύθερο στη φύση, παρά μόνο σε ενώσεις. Έχει πολλές χρήσεις στην οργανική χημεία. Απ' τις πολυάριθμες ενώσεις του οι κυριότερες είναι οι εξής: Το αζίδιο και το αμίδιο του νατρίου, το ανθρακικό και το δισανθρακικό νάτριο (σόδα), το υπερβορικό νάτριο, το θειικό νάτριο (άλας του Γκλάουμπερ), το θειούχο νάτριο, το νιτρικό νάτριο, το όξινο θειώδες νάτριο, το υδροξείδιο του νατρίου, το ιωδιούχο νάτριο και το χλωριούχο νάτριο



Το Νάτριο ανακαλύφθηκε το 1807

Όταν το νάτριο κυριαρχεί μεταξύ των διαλυτών αλάτων τότε τα εδάφη χαρακτηρίζονται νατριωμένα. Η αλάτωση του εδάφους εμφανίζεται εκεί που το μητρικό υλικό είναι πλούσιο σε διαλυτά άλατα, ή εκεί που υπάρχει ρηχός αλατούχος υπόγειος υδροφόρας. Επίσης, στις ξηρές και ημίξηρες περιοχές, όπου οι βροχοπτώσεις δεν επαρκούν για να ξεπλύνουν τα διαλυτά άλατα του εδάφους ή η στράγγιση είναι περιορισμένη, αυξάνουν σημαντικά οι συγκεντρώσεις των αλάτων και τα εδάφη καθίστανται αλατούχα. Επιπλέον, διάφορες γεωχημικές διαδικασίες μπορούν να οδηγήσουν σε σχηματισμό αλατούχων εδαφών. Στις αρδευόμενες εκτάσεις που δεν υπάρχει επαρκής αποστράγγιση των εδαφών για την έκπλυση και την αφαίρεση των αλάτων εμφανίζεται δευτερογενής αλάτωση του εδάφους, με συνέπεια τα εδάφη να γίνονται αλατούχα και μη παραγωγικά. Τα αλατούχα εδάφη μειώνουν όχι μόνο τη διαθεσιμότητα του νερού στις καλλιέργειες, αλλά και τη διαθεσιμότητα των μικροθρεπτικών σε αυτές. Επίσης, οι αυξημένες συγκεντρώσεις ορισμένων ιόντων μπορεί να δράσουν τοξικά σε ορισμένες καλλιέργειες και να υποβαθμίσουν τη δομή του εδάφους.

Τα αλατούχα εδάφη μπορούν να περιέχουν υπερβολικό ανταλλάξιμο νάτριο (νατριωμένα εδάφη) ή και υπερβολικά αλάτια και ανταλλάξιμο νάτριο (αλατούχα-νατριωμένα εδάφη). Η ταξινόμηση των αλατούχων εδαφών γίνεται με βάση την ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC), το pH και το λόγο προσρόφησης του νατρίου (SAR).

Βασικά μέτρα που αποτρέπουν τη νατρίωση των καλλιεργούμενων εδαφών

1. Έδαφος

- Διατήρηση σε ικανοποιητικό επίπεδο της γονιμότητας, του pH και της δομής του εδάφους για να ενθαρρυνθεί η ανάπτυξη καλλιεργειών υψηλής αποδοτικότητας.
- Μεγιστοποίηση της φυτικής κάλυψης του εδάφους και χρήση πολλαπλών ειδών φυτών.
- Κάλυψη του εδάφους με φυτικά υπολείμματα που συμβάλλει στη διατήρηση της εδαφικής υγρασίας και στη μείωση της διάβρωσης.
- Επιλογή κατάλληλων καλλιεργειών.

-Χρήση αμειψισποράς, ελάχιστου οργώματος, ελάχιστων περιόδων αγρανάπαυσης.

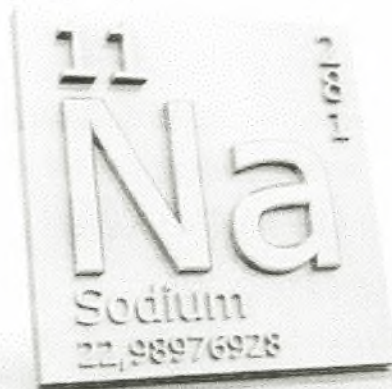
- Διαχρονική παρακολούθηση βασικών χημικών παραμέτρων του εδάφους.

2. Νερό

-Παρακολούθηση της εδαφικής υγρασίας, ακριβής προσδιορισμός των απαιτήσεων σε νερό και αποδοτική άρδευση.

-Επαρκής στράγγιση.

- Διαχρονική παρακολούθηση βασικών χημικών παραμέτρων των νερών άρδευσης.



Νάτριο εμπλέκεται στην όσμωση και στην ισορροπία των ιόντων στα φυτά.

Χλώριο και έδαφος (CHLORIDE)

Το χημικό στοιχείο χλώριο είναι ένα αμέταλλο στοιχείο. Ανήκει στη 17η ομάδα (VIIA) του Περιοδικού Συστήματος, τα Αλογόνα. Έχει ατομικό αριθμό 17 και ατομικό βάρος 35,453, θερμοκρασία τήξης $-100,98\text{ C}^\circ$ και θερμοκρασία βρασμού $-34,6\text{ C}^\circ$. Το σύμβολό του είναι Cl. Είναι ένα στοιχείο που δεν απαντάται ελεύθερο στη φύση, αλλά κυρίως ως ιόν σε διάφορα άλατα και κυρίως στο μαγειρικό αλάτι. Χρησιμοποιείται ως απολυμαντικό νερού. Το χλώριο είναι ένα ανοιχτό πράσινο αέριο με χαρακτηριστική οσμή που είναι ίδια με αυτήν των διαλυμάτων χλωρίνης που χρησιμοποιούνται στην οικιακή καθαριότητα. Είναι πολύ ισχυρό οξειδωτικό μέσο και αντιδρά με τα μέταλλα. Είναι σημαντικό απολυμαντικό και λευκαντικό και διαλύεται εύκολα στο νερό. Το χλωριούχο νάτριο ήταν γνωστό από τους αρχαίους χρόνους. Η απομόνωση στοιχειακού χλωρίου έγινε από τον Σουηδό χημικό Καρλ Βίλχελμ Σέελε το 1774. Ο Σέελε παρήγαγε χλώριο με την αντίδραση υδροχλωρικού οξέος με διοξείδιο του μαγγανίου:



Ο Σέελε δεν κατάλαβε εκείνη τη στιγμή ότι είχε ανακαλύψει ένα νέο χημικό στοιχείο. Μετά από τριάντα περίπου χρόνια, ο Σερ Χάμφρεϊ Ντέιβι, ένας Άγγλος χημικός, απέδειξε ότι το χλώριο ήταν στοιχείο. Χρησιμοποιήθηκε αρχικά ως βακτηριοκτόνο, το 1846 στη Βιέννη. Κατά τη διάρκεια του Πρώτου Παγκοσμίου Πολέμου χρησιμοποιήθηκε από Γερμανούς και Συμμάχους ως χημικό όπλο, με τρομακτικά αποτελέσματα στους ανθρώπους και στη γύρω πανίδα και χλωρίδα. Γύρω από τις θέσεις των μαχών πολλά δέντρα έχασαν το χρώμα των φύλλων τους και αρκετά λουλούδια άλλαξαν χρώμα.

Στη φύση βρίσκονται δύο σταθερά ισότοπα του χλωρίου: το ^{35}Cl και το ^{37}Cl , με ποσοστά 75,78% και 24,22%.



Το χλώριο παράγεται βιομηχανικά από ηλεκτρόλυση διαλύματος χλωριούχου νατρίου. Το μεγαλύτερο μέρος χλωριούχου νατρίου προέρχεται από κοιτάσματα ορυκτού άλατος. Κατά τη διάρκεια της ηλεκτρόλυσης παράγεται και υδροξείδιο του νατρίου, το οποίο επίσης χρησιμοποιείται. Υπάρχουν τρία είδη διεργασιών παραγωγής χλωρίου: η διεργασία κελιού με μεμβράνη, η διεργασία κελιού με διάφραγμα και η διεργασία με υδράργυρο. Από τις τρεις διεργασίες η παλαιότερη είναι η διαδικασία με υδράργυρο. Πλεονεκτεί στο ότι τα προϊόντα της είναι εξαιρετικά καθαρά, αλλά το πρόβλημα της διαφυγής υδραργύρου είναι εξαιρετικά σημαντικό. Γι' αυτό το λόγο, στις μέρες μας προτιμούνται διεργασίες με ημιπερατές μεμβράνες.

Ο χημικός δεσμός μεταξύ των δύο ατόμων χλωρίου μπορεί να διασπαστεί ομολυτικά από την θερμότητα ή, συνηθέστερα, από ορατό φως. Οι ελεύθερες ρίζες που προκύπτουν είναι εξαιρετικά δραστικά σώματα, τα οποία μέσα από μία σειρά αντιδράσεων μπορούν να αντικαταστήσουν όλα τα υδρογόνα ενός οργανικού μορίου. Εκτός από τις αντιδράσεις ελευθέρων ριζών, το μόριο του χλωρίου μπορεί να προστεθεί σε διπλούς ή τριπλούς δεσμούς οργανικών μορίων.

Το μόριο του χλωρίου σε υδατικό διάλυμα παθαίνει αυτοοξειδαναγωγή, σύμφωνα με την εξής αντίδραση:



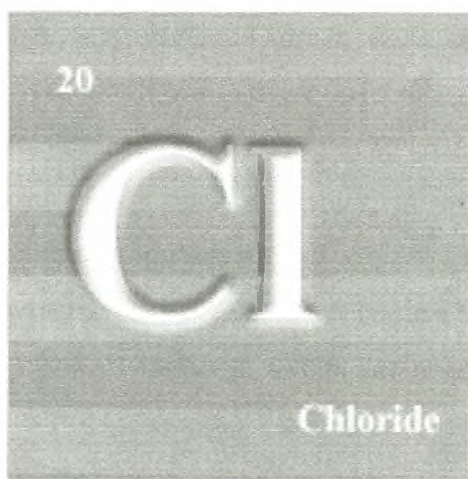
Η θέση της ισορροπίας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το pH του διαλύματος.

Το υποχλωριώδες ιόν μπορεί με τη σειρά του να δώσει με αυτοοξειδαναγωγή χλωρικά ιόντα. Αυτά, στη μορφή του άλατος με νάτριο χρησιμοποιούνται στον αποχρωματισμό ξυλοπολτού.

Τα χλωρικά ιόντα με ηλεκτρόλυση σε υδατικό διάλυμα μπορούν να δώσουν υπερχλωρικά ιόντα, τα οποία είναι εκρηκτικά και βρίσκουν χρήση σε αντίστοιχες εφαρμογές.

Το Χλώριο στην πραγματικότητα είναι ένα από τα 16 απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για όλα ανεξαιρέτως τα καλλιεργούμενα φυτά. Απαντάται σε όλα τα εδάφη, καθώς και στην ατμόσφαιρα. Μερικές καλλιέργειες όπως π.χ. τα ζαχαρότευτλα, ευεργετούνται από την προσθήκη του Χλωρίου στα λιπάσματα. Πολλές άλλες μεγάλες καλλιέργειες (σιτηρά, καλαμπόκι, βαμβάκι, ρύζι κλπ.) και δενδροκομικά είδη (ελιά, πυρηνόκαρπα, μηλοειδή), δηλ. πάνω από 85% των καλλιεργειών της χώρας μας δεν έχουν κανένα απολύτως πρόβλημα με τη χρήση του. Επίσης το Χλώριο είναι πάρα πολύ ευκίνητο χημικό στοιχείο που ξεπλένεται ταχύτατα από το έδαφος με το πότισμα και τη βροχή.

Το χλώριο εμπλέκεται στην όσμωση (μετακίνηση του νερού η διαλυτών στα κύτταρα) , η ισορροπία ιόντων που είναι απαραίτητη στα φυτά στην απορρόφηση μεταλλικών στοιχείων και στη φωτοσύνθεση. Η απώλεια θα παρατηρηθεί με μάρωμα των ριζών και δημιουργία νεων κοντόχοντρων ριζών. Ακόμη με χλώρωση (κιτρίνισμα) . Η μυρωδιά σε μερικά φυτά μπορεί να μειωθεί. Αν τα επίπεδα χλωρίου είναι αυξημένα τότε μερικά φυτά μπορεί να παρουσιάσουν σημάδια τοξικότητας.



Χαλκός και έδαφος (COPPER)

Το χημικό στοιχείο Χαλκός είναι μέταλλο με ατομικό αριθμό 29 και ατομικό βάρος 63,546. Έχει θερμοκρασία τήξης 1084,6 °C και θερμοκρασία βρασμού 2567 °C. Το σύμβολό του είναι Cu. Έχει κοκκινωπό χρώμα και είναι όλκιμος και ελατός. Σύμφωνα με τους αρχαιολόγους ο χαλκός είναι το πρώτο από τα μέταλλα που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος για την κατασκευή σκευών, εργαλείων και όπλων. Εκτιμάται ότι ο χαλκός έγινε γνωστός περίπου το 9.000 π.Χ., πιθανόν επειδή απαντά ως αυτοφυής και δεν απαιτεί μεταλλουργική διαδικασία για την παρασκευή του σε καθαρή μορφή. Το αγγλικό του όνομα copper προκύπτει από το λατινικό Cuprum, λέξη η οποία με τη σειρά της προέρχεται από το νησί της Κύπρου, όπου και εξορυσσόταν κατά την ρωμαϊκή εποχή. Ανευρίσκεται αυτοφυής στην Φύση, ωστόσο σήμερα τα κοιτάσματα αυτοφυούς χαλκού είναι είτε περιορισμένα είτε μη οικονομικά εκμεταλλεύσιμα. Συνήθως παρασκευάζεται με φρύξη μεταλλεύματος θειούχου χαλκού, οπότε παράγεται οξείδιο του χαλκού, το οποίο αντιδρά με τον θειούχο και δίνει καθαρό χαλκό.

Ο παραγόμενος χαλκός δεν έχει μεγάλο βαθμό καθαρότητας. Γι' αυτό υφίσταται ηλεκτρόλυση, οπότε η καθαρότητα φθάνει το 99,9%, ενώ στο ηλεκτρόδιο επικαθηνται σίδηρος και άργυρος. Είναι μέταλλο με χαρακτηριστικό χρώμα (ερυθρό του χαλκού) και χαρακτηριστική μεταλλική λάμψη. Είναι επίσης μαλακός (σκληρότητα 2.5-3 στην Κλίμακα Mohs δύστηκτος (σ.τήξεως 1084,6° C, σημείο βρασμού 2562° C), ιδιαίτερα ελατός και όλκιμος, πολύ καλός αγωγός της θερμότητας και του ηλεκτρισμού. Λόγω της ιδιότητάς του όταν είναι τηγμένος να απορροφά ατμοσφαιρικό αέρα, τον οποίο αποβάλλει ψυχόμενος, δεν μπορούν να κατασκευασθούν χυτά αντικείμενα από χαλκό. Δεν εμφανίζει σχιστότητα, ενώ έχει ανώμαλη θραύση. Είναι τελείως αδιαφανής, ακόμη και σε λεπτά ελάσματα. Δεν εμφανίζει μαγνητικές ιδιότητες. Σε επαφή με άλλα μέταλλα εμφανίζει διαφορά δυναμικού (φαινόμενο Galvani).

Ο χαλκός εμφανίζει δύο αριθμούς οξειδωσης (+1 και +2). Δεν είναι ιδιαίτερα δραστικό μέταλλο γι' αυτό και δεν αντιδρά εύκολα με άλλα στοιχεία και δεν

χρησιμοποιείται ευρέως ως αναγωγικό. Στον ατμοσφαιρικό αέρα καλύπτεται αρχικά από οξειδίο του, το οποίο, με το διοξείδιο του άνθρακα μετατρέπεται σε ανθρακικό χαλκό, προσδίνοντάς του πρασινωπό χρώμα. Αντιδρά με οξυγόνο, θείο και αλογόνα προς τις αντίστοιχες ενώσεις. Δεν προσβάλλεται από αραιά οξέα ούτε από πυκνό θειικό οξύ, προσβάλλεται από το νιτρικό οξύ (HNO₃).



Ο χαλκός έχει δύο σταθερά ισότοπα το ⁶³Cu και το ⁶⁵Cu.

Η πρόσληψη του χαλκού είναι ενεργή και ελέγχεται μεταβολικά. Οι ρίζες έχουν την ικανότητα να απορροφούν Cu²⁺ καθώς και συμπλοκοποιημένο Cu.

