ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ & ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΓΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΑΒΟΚΑΝΤΟ ΚΑΙ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΜΑΜΑΤΖΑΚΗΣ -ΔΙΟΝΥΣΗΣ ΚΟΤΣΟΛΑΚΗΣ

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΟΣΙΕΥΤΑΙ ΕΔΟΜΕΝΑ

Επιβλέπων

Καθηγητής Γιώργος Σταυρουλάκης

ΧΑΝΙΑ 2020

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΓΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΑΒΟΚΑΝΤΟ ΚΑΙ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΜΑΜΑΤΖΑΚΗΣ - ΔΙΟΝΥΣΗΣ ΚΟΤΣΟΛΑΚΗΣ

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Επιβλέπων : **Καθηγητής Σταυρουλάκης Γιώργος**

Επιτροπή Αξιολόγησης: **Επίκουρος Καθηγητής Καλδέρης Δημήτρης**

Επιστημονικός Συνεργάτης Παπαφιλιππάκη Ανδρονίκη

Ημερομηνία παρουσίασης

Αύξων Αριθμός Πτυχιακής Εργασίας : 79

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή Σταυρουλάκη Γεώργιο υπεύθυνο καθηγητή του Εργαστηρίου Ελέγχου Ποιότητας Υδατικών και Εδαφικών πόρων κυρίως για την εμπιστοσύνη και την υπομονή που έκανε κατά τη διάρκεια υλοποίησης της εργασίας, από τις πρώτες δειγματοληψίες έως και την τελική επεξεργασία των δεδομένων. Ιδιαίτερη καθοδήγηση μας δόθηκε και από την Δρ. Νίνα Παπαφιλιπάκη κυρίως στην αρχή της πτυχιακής τροποποιώντας τις εδαφολογικές αναλύσεις προς διευκόλυνσή μας.

Επίσης θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες στον κ. Παπαδαντωνάκη Νίκο και τον κ. Μπακατσάκη Μιχάλη για την βοήθειά τους για δειγματοληψία στις περιοχές Στύλο, Αρμένους και Βαρύπετρο. Ευχαριστίες επίσης εκφράζονται στον κ Μπολανάκη Νίκο (MSc) υποψήφιο διδάκτορα για την βοήθεια του στην χρήση του προγράμματος ARC GIS στην επεξεργασία των αποτελεσμάτων.

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός της πτυχιακής εργασίας ήταν να μελετηθούν τα χαρακτηριστικά των εδαφών των περιοχών του Νομού Χανίων στις οποίες εγκαταστάθηκαν ή πρόκειται να εγκατασταθούν νέες καλλιέργειες αβοκάντο. Το ενδιαφέρον προέκυψε καθώς τα τελευταία 2-3 χρόνια υπάρχει μία τεράστια αύξηση των νέων εκτάσεων που φυτεύονται με φυτά αβοκάντο χωρίς όμως να έχει προηγηθεί συστηματική αξιολόγηση της καταλληλότητας των εδαφών στα οποία γίνεται η εγκατάσταση στα Χανιά. Παράλληλα απουσιάζει επίσημη καταγραφή των καλλιεργούμενων εκτάσεων με αβοκάντο ώστε να υπάρξει ο σχετικός προγραμματισμός των δράσεων για την προστασία του προϊόντος.

Στις δειγματοληψίες εδαφών που πραγματοποιήθηκαν επιλέχθηκαν συνολικά 46 αγροκτήματα που βρίσκονται στις περιοχές Αρμένοι, Στύλος και Βαρύπετρο. Καταγράφηκαν οι γεωγραφικές συντεταγμένες των αγροτεμαχίων και συγκεντρώθηκαν τα απαραίτητα εδαφικά δείγματα. Πραγματοποιήθηκαν οι εδαφολογικές αναλύσεις και με την χρήση του λογισμικού ARC GIS δημιουργήθηκαν οι εδαφολογικοί χάρτες των περιοχών.

Τα αποτελέσματα των εδαφολογικών παραμέτρων έδειξαν αξιόλογες αποκλίσεις των εδαφικών χαρακτηριστικών από τις τιμές που προτείνονται στην βιβλιογραφία για την καλλιέργεια του αβοκάντο, γεγονός που αναδεικνύει την αναγκαιότητα ολοκλήρωσης της μελέτης με την ενσωμάτωση του συνόλου των καλλιεργούμενων εκτάσεων. Μακροπρόθεσμα τα δεδομένα αυτά θα αποτελέσουν εργαλείο για την παρακολούθηση και αντιμετώπιση τυχόν προβλημάτων της καλλιέργειας του αβοκάντο που θα σχετίζονται με τις εδαφολογικές συνθήκες των αγρών στους οποίους γίνεται η εγκατάσταση.

Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ

DETERMINATION OF SOILS QUALITY CHARACTERISTIC FOR AVOCADO CULTIVATION AND PREPARATION OF SOIL MAPS

The purpose of the dissertation was to study the characteristics of the soils of the areas of the Prefecture of Chania in which new avocado crops were or are to be established. The interest arose as in the last 2-3 years there is a huge increase of new areas planted with avocado plants, but without a systematic evaluation of the suitability of the soils in which the installation takes place in Chania. At the same time, there is no official registration of the cultivated areas with avocado in order to have the relevant planning of the actions for the protection of the product. A total of 46 farms located in the areas of Armeni, Stylos and Varypetro were selected during the soil sampling. The geographical coordinates of the parcels were recorded and the necessary soil samples were collected. Soil analyzes were carried out and using the ARC GIS software the soil maps of the areas were created. The results of the soil parameters showed significant deviations of the soil characteristics from the values proposed in the literature for the cultivation of avocado, which highlights the need to complete the study with the integration of all cultivated areas. In the long run, this data will be a tool for monitoring and dealing with any avocado cultivation problems related to the soil conditions of the fields in which the installation takes place.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Ευχαριστίες
1. Εισαγωγή……...……...……...7
1.1 Καταγωγή και ιστορικά χαρακτηριστικά αβοκάντο ……8
1.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά ……...…8
1.3 Ποικιλίες παραγωγής……9
1.4 Κλιματικές απαιτήσεις……9
1.5 Εδαφικές απαιτήσεις αβοκάντο……..9

2. Παράμετροι εδαφολογικής ανάλυσης……...11
2.1 Εδαφολογική ανάλυση……11
2.2 Δειγματοληψία εδάφους……...……....12
2.3 Μηχανική Σύσταση Εδάφους……..12
2.4 pH……...14
2.5 Αγωγιμότητα……14
2.6 Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων στο έδαφος (K, Na,Ca)……15
2.7 Οργανική Ουσία……...17
2.8 Ολικό Άζωτο……18
2.9 Φώσφορος……18
2.10 Ελεύθερο Ανθρακικό Ασβέστιο……,…...19
2.11 Νιτρικά…….....20

3. Προσδιορισμός εδαφολογικών χαρακτηριστικών αγρών με καλλιέργεια αβοκαντο……...……...……...22
3.1 Δειγματοληψία……22
3.2 Εμφάνιση σημείων δειγματοληψίας και δημιουργία πολυγώνων στο Google Earth……..25
3.3 Μηχανική Ανάλυση Εδάφους……29
3.4 pH-Ηλεκτρική Αγωγιμότητα…….....32
3.5 Ανταλλάξιμα Κατιόντα Εδάφους (K, Na, Ca)……...33
3.6 Οργανική Ουσία εδάφους……...34
3.7 Προσδιορισμός Νιτρικών Ιόντων στο έδαφος (NO_3-)……..35
3.8 Προσδιορισμός Αφομοιώσιμου Φώσφορου (P-Olsen)……36
3.9 Προσδιορισμός ολικού αζώτου κατά KJELDAHL……38
3.10 Ελεύθερο Ανθρακικό Ασβέστιο(Ασβεστόμετρο Bernard)……41

4. Αποτελέσματα……43
4.1 Αποτελέσματα ανάλυσης pH……...43
4.2 Αποτελέσματα ανάλυσης αγωγιμότητας……43
4.3 Αποτελέσματα ανάλυσης μηχανικής σύστασης εδάφους……44
4.4 Αποτελέσματα ανάλυσης συγκέντρωσης ανταλλάξιμων ιόντων στο έδαφος (K, Na, Ca) ……....47
4.5 Αποτελέσματα ανάλυσης οργανικής ουσίας…….....52
4.6 Αποτελέσματα ανάλυσης ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου και σύγκριση με τιμές pH και Ca……..54
4.7 Αποτελέσματα ανάλυσης αφομοιώσιμου φωσφόρου και σύγκριση με τις τιμές των νιτρικών και της αγωγιμότητας……57
4.8 Αποτελέσματα ανάλυσης νιτρικού αζώτου……59

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΔΙΑΝΕΜΗΣΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

4.9 Αποτελέσματα ανάλυσης ολικού αζώτου σε σχέση με την οργανική ουσία…61
4.10 Εδαφικές αναλύσεις από το ενδιάμεσο του αγρού σε σύγκριση με την κόμη της περιοχής Στύλος ……..63
4.11 Αποτελέσματα ανάλυσης pH……63
4.12 Αποτελέσματα ανάλυσης ηλεκτρικής αγωγιμότητας……64
4.13 Αποτελέσματα ανάλυσης μηχανικής σύστασης……..64
4.14 Αποτελέσματα ανάλυσης συγκέντρωσης ανταλλάξιμων κατιόντων εδάφους (K, Na, Ca) και σύγκριση με EC……..65
4.15 Αποτελέσματα ανάλυσης $CaCO_3$ και σύγκριση με το pH και το Ca……67
4.16 Αποτελέσματα ανάλυσης οργανικής ουσίας……68
4.17 – 4.18 Αποτελέσματα ανάλυσης νιτρικού αζώτου και αφομοιώσιμου φώσφορου και σύγκριση μεταξύ τους……70
4.19 Αποτελέσματα ανάλυσης ολικού αζώτου και σύγκριση με την οργανική ουσία……71

5. Προετοιμασία εδαφολογικών χαρτών……..73
5.1 Δημιουργία εδαφολογικού χάρτη……73
5.2 Εφαρμογή λογισμικού χαρτογράφησης ArcGIS 10.1……...73
5.3 Εδαφολογικοί χάρτες περιοχών Βαρύπετρο, Αρμένοι, Στύλος……76

6.Παρατηρήσεις – Συμπεράσματα……97
6.1. Παρατηρήσεις ……97
6.2. Συμπεράσματα ……98
7. Βιβλιογραφία……...99

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΠΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

Η καλλιέργεια αβοκάντο αποτελεί έναν πολύ δυναμικό και ταχέως αναπτυσσόμενο κλάδο παραγωγής παγκοσμίως. Η διαρκώς αυξανόμενη παραγωγή επιδιώκει να καλύψει τη ραγδαία αυξανόμενη κατανάλωση, καθώς το αβοκάντο έχει συνδεθεί με την υγιεινή διατροφή και ένα ανώτερο επίπεδο διαβίωσης Η Περιφερειακή Ενότητα (ΠΕ) Χανίων, σε αρκετές περιοχές της, διαθέτει τις εδαφοκλιματικές συνθήκες που επιτρέπουν την ανάπτυξη της καλλιέργειας. Έτσι, ο αριθμός των δέντρων σε πλήρη παραγωγή ή που εισέρχονται τώρα σε παραγωγή αυξάνεται διαρκώς, ενώ ένας μεγάλος αριθμός δενδρυλλίων είναι υπό φύτευση. Παρόλο που η καλλιέργεια του αβοκάντο δεν είναι δυνατόν να επεκταθεί σε όλη την Ελλάδα, λόγω των ιδιαίτερων κλιματικών της απαιτήσεων, είναι μια οικονομικά αποδοτική καλλιέργεια και σε τοπικό επίπεδο μπορεί να προσφέρει ικανοποιητικό εισόδημα για τους παραγωγούς.
Σήμερα, η ζήτηση στην εγχώρια και παγκόσμια αγορά έχει συνεχή άνοδο και το αβοκάντο απολαμβάνει υψηλές τιμές παραγωγού που κυμαίνονται από 2-2,3 € ανάλογα με την εποχή και τη διαθεσιμότητα. Κάθε χρόνο χιλιάδες νέα δενδρύλλια φυτεύονται, εκτοπίζοντας παραδοσιακές καλλιέργειες. Δεδομένα από ΕΛΓΑ και ΟΠΕΚΕΠΕ αναφέρουν περίπου 2.000 στρέμματα φυτεμένα με αβοκάντο στον νομό Χανίων, υπολογίζεται όμως πως στην πραγματικότητα η καλλιέργεια καλύπτει πάνω από 10.000 στρέμματα. [1]

Περιγραφή καλλιέργειας αβοκαντο

1.1 Καταγωγή και ιστορικά χαρακτηριστικά αβοκάντο

Το αβοκάντο είναι αειθαλές δέντρο γνωστό και με την ονομασία βουτυρόδεντρο, της οικογένειας των δαφνοειδών και ανήκει στο γένος Persea Americana. Το γένος Persea περιλαμβάνει 100 περίπου είδη των τροπικών και υποτροπικών χωρών, μερικά από τα οποία είναι καλλωπιστικά. Οι διάφορες ποικιλίες κατανέμονται σε τρεις βοτανικούς τύπους, ανάλογα με την γεωγραφική τους προέλευση, η οποία συσχετίζεται και με μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά τους. Οι βοτανικοί αυτοί τύποι είναι: του Μεξικού, της Γουατεμέλας και των Δυτικών Ινδιών. Το Μεξικό και το Περού θεωρούνται γηγενείς θέσεις για το αβοκάντο με αναφορές που το τοποθετούν στις αρχές του 1500μ.Χ. [2]
Η εξάπλωσή της καλλιέργειας στις μεσογειακές χώρες έγινε τα τελευταία 40-50 χρόνια. Το αβοκάντο ήρθε στην χώρα μας το 1968 και στα Χανιά η οργανωμένη καλλιέργεια ξεκίνησε από το Ινστιτούτο Ελιάς και Υποτροπικών Φυτών. Η καλλιέργεια του παρόλα αυτά συναντάται σε πολύ μικρές εκτάσεις και σε άλλους νομούς της Κρήτης και σε περιοχές της νότιας Πελοποννήσου. Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία σήμερα καλλιεργούνται στη χώρα μας περίπου 6.200 στρέμματα αβοκάντο, από τα οποία 5.200 στρ. είναι στα Χανιά, 800 στρ. στο Ρέθυμνο, 100 στρ. στο Ηράκλειο και 100 στρ. στην υπόλοιπη Ελλάδα.

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

1.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά

Το δέντρο του αβοκάντο αναπτύσσεται σε μέγιστο ύψος που φτάνει από 10 έως 12 μέτρα. Ο κορμός του είναι ξυλώδης και μπορεί να φτάσει από 80cm έως 1 m σε διάμετρο σε δέντρα που είναι 25 έως 30 ετών. Ένα δέντρο αβοκάντο από 1 έως 4 ετών θεωρείται νέο, από 8 χρόνια και έπειτα θεωρείται ενήλικο και πλήρως παραγωγικό όταν μπορεί να επεκταθεί για περισσότερα από 20 ή 25 χρόνια. Υπάρχουν ωστόσο ορισμένοι τύποι του αβοκάντο όπου σε ευνοϊκές συνθήκες αυξάνονται απεριόριστα.

Το σχήμα του είναι ωοειδές με μακρύ κωνικό λαιμό και ο φλοιός του χρώματος πράσινου. Τα φύλλα απλά, επιμήκη, ελλειπτικά ως ωοειδή και φέρονται κατ' εναλλαγή στους βλαστούς. Το μήκος τους κυμαίνεται από 7 ως 35 cm. Τα νεαρά φύλλα έχουν χρώμα κοκκινωπό, ενώ τα ώριμα έχουν χρώμα γυαλιστερό πράσινο στην πάνω επιφάνεια και θαμπό γλαυκό στην κάτω επιφάνεια, χαρακτηριστικά που προσδίδουν στο φυτό ιδιαίτερη καλλωπιστική αξία. Ο καρπός του αβοκάντο είναι ένα μεγάλο οβάλ κουκούτσι με και καλύπτεται από λείο ή τραχύ δέρμα μαύρου ή πράσινου χρώματος.

Το αβοκάντο είναι ένα πολύ παραγωγικό δέντρο που παραδίδει τα φρούτα όλο το χρόνο. Οι περίοδοι συγκομιδής είναι δυο και ταξινομούνται ως μέγιστη και ελάχιστη περίοδος. Η περίοδος όπου παράγεται η μέγιστη ποσότητα σοδειάς αβοκάντο είναι από τον μήνα Οκτώβριο έως τον Ιανουάριο, και η ελάχιστη ποσότητα από το Φεβρουάριο μέχρι τον Σεπτέμβριο. [4]

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ ΗΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

1.3 Ποικιλίες παραγωγής

Fuerte: Το Fuerte αναγνωρίζεται ως το αρχέτυπο και είναι μία υβριδική παραγωγή τύπων Μεξικού και Γουατεμάλας. Έχει μεγάλο καρπό και λεπτό και αρκετά λείο φλοιό. Το χρώμα του είναι πράσινο-μαύρο και έχει αρκετή περιεκτικότητα σε λάδι 18-26%. Η ανθοφορία του γίνεται από Ιούνιο έως Σεπτέμβριο είτε Ιούλιο με Οκτώβριο και η συγκομιδή γίνεται από Μάρτιο έως Αύγουστο είτε Μάη με Νοέμβριο.

Εικόνα 1. Αβοκαντο ποικιλίας Fuerte

Hass: Προέρχεται από ποικιλίες αβοκάντο που είναι παραγωγή από την Καλιφόρνια. Είναι ευαίσθητη στις υψηλές θερμοκρασίες. Ο καρπός είναι μέτριου μεγέθους. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ποικιλία αυτή είναι η πιο διαδεδομένη στο κόσμο. Η ανθοφορία του γίνεται από τον μήνα Ιούλιο έως Σεπτέμβριο είτε Αύγουστο με Οκτώβριο και η συγκομιδή γίνεται από Ιούνιο έως Οκτώβριο είτε Αύγουστο με Δεκέμβριο.

Εικόνα 2. Αβοκαντο ποικιλίας Hass

Zutano: Αφορά ποικιλία αβοκάντο η οποία καλλιεργήθηκε για πρώτη φορά στο Μεξικό. Έχει σχήμα αχλαδιού, λεπτό και γυαλιστερό πράσινο δέρμα. Το δέντρο φτάνει σε ύψη από 9 έως 12 μέτρα. Επίσης έχει οβάλ σκούρα πράσινα φύλλα. Η συγκομιδή του ξεκινά από τα μέσα του φθινοπώρου έως στα τέλη του χειμώνα.
Λοιπές ποικιλίες αβοκάντο είναι τα Ettinger, Reed, Bacon και Nabal. [5]

Εικόνα 3. Αβοκαντο ποικιλίας Zutano

1.4 Κλιματικές απαιτήσεις

Το αβοκάντο, καθώς είναι είδος υποτροπικό έχει ιδιαίτερες κλιματολογικές απαιτήσεις, με θερμό κλίμα και σχετική υγρασία 60-65%. Οι θερμοί άνεμοι και οι θερμοκρασίες που είναι μεγαλύτερες από 37°C μπορούν να προκαλέσουν καρπόπτωση, αλλά και στις χαμηλές θερμοκρασίες (κάτω των -2°C) παρατηρούνται προβλήματα, ανάλογα με την ποικιλία. Είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο στην έλλειψη νερού και στην υπερβολική εδαφική υγρασία. Κατά τους ξηρούς μήνες του έτους (Μάιο - Σεπτέμβριο) επιβάλλεται η χρήση άρδευσης, διαφορετικά η ποιότητα του παραγόμενου καρπού είναι υποβαθμισμένη και το δέντρο καταπονείται.

Η επιλογή της κατάλληλης τοποθεσίας για εγκατάσταση νέας φυτείας αβοκάντο θα πρέπει να πραγματοποιείται με ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μειώνεται η πιθανότητα εκδήλωσης προβλημάτων στο μέλλον, τα οποία πολύ δύσκολα αντιμετωπίζονται και οδηγούν σε μια μη οικονομικά βιώσιμη καλλιέργεια.
Κυριότεροι κλιματικοί παράγοντες που επηρεάζουν τις καλλιέργειες είναι:

- Ο κίνδυνος εαρινού παγετού.
- Οι χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της άνθησης και της ανάπτυξης των καρπών όπου περιορίζεται στο μαύρισμα των ινών της σάρκας του καρπού
- Τα θερμά κύματα αέρα και γενικά οι δυνατοί άνεμοι προκαλούν πτώση νεαρών καρπών. [6]

1.5 Εδαφικές απαιτήσεις αβοκάντο

Υπάρχουν πολλές προσεγγίσεις για την αξιολόγηση της καταλληλότητας του εδάφους για την καλλιέργεια αβοκάντο. Το αβοκάντο μπορεί να δώσει καλή παραγωγή σε διαφορετικά εδάφη με ιδανικότερα αυτά της μέσης σύστασης. Χαρακτηριστικά αυτών των εδαφών είναι βαθιά, πλούσια και δροσερά. Πιο συγκεκριμένα είναι τα αργιλώδη, τα ελαφρά αμμώδη ή χαλικώδη, τα βαριά αργιλώδη και πολύ αμμώδη εδάφη. [7] Η εγκατάσταση δενδροκομείου σε κεκλιμένο έδαφος και ιδιαίτερα σε νότιες πλευρές λόφων, βοηθά στην αποφυγή ζημιών από παγετούς μεταφοράς και ακτινοβολίας.
Στη καλλιέργεια του αβοκάντο για βέλτιστη απόδοση το χώμα πρέπει να στραγγίζει καλά, να έχει καλή δομή για να διευκολύνει την αύξηση ρίζας και να παρέχει επαρκείς ποσότητες νερού και οξυγόνου στο δέντρο καθώς και θρεπτικά συστατικά. Παράλληλα θα επιτυγχάνεται και η ανάπτυξη ωφέλιμων εδαφικών μικροοργανισμών. [8] Όσον αφορά στο έδαφος, σημαντικές παράμετροι για μια επιτυχημένη καλλιέργεια δέντρων αβοκάντο είναι:

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

α) το κατάλληλο pH του εδάφους
β) το χαμηλό ποσοστό ανθρακικού ασβεστίου ($CaCO_3$)
γ) η χαμηλή αλατότητα
δ) η καλή στράγγιση
ε) η μη ύπαρξη ιστορικού εμφάνισης ασθενειών που μεταδίδονται από εδάφους (όχι απαραίτητα μόνο Phytophthora).

Το pH, το ποσοστό ανθρακικού ασβεστίου, καθώς και η μηχανική σύσταση του εδάφους (καθορίζει την καλή στράγγιση του εδάφους) μπορούν να προσδιοριστούν με εργαστηριακές αναλύσεις εδάφους. Αντίθετα, τα μελλοντικά επίπεδα αλατότητας του εδάφους εξαρτώνται συνήθως από την ποιότητα του νερού άρδευσης και επομένως ο παραγωγός, θα πρέπει να είναι σίγουρος ότι θα έχει διαθέσιμο νερό καλής ποιότητας για την άρδευση της καλλιέργειας.
Το αβοκάντο παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ευαισθησία από όλα τα καλλιέργούμενα είδη στη χώρα μας. Για την καλλιέργεια αυτή, πρέπει να αποφεύγονται εδάφη με αδιαπέραστα στρώματα ή με στάσιμα νερά. Για καλά αποτελέσματα σε όλη τη διάρκεια ζωής των δένδρων, δεν θα πρέπει το βάθος του εδάφους να είναι λιγότερο από 1 m. Αδιαπέραστη στοιβάδα εδάφους ή υπόγεια στάθμη νερού σε βάθος μικρότερο των 90 cm. προκαλεί ξήρανση των δέντρων σε 3-5 χρόνια.
Τέλος, το αβοκάντο, ευδοκιμεί στα όξινα εδάφη (pH = 5,5 - 6,5 έως και 7) και δεν αντέχει σε ασβεστούχα εδάφη. Πιο συγκεκριμένα οι ποικιλίες τύπου Μεξικού αντέχουν σε συγκεντρώσεις $CaCO_3$ στο έδαφος έως και 40% περίπου, ενώ οι ποικιλίες τύπου Δυτικών Ινδιών αντέχουν σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις (έως 80%). [30] Όταν το pH είναι 8 (λόγω περίσσειας ασβεστίου), στα φύλλα εμφανίζονται συμπτώματα που οφείλονται σε έλλειψη ιχνοστοιχείων, τα δέντρα δεν είναι ζωηρά και γρήγορα μειώνεται η απόδοσή τους. Στα άλατα του εδάφους, και κυρίως του νατρίου (Na), το αβοκάντο είναι πιο ευαίσθητο από τα εσπεριδοειδή. Η περίσσεια καλίου (K) σε εδάφη μέτρια ή πλούσια σε διαθέσιμο Na, εντείνει τα αποτελέσματα αλατότητας στα δέντρα. [9] Ο πίνακας 1 παρακάτω περιέχει ορισμένα είδη οπωροφόρων με τις τιμές αντοχής τους σε χλώριο.

Πίνακας 1. Αντοχή μερικών οπωροφόρων στο χλώριο

Είδη οπωροφόρων	
Με μικρή αντοχή Cl. meq/lt	**Με μέτρια αντοχή Cl. meq/lt**
Ροδακινιά (13 meq/lt)	Βερικοκιά (20 meq/lt)
Αβοκάντο (14 meq/lt)	Πορτοκαλιά (20-30 meq/lt)
Λεμονιά (15 meq/lt)	
Δαμασκηνιά (επιτραπέζια) (16 meq/lt)	
Δαμασκηνιά (αποξηραμένη) (18 meq/lt)	
Μηλιά (19 meq/lt)	

[6]

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Γενικά, για το πότισμα των οπωρώνων αβοκάντο, θα πρέπει να έχουμε υπόψη, ότι κατάλληλο για την άρδευση του αβοκάντο, θεωρείται το νερό που περιέχει άλατα χλωρίου (Cl) σε ποσοστό λιγότερο από 100 ppm.

Κεφάλαιο 2. Παράμετροι εδαφολογικής ανάλυσης

Εισαγωγή

Το έδαφος αποτελείται από ένα στρώμα χαλαρών ανόργανων και οργανικών υλικών που βρίσκεται στην επιφάνεια της γης επάνω στο οποίο αναπτύσσονται τα φυτά. Είναι μέρος της αποσάθρωσης των πετρωμάτων που προήλθε από τη δράση των παραγόντων του περιβάλλοντος στα ανώτατα στερεά στρώματα της γης και μετασχηματίστηκε αποκτώντας ιδιαίτερη μορφολογική οργάνωση. [10]
Η γονιμότητα του εδάφους είναι μία σύνθετη έννοια που αποτελεί συνδυασμό πολλών φυσικοχημικών ιδιοτήτων δηλαδή την υφιστάμενη θρεπτική κατάσταση του εδάφους, την οργανική ουσία, την αντίδραση του εδάφους, την κοκκομετρική σύσταση το πορώδες και την υδατοϊκανότητα. [11]

2.1 Εδαφολογική ανάλυση

Η εδαφολογική ανάλυση είναι αναμφισβήτητα ένα χρήσιμο εργαλείο για κάθε καλλιέργεια, διότι προσδιορίζει τις απαιτήσεις που μπορούν να εφαρμοστούν στο χώμα για την αποδοτικότερη και οικονομικότερη παραγωγή. Μέσω της ανάλυσης είναι δυνατή η αξιολόγηση σύστασης του εδάφους, η πρόβλεψη τόσο για την ποσοτική όσο και για τη ποιοτική ανάγκη των καλλιεργειών σε λιπάσματα και δίνει πληροφορίες για την ύπαρξη προβλημάτων οξύτητας, αλκαλικότητας ή αλατότητας του εδάφους.

Η εδαφολογική ανάλυση παρέχει την πληροφόρηση με την οποία επιτυγχάνεται:

1) Η ταξινόμηση των εδαφών σε κατηγορίες.
2) Η εκτίμηση της γονιμότητας των εδαφών.
3) Ο προσδιορισμός των φυσικοχημικών συνθηκών που σχετίζονται με την καλή ή όχι ανάπτυξη των φυτών και την δυνατότητα βελτίωσης της.
4) Η εκτίμηση της καταλληλότητας των εδαφών για τις διάφορες χρήσεις.

Με σκοπό να επιτευχθεί σωστά μία εδαφολογική ανάλυση χρειάζεται να ακολουθηθούν μία σειρά βημάτων τα οποία ορίζονται παρακάτω :

1) Την δειγματοληψία του εδάφους.
2) Την προετοιμασία του εδαφικού δείγματος για ανάλυση.
3) Τον εργαστηριακό προσδιορισμό των φυσικών, χημικών ιδιοτήτων και των χαρακτηριστικών του εδάφους.
4) Την ερμηνεία των αποτελεσμάτων.
5) Την εξαγωγή συμπερασμάτων. [12]

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

2.2 Δειγματοληψία εδάφους

Η αποτελεσματικότητα των εδαφολογικών αναλύσεων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη σωστή δειγματοληψία. Το δείγμα που θα ληφθεί κατά την διαδικασία πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικό. Με αυτόν τον τρόπο θα δείχνεται η θρεπτική κατάσταση του εδάφους συνολικά σε ολόκληρο τον αγρό.
Οι αρχές δειγματοληψίας που ακολουθήθηκαν είναι οι εξής:

1. Οι χώροι δειγματοληψίας να είναι μακριά από δρόμους, οικισμούς, εργοστάσια, χωματερές και θέσεις μη γεωργικής δραστηριότητας.
2. Κατά την δειγματοληψία τα δείγματα λαμβάνονται σύμφωνα με την μέθοδο του ζικ-ζακ. Δηλαδή τα δείγματά παίρνονται σε μορφή ζικ-ζακ, αναμειγνύονται μετά μέσα σε μια σακούλα και παίρνουμε ένα μέρος του χώματος που συλλέξαμε στο εργαστήριο για αναλύσεις (περίπου 2 κιλά).
3. Η δειγματοληψία πρέπει να είναι αντιπροσωπευτική των οριζόντων του χωραφιού (προφίλ).
4. Η ποσότητα και το είδος του δείγματος (διαταραγμένο ή αδιατάρακτο) πρέπει να καλύπτουν τις ειδικές ανάγκες των εξετάσεων που θα γίνουν.
5. Κατά τη δειγματοληψία πρέπει να γίνουν όσο το δυνατό πληρέστεροι μορφολογικοί προσδιορισμοί ιδιοτήτων της κατανομής και των οριζόντων του χωραφιού και ακόμα να ληφθούν πληροφορίες για τις συνθήκες περιβάλλοντος (όπως γεωμορφολογική θέση, μητρικό υλικό, βάθος υπογείου ύδατος, βλάστηση, ανθρώπινες επεμβάσεις). [13]

2.3 Μηχανική σύσταση εδάφους

Στο έδαφος τα στερεά υλικά που υπάρχουν είναι πέτρες, χαλίκια και κόκκοι με πολύ μικρό μέγεθος, μη ορατοί με γυμνό μάτι οι οποίοι σχηματίζουν συσσωματώματα. Τα στερεά αυτά υλικά ταξινομούνται σε ομάδες σύμφωνα με το μέγεθος τους, που ονομάζονται κλάσματα κοκκομετρικής μηχανικής σύστασης. Χωρίζονται σε ομάδες ανάλογα του μεγέθους τους σε 3 κλάσματα. Η σύσταση του εδάφους προκύπτει από τους κόκκους διαφόρων διαστάσεων που διέρχονται από κόσκινο διαμέτρου οπών 2mm. Το τμήμα των κόκκων αυτών ανήκουν στην λεπτή γη. Τα τμήματα μεταξύ 2-20mm αποτελούν τους χάλικες και υλικά με διάμετρο μεγαλύτεροι 20mm ονομάζονται λίθοι. Οι εδαφικοί κόκκοι που αποτελούν την λεπτή γη, κατατάσσονται βάσει του μεγέθους τους σε ομάδες που ονομάζονται κλάσματα μηχανικής συστάσεως ή μηχανικά κλάσματα του εδάφους. Η διαδικασία προσδιορισμού της εκατοστιαίας αναλογίας των κλασμάτων του εδάφους ονομάζεται μηχανική ανάλυση του εδάφους. [14]
Τα κλάσματα μηχανικής σύστασης με διάμετρο κάτω από 2mm είναι η άμμος, η ιλύς και η άργιλος. Τα αμμώδη εδάφη ονομάζονται αλλιώς ελαφρά εδάφη και έχουν ως κύριο συστατικό την άμμο. Χαρακτηρίζονται πτωχά εδάφη γιατί δεν συγκρατούν μεγάλες ποσότητες νερού και θρεπτικά στοιχεία, όμως με κατάλληλη διαχείριση όπως συχνή λίπανση και πότισμα σε μικρές δόσεις, μπορούν να γίνουν παραγωγικά. Τα πηλώδη εδάφη χαρακτηρίζονται ως μεσαία εδάφη. Η ομάδα αυτή περιλαμβάνει εδάφη όπου οι αναλογίες σε άμμο, άργιλο και ιλύ είναι περίπου ίσες. Έχουν αυξημένη ικανότητα συγκράτησης νερού αλλά μειωμένη ικανότητα συγκράτησης θρεπτικών στοιχείων. Τα αργιλώδη εδάφη ονομάζονται αλλιώς βαριά εδάφη, συγκρατούν μεγάλες ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων και σ' αυτά πλεονάζει η άργιλος στην οποία συμπεριλαμβάνεται και μεγάλο ποσοστό οργανικής ουσίας. [15]

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΑΕΗ ΙΩΣΗΦ ΓΙΑΔΕΛΟΜΑΝΑ

Κάθε κλάσμα της μηχανικής σύστασης επηρεάζει με τον δικό του τρόπο τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους εξαιτίας των διαφορών στην σύσταση τους, στο μέγεθος των τεμαχιδίων και στην ειδικής τους επιφάνεια. Η άμμος και ιλύς είναι τα αδρανή τεμαχίδια (πρωτογενή υλικά) δηλαδή σκελετικά συστατικά που αποτελούνται κυρίως από πρωτογενή ορυκτά, με μικρή ειδική επιφάνεια. Η άργιλος θεωρείται το ενεργό συστατικό του εδάφους. Αποτελείται από δευτερογενή υλικά με αρνητικά φορτία τα οποία συγκρατούν τα απαραίτητα ανόργανα στοιχεία και το νερό. Η άργιλος έχει μεγάλη ειδική επιφάνεια και τα τεμαχίδια της είναι μικρά σε μέγεθος.

Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός της μηχανικής σύστασης

Ο προσδιορισμός της μηχανικής σύστασης επιτυγχάνεται ποιοτικά και ποσοτικά. Ποιοτικά επί τόπου στον αγρό και ποσοτικά στο εργαστήριο με διάφορους τρόπους.
Ο ποιοτικός προσδιορισμός στηρίζεται στην αίσθηση που δίνει το εδαφικό υλικό, εάν είναι χονδρόκοκκο και άγριο ή λεπτόκοκκο και λείο, κατά τη στιγμή εκείνη που υγρό έδαφος τρίβεται ανάμεσα στα δάχτυλα. Ένας έμπειρος εδαφολόγος μπορεί να προσδιορίσει σε πολύ ικανοποιητικό βαθμό τη μηχανική σύσταση ενός εδάφους χάρη στο τεστ των δακτύλων. Η διαδικασία είναι η εξής:
Μικρή ποσότητα εδάφους φέρεται στην παλάμη μας, εκεί αφαιρούνται απ' αυτήν πέτρες, χαλίκια και φυτικά υπολείμματα. Στη συνέχεια βρέχεται κατάλληλα ώστε να πλάθεται εύκολα. Εάν το έδαφος δεν σχηματίζει σβώλους και χαρακτηριστικά "τρίζει ή ακούγεται" εξαιτίας της ύπαρξης μεγάλης διαμέτρου κόκκων τότε λέμε ότι είναι αμμώδες. Εάν κολλάει αρκετά και λερώνει τα χέρια δίνοντας την αίσθηση ότι σαπουνίζει είναι ιλυώδες. Εάν πλάθεται καλά, περισσότερα από τα προηγούμενα τότε είναι πηλώδες. Τέλος, αν πλάθεται με δυσκολία γιατί κολλάει πολύ και απαιτεί αρκετό χρόνο για την πλήρη διαβροχή του, ενώ σχηματίζονται δύσκολα σβώλοι, τότε είναι αργιλώδες.
Ποσοτικά ο προσδιορισμός της μηχανικής σύστασης στο εργαστήριο γίνεται με δύο τρόπους. Αυτοί με την μέθοδο των κόσκινων ή της καθιζήσεως. Με τη μέθοδο της καθιζήσεως, επιτυγχάνεται η μέτρηση του ποσού των σωματιδίων που αιωρούνται και γίνεται με δύο μεθόδους. Η μία είναι η μέθοδος σιφωνίου (πιπέττας) και η άλλη είναι η μέθοδος του Βουγιούκου (μέθοδος υδρομέτρου). Στην παρούσα πτυχιακή εργασία εφαρμόστηκε η μέθοδος Βουγιούκου, η οποία είναι μία τεχνική προσδιορισμού της κοκκομετρικής σύστασης του εδάφους (% περιεκτικότητάς του) στα τρία κλάσματα της μηχανικής σύστασης (ιλύς, άργιλος και άμμος).
Η γνώση της μηχανικής σύστασης είναι πολύ σημαντική εδαφολογική παράμετρος διότι γίνονται γνωστές οι εδαφικές ιδιότητες του εδάφους. Σε συνδυασμό με τις φυσικοχημικές ιδιότητες και την ορυκτολογική σύσταση, την μελέτη δηλαδή ιδιοτήτων των ορυκτών, τη χημική σύνθεση, την συμπεριφορά τους και τη κρυσταλλική μορφή τους, γίνεται η εκτίμηση και πρόβλεψη συμπεριφοράς των εδαφών. Η μηχανική σύσταση χωρίζεται σε 3 ομάδες ανάλογα με την σύσταση του εδάφους οι οποίες περιέχουν τις κατηγορίες κλάσης των εδαφών. Η πρώτη ομάδα είναι αυτή των ελαφρών εδαφών και χωρίζεται σε αμμώδη και πηλοαμμώδη εδάφη. Η δεύτερη ομάδα είναι αυτή της μέσης σύστασης εδαφών και αποτελείται από αμμοπηλώδη, πηλώδη, ιλυοπηλώδη, ιλυώδη, αργιλοπηλώδη, αμμοαργιλοπηλώδη και ιλυαργιλοπηλώδη εδάφη. Τέλος η Τρίτη ομάδα είναι η ομάδα βαρέων εδαφών της οποίας τα εδάφη που της αντοσοιχούν είναι τα αμμοαργιλώδη, ιλυοαργιλώδη και τα αργιλώδη. [10]

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ ΑΝΑΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

2.4 pH

Η αντίδραση του εδάφους, όξινη, ουδέτερη ή αλκαλική, αναφέρεται στη συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου σε γραμμομόρια ανά λίτρο στο εδαφικό διάλυμα. Όταν υπερισχύουν τα ιόντα H+ η αντίδραση είναι όξινη και το pH<7 και όταν υπερισχύουν τα ιόντα OH^- η αντίδραση είναι αλκαλική και το pH>7.
Η τιμή του pH ενός εδάφους δίνει πολλές φορές πληροφορίες για τη χημική συμπεριφορά του εδάφους αλλά και για την ιστορία του, καθώς είναι το αποτέλεσμα της επίδρασης του κλίματος, του μητρικού υλικού και του χρόνου στο έδαφος.
Σε υγρές περιοχές με καλή στράγγιση, το pH αυξάνεται με το βάθος, αφού τα βασικά κατιόντα εκπλύνονται προς τα βαθύτερα στρώματα. Σε εδάφη ξηρών περιοχών ή εδάφη που έχουν υποστεί ασβέστωση (ανύψωση τιμής pH σε επιθυμητά επίπεδα με την προσθήκη ασβεστούχων υλικών) δεν παρατηρούνται όμοια φαινόμενα. [22] Το αβοκάντο ευδοκιμεί κυρίως στα όξινα εδάφη (pH = 5 - 6,5). [16] Παρόλα αυτά το εύρος αυτό φτάνει και σε αλκαλικές τιμές 7-7,5. [17] Ακολουθεί ο πίνακας 2 με τον χαρακτηρισμό του εδάφους με βάσει την τιμή pH.

Πίνακας 2. Χαρακτηρισμός εδάφους με βάσει την τιμή pH

Χαρακτηρισμός	**Τιμές pH**
Υπερβολικά όξινο	<4,5
Πολύ ισχυρώς όξινο	4,5 - 5,0
Ισχυρώς όξινο	5,1 - 5,5
Μέσο όξινο	5,6 - 6,0
Ελαφρώς όξινο	6,1 - 6,5
Ουδέτερο	6,6 – 7,3
Ελαφρώς αλκαλικό	7,4 - 7,8
Μέσο αλκαλικό	7,9 - 8,4
Ισχυρώς αλκαλικό	8,5 – 8,9
Πολύ ισχυρώς αλκαλικό	>9,0

[18]

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

2.5 Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα ορίζεται η ικανότητα ενός διαλύματος να άγει τον ηλεκτρισμό. Οι μονάδες μέτρησης είναι μS/cm και η τιμή της στο έδαφος αυξάνεται ανάλογα με την ποσότητα των αλάτων στο έδαφος, από την υγρασία του εδάφους όπως επίσης και από την δομή του. Στην δομή του εδάφους προσδιορίζεται ο τύπος του εδάφους, η θερμοκρασία και το πορώδες. Σχετικά με την υφή του εδάφους, όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό του σε άργιλο, τόσο καλύτερος αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος γίνεται. Το ίδιο ισχύει στην θερμοκρασία και στο πορώδες, όταν αυξάνονται εμφανίζουν αυξημένες τιμές αντίστοιχα. Η μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας γίνεται με το αγωγιμόμετρο. Ακολουθεί ο πίνακας 3 με τον χαρακτηρισμό των εδαφών με βάση την αγωγιμότητα στο μείγμα εδάφους – νερού. [20]

Πίνακας 3. Χαρακτηρισμός εδαφών με βάση την αγωγιμότητα στο εκχύλισμα κορεσμού

Ηλεκτρική αγωγιμότητα μS/cm/25°C	**Χαρακτηρισμός**
<100	Κανονική
100 - 200	Μέτρια
200- 400	Υψηλή
>400	Πολύ υψηλή

[19]

Η αγωγιμότητα του εδάφους κυρίως επηρεάζεται από:

1) Την ποιότητα του νερού άρδευσης. Όταν περιέχει πολλά άλατα, συσσωρεύονται στο έδαφος αυξάνοντας την αγωγιμότητά του.
2) Την μηχανική σύσταση του εδάφους. Για την ίδια ποσότητα αλάτων στο έδαφος, τα βαριά εδάφη που συγκρατούν περισσότερο νερό εμφανίζουν μικρότερη αγωγιμότητα συγκριτικά με τα ελαφριά.
3) Την οργανική ουσία του εδάφους.
4) Το είδος και την ποσότητα των λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται.
5) Την ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, ανάλογη πορεία με ηλεκτρική αγωγιμότητα

2.6 Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων στο έδαφος (K, Na, Ca)

Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων ονομάζεται η συνολική ποσότητα των κατιόντων που συγκρατούνται στην επιφάνεια των αργιλικών ορυκτών (σε meq /100g εδάφους) και μπορούν να προσροφηθούν στα αρνητικά φορτισμένα κολλοειδή. Ανταλλάσσονται μεταξύ στερεάς και υγρής φάσης στο έδαφος (αντιστρεπτό φαινόμενο.

Μεταξύ των κλασμάτων σωματιδίων του εδάφους, η άργιλος είναι ιδιαίτερα σημαντική για τον καθορισμό φυσικής δομής του εδάφους και για την ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων που επιτρέπει τη διατήρηση του σε θετικά φορτισμένο στοιχεία, όπως: αμμώνιο (NH_4^+), ασβέστιο (Ca^{2+}), μαγνήσιο (Mg^+), κάλιο (K^+) και νάτριο (Na^+).

Η συγκέντρωση ανταλλάξιμων κατιόντων στο έδαφος (K, Na, Ca) ποικίλλει ανάλογα την μηχανική σύσταση, το pH του εδάφους και την ποσότητα οργανικής ύλης. Τα εδάφη με χαμηλή ΙΑΚ είναι πιθανότερο να αναπτύξουν ελλείψεις σε κάλιο (K^+), ενώ τα εδάφη με υψηλή συγκέντρωση ΙΑΚ είναι λιγότερο ευαίσθητα στην έκπλυση αυτών των κατιόντων. [22]

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τις ποσότητες των ανταλλάξιμων κατιόντων είναι τα χημικά λιπάσματα όπου σε συνδυασμό με την ασβέστωση των εδαφών και τα νερά άρδευσης, προσθέτουν αξιόλογα ποσά ανταλλάξιμων κατιόντων στα καλλιεργούμενα εδάφη.

Πιο αναλυτικά το ασβέστιο στο έδαφος παίζει ρόλο αρχικά ως θρεπτικό συστατικό, ως μέσο ρύθμισης του pH του εδάφους, ως ρυθμιστής της διαθεσιμότητας άλλων μακροστοιχείων και ιχνοστοιχείων και ως μέσο εξουδετέρωσης της τοξικότητας του Αl και Μη στα πολύ όξινα εδάφη. Κύρια πηγή του ασβεστίου θεωρούνται τα πετρώματα και τα ορυκτά από τα οποία έχει σχηματιστεί το έδαφος. Αυτά

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

περιλαμβάνονται στις εξής κατηγορίες πρωτογενών ορυκτών: ασβεστούχα πυριτικά ορυκτά, ανθρακικά άλατα του ασβεστίου και ανταλλάξιμο ασβέστιο προσροφημένο στην επιφάνεια των εδαφικών κολλοειδών. Το ασβέστιο σχετίζεται με τη συγκέντρωση ιόντων H^+, συνεπώς το pH έχει μικρή επίδραση στην απορρόφηση ασβεστίου και επηρεάζει την απορρόφηση πολλών ανιόντων. Διαπιστώθηκε ότι έλλειψη ασβεστίου συνοδευόταν με μείωση απορρόφησης φωσφόρου (P), νιτρικών (NO_3).

Το νάτριο στο μεγαλύτερο ποσοστό των εδαφών βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις καθώς είναι τοξικό για τα φυτά. Το στοιχείο αυτό δεν συγκαταλέγεται στα απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών. Εξαιτίας της μεγάλης διαλυτότητας των αλάτων σε συνδυασμό με την ασθενής συγκράτησή του σε μορφή ιόντος από τη στερεή φάση του εδάφους, το νάτριο σε συνθήκες καλής στράγγισης απομακρύνεται από το έδαφος. Ακόμα όσο να αναφορά το αρδευτικό νερό μπορεί να καθορίσει εάν ένα έδαφος είναι νατριωμένο, λόγω της κακής ποιότητάς του όντας πλούσιο σε άλατα νατρίου,

Η περιεκτικότητα του καλίου στο ποικίλλει ανάλογα με το μητρικό πέτρωμα και το βαθμό εξέλιξής του. Εδάφη τα οποία βρίσκονται σε προηγμένο στάδιο εξελίξεως έχουν απολέσει σε σημαντικό βαθμό το κάλιο τους. Μία μορφή καλίου που υπάρχει στο έδαφος και μελετάτε είναι το ανταλλάξιμο κάλιο. Αυτό προέρχεται από τα αργιλικά ορυκτά και την οργανική ύλη του εδάφους τα οποία προσροφούν κάλιο υπό ανταλλάξιμη μορφή. Συνεπώς το ανταλλάξιμο κάλιο εξαρτάται σημαντικά από το ποσοστό της αργίλλου.

Η κύρια πηγή K για τα φυτά που αναπτύσσονται υπό φυσικές συνθήκες αποτελεί η αποσάθρωση των διάφορων καλιούχων ορυκτών του εδάφους όπως είναι οι καλιούχοι άστριοι, οι άστριοι Mg και Ca, ο μοσχοβίτης, ο βιοτίτης, ο ιλλίτης, ο βερμικουλίτης, ο χλωρίτης και ο μοντμοριλονίτης. Το κάλιο το οποίο περιέχεται στα πρωτογενή ορυκτά είναι δύσκολα αφομοιώσιμο από τα φυτά ενώ το ανταλλάξιμο κάλιο είναι πιο εύκολα αφομοιώσιμο. Παρακάτω ακολουθούν οι πίνακες 4, 5, 6 με τους χαρακτηρισμούς των εδαφών με βάσει την συγκέντρωση ανταλλάξιμων κατιόντων στο έδαφος (K, Na, Ca). [21]

Πίνακας 4. Χαρακτηρισμός εδαφών με βάσει την συγκέντρωση καλίου

Κάλιο K ppm	**Αξιολόγηση περιεκτικότητας**
0-50	Πολύ ανεπαρκώς
50-100	Ανεπαρκώς
100-150	Μέτρια
150-200	Επαρκής
>250+	Υπερεπαρκής

[19]

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Πίνακας 5. Χαρακτηρισμός εδαφών με βάσει την συγκέντρωση νατρίου

Νάτριο Namg/kg	**Αξιολόγηση περιεκτικότητας**
<100	Χαμηλή
100 - 200	Ανεπαρκής
200 - 300	Επαρκής
>300	Υπερεπαρκής

[21]

Πίνακας 6. Χαρακτηρισμός εδαφών με βάσει την συγκέντρωση ασβεστίου

Ασβέστιο Ca mg/kg	**Αξιολόγηση περιεκτικότητας**
<1000	Ανεπαρκής
1000-2000	Μέτρια
2000-3000	Επαρκής
>3000	Υπερεπαρκής

[21]

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

2.7 Οργανική ουσία

Ως οργανική ουσία ορίζονται όλα τα οργανικά υπολείμματα φυτικής και ζωικής προέλευσης, τα πλήρως αποσυνθεμένα φυτικά μέρη και όλοι οι ζωντανοί και οι νεκροί μικροοργανισμοί του εδάφους. Η οργανική ουσία επίσης λειτουργεί σαν ένα σφουγγάρι για να απορροφά και να συγκρατεί το νερό. Τα μεταλλικά στοιχεία της απελευθερώνονται σιγά-σιγά για την παροχή αζώτου, φωσφόρου και καλίου που ανακυκλώνονται και παράγουν οργανικά οξέα που διαλύουν τα ιχνοστοιχεία και τα κρατάνε σε διαλυτά συγκροτήματα νερού που μπορούν να ληφθούν από το ρίζες. Μαζί με το ορυκτό κλάσμα του εδάφους, η οργανική ουσία συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό στις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους και στην ανάπτυξη της δομής και γονιμότητας του εδάφους με τιμές να κυμαίνονται μεταξύ (1-2.5%) στα Ελληνικά εδάφη. Ακολουθεί ο πίνακας 7 με τον χαρακτηρισμό των εδαφών με βάσει την συγκέντρωση οργανικής ουσίας.

Πίνακας 7. Χαρακτηρισμός εδαφών με βάσει την συγκέντρωση οργανικής ουσίας

Επίπεδα οργανικής ουσίας	**Ποσοστό θρέψης**
Χαμηλή θρέψη	<1g%
Μέση θρέψη	1-2g%
Υψηλή θρέψη	>2,5g%

[22]

2.8 Ολικό άζωτο

Ένας τρόπος βελτιστοποίησης της ποιότητας των εδαφών είναι η ορθή χρήση του αζώτου που βρίσκεται στο φυτό. Αυτό γίνεται εφικτό με την κατανόηση των διαφορετικών μορφών που μπορεί να πάρει και πώς αλληλεπιδρά η κάθε μορφή αζώτου.

Το ολικό άζωτο συναντάται σε δύο είδη ενώσεων, αυτές των οργανικών (98% ολικού Ν-μη αφομοιώσιμο) και ανόργανων (2% ολικού-αφομοιώσιμο). Οι ανόργανες μορφές του εδαφικού αζώτου περιλαμβάνουν το αμμώνιο (NH_4^+),τα νιτρώδη (NO_2^-), νιτρικά (NO_3^-) και τα οξείδια του αζώτου (N_2O) και το άζωτο (N_2) το οποίο είναι αδρανές και γίνεται διαθέσιμο για ενσωμάτωση στο έδαφος μόνο μετά από την δέσμευση του από αζωτοδεσμευτικούς μικροοργανισμούς.

Το οργανικό άζωτο είναι μέρος ενός πολύπλοκου μορίου του οργανικού άνθρακα και δεν μπορεί να προσληφθεί άμεσα από τις ρίζες των φυτών. Οι μορφές που συναντάται είναι στα ούρα, στα κόπρανα και γενικότερα σε αποσυντιθέμενες φυτικές και ζωικές πρωτεΐνες. Η οργανική ουσία θα πρέπει να διασπαστεί περαιτέρω από τα μικρόβια του εδάφους και μέσω αυτής της αποσύνθεσης το οργανικό άζωτο μετατρέπεται σε ανόργανες μορφές. [23] Στη συνέχεια ακολουθεί ο πίνακας 8 με τον χαρακτηρισμό του ποσοστού ολικού αζώτου ανάλογα με την συγκέντρωσή του στο έδαφος.

Πίνακας 8. Χαρακτηρισμός ολικού αζώτου Ν%

Επίπεδα ολικού αζώτου	**Ποσοστό %**
Πτωχό επίπεδο	<0,10%
Ικανοποιητικό επίπεδο	0,10 - 0,15%
Μέσο επίπεδο	0,20 - 0,30%
Υψηλό επίπεδο	>0,30%

[18]

Η χρήση αζωτούχων λιπασμάτων από τους καλλιεργητές θα πρέπει να εφαρμόζεται συνετά βασιζόμενοι σε ορθές γεωργικές πρακτικές. Το άζωτο σε περίσσεια δεν αυξάνει την παραγωγή καλλιέργειας, αλλά αντίθετα προκαλεί οικονομικές και περιβαλλοντικές ζημιές σε αυτή. Σύμφωνα με το Άρθρο 04, για τη λίπανση των αγρών. πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η μορφή του αζώτου που παρέχεται, το είδος της καλλιέργειας, οι ανάγκες σε ποσότητες αζώτου, ο τύπος εδάφους και γενικότερα διάφορα δεδομένα ανάλυσης του εδάφους όπως επίσης και την ποσότητα και ποιότητα του νερού άρδευσης. Η κάλυψη αυτών έχει ως στόχο την αποφυγή της επιβάρυνσης τόσο των καλλιεργειών, όσο και των υπόγειων υδάτων με νιτρικά ιόντα. [24]

2.9 Φώσφορος

Ο φώσφορος όπως και όλα τα θρεπτικά στοιχεία, βρίσκεται τόσο στη στερεή φάση, όσο και στο εδαφικό διάλυμα σε διάφορες μορφές. Ένα πολύ μικρό ποσοστό φωσφόρου (περίπου 1% του ολικού φωσφόρου) είναι εύκολα αφομοιώσιμο από τα φυτά, είτε γιατί βρίσκεται στο εδαφικό διάλυμα, είτε γιατί μπορεί να μετακινηθεί εύκολα από την υγρή φάση στην στερεή. Επιπλέον ο φώσφορος κατέχει μεγάλο βαθμό συγκράτησής από τα συστατικά του εδάφους. Στην πράξη αυτό μεταφράζεται

ΔΡΕΥΕΤΑΙ ΗΛΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

με ένα μικρό βαθμό μετακίνησης του φωσφόρου προς τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους. Ακόμα το στοιχείο του φωσφόρου στο έδαφος έχει μειωμένη αξιοποίηση των φωσφορικών λιπασμάτων στην ετήσια καλλιέργεια. Αυτό σημαίνει ότι οι καλλιέργειες προσλαμβάνουν ένα μικρό ποσοστό, τάξης 10-15% του P που εφαρμόζεται στο έδαφος και το υπόλοιπο παραμένει στο έδαφος ως υπολλειματικός. Το υπολλειματικό ποσοστό του P είναι αναξιοποίητο έως την επόμενη καλλιεργητική περίοδο. [22]

Ο φώσφορος κατά κύριο λόγο βρίσκεται σε εδάφη με τη μορφή ορυκτών, συμπεριλαμβανομένων των φωσφορικών αλάτων σιδήρου και αργιλίου σε όξινα εδάφη και φωσφορικά άλατα του ασβεστίου σε pH ουδέτερα και αλκαλικά εδάφη. Οι συγκεντρώσεις διαλυμένου φωσφόρου στο εδαφικό διάλυμα είναι πολύ χαμηλές λόγω της χαμηλής διαλυτότητας αυτών των μετάλλων, με μια μέγιστη διαθεσιμότητα στα φυτά σε τιμές pH, μεταξύ 6.5 και 7.0. Στη συνέχεια ακολουθεί ο πίνακας 9 με το χαρακτηρισμό των εδαφών σε συγκέντρωση αφομοιώσιμου φωσφόρου.

Πίνακας 9. Χαρακτηρισμός αφομοιώσιμου φωσφόρου

Επίπεδα φωσφόρου	**P κατά Olsen (mg/kg εδάφους)**
Χαμηλό	0 –3
Οριακό	4 – 7
Επαρκές	8 – 13
Υψηλό	14–20
Πολύ υψηλό	>20

[21]

Γενικά για τα ελληνικά εδάφη ουδέτερης ή αλκαλικής αντίδρασης, οι τιμές του φωσφόρου κατά Olsen κυμαίνονται μεταξύ 12–15 mg/kg οι οποίες θεωρούνται επαρκείς για όλες σχεδόν τις καλλιέργειες και η πιθανότητα αντίδρασης στη φωσφορική λίπανση είναι μικρή έως μηδενική. [21]

2.10 Ελεύθερο ανθρακικό ασβέστιο

Ασβεστούχο εδάφος ορίζεται εκείνο το οποίο περιέχει ανθρακικό ασβέστιο (άλας CaCOa) σε ποσοστό άνω του 10%. Το ποσοστό ανθρακικού ασβεστίου στα εδάφη εμφανίζει μεγάλες διακυμάνσεις και συναντάται σε πολλές μορφές όπως (π.χ του ασβεστίτη $CaCO_3$). Όταν ένα έδαφος υπερβεί το όριο αυτό επηρεάζονται και φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους, όπως π.χ αύξηση pH.

Ο προσδιορισμός του ανθρακικού ασβεστίου επιτυγχάνεται και στα τρία κλάσματα της μηχανικής σύστασης (άμμος, ιλύς, άργιλος). Το pH στα εδάφη που περιέχουν σημαντικό ποσό $CaCO_3$ κυμαίνεται από 7 έως 8,4. Ακόμα η ύπαρξή του αποτρέπει το να οξινισθεί το χώμα, λόγω λιπασμάτων και η παρουσία του βοηθάει στην διατήρηση της καλής και σταθερής δομής του εδάφους με τον σχηματισμό συσσωμάτων. Επιπροσθέτως εδάφη που περιέχουν ανθρακικό ασβέστιο έχουν επαρκείς ποσότητες ασβεστίου σε διαλυμένη μορφή με αποτέλεσμα να είναι καλώς εφοδιασμένα με αφομοιώσιμες μορφές ασβεστίου. Σε εδάφη χαμηλής διαθεσιμότητας το διαθέσιμο ασβέστιο βοηθάει στην ενισχυμένη ανάπτυξη του φρούτου και ειδικότερα όταν χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με υψηλά επίπεδα άλλων θρεπτικών ουσιών όπως

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

φώσφορο και άζωτο. Ακολουθεί ο πίνακας 10 με τον χαρακτηρισμό των εδαφών με βάσει την συγκέντρωση του ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου. [22]

Πίνακας 10 Χαρακτηρισμός εδαφών με βάση την συγκέντρωση του ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου

Τιμές $CaCO_3$ (%)	**Χαρακτηρισμός εδαφών**
CaCO3 < 2,5	έδαφος μη ασβεστούχο
CaCO3 2,5 - 9,0	έδαφος ελαφρώς ασβεστούχο
CaCO3 9,0 - 18,0	έδαφος μέσο ασβεστούχο
CaCO3 18,0 - 25,0	έδαφος πολύ ασβεστούχο
CaCO3 25,0 - 50,0	έδαφος υψηλό ασβεστούχο
CaCO3 > 50,0	έδαφος ασβεστούχο

[18]

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ ΗΛΜΑΠΑΡΟΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

2.11 Νιτρικά

Τα νιτρικά ιόντα (NO_3^-) η πιο οξειδωμένη μορφή των ενώσεων που συμμετέχουν στον κύκλο του αζώτου είναι ευρέως διαδεδομένα σε νερά, εδάφη και φυτά. Το ανόργανο N συναντάται στα φυτά ως νιτρικά (NO_3^-) και αμμωνιακά (NH_4^+) ιόντα. Τα νιτρώδη σπάνια υπάρχουν σε ανιχνεύσιμα ποσά, και ο προσδιορισμός του είναι συνήθως αδικαιολόγητος, εκτός από ουδέτερα σε αλκαλικά εδάφη που λαμβάνουν NH_4 μέσω λιπασμάτων Η αμμωνιακή μορφή του αζώτου είναι η πρώτη αφομοιώσιμη μορφή αζώτου για τα φυτά η οποία και προκύπτει από την αποσύνθεση την οργανικής ουσίας. Η αμμωνιακή μορφή του αζώτου έχει ανεπιθύμητα αποτελέσματα όταν χρησιμοποιείται ως πρώτη πηγή αζώτου. Με την πάροδο του χρόνου, μπορεί να συμβούν συμπτώματα τοξικότητας αμμωνίου, ανωμαλίες στη φυσιολογική ωρίμανση των καρπών, αποσύνθεση των εσωτερικών αγγειακών ιστών, περιορισμός της πρόσληψης του νερού.

Ωστόσο, τις περισσότερες φορές αυτό δεν είναι και τόσο ανησυχητικό, καθώς η αμμωνιακή μορφή του αζώτου δεν μπορεί να παραμείνει στο έδαφος για μεγάλο χρονικό διάστημα. Μέσα από μια άλλη βιολογική διαδικασία, το αμμώνιο θα μετατραπεί σε μια διαφορετική μορφή αζώτου, τη μορφή του νιτρικού άλατος. Η συγκέντρωση των νιτρικών στους φυτικούς ιστούς είναι ένα φυσιολογικό φαινόμενο που συνδέεται με τον μεταβολισμό του αζώτου στα φυτά. [25]

Η νιτρική μορφή αποτελεί την κύρια πηγή αζωτούχου θρέψης στις γεωργικές καλλιέργειες. Οι υπόλοιπες μορφές αζώτου που απαντώνται στο έδαφος, π.χ το άζωτο των οργανικών συστατικών του εδάφους, η ουρία, ο αμμωνιακό άζωτο, με τη βοήθεια της μικροβιακής χλωρίδας του εδάφους μετατρέπονται σε νιτρικό άζωτο. Κατά την διάρκεια του Φθινόπωρου όπου το έδαφος είναι ζεστό και υγρό και ευνοϊκές οι κλιματικές συνθήκες, λαμβάνει χώρα η νιτροποίηση κατά την οποία το αμμωνιακό άζωτο μετατρέπεται σε νιτρικό άζωτο με εξειδικευμένους μικροοργανισμούς εδάφους (βακτήρια). [26] Το νιτρικό άζωτο (NO_3-N) υπάρχει σε μεγάλες ποσότητες στο γυμνό έδαφος και ιδιαίτερα κατά τη σπορά,, λόγω του ότι δεν υπάρχει πρόσληψη από τις ρίζες, ενώ στα αρχικά στάδια ανάπτυξης των φυτών οι απαιτήσεις τους σε αυτό είναι ελάχιστες. Λαμβάνοντας υπ όψιν αυτό, στην βασική

λίπανση των καλλιεργειών πρέπει να επιλέγονται μορφές αζώτου που αφομοιώνονται σταδιακά από τα φυτά και συγκρατούνται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα στο έδαφος και όχι άμεσες και γρήγορα εκπλυνόμενες όπως τα νιτρικά (NO_3). Η διάρκεια παραμονής του στις ρίζες, εξαρτάται κυρίως από τις βροχοπτώσεις και την άρδευση της καλλιέργειας. Όσο υψηλότερες είναι οι βροχοπτώσεις και μεγαλύτερη η ποσότητα άρδευσης, τόσο περισσότερο μειώνεται η διάρκεια διαθεσιμότητας του NO_3-N για τα φυτά και αυξάνεται η απορροή του προς τα υπόγεια ύδατα. . [27] Ακολουθεί ο πίνακας 11 με τον χαρακτηρισμό εδαφών με βάση την συγκέντρωση νιτρικού NO3-N σε αυτά.

Πίνακας 11. Χαρακτηρισμός εδαφών με βάση την συγκέντρωση νιτρικού *NO_3-N στο έδαφος*

Νιτρικό άζωτο στο έδαφος (NO_3 -N)	**Ποσότητα NO_3 -N (ppm-N)**
Ανεπαρκώς εφοδιασμένο	0-10
Μέσα εφοδιασμένο	10-20
Επαρκώς εφοδιασμένο	20-50
Υπερεπαρκώς εφοδιασμένο	>50

[19]

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 3. Προσδιορισμός εδαφολογικών χαρακτηριστικών αγρών με καλλιέργεια αβοκάντο

Εισαγωγή

Στόχος της πτυχιακής εργασίας ήταν να μελετηθούν τα εδαφικά χαρακτηριστικά των αγρών στους οποίους έχουν εγκατασταθεί νέες καλλιέργειες αβοκάντο, καθώς τα τελευταία χρόνια υπάρχει μία ραγδαία αύξηση των καλλιεργειών αυτών στο νομό Χανίων. Η μελέτη περιελάβανε τον προσδιορισμό της μηχανικής σύστασης και των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών των εδαφών των επιλεγμένων αγρών, την καταγραφή των συντεταγμένων της θέσης τους και τη δημιουργία ενός εδαφολογικού χάρτη, ο οποίος θα περιέχει όλες τις παραμέτρους που αναλύθηκαν.

Οι αγροί που επιλέχθηκαν βρίσκονται στις περιοχές, Βαρύπετρο, Στύλος και Αρμένοι. Σημαντική βοήθεια για την εύρεση περισσοτέρων καλλιεργειών αβοκάντο στις περιοχές μελέτης, αποτέλεσε η συζήτηση με καλλιεργητές, οι οποίοι υπέδειξαν πολλές γειτονικές καλλιέργειες αβοκάντο. Έτσι εντοπίστηκε αξιόλογος αριθμός αγρών με στόχο την σύγκριση των εδαφολογικών παραμέτρων και στην απεικόνιση αυτών σε έναν εδαφολογικό χάρτη. Στις περιοχές του Βαρυπέτρου και των Αρμένων η δειγματοληψία εδάφους έγινε σε σημεία από το ενδιάμεσο των σειρών των δένδρων ώστε να μην ληφθεί δείγμα κάτω από την κόμη από όπου και συνηθίζεται η εφαρμογή των λιπασμάτων.
Σε χωράφια της περιοχής Στύλος πάρθηκαν δείγματα από το ενδιάμεσο των γραμμών φύτευσης και κάτω από την κόμη των καλλιεργειών με στόχο την καταγραφή των διαφορών των εδαφολογικών χαρακτηριστικών, ως προς το μητρικό έδαφος των αγρών, που προέκυψαν από την λίπανση προηγούμενων ετών.

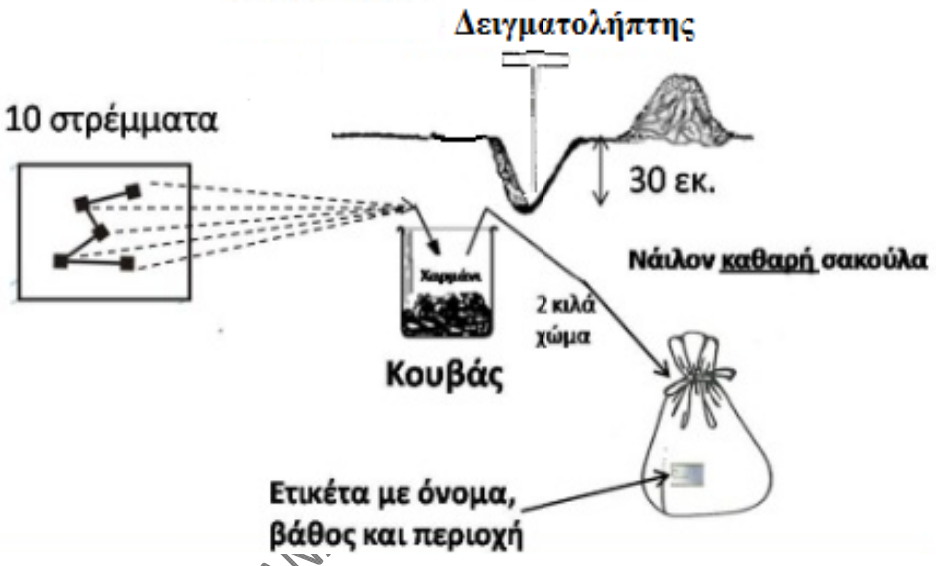
Υλικά και μέθοδοι ανάλυσης

3.1 Δειγματοληψία

Η διαδικασία της δειγματοληψίας ξεκίνησε με την καταγραφή των γεωγραφικών συντεταμένων των αγρών με την χρήση κινητού τηλεφώνου, χρησιμοποιώντας την εφαρμογή από το PlayStore "Συντεταγμένες – GPS" (Εικ.10). Έγινε καταγραφή των στοιχείων επικοινωνίας του παραγωγού, το είδος καλλιέργειας, η ηλικία της, τα στρέμματα και εάν υπήρχε κάποιο ιστορικό θρέψης το οποίο θα βοηθούσε στην ερμηνεία των αναλύσεων. Για την λήψη των εδαφικών δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε δειγματολήπτης Edelman (Εικ. 5), ακολουθώντας την αρχή ζικ ζακ δειγματοληψίας. Τα σημειακά δείγματα συγκεντρώθηκαν (Εικ. 6), σε κουβά και μεταφέρθηκαν με πλαστικές σακούλες αντοχής στο Εργαστήριο Ελέγχου Ποιότητας Υδατικών και Εδαφικών Πόρων (Εικ. 7). Ακολούθησε ομογενοποίηση του δείγματος και αεροξήρανση, αφού απλώθηκε σε απορροφητικό χαρτί σε κλειστό δωμάτιο για όσες μέρες χρειαζόταν (περίπου 4-5 μέρες) (Εικ. 8),. Σε αυτή την διαδικασία δεν ήταν σταθερός ο απαιτούμενος χρόνος ξήρανσης, καθώς τα δείγματα εμφάνιζαν διαφορετική υγρασία ανά περιοχή δειγματοληψίας και οι περίοδοι συλλογής χρονικά ήταν διαφορετικοί.
Στη συνέχεια ακολούθησε η προετοιμασία των δειγμάτων για την η ανάλυση των εδαφικών παραμέτρων για να προσδιοριστούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των εδαφών. Η προετοιμασία των εδαφικών δειγμάτων μετά την ξήρανση περιελάμβανε

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

τη λειοτρίβιση με γουδί από πορσελάνη (Εικ. 9), (χωρίς να σπάσουμε πέτρες και χαλίκια μόνο όλα τα συσσωματώματα του εδάφους που έχουν μέγεθος μεγαλύτερο από 2mm). Έπειτα τα δείγματα πέρασαν από κόσκινο με διάμετρο οπών 2mm και αποθηκεύτηκαν σε πλαστικά δοχεία. Οι εργαστηριακές αναλύσεις των εδαφικών δειγμάτων που επρόκειτο να εκτελεστούν έπειτα αφορούσαν τη μηχανική σύσταση, το pH, την ηλεκτρική αγωγιμότητα, την συγκέντρωση ανταλλάξιμων κατιόντων (K, Na, Ca), την οργανική ουσία, το ολικό άζωτο, τη συγκέντρωση φωσφόρου, τα νιτρικά ιόντα και το ελεύθερο ανθρακικό ασβέστιο. Η περιληπτική διαδικασία της δειγματοληψίας φαίνεται στην παραπάνω εικόνα. Από τον σωστό τρόπο λήψης δειγμάτων έως και την συλλογή δείγματος εδάφους και την αποθήκευσή του σε σακούλα αντοχής.



