

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΛΑΦΟΛΟΓΙΑΣ**

Σ. Γ. Μεζίτη

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ : «Εκτίμηση της χωρικής παραλλακτικότητας ορισμένων εδαφικών ιδιοτήτων σε εδάφη που καλλιεργείται αμπέλι και συσχέτιση αυτών με την περιεκτικότητα των φύλλων αμπέλου σε θρεπτικά συστατικά, στην περιοχή της Γουμένισσας, στα πλαίσια της Γεωργίας Ακριβείας»

ΒΟΛΟΣ 2003



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

Αριθ. Εισ.: 4180/1
Ημερ. Εισ.: 14-12-2004
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
634.8
MEZ

« Εκτίμηση της χωρικής παραλλακτικότητας ορισμένων εδαφικών ιδιοτήτων σε εδάφη που καλλιεργείται αμπέλι και συσχέτιση αυτών με την περιεκτικότητα των φύλλων αμπέλου σε θρεπτικά συστατικά, στην περιοχή της Γουμένισσας, στα πλαίσια της Γεωργίας Ακριβείας»

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Μήτσιος, Ι. Κ., Επιβλέπων Καθηγητής, Καθηγητής Εδαφολογίας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Γούλας, Χ., Μέλος της Συμβουλευτικής Επιτροπής, Καθηγητής Γενετικής Βελτίωσης Φυτών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Τσαντήλας, Χ., Μέλος της Συμβουλευτικής Επιτροπής, Ερευνητής Α' Εθνικού Ιδρύματος Αγροτικής Έρευνας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.)

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θεωρώ υποχρέωση μου καταρχήν να ευχαριστήσω τον Καθηγητή Εδαφολογίας του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, κύριο Ιωάννη Μήτσιο, Ph.D. τόσο για την ενθάρυνση του να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα στη μεταπτυχιακή μου διατριβή όσο και για τη συμπαράστασή του κατά τη διάρκεια των σπουδών μου και της παρουσίας μου στα Εργαστήριο Εδαφολογίας. Οι οδηγίες και οι παρατηρήσεις του, υπήρξαν ιδιαίτερα σημαντικές για τη συγγραφή της συγκεκριμένης διατριβής.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον κύριο Χρήστο Γούλα Καθηγητή Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, του ιδίου Τμήματος για τις πολύτιμες υποδείξεις, διορθώσεις και πληροφορίες που μου προσέφερε για την συγγραφή της συγκεκριμένης διατριβής.

Επίσης ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω στον κύριο Χρήστο Τσαντήλα Ερευνητή Α΄ του Ε.Θ.Ι.Α.Γ.Ε. για τη συμβολή του σε όλη την πορεία αυτής της διατριβής.

Θα ήταν παράλειψη μου να μην ευχαριστούσα τον κύριο Σταμάτη Φλωρά Ερευνητή Β΄ του Ε.Θ.Ι.Α.Γ.Ε. για το χρόνο που αφιέρωσε για να με βοηθήσει στην εκμάθηση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

Πολλές ευχαριστίες εκφράζονται στο Δημήτρη Τάσκο Διευθυντή του Οινοποιείου Μπουτάρη στη Γουμένισσα, για την υλική και ηθική βοήθεια που μου προσέφερε έτσι ώστε να περατωθεί αυτή η διατριβή.

Ευχαριστίες θα ήθελα επίσης να εκφράσω σε όλο το προσωπικό του Εργαστηρίου Εδαφικής Οικολογίας και Βιοτεχνολογίας του Κέντρου Γαία Περιβαλλοντικής Έρευνας και Εκπαίδευσης για την επιστημονική βοήθεια που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διατριβής μου.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια και τους φίλους μου που στάθηκαν πλάι μου σε όλες τις δυσκολίες που αντιμετώπισα καθώς και το προσωπικό του Εργαστηρίου Εδαφολογίας για την τεχνική και επιστημονική υποστήριξη που μου παρείχε.

Στην οικογένεια μου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή μελετήθηκαν ορισμένες εδαφικές ιδιότητες ενός αμπελώνα, έκτασης 16 στρεμμάτων, βιολογικής καλλιέργειας καθώς και η περιεκτικότητα των φύλλων αμπέλου, του συγκεκριμένου αμπελώνα σε θρεπτικά στοιχεία.

Συγκεκριμένα σε 53 εδαφικά δείγματα έγινε η μελέτη των εξής φυσικοχημικών ιδιοτήτων : pH, E.C., Φαινομενική Πυκνότητα, Διαθέσιμος Φώσφορος, Διαθέσιμος Ψευδάργυρος, Διαθέσιμος Χαλκός, Διαθέσιμος Σίδηρος, Διαθέσιμο Μαγνήσιο και Διαθέσιμο Μαγγάνιο.

Επίσης έγιναν δύο δειγματοληψίες φύλλων, η πρώτη στις 6-8-2002 και η δεύτερη στις 10-9-2002. Στα δείγματα φύλλων προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα, σε Κάλιο, Φώσφορο, Ασβέστιο, Ψευδάργυρο, Χαλκό, Σίδηρο, Μαγγάνιο, Μαγνήσιο και Βόριο. Επίσης προσδιορίστηκε και η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη.

Οι τιμές των θρεπτικών στοιχείων στα εδαφικά δείγματα κυμάνθηκαν γενικά σε χαμηλά επίπεδα με εξαίρεση το χαλκό, του οποίου οι τιμές ήταν ιδιαίτερα υψηλές λόγω των ψεκασμών με χαλκούχα σκευάσματα που είχε δεχτεί ο υπό μελέτη αμπελώνας.

Ο εφοδιασμός σε θρεπτικά στοιχεία των φύλλων και στις δύο δειγματοληψίες ήταν επαρκής για τα στοιχεία : Σίδηρος, Μαγγάνιο, Ασβέστιο και Μαγνήσιο και ανεπαρκής για τα στοιχεία : Φώσφορος και Κάλιο. Τα φύλλα που προέρχονταν απ' την πρώτη δειγματοληψία ήταν οριακά εφοδιασμένα με Βόριο και Ψευδάργυρο ενώ οι τιμές του χαλκού ήταν υψηλές λόγω των ψεκασμών με χαλκούχα σκευάσματα που προαναφέρθηκαν. Κατά τη δεύτερη δειγματοληψία η περιεκτικότητα σε μαγνήσιο μειώθηκε σε επίπεδα ανεπάρκειας.

Ανάλυση παλινδρόμησης μεταξύ συγκέντρωσης θρεπτικών στο έδαφος και στα φύλλα έδειξε ότι μεταξύ αυτών δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική συσχέτιση.

Τέλος, προκειμένου να γίνει καλύτερη απεικόνιση της χωρική παραλλακτικότητας, με τη χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών έγιναν ψηφιακοί θεματικοί χάρτες, διαγράμματα τάσης, ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων και διαγράμματα της ημιπαραλλακτικότητας για όλες τις ιδιότητες που προσδιορίστηκαν στα εδαφικά δείγματα και στα δείγματα των φύλλων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1^ο ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ		
1.1	Η έννοια της εδαφικής παραλλακτικότητας	Σελ. 1
1.2	Γεωργία Ακριβείας	Σελ. 2
1.3	Η καλλιέργεια της αμπέλου	Σελ. 5
1.3.1	Ιστορική αναδρομή στην αμπελουργία	Σελ. 5
1.3.2	Υφισταμένη κατάσταση της αμπελοκαλλιέργειας στον κόσμο και στην Ελλάδα	Σελ. 6
1.3.3	Προοπτική του ελληνικού αμπελώνα	Σελ. 7
1.3.4	Η ποικιλία Ξινόμαυρο	Σελ. 7
1.3.5	Ανάγκες της αμπέλου σε θρεπτικά στοιχεία	Σελ. 8
1.3.5.1	Άζωτο (N)	Σελ. 9
1.3.5.2	Φώσφορος (P)	Σελ. 10
1.3.5.3	Κάλιο (K)	Σελ. 11
1.3.5.4	Μαγνήσιο (Mg)	Σελ. 14
1.3.5.5	Ασβέστιο (Ca)	Σελ. 15
1.3.5.6	Χαλκός (Cu)	Σελ. 16
1.3.5.7	Ψευδάργυρος (Zn)	Σελ. 18
1.3.5.8	Μαγγάνιο (Mn)	Σελ. 20
1.3.5.9	Σίδηρος (Fe)	Σελ. 23
1.3.5.10	Βόριο (B)	Σελ. 25
1.3.5.11	Περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη	Σελ. 26
1.4	Βιολογική καλλιέργεια της αμπέλου	Σελ. 27
1.5	Οι κυριότερες φασματικές τεχνικές στη στοιχειακή ποιοτική και ποσοτική ανάλυση	Σελ. 29
1.6	Πέψη των δειγμάτων των φύλλων με τη χρήση ειδικών φούρνων μικροκυμάτων	Σελ. 33
	Σκοπός της εργασίας	Σελ. 34
Κεφάλαιο 2^ο ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ		
2.1	Στοιχεία αμπελώνα στον οποίο πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες	Σελ. 35
2.2	Σχέδιο δειγματοληψίας	Σελ. 35
2.3	Δειγματοληψία φύλλων	Σελ. 36
2.4	Μέτρηση της χλωροφύλλης στα φύλλα	Σελ. 36
2.5	Προετοιμασία των φύλλων για αναλύσεις	Σελ. 37
2.6	Υγρή καύση και πέψη των φύλλων	Σελ. 37
2.7	Προσδιορισμός των θρεπτικών στοιχείων με την τεχνική της Φασματομετρίας Ατομικής Εκπομπής με Επαγωγικά Συζευγμένο Πλάσμα (ICP-AES)	Σελ. 38
2.7.1	Αρχή της μεθόδου Φασματομετρίας Ατομικής Εκπομπής με Επαγωγικά Συζευγμένο Πλάσμα	Σελ. 39
2.7.2	Όργανα, συσκευές και αντιδραστήρια	Σελ. 42
2.7.3	Μέθοδος προσδιορισμού	Σελ. 43
2.8	Δειγματοληψία εδάφους	Σελ. 44
2.9	Υπολογισμός της Φαινομενικής Πυκνότητας (Bulk Density- B.D.) του εδάφους	Σελ. 44
2.10	Προετοιμασία των εδαφικών δειγμάτων και βασικές εδαφολογικές αναλύσεις	Σελ. 45

2.11	Εκχύλιση των εδαφικών δειγμάτων με διάλυμα AB-DTPA	Σελ. 45
2.11.1	Θεωρητικές αρχές του εκχυλιστικού διαλύματος AB-DTPA	Σελ. 46
2.11.2	Παρασκευή του εκχυλιστικού διαλύματος AB-DTPA	Σελ. 47
2.12	Στατιστική Επεξεργασία Αποτελεσμάτων	Σελ. 47
2.13	Ψηφιακοί θεματικοί χάρτες	Σελ. 48
2.13.1	Προσδιορισμός λαθών από ψηφιοποίηση	Σελ. 49
2.14	Σύστημα προβολής χαρτών	Σελ. 50
2.15	ArcGIS Geostatistical Analyst	Σελ. 51
2.15.1	Εξετάζοντας τη χωρική μεταβλητότητα των δεδομένων	Σελ. 53
Κεφάλαιο 3^ο ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ		
3.1	Ταξινόμηση του εδάφους και εδαφικές ιδιότητες	Σελ. 54
3.2	Δείγματα φύλλων αμπέλου	Σελ. 61
3.3	Συσχέτιση των εδαφικών ιδιοτήτων με την περιεκτικότητα των φύλλων αμπέλου σε θρεπτικά στοιχεία	Σελ. 101
3.4	Ψηφιακοί θεματικοί χάρτες	Σελ. 110
3.4.1	Ψηφιακοί θεματικοί χάρτες των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του εδάφους	Σελ. 110
3.4.2.α	Ψηφιακοί θεματικοί χάρτες της συγκέντρωσης μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στοιχείων καθώς και της χλωροφύλλης στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)	Σελ. 111
3.4.2.β	Ψηφιακοί θεματικοί χάρτες της συγκέντρωσης μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στοιχείων καθώς και της χλωροφύλλης στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)	Σελ. 112
Κεφάλαιο 4^ο ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ		Σελ. 143
Βιβλιογραφία		Σελ. 145
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ		

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1	Το μήκος κύματος που έγινε ο προσδιορισμός του κάθε στοιχείου	Σελ. 43
Πίνακας 2.2	Συνθήκες λειτουργίας του φασματομέτρου κατά τη λειτουργία της ανάλυσης	Σελ. 43
Πίνακας 3.1	Φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους	Σελ. 55
Πίνακας 3.2	Τιμές δεικτών για το P (Μέθοδος AB-DTPA) σε αργιλώδες έδαφος	Σελ. 56
Πίνακας 3.3	Κατάταξη των εδαφών σε κατηγορίες με βάση τη διαθεσιμότητα του Zn	Σελ. 57
Πίνακας 3.4	Κατάταξη των εδαφών σε κατηγορίες με βάση τη διαθεσιμότητα του Cu	Σελ. 57
Πίνακας 3.5	Κατάταξη των εδαφών σε κατηγορίες με βάση τη διαθεσιμότητα του Mn	Σελ. 58
Πίνακας 3.6	Κατάταξη των εδαφών σε κατηγορίες με βάση τη διαθεσιμότητα του Fe	Σελ. 58
Πίνακας 3.7	Ερμηνεία των αποτελεσμάτων σε σχέση με την τιμή του pH του εδάφους	Σελ. 59
Πίνακας 3.8	Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων του εδάφους σε σχέση με την τιμή του pH	Σελ. 60
Πίνακας 3.9	Τιμές συγκεντρώσεων των μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου	Σελ. 62
Πίνακας 3.10	Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία φύλλων αμπέλου, 6/8/2002)	Σελ. 63
Πίνακας 3.11	Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία φύλλων αμπέλου, 10/9/2002)	Σελ. 64
Πίνακας 3.12	Συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φύλλα αμπέλου	Σελ. 65
Πίνακας 3.13	Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία φύλλων 6/8/2002) σε σχέση με την τιμή του pH του εδάφους	Σελ. 66
Πίνακας 3.14	Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία φύλλων 10/9/2002) σε σχέση με την τιμή του pH του εδάφους	Σελ. 67
Πίνακας 3.15	Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα της Αμπέλου κατά την 1 ^η Δειγματοληψία	Σελ. 68
Πίνακας 3.16	Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα της Αμπέλου κατά την 2 ^η Δειγματοληψία	Σελ. 69
Πίνακας 3.17	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 1	Σελ. 74
Πίνακας 3.18	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 2	Σελ. 74
Πίνακας 3.19	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 3	Σελ. 75

Πίνακας 3.20	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 4	Σελ. 75
Πίνακας 3.21	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 5	Σελ. 76
Πίνακας 3.22	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 6	Σελ. 76
Πίνακας 3.23	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 7	Σελ. 77
Πίνακας 3.24	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 8	Σελ. 77
Πίνακας 3.25	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 9	Σελ. 78
Πίνακας 3.26	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 10	Σελ. 78
Πίνακας 3.27	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 11	Σελ. 79
Πίνακας 3.28	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 12	Σελ. 79
Πίνακας 3.29	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 13	Σελ. 80
Πίνακας 3.30	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 14	Σελ. 80
Πίνακας 3.31	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 15	Σελ. 81
Πίνακας 3.32	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 16	Σελ. 81
Πίνακας 3.33	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 17	Σελ. 82
Πίνακας 3.34	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 18	Σελ. 82
Πίνακας 3.35	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 19	Σελ. 83

Πίνακας 3.36	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 20	Σελ. 83
Πίνακας 3.37	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 21	Σελ. 84
Πίνακας 3.38	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 22	Σελ. 84
Πίνακας 3.39	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 23	Σελ. 85
Πίνακας 3.40	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 24	Σελ. 85
Πίνακας 3.41	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 25	Σελ. 86
Πίνακας 3.42	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 26	Σελ. 86
Πίνακας 3.43	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 27	Σελ. 87
Πίνακας 3.44	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 28	Σελ. 87
Πίνακας 3.45	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 29	Σελ. 88
Πίνακας 3.46	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 30	Σελ. 88
Πίνακας 3.47	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 31	Σελ. 89
Πίνακας 3.48	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 32	Σελ. 89
Πίνακας 3.49	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 33	Σελ. 90
Πίνακας 3.50	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 34	Σελ. 90
Πίνακας 3.51	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 35	Σελ. 91

Πίνακας 3.52	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 36	Σελ. 91
Πίνακας 3.53	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 37	Σελ. 92
Πίνακας 3.54	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 38	Σελ. 92
Πίνακας 3.55	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 39	Σελ. 93
Πίνακας 3.56	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 40	Σελ. 93
Πίνακας 3.57	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 41	Σελ. 94
Πίνακας 3.58	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 42	Σελ. 94
Πίνακας 3.59	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 43	Σελ. 95
Πίνακας 3.60	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 44	Σελ. 95
Πίνακας 3.61	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 45	Σελ. 96
Πίνακας 3.62	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 46	Σελ. 96
Πίνακας 3.63	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 47	Σελ. 97
Πίνακας 3.64	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 48	Σελ. 97
Πίνακας 3.65	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 49	Σελ. 98
Πίνακας 3.66	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 50	Σελ. 98
Πίνακας 3.67	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 51	Σελ. 99

Πίνακας 3.68	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 52	Σελ. 99
Πίνακας 3.69	Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 53	Σελ. 100
Πίνακας 3.70	Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των εδαφικών ιδιοτήτων και των μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία φύλλων, 6/8/2002)	Σελ. 108
Πίνακας 3.71	Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των εδαφικών ιδιοτήτων και των μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία φύλλων, 10/9/2002)	Σελ. 109
Πίνακας 3.72	Μαθηματικά πρότυπα βάση των οποίων έγινε η κατασκευή των Ψηφιακών Θεματικών Χαρτών για τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους	Σελ. 111
Πίνακας 3.73	Μαθηματικά πρότυπα βάση των οποίων έγινε η κατασκευή των Ψηφιακών Θεματικών Χαρτών για τα θρεπτικά στοιχεία και τη χλωροφύλλη στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία φύλλων, 6/8/2002)	Σελ. 112
Πίνακας 3.74	Μαθηματικά πρότυπα βάση των οποίων έγινε η κατασκευή των Ψηφιακών Θεματικών Χαρτών για τα θρεπτικά στοιχεία και τη χλωροφύλλη στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία φύλλων, 10/9/2002)	Σελ. 113

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1	Μορφές του μαγγανίου στο έδαφος	Σελ. 21
Σχήμα 3.1	Συσχέτιση της τιμής του pH του εδάφους και της συγκέντρωσης του B στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία)	Σελ. 105
Σχήμα 3.2	Συσχέτιση της τιμής της E.C. του εδάφους και της συγκέντρωσης του B στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία)	Σελ. 105
Σχήμα 3.3	Συσχέτιση της συγκέντρωσης του διαθεσίμου P του εδάφους και της συγκέντρωσης του P (1 ^η Δειγματοληψία) στα φύλλα αμπέλου	Σελ. 106
Σχήμα 3.4	Συσχέτιση της τιμής του pH του εδάφους και της συγκέντρωσης του Cu (1 ^η Δειγματοληψία) στα φύλλα αμπέλου	Σελ. 106
Σχήμα 3.5	Συσχέτιση της τιμής της E.C. του εδάφους και της συγκέντρωσης του K (1 ^η Δειγματοληψία) στα φύλλα αμπέλου	Σελ. 107
Σχήμα 3.6	Συσχέτιση της τιμής του pH του εδάφους και της συγκέντρωσης του B (2 ^η Δειγματοληψία) στα φύλλα αμπέλου	Σελ. 107
Σχήμα 3.7	Συσχέτιση της τιμής της E.C. του εδάφους και της συγκέντρωσης του B (2 ^η Δειγματοληψία) στα φύλλα αμπέλου	Σελ. 108
Σχήμα 3.8	Συσχέτιση της συγκέντρωσης του διαθεσίμου P του εδάφους και της συγκέντρωσης του P (2 ^η Δειγματοληψία) στα φύλλα αμπέλου	Σελ. 108
Σχήμα 3.9	Συσχέτιση της τιμής του pH του εδάφους και της συγκέντρωσης του Cu (2 ^η Δειγματοληψία) στα φύλλα αμπέλου	Σελ. 109
Σχήμα 3.10	Συσχέτιση της τιμής του pH του εδάφους και της συγκέντρωσης του Ca (2 ^η Δειγματοληψία) στα φύλλα αμπέλου	Σελ. 109

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1	Η φλογοφασματομετρία ατομικής εκπομπής σχηματικά	Σελ. 30
Εικόνα 1.2	Η φλογοφασματομετρία ατομικής απορρόφησης σχηματικά	Σελ. 30
Εικόνα 1.3	Η φασματομετρία ηλεκτροθερμικής ατομικής απορρόφησης σχηματικά	Σελ. 31
Εικόνα 1.4	Η φασματομετρία ατομικής εκπομπής με επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα σχηματικά	Σελ. 31
Εικόνα 1.5	Η φασματομετρία μάζας με επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα σχηματικά	Σελ. 32
Εικόνα 2.1	Οι θερμοκρασίες που επιτυγχάνονται σε ένα δακτυλιοειδές πλάσμα	Σελ. 41
Εικόνα 2.2	Οι ζώνες που υπάρχουν στο πλάσμα, με διαφορετικά χαρακτηριστικά η κάθε μία	Σελ. 42

Κεφάλαιο 1^ο

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

1.1 Η έννοια της εδαφικής παραλλακτικότητας

Ένας από τους πιο βασικούς στόχους της στατιστικής είναι η κατανόηση της παραλλακτικότητας στους πληθυσμούς, η καταγραφή της καθώς και η εξήγηση της, έτσι ώστε να μπορούμε να συγκρίνουμε τους πληθυσμούς.

Η εδαφική παραλλακτικότητα είναι οι διαφορές που εμφανίζουν οι εδαφικές ιδιότητες, οι οποίες οφείλονται στο γεγονός ότι οι παράγοντες της εδαφογένεσης (τοπογραφία, βλάστηση, κλίμα, μικροοργανισμοί και μητρικό υλικό) διαφέρουν τόσο στο χώρο όσο και στο χρόνο. Έτσι η εδαφική παραλλακτικότητα διακρίνεται σε χωρική και χρονική αντίστοιχα με βάση τις διαφορές των παραγόντων της εδαφογένεσης (Arnold και Wilding, 1991).

Η παραλλακτικότητα των εδαφικών ιδιοτήτων τόσο η χωρική όσο και η χρονική μπορεί να είναι συστηματική, οπότε και μπορεί να αποδοθεί σε συγκεκριμένο αίτιο, να γίνει κατανοητή, να χαρτογραφηθεί και να προβλεφθεί ή τυχαία, η οποία δεν μπορεί να προβλεφθεί αλλά μόνο να περιγραφεί. Στα φυσικά εδάφη η συστηματική παραλλακτικότητα αναμένεται να είναι μεγαλύτερη απ' την τυχαία (Arnold και Wilding, 1991; Upchurch και Edmonds, 1991).

Εδαφικές ιδιότητες που παρουσιάζουν μεγάλη παραλλακτικότητα είναι το pH, η περιεκτικότητα του εδάφους σε θρεπτικά στοιχεία και κατά συνέπεια η γονιμότητα του εδάφους καθώς και η απόδοση της εκάστοτε καλλιέργειας (Mulla και Schepers 1997; Wollenhaupt *et al.*, 1997). Ειδικότερα για το αμπέλι οι εδαφικές ιδιότητες που παρουσιάζουν μεγαλύτερη παραλλακτικότητα είναι η απόδοση και η ποιότητα των σταφυλιών (Lamb, 2002).

Οι στατιστικές μέθοδοι περιγραφής της εδαφικής παραλλακτικότητας ποικίλουν ανάλογα με τις προσδιοριζόμενες ιδιότητες και το σχέδιο δειγματοληψίας που έχει ακολουθηθεί. Συνοπτικά και σε γενικές γραμμές οι στατιστικές μέθοδοι περιγραφής της εδαφικής παραλλακτικότητας είναι οι εξής : μέσος όρος, τυπική απόκλιση, συντελεστής παραλλακτικότητας, σύγκριση μέσων όρων, ανάλυση παραλλακτικότητας και γεωστατιστική (Upchurch και Edmonds, 1991; Wollenhaupt *et al.*, 1997).

Η ύπαρξη εδαφικής παραλλακτικότητας έχει αντίκτυπο τόσο στο περιβάλλον όσο και στη γεωργική παραγωγή. Λιπάσματα, ζιζανιοκτόνα, πολλαπλασιαστικό υλικό καθώς και το νερό δεν χρησιμοποιούνται σε σωστές αναλογίες στα καλλιεργούμενα εδάφη και κατά συνέπεια το περιβάλλον επιβαρύνεται, η γεωργική παραγωγή μειώνεται και το κόστος των γεωργικών προϊόντων αυξάνεται.

Είναι λοιπόν σημαντικό να καταγραφούν, να γίνουν κατανοητές και να αντιμετωπιστούν οι ιδιαιτερότητες κάθε καλλιεργούμενου εδάφους. Η χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας στη γεωργική παραγωγή κρίνεται λοιπόν απαραίτητη. Η ανάγκη αυτή οδήγησε τους επιστήμονες στο σύστημα καλλιέργειας που ονομάζεται Γεωργία Ακριβείας (Precision Farming).

1.2 Γεωργία Ακριβείας

Σύμφωνα με τις υπάρχουσες συνθήκες και τις καλλιεργητικές μεθόδους, οι καλλιέργειες διαχειρίζονται με ομοιόμορφο τρόπο σ' όλη την έκταση του αγρού, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι διαφοροποιήσεις που παρουσιάζονται κατά θέσεις μέσα στον ίδιο αγρό, στη γονιμότητα του εδάφους, στην εξάπλωση των ζιζανίων και στις ανάγκες για νερό. Αυτό οδηγεί στη χρήση είτε μεγαλύτερης είτε μικρότερης ποσότητας λιπασμάτων, σπόρων, νερού και ζιζανιοκτόνων με άμεση συνέπεια τη μη επίτευξη της βέλτιστης παραγωγής καθώς και τη ρύπανση του περιβάλλοντος.

Η Γεωργία Ακριβείας (Precision Farming) στοχεύει στο να δώσει λύση σ' αυτό το πρόβλημα με στόχο τη βελτιστοποίηση της χρήσης των εισροών ανάλογα με τις ιδιαίτερες συνθήκες του κάθε τμήματος του αγρού. Η έννοια της Γεωργίας Ακριβείας είναι η καταγραφή των επί μέρους διαφοροποιήσεων που επηρεάζουν την ανάπτυξη της καλλιέργειας και χρησιμοποίηση σε κάθε τμήμα του αγρού της κατάλληλης ποσότητας λιπασμάτων, σπόρων, νερού και ζιζανιοκτόνων (Mulla και Schepers 1997, Φουντάς 2000).

Αν οι καλλιεργούμενοι αγροί παρουσίαζαν ομοιομορφία δεν θα υπήρχε η ανάγκη εφαρμογής της Γεωργίας Ακριβείας. Δεδομένου όμως ότι οι αγροί είναι ένα σύμπλεγμα εδαφών και τοπίων, όπου οι εδαφικές ιδιότητες καθώς και η απόδοση της καλλιέργειας παρουσιάζουν μεγάλη χωρική παραλλακτικότητα, η χρήση της Γεωργίας Ακριβείας κρίνεται πλέον απαραίτητη (Mulla και Schepers, 1997).

Η Γεωργία Ακριβείας χρησιμοποιεί τις ήδη υπάρχουσες τεχνολογίες και ενσωματώνοντας καινούργιες τεχνικές αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο στα χέρια του γεωργού. Η τεχνολογία της Γεωργίας Ακριβείας προϋποθέτει την ύπαρξη της

πληροφορικής, των ηλεκτρονικών και των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων με την υποστήριξη όμως επαρκών αγρονομικών πληροφοριών.

Οι κυριότερες λοιπόν τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στη Γεωργία Ακριβείας είναι οι εξής :

- Αισθητήρες εδάφους και φυτών
- Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού (Global Positioning System-GPS)
- Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Geografic Information System-GIS)
- Συστήματα πολλαπλής εφαρμογής

Αισθητήρες εδάφους και φυτών

Η χρήση φασματικών αισθητήρων φυτών και εδάφους επιτρέπει την καταγραφή της κατάστασης των φυτών και του εδάφους σε πραγματικό χρόνο. Με τη χρήση των αισθητήρων γίνεται καταγραφή του χρώματος και της ευρωστίας των φυτών καθώς και του χρώματος του εδάφους, σε πραγματικές συνθήκες αγρού. Στη συνέχεια τα δεδομένα αυτά καταχωρούνται σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές και συνδυαζόμενα με άλλα δεδομένα όπως εδαφικές αναλύσεις, αεροφωτογραφίες και αναλύσεις φυτικών ιστών αξιοποιούνται στα πλαίσια της Γεωργίας Ακριβείας. Εφαρμογή της συγκεκριμένης τεχνικής έχει γίνει στη χώρα μας σε καλλιέργεια βαμβακιού, σιταριού και αμπέλου (Stamatiadis *et al.*, 2002; Σταματιάδης κ.α., 2002).

Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού (Global Positioning System-GPS)

Το Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού σχεδιάστηκε αρχικά στη δεκαετία του '70, ως ένα σύστημα πλοήγησης για στρατιωτικούς σκοπούς, το οποίο παρείχε τη δυνατότητα εντοπισμού της θέσης, με ακρίβεια 10 μέτρων, σε όλο τον κόσμο, ανεξάρτητα των καιρικών συνθηκών. Η λειτουργία του συστήματος ήταν απλή. Ένας δέκτης δεχόταν διαδοχικά σήματα από τρεις ή περισσότερους δορυφόρους και μετρούσε το χρόνο που απαιτείτο για την μεταφορά των σημάτων. Αν η θέση του δορυφόρου ήταν γνωστή ως μια συνάρτηση του χρόνου, η θέση του δέκτη μπορούσε να υπολογιστεί με ένα τρισδιάστατο γεωμετρικό υπολογισμό. Έκτοτε το Σύστημα έχει βελτιωθεί, έτσι ώστε σήμερα να γίνεται λόγος για διάφορα είδη GPS, όπως το απλό-συμβατικό, το διαφορικό, το στατικό, το κινηματικό και το απότομα στατικό GPS.

Το πρώτο Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού για εμπορική χρήση σχεδιάστηκε στη δεκαετία του '80. Σήμερα η τεχνολογία του GPS βρίσκει εφαρμογή στη Γεωργία Ακριβείας αφού με τη χρήση του επιτρέπεται η τοποθέτηση σπόρων, λιπασμάτων και

ζιζανιοκτόνων σε συγκεκριμένες θέσεις, οι οποίες έχουν προεπιλεγεί, μέσα στον αγρό (Tyler, 1993).

Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Geographic Information System-GIS)

Σύμφωνα με τον Burrough (1986) ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών είναι ένα σύστημα εργαλείων-προγραμμάτων, το οποίο επιτρέπει τη συλλογή, αποθήκευση, ενημέρωση, διαχείριση και εκτύπωση χωρικών ή γεωγραφικών δεδομένων από τον πραγματικό κόσμο.

Επιπλέον τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών έχουν τις παρακάτω δυνατότητες (Θεοχαρόπουλος, 1999):

- Να αποθηκεύουν δεδομένα σε διάφορα επίπεδα (layer)
- Να επικαλύπτουν τα επίπεδα
- Να επεξεργάζονται δεδομένα σε διάφορα επίπεδα
- Να δέχονται δεδομένα διανυσματικά (vector) και πλεγματικά (raster)
- Να μετασχηματίζουν από διανυσματικά σε πλεγματικά και αντίστροφα

Τα στοιχεία λειτουργίας ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών είναι τα εξής :

1. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής (computer hardware)
2. Τα λειτουργικά συστήματα (sets of application software modules)
3. Το σύστημα οργάνωσης (proper organization context)

Η συλλογή δεδομένων και η αποθήκευσή τους στο σύστημα είναι το πρώτο βήμα για τη λειτουργία ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών. Τα δεδομένα μπορεί να είναι : τοπογραφικοί χάρτες, αεροφωτογραφίες και δορυφορικές εικόνες, στατιστικά δεδομένα πληθυσμού ή/και χρήσεως γης, εδαφολογικοί, γεωλογικοί χάρτες, χάρτες φυσικών καταστροφών. Εν συνεχεία τα δεδομένα αναλύονται, επεξεργάζονται ενώ δημιουργούνται μαθηματικά πρότυπα. Τέλος γίνεται η παρουσίαση των αποτελεσμάτων είτε με τη μορφή χαρτών, είτε με τη μορφή πινάκων και σχεδιαγραμμάτων (Hammer *et al.*, 1991).

Το πεδίο εφαρμογής των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών είναι ευρύ και το πλήθος των επιστημών, χρήσεων και χρηστών που συμπεριλαμβάνονται, συνοψίζεται παρακάτω :

Επιστήμες : Εδαφολογία, Γένεση, Ταξινόμηση και Χαρτογράφηση Εδαφών, Χαρτογραφία, Τοπογραφία, Τηλεπισκόπηση, Μετεωρολογία κ.α.

Χρήσεις : Λειτουργία και συντήρηση δικτύων, διαχείριση φυσικών πόρων, κτηματολόγιο, χαρτογράφηση, κ.ά.

Δεδομένα : Ψηφιακοί χάρτες, ψηφιακές φωτογραφίες, δορυφορικά δεδομένα.

Χρήστες : Εδαφολόγοι, Περιβαλλοντολόγοι, Μηχανικοί, Πολεοδόμοι, Γεωλόγοι, Τοπογράφοι, Χαρτογράφοι, Γεωπόνοι, Ιχθυολόγοι, κ.ά.

Οι δυνατότητες που προσφέρει ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (Hammer *et al.*, 1991) είναι τα εξής :

- Σχεδίαση διαφόρων ειδών χαρτών σε σύντομο χρονικό διάστημα και με μικρό κόστος και δυνατότητα ενημέρωσης τους στο χώρο και στο χρόνο
- Ευέλικτη, φθηνή, σύντομη διαχείριση των γεωγραφικών δεδομένων
- Εξοικονόμηση χρόνου και βελτίωση της ποιότητας ως αποτέλεσμα της αυτοματοποίησης

Η κύρια συμβολή των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στη Γεωργία Ακριβείας είναι η δυνατότητα δημιουργίας χαρτών, με όλα τα πλεονεκτήματα που προαναφέρθηκαν, οι οποίοι αξιοποιούν τα δεδομένα που αποκτήθηκαν (Zhang *et al.*, 1999).

Συστήματα πολλαπλής εφαρμογής

Πρόκειται για συστήματα, τα οποία προσαρμόζονται στο γεωργικό ελκυστήρα και με τη χρήση διαφόρων ρυθμιστών επιτυγχάνουν την αυξομειούμενη διανομή λιπασμάτων, σπόρων και ζιζανιοκτόνων κατά θέσεις, μέσα σε ένα αγρό και ανάλογα με τις συνθήκες και τις ανάγκες που έχουν προηγουμένως καταγραφεί σε ένα εδαφολογικό χάρτη ή σε ένα χάρτη παραγωγής ή τέλος σε ένα χάρτη κατανομής των ζιζανίων. Η αυξομειούμενη διανομή γίνεται είτε αυτόματα με τη χρήση ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή που βρίσκεται τοποθετημένος στο γεωργικό ελκυστήρα είτε από χειριστή. Για τον ακριβή εντοπισμό της σωστής θέσης εφαρμογής ο ηλεκτρονικός υπολογιστής θα πρέπει να είναι συνδεδεμένος με ένα σύστημα GPS (Φουντάς, 2000).

1.3 Η καλλιέργεια της αμπέλου

1.3.1 Ιστορική αναδρομή στην αμπελουργία

Είναι γνωστό ότι η άμπελος και ο οίνος αποτέλεσαν ένα σημαντικό παράγοντα που επηρέασε τον ανθρώπινο πολιτισμό στην εξέλιξη του. Η άμπελος ευδοκιμεί στις παραμεσόγειες χώρες, όπου και διαμορφώθηκε μέσα από τη θρησκευτική σκέψη, τις τέχνες και τα γράμματα, ο μεγάλος πνευματικός κύκλος της αμπέλου και του οίνου που απ' την ομηρική εποχή φθάνει μέχρι τις μέρες μας.

Οι γνώσεις που υπάρχουν γύρω από την αρχή και την εξέλιξη της καλλιέργειας της αμπέλου και της παρασκευής του οίνου δεν είναι αρκετά σαφείς. Ωστόσο φαίνεται ότι η χρήση του καρπού της αμπέλου απ' τον άνθρωπο, άρχισε από την 7^η ή 6^η π.Χ. χιλιετηρίδα, δηλαδή απ' τις αρχές της Νεολιθικής περιόδου. Η καλλιέργεια όμως της αμπέλου θα πρέπει να άρχισε αργότερα, περί την 5^η π.Χ. χιλιετηρίδα, όταν άρχισαν και οι μεταναστεύσεις λαών που κατοικούσαν νοτίως της οροσειράς του Καυκάσου, προς τις ακτές της Ανατολικής Μεσογείου. Περί τα τέλη της 5^{ης} π.Χ. χιλιετηρίδας, η καλλιέργεια της αμπέλου είχε εξαπλωθεί σε Μεσοποταμία, Συρία, Αίγυπτο και Αιγαίο.

Η έναρξη της καλλιέργειας αμπέλου στην χώρα μας, τόσο των αυτοφυών τύπων όσο και των τύπων που μεταφέρθηκαν και που διέφεραν μεταξύ τους, πιθανότατα συνδέεται με την εγκατάσταση λαών ανατολικής προελεύσεως στον ευρύτερο ελλαδικό χώρο (Κρήτη, Αιγαίο, Ηπειρωτική Ελλάδα).

1.3.2 Υφιστάμενη κατάσταση της αμπελοκαλλιέργειας στον κόσμο και στην Ελλάδα

Η παγκόσμια καλλιεργούμενη έκταση παρουσίασε αύξηση κατά την 30ετία 1950-1980 και στη συνέχεια πτώση, η οποία συνεχίστηκε μέχρι το 1992 υπό την επίδραση ταυτόχρονα των οικονομικών μέτρων εκρίζωσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης και των κοινωνικής φύσεως μέτρων στην πρώην Σοβιετική Ένωση και άλλες χώρες. Η παγκόσμια παραγωγή σταφυλιών είχε μία τάση αύξησης μέχρι το 1987 παρά τη μείωση των καλλιεργούμενων εκτάσεων. Από το 1988 έως και το 1991 σημειώνεται πτώση της, ενώ αντίθετα το 1992 παρά τη μείωση της καλλιεργούμενης έκτασης, η παραγωγή αυξήθηκε.

Η συνολική έκταση του ελληνικού αμπελώνα ανέρχεται σε 1.383.220 στρέμματα και αντιπροσωπεύει περίπου το 4,5% της συνολικής καλλιεργούμενης έκτασης στη χώρα μας, το 3,5% του κοινοτικού αμπελώνα και το 1,7% του παγκόσμιου.

Η καλλιεργούμενη έκταση από 2.030.000 στρέμματα (1971/75) μειώθηκε προοδευτικά σε 1.920.000 στρέμματα (1981/85), 1.700.000 στρέμματα (1989) και το 1992 σε 1.383.220 στρέμματα. Η μείωση αυτή οφείλεται εκτός των άλλων (εισβολή φυλλοξήρας σε Πελοπόννησο και Κρήτη, εγκατάλειψη λόγω αστυφιλίας και μείωση του αριθμού των γεωργών που ασχολούνται με την αμπελουργία) στην εφαρμογή των κοινοτικών νόμων 456/70, 777/85 και ιδιαίτερα του 1442/88 που είχαν σαν συνέπεια την εκρίζωση σημαντικού μέρους του ελληνικού αμπελώνα. Κατά την περίοδο 1988-

1992 εκριζώθηκε το 14,2% των καλλιεργούμενων το 1988 εκτάσεων. Παρότι αρκετό ποσοστό των αμπελουργικών εκτάσεων (20-25%) της χώρας είναι αμόλυντο από φυλλοξήρα (Επτάνησα πλην Κεφαλονιάς, μέρος της Κρήτης και της Πελοποννήσου, μερικά νησιά του Αιγαίου) εντούτοις για την Ευρωπαϊκή Ένωση, η Ελλάδα έχει κηρυχθεί εξ ολοκλήρου φυλλοξηριώσα. Έτσι κατά την εγκατάσταση νέου αμπελώνα σύμφωνα με το νόμο, πρέπει οι διάφορες ποικιλίες της ευρωπαϊκής αμπέλου (*Vitis vinifera* L.) να εμβολιάζονται στα ανθεκτικά στη φυλλοξήρα υποκείμενα (Σταύρακας, 1997).

1.3.3 Προοπτική του ελληνικού αμπελώνα

Όπως σε όλες τις παραδοσιακά αμπελουργικές χώρες, έτσι και στην Ελλάδα, υπάρχει σημαντική πτώση της κατανάλωσης του οίνου με συνέπεια να οξύνεται το πρόβλημα των πλεονασμάτων των επιτραπέζιων οίνων (οίνοι κοινής κατανάλωσης). Επιπλέον παρά τη μείωση των καλλιεργούμενων εκτάσεων η οινοπαραγωγή αυξάνεται λόγω βελτίωσης της εφαρμοζόμενης αμπελοκομικής τεχνικής.

Μετά την ένταξη στην Ευρωπαϊκή Ένωση της Πορτογαλίας και της Ισπανίας (αμπελώνες 1.800.000 ha περίπου) παρουσιάστηκε η ανάγκη ν' αλλάξει η δομή του ελληνικού αμπελώνα. Ο ανταγωνισμός βασίστηκε στην ποιότητα των ελληνικών αμπελουργικών προϊόντων, η οποία αναβαθμίστηκε με την αναδιάρθρωση του ποικιολογίου και τη βελτίωση των καλλιεργητικών τεχνικών.

Όμως τα περιθώρια και στους τρεις κλάδους της ελληνικής αμπελουργίας είναι μεγάλα αρκεί να γίνει επιλογή των κατάλληλων οικοσυστημάτων για κάθε κατεύθυνση παραγωγής (ποικιλίες οινοποιίας, επιτραπέζιας χρήσης, σταφιδοποιίας) και σωστή εφαρμογή της σύγχρονης αμπελουργικής επιστήμης. Επίσης αυξημένο είναι τα τελευταία χρόνια το ενδιαφέρον για τα προϊόντα της βιολογικής αμπελουργίας για την οποία γίνεται λόγος παρακάτω (Σταύρακας, 1997).

1.3.4 Η ποικιλία Ξινόμαυρο

Η ποικιλία Ξινόμαυρο είναι η πιο όξινη ερυθρή ελληνική ποικιλία, η οποία έλκει το όνομα της από δύο χαρακτηριστικά του σταφυλιού της : οι ράγες είναι σκούρες ερυθρές και με έντονη, συνήθως όξινη γεύση (Βουδούρη-Τσουκαλά και Σαλάχα-Μουτσοπούλου, 1992).

Πρόκειται για ποικιλία της κεντρικής και δυτικής Μακεδονίας. Ιδιαίτερα καλλιεργείται στις περιοχές Νάουσας, Γουμένισσας, Κοζάνης, Σιάτιστας και

Αμυνταίου. Επίσης απαντάται στη Θεσσαλία (Ραψάνη) και στη Σιθωνία Χαλκιδικής (Πόρτο Καρρά). Η ποικιλία Ξινόμαυρο συναντάται επίσης με τις ονομασίες : Μαύρο Ναούσης, Μαύρο Γουμένισσας, Μαύρο Ξινό, Ναουστίνο και Ποπόλκα.

Το ξινόμαυρο είναι ποικιλία ζωνρή και παραγωγική, που δίνει καλύτερης ποιότητας προϊόντα και κατά συνέπεια οίνους, σε εδάφη ασβεστούχα, ξηρά και βαθιά. Είναι ποικιλία ευαίσθητη στον περονόσπορο και το ωίδιο, ενώ πολλές χρονιές που οι συνθήκες είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξη του βοτρυτή οι ζημιές είναι σημαντικές.

Οι περισσότεροι αμπελώνες που καλλιεργούνται σήμερα με την ποικιλία Ξινόμαυρο είναι διαμορφωμένοι σε απλό ή διπλό Royat, επιδέχονται βραχύ κλάδεμα ενώ λόγω της εισβολής της φυλλοξήρας στη χώρα μας, τα υποκείμενα που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι τα 110 R και 41 B.

Η απόδοση της συγκεκριμένης ποικιλίας όταν η διαμόρφωση είναι αμφίπλευρο Royat μπορεί να φθάσει ή και να ξεπεράσει τα 1500 kg/στρ ενώ στα παλαιότερα χρησιμοποιούμενα κυπελοειδή σχήματα η απόδοση κυμαινόταν στα 400 με 600 kg/στρ. Η βιομηχανική ωρίμανση της ποικιλίας ξεκινά από τα μέσα του Σεπτεμβρίου.

Από την ποικιλία Ξινόμαυρο παράγονται εκλεκτοί ερυθροί οίνοι, των οποίων η σύνθεση και οι οργανοληπτικοί χαρακτήρες βελτιώνονται μετά από παλαίωση. Οι παραγόμενοι οίνοι δικαιούνται τις Ονομασίες Προέλευσης Ανώτερης Ποιότητας (Ο.Π.Α.Π.) : 'Νάουσα', 'Αμύνταιο', 'Γουμένισσα' και 'Ραψάνη'.

Σύμφωνα με τον κανονισμό 3800/81, όπως τροποποιήθηκε για την Ελλάδα με τους κανονισμούς 1871/85, 276/89, 2218/90, 3774/91 και 3255/94 η καλλιέργεια της ποικιλίας συνιστάται στους νομούς Θεσσαλονίκης, Χαλκιδικής, Κιλκίς, Ημαθίας, Πέλλης, Φλωρίνης, Καστοριάς, Κοζάνης, Γρεβενών, Λαρίσης και Τρικάλων. Επίσης επιτρέπεται η καλλιέργεια της ποικιλίας στους νομούς Ιωαννίνων, Μαγνησίας και Λαρίσης (Σταύρακας, 1997).

1.3.5 Ανάγκες της αμπέλου σε θρεπτικά στοιχεία

Οι ανάγκες της αμπέλου σε θρεπτικά στοιχεία, ο όγκος και ο ρυθμός της απορρόφησης τους, ποικίλουν κατά τη διάρκεια του βλαστικού της κύκλου.

Οι ποσότητες που απορροφούνται επηρεάζονται από τον όγκο της σταφυλικής παραγωγής και τον τρόπο χρησιμοποίησής της, την ηλικία και την ευρωστία των πρέμνων, την ποικιλία της αμπέλου και του υποκειμένου, την πυκνότητα της φύτευσης του αμπελώνα, το σχήμα διαμόρφωσης των πρέμνων και την περιεκτικότητα του εδάφους σε θρεπτικά στοιχεία (Ρούμπος, 1996).

Από παλαιότερες και πρόσφατες ερευνητικές εργασίες οι απαιτήσεις της αμπέλου (αναφέρονται σε συμβατική καλλιέργεια αμπέλου) σε θρεπτικά στοιχεία είναι οι παρακάτω (Ρούμπος, 1996) :

Μεγαλοστοιχεία	kg/στρ./έτος
Άζωτο	4,5 – 8
Φώσφορος	5 - 12
Κάλιο	4,5 – 8
Ασβέστιο	4,5 - 9
Μαγνήσιο	0,6 – 1,5
Θείο	0,6
Ιχνοστοιχεία	g/στρ./έτος
Βόριο	8 -15
Χαλκός	6 –11,5
Μαγγάνιο	8 – 16
Ψευδάργυρος	10 – 20
Σίδηρος	60
Μολυβδαίνιο	0,1 – 0,2

1.3.5.1 Άζωτο (N)

Το άζωτο επηρεάζει καθοριστικά την αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών της αμπέλου. Σε υπερβολικές ποσότητες προκαλεί : μεγάλη ταχύτητα αύξησης των βλαστών, αυξημένο πάχος και μήκος βλαστών, αυξημένο μέγεθος φύλλων και φυλλικής επιφάνειας, καθυστέρηση της διακοπής της αύξησης των βλαστών κατά την ωρίμαση, καθυστέρηση της εκβλάστησης καθώς και αυξημένο αριθμό βλαστανόντων οφθαλμών. Έλλειψη αζώτου, ιδιαίτερα κατά την περίοδο της ανθοφορίας η οποία αποτελεί και το κρίσιμο στάδιο της αζωτούχου θρέψης, έχει επίσης δυσμενείς επιπτώσεις δεδομένου ότι προκαλεί προβλήματα στην καρπόδεση. Η μείωση αυτή εντείνεται ιδιαίτερα σε συνθήκες μειωμένης ηλιοφάνειας.

Το άζωτο επίσης επηρεάζει τις υδατικές σχέσεις δεδομένου ότι αυξάνει την ποσότητα του διαπνεόμενου νερού και τη δύναμη με την οποία απορροφάται το νερό από το έδαφος.

Η ευπάθεια των φυτών στα παθογόνα επηρεάζεται έμμεσα από το άζωτο καθώς το άζωτο ευνοεί την πρωτεϊνική σύνθεση, αυξάνει την αναλογία πρωτοπλάσματος /κυταρρικών τοιχωμάτων με αποτέλεσμα να δημιουργούνται κύτταρα με λεπτά κυταρικά τοιχώματα ενώ τέλος προκαλεί έμμεση επίδραση στο μικροπεριβάλλον των σταφυλίων έτσι ώστε να ευνοούνται μερικές καταστρεπτικές μυκητολογικές ασθένειες.

Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι το άζωτο επηρεάζει την ποιότητα των προϊόντων οινοποιίας αφού σε υψηλές συγκεντρώσεις προκαλεί μείωση των σακχάρων, μείωση των ανθοκυανών καθώς και μείωση της εκχυλισματικότητας τους (Νικολάου, 1999).

1.3.5.2 Φώσφορος (P)

Ο φώσφορος στο έδαφος βρίσκεται με την ανόργανη και την οργανική μορφή. Τα κύρια χαρακτηριστικά του φωσφόρου στο έδαφος είναι η μικρή διαλυτότητα των φωσφορικών ορυκτών και η δέσμευση του στις επιφάνειες των ορυκτών του εδάφους. Το αποτέλεσμα όλων αυτών είναι οι χαμηλές συγκεντρώσεις του φωσφόρου στο εδαφικό διάλυμα.

Εξαιτίας των χαμηλών συγκεντρώσεων του φωσφόρου στο έδαφος παρατηρούνται πολύ συχνά τροφопενίες φωσφόρου στα φυτά. Από περιβαλλοντικής απόψεως όμως, η χαμηλή διαλυτότητα του φωσφόρου είναι θετική που σημαίνει ότι τα ύδατα στραγγίσεως περιέχουν φώσφορο σε μικρές συγκεντρώσεις. Η ρύπανση του ύδατος με φώσφορο σπανίως συνδέεται με το φώσφορο των εδαφών.

Περιεκτικότητα των εδαφών σε φώσφορο

Ο φώσφορος στο έδαφος βρίσκεται με τις εξής μορφές :

- Ορυκτά του φωσφόρου
- Στις επιφάνειες των ορυκτών
- Στο εδαφικό διάλυμα
- Στα φυτά
- Στην οργανική ουσία

Χημικές μορφές του φωσφόρου στο έδαφος

Οι δυσδιάλυτες ανόργανες μορφές του φωσφόρου του εδάφους κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες :

- Ενώσεις με ασβέστιο (Ca-P) και
- Ενώσεις με σίδηρο και αργίλιο (Fe-P και Al-P)

Στη συνέχεια αναφέρονται οι ενώσεις του φωσφόρου του εδάφους που σχηματίζονται ως προϊόντα αντίδρασης φωσφορικών λιπασμάτων με συστατικά του εδάφους.

Ενώσεις του P με Ca

3 Ca ₃ (PO ₄) ₂ .CaF	Φθοριοαπατίτης
3 Ca ₃ (PO ₄) ₂ .CaCO ₃	Ανθρακικός απατίτης
3 Ca ₃ (PO ₄) ₂ .Ca(OH) ₂	Υδροξυαπατίτης
3 Ca ₃ (PO ₄) ₂ .CaO	Οξυαπατίτης
3 Ca ₃ (PO ₄) ₂	Φωσφορικό τριασβέστιο
Ca ₈ H ₂ (PO ₄) ₆ .5H ₂ O	Φωσφορικό οκτασβέστιο
CaHPO ₄ .2H ₂ O	Φωσφορικό διασβέστιο
Ca(H ₂ PO ₄) ₂	Φωσφορικό μονοασβέστιο

Οι ανωτέρω ενώσεις Ca-P παρουσιάζονται κατά σειρά αυξανόμενης διαλυτότητας και κυριαρχούν στα ασβεστούχα – αλκαλικά εδάφη. Οι απατίτες είναι από τα πλέον δυσδιάλυτα φωσφορικά ορυκτά. Οι απλούστερες ενώσεις Ca-P, δηλαδή το **φωσφορικό μονοασβέστιο** και το **φωσφορικό διασβέστιο** είναι οι πλέον ευδιάλυτες και διαθέσιμες στα φυτά, βρίσκονται όμως σε ελάχιστες ποσότητες, με εξαίρεση τα προσφάτως λιπανθέντα εδάφη.

Σε ασβεστούχα εδάφη ο φώσφορος προσροφάται στις επιφάνειες του ασβεστίτη οπότε σχηματίζεται φωσφορικό ασβέστιο (Μήτσιος, 2003).

Ειδικότερα για το αμπέλι (συμβατική καλλιέργεια), όταν τα πρέμνα δεν καλύπτουν τις ανάγκες σε φώσφορο παρατηρείται μείωση του ριζικού συστήματος, της ευρωστίας και του φυλλώματος των πρέμνων, μείωση της γονιμότητας των οφθαλμών και καθυστέρηση της ωρίμασης των σταφυλιών. Ο φώσφορος απορροφάται κατά 90% περίπου από την έναρξη της βλάστησης μέχρι την άνθιση, κατά 2-3% από την άνθιση μέχρι την έναρξη της ωρίμασης και το υπόλοιπο από την έναρξη της ωρίμασης μέχρι την πλήρη ωρίμαση (Ρούμπος, 1996).

1.3.5.3 Κάλιο (K)

Το κάλιο είναι ένα από τα τρία βασικά στοιχεία (N, P και K), για την θρέψη των φυτών. Το στοιχείο αυτό μαζί με το άζωτο και το φώσφορο απαιτείται σε σχετικά

μεγάλες ποσότητες για την ανάπτυξη και απόδοση των καλλιεργειών. Παρά το γεγονός ότι το κάλιο δεν είναι δομικό στοιχείο των φυτικών ιστών εν τούτοις είναι απαραίτητο για τη σύνθεση του αμύλου, των αμινοξέων, των πρωτεϊνών, στη μετακίνηση των σακχάρων και τις διεργασίες της φωτοσύνθεσης. Η σωστή αναλογία του καλίου με το άζωτο και το φώσφορο έχει θετική επίδραση στα ακόλουθα:

- Δημιουργία γερού ριζικού συστήματος
- Αντοχή στο πλάγιασμα
- Αντίσταση σε μερικές ασθένειες

Στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται απόψεις που είναι δισταύμενες αναφορικά με τη σκοπιμότητα των καλιούχων λιπάνσεων για να επιτευχθούν βέλτιστες αποδόσεις από τις καλλιέργειες. Έτσι ο Russel (1973), διατύπωσε την άποψη ότι είναι αντισυμβατικό να καταβάλλονται προσπάθειες για να διατηρηθούν τα επίπεδα του καλίου στο έδαφος (Μήτσιος, 2003).

Ο Cooke (1979), παρατηρεί ότι τα εδάφη που περιέχουν υπολειμματικό κάλιο προερχόμενο από καλιούχες λιπάνσεις, οι καλλιέργειες αποδίδουν ικανοποιητικά, όμως συμπληρωματική καλιούχος λίπανση κρίνεται απαραίτητη για την επιτυχή αντιμετώπιση αντίξωων εδαφικών συνθηκών από τα φυτά.

Ειδικότερα για το αμπέλι το κάλιο είναι ένα πάρα πολύ σημαντικό στοιχείο δεδομένου ότι επηρεάζει την οικονομία του νερού στα φυτά, συμμετέχει στην εξουδετέρωση των οργανικών οξέων και τη μετακίνηση των ενεργειακών αποθεμάτων στα διάφορα μέρη του φυτού. Όταν στο έδαφος υπάρχουν μικρές ποσότητες μαγνησίου, τότε υπερβολική ποσότητα καλίου προκαλεί έλλειψη μαγνησίου. Επίσης σε ότι αφορά τις οινοποιήσιμες ποικιλίες, οι αυξημένες καλιούχες λιπάνσεις προκαλούν αύξηση του pH στο γλεύκος και τον οίνο, γεγονός που επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα των προϊόντων οινοποιίας.

Ισοζύγιο Καλίου στο αμπέλι (συμβατική καλλιέργεια αμπέλου) (Νικολάου, 1999)

Ανάγκες του φυτού : 3-10 Kg.στρ⁻¹ K₂O

Εισροές

- | | | |
|-----------------------------------|---|------------------------------|
| 1) Επιστροφή με τα φύλλα | : | 0,5-1,5 Kg.στρ ⁻¹ |
| 2) Εάν ενσωματωθούν οι κληματίδες | : | 1,5-4 Kg.στρ ⁻¹ |

Απώλειες

Έκπλυση (εδάφη αμμώδη, περιοχές υγρές) : λιγότερο από 0,5 Kg.στρ⁻¹

Έτσι χονδρικά οι ολικές απώλειες στους αμπελώνες κυμαίνονται από 2,5-13 Kg.στρ⁻¹ το χρόνο.

Οι ποσότητες του καλίου που έχουν ενσωματωθεί στα διάφορα μέρη ενός φυτού αποτελούν μια σημαντική πηγή καλίου σε κάποιες κρίσιμες φάσεις της βλαστικής περιόδου και μπορεί να είναι ανώτερες από αυτές οι οποίες προσλαμβάνονται από το φυτό κάθε χρόνο. Αυτές για μια πυκνότητα φυτών 400 φυτών ανά στρέμμα αντιστοιχούν ενδεικτικά σε 11,5 kg καλίου το στρέμμα.

Περίπου οι μισές ποσότητες καλίου τις οποίες έχει ανάγκη το φυτό και δεν τις προσλαμβάνει από το έδαφος για διάφορους λόγους, κινητοποιούνται από τους διάφορους ιστούς. Ιδιαίτερα κατά την περίοδο της ωρίμανσης των ραγών όπου συσσωρεύονται μεγάλες ποσότητες στις ράγες, παρατηρείται μείωση των επιπέδων αζώτου και καλίου στα φύλλα και στους βλαστούς και αύξηση των αντίστοιχων επιπέδων στις ράγες.

Άλλοτε πάλι, εάν έχουμε έντονη απορρόφηση καλίου κατά την άνοιξη, τότε στην περίοδο της ωρίμανσης οι ανάγκες του φυτού καλύπτονται από ανακατανομή και δεν παρατηρείται απορρόφηση. Αντίθετα εάν η απορρόφηση την άνοιξη είναι μειωμένη τότε παρατηρείται απορρόφηση κατά την περίοδο της ωρίμανσης. Στις περιπτώσεις όμως ξηρασίας κατά την ωρίμανση η πρόσληψη είναι μειωμένη και τότε μπορούν να εμφανιστούν συμπτώματα έλλειψης του στοιχείου αυτού.

Οι ελλείψεις καλίου διαπιστώνονται από τα χαρακτηριστικά συμπτώματα καθώς και αναλυτικά. Θα πρέπει τα επίπεδα του καλίου στα φύλλα κατά την άνθηση και τον περκασμό να είναι μεγαλύτερα από 1,2% σε ξηρά ουσία. Λαμβανομένου υπόψη ότι το κάλιο δέχεται έντονο ανταγωνισμό από το μαγνήσιο, ο λόγος K/Mg θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 3 και 7. Η ξηρασία, το άζωτο και ο όγκος παραγωγής είναι παράγοντες που επιτείνουν τα συμπτώματα έλλειψης καλίου.

Τα συμπτώματα έλλειψης καλίου στα φύλλα εμφανίζονται συνήθως τον Ιούλιο, όπου τα νέα φύλλα αποκτούν έλασμα μεγάλου πάχους, γίνονται γυαλιστερά και αναδιπλώνονται ελαφρώς. Επίσης παρατηρείται και περιφερειακός μεταχρωματισμός που καταλήγει πολλές φορές σε περιφερειακή ξήρανση.

Ο καλύτερος δείκτης όμως για την θρεπτική κατάσταση των φυτών είναι τα επίπεδα του καλίου στα φύλλα. Εκτός του ανταγωνισμού που δέχεται το κάλιο και το μαγνήσιο θα πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι τα διάφορα υποκείμενα προσλαμβάνουν με διαφορετικό τρόπο το στοιχείο αυτό. Επίσης τα επίπεδα του καλίου επηρεάζονται ακόμη από τις ιώσεις, την τοξικότητα του χλωρίου και την χλώρωση. Έτσι είναι

απαραίτητο να γίνεται σωστή παρατήρηση των συμπτωμάτων και να λαμβάνεται υπόψη η φυτοϋγειονομική κατάσταση των φυτών, οι ιδιαιτερότητες της ποικιλίας καθώς επίσης και η απουσία συμπτωμάτων από ολόκληρο αμπελώνα.

Η περιεκτικότητα του ελάσματος δεν θα πρέπει να κατέρχεται κάτω από 0,8% σε ξηρά ουσία και των μίσχων κάτω από 1,5 κατά το στάδιο του περκασμού. Τέλος σε ότι αφορά στη σχέση του καλίου και μαγνησίου, ο λόγος K/Mg θα πρέπει να είναι μεταξύ 2 και 5 στο έλασμα και 3 – 8 στους μίσχους κατά την περίοδο του περκασμού (Νικολάου, 1999).

1.3.5.3 Μαγνήσιο (Mg)

Το μαγνήσιο είναι σημαντικό στοιχείο για το αμπέλι διότι συμμετέχει στη δομή της χλωροφύλλης, βοηθά στην αύξηση των σακχάρων, στην σύνθεση των πρωτεϊνών και των βιταμινών. Οι ελλείψεις του στοιχείου αυτού δεν αναστέλλουν την αύξηση και εμφανίζονται με χαρακτηριστικά συμπτώματα πρώτα στα φύλλα της βάσης του βλαστού αντίθετα απ' ότι συμβαίνει στις ελλείψεις καλίου όπου τα χαρακτηριστικά συμπτώματα εμφανίζονται στα φύλλα της κορυφής. Ελλείψεις του στοιχείου αυτού απαντώνται σε ασβεστώδη μη δολομιτικά, σε αμμώδη καθώς και σε περιπτώσεις ανταγωνισμού με το κάλιο.

Ισοζύγιο μαγνησίου στο αμπέλι (συμβατική καλλιέργεια αμπέλου) (Νικολάου, 1999)

Ανάγκες	:	0,4 – 1,5 Kg.στρ ⁻¹
Επιστροφή με τα φύλλα	:	0,2 – 0,4 Kg.στρ ⁻¹
Απώλειες με τα νερά στράγγισης	:	0,5 – 5,0 Kg.στρ ⁻¹

Στις περιπτώσεις ελλείψεων, τα επίπεδα του μαγνησίου στα φύλλα είναι μικρότερα του 0,15% σε ξηρά ουσία και ο λόγος K/Mg > 10. Ο λόγος K/Mg είναι απαραίτητο να προσδιορίζεται δεδομένου ότι μεταξύ αυτών των δύο στοιχείων παρατηρούνται έντονα συμπτώματα ανταγωνισμού.

Η έλλειψη μαγνησίου προκαλεί τη γνωστή φυσιολογική ασθένεια η οποία λέγεται ξήρανση της ράχης και εμφανίζεται κατά την εποχή του περκασμού με χαρακτηριστικές ξηράνσεις τμημάτων του βοστρύχου των σταφυλών. Στις περιπτώσεις αυτές, πριν τις επεμβάσεις από το έδαφος θα πρέπει άμεσα να εφαρμοστούν δύο διαφυλλικές επεμβάσεις με θειικό ή νιτρικό μαγνήσιο (0.5%) κατά τον περκασμό με διαφορά δέκα ημερών, όπου το ψεκαστικό διάλυμα κατευθύνεται στα σταφύλια.

1.3.5.4 Ασβέστιο (Ca)

Το ασβέστιο είναι ένα στοιχείο απαραίτητο για την ανάπτυξη και τη θρέψη των φυτών. Όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 1.3.5 οι ανάγκες της αμπέλου σε ασβέστιο είναι 4,5- 9 kg/στρ., ετησίως ενώ τα σιτηρά απομακρύνουν 2 kg Ca/στρ. Η ποσότητα αυτή είναι μικρή, αν συγκριθεί με τις ποσότητες του ανταλλαξιμού Ca^{2+} των ασβεστούχων εδαφών, στα οποία η Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων σχεδόν καλύπτεται από το Ca^{2+} και το Mg^{2+} . Ένα έδαφος με $20 \text{ cmol}_c\text{Ca}^{2+}\text{kg}^{-1}$ έχει 1 t ανταλλάξιμο Ca^{2+} /στρ. στη ζώνη αρόσεως (250t). Στα εδάφη αυτά δεν παρατηρούνται στις καλλιέργειες, τροφοπενίες ασβεστίου (Μήτσιος, 2003).

Σε όξινα εδάφη υγρών περιοχών το επίπεδο του ανταλλαξιμού Ca^{2+} είναι πολύ χαμηλό. Στα εδάφη αυτά παρατηρούνται τροφοπενίες ασβεστίου μαζί με τοξικά συμπτώματα που προκαλεί το αργίλιο. Η ποσότητα ασβεστίου $0,2 \text{ cmol}_c\text{Ca}^{2+}\text{kg}^{-1}$ χαρακτηρίζεται ως η κρίσιμη ποσότητα ασβεστίου στο έδαφος. Βέβαια και άλλοι παράγοντες και ιδιαίτερα ο λόγος $\text{Ca}^{2+}/\text{Al}^{3+}$ και $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ επηρεάζουν την εμφάνιση τροφοπενιών ασβεστίου. Όταν το ανταλλάξιμο Ca^{2+} έχει τιμή $0,2 \text{ cmol}_c\text{Ca}^{2+}\text{kg}^{-1}$ εδάφους τότε η ποσότητα του Ca^{2+} ανέρχεται σε 10 kg/στρ. Επομένως ο λόγος του κρίσιμου επιπέδου του ανταλλάξιμου Ca^{2+} προς τις θρεπτικές ανάγκες των φυτών είναι περίπου 5:1. Δεν είναι δυνατό όλη η ποσότητα του Ca^{2+} να προσληφθεί από τις ρίζες των φυτών και κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου το πρόβλημα γίνεται εντονότερο από το γεγονός ότι η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος σχετίζεται άμεσα με τον εφοδιασμό αυτών με Ca^{2+} .

Στα εδάφη των υγρών τροπικών περιοχών υπάρχει συνήθως μικρή ποσότητα ανταλλαξιμού Ca^{2+} στα βαθύτερα στρώματα της εδαφικής κατατομής. Οι συνθήκες αυτές προκαλούν ειδικά προβλήματα επειδή το Ca^{2+} δε μετακινείται προς τα κάτω διαμέσου του ριζικού συστήματος. Οι ρίζες δεν αναπτύσσονται κανονικά στα βαθύτερα στρώματα της εδαφικής κατατομής η δε ασβέστωση του επιφανειακού εδάφους δεν επιδρά άμεσα και δεν επιλύει το πρόβλημα, επειδή το Ca^{2+} μετακινείται στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους με αργούς ρυθμούς.

Για τους λόγους αυτούς αναπτύσσεται επιφανειακό ριζικό σύστημα και τα φυτά υποφέρουν από τη ξηρασία ακόμα και στις υγρές περιοχές και κρίνεται απαραίτητη η άρδευση των φυτών αυτών. Στα ασβεστούχα εδάφη οι ποσότητες του ασβεστίου που απομακρύνονται από τα φυτά είναι μικρότερες από τις ποσότητες του ασβεστίου που χάνονται με την έκπλυση.

Οι απώλειες του ασβεστίου με έκπλυση συνδέονται άμεσα με τις εισροές του H^+ τα οποία αντικαθιστούν το Ca^{2+} (το K^+ και Mg^{+2} σε μικρότερες ποσότητες) της στερεής φάσης του εδάφους. **Δύο mol H^+ (2g) αντικαθιστούν 1 mol Ca^{2+} (40g) και επομένως εισροή 1kg H^+ / στρ./έτος** θεωρητικά αντικαθιστούν 20 kg Ca^{2+} /στρ./έτος τα οποία είναι ισοδύναμα με 50 kg $CaCO_3$. Οι εισροές H^+ σχετίζονται με τη βροχόπτωση και η έκταση της ιονανταλλαγής εξαρτάται από το pH (η ποσότητα του ανταλλαξιμού Ca^{2+}) και από τη στράγγιση διαμέσου της οποίας απομακρύνονται τα προϊόντα της αντίδρασης αυτής. Οι απώλειες σε Ca^{2+} είναι πολύ σοβαρές σε υγρές και τροπικές περιοχές (Μήτσιος, 2003).

1.3.5.5 Χαλκός (Cu)

Ο χαλκός είναι ένα από τα πιο σημαντικά και απαραίτητα στοιχεία, τόσο για τα φυτά όσο και για τα ζώα.

Στη φύση ο χαλκός σχηματίζει κυρίως σουλφίδια, από τα οποία ελευθερώνονται σε όξινο περιβάλλον, θεικές ενώσεις και ανθρακικά άλατα. Σε αναγωγικές συνθήκες βρίσκεται κυρίως με τη μεταλλική του μορφή.

Η προέλευση του χαλκού μπορεί να είναι :

- Γεωχημική
- Από γεωργικά υλικά
- Από ατμοσφαιρικές αποθέσεις και από
- Ιλύ βιολογικού καθαρισμού

Χημική συμπεριφορά του χαλκού στο έδαφος

Ο χαλκός βρίσκεται στο έδαφος με τις παρακάτω μορφές (Μήτσιος, 2003) :

- Υδατοδιαλυτά ιόντα του μετάλλου, καθώς και ανόργανα και οργανικά σύμπλοκα του στο εδαφικό διάλυμα
- Ανταλλάξιμος χαλκός
- Σταθερά οργανικά σύμπλοκα με την οργανική ουσία
- Προσροφημένος χαλκός στα οξείδια και υδροξείδια του σιδήρου, μαγνητίου και αργιλίου
- Προσροφημένος χαλκός στα κολλοειδή σωματίδια της αργίλου ή των χουμικών οξέων
- Χαλκός που είναι δεσμευμένος στο κρυσταλλικό πλέγμα των ορυκτών του εδάφους

Μέθοδοι προσδιορισμού του χαλκού στο έδαφος

Η ολική ποσότητα του χαλκού στο έδαφος προσδιορίζεται με :

- Πέψη του εδαφικού δείγματος σε ειδικές οβίδες με θέρμανση σε μίγμα οξέων : HCl , HNO_3 , HF .
- Πέψη του εδαφικού δείγματος (χωρίς όμως να περιέχεται η ποσότητα του χαλκού που είναι προσροφημένη στα πυριτικά άλατα) σε ειδική συσκευή πέψης με μίγμα οξέων : HCl και HNO_3 σε αναλογία 3:1 (Βασιλικό ύδωρ).
- Πέψη του εδαφικού δείγματος με μίγμα οξέων : HCl , HNO_3 και HClO_4 . Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στις περιπτώσεις εκείνες που το ποσοστό της οργανικής ουσίας ξεπερνά το 20%.

Για τον προσδιορισμό των εκχυλίσμων ποσοτήτων του χαλκού χρησιμοποιούνται διάφορα εκχυλιστικά μέσα :

- Ο Holmes (1943), χρησιμοποίησε το πυκνό νιτρικό οξύ.
- Οι Steenbjerg και Boken (1950), χρησιμοποίησαν διάλυμα HCl με τιμή $\text{pH}=2$.
- Οι Reuther *et al.* (1952), χρησιμοποίησαν πυκνό H_2SO_4 , μαζί με πυκνό HNO_3 .
- Οι Blevins και Massey (1959), χρησιμοποίησαν ως εκχυλιστικά μέσα διάλυμα EDTA και διάλυμα διθειζόνης αντίστοιχα.
- Οι Lindsay και Norvell (1978), κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι ποσότητες του χαλκού που εκχυλίζονται με το διάλυμα DTPA σχετίζονται ικανοποιητικά με την ποσότητα του μετάλλου που προσλαμβάνεται από τα φυτά. Το διάλυμα DTPA επιτρέπει τον ταυτόχρονο προσδιορισμό των Zn , Fe , Mn και Cu .
- Οι Soltanpour και Schwab (1977), χρησιμοποίησαν το διάλυμα AB-DTPA με τιμή $\text{pH}=7.6$.

Η χημική συμπεριφορά του χαλκού στα εδάφη δεν είναι σταθερή και για το λόγο αυτό η ποσότητα του χαλκού που προσλαμβάνεται από τα φυτά δε συσχετίζεται ικανοποιητικά με την ποσότητα του μετάλλου που εκχυλίζεται με τα διάφορα εκχυλιστικά μέσα (Μήτσιος, 2003).

Σημασία του χαλκού για την άμπελο

Ο χαλκός ως συστατικό πολλών ενζύμων είναι απαραίτητος για την ανάπτυξη των φυτών. Η άμπελος ανήκει στα φυτά τα οποία έχουν σχετικά μέτριες απαιτήσεις σε χαλκό, σε αντίθεση με το φασόλι, την πατάτα και τη σίκαλη που έχουν μικρές απαιτήσεις ή τα σιτηρά, το ρύζι και το τριφύλλι που έχουν μεγάλες απαιτήσεις.

Η υπερβολική συγκέντρωση χαλκού στο έδαφος έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση συμπτωμάτων τοξικότητας στην άμπελο. Αντίθετα η έλλειψη του προκαλεί αναστολή της αύξησεως, σμίκρυνση του μήκους των μεσογονάτιων διαστημάτων καθώς και μεταχρωματισμούς και νεκρώσεις στα φύλλα.

Επιπλέον ο χαλκός έχει ιδιαίτερη σημασία για την άμπελο ως προϊόν φυτοπροστασίας εξαιτίας της δράσης του εναντίον του περονοσπόρου κυρίως και κατά δεύτερο λόγο εναντίον του ωιδίου.

Τέλος θα πρέπει να σημειωθεί ότι πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στη χρήση του χαλκού ως φυτοπροστατευτικού προϊόντος εναντίον των ασθενειών της αμπέλου, λόγω της τοξικότητας που προκαλούν στα φυτά, στον άνθρωπο και στο περιβάλλον οι υψηλές του συγκεντρώσεις (Ρούμπος, 1996).

1.3.5.6 Ψευδάργυρος (Zn)

Ο ψευδάργυρος είναι απαραίτητο θρεπτικό στοιχείο σε μικρές ποσότητες στον άνθρωπο, στα ζώα και τα φυτά.

Ο Raulin (1869 και 1870), ανακάλυψε τα ευεργετικά αποτελέσματα της παρουσίας του ψευδαργύρου στην ανάπτυξη του *Aspergillus niger*, οι δε ερευνητές Sommer *et al.* (1926), διατύπωσαν την άποψη ότι ο ψευδάργυρος σε μικρές ποσότητες είναι απαραίτητος για την ανάπτυξη των ανωτέρων φυτών και ζώων. Ο Mertz (1981), υποστήριξε ότι η μέση συνιστώμενη ποσότητα για του ενήλικες είναι 15 mg Zn / ημέρα.

Ο ψευδάργυρος ενεργεί ως καταλύτης αλλά και ως δομικό συστατικό σε μεγάλο αριθμό ενζύμων τα οποία συμμετέχουν στο μεταβολισμό των ζωντανών οργανισμών. Το χαρακτηριστικό της έλλειψης του ψευδαργύρου στους ανθρώπους και τα ζώα είναι η ανορεξία, η αναστολή της ανάπτυξης, η εμφάνιση δερματικών εξανθημάτων και σε αρκετές περιπτώσεις η κατάθλιψη.

Προέλευση του ψευδαργύρου

Ο ψευδάργυρος μπορεί να προέρχεται από :

- Γεωχημικές πηγές
- Γεωργικά υλικά
- Ατμοσφαιρικές αποθέσεις
- Ιλύ βιολογικού καθαρισμού

Χημική συμπεριφορά του ψευδαργύρου στο έδαφος

Ο ψευδάργυρος βρίσκεται στο έδαφος με τις παρακάτω μορφές :

- Υδατοδιαλυτές μορφές Zn. Οι μορφές αυτές αποτελούν το σύνολο των ενώσεων του Zn που βρίσκονται στο εδαφικό διάλυμα.
- Ανταλλάξιμες μορφές Zn. Οι ανταλλάξιμες μορφές του Zn συγκρατούνται στη στερεή φάση του εδάφους.
- Συμπλοκοποιημένες μορφές Zn. Οι μορφές αυτές του Zn δημιουργούν σύμπλοκες ενώσεις με οργανικούς υποκαταστάτες. Στην ίδια κατηγορία περιλαμβάνονται οι ενώσεις του μετάλλου που είναι προσροφημένες στην οργανική ουσία.
- Μορφές Zn που είναι προσροφημένες – δεσμευμένες από τα ορυκτά της αργίλου και από τα αδιάλυτα μεταλλικά οξείδια.
- Μορφές του Zn σε μητρικά πετρώματα.

Οι μορφές του Zn που είναι βιοδιαθέσιμες, δηλαδή είναι δυνατό να προσληφθούν από τα φυτά είναι οι υδατοδιαλυτές.

Μέθοδοι προσδιορισμού του ψευδαργύρου στο έδαφος

Η ολική ποσότητα του ψευδαργύρου στο έδαφος προσδιορίζεται με :

- Πέψη του εδαφικού δείγματος σε ειδικές οβίδες με θέρμανση σε μίγμα οξέων : HCl, HNO₃, HF.
- Πέψη του εδαφικού δείγματος (χωρίς όμως να περιέχεται η ποσότητα του ψευδαργύρου που είναι προσροφημένη στα πυριτικά άλατα) σε ειδική συσκευή πέψης με μίγμα οξέων : HCl και HNO₃ σε αναλογία 3:1 (Βασιλικό ύδωρ).
- Πέψη του εδαφικού δείγματος με μίγμα οξέων : HCl, HNO₃ και HClO₄. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στις περιπτώσεις εκείνες που το ποσοστό της οργανικής ουσίας ξεπερνά το 20%.

Για τον προσδιορισμό της ποσότητας του ψευδαργύρου που είναι διαθέσιμη στα φυτά, έχουν ενσωματωθεί κατά καιρούς από πολλούς ερευνητές διάφορα εκχυλιστικά μέσα όπως :

- 0,5 N CH₃COONH₄+0,02 M EDTA pH=4,65 (Larkanen και Ervio, 1971)
- 0,005 M DTPA + 0,01 M CaCl₂ + 0,1 M TEA pH=7,3 (Lindsay και Norvell, 1969)
- 1 M NH₄HCO₃ + 0,005 M DTPA pH=7,6 (Soltanpour και Schwab, 1977)
- 0,1 M HCl (Viets *et al.*, Nelson *et al.*, 1959)
- 2 N MgCl₂ (Stewart και Berger, 1959)

- $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{EDTA}$ (Trierweiler και Lindsay, 1969)
- 0,1 M NaNO_3 (Hani και Gupta, 1983)
- 0,05 M CaCl_2 (Saurbeck και Styperek, 1985)
- 0,5 M HNO_3 (Cottenie *et al.*, 1982)

Πρόσληψη και μεταφορά του ψευδαργύρου στα φυτά

Η πρόσληψη του ψευδαργύρου από τα φυτά εξαρτάται από τη συγκέντρωση αυτού στο εδαφικό διάλυμα ή από τη συγκέντρωση αυτού στο θρεπτικό διάλυμα όπου αναπτύσσονται τα φυτά.

Οι μορφές με τις οποίες ο Zn προσλαμβάνεται από τα φυτά είναι οι εξής :

- Zn σε μεταλλική μορφή
- Zn^+ κυρίως ως προϊόν υδρόλυσης και
- με τη μορφή συμπλόκων ενώσεων με την οργανική ουσία του εδάφους (Weinberg 1977, Halvorsen και Lindsay 1977).

Ο ψευδάργυρος σχηματίζει δεσμούς στο εσωτερικό των φυτών με χαμηλού μοριακού βάρους πρωτεΐνες.

Ο ρυθμός πρόσληψης του Zn από τα φυτά εξαρτάται από το είδος του φυτού, από τον τύπο του εδάφους ως και από την παρουσία του ασβεστίου στο έδαφος (Ibekwe *et al.*, 1998, Brown *et al.*, 1995).