Ο χαλκός κινείται στο ξύλο συμπλοκοποιημένος με διαλυτές αζωτούχες ενώσεις, όπως αμινοξέα. Κατά προσέγγιση ο μισός από τον ενεργό χαλκό του φυτού βρίσκεται στους χλωροπλάστες. Η συγκέντρωση χαλκού στους βλαστούς είναι υψηλότερη όταν τα φυτά είναι νεαρά και μειώνεται σταθερά καθώς τα φυτά ωριμάζουν. Στα άνθη, ο περισσότερος από τον χαλκό βρίσκεται στους ανθήρες και στις ωοθήκες.

Ο χαλκός είναι συστατικό πολλών ενζυμικών συμπλόκων που επηρεάζουν τον μεταβολισμό των σακχάρων και του αζώτου στο φυτό. Η πλαστοκυανίνη είναι ένα χαλκοένζυμο που περιλαμβάνεται στην αλυσίδα μεταφοράς ηλεκτρονίων του φωτοσυστήματος I. Περισσότερη από τη μισή ποσότητα του χαλκού των φύλλων σχετίζεται με την πλαστοκυανίνη. Στα μιτοχόνδρια οι κυτοχρωμο-οξειδάσες που περιέχουν χαλκό αποτελούν μέρος της αναπνευστικής πορείας. Άλλα χαλκοένζυμα περιλαμβάνονται σε αντιδράσεις οξειδωσης, ανάγοντας το O₂ σε H₂O₂ ή H₂O. Στις μεμβράνες των θυλακοειδών και στα μιτοχόνδρια, οι φαινολάσες καταλύουν την

οξυγόνωση φαινολών, οι οποίες στη συνέχεια οξειδώνονται προς κινονες. Η φαινόλαση και η λακάση εμπλέκονται στη σύνθεση της λιγνίνης. Στο χλωροπλαστίι, τα δισοένζυμα της δισμουτάσης του υπεροξειδίου προστατεύουν τα φυτά από ζημιές που οφείλονται στην υπεροξειδική ρίζα O_2^- με αναγωγή προς H_2O_2 . Αυτό το ένζυμο περιέχει επίσης και ψευδάργυρο. Στο κυτόπλασμα και τα κυτταρικά τοιχώματα, η οξειδάση του ασκορβικού οξέος καταλύει την οξείδωση του ασκορβικού οξέος σε L-δεϋδρο-ασκορβικό. Οι αμινο-οξειδάσες καταλύουν την οξειδωτική απαμίνωση των ενώσεων που περιέχουν αμινομάδες.

Η περιεκτικότητα των περισσότερων φυτών σε χαλκό κυμαίνεται μεταξύ 2 και 20 mg.kg⁻¹ (ppm). Το εύρος επάρκειας στα φύλλα είναι μεταξύ 3 και 7 ppm. Επίπεδα χαλκού μέχρι και 200 ppm μπορούν να βρεθούν όταν εφαρμόζονται χαλκούχα μυκητοκτόνα στις καλλιέργειες.

Σε περίπτωση έλλειψης χαλκού οι άκρες των φύλλων πεθαίνουν και τα περιθώρια των φύλλων μαραίνονται. Έλλειψη του χαλκού μειώνει την ικανότητα φωτοσύνθεσης. Αυτό πιθανοτατα θα συμβαίνει λόγω ασταθούς ή ελλιπούς λίπανσης στην στήλη του νερού. Θα πρέπει να γίνει προσθήκη λιπάσματος το οποίο περιέχει χαλκό με προσοχή όμως γιατί ο υπερβολικός χαλκός θα προκαλέσει μόνιμες ζημιές (θάνατος) σε διάφορα φυτά.



Θρέψη και λίπανση του βαμβακιού

Το βαμβάκι, χωρίς να είναι ιδιαίτερα απαιτητικό σε ισχυρή δοσολογία λιπασμάτων, πρέπει ωστόσο να λιπαίνεται συστηματικά για την εξασφάλιση ικανοποιητικής παραγωγής και καλής ποιότητας ινών. Η απομάκρυνση εδαφικών θρεπτικών στοιχείων που συνεπάγεται η βαμβακοκαλλιέργεια είναι σχετικά περιορισμένη, αλλά η αναγκαιότητα της λίπανσης οφείλεται και στο γεγονός ότι το ριζικό σύστημα του βαμβακιού είναι πασσαλώδες, χωρίς καλή εκμετάλλευση της εδαφικής γονιμότητας.



Όμως, για την αξιοποίηση της ενδεδειγμένης λίπανσης καθοριστικός είναι ο ρόλος των κατάλληλων εδαφικών συνθηκών. Το βαμβάκι απαιτεί εδάφη μέσης συστάσεως, βαθιά, με καλή υδατοϊκανότητα, με οργανική ύλη όχι πάνω από 3%, με pH από 6 μέχρι 7,5, με ελεύθερο ανθρακικό ασβέστιο όχι πάνω από 10%. Τόσο στα πολύ όξινα, όσο και στα πολύ αλκαλικά εδάφη ανακύπτουν προβλήματα, στην πρώτη περίπτωση τοξικότητας του μαγγανίου, ή του αργιλίου και στη δεύτερη περίπτωση δέσμευσης του φωσφόρου και των μεταλλικών μικροθρεπτικών στοιχείων (ψευδαργύρου, σιδήρου, μαγγανίου, χαλκού). Το βόριο, όπως και το μαγνήσιο είναι συχνά ανεπαρκή, τόσο σε πολύ όξινα, όσο και σε πολύ αλκαλικά εδάφη. Σε αντίθεση με άλλες

εντατικές καλλιέργειες το βαμβάκι αντέχει σε αρκετά υψηλές συγκεντρώσεις διαλυτών αλάτων, αλλά η χρησιμοποίηση υφάλμυρου αρδευτικού νερού έχει καταστρεπτικές συνέπειες γιατί συντελεί στην απερίμωση των γεωργικών εδαφών. Οι ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων που παραλαμβάνονται από την καλλιέργεια, όπως αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα, είναι ενδεικτικές των αντίστοιχων λιπαντικών αναγκών.

(Για παραγωγή 250 κιλών/στρ σύσπορου βαμβακιού)

Μακροθρεπτικά στοιχεία, κιλά/στρ					
Άζωτο (N)	Φώσφορος (P ₂ O ₅)	Κάλι (K ₂ O)	Μαγνήσιο (MgO)	Ασβέστιο (CaO)	Θείο (S)
15,6	3,6	15,1	4,0	16,8	6,4
Μικροθρεπτικά στοιχεία (Ιχνοστοιχεία), γραμμάρια/στρ					
Σίδηρος (Fe)	Μαγγάνιο (Mn)	Ψευδάργυρος (Zn)	Χαλκός (Cu)	Βόριο (B)	
296	25	11,6	12,0	32,0	

Επισημαίνεται ότι σημαντικό ποσοστό των παραπάνω ποσοτήτων, άνω του 50%, απαντάται στα μη συγκομίσια φυτικά μέρη (στελέχη, φύλλα κλπ) που συνήθως παραμένουν στο χωράφι. Επίσης ότι, η αναπλήρωση με τη λίπανση των τελικά απομακρυνόμενων θρεπτικών στοιχείων πρέπει να λαμβάνει υπόψη το συντελεστή αξιοποίησης των λιπασμάτων, όπως και στην περίπτωση του αραβοσίτου που αναφέρεται πιο πάνω.

Ορθολογική Λιπαντική Διαχείριση

Όμως, οι λιπαντικές ανάγκες του βαμβακιού είναι σημαντικά μεγαλύτερες από τις ποσότητες θρεπτικών στοιχείων που απομακρύνονται με την καλλιέργεια, διότι ο συντελεστής αξιοποίησης των λιπασμάτων για το άζωτο συνήθως είναι μεταξύ 40% και 60% για δε τα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία και ιδιαίτερα για το φωσφόρο ο συντελεστής αυτός είναι πολύ χαμηλότερος.

Συνοπτικά, η ορθολογική λιπασματική διαχείριση του βαμβακιού πρέπει να στοχεύει:

1) Στη συμπλήρωση της θρεπτικής τροφοδοσίας του ίδιου του εδάφους, με γνώμονα την εδαφοανάλυση και την καλλιεργητική ιστορία του χωραφιού (προηγούμενες καλλιέργειες και λιπάνσεις) . Η στρατηγική αυτή αφορά τα δυσκίνητα θρεπτικά όπως ο φωσφόρος και τα λιγότερο ευκίνητα όπως το κάλι και το μαγνήσιο.

2) Για το άζωτο, στην αναπλήρωση σχεδόν του συνόλου των απομακρυνόμενων ποσοτήτων επί δύο δηλ. λαμβάνοντας υπόψη το συντελεστή αξιοποίησης Εξαιρέσεις αποτελούν οι περιοχές με νιτρορύπανση των υδατικών πόρων. Επίσης, οι αγροί που έχουν δεχθεί οργανική λίπανση (π.χ. ζωική κόπρο άνω των 1000 κιλών/στρ), ή χλωρά λίπανση (με ενσωμάτωση ψυχανθούς πριν από την ανθοφορία) όπου σημαντικό μέρος των αναγκών καλύπτεται από την ορυκτοποίηση της οργανικής ύλης και το δεσμευμένο ατμοσφαιρικό άζωτο

3) Στην επιλογή μορφών και μεθόδων προσθήκης των λιπασμάτων που αυξάνουν το συντελεστή αξιοποίησης του λιπάσματος, ζήτημα πολύ σημαντικό ιδιαίτερα για το άζωτο.

Δεσπόζουσα θέση στη λιπαντική διαχείριση του βαμβακιού κατέχει το άζωτο, που αυξάνει την ανάπτυξη των βαμβακοφύτων, την παραγωγή «καρυδιών»(καψών), το βάρος και την ποιότητα των σπόρων. Όμως η υπερβολική, και η όψιμη αζωτούχος λίπανση πρέπει να αποφεύγεται διότι ωθεί τα φυτά σε βλαστομανία και σε φτωχή και καθυστερημένη καρποφορία. Κατά μέσο όρο απαιτούνται όχι περισσότερες από 10-12 λιπαντικές μονάδες αζώτου το στρέμμα, εκ των οποίων οι 6-8 σε βασική εφαρμογή και οι υπόλοιπες επιφανειακά από την πλήρη εμφάνιση των γραμμών όχι αργότερα από την έναρξη της ανθοφορίας. Κατάλληλες μορφές βασικού αζώτου η αμιδική (ουρείκή) και η αμμωνιακή. Όμως σε πολύ όξινα εδάφη (pH κάτω του 6) προκύπτει σημαντική καθυστέρηση νιτροποίησης των μορφών αυτών αζώτου. Για την επιφανειακή αζωτούχο λίπανση προτιμάται η νιτρική αμμωνία στερεά, ή με υδρολίπανση, στα δε όξινα εδάφη η ασβεστούχος νιτρική αμμωνία



Σε ότι αφορά το φωσφόρο συνήθως συνιστάται μία βασική λίπανση συντήρησης της τάξεως των 4-5 λιπ. μον/στρ, η οποία πρέπει να διακόπτεται όταν η εδαφοανάλυση δείξει περισσότερα από 20 ppm P κατά Olsen.

Το κάλιο ενδείκνυται ιδιαίτερα σε ελαφρά-εκπλυμένα και όξινα εδάφη καθώς και σε βαριά αργιλώδη εδάφη, ή γενικότερα όταν η περιεκτικότητα ανταλλαξιμού καλίου του εδάφους είναι κάτω των 200 ppm. Υπό τις συνθήκες αυτές είναι δυνατό να απαιτηθούν σε βασική εφαρμογή 6-12 λιπ. μον. K/στρ. Η υδρολίπανση με νιτρικό κάλι μπορεί να βοηθήσει μόνο σε χονδρόκοκκα (αμμώδη), πολύ εκπλυμένα και όξινα εδάφη. Εξάλλου, ελάχιστη είναι η ποσότητα του K (που μπορεί να απορροφήσει η καλλιέργεια με φυλλοψεκασμό. Το κάλιο αποδεδειγμένα ενισχύει την αντοχή των βαμβακοφύτων στην ξηρασία καθώς και στις αδρομυκώσεις.

Σε όξινα εδάφη συχνά απαιτείται και η προσθήκη μαγνησίου, σε δόσεις μέχρι 4 λιπ. μον. MgO/στρ., σε μορφή θειικού μαγνησίου με βασική εφαρμογή.

Ερώτημα εγείρεται κατά πόσο σε όξινα εδάφη, υπάρχει ζήτημα προσθήκης ασβεστούχων λιπασμάτων. Η απάντηση είναι σαφώς αρνητική. Και τούτο γιατί το πρόβλημα της οξύτητας δεν αντιμετωπίζεται με τη λίπανση, αλλά με την ασβεστούχο μετάπλαση του εδάφους

Ευαισθησία παρουσιάζει επίσης το βαμβάκι σε ελλείψεις των μικροθρεπτικών στοιχείων («ιχνοστοιχείων») βορίου και ψευδαργύρου. Η έλλειψη των ιχνοστοιχείων αυτών καθώς ενδεχομένως και άλλων (σιδήρου, μαγανίου, χαλκού), εφόσον διαπιστωθεί με τα χαρακτηριστικά συμπτώματα στο φύλλωμα, (ή κατά προτίμηση με τη χημική ανάλυση των φύλλων) αντιμετωπίζεται με φυλλοψεκασμούς. Για το σκοπό

9

αυτό χρησιμοποιούνται διαλυτά ανόργανα άλατα των παραπάνω ιχνοστοιχείων σε πυκνότητα μέχρι 0,5%. Τα ιχνοστοιχεία μπορούν να συνδυασθούν με αραιό διάλυμα ουρίας (0,2-0,3%) για καλλίτερη διείσδυση στο εσωτερικό των φύλλων καθώς και με εξουδετέρωση της ελεύθερης οξύτητας του διαλύματος με υδρασβεστο.

Εν κατακλείδι, ένα πρόγραμμα λίπανσης του βαμβακιού μπορεί να χαρακτηριστεί ως ορθολογικό (ή ολοκληρωμένο) όταν λαμβάνει υπόψη εκτός από τις γενικές θρεπτικές απαιτήσεις του φυτού αυτού, το παραγωγικό δυναμικό τις τοπικές ιδιαιτερότητες της περιοχής και τέλος το δυναμικό θρεπτικής τροφοδοσίας του συγκεκριμένου χωραφιού.

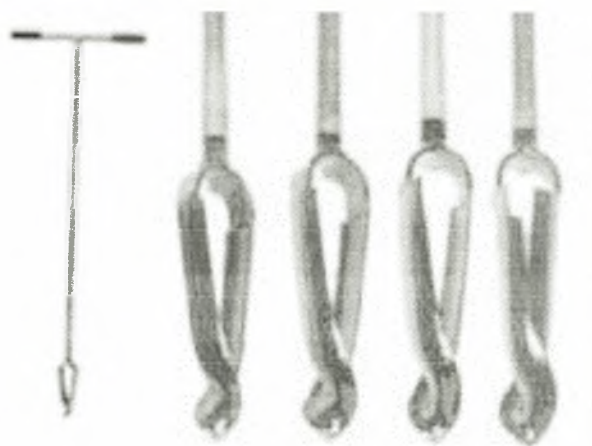
ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

Η δειγματοληψία και οι αναλύσεις στο εργαστήριο

Δειγματοληψία

Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε σε εδάφη της ευρύτερης περιοχής του Αλμυρού Μαγνησίας από 11/5/2005 έως 31/5/2005. Η έκταση της υπό μελέτης περιοχής ήταν περίπου 150.000 στρέμματα. Για την πραγματοποίηση της χρησιμοποιήθηκε ορθοφωτοχάρτης της περιοχής (πηγή: Φλωράς Σ.) και εφαρμόστηκε η μέθοδος της Τυχαίας δειγματοληψίας (random sampling). Τυχαία δειγματοληψία λαμβάνεται όταν οι στατιστικές μονάδες επιλέγονται τυχαία από τον πληθυσμό που είναι προς μελέτη. Αυτό σημαίνει ότι δεν συντελεί στην επιλογή ή όχι μιας στατιστικής μονάδας αυτός που κάνει την δειγματοληψία (δεν υπάρχει υποκειμενικός παράγοντας) και κάθε στατιστική μονάδα έχει γνωστή πιθανότητα να επιλεγεί σαν μονάδα του δείγματος (Τζώρτζιος, 1997).