Εικόνα 4. Περιληπτική διαδικασία συλλογής δειγμάτων

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ ΑΝΑΤΥΠΩΣΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Οι παρακάτω εικόνες παρουσιάζουν τα όργανα (Εικ. 5), την διαδικασία δειγματοληψίας (Εικ. 6-7), την αεροξήρανση των δειγμάτων (Εικ. 8) και το στάδιο το λειοτρίβισης με γουδί του δείγματος

Εικόνα 5. Δειγματολήπτες εδάφους

Εικόνα 6. . Συλλογή δείγματος με δειγματολήπτη Edelman

Εικόνα 7. Τοποθέτηση δείγματος σε πλαστική σακούλα αντοχής

Εικόνα 8. Ξήρανση δειγμάτων σε απορροφητικό χαρτί

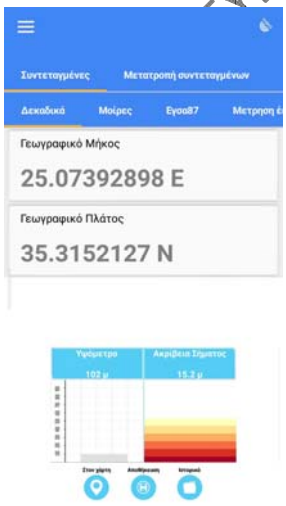
ΑΠΑΓΟΡΕΥΜΕΝΑ

Εικόνα 9. Λειοτρίβιση εδάφους με γουδί

3.2 Εμφάνιση σημείων δειγματοληψίας και δημιουργία πολυγώνων στο Google Earth

Μετά την διαδικασία της δειγματοληψίας ακολούθησε η μεταφορά των συντεταγμένων από την εφαρμογή «Συντεταγμένες – GPS» (Εικ.10) και το κανονικό Gps (Εικ.11), στο Excel χωρισμένα σε τρεις πίνακες, ένα με τον αριθμό των αγρών και άλλους δύο με τα γεωγραφικά μήκη και πλάτη των αγρών. (Πίν. 12-14) Έπειτα μεταφέρθηκαν στο Google Earth, μέσω του οποίου προσδιορίστηκε με ακρίβεια το σημείο λήψης συντεταγμένων. Κατόπιν με την βοήθεια του εργαλείου πολύγωνο μέτρησης (polygon), έγινε η περιμετρική επιλογή κάθε αγρού χωριστά έτσι ώστε να υπάρχει μία εικόνα του αριθμού στους οποίους έχει γίνει δειγματοληψία σε καλλιέργειες δέντρων με αβοκάντο.(Εικ.12-14). Σημαντικός παράγοντας επιλογής αγρών ήταν ο αριθμός των στρεμμάτων τους, ο οποίος έπρεπε να ξεπερνά τα 1,5 με 2 στρέμματα. Με αυτό τον τρόπο οι αγροί γίνονται πιο εύκολα διακριτοί στο Google Earth και μπορούν να παρουσιάσουν μία πιο συνολική εικόνα ανά περιοχή.

ΕΥΕΤΑΙΗ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ



Εικόνα 10. Πρόγραμμα καταγραφής συντεταγμένων «Συντεταγμένες-GPS»

Εικόνα 11. GPS Garmin

Ακολουθούν οι πίνακες 12,13,14 με τις πληροφορίες του γεωγραφικού πλάτους - μήκους και του αριθμού κάθε αγρού, χωρισμένοι στις περιοχές δειγματοληψίας Στύλος, Αρμένοι και Βαρύπετρο. Τα δεδομένα αυτά εισήχθησαν στο Excel με στόχο την δημιουργία βάσης δεδομένων. Στη συνέχεια εμφανίζονται οι χάρτες των περιοχών μελέτης που έχουν δημιουργηθεί στο Google Earth, απεικονίζοντας τα σημεία λήψης συντεταγμένων, τους κωδικούς των αγρών και τα πολύγωνα με την περίμετρο αυτών.

Πίνακας 12. Συντεταγμένες περιοχής δειγματοληψίας Αρμένοι

Αγροί	**Γ.πλάτος (δεκ. μοίρες)**	**Γ.μήκος (δεκ. μοίρες)**
33	35,431111	24,153500
46	35,43825	24,15347
50	35,43744	24,158611
51	35,43194	24,153500
52	35,431861	24,159170
53	35,430833	24,153500

Πίνακας 13.Συντεταγμένες περιοχής δειγματοληψίας Βαρύπερο

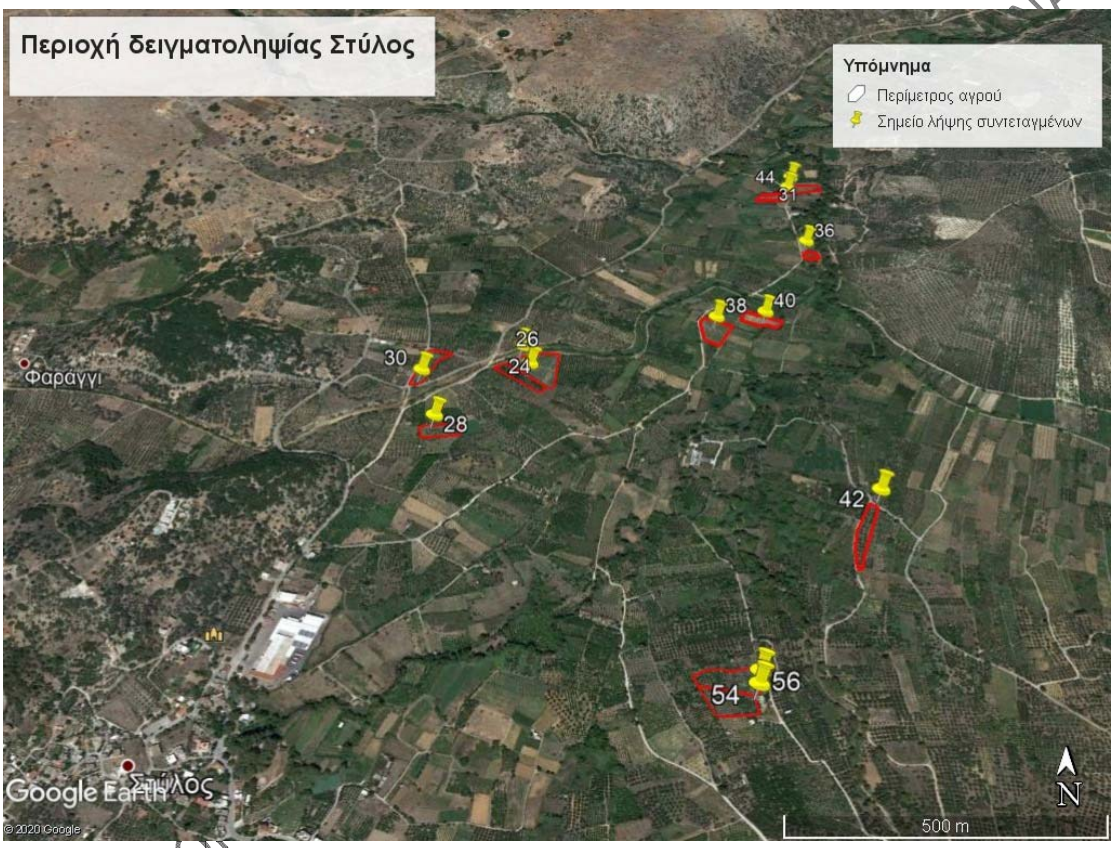
Αγροί	**Γ.πλάτος (δεκ. μοίρες)**	**Γ.μήκος (δεκ. μοίρες)**
61	35,469583	23,973583
62	35,474778	23,964028
63	35,474333	23,964472
64	35,472194	23,976667
65	35,466972	23,95525
66	35,470722	23,96775
69	35,469057	23,972637
70	35,468751	23,972738
72	35,47124	23,975902
73A	35,471703	23,963961
73B	35,471225	23,964448
74	35,471997	23,956647
75	35,479632	23,956689
76	35,471395	23,947021
77	35,47015	23,946543
78	35,467944	23,945417

Πίνακας 14.Συντεταγμένες περιοχής δειγματοληψίας Στύλος

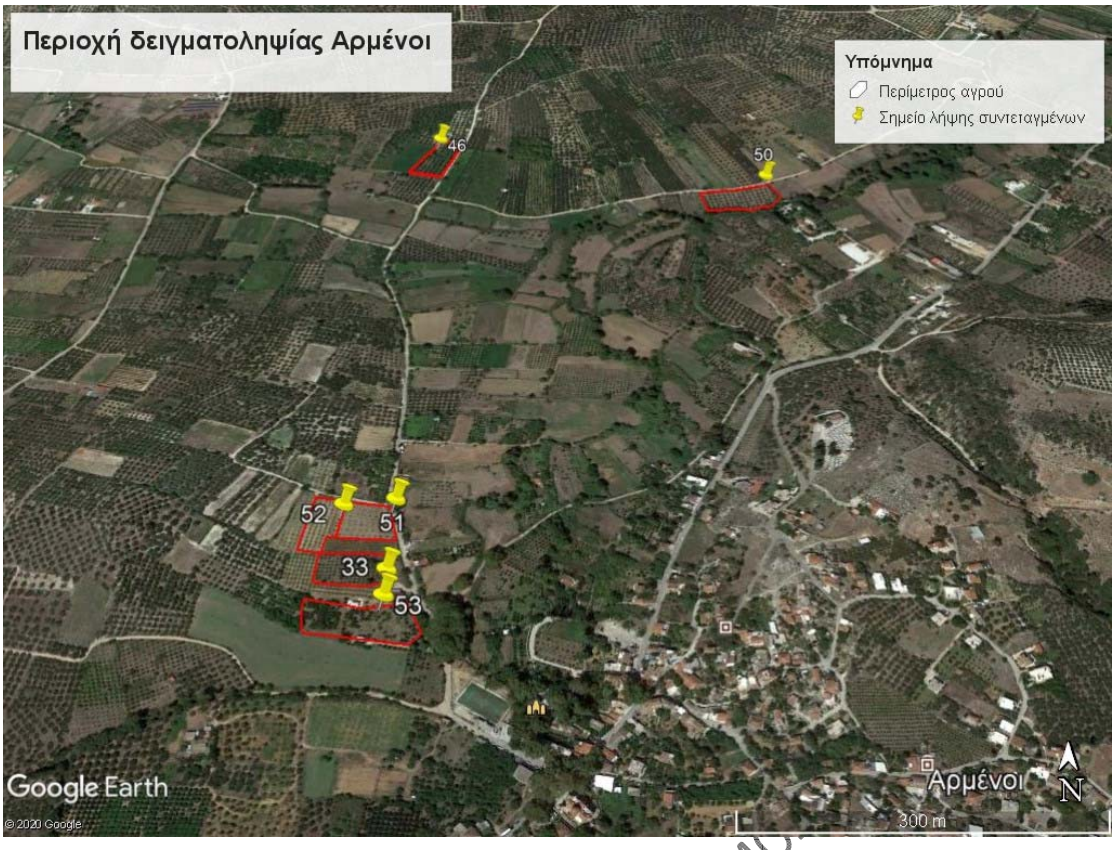
Αγροί	**Γ.πλάτος (δεκ. μοίρες)**	**Γ.μήκος (δεκ. μοίρες)**
24	35,442111	24,130889
26	35,441583	24,131083
28	35,440111	24,128917
30	35,441389	24,1285

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

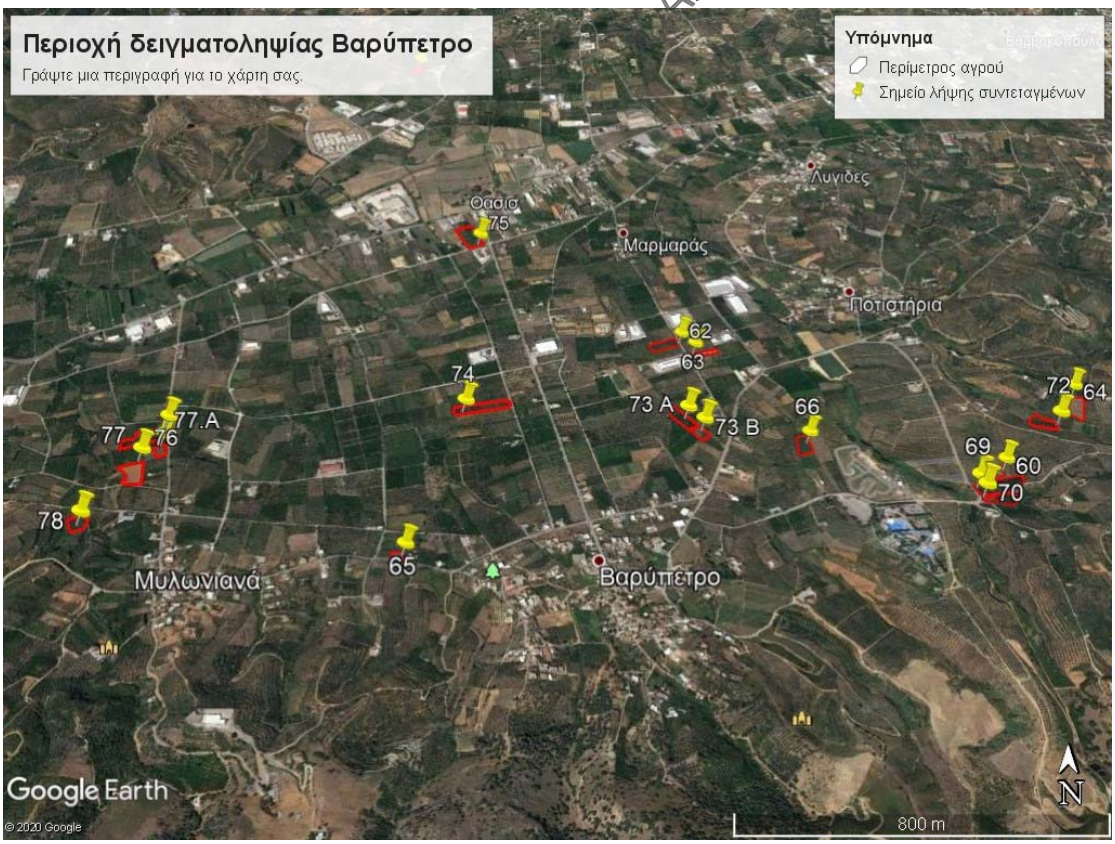
31	35,448139	24,138444
34	35,46081467	24,15286534
36	35,445619	24,138442
38	35,443028	24,135725
40	35,443197	24,136978
42	35,438278	24,138733
44	35,447724	24,138287
55	35,434269	24,135511
57	35,434269	24,135511



Εικόνα 12. Απεικόνιση περιοχής δειγματοληψίας Στύλος στο Google Earth



Εικόνα 13. Απεικόνιση περιοχής δειγματοληψίας Αρμένοι στο Google Earth



Εικόνα 14. Απεικόνιση περιοχής δειγματοληψίας Βαρύπετρο στο Google Earth

3.3 Μηχανική ανάλυση του εδάφους

Η μηχανική ανάλυση των εδαφικών δειγμάτων από την οποία καθορίζεται η κοκκομετρική τους σύσταση έγινε με τη μέθοδο του Βουγιούκου.

Πειραματικό μέρος

Τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν είναι: διάλυμα εξαμεταφωσφορικού νατρίου 0,1 N. Παρασκευάζεται με την διάλυση 10g $(NaPO_3)_6$ και 2,2g Na_2CO_3 σε 1 λίτρο νερό.

Διαδικασία

Ζυγίζονται 50g εδάφους και μεταφέρονται στο δοχείο του μίξερ. Προστίθενται 250mL νερού και 50mL διαλύματος εξαμεταφωσφορικού νατρίου 0,1 N και το δείγμα αναδεύεται για 15 λεπτά περίπου. Το σχηματιζόμενο αιώρημα μεταφέρεται ποσοτικά σε κύλινδρο 1000 ml, ο οποίος και συμπληρώνεται με νερό μέχρι την χαραγή. Πριν τη συμπλήρωση του κυλίνδρου με νερό μέχρι την ένδειξη όγκου 1000ml το υδρόμετρο έχει βυθιστεί μέσα στο αιώρημα. Στη συνέχεια αφαιρείται το υδρόμετρο και ανακινείται το αιώρημα κλείνοντας το στόμιο του κυλίνδρου με το χέρι. Στο τέλος της ανακίνησης βυθίζεται το υδρόμετρο στο αιώρημα και μετά 40 δευτερόλεπτα σημειώνεται η ένδειξη του υδρόμετρου, αφαιρείται ξανά το υδρόμετρο και ακολουθεί η λήψη της θερμοκρασίας. (Εικ. 15). Οι ενδείξεις του υδρομέτρου και του θερμομέτρου σημειώνονται. (Πιν. 13). Αρχικά καθιζάνει η άμμος. Μετά την παρέλευση 2 ωρών τοποθετείται στο αιώρημα με προσοχή το υδρόμετρο και λαμβάνεται η μέτρηση. Μετά το διάστημα των 2 ωρών έχει κατακαθίσει και η ιλύς, άρα η ένδειξη του υδρομέτρου διορθωμένη για τη θερμοκρασία θα αντιστοιχεί στα g της αργίλου που εξακολουθούν να υπάρχουν στο αιώρημα. Για την λήψη της μέτρησης μετά από 2 ώρες, εισάγεται το πυκνόμετρο αργά στο αιώρημα και με προσοχή ώστε όταν αφεθεί ελεύθερο να μην αναπηδήσει. Στην συνέχεια υπολογίζονται τα τρία κλάσματα με την βοήθεια 4 τύπων. Ο παραπάνω πίνακας απεικονίζει τον χρόνο και τις μεταβλητές των τιμών του υδρομέτρου και της θερμοκρασίας που χρειάζεται για την επίλυση των τριών τύπων. Ο πίνακας 15 απεικονίζει τον χρόνο και τις μεταβλητές των τιμών του υδρομέτρου και της θερμοκρασίας που χρειάζεται για την επίλυση των τριών τύπων.

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Πίνακας 15. Τιμές υδρομέτρου & θερμοκρασίας

Χρόνος	Τιμή υδρομέτρου	Θερμοκρασία (^oC)
40 sec	$Χυδρ_1$	θ1
2 h	$Χυδρ_2$	θ2

Εικόνα 15.Διαδικασία καθίζησης εδάφους σε κυλίνδρους μηχανικής ανάλυσης

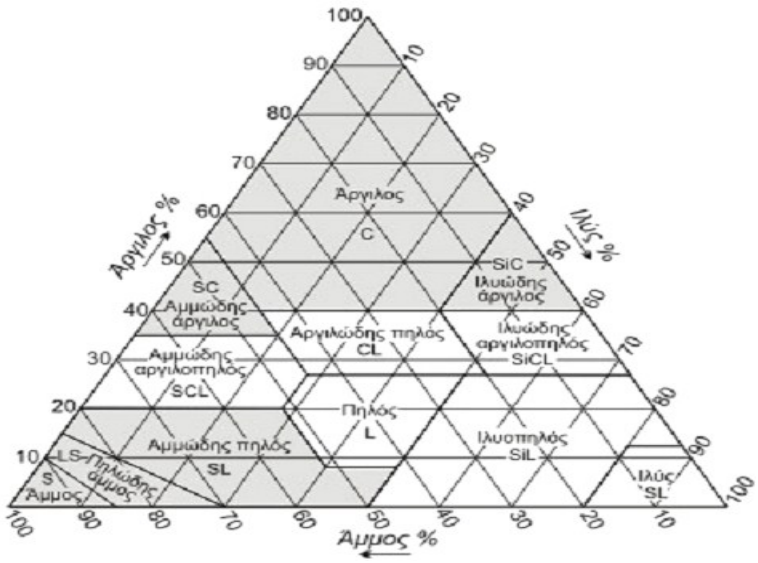
Ο υπολογισμός των τριών κλασμάτων, γίνεται με την εφαρμογή των τύπων:

1) (Άργιλος + Ιλύς) σε g% = n ($Χυδρ_1 \pm Χθ_1$)
2) Άργιλος σε g% = n ($Χυδρ_2 \pm ΧΘ_2$)
3) Άμμος σε g% =100 - n($Χυδρ1 \pm Χθ_1$)
4) Ιλύς σε g% = 100 - (Άργιλος + Άμμος)

Οι μεταβλητές Χ των παραπάνω τύπων αντιστοιχούν στα εξής:

$Χυδρ_1$ = Η ένδειξη του υδρομέτρου μετά 40 δευτερόλεπτα
$Χθ_1$ = Η διόρθωση υδρομέτρου για τη θερμοκρασία της πρώτης υδρομέτρησης
$Χυδρ_2$ = Η ένδειξη του υδρομέτρου μετά 2 ώρες
$Χθ_2$ = Η διόρθωση υδρομέτρου για τη θερμοκρασία της δεύτερης υδρομέτρησης n = 2 όταν χρησιμοποιούνται 50 g εδάφους

Η διόρθωση για τη θερμοκρασία γίνεται συνήθως εμπειρικά όπου προστίθεται ή αφαιρείται από την ένδειξη του υδρομέτρου ο αριθμός 0,2 για κάθε μισό βαθμό πάνω ή κάτω από τους 19,4°C αντίστοιχα, που είναι η θερμοκρασία βαθμολόγησης του οργάνου. (Πιν. 14-15) Μετά τον προσδιορισμό του ποσοστού των τριών κλασμάτων, δηλαδή της άμμου, της ιλύος και της αργίλου, ακολουθεί η κατάταξη του εδάφους με τη βοήθεια του τριγωνικού διαγράμματος κατάταξης των εδαφών. (Εικ. 16)



Εικόνα 16. Τρίγωνο κοκκομετρικής σύστασης για την κατάταξη των εδαφών σε κατηγορίες

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΑ

Η διαδικασία που ακολουθείτε για την εύρεση τύπου εδάφους είναι η εξής. Για το ποσοστό άμμου αρχικά, φέρνεται μία παράλληλη γραμμή ως προς τον άξονα της ιλύος. Στην συνέχεια για την περιεκτικότητα % της αργίλου, φέρνεται παράλληλη προς τον άξονα της άμμου και τέλος για την περιεκτικότητα % της ιλύος, φέρνεται μία παράλληλη γραμμή που ακολουθεί τον άξονα της αργίλου. Έχοντας βρει το κοινό σημείο στο οποίο εφάπτονται τα τρία ποσοστά της περιεκτικότητας, (άμμου, αργίλου και ιλύος) ονομάζεται αντίστοιχα και η κλάση εδάφους που ανήκει το εκάστοτε δείγμα.
Ακολουθούν οι πίνακες 16 και 17 με τις αναλυτικές διορθώσεις του υδρομέτρου ως προς την θερμοκρασία όπου προσθέτονται ή αφαιρούνται από την ένδειξη του υδρομέτρου.

Πίνακες 16&17. Διορθώσεις υδρομέτρου/Τ

T°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Αφαιρούνται										
8	4,12	4,08	4,05	4,01	3,98	3,94	3,90	3,87	3,83	3,80
9	3,76	3,72	3,69	3,65	3,62	3,58	3,54	3,51	3,47	3,44
10	3,40	3,36	3,33	3,29	3,26	3,22	3,18	3,15	3,11	3,08
11	3,04	3,00	2,97	2,93	2,90	2,86	2,82	2,79	2,75	2,72
12	2,68	2,64	2,61	2,57	2,54	2,30	2,46	2,43	2,39	2,36
13	2,32	2,28	2,25	2,21	2,18	2,14	2,10	2,07	2,03	2,00
14	1,96	1,92	1,89	1,85	1,82	1,78	1,74	1,71	1,67	1,64
15	1,60	1,56	1,53	1,49	1,45	1,42	1,39	1,35	1,31	1,28
16	1,24	1,20	1,17	1,13	1,10	1,06	1,03	0,99	0,96	0,92
17	0,88	0,84	0,81	0,77	0,74	0,70	0,66	0,62	0,59	0,56
18	0,52	0,48	0,45	0,41	0,38	0,34	0,30	0,27	0,25	0,20
19	0,16	0,12	0,09	0,05	0,02	0,00				

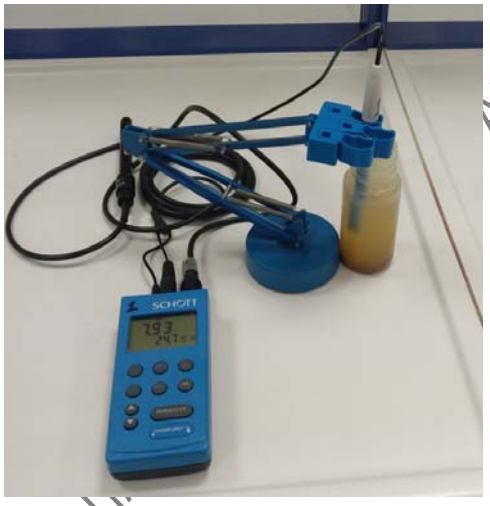
T°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Προσθέτονται										
19						0,00	0,06	0,09	0,13	0,16
20	0,20	0,24	0,27	0,31	0,34	0,38	0,42	0,45	0,49	0,52
21	0,56	0,60	0,63	0,67	0,70	0,74	0,78	0,84	0,85	0,88
22	0,92	0,96	0,99	1,03	1,06	1,10	1,14	1,17	1,21	1,24
23	1,28	1,32	1,35	1,39	1,42	1,46	1,50	1,53	1,57	1,60
24	1,64	1,68	1,71	1,75	1,78	1,82	1,86	1,89	1,93	1,96
25	2,00	2,04	2,07	2,11	2,11	2,14	2,18	2,22	2,25	2,32
26	2,36	2,40	2,43	2,47	2,50	2,54	2,58	2,61	2,65	2,68
27	2,72	2,76	2,79	2,83	2,86	2,90	2,94	2,97	3,01	3,04
28	3,08	3,12	3,15	3,19	3,22	3,26	3,30	3,33	3,37	3,40
29	3,44	3,48	3,51	3,55	3,58	3,62	3,66	3,69	3,73	3,76
30	3,80	3,84	3,87	3,91	3,94	3,98	4,02	4,05	4,09	4,12

3.4 pH - Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Ο προσδιορισμός pH και EC του εδάφους γίνεται σε υδατικό εκχύλισμα μείγματος εδάφους με απιονισμένο νερό σε αναλογία βάρους 1:2,5, αντί της πάστας κορεσμού**.**

Πειραματικό μέρος

Για το μείγμα εδάφους – νερού ζυγίζονται 40g εδαφικού δείγματος και προστίθεται 100ml απιονισμένου νερού σε πλαστική φιάλη. Ακολουθεί ανάδευση με τον μηχανικό παλινδρομικό αναδευτήρα για 2 ώρες στις 150 στροφές (Εικ. 18) και μετά παραμένει σε ηρεμία για 30 λεπτά. Τέλος για την μέτρηση των χαρακτηριστικών του δείγματος στο υπερκείμενο διάλυμα, αρχικά εισάγεται το ηλεκτρόδιο του pH και έπειτα της EC (Εικ. 17). Για την μέτρηση pH στο έδαφος, αρχικά πρέπει να γίνει βαθμονόμηση του πεχαμέτρου με την βοήθεια ρυθμιστικών διαλυμάτων γνωστών pH (pH=4,01, pH= 7). Έπειτα το ηλεκτρόδιο βυθίζεται στο υδατικό διάλυμα με τέτοιο τρόπο ώστε η ύαλος καλομέλανος να διαβρέχεται πλήρως - περίπου 1,5 εκ και να μην ακουμπάει το χώμα. Στη συνέχεια για τη μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας χρησιμοποιείται αγωγιμόμετρο του οποίου το ηλεκτρόδιο πρέπει να βυθίζεται μέχρι το βάθος των 4εκ. ώστε να διαβρέχεται και ο αισθητήρας θερμοκρασίας του οργάνου δηλαδή να είναι εντός η εγκοπή.



Εικόνα 17. Πεχάμετρο/Αγωγιμόμετρο

ΑΠΟΘΕΤΗΡΙΟ ΠΑΙΔΑΓΩΓΗ - ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

3.5 Ανταλλάξιμα κατιόντα στο έδαφος (K, Na, Ca)

Αντιδραστήρια

Τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν κατά την πειραματική διαδικασία είναι: οξικό αμμώνιο 1N. Για την δημιουργία του διαλύονται 77,08g αντιδραστηρίου σε 1 λίτρο απιονισμένου νερό.

Πειραματική Διαδικασία

Σύμφωνα με την μεθοδολογία 5g εδάφους προστέθηκαν με 30 ml οξικό αμμώνιο 1N σε σωλήνα φυγοκέντρισης (falcon) και ακολούθησε ανακίνηση στον μηχανικό παλινδρομικό αναδευτήρα για 15 λεπτά στις 150 στροφές. (Εικ. 18) Έπειτα φυγοκεντρείτε το διάλυμα στις 4500 στροφές το λεπτό (RPM) για 5min (Εικ. 19). Το διαυγές υγρό του σωλήνα διηθείται με ηθμό Whatman No 45 και μεταφέρεται σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml. Αυτό γίνεται 3 διαδοχικές φορές. Όλος ο όγκος των 3 εχκυλίσεων φιλτράρεται με σκληρό ηθμό (Whatman N.45) και συμπληρώνεται μέχρι τον όγκο των 100ml με οξικό αμμώνιο.(Εικ. 20) Στο εκχύλισμα, γίνονται οι μετρήσεις K, Na, Ca. Οι μετρήσεις των δειγμάτων γίνονται με φλόγα εκπομπής με το φλογοφωτόμετρο.

Εικόνα 18. Μηχανικός παλινδρομικός αναδευτήρας

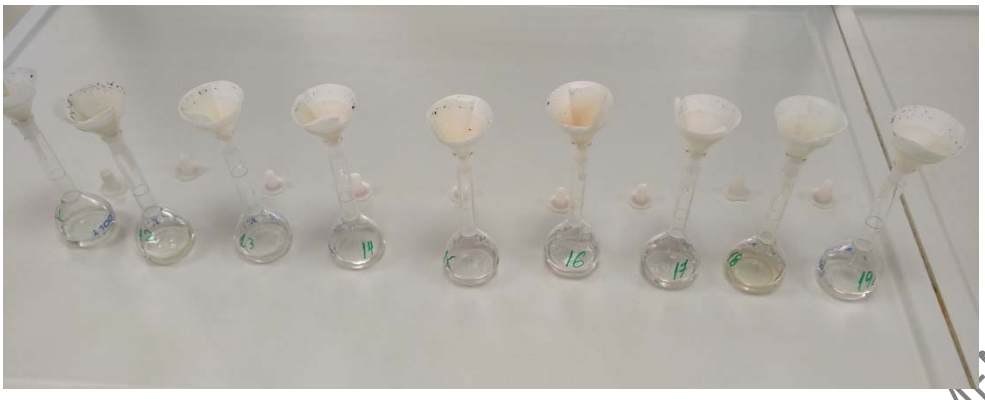
Εικόνα 19. Φυγόκεντρος

Υπολογισμοί

Τα αποτελέσματα από ppm ανάγονται σε mg/kg εδάφους λαμβάνοντας υπόψη το βάρος δείγματος και τον τελικό όγκο εκχυλίσματος (όγκος ογκομετρικής φιάλης).

((a ppm * 100/1000)*1000/5) = a ppm *100/5 mg/kg

ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ



Εικόνα 20. Διήθηση ανταλλάξιμων κατιόντων με σκληρό ηθμό (Whatman N.45)

3.6 Οργανική ουσία εδάφους

Ο προσδιορισμός της οργανικής ουσίας των εδαφικών δειγμάτων γίνεται με τη μέθοδο των Walkley – Black (Walkley – Black, 1934).

Αντιδραστήρια

Τα αντιδραστήρια για τον προσδιορισμό της οργανικής ουσίας είναι το διχρωμικό κάλιο ($K_2Cr_2O_7$ 1N) για την παρασκευή του οποίου διαλύονται 49,04 g του αντιδραστηρίου σε 1l απιονισμένο νερό. Απαιτείται επίσης H_2SO_4 (θειικό οξύ), H_3PO_4 (φωσφορικό οξύ) και δείκτης διφαινιλαμίνης. Για την κατασκευή του δείκτη διαλύονται 0,5g διφαινιλαμίνης σε 20 ml απιονισμένο νερό και 100ml πυκνό H_2SO_4. Τέλος παρασκευάζεται διάλυμα $FeSO_4$ $7H_2O$ 0,5N διαλύοντας 139 g αντιδραστηρίου σε 1l απιονισμένο νερό. Για την άμεση διατήρηση του διαλύματος προστίθεται αμέσως 20 ml π. H2SO4. Το διάλυμα αυτό παρασκευάζεται πριν την μέτρηση, χρησιμοποιείται άμεσα και δεν διατηρείται για την επόμενη ημέρα.

Διαδικασία ανάλυσης:

Α) Δείγμα: Ζυγίζεται 1 g εδάφους και μεταφέρεται σε στεγνή κωνική φιάλη των 500 ml. Προσθέτονται 10 ml διχρωμικό κάλιο και αναδεύουμε ήπια κουνώντας την φιάλη με το χέρι στον απαγωγό. Προσθέτονται 20 ml π. H_2SO_4. Αναδεύεται ήπια κουνώντας την φιάλη με το χέρι. για 1 λεπτό στον απαγωγό. Αφήνεται το δείγμα σε ηρεμία για 30 λεπτά. Προστίθεται 200 ml νερό και 10 ml πυκνό H_3PO_4. Προστίθενται και 10 σταγόνες δείκτη για να χρωματιστεί το δείγμα μας σε σκούρο καφέ. Ακολουθεί τιτλοδότηση του δείγματος με τον θειικό σίδηρο, μέχρι το χρώμα να γίνει πετρόλ.

Β) Τυφλό: Παράλληλα ετοιμάζεται και ένα τυφλό δείγμα με όλα τα αντιδραστήρια εκτός του εδάφους Σε κωνική 500 ml προστίθεται 10 ml διχρωμικό κάλιο και αναδεύεται ήπια κουνώντας την φιάλη με το χέρι στον απαγωγό. Προστίθεται 20 ml π. H_2SO_4 και αναδεύεται ήπια κουνώντας την φιάλη με το χέρι. για 1 λεπτό στον απαγωγό. Αφήνεται το δείγμα σε ηρεμία για 30 λεπτά. Προστίθεται 200 ml νερό και 10 ml π.H_3PO_4. Έπειτα 10 σταγόνες δείκτη για να χρωματιστεί το δείγμα σε σκούρο

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΤΥΠΩΣΗ ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

καφέ. Ακολουθεί τιτλοδότηση του δείγματος με τον θειικό σίδηρο, μέχρι το χρώμα να γίνει πετρόλ.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Εάν το δείγμα έχει χρώμα πετρόλ πριν την τιτλοδότηση σημαίνει ότι υπάρχει υψηλή συγκέντρωση οργανικής ουσίας και επαναλαμβάνεται η προετοιμασία δείγματος με μικρότερη ποσότητα εδάφους (0,5g). Εάν η κατανάλωση σε θειικό σίδηρο είναι μεγαλύτερη από 20ml το δείγμα επαναλαμβάνεται με μικρότερη ποσότητα εδάφους.