Η περιεκτικότητα σε Zn των ριζών είναι υψηλότερη από την περιεκτικότητα αυτού στο υπέργειο τμήμα.

Ο βιοχημικός ρόλος του Zn είναι σημαντικός καθώς αποτελεί δομικό συστατικό μεγάλου αριθμού ενζύμων : δεϋδρογονασών, πρωτεΐνασών και πεπτιδασών (Μήτσιος, 2003).

Ειδικά για το αμπέλι ο Zn είναι σημαντικός διότι όπως προαναφέρθηκε συμμετέχει στη σύνθεση πολλών ενζύμων και επιπλέον είναι απαραίτητος για την αύξηση των φυτών και την κανονική καρποφορία (Ρούμπος, 1996).

1.3.5.7 Μαγγάνιο (Mn)

Το μαγγάνιο είναι πολύ βασικό στοιχείο για τη ζωή τόσο των μικροοργανισμών, όσο και των ανώτερων φυτών και ζώων.

Τα περιβαλλοντικά προβλήματα που δημιουργούνται από το Mn είναι ασήμαντα σε σχέση με τα προβλήματα που δημιουργούνται από τα άλλα βαρέα μέταλλα.

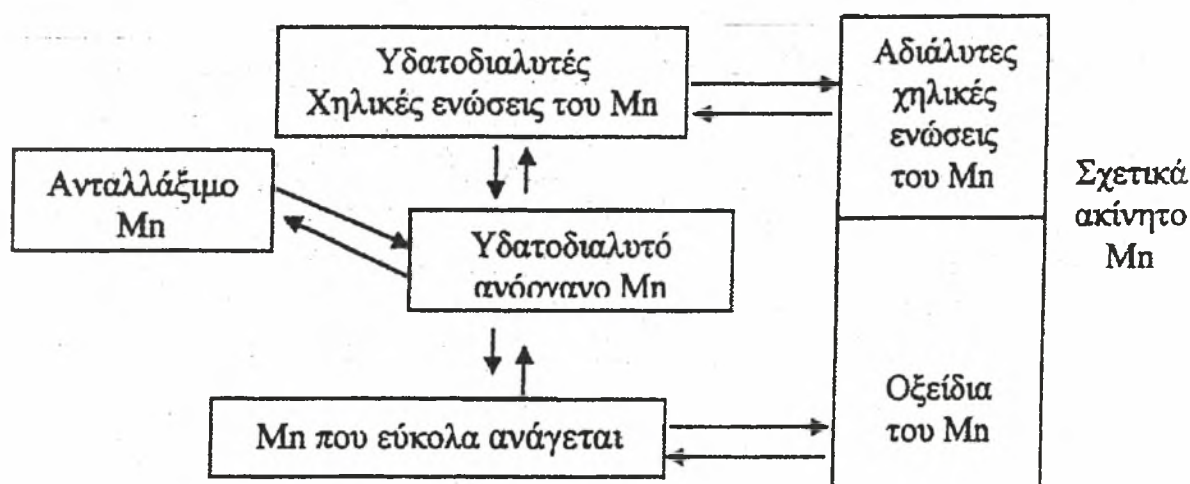
Το ενδιαφέρον για το Mn άρχισε να αυξάνεται όταν έγινε γνωστός ο ρόλος του στην ανάπτυξη των φυτών και των ζώων. Ο ρόλος του Mn ως ιχνοστοιχείο στα ανώτερα φυτά εντοπίστηκε από τον ερευνητή McHargue (1923) και τους ερευνητές Samuel και Piper (1928), σε πειράματα που πραγματοποίησαν με σόγια και τομάτα.

Προέλευση του μαγγανίου

Το μαγγάνιο μπορεί να προέρχεται από:

- Γεωχημικές πηγές και
- Προσθήκη λιπασμάτων

Οι μορφές του Mn στο έδαφος παρουσιάζονται στο Σχήμα 1.1.



Σχήμα 1.1 Μορφές του μαγγανίου στο έδαφος (Μήτσιος, 2003).

Μέθοδοι προσδιορισμού του μαγγανίου στο έδαφος

Η ολική ποσότητα του μαγγανίου στο έδαφος προσδιορίζεται με :

- Πέψη του εδαφικού δείγματος σε ειδικές οβίδες με θέρμανση σε μίγμα οξέων : HCl , HNO_3 , HF .
- Πέψη του εδαφικού δείγματος (χωρίς όμως να περιέχεται η ποσότητα του μαγγανίου που είναι προσροφημένη στα πυριτικά άλατα) σε ειδική συσκευή πέψης με μίγμα οξέων : HCl και HNO_3 σε αναλογία 3:1 (Βασιλικό ύδωρ).
- Πέψη του εδαφικού δείγματος με μίγμα οξέων : HCl , HNO_3 και HClO_4 . Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στις περιπτώσεις εκείνες που το ποσοστό της οργανικής ουσίας ξεπερνά το 20%.

Για τον προσδιορισμό των εκχυλίσμων ποσοτήτων του μαγγανίου χρησιμοποιούνται διάφορα εκχυλιστικά μέσα :

- Προσδιορισμός του υδατοδιαλυτού μαγγανίου (Sherman *et al.*, 1942, Adams, 1965).
- Προσδιορισμός του ανταλλάξιμου μαγγανίου (Adams, 1965).
- Προσδιορισμός εκχυλίσσιμης ποσότητας μαγγανίου, με χρήση διπλού οξέως (HCl + HNO₃)(Cox, 1968).
- Προσδιορισμός διαθέσιμης ποσότητας μαγγανίου, με χρήση διαλύματος DTPA (Follet και Lindsay, 1971).
- Προσδιορισμός του Mn που εύκολα ανάγεται (Sherman *et al.*, 1942, Adams, 1965).
- Οι Soltanpour και Schwab (1977), χρησιμοποίησαν το διάλυμα AB-DTPA με τιμή pH=7,6.

Πρόσληψη και μεταφορά του μαγγανίου στα φυτά

Η πρόσληψη του μαγγανίου από τα φυτά ελέγχεται από μεταβολικές διαδικασίες με τρόπο ανάλογο με αυτόν που πραγματοποιείται η πρόσληψη άλλων δισθενών κατιόντων, όπως του ασβεστίου και του μαγνησίου.

Ωστόσο όμως πραγματοποιείται παθητική πρόσληψη του μαγγανίου στις περιπτώσεις εκείνες, στις οποίες η συγκέντρωση του μαγγανίου βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα. Τότε παρατηρείται συσσώρευση του στα πιο ώριμα φύλλα και ελάχιστη μετακίνηση του προς τα νεότερα, όπου είναι δυνατό να παρατηρηθούν προβλήματα τροφопενίας.

Στις περισσότερες περιπτώσεις, η ποσότητα του μαγγανίου στα φύλλα είναι ανάλογη της διαθέσιμης ποσότητας στα εδάφη. Παρουσιάζει ελάττωση με την αύξηση της τιμής του pH του εδάφους και αύξηση με την αύξηση της οργανικής ουσίας του εδάφους.

Ο βιοχημικός ρόλος του μαγγανίου στα φυτά σχετίζεται άμεσα με τις αντιδράσεις οξειδοαναγωγής που πραγματοποιούνται σε αυτά. Ο Boardmann (1975), ο Shkolnik (1974) και οι Mengel και Kirkby (1978), υποστηρίζουν ότι τα ιόντα Mn^{2+} αποτελούν βασικό συστατικό των ενζύμων αργινάσης και φωσφοτρανσαμινάσης. Επίσης το μαγγάνιο είναι δυνατό να αντικαταστήσει το μαγνήσιο σε μεγάλο αριθμό ενζύμων.

Το μαγγάνιο εμφανίζεται να συμμετέχει στο φωτοσυνθετικό μηχανισμό μεταφοράς ηλεκτρονίων καθώς και στην πρόσληψη οξυγόνου από τα φυτά (Μήτσιος, 2003).

Οι χλωροπλάστες είναι τα πιο ευαίσθητα τμήματα του κυττάρου στην έλλειψη του μαγγανίου, γιατί το μαγγάνιο αποτελεί δομικό συστατικό τους (Boardman, 1975).

Ο Foy (1983), υποστηρίζει ότι υψηλές ποσότητες μαγγανίου επηρεάζουν τη δραστικότητα ορισμένων αμινοξέων, ενζύμων και ορμονών (αυξίνες και γιββεριλίνες).

1.3.5.8 Σίδηρος (Fe)

Ο σίδηρος είναι απαραίτητος για την ανάπτυξη τόσο των ζώων όσο και των φυτών, γιατί εμπλέκεται σε μεγάλο αριθμό βιοχημικών αντιδράσεων που πραγματοποιούνται σε αυτά. Η κύρια προέλευση του σιδήρου στο έδαφος είναι η γεωχημική.

Χημική συμπεριφορά του σιδήρου στο έδαφος

Οξειδωτικές καταστάσεις και υψηλές τιμές pH οδηγούν σε καταβύθιση του σιδήρου, ενώ αναγωγικές συνθήκες και χαμηλές τιμές του pH οδηγούν σε διάλυση των ενώσεων του σιδήρου. Τα ιόντα του δισθενούς σιδήρου που απελευθερώνονται είναι δυνατό, ανάλογα με το περιβάλλον που βρίσκονται, να αντικαταστήσουν τα ιόντα Mg^{2+} ή τα Al^{3+} άλλων ορυκτών, ή τέλος να σχηματίσουν σύμπλοκες ενώσεις με οργανικούς υποκαταστάτες.

Συνήθως ο σίδηρος στα εδάφη συναντάται με τη μορφή οξειδίων και υδροξειδίων σε μικρούς αυτόνομους σχηματισμούς (concretions ή nodules) ή καλύπτει τις επιφάνειες άλλων ορυκτών.

Σε εδαφικούς ορίζοντες πλούσιους σε οργανική ουσία ο σίδηρος εμφανίζεται κυρίως με τη μορφή σύμπλοκων ενώσεων. Τόσο οι οργανικές όσο και οι ανόργανες ενώσεις του σιδήρου συχνά αλλάζουν μορφή ανάλογα με τις εδαφικές συνθήκες που επικρατούν (Webster, *et al.*, 1994). Οι ενώσεις αυτές έχουν την τάση να μεταπίπτουν σε οξείδια, τα οποία είναι θερμοδυναμικά σταθερότερες ενώσεις. Τα οξείδια αυτά του σιδήρου μπορεί να είναι άμορφα ή και ημικρυσταλλικά ανάλογα με τις συνθήκες του σχηματισμού τους. Η τροποποίηση και ο μετασχηματισμός των ενώσεων του σιδήρου σε πιο σταθερές ενώσεις, επηρεάζεται πολλές φορές από την παρουσία μικροοργανισμών.

Τα οξείδια και υδροξείδια του σιδήρου έχουν μεγάλη ένταση χρώματος που καθορίζει το χρώμα των εδαφών στα οποία βρίσκονται. Η ένταση του χρώματος χρησιμοποιείται στην ταξινόμηση των εδαφών (Hem 1978, Jenne 1977, McKenzie 1977, McKenzie 1978, Schwertmann και Taylor, 1977).

Τα οξείδια του σιδήρου αλλά και του μαγγανίου έχουν την ικανότητα να προσροφούν μεγάλες ποσότητες άλλων στοιχείων καθώς και ιχνοστοιχείων. Ο κύριος μηχανισμός προσρόφησης ιχνοστοιχείων είναι η ισόμορφη αντικατάσταση τόσο των δισθενών όσο και των τρισθενών κατιόντων. Ωστόσο είναι δυνατό να παρατηρηθούν και αντιδράσεις ιονανταλλαγής αλλά και αντιδράσεις οξείδωσης στις εξωτερικές επιφάνειες των οξειδίων (Μήτσιος, 2003).

Μέθοδοι προσδιορισμού του σιδήρου στο έδαφος

Η ολική ποσότητα του σιδήρου στο έδαφος προσδιορίζεται με :

- Πέψη του εδαφικού δείγματος σε ειδικές οβίδες με θέρμανση σε μίγμα οξέων : HCl , HNO_3 , HF .
- Πέψη του εδαφικού δείγματος (χωρίς όμως να περιέχεται η ποσότητα του σιδήρου που είναι προσροφημένη στα πυριτικά άλατα) σε ειδική συσκευή πέψης με μίγμα οξέων : HCl και HNO_3 σε αναλογία 3:1 (Βασιλικό ύδωρ).
- Πέψη του εδαφικού δείγματος με μίγμα οξέων : HCl , HSO_4 , HNO_3 και HClO_4 .

Για τον προσδιορισμό των εκχυλίσμων ποσοτήτων του σιδήρου χρησιμοποιούνται διάφορα εκχυλιστικά μέσα :

- Ο Olson (1965), χρησιμοποίησε διάλυμα 5 M $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ προσδιορίζοντας φασματοφωτομετρικά το σίδηρο.
- Ο Jackson (1958), προσδιόρισε ογκομετρικά το σίδηρο με διάλυμα H_2SO_4 6 N και 1 N, καθώς και διάλυμα KMnO_4 .
- Οι Lindsay και Norvell (1978) χρησιμοποίησαν διάλυμα DTPA.
- Οι Soltanpour και Schwab (1977) χρησιμοποίησαν το διάλυμα AB-DTPA με τιμή $\text{pH}=7.6$.

Ο βιοχημικός ρόλος του σιδήρου στα φυτά (Μήτσιος, 2003)

Ο βιοχημικός ρόλος του σιδήρου στα φυτά συνοπτικά παρουσιάζεται ως εξής :

- Ο σίδηρος απαντάται στις πρωτεΐνες και συγκεντρώνεται κυρίως στους χλωροπλάστες των κυττάρων.
- Οι οργανικές σύμπλοκες ενώσεις του σιδήρου εμπλέκονται στο μηχανισμό μεταφοράς ηλεκτρονίων κατά την διάρκεια της φωτοσύνθεσης.
- Nonheme σιδηροπρωτεΐνες ελέγχουν την αναγωγή των νιτρικών και θειικών ιόντων.
- Ο σχηματισμός της χλωροφύλλης ελέγχεται από την παρουσία σιδήρου.

- Ο σίδηρος εμπλέκεται στο μεταβολισμό των νουκλεϊνικών οξέων.
- Τα ιόντα του δισθενούς και του τρισθενούς σιδήρου έχουν δομικό ρόλο στα κύτταρα, αλλά συμμετέχουν και σε μεγάλο βαθμό πρωτεϊνών που δρουν καταλυτικά.

1.3.5.9 Βόριο (B)

Το βόριο και το χλώριο είναι τα μοναδικά αμέταλλα μικροθρεπτικά στοιχεία των φυτών. Το βόριο ανιχνεύεται σε μικρές ποσότητες στον εξωτερικό φλοιό της γης (λιθόσφαιρα) και κυρίως σε πυριγενή πετρώματα. Όπως και το Mo^{6+} , έχει την ικανότητα να σχηματίζει σταθερούς δεσμούς εξαιτίας του πολύ μικρού του μεγέθους.

Μορφές βορίου στο έδαφος

Το βόριο βρίσκεται στο έδαφος σε τέσσερις κύριες μορφές :

- Ενσωματωμένο σε ορυκτά και πετρώματα
- Ως σύμπλοκο με στοιχεία των ορυκτών στα οποία είναι προσκολλημένο
- Προσροφούμενο στις επιφάνειες της αργίλου και συγκεκριμένα στα οξείδια του $\text{Fe}^{2+,3+}$ και του Al^{3+}
- Ως βορικό οξύ, αλλά και με τη μορφή των ιόντων $\text{B}(\text{OH})_4^-$ στο εδαφικό διάλυμα.

Παράγοντες που επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα του βορίου του εδάφους

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα του βορίου του εδάφους είναι οι εξής :

- Μηχανική σύσταση του εδάφους
- Ποσοστό και τύπος αργίλου
- Τιμή του pH του εδάφους
- Ασβέστωση των εδαφών
- Σύμπλοκα του βορίου με ορυκτά
- Σχέσεις με άλλα μικροθρεπτικά και μακροθρεπτικά
- Υγρασία του εδάφους

Το βόριο στην ανάπτυξη των φυτών

Το βόριο συμμετέχει στη μεταφορά των σακχάρων κατά μήκος των κυτταρικών μεμβρανών. Τα ελεύθερα μόρια των σακχάρων, λόγω πολικότητας, δεν διαπερνούν τις κυτταρικές μεμβράνες και αυτό οφείλεται στο σχηματισμό χημικών ενώσεων με βόριο. Το βόριο διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διαίρεση του κυττάρου, στη σύνθεση της πηκτίνης και τη δραστηριότητα της πολυφαινολάσης.

Τονίζεται η καταλυτική συμπεριφορά του βόριου στη σύνθεση των DNA, RNA καθώς και 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 έλλειψη του επηρεάζει αρνητικά το δέσιμο των καρπών (Μήτσιος, 2003).

Ειδικά για το αμπέλι το βόριο επιδρά θετικά στη διαδικασία γονιμοποίησης και στη μεταφορά των σακχάρων και του ασβεστίου εντός των φυτών (Ρούμπος, 1996).

1.3.5.10 Περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη

Η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη υπολογίζεται εύκολα με ένα όργανο που ονομάζεται χλωροφυλλόμετρο.

Ένα τέτοιο όργανο είναι το SPAD-502 της MINOLTA, ένα εύχρηστο, ελαφρύ και εύκολο στη μεταφορά του εξάρτημα, το οποίο επιτρέπει τη μέτρηση του συνόλου της χλωροφύλλης (a και b), σε mg χλωροφύλλης ανά m² φυλλικής επιφάνειας, γρήγορα χωρίς να προκαλεί ζημιά στα φύλλα. Το χλωροφυλλόμετρο SPAD-502 της MINOLTA χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1991, προκειμένου να βοηθηθούν οι παραγωγοί ρυζιού ως προς την ποσότητα λιπάσματος αζώτου που θα έπρεπε να προσθέσουν στην καλλιέργειά τους. Σε αυτή την πρώτη χρήση του χλωροφυλλομέτρου, βρέθηκε ότι υπήρχε άμεση συσχέτιση μεταξύ της περιεκτικότητας αζώτου στα φύλλα και της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη που προσδιορίστηκε με το χλωροφυλλόμετρο (Krug *et al.*, 2001).

Από το 1991 μέχρι σήμερα το χλωροφυλλόμετρο έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλά πειράματα λόγω των παρακάτω πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει (Krug *et al.*, 2001):

- Είναι εύκολο στη χρήση και τη μεταφορά του και οι μετρήσεις μπορούν να γίνουν ακόμη και επί τόπου στον αγρό χωρίς καταστροφή των φύλλων
- Υπάρχει πολύ καλή συσχέτιση της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη που μετράται με τις συμβατικές μεθόδους και αυτής που μετράται με το χλωροφυλλόμετρο SPAD-502 της MINOLTA

Ο συγκεκριμένος τύπου χλωροφυλλομέτρου έχει χρησιμοποιηθεί σε πειράματα: συσχέτισης διαφορετικών μεταχειρίσεων φυτών σιταριού, ως προς το περιβάλλον

ανάπτυξής τους, με την περιεκτικότητα του φύλλου <σημαία> τους σε χλωροφύλλη (Ommen *et al.*, 1999), σε πειράματα συσχέτισης της περιεκτικότητας των φύλλων σε άζωτο με την περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη (Spectrum Technologies, 2002) και τέλος σε πειράματα συσχέτισης της ευρωστίας και ανάπτυξης των φύλλων με την περιεκτικότητα αυτών σε χλωροφύλλη (Krug *et al.*, 2001).

Σε όλα τα παραπάνω πειράματα αποδείχθηκε ότι το χλωροφύλλόμετρο SPAD-502 της MINOLTA είναι ένα αξιόπιστο εξάρτημα, το οποίο μπορεί να δίνει γρήγορα και ακριβή αποτελέσματα.

1.4 Βιολογική καλλιέργεια της αμπέλου

Κάτω από τις νέες συνθήκες που διαμορφώνονται τελευταία, οι καλλιεργητές αμπελιού, αρχίζουν πια να στρέφουν σοβαρά το ενδιαφέρον τους προς τη βιολογική καλλιέργεια. Τα αίτια αυτής της μεταστροφής συνοψίζονται παρακάτω:

- Προβλήματα υπερπαραγωγής και αδυναμίας διάθεσης των αποθεμάτων, τουλάχιστον για το κρασί και τη σταφίδα. Η κατανάλωση του κρασιού μειώνεται και οι ελπίδες για αναζωογόνηση της εστιάζονται στην ποιότητα.
- Προβλήματα κατά συνέπεια ποιότητας της πρώτης ύλης, η οποία και μπορεί να εξαρτάται από τη γενική φυτοϋγειονομική κατάσταση του σταφυλιού, αλλά και την παρουσία σε αυτό υπολειμμάτων από προϊόντα φυτοπροστασίας. Ο ποιοτικός έλεγχος που οργανώνεται καλύτερα, έχει να καταδείξει τέτοια προβλήματα στο συμβατικό κρασί.
- Εξίσου σημαντικά εξάλλου είναι τα γενικά περιβαλλοντικά προβλήματα, όπως η ρύπανση των υπογείων νερών με νιτρικά ή η υποβάθμιση των αμπελουργικών εδαφών, από τη συνεχή και μονομερή χρήση λιπασμάτων και ζιζανιοκτόνων, τα οποία και καλούν στην αναζήτηση εναλλακτικής λύσης.

Πέρα από το παράδειγμα του Αιγίου με το εκεί πρόγραμμα βιοκαλλιέργειας μαύρης σταφίδας, που ήδη λειτουργεί μια δεκαπενταετία περίπου, πολλοί μικροί παραγωγοί κυρίως οιναμπέλων έχουν να επιδείξουν ενδιαφέρουσες προσπάθειες, σε περιοχές όπως Νάουσα, Νεμέα, Μαντινεία, Ηράκλειο. Παράλληλα εταιρείες, διεπαγγελματικοί σύνδεσμοι και ενώσεις, παίρνοντας ίσως παράδειγμα από αμπελουργικές χώρες σαν τη Γαλλία, όπου η βιολογική αμπελουργία είναι πια γεγονός, ανιχνεύουν το χώρο (Δεσύλλας, 1997).

Λίπανση-Θρέψη βιολογικών αμπελώνων

Η βιοκαλλιέργεια δε συνεπάγεται και εγκατάλειψη του αμπελώνα. Στα αμπέλια που προορίζονται για οίνους υψηλής ποιότητας επιδιώκεται συγκράτηση της στρεμματικής απόδοσης σε χαμηλά επίπεδα, δε θα πρέπει όμως να παραγνωρίζεται ο ρόλος κάποιων στοιχείων, όπως του καλίου, στην ποιότητα. Σχετικές εδαφολογικές αναλύσεις μπορούν να καθοδηγήσουν σε ειδικές επεμβάσεις. Δυστυχώς δεν υπάρχουν στοιχεία στη βιβλιογραφία για τις ανάγκες της βιολογική καλλιέργειας αμπέλου σε θρεπτικά στοιχεία. Ως γενική κατεύθυνση προτείνεται η αύξηση της οργανικής ουσίας και η παροχή ισορροπημένης θρέψης. Για το σκοπό αυτό στους αμπελώνες βιολογικής καλλιέργειας γίνεται εφαρμογή κοπριάς, χλωρής λίπανσης και ειδικών σκευασμάτων, επιτρεπτών στη βιολογική γεωργία.

Φυτοπροστασία βιολογικών αμπελώνων

Μεγάλο ρόλο, το 70% περίπου, στην αντιμετώπιση των μυκήτων παίζουν τα μέτρα πρόληψης. Η πρόληψη αυτή επιτυγχάνεται με δύο τρόπους :

- Την παροχή στα φυτά μιας ισορροπημένης θρέψης, που μπορεί μακροπρόθεσμα να αλλάξει τη βιοχημική σύσταση και άρα τη συμπεριφορά του φυτού απέναντι στις προσβολές.
- Τη μη μετάδοση των μολυσμάτων. Η ψηλή στήριξη του αμπελιού, το αραίωμα των φύλλων και τα χλωρά κλαδέματα είναι μέτρα προς αυτή την κατεύθυνση.

Κάτι επίσης βασικό είναι η επιλογή των ποικιλιών και υποκειμένων καλά προσαρμοσμένων στις τοπικές συνθήκες.

Για την αντιμετώπιση των μυκητολογικών προσβολών στην βιολογική αμπελουργία γίνεται εφαρμογή χαλκούχων σκευασμάτων, όπως και σκευασμάτων από θειάφι και από σκόνες πετρωμάτων (κυρίως μπετονίτη).

Η αντιμετώπιση των εντομολογικών εχθρών στην βιολογική γεωργία γίνεται με τη χρήση σκευασμάτων του *Bacillus thuringiensis* καθώς και με τη χρήση μυκήτων ή εντόμων που αποτελούν φυσικούς εχθρούς των εντόμων που προσβάλλουν το αμπέλι (Δεσύλλας, 1997).

Τέλος θα πρέπει να τονιστεί ότι στη βιολογική καλλιέργεια αμπέλου έχει ιδιαίτερη σημασία η διατήρηση της καλής φυτοϋγειονομικής κατάστασης του φυτού καθώς και της ευρωστίας του, γιατί οι επεμβάσεις που μπορούν να γίνουν στην καλλιέργεια είναι περιορισμένες.

1.5 Οι κυριότερες φασματικές τεχνικές στη στοιχειακή ποιοτική και ποσοτική ανάλυση

Η στοιχειακή ανάλυση είναι σημαντικό τμήμα της αναλυτικής χημείας που βρίσκει πολλές εφαρμογές σε μια πληθώρα δειγμάτων από την κλινική χημεία και το περιβάλλον ως τη βιομηχανία και τη μεταλλουργεία. Μετά από τις κλασικές τεχνικές ανάλυσης, οι φασματομετρικές καθώς και άλλες ενόργανες μέθοδοι, αναπτύχθηκαν έχοντας στόχο την ταχύτερη, ευκολότερη, πιο αξιόπιστη και με τα καλύτερα όρια ανίχνευσης ανάλυση.

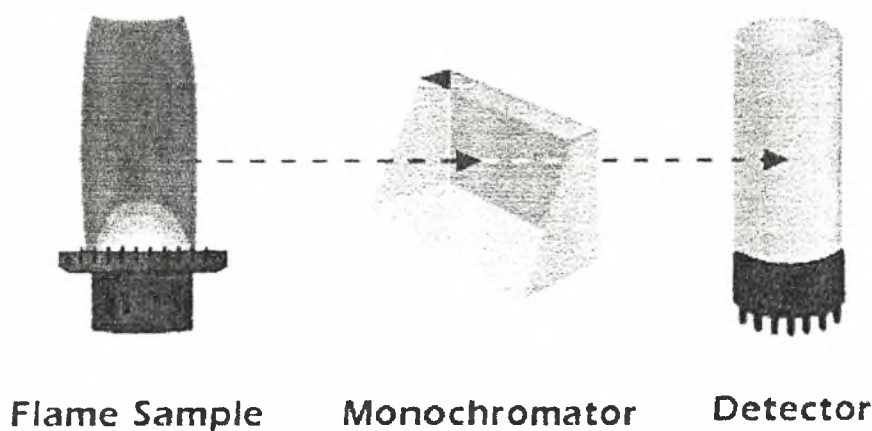
Οι κυριότερες φασματικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τη στοιχειακή ανάλυση είναι η Φλογοφασματομετρία Ατομικής Εκπομπής (Flame Atomic Emission Spectrometry, FAES), η Φλογοφασματομετρία Ατομικής Απορρόφησης (Flame Atomic Absorption Spectrometry, FAAS), η Φασματομετρία Ηλεκτροθερμικής Ατομικής Απορρόφησης (Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry, EAAS ή Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry, GFAAS), η Φασματομετρία Ατομικής Εκπομπής με Επαγωγικά Συζευγμένο πλάσμα (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry, ICP-AES) και η Φασματομετρία Μάζας με Επαγωγικά Συζευγμένο Πλάσμα (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, ICP-MS).

Οι πρώτες τεχνικές φασματομετρίας που αναπτύχθηκαν για να καλύψουν τις ανάγκες τόσο σε ποιοτική όσο και σε ποσοτική στοιχειακή ανάλυση ήταν φασματογραφικές τεχνικές και λίγο αργότερα η φλογοφασματομετρία ατομικής εκπομπής. Η ιστορία της φασματοσκοπίας είναι στενά συνδεδεμένη με τη χρήση φλόγας ως πηγή φωτός από τις αρχές της πριν από περίπου διακόσια χρόνια. Ποιοτική ανάλυση ήταν εφικτή καθώς βελτιώθηκαν τα φασματόμετρα και οι ανιχνευτές φωτός. Το ενδιαφέρον για την φλογοφασματομετρία κορυφώθηκε γύρω από το 1960 ενώ στη συνέχεια η ανάπτυξη της φασματομετρίας ατομικής απορρόφησης αλλά και άλλων τεχνικών που ακολούθησαν την παραμέρισαν. Στη συνέχεια το 1955 παρουσιάστηκε η φλογοφασματομετρία ατομικής απορρόφησης από τον Walsh. Ενώ λίγο αργότερα έγιναν οι πρώτες προσπάθειες για την ανάπτυξη της φασματομετρίας ατομικής εκπομπής με επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα σε πειραματικό επίπεδο. Αρχικά ο Reed το 1961 χρησιμοποίησε το επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα ως μέσο αύξησης κρυστάλλων σε υψηλές θερμοκρασίες και αυτό ήταν το πρώτο σταθερό πλάσμα σε ατμοσφαιρική πίεση. Ο Greenfield ήταν ο πρώτος που αναγνώρισε το δυναμικό της νέας τεχνικής για την αναλυτική χημεία, ιδιαίτερα μετά από κάποιες τροποποιήσεις

στις συνθήκες λειτουργίας. Πολλοί ήταν αυτοί που συνέχισαν την ανάπτυξη της τεχνικής οδηγώντας την καθιέρωση των σημερινών συνθηκών λειτουργίας ενώ διαθέσιμα στο εμπόριο όργανα εμφανίστηκαν μέσα στη δεκαετία του 1970. Η ιδέα της χρήσης ενός φασματομέτρου μάζας στη θέση του οπτικού ανιχνευτή με ταυτόχρονη χρήση πλάσματος ως πηγή διέγερσης πρωτοπαρουσιάστηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1970 από τον Green και αρκετά σύντομα το 1983, παρασκευάστηκαν τα πρώτα εμπορικά διαθέσιμα όργανα (Παπανικολάου, 2002).

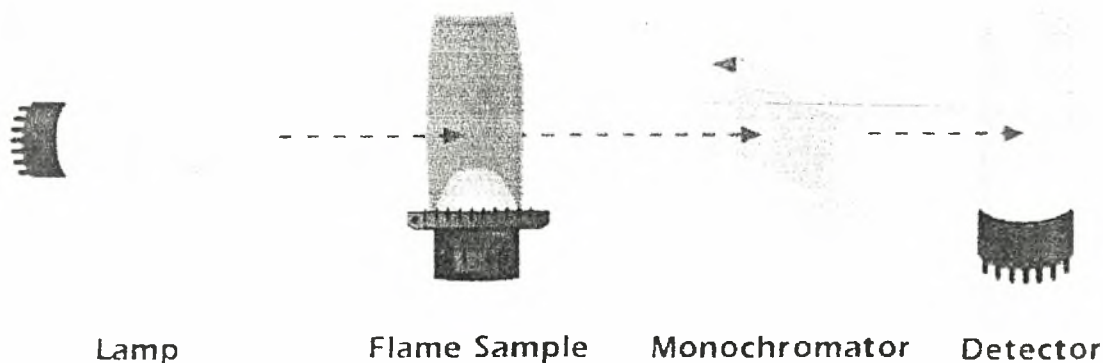
Στις εικόνες που ακολουθούν, παρίστανται σχηματικά οι κυριότερες φασματικές τεχνικές στη στοιχειακή ποιοτική και ποσοτική ανάλυση.

Flame Atomic Emission Spectrometry (FAES)



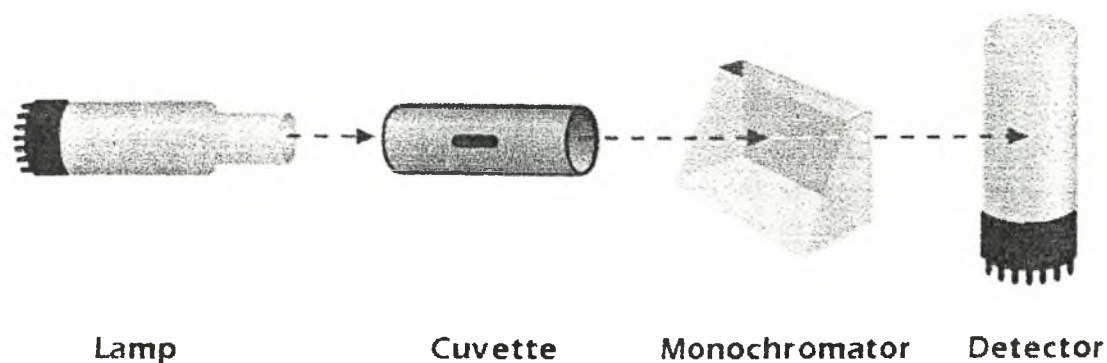
Εικόνα 1.1 Η φλογοφασματομετρία ατομικής εκπομπής σχηματικά

Flame Atomic Absorption Spectrometry (FAAS)



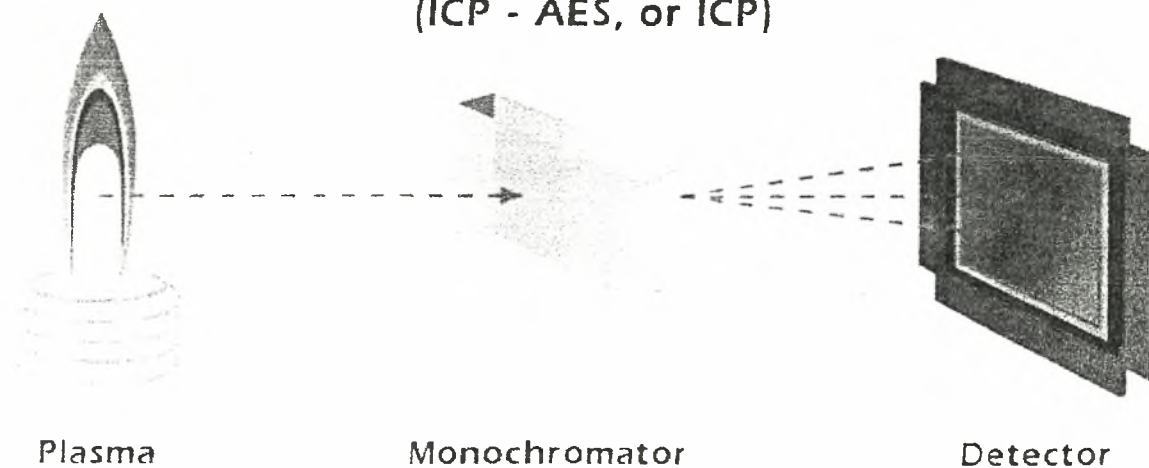
Εικόνα 1.2 Η φλοφασματομετρία ατομικής απορρόφησης σχηματικά

Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry (GFAAS)



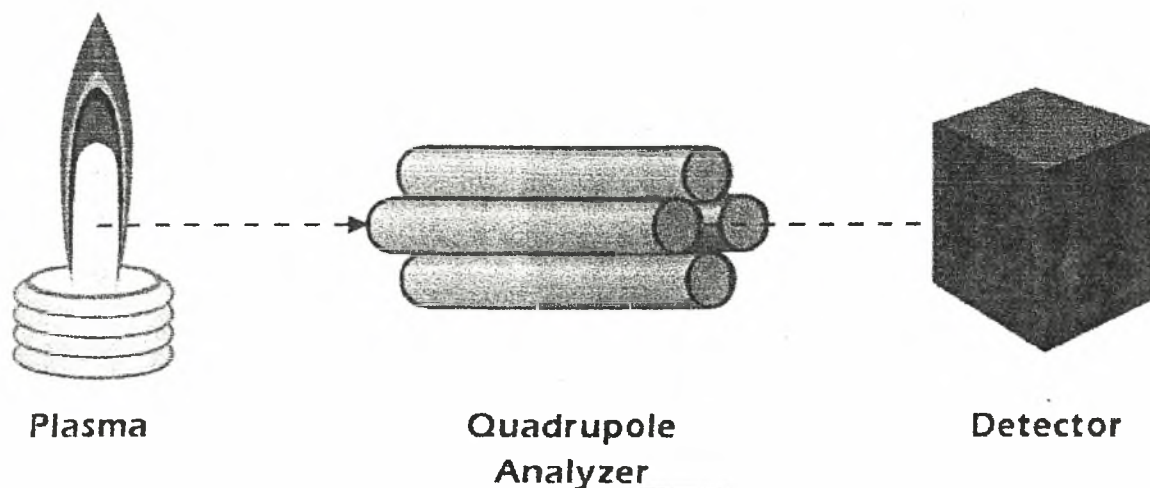
Εικόνα 1.3 Η φασματομετρία ηλεκτροθερμικής ατομικής απορρόφησης σχηματικά.

Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (ICP - AES, or ICP)



Εικόνα 1.4 Η φασματομετρία ατομικής εκπομπής με επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα σχηματικά.

Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP - MS)



Εικόνα 1.5 Η φασματομετρία μάζας με επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα σχηματικά.

Όλες οι τεχνικές που αναφέρθηκαν παραπάνω έχουν σε γενικές γραμμές τους ίδιους τομείς εφαρμογών. Έτσι συναντώνται στην περιβαλλοντική ανάλυση, στη μεταλλουργία και γενικά σε γεωλογικά δείγματα, στη γεωπονική ανάλυση, στη φαρμακευτική και κλινική χημεία, στη βιοτεχνολογία, στην τεχνολογία τροφίμων, αλλά και στα πετροχημικά και σε πολλούς τομείς, όπου απαιτείται στοιχειακή ανάλυση.

Οι φασματομετρικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται για στοιχειακή ανάλυση εμφανίζουν σημαντικά πλεονεκτήματα και καλή απόδοση, κάνοντας έτσι δύσκολη την επιλογή της καλύτερης. Αυτό σημαίνει ότι το ποια τεχνική θα προτιμηθεί τελικά εξαρτάται κύρια από τις εφαρμογές για τις οποίες προορίζεται και τα ειδικά χαρακτηριστικά που αυτές απαιτούν. Το είδος των δειγμάτων και η επεξεργασία τους πριν τον προσδιορισμό καθώς και η περιεκτικότητα του προς ανάλυση σιτιχείου σε αυτά είναι βασικοί παράμετροι που πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη, πέρα από τα άλλα χαρακτηριστικά της τεχνικής που έχουν ήδη αναφερθεί. Επίσης το κόστος λειτουργίας είναι και αυτό σημαντικό.

1.6 Πέψη των δειγμάτων των φύλλων με τη χρήση ειδικών φούρνων μικροκυμάτων

Η χρήση ειδικών φούρνων μικροκυμάτων για την προετοιμασία των προς ανάλυση δειγμάτων έχει γίνει στις μέρες μας ένα συνηθισμένο αναλυτικό εργαλείο. Ένα μεγάλο εύρος δειγμάτων όπως δείγματα ιλύος, φύλλων, δείγματα εδάφους και ιζημάτων καθώς και βιολογικά και περιβαλλοντικά δείγματα είναι δυνατό να προετοιμαστούν για ανάλυση με τη χρήση των ειδικών φούρνων μικροκυμάτων (Agazzi και Pirola, 2001). Η πέψη των δειγμάτων με τη χρήση ειδικών φούρνων μικροκυμάτων επιτυγχάνεται με τη χρήση είτε ενός μόνο οξέος, συνήθως νιτρικού (Sandroni και Smith, 2002), είτε με τη χρήση μίγματος οξέων - συνήθως νιτρικού, υδροχλωρικού και υδροφθορίου (Bettinelli *et al.*, 2000).

Εξακολουθεί όμως να χρησιμοποιείται ακόμη για την προετοιμασία των προς ανάλυση φυτικών ιστών η μέθοδος της ξηρής διπλής καύσης σε θερμοκρασία μεταξύ 450 και 500 °C (Μήτσιος, 2003). Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο τα δείγματα που πρόκειται να αναλυθούν υπόκεινται σε δύο διαδοχικές καύσεις στη θερμοκρασία που προαναφέρθηκε και με την προσθήκη υδροχλωρικού οξέος. Το διάλυμα που προκύπτει χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των στοιχείων P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Al, B και Zn με διάφορες μεθόδους.

Η χρήση ειδικών φούρνων μικροκυμάτων για την προετοιμασία των προς ανάλυση δειγμάτων υπερτερεί των συμβατικών μεθόδων, όπως αυτής της διπλής ξηρής καύσης όταν πρόκειται για φυτικούς ιστούς, λόγω των παρακάτω πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει (Agazzi και Pirola, 2001) :

- Απαιτούνται μικρότερες ποσότητες τόσο αντιδραστηρίων όσο και δειγμάτων γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό όταν πρόκειται για βιολογικά ή οργανικά δείγματα
- Ο χρόνος που απαιτείται για την προετοιμασία των δειγμάτων είναι λιγότερος
- Ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος ρύπανσης του περιβάλλοντος προετοιμασίας των δειγμάτων από πτητικούς ρυπαντές (παράγωγα των χρησιμοποιούμενων για την πέψη οξέων)
- Επιτυγχάνεται καλύτερη ανάκτηση ακόμη και για τα πολύ πτητικά συστατικά των προς ανάλυση δειγμάτων

Συμπερασματικά θα μπορούσε να λεχθεί ότι αν και η χρήση της τεχνολογίας των μικροκυμάτων για την προετοιμασία των δειγμάτων χρησιμοποιείται σε ολόένα και περισσότερα αναλυτικά εργαστήρια, λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει έναντι των κλασικών μεθόδων, εντούτοις παραμένει μία καινούργια

τεχνολογία που επιδέχεται βελτιώσεις τόσο ως προς στα αντιδραστήρια που χρησιμοποιούνται όσο και ως προς το εύρος των δειγμάτων που βρίσκει εφαρμογή.

Σκοπός της εργασίας

Ο σκοπός της παρούσης εργασίας είναι :

- Η μελέτη της χωρικής παραλλακτικότητας ορισμένων εδαφικών ιδιοτήτων σε βιολογικό αμπελώνα, στα πλαίσια της Γεωργίας Ακριβείας
- Ο προσδιορισμός των θρεπτικών στοιχείων των φύλλων αμπέλου στο βιολογικό αμπελώνα
- Η συσχέτιση των θρεπτικών στοιχείων των φύλλων με τις μελετηθείσες εδαφικές ιδιότητες στα πλαίσια της Γεωργίας Ακριβείας.

Κεφάλαιο 2^ο

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

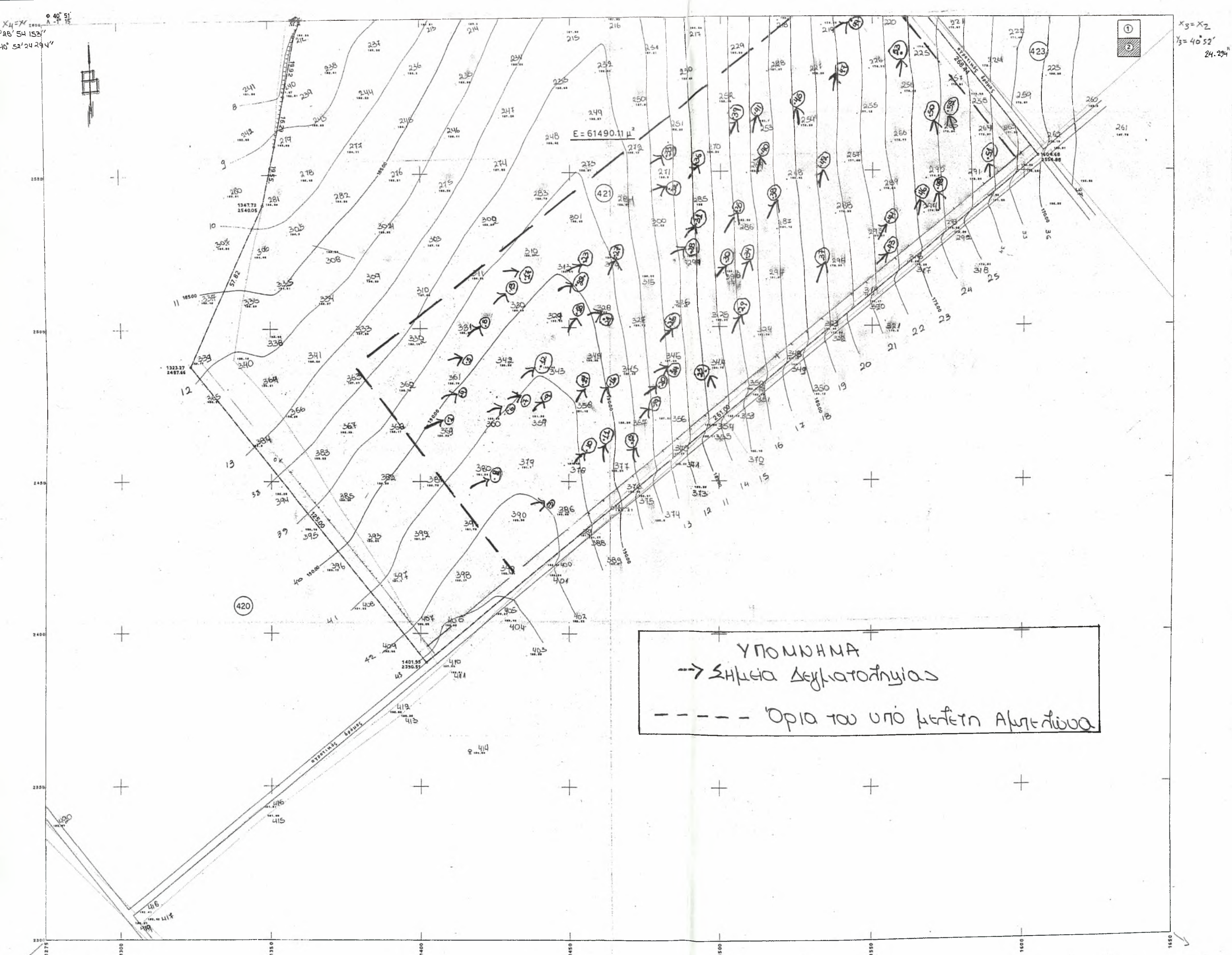
2.1 Στοιχεία αμπελώνα στον οποίο πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες

Τόσο τα εδαφικά δείγματα όσο και τα δείγματα των φύλλων ελήφθησαν από ιδιόκτητο αμπελώνα της βιομηχανίας Μπουτάρη. Πρόκειται για αμπελώνα, ο οποίος καλλιεργείται βιολογικά και βρίσκεται στη θέση Φίλυριά, στην περιοχή της Γουμένισσας του νομού Κιλκίς. Η εγκατάσταση της βιολογικής καλλιέργειας έγινε το 1997. Η συνολική έκταση του αμπελώνα είναι 66 στρέμματα, για τις ανάγκες όμως της παρούσας διατριβής μελετήθηκε μέρος του αμπελώνα, έκτασης 16 στρεμμάτων. Η επιλογή του συγκεκριμένου τμήματος του αμπελώνα έγινε με βάση την ομοιομορφία που παρουσιάζουν τα πρέμνα τόσο από πλευράς ηλικίας όσο και ποικιλίας. Η φύτευση των πρέμνων έγινε το 1991 και η ποικιλία σταφυλιών είναι το Ξινόμαυρο.

2.2 Σχέδιο δειγματοληψίας

Το σχέδιο δειγματοληψίας που ακολουθήθηκε είναι η Στρωματοποιημένη Τυχαία Δειγματοληψία (Stratified Random Sampling). Σύμφωνα με αυτό το σχέδιο δειγματοληψίας η προς μελέτη περιοχή, χωρίζεται σε υποπεριοχές με βάση χαρακτηριστικά που αυτές παρουσιάζουν και τα οποία μπορούν εύκολα να αναγνωριστούν. Τέτοια χαρακτηριστικά μπορεί να είναι το τοπογραφικό ανάγλυφο, η ρύπανση του εδάφους ή ακόμα και εμφανείς αλλαγές των πρακτικών διαχείρισης του εδάφους και της βλάστησης. Στη συγκεκριμένη περίπτωση τα χαρακτηριστικά με βάση τα οποία η προς δειγματοληψία περιοχή χωρίστηκε σε υποπεριοχές είναι οι διαφορές στο χρώμα του εδάφους, όπως αυτές παρουσιάζονται σε αεροφωτογραφία υπερύθρου. Παρακάτω παρατίθεται χάρτης όπου απεικονίζονται οι θέσεις των σημείων δειγματοληψίας, μέσα στον αμπελώνα.

Το πλεονέκτημα αυτού του σχεδίου δειγματοληψίας είναι ότι επιτρέπει τον χαρακτηρισμό κάθε υποπεριοχής και αυξάνει την ακρίβεια εκτίμησης, ολόκληρης της περιοχής στην οποία θα γίνει δειγματοληψία. Το μειονέκτημα είναι ότι αυξάνεται



τόσο το κόστος της δειγματοληψίας όσο και το αναλυτικό κόστος (Dick, Thomas and Halvorson, 1996).

2.3 Δειγματοληψία φύλλων

Έγιναν δύο δειγματοληψίες φύλλων. Η πρώτη στις 6-8-2002 ενώ η καλλιέργεια βρισκόταν στο στάδιο του περκασμού, δηλαδή στο στάδιο που οι ράγες αρχίζουν να αναπτύσσουν το χαρακτηριστικό χρώμα της ποικιλίας τους (γυάλισμα – αλλαγή χρώματος) και η δεύτερη στις 10-9-2002 ενώ η καλλιέργεια βρισκόταν στο στάδιο της ωρίμασης. Η δειγματοληψία των φύλλων γινόταν ως εξής : από κάθε σημείο δειγματοληψίας επιλεγόταν το κεντρικό πρέμνο από όπου λαμβάνονταν τρία υγιή φύλλα, τα οποία βρίσκονταν απέναντι από το κατώτερο τσαμπί του πρέμνου και τούτο διότι η θέση αυτή είναι η πιο αντιπροσωπευτική της θρεπτικής κατάστασης του φυτού. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνονταν και για τα τέσσερα πρέμνα, τα οποία ανά δύο βρίσκονταν εκατέρωθεν του κεντρικού πρέμνου. Ο συνολικός αριθμός των φύλλων από κάθε θέση δειγματοληψίας ήταν δεκαπέντε.

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα σημεία δειγματοληψίας τόσο των φύλλων όσο και των εδαφικών δειγμάτων αναφέρονται σε πραγματικές συντεταγμένες αφού η λήψη των δειγμάτων έγινε με τη χρήση συστήματος συμβατικού GPS, λόγω αδυναμίας λήψης σήματος από το σύστημα Differential GPS.

2.4 Μέτρηση της χλωροφύλλης στα φύλλα

Μετά την δειγματοληψία των φύλλων έγινε μέτρηση της περιεκτικότητας αυτών σε χλωροφύλλη, στο εργαστήριο της εταιρείας Μπουτάρη με τη χρήση του χλωροφυλλομέτρου SPAD 502 της MINOLTA.

Η βαθμονόμηση του χλωροφυλλομέτρου γινόταν με την εισαγωγή του ειδικού πλακιδίου, που παρέχεται από την εταιρεία κατασκευής, στη θέση μέτρησης. Στη συνέχεια το όργανο ήταν έτοιμο για μετρήσεις και τα φύλλα, ένα-ένα εισάγονταν στη θέση μέτρησης. Για κάθε δεκαπέντε φύλλα που προέρχονταν από το ίδιο σημείο δειγματοληψίας, λαμβάνονταν ο μέσος όρος που προέκυπτε από τις μετρήσεις. Οι μετρήσεις που παρουσιάζονται σε αναλυτικό πίνακα, αναφέρονται σε περιεκτικότητα χλωροφύλλης (Α και Β) σε mg ανά m² φυλλικής επιφάνειας.



2.5 Προετοιμασία των φύλλων για τις αναλύσεις

Τα φύλλα, αφού μεταφέρονταν στο εργαστήριο, ξεπλένονταν καλά με απιονισμένο ύδωρ για την απομάκρυνση των ξένων σωμάτων. Στη συνέχεια τοποθετούνταν σε χάρτινες σακούλες και εισάγονταν στο πυριαντήριο, όπου και παρέμεναν για τουλάχιστον 24 ώρες, προκειμένου να ξηραθούν στους 65 °C. Στα φύλλα μετά την ξήρανση τους γινόταν προσεκτική αφαίρεση των μίσχων και στη συνέχεια γινόταν κονιορτοποίηση σε ειδικό μύλο ιγδίου ροπάλου. Τα κονιορτοποιημένα πλέον φύλλα φυλάσσονταν σε πλαστικές σακούλες, αεροστεγώς κλεισμένες, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για περαιτέρω χημικές αναλύσεις.

2.6 Υγρή καύση και πέψη των φύλλων

Η υγρή καύση και πέψη των φύλλων, προκειμένου στη συνέχεια να γίνει ο προσδιορισμός των θρεπτικών στοιχείων σε αυτά, έγινε με τη χρήση πυκνού HNO_3 (65% W/V) σε ειδικό φούρνο μικροκυμάτων (CEM Marsx). Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η παρακάτω: ζυγίσθηκαν 0,5 g ξηρών φύλλων από κάθε δείγμα και τοποθετήθηκαν στις ειδικές λευκές φιάλες από teflon, του φούρνου μικροκυμάτων, αφού πρώτα σε αυτές είχαν τοποθετηθεί τα ειδικά εξωτερικά κεραμικά τους καλύμματα. Στη συνέχεια σε κάθε φιάλη προστέθηκαν 10 mL HNO_3 (65% W/V) και αφέθηκαν σε ηρεμία για δεκαπέντε λεπτά μέσα στον απαγωγό. Στη συνέχεια οι φιάλες κλείσθηκαν ερμητικά με τα πώματα τους και τοποθετήθηκαν στις ειδικές θέσεις που διαθέτει ο φούρνος μικροκυμάτων. Οι ρυθμίσεις λειτουργίας του φούρνου μικροκυμάτων (CEM Marsx) είναι οι ακόλουθες :

Control style : ramp to pressure

Maximum wattage : 600

Power : 100

Ramp time : 20 min

Pressure control : 170psi

Maximum temperature : 200°C

Hold time : 10 min

Μετά την περάτωση της πέψης τα δείγματα αφήνονται μέσα στο φούρνο μικροκυμάτων μέχρι η θερμοκρασία στο εσωτερικό του φούρνου να εξομοιωθεί με αυτή του εργαστηρίου. Στη συνέχεια τα δείγματα από το φούρνο μικροκυμάτων οδηγούνται στον απαγωγό, όπου και ανοίγονται οι λευκές φιάλες από teflon. Ακολουθεί διήθηση των δειγμάτων με φίλτρα Whatman No.42 και αραίωση του κάθε

δείγματος μέχρι όγκου 100 mL με υπερκάθαρο ύδωρ, σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL. Στη συνέχεια τα δείγματα φυλλάσσονται σε πλαστικά φιαλίδια μέχρι τον προσδιορισμό των θρεπτικών στοιχείων σε αυτά. Έχει ιδιαίτερη σημασία να τονιστεί ότι πριν από κάθε χρήση θα πρέπει τόσο οι λευκές φιάλες από teflon, τα πώματα τους, οι ογκομετρικές φιάλες, όσο και τα πλαστικά φιαλίδια φύλαξης των δειγμάτων να απολυμαίνονται με 5% HNO_3 (50 mL HNO_3 , 65% W/V, σε 1000 mL υπερκάθαρου ύδατος).

2.7 Προσδιορισμός των θρεπτικών στοιχείων με την τεχνική της Φασματομετρίας Ατομικής Εκπομπής με Επαγωγικά Συζευγμένο Πλάσμα (ICP-AES)

Στα δείγματα των φύλλων έγινε ο προσδιορισμός των παρακάτω στοιχείων : Ασβέστιο (Ca), Βόριο (B), Κάλιο (K), Μαγγάνιο (Mn), Μαγνήσιο (Mg), Σίδηρος (Fe), Φώσφορος (P), Χαλκός (Cu) και Ψευδάργυρος (Zn).

Η Φασματομετρία Ατομικής Εκπομπής με Επαγωγικά Συζευγμένο Πλάσμα (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry, ICP-AES) θεωρείται πλέον μια από τις ευρύτετα χρησιμοποιούμενες τεχνικές στην στοιχειακή ανάλυση.

Τα πλεονεκτήματα που συγκεντρώνει το ICP-AES είναι : η δυνατότητα για ταχύτερη ανάλυση (στα όργανα που λειτουργούν ταυτόχρονα 2-5 min αρκούν για τη μέτρηση όλων των προσδιοριζόμενων στοιχείων στο δείγμα, ενώ τα διαδοχικά όργανα απαιτούν 10 s για κάθε φασματική γραμμή) καθώς και για ταυτόχρονη πολυστοιχεική ανάλυση, η δυνατότητα ποιοτικής και ημιποσοτικής ανάλυσης για τις περιπτώσεις που έχουμε άγνωστα δείγματα, ο μεγάλος αριθμός στοιχείων που είναι σε θέση να προσδιορίσει (πάνω από 60), το μεγάλο δυναμικό εύρος συγκεντρώσεων (καλύπτει 5-6 τάξεις μεγέθους) που επιτρέπει την ανάλυση δειγμάτων με υψηλές συγκεντρώσεις των προσδιοριζόμενων στοιχείων παράλληλα, καθώς και τα καλά χαρακτηριστικά της τεχνικής όσον αφορά τα όρια ανίχνευσης (της τάξης του $\mu\text{g.L}^{-1}$), την επαναληψιμότητα της μεθόδου και την ακρίβεια.

Στα μειονεκτήματα του θα πρέπει να αναφερθεί το μεγάλο κόστος λειτουργίας και ο αριθμός των παρεμποδίσεων που μπορούν να μειώσουν την ακρίβεια των αποτελεσμάτων και να αυξήσουν τα όρια ανίχνευσης ενώ παράλληλα απαιτούν διορθώσεις για καλύτερα αποτελέσματα. Ακόμη τα όχι τόσο χαμηλά όρια ανίχνευσης σε σχέση με την ηλεκτροθερμική ατομική απορρόφηση και το ICP-MS.

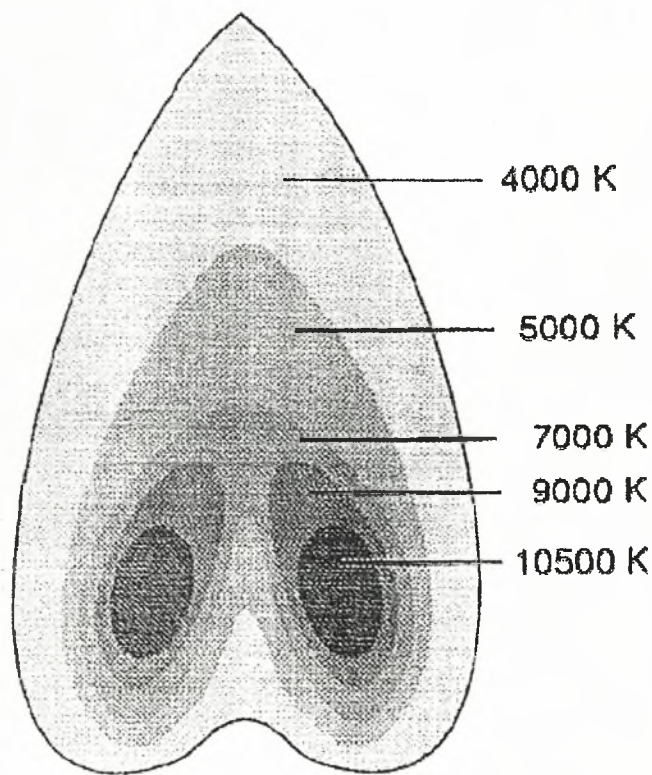
2.7.1 Αρχή της μεθόδου φασματομετρίας ατομικής εκπομπής με επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα

Η Φασματομετρία Ατομικής Εκπομπής με Επαγωγικά Συζευγμένο Πλάσμα (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry, ICP-AES) στηρίζεται στην εκπομπή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που προκύπτει από τη διέγερση του στοιχείου λόγω των υψηλών θερμοκρασιών. Το δείγμα εισάγεται στο πλάσμα, συνήθως αργού. Ως πλάσμα ορίζεται η κατάσταση εκείνη της ύλης στην οποία το αέριο αν και ηλεκτρικά ουδέτερο, είναι ιοντισμένο πλήρως και εμφανίζει πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Το πλάσμα αργού βρίσκεται σε θερμοκρασίες 7000-10000 Kelvin, θερμοκρασίες στις οποίες επέρχεται η ατομοποίηση των συστατικών του δείγματος και η διέγερση τους. Τη διέγερση ακολουθεί η αποδιέγερση με εκπομπή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, η οποία είναι χαρακτηριστική για το κάθε στοιχείο και η ένταση της είναι ανάλογη της συγκέντρωσης του στο δείγμα. Η ακτινοβολία αυτή μετράται με κατάλληλο φασματοφωτόμετρο και γίνεται δυνατός ο προσδιορισμός του στοιχείου τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά.

Για τη δημιουργία του πλάσματος του αργού διεγείρεται η ύλη με τη χρήση μαγνητικού πεδίου. Το αέριο περιέχεται σε ένα πυρσό, μια κυλινδρική διάταξη κατασκευασμένη συνήθως από χαλαζία, ανθεκτικό σε υψηλές θερμοκρασίες και διαφανές σε ακτινοβολία συχνοτήτων. Το μαγνητικό πεδίο παράγεται από ένα χάλκινο πηνίο τοποθετημένο στο πάνω μέρος του πυρσού. Μια σπινθηροβόλος εκκένωση προκαλεί τη διέγερση του ουδέτερου αερίου δίνοντας έτσι τα πρωταρχικά ηλεκτρόνια. Τα ηλεκτρόνια αυτά κάτω από την επίδραση του μαγνητικού πεδίου επιταχύνονται και πραγματοποιούν ανάστροφη ελλειπτική πορεία γύρω από τις γραμμές του. Η συχνότητα σύγκρουσης των ηλεκτρονίων (10^{10}s^{-1}) είναι πολύ υψηλότερη από τη συχνότητα του εφαρμοζόμενου πεδίου που χρησιμοποιείται στο ICP (10^7s^{-1}) με αποτέλεσμα τα ηλεκτρόνια να υφίστανται πολλές συγκρούσεις σε κάθε κύκλο. Με αυτόν τον τρόπο μεταφέρεται ικανή ισχύς ώστε αρκετά ηλεκτρόνια να αποκτήσουν ενέργεια ισοδύναμη με την ενέργεια ιονισμού του αερίου. Ανελαστικές συγκρούσεις των ηλεκτρονίων συμβαίνουν σε αυτό το σημείο συμβάλλοντας στον περαιτέρω ιονισμό του αερίου. Σύντομα επιτυγχάνεται ισορροπία όπου ο αριθμός παραγωγής ηλεκτρονίων εξισορροπείται από απώλειες ορειλόμενες σε διάχυση και ανασυνδυασμό. Με αυτό τον τρόπο ένα σταθερό πλάσμα δημιουργείται.

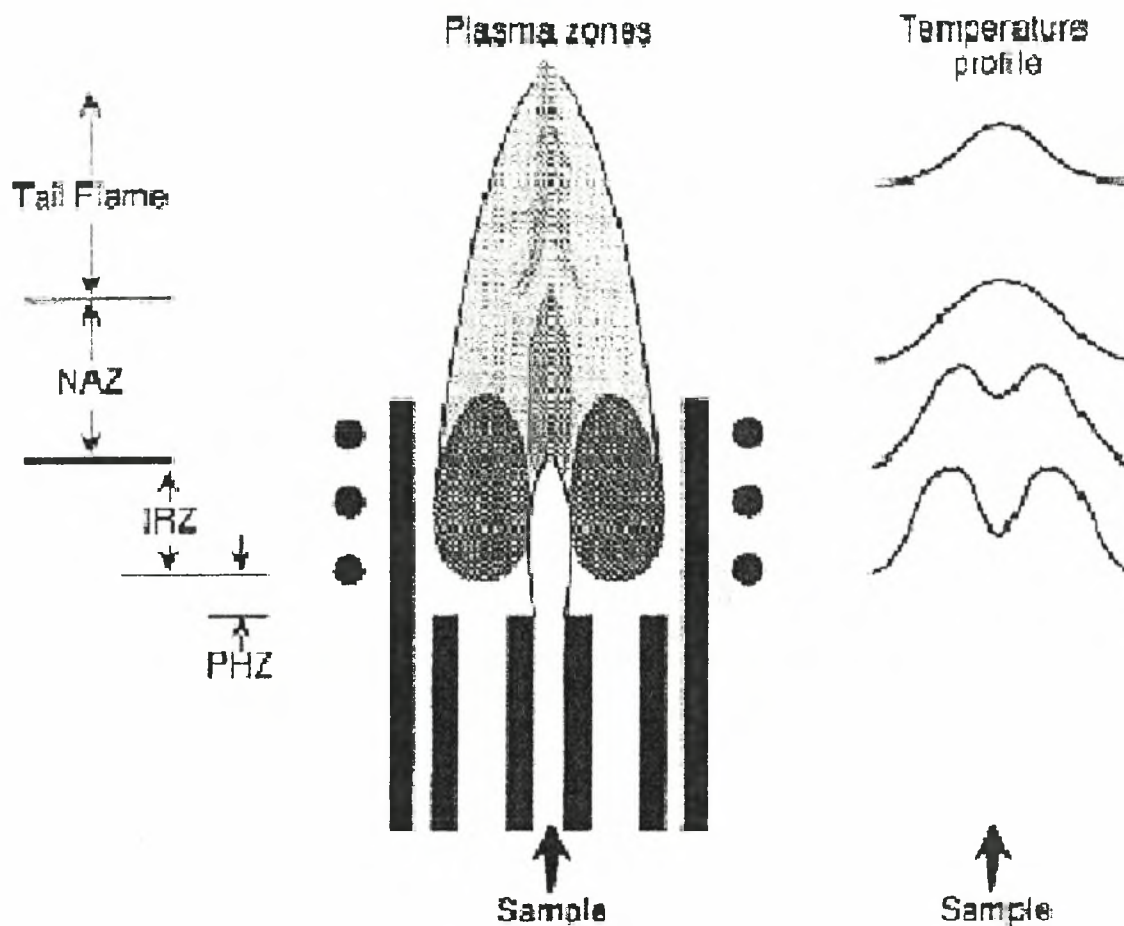
Το πλάσμα είναι ένας αγωγός που θερμαίνεται από τη ροή του ρεύματος που προκαλείται από το πεδίο των ραδιοσυχνότητων. Η μεγαλύτερη ροή ρεύματος και διασπορά θερμότητας παρατηρείται στην περιφέρεια του αγωγού. Το φαινόμενο αυτό (skin-effect) συνδυαζόμενο με μια ροή αερίου κατάλληλης γεωμετρίας οδηγεί στη δημιουργία ενός δακτυλιοειδούς πλάσματος.

Η κατανομή θερμοκρασιών σε ένα τυπικό δακτυλιοειδές πλάσμα φαίνεται στην Εικόνα 2.1 και είναι αυτή που δίνει στην πηγή τις σχεδόν ιδανικές ιδιότητες για την εξάτμιση, ατομοποίηση και διέγερση ενός υγρού δείγματος. Το σωματίδιο του δείγματος θα εισαχθεί με μορφή αερολύματος στο πλάσμα. Δίνοντας του επαρκή ταχύτητα θα διεισδύσει στη βάση του πλάσματος και θα αναγκαστεί από την θερμοκρασία του δακτυλίου να περάσει μέσα από το κεντρικό κανάλι. Η ταχύτητα εισαγωγής είναι συνήθως περίπου 7ms^{-1} , επομένως το σωματίδιο θα εκτεθεί σε θερμοκρασίες 6000-8000K για μερικά ms. Έχει αποδειχθεί πειραματικά ότι αυτός ο χρόνος είναι αρκετός για την πλήρη ατομοποίηση σωματιδίων με διάμετρο μικρότερο των 10 μm . Στο κεντρικό κανάλι του πλάσματος υπάρχουν διαφορετικές ζώνες που δίνουν φυσικά και διαφορετικούς τύπους εκπομπής. Παρατηρείται ότι υπάρχουν οι εξής : η ζώνη προθέρμανσης (preheating zone, PHZ), η κανονική αναλυτική ζώνη (normal analytical zone, NAZ) και η ουρά της φλόγας (tail flame).



Εικόνα 2.1 Οι θερμοκρασίες που επιτυγχάνονται σε ένα δακτυλοειδές πλάσμα.

Οι πραγματικές θέσεις των διαφόρων ζωνών καθορίζονται από τις συνθήκες λειτουργίας, ιδιαίτερα την εφαρμοζόμενη ισχύ και τη ροή του φέροντος αερίου του δείγματος, την ποσότητα και το μέγεθος του σωματιδίου, τη διασπορά του αερολύματος, το διαλυτικό μέσο και άλλα συστατικά που συνυπάρχουν στο δείγμα.



Εικόνα 2.2 Οι ζώνες που υπάρχουν στο πλάσμα, με διαφορετικά χαρακτηριστικά η κάθε μία.

2.7.2 Όργανα, συσκευές και αντιδραστήρια

- Φασματόμετρο Ατομικής Εκπομπής με Επαγωγικά Συζευγμένο Πλάσμα
Μοντέλο : IRIS ADVANTAGE AP/EWR-DUO OPTION (THERMO JARRELL ASH, ΗΠΑ)
- Υγρό αργό με τυπικές προδιαγραφές για χρήση στην τεχνική Φασματόμετρου Ατομικής Εκπομπής με Επαγωγικά Συζευγμένο Πλάσμα
- Υπερκάθαρο ύδωρ, το οποίο χρησιμοποιείται και ως τυφλό δείγμα
- HNO_3 (65%W/V, MERCK, Γερμανίας)
- Πρότυπα διαλύματα, των προς προσδιορισμό στοιχείων, τα οποία παρασκευάστηκαν στο εργαστήριο από μονό-στοιχειακά πρότυπα των 1000 mg. L^{-1} Fluka για ατομική φασματομετρία
- Γυάλινες ογκομετρικές φιάλες των 100 mL και 500 mL

- Σιφώνια ακριβείας των 1 mL, 2 mL, 5 mL και 10 mL

2.7.3 Μέθοδος προσδιορισμού

Ο προσδιορισμός των στοιχείων έγινε όπως προαναφέρθηκε με τη χρήση φασματομέτρου ατομικής εκπομπής με επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα. Τα μήκη κύματος στα οποία έγιναν οι μετρήσεις για το κάθε στοιχείο δίνονται στον πίνακα 2.1. Ο χρόνος που ο ανιχνευτής <<έβλεπε>> το πλάσμα και μετρούσε την ακτινοβολία (CID integration times) ήταν για τα χαμηλά μήκη κύματος ως τα 290 nm από την μία σχισμή, 30 s αξονικά (axial, δηλαδή κατά μήκος του κώνου που σχηματίζει το πλάσμα) και 15 s διαμετρικά (radial), ενώ για τα υψηλά μήκη κύματος από τη δεύτερη σχισμή, όμοια 30 s αξονικά και 15 s διαμετρικά.

Πίνακας 2.1 Το μήκος κύματος που έγινε ο προσδιορισμός του κάθε στοιχείου

ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΜΗΚΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ (nm)
Ασβέστιο (Ca)	184
Βόριο (B)	249,7
Κάλιο (K)	769,8
Μαγγάνιο (Mn)	260,5
Μαγνήσιο (Mg)	293,6
Σίδηρος (Fe)	239,5
Φώσφορος (P)	178,2
Χαλκός (Cu)	224,7
Ψευδάργυρος (Zn)	206,2

Πίνακας 2.2 Συνθήκες λειτουργίας του φασματομέτρου κατά τη λειτουργία της ανάλυσης

Βοηθητική ροή αερίου	Χαμηλή
Ισχύς γεννήτριας ραδιοσυχνοτήτων	1100 W
Ρυθμός αντλίας εκνεφωτή	100 rpm
Πίεση ροής αργού στον εκνεφωτή	28 psi

Οι συνθήκες λειτουργίας στις οποίες βρισκόταν το πλάσμα κατά την ανάλυση παρουσιάζονται στον πίνακα 2.2. Το διάγραμμα βαθμονόμησης πραγματοποιήθηκε κάτω από τις ίδιες συνθήκες. Προηγούμενα και κάτω από τις ίδιες συνθήκες λειτουργίας πλάσματος είχε γίνει η χαρτογράφηση (mapping) του κάθε στοιχείου χρησιμοποιώντας ένα τυφλό και ένα πρότυπο διάλυμα του κάθε στοιχείου 100 mg.

L⁻¹.

2.8 Δειγματοληψία εδάφους

Έγινε μία δειγματοληψία εδάφους στις 6-8-2002 στον ίδιο αμπελώνα όπου έγινε και η δειγματοληψία των φύλλων και με βάση το ίδιο σχέδιο δειγματοληψίας. Συγκεκριμένα τα εδαφικά δείγματα ελήφθησαν με δειγματολήπτη Oakfield, σε βάθος 20 cm και σύμφωνα με την εξής διαδικασία: γύρω από το κεντρικό πρέμνο δειγματοληψίας λαμβάνονταν δύο εδαφικά δείγματα, σε αντιδιαμετρικές θέσεις και σε ακτίνα 25 cm το καθένα. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβανόταν για το πρώτο και πέμπτο πρέμνο δειγματοληψίας. Στη συνέχεια από τα έξι αυτά επιμέρους εδαφικά δείγματα γινόταν η σύνθεση ενός εδαφικού δείγματος. Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε για το σύνολο των 53 σημείων δειγματοληψίας.

Στοιχεία εδαφολήπτη Oakfield

Ο εδαφολήπτης Oakfield παρουσιάζει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα: αντοχή σε υψηλές πιέσεις και τριβές και δυνατότητα λήψης αδιατάρακτων εδαφικών δειγμάτων σε μικρό χρονικό διάστημα, κάτω από κάθε είδους καιρικές συνθήκες και από κάθε τύπο εδάφους.

Ο εδαφολήπτης Oakfield είναι κυλινδρικού σχήματος, κατασκευασμένος από ατσάλι (λόγω της υψηλής αντοχής που παρουσιάζει το συγκεκριμένο υλικό), έχει διάμετρο 2,5 cm και ύψος 20 cm (www.ascscientific.com, www.marfor.ca, www.OakfieldApparatus.Inc).

2.9 Υπολογισμός της φαινομενικής πυκνότητας (Bulk Density-B.D.) του εδάφους

Μετά το πέρας της δειγματοληψίας του εδάφους έγινε ο υπολογισμός του όγκου των εδαφικών δειγμάτων ως εξής: γνωρίζοντας τις διαστάσεις του δειγματολήπτη Oakfield υπολογίζονταν ο όγκος κάθε εδαφικού υποδείγματος, ο οποίος πολλαπλασιαζόμενος επί έξι (αριθμός υποδειγμάτων κάθε σύνθετου δείγματος) αντιστοιχούσε στον όγκο κάθε σύνθετου εδαφικού δείγματος. Ο όγκος των εδαφικών δειγμάτων υπολογίσθηκε με σκοπό να γίνει στη συνέχεια ο υπολογισμός της

φαινομενικής πυκνότητας του εδάφους. Για το λόγο αυτό τα εδαφικά δείγματα ζυγίζονταν αμέσως μετά τον υπολογισμό του όγκου τους και με τη διαίρεση της τιμής του βάρους προς τη τιμή του όγκου κάθε σύνθετου εδαφικού δείγματος προέκυπτε η τιμή της φαινομενικής πυκνότητας αυτού.

2.10 Προετοιμασία των εδαφικών δειγμάτων και βασικές εδαφολογικές αναλύσεις

Η μεταφορά των εδαφικών δειγμάτων στο εργαστήριο γινόταν με φορητά ψυγεία και αφού πρώτα τα δείγματα είχαν τοποθετηθεί σε πλαστικές σακούλες. Τα εδαφικά δείγματα αφού μεταφέρονταν στο εργαστήριο αφήνονταν να αεροξηραθούν για δύο περίπου ημέρες και στη συνέχεια περνιόνταν από κόσκινο διαμέτρου 2 mm, προκειμένου να είναι έτοιμα για περαιτέρω εδαφολογικές αναλύσεις.

Οι βασικές αναλύσεις που έγιναν στα εδαφικά δείγματα είναι οι εξής :

- Προσδιορισμός της υγρασίας με παραμονή των δειγμάτων στο πυριαντήριο, στους 105 °C, για 24 ώρες
- Προσδιορισμός της τιμής του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας σε αιώρημα εδάφους (αναλογία εδάφους - αποσταγμένου ύδατος, 1:1) με πεχάμετρο-αγωγιμόμετρο dual band AR-50 (FISHER-SCIENTIFIC), (McLean, 1982).

2.11 Εκχύλιση των εδαφικών δειγμάτων με διάλυμα AB-DTPA

Η εκχύλιση των εδαφικών δειγμάτων έγινε με διάλυμα AB-DTPA και στο εκχύλισμα προσδιορίστηκαν τα ακόλουθα στοιχεία με ICP: P, Mn, Cu, Zn και Fe. Το διάλυμα AB-DTPA αναπτύχθηκε αρχικά από τους Soltanpour και Schwarb (1977), με σκοπό την ταυτόχρονη εκχύλιση των ευδιάλυτων μορφών των: NO₃-N, P, K, Zn, Fe, Mg, Mn και Cu στα ουδέτερα και αλκαλικά εδάφη. Αργότερα στα στοιχεία που μπορούν να εκχυλιστούν με το διάλυμα AB-DTPA προστέθηκαν και τα εξής : Pb, Cd, Ni, Se, As, B, Mo και S. Ο Soltanpour (1991) υποστηρίζει ότι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος αξιοποίησης του διαλύματος AB-DTPA είναι με την χρήση του ICP, το οποίο επιτρέπει τον ταυτόχρονο ή διαδοχικό προσδιορισμό των προαναφερόμενων στοιχείων με ακρίβεια και σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Αντιδραστήρια και σκεύη

- Αντιδραστήριο DTPA 0,005 M
- Αντιδραστήριο NH₄HCO₃ 1 M

- Διάλυμα NH_4OH
- Ογκομετρική φιάλη των 1000 mL
- Κωνικές φιάλες των 125 mL
- Ηθμοί Whatman No.42
- Απεσταγμένο ύδωρ

2.11.1 Θεωρητικές αρχές του εκχυλιστικού διαλύματος AB-DTPA

Θα ήταν χρήσιμο να αναφερθεί η δράση κάθε συστατικού του εκχυλιστικού διαλύματος AB-DTPA έτσι όπως αυτή αναφέρεται από τους Soltanpour και Schwab, (1977) και Soltanpour (1991).

Όπως είναι γνωστό η πρόσληψη των μικροθρεπτικών απ' τα φυτά σχετίζεται με τη δραστηριότητα των μετάλλων στο εδαφικό διάλυμα και με την ικανότητα της στερεής φάσης του εδάφους να ανεφοδιάζει το διάλυμα με αυτά τα κατιόντα. Αναφέρθηκε προηγούμενα ότι το εκχυλιστικό διάλυμα AB-DTPA έχει ως κύριο συστατικό του αντιδραστήριο, το DTPA, το οποίο δημιουργεί σταθερά σύμπλοκα με ποικίλα μεταλλικά κατιόντα. Η δύναμη με την οποία συγκρατείται το μεταλλικό κατιόν στο σύμπλοκο εξαρτάται από τη σταθερά σχηματισμού του συμπλόκου, δηλαδή όσο υψηλότερη είναι η τιμή της σταθεράς αυτής τόσο πιο ισχυρό είναι το σύμπλοκο με το μεταλλικό κατιόν. Καθώς ελεύθερα μεταλλικά κατιόντα μετακινούνται από το διάλυμα στο σύμπλοκο, οι ευδιάλυτες στερεές μορφές των κατιόντων διαλύονται ή τα επιφανειακά κατιόντα αποβάλλονται έτσι ώστε να αναπληρώσουν αυτά του διαλύματος (Soltanpour, 1991).

Το NH_4^+ αντικαθιστά τα κατιόντα K^+ στο σύμπλοκο ανταλλαγής και με αυτόν τον τρόπο γίνεται εφικτή η μέτρηση του ανταλλαξιμού και του διαλυτού καλίου. Το NH_4OAc είναι το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο αντιδραστήριο για την εκχύλιση του διαθέσιμου στα φυτά, K^+ . Οι ερευνητές Soltanpour και Schwab (1977) απέδειξαν ότι η χρήση του διαλύματος AB-DTPA εκχυλίζει παρόμοιες ποσότητες K^+ με αυτές που προέρχονται από τη χρήση του NH_4OAc .