Το πλεονέκτημα της τυχαίας δειγματοληψίας είναι ότι εμφανίζονται αμερόληπτοι μέσοι όροι και παραλλακτικότητες. Τα μειονεκτήματα της είναι ότι κάθε σημείο είναι αυτοτελές και στο ότι η πλήρης τυχαιοποίηση μπορεί να οδηγήσει σε μια άνιση κατανομή των σημείων δειγματοληψίας, εκτός και αν πολλά σημεία δειγματοληψίας μπορούν να μετρηθούν, πράγμα το οποίο συνήθως εμποδίζεται από το υπερβολικό κόστος (Φλωράς Σ., 2002).



Εικόνα 2.4. Δειγματολήπτης τύπου edelman

Οι θέσεις λήψης των εδαφικών δειγμάτων ήταν τυχαίες και η θέση (συντεταγμένες χ, ψ σε μοίρες) των σημείων δειγματοληψίας καθορίστηκαν με το σύστημα D.G.P.S. (Differential Global Positioning System)



Εικόνα 2.5 Χρήση συσκευής G.P.S. (Global Positioning System).

Κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας έγινε χρήση D.G.P.S. με σκοπό τον ακριβή εντοπισμό των σημείων δειγματοληψίας και την καταγραφή των συντεταγμένων και του υψομετρικού σημείου αυτών. Ελήφθησαν 100 συνολικά εδαφικά δείγματα μάζας περίπου 1 kg, τα οποία συλλέχθηκαν από βάθος 0–30 cm και από διάφορες καλλιέργειες (πίνακας 2.4). Ο κύριος όγκος των εδαφικών δειγμάτων προέρχεται από καλλιέργειες βάμβακος, σιταριού, μηδικής και ελιάς. Η λήψη των δειγμάτων εδάφους έγινε με τη χρήση εδαφολήπτη τύπου Edelman (εικόνα 2.4) και τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε πλαστικές σακούλες, ενώ ταυτόχρονα καταγράφηκαν στοιχεία που αφορούσαν τη δειγματοληψία όπως περιοχή δειγματοληψίας, αριθμός τομής, χρήση γης, γεωμορφή, φυσιογραφία, ημερομηνία δειγματοληψίας και γενικές παρατηρήσεις για κάθε δείγμα ξεχωριστά.

Στη συνέχεια τα εδαφικά δείγματα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Εδαφολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βόλο όπου περίπου η μισή ποσότητα του κάθε

εδαιφικού δείγματος διατηρήθηκε στον καταψύκτη μέχρι να γίνει ο προσδιορισμός των νιτρικών και νιτρωδών ιόντων, ενώ η υπόλοιπη ποσότητα αφού αεροξηράνθηκε σε θερμοκρασία δωματίου για χρονικό διάστημα 10 ημερών και αφού διήλθε από κόσκινα (2mm) διατηρήθηκε σε πλαστικές σακούλες.

Οι εργαστηριακές αναλύσεις των εδαφικών δειγμάτων

Προσδιορισμός του pH

Η τιμή του pH των εδαφικών δειγμάτων προσδιορίστηκε σε υδατικό αιώρημα εδάφους, σε αναλογία 1:1 (w/w) (McLean, 1982).

Αντιδραστήρια και όργανα.

1. Ποτήρι ζέσεως των 100 mL.
2. Ογκομετρικός κύλινδρος των 50 mL.
3. Ρυθμιστικά διαλύματα με pH=4 και pH=7.
4. Πεχάμετρο Crison.
5. Γυάλινη ράβδος.
6. Αποσταγμένο ύδωρ.
7. Ζυγός ακριβείας.

Βαθμονόμηση pH-μέτρου (Crison).

Το pH-μετρο βαθμονομείται με τη βοήθεια των ρυθμιστικών διαλυμάτων με τιμές pH=7 και pH=4 σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Μέθοδος.

Στο ποτήρι ζέσεως των 100 mL φέρονται 30 g αεροξηραθέντος εδάφους και με τη βοήθεια του ογκομετρικού κυλίνδρου προστίθενται 30 mL αποσταγμένου ύδατος. Με τη γυάλινη ράβδο πραγματοποιείται ανάδευση για χρονικό διάστημα 10 λεπτών. Το αιώρημα αφήνεται προς εξισορρόπηση. Στη συνέχεια εισάγεται το ηλεκτρόδιο του πεχάμετρου στο ανώτερο τμήμα του υδατικού αιωρήματος εδάφους και λαμβάνεται η μέτρηση αφού σταθεροποιηθεί το όργανο.

Προσδιορισμός της ηλεκτρικής αγωγιμότητας E.C. (Electrical Conductivity)

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα των εδαφικών δειγμάτων προσδιορίστηκε σε υδατικό αιώρημα εδάφους, σε αναλογία 1:1 (w/w) (McLean, 1982).

Αντιδραστήρια και όργανα.

1. Ποτήρι ζέσεως των 100 mL.
2. Ογκομετρικός κύλινδρος των 50 mL.
3. Ρυθμιστικό διάλυμα 0,1 M KCl.
4. Αγωγιμόμετρο του Οίκου Methrohm
5. Γυάλινη ράβδος.
6. Αποσταγμένο ύδωρ.
7. Ζυγός ακριβείας.
8. Θερμόμετρο.

Βαθμονόμηση αγωγιμομέτρου

Το αγωγιμόμετρο βαθμονομείται με τη βοήθεια του ρυθμιστικού διαλύματος KCl 0.1M. Στους 25 °C η ένδειξη του πρέπει να είναι 1,41 dS/m. Σε διαφορετική θερμοκρασία ρυθμίζεται η ένδειξη του με βάση τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Μέθοδος.

Στο ποτήρι ζέσεως των 100 mL φέρονται 30 g αεροξηραθέντος εδάφους και με τη βοήθεια του ογκομετρικού κυλίνδρου προστίθενται 30 mL αποσταγμένου ύδατος. Με τη γυάλινη ράβδο πραγματοποιείται ανάδευση για χρονικό διάστημα 10 λεπτών. Στη συνέχεια εισάγεται το αγωγιμόμετρο στο εδαφικό αιώρημα και λαμβάνεται η μέτρηση ενώ ακόμα τα εδαφικά τεμαχίδια βρίσκονται σε αιώρηση. Για τη διατήρηση των εδαφικών τεμαχιδίων σε αιώρηση ανακινείται ελαφρά το αγωγιμόμετρο. Λαμβάνεται η ένδειξη του αγωγιμομέτρου αφού σταθεροποιηθεί για περίπου 10 sec.

Προσδιορισμός της οργανικής ουσίας

Χρησιμοποιήθηκε η τροποποιημένη μέθοδος των Nelson and Sommers (1982).

Όργανα - σκεύη

- Κωνικές ευρύλαιμες φιάλες των 500mL
- Ζυγός ακριβείας δύο δεκαδικών ψηφίων
- Σιφόνια 20mL, 10mL, 1mL
- Προχοΐδα

Αντιδραστήρια

-Πρότυπο διάλυμα $K_2Cr_2O_7$, 1N. Ζυγίστηκαν 49,04g $K_2Cr_2O_7$, το οποίο είχαν προηγουμένως ξηραθεί στους $105^{\circ}C$ για 1 ώρα και διαλύθηκαν σε αποσταγμένο νερό. Μεταφέρθηκαν στη συνέχεια σε ογκομετρική φιάλη των 1000mL η οποία συμπληρώθηκε μέχρι τη χαραγή με αποσταγμένο νερό.

-Πυκνό H_2SO_4 (96% και άνω w/w), του εμπορίου.[Όταν στο έδαφος υπήρχαν Cl^- γίνονταν προσθήκη 15 gr L^{-1} Ag_2SO_4 στο οξύ].

-Πυκνό H_3PO_4 (96% και άνω w/w), του εμπορίου.

-Πρότυπος τιτλοδότης, διάλυμα $FeSO_4$ 0,5N. Διαλύθηκαν 139g $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ σε αποσταγμένο νερό και προστέθηκαν 15mL πυκνού H_2SO_4 . Ακολούθησε ψύξη και αραιώση μέχρι όγκου 1000 mL.

Για την συγκέντρωση του αντιδραστήριου γίνονταν έλεγχος πριν τη χρήση, με τιτλοδότηση με 10mL διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ 1N.

-Δείκτης ο-φαινανθρολίνης, η οποία είχε συμποκοποιηθεί με διάλυμα $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,025M: 14,85 g από το αντιδραστήριο της ο-φαινανθρολίνης και 6,95 gr από το αντιδραστήριο $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, ζυγίστηκαν και διαλύθηκαν σε μικρή ποσότητα αποσταγμένου νερού. Ακολούθησε αραιώση σε ογκομετρική φιάλη των 1000mL με αποσταγμένο νερό.

Μέθοδος

Ζυγίστηκαν 0,2-1,0g αεροξηραθέντος εδάφους, που είχε λειοτριβηθεί και κοσκινιστεί με κόσκινο (όχι μεταλλικό), διαμέτρου 0,5mm. Το δείγμα μεταφέρθηκε σε κωνική

φιάλη των 500mL. Κατόπιν, προστέθηκαν 10mL διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ 1N και ανακινήθηκε ελαφρά η φιάλη, έτσι ώστε να διασπαρθεί το δείγμα πλήρως στο διάλυμα. Στη συνέχεια, προστέθηκαν 20mL πυκνού H_2SO_4 . Η φιάλη ανακινήθηκε για ένα λεπτό και αφέθηκε σε ηρεμία για 30 λεπτά της ώρας. Κατόπιν, προστέθηκαν 200mL αποσταγμένου νερού, 10mL H_3PO_4 και 1mL δείκτη ο-φαινανθρολίνης. Τελικά, ογκομετρήθηκε η περίσσεια του $K_2Cr_2O_7$ με το διάλυμα $FeSO_4$ μέχρις αλλαγής του χρώματος του δείκτη από μπλε σε κόκκινο. Παράλληλα, πραγματοποιήθηκε και ο τυφλός προσδιορισμός της κανονικότητας του πρότυπου τιτλοδότη, $FeSO_4$ 0,5N. Όταν γίνονταν αναγωγή από τον οργανικό άνθρακα περισσότερο από 75% των ιόντων $Cr_2O_7^{2-}$, τότε ο προσδιορισμός επαναλαμβάνονταν χρησιμοποιώντας μικρότερη ποσότητα εδαφικού δείγματος.

Προσδιορισμός των στοιχείων νατρίου, χλωρίου και χαλκού με τη μέθοδο της Ατομικής Απορρόφησης
Αρχές φασματοσκοπίας Ατομικής Απορρόφησης

Η μέθοδος της Ατομικής Απορρόφησης είναι μια τεχνική προσδιορισμού διαφόρων στοιχείων βασιζόμενη στα ατομικά φάσματα των στοιχείων αυτών. Παρατηρείται απορρόφηση κατάλληλης εξωτερικής ακτινοβολίας από τα άτομα που βρίσκονται σε θεμελιώδη κατάσταση και μετάβαση αυτών σε διεγερμένη.

Για ένα προκαθορισμένο μήκος κύματος, που εξαρτάται από το προσδιοριζόμενο στοιχείο και από τις πειραματικές συνθήκες, η απορρόφηση της ακτινοβολίας είναι ανάλογη της συγκέντρωσης του στοιχείου στο δείγμα που ατομοποιείται.

Τα όργανα της ατομικής απορρόφησης γενικά περιλαμβάνουν τα εξής μέρη :

- ❖ Το σύστημα εκπομπής ακτινοβολίας (λυχνίες).
- ❖ Το σύστημα ατομοποίησης (ψεκαστήρας- λύχνος-φλόγα).
- ❖ Το οπτικό σύστημα (φίλτρα- μονοχρωμάτορες).
- ❖ Το φωτομετρικό σύστημα (φωτοανιχνευτές- ενισχυτές-ποτενσιόμετρο)

Το σπουδαιότερο τμήμα στα όργανα της ατομικής απορρόφησης είναι το τμήμα στο οποίο το δείγμα, αφού έχει διαλυτοποιηθεί, πρέπει να μετατραπεί σε νέφος ατόμων. Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή ως ατομοποίηση και είναι υπεύθυνη για την ευαισθησία και την επαναληψιμότητα της μεθόδου.

Όταν το διάλυμα του δείγματος με μορφή μικρών σταγονιδίων βρεθεί σε υψηλή θερμοκρασία, αρχικά παρατηρείται εξάτμιση του διαλύτη αφήνοντας σωματίδια άλατος και στην συνέχεια ένα μέρος από αυτά διασπώνται σε ελεύθερα άτομα. Επομένως, απαιτείται υψηλή θερμική ενέργεια, η οποία μπορεί να επιτευχθεί είτε από την καύση μίγματος αερίων (ατομική απορρόφηση φλόγας), είτε από τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας (ατομική απορρόφηση θερμαινόμενου γραφίτη).

Επειδή η μέθοδος της Ατομικής Απορρόφησης στηρίζεται στο πλήθος των ατόμων που σχηματίζονται στο χώρο της φλόγας, ο ρυθμός αναρρόφησης και ψεκασμού του διαλύματος στο θάλαμο προανάμιξης θα πρέπει να παραμένει σταθερός. Το μέγεθος των σταγόνων που σχηματίζονται κατά τον ψεκασμό είναι καθοριστικό για την τιμή της απορρόφησης που λαμβάνεται από τα άτομα του στοιχείου που περιέχονται μέσα σε αυτές.

Μεθοδολογία Ποσοτικού Προσδιορισμού των στοιχείων νατρίου, χλωρίου και χαλκού με τη μέθοδο της Ατομικής Απορρόφησης



Για τον ποσοτικό προσδιορισμό των στοιχείων Na, Cl και Cu χρησιμοποιήθηκε φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης Perkin Elmer 3300 με εξάρτημα φλόγας (Flame AAS).

Κατασκευάστηκαν για το καθένα από τα προσδιοριζόμενα στοιχεία οι κατάλληλες πρότυπες καμπύλες αναφοράς χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα πρότυπα διαλύματα (Stock) των μεταλλικών στοιχείων. Έγιναν σε κάθε περίπτωση οι κατάλληλες αραιώσεις χρησιμοποιώντας ως διαλύτη αραιό διάλυμα (10% v/v) HNO_3 . Οι συνθήκες ατομοποίησης που χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να ολοκληρωθεί η ανάλυση είναι αυτές που προτείνονται από τον κατασκευαστή του οργάνου.

Ψηφιακοί θεματικοί χάρτες

Για τη κατασκευή των ψηφιακών θεματικών χαρτών, που αφορούν τη περιοχή της μελέτης, αρχικά έγινε η ψηφιοποίηση με τη βοήθεια τοπογραφικών χαρτών της περιοχής του Αλμυρού. Η διαδικασία έχει ως εξής: Τοποθετείται ο χάρτης με προσοχή στο ψηφιοποιητή και ξεκινάει η διαδικασία της ψηφιοποίησης. Ορίζονται τα αρχικά όρια των χαρτών και προσδιορίζονται οι μονάδες του ψηφιοποιητή σε ίντσες.

Στη συνέχεια πραγματοποιείται η δόμηση της Γεωγραφικής Βάσεως Δεδομένων με τα επίπεδα που είναι απαραίτητο να ψηφιοποιηθούν. (Φλωράς Σ., 2004). Τα επίπεδα που τελικά ψηφιοποιήθηκαν είναι τα εξής:

- Σημεία δειγματοληψίας (σημεία)
- Οδικό δίκτυο (γραμμές)
- Ισοϋψείς (γραμμές)
- Υδρογραφικό δίκτυο (γραμμές)
- Υψομετρικά σημεία (σημεία)
- Επίπεδο των tics (σημεία αναφοράς)

Τυπικά τα επίπεδα οργανώνονται έτσι ώστε τα σημεία, οι γραμμές και τα πολύγωνα να αποθηκεύονται σε ξεχωριστά επίπεδα και shapefiles. Για παράδειγμα οι δρόμοι παριστάνονται με γραμμές και αποθηκεύονται ως ένα επίπεδο, ενώ τα σημεία δειγματοληψίας παριστάνονται ως σημεία και αποθηκεύονται σε άλλο επίπεδο.

Τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά μπορούν επίσης να οργανωθούν θεματικά σύμφωνα με αυτό που αντιπροσωπεύουν.

Σε κάθε χάρτη ψηφιοποιείται αρχικά ένα κενό επίπεδο με τα tics. Στη συνέχεια ψηφιοποιούνται ως ανεξάρτητα επίπεδα τα υψομετρικά σημεία, οι ισοϋψείς, οι δρόμοι και τέλος τα σημεία δειγματοληψίας.