Υπολογισμός
Ο υπολογισμός της οργανικής ουσίας σε g % εδάφους γίνεται με τον τύπο:
10x (1 - VΔ/VT) χ(0,3x 1,3x 1,724/B)

Η μεταβλητή V_{Δ} είναι τα ml διαλύματος δισθενούς θειικού σιδήρου που καταναλώθηκαν στην τιτλοδότηση. V_T είναι τα ml του τυφλού δείγματος (περίπου 20,2 ml) και B το βάρος του εδαφικού δείγματος που χρησιμοποιήθηκε.

3.7 Προσδιορισμός νιτρικών ιόντων (NO_3) στο έδαφος

Αντιδραστήρια

Τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό νιτρικών ιόντων είναι KC1 1 N για την παρασκευή του οποίου διαλύονται 74,56 gr σε 1l απιονισμένο νερό.

Πειραματικό μέρος

Σε φιάλη ανακίνησης falcon όγκου 50 ml τοποθετούνται 2 g εδάφους και 20 ml διαλύματος KC1 1 N ή 4 g έδαφος με 40ml KCl (πάντα η σχέση έδαφος : KCl είναι 1:10) Το μίγμα ανακινείται για 1 h σε μηχανικό παλινδρομικό αναδευτήρα (~ 130 παλμούς ανά λεπτό). (Εικ. 17) Μετά το τέλος της ανακίνησης το μίγμα φυγοκεντρείται με 5000 στροφές για 5 λεπτά (Εικ. 18), κατόπιν διηθείται με ηθμό Whatman N.42. Δεν απαιτείται ογκομέτρηση του υπερκείμενου (συγκεκριμένος όγκος μετά την διήθηση). Σε θολά δείγματα επαναλαμβάνεται φιλτράρισμα ή φυγοκέντριση.

Φασματοσκοπικός προσδιορισμός

Ο φασματοσκοπικός προσδιορισμός των νιτρικών ιόντων γίνεται με το φασματοφωτόμετρο UV/VIS. (Εικ. 21)
Κατά την εκχύλιση των νιτρικών ιόντων με την βοήθεια εκχυλιστικού διαλύματος KCl 1N γίνεται απελευθέρωση νιτρικών με αντικατάστασή τους από Cl-, αλλά και οξειδίων του σιδήρου. Έτσι η μέτρηση της απορρόφησης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας του δείγματος στα 210nm αφορά την συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων, ενώ η μέτρηση της απορρόφησης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας του δείγματος στα 210nm αλλά και στα 270nm αφορά την συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων και των οξειδίων του σιδήρου (μέγιστο στα 270nm). Στις δύο κυψελίδες του φασματοφωτόμετρου με οπτική διαδρομή 1cm τοποθετείται διάλυμα KCl 1N. Ο μηδενισμός γίνεται μόνο στα 270nm (τυφλό διάλυμα) και στην συνέχεια προσδιορίζεται η απορρόφηση του στα 210. Η ίδια μέτρηση πραγματοποιείται και

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

για το εδαφικό εκχύλισμα με την διαφορά ότι στην εσωτερική κυψελίδα χρησιμοποιείται ο μάρτυρας (KCl 1N). Χρησιμοποιείται κυψελίδα χαλαζία (UV).
Η συγκέντρωση των NO_3 στο έδαφος προσδιορίζεται με βάση τη σχέση:
Κατά την μέτρηση των δειγμάτων διατηρείται συνεχώς η εσωτερική κυψελίδα (reference) με KCl. Εάν η τιμή απορρόφησης είναι μεγαλύτερη από 1,4-1,8 γίνεται αραίωση του δείγματος με απιονισμένο νερό και ίδια αραίωση στο διάλυμα του KCl που χρησιμοποιείται στην εσωτερική κυψελίδα (reference).
Το αραιωμένο διάλυμα KCl θα χρησιμοποιηθεί για νέο μηδενισμό του οργάνου και την μέτρηση των B_{210} και B_{270}
Η συγκέντρωση των NO_3 στο έδαφος προσδιορίζεται με βάση τη σχέση:

NO_3(ppm)= ((A210-B210)- 2.9 X (A270-B270)) x 10/0.555

Οι μεταβλητές της εξίσωσης A,B και οι δύο σταθερές αντιστοιχούν στα εξής:
Α είναι η απορρόφηση του εκχυλίσματος στο αντίστοιχο μήκος κύματος. Β η απορρόφηση τυφλού στο αντίστοιχο μήκος κύματος, η σταθερά 2.9 αναφέρεται στον εμπειρικό συντελεστή για τα περισσότερα ανόργανα ελληνικά εδάφη και τέλος η σταθερά 0,555 αναφέρεται στην κλίση της προτύπου καμπύλης NO_3 για 210nm και οπτική διαδρομή 1cm.

Εικόνα 21. Φασματοφωτόμετρο UV/VIS

3.8 Προσδιορισμός αφομοιώσιμου φωσφόρου (Olsen-P)

Αντιδραστήρια

Τα αντιδραστήρια για τον προσδιορισμό αφομοιώσιμου φωσφόρου είναι: 0,5 M $NaHCO_3$. Για την προετοιμασία του διαλύματος ζυγίζονται 42 g $NaHCO_3$ και διαλύονται σε 1l απιονισμένο νερό.

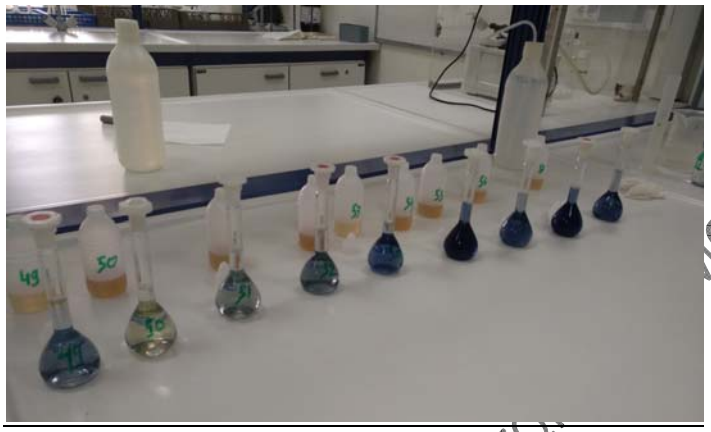
Για την παρασκευή του αντιδραστηρίου Α χρησιμοποιούνται:

1) Μολυβδαινικό αμμώνιο [$(NH_4)_6MO_7O_{24}$. 4 H_2O)] . Για την παρασκευή του διαλύονται 6 g σε περίπου 250mL απιονισμένο νερό.

2) Τρυγικό κάλιο-αντιμονύλιο ($KSbO.C_4H_4O_8$). Για την παρασκευή του διαλύονται 0,145 g σε περίπου l00 mL απιονισμένο νερό.
3) Θειικό οξύ 5N. Σε ογκομετρική φιάλη των 500ml προστίθενται 70 mL πυκνού θειικού οξέος και συμπληρώνεται η φιάλη ως την χαραγή με απιονισμένο νερό.

Σε ογκομετρική φιάλη 1L, μεταφέρονται τα αντιδραστήρια 1, 2 και 3, συμπληρώνεται η φιάλη μέχρι την χαραγή με απιονισμένο νερό, ανακινείται καλά και αποθηκεύεται σε φιάλη Pyrex σε σκοτεινό μέρος. Το μίγμα αυτό είναι το αντιδραστήριο Α.

Για το αντιδραστήριο Β διαλύονται 0,503g ασκορβικού οξέως σε 100mL του αντιδραστηρίου Α. Αυτό είναι το αντιδραστήριο Β και παρασκευάζεται λίγο πριν την χρήση.



Εικόνα 22. Δείγματα φωσφορικών (Μεγαλύτερη συγκέντρωση δίνει πιο πυκνό μπλε χρώμα)

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Πειραματικό μέρος

Σε φιάλη falcon μεταφέρονται 2 g εδάφους και 40 ml $NaHCO_3$, ανακινούνται σε μηχανικό αναδευτήρα για 30 min και κατόπιν διηθούνται με ηθμό (No 40). Λαμβάνονται 10mL από το εκχύλισμα και τοποθετούνται σε ογκομετρική φιάλη των 50mL. Προστίθενται 1mL H_2SO_4 (5N) σιγά-σιγά ώστε να μην αφρίσει υπερβολικά και ανακινείται η φιάλη. Κατόπιν προστίθεται απιονισμένο νερό μέχρι όγκου περίπου 40mL και 8mL του αντιδραστηρίου Β. Γίνεται προσεκτική ανακίνηση, συμπληρώνεται η φιάλη με απιονισμένο νερό μέχρι την χαραγή, πωματίζεται, ανακινείται και μετά l0min μετράται η απορρόφηση στα 882nm με την βοήθεια του φασματοφωτομέτρου. (Εικ. 21) Το χρώμα διατηρείται σταθερό για μεγάλο χρονικό διάστημα μέχρι την μέτρηση. (Εικ. 22) Για την μέτρηση χρησιμοποιείται απλή κυψελίδα (γυάλινη/ορατού) και το όργανο δίνει κατευθείαν την μέτρηση σε ppm P στο εκχύλισμα.

Οι τιμές πρέπει να μετατραπούν σε ppm P στο έδαφος. Στην παρούσα εργασία ισχύει η σχέση: **ppm P εδάφους = 100 x ppm P εκχυλίσματος**.

3.9 Προσδιορισμός ολικού αζώτου κατά Kjeldahl

Εικόνα 23. Συσκευή Kjeldahl

Η μέθοδος προσδιορισμού ολικού αζώτου κατά Kjeldahl (Εικ. 23) χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του ολικού αζώτου στο έδαφος και τα φυτά. Με την μέθοδο αυτή το ολικό άζωτο του δείγματος μετατρέπεται σε αμμωνιακά ιόντα, τα οποία δεσμεύονται σαν $(NH_4)_2SO_4$ με χώνευση με πυκνό θειικό οξύ και καταλύτη. Τα αμμωνιακά ιόντα κατόπιν στην φάση απόσταξης δεσμεύονται σαν $(NH_4)_3BO_3$ και η συγκέντρωση τους προσδιορίζεται με τιτλοδότηση pH με HCl 0,1N.

Η συσκευή Kjeldahl αποτελείται από 3 τμήματα :

1) την συσκευή καύσης ή χώνευσης στην οποία το ολικό N δεσμεύεται και μετατρέπεται σε $(NH_4)2SO_4$ με την χρήση των αντιδραστηρίων
2) την συσκευή απόσταξης όπου τα NH_4+ μετατρέπονται σε $(NH_4)_3BO_3$
3) τον απαγωγό (ή απορροφητήρα) που χρησιμοποιείται για να δεσμεύει και να υγροποιεί τους επικίνδυνους υδρατμούς του H_2SO_4 και των άλλων αντιδραστηρίων κατά την διαδικασία της καύσης και της απόσταξης των δειγμάτων.

Αντιδραστήρια

1) 1 ταμπλέτα καταλύτη αποτελούμενη από K_2SO_4, $CuSO_{4\cdot 5}H_2O$ και Se
2) Διάλυμα H_3BO_3 4%. Ζυγίζονται 40gr H_3BO_3 σε ογκομετρική φιάλη 1L και διαλύονται σε 1L απεσταγμένου νερού
3) Διάλυμα NaOH 40%. Ζυγίζονται 400gr NaOH σε ογκομετρική φιάλη 1L και διαλύονται σε 1L απεσταγμένου νερού
4) Πυκνό H_2SO_4 (15ml ανά δείγμα)
5) Πρότυπο διάλυμα HCl 0,1N

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑΙ ΜΕΝΑ

Πειραματικό μέρος

Λειτουργιά συσκευής Kjeldahl:

Αρχικά ανοίγεται τη βάνα νερού που βρίσκεται πίσω από την συσκευή. Ελέγχονται τα δοχεία να περιέχουν αρκετή ποσότητα H_2O και NaOH. Για τον έλεγχο της σωστής λειτουργίας των δοσομετρικών αντλιών της συσκευής πατιούνται τα κουμπιά τροφοδοσίας NaOH και H_2O ώστε γεμίσουν οι σωλήνες τροφοδοσίας και το Empty για να αδειάσει ο σωλήνας πέψης. Έπειτα ακολουθεί το άνοιγμα του απορροφητήρα για να απάγονται οι υδρατμοί και τον διακόπτη για την συσκευή καύσης και με το κουμπί + επιλέγεται το πρόγραμμα 5 στο οποίο έχουν ρυθμιστεί οι 2 κύκλοι που περιγράφονται παραπάνω και πατάμε Run για να αρχίσει η λειτουργία της συσκευής.

Χώνευση δείγματος

1) Ζυγίζονται 0,5 gr εδάφους ή 0,2gr φυτικού ιστού και τοποθετούνται σε σωλήνα πέψης. Το βάρος του δείγματος καταγράφεται επακριβώς.
2) Στο σωλήνα προσθέτονται 1 ταμπλέτα καταλύτη και 15ml π. H_2SO_4.
3) Προετοιμάζεται έναν σωλήνα για τον μάρτυρα (ίδια αντιδραστήρια χωρίς έδαφος).
4) Συμπληρώνεται όλη την συστοιχία σωλήνων στης συσκευής.
5) Τοποθετείται την συστοιχία πέψης στη συσκευή καύσης με την οποία προγραμματίζουμε να κάνει τρεις κύκλους (Pro 1 H3).

Η ισχύς λειτουργίας και τα χρονικό πλαίσιά λειτουργίας είναι ισχύς 30% για 10 λεπτά, ισχύς 45% για 70 λεπτά και ισχύς 90% για 15 λεπτά. Στο τέλος του τρίτου κύκλου το δείγμα πρέπει να έχει χρώμα απαλό πράσινο. (Εικ. 24) Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και για ένα τυφλό δείγμα, το οποίο περιέχει όλα τα αντιδραστήρια εκτός το δείγμα.

ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Εικόνα 24. Συσκευή καύσης έπειτα το πέρας της διαδικασίας

Απόσταξη

6) Οι σωλήνες πέψης απομακρύνονται από τη συσκευή θέρμανσης και αφήνονται να κρυώσουν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.
7) Για κάθε δείγμα, και για το τυφλό, προετοιμάζεται μια κωνική φιάλη των 250ml η οποία περιέχει 30ml διαλύματος 4% H_3BO_3.
8) Η κωνική φιάλη με το H_3BO_3 τοποθετείται στη συσκευή απόσταξης έτσι ώστε ο σωλήνας εξόδου να βρίσκεται μέσα στο διάλυμα H_3BO_3.
9) Ο σωλήνας πέψης τοποθετείται στη συσκευή απόσταξης και ελέγχεται η στεγανότητα του συστήματος. Ενεργοποιείται το πρόγραμμα απόσταξης το οποίο πραγματοποιεί 4 κύκλους :

    1) Εισαγωγή 50 ml απιονισμένου H_2O
    2) Εισαγωγή 100 ml NaOH 40%
    3) Απόσταξη για 5 λεπτά
    4) Εξαγωγή του διαλύματος από το σωλήνα πέψης για 20 δευτερόλεπτα

Μετά την ολοκλήρωση των αναλύσεων ακολουθεί καλό πλύσιμο της συσκευής. Στο τέλος των διαδικασιών οι συσκευές καύσης και απόσταξης βγάζουν στην οθόνη end. Κλείνουμε τις συσκευές από τους διακόπτες και την παροχή νερού.

Τιτλοδότηση

Η τιτλοδότηση του δείγματος γίνεται με HCl 0,1N και προσθήκη δείκτη bromcresol green (10 σταγόνες). Αρχικά το δείγμα έχει χρώμα πράσινο-γαλάζιο και η τιτλοδότηση σταματά όταν το χρώμα γίνει κίτρινο. (Εικ. 26)

Εικόνα 25 Δείγματα ολικού αζώτου έπειτα την προσθήκη δείκτη πράσινου της βρωμοκρεζόλης πριν την τιτλοδότηση με HCL 0,1N

Εικόνα 26 Δείγματα ολικού αζώτου έπειτα την τιτλοδότηση με HCL 0,1N

ΔΑΡΑΦΗ - ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Υπολογισμοί

Η σχέση που δίνει το ποσοστό του ολικού αζώτου είναι:

N% = (ml sample – ml blank) * 0,1* 1.4008* N / βάρος του δείγματος σε gr

Τα ml sample είναι η ποσότητα του HCl που καταναλώθηκε για το μεταχρωματισμό του δείγματος και τα ml blank είναι η ποσότητα του HCl που καταναλώθηκε για το μεταχρωματισμό του τυφλού.

3.10 Ελεύθερο ανθρακικό ασβέστιο

Η μέθοδος του ασβεστόμετρου για τον υπολογισμό του ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου στο έδαφος, στηρίζεται στη μέτρηση του όγκου του διοξειδίου του άνθρακα ($C0_2$) που εκλύεται μετά την αντίδραση διαλύματος υδροχλωρίου (HCI) με τα ανθρακικά άλατα του εδάφους.
Το HCl αντιδρά με όλα τα ανθρακικά άλατα του εδάφους με αποτέλεσμα την έκλυση CO_2. Γι'αυτό η ποσότητα του $CaCO_3$ εκφράζεται σαν ισοδύναμο ανθρακικό ασβέστιο εδάφους.

$Caco_3$ +2HCL -> $CaCL_2$ +H_2O + CO_2 ↑

Εικόνα 27. Ασβεστόμετρο Bernard

Η - ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Αντιδραστήρια
Τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν ήταν διάλυμα HCI≈4N (1:2 κατ' όγκο με H_2O). Τα όργανα και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του $CaCO_3$ είναι ένας αναλυτικός ζυγός, ένα ασβεστόμετρο Bernard (Εικ. 27), μία κάψα από πορσελάνη και ένα σταγονομετρικό φιαλίδιο.

Διαδικασία
Για τον προσδιορισμό του όγκου του εκλυόμενου CO_2, σε μια κάψα από πορσελάνη μεταφέρεται μια μικρή ποσότητα εδάφους στο οποίο προστίθενται λίγες σταγόνες διαλύματος HCI. Αν το άφρισμα που προκαλείται από τη διαφυγή CO_2 είναι έντονο, πράγμα που σημαίνει ότι το έδαφος είναι πλούσιο σε ανθρακικό ασβέστιο, για τον προσδιορισμό των ανθρακικών χρησιμοποιείται μάζα 0,5g δείγματος εδάφους. Αν το άφρισμα είναι ήπιο, τότε χρησιμοποιούνται 1-2g εδάφους και αν το δείγμα δεν αφρίζει καθόλου χρησιμοποιούνται μέχρι και 10g.
Στη συνέχεια ζυγίζονται 0,5-10g εδάφους ανάλογα με την περιεκτικότητά του σε $CaCO_3$ και μεταφέρονται ποσοτικά στον πυθμένα της φιάλης της συσκευής. Ο δοκιμαστικός σωλήνας της συσκευής γεμίζεται κατά τα 2/3 του όγκου του με διάλυμα HCI και με τη βοήθεια μιας λαβίδας τοποθετείται όρθιος στην κωνική φιάλη. Με το αριστερό χέρι το απιοειδές δοχείο της συσκευής φέρεται σε τέτοιο ύψος, έτσι ώστε οι στάθμες των υγρών μέσα σε αυτό και στο βαθμολογημένο σωλήνα της συσκευής να ισορροπούν λίγο πιο πάνω από το μηδέν της κλίμακας. Με το δεξί χέρι πωματίζεται η κωνική φιάλη που περιέχει το δείγμα του εδάφους και το HCI, οπότε η στάθμη του υγρού στο βαθμολογημένο σωλήνα Θα πρέπει να κατέβει μέχρι το μηδέν.
Στη συνέχεια δίδεται στη φιάλη αρκετή κλίση ώστε να αδειάσει ο δοκιμαστικός σωλήνας από το HCI και ανακινείται ήπια για μικρό χρονικό διάστημα. Στη φάση αυτή χρειάζεται προσοχή, για να μην εκπωματισθεί η φιάλη κατά την ανακίνηση. Το παραγόμενο CO_2 συμπιέζει τη στήλη του υγρού στο βαθμολογημένο σωλήνα, η οποία αρχίζει να κατέρχεται μέσα σ' αυτόν, η δε κάθοδος της στάθμης του υγρού παρακολουθείται από το απιοειδές δοχείο (αριστερό χέρι), έτσι ώστε οι στάθμες του υγρού μέσα σ' αυτό και το βαθμολογημένο σωλήνα να βρίσκονται πάντα στο ίδιο ύψος. Όταν η έκλυση CO_2 σταματήσει (η στήλη του υγρού παύει να κατέρχεται), λαμβάνεται η ένδειξη από το βαθμολογημένο σωλήνα που αντιστοιχεί στον όγκο του CO_2 που εκλύθηκε κατά την αντίδραση.

Υπολογισμός
Το ελεύθερο $CaCO_3$ υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\mathbf{CaCo_3\ \text{σε}\ g\% = \frac{Vco2}{B} * K}$$

Οι μεταβλητές της εξίσωσης αντιστοιχούν στις εξής ερμηνείες:
Vco_2 είναι ο όγκος του CO_2 σε ml που μετρήθηκε με τη βοήθεια του ασβεστόμετρου. Η σταθερά B είναι τα g εδάφους που χρησιμοποιήθηκαν και η σταθερά K είναι ο συντελεστής μετατροπής του ενός mL CO_2 σε g $CaCO_3$ ανά 100g εδάφους.

Η τιμή του K μεταβάλλεται ανάλογα με τη θερμοκρασία και την πίεση, έτσι:
K = 0,44 για θερμοκρασία 0°C και πίεση 760mmHg
K = 0,42 για θερμοκρασία 15°C και πίεση 760mmHg
K = 0,41 για θερμοκρασία 20°C και πίεση 760mmHg
K = 0,40 για θερμοκρασία 30 ° C και πίεση 760mmHg

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΑ

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

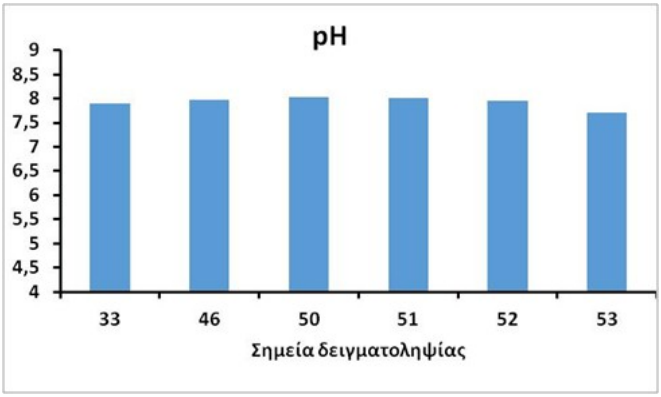
4.1 Αποτελέσματα ανάλυσης pH

Από τα αποτελέσματα της μέτρησης του pH των 6 εδαφών από την περιοχή Αρμένοι φαίνεται να υπάρχει πολύ μικρή διακύμανση με μέσο όρο τιμών 7,92 και τα εδάφη κατατάσσονται ως προς την οξύτητα στην μέση αλκαλική ζώνη (Σχ. 1). [18]
Αντίθετα, οι τιμές του pH των 15 εδαφών από την περιοχή Βαρύπετρο έδειξαν πολύ μεγάλη διακύμανση και τα εδάφη κατατάσσονται από ισχυρά όξινα (εδάφη 61, 64) έως ουδέτερα/ελαφρά αλκαλικά με μέσο όρο τιμών pH 6,53 (Σχ. 2)
Στην περιοχή Στύλος οι τιμές του pH των 12 εδαφών παρότι κυμάνθηκαν από 6,5 έως 8,1, στα περισσότερα εδάφη η τιμές ήταν > 7,0 και έτσι ο μέσος όρος είχε τιμή 7,56 με τα εδάφη να χαρακτηρίζονται κατά πλειονότητα ουδέτερα/ελαφρώς αλκαλικά (Σχ. 3).
Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα του pH στα εδάφη των περιοχών Αρμένοι, Βαρύπετρο, Στύλος, με την βιβλιογραφικά προτεινόμενη κατάλληλη τιμή pH για την καλλιέργεια αβοκάντο (pH = 5,5 - 6,5 έως και 7) [16,17] προκύπτει ότι θεωρητικά μόνο η περιοχή Βαρύπετρο με μέση τιμή pH 6,53 είναι κατάλληλη για την καλλιέργεια του. Παρόλα αυτά, οι υπόλοιπες περιοχές αν και έχουν υψηλότερες τιμές pH έχουν ήδη φυτευτεί, χωρίς να έχουν εμφανίσει αρνητικά συμπτώματα. Αξίζει να σημειωθεί ότι στα δείγματα 26 και 62 υπήρχε συγκαλλιέργεια με πορτοκαλιές.

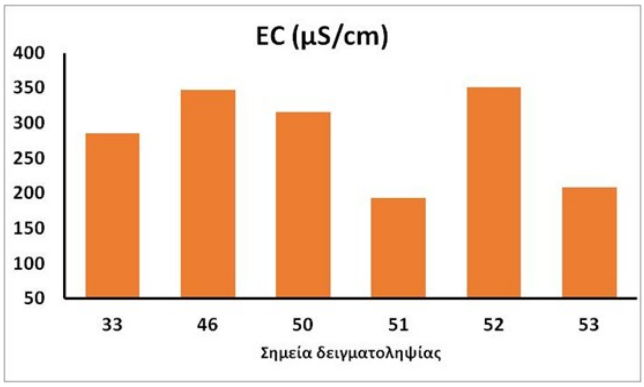
4.2 Ανάλυση ανάλυσης αγωγιμότητας

Τα εδάφη στην περιοχή Αρμένοι έχουν υψηλό μέσο όρο ηλεκτρικής αγωγιμότητας EC 283 μS/cm και παρουσιάζουν μία ομοιομορφία στις τιμές τους (Σχ. 4).
Τα εδάφη στην περιοχή Βαρύπετρο έχουν μέτρια αγωγιμότητα με μέση τιμή 140 μS/cm και παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία τιμών από 86 έως 262 μS/cm. (Σχ. 5) γεγονός που οφείλεται στην προσθήκη μεγάλων ποσοτήτων εδάφους στα πλαίσια του αναδασμού που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή και της αντιμετώπισης του υψηλού υδατικού ορίζοντα των εδαφών της περιοχής.
Τα εδάφη στην περιοχή Στύλος έχουν υψηλή αγωγιμότητα με μέση τιμή 261 μS/cm και παρουσιάζουν την μεγαλύτερη διακύμανση τιμών EC με το ακραίο παράδειγμα του εδάφους 38 με EC 904 μS/cm (Σχ. 6). [19]
Ακόμη, παρατηρώντας τις τιμές των στηλών pH και EC της περιοχής Αρμένοι (Σχ. 1,4), φαίνεται οι υψηλές τιμές της μία παραμέτρου να ακολουθούν τις τιμές της άλλης. Οι υψηλές τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας συνδέονται με την χρήση λιπασμάτων κατά την περίοδο πριν την εγκατάσταση των φυτών αβοκάντο, καθώς και στο σφάλμα κατά την δειγματοληψία καθώς ήταν αδύνατος ο προσδιορισμός του σημείου εκρίζωσης των δένδρων που προϋπήρχαν.

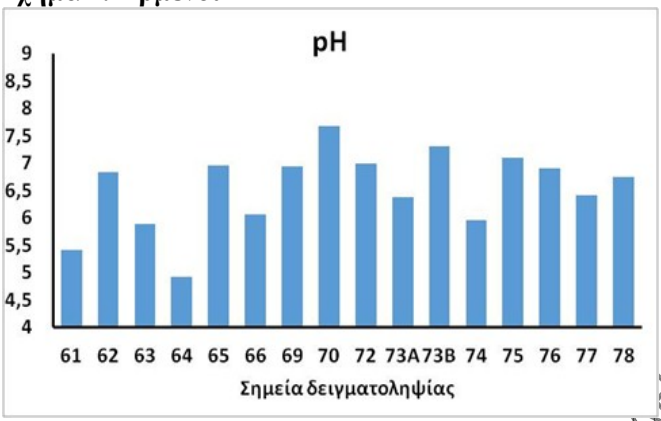
ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ



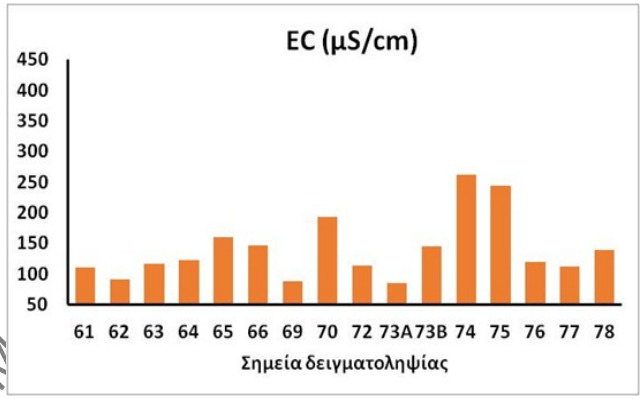
Σχήμα 1. Αρμένοι



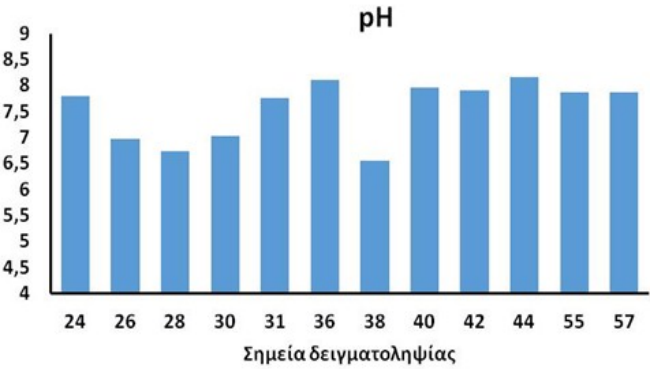
Σχήμα 4. Αρμένοι



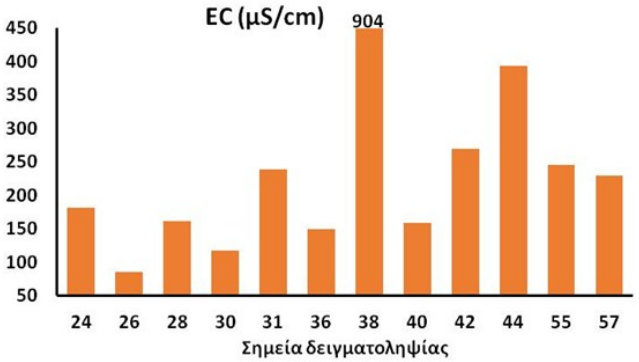
Σχήμα 2. Βαρύπετρο



Σχήμα 5. Βαρύπετρο



Σχήμα 3. Στύλος



Σχήμα 6. Στύλος

Σχήματα 1-6. Τιμές pH και EC των εδαφών στις περιοχές μελέτης Αρμένοι, Βαρύπετρο, Στύλος

4.3 Αποτελέσματα ανάλυσης μηχανικής σύστασης εδάφους

Στην περιοχή Αρμένοι οι αναλύσεις του τύπου εδάφους που έγιναν ταξινομούν τα εδάφη στην ομάδα μέσης σύστασης. Αυτά τα εδάφη χαρακτηρίζονται ως πηλώδη ή μεσαίας σύστασης και τα ποσοστά της άμμου, αργίλου και ιλύος κυμαίνονται σε παρόμοια επίπεδα. Ο μέσος όρος άμμου είναι 42,5 g%. Οι τιμές των στηλών παρουσιάζουν μία ομοιότητα μεταξύ τους. Πιο συγκεκριμένα, τα εδάφη 46,50,51 και 53 είναι πηλώδη, το 33 αργιλοπηλώδες και το 52 ιλυοαργιλοπηλώδες (Σχ. 7).

Στην περιοχή Βαρύπετρο παρουσιάζεται μεγαλύτερη ποικιλία όσο αφορά την ομάδα τύπου εδαφών. Τα εδάφη 61,69,73A,74 και 75 είναι αμμοαργιλωπηλώδες, τα 62,63,64 αργιλωπηλώδες (Σχ. 8), τα 65 και 78 πηλοαμμώδες, τα 66,70 και 72

αμμοπηλώδες, τα εδάφη 73Β και 77 αμμοργιλλώδες και τέλος το 76 πηλώδες. Ο μέσος όρος ποσοστού άμμου είναι 61,6 g%. Από αυτά τα 61,62,63,64,66,69,72,73Α,74,75 και 76 ανήκουν στην ομάδα μέσης σύστασης. Τα εδάφη 65 και 78 ανήκουν στη ομάδα των ελαφρών εδαφών, στα οποία κυριαρχεί η άμμος με ποσοστό μεγαλύτερο από 60 g%. Τα ελαφρά εδάφη θεωρούνται πτωχά καθώς δεν συγκρατούν αρκετές ποσότητες νερού και λιπασμάτων. Τέλος τα δείγματα 73Β και 77 ανήκουν στην ομάδα βαρέων εδαφών ή αργιλώδη.

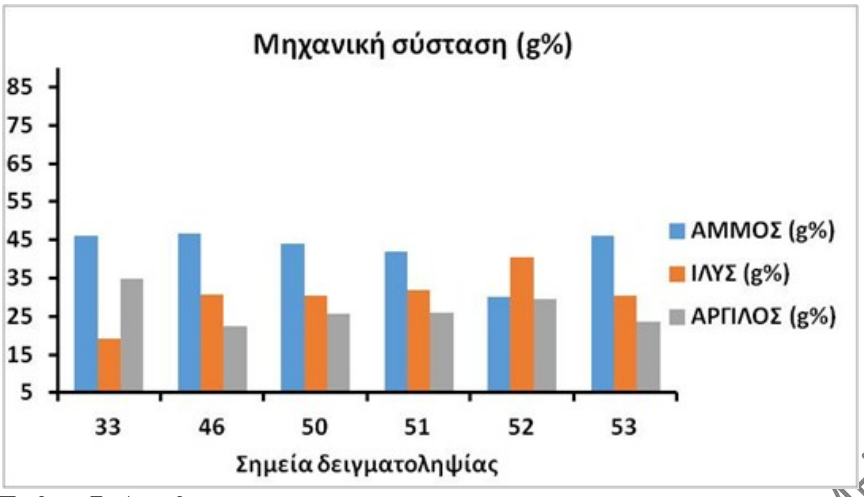
Στην περιοχή Στύλος τα εδάφη ανήκουν στην κατηγορία μέσης σύστασης. Ο μέσος όρος άμμου είναι 61,2 g%, ενώ φαίνεται η διατήρηση ίδιου ποσοστού άμμου σε όλο το εύρος περιοχής. Αναλύοντας τα αποτελέσματα του σχήματος προκύπτει ότι, τα εδάφη 24,26,28,30,36,40,55 και 57 είναι αμμοπηλώδη (Σχ. 9). Τα υπόλοιπα 31,38 και 42 είναι πηλώδες και τέλος το σημείο δειγματοληψίας 44 είναι αργιλοπηλώδες. Ιδιαίτερα αυξημένα ποσοστά ιλύος παρατηρούνται στου αγρούς 55 και 57, (~50 g%) οι οποίοι είναι ένα αγρόκτημα χωρισμένο σε δύο καλλιέργειες.