Ο λόγος ύπαρξης του HCO_3^- ανιόντος στο εκχυλιστικό διάλυμα AB-DTPA είναι η εκχύλιση των φωσφορικών και των άλλων ανιόντων όπως τα ανιόντα του θείου, του αρσενικού και του μολυβδαινίου (Soltanpour και Schwab, 1977).

Τέλος η χρήση του ύδατος στο διάλυμα AB-DTPA είναι το ιδανικό μέσο για την εκχύλιση των NO_3^- (Soltanpour και Schwab, 1977).

2.11.2 Παρασκευή του εκχυλιστικού διαλύματος AB-DTPA

Διαλύονται 1,97 g 0,005 M DTPA σε 800 mL απεσταγμένου ύδατος. Στη συνέχεια προστίθενται 2 mL NH_4OH (1:1) και το διάλυμα αναδεύεται σιγά-σιγά μέχρι το DTPA να διαλυθεί οπότε προστίθενται 79,06 g NH_4HCO_3 (1 M) και συνεχίζεται η ανάδευση του διαλύματος μέχρι την πλήρη διάλυση των συστατικών του. Η τιμή του pH του διαλύματος ρυθμίζεται στην τιμή 7,6 με την προσθήκη NH_4OH .

Τέλος το διάλυμα τοποθετείται σε ογκομετρική φιάλη των 1000 mL και συμπληρώνεται μέχρι την χαραγή με απεσταγμένο ύδωρ. Το διάλυμα πρέπει να χρησιμοποιηθεί αμέσως μετά την παρασκευή του.

Διαδικασία εκχύλισης

Σε κωνική φιάλη των 125 mL ζυγίζονται 10 g εδαφικού δείγματος και στη συνέχεια προστίθενται 20 mL του εκχυλιστικού διαλύματος AB-DTPA. Οι κωνικές φιάλες με το περιεχόμενό τους ανακινούνται για 15 λεπτά της ώρας σε ανακινήτρη και με ταχύτητα 180 στροφές το λεπτό. Μετά την ανακίνηση το διάλυμα διέρχεται από ηθμό Whatman No.42. Το διήθημα τοποθετείται σε πλαστικά φιαλίδια όπου και φυλάσσεται μέχρι τη μέτρηση του σε θερμοκρασία μικρότερη των 5 °C.

2.12 Στατιστική Επεξεργασία Αποτελεσμάτων

Για τη στατιστική ανάλυση και την τελική παρουσίαση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα προγράμματα MS Excel, Statgraphics v.2.1 και το πρόγραμμα ArcGIS v.8.1.

Σε κάθε περίπτωση υπολογίστηκε η μέγιστη, η ελάχιστη και η μέση τιμή κάθε παραμέτρου καθώς και η τυπική απόκλιση (Standard Deviation-S.D.) και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (Coefficient of Variance-C.V.).

Για την εύρεση της σχέσης μεταξύ των τιμών δύο παραμέτρων είτε αυτές αφορούν στα εδαφικά δείγματα είτε αυτές αφορούν στα δείγματα των φύλλων χρησιμοποιήθηκε η ευθεία συμμεταβολή (Linear Regression) ενώ υπολογίστηκαν επίσης και οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των εδαφικών ιδιοτήτων και των θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα.

Τέλος για κάθε προσδιορισθείσα παράμετρο δημιουργήθηκαν χάρτες εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας, ιστόγραμμα κατανομής των συχνοτήτων και διαγράμματα της ημιπαραλλακτικότητας-ημιοβαριογράμματα.

2.13 Ψηφιακοί θεματικοί χάρτες

Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών

Για την κατασκευή των ψηφιακών θεματικών χαρτών, που αφορούν στην περιοχή μελέτης, δηλαδή τον ιδιόκτητο βιολογικό αμπελώνα της εταιρίας Μπουτάρη, στον οποίο πραγματοποιήθηκε η δειγματοληψία, έγινε προμήθεια δύο φύλλων χάρτη (τοπογραφικοί χάρτες, κλίμακας 1:500). Στα δύο φύλλα χάρτη που προαναφέρθηκαν, απεικονίζεται η συνολική έκταση του αμπελώνα-66 στρέμματα. Στη συνέχεια τα δύο φύλλα χάρτη (αποτελούμενα από αδιάστατο χαρτί) τοποθετήθηκαν με προσοχή στο ψηφιοποιητή και ξεκίνησε η διαδικασία της ψηφιοποίησης. Ορίστηκαν τα αρχικά όρια των χαρτών και προσδιορίστηκαν οι μονάδες του ψηφιοποιητή σε ίντσες. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η δόμηση της Γεωγραφικής Βάσεως Δεδομένων με τα επίπεδα που ήταν απαραίτητο να ψηφιοποιηθούν.

Τα επίπεδα που τελικά ψηφιοποιήθηκαν είναι τα ακόλουθα :

- Σημεία δειγματοληψίας (σημεία)
- Οδικό δίκτυο (γραμμές)
- Ισοϋψείς (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. 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.

Έτσι σε κάθε φύλλο χάρτη ψηφιοποιήθηκε αρχικά ένα κενό επίπεδο μόνο με τα tics. Στη συνέχεια ψηφιοποιήθηκαν ως ανεξάρτητα επίπεδα τα υψομετρικά σημεία, οι ισοϋψείς, οι δρόμοι και τέλος τα σημεία δειγματοληψίας.

Από τη στιγμή που κάθε θεματικός χάρτης ψηφιοποιήθηκε, αυτομάτως τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά βρέθηκαν 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.

Δημιουργήθηκαν μητρικά tics αρχεία και 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. Ακολούθησε προσδιορισμός και διόρθωση τυχόν λαθών της ψηφιοποίησης.

2.13.1 Προσδιορισμός λαθών από τη ψηφιοποίηση

Μετά τη διαδικασία της ψηφιοποίησης εφαρμόστηκε το **ARC/INFO 3.5.2** προκειμένου να γίνει επισήμανση και μετέπειτα διόρθωση λαθών. Το **ARC/INFO 3.5.2**, δίδει τη δυνατότητα να εντοπιστούν τυχόν ατέλειες στην απόδοση της πραγματικότητας καθώς προσδιορίζει με ειδικά σύμβολα τα λάθη στην ψηφιοποίηση. Μερικά από τα λάθη τα οποία μπορεί να προσδιορίσει η τοπολογία είναι τα εξής :

- Τόξα που δεν συνδέονται μεταξύ τους
- Ανοιχτά πολύγωνα
- Πολύγωνα που δεν έχουν label point ή που έχουν περισσότερα από ένα
- Ταυτότητες σημείων που δεν είναι μοναδικές

Τα παραπάνω λάθη αντιμετωπίστηκαν με συγκεκριμένες εντολές του **ARC/INFO 3.5.2**. Το **ARC/INFO 3.5.2** παρέχει για τη δημιουργία τοπολογίας τις εντολές build και clean. Η εντολή build χρησιμοποιείται για τα σημεία, τις γραμμές και τα πολύγωνα ενώ η εντολή clean μόνο για τις γραμμές και τα πολύγωνα.

Προκειμένου επομένως να μην καταλήξουμε σε στρεβλώσεις μεταξύ των διαφόρων επιπέδων, πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην αποφυγή ή στη διόρθωση μικρών λαθών κατά την ψηφιοποίηση. 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 των δεδομένων.

Για να μετατραπούν οι μονάδες των tics σε δεκαδικές μοίρες, αφήνεται το ακέραιο μέρος ως έχει και ως δεκαδικό μέρος αθροίζεται το αποτέλεσμα της διαίρεσης των μεν λεπτών της μοίρας με το 60, των δε δευτέρων λεπτών της μοίρας με το 3600. Τα δύο φύλλα χάρτη που ψηφιοποιήθηκαν ενώθηκαν σ' ένα ενιαίο χάρτη με τη χρησιμοποίηση ειδικών εντολών του **ARC/INFO 3.5.2**.

2.13.2 Σύστημα προβολής χαρτών

Οι περισσότεροι χάρτες παρουσιάζουν τα δεδομένα σύμφωνα με ένα αναγνωρισμένο σφαιρικό σύστημα συντεταγμένων όπως για παράδειγμα το Universal Transverse Mercator (UTM), το Albers Conic Equal Area και το Polar Stereographic System. Πρόκειται για παράδειγμα 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 δημιουργήσει έναν επίπεδο χάρτη από τη σφαιροειδή αυτή επιφάνεια. Η μαθηματική αυτή μετατροπή αναφέρεται συχνά ως χαρτογραφική προβολή (map projection).

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 3.5.2**, οι τιμές αυτές μετατράπηκαν σ' ένα Καρτεσιανό Σύστημα Προβολής το οποίο ονομάζεται **<Lambert Azimuthal>**. Το σύστημα αυτό επιλέχθηκε μεταξύ άλλων ως το καλύτερο διότι έχει τη μικρότερη παραμόρφωση ως προς την επιφάνεια και τη διεύθυνση, διατηρεί δηλαδή το σχήμα του χάρτη σχεδόν αναλλοίωτο.

2.14 Εφαρμογή του ArcGIS 8.1 Desktop

Το **ArcGIS 8.1 Desktop** αποτελείται από επιμέρους προγράμματα όπως είναι το **ArcView**, **ArcMap**, **ArcEditor** και το **ArcInfo**.

ArcView

Πρόκειται για εργαλείο κλειδί στο ArcGIS καθώς παρέχει λειτουργικότητα στη διαχείριση και επεξεργασία των χαρτών.

Χρησιμοποιήθηκαν εκτεταμένα οι τρεις εφαρμογές του ArcView :

- ArcCatalog
- ArcMap
- ArcTool

Με το ArcCatalog δομήθηκε η γεωγραφική βάση δεδομένων και διαχειρίστηκαν τα αποτελέσματα από τις εργαστηριακές αναλύσεις.

Προκειμένου να παρουσιαστούν, να προστεθούν και να απορριφθούν δεδομένα καθώς και να απεικονιστούν οι τελικές μορφές των χαρτών και να πραγματοποιηθεί η ανάλυση των χαρακτηριστικών τους, εφαρμόστηκε το ArcMap.

Μεγάλη ήταν και η συνεισφορά του ArcToolbox, καθώς με το εργαλείο αυτό πραγματοποιήθηκε μετατροπή των δεδομένων και προβολή τους συγκεκριμένα στην προβολή <**Lambert Azimuthal**>.

Έτσι τα επίπεδα των χαρτών που είχαν ψηφιοποιηθεί, προβλήθηκαν στο επίπεδο της γήινης επιφάνειας και έγινε εφικτή η μετέπειτα σωστή και ολοκληρωμένη διαχείριση των δεδομένων.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η δόμηση της βάσεως δεδομένων εισάγοντας τα αποτελέσματα των εργαστηριακών αναλυσεων. Αφού ολοκληρώθηκε η γεωγραφική βάση δεδομένων, εφαρμόστηκε το ArcGIS Geostatistical Analyst.

2.15 ArcGIS Geostatistical Analyst

Το ArcGIS Geostatistical Analyst χρησιμοποιεί ντετερμινιστικές και γεωστατιστικές μεθόδους προκειμένου να μοντελοποιήσει τις επιφάνειες. Περιλαμβάνει εργαλεία για χωρική ανάλυση δεδομένων 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 σ' 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 περιελάμβανε τα 3 ακόλουθα βήματα - κλειδιά :

1. Διερευνητική Χωρική Ανάλυση των Δεδομένων
2. Ανάλυση της δομής της επιφάνειας
3. Πρόβλεψη επιφανειών και αιτιολόγηση των αποτελεσμάτων

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 μπορούμε να δημιουργήσουμε προβλέψεις με μεγάλη ακρίβεια για τις θέσεις στην ίδια περιοχή όπου δεν έχουν μετρηθεί οι τιμές της μεταβλητής ή των μεταβλητών.

Με τη βοήθεια του εργαλείου αυτού, αιτιολογήθηκαν, οι στατιστικές ιδιότητες των δεδομένων όπως η χωρική παραλλακτικότητα ή μεταβλητότητα, 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 Kringing.

Μεγάλος αριθμός από επιμέρους μεθόδους Kringing είναι διαθέσιμος για τη δημιουργία συνεχών επιφανειών χωρικής μεταβλητότητας στη Γεωστατιστική ανάλυση και περιλαμβάνει την Ordinary Kringing, τη Simple Kringing, τη Universal Kringing, την Indicator Kringing, την Probability Kringing και τη Disjunctive Kringing.

Για όλες τις παραμέτρους που μελετήθηκαν, προκειμένου να γίνει η πρόβλεψη των άγνωστων τιμών χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα η μέθοδος **Ordinary Kringing**.

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 αργότερα 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 στα ενδεχόμενα λάθη που προκύπτουν από την πρόβλεψη του πιο κατάλληλου μοντέλου.

Στη συγκεκριμένη εργασία κατασκευάστηκαν χάρτες εκτίμησης των τιμών των παραμέτρων που μελετήθηκαν, στην συγκεκριμένη περιοχή μελέτης.

Ενώ είναι απλή σχετικά διαδικασία να δημιουργηθεί μία επιφάνεια (χάρτης) χρησιμοποιώντας τη Γεωστατιστική Ανάλυση, τα παρακάτω βήματα - στάδια ήταν απαραίτητο να εφαρμοστούν :

- 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 καλύτερου μοντέλου και
- Σύγκριση των επιφανειών που δημιουργήθηκαν.

2.15.1 Εξετάζοντας τη χωρική μεταβλητότητα 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 αρκετές περιπτώσεις δεδομένων που δεν ακολουθούσαν κανονική κατανομή, κρίθηκε απαραίτητο να γίνει μετατροπή (transform: log, Box-Cox) των τιμών προκειμένου να προσομοιάζουν με την κανονική κατανομή.

Normal QQPlot

Το εργαλείο αυτό της Γεωστατιστικής, εφαρμόστηκε 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 πιο κοντά στη γραμμή βρίσκονταν τα σημεία, τόσο περισσότερο προσέγγιζε η διασπορά τους την 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 την 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 πραγματοποιήθηκε λαμβάνοντας υπόψη τα ακόλουθα :

1. Η τιμή του μέσου όρου να είναι όσο το δυνατό πιο κοντά στην τιμή 0
2. Η τιμή των root-mean-square-error και η τιμή του average standard error να είναι όσο το δυνατόν μικρές και να έχουν μικρή μεταξύ τους απόκλιση και
3. Η τιμή του root-mean-square-standardized-error να είναι κοντά στη τιμή 1

Κεφάλαιο 3^ο

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1 Ταξινόμηση του εδάφους και εδαφικές ιδιότητες

Η έκταση του αμπελώνα, που μελετήθηκε, καλύπτει μέρος της πλαγιάς λόφου, εκτεινόμενη από την κορυφή αυτού μέχρι το μέσο περίπου του λόφου. Τα εδάφη που βρίσκονται σε αυτή την έκταση ανήκουν στις δύο ακόλουθες ταξινομικές κατηγορίες, Entisols και Inceptisols.

Entisols ευρίσκονται στο ανώτερο τμήμα του λόφου στο οποίο η διάβρωση είναι έντονη, έχοντας οδηγήσει στην απομάκρυνση του επιφανειακού ορίζοντα και την εμφάνιση του μητρικού υλικού, το οποίο φαίνεται να είναι ασβεστούχες αποθέσεις ή κατάλοιπα ασβεστούχου ορίζοντα, όπως συμπεραίνεται από την αφθονία συγκριμάτων ασβεστίου που ευρίσκονται στην επιφάνεια του εδάφους. Τέτοια εδάφη ταξινομούνται λόγω της έλλειψης οριζόντων ως Entisols, υποτάξη Orthent και λόγω του καθεστώτος εδαφικής υγρασίας υπάγεται στη μεγάλη ομάδα Xerorthents.

Στο μέσο και στα κατώτερα τμήματα της πλαγιάς το βάθος του εδάφους είναι μεγαλύτερο λόγω της εναπόθεσης των υλικών της διάβρωσης, τα οποία προέρχονται από τα ανώτερα τμήματα. Στα εδάφη αυτά διακρίνεται ορίζοντας που διαφέρει από το μητρικό υλικό, χαρακτηριζόμενος ως **καμβικός**. Τα εδάφη αυτά ταξινομούνται ως Inceptisols, υποτάξη Orthrept και λόγω του καθεστώτος εδαφικής υγρασίας (xeric) ταξινομούνται στη μεγάλη ομάδα Xerochrept.

Η κλίση των εδαφών εκτιμάται σε 2-6% (κατηγορία B). Η στράγγιση των εδαφών είναι υπερβολική (κατηγορία A) στην ταξινομική μονάδα Xerorthent και καλή (κατηγορία B) στη μονάδα Xerochrept.

Λόγω μητρικού υλικού τα εδάφη της περιοχής μελέτης περιέχουν ανθρακικό ασβέστιο το οποίο κυμαίνεται από 0,36% έως 48,872%. Το ποσοστό της οργανικής ουσίας στην ίδια περιοχή κυμάνθηκε από 1,005% έως 2,144% (Ζαμπέκας, 2003). Η άργιλος κυμαίνεται από 16% έως 40,8% (Τάσκος, προσωπική επικοινωνία).

Αναλυτικότερα στον Πίνακα 3.1 παρουσιάζονται η μέγιστη, η ελάχιστη και η μέση τιμή, η τυπική απόκλιση καθώς και ο συντελεστής παραλλακτικότητας των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του εδάφους. Από τον πίνακα αυτό προκύπτει ότι το pH κυμάνθηκε από 7,1 έως 8.03 και το έδαφος του αμπελώνα κατατάσσεται ελαφρώς αλκαλικό (Μήτσιος, 1999). Η συσχέτιση της περιεκτικότητας του εδάφους σε CaCO_3

Πίνακας 3.1 Φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους (n=53)

	pH (1:1)	E.C. (1:1) (mS.cm ⁻¹)	B.D. (g.cm ⁻³)	Κοκκομετρική Σύσταση %			P* mg/kg ξ.ε.	Mg* mg/kg ξ.ε.	Zn* mg/kg ξ.ε.	Cu* mg/kg ξ.ε.	Mn* mg/kg ξ.ε.	Fe* mg/kg ξ.ε.
				Άμμος	Ιλύς	Αργίλος						
Ελάχιστη τιμή	7,1	230,8	1,03	32	19,2	16	0,81	0	0	1,47	0	2,92
Μέγιστη τιμή	8,0	468,6	1,78	48	44	40,8	8,84	176,14	3,32	8,1	3,06	17,89
Μέση τιμή	7,8	364,13	1,29	40	33,06	26,9	3,86	48,59	0,99	5,21	1,18	7,92
Τυπική Απόκλιση S.D.	0,183	48,121	0,1	-	-	-	1,76	34,61	0,55	1,38	0,62	3,20
Συντελ. Παρ/τας C.V. %	2,35	13,25	7,68	-	-	-	45,59	71,24	55,63	26,56	52,57	40,43

*Μέθοδος AB-DTPA

με τις τιμές του pH, έδωσε μεγάλη τιμή του R^2 και ίση με 0,88%. Η Ε.С. κυμάνθηκε από 468,6 έως 230,8 mS/cm. Η μέγιστη τιμή της φαινομενικής πυκνότητας του εδάφους είναι 1,78 g/cm³, η ελάχιστη 1,03 g/cm³ και η μέση τιμή είναι 1,29 g/cm³ ενώ παρουσιάζει μικρή τιμή του C.V. ήτοι 7,68.

Οι τιμές της συγκέντρωσης του εκχυλίσιμου, με AB-DTPA, φωσφόρου κυμαίνονται από 0,81 έως 8,84 mg/kg ξ.ε., η μέση τιμή είναι 3,86 mg/kg ξ.ε. ενώ η τιμή του C.V. είναι 45,59 δηλαδή υψηλή.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.2 όπου παρουσιάζονται οι τιμές των δεικτών για τον P του εδάφους που έχει προσδιοριστεί με τη μέθοδο AB-DTPA, 2 από τα 53 εδαφικά δείγματα ανήκουν στην πρώτη κατηγορία δηλαδή το επίπεδο του διαθεσίμου P σε αυτά είναι χαμηλό, 22 από τα 53 δείγματα ανήκουν στην δεύτερη κατηγορία, 19 απ' τα 53 δείγματα ανήκουν στην τρίτη κατηγορία και κατά συνέπεια είναι επαρκώς εφοδιασμένα με φώσφορο, ενώ 9 δείγματα ανήκουν στην τέταρτη κατηγορία.

Πίνακας 3.2 Δείκτες του εκχυλίσιμου P, με AB-DTPA, σε αργιλώδες έδαφος (Soltanpour, 1991)

Επίπεδο Φωσφόρου	mg P/kg ξ.ε.
Χαμηλό	0-1,5
Μέσο	2-3
Υψηλό	3,5-5
Πολύ υψηλό	>5

Οι τιμές του εκχυλίσιμου, με AB-DTPA, ψευδαργύρου κυμαίνονται από 0 έως 3,32 mg/kg ξ.ε., η μέση τιμή είναι 0,99 mg/kg ξ.ε., η τιμή του C.V. είναι 55,56 και επομένως υψηλή. Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.3 στον οποίο παρουσιάζεται η κατάταξη των εδαφών σε κατηγορίες με βάση τη διαθεσιμότητα του ψευδαργύρου τα 32 απ' τα 53 εδαφικά δείγματα ανήκουν στην πρώτη κατηγορία, 16 απ' τα 53 στην δεύτερη και μόνο πέντε απ' τα 53 στην τρίτη κατηγορία.

Πίνακας 3.3 Δείκτες του εκχυλίσιμου Zn, με AB-DTPA, στο έδαφος (Soltanpour, 1991)

Κατηγορίες	mg Zn /kg ξ.ε.
Χαμηλό	0-0,9
Μέσο	1-1,5
Υψηλό	>1,5

Οι τιμές της συγκέντρωσης του εκχυλίσιμου, με AB-DTPA, χαλκού κυμαίνονται από 1,47 έως 8,1 mg/kg ξ.ε., η μέση τιμή είναι 5,21 mg/kg ξ.ε. ενώ η τιμή του C.V. είναι 26,56 και επομένως υψηλή. Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.4 στον οποίο παρουσιάζεται η κατάταξη των εδαφών σε κατηγορίες με βάση τη διαθεσιμότητα του χαλκού, το σύνολο των δειγμάτων ανήκει στην τρίτη κατηγορία, δηλαδή η συγκέντρωση του χαλκού σε αυτά είναι υψηλή.

Πίνακας 3.4 Δείκτες του εκχυλίσιμου Cu, με AB-DTPA, στο έδαφος (Soltanpour, 1991)

Κατηγορίες	mg Cu /kg ξ.ε.
Χαμηλό	0-0,2
Μέσο	0,3-0,5
Υψηλό	>0,5

Οι τιμές της συγκέντρωσης του εκχυλίσιμου, με AB-DTPA, μαγγανίου κυμαίνονται από 0 έως 3,06 mg/kg ξ.ε., η μέση τιμή είναι mg/kg ξ.ε. ενώ η τιμή του C.V. ισούται με 52,57 και χαρακτηρίζεται υψηλή. Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.5 στον οποίο παρουσιάζεται η κατάταξη των εδαφών σε κατηγορίες με βάση τη διαθεσιμότητα του μαγγανίου 5 απ' τα 53 δείγματα ανήκουν στην πρώτη κατηγορία, 23 στη δεύτερη και 25 στη τρίτη και συνεπώς η συγκέντρωση του μαγγανίου σε αυτά είναι υψηλή.

Πίνακας 3.5 Δείκτες του εκχυλίσιμου Mn, με AB-DTPA, στο έδαφος (Soltanpour, 1991)

Κατηγορίες	mg Mn /kg ξ.ε.
Χαμηλό	0-0,5
Μέσο	0,6-1
Υψηλό	>1

Οι τιμές της συγκέντρωσης του εκχυλίσιμου, με AB-DTPA, σιδήρου κυμαίνονται από 2,92 έως 17,89 mg/kg ξ.ε., η μέση τιμή είναι mg/kg ξ.ε. ενώ η τιμή του C.V. είναι ίση με 40,43 και κατά συνέπεια υψηλή. Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.6 στον οποίο παρουσιάζεται η κατάταξη των εδαφών σε κατηγορίες με βάση τη διαθεσιμότητα του σιδήρου, ένα απ' τα 53 δείγματα ανήκει στην πρώτη κατηγορία, 7 απ' τα 53 στη δεύτερη και 45 απ' τα 53 δείγματα στην τρίτη κατηγορία.

Πίνακας 3.6 Δείκτες του εκχυλίσιμου Fe, με AB-DTPA, στο έδαφος (Soltanpour, 1991)

Κατηγορίες	mg Fe /kg ξ.ε.
Χαμηλό	0-3
Μέσο	3,1-5
Υψηλό	>5

Θα πρέπει τέλος να σημειωθεί ότι οι μηδενικές τιμές που παρουσιάστηκαν παραπάνω ως οι κατώτερες συγκεντρώσεις των στοιχείων μαγνήσιο, ψευδάργυρος και μαγγάνιο στα εδαφικά δείγματα αναφέρονται σε ένα συγκεκριμένο δείγμα και πιθανότητα δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα αλλά οφείλονται σε σφάλμα.

Πίνακας 3.7 Ερμηνεία των αποτελεσμάτων σε σχέση με την τιμή του pH του εδάφους

Θρεπτικά στοιχεία	Τιμές δεικτών mg/kg ξ.ε.	Αριθμός δειγμάτων	pH	
			Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή
P	Χαμηλό, 0-1,5	2	7,82	7,85
	Μέσο, 2-3	22	7,21	7,97
	Υψηλό, 3,5-5	19	7,1	8,01
	Πολύ υψηλό, >5	9	7,5	8,03
Fe	Χαμηλό, 0-3	1	7,85	7,85
	Μέσο, 3,1-5	7	7,73	7,95
	Υψηλό, >5	45	7,1	8
Mn	Χαμηλό, 0-0,5	5	7,82	8,03
	Μέσο, 0,6-1	23	7,7	8,01
	Υψηλό, >1	25	7,12	8
Zn	Χαμηλό, 0-0,9	32	7,2	8
	Μέσο, 1-1,5	16	7,1	8,03
	Υψηλό, >1,5	5	7,5	8,01
Cu	Υψηλό, 0,5	53	7,1	8,03

Πίνακας 3.8 Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων του εδάφους σε σχέση με την τιμή του pH

		Αριθμός δειγμάτων		Cu (mg/kg ξ.ε)	Fe (mg/kg ξ.ε)	Mg (mg/kg ξ.ε)	Mn (mg/kg ξ.ε)	P (mg/kg ξ.ε)	Zn (mg/kg ξ.ε)
pH 7,1-7,5		5	Ελάχιστη τιμή	5,0	9,6	38,9	1,1	2,9	0,6
			Μέγιστη τιμή	7,6	17,9	176,1	2,2	6,9	2,0
			Μέση τιμή	5,8	13,7	101,4	1,5	5,2	1,2
pH 7,6-7,7		9	Ελάχιστη τιμή	3,4	4,5	31,1	0,7	1,9	0,5
			Μέγιστη τιμή	8,1	17,7	97,2	2,2	7,6	1,8
			Μέση τιμή	5,6	8,6	63,3	1,6	3,3	1,0
pH 7,8		12	Ελάχιστη τιμή	2,5	4,6	7,5	0,5	1,5	0,4
			Μέγιστη τιμή	7,0	11,9	90,1	3,1	8,0	2,2
			Μέση τιμή	5,5	7,3	40,5	1,1	4,2	1,0
pH 7,9		14	Ελάχιστη τιμή	1,5	2,9	0,0	0,0	0,8	0,0
			Μέγιστη τιμή	7,7	10,4	100,6	1,6	7,6	1,6
			Μέση τιμή	4,7	6,3	37,6	0,8	3,4	0,7
pH 8,0		13	Ελάχιστη τιμή	2,5	4,3	11,2	0,5	2,0	0,5
			Μέγιστη τιμή	6,3	10,6	79,7	2,6	8,8	3,3
			Μέση τιμή	5,0	7,6	39,4	1,3	4,2	1,1

3.2 Δείγματα φύλλων αμπέλου

Όπως αναφέρθηκε και στο 2^ο Κεφάλαιο, πραγματοποιήθηκαν δύο δειγματοληψίες φύλλων, η πρώτη στις 6-8-2002, όταν η καλλιέργεια βρισκόταν στο στάδιο του περκασμού και η δεύτερη στις 10-9-2002 όταν η καλλιέργεια βρισκόταν στο στάδιο της ωρίμασης. Συγκρίνοντας τη συγκέντρωση κάθε θρεπτικού στοιχείου και στις δύο δειγματοληψίες συμπεραίνεται ότι τα περισσότερα θρεπτικά στοιχεία εκτός του καλίου, του ασβεστίου και του μαγνησίου παρουσίασαν μείωση ή σταθερότητα της συγκέντρωσής τους.

Πιο αναλυτικά στους Πίνακες 3.10 και 3.11 παρουσιάζονται η μέγιστη, η ελάχιστη και η μέση τιμή, η τυπική απόκλιση καθώς και ο συντελεστής παραλλακτικότητας της συγκέντρωσης των μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου και για τις δύο δειγματοληψίες φύλλων που πραγματοποιήθηκαν ενώ στον Πίνακα 3.12 παρουσιάζονται οι ίδιες παράμετροι της συγκέντρωσης χλωροφύλλης στα φύλλα αμπέλου επίσης και για τις δύο δειγματοληψίες φύλλων που πραγματοποιήθηκαν.

1^η Δειγματοληψία φύλλων αμπέλου

Οι τιμές της χλωροφύλλης κυμαίνονται από 40 έως 46,6 mg/m² φ.ε., η μέση τιμή είναι 43,19 mg/m² φ.ε. ενώ η τιμή του C.V. είναι χαμηλή και ίση με 3,83. Η συσχέτιση της χλωροφύλλης με δύο από τα δομικά της στοιχεία, ήτοι το μαγνήσιο και τον σίδηρο έδειξε ότι η σχέση τους στα συγκεκριμένα δείγματα φύλλων είναι ισχυρή, με τιμές R², 0,64 και 0,56 αντίστοιχα για τα δύο στοιχεία.

Οι τιμές της συγκέντρωσης του φωσφόρου στα φύλλα αμπέλου κυμαίνονται από 0,051 έως 0,206 % ξ.ο., η μέση τιμή είναι 0,139 % ξ.ο., η τιμή του C.V. είναι 19,06 συνεπώς χαμηλή. Με βάση τον Πίνακα 3.9 και τα 53 δείγματα των φύλλων είναι ανεπαρκώς εφοδιασμένα με φώσφορο, γεγονός που πιθανώς να οφείλεται είτε στο ότι ο αμπελώνας δειγματοληψίας είναι βιολογικός και δεν δέχεται λιπάνσεις, είτε στις ενώσεις που δημιουργεί ο φώσφορος με το ασβέστιο του εδάφους.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.10 οι τιμές της συγκέντρωσης του καλίου στα φύλλα κυμαίνονται από 0,193 έως 0,9 % ξ.ο., η μέση τιμή είναι 0,584 % ξ.ο., η τιμή του C.V. είναι 32,31 και επομένως υψηλή. Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.9 και τα 53 δείγματα των φύλλων είναι ανεπαρκώς εφοδιασμένα με κάλιο, γεγονός που μπορεί να οφείλεται : α) στο ότι ο αμπελώνας δειγματοληψίας είναι βιολογικός και δεν δέχεται λιπάνσεις β) στον όγκο της παραγωγής καθώς και στη ξηρασία που χαρακτηρίζει την περιοχή δειγματοληψίας και γ) στη συγκέντρωση του μαγνησίου στα φύλλα, η οποία

είναι σε γενικές γραμμές υψηλή, ενώ είναι γνωστός ο ανταγωνισμός των δύο αυτών στοιχείων (Νικολάου, 1999).

Πίνακας 3.9 Τιμές συγκεντρώσεων, των μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (Plant Analysis : An interpretation manual, National Library of Australia 1997)

Θρεπτικό στοιχείο	Ανεπαρκής κατάσταση θρέψης	Οριακή κατάσταση θρέψης	Επαρκής εφοδιασμός	Υψηλή συγκέντρωση του στοιχείου
P (% ξ.ο.)	<0,2	0,2-0,24	0,25-0,5	>0,5
K (% ξ.ο.)	<1,0	1,0-1,7	1,8-3,0	-
Ca (% ξ.ο.)	-	-	1,2-2,5	-
Mg (% ξ.ο.)	<0,3	0,3-0,39	>0,4	-
Fe (mg/kg ξ.ο.)	-	-	>30	-
Mn (mg/kg ξ.ο.)	<20	20-29	30-60	-
Zn (mg/kg ξ.ο.)	<15	16-25	>26	-
Cu (mg/kg ξ.ο.)	<3	3-5	6-11	-
B (mg/kg ξ.ο.)	<25	26-34	35-70	71-100

Οι τιμές της συγκέντρωσης του ασβεστίου στα φύλλα αμπέλου κυμαίνονται από 0,585 έως 3,12 % ξ.ο., η μέση τιμή είναι 2,40 % ξ.ο., η τιμή του C.V. είναι χαμηλή δηλαδή 18.36. Απ' τα 53 δείγματα των φύλλων μόνο ένα δείγμα έχει συγκέντρωση ασβεστίου κάτω από 1,2 % ξ.ο., ενώ τα υπόλοιπα παρουσιάζουν επαρκή εφοδιασμό με ασβέστιο γεγονός που οφείλεται στην υψηλή περιεκτικότητα του εδάφους σε CaCO_3 .

Πίνακας 3.10 Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία φύλλων, 6/8/2002)
(n=53)

	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	P (% ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
Ελάχιστη τιμή	0,193	0,585	0,179	0,051	6,34	114	31,13	49,73	13,65
Μέγιστη τιμή	0,9	3,12	0,548	0,206	30,81	591	140	194	64,31
Μέση τιμή	0,584	2,408	0,442	0,139	19,20	322	83,77	127	37,22
Τυπική Απόκλιση S.D.	0,187	0,442	0,068	0,026	4,33	121	23,63	27,64	11,30
Συντελ. Παρ/τας C.V. %	32,31	18,36	15,27	19,06	22,54	37,65	28,21	21,67	30,37

Πίνακας 3.11 Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία φύλλων, 10/9/2002)
(n=53)

	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	P (% ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
Ελάχιστη τιμή	0,459	2,00	0,316	0,092	8,16	168	47,70	78,85	0,1
Μέγιστη τιμή	11,101	3,148	0,552	0,18	34,36	523	133,1	292	53,05
Μέση τιμή	0,675	2,674	0,444	0,128	20,67	320	84,70	114	20,27
Τοπική Απόκλιση S.D.	0,112	0,275	0,05	0,019	4,10	78,91	20,20	35,11	12,70
Συντελ. Παρ/τας C.V. %	16,59	10,29	11,42	15,32	19,86	24,59	23,85	30,55	62,67

Πίνακας 3.12 Συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φύλλα αμπέλου (n=53)

	Ποσότητα χλωροφύλλης (mg/m ² φ.ε.) 1 ^η Δειγματοληψία φύλλων (6/8/2002)	Ποσότητα χλωροφύλλης (mg/m ² φ.ε.) 2 ^η Δειγματοληψία φύλλων (10/9/2002)
Ελάχιστη τιμή	40	39,7
Μέγιστη τιμή	46,6	47,3
Μέση τιμή	43,19	43,8
Τυπική απόκλιση S.D.	1,65	1,76
Συντ. Παραλλακτικότητα C.V. %	3,83	4,02

Πίνακας 3.13 Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)
σε σχέση με την τιμή του pH του εδάφους

		Αριθμός δειγμάτων		P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
pH	7,1-7,5	5	Ελάχιστη τιμή	0,1	0,19	0,32	1,53	92,1	53,3	14,5	284,3	34,2
			Μέγιστη τιμή	0,2	0,69	0,51	2,45	166	90,9	26,1	591,6	64,3
			Μέση τιμή	0,1	0,45	0,44	2,01	126,3	68,1	20,9	399	49,1
pH	7,6-7,7	9	Ελάχιστη τιμή	0,1	0,28	0,41	2,02	49,9	55,4	12,8	200,6	30,5
			Μέγιστη τιμή	0,2	0,86	0,55	2,87	178	120,1	21,0	567,6	50,3
			Μέση τιμή	0,1	0,59	0,47	2,56	136	89,8	18,3	393,5	41,7
pH	7,8	12	Ελάχιστη τιμή	0,1	0,35	0,34	1,8	102	53,5	13,3	164,4	13,7
			Μέγιστη τιμή	0,2	0,88	0,51	2,94	166,6	113	23,4	447,3	56,6
			Μέση τιμή	0,1	0,62	0,43	2,40	130,5	89,4	20,2	320,6	33,8
pH	7,9	14	Ελάχιστη τιμή	0,1	0,25	0,36	0,58	49,7	0	6,3	114,4	15,8
			Μέγιστη τιμή	0,2	0,85	0,18	3,05	194,1	140	30,8	542,9	52,7
			Μέση τιμή	0,1	0,56	0,42	2,3	125,5	76,1	18,3	316	34,2
pH	8,0	13	Ελάχιστη τιμή	0,1	0,29	0,35	1,74	92,1	50,8	10,7	126,5	17,1
			Μέγιστη τιμή	0,2	0,9	0,54	3,1	162,1	111	28,2	478,8	48,8
			Μέση τιμή	0,1	0,61	0,45	2,40	121,2	81,4	19,3	253,5	36,0

Πίνακας 3.14 Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)
σε σχέση με την τιμή του pH του εδάφους

		Αριθμός δειγμάτων		P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
pH	7,1-7,5	5	Ελάχιστη τιμή	0,1	0,45	0,42	2,1	93,4	53,3	18,4	284,4	8,5
			Μέγιστη τιμή	0,2	0,82	0,50	2,8	138,3	86,1	34,4	523,6	53,1
			Μέση τιμή	0,1	0,63	0,47	2,4	114,9	71,3	24,4	395,5	32,3
pH	7,6-7,7	9	Ελάχιστη τιμή	0,1	0,59	0,39	2,0	91,5	55,9	8,2	257,9	7,8
			Μέγιστη τιμή	0,2	0,82	0,47	3,1	165,2	133,1	28,2	436,9	43,7
			Μέση τιμή	0,1	0,66	0,43	2,6	113,2	83,7	19,6	362,4	20,3
pH	7,8	12	Ελάχιστη τιμή	0,1	0,54	0,38	2,3	86,5	57,8	18,6	168,6	0,1
			Μέγιστη τιμή	0,2	1,11	0,52	3,1	175,8	123,7	30,2	438,2	38,5
			Μέση τιμή	0,1	0,70	0,45	2,8	115,9	89,5	22,2	321,3	15,9
pH	7,9	14	Ελάχιστη τιμή	0,1	0,54	0,36	2,1	78,9	47,7	16,2	217,0	4,9
			Μέγιστη τιμή	0,2	0,93	0,55	3,1	292,9	123,1	25,7	420,0	41,7
			Μέση τιμή	0,1	0,66	0,45	2,7	130,4	88,5	19,8	300,5	21,5
pH	8,0	13	Ελάχιστη τιμή	0,1	0,57	0,31	2,3	80,4	55,9	15,7	202,4	2,4
			Μέγιστη τιμή	0,2	0,86	0,51	3,1	176,1	105,3	24,4	451,1	36,8
			Μέση τιμή	0,1	0,68	0,42	2,7	107,2	81,6	19,8	287,6	18,6

Πίνακας 3.15 Συγκέντρωση θρεπτικών στα φύλλα της Αμπέλου κατά την 1η Δειγματοληψία

1^η Δειγματοληψία Φύλλων (6/8/2002)		
Θρεπτικά στοιχεία	Επίπεδο θρεπτικής κατάστασης	Αριθμός δειγμάτων
P	Ανεπαρκής	53
K	Ανεπαρκής	53
Ca	Ανεπαρκής	1
	Επαρκής	52
Mg	Ανεπαρκής	1
	Οριακή	10
	Επαρκής	42
Fe	Επαρκής	53
Mn	Επαρκής	53
Cu	Επαρκής	53
Zn	Ανεπαρκής	10
	Οριακή	41
	Επαρκής	2
B	Ανεπαρκής	8
	Οριακή	16
	Επαρκής	29

Πίνακας 3.16 Συγκέντρωση θρεπτικών στα φύλλα της αμπέλου κατά την 2η Δειγματοληψία

2^η Δειγματοληψία Φύλλων (10/9/2002)		
Θρεπτικά στοιχεία	Επίπεδο θρεπτικής κατάστασης	Αριθμός δειγμάτων
P	Ανεπαρκής	53
K	Ανεπαρκής	53
Ca	Επαρκής	53
Mg	Οριακή	10
	Επαρκής	43
Fe	Επαρκής	53
Mn	Επαρκής	53
Cu	Επαρκής	53
Zn	Ανεπαρκής	1
	Οριακή	49
	Επαρκής	3
B	Ανεπαρκής	34
	Οριακή	9
	Επαρκής	10

Οι τιμές της συγκέντρωσης του μαγνησίου στα φύλλα αμπέλου κυμαίνονται από 0,179 έως 0,548 % ξ.ο., η μέση τιμή είναι 0,442 % ξ.ο. ενώ η τιμή του C.V. ισούται με 15,27 και χαρακτηρίζεται χαμηλή. Από τα 53 δείγματα των φύλλων μόνο σε ένα δείγμα παρουσιάζεται ανεπαρκής εφοδιασμός σε μαγνήσιο, 10 δείγματα βρίσκονται σε οριακή κατάσταση θρέψης ενώ τα υπόλοιπα 42 παρουσιάζουν επαρκή εφοδιασμό σε μαγνήσιο.

Οι τιμές του σιδήρου στα φύλλα αμπέλου κυμαίνονται από 49,73 έως 194 mg/kg ξ.ο., η μέση τιμή είναι 127 mg/kg ξ.ο., η τιμή του C.V. είναι 21,67 και χαρακτηρίζεται οριακά υψηλή. Σύμφωνα με τις τιμές του Πίνακα 3.9 το σύνολο των δειγμάτων παρουσιάζει επαρκή εφοδιασμό σε σίδηρο.

Οι τιμές του μαγγανίου στα φύλλα αμπέλου κυμαίνονται από 31,13 έως 140 mg/kg ξ.ο., η μέση τιμή είναι 83,77 mg/kg ξ.ο. ενώ η τιμή του C.V. 28,21 δηλαδή υψηλή. Σύμφωνα με τις τιμές του Πίνακα 3.9 μόνο ένα δείγμα παρουσιάζει ανεπαρκή εφοδιασμό σε μαγγάνιο ενώ τα υπόλοιπα παρουσιάζουν επαρκή εφοδιασμό σε μαγγάνιο, γεγονός που φαίνεται να συμφωνεί με τον επαρκή εφοδιασμό του εδάφους σε μαγγάνιο.

Οι τιμές της συγκέντρωσης του ψευδαργύρου στα φύλλα αμπέλου κυμαίνονται από 6,34 έως 30,81 mg/kg ξ.ο., η μέση τιμή είναι 19,20 mg/kg ξ.ο., η τιμή του C.V. είναι υψηλή δηλαδή 22,54. Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.9, 10 απ' τα 53 δείγματα χαρακτηρίζονται από ανεπαρκή κατάσταση θρέψης σε ψευδάργυρο, 41 απ' τα 53 δείγματα παρουσιάζουν οριακή κατάσταση θρέψης ενώ τα υπόλοιπα 2 δείγματα χαρακτηρίζονται από επαρκή εφοδιασμό με ψευδάργυρο. Η μικρή συγκέντρωση του ψευδαργύρου στα συγκεκριμένα δείγματα φύλλων αμπέλου πιθανώς οφείλεται στη χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία του εδάφους, στο οποίο καλλιεργούνται τα πρέμνα δειγματοληψίας.

Οι τιμές του χαλκού στα φύλλα αμπέλου κυμαίνονται από 114 έως 591 mg/kg ξ.ο., η μέση τιμή είναι 322 mg/kg ξ.ο. ενώ η τιμή του C.V. ισούται με 37,65 και είναι κατά συνέπεια υψηλή. Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.9 το σύνολο των δειγμάτων των φύλλων παρουσιάζει ιδιαίτερα υψηλή συγκέντρωση χαλκού, γεγονός που οφείλεται στους ψεκασμούς με χαλκούχα σκευάσματα που δέχτηκε η καλλιέργεια, για λόγους φυτοπροστασίας. Η υψηλή συγκέντρωση χαλκού στην άμπελο μπορεί να προκαλέσει φυτοτοξικά συμπτώματα όπως μείωση της αναπνοής και επιτάχυνση της διαπνοής,

πρώρη φυλλόπτωση, καψίματα και ανάσχεση της ανάπτυξης. Με την πάροδο όμως του χρόνου η ευαισθησία ελαττώνεται.

Οι τιμές του βορίου στα φύλλα αμπέλου κυμαίνονται από 13,65 έως 64,31 mg/kg ξ.ο., η μέση τιμή είναι 37,22 mg/kg ξ.ο. και η τιμή του C.V. είναι υψηλή και ίση με 30,37. Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.9, 8 απ' τα 53 δείγματα είναι ανεπαρκώς εφοδιασμένα με βόριο, 16 απ' τα 53 είναι οριακά εφοδιασμένα με βόριο ενώ τα υπόλοιπα 29 είναι επαρκώς εφοδιασμένα με βόριο.

2^η Δειγματοληψία φύλλων αμπέλου

Οι τιμές της χλωροφύλλης κυμάνθηκαν από 39,7 έως 47,3 mg/m φ.ε., η μέση τιμή είναι 43,8 mg.m φ.ε. και η τιμή του C.V. είναι 4,02 δηλαδή χαμηλή. Η συσχέτιση της χλωροφύλλης με δύο από τα δομικά της στοιχεία, ήτοι το μαγνήσιο και τον σίδηρο έδειξε ότι η σχέση τους στα συγκεκριμένα δείγματα φύλλων είναι ισχυρή, με τιμές R^2 , 0,51 και 0,39 αντίστοιχα για τα δύο στοιχεία.

Οι τιμές της συγκέντρωσης του φωσφόρου στα φύλλα αμπέλου κυμαίνονται από 0,092 έως 0,18 % ξ.ο., η μέση τιμή είναι 0,128 % ξ.ο. και η τιμή του C.V. είναι 15,32 και κατά συνέπεια χαρακτηρίζεται χαμηλή. Με βάση τον Πίνακα 3.11 και τα 53 δείγματα των φύλλων είναι ανεπαρκώς εφοδιασμένα με φώσφορο, γεγονός που πιθανώς να οφείλεται είτε στο ότι ο αμπελώνας δειγματοληψίας είναι βιολογικός και δεν δέχεται λιπάνσεις, είτε στις ενώσεις που δημιουργεί ο φώσφορος με το ασβέστιο του εδάφους.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.9 οι τιμές της συγκέντρωσης του καλίου στα φύλλα κυμαίνονται από 0,459 έως 1,11 % ξ.ο., η μέση τιμή είναι 0,675 % ξ.ο. ενώ η τιμή του C.V. είναι χαμηλή και ίση με 16,59. Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.9 και τα 53 δείγματα των φύλλων είναι ανεπαρκώς εφοδιασμένα με κάλιο, γεγονός που μπορεί να οφείλεται : α) στο ότι ο αμπελώνας δειγματοληψίας είναι βιολογικός και δεν δέχεται λιπάνσεις β) στον όγκο της παραγωγής καθώς και στη ξηρασία που χαρακτηρίζει την περιοχή δειγματοληψίας και γ) στη συγκέντρωση του μαγνησίου στα φύλλα, η οποία είναι σε γενικές γραμμές υψηλή. ενώ είναι γνωστός ο ανταγωνισμός των δύο αυτών στοιχείων (Νικολάου, 1999).

Οι τιμές της συγκέντρωσης του ασβεστίου στα φύλλα αμπέλου κυμαίνονται από 2,0 έως 3,12 % ξ.ο., η μέση τιμή είναι 2,674 % ξ.ο. ενώ η τιμή του C.V. ισούται με 10,29 και επομένως είναι χαμηλή. Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.11 το σύνολο των δειγμάτων των φύλλων είναι επαρκώς εφοδιασμένο με ασβέστιο γεγονός που οφείλεται στην υψηλή περιεκτικότητα του εδάφους σε CaCO_3 .

Οι τιμές της συγκέντρωσης του μαγνησίου στα φύλλα αμπέλου κυμαίνονται από 0,317 έως 0,552 % ξ.ο., η μέση τιμή είναι 0,444 % ξ.ο., η τιμή του C.V. είναι χαμηλή και ίση με 11,42. Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.9, 10 απ' τα 53 δείγματα είναι οριακά εφοδιασμένα με μαγνήσιο ενώ τα υπόλοιπα 43 είναι επαρκώς εφοδιασμένα με μαγνήσιο.

Οι τιμές του σιδήρου στα φύλλα αμπέλου κυμαίνονται από 78,85 έως 292 mg/kg ξ.ο., η μέση τιμή είναι 114 mg/kg ξ.ο. και η τιμή του C.V. είναι υψηλή και ίση με 30,55. Σύμφωνα με τις τιμές του Πίνακα 3.9 το σύνολο των δειγμάτων παρουσιάζει επαρκή εφοδιασμό σε σίδηρο.

Οι τιμές του μαγγανίου στα φύλλα αμπέλου κυμαίνονται από 47,70 έως 133,1 mg/kg ξ.ο., η μέση τιμή είναι 84,70 mg/kg ξ.ο. ενώ η τιμή του C.V. είναι ίση με 23,85 και επομένως υψηλή. Σύμφωνα με τις τιμές του Πίνακα 3.9 το σύνολο των δειγμάτων των φύλλων παρουσιάζουν επαρκή εφοδιασμό σε μαγγάνιο γεγονός που φαίνεται να συμφωνεί με τον επαρκή εφοδιασμό του εδάφους σε μαγγάνιο.

Οι τιμές της συγκέντρωσης του ψευδαργύρου στα φύλλα αμπέλου κυμαίνονται από 8,16 έως 34,36 mg/kg ξ.ο., η μέση τιμή είναι 20,67 mg/kg ξ.ο. ενώ η τιμή του C.V. είναι 15,32 δηλαδή χαμηλή. Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.9, ένα απ' τα 53 δείγματα χαρακτηρίζεται από ανεπαρκή κατάσταση θρέψης σε ψευδάργυρο, 44 απ' τα 53 δείγματα παρουσιάζουν οριακή κατάσταση θρέψης ενώ τα υπόλοιπα 8 δείγματα χαρακτηρίζονται από επαρκή εφοδιασμό με ψευδάργυρο. Η μικρή συγκέντρωση του ψευδαργύρου στα συγκεκριμένα δείγματα φύλλων αμπέλου πιθανώς οφείλεται στη χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία του εδάφους στο οποίο καλλιεργούνται τα πρέμνα δειγματοληψίας.

Οι τιμές του χαλκού στα φύλλα αμπέλου κυμαίνονται από 168 έως 523 mg/kg ξ.ο., η μέση τιμή είναι 320 mg/kg ξ.ο., τιμή του C.V. είναι υψηλή και ίση με 24,59. Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.9 το σύνολο των δειγμάτων των φύλλων παρουσιάζει ιδιαίτερα υψηλή συγκέντρωση χαλκού, γεγονός που οφείλεται στους ψεκασμούς με χαλκούχα σκευάσματα που δέχτηκε η καλλιέργεια, για λόγους φυτοπροστασίας. Η υψηλή συγκέντρωση χαλκού στην άμπελο μπορεί να προκαλέσει φυτοτοξικά συμπτώματα όπως μείωση της αναπνοής και επιτάχυνση της διαπνοής, πρόωρη φυλλόπτωση, καψίματα και ανάσχεση της ανάπτυξης. Με την πάροδο όμως του χρόνου η ευαισθησία ελαττώνεται.

Οι τιμές του βορίου στα φύλλα αμπέλου κυμαίνονται από 0,1 έως 53,05 mg/kg ξ.ο., η μέση τιμή είναι 20,27 mg/kg ξ.ο. ενώ η τιμή του C.V. είναι 62,67 και κατά συνέπεια χαρακτηρίζεται πολύ υψηλή. Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.9, 34 απ' τα 53 δείγματα είναι ανεπαρκώς εφοδιασμένα με βόριο, 9 απ' τα 53 είναι οριακά εφοδιασμένα με βόριο ενώ τα υπόλοιπα 10 είναι επαρκώς εφοδιασμένα με βόριο.

Στις σελίδες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι ιδιότητες του εδάφους καθώς και η συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα Αμπέλου σε κάθε θέση δειγματοληψίας.

Πίνακας 3.17 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 1

Θέση Δειγματοληψίας No 1								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,88	3,04	45,54	7,98	1,49	5,17	1,25		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,12	0,84	2,7	0,55	152,9	140	20,47	542,9	27,81
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,09	0,58	2,9	0,47	78,85	120,66	16,80	275,8	7,63

Πίνακας 3.18 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 2

Θέση Δειγματοληψίας No 2								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
8	4,94	34,02	8,53	2,58	6,00	1,10		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,12	0,76	3,08	0,50	102,27	102,69	24,48	478,8	34,67
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,11	0,66	3,07	0,41	98,85	88,77	23,56	424,8	17,72

Πίνακας 3.19 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 3

Θέση Δειγματοληψίας Νο 3								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,94	3,70	56,01	5,42	0,88	6,94	1,58		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,12	0,66	3,05	0,52	109,17	83,75	22,35	382,72	27,88
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,10	0,61	2,48	0,44	121,93	100	18,59	358,63	25,21

Πίνακας 3.20 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 4

Θέση Δειγματοληψίας Νο 4								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,9	2,17	23,67	4,09	0,39	2,97	0,52		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,12	0,74	2,54	0,43	133,21	80,91	13,55	388,56	32,02
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,10	0,67	2,91	0,50	108,39	101,59	19,98	407,68	14,40

Πίνακας 3.21 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 5

Θέση Δειγματοληψίας No 5								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,73	2,56	97,22	4,46	0,82	3,40	0,76		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,12	0,79	2,6	0,48	180,00	114,97	12,84	567,55	38,46
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,09	0,59	3,07	0,47	165,2	133,1	8,16	427,4	19,8

Πίνακας 3.22 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 6

Θέση Δειγματοληψίας Νο 6								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,85	3,78	31,06	5,00	0,66	3,49	0,51		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,12	0,84	2,76	0,52	154,37	100,57	18,34	435,90	29,47
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,12	0,58	3,13	0,44	92,83	97,97	19,88	285,37	4,90

Πίνακας 3.23 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 7

Θέση Δειγματοληψίας No 7								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,89	3,30	27,68	6,33	0,95	4,37	0,62		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,12	0,70	2,63	0,44	145,83	31,13	18,80	420,91	30,10
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,11	0,69	2,83	0,39	90,31	102,29	19,90	351,96	9,57

Πίνακας 3.24 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 8

Θέση Δειγματοληψίας No 8								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,85	0,81	0,156	2,92	0,287	1,47	0,12		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,05	0,25	0,58	0,18	49,73	31,13	6,34	114,36	15,77
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,11	0,93	2,82	0,52	100,76	90,06	25,26	248,24	41,68

Πίνακας 3.25 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 9

Θέση Δειγματοληψίας Νο 9								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,82	4,65	17,23	6,13	0,97	7,04	1,45		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,11	0,87	2,68	0,33	129,16	103,61	22,93	284,73	19,79
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,14	1,00	2,95	0,38	138,55	113,64	21,64	275,08	25,27

Πίνακας 3.26 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 10

Θέση Δειγματοληψίας No 10								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
8,00	4,98	30,68	9,07	1,79	4,38	0,99		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,13	0,66	2,28	0,44	92,07	104,49	18,00	126,52	26,61
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,12	0,58	2,81	0,33	90,88	74,41	24,40	221,17	15,35

Πίνακας 3.27 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 11

Θέση Δειγματοληψίας Νο 11								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,75	5,16	70,06	8,56	3,06	6,94	2,24		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,11	0,77	2,60	0,37	115,19	84,80	20,36	444,93	18,91
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,11	0,73	2,60	0,38	131,93	90,48	22,76	392,48	5,26

Πίνακας 3.28 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 12

Θέση Δειγματοληψίας Νο 12								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,75	4,23	44,42	6,14	0,77	5,36	0,13		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,13	0,77	2,07	0,40	115,19	86,29	23,38	430,50	23,61
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,11	0,80	2,79	0,43	94,40	92,55	19,71	315,91	1,71

Πίνακας 3.29 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 13

Θέση Δειγματοληψίας Νο 13								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,72	2,62	39,13	9,80	1,93	8,10	1,50		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,13	0,86	2,70	0,55	152,64	103,82	20,79	433,90	35,55
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,099	0,82	2,35	0,39	112,95	74,18	28,24	393,24	11,27

Πίνακας 3.30 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 30

Θέση Δειγματοληψίας Νο 14								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,86	5,20	0	7,15	0	4,34	0		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
	0,85	2,38		117,50			287,18	16,66
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,10	0,65	2,52	0,36	105,23	94,35	17,89	265,68	17,73

Πίνακας 3.31 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 15

Θέση Δειγματοληψίας Νο 15								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
8,01	5,08	21,28	5,92	1,03	4,41	0,80		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,13	0,62	2,39	0,38	103,24	105,25	11,95	252,85	17,14
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,13	0,69	3,05	0,31	88,72	105,25	15,66	249,70	2,38

Πίνακας 3.32 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 16

Θέση Δειγματοληψίας Νο 16								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,95	2,56	72,22	4,27	0,47	2,35	0,80		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,12	0,66	3,12	0,52	117,00	110,95	21,00	320,58	22,72
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,11	0,66	2,72	0,44	90,35	95,66	16,92	277,56	12,36

Πίνακας 3.33 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 17

Θέση Δειγματοληψίας Νο 17								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,72	2,70	46,42	9,78	2,05	5,48	0,78		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,13	0,73	2,02	0,41	114,7	76,88	17,82	277,16	39,11
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,12	0,82	2,76	0,43	91,48	94,25	20,70	339,10	8,41

Πίνακας 3.34 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 18

Θέση Δειγματοληψίας Νο 18								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,81	4,00	41,37	8,57	1,67	4,67	0,97		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,13	0,73	2,94	0,50	135,80	104,78	17,82	401,64	26,66
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,11	0,63	2,59	0,45	121,24	70,95	25,14	438,11	18,93

Πίνακας 3.35 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 19

Θέση Δειγματοληψίας No 19								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,7	1,91	31,06	5,54	0,74	3,77	0,52		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,12	0,69	2,72	0,48	49,88	113,64	15,62	301,71	30,52
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,11	0,61	2,43	0,43	118,11	70,92	20,76	436,94	18,92

Πίνακας 3.36 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 20

Θέση Δειγματοληψίας Νο 20								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,82	1,51	7,51	4,63	0,51	2,55	0,50		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,12	0,78	2,64	0,50	160,44	112,16	22,29	405,36	37,16
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,11	0,69	2,39	0,45	93,73	96,68	25,14	315,96	26,80

Πίνακας 3.37 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 21

Θέση Δειγματοληψίας No 21								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,81	3,22	15,42	5,76	0,63	4,06	0,43		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,09	0,36	2,05	0,36	102	91,00	13,31	281,46	13,65
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0.12	0.62	3.05	0.50	147,31	94,26	19,89	370,16	0.01

Πίνακας 3.38 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 22

Θέση Δειγματοληψίας No 22								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,97	1,95	79,67	6,76	1,01	5,00	0,79		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,13	0,64	2,02	0,49	114,62	71,96	18,79	336,47	35,99
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,12	0,83	2,54	0,49	138,63	78,75	22,31	451,10	36,78

Πίνακας 3.39 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 23

Θέση Δειγματοληψίας No 23								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,21	2,89	38,93	9,55	2,18	4,99	0,60		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,13	0,69	2,45	0,51	107,69	90,93	20,31	284,33	34,15
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,12	0,82	2,43	0,49	138,33	80,31	18,43	458,91	37,51

Πίνακας 3.40 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 24

Θέση Δειγματοληψίας No 24								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
8,01	3,63	55,70	10,23	1,87	5,97	3,32		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,10	0,63	2,64	0,47	129,03	75,66	15,88	280,26	29,33
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,12	0,82	2,73	0,38	122,93	84,10	16,68	313,96	13,98

Πίνακας 3.41 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 25

Θέση Δειγματοληψίας No 25								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,72	2,61	68,58	5,43	1,22	4,58	0,84		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,13	0,56	2,84	0,46	178,00	120,08	20,95	313,30	50,30
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,13	0,59	2,78	0,46	96,35	110,71	21,85	315,93	34,22

Πίνακας 3.42 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 26

Θέση Δειγματοληψίας No 26								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,95	4,44	11,15	7,04	1,53	4,27	0,58		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,12	0,62	1,74	0,35	150,42	55,89	17,85	184,11	39,54
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,13	0,65	2,72	0,42	104,04	101,75	17,59	256,31	20,65

Πίνακας 3.43 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 27

Θέση Δειγματοληψίας No 27								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,89	2,11	42,81	4,60	0,64	4,01	0,81		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,13	0,62	2,14	0,34	124,04	67,03	30,81	260,17	31,58
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,12	0,78	2,55	0,39	292,63	78,31	17,92	229,63	14,77

Πίνακας 3.44 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 28

Θέση Δειγματοληψίας Νο 28								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,78	2,91	30,18	6,26	0,84	5,60	0,55		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,13	0,69	2,74	0,42	166,63	85,30	30,00	257,41	56,63
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,13	0,73	2,55	0,39	121,00	90,30	24,55	253,21	38,55

Πίνακας 3.45 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 29

Θέση Δειγματοληψίας Νο 29								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,85	2,59	50,70	7,32	0,95	6,74	0,93		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,13	0,49	2,80	0,45	130,19	86,64	17,65	245,52	52,68
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,12	0,69	2,36	0,37	116,40	89,15	19,87	248,90	38,06

Πίνακας 3.46 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 30

Θέση Δειγματοληψίας Νο 30								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,78	3,18	20,05	8,36	1,5	5,34	0,83		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,15	0,45	1,82	0,44	107,65	100,47	19,67	107,65	39,52
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,15	0,64	3,14	0,51	175,81	123,67	30,23	312,83	37,08

Πίνακας 3.47 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 31

Θέση Δειγματοληψίας Νο 31								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,92	2,52	51,03	4,56	0,66	3,83	0,50		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,14	0,41	1,92	0,40	194,06	72,28	17,74	324,66	37,00
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,15	0,61	2,97	0,50	171,96	123,14	25,71	310,38	36,91

Πίνακας 3.48 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 32

Θέση Δειγματοληψίας Νο 32								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,76	2,80	46,95	7,61	1,05	5,48	0,91		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,16	0,46	1,99	0,40	127,94	78,26	20,40	249,01	44,68
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,11	0,55	2,74	0,43	96,26	82,60	20,79	330,90	35,77

Πίνακας 3.49 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 33

Θέση Δειγματοληψίας No 33								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,77	3,92	22,17	5,71	0,60	6017	1,00		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,16	0,58	2,30	0,41	126,12	113,02	17,60	220,46	35,23
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,12	0,58	3,13	0,48	95,77	101,69	18,61	413,66	15,90

Πίνακας 3.50 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 34

Θέση Δειγματοληψίας No 34								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,73	2,69	57,68	8,37	1,75	6,15	0,94		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,15	0,56	2,50	0,45	131,83	70,13	20,62	200,58	46,10
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,13	0,62	2,66	0,41	98,84	55,87	15,88	257,94	7,78

Πίνακας 3.51 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 35

Θέση Δειγματοληψίας No 35								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,95	2,34	39,83	10,60	1,58	4,89	1,04		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,14	0,52	2,58	0,49	120,06	71,75	25,41	141,31	44,56
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,13	0,58	2,30	0,41	124,83	61,17	21,47	222,02	32,04

Πίνακας 3.52 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 36

Θέση Δειγματοληψίας No 36								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,87	2,83	36,40	8,14	0,97	4,95	0,69		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,14	0,49	2,78	0,47	121,80	114,05	21,16	153,43	45,37
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,13	0,54	2,10	0,38	119,55	60,08	16,76	216,97	31,47

Πίνακας 3.53 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 37

Θέση Δειγματοληψίας No 37								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,94	2,36	35,22	6,92	0,01	4,14	0,98		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,15	0,49	2,92	0,47	120,20	112,72	21,75	196,07	48,96
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,13	0,60	2,71	0,48	138,81	47,70	16,24	419,96	9,40

Πίνακας 3.54 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 38

Θέση Δειγματοληψίας No 38								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
8,03	4,65	35,87	7,60	0,84	5,45	1,14		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,19	0,68	2,10	0,45	1226,58	55,22	21,31	324,99	43,79
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,13	0,58	2,82	0,43	176,06	93,48	17,53	316,15	17,85

Πίνακας 3.55 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 39

Θέση Δειγματοληψίας Νο 39								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
8,02	8,83	31,97	9,32	1,29	6,05	0,95		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,14	0,53	2,72	0,41	126,83	99,58	20,19	178,55	47,20
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,14	0,68	2,63	0,43	80,46	63,46	18,96	218,44	25,61

Πίνακας 3.56 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 40

Θέση Δειγματοληψίας Νο 40								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,97	5.04	44,36	5,93	0,97	6,34	1,39		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,17	0,29	2,04	0,44	97,88	50,75	10,69	146.14	34,48
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,16	0,72	2,94	0,51	88,89	55,92	22,24	320.22	11,28

Πίνακας 3.57 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 41

Θέση Δειγματοληψίας No 41								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,95	2,48	26,92	7,06	0,80	5,44	1,07		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,17	0,44	1,87	0,54	125,60	56,82	28,17	155	42,86
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,14	0,61	2,47	0,45	90,97	60,15	19,62	202,42	17,94

Πίνακας 3.58 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 42

Θέση Δειγματοληψίας No 42								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,78	6,48	80,33	7,93	0,83	6,29	1,07		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,13	0,67	2,46	0,51	138,65	59,13	22,70	259,69	39,45
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,14	0,75	2,41	0,48	86,53	57,81	18,58	168,62	7,12

Πίνακας 3.59 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 43

Θέση Δειγματοληψίας Νο 43								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,79	8,01	90,09	11,88	1,24	6,19	1,25		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,19	0,35	2,46	0,46	125,38	53,52	16,48	447,34	50,34
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,18	0,60	2,88	0,52	87,71	59,27	19,11	268,81	10,54

Πίνακας 3.60 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 44

Θέση Δειγματοληψίας No 44								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,5	6,48	64,29	11,18	1,44	5,57	1,36		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,14	0,62	2,01	0,51	165,95	58,99	26,11	288,64	49,43
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,12	0,61	2,29	0,48	115,43	53,29	34,36	381,97	8,48

Πίνακας 3.61 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 45

Θέση Δειγματοληψίας Νο 45								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,73	2,67	79,42	7,57	1,63	4,70	1,36		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,16	0,36	2,35	0,42	161,68	55,37	19,08	466,22	44,42
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,12	0,64	2,70	0,43	129,73	63,77	22,86	375,91	8,35

Πίνακας 3.62 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 46

Θέση Δειγματοληψίας Νο 46								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,96	2.66	79,42	6,11	1,63	4,75	0,97		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,15	0,9	2,58	0,41	162,07	98,77	16,64	369,28	48,77
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,13	0,86	2,70	0,43	98,55	97,43	20,10	265,06	18,00

Πίνακας 3.63 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 47

Θέση Δειγματοληψίας No 47								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,94	7,62	100,60	10,38	1,58	7,68	1,25		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,15	0,25	2,00	0,39	106,55	40,75	16,50	318,08	41,98
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,15	0,60	2,57	0,55	80,22	58,91	21,15	246,56	14,64

Πίνακας 3.64 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 48

Θέση Δειγματοληψίας No 48								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,62	3,93	55,31	8,38	1,91	7,49	1,28		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,21	0,46	2,87	0,48	119,01	90,15	17	430,83	46,54
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,15	0,65	2,63	0,47	95,35	77,79	21,73	294,34	30,06

Πίνακας 3.65 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 49

Θέση Δειγματοληψίας Νο 49								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,91	3,93	34,79	7,24	1,05	5,51	1,28		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,15	0,26	2,32	0,41	104,41	60,27	16,22	328,00	41,21
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,16	0,64	2,58	0,48	96,39	81,16	18,28	305,98	31,35

Πίνακας 3.66 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 50

Θέση Δειγματοληψίας Νο 50								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,53	6,87	34,79	12,33	1,42	5,03	1,48		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,16	0,38	2,04	0,44	119,06	67,40	20,64	345,54	47,69
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,14	0,65	2,77	0,51	95,42	86,06	25,29	284,42	28,67

Πίνακας 3.67 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 51

Θέση Δειγματοληψίας No 51								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,12	5,11	162,25	17,88	1,12	5,97	1,34		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,19	0,35	2,04	0,41	146,85	69,91	22,82	591,55	64,31
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,18	0,65	2,32	0,43	132,04	67,41	22,67	523,62	53,05

Πίνακας 3.68 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας No 52

Θέση Δειγματοληψίας No 52								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,6	7,60	94,70	17,67	2,15	6,55	1,79		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,16	0,28	2,30	0,49	138,09	63,27	19,62	549,88	44,49
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,17	0,61	2,02	0,43	110,56	73,05	16,27	420,45	33,58

Πίνακας 3.69 Ιδιότητες του εδάφους και συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου, στη θέση δειγματοληψίας Νο 53

Θέση Δειγματοληψίας Νο 53								
Εδαφικές Ιδιότητες								
pH	P (mg/kg ξ.ε.)	Mg (mg/kg ξ.ε.)	Fe (mg/kg ξ.ε.)	Mn (mg/kg ξ.ε.)	Cu (mg/kg ξ.ε.)	Zn (mg/kg ξ.ε.)		
7,51	4,73	176,14	17,78	1,17	7,58	1,97		
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1 ^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,16	0,27	1,53	0,32	92,07	63,27	14,51	484,88	49,78
Συγκέντρωση μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2 ^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)								
P (% ξ.ο.)	K (% ξ.ο.)	Ca (% ξ.ο.)	Mg (% ξ.ο.)	Fe (mg/kg ξ.ο.)	Mn (mg/kg ξ.ο.)	Zn (mg/kg ξ.ο.)	Cu (mg/kg ξ.ο.)	B (mg/kg ξ.ο.)
0,14	0,46	2,32	0,45	93,42	69,24	21,02	328,53	33,58

3.3 Συσχέτιση των εδαφικών ιδιοτήτων με την περιεκτικότητα των φύλλων αμπέλου σε θρεπτικά στοιχεία

Είναι σημαντικό να είναι γνωστή η σχέση που συνδέει τις εδαφικές ιδιότητες με την συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα μίας καλλιέργειας η οποία είναι εγκατεστημένη στο συγκεκριμένο έδαφος. Έτσι μπορεί να γίνει αντιληπτός ο τρόπος που οι εδαφικές ιδιότητες επηρεάζουν την πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων απ' το φυτό και κατά συνέπεια και ο τρόπος παρέμβασης μας στην καλλιέργεια.

Στους Πίνακες 3.70 και 3.71 που ακολουθούν, παρατίθενται οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των εδαφικών ιδιοτήτων και της περιεκτικότητας των φύλλων αμπέλου σε θρεπτικά στοιχεία.

Όπως φαίνεται απ' τους Πίνακες οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των εδαφικών ιδιοτήτων και της περιεκτικότητας των φύλλων αμπέλου σε θρεπτικά στοιχεία είναι σε γενικές γραμμές χαμηλοί τόσο όσο αφορά στα δείγματα των φύλλων που προέρχονται απ' την πρώτη δειγματοληψία όσο και στα δείγματα των φύλλων που προέρχονται απ' τη δεύτερη δειγματοληψία. Σε βαθύρριζες όμως καλλιέργειες, όπως αυτή της αμπέλου δεν βρίσκουμε ισχυρότερες συσχετίσεις (Tsadilas and Barbayiannis, 2000) και κατά συνέπεια κάποιες απ' τις συσχετίσεις που παρουσιάζονται στους παραπάνω Πίνακες μπορούν να θεωρηθούν ικανοποιητικές. Συγκεκριμένα στην πρώτη δειγματοληψία φύλλων, οι συντελεστές συσχέτισης, μεταξύ του pH και της συγκέντρωσης του βορίου στα φύλλα, του pH και της συγκέντρωσης του χαλκού στα φύλλα, της E.C. και της συγκέντρωσης του καλίου στα φύλλα, της E.C. και της συγκέντρωσης του βορίου στα φύλλα καθώς και του εδαφικού φωσφόρου και της συγκέντρωσης του φωσφόρου στα φύλλα, θεωρούνται σημαντικοί. Θα πρέπει εδώ να επισημανθεί ότι η διαθεσιμότητα στα φυτά των στοιχείων χαλκού και βορίου, μειώνεται με την αύξηση της τιμής του pH (Μήτσιος, 2003), γεγονός που δικαιολογεί τους συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των, οι οποίοι παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.70. Επίσης η διαθεσιμότητα του φωσφόρου στο έδαφος επηρεάζει την πρόσληψη του στοιχείου απ' τα φυτά και επομένως και τη συγκέντρωση σε αυτά. γι αυτό και στον Πίνακα 3.70 ο αντίστοιχος συντελεστής συσχέτισης έχει θετική και υψηλή τιμή.

Αναφορικά με τη δεύτερη δειγματοληψία των φύλλων οι συντελεστές συσχέτισης που παρουσιάζουν σχετικά υψηλές τιμές είναι αυτοί, μεταξύ του pH και της συγκέντρωσης του βορίου στα φύλλα, του pH και της συγκέντρωσης του χαλκού στα φύλλα, του pH και της συγκέντρωσης του ασβεστίου στα φύλλα, της E.C. και της

συγκέντρωσης του βορίου στα φύλλα καθώς και του εδαφικού φωσφόρου και της συγκέντρωσης του φωσφόρου στα φύλλα. Συμπληρωματικά με όσα αναφέρθηκαν για την πρώτη δειγματοληψία, θα πρέπει να αναφερθεί ότι η πρόσληψη του ασβεστίου από τα φυτά και επομένως η συγκέντρωση του σε αυτά αυξάνεται με την αύξηση της τιμής του pH του εδάφους, γεγονός που δικαιολογεί τη θετική, υψηλή τιμή του αντίστοιχου συντελεστή συσχέτισης στον Πίνακα 3.71.