Από τη στιγμή που κάθε θεματικός χάρτης ψηφιοποιείται, αυτομάτως τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά βρίσκονται αποθηκευμένα με τη μορφή χ και ψ συντεταγμένων στη ψηφιακή βάση δεδομένων μαζί με τις περιγραφικές πληροφορίες τους σε ένα πίνακα γνωστό ως πίνακα πληροφοριών των γεωγραφικών χαρακτηριστικών ή AAT (Arc Attribute Table) και PAT (Polygon ή Point Attribute table) για τα σημεία, τις γραμμές και τα πολύγωνα.

Τέλος δημιουργούνται μητρικά tic αρχεία και γίνεται αρίθμηση κάθε tic με ένα μοναδικό αριθμό ID και ορισμός των συντεταγμένων για κάθε tic με βάση τις συντεταγμένες του χάρτη. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται ένας πίνακας με τα ID των tics και τις συντεταγμένες. Ακολουθεί προσδιορισμός και διόρθωση τυχόν λαθών της ψηφιοποίησης. (Φλωράς Σ., 2004)

Προσδιορισμός λαθών από την ψηφιοποίηση

Μετά τη διαδικασία της ψηφιοποίησης εφαρμόστηκε το **ARC/INFO v.9** προκειμένου να γίνει επισήμανση και μετέπειτα διόρθωση λαθών. Το **ARC/INFO v.9**, δίδει τη δυνατότητα να εντοπιστούν τυχόν ατέλειες στην απόδοση της πραγματικότητας καθώς προσδιορίζει με ειδικά σύμβολα τα λάθη στην ψηφιοποίηση.

Μερικά από τα συνήθη λάθη τα οποία η τοπολογία μπορεί να προσδιορίσει είναι :

- Τόξα που δεν συνδέονται μεταξύ τους,
- Πολύγωνα ανοιχτά,
- Πολύγωνα που δεν έχουν label point ή που έχουν περισσότερα από ένα και
- Ταυτότητες σημείων που δεν είναι μοναδικές
- Το **ARC/INFO v.9** παρέχει για δημιουργία τοπολογίας αυτόματα δύο εντολές : **build** και **clean**. Η εντολή **build** χρησιμοποιείται για τα σημεία, τις γραμμές και τα πολύγωνα ενώ η **clean** μόνο για τις γραμμές και τα πολύγωνα. Τα παραπάνω λάθη αντιμετωπίστηκαν με την εντολή **build** για δημιουργία τοπολογίας.
- Είναι απαραίτητο και πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στην αποφυγή ή στη διόρθωση μικρών λαθών κατά την ψηφιοποίηση και τούτο διότι υπάρχει η δυνατότητα να δημιουργηθούν στρεβλώσεις, μεταξύ των διαφόρων επιπέδων. Έτσι, αν οι συντεταγμένες δε συμπίπτουν ακριβώς, θα υπάρξουν προβλήματα ταύτισης : π.χ. δημιουργία ανεπιθύμητων στενόμακρων πολυγώνων, ανώμαλες άκρες στους χάρτες και ανακριβείς μετρήσεις στην επεξεργασία δεδομένων.
- Για να μετατραπούν οι μονάδες των TICS σε δεκαδικές μοίρες, οι μοίρες αφήνονται ως έχουν και ως δεκαδικό μέρος αθροίζονται τα αποτελέσματα της διαίρεσης των μεν λεπτών της μοίρας με το 60, των δε δευτερολέπτων με το 3600.
- Οι ψηφιοποιημένοι χάρτες, με τη χρήση των εντολών **mapjoin**, **append** και **edgematch** του **ARC/INFO v. 9**, ενώθηκαν σε ένα ενιαίο χάρτη.

Σύστημα προβολής χαρτών

Οι περισσότεροι χάρτες παρουσιάζουν τα δεδομένα σύμφωνα με ένα αναγνωρισμένο σφαιρικό σύστημα συντεταγμένων όπως είναι για παράδειγμα το Universal Transverse Mercator (UTM), το Albers Conical Equal (ACE) και το Area

Polar Stereographic System (APSS). Πρόκειται για παραδείγματα προβολών χαρτών που χρησιμοποιούνται για να παραστήσουν ελλειπτικά χαρακτηριστικά σε μια επίπεδη επιφάνεια. Βέβαια τα προβολικά συστήματα που υπάρχουν σήμερα είναι πάνω από 300.

Λαμβανομένου υπόψη ότι η Γη είναι ένα σφαιροειδές, πρέπει να χρησιμοποιηθεί μια μαθηματική μετατροπή για να δημιουργηθεί ένας επίπεδος χάρτης από την σφαιροειδή επιφάνεια. Η μαθηματική αυτή μετατροπή αναφέρεται συχνά ως χαρτογραφική προβολή (map projection). (Φλωράς Σ., 2004)

Οι τιμές του γεωγραφικού πλάτους και μήκους δεν είναι στο Καρτεσιανό Σύστημα Συντεταγμένων αλλά σε ένα γεωγραφικό σύστημα αναφοράς. Οι τιμές όμως

αυτές είναι οι πλέον διαθέσιμες ακριβείς μετρήσεις σε πολλούς χάρτες. Με τη βοήθεια του **ARC/INFO v.9**, οι τιμές αυτές μετατράπηκαν σε ένα Καρτεσιανό Σύστημα Προβολής το οποίο ονομάζεται “**ΕΓΣΑ 87**”. Το σύστημα αυτό επιλέχθηκε μεταξύ των άλλων ως το καλύτερο διότι έχει τη μικρότερη παραμόρφωση ως προς την επιφάνεια και ως προς τη διεύθυνση, διατηρεί δηλαδή το σχήμα του χάρτη σχεδόν αναλλοίωτο.

Εφαρμογή του ArcGIS 9.1 Desktop

Το ArcGIS 9.1 Desktop αποτελείται από επιμέρους προγράμματα όπως είναι τα ArcView, ArcMap, ArcEditor και ArcInfo. Το ArcGIS 9.1 Desktop περιλαμβάνει μια ακολουθία ολοκληρωμένων εφαρμογών όπως τα ArcMap, ArcCatalog και ArcToolbox. Με τη χρησιμοποίηση των 3 αυτών εφαρμογών μπορεί να πραγματοποιηθεί οποιαδήποτε εργασία σχετική με GIS, από τις πιο απλές μέχρι τις πιο εξεζητημένες, συμπεριλαμβανομένων της δημιουργίας χαρτών, της διαχείρισης δεδομένων, της γεωγραφικής ανάλυσης και της γεωστατιστικής επεξεργασίας.

Το ArcMap είναι η κεντρική εφαρμογή του ArcGIS 9.1 Desktop. Είναι η εφαρμογή GIS η οποία χρησιμοποιείται για όλες τις εργασίες που έχουν να κάνουν με χάρτες, όπως η χαρτογραφία, η ανάλυση χαρτών και η παρουσίαση αυτών.

Η εφαρμογή του ArcCatalog βοηθά στην οργάνωση και διαχείριση των γεωγραφικών δεδομένων. Περιλαμβάνει εργαλεία για την ανεύρεση γεωγραφικών

πληροφοριών, τη ταχεία προβολή δεδομένων και το καθορισμό της σχηματικής δομής των στρώσεων (layers) των γεωγραφικών δεδομένων.

Το ArcToolbox είναι μια απλή εφαρμογή που περιλαμβάνει διάφορα εργαλεία GIS κατάλληλα για γεωεπεξεργασία. Για παράδειγμα χρησιμεύει στη μετατροπή των δεδομένων και στη προβολή τους στα διάφορα προβολικά συστήματα.

Τέλος, πραγματοποιείται η δόμηση της βάσης δεδομένων με την εισαγωγή των αποτελεσμάτων των εργαστηριακών αναλύσεων. Στη συνέχεια εφαρμόζεται το ArcGIS Geostatistical Analyst.

ArcGIS Geostatistical Analyst

Το ArcGIS Geostatistical Analyst χρησιμοποιεί ντετερμινιστικές και γεωστατιστικές μεθόδους προκειμένου να μοντελοποιήσει τις επιφάνειες. Περιλαμβάνει εργαλεία για χωρική ανάλυση των δεδομένων (spatial analysis) και ένα γεωστατιστικό μενού (Geostatistical Wizard) που οδηγεί στη διαδικασία δημιουργίας μιας στατιστικά ορθής επιφάνειας. Οι νέες επιφάνειες που δημιουργούνται με τη βοήθεια της Γεωστατιστικής μπορούν να απεικονιστούν σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών. Με το εργαλείο αυτό, Geostatistical Analyst, επιτυγχάνεται ο συνδυασμός της Γεωστατιστικής και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

Η δημιουργία επιφανειών με το Geostatistical Analyst περιλαμβάνει τα 3 ακόλουθα βήματα-κλειδιά:

1. Διερευνητική Χωρική Ανάλυση των Δεδομένων (Exploratory spatial data analysis).
2. Ανάλυση της δομής της επιφάνειας (structural analysis).
3. Πρόβλεψη επιφανειών και αιτιολόγηση των αποτελεσμάτων (Surface prediction and assessment of results).

Η διερευνητική χωρική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιεί τις γνωστές τιμές των δεδομένων για μια συγκεκριμένη περιοχή και αναλύει στατιστικά τα δεδομένα αυτά δημιουργώντας το ιστόγραμμα, την ανάλυση της τάσης των τιμών των μεταβλητών, το γράφημα των Quartiles, τα γραφήματα της ημιπαραλλακτικότητας (semivariogram) και της παραλλακτικότητας (covariance).

Με το Geostatistical Analyst υπάρχει η δυνατότητα να δημιουργήσουμε προβλέψεις με μεγάλη ακρίβεια για τις θέσεις στην ίδια περιοχή όπου δεν έχουν μετρηθεί οι τιμές της μεταβλητής ή των μεταβλητών. Επιπλέον, με τη βοήθεια του εργαλείου αυτού αιτιολογούνται οι στατιστικές ιδιότητες των δεδομένων όπως η χωρική παραλλακτικότητα, οι επιπτώσεις από τη μεταβλητή αυτή και οι γεωγραφικές τάσεις των χαρακτηριστικών των τιμών.

Η γεωστατιστική ανάλυση των δεδομένων αποτελείται από δύο φάσεις: τη μοντελοποίηση του διαγράμματος της ημιπαραλλακτικότητας ή της παραλλακτικότητας των τιμών των εξεταζομένων ιδιοτήτων ή μεταβλητών της υπό εξέταση περιοχής και την εφαρμογή της γεωστατιστικής μεθόδου Krigging.

Μεγάλος αριθμός από επιμέρους μεθόδους Krigging είναι διαθέσιμος για τη δημιουργία συνεχών επιφανειών χωρικής παραλλακτικότητας στη Γεωστατιστική ανάλυση και περιλαμβάνει την Ordinary Kriging, τη Simple Kriging, την Universal Kriging, την Indicator Kriging, τη Propability Kriging και τη Disjunctive Kriging.

Για όλες τις παραμέτρους που μελετήθηκαν, προκειμένου να γίνει η πρόβλεψη των αγνώστων τιμών χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα η μέθοδος Ordinary Kriging.

Το geostatistical analyst παρέχει ένα αριθμό συγκεκριμένων μοντέλων για την επιλογή του καταλληλότερου. Αυτά τα μοντέλα είναι τα: Sphaerical, Circular, Tetraspherical, Pentaspherical, Exponential, Gaussian, Rational quadratic, Hole effect, K-Bessel, J-Bessel και Stable. Η επιλογή του μοντέλου επηρεάζει τη πρόβλεψη των αγνώστων τιμών, ιδιαίτερα όταν το σχήμα της καμπύλης διαφέρει σημαντικά. Κάθε μοντέλο είναι σχεδιασμένο ώστε να προσεγγίζει διαφορετικούς τύπους φαινομένων όσο το δυνατό καλύτερα.

Το διάγραμμα της ημιπαραλλακτικότητας (semivariogram/covariance wizard) χρησιμοποιήθηκε για να προσαρμοστεί το πιο κατάλληλο μοντέλο πρόβλεψης σε κάθε περίπτωση. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής του καλύτερα προσαρμοσμένου μοντέλου, χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια για να απεικονιστεί σε χάρτη η συνεχής επιφάνεια της εκτίμησης των αγνώστων τιμών κάθε παραμέτρου.

Ποικίλοι τύποι χαρτών μπορούν να παραχθούν με τη βοήθεια της Γεωστατιστικής ανάλυσης συμπεριλαμβανομένων των χαρτών πρόβλεψης, των χαρτών πιθανότητας και αυτών που αφορούν τα ενδεχόμενα λάθη που προκύπτουν από τη πρόβλεψη του πιο κατάλληλου μοντέλου.

Αν και είναι σχετικά απλό να δημιουργηθεί ένας χάρτης με τη χρησιμοποίηση της Γεωστατιστικής Ανάλυσης, είναι απαραίτητο να εφαρμόζονται ορισμένα βήματα – στάδια:

- Προσθήκη επιπέδων και παρουσίαση τους σε βάση δεδομένων στο ArcMap.
- Προσδιορισμός των στατιστικών ιδιοτήτων των δεδομένων.
- Επιλογή του κατάλληλου μοντέλου για τη δημιουργία επιφάνειας (ESDA).
- Στατιστική επιβεβαίωση του κατάλληλου μοντέλου.
- Σύγκριση των επιφανειών που δημιουργήθηκαν.

Εξέταση της χωρικής παραλλακτικότητας των δεδομένων

Ιστόγραμμα

Οι μέθοδοι χωρικής μεταβλητότητας που χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν μια επιφάνεια, δίνουν πολύ καλά αποτελέσματα μόνο εάν τα δεδομένα ακολουθούν κανονική κατανομή (καμπύλη Gauss). Σε περιπτώσεις δεδομένων που δεν ακολουθείται κανονική κατανομή, γίνεται μετατροπή των τιμών προκειμένου να προσομοιάζουν με κανονική κατανομή.

Normal QQPlot

Το εργαλείο αυτό της γεωστατιστικής εφαρμόζεται προκειμένου να γίνει σύγκριση της διασποράς των δεδομένων και της απόκλισης αυτών από την κανονική κατανομή ως ένας επιπλέον δείκτης της κανονικότητας των δεδομένων. Όσο πλησιέστερα στη γραμμή βρίσκονταν τα σημεία, τόσο περισσότερο προσέγγιζε η διασπορά τους τη κανονική.

Cross Validation

Με τη βοήθεια του cross validation μπορεί να διαπιστωθεί εάν ένα μοντέλο προβλέπει ικανοποιητικά τις άγνωστες τιμές. Για όλα τα σημεία το Cross Validation

επιλέγει ένα σημείο, προβλέπει τη τιμή αυτού χρησιμοποιώντας τα υπόλοιπα δεδομένα και κατόπιν συγκρίνει τις τιμές που έχουν μετρηθεί και αυτές που έχουν προβλεφθεί.

Το πιο σημαντικό αντικείμενο της αξιολόγησης αυτής είναι η δυνατότητα που παρέχει στο χρήστη να αποφασίσει πιο μοντέλο δίδει τις πιο ακριβείς προβλέψεις.

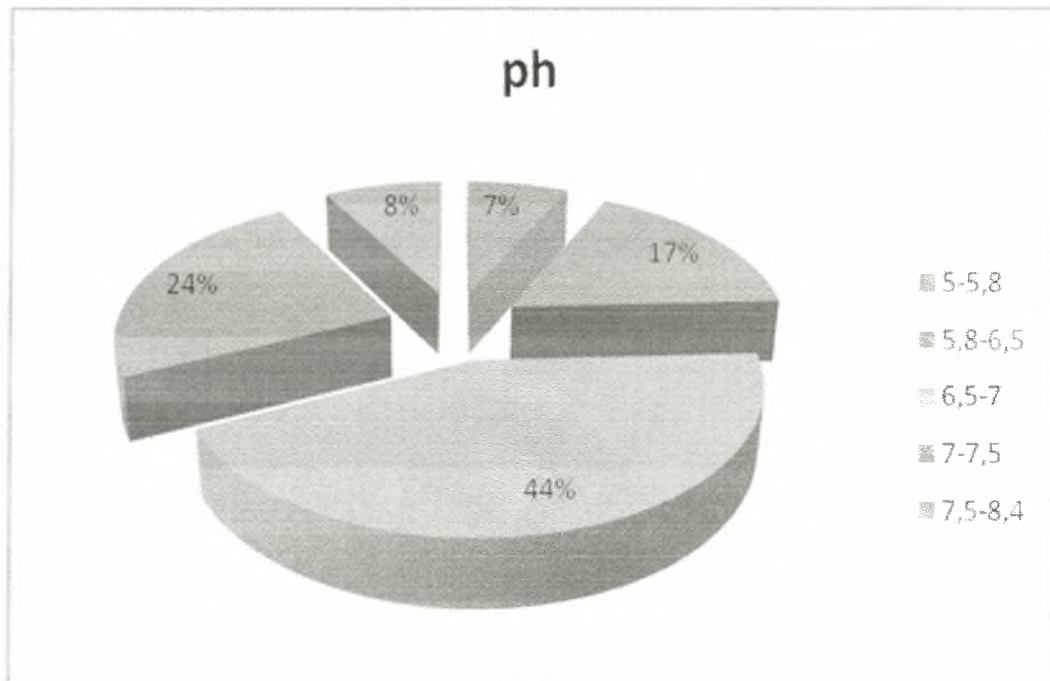
Η επιλογή του καταλληλότερου μοντέλου πραγματοποιείται λαμβάνοντας υπ' όψη τα ακόλουθα:

- Η τιμή του μέσου όρου να είναι όσο το δυνατό πιο κοντά στη τιμή μηδέν.
- Η τιμή των root-mean-square-error και η τιμή του average standard error να είναι όσο το δυνατό μικρές και να έχουν μικρή μεταξύ τους απόκλιση.
- Η τιμή των root-mean-square-standardized-error να είναι κοντά στη τιμή 1.