Από τις συγκεντρώσεις ιλύος και αργίλου των περιοχών μελέτης Βαρύπετρο και Στύλος (Σχ. 8,9) φαίνεται ότι τα ποσοστά της αργίλου της περιοχής Βαρύπετρο είναι υψηλότερα από αυτά της ιλύος. Το αντίθετο συμβαίνει στα εδάφη της περιοχής Στύλος, όπου τα ποσοστά ιλύος είναι υψηλότερα από της αργίλου. Ιδιαίτερη περίπτωση παρατηρείται και στο σημείο δειγματοληψίας 44, όπου τα ποσοστά ιλύος και αργίλου είναι αντίστοιχα 8,36 g% και 34,56 g%, γεγονός το οποίο προσδίδει σε αυτό ιδιότητες αργιλώδους εδάφους. [10]

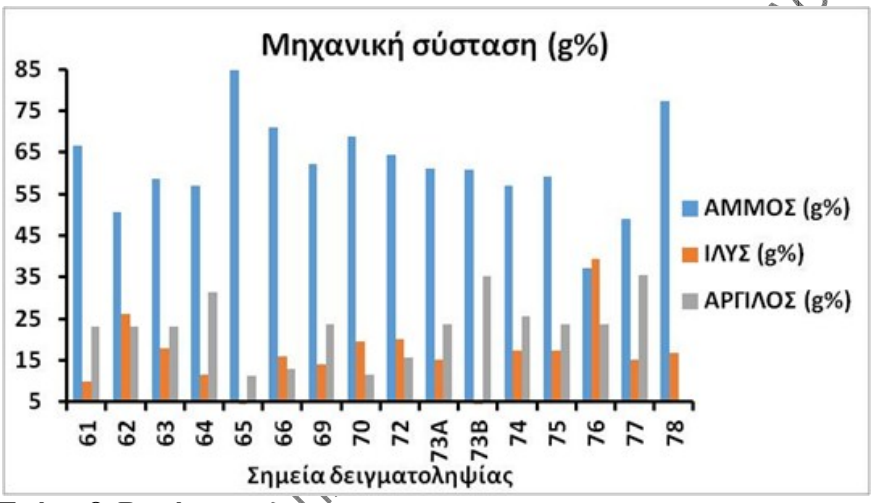
Οι βιβλιογραφικές αναφορές δηλώνουν ότι το αβοκάντο μπορεί να δώσει καλή παραγωγή σε ποικίλων ειδών εδάφη με ιδανικότερα αυτά της μέσης σύστασης.

Και οι τρεις περιοχές που αναλύθηκαν περιείχαν αγρούς με εδάφη μέσης σύστασης, κάνοντάς τα ιδανικά για να υποστηρίξουν την καλλιέργεια του αβοκάντο. [7]

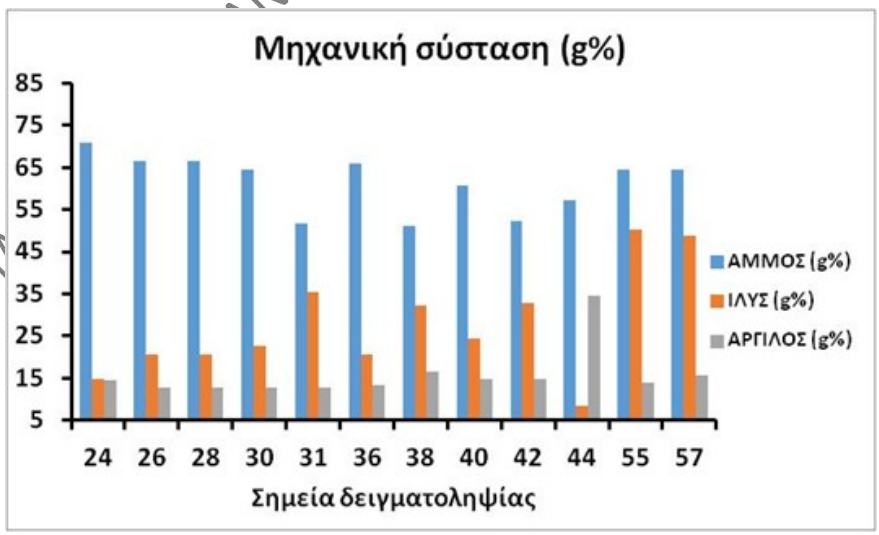
ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ



Σχήμα 7. Αρμένοι



Σχήμα 8. Βαρύπετρο



Σχήμα 9. Στύλος

Σχήματα 7-9. Μηχανική σύσταση των εδαφών στις περιοχές μελέτης Αρμένοι, Βαρύπετρο, Στύλος

4.4 Αποτελέσματα ανάλυσης συγκέντρωσης ανταλλάξιμων ιόντων στο έδαφος (K, Na, Ca)

Κάλιο

Αναλύοντας τα εδάφη από την περιοχή δειγματοληψίας Αρμένοι, βρέθηκε ότι ο μέσος όρος συγκέντρωσης K ήταν 277 mg/kg και το εύρος τιμών ήταν από 102 έως 464 mg/kg. (Σχ. 10).
Στα εδάφη της περιοχής Βαρύπετρο ο αντίστοιχος μέσος όρος K ήταν 177 mg/kg με εύρος τιμών από 80 έως 350 mg/kg (Σχ. 11), Στους αγρούς της περιοχής Στύλος ο μέσος όρος ανταλλάξιμου καλίου ήταν 150 mg/kg και το εύρος τιμών ήταν από 32 έως 344 mg/kg (Σχ. 12).
Παρατηρώντας τα σχήματα της EC και του K στην περιοχή Αρμένοι (Σχ. 4,10) οι αγροί δειγματοληψίας 33,46,52 και 53 έχουν υψηλές τιμές σε κάλιο. Αντίστοιχη ομοιότητα παρατηρείται και στην ηλεκτρική αγωγιμότητα των ίδιων αγρών.
Στην περιοχή Βαρύπετρο τα σχήματα της EC και του K (Σχ. 5,11) παρουσιάζουν ομοιομορφία, όμως τα επίπεδα συγκέντρωσης EC και K βρίσκονται σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις. Τέλος στους αγρούς δειγματοληψίας της περιοχής Στύλος, οι τιμές των στηλών EC και K (Σχ. 6,12) παρουσιάζουν μεγάλη ανομοιομορφία τιμών, με εξαίρεση τους αγρούς 24,26 και 42,44. [19]
Σε όλες τις περιοχές οι τιμές του K είναι πολύ χαμηλές. Αυτό πιθανώς να οφείλεται στο γεγονός ότι γινόταν κυρίως αζωτούχος λίπανση. Γι' αυτό τον λόγο προτείνεται η χρήση λιπασμάτων που να περιέχουν το στοιχείο του καλίου, διότι είναι ένα χρήσιμο θρεπτικό στοιχείο το οποίο λαμβάνουν τα φυτά.

Νάτριο

Στα εδάφη από την περιοχή Αρμένοι ο μέσος όρος συγκέντρωσης του νατρίου είναι 45 mg/kg και οι αγροί εμφανίζουν ποικιλία τιμών από 27 έως 59 mg/kg (Σχ. 13). Οι τιμές των στηλών παρουσιάζουν ομοιομορφία μεταξύ τους. Στην περιοχή μελέτης Βαρύπετρο ο μέσος όρος της συγκέντρωσης Na των εδαφών είναι 38 mg/kg και οι συγκεντρώσεις ποικίλουν από 14 έως 63 mg/kg (Σχ. 14). ενώ υπάρχει σχεδόν μια ομοιομορφία στις τιμές των εδαφών 69-78. Εξαιρούνται τα εδάφη 61-66 τα οποία εμφάνισαν αρκετά χαμηλές τιμές (<20 mg/kg). Τέλος τα εδάφη από την περιοχή Στύλος έχουν μέσο όρο συγκέντρωσης Na 42 mg/kg και οι τιμές εμφανίζουν μεγάλη διακύμανση από πολύ χαμηλές έως πάρα πολύ υψηλές 23-95 mg/kg (Σχ. 15). [21]
Παρατηρώντας τον πίνακα των περιοχών, ανάμεσα στην συγκέντρωση Na και EC, τα εδάφη της περιοχής Αρμένοι (Σχ. 4,13) διατηρούν ομοιόμορφες τιμές στις στήλες τους και οι τιμές του νατρίου φαίνεται να ακολουθούν τις υψηλές τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Αυτό είναι πιθανόν να οφείλεται σε υφάλμυρο αρδευτικό νερό το οποίου συνήθως περιέχει υψηλή συγκέντρωση Na. Στα εδάφη της περιοχής Βαρύπετρο η σχέση Na και EC (Σχ. 5,14) δεν παρουσιάζει ομοιομορφία σε όλο το εύρος της, καθώς οι υψηλές τιμές των αγρών (69-78) δεν φαίνεται να επηρεάζουν τις αντίστοιχες τιμές αγωγιμότητας σε εκείνα τα εδάφη. Τα εδάφη 61-64 εμφανίζουν χαμηλές συγκεντρώσεις σε νάτριο, και στην EC (Σχ. 5).
Στους αγρούς 31, 38 και 44 της περιοχής Στύλος παρατηρείται μία αναλογία στις τιμές Na και EC καθώς η συγκέντρωση του νατρίου φαίνεται να ακολουθεί τις τιμές της αγωγιμότητας. (Σχ. 6,15) [19]

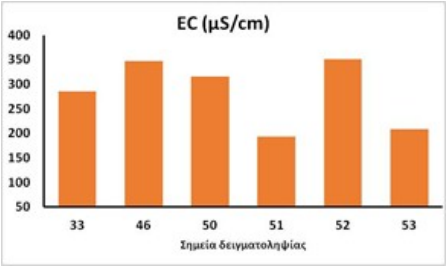
ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Ασβέστιο

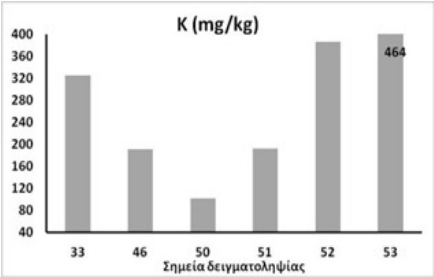
Στα εδάφη από την περιοχή Αρμένοι οι τιμές του Ca είναι πάρα πολύ μεγάλες με μέσο όρο τιμών τα 5400 mg/kg και τα εδάφη χαρακτηρίζονται ως υπερεπαρκή στο Ca. Οι τιμές κυμαίνονται από 2991 έως 6800 mg/kg (Σχ. 16). Η περιοχή αυτή χαρακτηρίζεται από ομοιόμορφες τιμές του Ca για τους αγρούς 46-53.
Στα εδάφη της περιοχής Βαρύπετρο οι τιμές του Ca κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα με μέσο όρο τιμών 1046 mg/kg και η συγκέντρωσή του στα εδάφη χαρακτηρίζεται ως μέτρια. Η διακύμανση των τιμών στις στήλες ποικίλει από 360 έως 2700 mg/kg. (Σχ. 17). Ακόμη παρατηρείται ότι οι τιμές είναι σε χαμηλά επίπεδα και δεν διατηρούν κάποια ομοιομορφία μεταξύ τους.
Στην περιοχή του Στύλου ο μέσος όρος συγκέντρωσης Ca στα εδάφη είναι 3463 mg/kg και το επίπεδο χαρακτηρίζεται ως επαρκή. Οι τιμές του Ca παρουσιάζουν την μεγαλύτερη διαφορά σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές η οποία ποικίλει από 830 έως 8600 mg/kg. (Σχ. 18). Πιο συγκεκριμένα οι περιοχές μελέτης 36 και 42-57 έχουν τις υψηλότερες τιμές στις στήλες τους και ξεπερνούν την συγκέντρωση των 4800 mg/kg.
Συγκρίνοντας τις παραμέτρους Ca με EC για τα εδάφη της περιοχής Αρμένοι, (Σχ. 4,16) οι υψηλές τιμές του Ca φαίνεται να ακολουθούν τις εξίσου υψηλές τιμές της EC.
Στους αγρούς δειγματοληψίας της περιοχής Βαρύπετρο, η σχέση Ca με EC (Σχ. 5,17) παρουσιάζει ομοιότητα στα εδάφη ανάλυσης 65,66,70 και 75 και οι τιμές των στηλών του Ca φαίνεται να ακολουθούν αυτές τις αγωγιμότητας.
Στην περιοχή του Στύλου οι χαμηλές συγκεντρώσεις Ca των αγρών 24-30 παρουσιάζουν παρόμοιες τιμές με αυτές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (Σχ. 6,18). Το ίδιο φαίνεται να ισχύει και στους αγρούς 42 και 44.

Κρίνοντας την συγκέντρωση ανταλλάξιμων ιόντων στο έδαφος (K, Na, Ca) ανά περιοχή, η περιοχή Αρμένοι εμφανίζει μεγαλύτερη ομοιομορφία, η οποία φαίνεται να ακολουθεί και την ηλεκτρική αγωγιμότητα. (Σχ. 4,10,13,16). [19] [21]
Στα παρακάτω σχήματα περιλαμβάνονται τα αποτελέσματα της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και της συγκέντρωσης ανταλλάξιμων ιόντων εδάφους (K, Na, Ca).

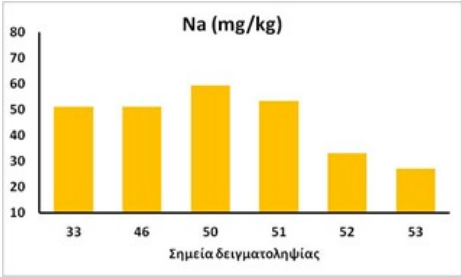
ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ



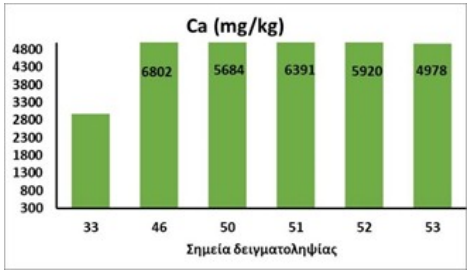
Σχήμα 4. Αρμένοι



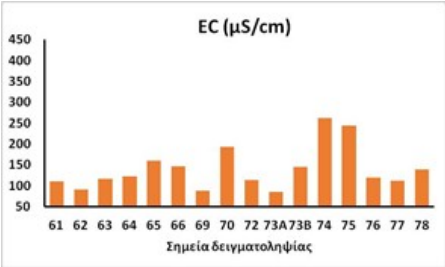
Σχήμα 10. Αρμένοι



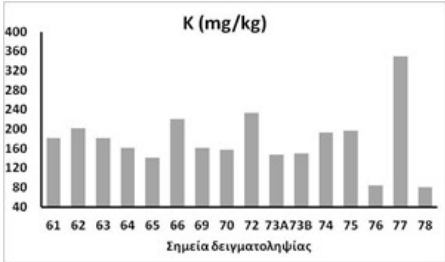
Σχήμα 13. Αρμένοι



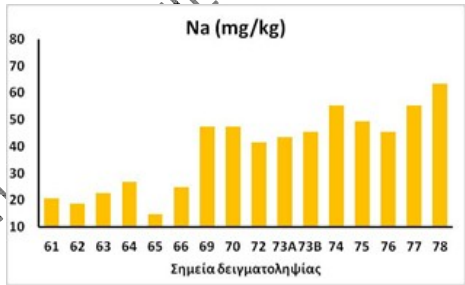
Σχήμα 16. Αρμένοι



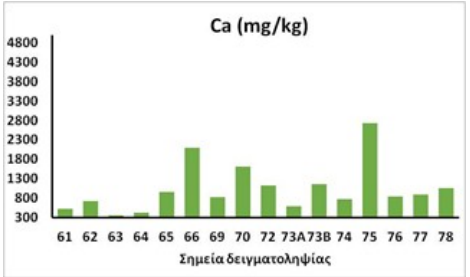
Σχήμα 5. Βαρύπετρο



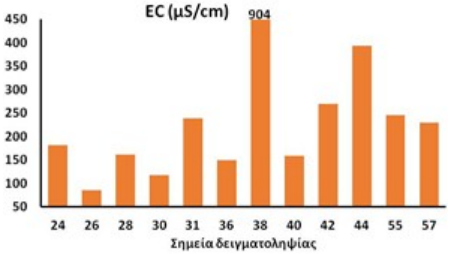
Σχήμα 11. Βαρύπετρο



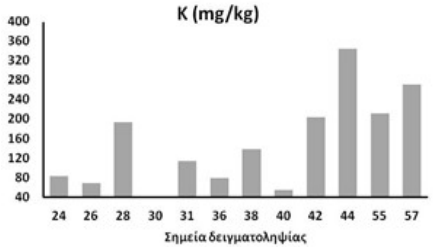
Σχήμα 14. Βαρύπετρο



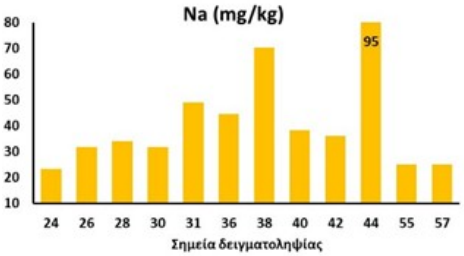
Σχήμα 17. Βαρύπετρο



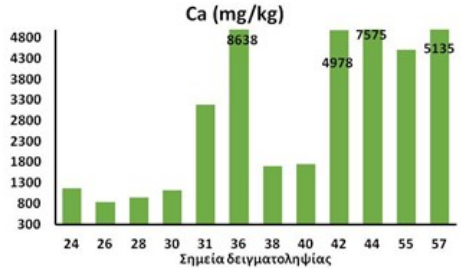
Σχήμα 6. Στύλος



Σχήμα 12. Στύλος



Σχήμα 15. Στύλος



Σχήμα 18. Στύλος

Σχήματα 4 έως 6, 10 έως 18. Σύγκριση τιμών EC με την συγκέντρωση των K, Na, Ca στα εδάφη των περιοχών μελέτης Αρμένοι, Βαρύπετρο, Στύλος

4.5 Αποτελέσματα ανάλυσης οργανικής ουσίας

Η οργανική ουσία των εδαφών στην περιοχή Αρμένοι έχει μέσο όρο 4,98 g% και τα εδάφη θεωρούνται επαρκώς εφοδιασμένα. Οι τιμές κυμαίνονται από 3,82 g% έως 6,85 g% (Σχ. 19) και οι τιμές των στηλών εμφανίζουν ομοιότητα μεταξύ τους. Να σημειωθεί ότι σε αρκετούς αγρούς της περιοχή παρατηρήθηκε αρκετή βλάστηση της οποίας τα φυτικά υπολείμματα φαίνεται να δικαιολογούν την υψηλή θρέψη του εδάφους.

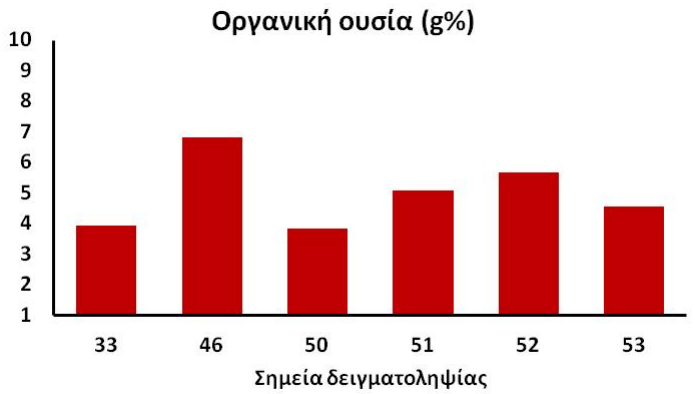
Στην περιοχή μελέτης Βαρύπετρο, ο μέσος όρος συγκέντρωσης της οργανικής ουσίας στους αγρούς είναι 5,15 g%, με αποτέλεσμα να θεωρούνται επαρκώς εφοδιασμένα. Οι τιμές κυμαίνονται από 1.29 g% έως 9.15 g% (Σχ. 20) δεικνύοντας την ανομοιομορφία της περιεκτικότητας των εδαφών σε οργανική ουσία στην περιοχή αυτή.

Το υψηλότερο ποσοστό οργανικής ουσίας συναντάται στον αγρό με αριθμό 70 της ίδιας περιοχής στον οποίο καλλιεργούνται πορτοκαλιές πολλών χρόνων. Αυτό φαίνεται να δικαιολογεί το πολύ υψηλό ποσοστό οργανικής ουσίας το οποίο πιθανώς προέρχεται από την πολυετή επιφανειακή βλάστηση και τα λοιπά φυτικά υπολείμματα.

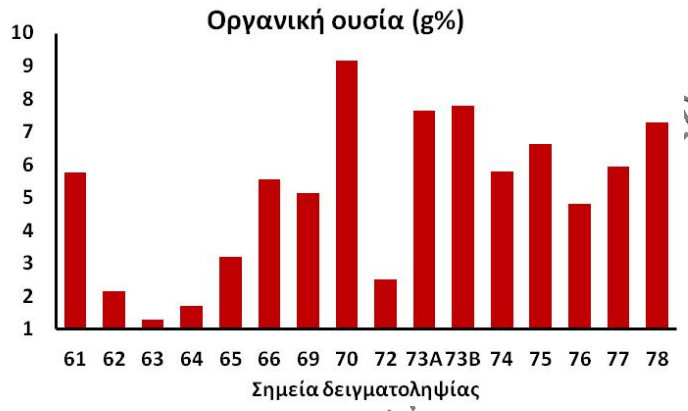
Στα εδάφη της περιοχής Στύλος, ο μέσος όρος της οργανικής ουσίας είναι 2,90 g% και τα εδάφη θεωρούνται επαρκώς εφοδιασμένα. Οι τιμές της οργανικής ουσίας στην περιοχή κυμαίνονται από 1,9 g% έως 4,6 g% (Σχ. 21). Ολόκληρη η περιοχή παρουσιάζει ομοιότητες στα επίπεδα συγκέντρωσης οργανικής ουσίας με μία εξαίρεση τους αγρούς 42 και 44 όπου η οργανική ουσία ξεπερνά τα 4 g%.

Οι περιοχές μελέτης Αρμένοι και Βαρύπετρο εμφανίζουν πολύ υψηλό ποσοστό οργανικής ουσίας (>2,5g%), γεγονός που σημαίνει ότι στα εδάφη υπάρχουν πολλά θρεπτικά συστατικά. [22]

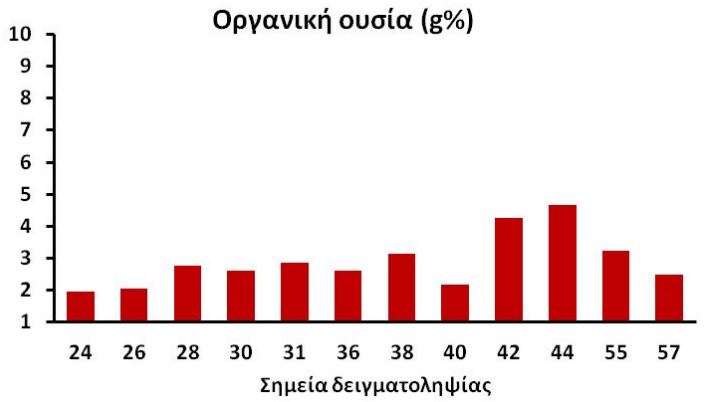
ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΔΕΗΛΟΣΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ



Σχήμα 19. Αρμένοι



Σχήμα 20. Βαρύπετρο



Σχήμα 21. Στύλος

Σχήματα 19-21. Οργανική ουσία των εδαφών στις περιοχές μελέτης Αρμένοι, Βαρύπετρο, Στύλος

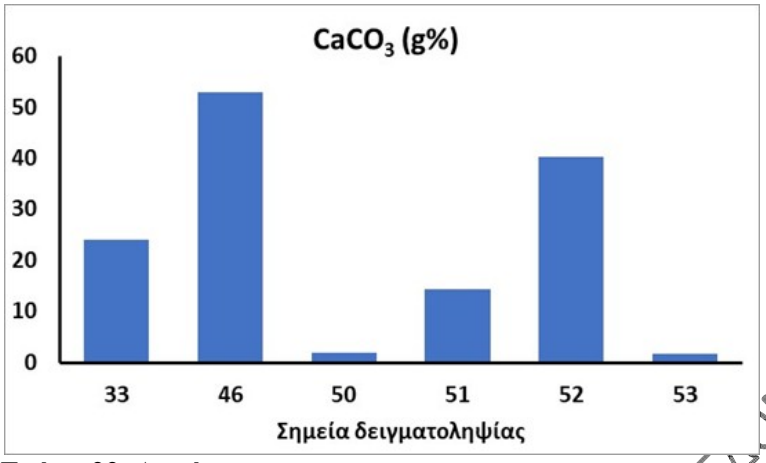
ΑΠΑΓΟΡΕΥΜΕΝΗ ΔΙΑΝΟΜΗ - ΔΙΑΝΟΜΕΝΑ

4.6 Αποτελέσματα ανάλυσης ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου και σύγκριση με τιμές pH και Ca

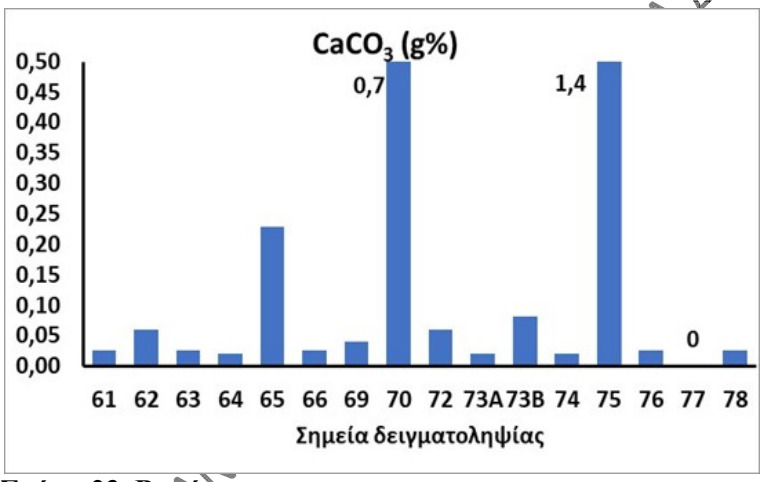
Τα εδάφη της περιοχής Αρμένοι παρουσιάζουν ποικιλία συγκέντρωσης $CaCO_3$ από 1,6 έως 53 g%. Ο μέσος όρος $CaCO_3$ είναι τα 22,6 g% και τα εδάφη ανήκουν στα πολύ ασβεστούχα (Σχ.22). Πιο αναλυτικά τα εδάφη 50 και 53 χαρακτηρίζονται ως εδάφη μη ασβεστούχα, έχοντας τιμές <2 g%. Τα εδάφη 33 και 51 είναι μέσο-ασβεστούχα και τα εδάφη δειγματοληψίας (46-52) έχουν υψηλό ποσοστό.
Στην περιοχή μελέτης Βαρύπετρο οι τιμές των εδαφών δείχνουν μία περιοχή με έλλειψη $CaCO_3$ στο έδαφος. Οι τιμές ξεκινούν από 0 έως 0,7 g% και μέσο όρο 0,18 g% (Σχ.23). Η συγκέντρωση αυτή είναι κατά πολύ χαμηλότερη σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές.
Στην περιοχή Στύλος οι τιμές των εδαφών ξεκινούν από αμελητέες 0,05 g% έως 56,3 g%. Ο μέσος όρος ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου είναι 10,55 g% και το έδαφος ορίζεται μέσο ασβεστούχο (Σχ. 24). Και οι τρεις περιοχές μελέτης παρουσιάζουν ανομοιόμορφες τιμές με μεγάλες διακυμάνσεις μεταξύ τους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι περιοχές μελέτης Αρμένοι και Στύλος, των οποίων η συγκέντρωση $CaCO_3$ φανερώνει εδάφη μέσα και πολύ ασβεστούχα, ενώ η περιοχή Βαρύπετρο χαρακτηρίζεται από εδάφη μη ασβεστούχα. [18]

Ο προσδιορισμός του ανθρακικού ασβεστίου σχετίζεται με το pH. Εάν το pH είναι σε υψηλά επίπεδα (>7 δηλαδή αλκαλικό), μπορεί να φανεί η επίδραση των ανθρακικών ορυκτών, όπως το $CaCO_3$, τα οποία ακολουθούν υψηλές τιμές. [22]
Στην ακόλουθη συστοιχία σχημάτων του ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου σε σύγκριση με τιμές του pH και του Ca παρατηρείται έντονα το φαινόμενο αυτό. (Σχ. 1-3, 16-18 και 22-24)
Ξεκινώντας από την περιοχή Αρμένοι η υψηλή παρουσία $CaCO_3$ τείνει να αυξάνει τις τιμές του pH. Ομοίως φαίνεται να ακολουθούν και οι τιμές συγκέντρωσης του Ca. (Σχ. 1,16,22),
Όσο αναφορά τη περιοχή Βαρύπετρο, τα όξινα εδάφη έχουν πιθανώς επηρεαστεί από την ελάχιστη παρουσία $CaCO_3$ και επίσης οι χαμηλές συγκεντρώσεις του Ca επαληθεύουν τις χαμηλές τιμές του $CaCO_3$ (Σχ. 2,17,23).
Το ίδιο συμβαίνει και στη περιοχή Στύλος, όπου οι αγροί 24-40 έχουν χαμηλές συγκεντρώσεις $CaCO_3$ και οι τιμές pH ανήκουν σε όξινα εδάφη.
Παρόλα αυτά, τα σημεία δειγματοληψίας 42-57 είναι πολύ ασβεστούχα με τις τιμές του pH να φανερώνουν εδάφη αλκαλικά. Ακόμη συγκρίνοντας τα σχήματα $CaCO_3$ και Ca της ίδιας περιοχής, (Σχ. 18,24) και συγκεκριμένα τους αγρούς (31,36 και 42-57) παρατηρείται ομοιότητα στη συγκέντρωση των θρεπτικών τους στοιχείων και οι υψηλές τιμές του $CaCO_3$ ακολουθούν τις καμπύλες του Ca στους αγρούς (31,36, 42-57).

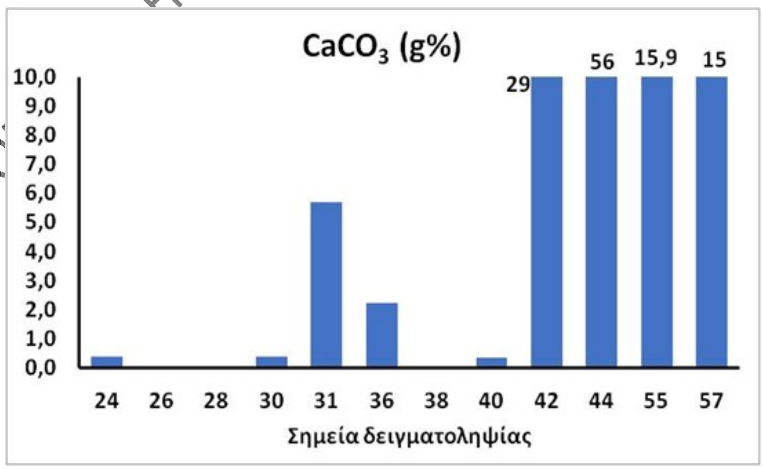
ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ



Σχήμα 22. Αρμένοι

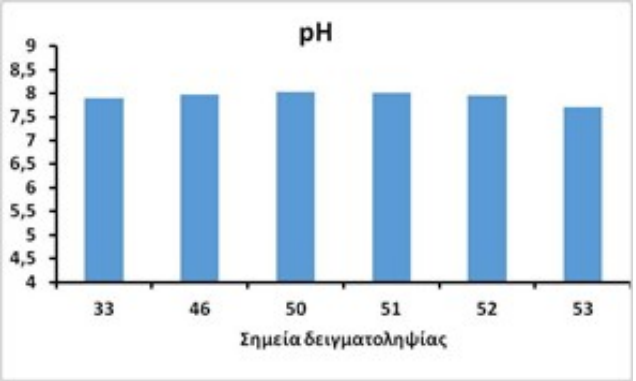


Σχήμα 23. Βαρύπετρο

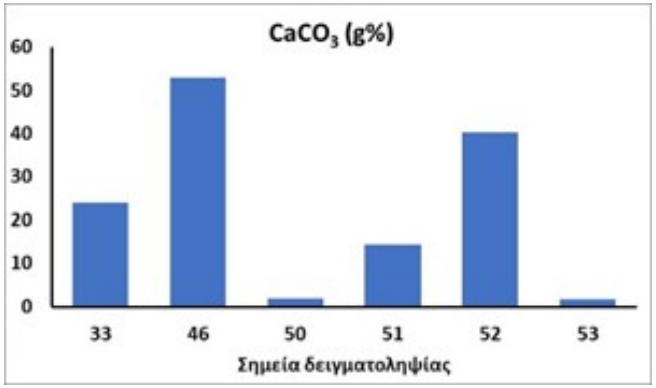


Σχήμα 24. Στύλος

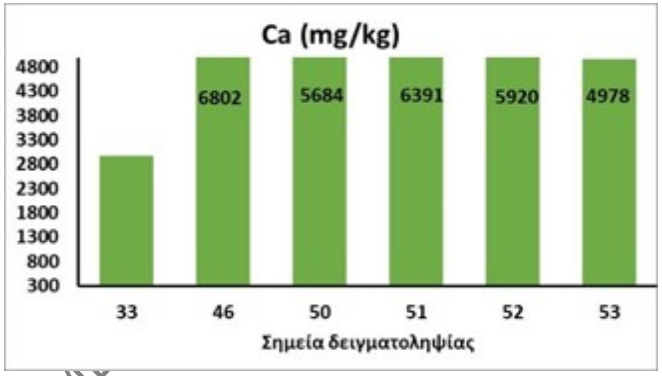
Σχήματα 22-24. Ανθρακικό ασβέστιο των εδαφών στις περιοχές μελέτης Αρμένοι, Βαρύπετρο, Στύλος