Πίνακας 3.70 Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των χημικών ιδιοτήτων του εδάφους και των μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία φύλλων, 6/8/2002)

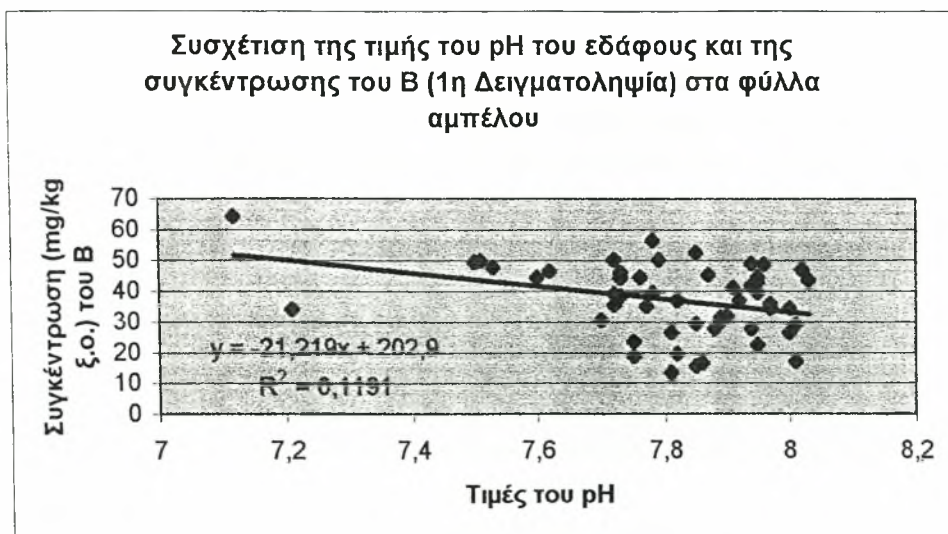
Συγκέντρωση στα φύλλα	Χημικές ιδιότητες του εδάφους								
	pH	E.C.	B.D.	P	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
P	-0,248	0,154	0,255	0,361**	0,382**	0,457**	0,118	0,140	0,463**
K	0,17	-0,274*	-0,122	-0,212	-0,388**	-0,397**	-0,002	-0,135	-0,163
Ca	0,149	-0,15	0	-0,008	-0,095	-0,142	0,125	0,081	0,131
Mg	0,022	-0,08	0,097	-0,007	0,055	0,789	0,189	0,132	0,138
Fe	-0,081	-0,067	-0,071	-0,007	0,131	-0,032	0,017	0,003	0
Mn	0,164	-0,068	-0,279*	-0,213	-0,238	-0,234	0,054	-0,137	-0,123
Zn	-0,104	0,128	0,118	0,028	0,044	0,149	0,174	0,113	0,208
Cu	-0,387*	-0,167	-0,071	0,149	0,55**	0,325*	0,223	0,277*	0,161
B	-0,345*	0,415**	0,154	0,161	0,45**	0,49*	0,101	0,061	0,333*

* Επίπεδο σημαντικότητας 95%, ** Επίπεδο σημαντικότητας 99%

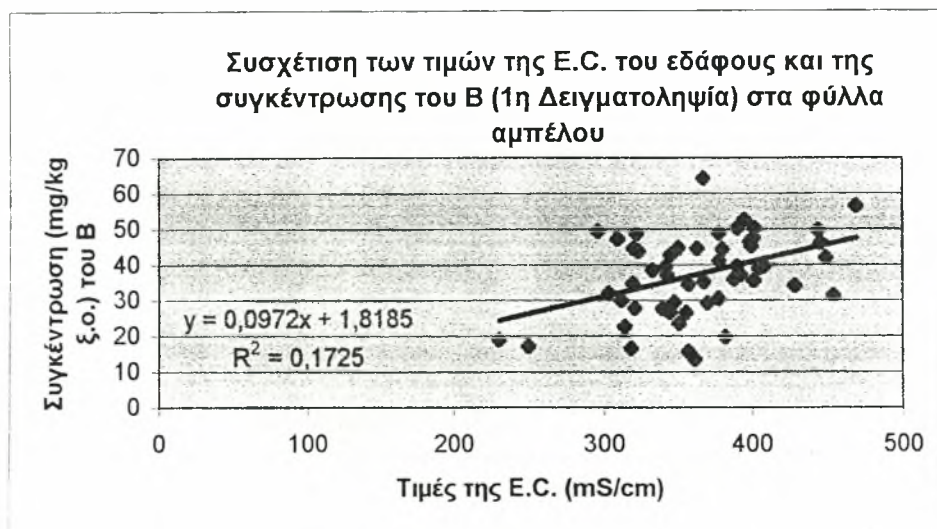
Πίνακας 3.71 Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ χημικών ιδιοτήτων του εδάφους και των μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στα φύλλα αμπέλου (2^η Δεγματοληψία φύλλων, 10/9/2002)

Συγκέντρωση στα φύλλα	Χημικές ιδιότητες του εδάφους								
	pH	E.C.	B.D.	P	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
P	-0,215	0,230	0,134	0,516**	0,367	0,525**	0,139	0,228	0,393**
K	0,036	0,035	-0,161	-0,152	-0,276*	-0,254	0,03	0,047	0,005
Ca	0,382**	-0,194	-0,317	-0,074	-0,358**	-0,515**	0,008	-0,2	-0,271*
Mg	-0,175	0,209	0,119	0,05	0,152	-0,022	-0,155	-0,151	-0,076
Fe	-0,035	0,194	-0,237	-0,296*	-0,028	-0,152	-0,109	-0,064	-0,155
Mn	0,139	-0,212	-0,492**	-0,298*	-0,240	-0,444**	-0,148	-0,161	-0,316*
Zn	0,009	0,091	-0,058	0,032	-0,049	0,133	0,206	0,008	0,099
Cu	-0,477**	-0,120	-0,125	-0,126	0,247	0,203	0,185	0,082	0,014
B	-0,340*	0,330*	-0,163	0,087	0,240	0,299*	0,008	-0,021	0,035

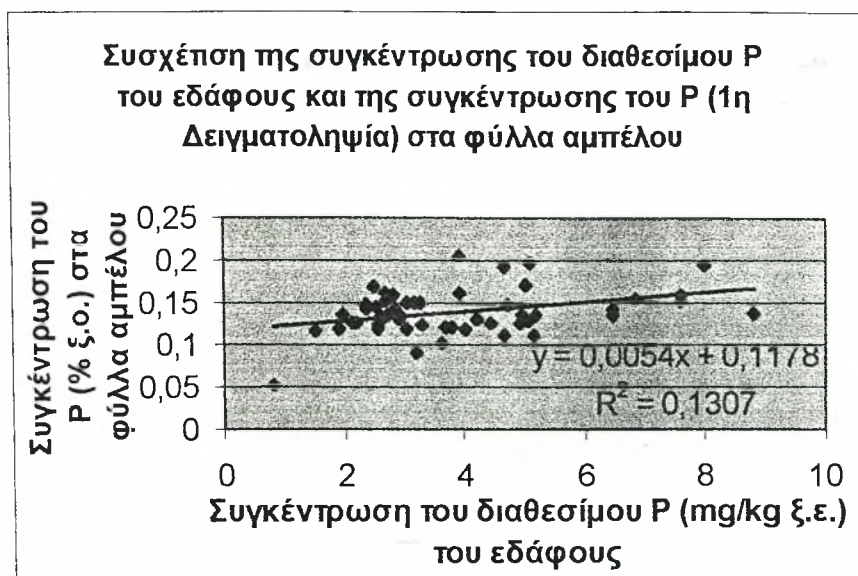
* Επίπεδο σημαντικότητας 95%, ** Επίπεδο σημαντικότητας 99%



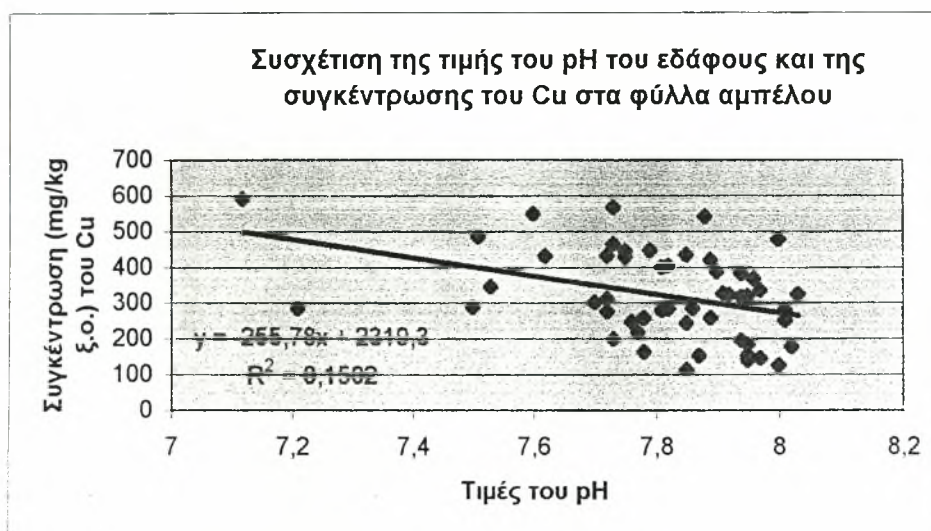
Σχήμα 3.1 Συσχέτιση της τιμής του pH του εδάφους και της συγκέντρωσης του B στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία)



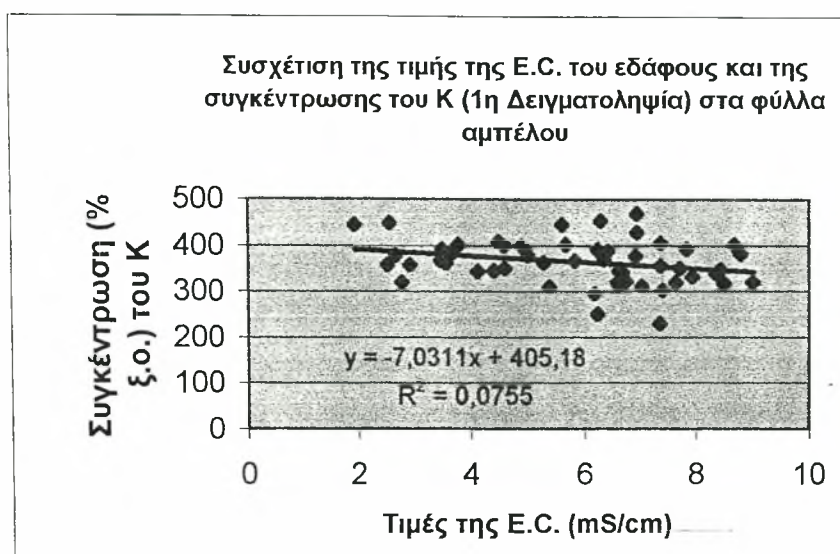
Σχήμα 3.2 Συσχέτιση των τιμών της E.C. του εδάφους και της συγκέντρωσης του B στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία)



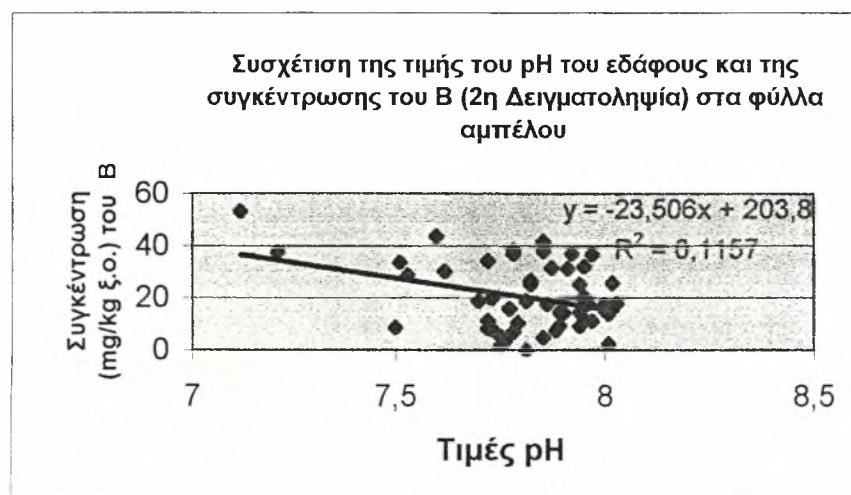
Σχήμα 3.3 Συσχέτιση της συγκέντρωσης του διαθεσίμου P του εδάφους και της συγκέντρωσης του P (1^η Δειγματοληψία) στα φύλλα αμπέλου



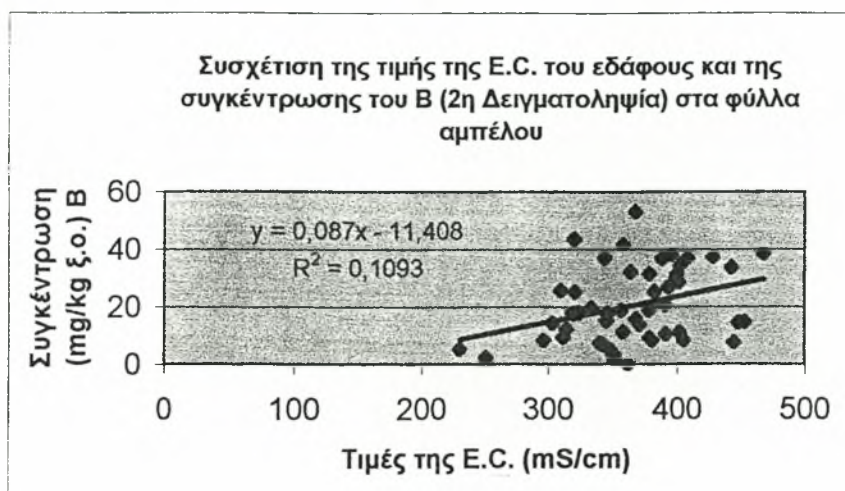
Σχήμα 3.4 Συσχέτιση της τιμής του pH του εδάφους και της συγκέντρωσης του Cu (1^η Δειγματοληψία) στα φύλλα αμπέλου



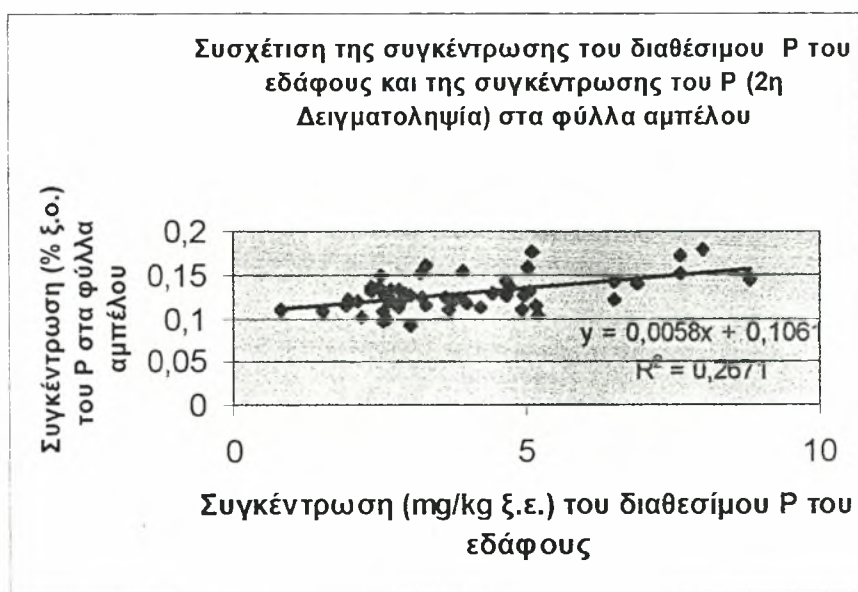
Σχήμα 3.5 Συσχέτιση της τιμής της E.C. του εδάφους και της συγκέντρωσης του K (1^η Δειγματοληψία) στα φύλλα αμπέλου



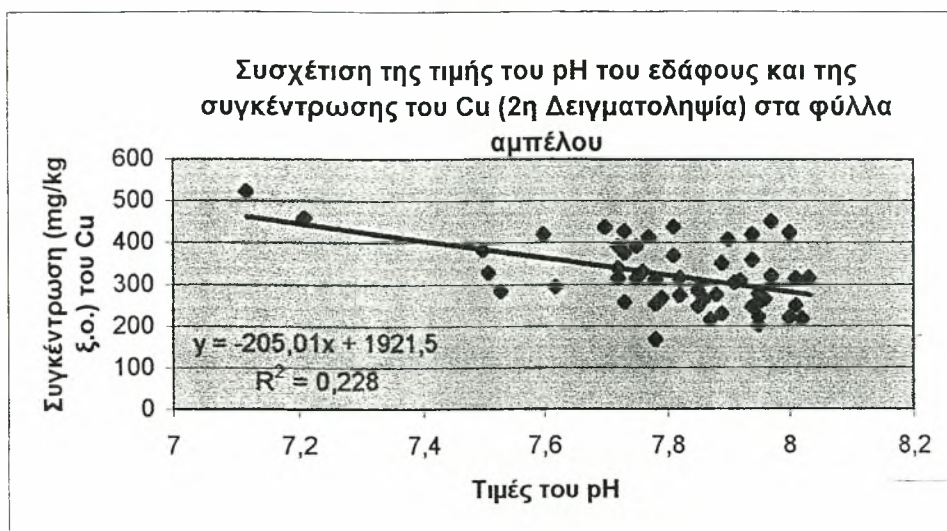
Σχήμα 3.6 Συσχέτιση της τιμής του pH του εδάφους και της συγκέντρωσης του B (2^η Δειγματοληψία) στα φύλλα αμπέλου



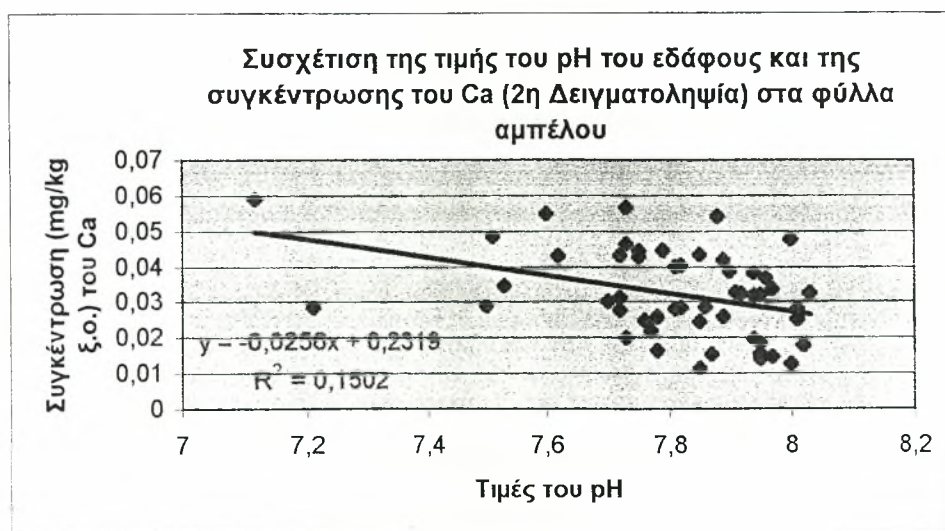
Σχήμα 3.7 Συσχέτιση της τιμής της E.C. του εδάφους και της συγκέντρωσης του B (2^η Δειγματοληψία) στα φύλλα αμπέλου



Σχήμα 3.8 Συσχέτιση της συγκέντρωσης του διαθέσιμου P του εδάφους και της συγκέντρωσης του P (2^η Δειγματοληψία) στα φύλλα αμπέλου



Σχήμα 3.9 Συσχέτιση της τιμής του pH του εδάφους και της συγκέντρωσης του Cu (2^η Δειγματοληψία) στα φύλλα αμπέλου



Σχήμα 3.10 Συσχέτιση της τιμής του pH του εδάφους και της συγκέντρωσης του Ca (2^η Δειγματοληψία) στα φύλλα αμπέλου

3.4 Ψηφιακοί θεματικοί χάρτες

Για τη δημιουργία των ψηφιακών θεματικών χαρτών χρησιμοποιήθηκαν, όπως προαναφέρθηκε, γεωστατιστικές και προκαθοριστικές μέθοδοι.

Για την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου έγιναν δοκιμές και συγκρίσεις των μεθόδων παρεμβολής (ordinary, simple, universal, indicator, probability και disjunctive kringing) εκ των οποίων επιλέχθηκε η Ordinary Kringing, καθώς και των προτύπων (μαθηματικών μοντέλων), (Circular, Spherical, Tetraspherical, Pentaspherical, Exponential, Gaussian, Rational quadratic, Hole effect, K-Bessel, J-Bessel και Stable) απ' τα οποία σε κάθε περίπτωση επιλέχθηκε το πλέον κατάλληλο.

Αρχικά δημιουργήθηκε ο χάρτης αναφοράς, στον οποίο παρουσιάζεται το εδαφικό ανάγλυφο, το οδικό δίκτυο και τα σημεία δειγματοληψίας. Στη συνέχεια και με βάση το χάρτη αναφοράς δημιουργήθηκαν οι θεματικοί ψηφιακοί χάρτες, των οποίων η κλίμακα όπως και του χάρτη αναφοράς είναι 1:3000.

3.4.1 Ψηφιακοί θεματικοί χάρτες των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του εδάφους

Για κάθε εδαφική ιδιότητα που μελετήθηκε, δημιουργήθηκε ένας ψηφιακός θεματικός χάρτης. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε κάθε φορά είναι η Ordinary Kringing και το μαθηματικό μοντέλο το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή κάθε χάρτη ήταν αυτό που προσαρμοζόταν καλύτερα.

Στις σελίδες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι ψηφιακοί θεματικοί χάρτες των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του εδάφους ενώ στο παράρτημα της παρούσης διατριβής παρατίθενται :

- τα ιστογράμματα της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών κάθε ιδιότητας
- η ανάλυση της τάσεως των τιμών κάθε ιδιότητας και
- το διάγραμμα της ημιπαραλλακτικότητας των τιμών κάθε ιδιότητας.

Στον Πίνακα 3.72 παρουσιάζονται τα μαθηματικά πρότυπα με βάση τα οποία έγινε η κατασκευή των ψηφιακών θεματικών χαρτών για τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους.

Πίνακας 3.72 Μαθηματικά πρότυπα βάση των οποίων έγινε η κατασκευή των ψηφιακών θεματικών χαρτών για τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους

Μαθηματικό Πρότυπο	Εδαφική Ιδιότητα
Stable	pH
K-Bessel	E.C.
Hole effect	B.D.
Hole effect	P
Hole effect	Mg
Spherical	Cu
Hole effect	Fe
Hole effect	Mn
J-Bessel	Zn

3.4.2.α Ψηφιακοί θεματικοί χάρτες της συγκέντρωσης των μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στοιχείων καθώς και της χλωροφύλλης στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)

Για κάθε θρεπτικό στοιχείο, του οποίου προσδιορίστηκε η συγκέντρωση καθώς και για τη χλωροφύλλη, δημιουργήθηκε ένας ψηφιακός θεματικός χάρτης. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε κάθε φορά είναι η Ordinary Kriging και το μαθηματικό μοντέλο το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή κάθε χάρτη ήταν αυτό που προσαρμοζόταν καλύτερα.

Στις σελίδες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι ψηφιακοί θεματικοί χάρτες των θρεπτικών στοιχείων και της χλωροφύλλης ενώ στο παράρτημα της παρούσης διατριβής παρατίθενται :

- τα ιστογράμματα της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών κάθε θρεπτικού στοιχείου και της χλωροφύλλης
- η ανάλυση της τάσεως των τιμών κάθε θρεπτικού στοιχείου και της χλωροφύλλης
- το διάγραμμα της ημιπαλλακτικότητας των τιμών κάθε θρεπτικού στοιχείου και της χλωροφύλλης.

Στον Πίνακα 3.73 παρουσιάζονται τα μαθηματικά πρότυπα με βάση τα οποία έγινε η κατασκευή των ψηφιακών θεματικών χαρτών για τα θρεπτικά στοιχεία και τη χλωροφύλλη.

Πίνακας 3.73 Μαθηματικά πρότυπα βάση των οποίων έγινε η κατασκευή των ψηφιακών θεματικών χαρτών για τα θρεπτικά στοιχεία και τη χλωροφύλλη, στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία, 6/8/2002)

Μαθηματικό Πρότυπο	Θρεπτικά στοιχεία-Χλωροφύλλη
Rational quadratic	K
Pentaspherical	Ca
Gauss	Mg
Stable	P
K-Bessel	B
J-Bessel	Cu
Exponential	Fe
Gauss	Mn
Stable	Zn
Hole effect	Χλωροφύλλη

3.4.2.β Ψηφιακοί θεματικοί χάρτες της συγκέντρωσης των μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών στοιχείων καθώς και της χλωροφύλλης στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)

Για κάθε θρεπτικό στοιχείο, του οποίου προσδιορίστηκε η συγκέντρωση καθώς και για τη χλωροφύλλη, δημιουργήθηκε ένας ψηφιακός θεματικός χάρτης. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε κάθε φορά είναι η Ordinary Kriging και το μαθηματικό μοντέλο το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή κάθε χάρτη ήταν αυτό που προσαρμοζόταν καλύτερα.

Στις σελίδες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι ψηφιακοί θεματικοί χάρτες των θρεπτικών στοιχείων και της χλωροφύλλης ενώ στο παράρτημα της παρούσης διατριβής παρατίθενται :

- τα ιστογράμματα της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών κάθε θρεπτικού στοιχείου και της χλωροφύλλης

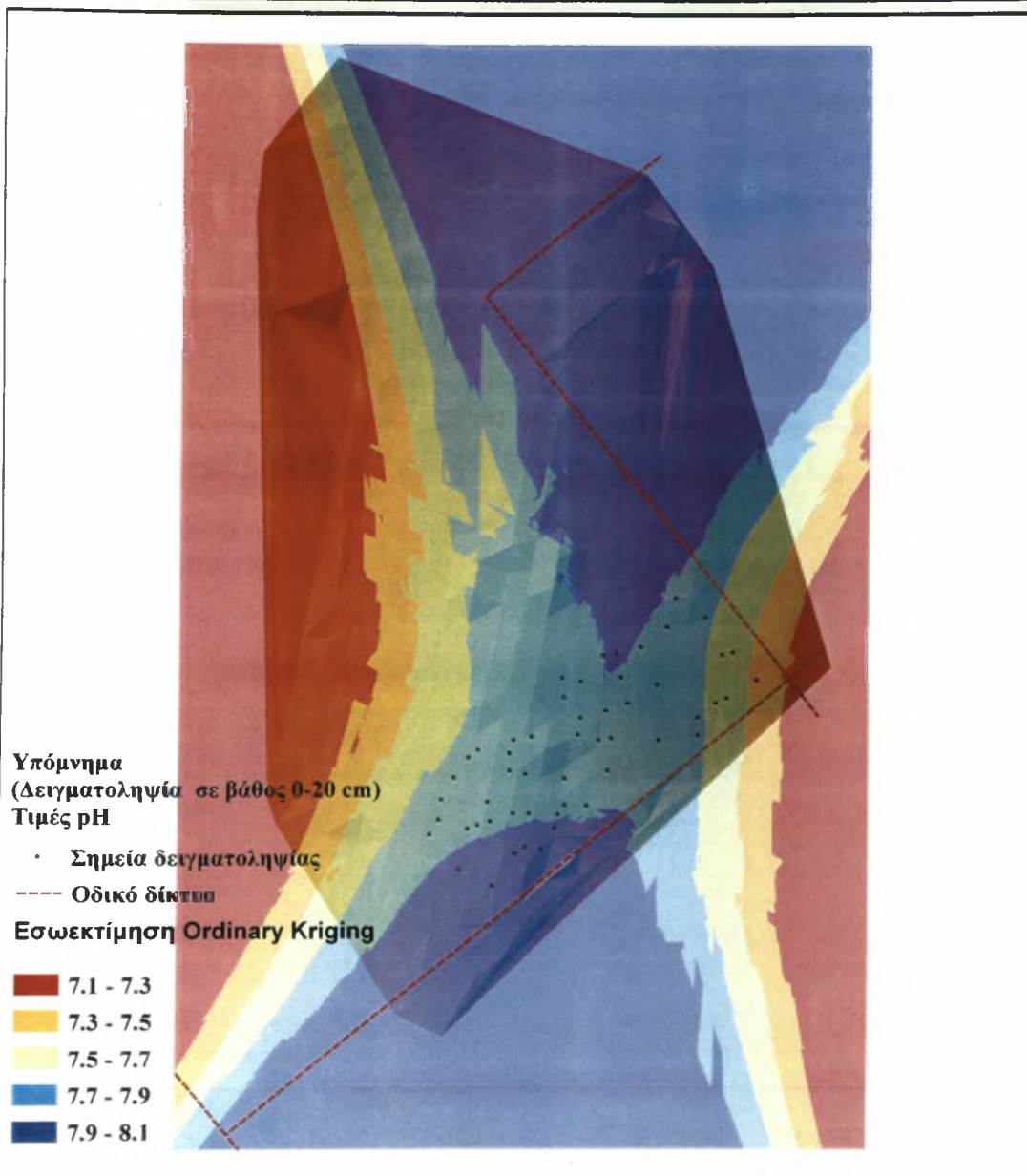
- η ανάλυση της τάσεως των τιμών κάθε θρεπτικού στοιχείου και της χλωροφύλλης
- το διάγραμμα της ημιπαραλλακτικότητας των τιμών κάθε θρεπτικού στοιχείου και της χλωροφύλλης.

Στον Πίνακα 3.74 παρουσιάζονται τα μαθηματικά πρότυπα με βάση τα οποία έγινε η κατασκευή των ψηφιακών θεματικών χαρτών για τα θρεπτικά στοιχεία και τη χλωροφύλλη.

Πίνακας 3.74 Μαθηματικά πρότυπα βάση των οποίων έγινε η κατασκευή των ψηφιακών θεματικών χαρτών για τα θρεπτικά στοιχεία και τη χλωροφύλλη, στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία, 10/9/2002)

Μαθηματικό Πρότυπο	Θρεπτικά στοιχεία-Χλωροφύλλη
Exponential	K
Circular	Ca
Rational quadratic	Mg
Hole effect	P
Exponential	B
Stable	Cu
J-Bessel	Fe
Rational quadratic	Mn
K-Bessel	Zn
Hole effect	Χλωροφύλλη

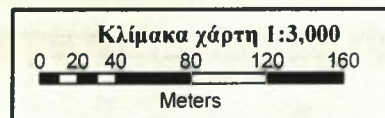
Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας των τιμών του pH
ως και κατάταξη του εδάφους σε κατηγορίες στην περιοχή μελέτης



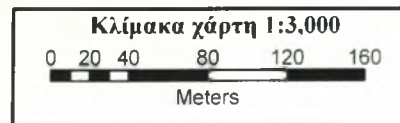
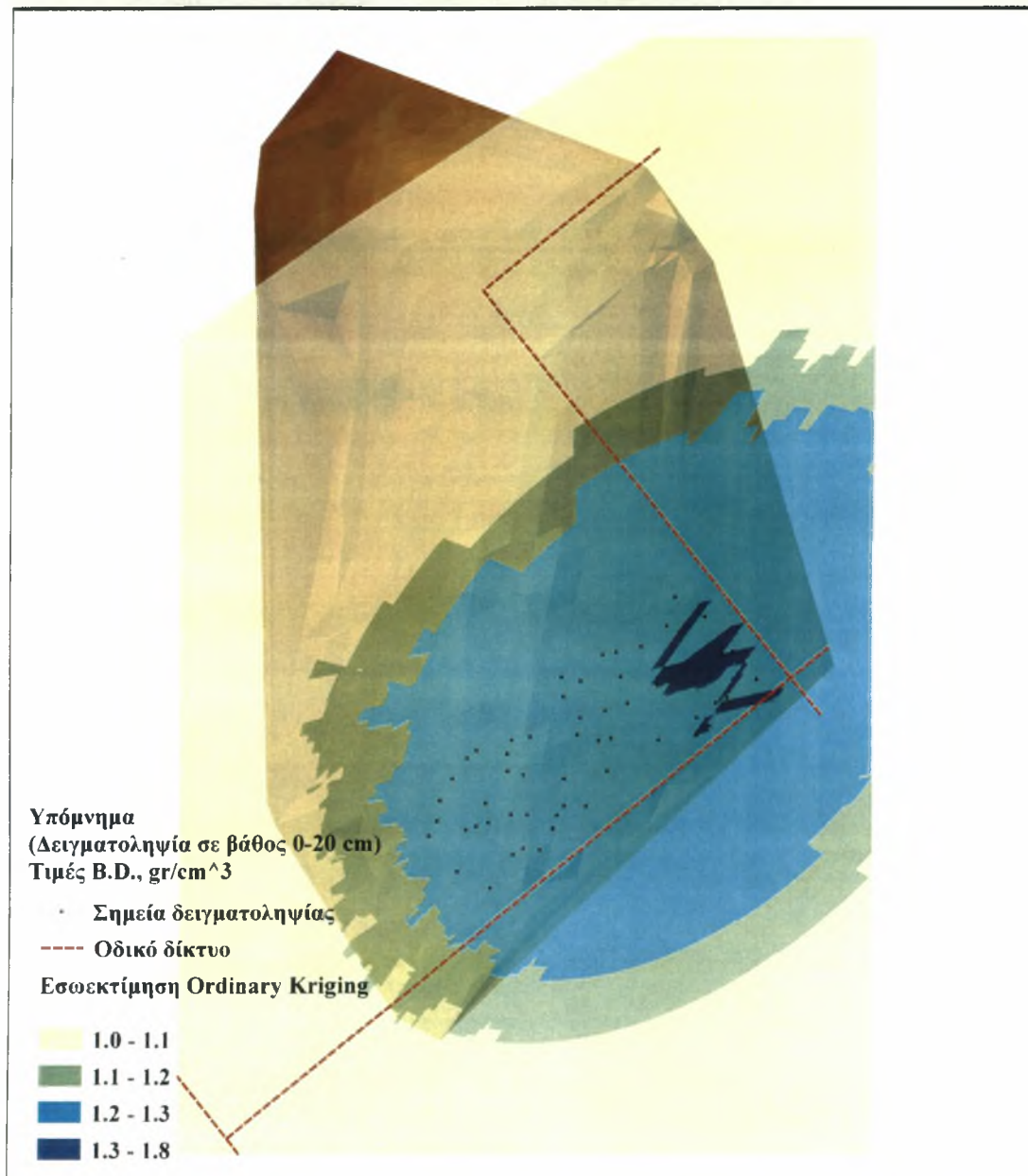
Κλίμακα χάρτη 1:3,000

0 20 40 80 120 160
Meters

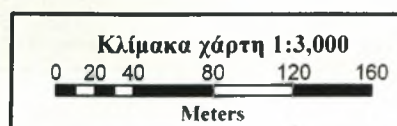
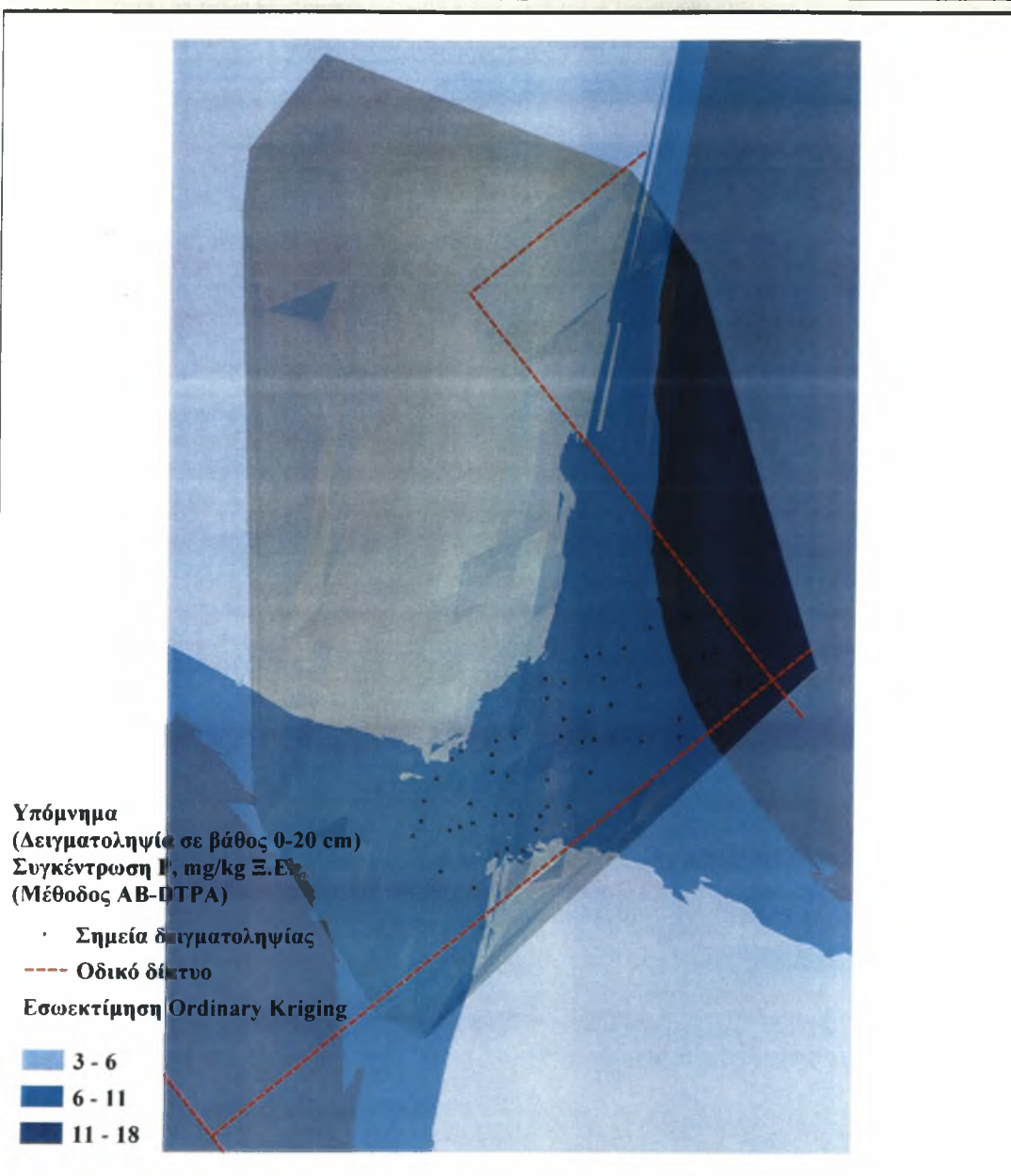
Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας της E.C.
ως και κατάταξη του εδάφους σε κατηγορίες στην περιοχή μελέτης



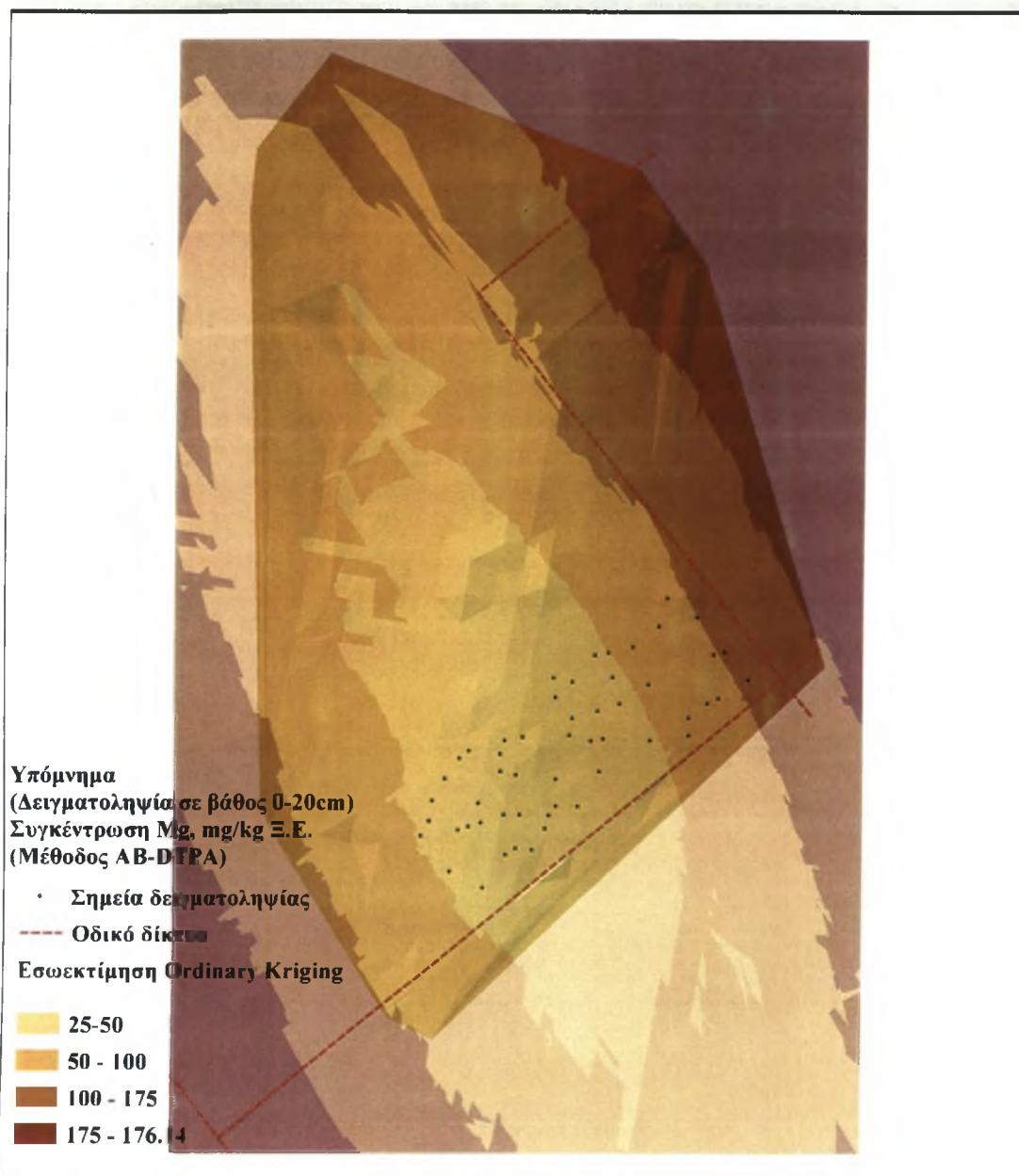
Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας της B.D.
 ως και κατάταξη του εδάφους σε κατηγορίες στην περιοχή μελέτης



**Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας του διαθεσίμου Ρ
ως και κατάταξη του εδάφους σε κατηγορίες στην περιοχή μελέτης**

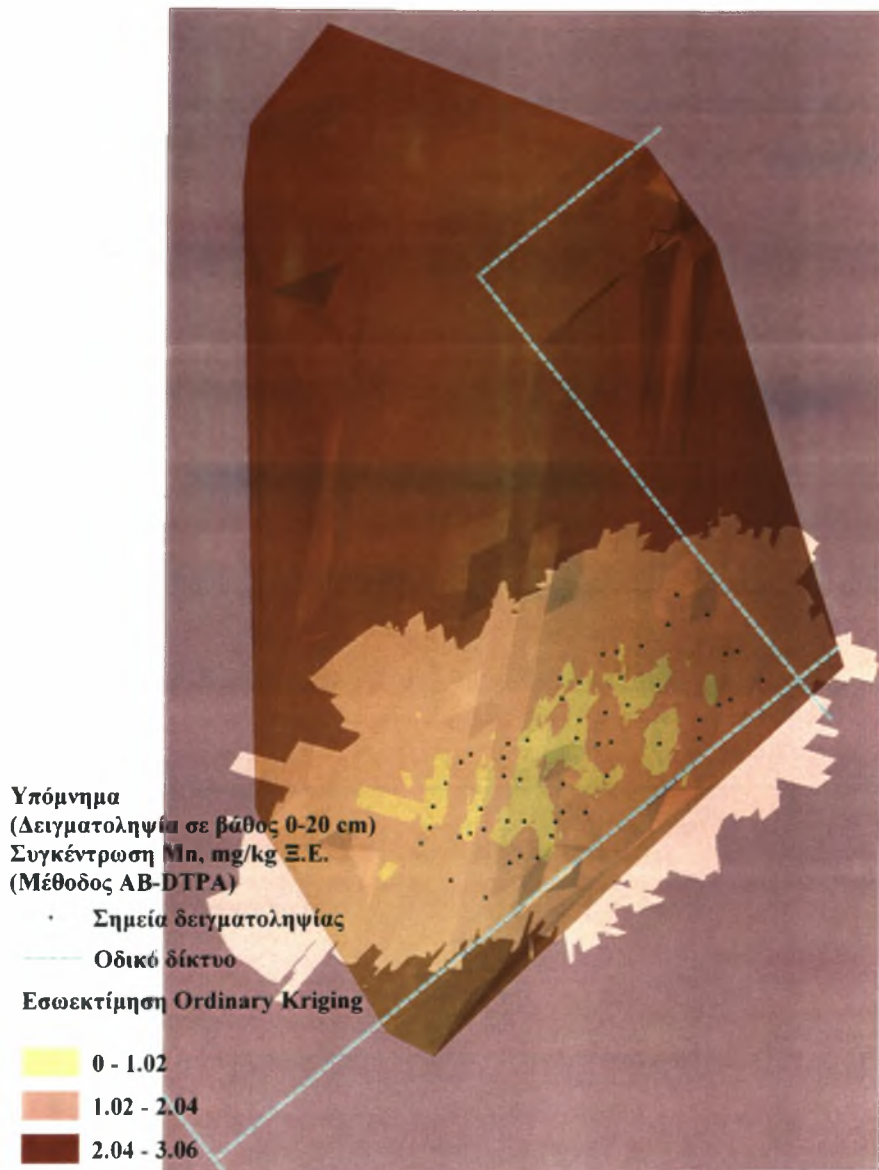


Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας του διαθεσίμου Mg
ως και κατάταξη του εδάφους σε κατηγορίες στην περιοχή μελέτης



Κλίμακα χάρτη 1:3000
0 20 40 80 120 160
Meters

Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας του διαθεσίμου Μn
ως και κατάταξη του εδάφους σε κατηγορίες στην περιοχή μελέτης

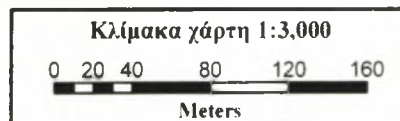
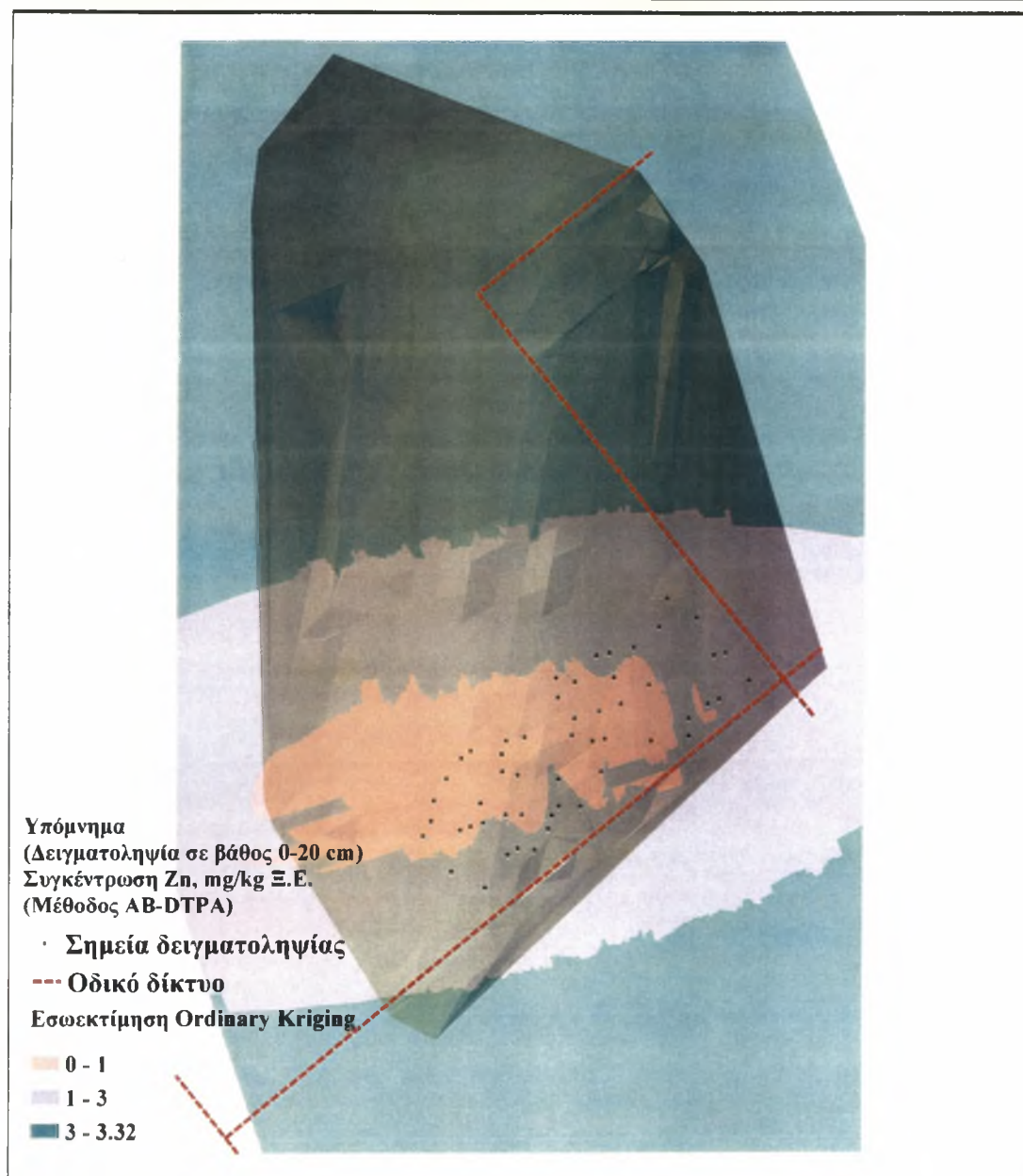


Κλίμακα χάρτη 1:3,000

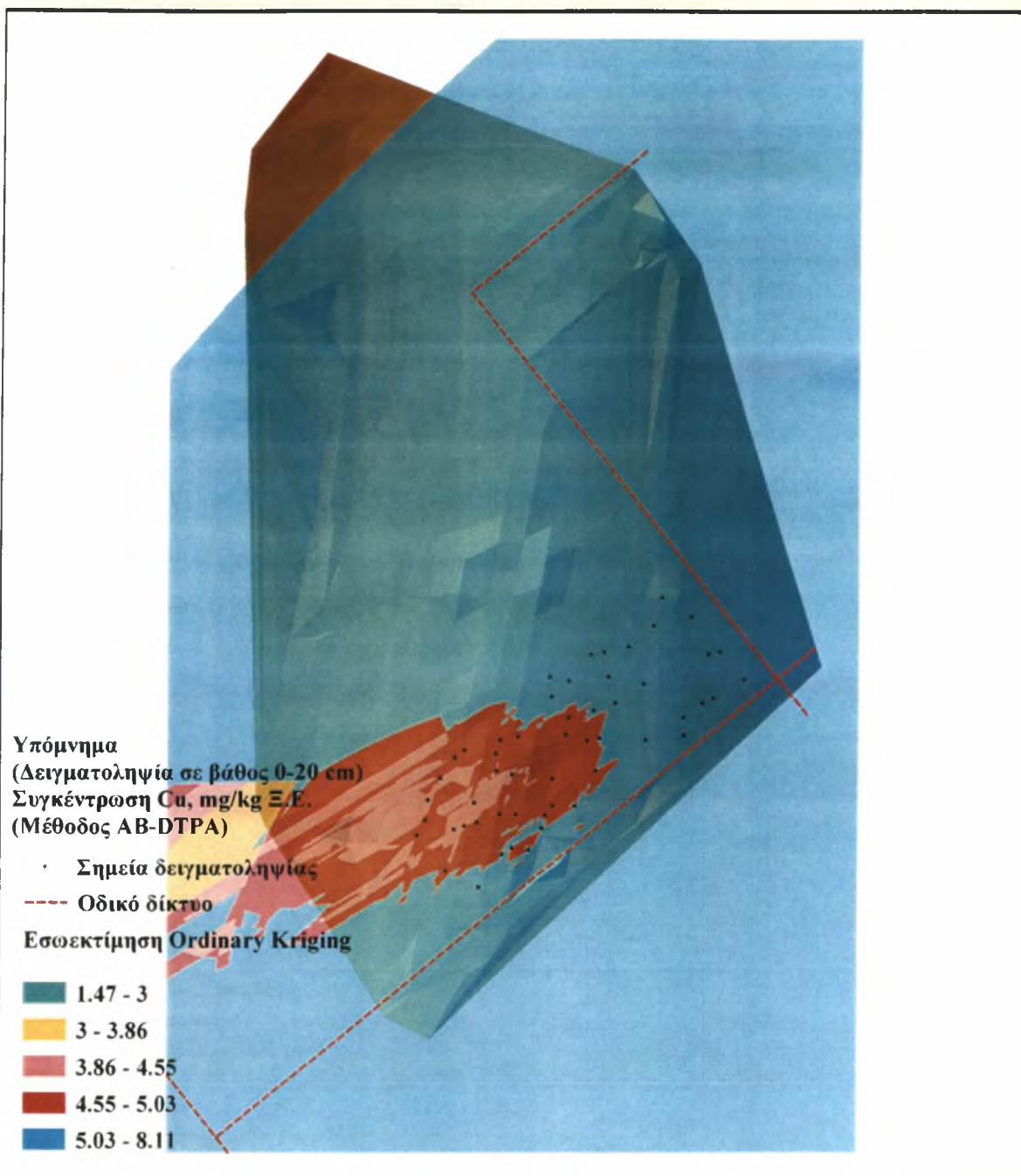
0 20 40 80 120 160

Meters

Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας του διαθεσίμου Zn
ως και κατάταξη του εδάφους σε κατηγορίες στην περιοχή μελέτης



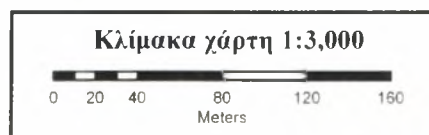
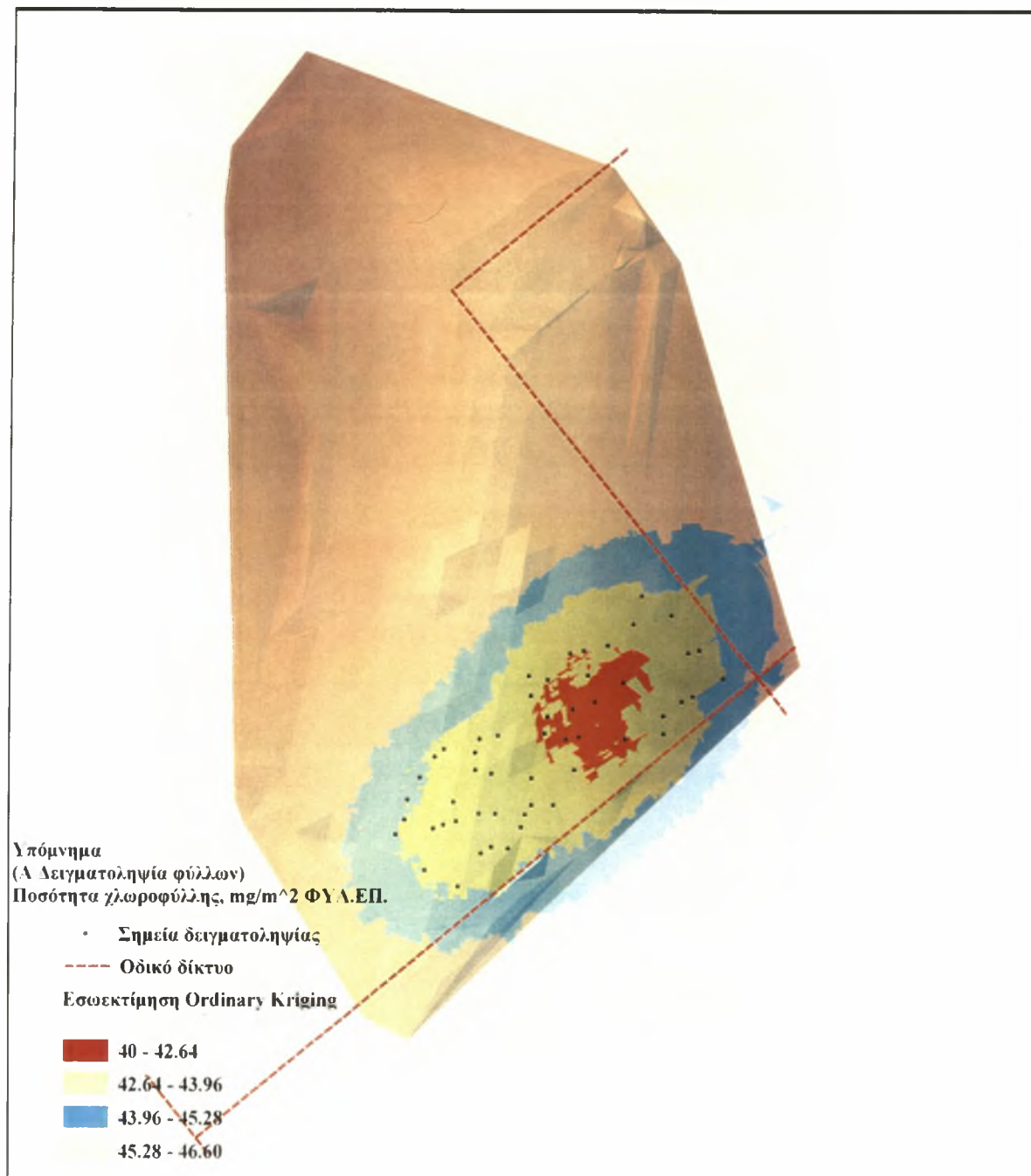
**Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας του διαθεσίμου Cu
ως και κατάταξη του εδάφους σε κατηγορίες στην περιοχή μελέτης**



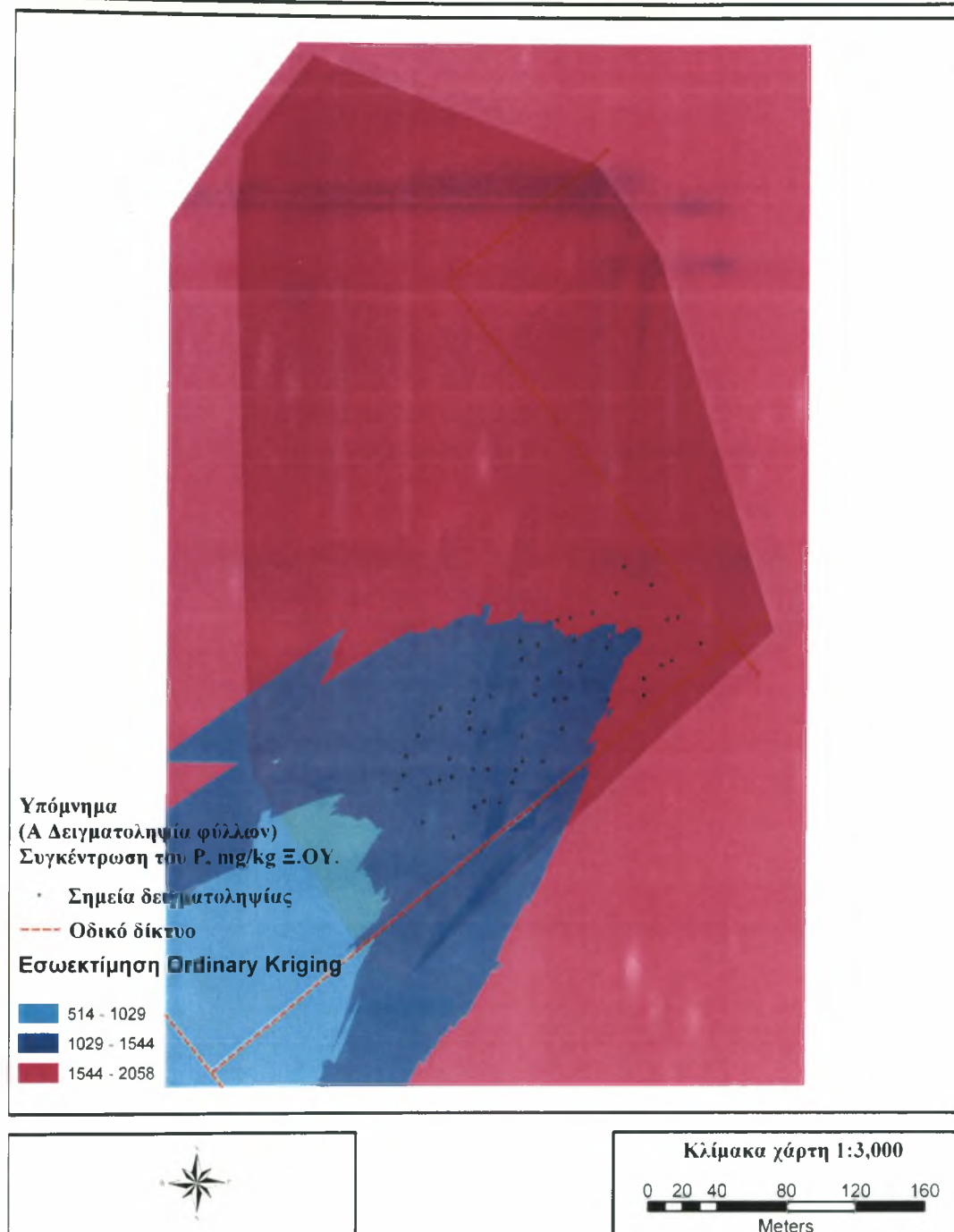
Κλίμακα χάρτη 1:3,000

0 20 40 80 120 160
Meters

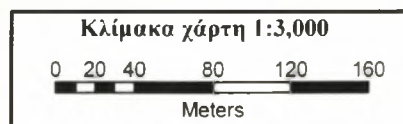
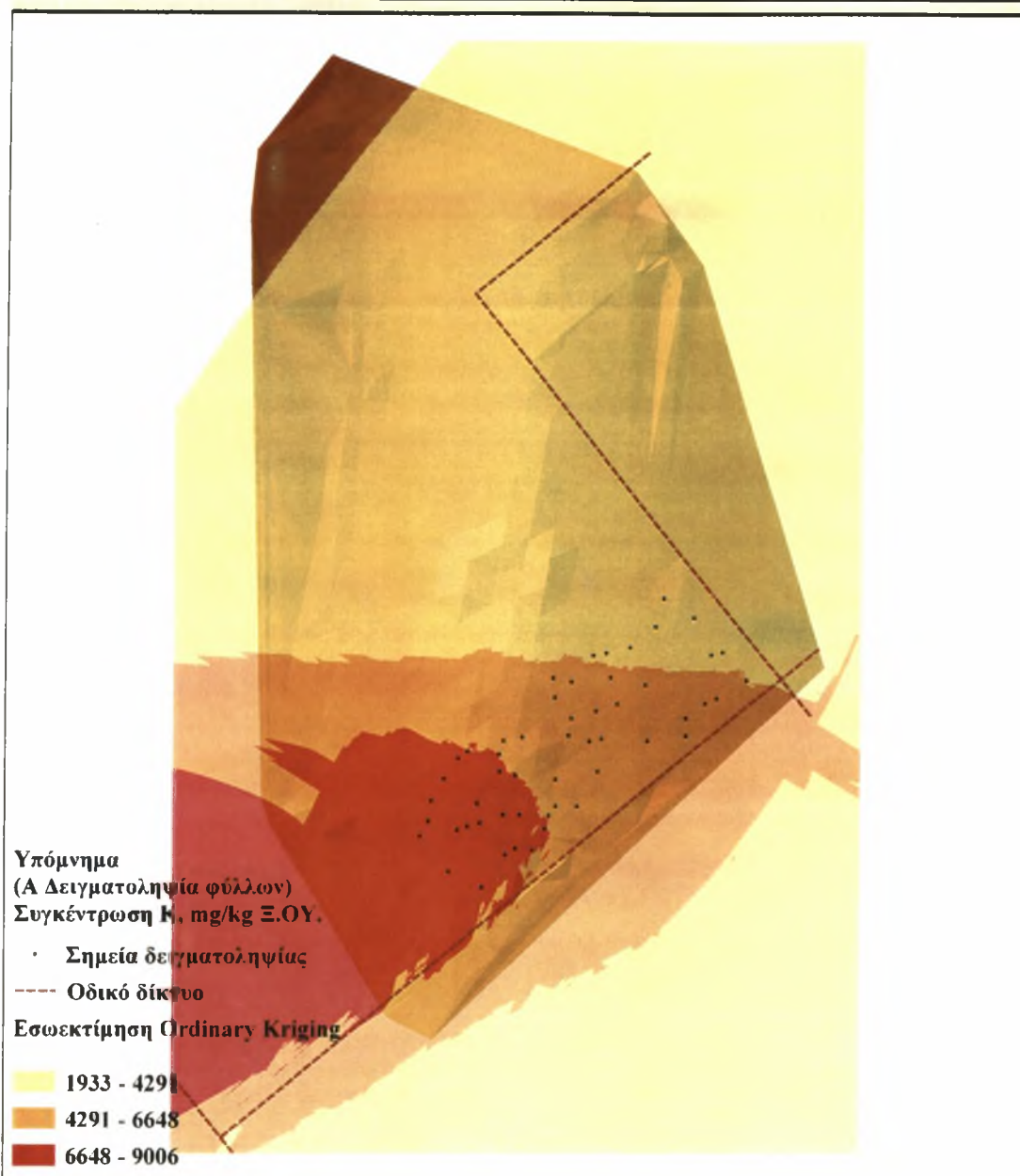
Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας της ποσότητας της χλωροφύλλης
στα φύλλα αμπέλου στην περιοχή μελέτης



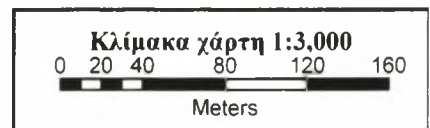
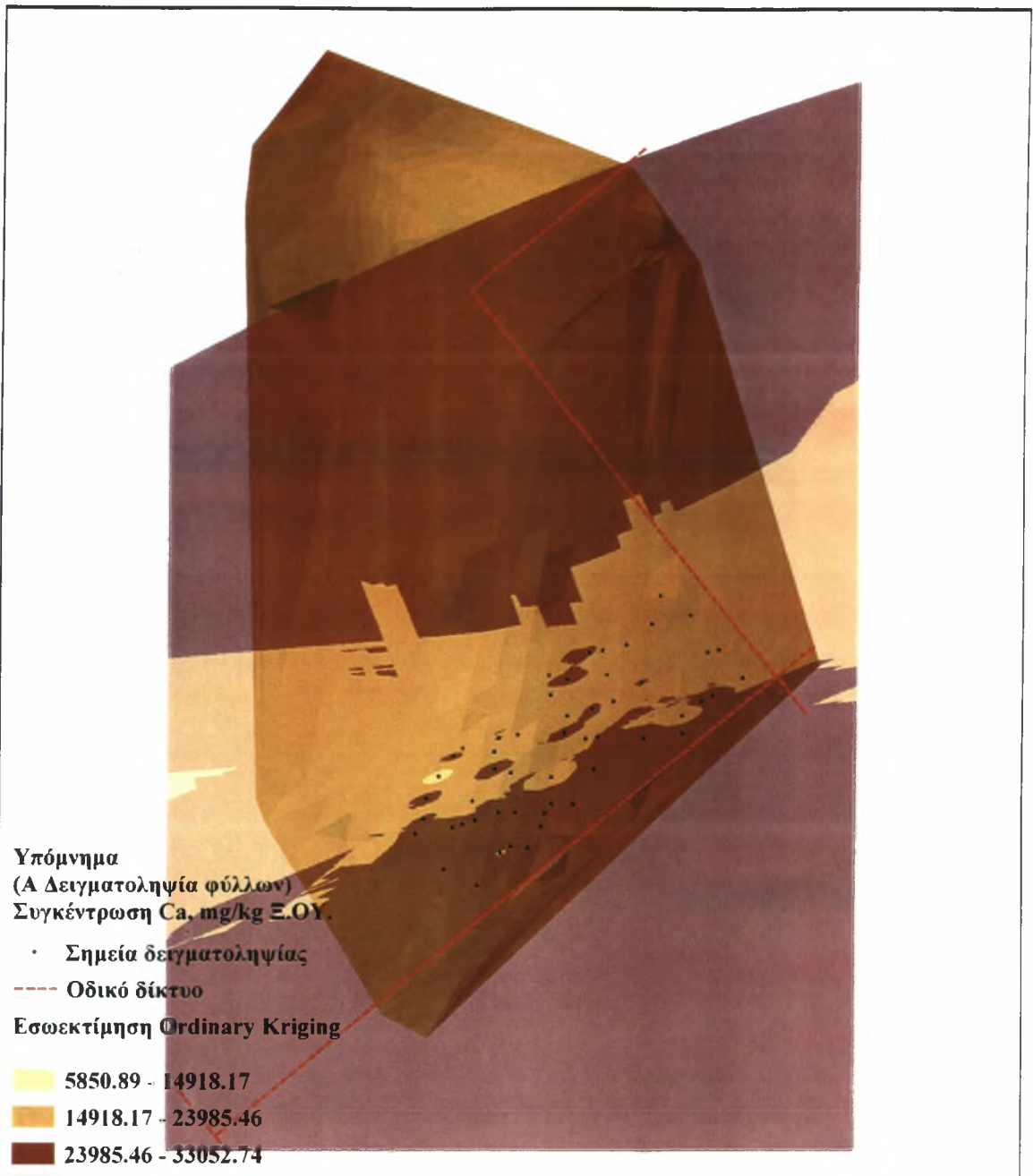
Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας της συγκέντρωσης του P
στα φύλλα αμπέλου στην περιοχή μελέτης



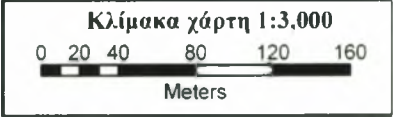
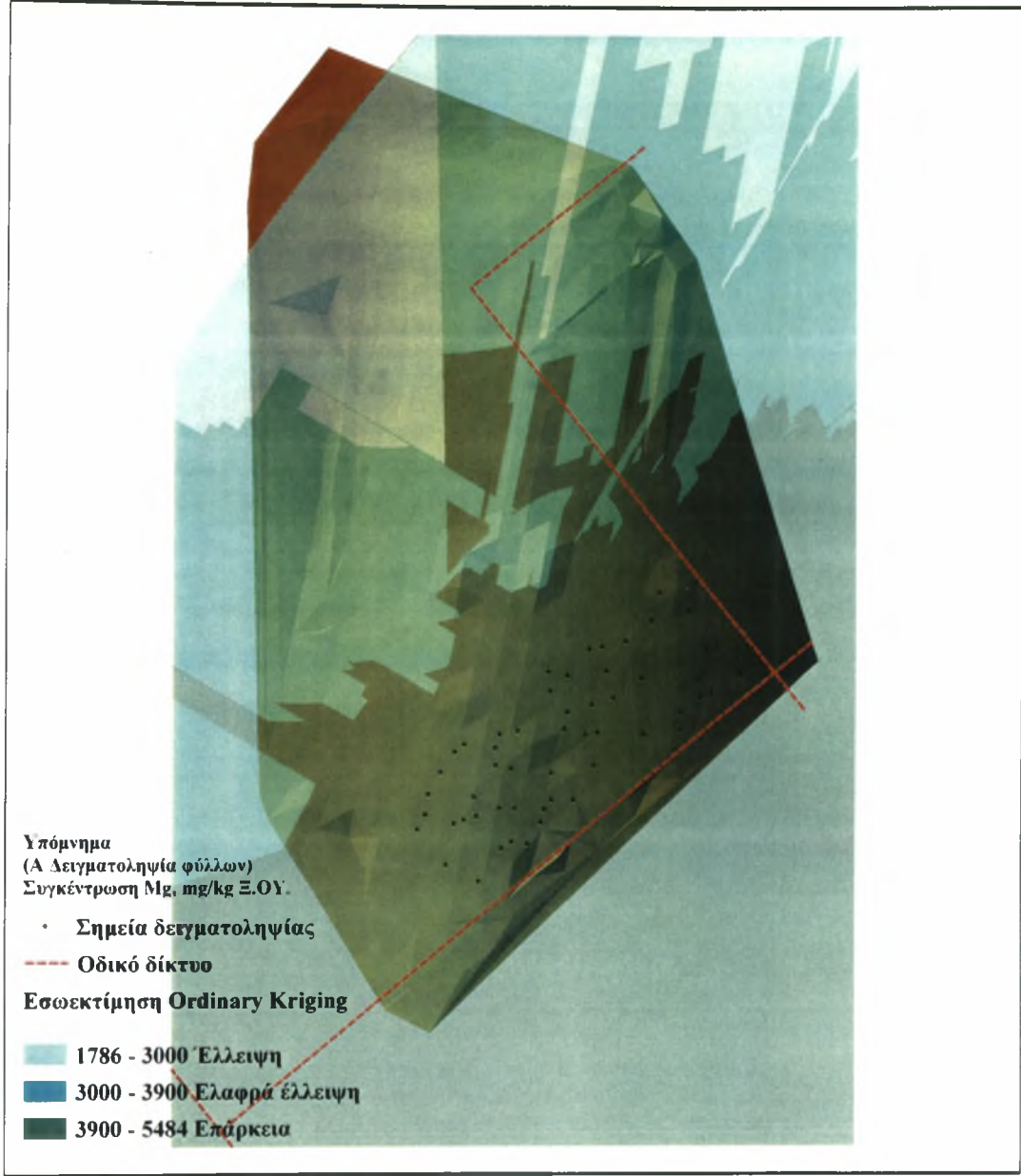
Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας της συγκέντρωσης του Κ
στα φύλλα αμπέλου στην περιοχή μελέτης



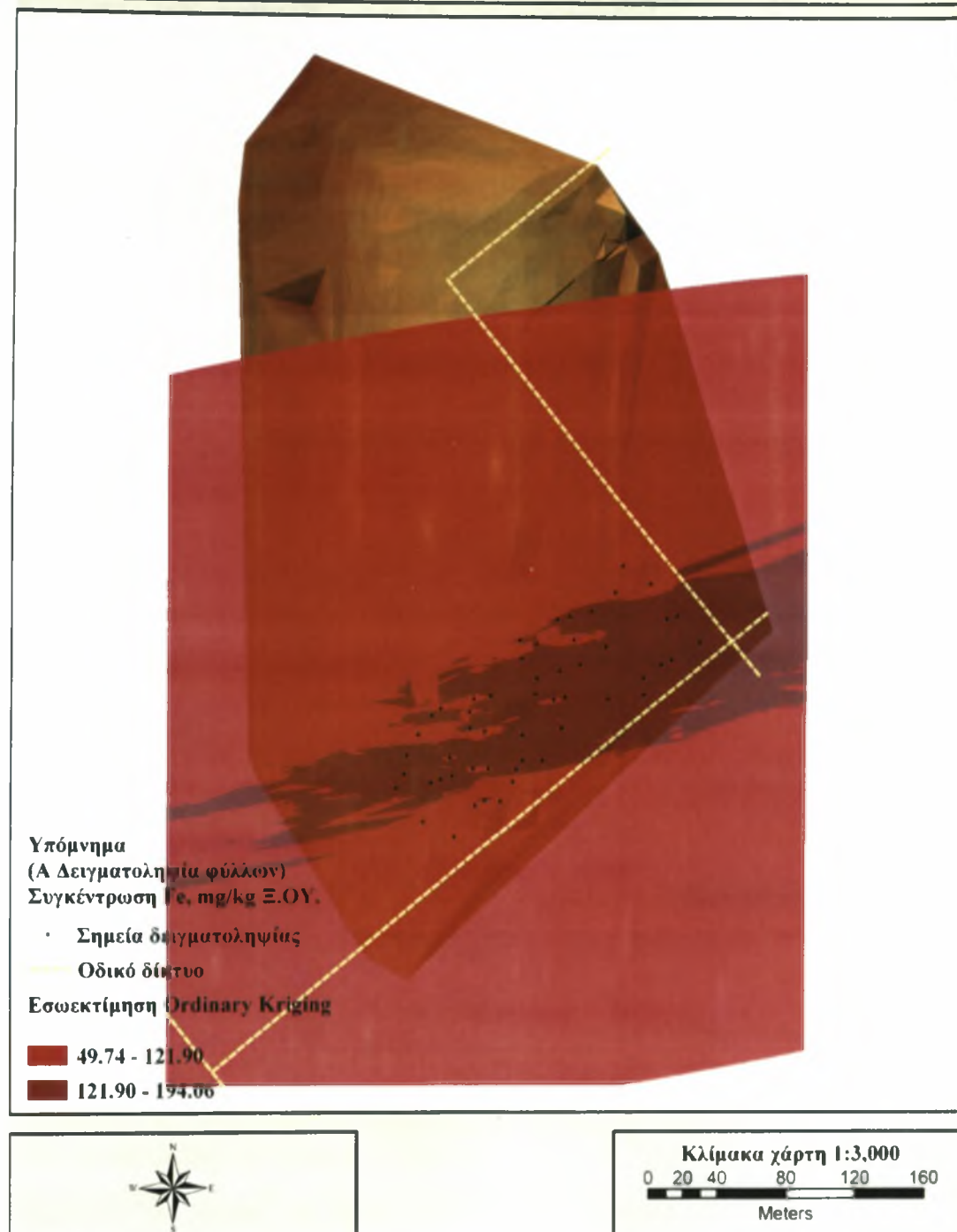
Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας της συγκέντρωσης του Ca
στα φύλλα αμπέλου στην περιοχή μελέτης



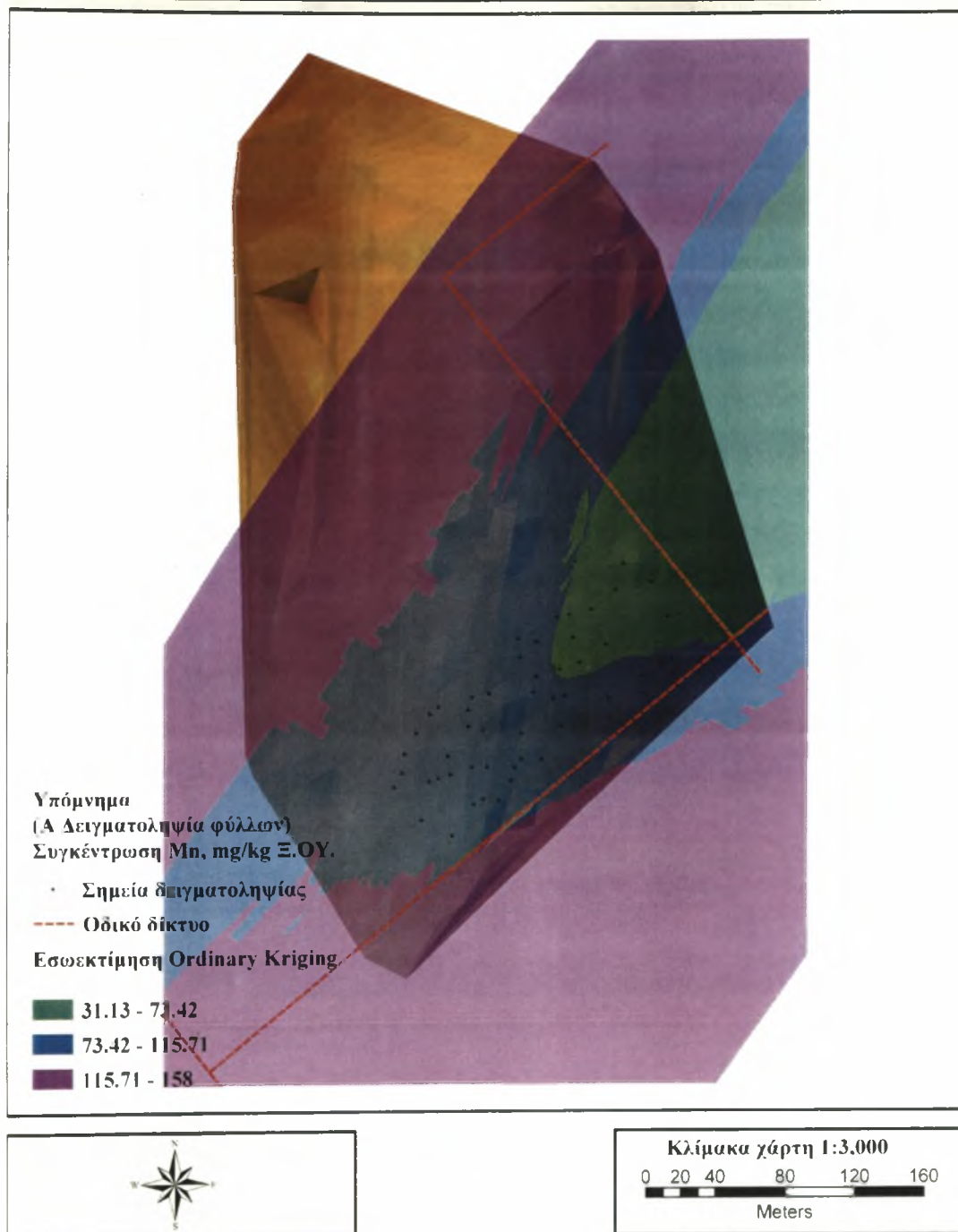
Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας της συγκέντρωσης του Mg
στα φύλλα αμπέλου στην περιοχή μελέτης



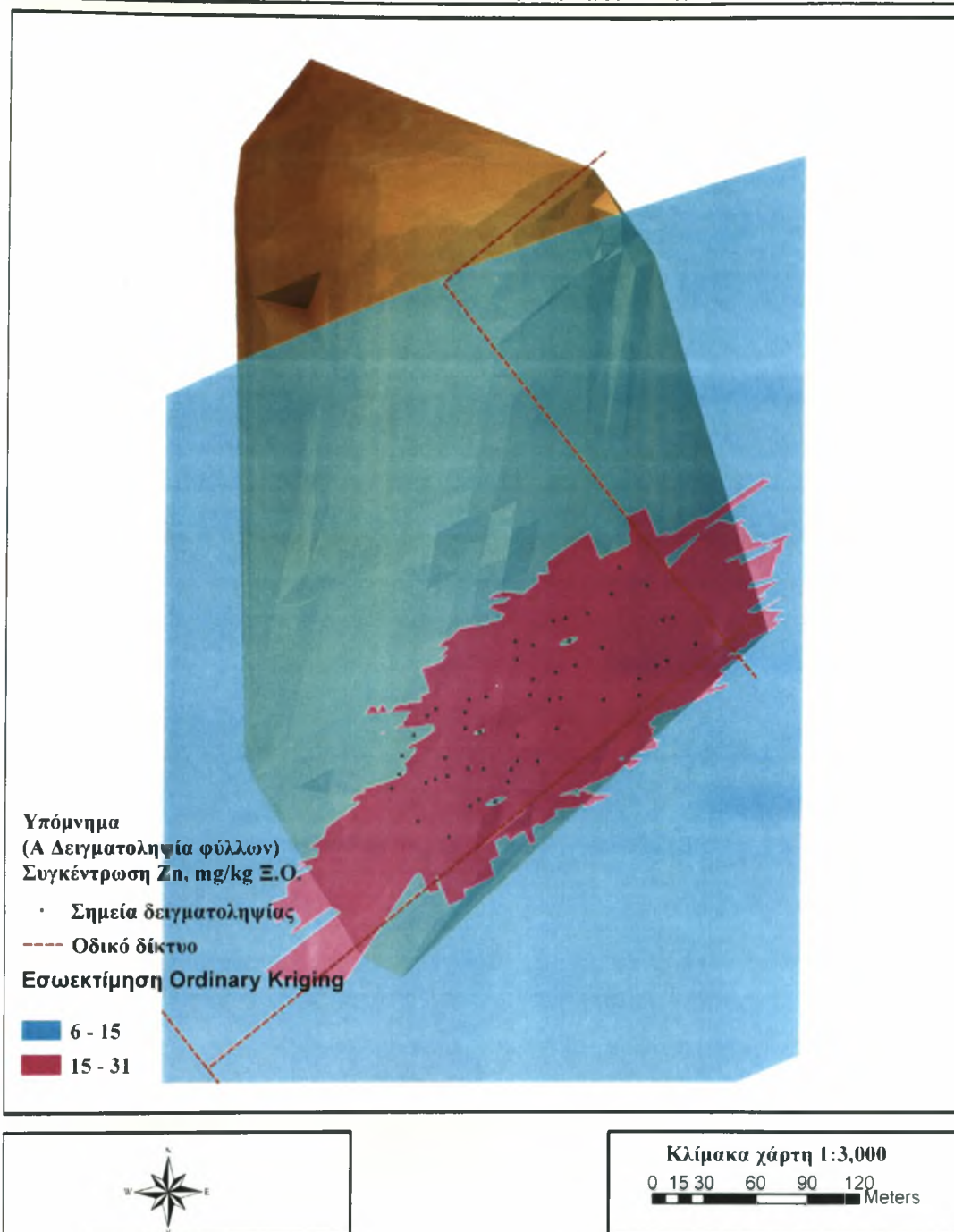
Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας της συγκέντρωσης του Fe
στα φύλλα αμπέλου στην περιοχή μελέτης