ΤΡΙΤΟ ΜΕΡΟΣ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

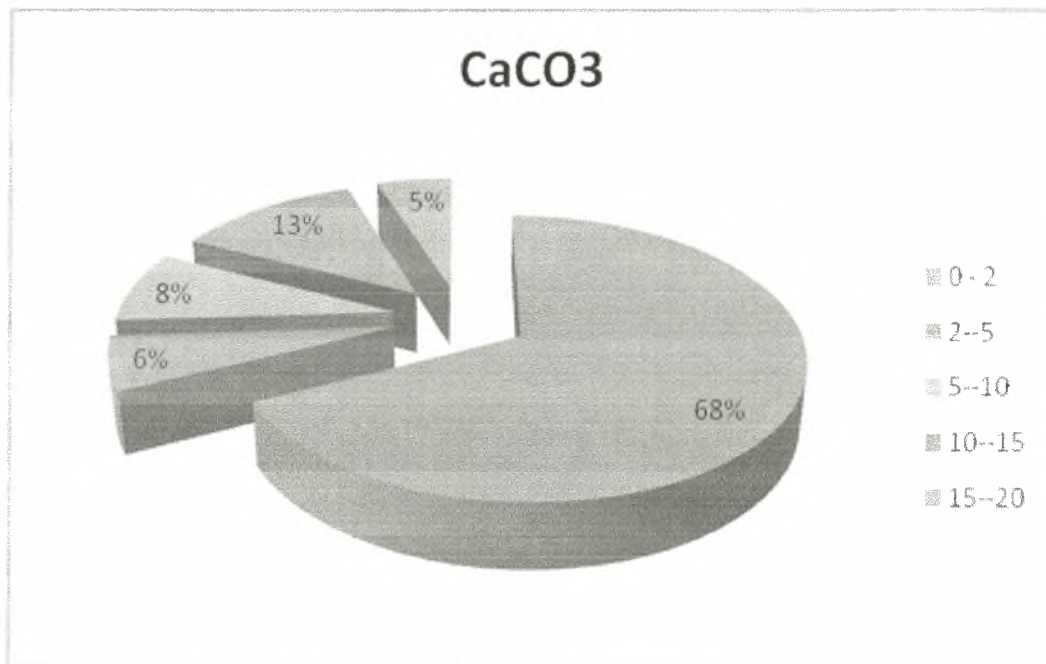
Στο διάγραμμα 1 που ακολουθεί παρουσιάζεται η ταξινόμηση των εδαφικών δειγμάτων με βάση την τιμή των pH.



Διάγραμμα 1.

Παρατηρείται ότι το 44% των εδαφικών δειγμάτων έχει pH από 6,5 έως 7 και χαρακτηρίζονται ως ουδέτερα, το 17% των εδαφικών δειγμάτων έχει pH από 5,8 έως 6,5 και χαρακτηρίζονται ως μετρίως όξινα, το 24% των εδαφικών δειγμάτων έχει pH από 7 έως 7,5 και χαρακτηρίζονται ως ουδέτερα, το 7% των εδαφικών δειγμάτων έχει pH από 5 έως 5,8 και χαρακτηρίζονται ως ισχυρώς όξινα και το 8% των εδαφικών δειγμάτων από 7,5 έως 8,4 και χαρακτηρίζονται από ελαφρώς αλκαλικά έως μετρίως αλκαλικά.

Στο διάγραμμα 2 που ακολουθεί παρουσιάζεται η ταξινόμηση των εδαφικών δειγμάτων με βάση το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου

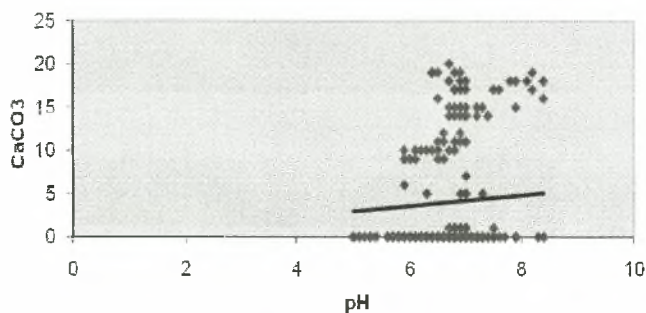


Διάγραμμα 2.

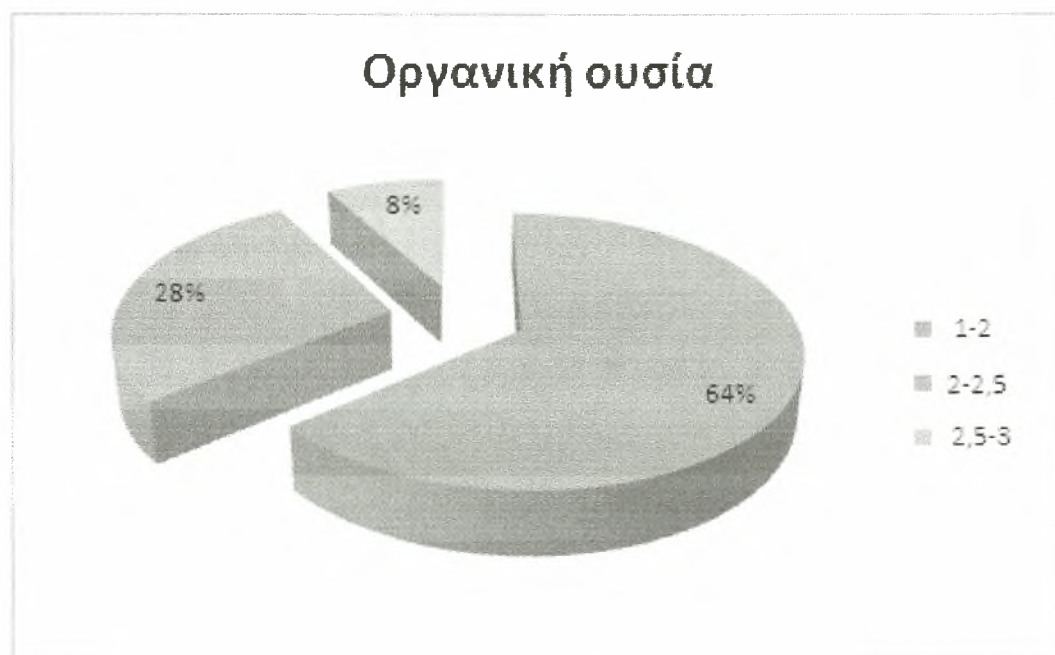
Παρατηρείται ότι το 68% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 0% έως 2% CaCO_3 , το 13% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 10% έως 15% CaCO_3 , το 6% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 2% έως 5% CaCO_3 , το 8% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 5% έως 10% CaCO_3 , και το 5% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 15 έως 20% CaCO_3

Στο διάγραμμα 3 που ακολουθεί παρουσιάζεται η συσχέτιση μεταξύ του CaCO_3 και του Ph.

Συσχέτιση CaCO_3 - pH



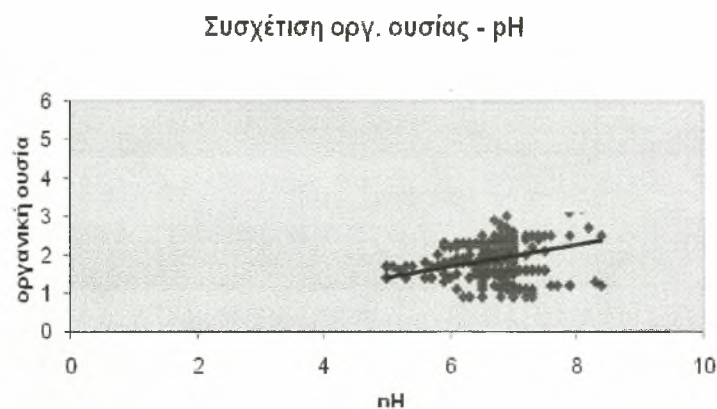
Στο διάγραμμα 4 που ακολουθεί παρουσιάζεται η ταξινόμηση των εδαφικών δειγμάτων με βάση το ποσοστό της οργανικής ουσίας.



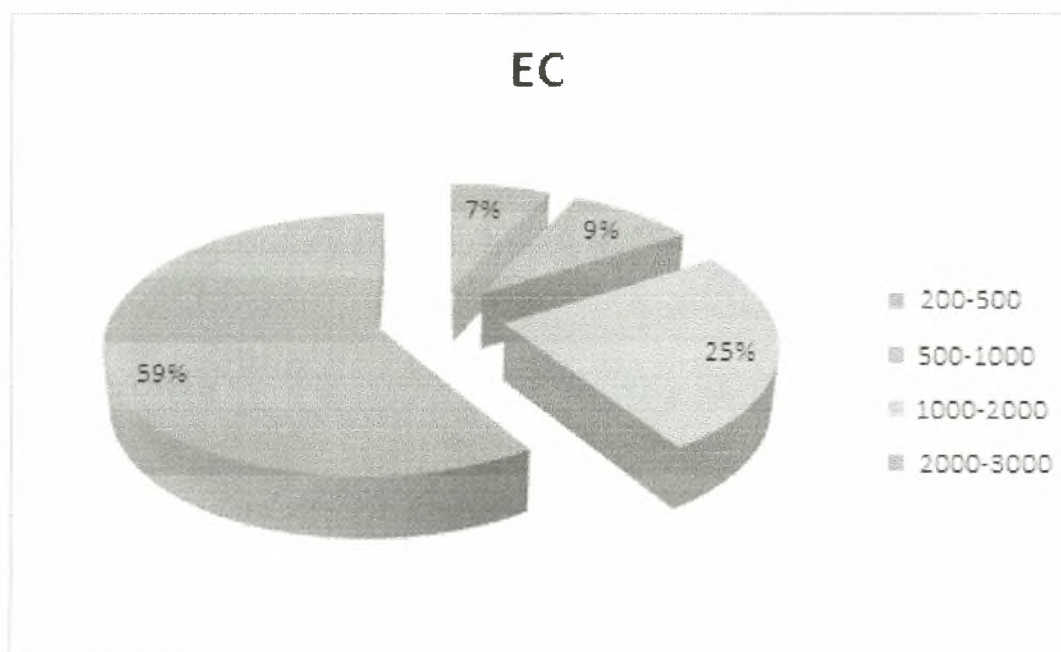
Διάγραμμα 4.

Παρατηρείται ότι το 64% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει οργανική ουσία από 1% έως 2% και χαρακτηρίζεται ως χαμηλή, το 28% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει οργανική ουσία από 2% έως 2,5% και χαρακτηρίζεται ως μέση και το 8% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει οργανική ουσία από 2,5% έως 3% και χαρακτηρίζεται ως μέση.

Στο διάγραμμα 5 που ακολουθεί παρουσιάζεται η συσχέτιση μεταξύ της οργανικής ουσίας και του pH.



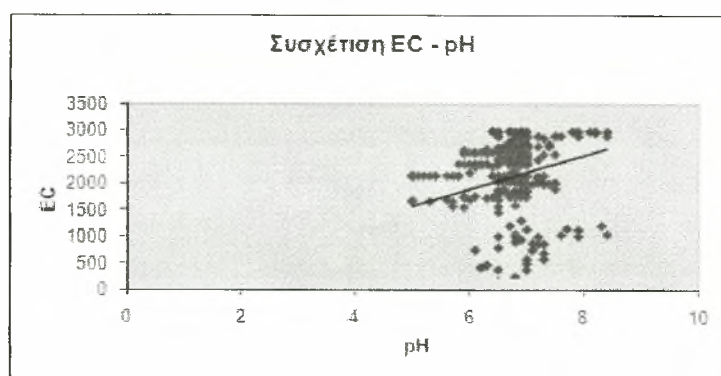
Στο διάγραμμα 6 που ακολουθεί παρουσιάζεται η ταξινόμηση των εδαφικών δειγμάτων με βάση το ποσοστό της ηλεκτρικής αγωγιμότητας.



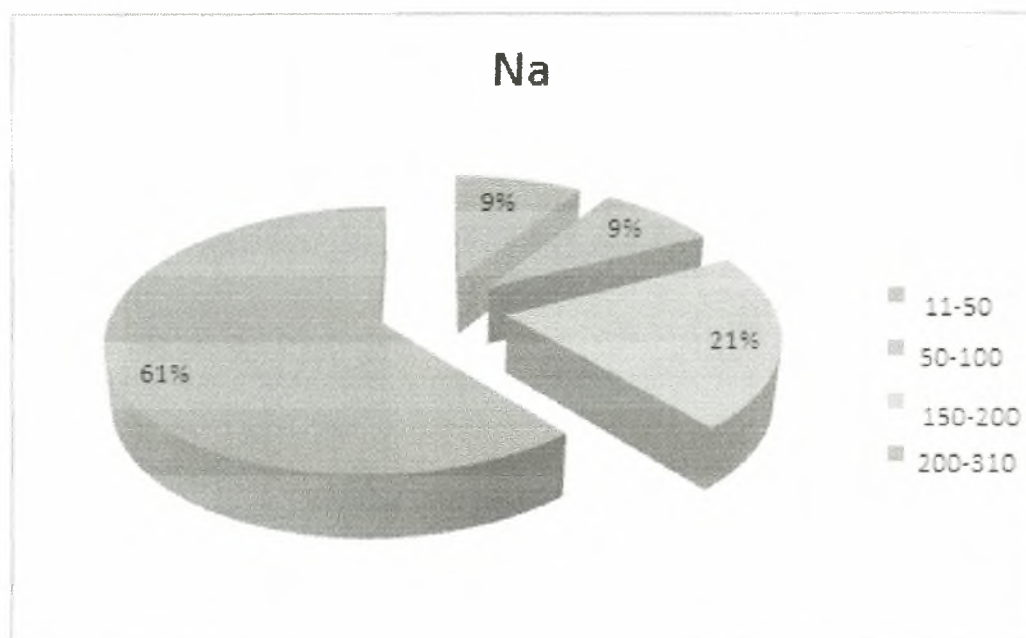
Διάγραμμα 6.

Παρατηρείται ότι τι 59% των εδαφικών δειγμάτων έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα από 2000μs/ cm έως 3000 μs/ cm, το 25% των εδαφικών δειγμάτων έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα από 1000 μs/ cm έως 2000 μs/ cm, το 9% των εδαφικών δειγμάτων έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα από 500 μs/ cm έως 1000 μs/ cm και το 7% των εδαφικών δειγμάτων έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα από 200 μs/ cm έως 500 μs/ cm.

Στο διάγραμμα 7 που ακολουθεί παρουσιάζεται η συσχέτιση μεταξύ της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και του pH.



Στο διάγραμμα 8 που ακολουθεί παρουσιάζεται η ταξινόμηση των εδαφικών δειγμάτων με βάση τη συγκέντρωση νατρίου.