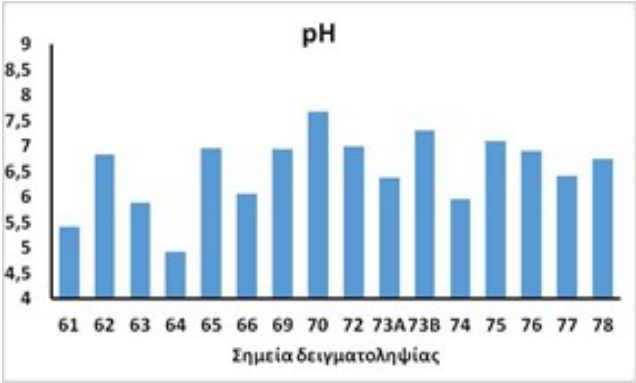
Σχήμα 1. Αρμένοι



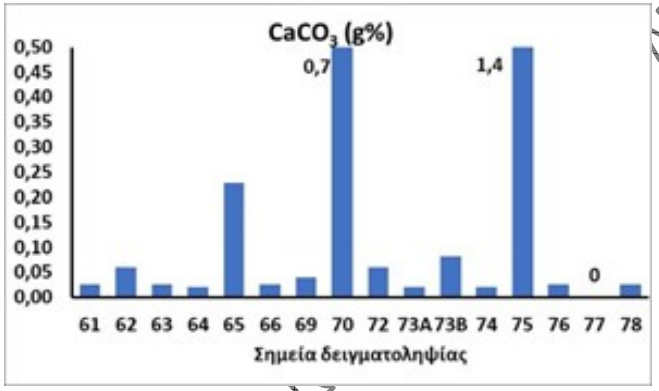
Σχήμα 22. Αρμένοι



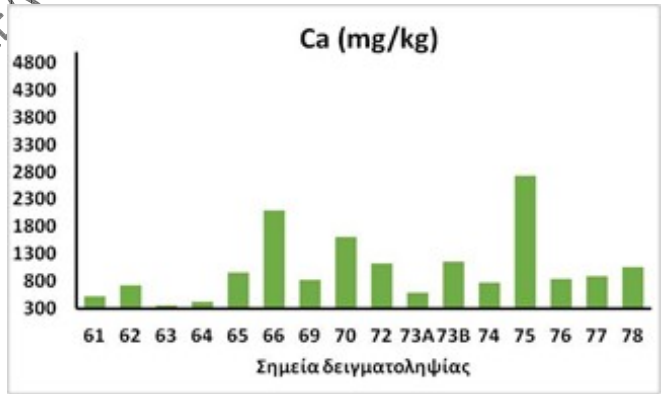
Σχήμα 16. Αρμένοι



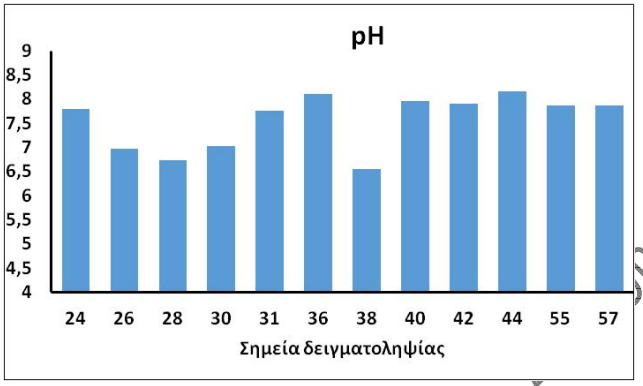
Σχήμα 2. Βαρύπετρο



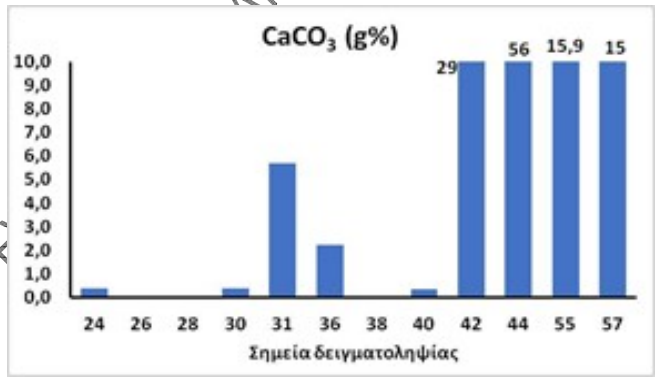
Σχήμα 23. Βαρύπετρο



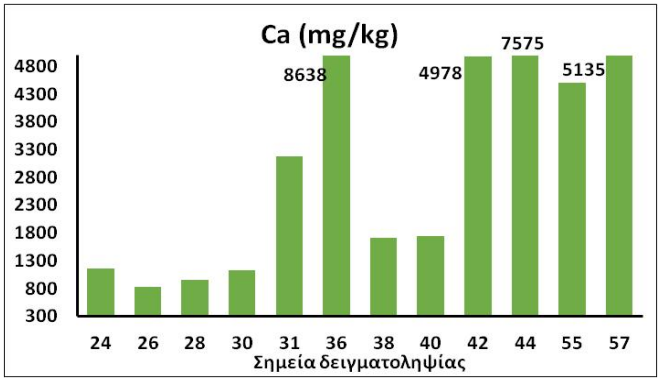
Σχήμα 17. Βαρύπετρο



Σχήμα 3. Στύλος



Σχήμα 24. Στύλος



Σχήμα 18. Στύλος

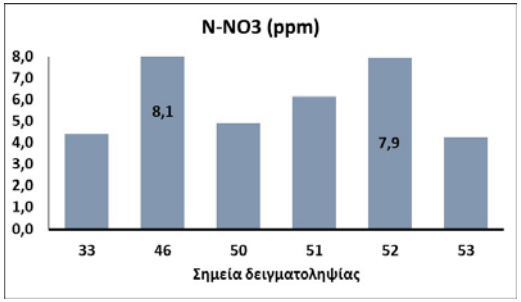
Σχήματα 1-3, 16-18 και 22-24. Σύγκριση τιμών pH με την συγκέντρωση του Ca και $CaCO_3$ στα εδάφη των περιοχών μελέτης Αρμένοι, Βαρύπετρο και Στύλος

4.7 Αποτελέσματα ανάλυσης αφομοιώσιμου φωσφόρου και σύγκριση με τις τιμές των νιτρικών και της αγωγιμότητας

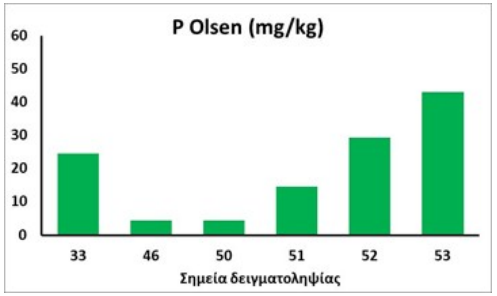
Τα εδάφη της περιοχής Αρμένοι παρουσιάζουν μέσο όρο αφομοιώσιμου φωσφόρου 20 mg/kg. Η συγκέντρωση αυτή είναι υψηλή ενώ οι τιμές των καμπυλών κυμαίνονται από 4,4 mg/kg έως 43 mg/kg (Σχ. 28). Οι τιμές του ιστογράμματος παρουσιάζουν ανομοιομορφία μεταξύ τους.
Τα εδάφη της περιοχής μελέτης Βαρύπετρο έχουν μέσο όρο 52,5 mg/kg και χαρακτηρίζονται ως περιοχές υψηλής συγκέντρωσης σε P. Οι τιμές του P ξεκινούν από 17 έως 83 mg/kg. (Σχ. 29) Η περιοχή παρόλα αυτά διατηρεί μία σχετική ομοιομορφία στις συγκεντρώσεις αυτές με εξαίρεση τους αγρούς 62,65,69,70,76 και 78.
Οι αγροί της περιοχής μελέτης Στύλος έχουν μέσο όρο συγκέντρωσης P 35 mg/kg και οι τιμές κυμαίνονται από 15 έως 55 mg/kg. (Σχ.30) Οι αγροί που την αποτελούν χαρακτηρίζονται υψηλού επιπέδου στη συγκέντρωση P και οι τιμές των στηλών παρουσιάζουν ανομοιομορφία μεταξύ τους.
Συνεπώς αξιολογώντας τα αποτελέσματα των αναλύσεων και δίνοντας βάση στις βιβλιογραφικές τιμές γίνεται αντιληπτή η χρήση λιπασμάτων ενισχύοντας το θρεπτικό στοιχείο του φωσφόρου στα εδάφη αυτά. [21]

Η διαθεσιμότητα του φωσφόρου επίσης σχετίζεται και με το pH των εδαφών. Σε τιμές μεγαλύτερες του 7,0 (ουδέτερα και αλκαλικά εδάφη) στην Ελλάδα, η μέγιστη δυνατή συγκέντρωση των 15 mg/kg είναι μία αποδεκτή τιμή. Στα παρακάτω σχήματα φαίνεται η σύγκριση τιμών pH και αγωγιμότητας με την συγκέντρωση νιτρικού αζώτου και φωσφορικών. (Σχ. 1-6, 25-30) [21]
Τα εδάφη της περιοχής Αρμένοι έχουν μέσο όρο αφομοιώσιμου φωσφόρου 20 mg/kg και pH αλκαλικό, φαίνεται να είναι πιο κοντά στην βιβλιογραφική αναφορά, καθώς η περιοχή Βαρύπετρο έχει εδάφη με ισχυρά όξινο pH ενώ η περιοχή Στύλος αποτελείται από εδάφη με pH ουδέτερο. Ακόμη η συγκέντρωση P και των δύο περιοχών ξεπερνούν την βιβλιογραφική τιμή των 15 mg/kg. [21]
Στη περιοχή Βαρύπετρο, οι υψηλές τιμές συγκέντρωσης P στα εδάφη δεν ακολουθούνται από αντίστοιχες τιμές στις εδαφικές παραμέτρους του νιτρικού αζώτου, pH, και EC (Σχ. 2, 5, 26) Παρόλα αυτά οι χαμηλές τιμές του νιτρικού αζώτου φαίνεται να ακολουθούν την ηλεκτρική αγωγιμότητα. (Σχ. 5, 26) Στον αγρό 74 για παράδειγμα παρατηρείται μία μεγάλη τιμή νιτρικού αζώτου (5,92 ppm-N), η οποία ακολουθεί μία σχετικά μεγάλη τιμή EC (262 μS/cm) ενώ παράλληλα στο σχήμα με τις τιμές του pH (Σχ. 2) τα εδάφη απεικονίζονται ουδέτερα. Αξίζει να σημειωθεί ότι στην περιοχή Βαρύπετρο, οι αγροί με αριθμό δειγματοληψίας 62,70 και 78 έχουν καλλιέργειες με πορτοκάλια. Στον αγρό 66 της περιοχής Βαρύπετρο διατηρείται συγκαλλιέργεια λάιμ με αβοκάντο. Το αφομοιώσιμο φώσφορο εδώ ξεπερνά την τιμή των 80 mg/kg δείχνοντας τα υψηλά θρεπτικά επίπεδα του αγρού. Στα εδάφη της περιοχής Στύλος τα επίπεδα συγκέντρωσης φωσφορικών δεν ακολουθούν αυτά των νιτρικών (Σχ. 27, 30). Από τα σχήματα των νιτρικών και της EC φαίνεται να υπάρχει ανάλογη μεταβολή τιμών (Σχ. 6, 27) στους αγρούς 28, 38 44, 55 και 57. Οι υψηλές τιμές της EC στα σημεία αυτά πιθανώς να οφείλονται στην συγκέντρωση νιτρικών ιόντων.

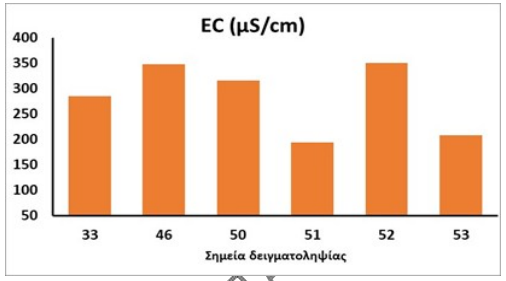
ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ



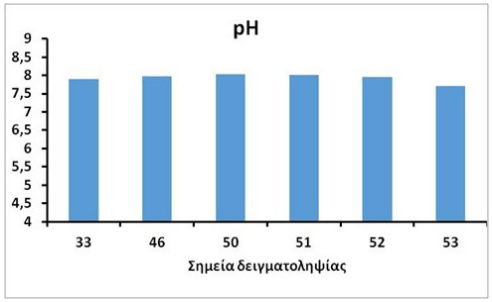
Σχήμα 25. Αρμένοι



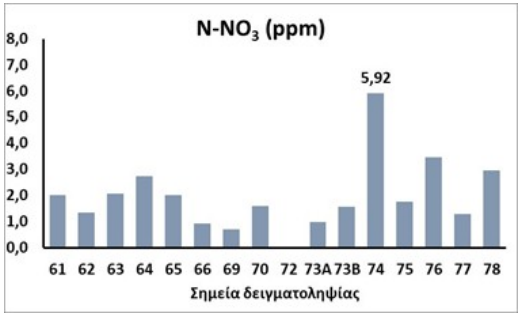
Σχήμα 28. Αρμένοι



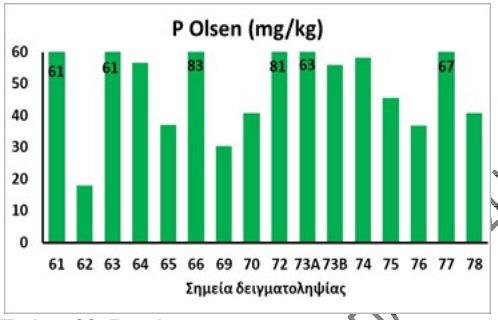
Σχήμα 4. Αρμένοι



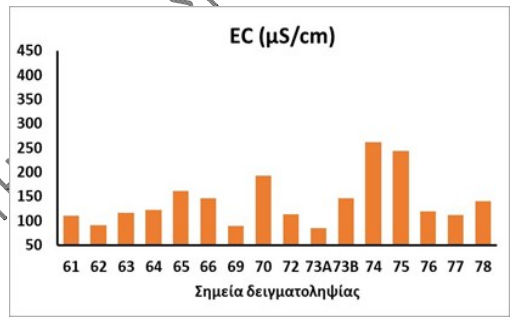
Σχήμα 1. Αρμένοι



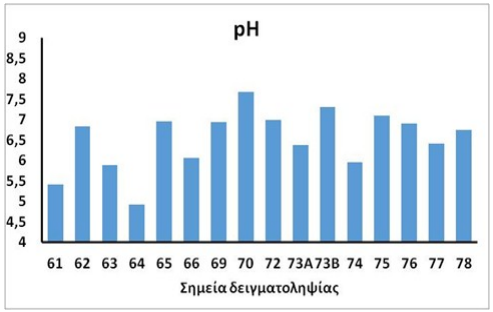
Σχήμα 26.Βαρύπετρο



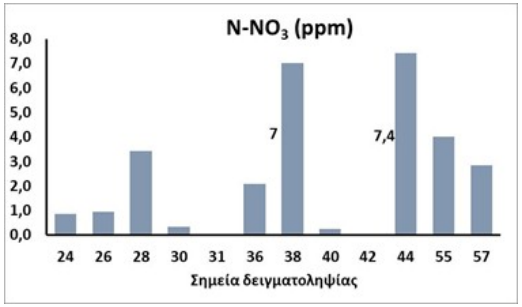
Σχήμα 29, Βαρύπετρο



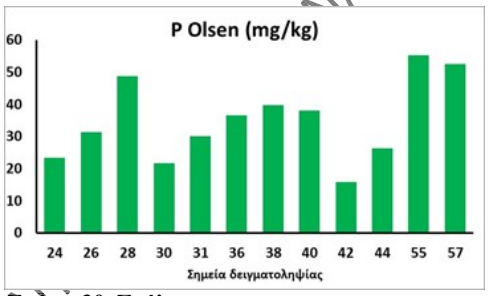
Σχήμα 5. Βαρύπετρο



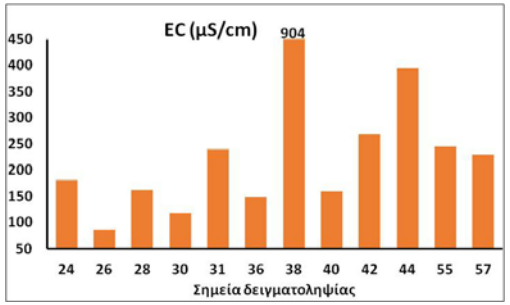
Σχήμα 2. Βαρύπετρο



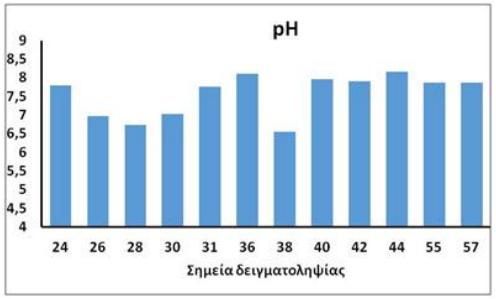
Σχήμα 27. Στύλος



Σχήμα 30. Στύλος



Σχήμα 6. Στύλος



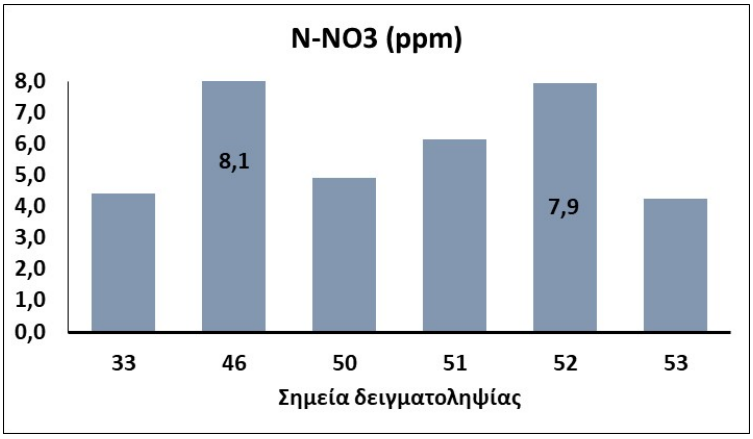
Σχήμα 3. Στύλος

Σχήματα 1-6, 25-30. Σύγκριση τιμών pH και αγωγιμότητας με την συγκέντρωση νιτρικού αζώτου και φωσφορικών στις περιοχές μελέτης Αρμένοι, Βαρύπετρο και Στύλος

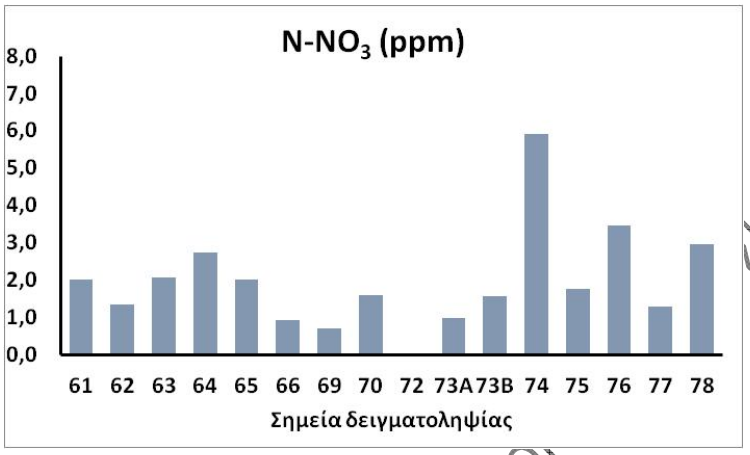
4.8 Αποτελέσματα ανάλυσης νιτρικού αζώτου

Τα εδάφη της περιοχής Αρμένοι παρουσιάζουν μέσο όρο συγκέντρωσης νιτρικού αζώτου 5,97 ppm-N και χαρακτηρίζονται ως ανεπαρκώς εφοδιασμένα ενώ παρατηρείται μία ομοιομορφία σε όλο το εύρος της περιοχής. Η διακύμανση τιμών ξεκινά από 4,2 έως 8,1 ppm-N. (Σχ. 25)
Στην περιοχή Βαρύπετρο τα εδάφη παρουσιάζουν μέσο όρο νιτρικού αζώτου 1,96 ppm-N και χαρακτηρίζονται ως ανεπαρκώς εφοδιασμένα. Η διακύμανση τιμών ήταν από 0 έως 5,9 ppm-N (Σχ. 26).
Στην περιοχή μελέτης Στύλος τα εδάφη παρουσιάζουν μέσο όρο νιτρικού αζώτου 2,42 ppm-N και χαρακτηρίζονται ως ανεπαρκώς εφοδιασμένα. Οι τιμές συγκέντρωσης των τιμών ποικίλουν από μηδενικές έως και 7,4 ppm-N ενώ εξακολουθεί να υπάρχει ανομοιομορφία μεταξύ των αγρών όπως απεικονίζονται παρακάτω. (Σχ. 27) Στους αγρούς αυτούς ξεχωρίζουν οι τιμές των αγρών 28, 38 και 44 όπου εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με τα υπόλοιπα σημεία. [19]
Παρατηρήθηκε ότι τα νιτρικά ιόντα και στις τρεις περιοχές δειγματοληψίας που μελετήθηκαν είναι σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Αυτό πιθανώς να οφείλεται στο ότι οι αναλύσεις εδάφους έγιναν στο ενδιάμεσο των δέντρων σε κάθε αγρό και όχι στην κόμη των δέντρων όπου και συνηθίζεται η λίπανση. Παρόλα αυτά η ύπαρξη μιας νιτρικής μορφής λιπασμάτων στις γεωργικές καλλιέργειες αποτελεί κύρια πηγή αζωτούχου θρέψης. Για αυτό το λόγο συνίσταται επιλογή κατάλληλων λιπασμάτων για τη σωστή θρέψη των καλλιεργειών. [26]

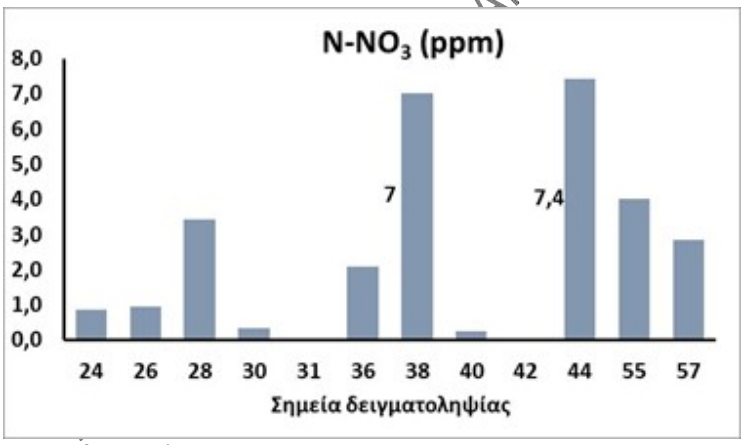
ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ



Σχήμα 25. Αρμένοι



Σχήμα 26.Βαρύπετρο



Σχήμα 27. Στύλος

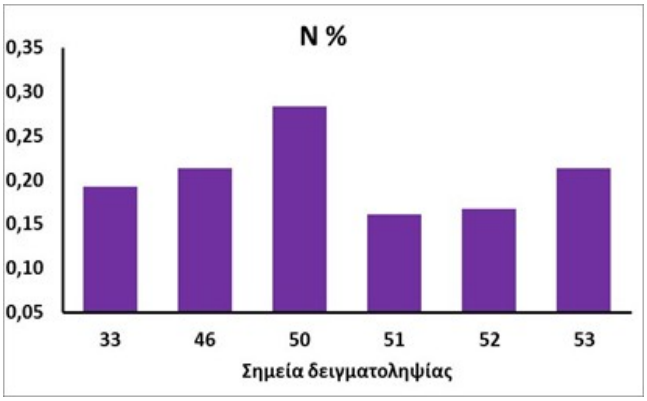
Σχήματα 25-27. Νιτρικό άζωτο των εδαφών στις περιοχές μελέτης Αρμένοι, Βαρύπετρο, Στύλος

ΔΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

4.9 Αποτελέσματα ανάλυσης ολικού αζώτου σε σχέση με την οργανική ουσία

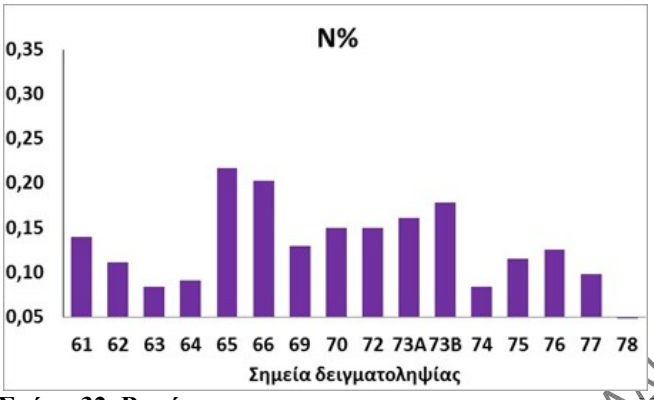
Στην περιοχή Αρμένοι ο μέσος όρος του ολικού αζώτου στα εδάφη είναι 0,21 % και τιμές κυμαίνονται από 0,16% έως 0,28% και διακρίνεται μία ομοιότητα μεταξύ των τιμών (Σχ. 31).
Στη περιοχή Βαρύπετρο ο μέσος όρος τιμής του ολικού αζώτου στα εδάφη 0,13% και οι αγροί χαρακτηρίζονται πτωχοί σε αυτό. Οι τιμές κυμαίνονται από 0 έως και 0,23%, ενώ υπάρχει μια ανομοιομορφία στις τιμές N%. (Σχ. 32)
Στην περιοχή Στύλος ο μέσος όρος τιμής του ολικού αζώτου στα εδάφη είναι 0,15% που σημαίνει ότι τα εδάφη στην περιοχή έχουν ένα ικανοποιητικό επίπεδο θρέψης. Οι τιμές του ιστογράμματος ποικίλουν από 0,09 έως 0,22% και τείνουν να αυξάνονται στους αγρούς 42-57 (Σχ. 33) [21]
Παρατηρώντας τα σχήματα των συγκεντρώσεων του ολικού αζώτου σε σχέση με την οργανική ουσία φαίνονται κάποιες ομοιότητες. (Σχ. 19-21 και 31-33).
Πιο αναλυτικά, στη περιοχή Αρμένοι οι τιμές των στηλών των δύο παραμέτρων παρουσιάζουν μία σχετική ομοιομορφία με αρκετά υψηλές τιμές σε όλο το εύρος της περιοχής (>0,15%).
Η περιοχή Βαρύπετρο παρουσιάζει μερική ομοιομορφία μεταξύ των επιπέδων συγκέντρωσης της οργανικής ουσίας και του ολικού αζώτου. Πιο συγκεκριμένα, μικρή ομοιότητα παρατηρείται μεταξύ των αγρών 61-64 και των αγρών 73Α και 73Β που έχουν όμοιες κλίσεις (Σχ. 20, 32). Να τονιστεί ότι οι αγροί αυτοί είναι γειτονικοί και ανήκουν στον ίδιο παραγωγό.
Στα εδάφη της περιοχής Στύλος οι παράμετροι της οργανικής ουσίας και του ολικού αζώτου βρίσκονται σε χαμηλότερη συγκέντρωση σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές μελέτης. (Σχ. 21, 33) Παρόλα αυτά οι χαμηλές συγκεντρώσεις του N ακολουθούν αυτές της οργανικής ουσίας, ενώ παρατηρείται και μία ομοιότητα σε όλο το εύρος της περιοχής.
Τέλος να σημειωθεί ότι οι αγροί 26,62,70 και 78 δεν περιείχαν μόνο καλλιέργειες δέντρων με αβοκάντο αλλά είχαν συγκαλλιέργεια αβοκάντο με πορτοκαλιές, όπως επίσης και ο αγρός με αριθμό 66, ο οποίος ήταν συγκαλλιέργεια με λάιμ. Στα αγροτεμάχια 70 και 78 τα ποσοστά οργανικής ουσίας ξεπερνούν τα 7 g% και φανερώνουν την υψηλή θρέψη που έχουν αποκτήσει τα εδάφη αυτά λόγω των καλλιεργειών που περιέχουν.

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

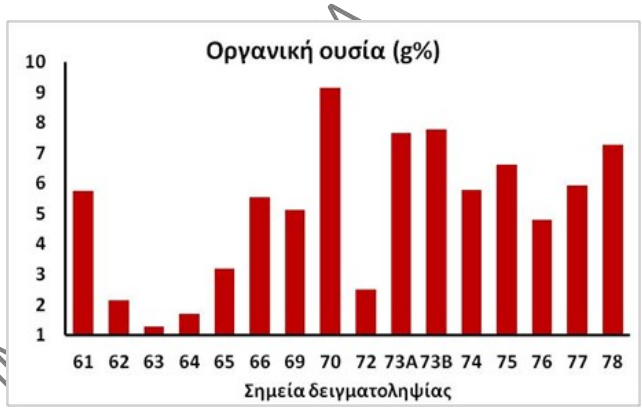


Σχήμα 31. Αρμένοι

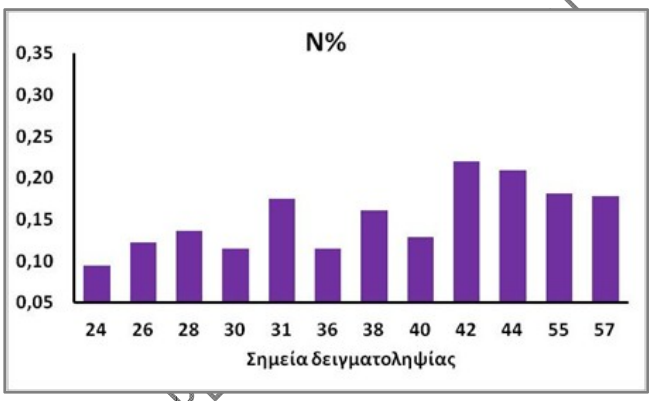
Σχήμα 19. Αρμένοι



Σχήμα 32. Βαρύπετρο



Σχήμα 20. Βαρύπετρο



Σχήμα 33. Στύλος

Σχήμα 21. Στύλος

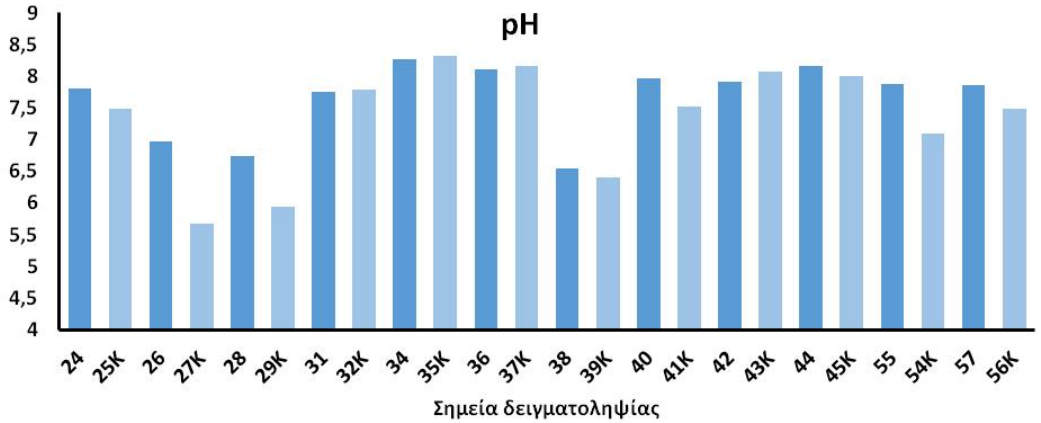
Σχήματα 19-21 και 31-33. Σύγκριση τιμών οργανικής ουσίας και ολικού αζώτου των εδαφών στις περιοχές μελέτης Αρμένοι, Βαρύπετρο, Στύλος

4.10 Αποτελέσματα αναλύσεων δειγμάτων εδάφους κάτω από την κόμη και μεταξύ των γραμμών φύτευσης στην περιοχή μελέτης Στύλος

Στους αγρούς της περιοχής του Στύλου η δειγματοληψία εδάφους έγινε από δύο σημεία: το πρώτο σημείο βρισκόταν στο ενδιάμεσο της γραμμής των δέντρων του αγρού και το δεύτερο σημείο βρισκόταν κάτω από την κόμη των υφιστάμενων δένδρων.
Ο στόχος ήταν η σύγκριση των παραμέτρων με το μητρικό υλικό και να διαπιστωθεί η διαφορά από την πολυετή λίπανση των αγρών. Συνήθως η λίπανση εφαρμόζεται κάτω από την κόμη της καλλιέργειας με στόχο την ενίσχυση της θρέψης του δένδρου. Αυτό ωστόσο δεν αναιρεί την οποιαδήποτε ύπαρξη λίπανσης στον υπόλοιπο αγρό καθώς δεν ήταν δυνατό να καταγραφεί το ιστορικό θρέψης των εδαφών. Προς διευκόλυνση μελέτης των σχημάτων, για τα σημεία δειγματοληψίας από την κόμη έχει επιλεχθεί η χρήση του γράμματος (K) δίπλα από τον αριθμό τους.

4.11 Αποτελέσματα ανάλυσης pH

Ο μέσος όρος της τιμής του pH για τα εδάφη της περιοχής Στύλος είναι 7,49 και το έδαφος ορίζεται ως ελαφρώς αλκαλικό. Οι τιμές του pH παρουσιάζουν ποικιλία τιμών από 5,67 (μέσο όξινο) έως 8,32 (ισχυρώς αλκαλικό). (Σχ. 34) [18]
Στο μεγαλύτερο μέρος της περιοχής διακρίνεται μία ομοιομορφία στις τιμές του pH ανάμεσα στην κόμη και στο ενδιάμεσο των δέντρων των αγρών. Μία έντονη διαφοροποίηση παρατηρείται στα εδάφη 26-27 (κόμη), 28-29 (κόμη) και 38-39 (κόμη). Οι τιμές του pH στο ενδιάμεσο των αγρών (28 και 38) χαρακτηρίζουν τα εδάφη ελαφρά όξινα ενώ κάτω από την κόμη το pH χαμηλώνει περισσότερο χαρακτηρίζοντας τα εδάφη με μέσο οξίνο pH. Είναι πιθανόν ότι η χρήση λιπασμάτων όπως η θειϊκή αμμωνία να προκάλεσαν την μείωση του pH των εδαφών.
Να σημειωθεί ο αγρός 26-27(κόμη) διατηρεί καλλιέργεια με δέντρα πορτοκαλιάς.



Σχήμα 34. Σύγκριση pH μεταξύ κόμης και ενδιάμεσου των δέντρων στην περιοχή μελέτης Στύλος

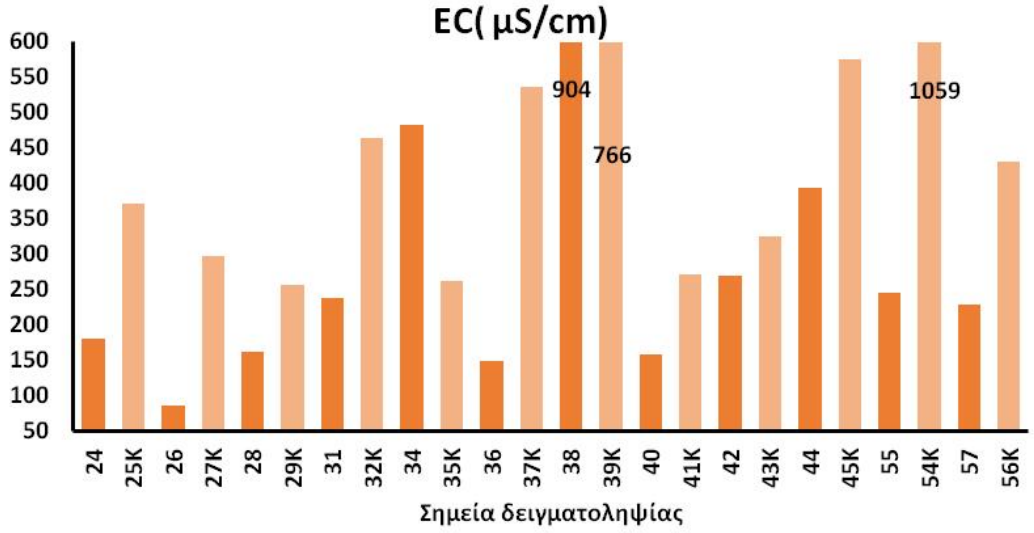
ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

4.12 Αποτελέσματα ανάλυσης ηλεκτρικής αγωγιμότητας

Ο μέσος όρος της τιμής της ηλεκτρικής αγωγιμότητας για τα εδάφη της περιοχής Στύλος ήταν 379 μS/cm και χαρακτηρίζεται ως υψηλή. Οι τιμές της EC παρουσιάζουν πολύ μεγάλο εύρος τιμών καθώς κυμαίνεται από 86 έως 1059 μS/cm. (Σχ. 35) [19]

Τα αποτελέσματα από τις αναλύσεις EC δειγμάτων εδάφους που έγιναν δείχνουν υψηλότερες τιμές αγωγιμότητας στα εδάφη κάτω από τις κόμες των δένδρων και χαμηλότερες στο έδαφος μεταξύ των γραμμών φύτευσης. Εξαίρεση αποτελούν τα σημεία δειγματοληψίας 38-39 (κόμη), των οποίων οι τιμές των στηλών της EC είναι όμοιες και δηλώνουν υψηλά ποσοστά ηλεκτρικής αγωγιμότητας.

Οι υψηλές τιμές EC στα εδάφη κάτω από την κόμη θεωρείται αποτέλεσμα της χρήσης λιπασμάτων με στόχο την θρεπτική ενίσχυση των καλλιεργειών.