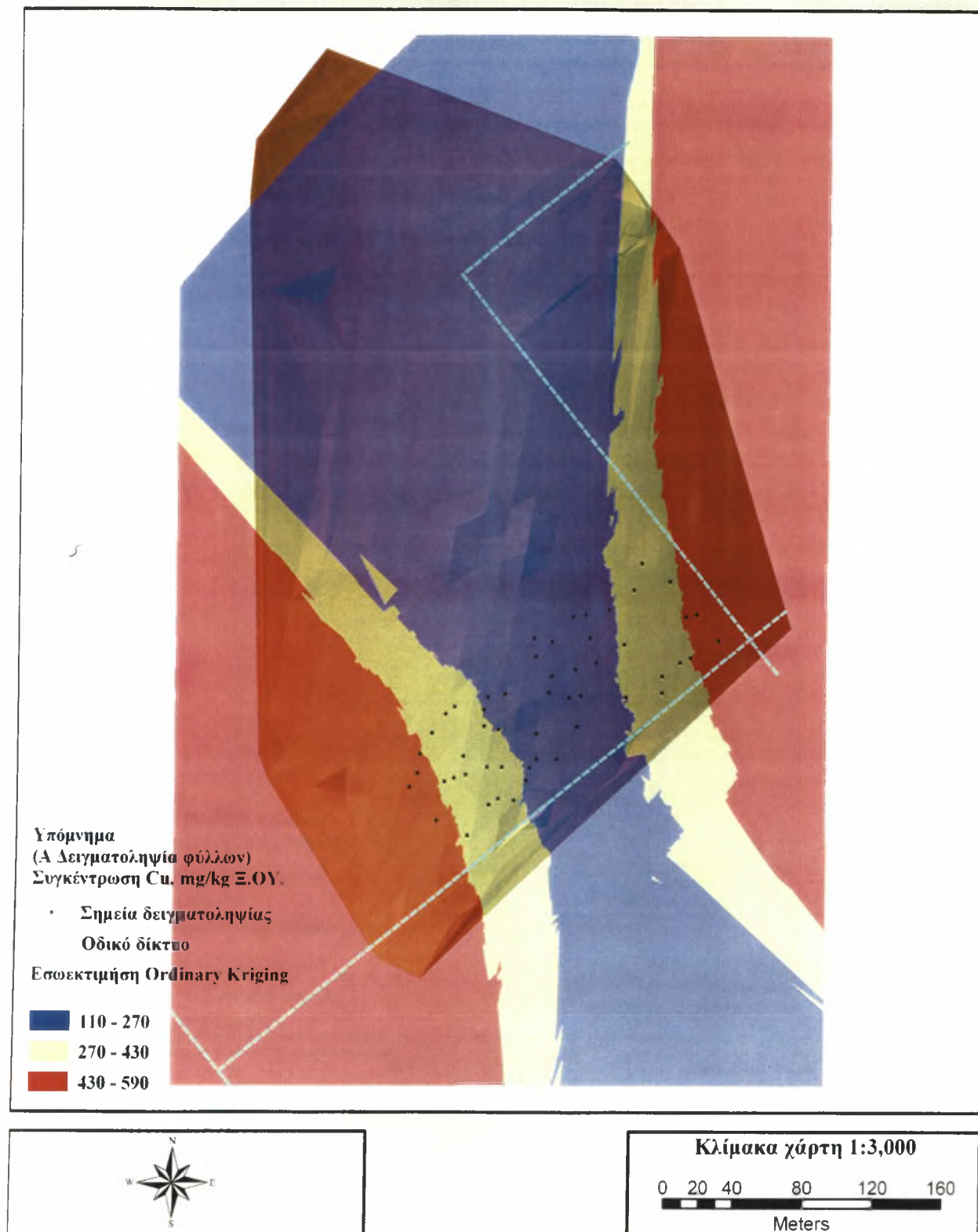
Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας της συγκέντρωσης του Μn
στα φύλλα αμπέλου στην περιοχή μελέτης



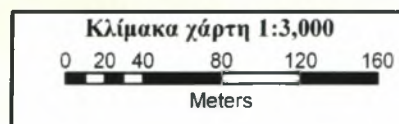
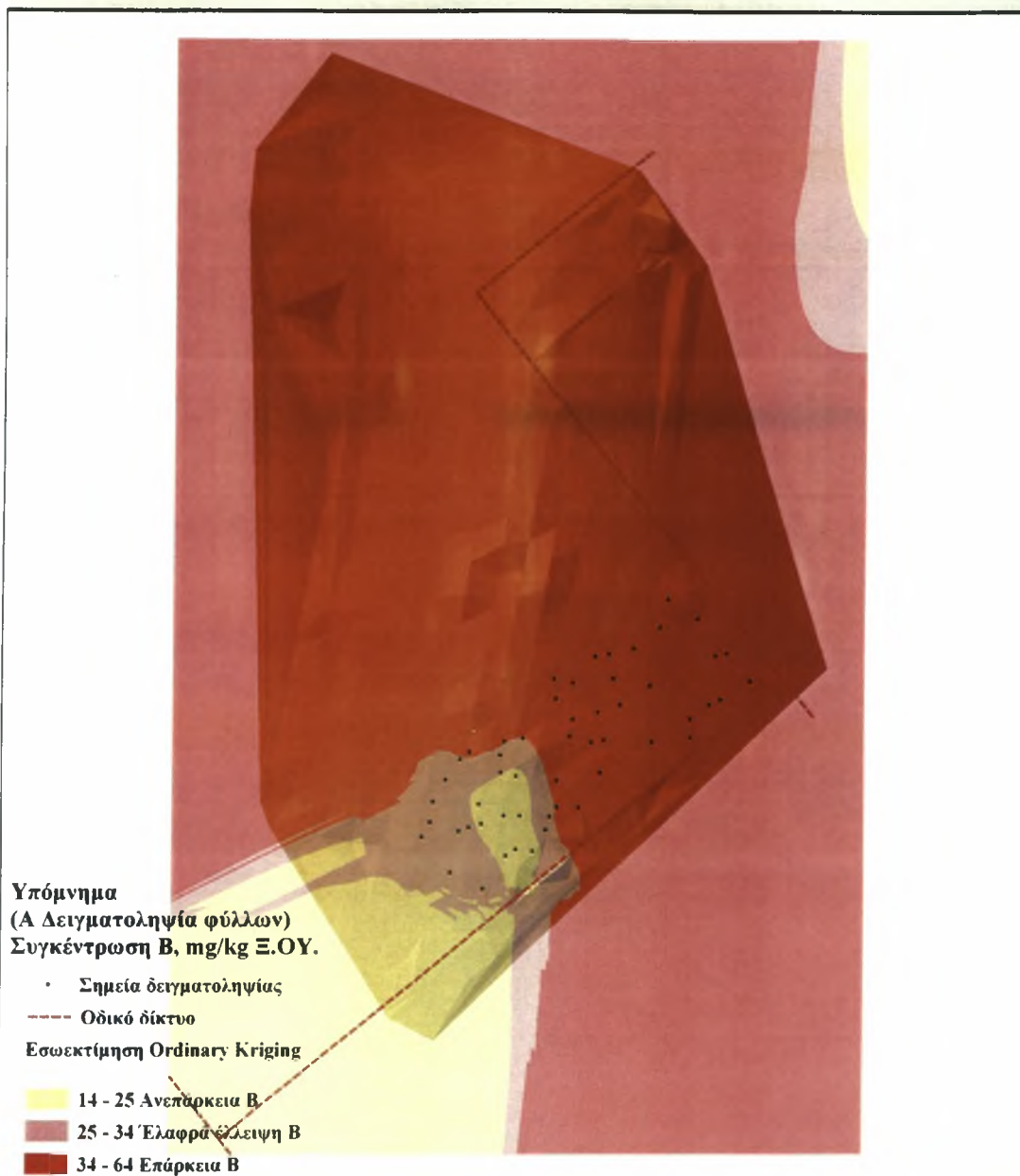
Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας της συγκέντρωσης του Zn
στα φύλλα αμπέλου στην περιοχή μελέτης



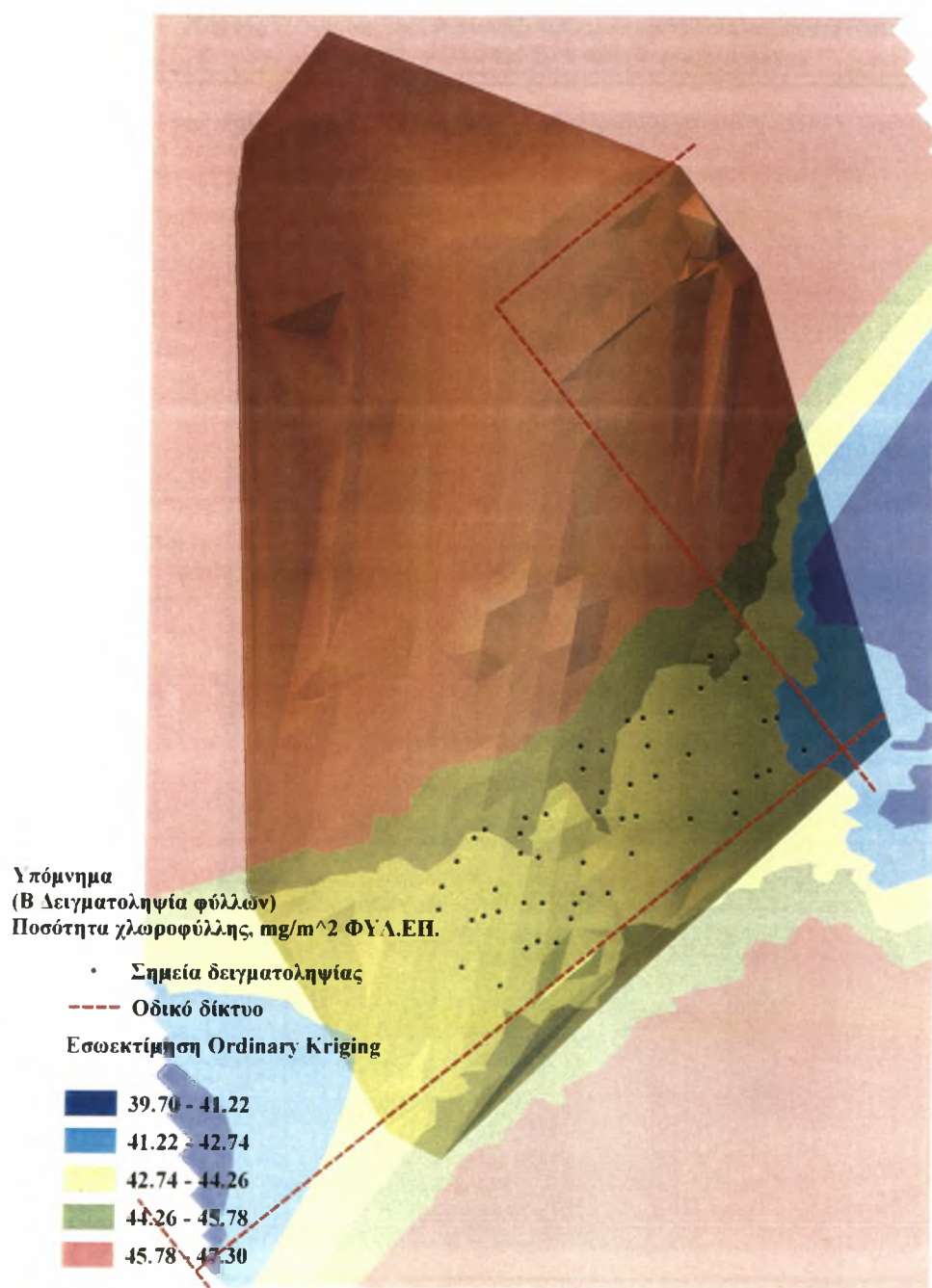
Χάρτης Εκτίμηση της συνεχούς παραλλακτικότητας της συγκέντρωσης του Cu
στα φύλλα αμπέλου στην περιοχή μελέτης



**Χάρτης Εκτίμησης της συνέχους παραλλακτικότητας της συγκέντρωσης του Β
στα φύλλα αμπέλου στην περιοχή μελέτης**



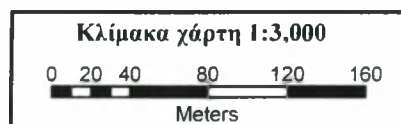
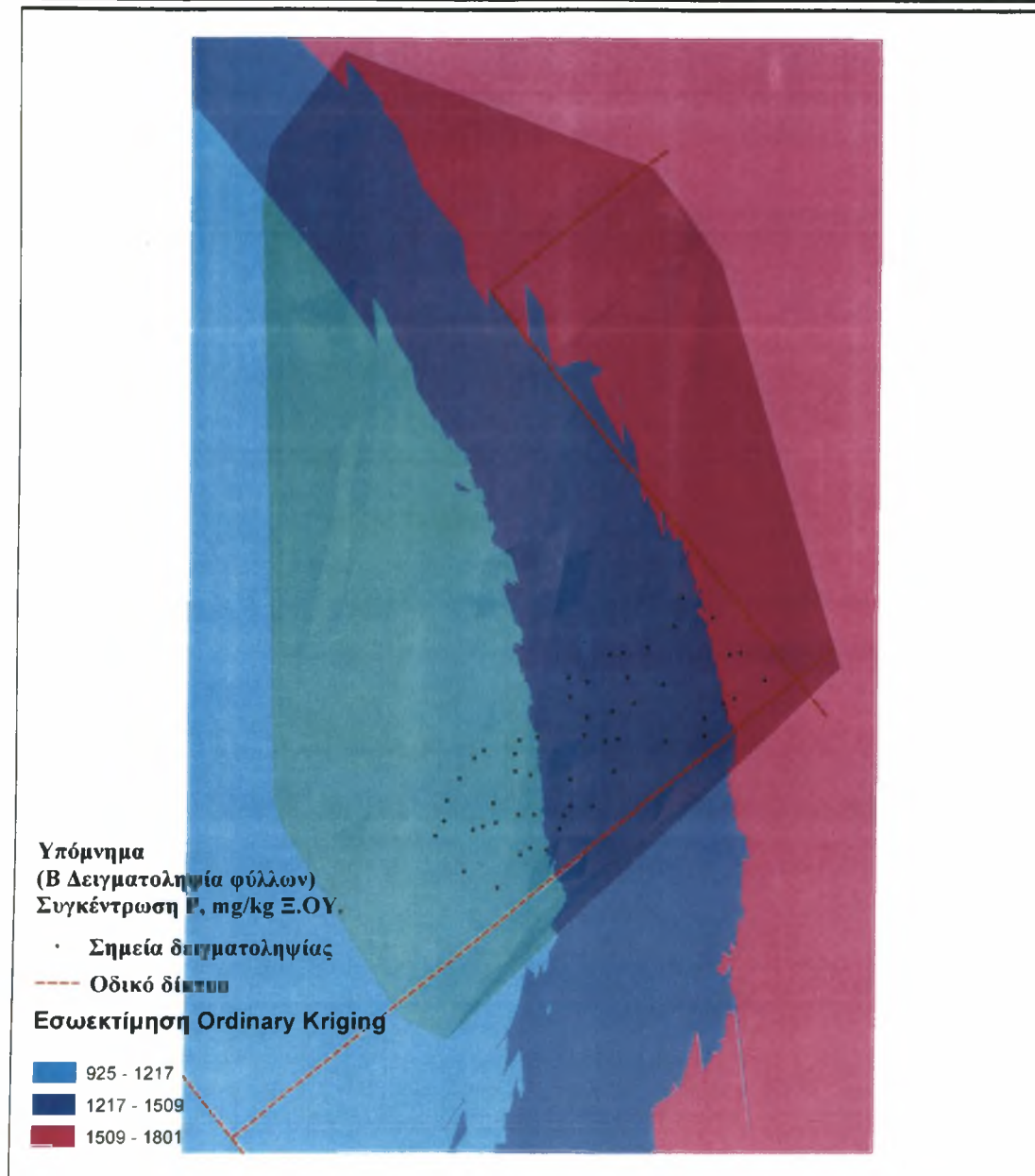
Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας της ποσότητας
της χλωροφύλλης στα φύλλα αμπέλου στην περιοχή μελέτης



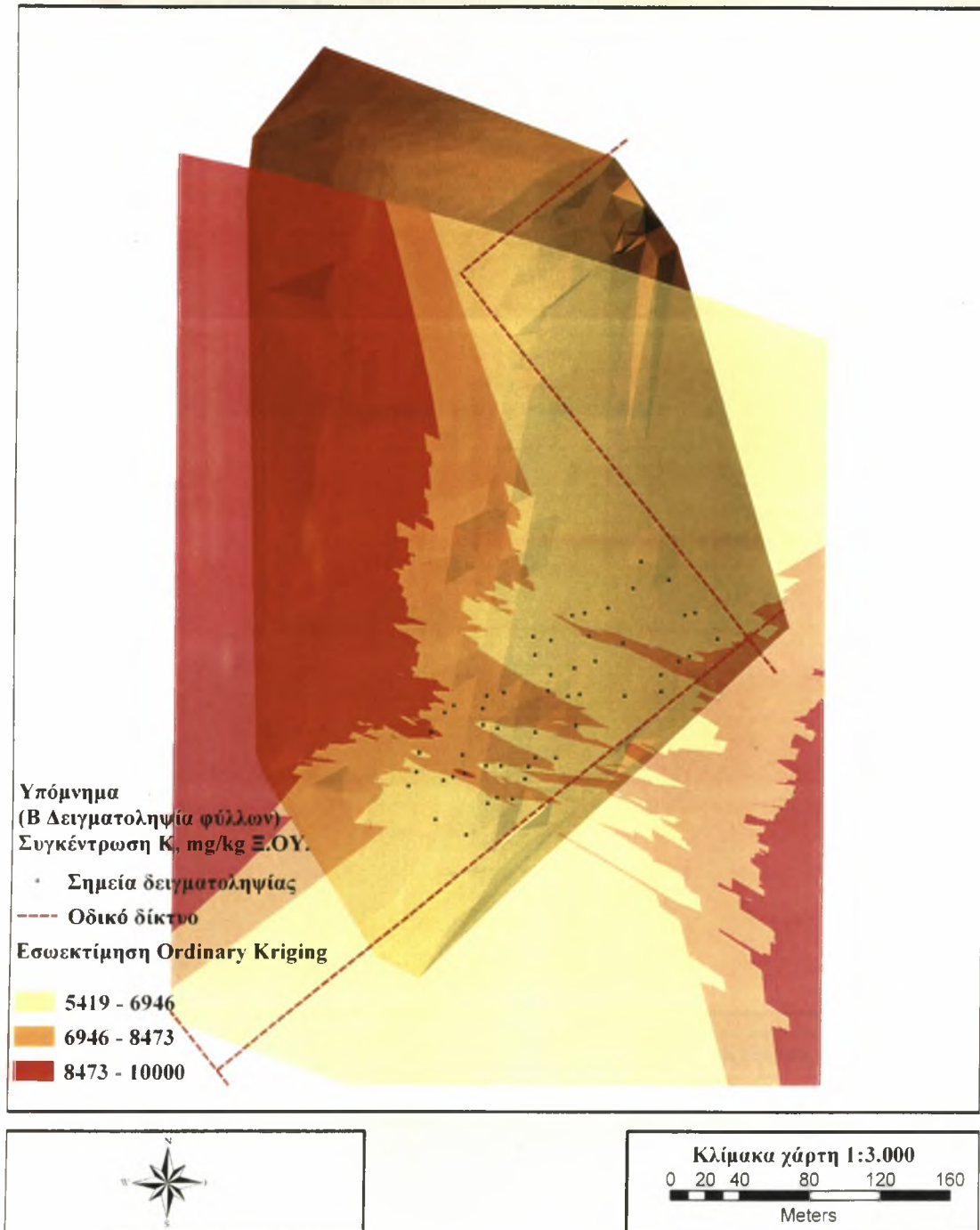
Κλίμακα Χάρτη 1:3,000

0 15 30 60 90 120
Meters

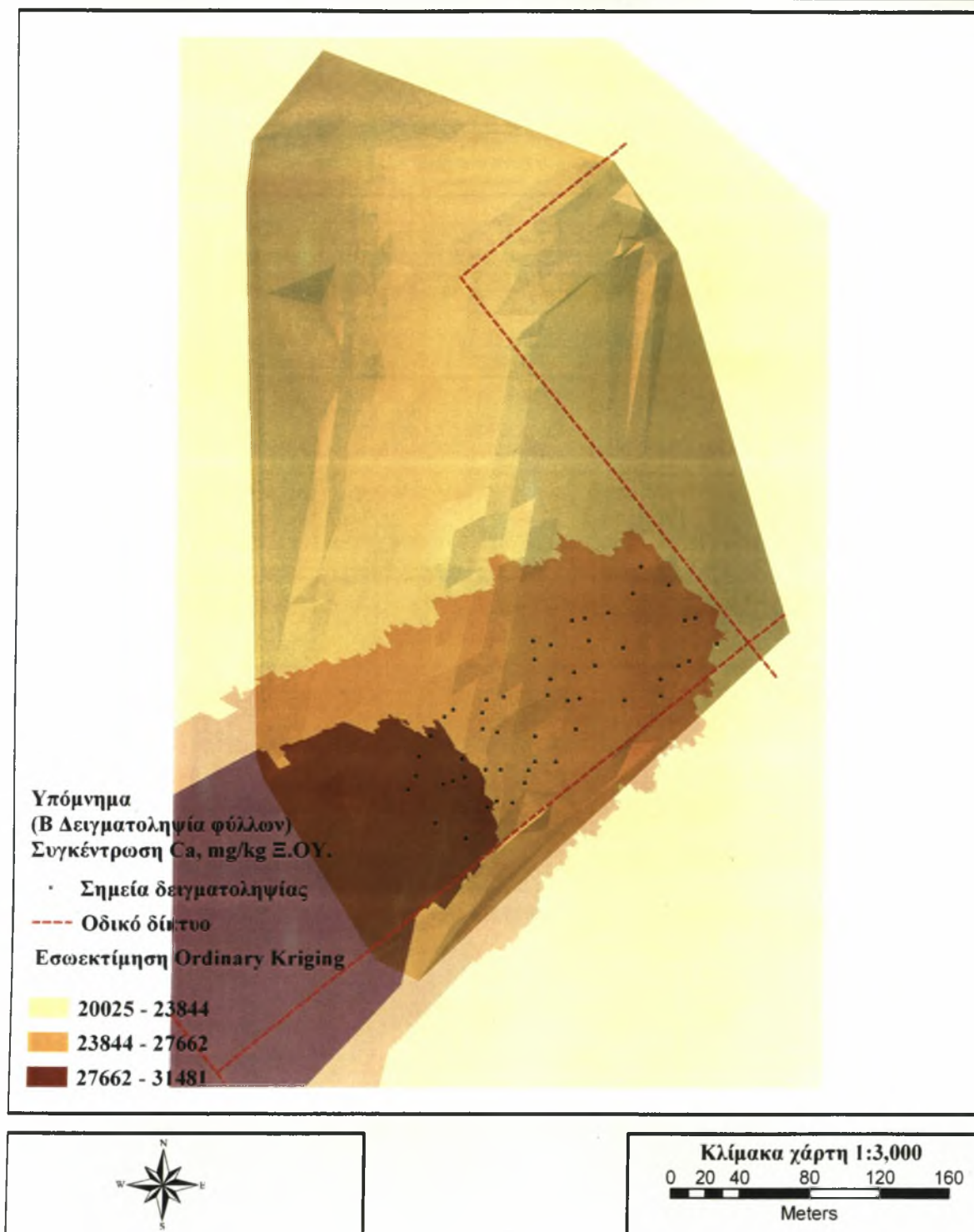
Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας της συγκέντρωσης του P
στα φύλλα αμπέλου στην περιοχή μελέτης



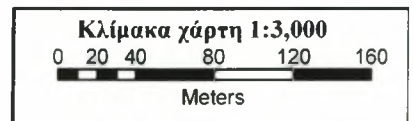
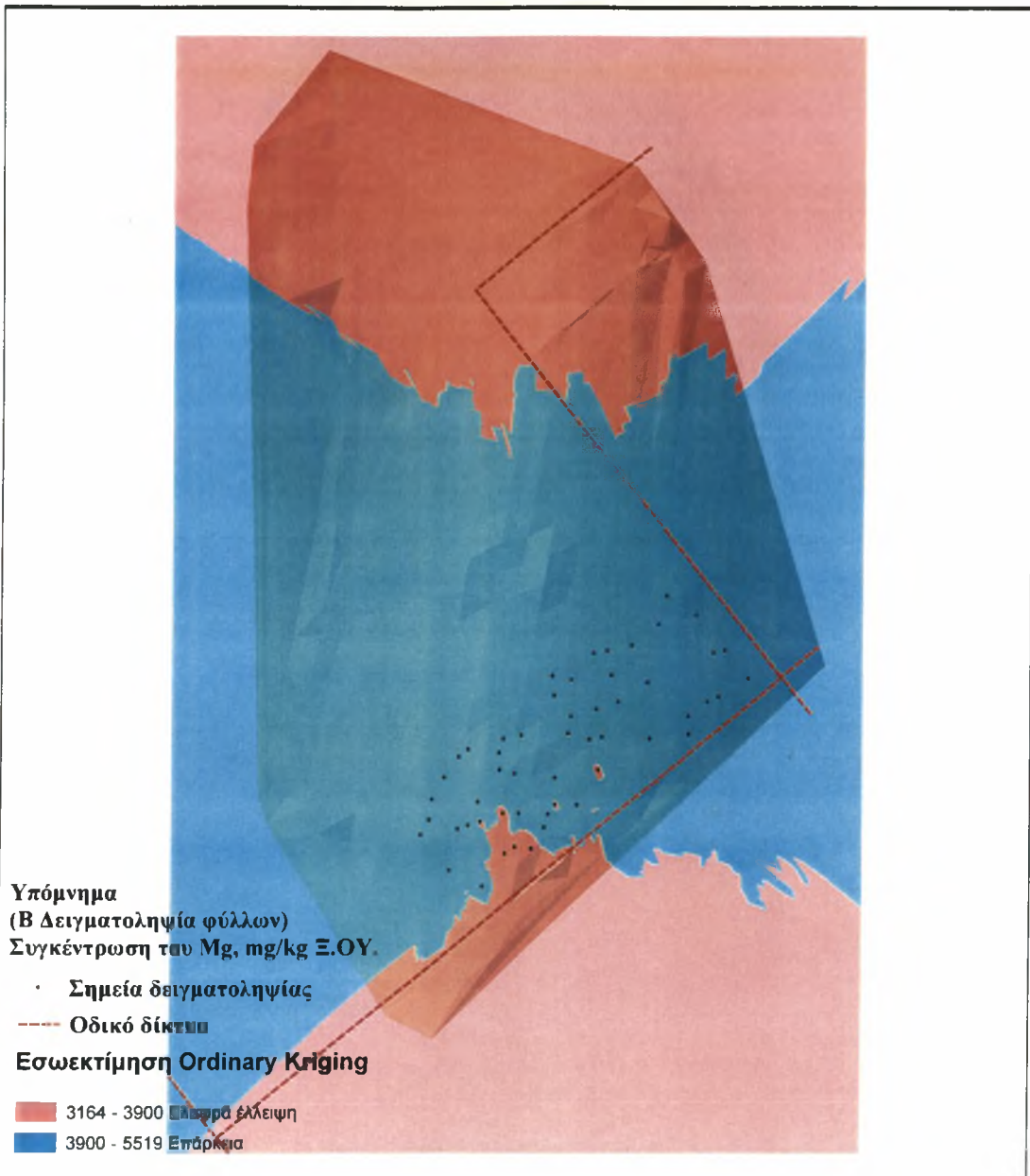
Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας της συγκέντρωσης του Κ,
στα φύλλα αμπέλου στην περιοχή μελέτης



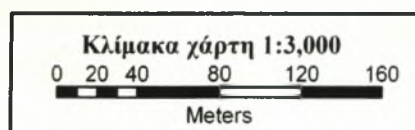
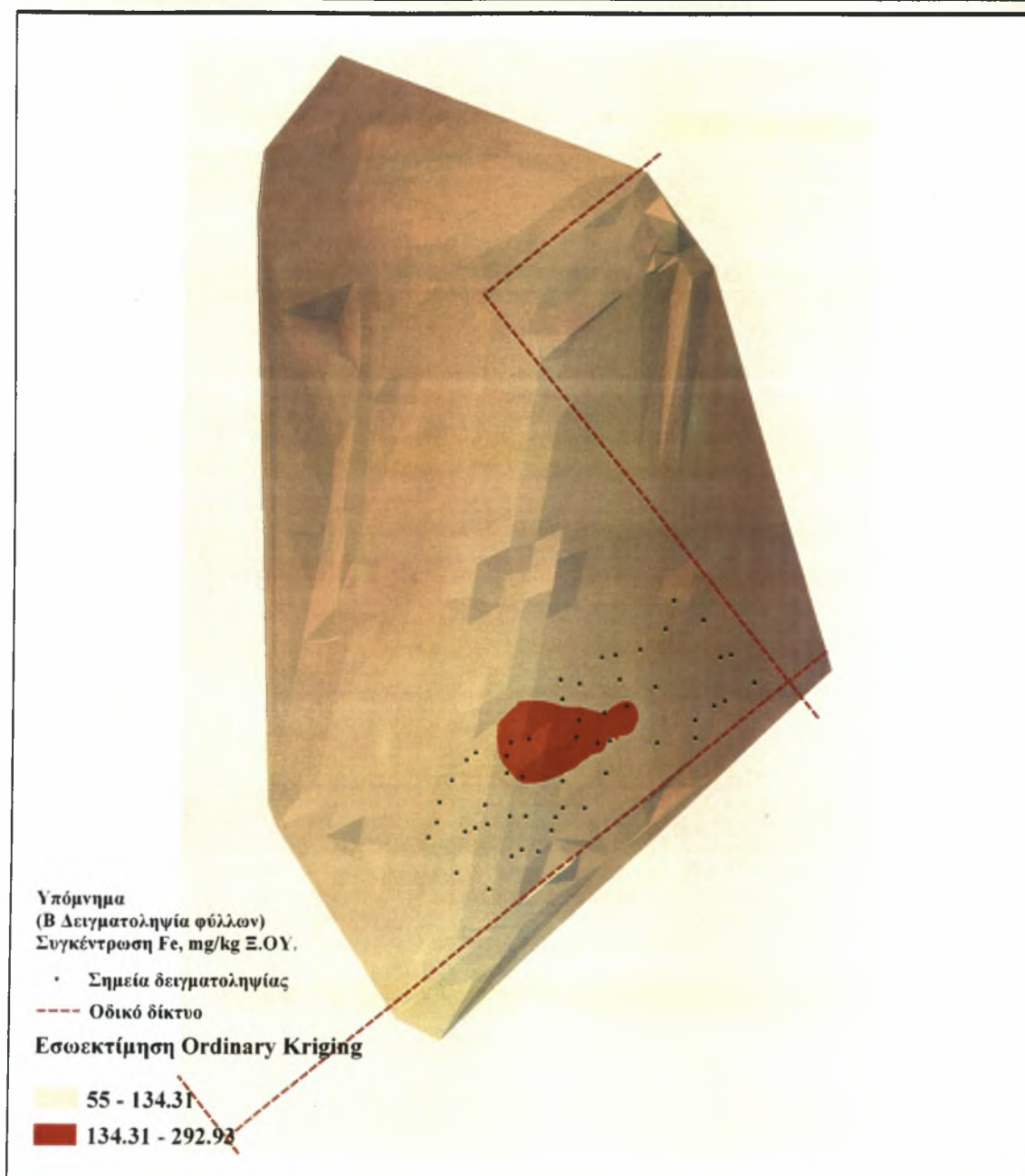
Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας της συγκέντρωσης του Ca
στα φύλλα αμπέλου στην περιοχή μελέτης



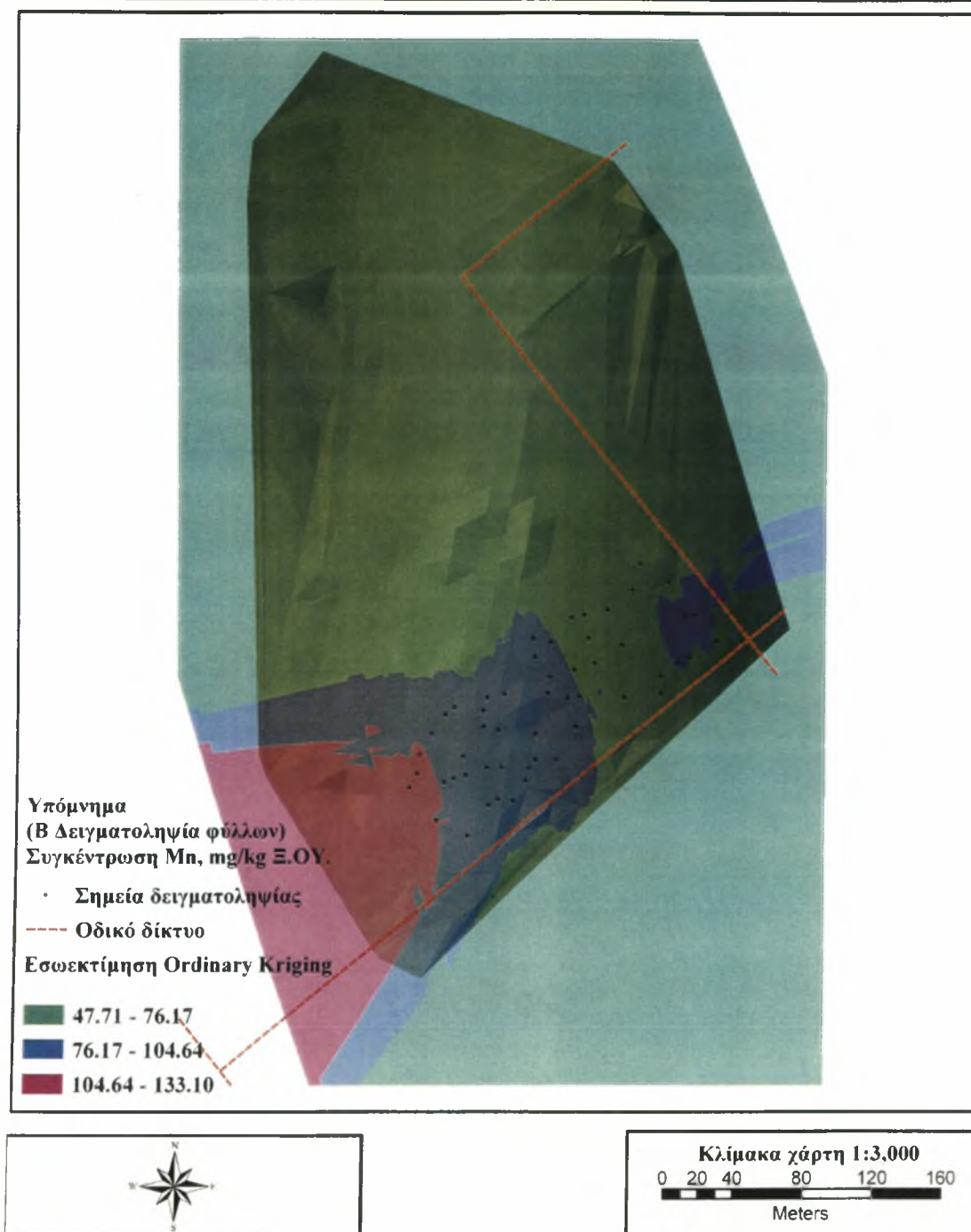
Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας της συγκέντρωσης του Mg
στα φύλλα αμπέλου στην περιοχή μελέτης



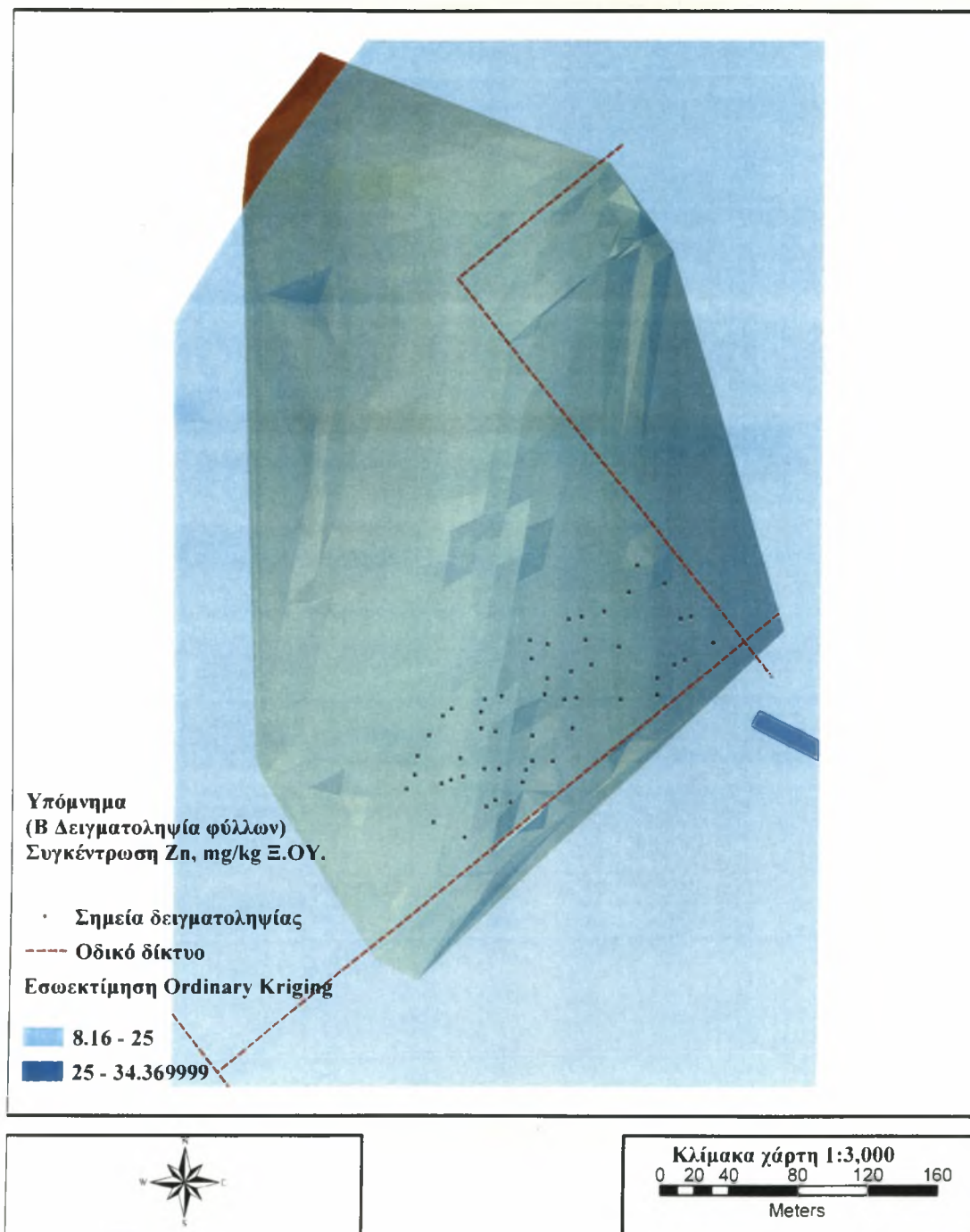
Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας της συγκέντρωσης του Fe
στα φύλλα αμπέλου στην περιοχή μελέτης



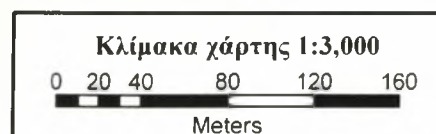
Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας της συγκέντρωσης του Μn
στα φύλλα αμπέλου στην περιοχή μελέτης



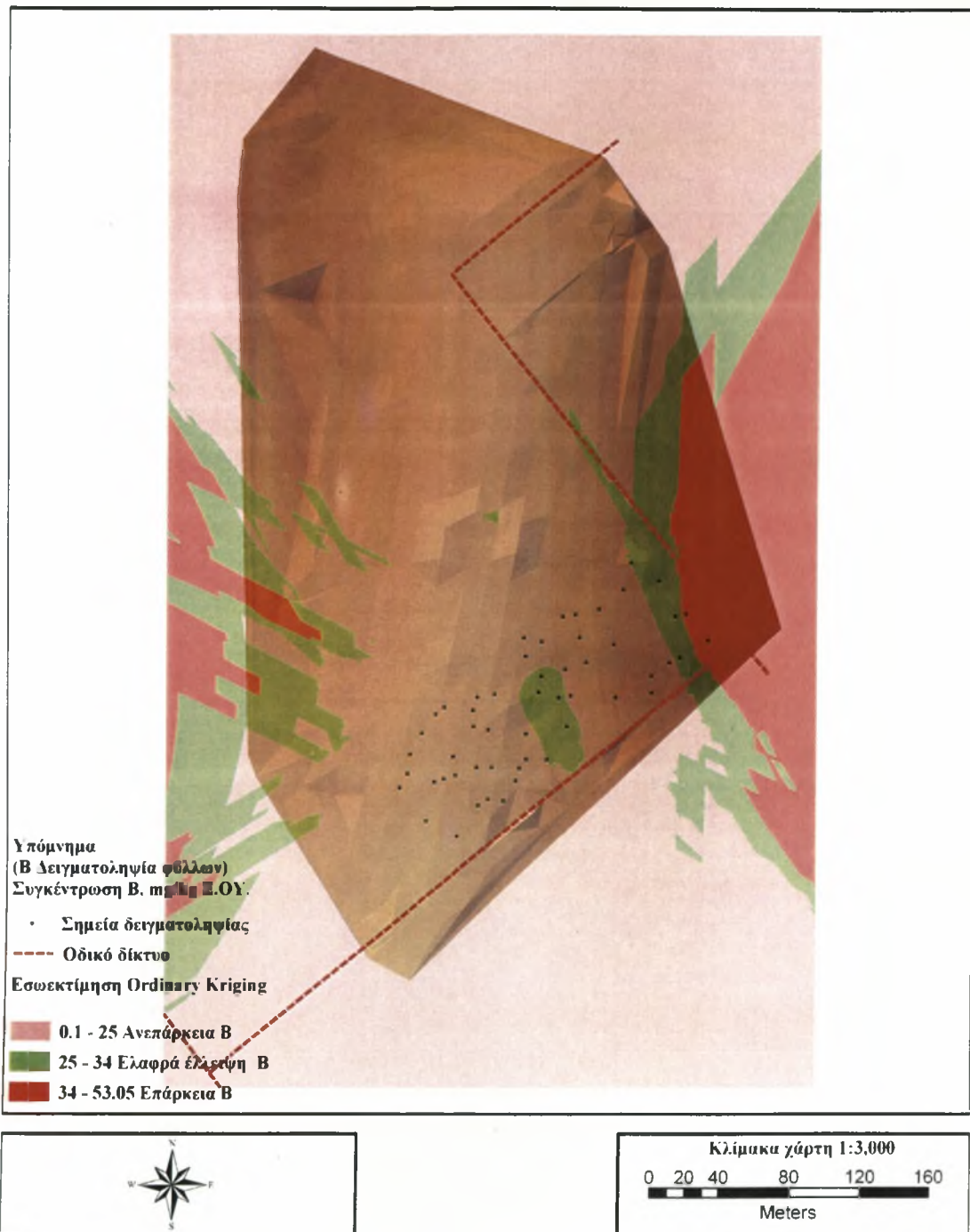
Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας της συγκέντρωσης του Zn
στα φύλλα αμπέλου στην περιοχή μελέτης



Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας της συγκέντρωσης του Cu
στα φύλλα αμπέλου στην περιοχή μελέτης



**Χάρτης Εκτίμησης της συνεχούς παραλλακτικότητας της συγκέντρωσης του Β
στα φύλλα αμπέλου στην περιοχή μελέτης**



Κεφάλαιο 4^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι εδαφικές ιδιότητες μπορεί να παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές ως προς το εύρος της χωρικής τους παραλλακτικότητας. Γι αυτό το λόγο κατατάσσονται, σύμφωνα με την τιμή του C.V. τους, σε αυτές που παρουσιάζουν μικρή, μέτρια και μεγάλη χωρική παραλλακτικότητα (Wollenhaupt *et al.*, 1997).

Το pH, η E.C. και η B.D., στην περιοχή μελέτης παρουσιάζουν μικρή τιμή του C.V. και επομένως μικρή χωρική παραλλακτικότητα. Οι χημικές ιδιότητες του εδάφους, δηλαδή η διαθέσιμη ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων P, Mg, Fe, Mn, Zn και Cu, παρουσιάζουν μεγάλη χωρική παραλλακτικότητα με τιμές C.V. που κυμαίνονται από 26,56 έως 71,24 ενώ μεγάλοι συντελεστές παραλλακτικότητας έχουν αναφερθεί και σε στοιχεία που σχετίζονται με τη γονιμότητα του εδάφους και συγκεκριμένα στο νιτρικό άζωτο, στο κάλιο, στο φώσφορο και στην οργανική ουσία.

Ο εφοδιασμός του εδάφους σε θρεπτικά στοιχεία κρίνεται σε γενικές γραμμές ικανοποιητικός. Σύμφωνα με τις συγκεντρώσεις, των εκχυλίσμων με AB-DTPA, στοιχείων P, Mn και Fe τα εδαφικά δείγματα που μελετήθηκαν παρουσιάζουν μέση έως και υψηλή περιεκτικότητα στα στοιχεία αυτά. Η συγκέντρωση του εκχυλίσμου, με AB-DTPA, Zn στα ίδια εδαφικά δείγματα ήταν χαμηλή, πιθανώς λόγω του μικρού ποσοστού οργανικής ουσίας στο έδαφος, ενώ η συγκέντρωση του εκχυλίσμου, με AB-DTPA, Cu ήταν ιδιαίτερα υψηλή γεγονός που αποδίδεται στους συχνούς ψεκασμούς με χαλκούχα σκευάσματα, που δέχεται η καλλιέργεια.

Αναφορικά με την περιεκτικότητα των φύλλων στα θρεπτικά στοιχεία K, Mn, Zn, Cu και B, οι τιμές του C.V. κυμαίνονται από 22,54 έως 37,65 κατά την πρώτη δειγματοληψία φύλλων που πραγματοποιήθηκε, ενώ τα στοιχεία, P, Ca, Mg και Fe παρουσιάζουν μικρές τιμές παραλλακτικότητας. Κατά τη δεύτερη δειγματοληψία φύλλων τα θρεπτικά στοιχεία Fe, Mn, Cu, και B παρουσίασαν υψηλές τιμές του C.V. οι οποίες κυμάνθηκαν από 23,85 έως 62,67. Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι και στις δύο δειγματοληψίες η συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φύλλα παρουσίασε μικρή τιμή του C.V.

Το επίπεδο θρεπτικής κατάστασης της καλλιέργειας σύμφωνα με τη συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα αμπέλου, κρίνεται ως ανεπαρκές για το σύνολο

των δειγμάτων όσο αφορά στα στοιχεία P και K και στις δύο δειγματοληψίες φύλλων που πραγματοποιήθηκαν, που πιθανώς οφείλεται στο ότι ο βιολογικός αμπελώνας δεν δέχεται λιπάνσεις καθώς και στις ενώσεις που δημιουργούνται μεταξύ του P και του Ca στο έδαφος.

Οι συγκεντρώσεις του Ca και του Cu στα φύλλα αμπέλου, ήταν υψηλές και στις δύο δειγματοληψίες φύλλων που πραγματοποιήθηκαν. Η μεγάλη περιεκτικότητα του εδάφους σε CaCO_3 καθώς και οι συχνοί ψεκασμοί με χαλκούχα σκευάσματα για λόγους φυτοπροστασίας, που δέχθηκε η καλλιέργεια, πιθανόν να εξηγούν την υψηλή συγκέντρωση των στοιχείων Ca και Cu αντίστοιχα.

Οι υψηλές συγκεντρώσεις των στοιχείων Fe και Mn στο έδαφος πιθανώς δικαιολογούν και τις υψηλές συγκεντρώσεις των στοιχείων αυτών στα φύλλα και για τις δύο δειγματοληψίες.

Κρίνεται αναγκαία λόγω της χωρικής παραλλακτικότητας που εμφανίζεται στο συγκεκριμένο αμπελώνα δειγματοληψίας, η εφαρμογή της Γεωργίας Ακριβείας σε αυτόν, προκειμένου να αντιμετωπιστούν με επιτυχία οι ποικίλες ανάγκες που παρουσιάζονται στις διάφορες θέσεις του.

Βιβλιογραφία

α) Ελληνική

- Βουδούρη-Τσουκαλά, Μ. και Μ. Σαλάχα-Μουτσοπούλου, 1992. Ο όξινος χαρακτήρας της ποικιλίας Ξινόμαυρο. *Πρακτικά 1^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου Οινολογίας*. Σελ.17-43.
- Δεσύλλας, Μ. Γ., 1997. Βιολογική καλλιέργεια αμπελιού. *Γεωργική Τεχνολογία* Ετήσια Έκδοση, Σεπτέμβριος 1997, σελ. 64-67. Αφιέρωμα : Βιολογική Γεωργία '97.
- Ζαμπέκας, Π. Δ., 2003. Μεταπτυχιακή Διατριβή: Χρήση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στην εκτίμηση της γονιμότητας των εδαφών στα πλαίσια της Γεωργίας Ακριβείας. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών.
- Θεοχαρόπουλος, Σ. Π., 1999. Σημειώσεις από τις παραδόσεις του μαθήματος, Γένεση, Ταξινόμηση και Χαρτογράφηση Εδαφών. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- Λαναρίδης, Π. και Μ. Βουδούρη-Τσουκαλά, 1992. Εδάφη με υψηλό ανθρακικό ασβέστιο. Επιπτώσεις επί των οινικών χαρακτήρων του Ξινόμαυρου. *Πρακτικά 1^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου Οινολογίας*. Σελ.99-112.
- Μήτσιος, Ι.Κ., 2000. Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός χάρτης του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην Περιοχή του Βελεστίνου. Εκδόσεις Zymel, Αθήνα 2000.
- Μήτσιος, Ι. Κ., 1999. Εδαφολογία. Εκδόσεις Zymel, Αθήνα 1999.
- Μήτσιος, Ι.Κ., 2003. Γονιμότητα Εδαφών. Θρεπτικά στοιχεία φυτών (μακροθρεπτικά, μικροθρεπτικά) και Βαρέα Μέταλλα. Μέθοδοι και εφαρμογές. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος 2003.
- Νικολάου, Ν. Α., 1999. Οι ανάγκες της αμπέλου σε μακροστοιχεία και λιπάνσεις. *Πρακτικά Επιστημονικής Διημερίδας <<Θρέψη-Λίπανση-Περιβάλλον>>*. Σελ. 161-170.
- Παπανικολάου, Ν., 2002. Προσδιορισμός μετάλλων σε περιβαλλοντικά δείγματα με φασματομετρία ατομικής εκπομπής με επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-AES). Πτυχιακή Διατριβή : Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Χημείας.
- Ρουμπελάκη-Αγγελάκη, Κ. Α., 1998. Η αμπελουργία στην Κρήτη. Προβλήματα και

- προοπτικές. Έκδοση ΓΕΩ.Τ.Ε.Ε., Παράρτημα Κρήτης, Ηράκλειο 1998.
- Ρούμπος, Ι., 1996. Σύγχρονη αμπελουργία. Βιολογική και Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των εχθρών και ασθενειών της αμπέλου. Εκδόσεις Ώρες, Βόλος 1996.
- Σταματιάδης, Σ., Χ. Τσαντήλας, J. S. Schepers, Β. Σαμαράς, Κ. Χριστοφίδη και Μ. Αστρίδου, 2002. Η σχέση πολυφασματικών αισθητήρων με τις ιδιότητες των φυτών και του εδάφους σε μια καλλιέργεια βάμβακος. *Πρακτικά 9^{ου} Πανελλήνιου Εδαφολογικού Συνεδρίου*. Σελ. 415-428.
- Σταύρακας, Δ. Ε., 1997. Μαθήματα Γενικής Αμπελουργίας. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος 1997.
- Σταύρακας, Δ. Ε., 1997. Μαθήματα Αμπελογραφίας. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος 1997.
- Τσούτσουρας, Ε. και Ε. Μπένα-Τζούρου, 1992. Άρδευση αμπελώνα και φορτίο πρέμνων. Επιπτώσεις επί της χημικής και γευστικής οξύτητας οίνων της ποικιλίας Ξινόμαυρο. *Πρακτικά 1^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου Οινολογίας*. Σελ. 67-82.
- Φουντάς, Σ., 2000. Απόψεις Βρετανών γεωργών για τη συμβολή του precision farming στη διαχείριση καλλιεργειών. *Πρακτικά 2^{ου} Εθνικού Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής*. Σελ. 535-541.

β) Ξένη

- Agazzi, A. and C. Pirola, 2000. Fundamentals, methods and future trends of environmental sample preparation. *Microchemical Journal*. 67 : 337-341.
- Anonymous, 2002. in www.ascscientific.com.
- Anonymous, 2002. in www.marfor.ca.
- Anonymous, 2002. in www.Oakfield Apparatus, Inc.
- Arnold, R.W. and L.P. Wilding, 1991. The Need to Quantify Spatial Variability. pp. 1-8. *In Spatial Variabilities of Soil and Landforms*. SSSA Spec. Publ.28. SSSA, Madison, WI.
- Bettinelli, M., G. M. Beone, S. Spezia and C. Baffi, 2000. Determination of heavy metals in soils and sediments by microwave-assisted digestion and inductively coupled plasma optical emission spectrometry analysis. *Analytica Chimica Acta*. 424 : 289-296.
- Biala, J., 2000. The use of recycled organics composts in viticulture-a review of the

- International literature and experience. Report commissioned by the Federal Ministry for the Environment, Canberra.
- Boardmann, N. K., 1975. Trace Elements in Photosynthesis, in Trace Elements in Soil-Plant Animal Systems. Nicholas, P. J. D. and Egan, A. R. eds. Academic Press. New York. pp 119.
- Brown, S. L., R. L. Chaney, J. S. Angle and A. J. Baker, 1995. Zinc and Cadmium uptake by Hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens* grown in nutrient solution. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59 : 125-133.
- Burrough, P. A., 1986. Principles of geographical information systems for land resources assessment. Clarendon Press, Oxford.
- CEM Corporation, Microwave Accelerated Reaction System, Operation Manual, 1999.
- Cooke. G. W., 1979. Priorities for British soil science. *Journal of Soil Science.* 30 : 187-213.
- Cottenie, A., M. Verloo, L. Kiekens and G. Velghe, 1982. In *Biological and Analytical Aspects of Soil Pollution*. Ed. Cottenie. A State University of Cent.
- Cox, F. R., 1968. Development of a Yield Response Prediction and Manganese Soil Test Interpretation for Soybeans. *Agron. J.* 60 : 521-524.
- Dick, R. P., D. R. Thomas and J.J. Halvorson, 1996. Standardized methods, Sampling and Sample pretreatment. pp 107-120. In *Methods for assessing soil quality*. SSSA Spec. Publ.49. SSSA, Madison, WI.
- Follet, R. H. and W. L. Lindsay, 1971. Changes in DTPA-extractable Zinc, Iron, Manganese and Copper in Soils following fertilization. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 35 : 600-602.
- Galani-Nikolakaki, S, N. Kalithrakas-Kontos and A.A. Katsanos, 2002. Trace elements analysis of Cretan wines and wine products. *The Science of the Total environment.* 285 : 155-163.
- Hammer, D. R., J. H. Astroth, G. S. Henderson and F. J. Young, 1991. pp 243-269. In *Spatial Variabilities of Soil and Landforms*. SSSA Spec. Publ.28. SSSA, Madison, WI.
- Hani, H. and S. Gupta, 1983., in *Environmental Effects of Organic and Inorganic Contaminants in Sewage Sludge*. Eds. Davis, R. D., Hucker, G. and L' Hermite. P. Reidel. Dordecht. pp 121.

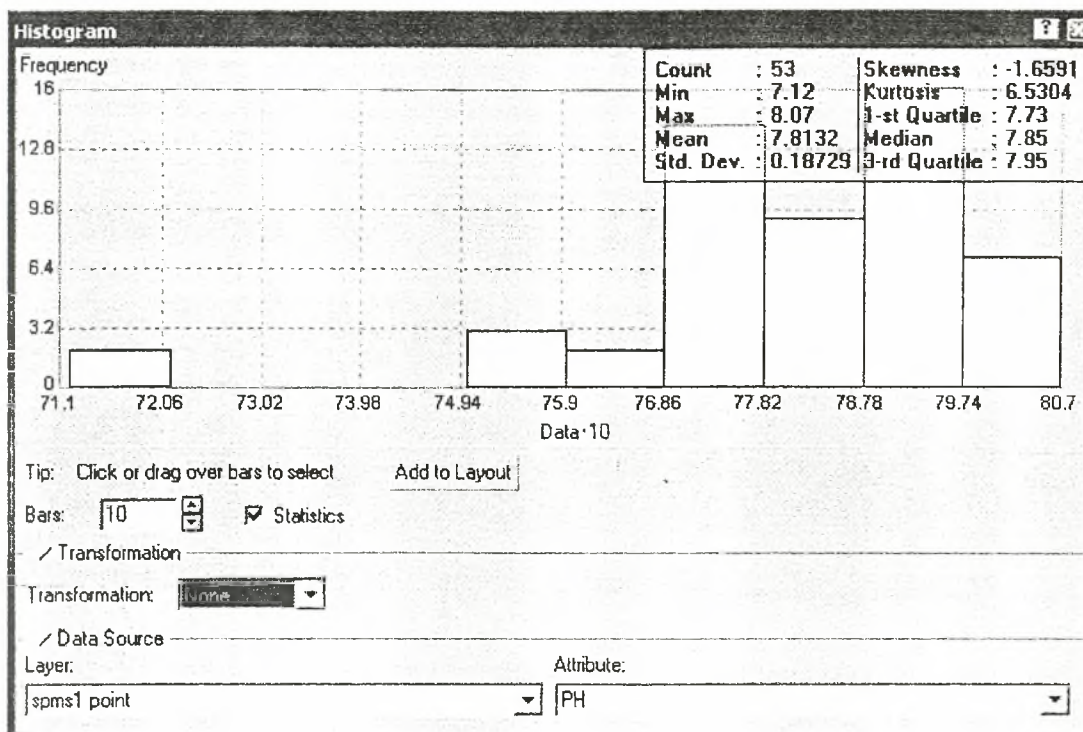
- Holmes, R. S., 1943. Copper and Zinc Content of Certain United States Soils. *Soil Sci.* 56: 359-370.
- Ibekwe, A. M., J. S. Angle, R. L. Chaney and P. Van Berkum, 1998. Zinc and Cadmium effects on Rhizobia and White Clover using chelator-buffered nutrient solution. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 62 : 204-211.
- Krugh, B., L. Bickham and D. Miles, 2000. The solid-state chlorophyll meter : a novel instrument for rapidly and accurately determining the chlorophyll concentrations in seedling leaves. University of Missouri and USDA-ARS.
- Lamb, D. W., 2002. The use of Remote Sensing Technologies for the Grape and Wine Industry. pp 52. In *Abstracts of OECD Workshop «Remote Sensing for Agriculture and the Environment»*.
- Lindsay, W. L. and W. A. Norvell, 1978. Development of a DTPA test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42 : 421-428.
- McLean, E. O., 1982. Soil pH and Lime Requirements, In *Methods of Soil Analysis Part II-Chemical and Microbiological Properties*; Page, A.L., Miller, H.R., Keeney, R.D. Eds., American Society of Agronomy, Inc. Soil Science of America, Inc.:Madison. Wisconsin USA, 1982;200-223.
- McKenzie, R. M., 1977. *Manganese Oxides and Hydroxides*, in minerals in Soil environment. Dixon, J. B. and Weed, S. B., eds. Soil Science Society of America. Madison. Wis. pp 181.
- Mengel, K. and C.A. Kirkby, 1978. Principles of Plant Nutrition. *International Potash Institute*. 2nd Edition. Worblaufen-Bern.
- Mulla, D. J. and J. S. Shepers. 1997. Key Processes and Properties for Site-Specific Soil and Crop Management. pp 1-17. In *The State of Site-Specific Management for Agriculture*. ASA-CSSA-SSSA. Madison, WI.
- National Library of Australia Cataloguing –in- Publication entry 1997. Plant analysis : an interpretation manual. CSIRO Publishing. Collingwood, Australia.
- Nelson, J. L., L. C. Boawn and F. G. Viets, 1959. A method for assessing Zinc status of soils using acid-extractable zinc and titratable alkalinity values. *Soil Sci.* 88: 275-283.
- Olsen, S. R., C. V. Cole, F. S. Watanabe and L. A. Dean. 1954. *Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate*. USDA. Circular Number 939. U.S. Government printing Office, Washington, D.C.
- Olson, R. V., 1965. Iron., in Black, C.A. et al. eds. *Methods of Soil Analysis Part 2*.

- Holmes, R. S., 1943. Copper and Zinc Content of Certain United States Soils. *Soil Sci.* 56: 359-370.
- Ibekwe, A. M., J. S. Angle, R. L. Chaney and P. Van Berkum, 1998. Zinc and Cadmium effects on Rhizobia and White Clover using chelator-buffered nutrient solution. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 62 : 204-211.
- Krugh, B., L. Bickham and D. Miles, 2000. The solid-state chlorophyll meter : a novel instrument for rapidly and accurately determining the chlorophyll concentrations in seedling leaves. University of Missouri and USDA-ARS.
- Lamb, D. W., 2002. The use of Remote Sensing Technologies for the Grape and Wine Industry. pp 52. *In Abstracts of OECD Workshop «Remote Sensing for Agriculture and the Environment».*
- Lindsay, W. L. and W. A. Norvell, 1978. Development of a DTPA test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42 : 421-428.
- McLean, E. O., 1982. Soil pH and Lime Requirements, *In Methods of Soil Analysis Part II-Chemical and Microbiological Properties*; Page, A.L., Miller, H.R., Keeney, R.D. Eds., American Society of Agronomy, Inc. Soil Science of America, Inc.:Madison. Wisconsin USA, 1982;200-223.
- McKenzie, R. M., 1977. *Manganese Oxides and Hydroxides*, in minerals in Soil environment. Dixon, J. B. and Weed, S. B., eds. Soil Science Society of America. Madison. Wis. pp 181.
- Mengel, K. and C.A. Kirkby. 1978. Principles of Plant Nutrition. *International Potash Institute*. 2nd Edition. Worblaufen-Bern.
- Mulla, D. J. and J. S. Shepers. 1997. Key Processes and Properties for Site-Specific Soil and Crop Management. pp 1-17. *In The State of Site-Specific Management for Agriculture*. ASA-CSSA-SSSA. Madison, WI.
- National Library of Australia Cataloguing –in- Publication entry 1997. Plant analysis : an interpretation manual. CSIRO Publishing. Collingwood, Australia.
- Nelson, J. L., L. C. Boawn and F. G. Viets, 1959. A method for assessing Zinc status of soils using acid-extractable zinc and titratable alkalinity values. *Soil Sci.* 88: 275-283.
- Olsen, S. R., C. V. Cole, F. S. Watanabe and L. A. Dean. 1954. *Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate*. USDA. Circular Number 939. U.S. Government printing Office, Washington, D.C.
- Olson, R. V., 1965. Iron., in Black, C.A. et al. eds. *Methods of Soil Analysis Part 2*.

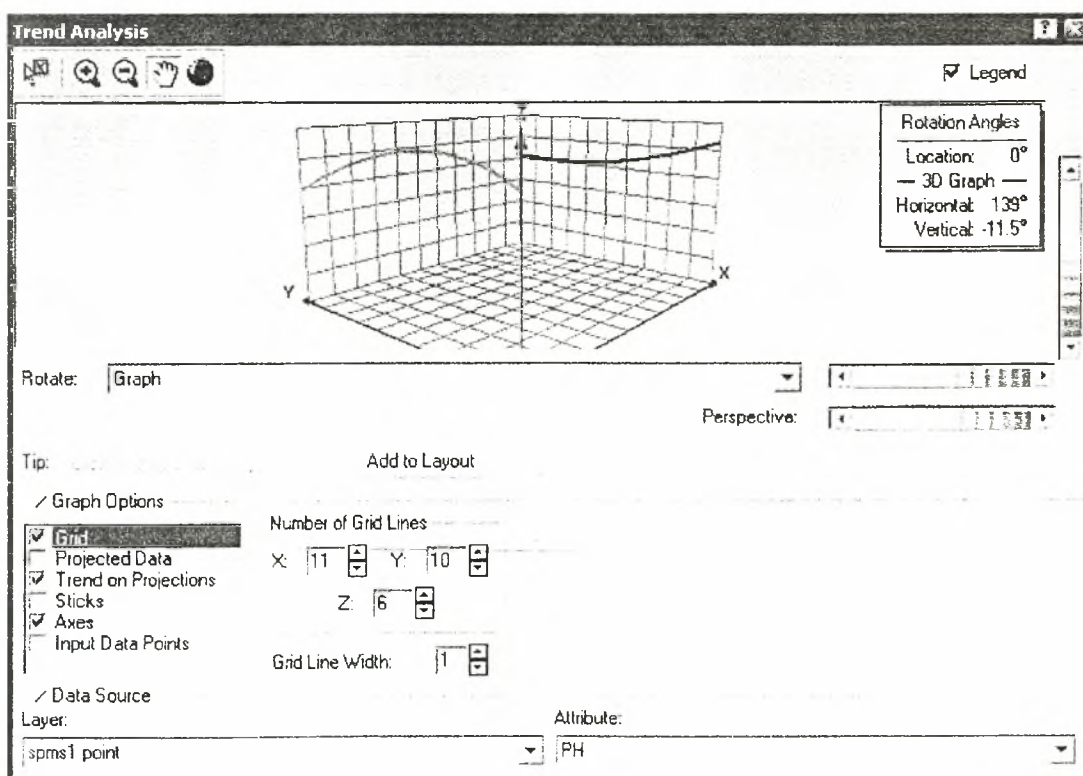
- Agronomy 9: 966-967. *Am. Soc. Of Agron.* Madison. Wis.
- Ommen, O.E., A. Donnelly, S. Vanhoutvin, M. van Oijen and R. Manderscheid, 1999. Chlorophyll content of spring wheat flag leaves grown under elevated CO₂ concentrations and other environmental stresses within the 'ESPACE-wheat' project. *European Journal of Agronomy*. 10:197-203.
- Peterson, D. L. and L. F. Johnson, 2000. The application of earth science findings to the practical problems of growing winegrapes. *Geographic Information Sciences*. 6: 181-187.
- Peterson, G. W., R. L. Day, C. T. Antony, J. Pollack and J. M. Russo, 1993. Importance of Spatial Variability in Agricultural Decision Support Systems. pp 167-179. In *Proceedings of First Workshop «Soil Specific Crop Management»*. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI.
- Raulin, J., 1863. Etudes Chimiques sur la Vegetation des Mucedinees Particulierement de l' Ascophora Nigrans. *Compt. Rend. Acad. Sci. Paris* 57. pp 228-230.
- Reuther, W., P. F. Smith and A. W. Specht, 1952. Accumulation of the Major Bases and Heavy Metals in Florida Citrus Soils in relation to phosphate fertilization. *Soil Sci*. 73: 375-381.
- Samuel, F and C. S. Piper, 1928. Determination of Zn and Cu in Soils and Plants. *J. Agric. S. Aust.* 31 : 696, 789.
- Sandroni, V. and C.M. Smith, 2002. Microwave digestion of sludge, soil and sediment samples for metal analysis by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry. *Analytica Chimica Acta*. 468 : 335-344.
- Saurbeck, D. R. and P. Styperek, 1985. In *Chemical Methods for assessing Bio-available Metals in Sludges and Soils*. Eds. Leschber, R., Davis, R. D. and L' Hermite. P. Elsevier. London. pp 49.
- Sherman, G. D., J. S. McHargue and W. S. Hodgins, 1942. Determination of Active Manganese in Soil. *Soil Sci*. 54 : 253-257.
- Sommer, A. L. and C. B. Lipman, 1926. Evidence on the Indispensable Nature of Zinc and Boron for Higher Green Plants,. *Plant Physiol. I*. pp 231-249.
- SPAD 502 Meter, Minolta Spectrum Technologies, 2002.
- Stamatiadis, S., C. D. Tsadilas and J. S. Schepers, 2002. Real-Time Crop Sensors. pp 36. In *Abstracts of OECD Workshop «Remote Sensing for Agriculture and the Environment»*.

- Steenbjerg, F. and E. Boken, 1950. Copper Content and Copper Deficiency in Danish Soil Types. *Plant and Soil*. 2: 195-221.
- Stewart, J. A. and K. C. Berger, 1959. Determination of low concentration of Zn and Cu. *Soil Sci.* 100. pp 244.
- Soltanpour, P. N. and A. P. Schwab, 1977. A new soil test for simultaneous extraction of macro- and micro-nutrients in alkaline soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 8: 195-207.
- Soltanpour, P.N., 1991. Determination of Nutrient Availability and Elemental Toxicity by AB-DTPA Soil Test and ICPS. *Advances in Soil Science*. 16:165-190.
- Thermo Jarrell Ash Corporation, IRIS Plasma Spectrometer, Users Guide.
- Trierweiler, J. F. and W. Lindsay, 1969. Selective determination of Cu and Zn in environmental samples. *Soil Sci. Soc. Proc.* 33. pp 49.
- Tsadilas, C. D. And Barbayiannis N., 2000. Testing Soils for Determination Fertilizer Needs of Horticultural Crops. *In Crop Management and Postharvest Handling of Horticultural Products*. Volume I-Quality Management.
- Tyler, A. D., 1993. Positioning Technology (GPS). pp 159-165. *In Proceedings of First Workshop «Soil Specific Crop Management»*. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI.
- Upchurch, D. R. and E. J. William, 1991. Statistical Procedures for Specific Objectives. pp 49-71. *In Spatial Variabilities of Soil and Landforms*. SSSA Spec. Publ.28. SSSA, Madison, WI.
- Viets, F. G., L. V. Boawn and C. L. Crawford, 1954. *Soil Sci.* 78. pp 75.
- Wollenhaupt, N. C., D. J. Mulla and C.A. Gotway Crawford, 1997. Soil Sampling and Intepolation Techniques for Mapping Spatial Variability of Soil Properties. pp 19-53. *In The State of Site-Specific Management for Agriculture*. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI.
- Zhang, N., E. Runquist, M. Schrock, J. Havlin, G. Kluitenburg and C. Redulla. 1999. Making GIS a versatile analytical tool for research in precision farming. *Computer and Electronic in Agriculture*.22:221-231.