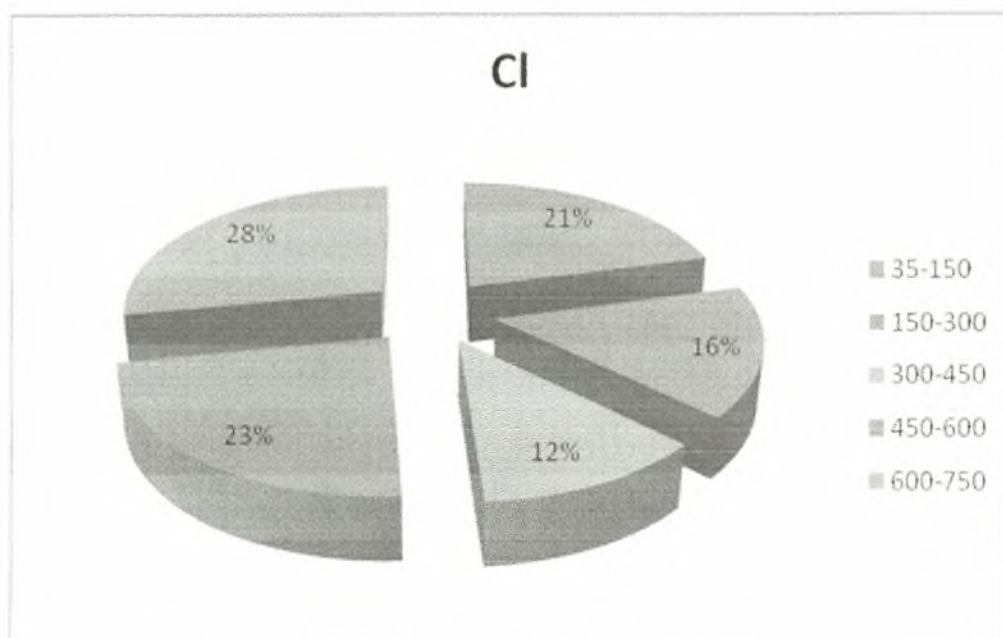
Διάγραμμα 8.

Παρατηρείται ότι το 61% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 200 mg/gr ξηρού εδάφους έως 310 mg/gr ξηρού εδάφους, το 21% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 150 mg/gr ξηρού εδάφους έως 200 mg/gr ξηρού εδάφους, το 9% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 50 mg/gr ξηρού εδάφους έως 100 mg/gr ξηρού εδάφους και το 9% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 11 mg/gr ξηρού εδάφους έως 50 mg/gr ξηρού εδάφους.

Στο διάγραμμα 9 που ακολουθεί παρουσιάζεται η συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης νατρίου και του pH.



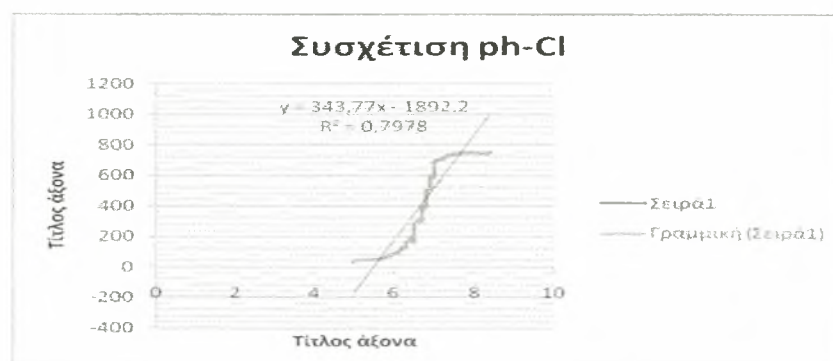
Στο διάγραμμα 10 που ακολουθεί παρουσιάζεται η ταξινόμηση των εδαφικών δειγμάτων με βάση τη συγκέντρωση χλωρίου.



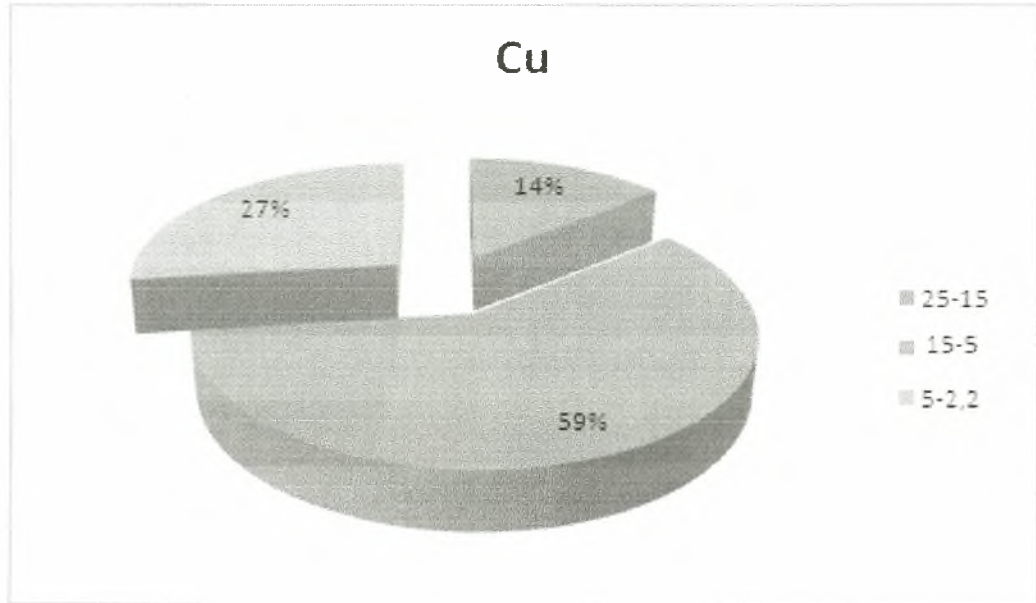
Διάγραμμα 10.

Παρατηρείται ότι το 28% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 600 mg/gr ξηρού εδάφους έως 750 mg/gr ξηρού εδάφους, το 23% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 450 mg/gr ξηρού εδάφους έως 600 mg/gr ξηρού εδάφους, το 21% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 35 mg/gr ξηρού εδάφους έως 150 mg/gr ξηρού εδάφους και το 16% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 150 mg/gr ξηρού εδάφους έως 300 mg/gr ξηρού εδάφους και το 12% από 300mg/gr ξηρού εδάφους έως 450mg/gr ξηρού εδάφους.

Στο διάγραμμα 11 που ακολουθεί παρουσιάζεται η συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης του χλωρίου και του pH.



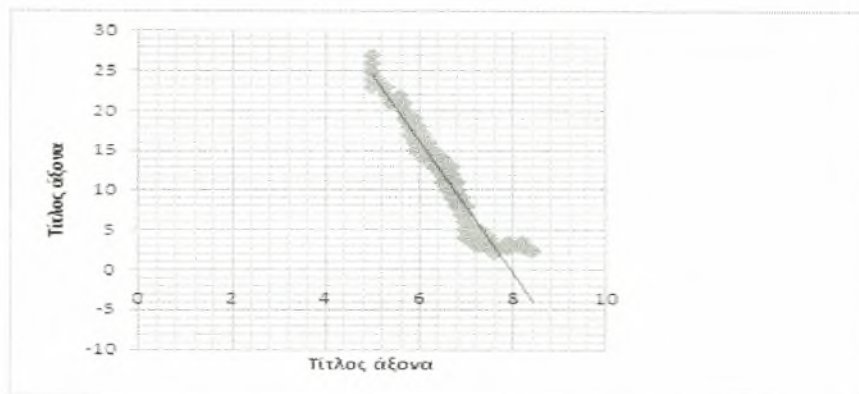
Στο διάγραμμα 12 που ακολουθεί παρουσιάζεται η ταξινόμηση των εδαφικών δειγμάτων με βάση τη συγκέντρωση χαλκού.



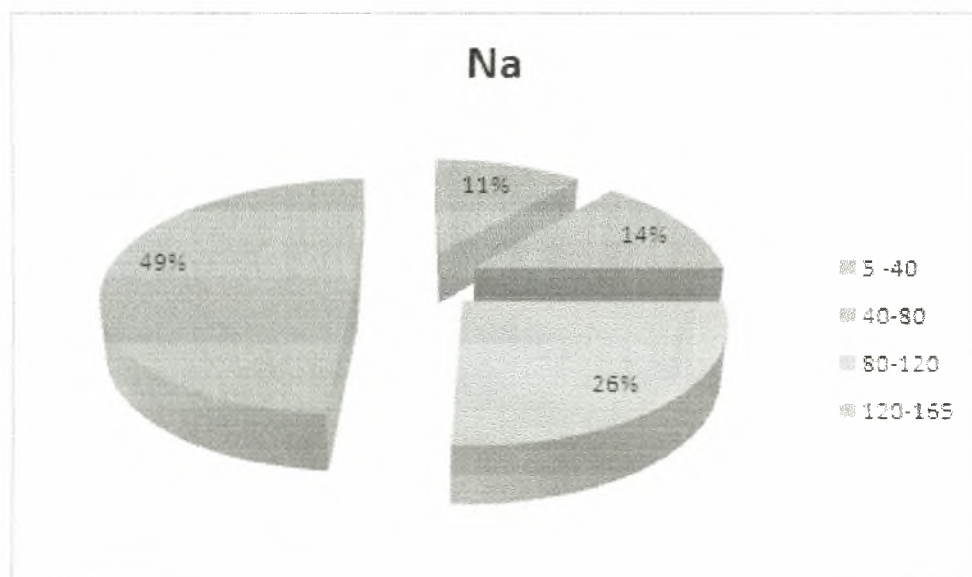
Διάγραμμα 13.

Παρατηρείται ότι το 14% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 25mg/gr ξηρού εδάφους έως 15 mg/gr ξηρού εδάφους, το 59% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 15 mg/gr ξηρού εδάφους έως 5 mg/gr ξηρού εδάφους, το 27% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 5mg/gr ξηρού εδάφους έως 2,2 mg/gr ξηρού εδάφους.

Στο διάγραμμα 14 που ακολουθεί παρουσιάζεται η συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης του χαλκού και του pH.



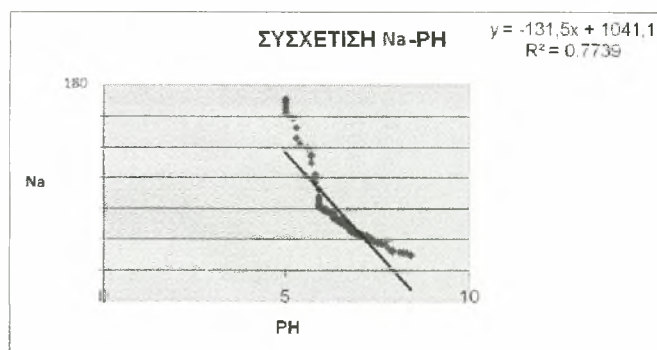
Στο διάγραμμα 15 που ακολουθεί παρουσιάζεται η ταξινόμηση των δειγμάτων βαμβακιού με βάση τη συγκέντρωση νατρίου.



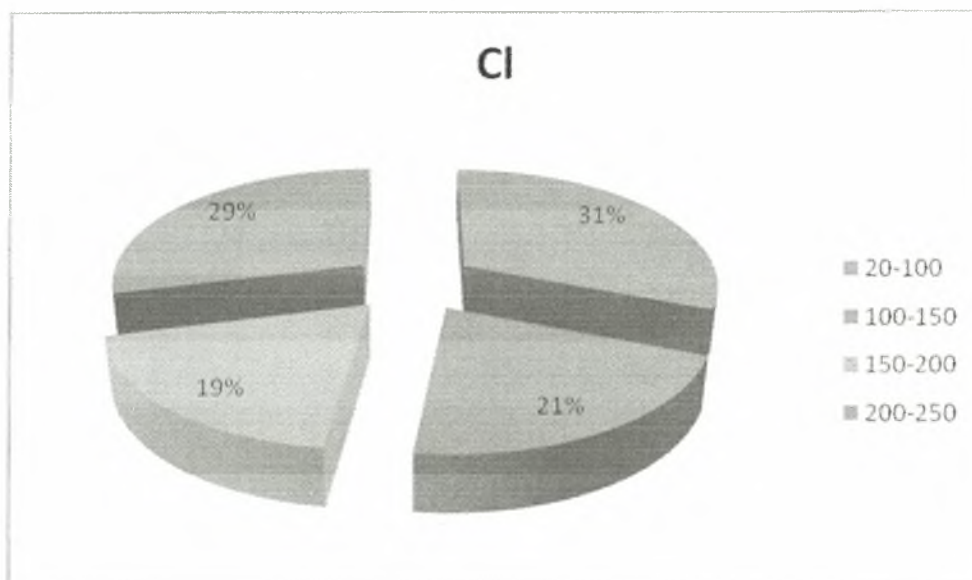
διαγραμμα 15

Παρατηρείται ότι το 49% των δειγμάτων βαμβακιού περιέχει από 120mg/gr ξηρού δείγματος βαμβακιού έως 165mg/gr ξηρού δείγματος βαμβακιού, το 26% των δειγμάτων βαμβακιού περιέχει από 80mg/gr ξηρού δείγματος βαμβακιού έως 120mg/gr ξηρού δείγματος βαμβακιού, το 14% των δειγμάτων του βαμβακιού περιέχει από 40mg/gr ξηρού δείγματος βαμβακιού έως 80mg/gr ξηρού δείγματος βαμβακιού και τέλος το 11% των δειγμάτων του βαμβακιού περιέχει από 5 mg/gr ξηρού δείγματος βαμβακιού έως 40 mg/gr ξηρού δείγματος βαμβακιού.

Στο διάγραμμα 16 που ακολουθεί παρουσιάζεται η συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης του νατρίου στο βαμβάκι και του Ph.



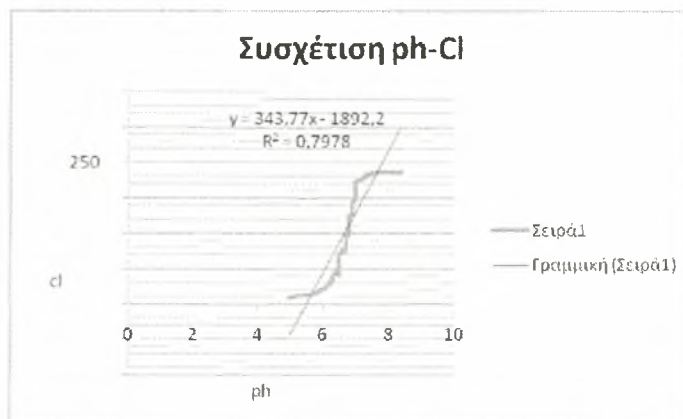
Στο διάγραμμα 17 που ακολουθεί παρουσιάζεται η ταξινόμηση των δειγμάτων βαμβακιού με βάση τη συγκέντρωση χλωρίου.