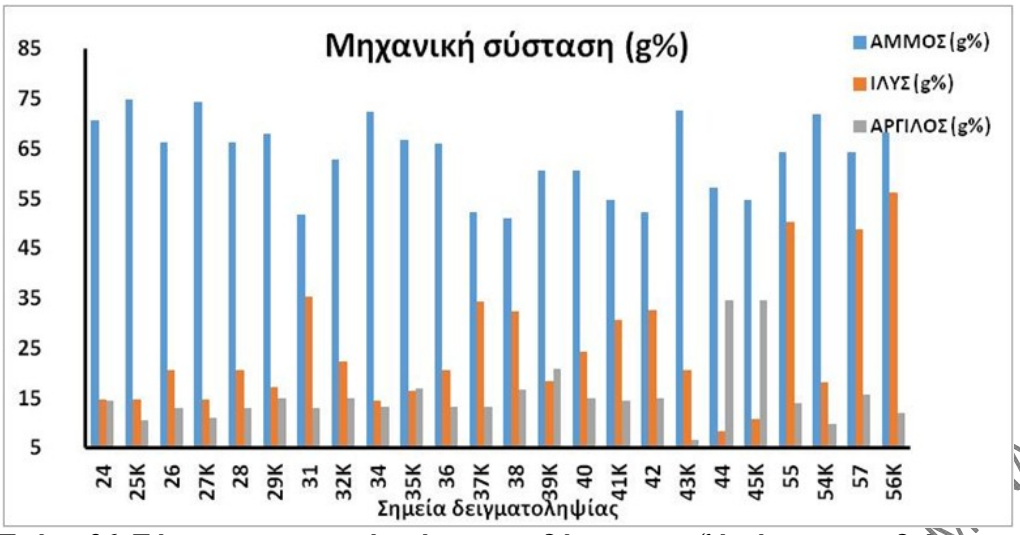


Σχήμα 35. Σύγκριση ηλεκτρικής αγωγιμότητας μεταξύ κόμης και ενδιάμεσου των δέντρων στην περιοχή μελέτης Στύλος

4.13 Αποτελέσματα ανάλυσης μηχανικής σύστασης

Ο τύπος εδάφους της περιοχής Στύλος ανήκει στην ομάδα μέσης σύστασης εδαφών ή πηλώδη. Ο μέσος όρος ποσοστού άμμου της περιοχής είναι 63,5 g%. Ο μέσος όρος της ιλύος βρίσκεται σε ποσοστό 24,9 g% και η αντίστοιχα η άργιλος είναι 15,4 g%. (Σχ. 36) Σε όλη την περιοχή τα ποσοστά άμμου διατηρούν μία ομοιομορφία. Χαμηλά ποσοστά της ιλύος έχουν τα εδάφη 24-28 και 34-36, ενώ υψηλές τιμές μετρήθηκαν στα εδάφη 55-57. Τα ποσοστά αργίλου είναι παρόμοια στα εδάφη της περιοχής. Οι εντονότερες διαφορές παρατηρήθηκαν στον αγρό44 και 45 (κόμη), στον οποίο τα ποσοστά ιλύος είναι χαμηλά (<10 g%) και τα ποσοστά της αργίλου φτάνουν τα 34,5 g%. Στον αγρό αυτό ο τύπος εδάφους χαρακτηρίζεται ως αργιλοπηλώδες. Η υψηλή ποσότητα σε άργιλο σε αυτά τα σημεία πιθανώς να συνδέεται με την υψηλή αγωγιμότητα.(Σχ. 35) [10] [19]

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΡΟΣΩΠΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ



Σχήμα 36. Σύγκριση μηχανικής σύστασης εδάφους μεταξύ κόμης και ενδιάμεσου των δέντρων στην περιοχή μελέτης Στύλος

4.14 Αποτελέσματα ανάλυσης συγκέντρωσης ανταλλάξιμων κατιόντων εδάφους (K,Na,Ca)

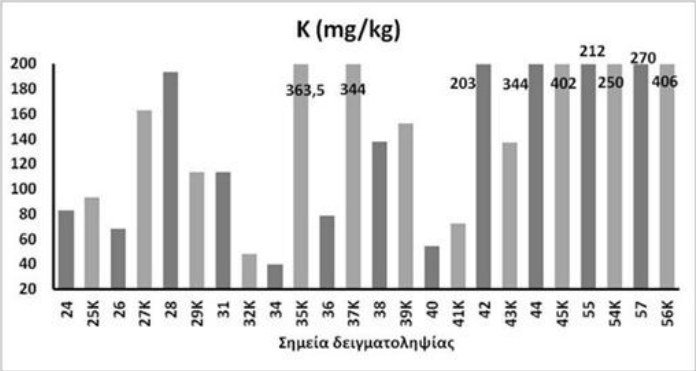
Ο μέσος όρος της τιμής του ανταλλάξιμου καλίου στα εδάφη της περιοχής Στύλος είναι 181 mg/kg και θεωρείται ανεπαρκής. Οι τιμές ποικίλουν από 40 έως 406 mg/kg. (Σχ. 37) Οι αγροί παρουσιάζουν μεγάλη διακύμανση στις τιμές τους σε όλο το εύρος της περιοχής του Στύλου, ενώ οι αγροί 42-56 εμφανίζουν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις στην περιοχή. Ακόμη παρατηρείται ότι οι συγκεντρώσεις καλίου κάτω από τις κόμες των δένδρων ήταν σε υψηλότερα επίπεδα σε σχέση με το υπόλοιπο έδαφος των αγρών λόγω της εφαρμογής των λιπασμάτων κάτω από την κόμη των δένδρων. [19]

Οι συγκεντρώσεις του Na στα εδάφη των αγρών της περιοχής Στύλος είναι 56 mg/kg και οι τιμές κυμαίνονται από 23,5 έως 159 mg/kg. (Σχ. 38) Οι συγκεντρώσεις του νατρίου κάτω από τις κόμες των δένδρων ήταν σε πιο υψηλά επίπεδα από το ενδιάμεσο έδαφος των αγρών. Ομοίως και εδώ οι αγροί 42-56 εμφανίζουν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις Na. Οι τιμές αυτές φαίνεται να μαρτυρούν την άρδευση με νερό το οποίο περιέχει σημαντικές ποσότητες νατρίου το οποίο έχει προσροφηθεί από το έδαφος. [21]

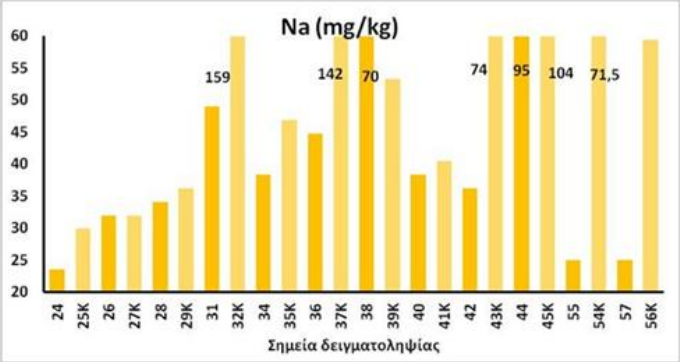
Στη συνέχεια το θρεπτικό στοιχείο του Ca στα εδάφη της περιοχής Στύλος έχει μέσο όρο συγκέντρωσης 3593 mg/kg και η ποσότητα αυτή θεωρείται υπερεπαρκής. Οι τιμές των συγκεντρώσεων κυμαίνονται από 606 έως 8638 mg/kg και παρατηρείται μία έντονη διαφοροποίηση στις τιμές. (Σχ. 39) Τα σημεία δειγματοληψίας 24-29 και 38-40 παρουσιάζουν χαμηλές τιμές στη συγκέντρωση ασβεστίου σε σχέση με τα υπόλοιπα, των οποίων οι τιμές υπερβαίνουν το μέγιστο όριο των 3000 mg/kg τόσο στην κόμη όσο και στον υπόλοιπο αγρό. [21]

Παρατηρώντας το σχήμα 35 της ηλεκτρικής αγωγιμότητας σε συνδυασμό με τα στοιχεία (K, Na, Ca) των εδαφών της περιοχής Στύλος, διακρίνονται ορισμένες ομοιότητες. Αρχικά τα αγροτεμάχια με αριθμό δείγματος 42-57 εμφανίζουν υψηλές ποσότητες και στα τρία στοιχεία (K, Na, Ca) (Σχ. 37-39) και η ηλεκτρική αγωγιμότητα φαίνεται να ακολουθεί με εξίσου μεγάλες τιμές (Σχ. 35) Επίσης οι αγροί 31-35 και 42-56 έχουν πολύ υψηλή συγκέντρωση Ca στα εδάφη τους, η οποία ακολουθείται από υψηλές τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας. (Σχ. 35, 39) [19] [21]

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

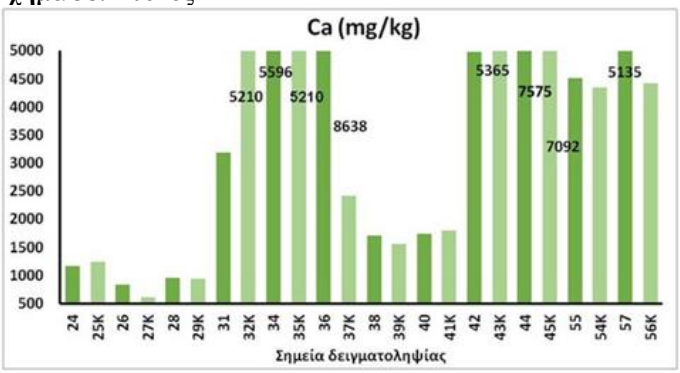


Σχήμα 37. Στύλος

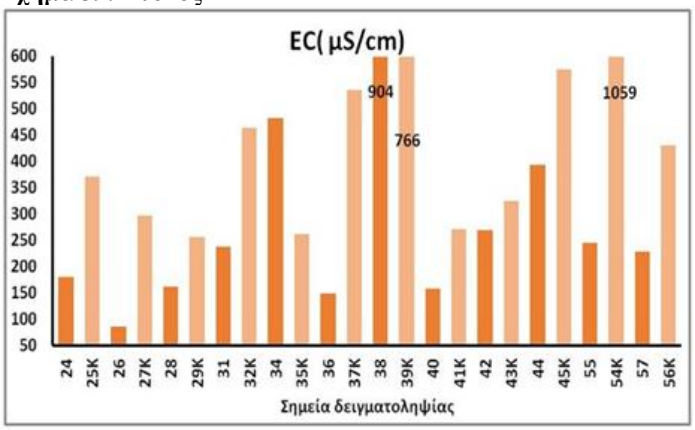


ΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Σχήμα 38. Στύλος



Σχήμα 39. Στύλος

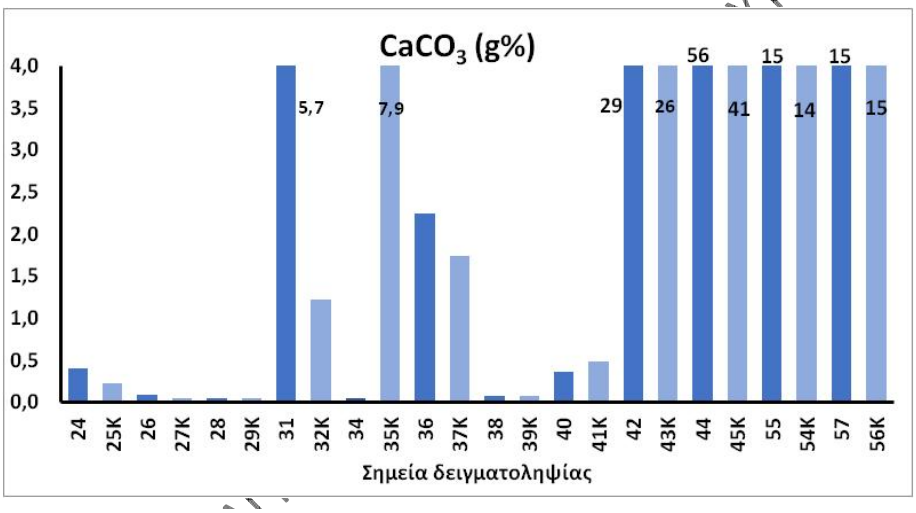


Σχήμα 35. Στύλος

Σχήματα 35, 37-39. Σύγκριση συγκέντρωσης ανταλλάξιμων ιόντων (K, Na, Ca) με ηλεκτρική αγωγιμότητα στο έδαφος μεταξύ κόμης και ενδιάμεσο των δέντρων στην περιοχή Στύλος

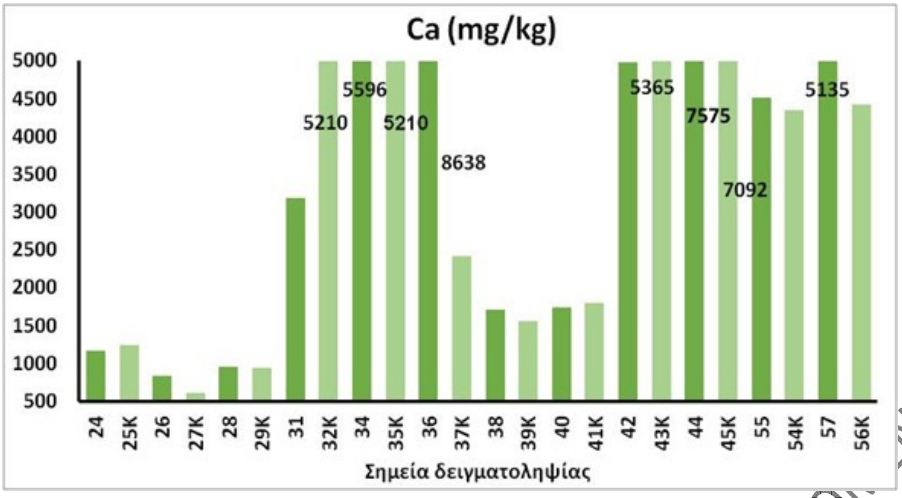
4.15 Αποτελέσματα ανάλυσης $CaCO_3$ και σύγκριση με το pH και το Ca

Στη περιοχή μελέτης Στύλος οι αναλύσεις ανθρακικού ασβεστίου στο έδαφος από το ενδιάμεσο των δέντρων του αγρού και κάτω από την κόμη, παρουσίασαν εδάφη με μέσο όρο συγκέντρωσης 9,86g% χαρακτηρίζοντας έτσι αυτά ως μέσο ασβεστούχα.
Οι τιμές συγκέντρωσης του $CaCO_3$ παρουσιάζουν ανομοιομορφία από μηδενικές έως και 56 g%. (Σχ. 40) [18]
Πιο αναλυτικά, τα αγροτεμάχια 24-29 και 38-41 αφορούν εδάφη μη ασβεστούχα εξαιτίας των ελάχιστων τιμών ανθρακικού ασβεστίου (<0,5 g%). Παρατηρείται μία μικρή αύξηση της συγκέντρωσης $CaCO_3$ στους αγρών 31 έως 37, των οποίων τα εδάφη ανήκουν στην κατηγορία των ελαφρά ασβεστούχων. Η μεγαλύτερη αύξηση τιμών συγκέντρωσης $CaCO_3$ όμως φαίνεται στα αγροτεμάχια 42 έως 56 και παρουσιάζουν εδάφη μέσα ασβεστούχα και ασβεστούχα.
Η συγκέντρωση του $CaCO_3$ φαίνεται να συνδέεται με την τιμή pH και την συγκέντρωση του Ca σε ορισμένα από τα δείγματα εδάφους (Σχ. 34, 39-40).
Έτσι τα αγροτεμάχια με υψηλή παρουσία $CaCO_3$ στα εδάφη τους (>5 g%), τείνουν σε υψηλότερες τιμές pH των εδαφών σε σχέση με τους αγρούς με χαμηλότερες συγκεντρώσεις $CaCO_3$.

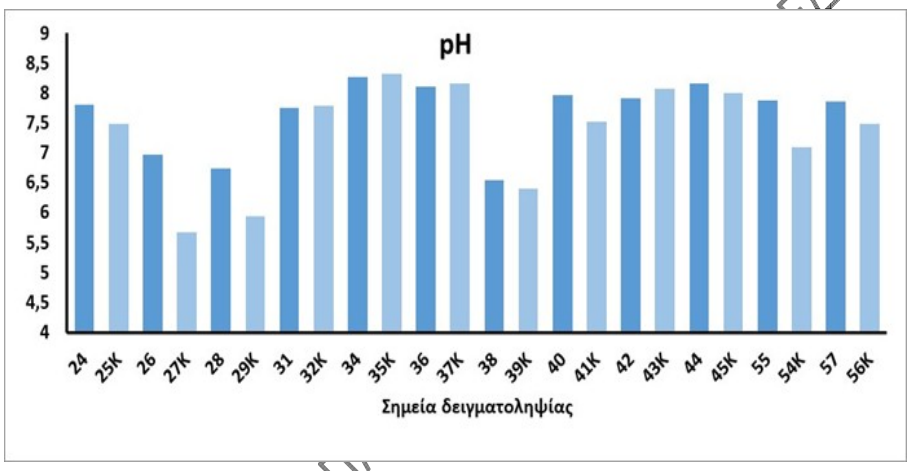


Σχήμα 40. Στύλος

ΑΠΑΓΟΡΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ



Σχήμα 39. Στύλος



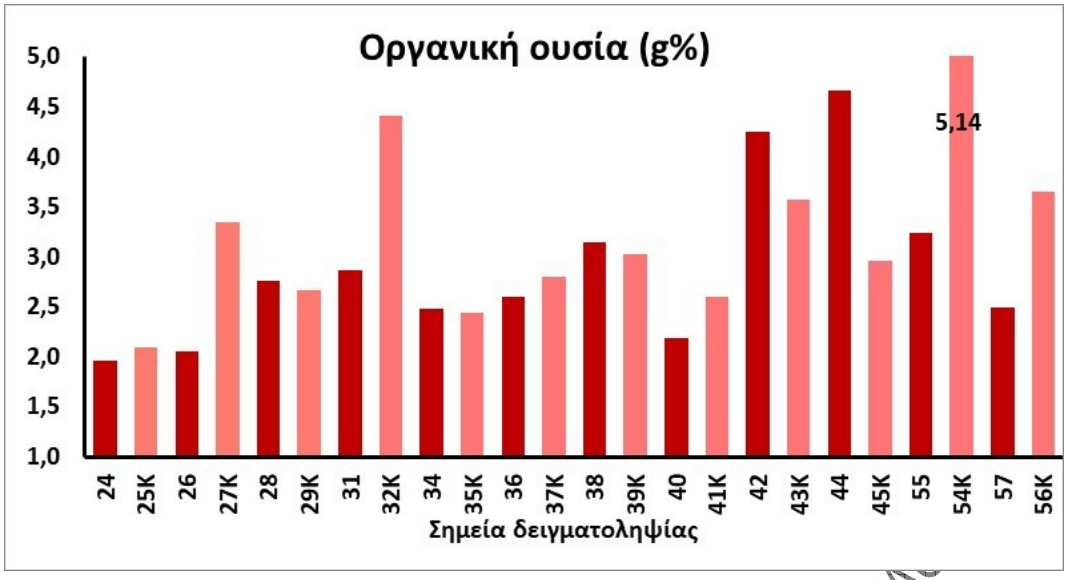
Σχήμα 34. Στύλος

Σχήματα 34, 39-40. Σύγκριση $CaCO_3$ με το pH και το Ca μεταξύ κόμης και ενδιάμεσο των δέντρων στην περιοχή Στύλος

4.16 Αποτελέσματα ανάλυσης οργανικής ουσίας

Ο μέσος όρος οργανικής ουσίας στα εδάφη της περιοχής Στύλος είναι 3,06 g% με τιμές που κυμαίνονται από 1,96 έως 5,14 g% (Σχ.41). Σε 7 από τους 12 αγρούς τα εδάφη κάτω από τις κόμες έχουν υψηλότερη συγκέντρωση οργανικής ουσίας σε σύγκριση με τα δείγματα από το ενδιάμεσο των δέντρων. Το ποσοστό αυτό υπάρχει λόγω φυτικών ή λοιπών υπολειμμάτων τα οποία υπάρχουν, έχοντας αυξήσει την θρεπτική αξία των αγρών. Αξίζει να σημειωθεί ότι δεν υπάρχει γνώση του ιστορικό θρέψης των αγρών, ούτε και τα είδη καλλιεργειών που έχουν συνυπάρξει στα αγροτεμάχια αυτά σε βάθος χρόνων.

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ

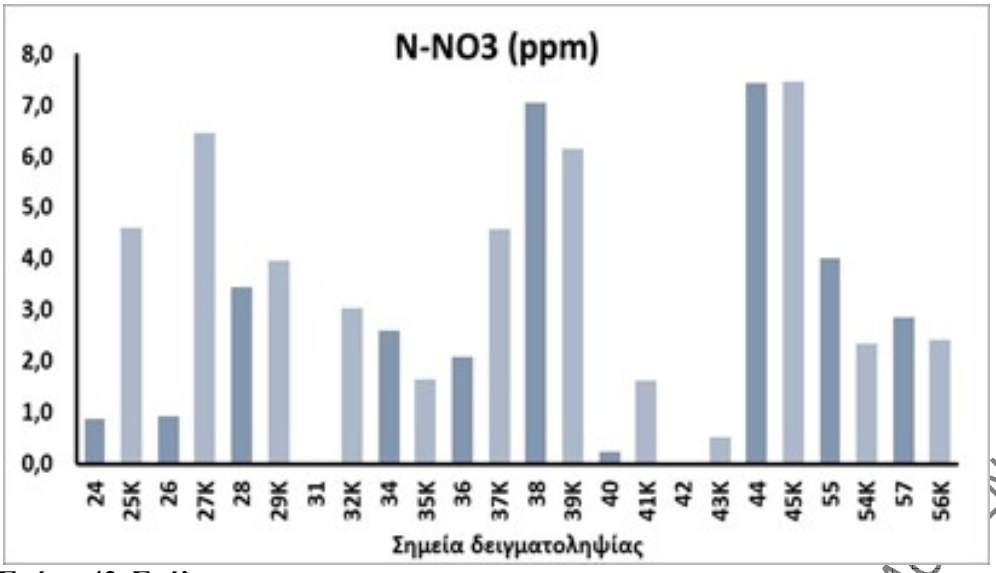


Σχήμα 41. Σύγκριση οργανικής ουσίας μεταξύ κόμης και ενδιάμεσου των δέντρων στην περιοχή μελέτης Στύλος

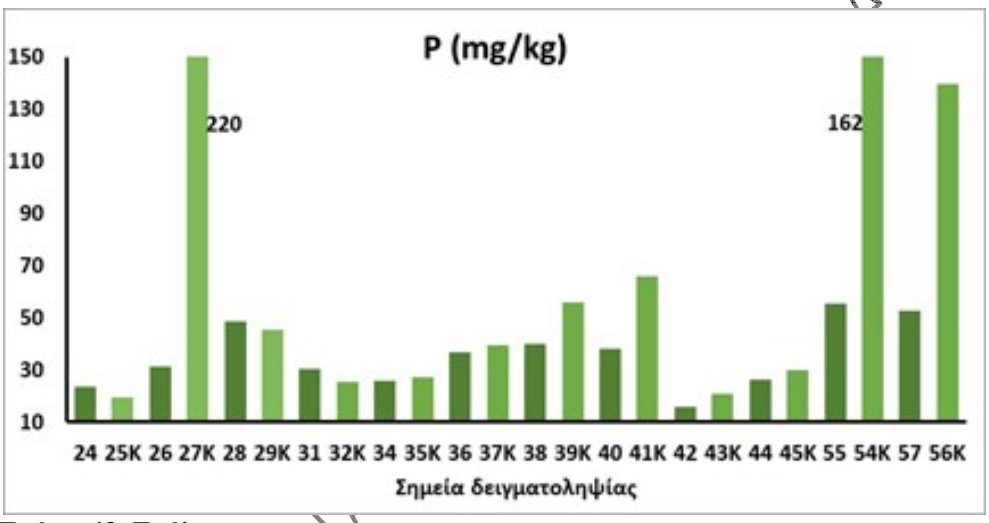
4.17 – 4.18 Αποτελέσματα ανάλυσης νιτρικού αζώτου και αφομοιώσιμου φώσφορου και σύγκριση μεταξύ τους

Το νιτρικό άζωτο ($N\text{-}NO_3$) στα εδάφη της περιοχής Στύλος έχει μέσο όρο είναι 3,17 ppm-N και οι τιμές κυμαίνονται από μηδενικές έως 7,46 ppm-N. (Σχ. 42)
Η συγκέντρωση του αφομοιώσιμου φωσφόρου στα εδάφη της περιοχής Στύλος, είναι κατά μέσο όρο 53,2 mg/kg και οι τιμές κυμαίνονται από 16 έως 220 mg/kg. (Σχ. 43).
Παρατηρείται μεγάλη διαφοροποίηση στις τιμές μεταξύ των εδαφών κάτω από την κόμη και του υπόλοιπου εδάφους. Στο μεγαλύτερο εύρος της περιοχής η συγκέντρωση $N\text{-}NO_3$ είναι πολύ υψηλότερη κάτω από την κόμη, αποτέλεσμα της λίπανσης που εφαρμόζεται χωρίς όμως να εμφανίζεται ανάλογη συμπεριφορά στην συγκέντρωση του αφομοιώσιμου φωσφόρου.

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟ



Σχήμα 42. Στύλος



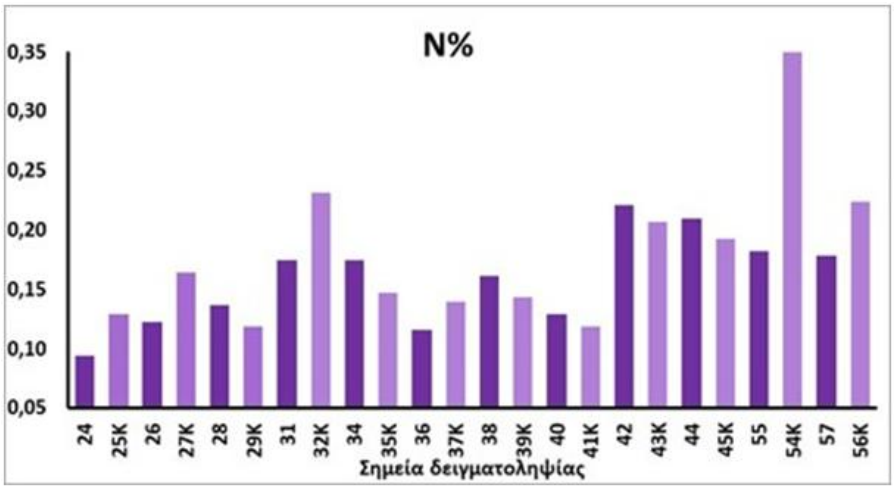
Σχήμα 43. Στύλος

Σχήματα 42-43. Σύγκριση N-NO_3 και P μεταξύ κόμης και ενδιάμεσο των δέντρων στην περιοχή Στύλος

4.19 Αποτελέσματα ανάλυσης ολικού αζώτου και σύγκριση με την οργανική ουσία

Στην περιοχή Στύλος τα εδάφη παρουσίασαν μέσο όρο συγκέντρωσης ολικού αζώτου 0,17%, το οποίο δείχνει ικανοποιητική αζωτούχο θρέψη στα εδάφη. [18] Οι τιμές κυμαίνονται από 0,09 έως 0,35%. (Σχ. 44) με υψηλότερες τιμές κάτω από την κόμη των δένδρων. Στα παρακάτω σχήματα παρατηρείται ομοιότητα των καμπυλών του N% με τις αντίστοιχες της οργανικής ουσίας (Σχ. 41, 44) .

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ



Σχήμα 44. Στύλος

Σχήμα 41. Στύλος

Σχήματα 41,44. Σύγκριση οργανικής ουσίας και N% μεταξύ κόμης και ενδιάμεσο των δέντρων στην περιοχή μελέτης Στύλος

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ ΗΑΝΑ

Κεφάλαιο 5. Προετοιμασία εδαφολογικών χαρτών

Μετά την ολοκλήρωση των εδαφολογικών αναλύσεων ο επόμενος στόχος της πτυχιακής εργασίας ήταν η χαρτογράφηση των καλλιεργειών και η απεικόνιση των εδαφολογικών παραμέτρων σε έναν εδαφολογικό χάρτη ο οποίος θα καλύπτει τις περιοχές του Νομού Χανίων που μελετήθηκαν. Οι περιοχές που μελετήθηκαν είναι οι Αρμένοι, Βαρύπετρο και ο Στύλος. Η περιοχή Αρμένοι αποτελείται από 6 αγροτεμάχια, η περιοχή Βαρύπετρο από 16 και η περιοχή Στύλος από 12. Για την δημιουργία των εδαφολογικών χαρτών, συγκεντρώθηκαν οι απαιτούμενες πληροφορίες σχετικά με την κατασκευή των χαρτών, το λογισμικό που τις διαχειρίστηκε και ακολουθήθηκε μία αναλυτική διαδικασία η οποία εξηγεί τα στάδια υλοποίησης των εδαφολογικών χαρτών, ξεκινώντας από την καταγραφή των συντεταγμένων, την επεξεργασία τους στα προγράμματα Excel και Google Earth και την εισαγωγή και μεταποίησή τους στο λογισμικό ArcGis 10.1.

5.1 Δημιουργία εδαφολογικού χάρτη

Εισαγωγή

Ο χάρτης αποτελεί το εργαλείο-κλειδί για τη μελέτη των χωρικών φαινομένων και των μεταξύ τους σχέσεων. Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) υλοποιούν μία αλυσίδα από λειτουργίες που επιτρέπουν τη μετάβαση από την παρατήρηση και τη συλλογή χωρικών δεδομένων, στην αποθήκευση, επεξεργασία, ανάλυση και απόδοσή τους και την περαιτέρω αξιοποίησή τους για εξαγωγή συμπερασμάτων.
Ως δεδομένα νοούνται οι πληροφορίες που κρίνεται ότι είναι σημαντικές για τον χρήστη τον οποίο έχει σκοπό να εξυπηρετήσει το σύστημα. Και βάση δεδομένων θεωρείται ένα οργανωμένο σύνολο πληροφοριών, το οποίο είναι δομημένο με τρόπο που να επιτρέπει τη διαχείριση των δεδομένων για διάφορες εφαρμογές. [28]

Για τη κατασκευή των ψηφιακών εδαφολογικών χαρτών που αφορούν τις περιοχές Στύλος, Βαρύπετρο και Αρμένοι του Νομού Χανίων, έγινε ψηφιοποίηση των πληροφοριών που συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν με τη βοήθεια ενός λογισμικού προγράμματος (ArcGIS 10.1) και ενός ψηφιακού εδαφολογικού χάρτη της Κρήτης. (Εικ. 30) Στο πρόγραμμα αυτό μεταφέρθηκαν τα δεδομένα των συντεταγμένων και των εδαφολογικών παραμέτρων. Το υπολογιστικό φύλλο του Excel βοήθησε στη συλλογή αυτών και φιλοξένησε τις συντεταγμένες, των αριθμό των αγρών και 11 εδαφολογικούς παραμέτρους οι οποίοι αναλύθηκαν. Οι παράμετροι ήταν οι εξής: pH, EC, συγκέντρωση ανταλλάξιμων ιόντων στο έδαφος (K, Na, Ca), οργανική ουσία, μηχανική σύσταση, ελεύθερο ανθρακικό ασβέστιο, νιτρικό άζωτο, ολικό άζωτο και αφομοιώσιμο φώσφορο. (Εικ. 28)

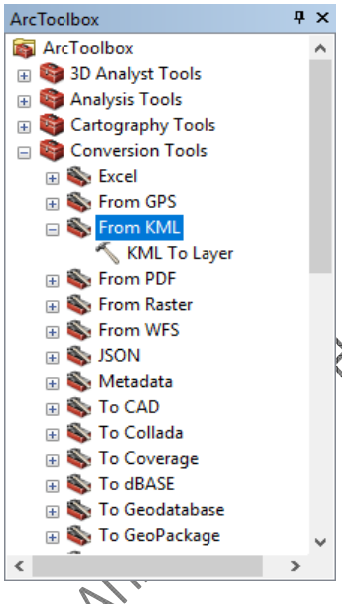
ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	LAT	LONG	FIELD	pH	EC (µS/cm	K (mg/kg)	Na (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Organiki_ousia (g%)	Mixaniki_systasi (g%)	CaCO3 (g%)	Oliko_Azoto N%	Nitrika NO3-N (ppm)	P_Olsen (mg/kg)	
2	35,431111	24,153500	33	7,89	285	324,83	51,19	2991,72	3,92	Argilopylodes	24,07	0,193	4,41	24,64	
3	35,43825	24,15347	46	7,98	348	191,13	51,19	6802,90	6,82	Pylodes	53,04	0,214	8,10	4,39	
4	35,43744	24,158611	50	8,02	316	102,08	59,40	5684,64	3,82	Pylodes	2,04	0,284	4,93	4,39	
5	35,43194	24,153500	51	8,01	194	192,76	53,34	6391,10	5,07	Pylodes	14,48	0,161	6,14	14,52	
6	35,431861	24,159170	52	7,95	351	386,79	33,15	5920,13	5,68	Ilyoargilopylodes	40,39	0,168	7,96	29,28	
7	35,430833	24,153500	53	7,71	209	464,40	27,09	4978,19	4,56	Pylodes	1,66	0,214	4,26	43,19	

Εικόνα 28. Πίνακας του υπολογιστικού φύλλου Excel με συντεταγμένες, αριθμό αγρών και αποτελέσματα εδαφολογικών παραμέτρων

5.2 Εφαρμογή του λογισμικού ArcGIS 10.1

Το ArcGIS Desktop (ArcGIS Help 10.1.) είναι από τα κύρια πλαίσια λειτουργίας του ArcGIS και αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σύνολο εργαλείων που παρέχουν στον χρήστη πρόσβαση σε γεωγραφικά δεδομένα και δυνατότητες εκτέλεσης χωρικών διεργασιών. Αποτελείται από εξειδικευμένα υποσυστήματα με αντικείμενο την επισκόπηση, επεξεργασία, ανάλυση και απόδοση χωρικών δεδομένων και συμπληρώνεται από εξειδικευμένες επεκτάσεις (extensions). Οι εφαρμογές αυτές είναι το ArcCatalog, το ArcToolbox και το ArcMap.

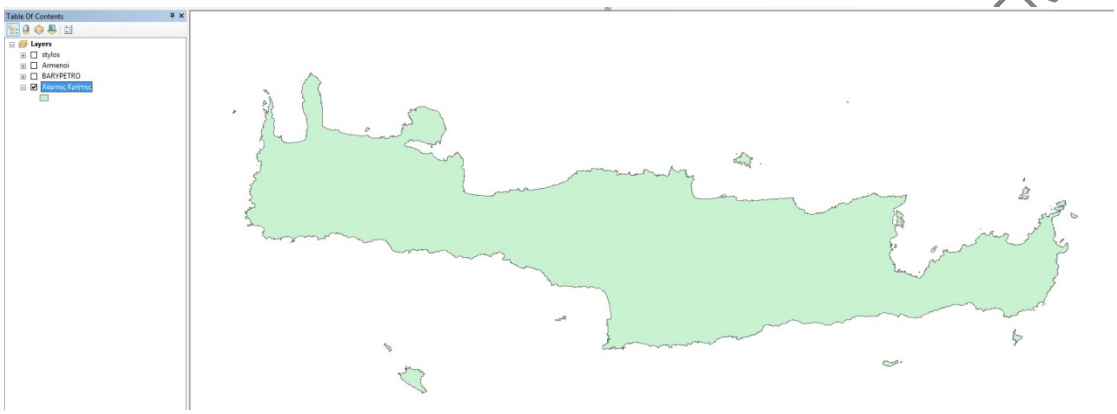


Εικόνα 29. ArcToolbox. Εργαλείο εισαγωγής σημείων και πολυγώνων από το Google Earth

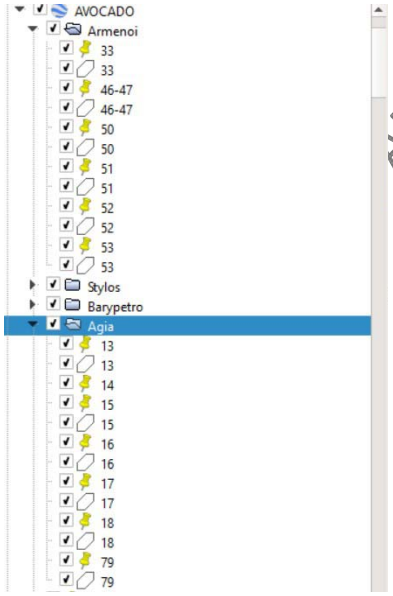
Το ArcMap είναι η κεντρική εφαρμογή του ArcGIS 10.1 Desktop. Το εργαλείο αυτό χρησιμοποιείται για όλες τις εργασίες που έχουν να κάνουν με χάρτες, όπως η χαρτογραφία, η ανάλυση χαρτών και η παρουσίαση αυτών. Το εργαλείο ArcCatalog βοηθά στην οργάνωση και διαχείριση των γεωγραφικών δεδομένων. Αποτελεί το μενού από το οποίο μπορούν να εισαχθούν γεωγραφικές πληροφορίες και απεικονίζει τη ταχεία προβολή δεδομένων και το καθορισμό της σχηματικής δομής των στρώσεων (layers) των γεωγραφικών μας δεδομένων. Τέλος το ArcToolbox είναι μια απλή εφαρμογή που περιλαμβάνει διάφορα εργαλεία GIS κατάλληλα για γεωεπεξεργασία. Ένα από αυτά ήταν το conversion tools → from kml to layer, το οποίο βοήθησε να μεταφερθούν τα σημεία και τα πολύγωνα των εδαφών που έγιναν οι δειγματοληψίες, επάνω στον εδαφικό χάρτη. (Εικ. 29)

ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ-ΔΙΑΝΟΜΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΣΕΜΕΙΩΣΕΩΝ

Τα σημεία και τα πολύγωνα των περιοχών ομαδοποιήθηκαν στο Google Earth για ευκολότερη εισαγωγή στο ArcGIS. (Εικ. 31) Έπειτα την εισαγωγή αυτών στο ArcGIS, σειρά είχε η εύρεση ενός εδαφολογικού χάρτη της Κρήτης. (Εικ. 30) [29]
Οι συντεταγμένες του χάρτη αρχικά ήταν με την μορφή του συστήματος αναφοράς ΕΓΣΑ ΄87. Για να είναι συμβατές με τις αντίστοιχες του Google Earth, οι συντεταγμένες μετατράπηκαν σε δεκαδικές μοίρες μορφής (35.XXXXXX) North και (24.XXXXXX) East. Με αυτό το τρόπο μπορούν να εισαχθούν σωστά οι συντεταγμένες των περιοχών έτσι ώστε να συμπίπτουν οι αγροί στο χάρτη. Στη συνέχεια, στο ArcGis ομαδοποιήθηκαν τα εδάφη ανάλογα με την περιοχή δειγματοληψίας τους. Αυτό έγινε κατά κύριο λόγο έτσι ώστε να γίνει η επεξεργασία των δεδομένων χωριστά για την κάθε περιοχή. Τέλος, κάνοντας δεξί κλίκ στα σημεία και τα πολύγωνα, εφαρμόστηκε η απεικόνιση του αριθμού σε κάθε αγρού ως (point) και ένα χρωματικό πεδίο για την έκταση του (polugon).