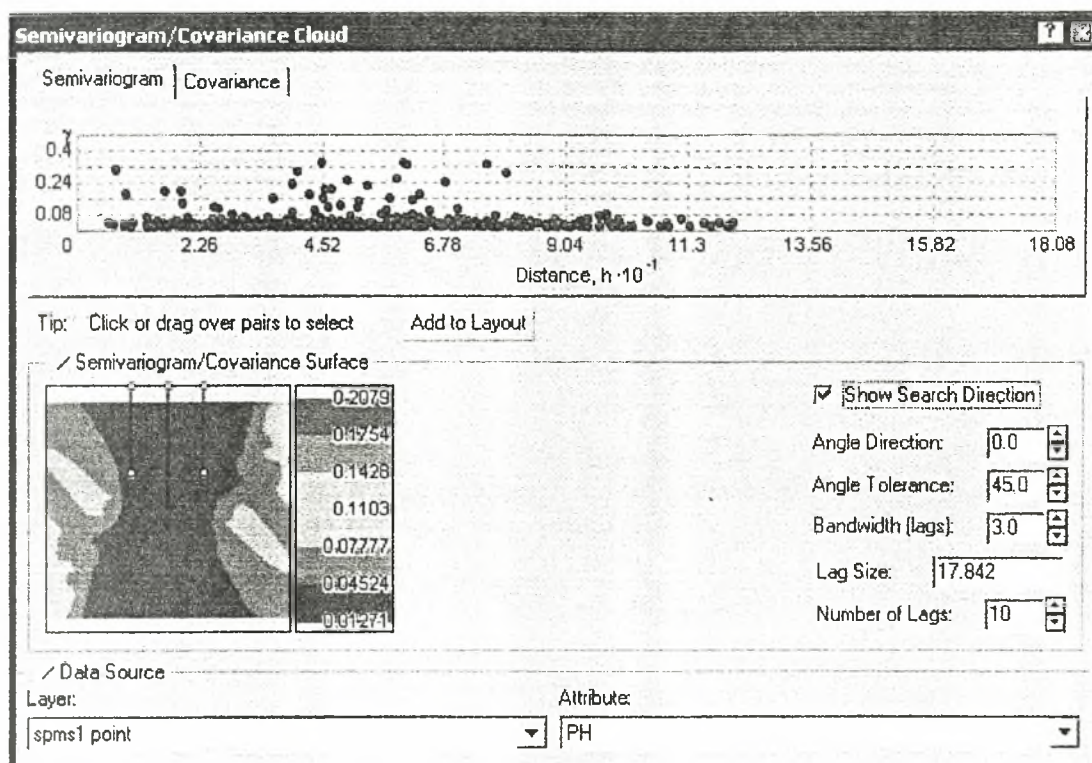
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



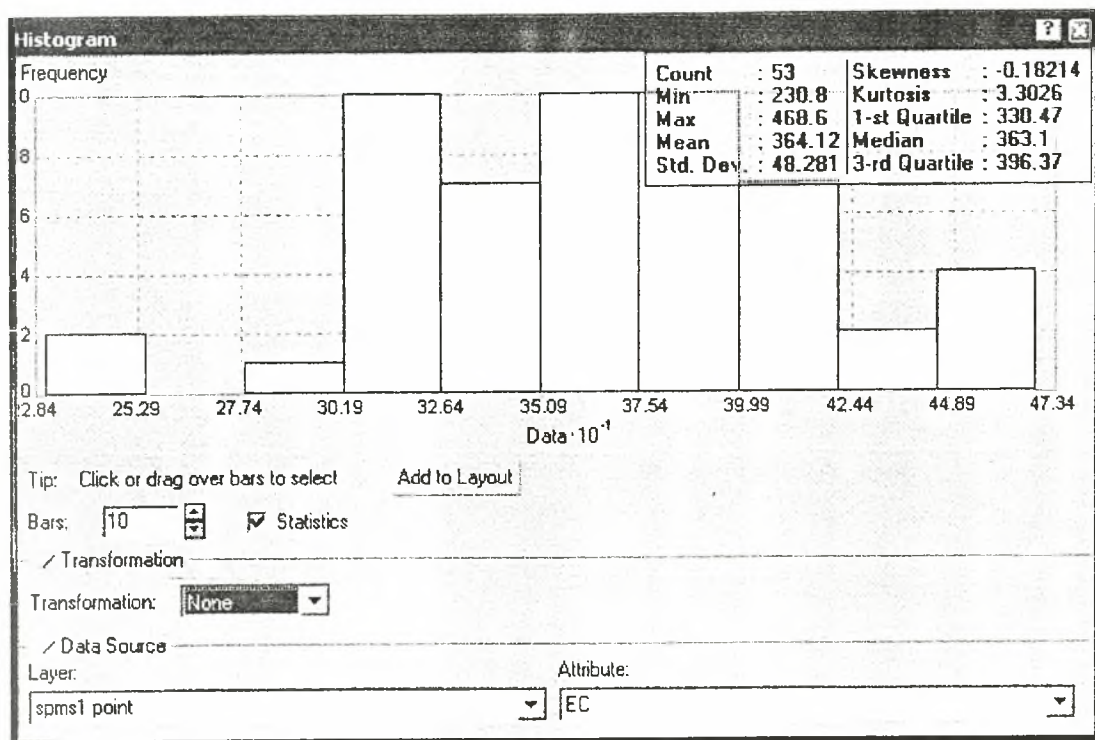
Ιστόγραμμα της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών του pH στην περιοχή μελέτης



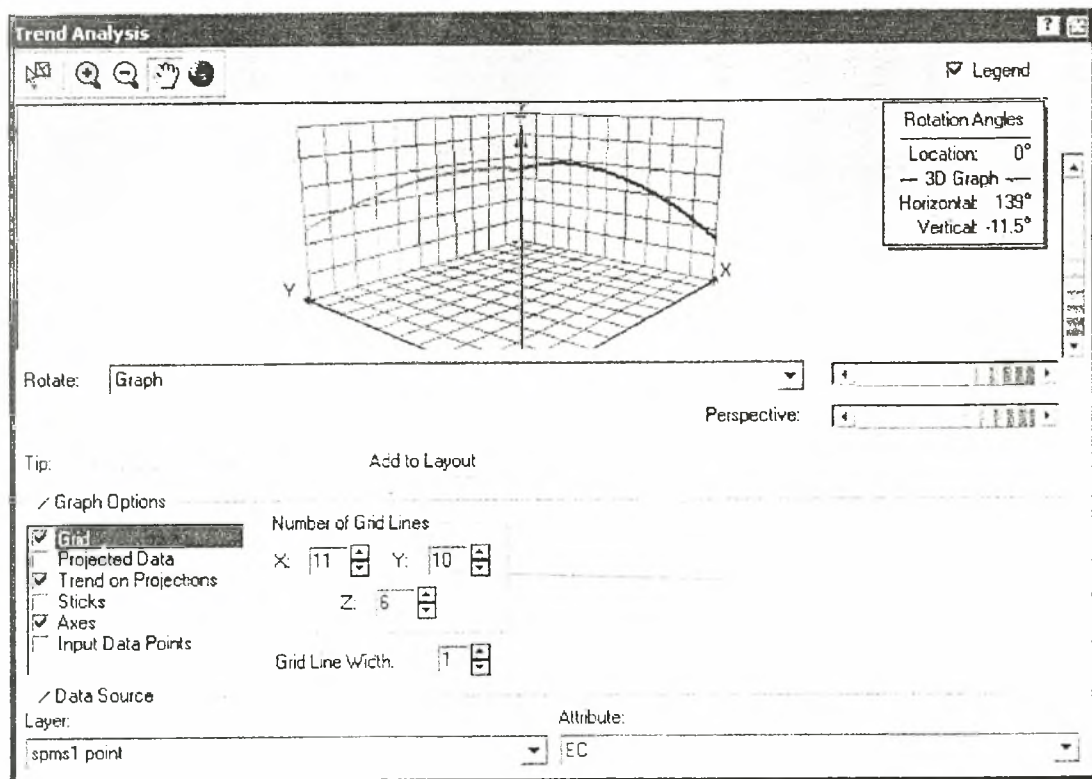
Ανάλυση της τάσεως των τιμών του pH στην περιοχή μελέτης



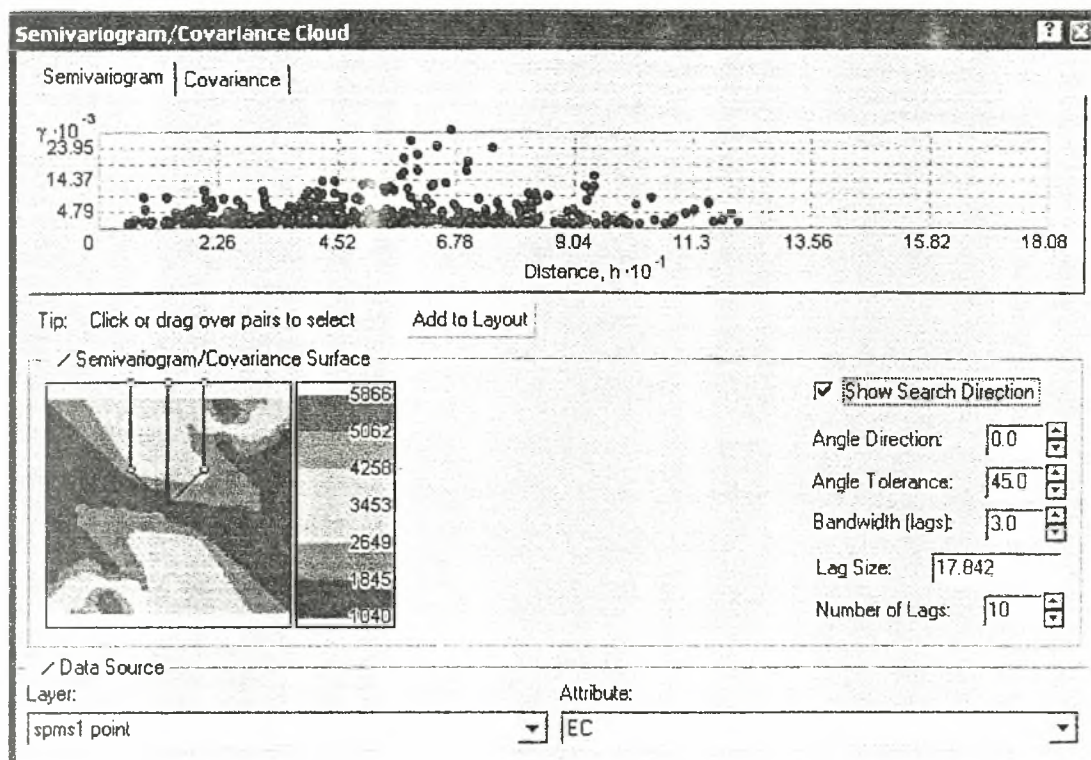
Διάγραμμα της ημιπαλλακτικότητας των τιμών του pH στην περιοχή μελέτης



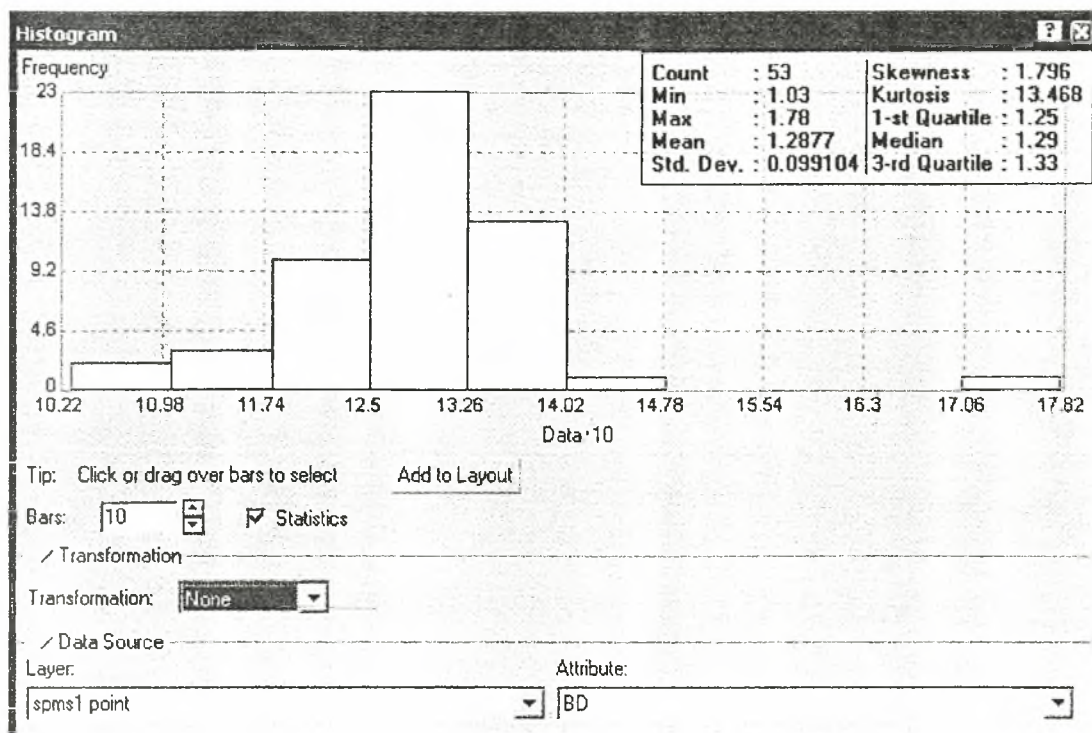
Ιστογράμμα της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών της E.C. στην περιοχή μελέτης



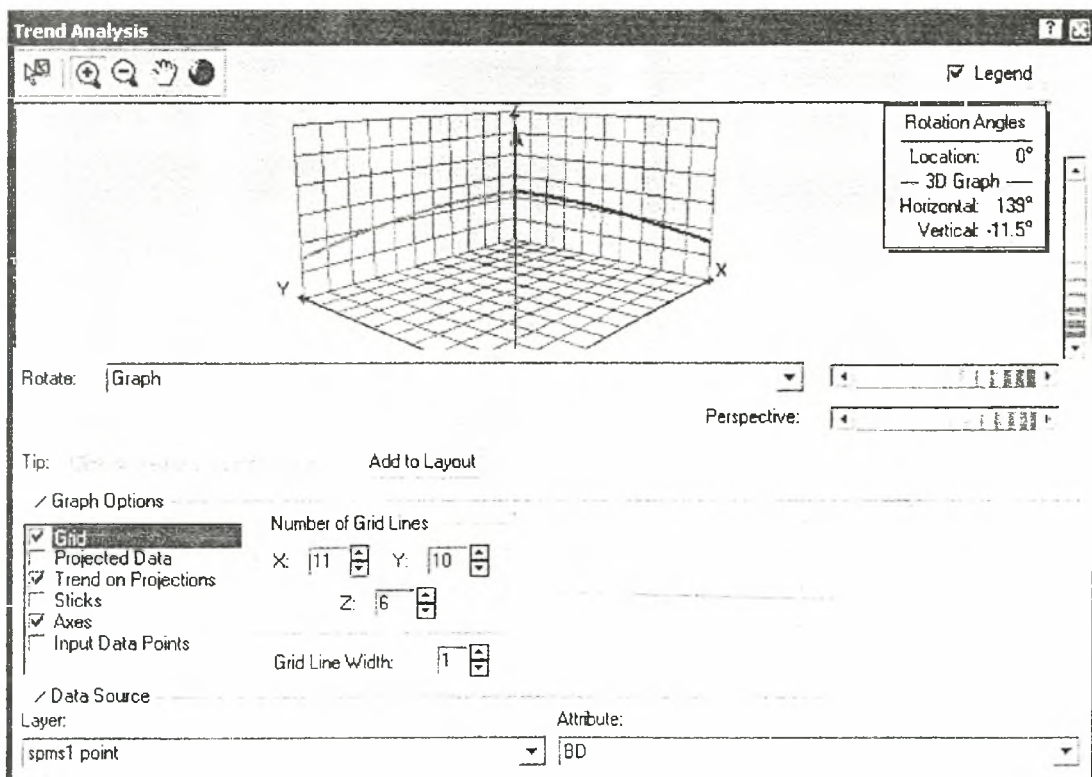
Ανάλυση της τάσεως των τιμών της E.C. στην περιοχή μελέτης



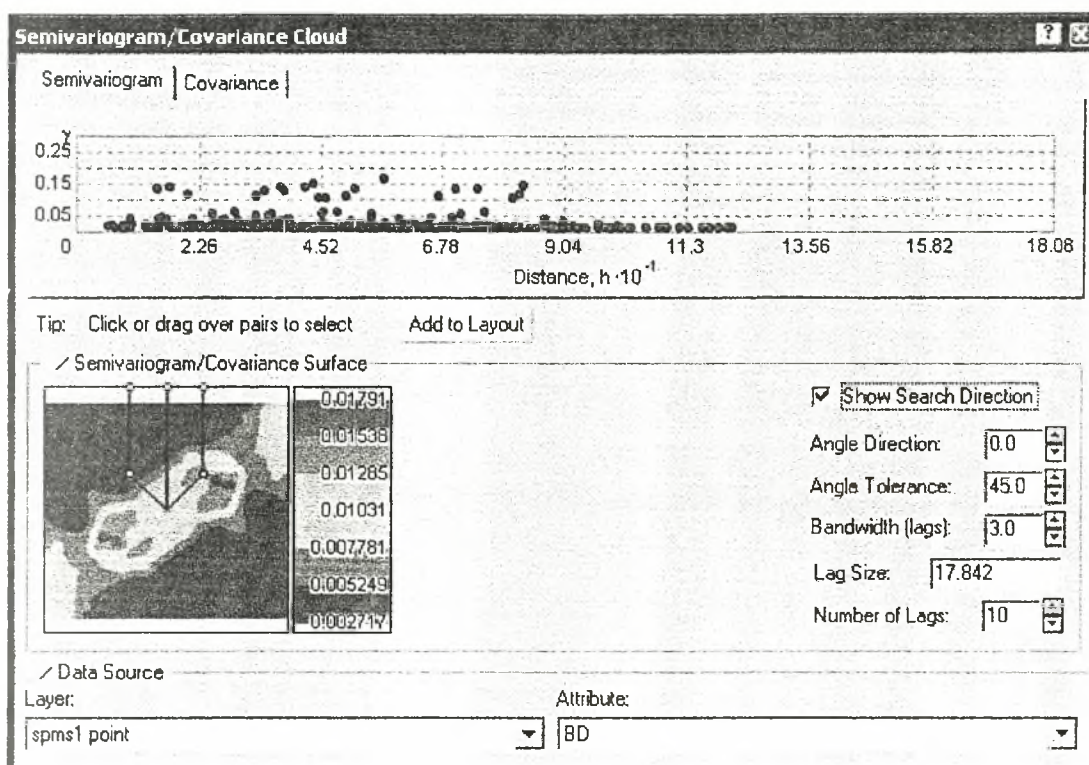
Διάγραμμα της ημιπαραλλακτικότητας των τιμών της E.C. στην περιοχή μελέτης



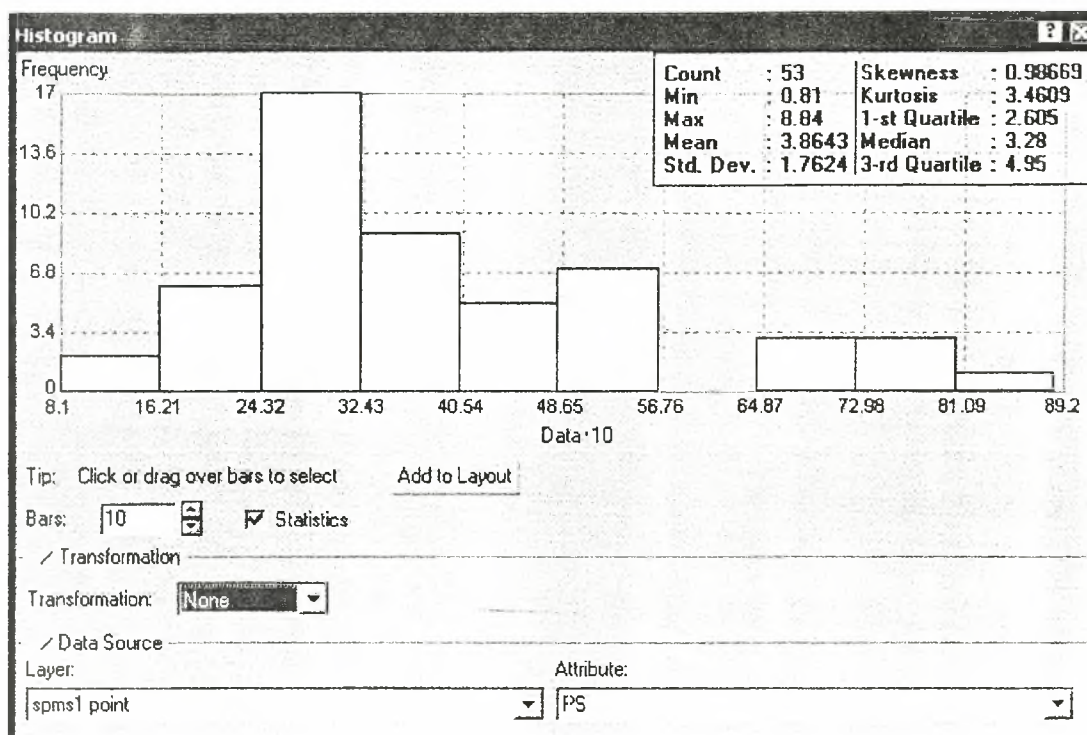
Ιστόγραμμα της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών της B.D. στην περιοχή μελέτης



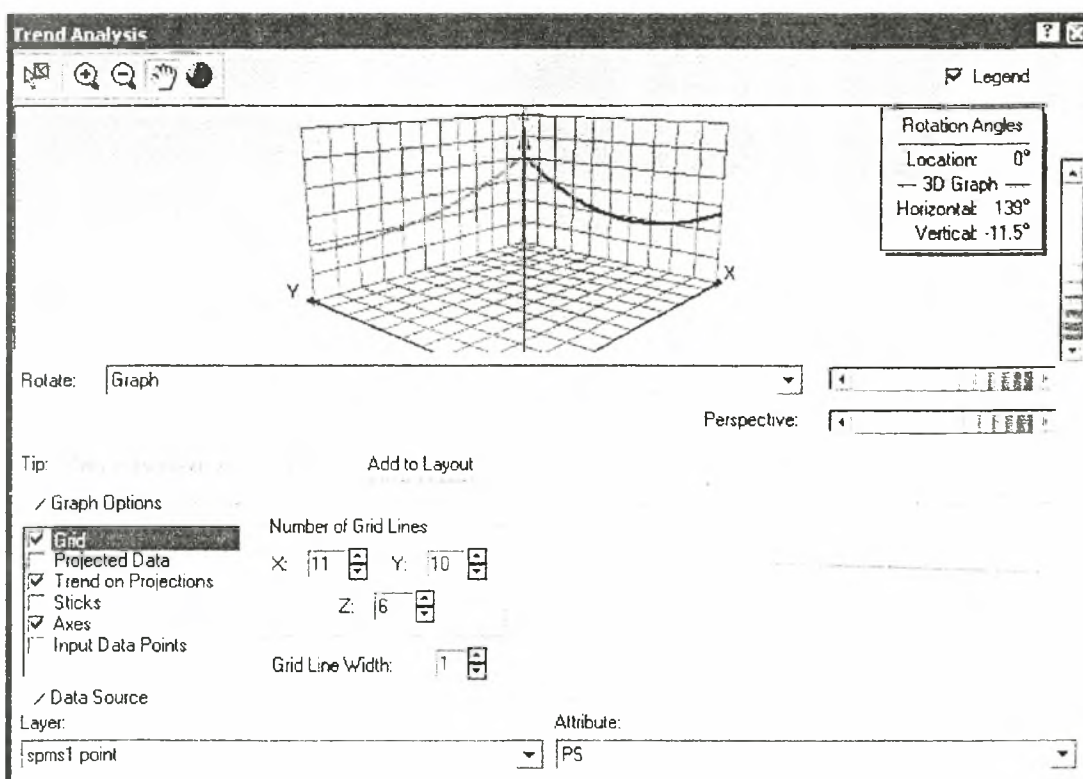
Ανάλυση της τάσεως των τιμών της B.D. στην περιοχή μελέτης



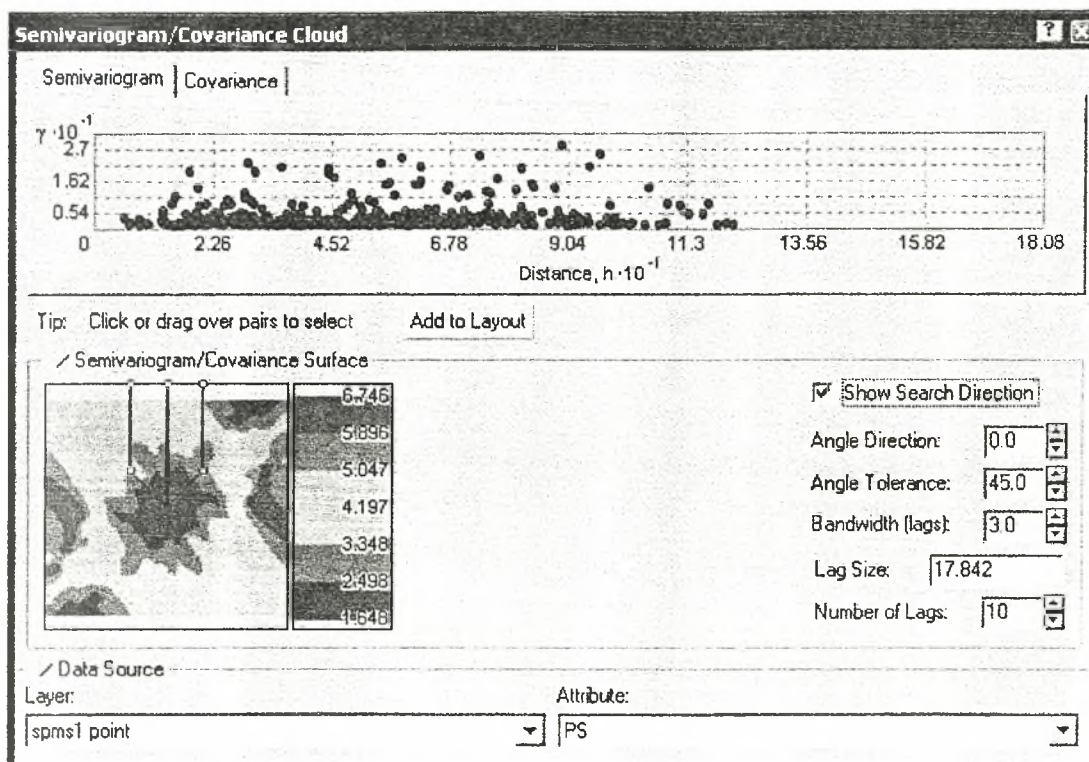
Διάγραμμα της ημιπαλλακτικότητας των τιμών της B.D. στην περιοχή μελέτης



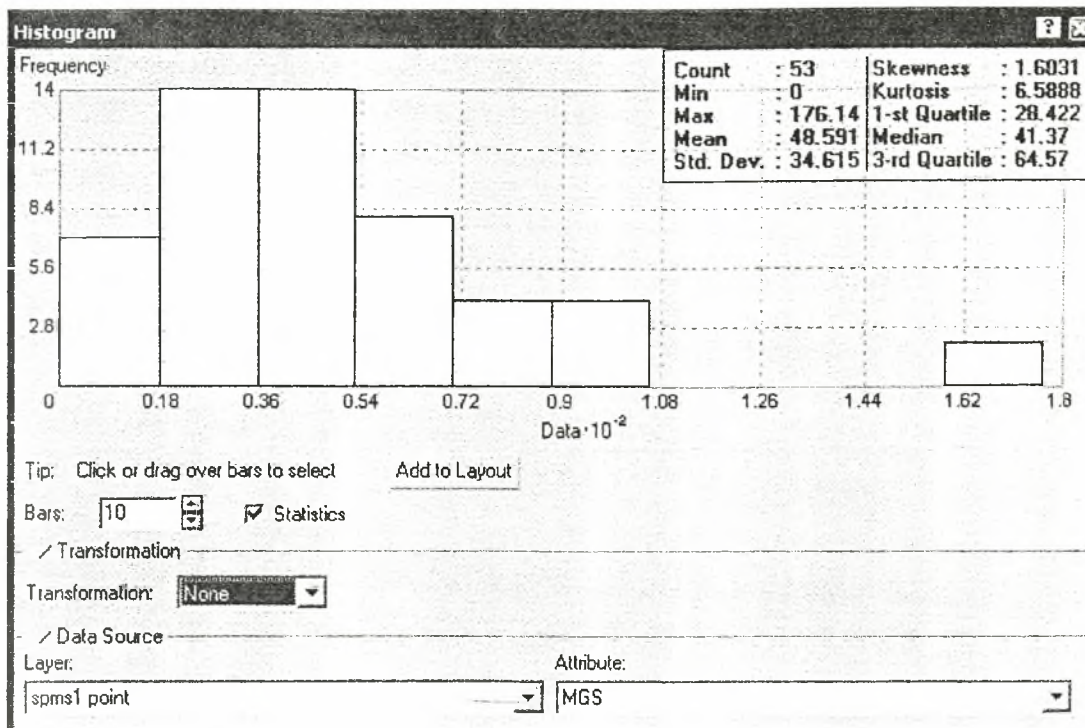
Ιστόγραμμα της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών του διαθεσίμου P στην περιοχή μελέτης



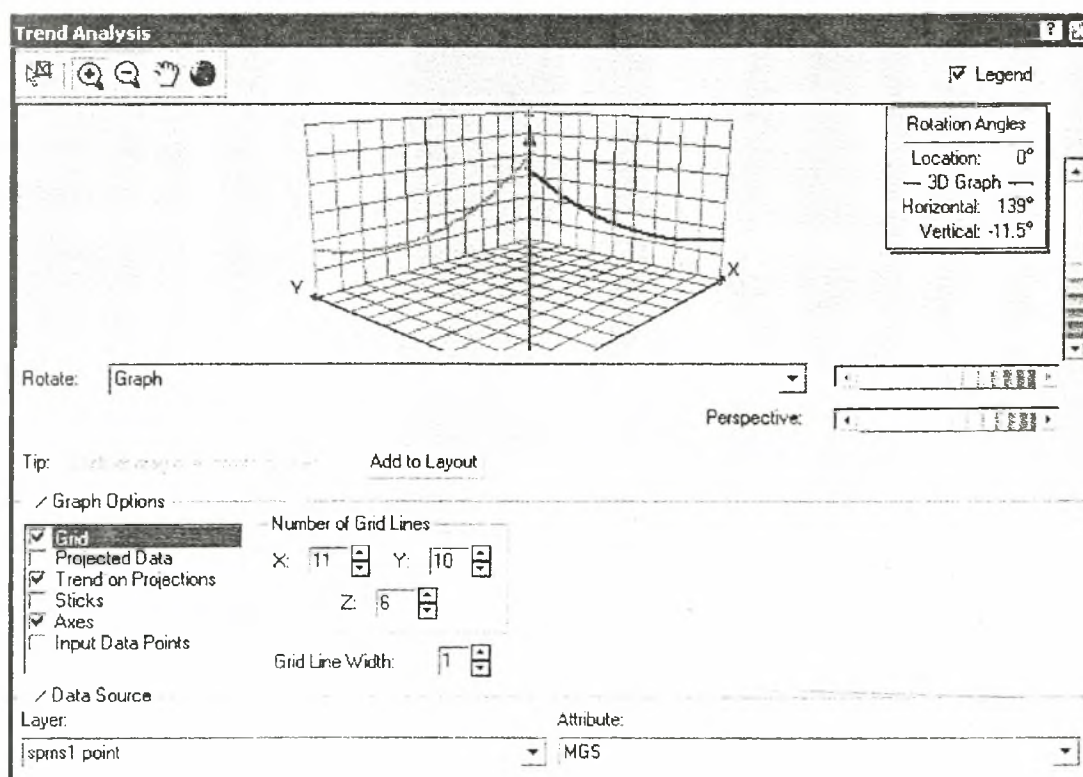
Ανάλυση της τάσεως των τιμών του διαθεσίμου P στην περιοχή μελέτης



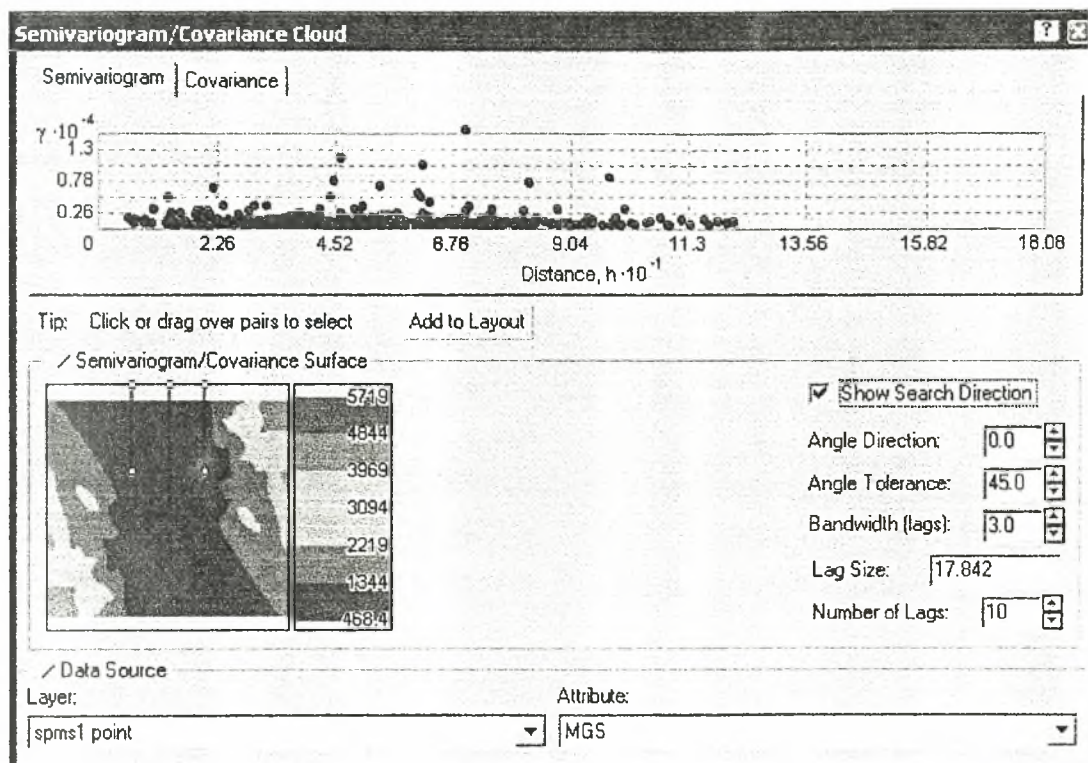
Διάγραμμα της ημιπαλλακτικότητας των τιμών του διαθέσιμου P στην περιοχή μελέτης



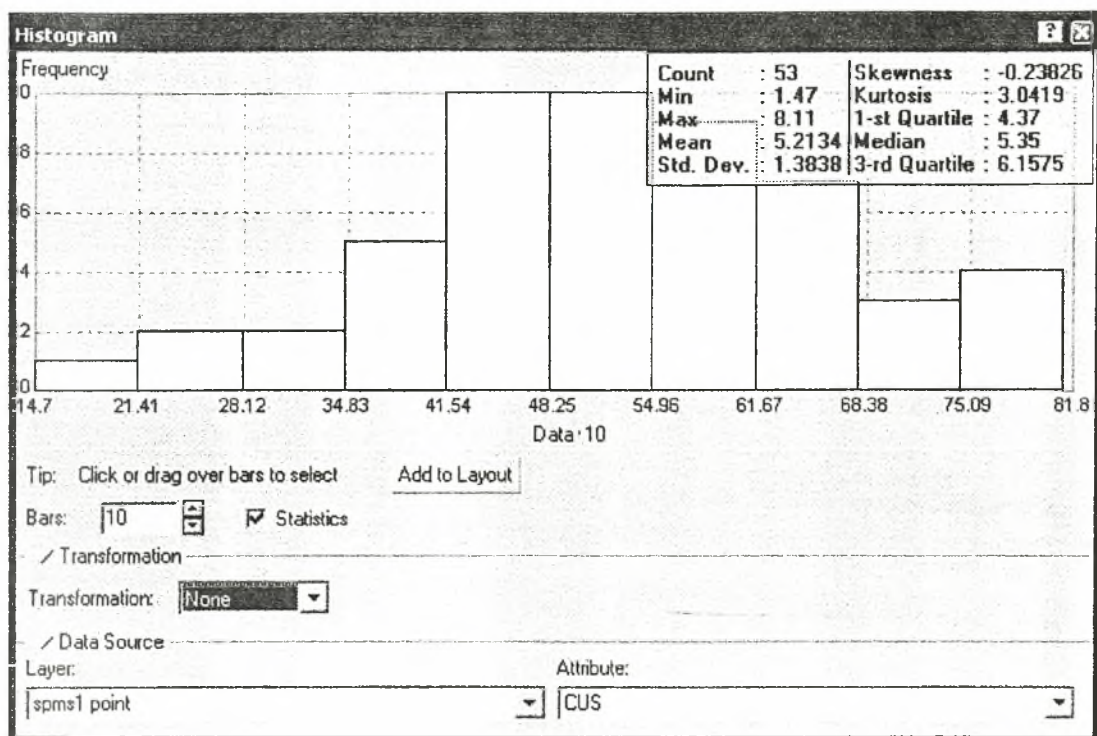
Ιστόγραμμα της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών του διαθέσιμου Mg στην περιοχή μελέτης



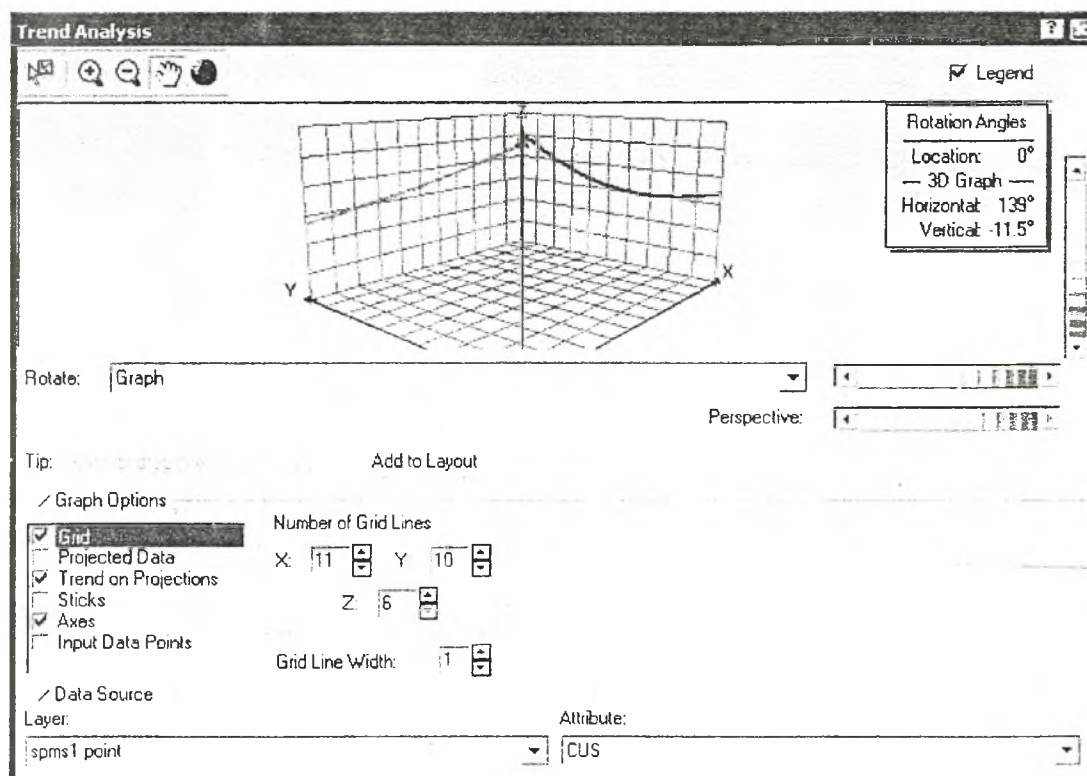
Ανάλυση της τάσεως των τιμών του διαθέσιμου Mg στην περιοχή μελέτης



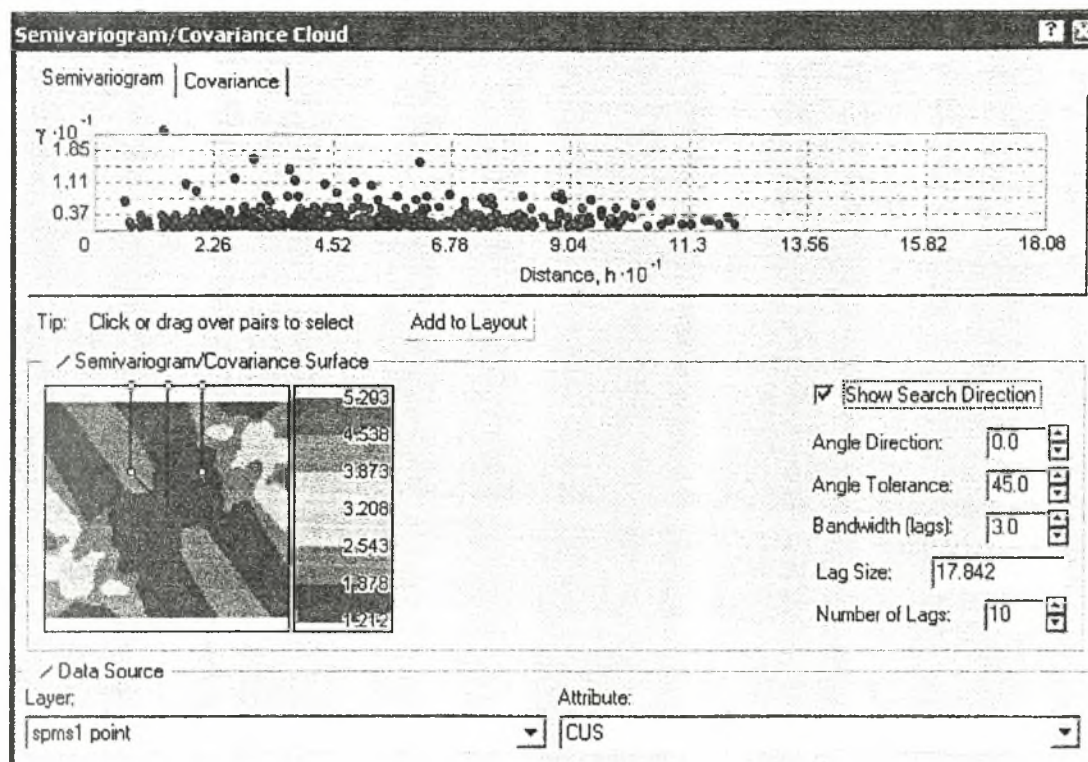
Διάγραμμα της ημιπαραλλακτικότητας των τιμών του διαθέσιμου Mg στην περιοχή μελέτης



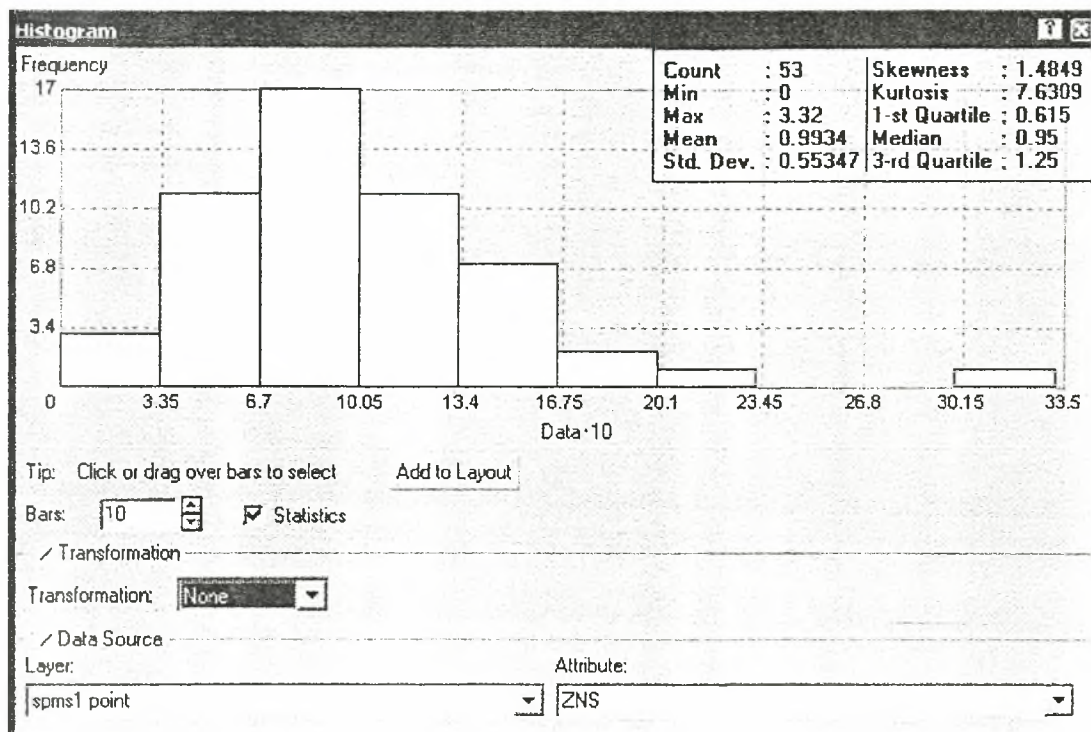
Ιστόγραμμα της κατανομής των συχνότητων των τιμών του διαθέσιμου Cu στην περιοχή μελέτης



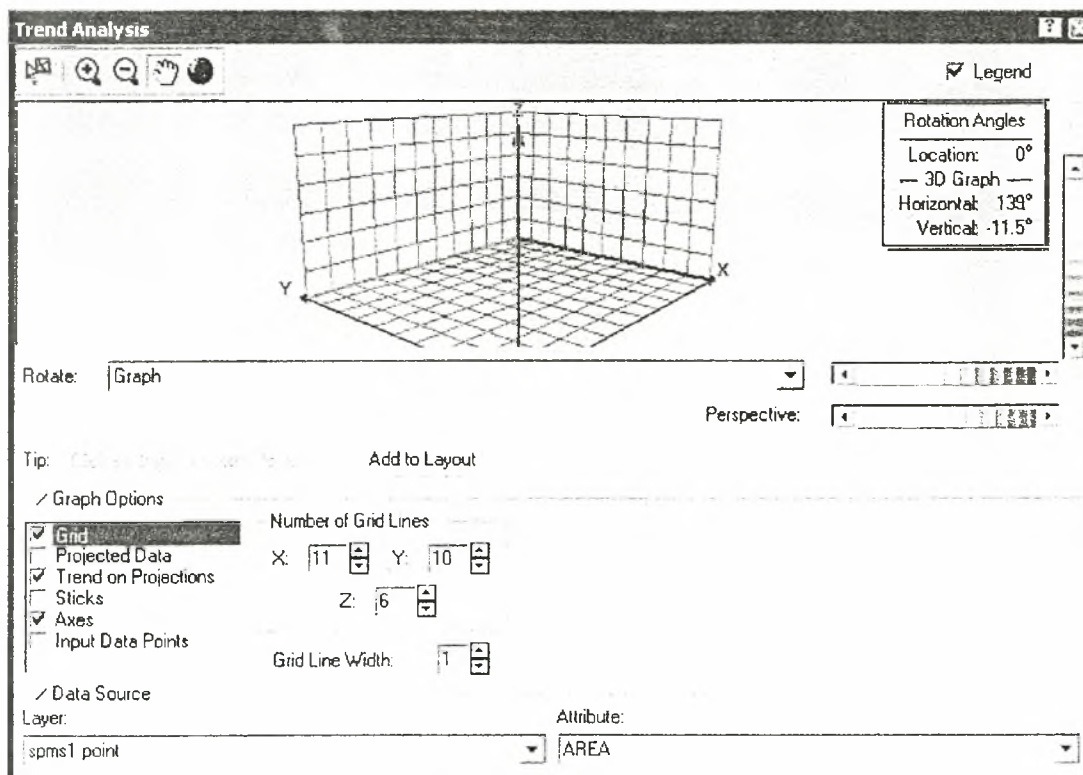
Ανάλυση της τάσεως των τιμών του διαθέσιμου Cu στην περιοχή μελέτης



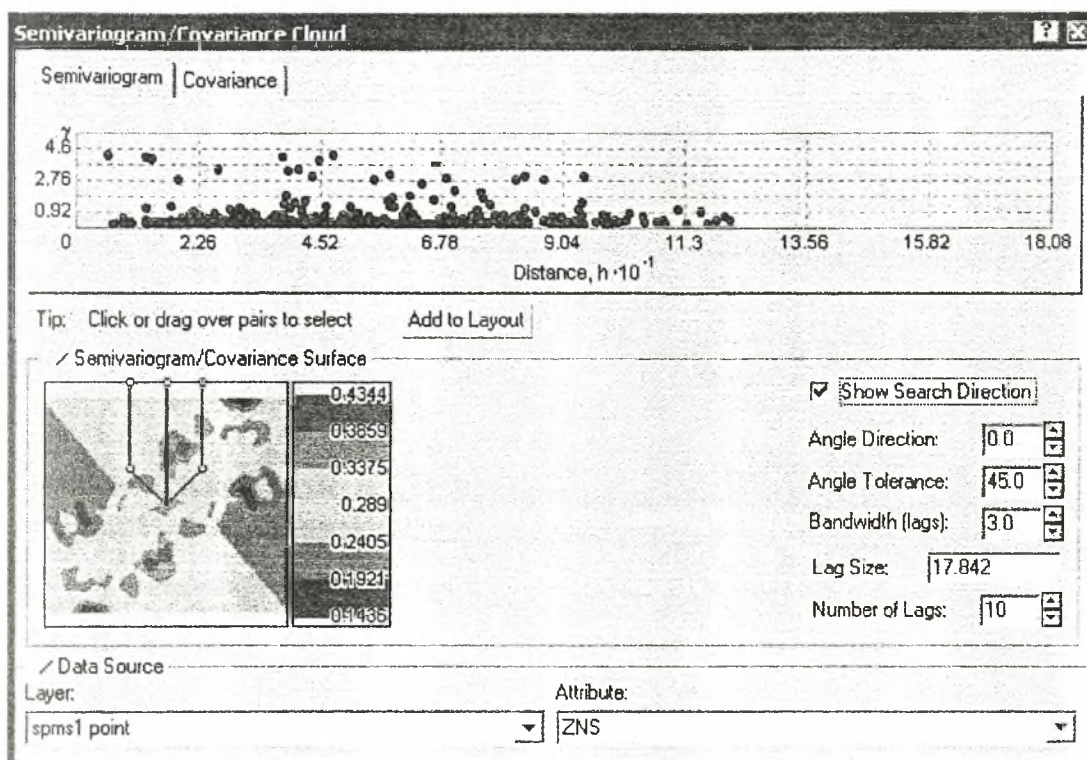
Διάγραμμα της ημιπαράλλακτικότητας των τιμών του διαθέσιμου Cu στην περιοχή μελέτης



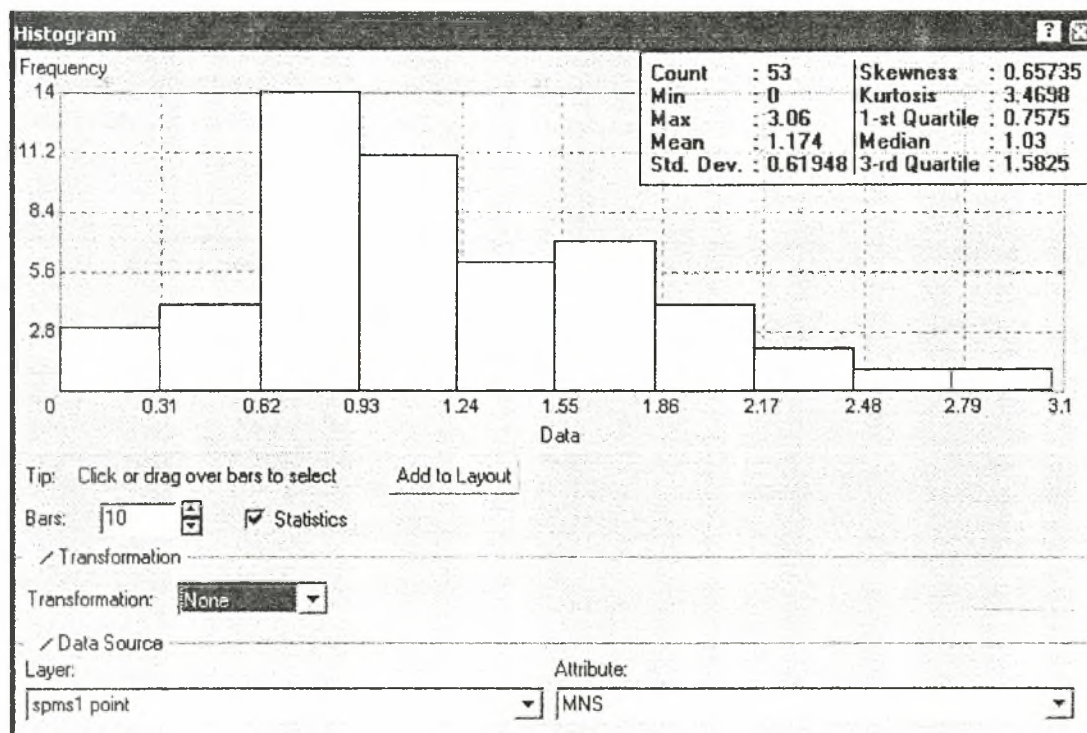
Ιστόγραμμα της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών του διαθεσίμου Zn στην περιοχή μελέτης



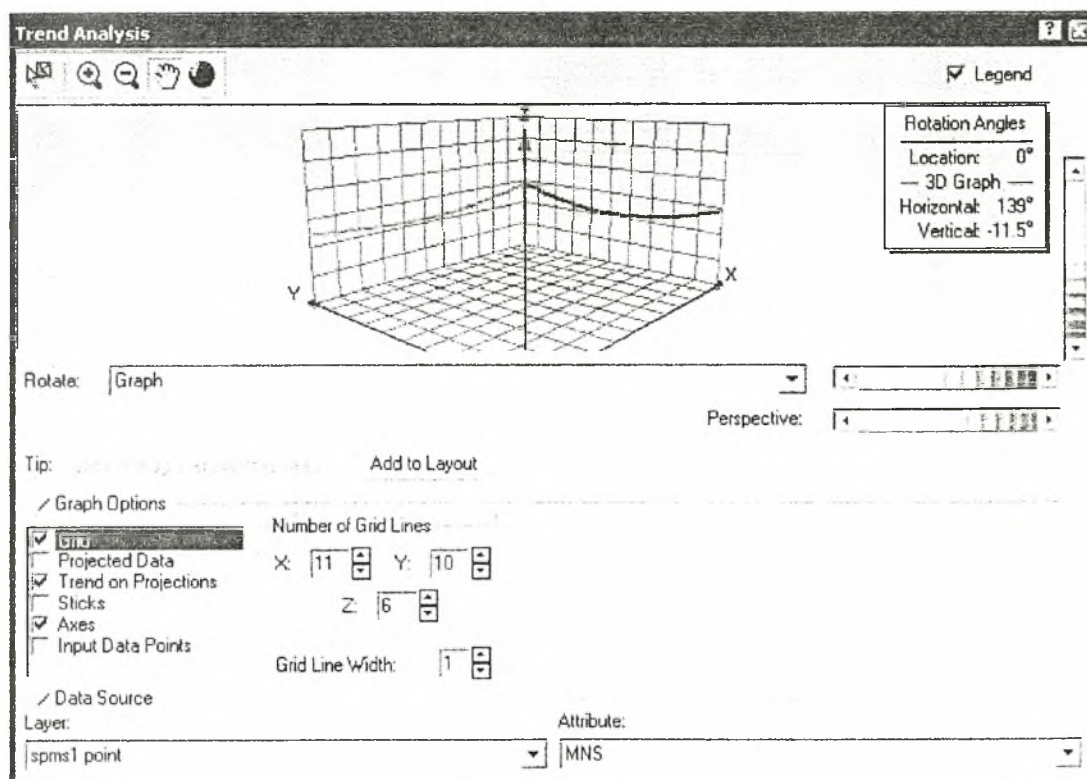
Ανάλυση της τάσεως των τιμών του διαθεσίμου Zn στην περιοχή μελέτης



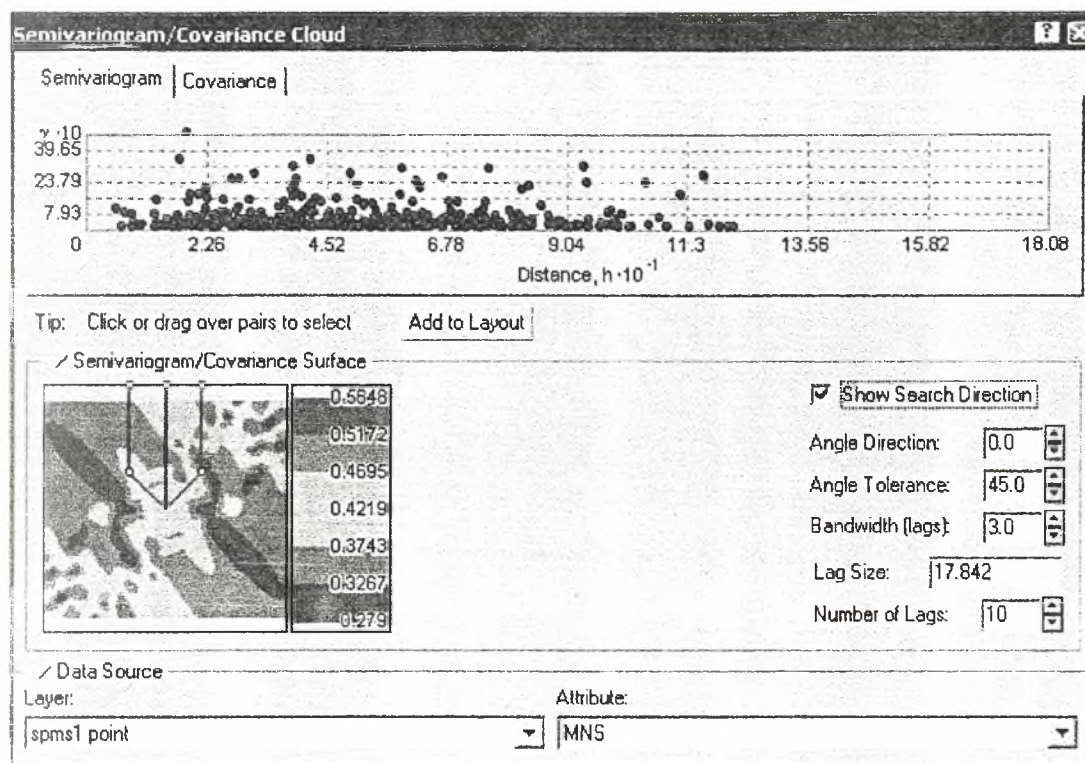
Διάγραμμα της ημιπαλλακτικότητας των τιμών του διαθέσιμου Zn στην περιοχή μελέτης



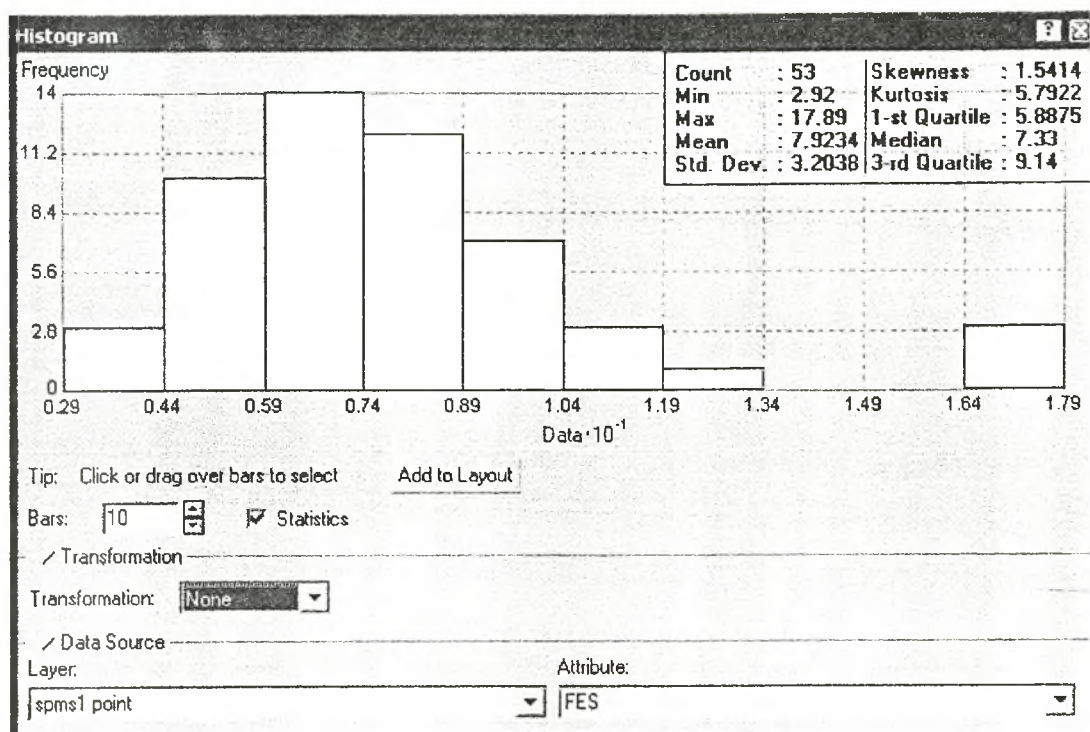
Ιστόγραμμα της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών του διαθέσιμου Μn στην περιοχή μελέτης



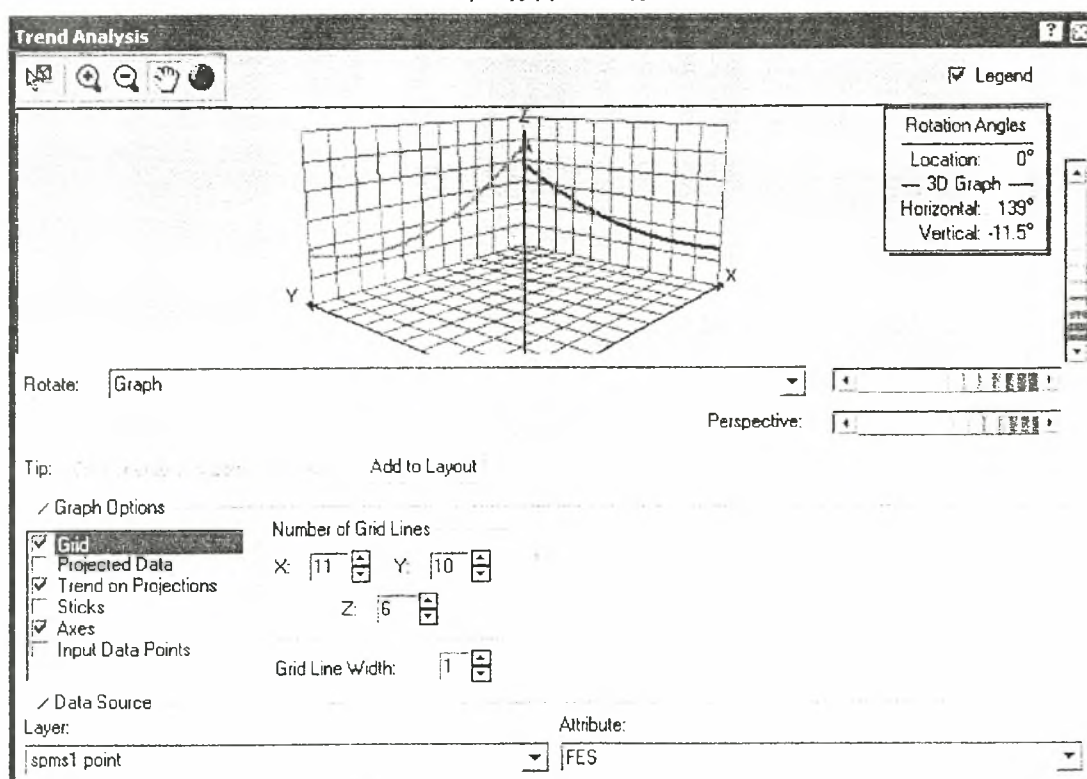
Ανάλυση της τάσεως των τιμών του διαθέσιμου Μn στην περιοχή μελέτης



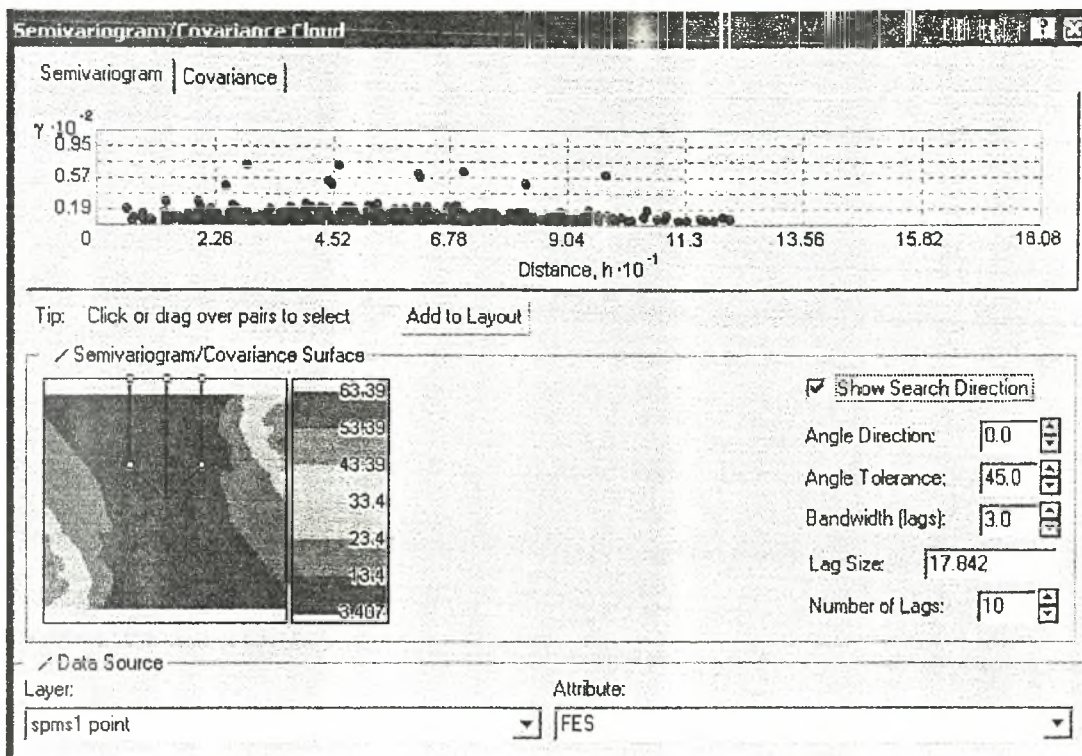
Διάγραμμα της ημιπαλλακτικότητας των τιμών του διαθέσιμου Μπ στην περιοχή μελέτης



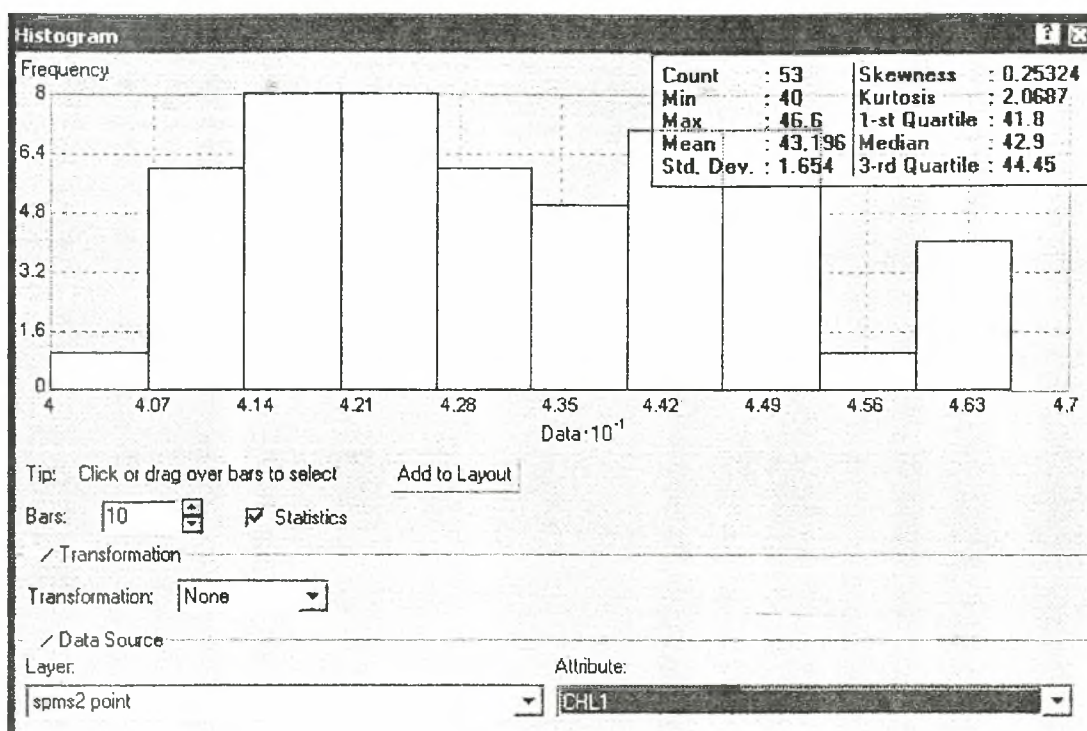
Ιστογράμμο της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών του διαθεσίμου Fe στην περιοχή μελέτης



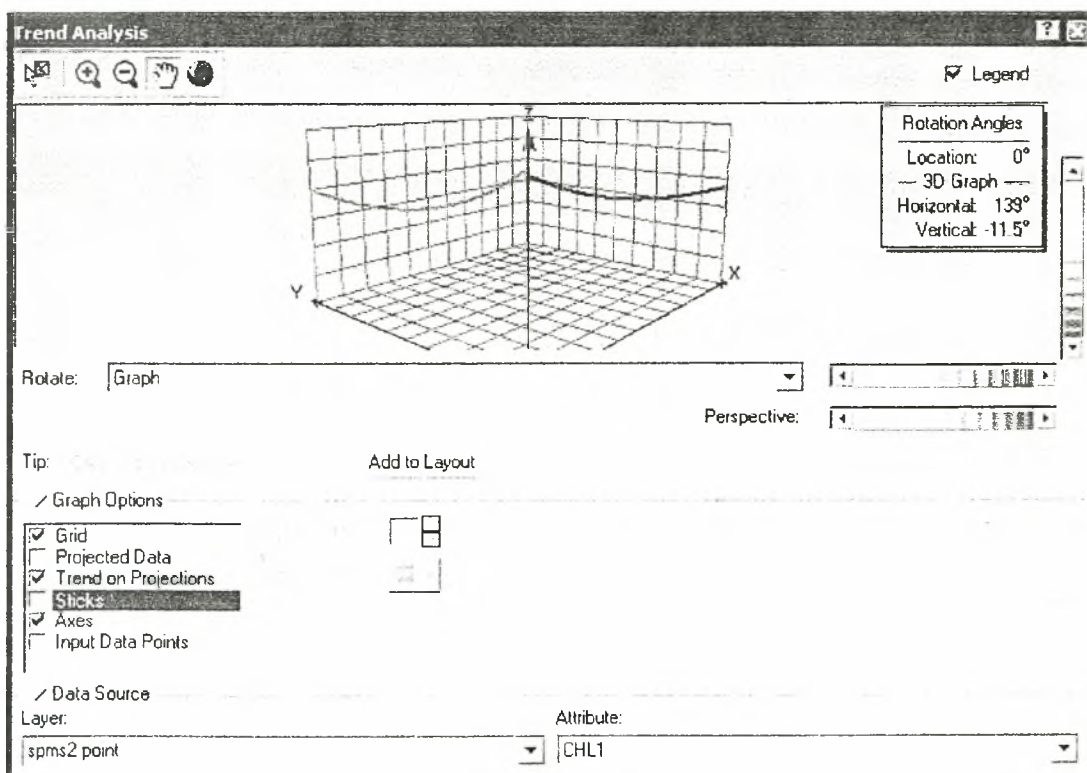
Ανάλυση της τάσεως των τιμών του διαθεσίμου Fe στην περιοχή μελέτης



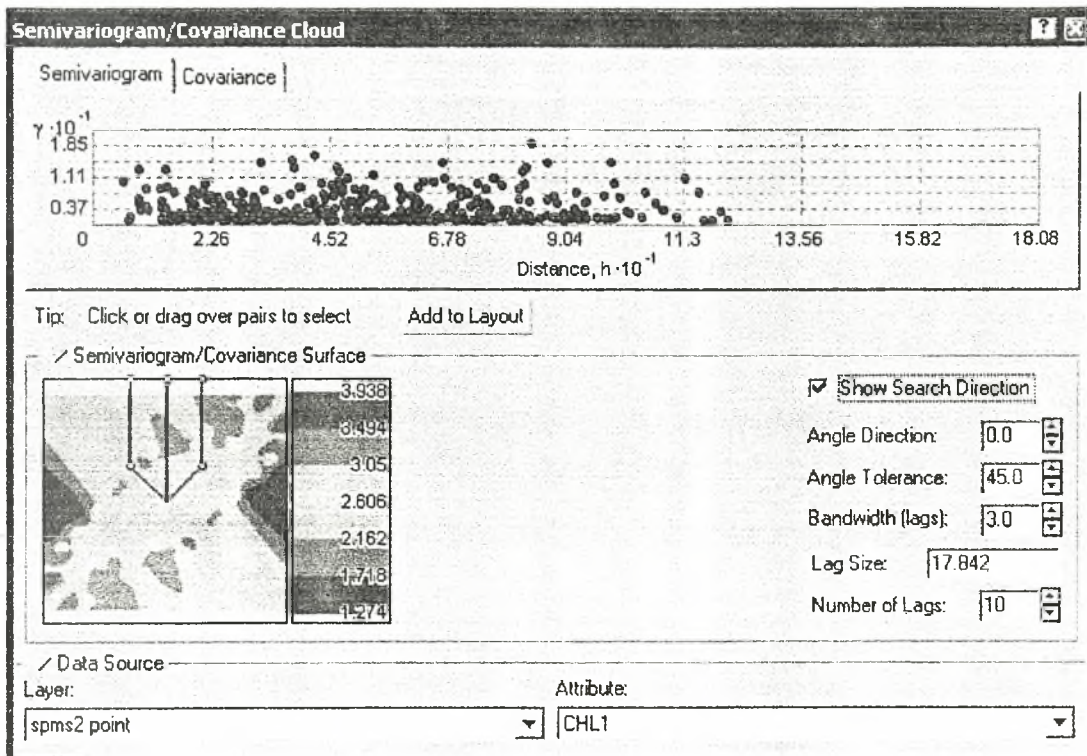
Διάγραμμα της ημιπαλλακτικότητας των τιμών του διαθέσιμου Fe στην περιοχή μελέτης



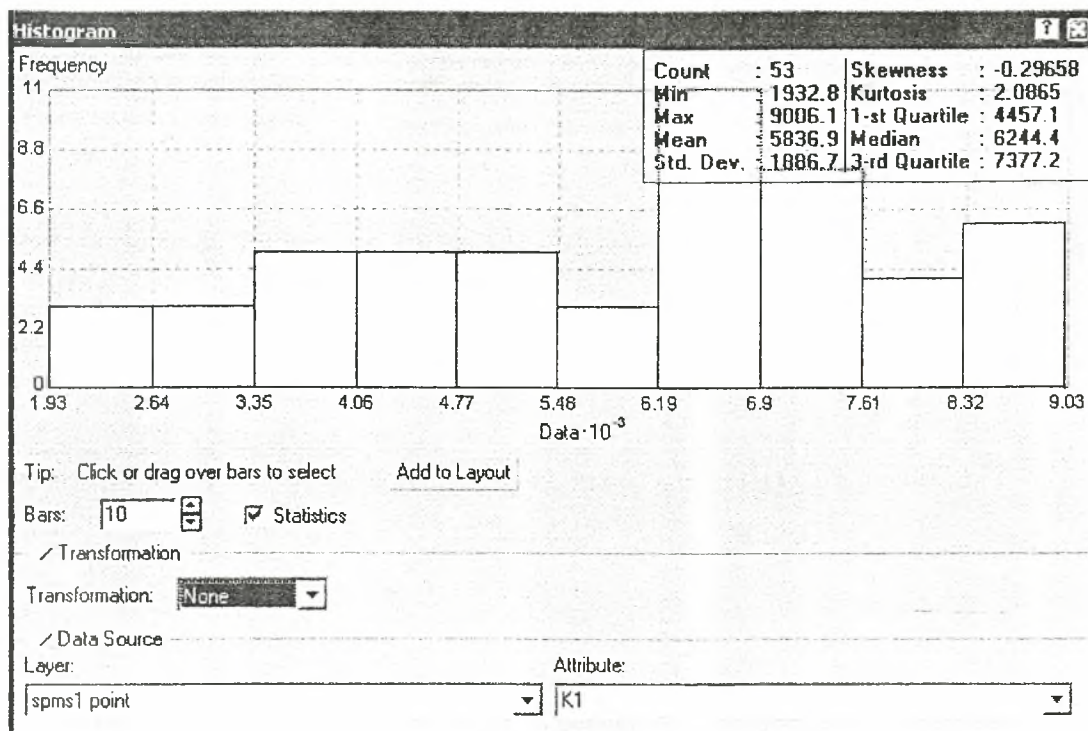
Ιστόγραμμα της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών της χλωροφύλλης στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



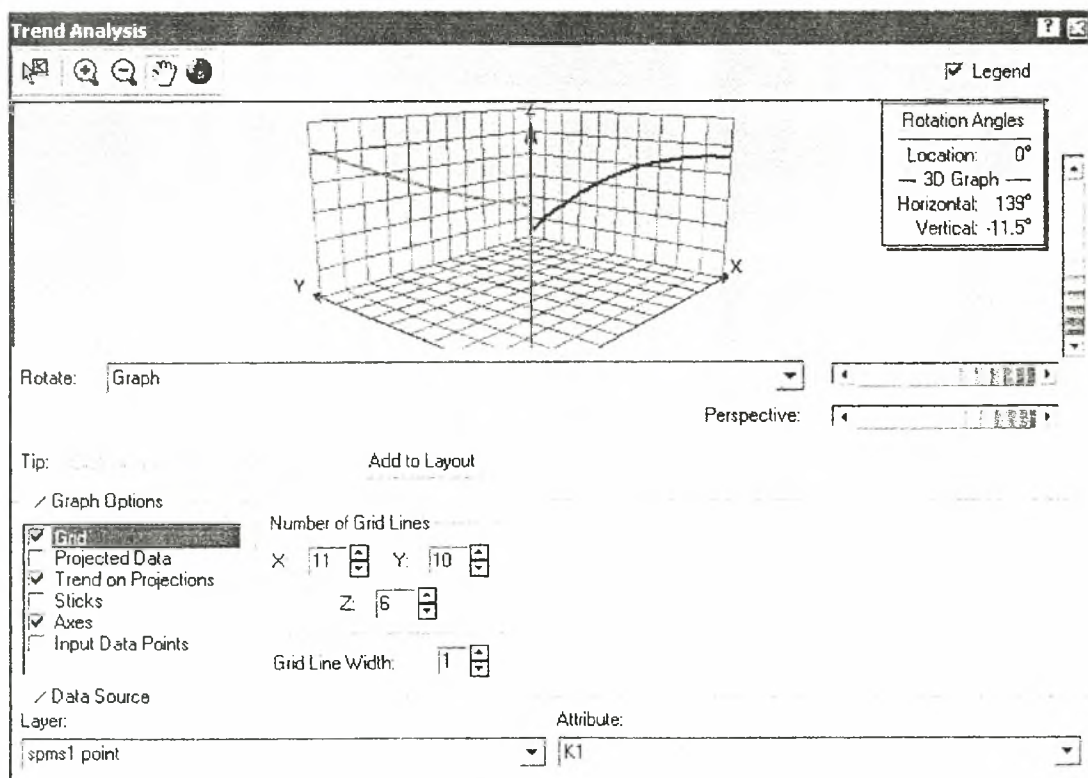
Ανάλυση της τάσεως των τιμών της χλωροφύλλης στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



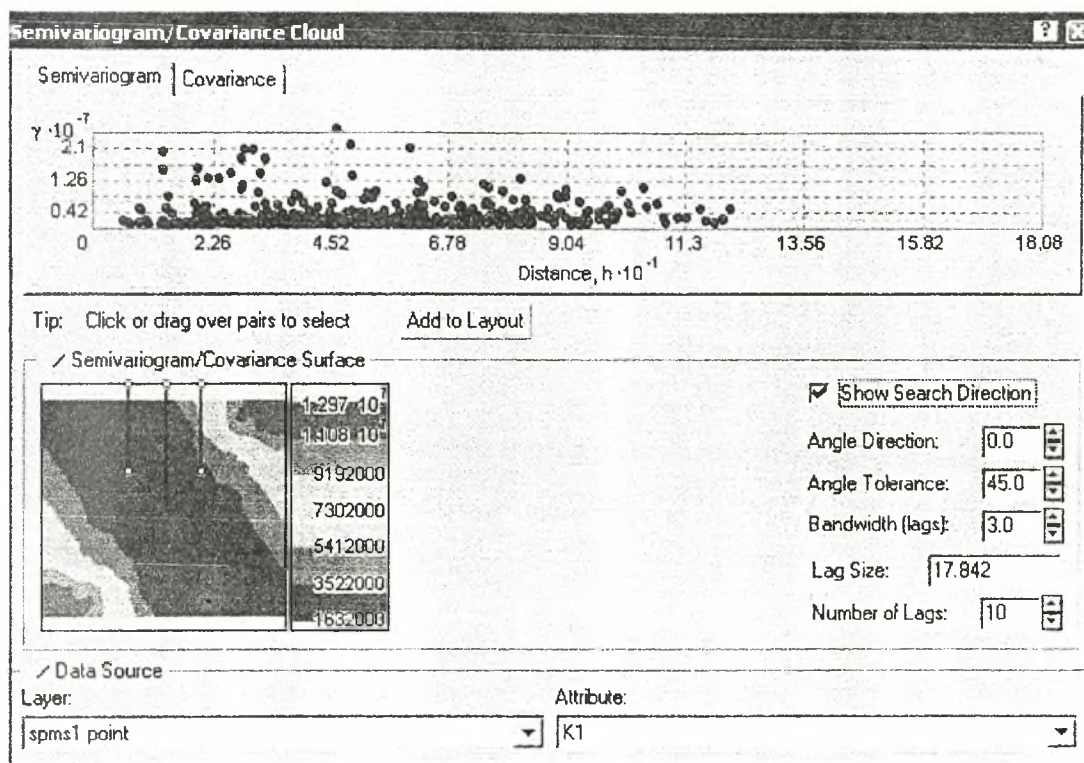
Διάγραμμα της ημιπαραλλακτικότητας των τιμών της χλωροφύλλης στα φύλλα
αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



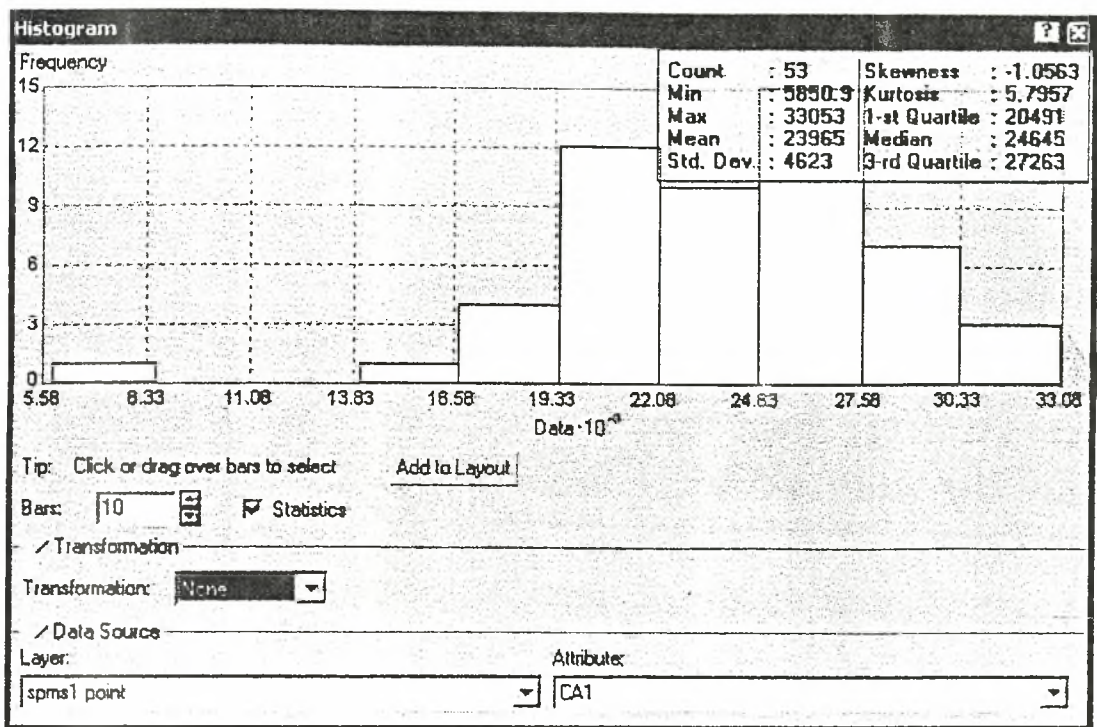
Ιστόγραμμα της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών του καλίου στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



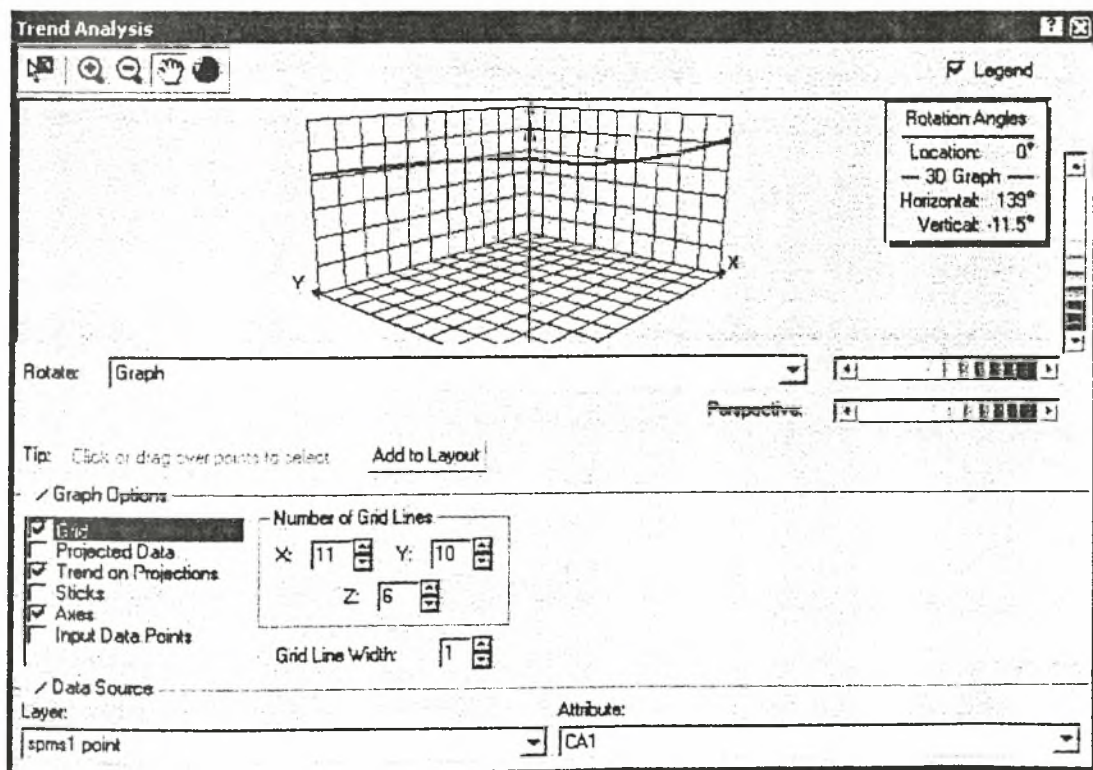
Ανάλυση της τάσεως των τιμών του καλίου στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



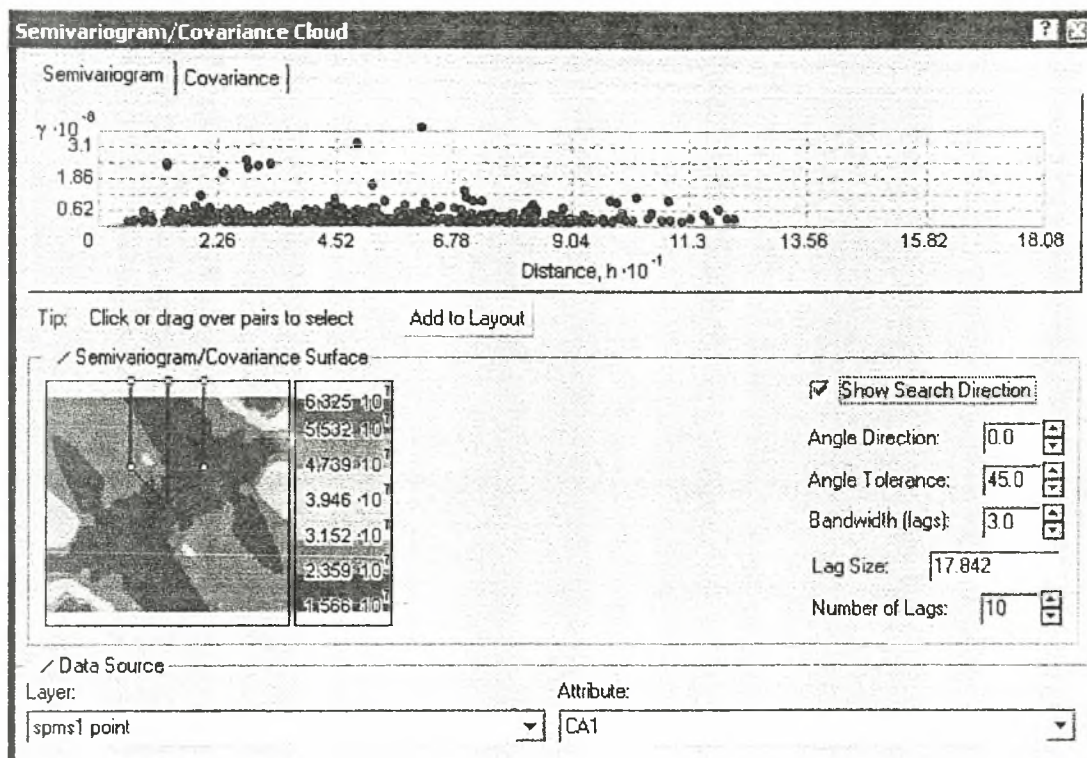
Διάγραμμα της ημιπαραλλακτικότητας των τιμών του καλίου στα φύλλα αμπέλου
(1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