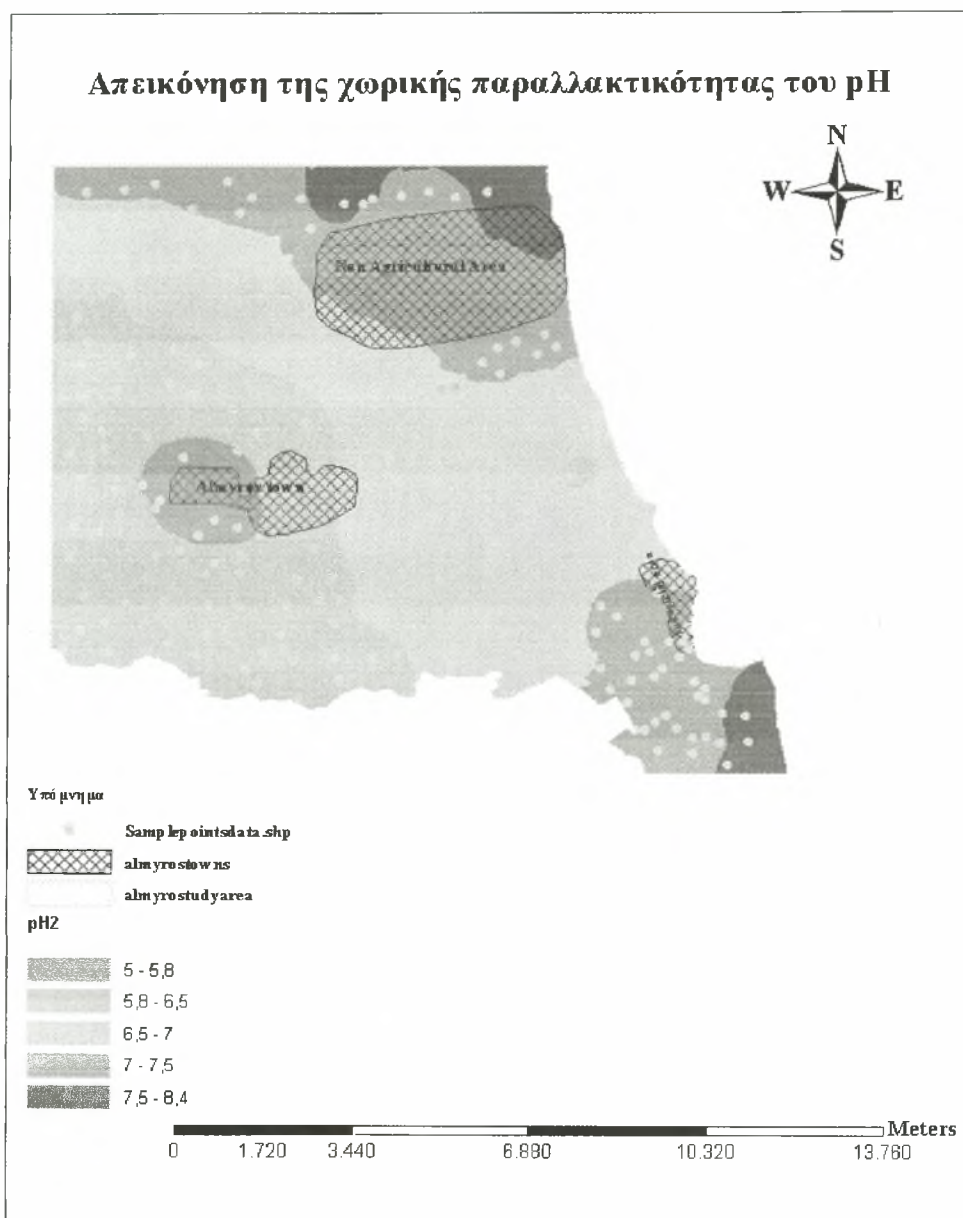


διάγραμμα 17

Παρατηρείται ότι το 31% των δειγμάτων βαμβακιού περιέχει από 20mg/gr ξηρού δείγματος βαμβακιού έως 100mg/gr ξηρού δείγματος βαμβακιού, το 21% των δειγμάτων βαμβακιού περιέχει από 100mg/gr ξηρού δείγματος βαμβακιού έως 150mg/gr ξηρού δείγματος βαμβακιού, το 19% των δειγμάτων του βαμβακιού περιέχει από 150mg/gr ξηρού δείγματος βαμβακιού έως 200mg/gr ξηρού δείγματος βαμβακιού και τέλος το 29% των δειγμάτων του βαμβακιού περιέχει από 200 mg/gr ξηρού δείγματος βαμβακιού έως 250 mg/gr ξηρού δείγματος βαμβακιού.

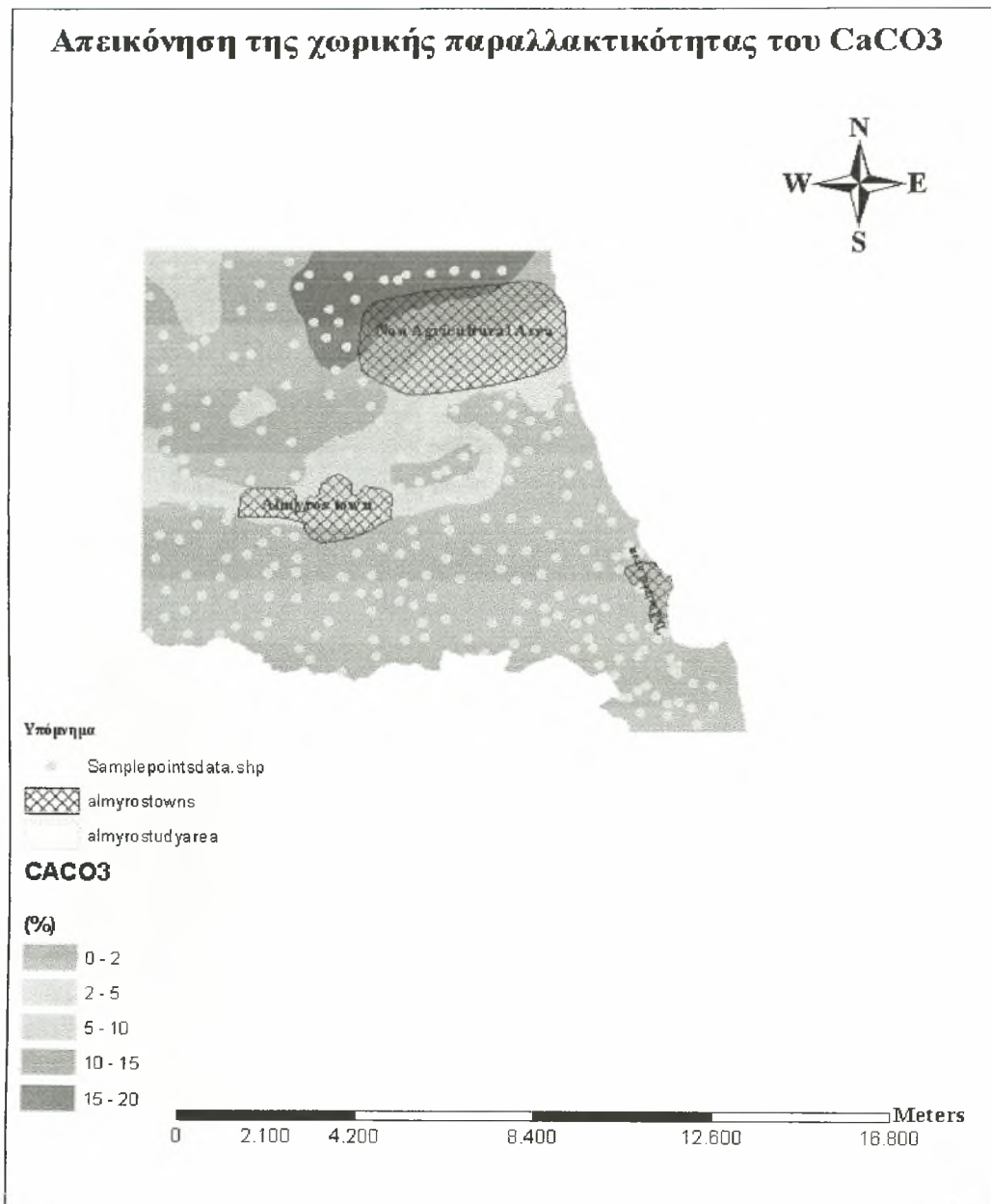
Στο διάγραμμα 16 που ακολουθεί παρουσιάζεται η συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης του χλωρίου στο βαμβάκι και του Ph.





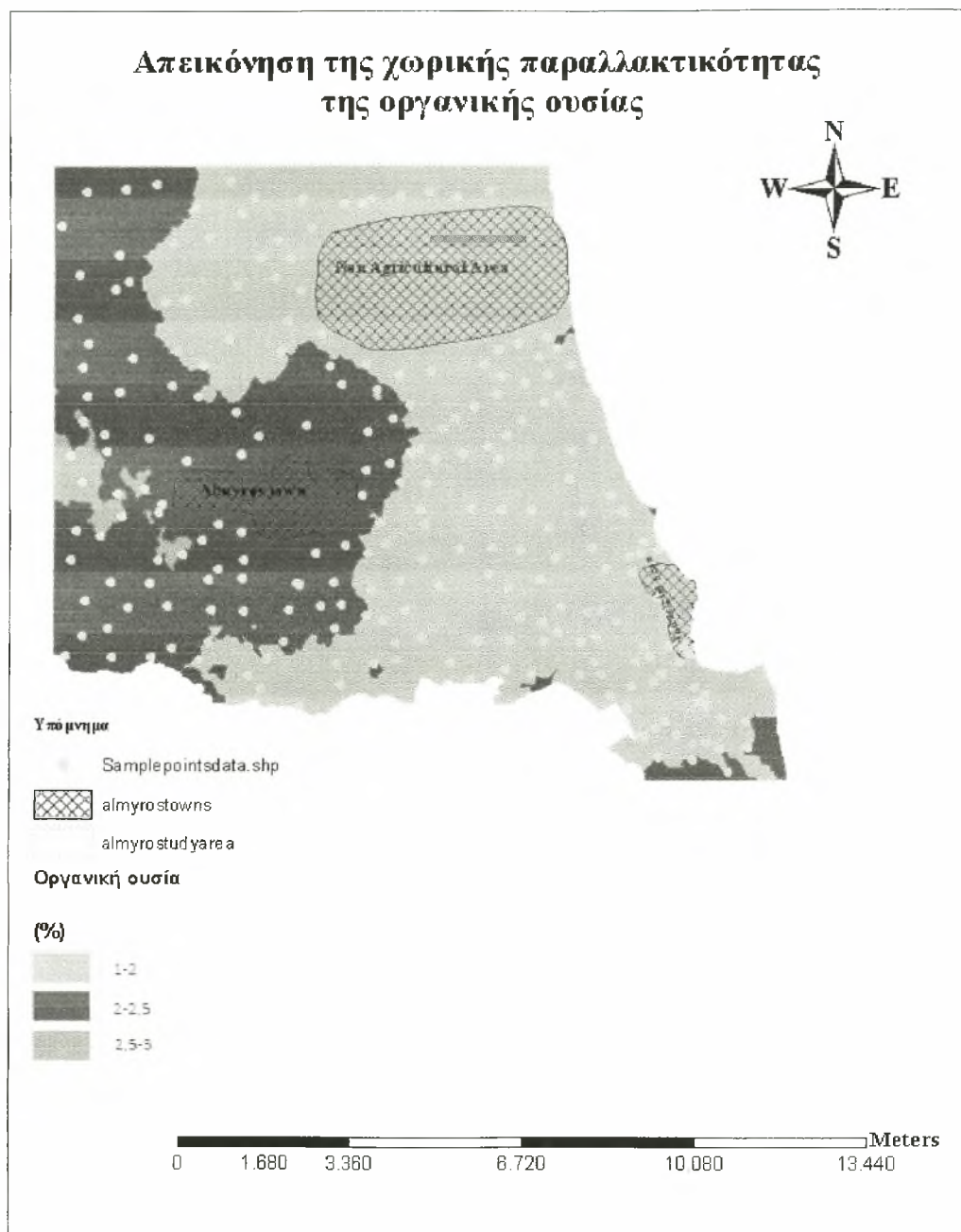
Χάρτης 3: Απεικόνιση της χωρικής παραλλακτικότητας του pH

Στο χάρτη 3 απεικονίζεται η χωρική παραλλακτικότητα του pH. Βάσει αυτού παρατηρείται ότι δυτικά της περιοχής τα εδάφη είναι όξινα και ελαφρώς όξινα ενώ ανατολικά της περιοχής τα εδάφη χαρακτηρίζονται ως αλκαλικά και ελαφρώς αλκαλικά.



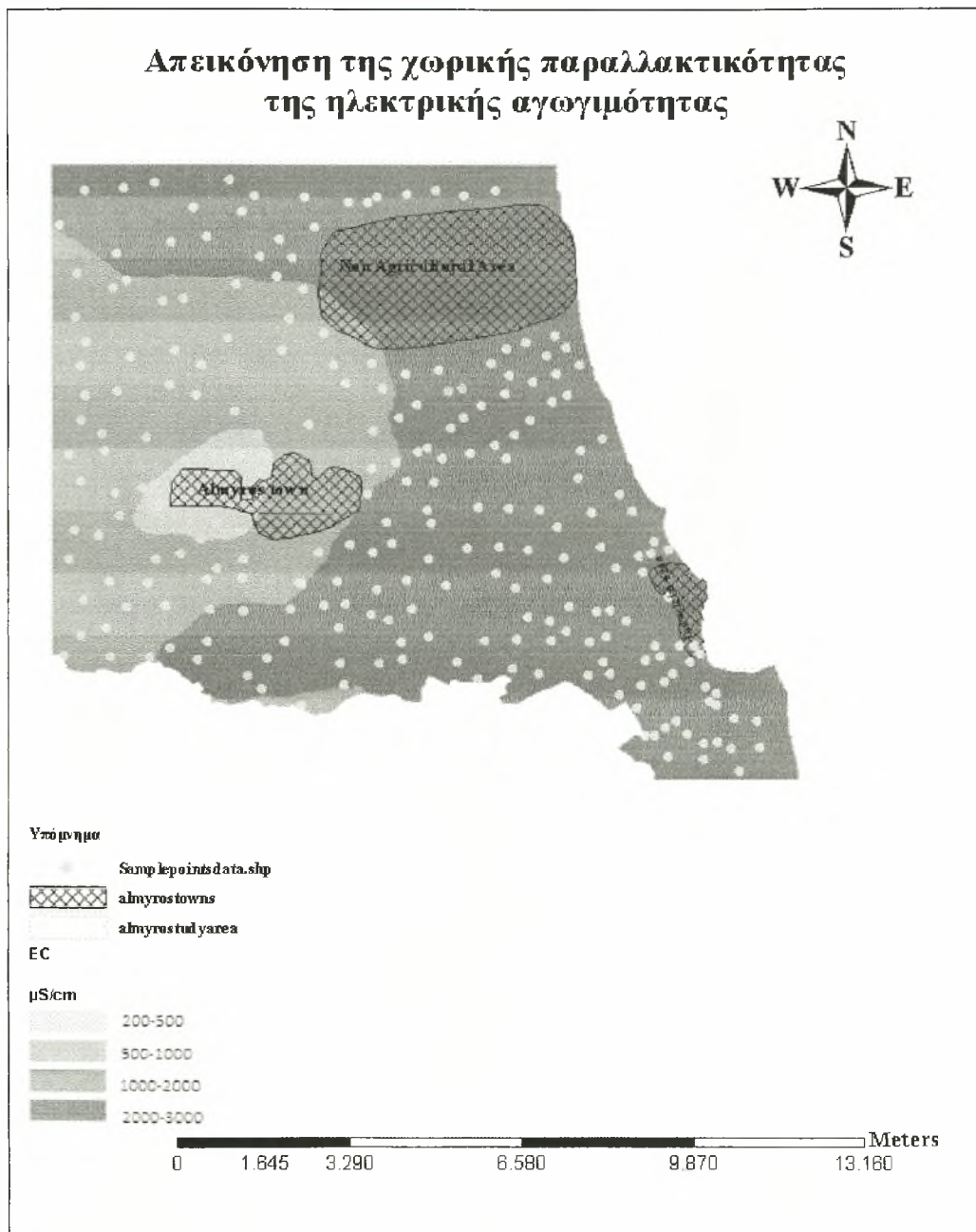
Χάρτης 1: Απεικόνιση της χωρικής παραλλακτικότητας του CaCO_3

Στον χάρτη 1 απεικονίζεται η χωρική παραλλακτικότητα του ποσοστού του CaCO_3 . Στη νότια πλευρά της περιοχής παρατηρείται μικρό ποσοστό CaCO_3 ενώ το ποσοστό σταδιακά αυξάνεται προς το βορρά



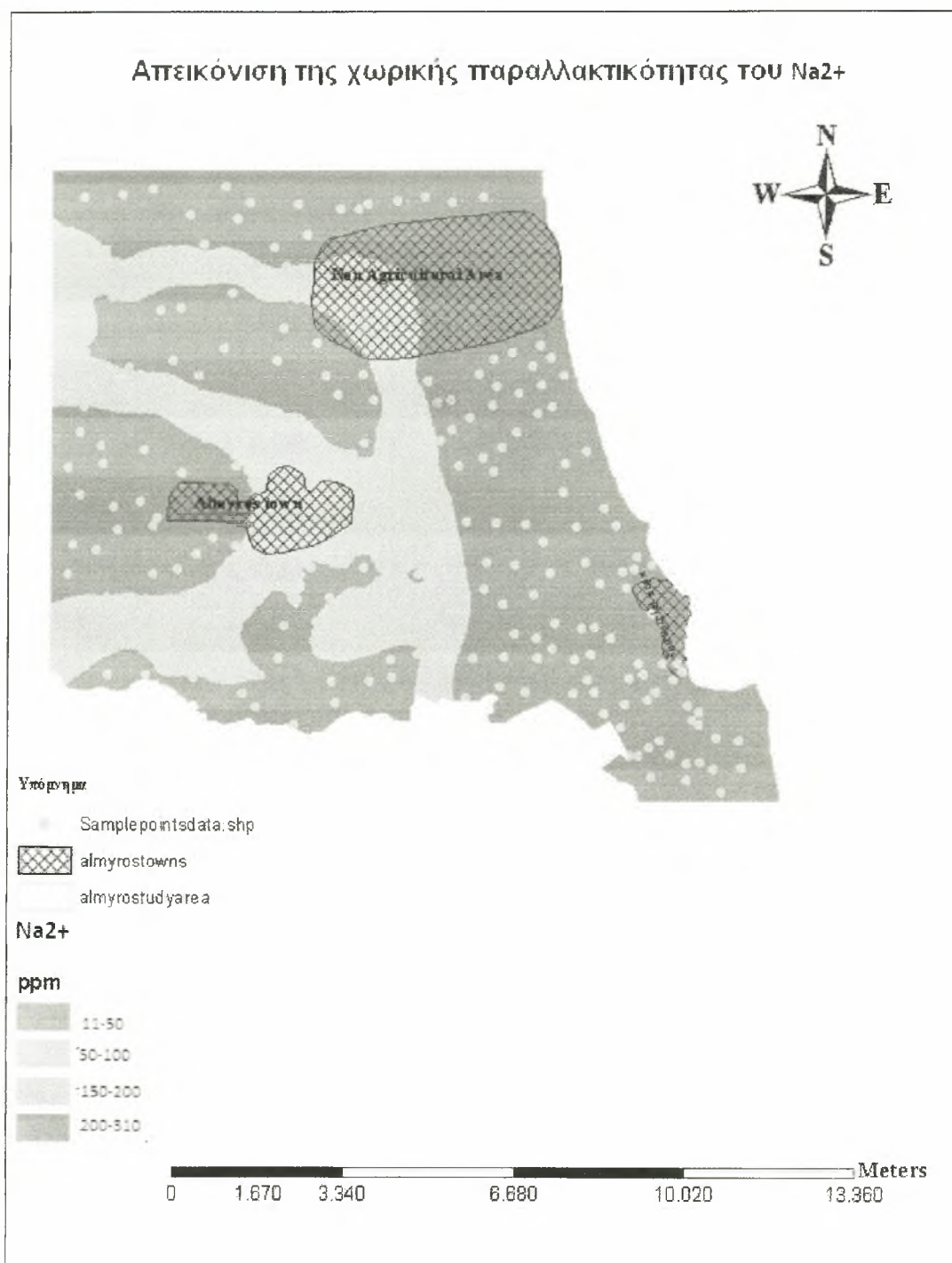
Χάρτης 2: Απεικόνιση της χωρικής παραλλακτικότητας της οργανικής ουσίας

Στον χάρτη 2 απεικονίζεται η χωρική παραλλακτικότητα της οργανικής ουσίας. Βάσει αυτού παρατηρείται ένα μικρό ποσοστό αυξημένης οργανικής ουσίας στα δυτικά της περιοχής ενώ ανατολικά η οργανική ουσία βρίσκεται σε μικρό ποσοστό.