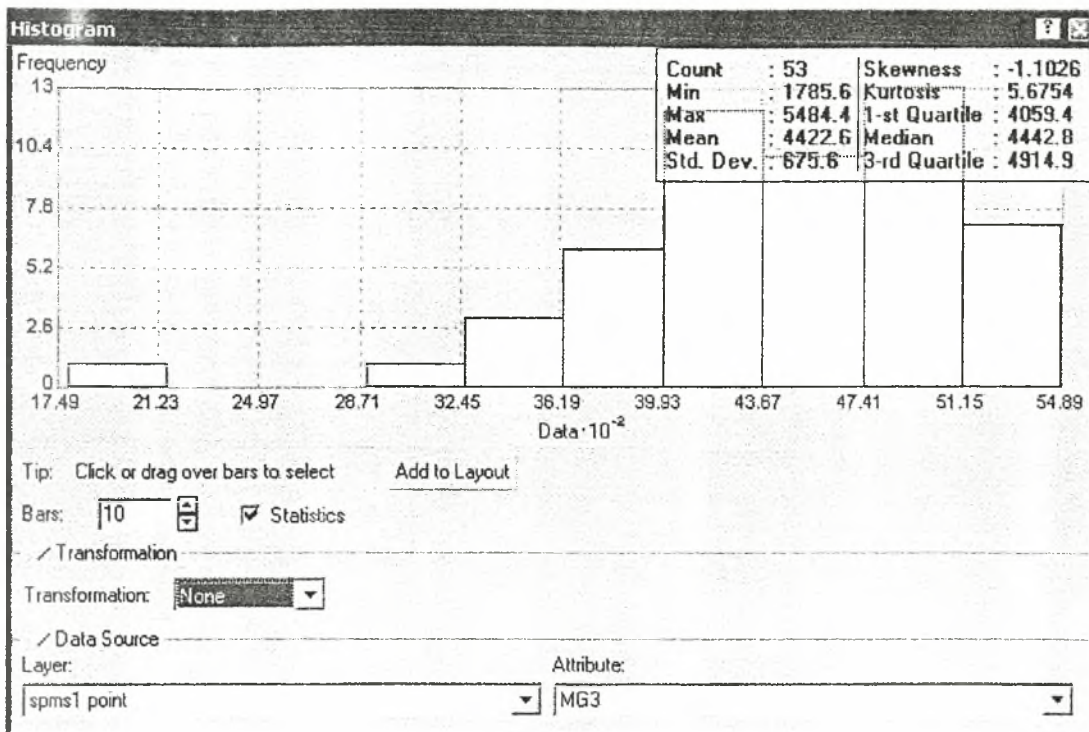
Ιστόγραμμα της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών του ασβεστίου στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



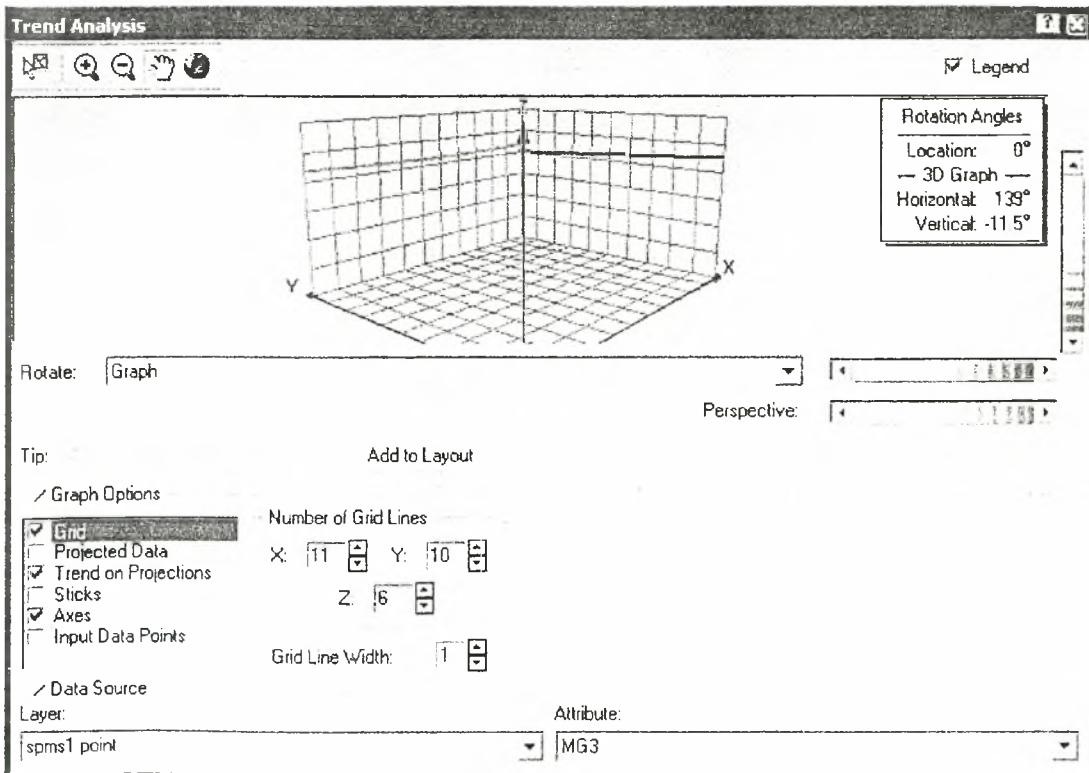
Ανάλυση της τάσεως των τιμών του ασβεστίου στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



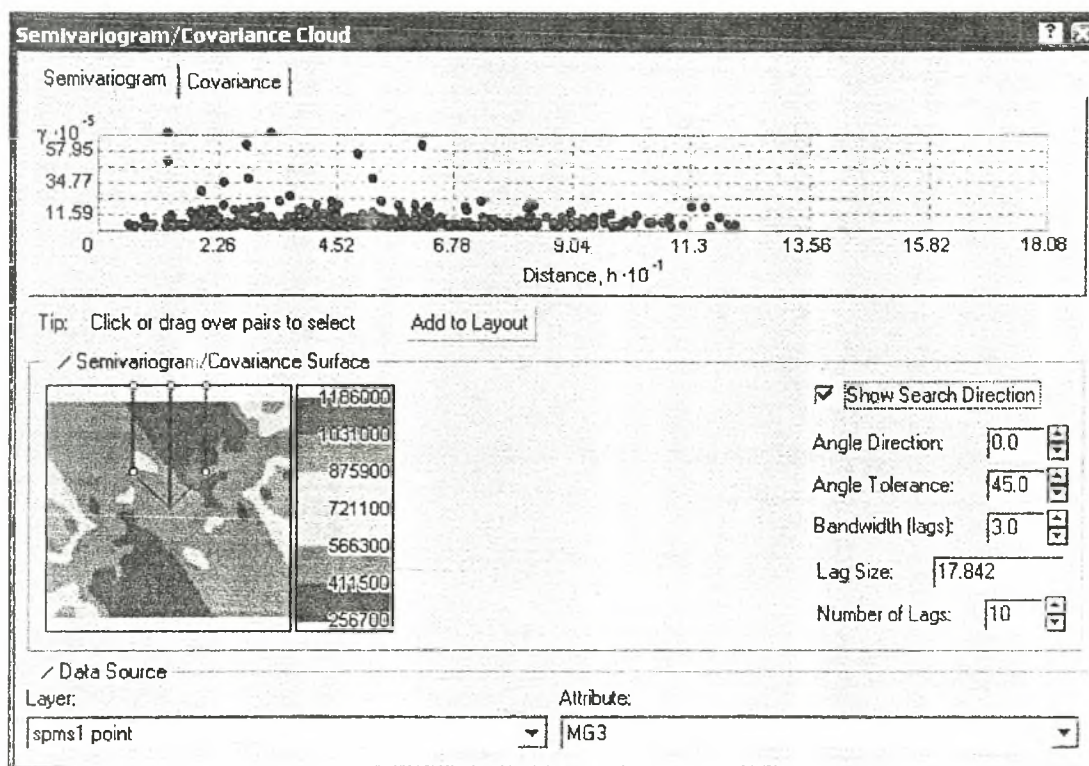
Διάγραμμα της ημιπαράλλακτικότητας των τιμών του ασβεστίου στα φύλλα
αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



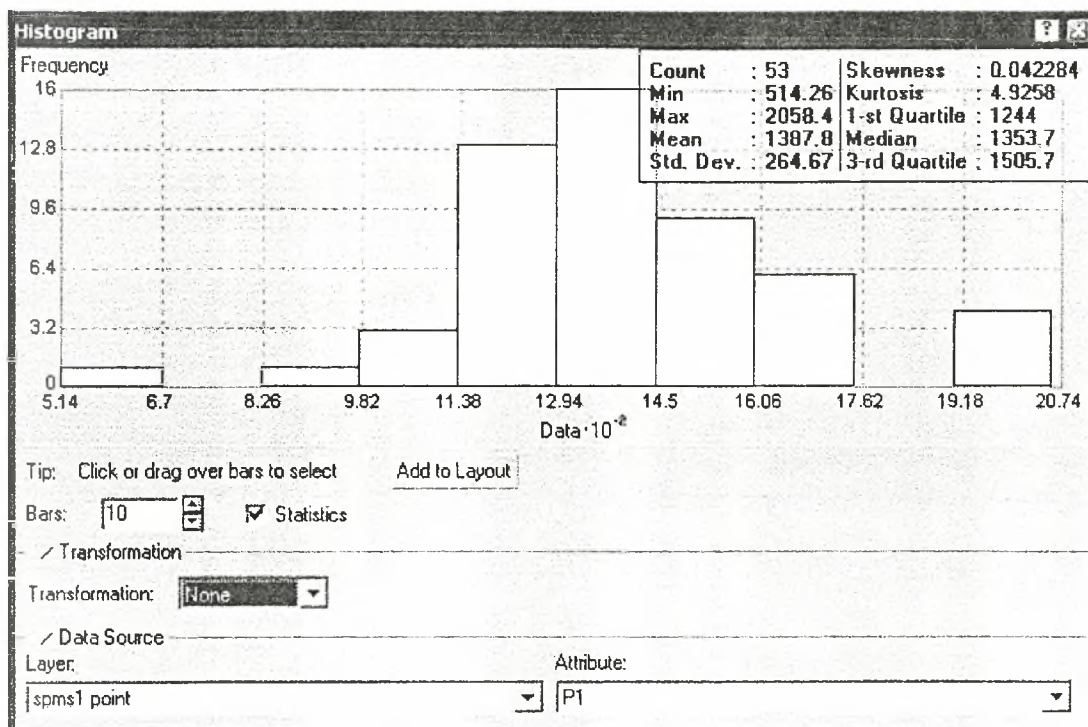
Ιστόγραμμα της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών του μαγνησίου στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



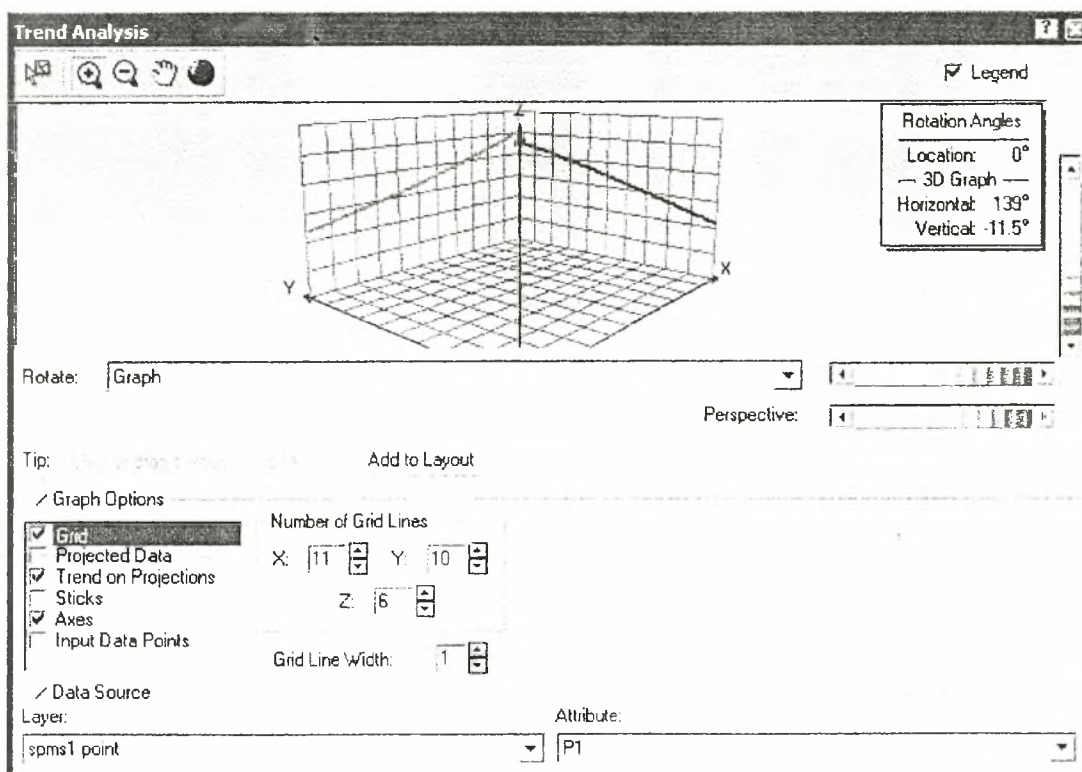
Ανάλυση της τάσεως των τιμών του μαγνησίου στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



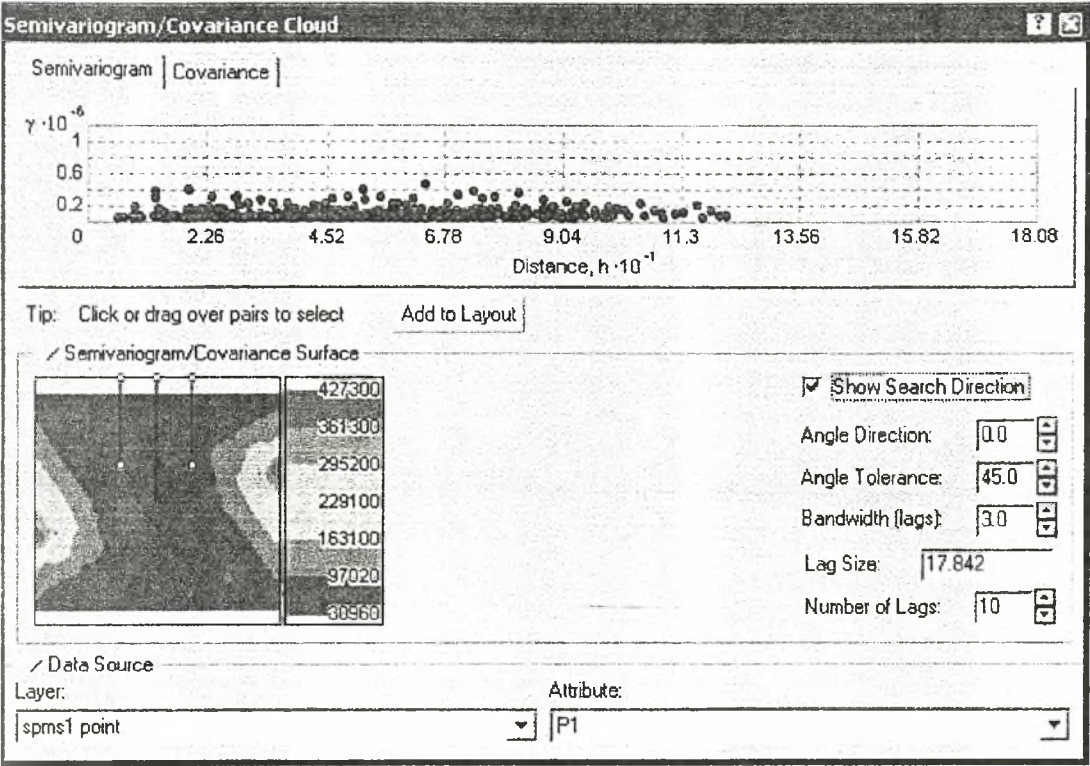
Διάγραμμα της ημιπαραλλακτικότητας των τιμών του μαγνησίου στα φύλλα
αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



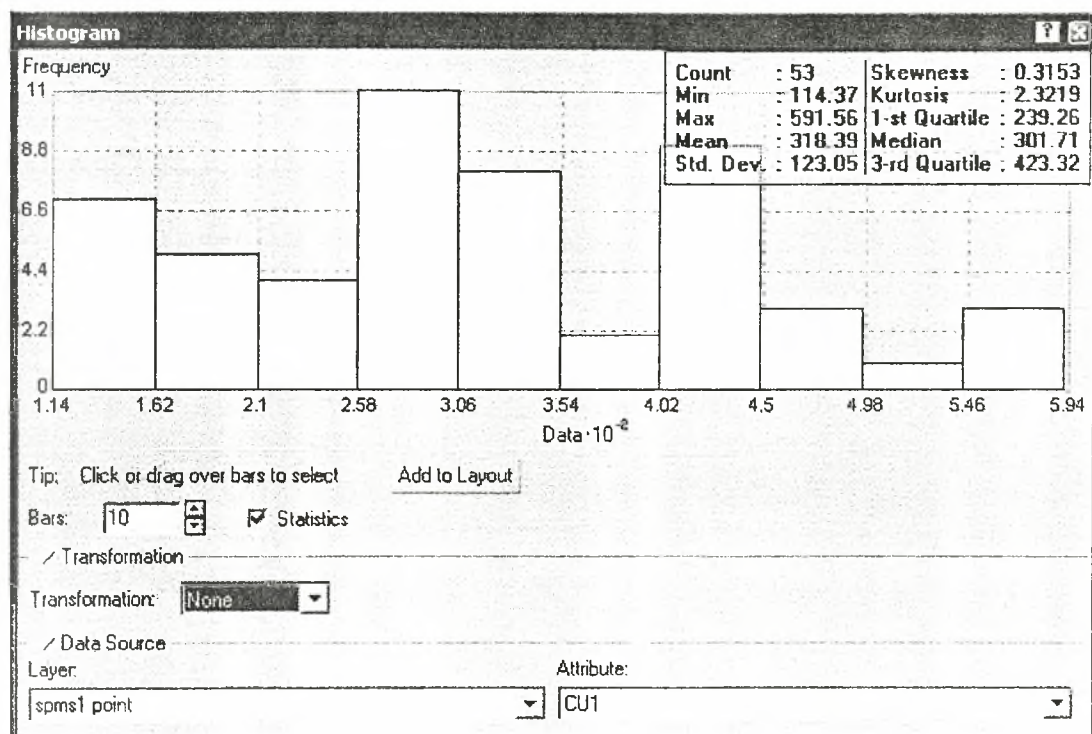
Ιστόγραμμα των τιμών του φωσφόρου στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



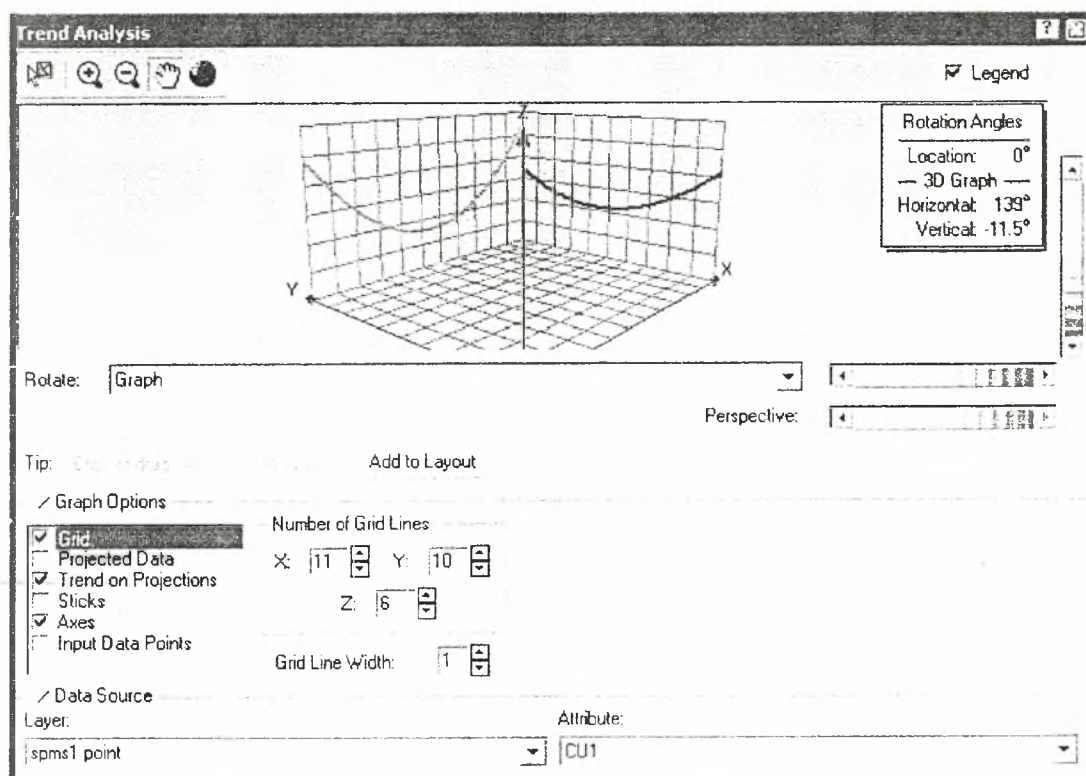
Ανάλυση της τάσεως των τιμών του φωσφόρου στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



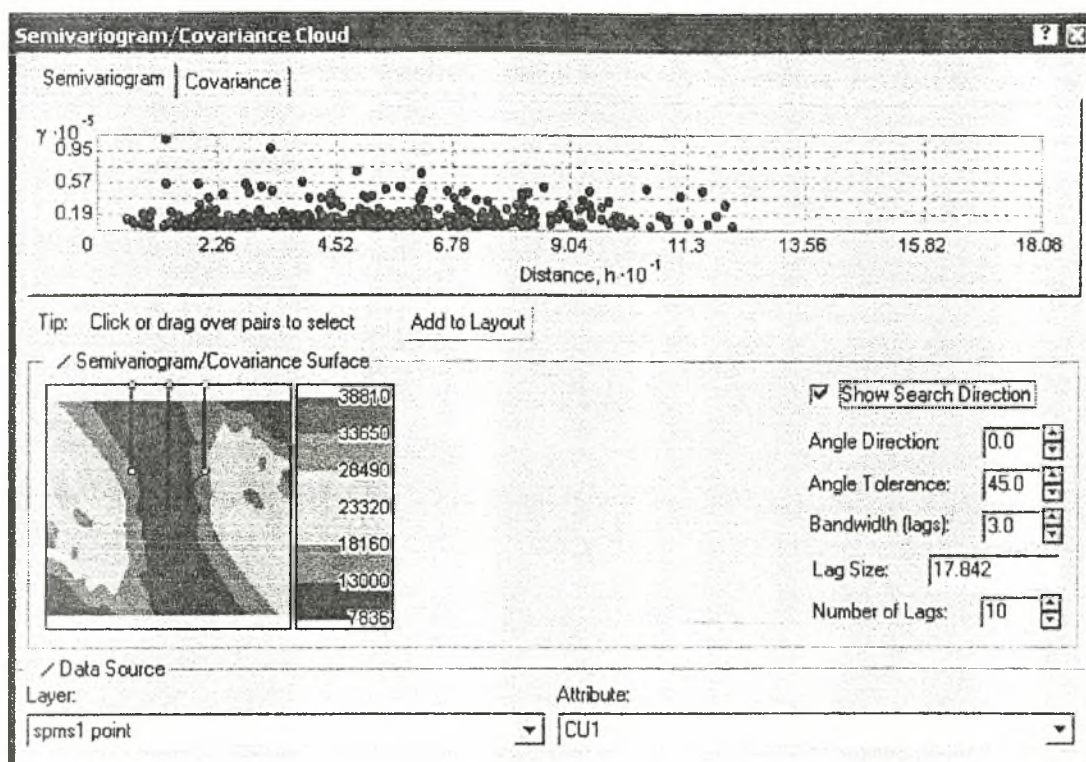
Διάγραμμα της ημιπαραλλακτικότητας των τιμών του φωσφόρου στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



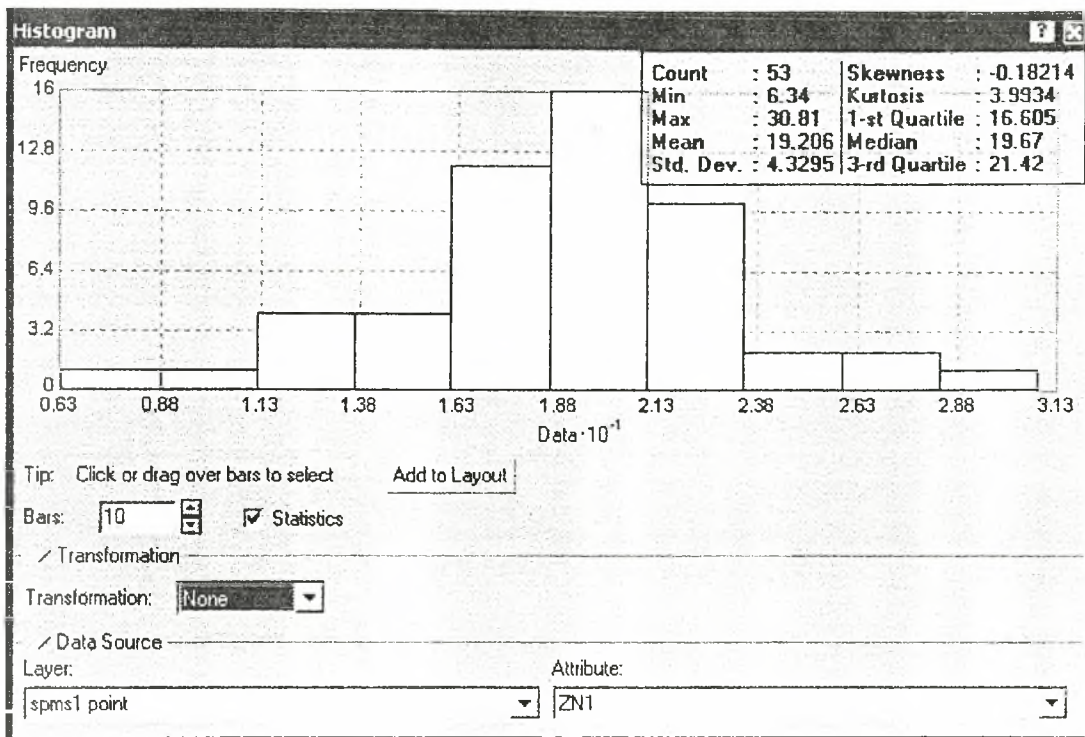
Ιστογράμμο της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών του χαλκού στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



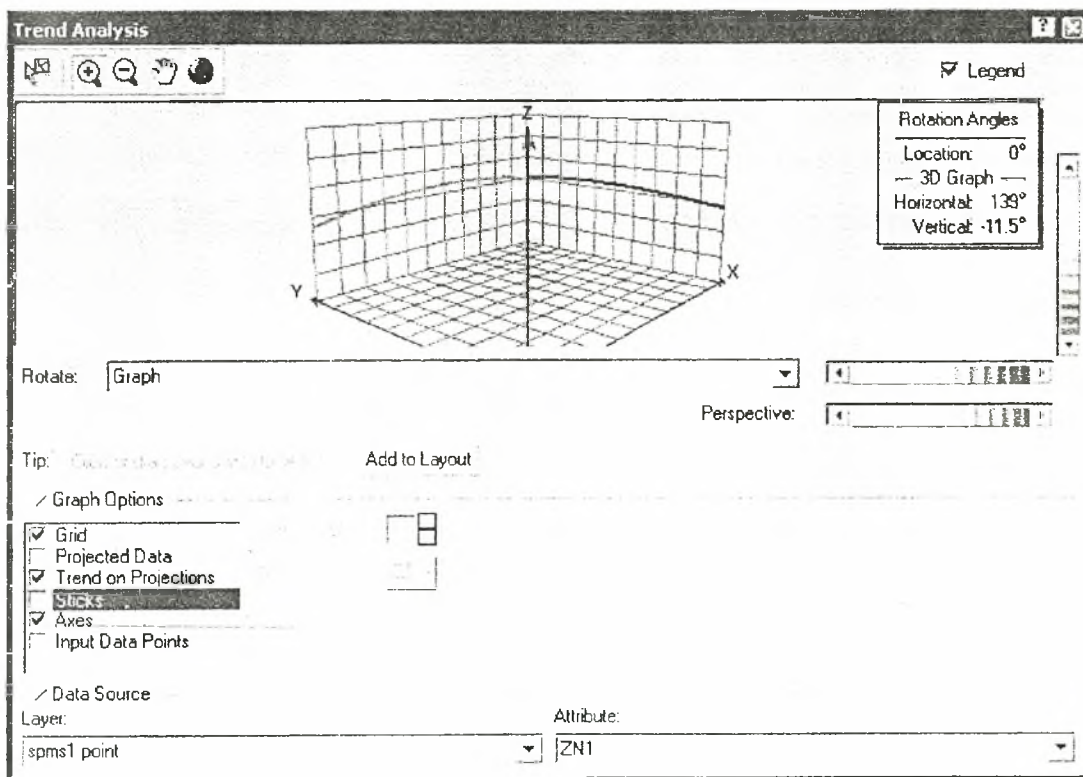
Ανάλυση της τάσεως των τιμών του χαλκού στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



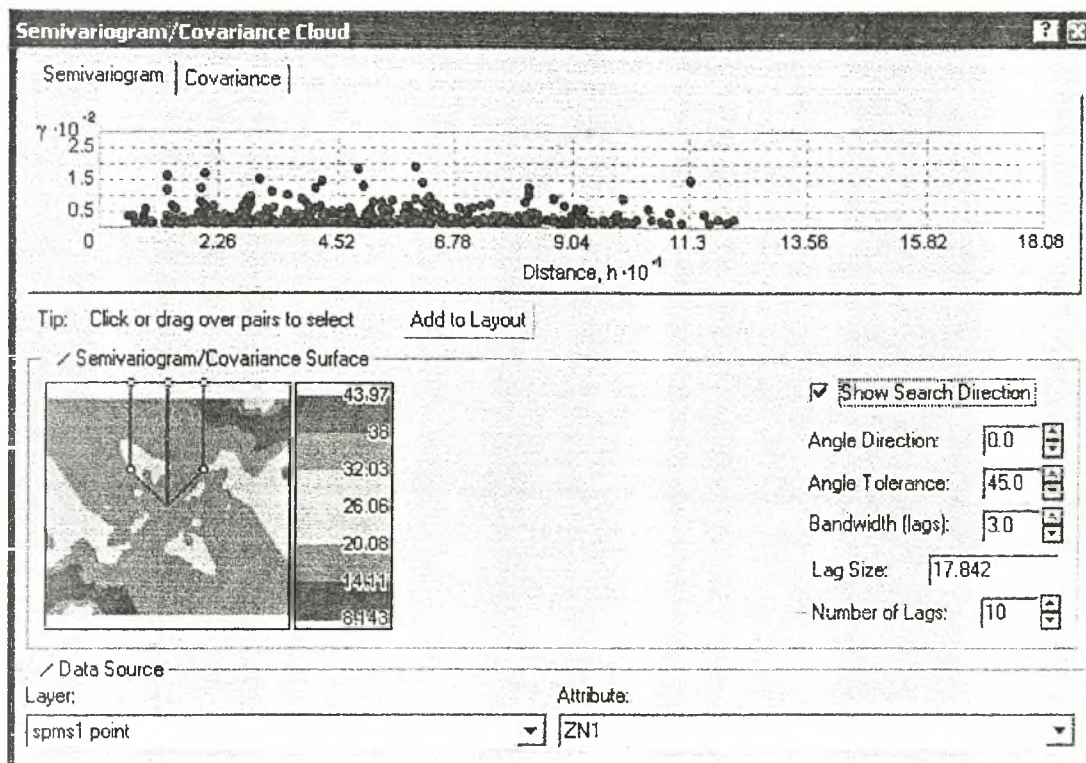
Διάγραμμα της ημιπαραλλακτικότητας των τιμών του χαλκού στα φύλλα αμπέλου
(1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



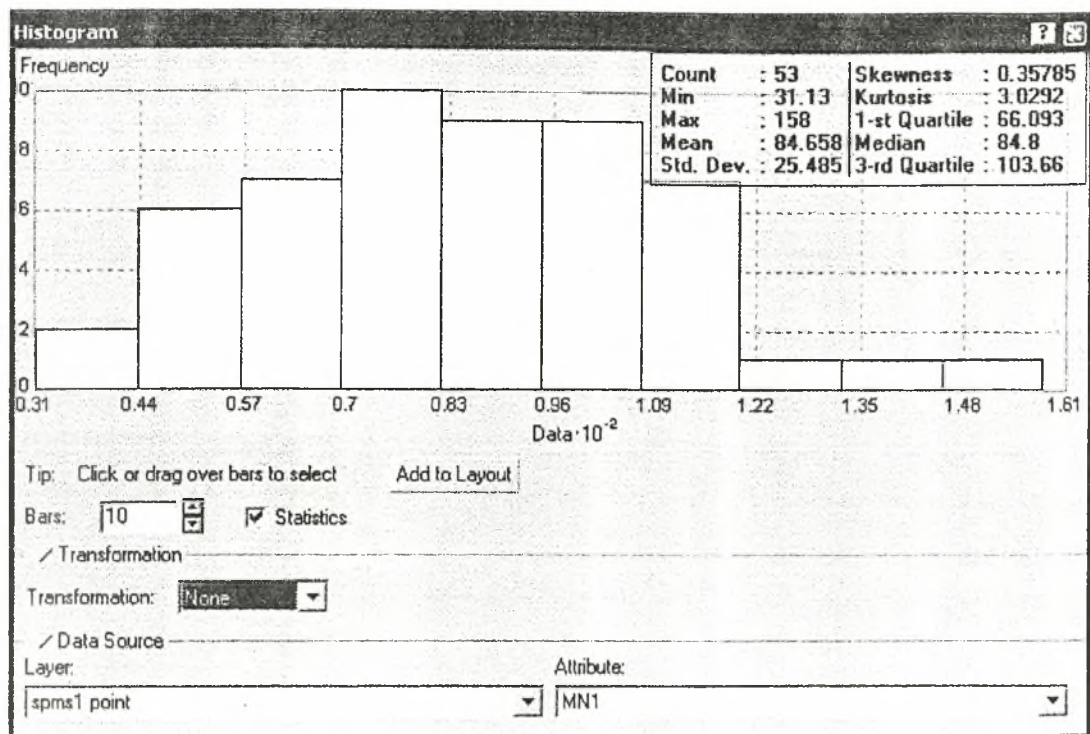
Ιστόγραμμα της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών του ψευδαργύρου στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



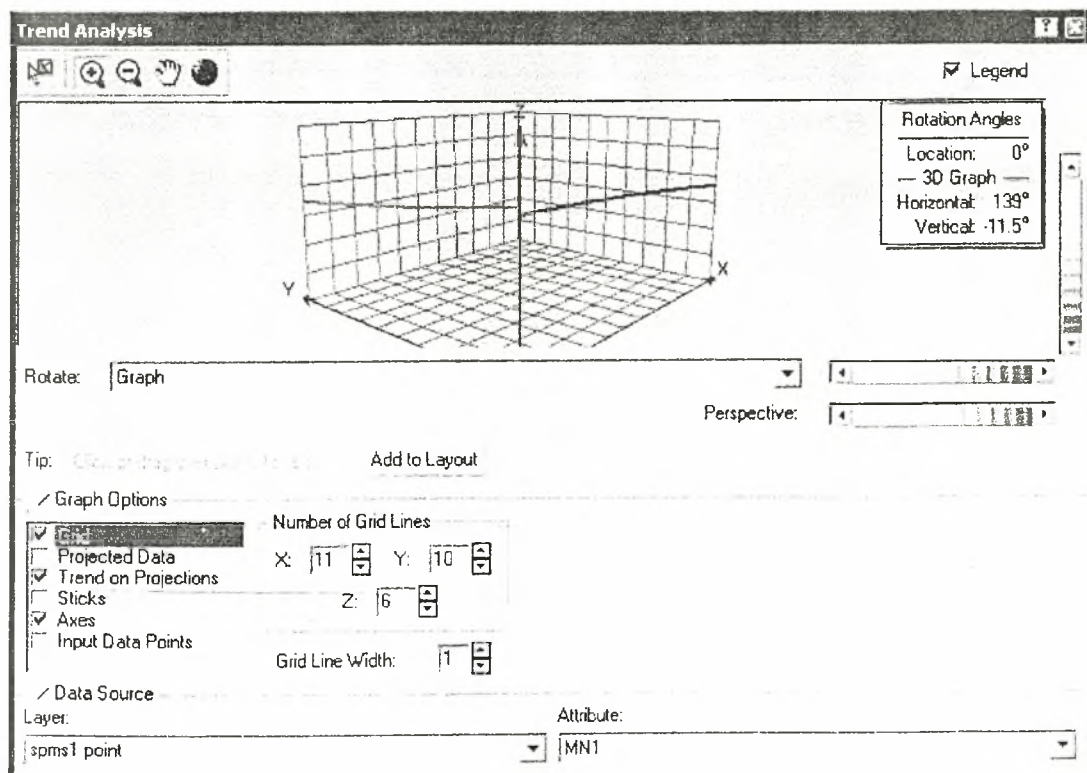
Ανάλυση της τάσεως των τιμών του ψευδαργύρου στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



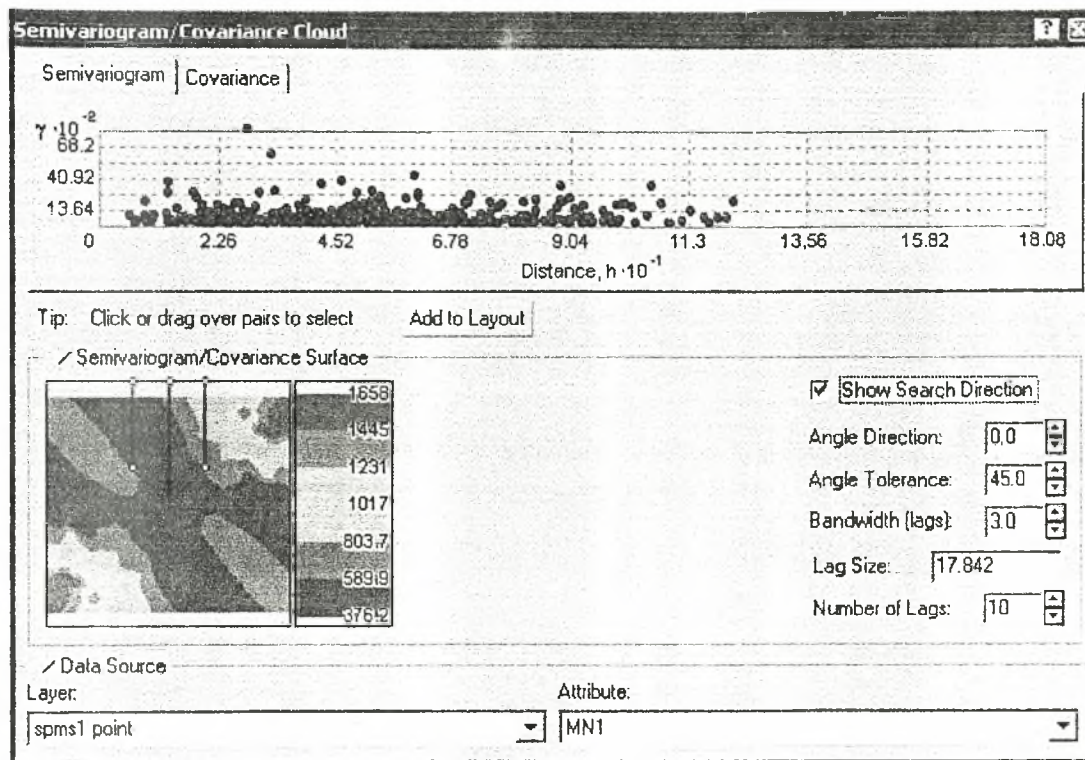
Διάγραμμα της ημιπαλλακτικότητας των τιμών του ψευδαργύρου στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



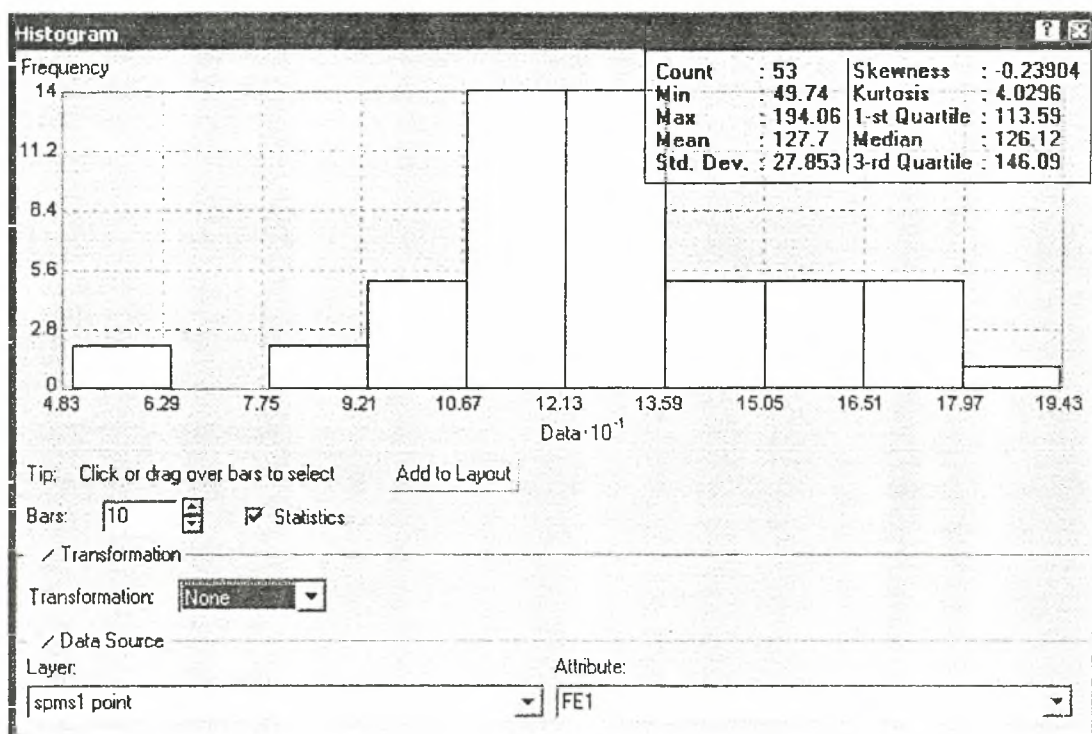
Ιστόγραμμα της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών του μαγγανίου στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



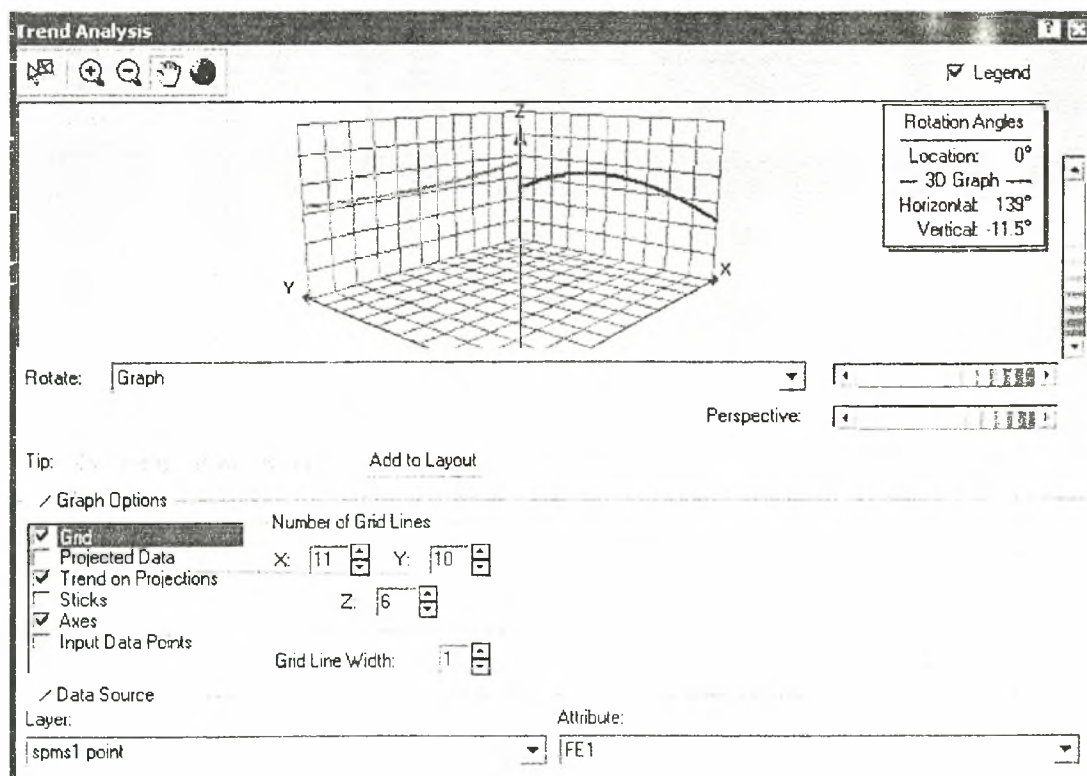
Ανάλυση της τάσεως των τιμών του μαγγανίου στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



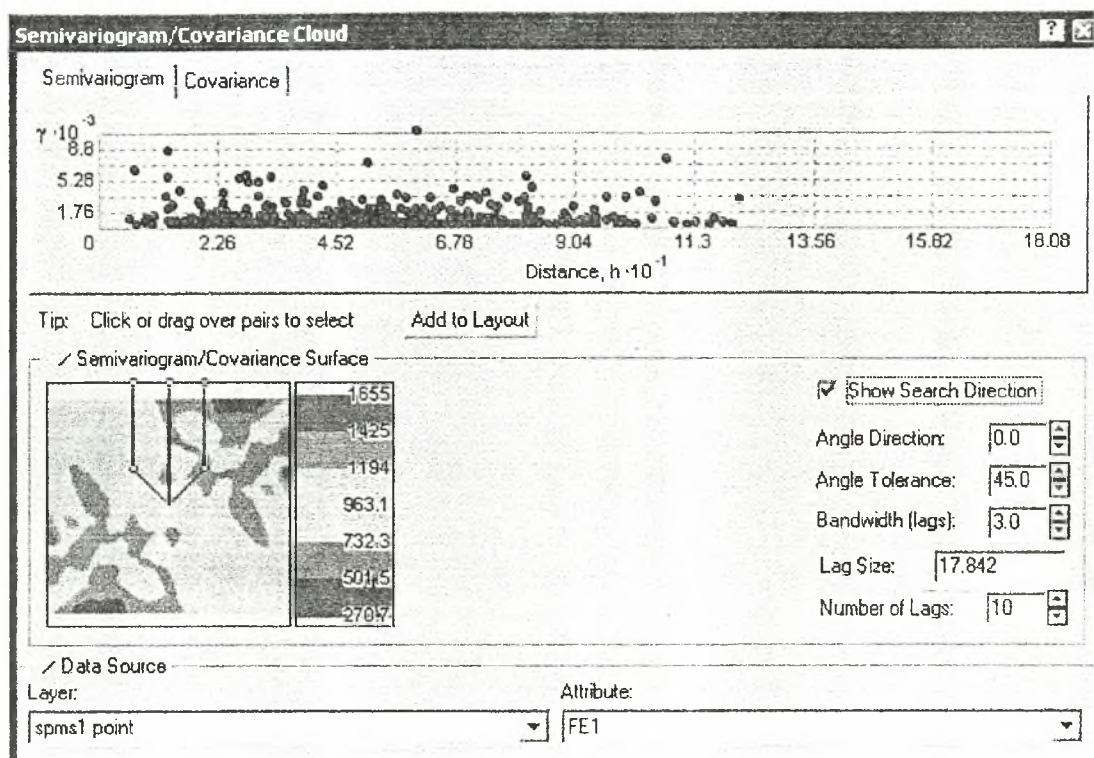
Διάγραμμα της ημιπαράλλακτικότητας των τιμών του μαγγανίου στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



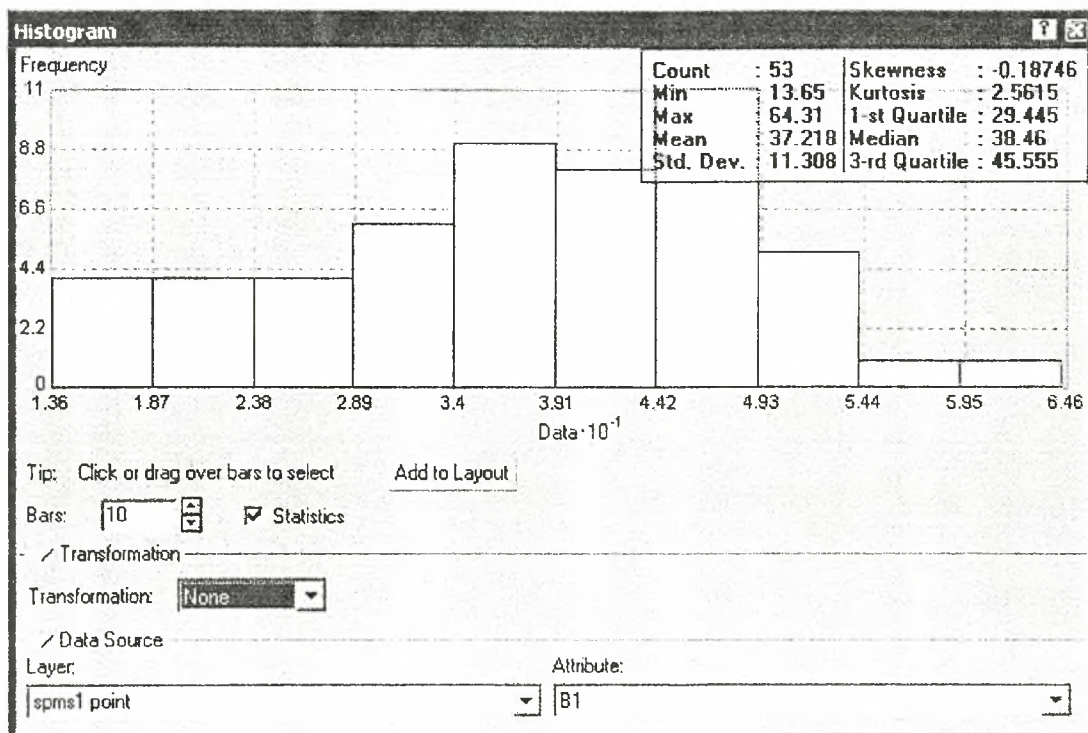
Ιστόγραμμα της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών του σιδήρου στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



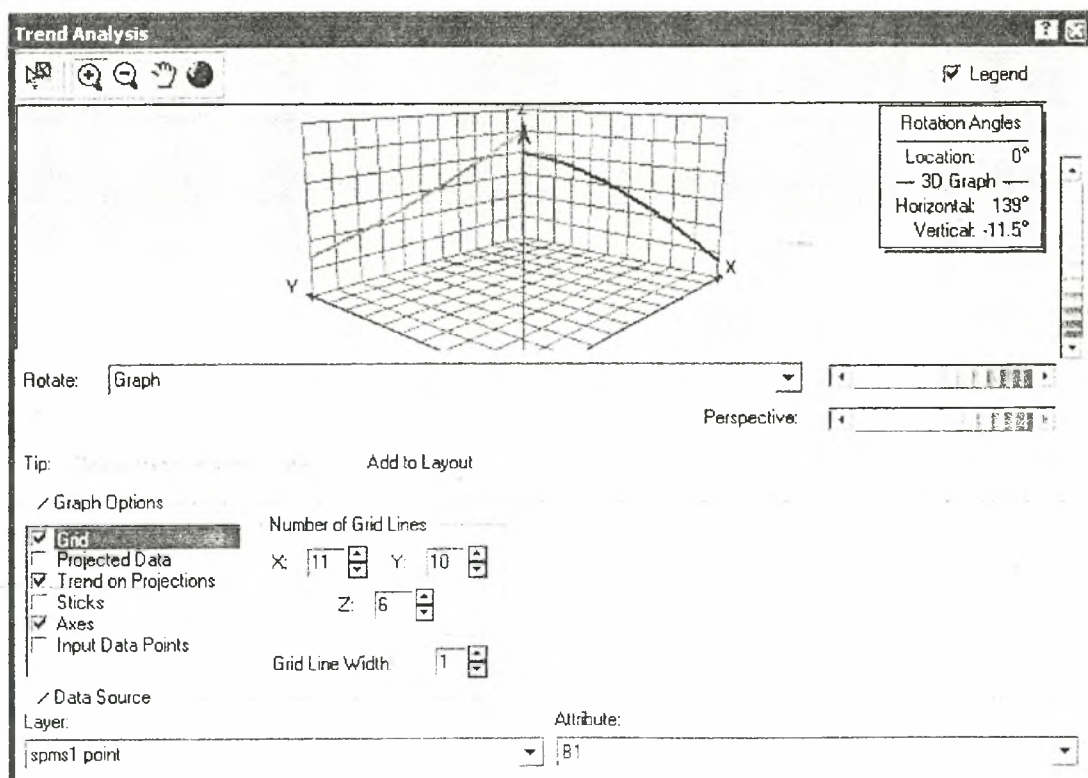
Ανάλυση της τάσεως των τιμών του σιδήρου στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



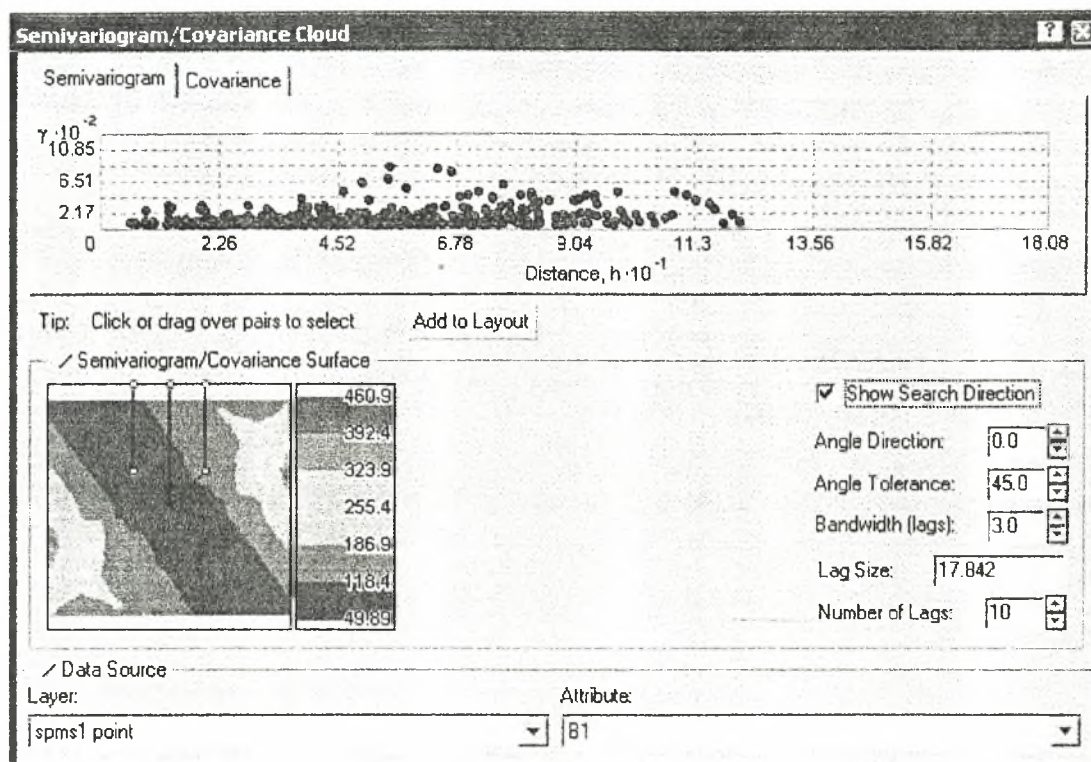
Διάγραμμα της ημιπαλλακτικότητας των τιμών του σιδήρου στα φύλλα αμπέλου
(1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



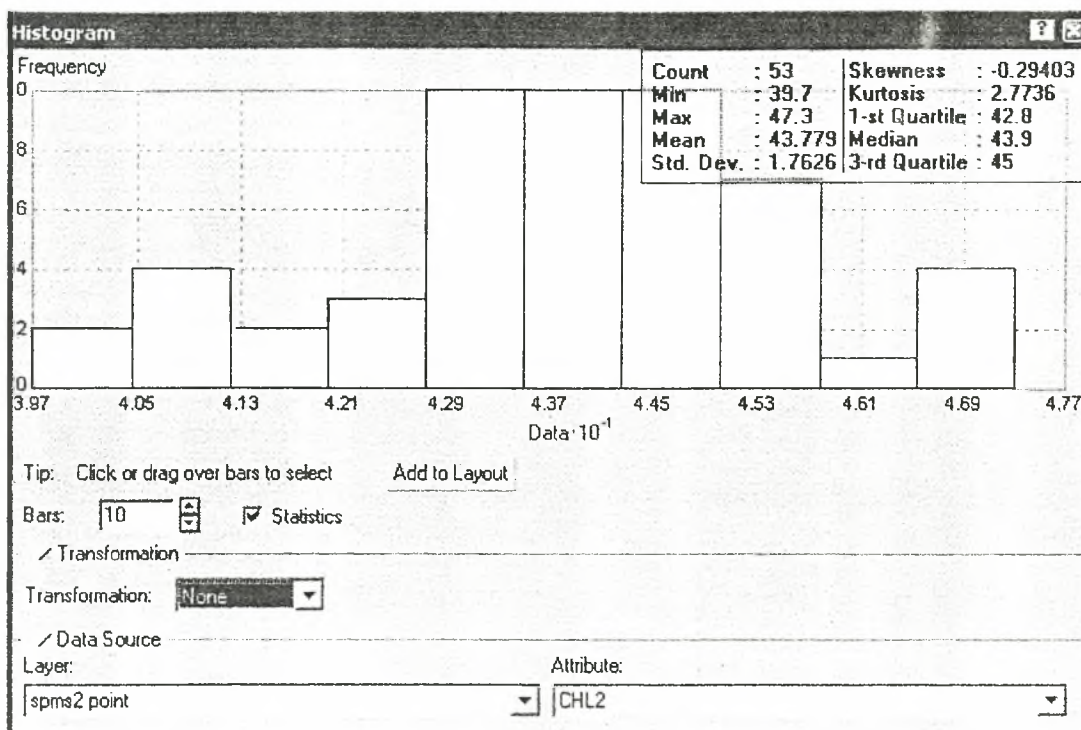
Ιστόγραμμα της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών του βορίου στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



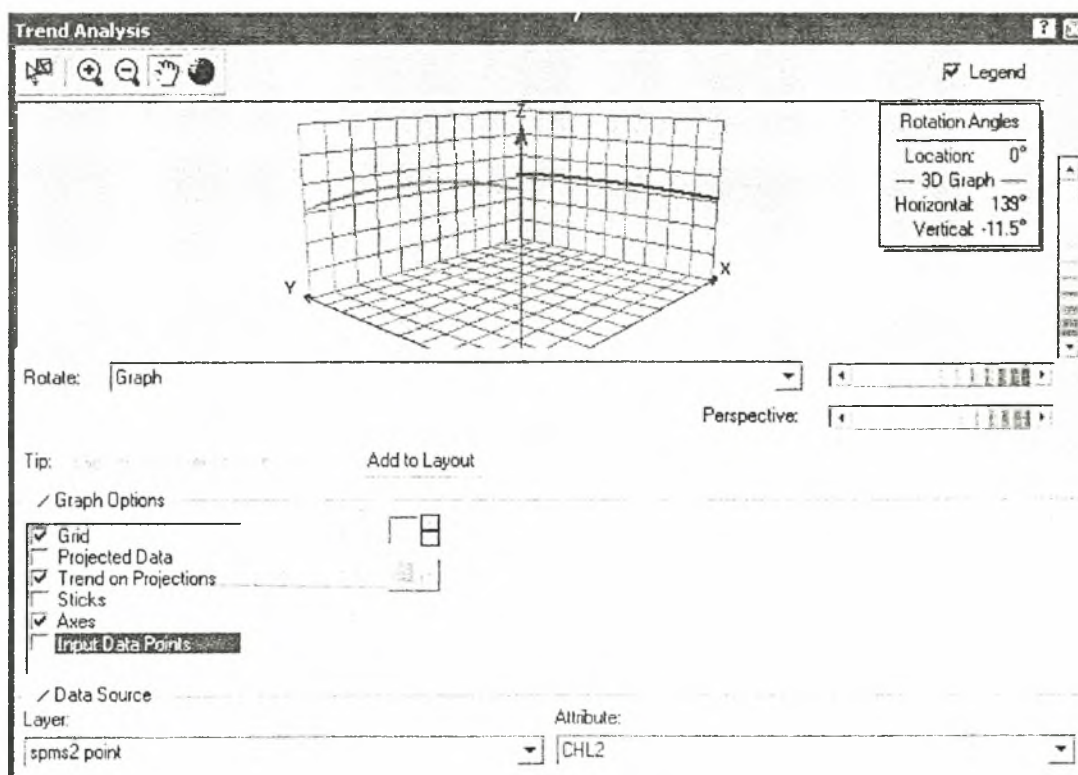
Ανάλυση της τάσεως των τιμών του βορίου στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



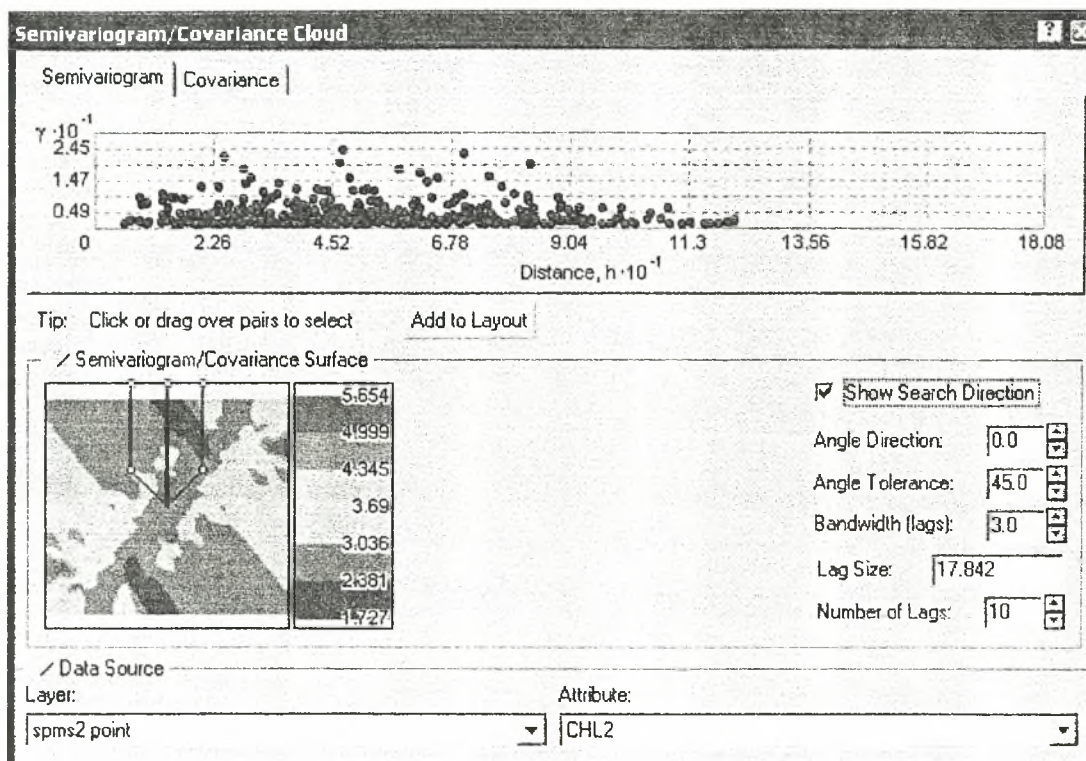
Διάγραμμα της ημιπαραλλακτικότητας των τιμών του βορίου στα φύλλα αμπέλου (1^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



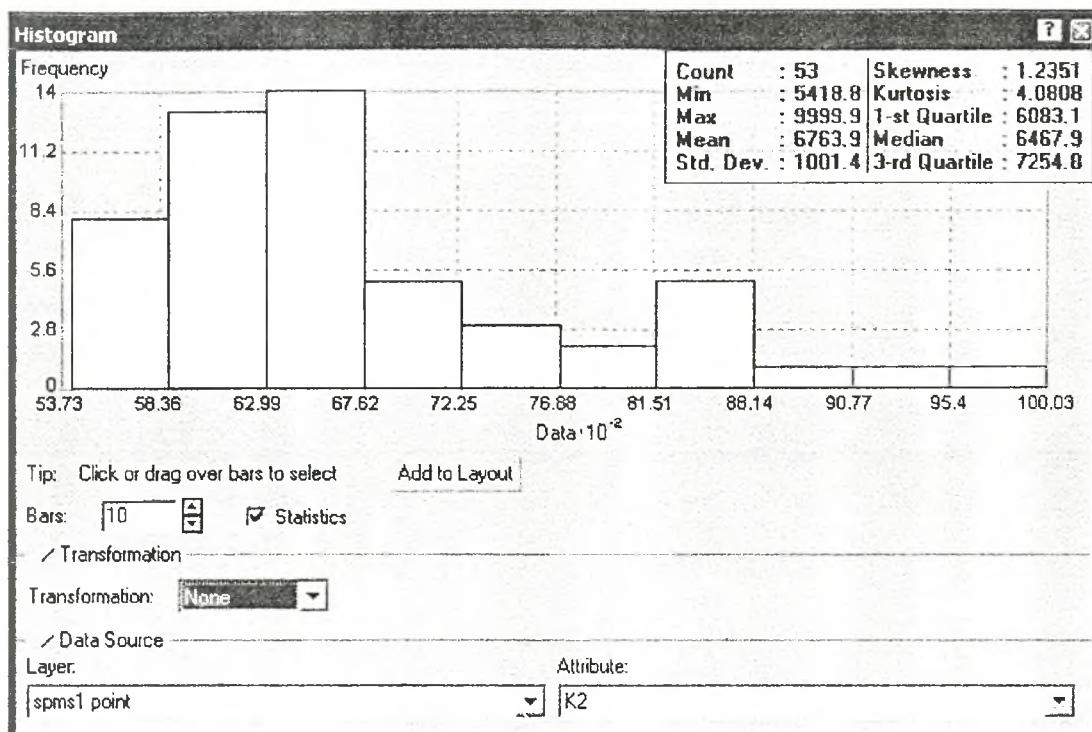
Ιστόγραμμα της κατανομής των τιμών της χλωροφύλλης στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



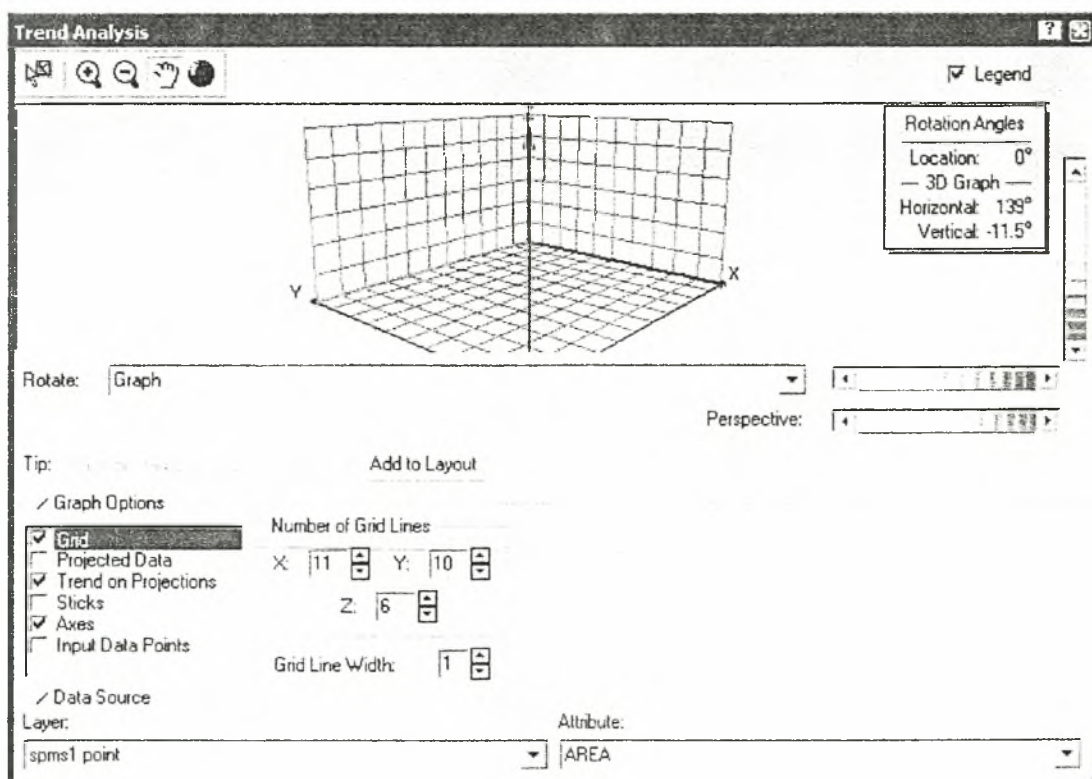
Ανάλυση της τάσεως των τιμών της χλωροφύλλης στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



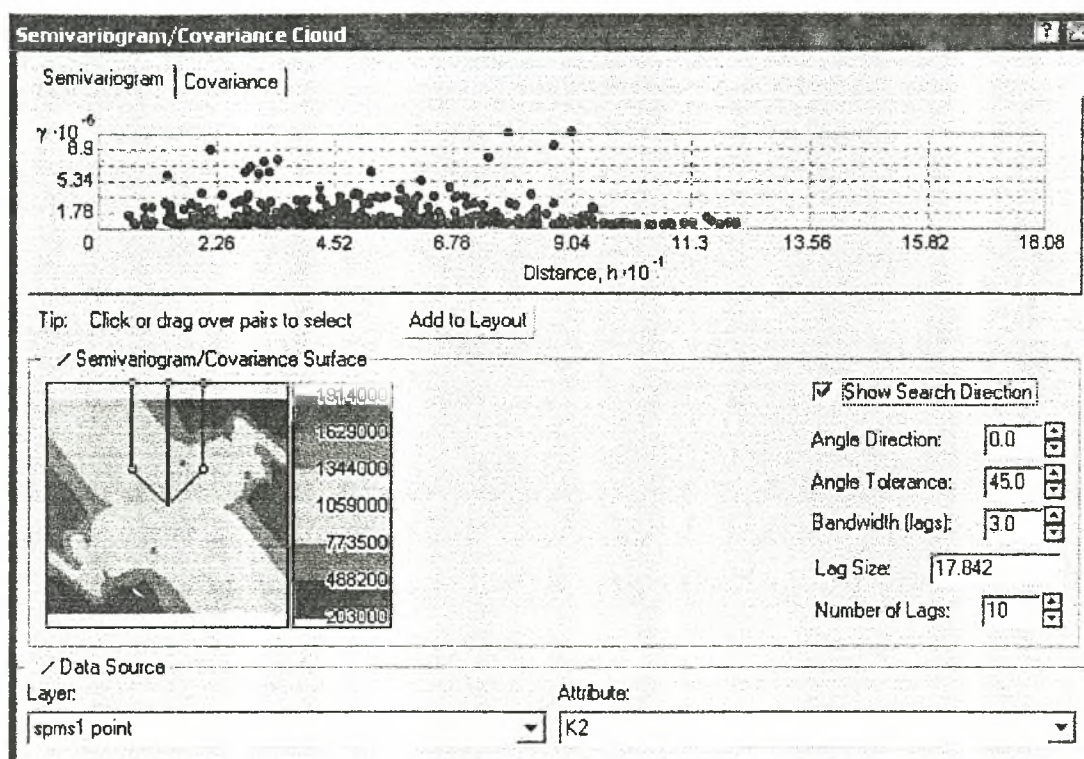
Διάγραμμα της ημιπαράλλακτικότητας των τιμών της χλωροφύλλης στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



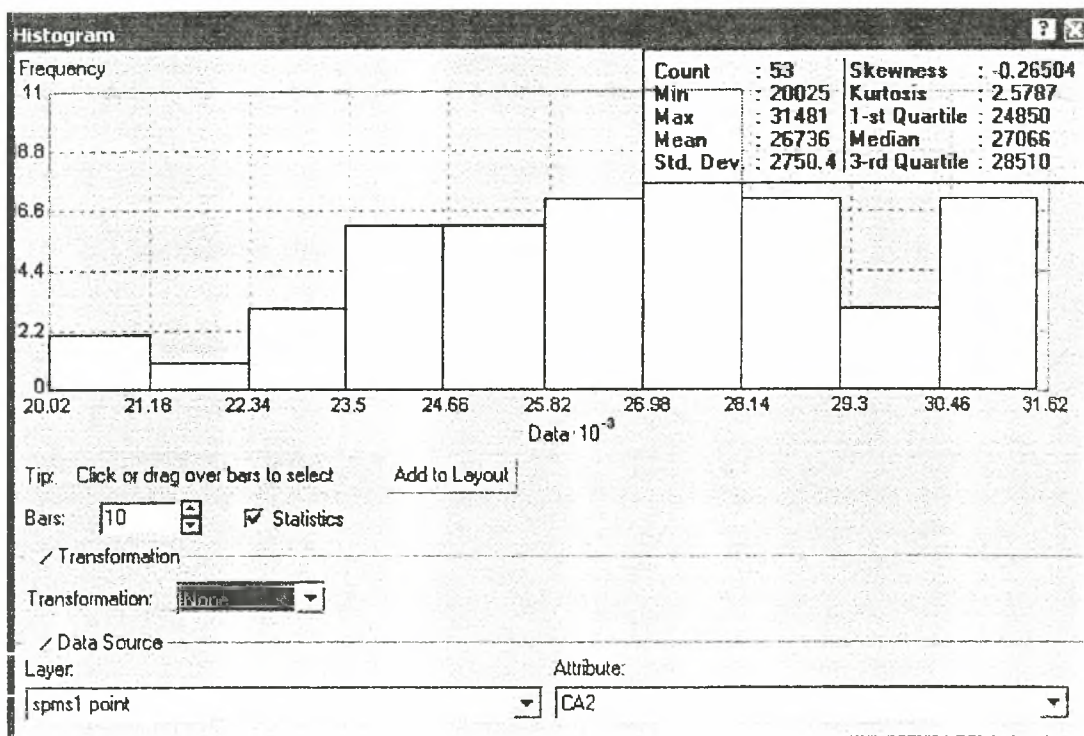
Ιστόγραμμα της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών του καλίου στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



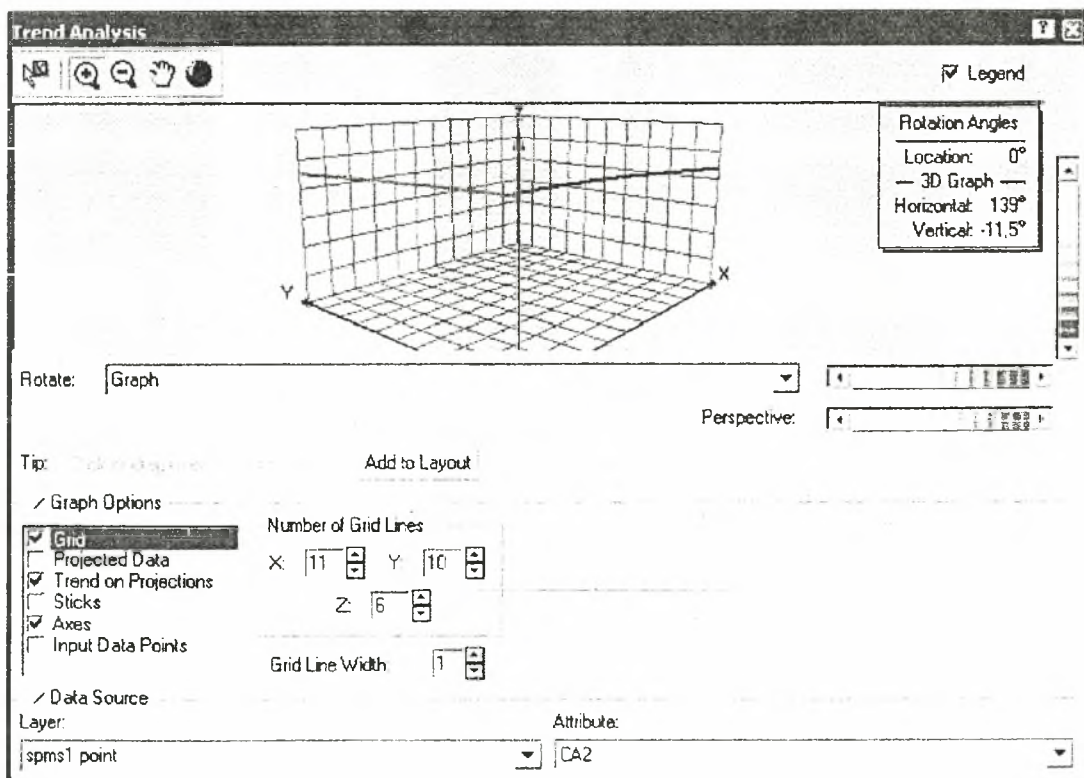
Ανάλυση της τάσεως των τιμών του καλίου στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



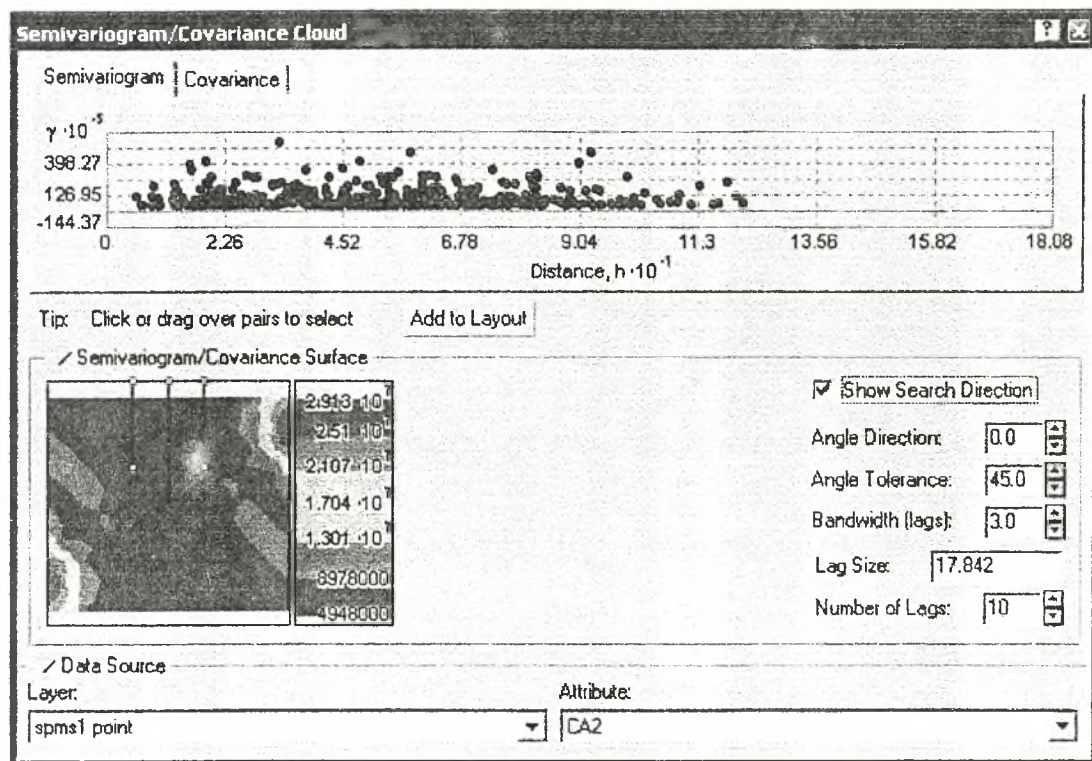
Διάγραμμα της ημιπαραλλακτικότητας των τιμών του καλίου στα φύλλα αμπέλου
(2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



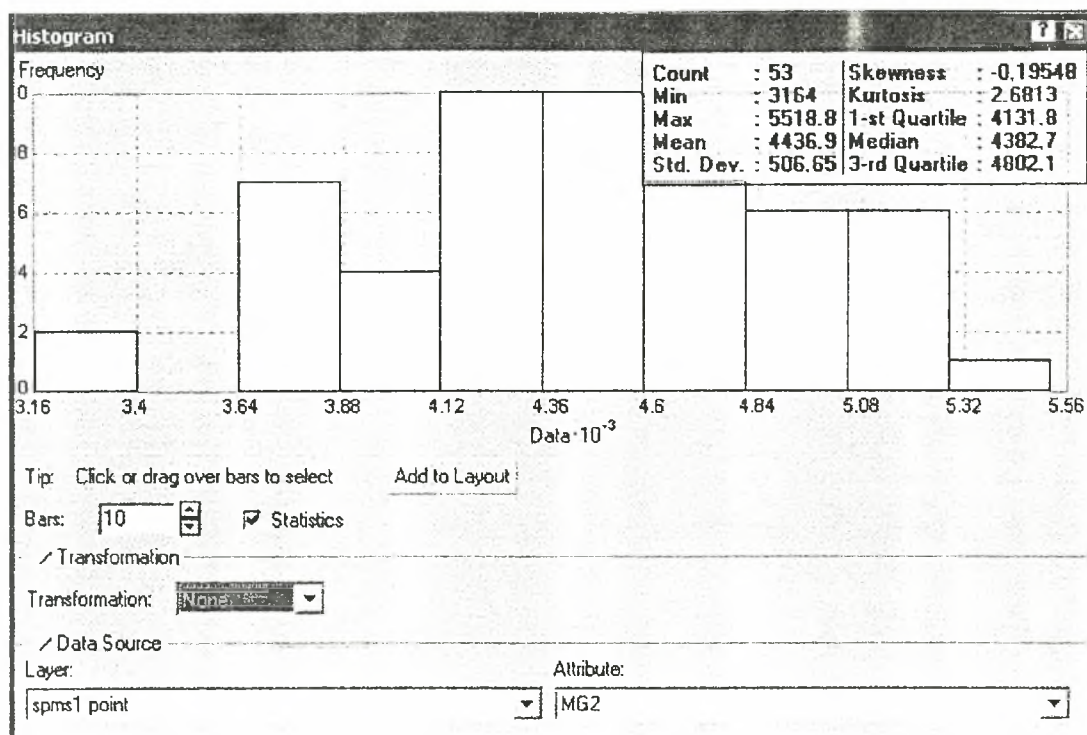
Ιστόγραμμα της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών του ασβεστίου στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



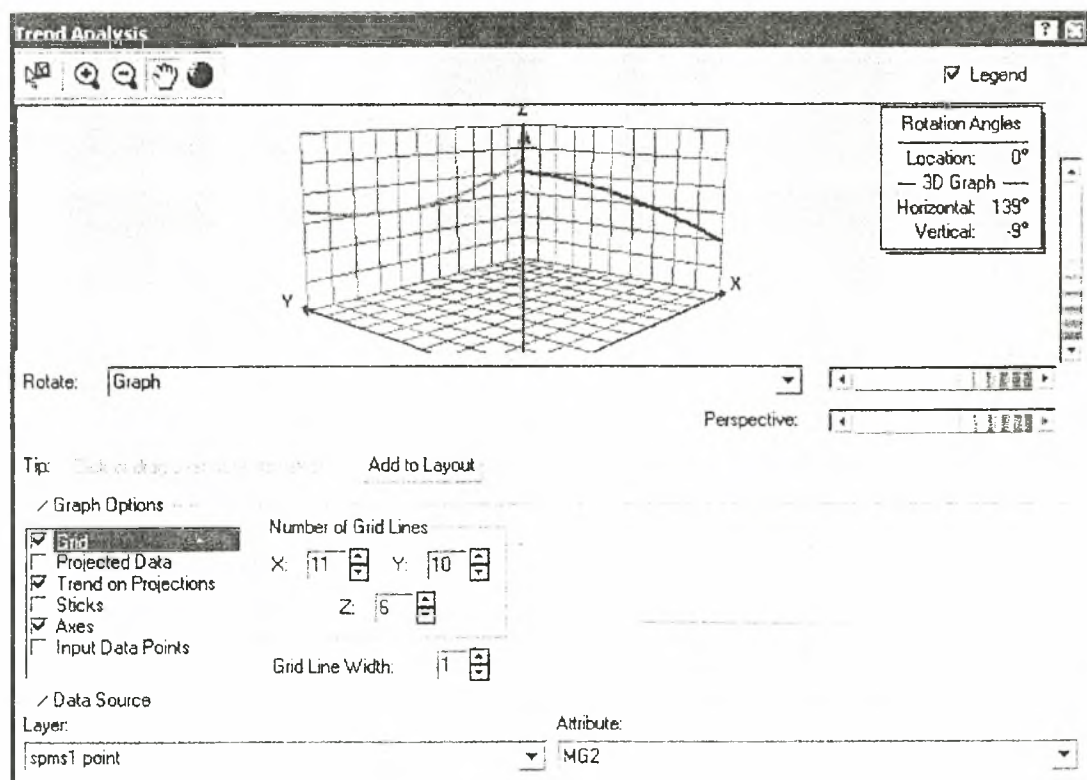
Ανάλυση της τάσεως των τιμών του ασβεστίου στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



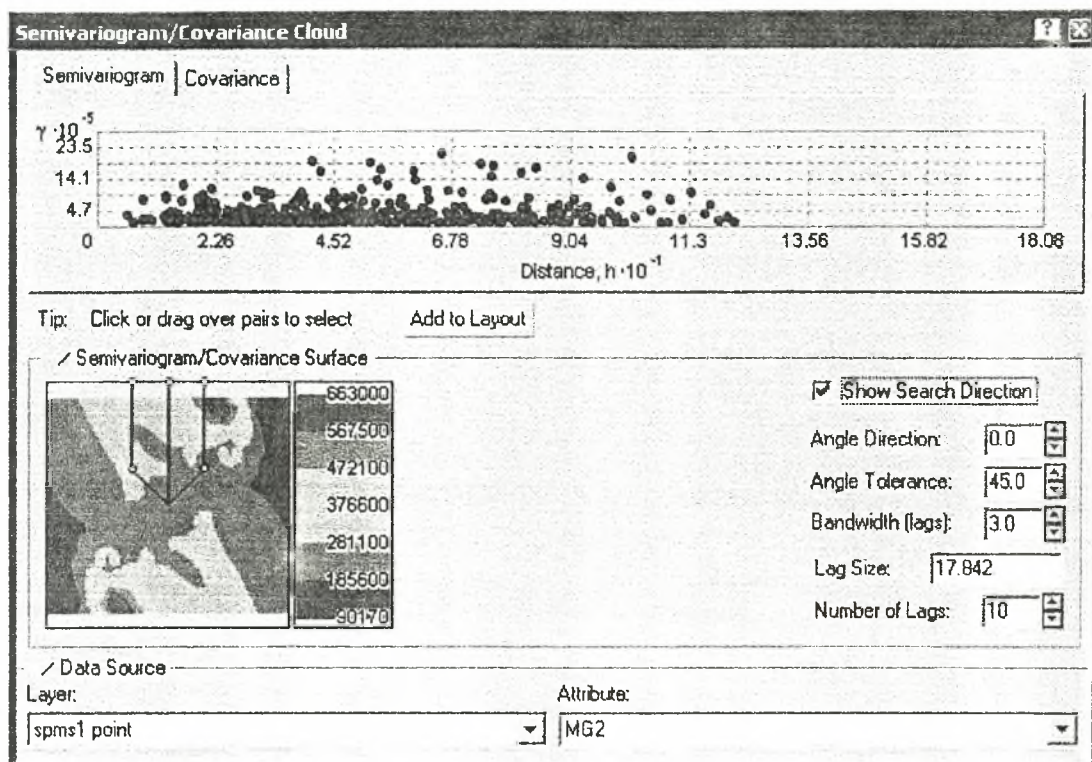
Διάγραμμα της ημιπαραλλακτικότητας των τιμών του ασβεστίου στα φύλλα
αμπέλου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



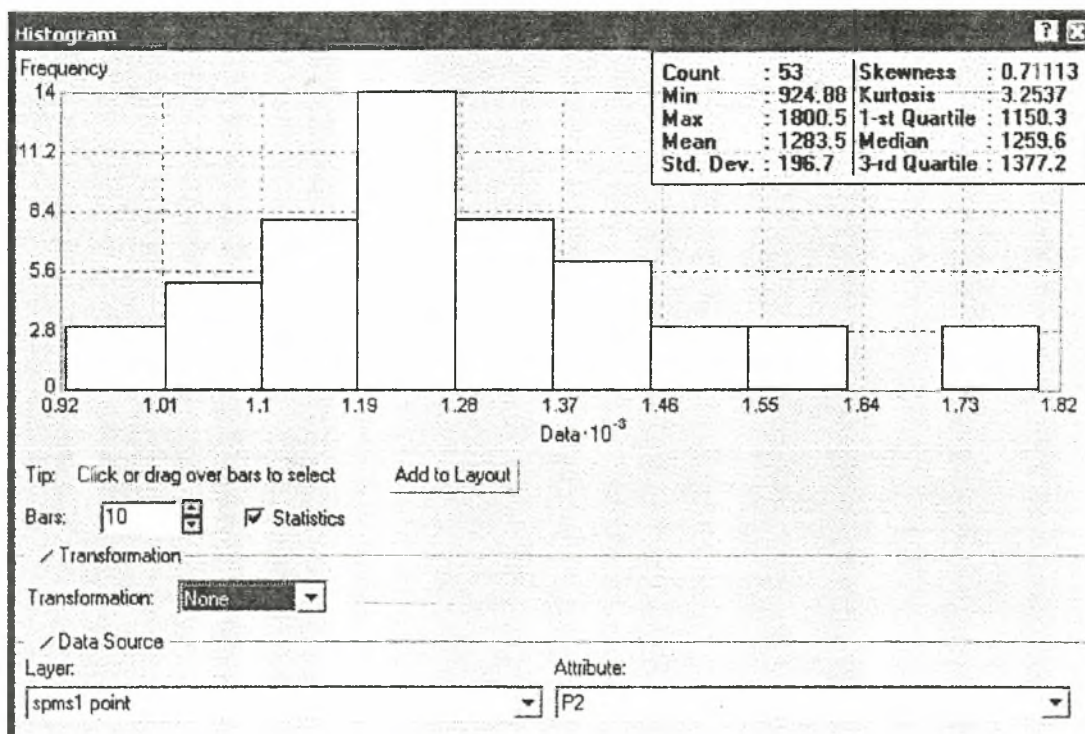
Ιστόγραμμα της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών του μαγνησίου στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



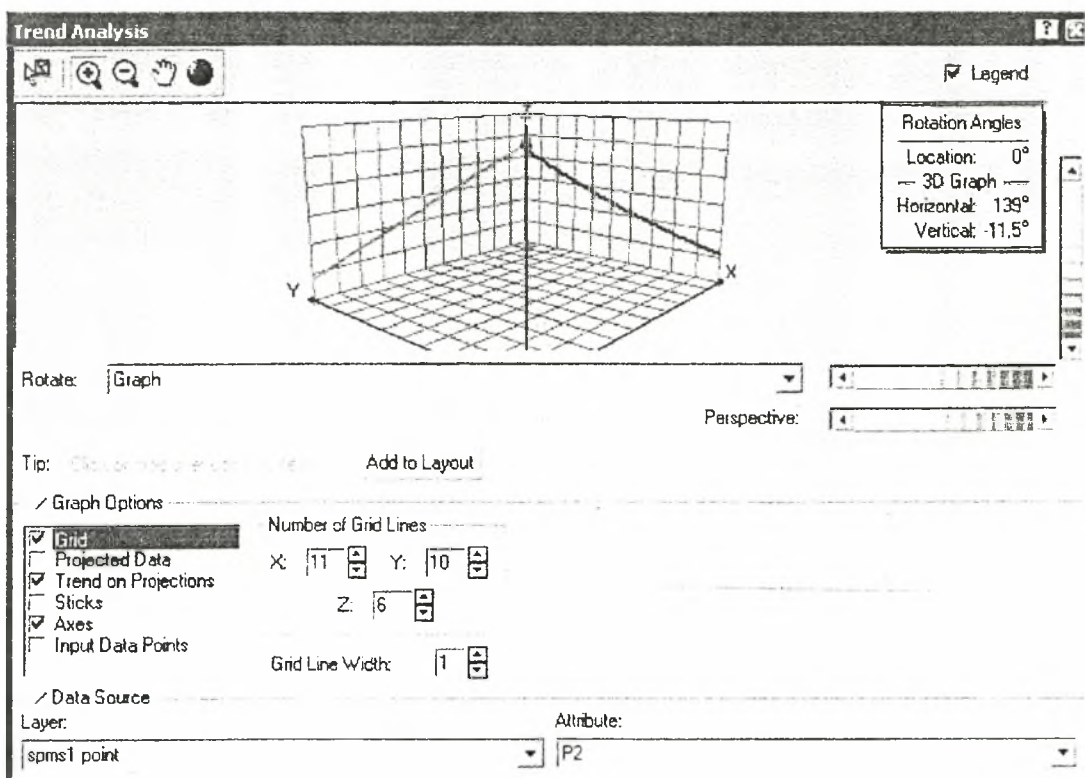
Ανάλυση της τάσεως των τιμών του μαγνησίου στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



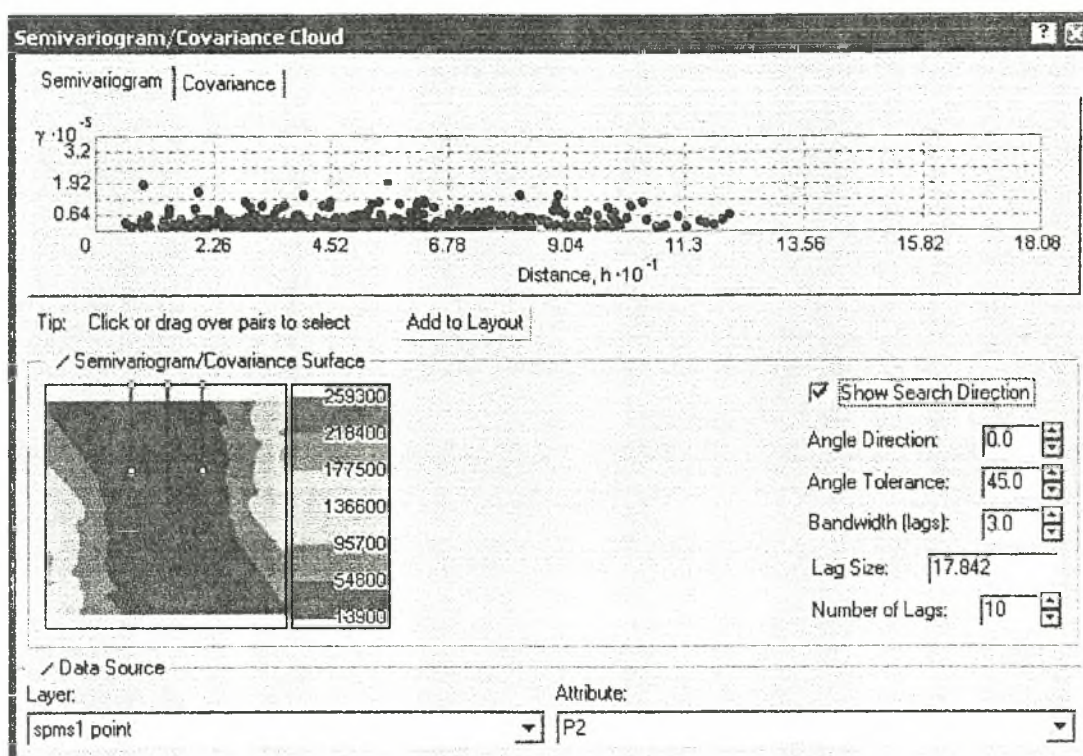
Διάγραμμα της ημιπαράλλακτικότητας των τιμών του μαγνησίου στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



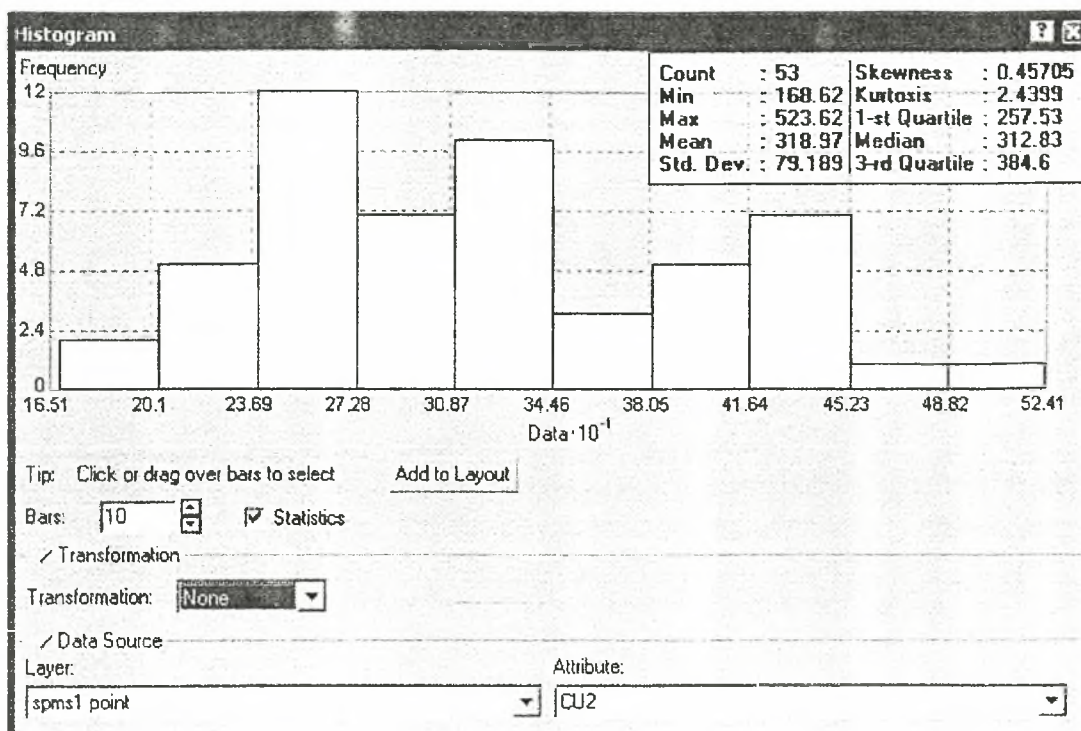
Ιστόγραμμα της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών του φωσφόρου στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



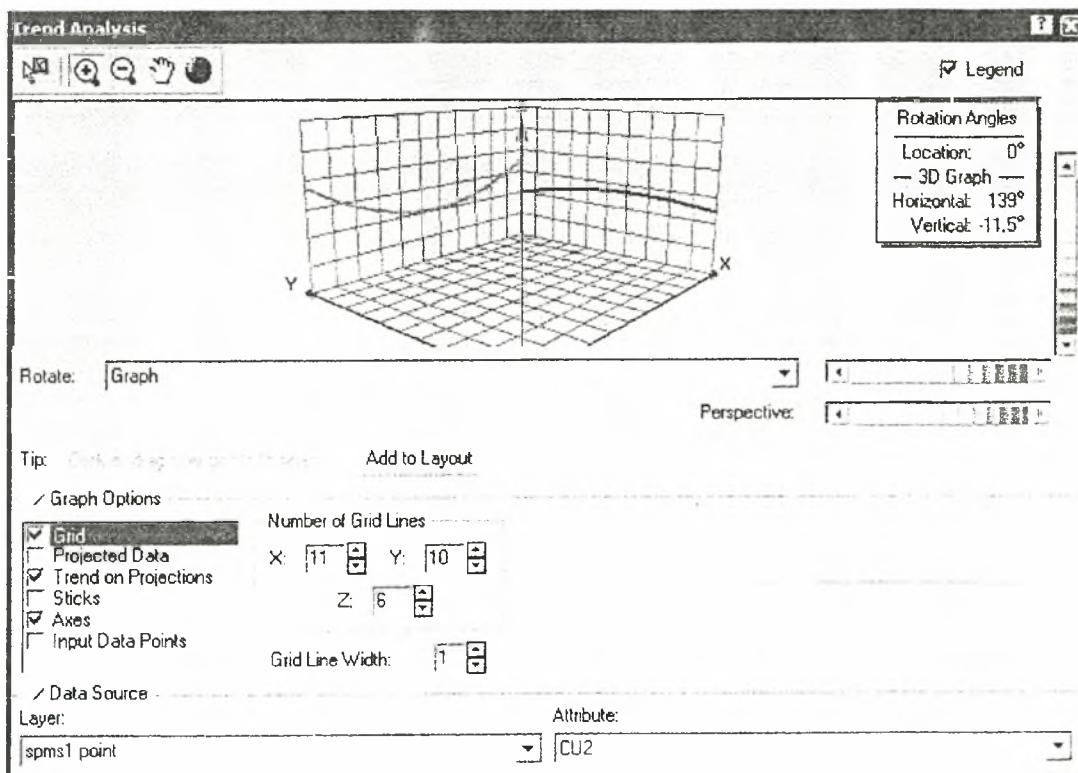
Ανάλυση της τάσεως των τιμών του φωσφόρου στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



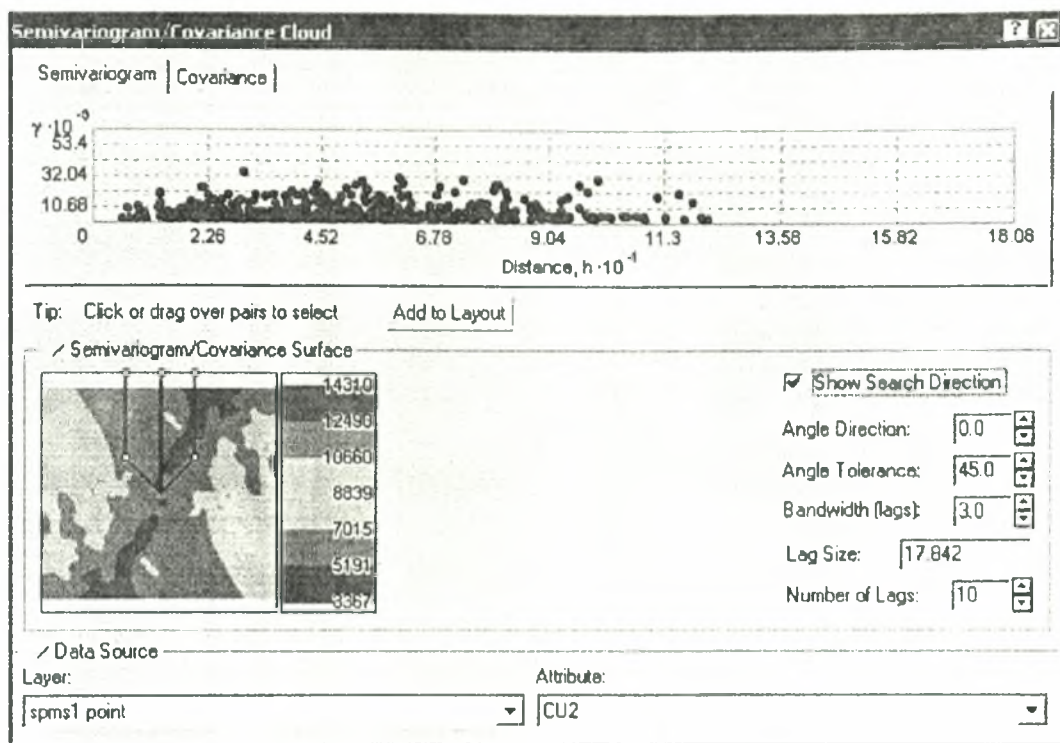
Διάγραμμα της ημιπαραλλακτικότητας των τιμών του φωσφόρου στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



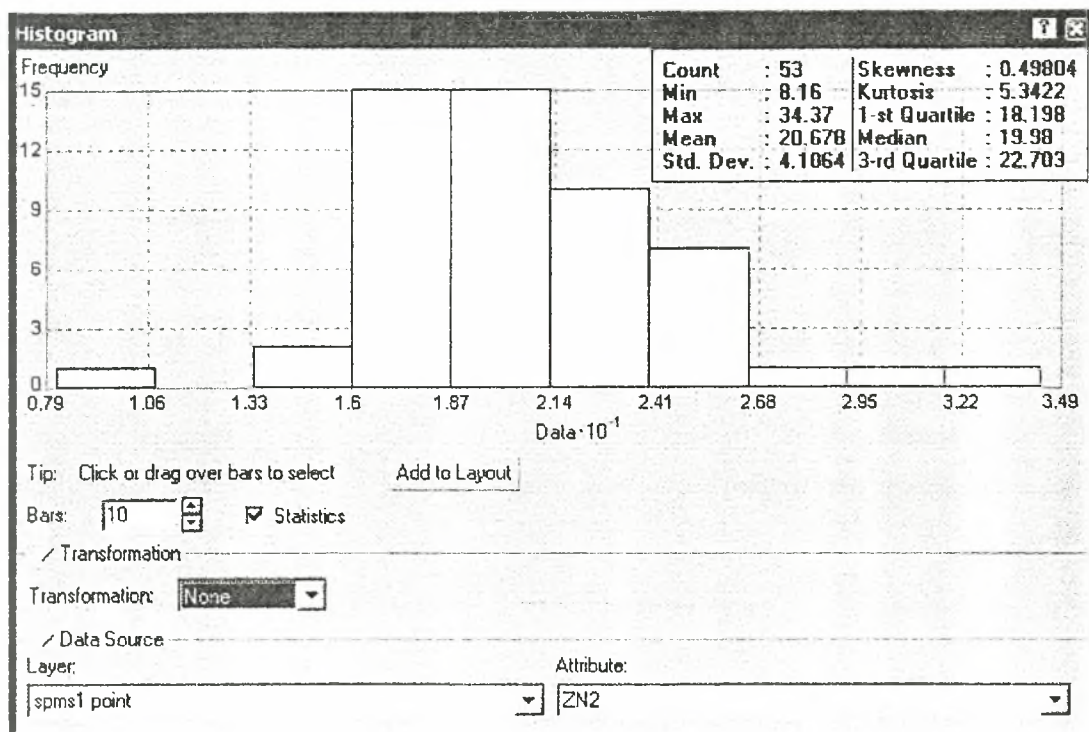
Ιστογράμμο της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών του χαλκού στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



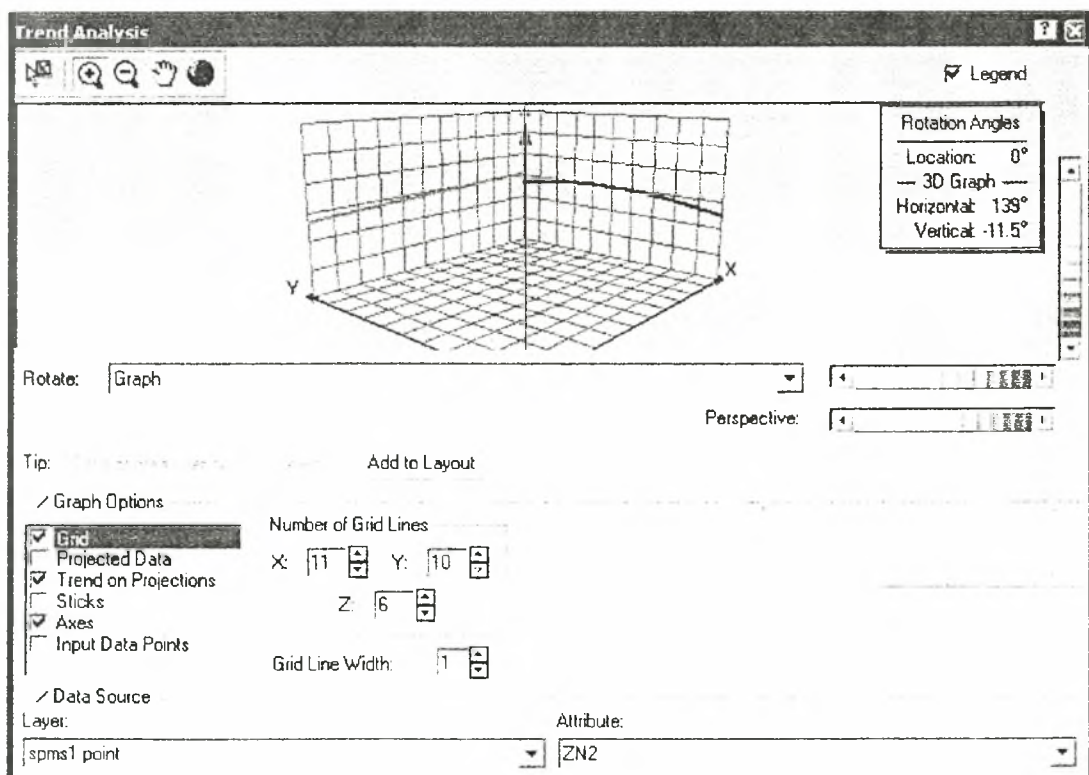
Ανάλυση της τάσεως των τιμών του χαλκού στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



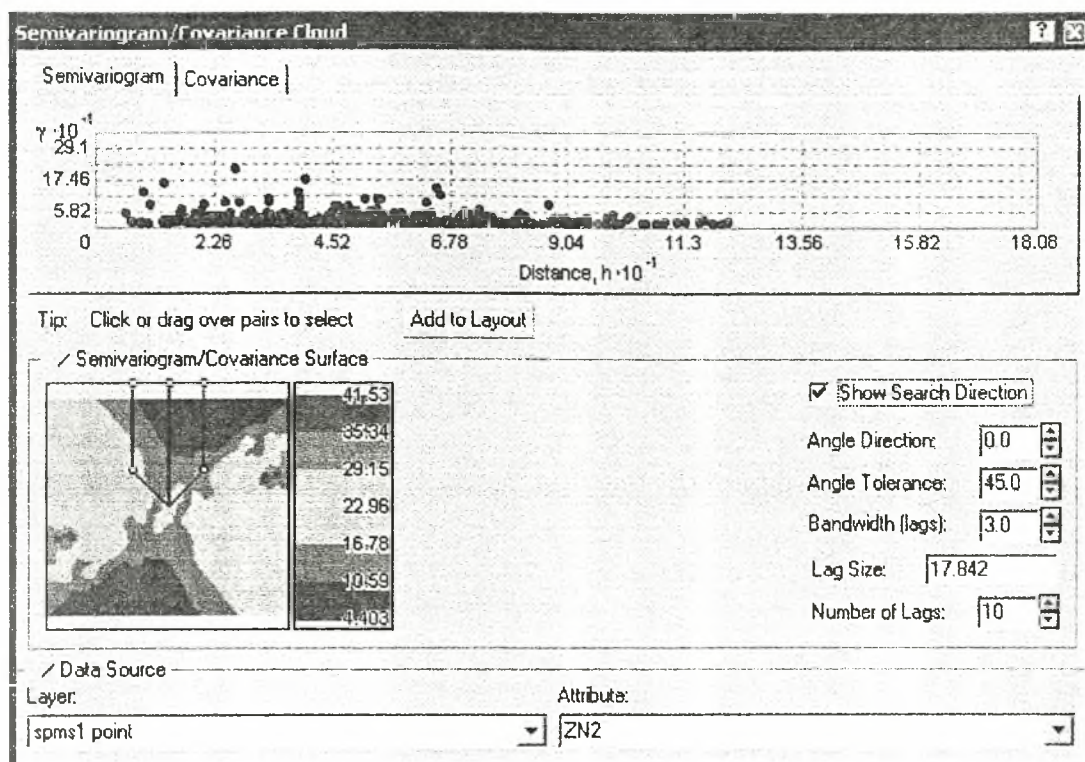
Διάγραμμα της ημιπαραλλακτικότητας των τιμών του χαλκού στα φύλλα αμπέλου
(2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



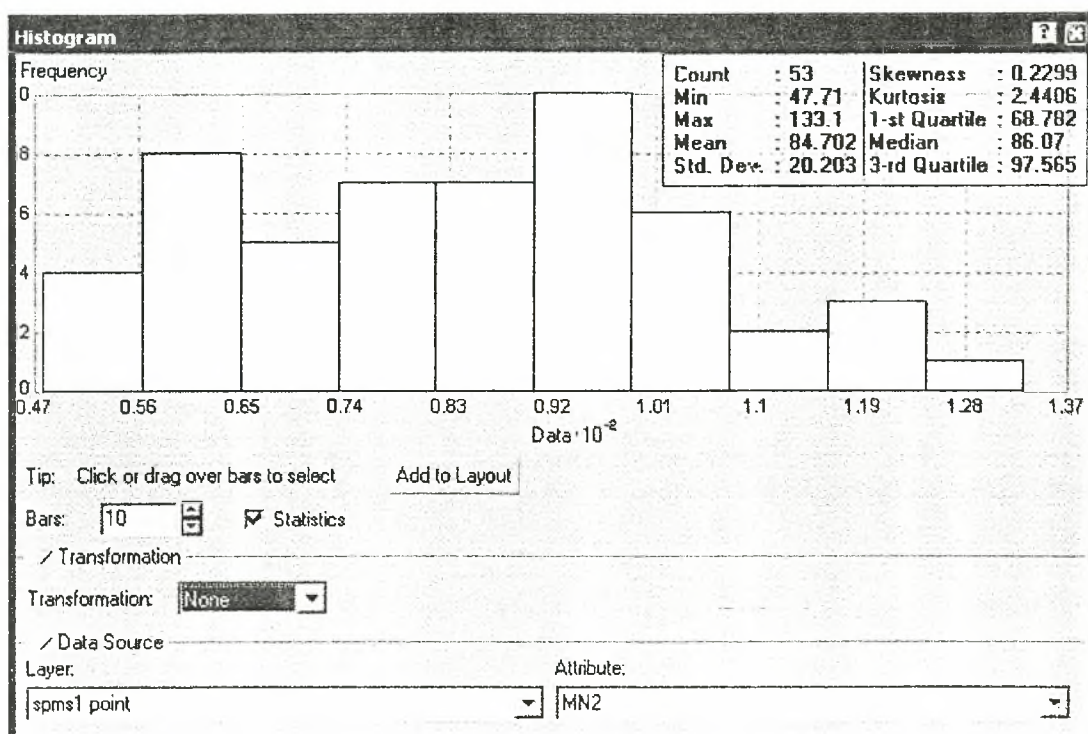
Ιστόγραμμα της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών του ψευδαργύρου στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



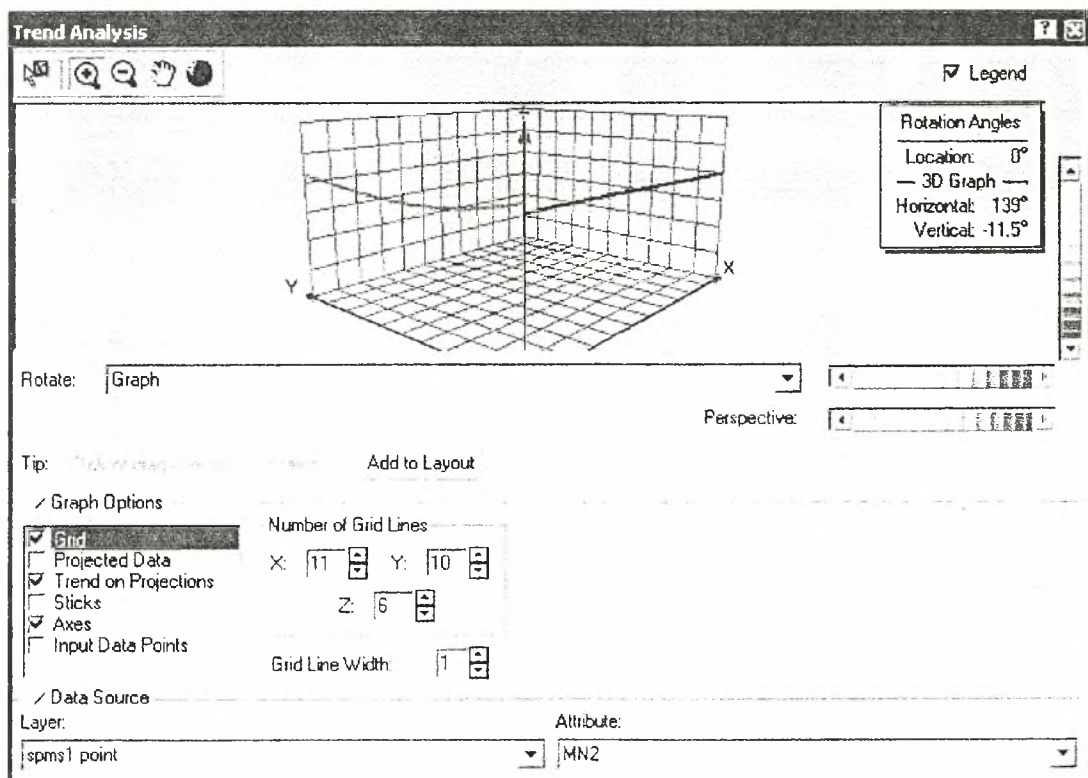
Ανάλυση της τάσεως των τιμών του ψευδαργύρου στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



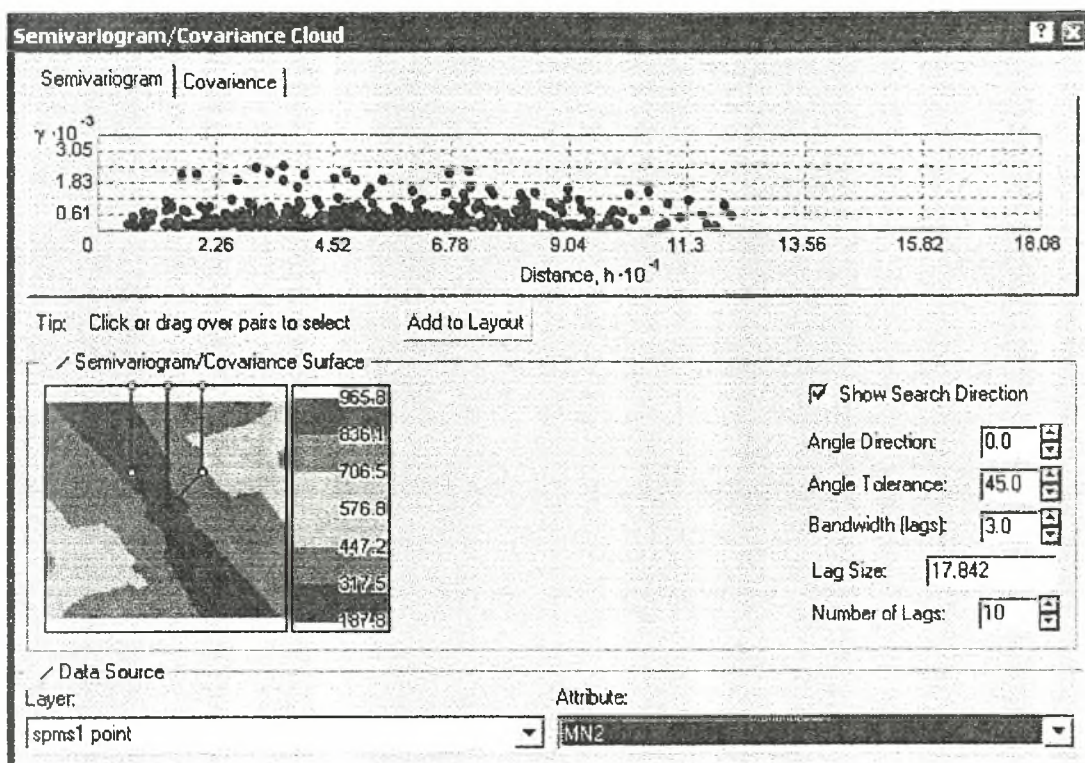
Διάγραμμα της ημιπαλλακτικότητας των τιμών του ψευδαργύρου στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



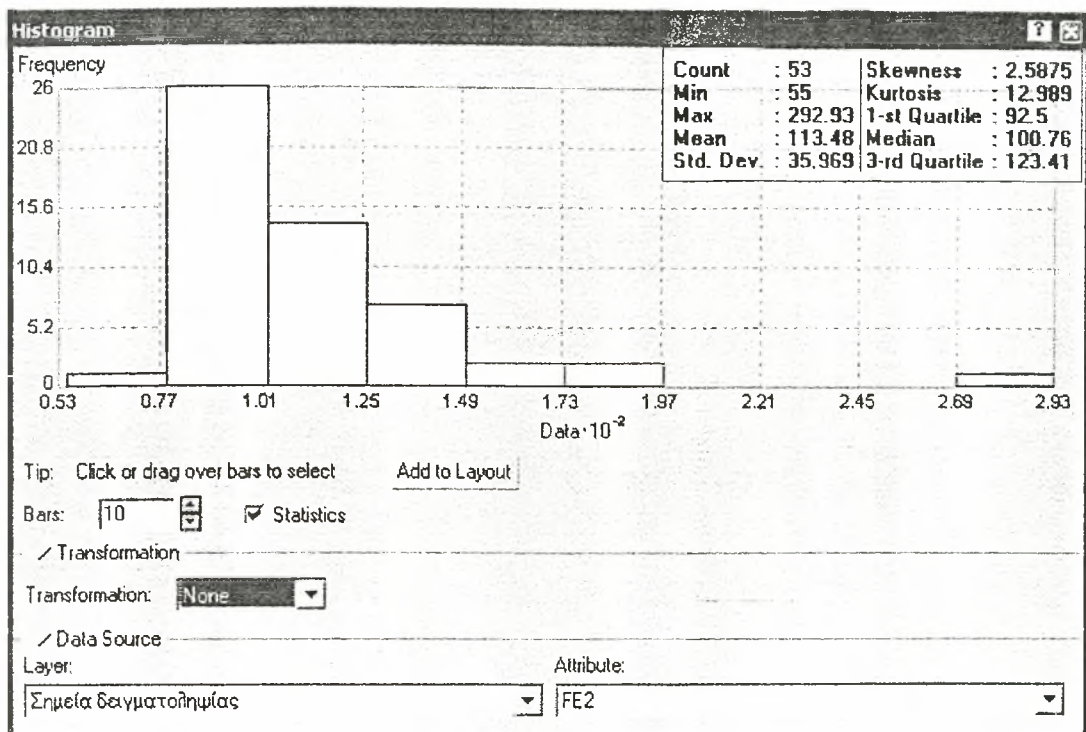
Ιστόγραμμα της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών του μαγγανίου στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



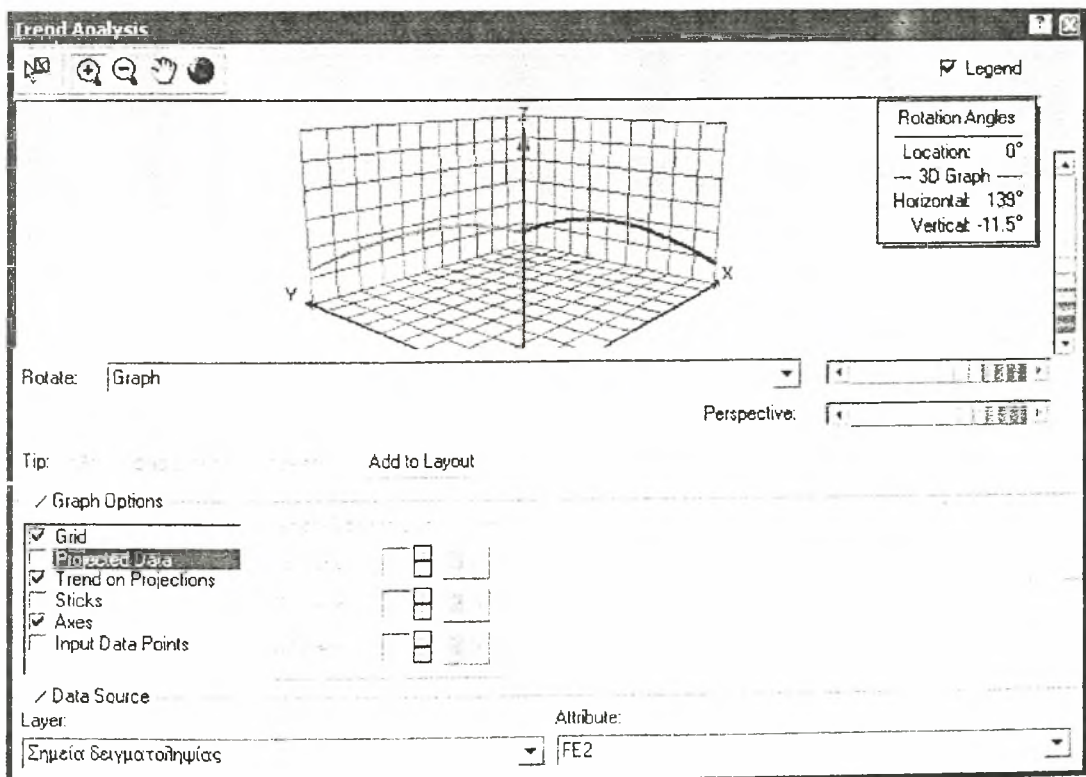
Ανάλυση της τάσεως των τιμών του μαγγανίου στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



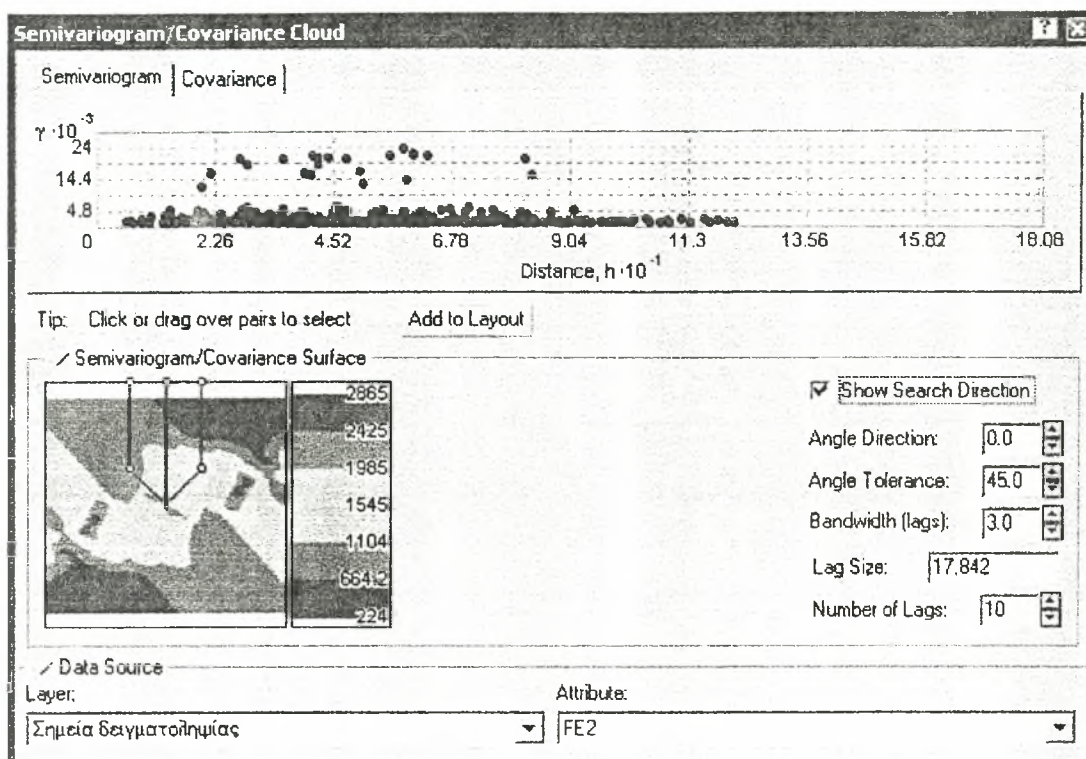
Διάγραμμα της ημιπαραλλακτικότητας των τιμών του μαγγανίου στα φύλλα αμπελίου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



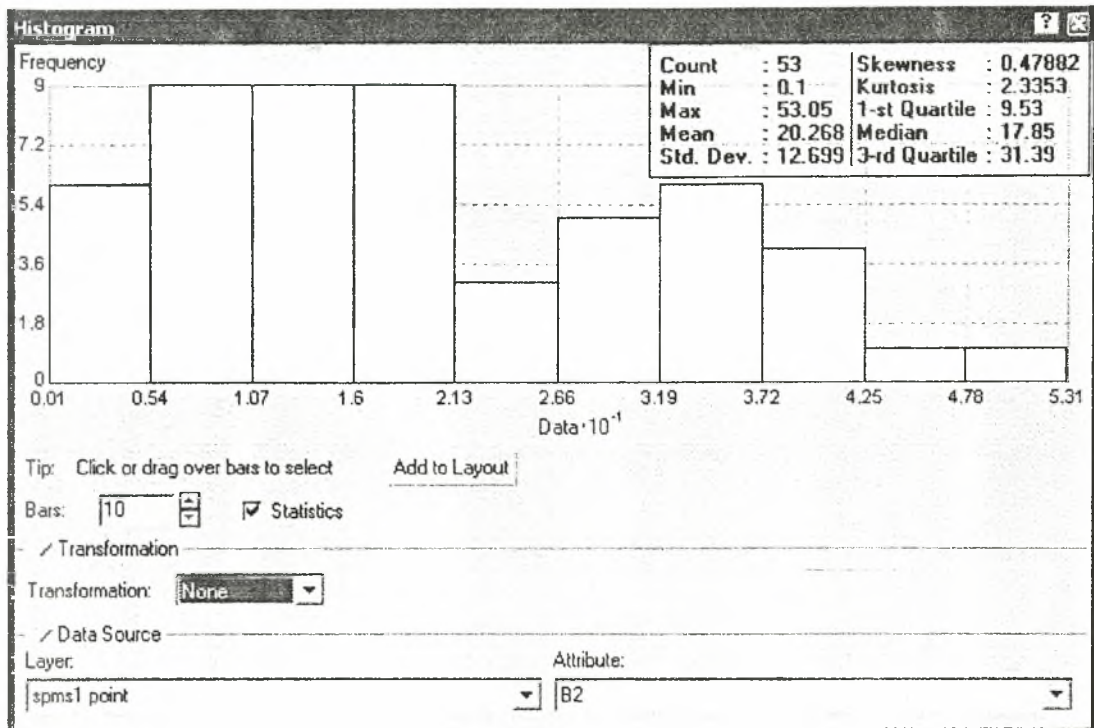
Ιστογράμμο της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών του σιδήρου στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



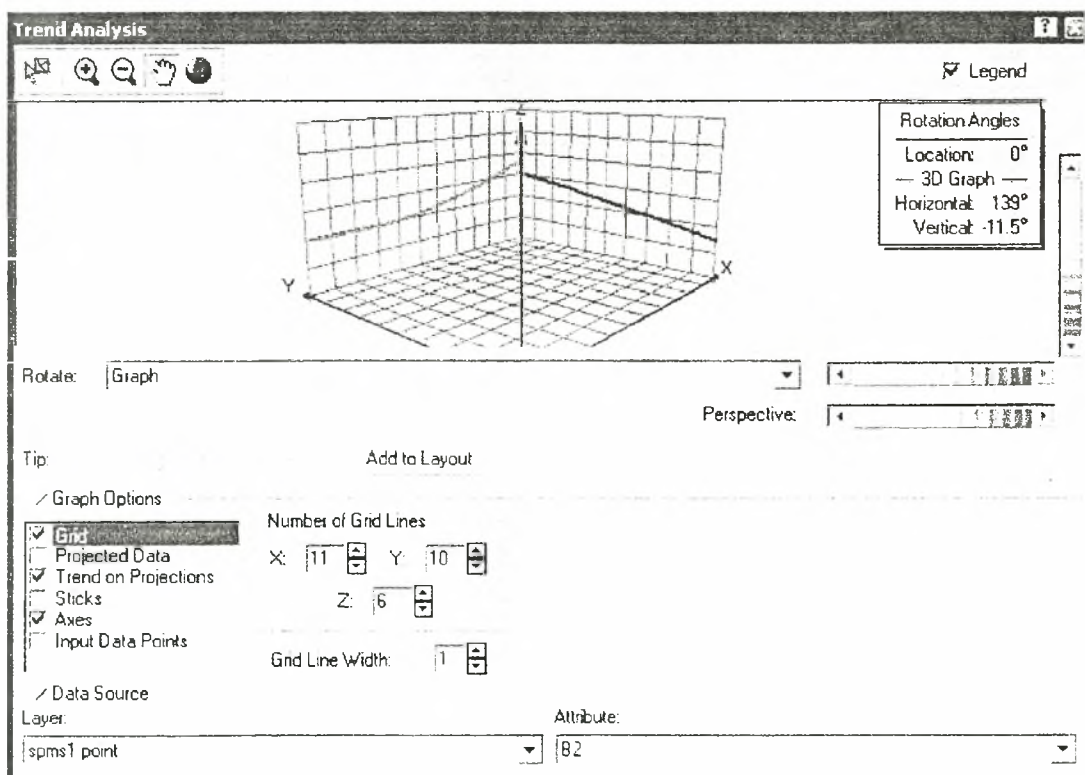
Ανάλυση της τάσεως τιμών του σιδήρου στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



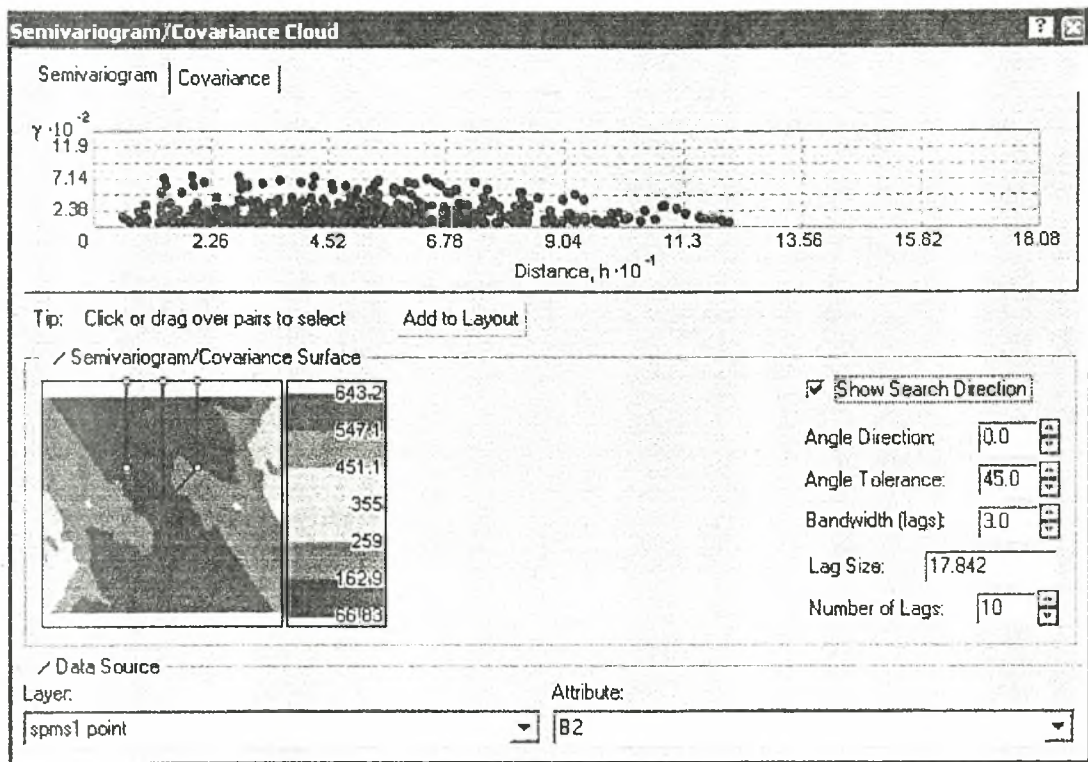
Διάγραμμα της ημιπαραλλακτικότητας των τιμών του σιδήρου στα φύλλα αμπέλου
(2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



Ιστόγραμμα της κατανομής των συχνοτήτων των τιμών του βορίου στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



Ανάλυση της τάσεως των τιμών του βορίου στα φύλλα αμπέλου (2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης



Διάγραμμα της ημιπαλλακτικότητας των τιμών του βορίου στα φύλλα αμπέλου
(2^η Δειγματοληψία) στην περιοχή μελέτης

Δείγματα εδάφους

Κωδικός δείγματος	pH (1:1)	EC (mS/cm)	B.D.(gr/cm ³)	Cu(mg/kg Ξ.Ε.)	Fe(mg/kg Ξ.Ε.)
R1-1	7,88	339,61	1,17	5,1656	7,981
R1-2	8	319,35	1,17	6,0221	8,5374
R2-3	7,94	320,58	1,24	6,9416	5,4291
R2-4	7,9	303,45	1,25	2,976	4,0912
R3-5	7,73	332,91	1,12	3,4068	4,4642
R3-6	7,85	347,76	1,22	3,4907	4,9931
R4-7	7,89	311,82	1,35	4,3764	6,3385
R5-8	7,85	357,39	1,19	1,4726	2,9243
R5-9	7,82	382,46	1,1	7,0491	6,1336
R5-10	8	344,47	1,34	4,3839	9,0768
R6-11	7,75	230,82	1,28	6,938	8,5672
R6-12	7,75	351,05	1,34	5,368	6,1479
R7-13	7,72	401,82	1,32	8,108	9,769
R7-14	7,86	318,39	1,3	4,3445	7,1578
R7-15	8,01	251,19	1,29	4,4115	5,9277
R8-16	7,95	314,06	1,32	2,5325	4,2684
R8-17	7,72	405,27	1,33	5,48	9,7858
R9-18	7,81	355,59	1,41	4,6736	8,573
R9-19	7,7	377,64	1,22	3,7669	5,5391
R10-20	7,82	392,82	1,33	2,5465	4,6281
R10-21	7,81	361,37	1,24	4,0648	5,7587
R10-22	7,97	388,3	1,31	5,0028	6,7631
R11-23	7,21	428,73	1,29	4,9945	9,5562
R11-24	8,01	370,26	1,25	5,9743	10,2361
R12-25	7,72	402,2	1,3	4,5782	5,4333
R12-26	7,95	390,37	1,26	4,2753	7,0456
R12-27	7,89	453,89	1,3	4,015	4,6082
R13-28	7,78	468,62	1,21	5,6061	6,2626
R13-29	7,85	395,37	1,27	6,7443	7,3291
R14-30	7,78	408,41	1,03	5,3455	8,368
R14-31	7,92	343,02	1,27	3,8351	4,5607
R14-32	7,76	350,34	1,25	5,4819	7,6118
R15-33	7,77	367,63	1,27	6,1763	5,7092
R15-34	7,73	445,33	1,78	6,1544	8,3695
R16-35	7,95	363,1	1,29	4,896	10,597
R16-36	7,87	400,04	1,3	4,9547	8,1419
R18-37	7,94	378,32	1,21	4,142	6,9234
R18-38	8,03	323,16	1,32	5,4457	7,6051
R19-39	8,02	309,58	1,35	6,0532	9,3239
R19-40	7,97	357,43	1,33	6,3396	5,9365
R21-41	7,95	345,29	1,34	5,4431	7,0681
R21-42	7,78	341,79	1,27	6,2906	7,9371
R21-43	7,79	390,92	1,33	6,1918	11,8832
R22-44	7,5	296,19	1,34	5,5693	11,175
R22-45	7,73	380,41	1,29	4,7072	7,5731
R24-46	7,96	321,89	1,32	4,7471	6,1079
R25-47	7,94	448,92	1,33	7,6818	10,3842
R25-48	7,62	399,28	1,28	7,4867	8,3827
R27-49	7,91	378,4	1,26	5,5115	7,2465
R27-50	7,53	401,17	1,4	5,0293	12,3345
R28-51	7,12	367,15	1,28	5,9764	17,8897
R28-52	7,6	320	1,37	6,5564	17,675
R28-53	7,51	443,6	1,32	7,5847	17,7874

Δείγματα εδάφους

Κωδικός δείγματος	Mg(mg/kg Ξ.Ε.)	Mn(mg/kg Ξ.Ε.)	P(mg/kg Ξ.Ε.)	Zn(mg/kg Ξ.Ε.)
R1-1	45,5424	1,4859	3,0369	1,2511
R1-2	34,0245	2,58	4,9409	1,1007
R2-3	56,0192	0,887	3,6991	1,5824
R2-4	23,675	0,3877	2,1744	0,5242
R3-5	97,2252	0,8255	2,5623	0,7649
R3-6	31,0631	0,6672	3,7802	0,5179
R4-7	27,6831	0,9578	3,3015	0,6179
R5-8	0,156	0,287	0,8132	0,1202
R5-9	17,2369	0,9685	4,6595	1,449
R5-10	30,6872	1,7952	4,9801	0,9886
R6-11	70,0671	3,0565	5,1566	2,2376
R6-12	44,4208	0,774	4,2308	1,1348
R7-13	39,1284	1,9354	2,6261	1,5025
R7-14	0	0	5,2029	0
R7-15	21,2852	1,0283	5,0806	0,7997
R8-16	72,2294	0,4749	2,5649	0,8039
R8-17	46,4256	2,0548	2,7036	0,7865
R9-18	41,3741	1,6749	4,0044	0,97
R9-19	31,0648	0,7417	1,9108	0,5202
R10-20	7,5193	0,5146	1,514	0,5024
R10-21	15,4191	0,6273	3,2179	0,4259
R10-22	79,6729	1,0185	1,9578	0,7972
R11-23	38,9317	2,1786	2,8961	0,6048
R11-24	55,7001	1,8667	3,6297	3,316
R12-25	68,5836	1,2184	2,6055	0,8427
R12-26	11,1536	1,5273	4,4425	0,5841
R12-27	42,8194	0,6424	2,109	0,8165
R13-28	30,1813	0,8449	2,9173	0,5537
R13-29	50,7029	0,9503	2,5936	0,9299
R14-30	20,0466	1,503	3,1849	0,8334
R14-31	51,0383	0,6568	2,5219	0,5008
R14-32	46,9568	1,0462	2,8029	0,9101
R15-33	22,1733	0,6005	3,9265	1,0008
R15-34	57,6812	1,7532	2,6921	0,9477
R16-35	39,8334	1,5812	2,346	1,0498
R16-36	36,4095	0,9769	2,835	0,693
R18-37	0	0,0039	2,3609	0
R18-38	35,8754	0,8422	4,6569	1,1432
R19-39	31,9735	1,2922	8,8357	0,9455
R19-40	44,3677	0,9716	5,0439	1,3865
R21-41	26,9282	0,8078	2,4806	1,0749
R21-42	80,3266	0,8326	6,4839	1,0719
R21-43	90,0971	1,2381	8,0089	1,2473
R22-44	64,2941	1,4492	6,4819	1,3616
R22-45	79,4225	1,6364	2,6674	0,9696
R24-46	28,6678	0,7583	3,0231	0,5201
R25-47	100,6053	1,5884	7,6263	1,2509
R25-48	55,308	1,9134	3,932	1,2818
R27-49	34,7902	1,0557	3,2837	1,4772
R27-50	65,4059	1,4215	6,874	0,8216
R28-51	162,2542	1,1255	5,1091	1,3488
R28-52	94,7018	2,1583	7,6094	1,7984
R28-53	176,1389	1,1746	4,7316	1,9787

Πρώτη δειγματοληψία φύλλων

Κωδικός δείγματος	B(mg/kg Ξ.Ο.)	Ca(mg/kg Ξ.Ο.)	Cu(mg/kg Ξ.Ο.)	Fe(mg/kg Ξ.Ο.)	K(mg/kg Ξ.Ο.)
R1-1	27,8137	27295,9477	542,9412	152,9542	8363,0065
R1-2	34,6774	30800,954	478,8224	102,2718	7653,4225
R2-3	27,8839	30527,4562	382,7234	109,1786	6607,0008
R2-4	32,0238	25417,9563	388,5615	133,2143	7414,0873
R3-5	38,4631	26858,4236	567,5567	177,9901	7942,266
R3-6	29,4798	27669,8459	435,9056	154,3738	8434,8748
R4-7	30,0896	26376,3612	420,9163	145,83	7046,0823
R5-8	15,7724	5850,891	114,3671	49,7379	2521,8816
R5-9	19,7945	26825,7704	284,7359	129,1683	8785,0652
R5-10	26,6084	22858,4062	126,5209	92,07	6636,9291
R6-11	18,9152	26046,5031	444,9301	130,6477	7375,3229
R6-12	23,613	20703,6529	430,5038	115,1866	7726,1975
R7-13	35,5567	27095,4351	433,8916	152,6437	8670,2135
R7-14	16,6634	23822,9024	287,1797	117,5044	8497,3597
R7-15	17,144	23907,4185	252,854	110,4813	6244,4312
R8-16	22,7282	31205,5054	320,5757	117,0069	6622,1786
R8-17	39,1164	20286,5873	277,1601	114,7	7382,7449
R9-18	26,6601	29464,832	401,6469	135,8004	7383,3992
R9-19	30,5248	27256,6436	301,7129	49,8871	6940,5941
R10-20	37,1569	26469,0294	405,3595	160,4412	7843,1373
R10-21	13,6517	20555,6318	281,4594	102	3566,1692
R10-22	35,9933	20280,5915	336,4743	114,6185	6425,4679
R11-23	34,1576	24533,8588	284,335	107,6979	6963,8095
R11-24	29,3399	26441,7833	280,2627	129,0345	6364,532
R12-25	50,2974	28487,7181	313,3095	178,0036	5652,2601
R12-26	39,5497	17465,4607	184,1133	150,426	6236,9904
R12-27	31,5877	21420,5803	260,169	124,0453	6292,2644
R13-28	56,6305	27486,1182	257,4056	166,6305	6961,5764
R13-29	52,6835	28017,3737	245,5275	130,1993	4909,2344
R14-30	39,5246	18238,1798	164,3717	107,6478	4474,5183
R14-31	37,0097	19221,2366	324,66	194,0601	4120,113
R14-32	44,6836	19970,3878	249,0173	127,9416	4577,6992
R15-33	35,2399	23098,599	220,46	126,1234	5825,0066
R15-34	46,1083	25067,5721	200,5795	131,8352	5584,7491
R16-35	44,559	25825,9762	141,3148	120,0694	5258,672
R16-36	45,3746	27810,5994	153,4332	121,8082	4875,1249
R18-37	48,9627	29241,6617	196,0746	120,2035	4983,2049
R18-38	43,7955	21057,5799	324,9951	126,5839	6768,0389
R19-39	47,2018	27283,818	178,5567	126,8373	5361,4818
R19-40	34,4809	20499,2877	146,1417	97,8829	2930,3522
R21-41	42,8671	18757,8042	155	125,6085	4405,0265
R21-42	39,4458	24644,6639	259,696	138,6498	6704,0094
R21-43	50,342	24686,8699	447,3401	125,3835	3502,6898
R22-44	49,429	20104,22	288,6395	165,9513	6178,6441
R22-45	44,4225	23566,0422	466,2197	161,6841	3644,2516
R24-46	48,7732	25842,2042	369,2818	162,0696	9006,1338
R25-47	41,9827	20012,5869	318,0862	106,5515	2557,0776
R25-48	46,543	28720,2633	430,8337	119,0068	4571,2006
R27-49	41,2139	23209,3307	327,9921	104,4094	2671,2598
R27-50	47,6979	20439,8004	345,5489	119,0619	3784,4311
R28-51	64,31	20464,1398	591,5554	146,8578	3483,8963
R28-52	44,491	23026,9936	549,8804	138,0981	2781,1005
R28-53	49,7854	15376,1442	484,8821	92,0745	1932,8314

Πρώτη δειγματοληψία φύλλων

Κωδικός δείγματος	Mg(mg/kg Ξ.Ο.)	Mn(mg/kg Ξ.Ο.)	P(mg/kg Ξ.Ο.)	Zn(mg/kg Ξ.Ο.)
R1-1	5477,0719	140	1193,634	20,47058824
R1-2	5036,192	102,6947	1253,7372	24,84264359
R2-3	5233,4924	83,751	1210,4216	22,35481305
R2-4	4345,5952	80,9127	1265,0794	13,5515873
R3-5	4855,5271	114,9754	1227,9803	12,84729064
R3-6	5233,4875	100,578	1210,2119	18,34296724
R4-7	4442,842	31,13	1249,3094	18,80478088
R5-8	1785,587	31,1321	514,2558	6,34827044
R5-9	3365,0731	103,6152	1125,8396	22,93559858
R5-10	4437,6676	104,4898	1357,4344	17,99805637
R6-11	3726,207	84,8003	1117,8224	20,36558712
R6-12	3966,4902	86,2968	1316,7091	23,38757106
R7-13	5484,3481	103,82	1341,1888	20,78817734
R7-14	3876,7456	86,857	1348,719	14,35556425
R7-15	3769,2522	103,2418	1295,1472	11,95306285
R8-16	5188,2237	110,9519	1185,0834	21,00098135
R8-17	4059,502	76,8871	1347,0906	17,82718939
R9-18	4996,8379	104,7826	1193,6759	20,17786561
R9-19	4818,6139	113,6436	1202,1782	15,62376238
R10-20	5077,2549	112,1569	1158,4314	22,29411765
R10-21	3672,4378	91,005	899,9005	13,31343284
R10-22	4878,8902	71,967	1353,6579	18,78680801
R11-23	5117,8456	90,936	1310,2529	20,31527094
R11-24	4714,0887	75,665	1018,1281	15,88177734
R12-25	4641,9508	120,0833	1320,3807	20,9555908
R12-26	3547,5947	55,8985	1270,4548	17,85292961
R12-27	3457,0774	67,0269	1268,9199	30,81155433
R13-28	4229,3596	85,3005	1361,3793	22,99507389
R13-29	4539,0687	86,6417	1322,0205	17,65982636
R14-30	4374,2487	100,4735	1498,0338	19,66857368
R14-31	4010,0664	72,2846	1461,3707	17,74098167
R14-32	4059,1719	78,2626	1601,913	20,4009434
R15-33	4124,3193	113,0254	1618,4642	17,60507534
R15-34	4479,2572	70,1304	1516,7918	20,62425919
R16-35	4910,6046	71,7542	1436,67	25,41129832
R16-36	4756,044	114,046	1433,3666	21,15884116
R18-37	4760,7192	112,7248	1478,1664	21,75459395
R18-38	4469,7787	55,2295	1930,9697	21,31179831
R19-39	4091,6152	99,5818	1377,8132	20,19518024
R19-40	4421,6924	50,7519	1714,4572	10,69120169
R21-41	5417,2751	56,8254	1682,2487	28,17460317
R21-42	5079,4025	59,1392	1355,1494	22,7004717
R21-43	4643,8002	53,5166	1953,7491	16,48402736
R22-44	5086,2506	58,988	1431,2922	26,10750148
R22-45	4148,5374	55,3737	1628,4494	19,07579044
R24-46	4080,2928	98,7732	1501,9786	16,64028492
R25-47	3954,1857	40,7584	1529,6539	16,50453312
R25-48	4788,0402	90,1476	2058,4098	16,99906927
R27-49	4129,3766	60,2756	1494,8556	16,22703412
R27-50	4390,6653	67,4052	1557,658	20,64537591
R28-51	4117,6813	69,9136	1987,6015	22,82665619
R28-52	4927,6781	63,2775	1603,4423	19,62387028
R28-53	3203,3353	53,2594	1471,5408	14,51027013

Πρώτη δειγματοληψία φύλλων

Κωδικός δείγματος Χλωροφύλλη (mg/m² Φ.Ε.)

R1-1	46,6
R1-2	44,4
R2-3	42,9
R2-4	41,7
R3-5	43,9
R3-6	44
R4-7	45
R5-8	42,9
R5-9	41,1
R5-10	41,8
R6-11	43,6
R6-12	44,9
R7-13	43
R7-14	41,2
R7-15	44,4
R8-16	45,2
R8-17	43,3
R9-18	43,5
R9-19	41,4
R10-20	40,9
R10-21	41,5
R10-22	46,4
R11-23	45,2
R11-24	45,2
R12-25	46
R12-26	42,8
R12-27	42,4
R13-28	44,4
R13-29	41,8
R14-30	42,8
R14-31	41,2
R14-32	45,2
R15-33	42,6
R15-34	41
R16-35	42,5
R16-36	40,8
R18-37	41,6
R18-38	42,8
R19-39	42,2
R19-40	42,4
R21-41	40
R21-42	42,1
R21-43	44
R22-44	41,7
R22-45	44,2
R24-46	45,4
R25-47	42,4
R25-48	44,6
R27-49	46
R27-50	42
R28-51	43,4
R28-52	41,9
R28-53	45,2

Δεύτερη δειγματοληψία φύλλων

Κωδικός δείγματος	B(mg/kg Ξ.Ο.)	Ca(mg/kg Ξ.Ο.)	Cu(mg/kg Ξ.Ο.)	Fe(mg/kg Ξ.Ο.)	K(mg/kg Ξ.Ο.)
R1-1	7,629	29107,9812	275,8216	78,8537	5847,0266
R1-2	17,7277	30754,1626	424,8776	98,1783	6640,5485
R2-3	25,2161	24871,6151	358,6326	121,932	6185,3274
R2-4	14,4039	29142,8571	407,6847	108,3941	6748,7685
R3-5	19,8	30756	427,4	165,2	5956,1
R3-6	4,8955	31323,3831	285,3731	92,8358	5842,7861
R4-7	9,5686	28392,1569	351,9608	90,3137	6892,1569
R5-8	41,6829	28260,4451	248,2429	100,7614	9311,7923
R5-9	25,2745	29549,0196	275,098	138,549	11101,9608
R5-10	15,3455	28107,2617	221,1783	90,8788	5852,4173
R6-11	5,2621	26092,9773	392,4827	131,9288	7382,7893
R6-12	1,7161	27944,6178	315,9126	94,4033	7989,4696
R7-13	11,2779	23543,3537	393,2451	112,9567	8236,2236
R7-14	17,733	25238,2504	265,6793	105,233	6525,8689
R7-15	2,3846	30573,8658	249,7092	88,7166	6880,5739
R8-16	12,3622	27204,7244	277,5591	90,3543	6665,3543
R8-17	8,4184	27649,1366	339,0895	91,4835	8247,6452
R9-18	18,929	25990,5845	438,2111	121,2436	6373,0875
R9-19	18,9216	24354,2157	436,9412	118,1176	6107,2549
R10-20	26,8039	23491,4706	315,9608	93,7255	6868,0392
R10-21	0,0983	30509,1409	370,1592	147,3167	6251,2286
R10-22	36,786	25437,9284	451,0663	138,6329	8347,2963
R11-23	37,5146	24331,3592	458,9126	138,3301	8251,8447
R11-24	13,98	27390,536	313,9603	122,9334	8270,1747
R12-25	34,2228	27834,0475	315,933	96,3576	5919,3611
R12-26	20,6498	27291,5443	256,3124	104,0419	6529,36
R12-27	14,7764	25519,1693	229,6326	292,9313	7809,5048
R13-28	38,5468	25559,2952	253,2172	121,0057	7323,3023
R13-29	38,0571	23613,4676	248,9054	116,3995	6967,7482
R14-30	37,0773	31481,1153	312,8337	175,8157	6416,8479
R14-31	36,9167	29711,8527	310,3761	171,963	6124,6308
R14-32	3,5778	27495,5525	330,8954	96,2641	5459,577
R15-33	15,9042	31341,2498	413,6656	95,7757	5787,4246
R15-34	7,784	26648,1334	257,9428	98,8483	6199,3646
R16-35	32,0482	23032,8193	222,0245	124,8319	5782,9181
R16-36	31,4757	21010,9709	216,9709	119,5534	5418,835
R18-37	9,4071	27193,6759	419,9605	138,8142	5966,4032
R18-38	17,8462	28230,7692	316,1538	176,0577	5759,6154
R19-39	25,6138	26348,3472	218,4419	80,4562	6767,833
R19-40	11,2872	29479,6557	320,2269	88,8889	7232,0031
R21-41	17,9401	24786,664	202,4211	90,9704	6110,3394
R21-42	7,1203	24161,7357	168,6193	86,5286	7487,1795
R21-43	10,5388	28862,916	268,8193	87,7179	5968,7005
R22-44	8,4839	22937,9419	381,9717	115,436	6129,2223
R22-45	8,3514	27048,3712	375,9131	129,7335	6365,2517
R24-46	17,9923	27065,6371	265,0579	98,5521	8671,8147
R25-47	14,6385	25791,675	246,5644	80,2231	6070,5039
R25-48	30,0566	26301,8868	294,3396	95,3585	6467,9245
R27-49	31,3583	25808,3661	305,9843	96,3976	6483,6614
R27-50	28,6658	27704,4086	284,4242	95,4263	6466,3041
R28-51	53,0512	21466,5354	523,622	132,0472	6451,7717
R28-52	43,6736	20024,931	420,4572	110,5637	6087,3078
R28-53	33,5834	23257,6505	328,5291	93,4255	4586,3771

Δεύτερη δειγματοληψία φύλλων

Κωδικός δείγματος	Mg(mg/kg Ξ.Ο.)	Mn(mg/kg Ξ.Ο.)	P(mg/kg Ξ.Ο.)	Zn(mg/kg Ξ.Ο.)
R1-1	4755,4773	120,266	924,8826	16,80359937
R1-2	4172,38	88,7757	1114,2	23,56513222
R2-3	4448,2043	100	1096,2166	18,59035913
R2-4	5016,7488	101,5961	1018,3251	19,98029557
R3-5	4706,1	133,1	975,1	8,162
R3-6	4366,1692	97,9701	1210,1493	19,88059701
R4-7	3968,6275	102,2941	1156,0784	19,90196078
R5-8	5211,8313	90,0625	1110,7966	25,26356892
R5-9	3856,8627	113,6471	1417,0588	21,64705882
R5-10	3333,3333	74,4177	1261,3036	24,40790761
R6-11	3823,9367	90,4847	1138,2789	22,76953511
R6-12	4266,7707	92,5507	1125,975	19,71528861
R7-13	3979,8538	74,1853	996,2473	28,24412404
R7-14	3673,3412	94,3523	1040,6793	17,89099526
R7-15	3164,0171	105,254	1320,8608	15,66498643
R8-16	4397,6378	95,6693	1078,1496	16,92913386
R8-17	4313,1868	94,2504	1203,4929	20,70251177
R9-18	4503,727	70,9494	1163,3974	25,14711652
R9-19	4382,7059	70,9216	1154,3137	20,76470588
R10-20	4459,1765	96,6863	1075,8824	25,1372549
R10-21	5081,5805	94,2599	1236,4852	19,89384706
R10-22	4931,4547	78,751	1213,4425	22,31530845
R11-23	4911,0291	80,3107	1228,932	18,42718447
R11-24	3826,8211	84,0565	1236,9919	16,68957392
R12-25	4641,605	110,7129	1297,2341	21,85430464
R12-26	4226,0521	101,7518	1294,9697	17,59639851
R12-27	3867,8115	78,3147	1197,7835	17,92132588
R13-28	3874,4803	90,299	1288,8537	24,54959414
R13-29	3706,3722	89,1517	1263,878	19,87881157
R14-30	5173,0275	123,6702	1516,5118	30,23531738
R14-31	5030,8722	123,1345	1501,2798	25,71372317
R14-32	4374,3823	82,6053	1116,4262	20,79462344
R15-33	4792,6806	101,6936	1208,0981	18,61008371
R15-34	4158,062	55,8777	1338,3638	15,88562351
R16-35	4052,9854	61,1704	1367,7343	21,47093713
R16-36	3862,4854	60,0777	1334,7573	16,75728155
R18-37	4881,4229	47,7075	1306,1265	16,24505929
R18-38	4330,7692	93,4808	1259,6154	17,53846154
R19-39	4334,0421	63,4641	1441,9099	18,96385076
R19-40	5125,1956	55,9272	1580,2034	22,24178404
R21-41	4512,8002	60,1508	1359,3967	19,6269101
R21-42	4771,2032	57,8107	1428,0079	18,57988166
R21-43	5223,851	59,271	1800,5151	19,11648177
R22-44	4793,7942	53,2993	1214,8468	34,36763551
R22-45	4353,4057	63,771	1200	22,86278381
R24-46	4266,4093	97,4324	1265,6371	20,0965251
R25-47	5518,821	58,9126	1526,5883	21,15116511
R25-48	4741,5094	77,7925	1549,6226	21,73584906
R27-49	4827,126	81,1614	1608,0709	18,28740157
R27-50	5067,9744	86,0653	1405,7	25,29617401
R28-51	4292,3228	67,4114	1772,1457	22,67716535
R28-52	4304,6512	73,0587	1717,3827	16,27906977
R28-53	4497,5321	69,2399	1367,6209	21,0266535

Δεύτερη δειγματοληψία φύλλων

Κωδικός δείγματος Χλωροφύλλη (mg/m² Φ.Ε.)

R1-1	43,1
R1-2	43,3
R2-3	44,2
R2-4	44,4
R3-5	45,3
R3-6	44,1
R4-7	46,8
R5-8	41
R5-9	43,7
R5-10	43,2
R6-11	44,2
R6-12	43
R7-13	43,2
R7-14	43,5
R7-15	43,1
R8-16	45,7
R8-17	43,5
R9-18	42,8
R9-19	40,7
R10-20	42,2
R10-21	44,6
R10-22	46,9
R11-23	45,4
R11-24	41,5
R12-25	45,4
R12-26	42,8
R12-27	44,3
R13-28	45,3
R13-29	44,6
R14-30	44,4
R14-31	44,1
R14-32	47,3
R15-33	43,7
R15-34	40,7
R16-35	44,8
R16-36	45
R18-37	45,3
R18-38	45,5
R19-39	43,8
R19-40	42,3
R21-41	43,9
R21-42	40
R21-43	45
R22-44	41,5
R22-45	42,4
R24-46	44,7
R25-47	42,8
R25-48	46,1
R27-49	46,8
R27-50	43,3
R28-51	40,9
R28-52	39,7
R28-53	44,5