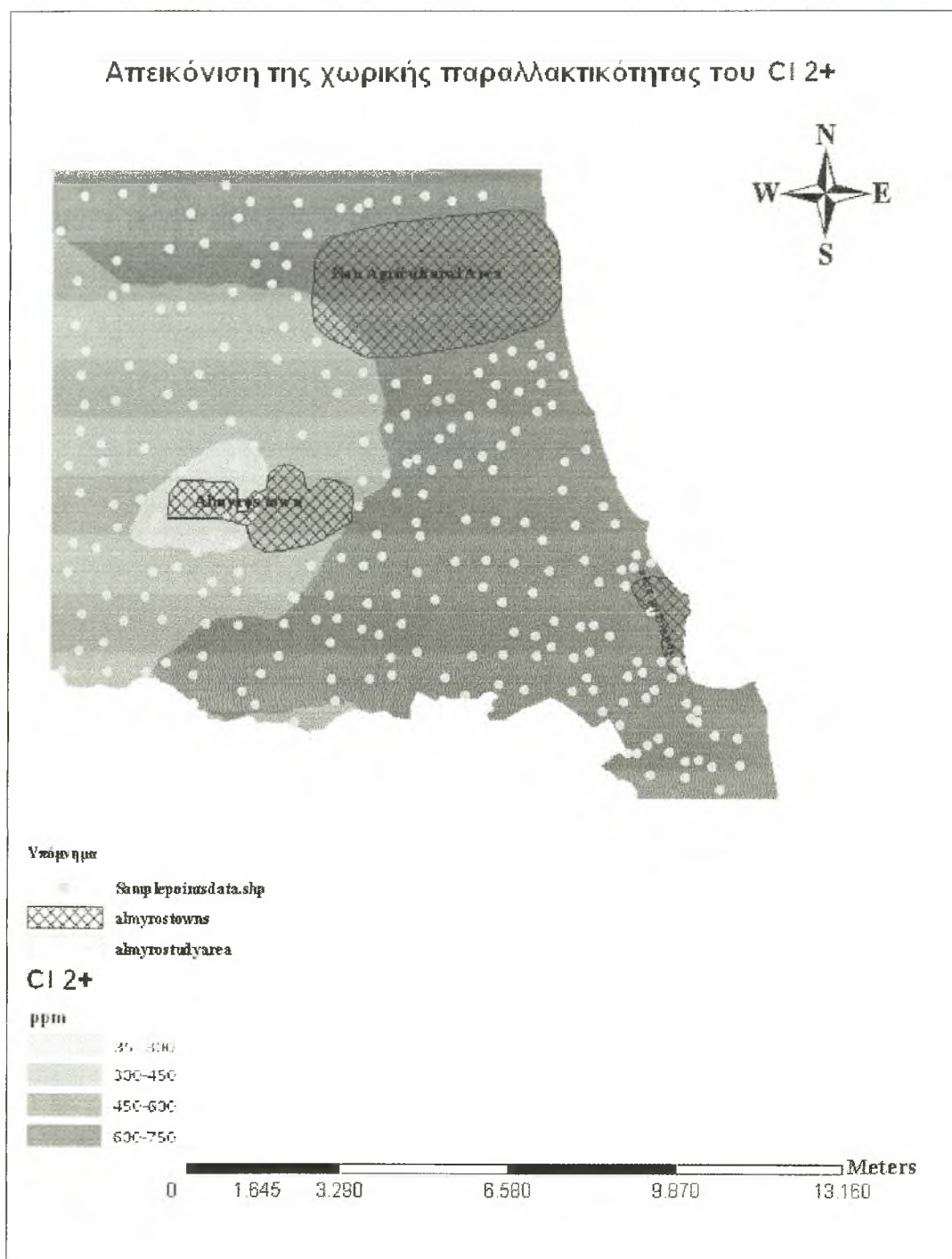
Χάρτης 4: Απεικόνιση της χωρικής παραλλακτικότητας της ηλεκτρικής αγωγιμότητας

Στον χάρτη 4 απεικονίζεται η χωρική παραλλακτικότητα της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Βάσει αυτού παρατηρείται μικρή ποσότητα ηλεκτρικής αγωγιμότητας στα δυτικά της περιοχής ενώ στα ανατολικά παρατηρείται μεγάλη ποσότητα.



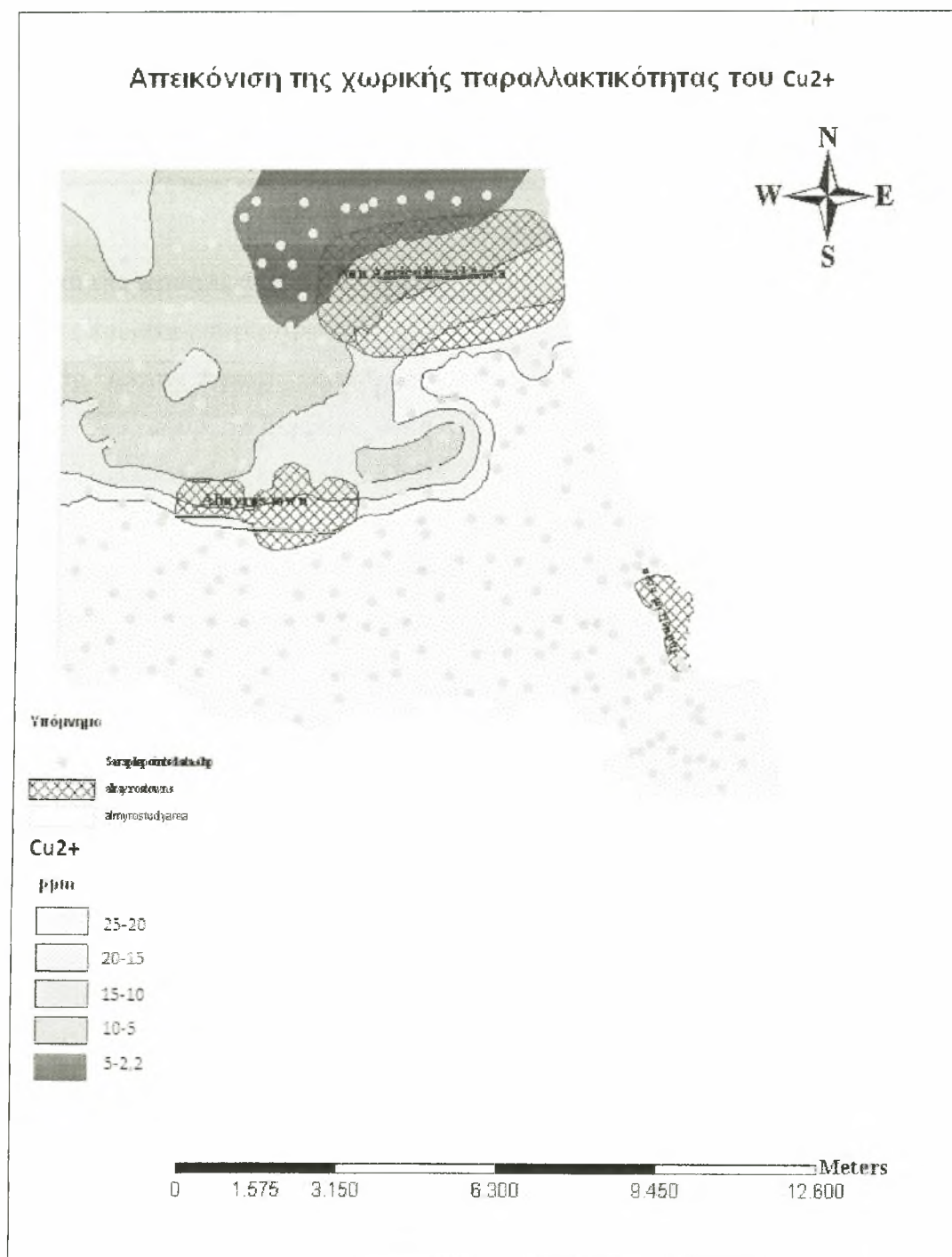
Χάρτης 5: Απεικόνιση της χωρικής παραλλακτικότητας του Na

Στον χάρτη 5 απεικονίζεται η χωρική παραλλακτικότητα του Na . Βάσει αυτού παρατηρείται ότι σε ένα μικρό κομμάτι στα δυτικά έχουμε υψηλή συγκέντρωση Na . Στα ανατολικά της περιοχής παρατηρείται υψηλή συγκέντρωση Na .



Χάρτης 6: Απεικόνιση της χωρικής παραλλακτικότητας του CI

Στον χάρτη 6 απεικονίζεται η χωρική παραλλακτικότητα του CI. Βάσει αυτού παρατηρείται μικρή ποσότητα χλωρίου στα δυτικά της περιοχής ενώ στα ανατολικά παρατηρείται μεγάλη ποσότητα.



Χάρτης 7: Απεικόνιση της χωρικής παραλλακτικότητας του Cu

Στον χάρτη 7 απεικονίζεται η χωρική παραλλακτικότητα του Cu. Στη νότια πλευρά της περιοχής παρατηρείται μικρό ποσοστό Cu ενώ το ποσοστό αυξάνεται σταδιακά προς το βορρά

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο τμήμα που γειτνιάζει με τον Παγασητικό Κόλπο παρατηρούνται υψηλές συγκεντρώσεις **νατρίου, χλωρίου και χαλκού** (αν εξαιρέσουμε το μικρό βορινό κομμάτι για την περίπτωση του χαλκού) καθώς επίσης και σε ένα μικρό τμήμα στα δυτικά της περιοχής μελέτης. Στο εδιάμεσο τμήμα της περιοχής παρατηρούνται μικρές και μέσες συγκεντρώσεις.

Επίσης αρκετές περιοχές παρατηρήθηκαν με υψηλές συγκεντρώσεις των στοιχείων αυτών όσον αφορά **το βαμβάκι** με τις υψηλότερες αυτών να τοποθετούνται στο ανατολικό κομμάτι της εν λόγω περιοχής.

Τα εδάφη που βρίσκονται στο δυτικό κομμάτι της περιοχής μελέτης χαρακτηρίζονται ως όξινα (5,8 - 6,5) και ισχυρώς όξινα (5 - 5,8), ενώ τα εδάφη του ανατολικού τμήματος που γειτνιάζει με τον Παγασητικό Κόλπο χαρακτηρίζονται ως αλκαλικά (7,5-8,4) και ελαφρώς αλκαλικά (7 - 7,5).

Παρατηρείται ισχυρή συσχέτιση μεταξύ του pH και των επιπέδων νατρίου, χλωρίου και χαλκού. Δηλαδή σε περιοχές με υψηλές τιμές pH, οι οποίες παρατηρήθηκαν ανατολικά και νότια της περιοχής μελέτης, **τα εδαφικά δείγματα** παρουσιάστηκαν εμπλουτισμένα με νάτριο, χλώριο και χαλκό αντίστοιχα. Τα ίδια αποτελέσματα παρουσιάστηκαν και **στο βαμβάκι**.

Χαμηλό ποσοστό ανθρακικού ασβεστίου παρατηρείται στο νότιο τμήμα της περιοχής μελέτης ενώ προχωρώντας προς το βορρά το ποσοστό του σταδιακά αυξάνεται.

Το χαμηλότερο ποσοστό οργανικής ουσίας παρατηρείται στο τμήμα της περιοχής μελέτης που συνορεύει με τον Παγασητικό Κόλπο. Στο δυτικό μέρος παρατηρείται μικρή αύξηση του ποσοστού της οργανικής ουσίας.

Χαμηλότερες τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας παρατηρήθηκαν στο δυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης, ενώ προχωρώντας προς τα ανατολικά σταδιακά αυξάνεται. Οι υψηλότερες τιμές βρίσκονται στο τμήμα που γειτνιάζει με τον Παγασητικό Κόλπο.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- -Addiscott T.M. and Thomas, D. 2000. Tillage, mineralization and leaching: phosphate. *Soil & Tillage Research* 53:255-273.
- -Addiscott , T.M., and Benjamin , N. 2004. Nitrate and Health. Πρακτικά 10^{ου} Πανελληνίου Εδαφολογικού Συνεδρίου, Βόλος, σελ. 215-230.
- -Addiscott, T.M., Whitmore A.P., and Powlson, D.S. 1991. FARMING, FERTILIZERS AND The Nitrate Problem. C.A.B.
- -Αναλογίδης, 2000. Έδαφος, θρεπτικά στοιχεία και φυτική παραγωγή. Εκδόσεις Αγρότυπος Α.Ε., Αθήνα.
- -Bezdicsek D.F., and Kenedy A.C. 1998. in *Microorganisms in Action* (eds. JM Lynch & JE Hobbie). Blackwell Scientific Publications.
- -Borling, K., Otabbong E., and Barberis E.. 2001. Phosphorus sorption in relation to soil properties in some cultivated Swedish soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 59: 39-46.
- -Bouabid, R., Badraoui, M., and Bloom, P.R 1991. Potassium fixation and charge characteristics of soil clays. *Soil Science Society America Journal* 5: 1493-1498.
- -Brady, N.C. and Weil,R.R. 2003. *Elements of the Nature and Properties of Soils* Second Edition , Prentice Hall, 2edition, pp. 624.
- -Brandy, N.C. and Weil,R.R. 1996. *The Nature and Properties of Soils*, 11th Ed.
 - Pentice Hall, NJ.
- -Buol, S.W., Southard, R.J., Graham, R.C. and McDaniel, P.A. 2002. *Soil Genesis and Classification* , Iowa State Press ;5th edition pp. 494.
- -Cornell, R.M. and Schwertmann, U. 1996. *The iron oxides*. VCH Publishers, Weinheim, pp. 573.
- -Fanning, D.S. and Fanning, M.C.B. 1989. *Soil Morphology, Genesis and Classification*. Wiley and Sons pp. 416.
- -Foth, H. D. 1990. *Fundamentals of Soil Science*. Wiley and Sons, pp. 384.

- 62)
- -Halvin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale S.L., and Nelson W.L. 1999. Soil Fertility and Fertilizers. An Introduction to Nutrient Management. 6th Edition, Pentice Hall.
 - -Hausenbuiller, R.L. 1985. Soil Science, Principles and Practices. 3th Edition, WCB.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000106739