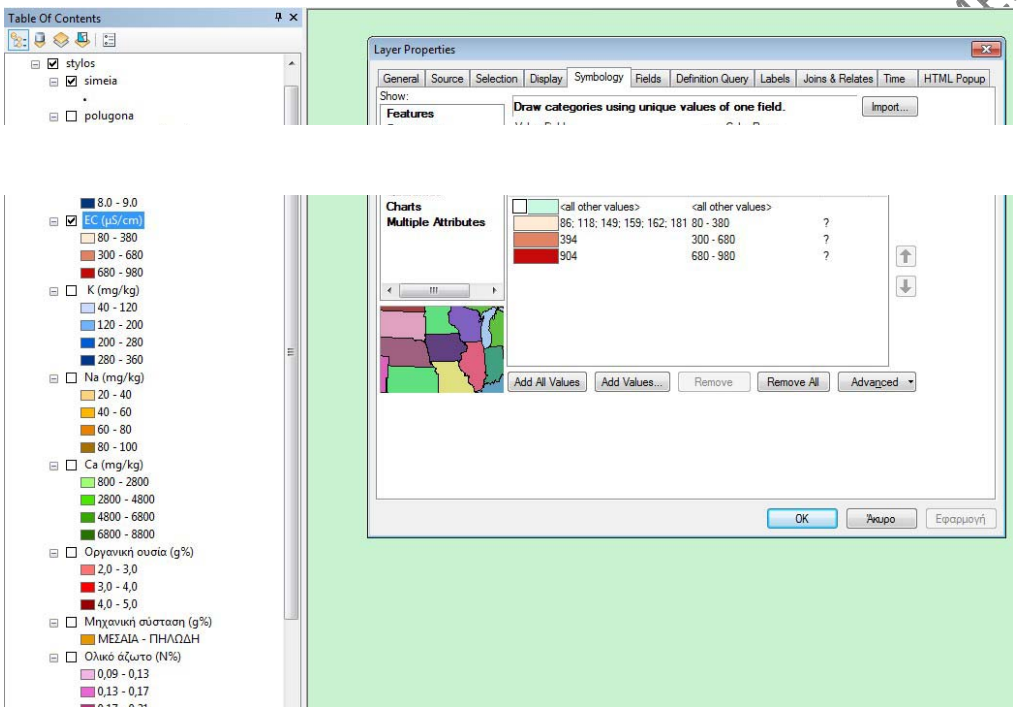


Εικόνα 30. Εδαφολογικός χάρτης Κρήτης



Εικόνα 31. Ομαδοποιημένα σημεία και πολύγωνα χωρισμένα ανά περιοχή στο Arcgis

Επόμενο βήμα στη δημιουργία του εδαφολογικού χάρτη ήταν η εισαγωγή των εδαφολογικών παραμέτρων. Με την βοήθεια του εργαλείου editor καταγράφθηκαν όλες οι παράμετροι των εδαφολογικών αναλύσεων με τα αποτελέσματά τους μέσα στον attribute table του εκάστοτε πολυγώνου (pH, EC, K, Na, Ca κ.α.) Με αυτόν το τρόπο δημιουργήθηκαν layers για τις περιοχές Αρμένοι, Βαρύπετρο και Στύλο. Για κάθε μία από τις παραμέτρους επιλέχθηκε διαφορετική χρωματική απεικόνιση (layer properties) για να είναι σε θέση να ξεχωρίζουν οι παράμετροι μεταξύ τους. (Εικ. 32) Οι τιμές των εδαφολογικών αποτελεσμάτων ομαδοποιήθηκαν (group values). προκειμένου να δημιουργηθούν ευδιάκριτα χρωματικά πεδία που θα απεικονίζουν τις διαφορετικές τιμές ανά παράμετρο στη κλίμακα του χάρτη. Ακόμα έχοντας όσο το δυνατό λιγότερες τιμές, η χρωματική απεικόνιση με διαβαθμίσεις του ιδίου χρώματος είναι πιο ευανάγνωστη ενώ παράλληλα δεν καταλαμβάνει μεγάλο ποσοστό χώρου στο χάρτη.



Εικόνα 32. Δημιουργία layers και επιλογή διαβαθμίσεων στα χρώματα των πολύγωνων ανάλογα τις τιμές τους

ΑΠΑΓΟΡΕ

Τέλος εφόσον είχαν εισαχθεί όλες τις πληροφορίες των περιοχών Αρμένοι, Βαρύπετρο και Στύλο και υπάρχουν όλα τα layers, με την εντολή (Layout view) δημιουργήθηκε η τελική μορφή των χαρτών προσθέτοντας τίτλο (όνομα περιοχής), υπόμνημα (εδαφολογικοί παράμετροι με χρωματικές διαβαθμίσεις), κλίμακα και προσανατολισμό. π.χ (Εδαφ. Χαρτ. 1).

5.3 Εδαφολογικοί χάρτες περιοχών

Σχολιασμός εδαφολογικών χαρτών ανά περιοχή

Βαρύπετρο

Στην περιοχή Βαρύπετρο τα σημεία δειγματοληψίας είναι 16 και καλύπτουν αρκετή έκταση ώστε να δημιουργηθεί ένας εδαφολογικός χάρτης με μία καλή διασπορά αγρών. Οι εδαφικοί παράμετροι που χαρτογραφήθηκαν είναι οι εξής 12: (pH, EC, συγκέντρωση ανταλλάξιμων ιόντων στο έδαφος (K,Na,Ca), οργανική ουσία, ελεύθερο ανθρακικό ασβέστιο, μηχανική σύσταση, αφομοιώσιμο φώσφορο, νιτρικό άζωτο και ολικό άζωτο. Ξεκινώντας από τις τιμές του pH των εδαφών (Εδαφ.Χαρτ. 1), οι αγροί στην περιοχή Βαρύπετρο παρουσιάζουν μία ομοιομορφία στο εύρος τιμών τους ακόμα και σε κοντινούς αγρούς π.χ 69 με 79 και 73Α με 73Β. Οι περισσότεροι αγροί ανήκουν στην κατηγορία τιμών pH (6.5–7.5).

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα των εδαφών (Εδαφ. Χαρτ. 2), παρουσιάζεται ομοιόμορφη σε μεγάλο μέρος της περιοχή όπως για παράδειγμα στα εδάφη των περιοχών 64,72,76,77 και 78. Ενώ υπάρχει και μία μεγάλη διαφορά στις τιμές EC στα εδάφη 60,69 και 70 τα οποία είναι γειτονικά. Η γενική εικόνα του χάρτη δείχνει αγρούς με αγωγιμότητες της τάξης των 100-150 μS/cm.

Η μηχανική σύσταση των εδαφών της περιοχής Βαρύπετρο (Εδαφ.Χαρτ. 3), απεικονίζει στο μεγαλύτερο μέρος του χάρτη μεσαία εδάφη. Εξαίρεση αποτελούν τα αγροτεμάχια 65,78 που είναι ελαφρά εδάφη ή πηλώδη και τα 73Β, 77 που είναι βαριά εδάφη.

Όσο αναφορά τη συγκέντρωση ανταλλάξιμων ιόντων στο έδαφος (K,Na,Ca), ξεκινώντας από το ανταλλάξιμο κάλιο (Εδαφ. Χαρτ 4), παρατηρείται ομοιότητα τιμών κυρίως σε γειτονικούς αγρούς όπως τους 60,62,63, 69,70,73Α και 73Β. Η συγκέντρωση του καλίου συναντάται σε χαμηλά επίπεδα (150-220 mg/kg) στο μεγαλύτερο μέρος της περιοχής Βαρύπετρο. Το ίδιο φαινόμενο ισχύει και στη συγκέντρωση νατρίου (Εδαφ. Χαρτ. 5). Παρατηρείται δηλαδή ομοιότητα κυρίως σε γειτονικούς αγρούς όπως τους 62,63, 69,70,73Α,73Β, 77 και 78. Τέλος η συγκέντρωση του Ca (Εδαφ. Χαρτ. 6), απεικονίζει αγρούς με όμοιες τιμές 62,63,76-78 αλλά και αγροτεμάχια που συνορεύουν τα οποία ανήκουν σε διαφορετικό χρωματικό επίπεδο τιμών συγκέντρωσης Ca, π.χ 60,69 και 70. Η χρωματική απεικόνιση των αγρών δείχνει τις τιμές των περισσότερων να κυμαίνονται σε επίπεδα συγκέντρωσης Ca 750-1250 mg/kg.

Το ανθρακικό ασβέστιο των εδαφών (Εδαφ. Χαρτ. 7) έχει μεγάλη ομοιομορφία στην περιοχή του Βαρυπέτρου με εξαίρεση τους αγρούς 70 και 75. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα ποσοστά του $CaCO_3$ βρίσκονται σε πολύ χαμηλά επίπεδα σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές μελέτης (<1g%).

Η οργανική ουσία των εδαφών (Εδαφ. Χαρτ. 8) έχει μεγάλες διαφοροποιήσεις στα ποσοστά οργανικής ουσίας ακόμα και σε κοντινά εδάφη δειγματοληψίας όπως τα 60,

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΔΙΑΝΟΜΗ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

69 και 70 και 76-78 τα οποία ανήκουν σε 3 διαφορετικές ομάδες τιμών. Παρόλα αυτά οι αγροί 62,63,64 και 72 είναι γειτονικοί και ανήκουν στην ίδια ομάδα τιμών. Τα επίπεδα οργανικής ουσίας διαφέρουν τόσο πολύ σε όλη την περιοχή διότι οι αγροί αποτελούνται από διαφορετικές καλλιέργειες οι οποίες φαίνεται να περιέχουν διαφορετικά είδη και ποσότητες λιπασμάτων.
Η συγκέντρωση νιτρικού αζώτου των εδαφών της περιοχής Βαρύπετρο (Εδαφ. Χαρτ. 9), απεικονίζει περιοχές μελέτης με ανομοιόμορφες τιμές ακόμη και σε γειτονικούς αγρούς π.χ 76-78. Η χρωματική απεικόνιση των αγρών δείχνει χαμηλά επίπεδα συγκέντρωσης νιτρικού αζώτου στην περιοχή.
Η συγκέντρωση αφομοιώσιμου φωσφόρου των εδαφών της περιοχής Βαρύπετρο (Εδαφ. Χαρτ. 10) παρουσιάζει εξίσου ανομοιόμορφες τιμές τόσο συνολικά στην περιοχή Βαρύπερο, όσο και σε γειτονικούς αγρούς π.χ 76-78. Τα ποσοστά αφομοιώσιμου φωσφόρου βρίσκονται σε μεσαία επίπεδα (30-60 mg/kg).
Τέλος το ολικό άζωτο των εδαφών (Εδαφ. Χαρτ. 11) παρουσιάζει μικρή ανομοιομορφία στην περιοχή Βαρύπετρο. Οι αγροί 60,69 και 70 που είναι γειτονικοί έχουν όμοιες τιμές. Το αντίθετο ισχύει για τα αγροτεμάχια 62,63,64,72 και 76-78 που παρόλο την κοντινή τους απόσταση, οι τιμές ολικού αζώτου βρίσκονται σε διαφορετικά όρια τιμών.

Στύλος

Στην περιοχή Στύλος ο αριθμός των εδαφών που αναλύθηκαν ήταν 12. Αρχίζοντας από το pH (Εδαφ.Χαρτ. 12), διακρίνεται αρκετή διαφοροποίηση τιμών ακόμη και στα διπλανά αγροτεμάχια. Παρατηρείται ωστόσο μία ομοιότητα τιμών στους αγρούς 55 και 57 οι οποίοι ανήκουν στον ίδιο καλλιεργητή.
Η ηλεκτρική αγωγιμότητα των εδαφών (Εδαφ.Χαρτ. 13) έχει την μεγαλύτερη ομοιότητα στην περιοχή Στύλος. Οι τιμές αυτές ανήκουν στην κατηγορία τιμών 80-380 μS/cm. Μία διαφοροποίηση φαίνεται στους αγρούς 31 και 44 που είναι γειτονικοί όπως και στους 38 και 40.
Ο εδαφολογικός χάρτης της μηχανικής σύστασης (Εδαφ. Χαρτ. 14), φανερώνει τον τύπο εδάφους της περιοχής Στύλος να είναι μέσης σύστασης ή πηλώδης σε ολόκληρη την περιοχή. Το ανταλλάξιμο κάλιο (Εδαφ. Χαρτ. 15) εμφανίζει ποικίλες τιμές στην περιοχή. Υπάρχουν αγροί με όμοιες τιμές οι οποίοι συνορεύουν π.χ 24,26,55,57 αλλά υπάρχουν και άλλοι όπου έχουν ανομοιόμορφες τιμές π.χ 31,44. Ο χάρτης της συγκέντρωσης του νατρίου των εδαφών (Εδαφ. Χαρτ. 16) από την άλλη, απεικονίζει όμοια ποσοστά σε ολόκληρη την περιοχή του Στύλου με εξαίρεση τα σημεία δειγματοληψίας 31 και 44. Η συγκέντρωση του Ca (Εδαφ. Χαρτ. 17) συμπληρώνει τις αναλύσεις των ανταλλάξιμων ιόντων στο έδαφος και παρουσιάζει όμοιες τιμές σε πολλές περιοχές. Τα αγροτεμάχια 31, 44 και 55, 57 που συνορεύουν ανήκουν σε διαφορετική χρωματική παλέτα λόγω διαφορετικών τιμών. Τα επίπεδα του Ca των εδαφών στην ευρύτερη περιοχή ανήκουν στο εύρος τιμών 800-2800 mg/kg. Λαμβάνοντας υπόψη και τα 3 στοιχεία των ανταλλάξιμων ιόντων στο έδαφος (K, Na, Ca) φαίνεται οι αγροί της περιοχής Στύλος διατηρούν ομοιόμορφες τιμές ακόμη και σε αγρούς που συνορεύουν, εκτός από τα σημεία δειγματοληψίας 31 και 44 στα οποία φαίνεται η χρήση διαφορετικής λιπαντικής τακτικής.
Ο εδαφολογικός χάρτης του ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου των εδαφών (Εδαφ. Χαρτ. 18), παρουσιάζει όμοιες τιμές σε ολόκληρη την περιοχή (0-20g%) εκτός από τους αγρούς 31 και 44. Η οργανική ουσία των εδαφών της περιοχής Στύλος (Εδαφ. Χαρτ. 19) δείχνει μία ομοιομορφία στην χρωματική απεικόνιση των αγρών π.χ 24,26,28 και 30. Οι τιμές κυμαίνονται από 2-3g%. Και σε αυτήν την εδαφολογική

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

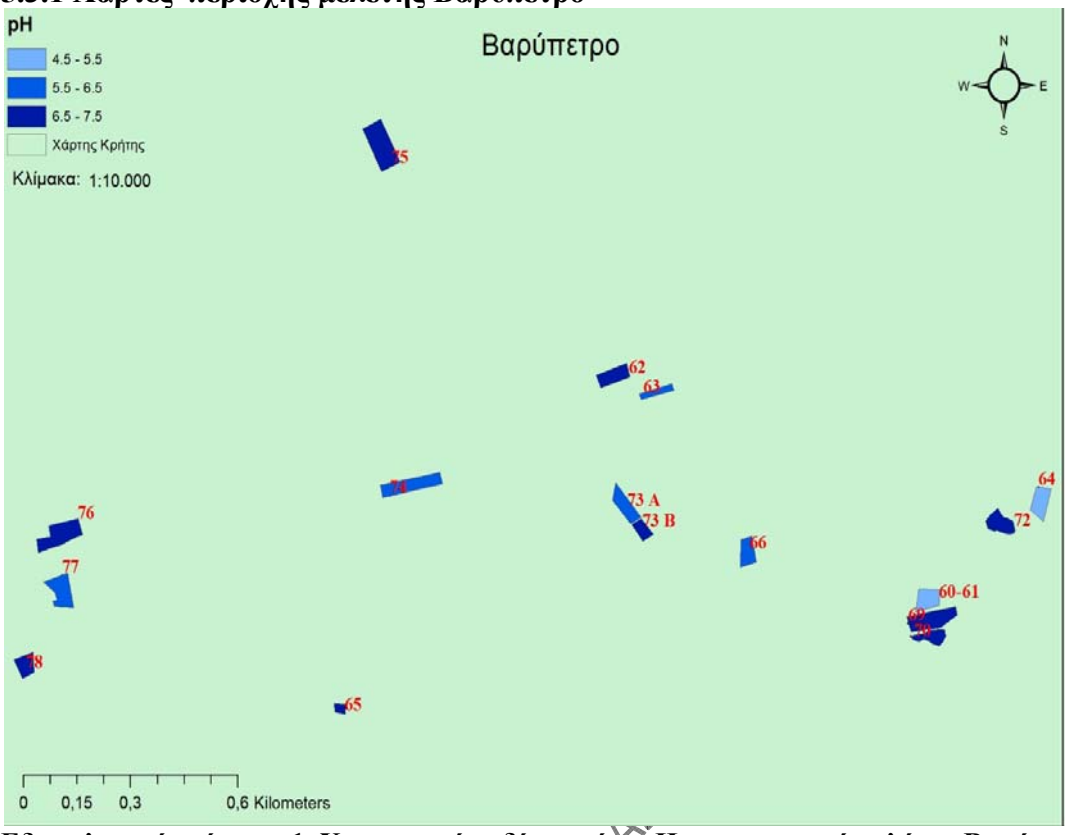
παράμετρο οι αγροί 31-44, 55-57 που συνορεύουν έχουν διαφορετικές τιμές οργανικής ουσίας. Έπειτα, η συγκέντρωση του νιτρικού αζώτου των εδαφών της περιοχής Στύλος (Εδαφ. Χαρτ. 20) ποικίλει και κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα (0-5 ppm-N) ενώ παρατηρείται μία ομοιότητα τιμών στους αγρούς 24,26,30 και 55, 57. Το αφομοιώσιμο φώσφορο των εδαφών (Εδαφ. Χαρτ. 21) συναντάται σε διαφορετικές τιμές συνολικά στην περιοχή Στύλος. Τα αγροτεμάχια 31-44, 38-40 και 55-57 που συνορεύουν έχουν όμοιες τιμές σε φώσφορο, οι οποίες συνολικά ανήκουν σε διαφορετική χρωματική παλέτα τιμών. Η εξάπλωση του P είναι έντονη στην περιοχή Στύλος και αυτό διακρίνεται λόγω των ποικίλων χρωματικών πεδίων στην περιοχή. Τέλος ο χάρτης της συγκέντρωσης του ολικού αζώτου των εδαφών της περιοχής (Εδαφ. Χαρτ. 22), φανερώνει αγρούς 24-26, 31-44, 55-57 με όμοιες χρωματικές παλέτες τιμών. Η εξάπλωση του ολικού αζώτου είναι αρκετά έντονη στην περιοχή Στύλος και αυτό φαίνεται από τα ποικίλα χρωματικά πεδία στην περιοχή.

Αρμένοι

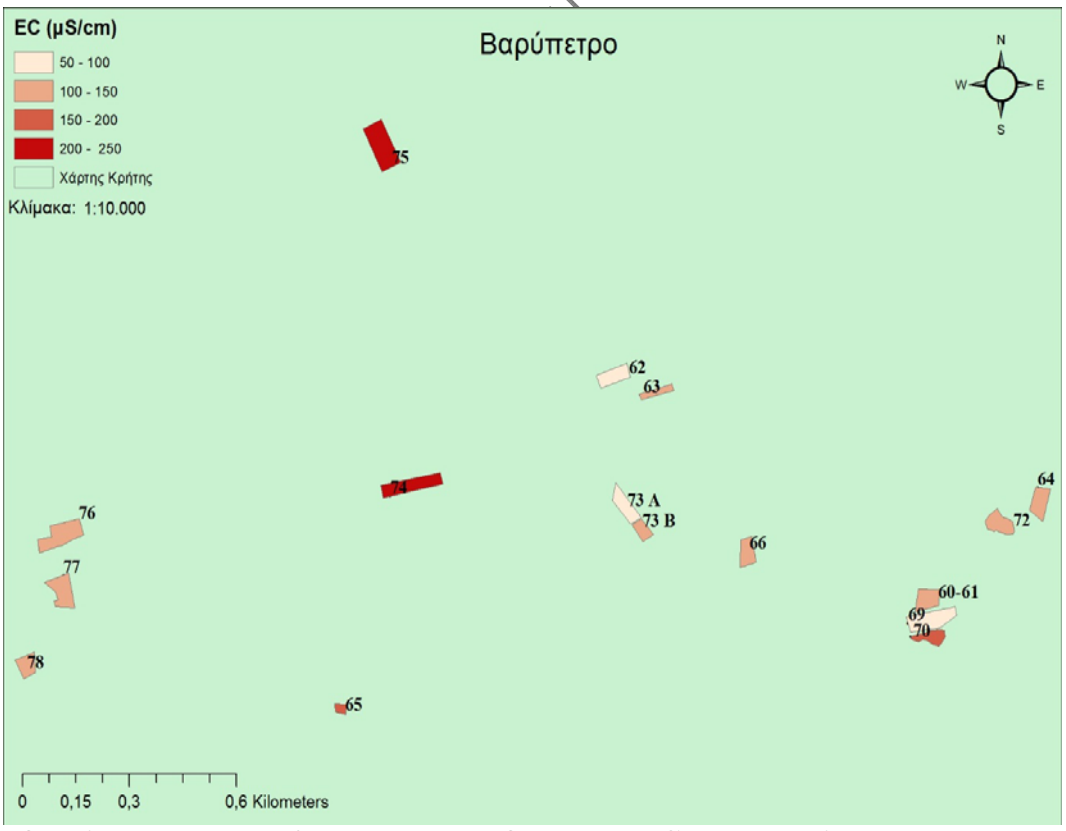
Στην περιοχή Αρμένοι τα σημεία δειγματοληψίας είναι 6 και είναι λιγότερα σε σχέση με τις περιοχές Βαρύπετρο και Στύλο. Ξεκινώντας από τις τιμές του pH των εδαφών (Εδαφ. Χαρτ. 23) οι αγροί της περιοχής Αρμένοι απεικονίζουν αλκαλικά κυρίως εδάφη και οι τιμές ποικίλουν στην περιοχή. Οι αγροί 33 και 51-53 που είναι γειτονικοί ανήκουν σε διαφορετικά χρωματικά πεδία. Ο χάρτης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας των εδαφών (Εδαφ. Χαρτ. 24) διατηρεί ανόμοιες τιμές ακόμη και στους αγρούς 33 και 51-53. Ο εδαφολογικός χάρτης της μηχανικής σύστασης (Εδαφ. Χαρτ. 25) απεικονίζει εδάφη μέσης σύστασης ή πηλώδη σε ολόκληρη την περιοχή Αρμένοι. Το ανταλλάξιμο κάλιο των εδαφών (Εδαφ. Χαρτ. 26) παρουσιάζει ανόμοιες τιμές στους αγρούς 33 και 51-53. Το ίδιο φαινόμενο συναντάται και στα δύο υπόλοιπα στοιχεία του νατρίου (Εδαφ. Χαρτ. 27) και του ασβεστίου στα εδάφη αυτά (Εδαφ. Χαρτ. 28). Οι χρωματικές παλέτες διαφέρουν ακόμη και στους γειτονικούς αγρούς 33 και 51-53. Ο εδαφολογικός χάρτης του ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου των εδαφών (Εδαφ. Χαρτ. 29) παρουσιάζει τις μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με τις περιοχές Βαρύπετρο και Στύλο. Τα όρια των τιμών ποικίλουν από 1 έως 60 g% και τα χρωματικά πεδία δείχνουν την τεράστια διαφορά στις συγκεντρώσεις στην περιοχή. Η οργανική ουσία (Εδαφ. Χαρτ. 30) ποικίλει στην περιοχή Αρμένοι και οι τιμές ξεκινούν από 3g% και φτάνουν τα 7 g%. Τα αγροτεμάχια 33, και 51-53 εμφανίζουν μία σχετική ομοιομορφία μεταξύ τους, κρίνοντας από τα χρωματικά πεδία του χάρτη. Στη συνέχεια ο χάρτης με τις τιμές του νιτρικού αζώτου των εδαφών (Εδαφ. Χαρτ. 31) δείχνει μια σχετική ομοιομορφία μεταξύ των αγρών 33, και 51-53. Ακόμη, τα επίπεδα του αφομοιώσιμου φωσφόρου των εδαφών (Εδαφ. Χαρτ. 32) απεικονίζουν ανόμοιες τιμές στα σημεία δειγματοληψίας 33, και 51-53. Τέλος το ολικό άζωτο (Εδαφ. Χαρτ. 33) απεικονίζει όμοιες σχετικά τιμές στους αγρούς 33, και 51-53.

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

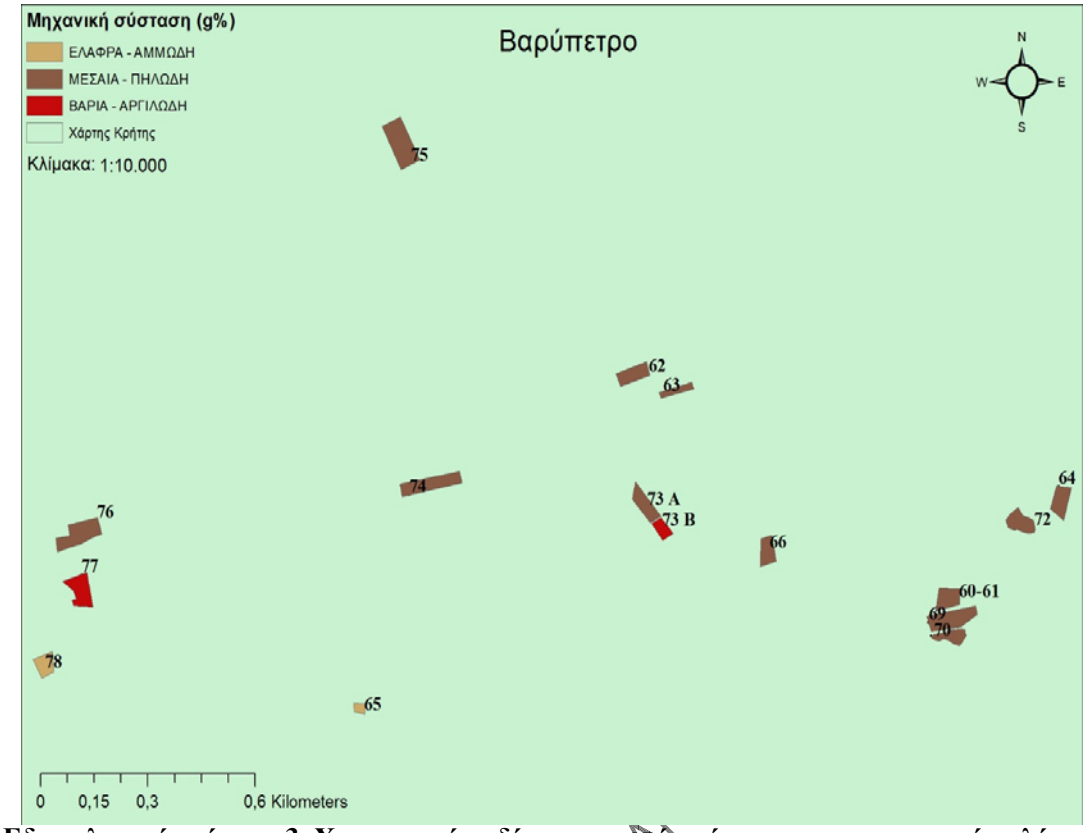
5.3.1 Χάρτες περιοχής μελέτης Βαρύπετρο



Εδαφολογικός χάρτης 1. Χρωματικά πεδία τιμών pH στην περιοχή μελέτης Βαρύπετρο

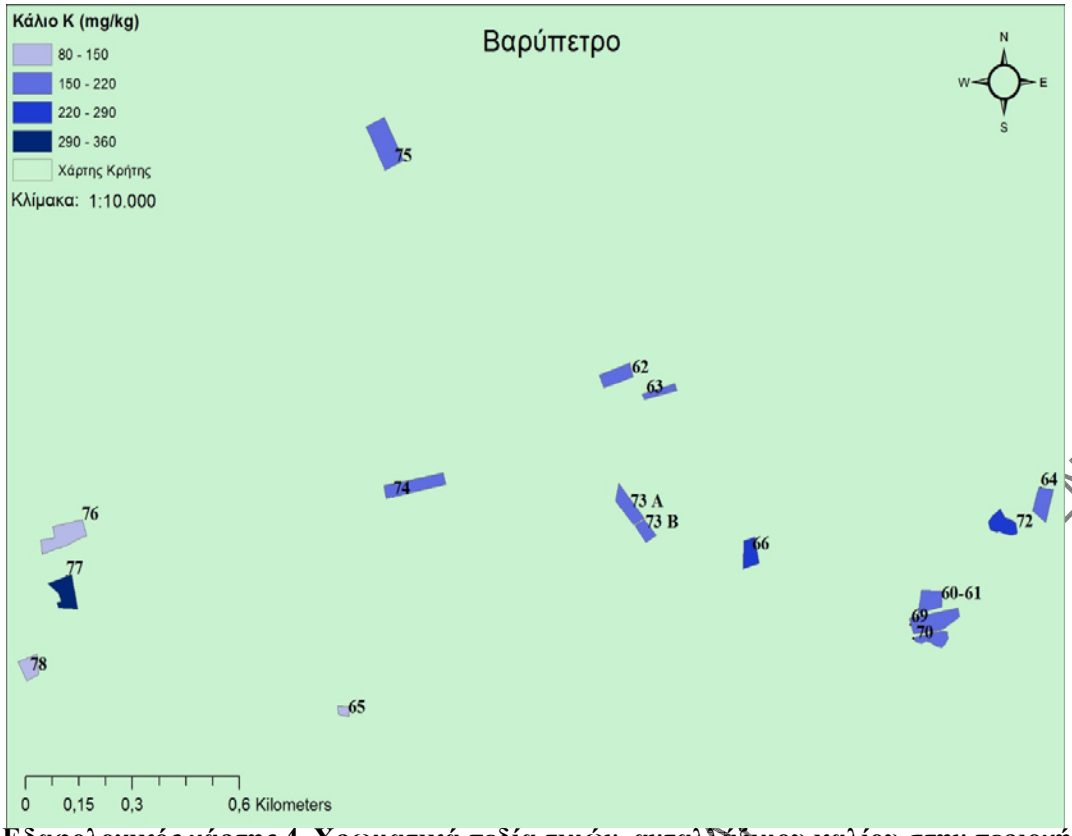


Εδαφολογικός χάρτης 2. Χρωματικά πεδία τιμών EC περιοχή μελέτης Βαρύπετρο

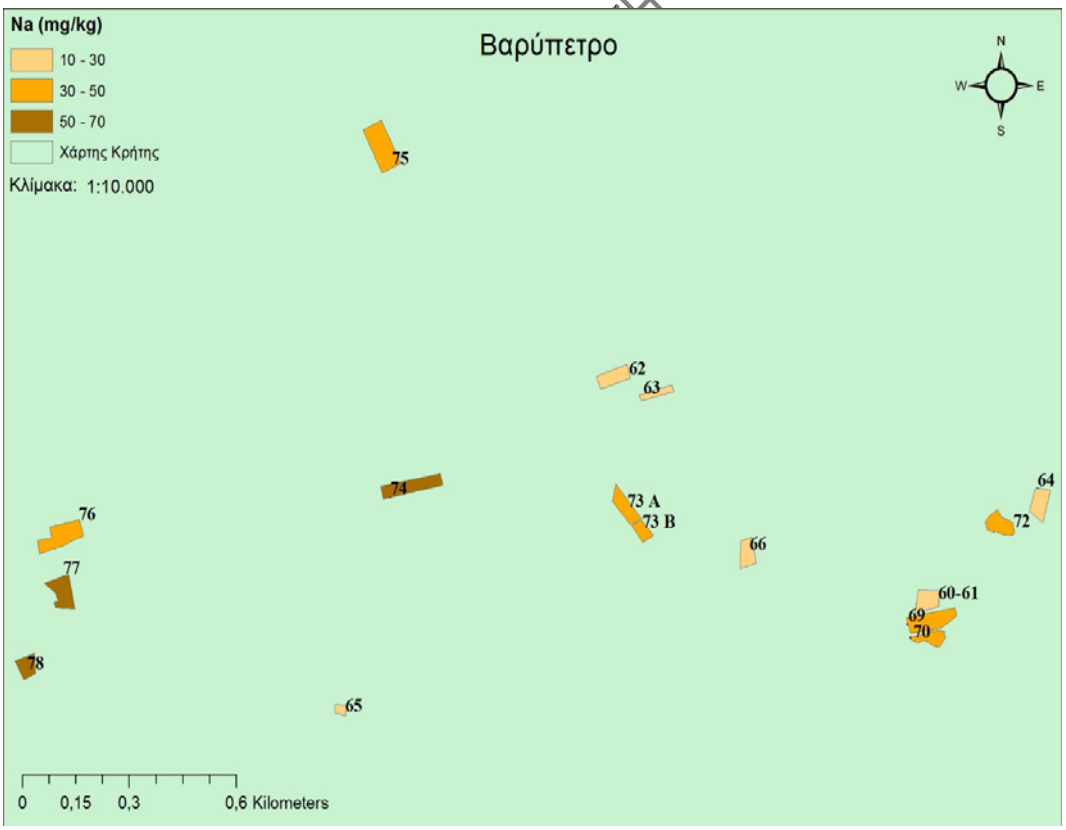


Εδαφολογικός χάρτης 3. Χρωματικά πεδία μηχανικής σύστασης στην περιοχή μελέτης Βαρύπετρο

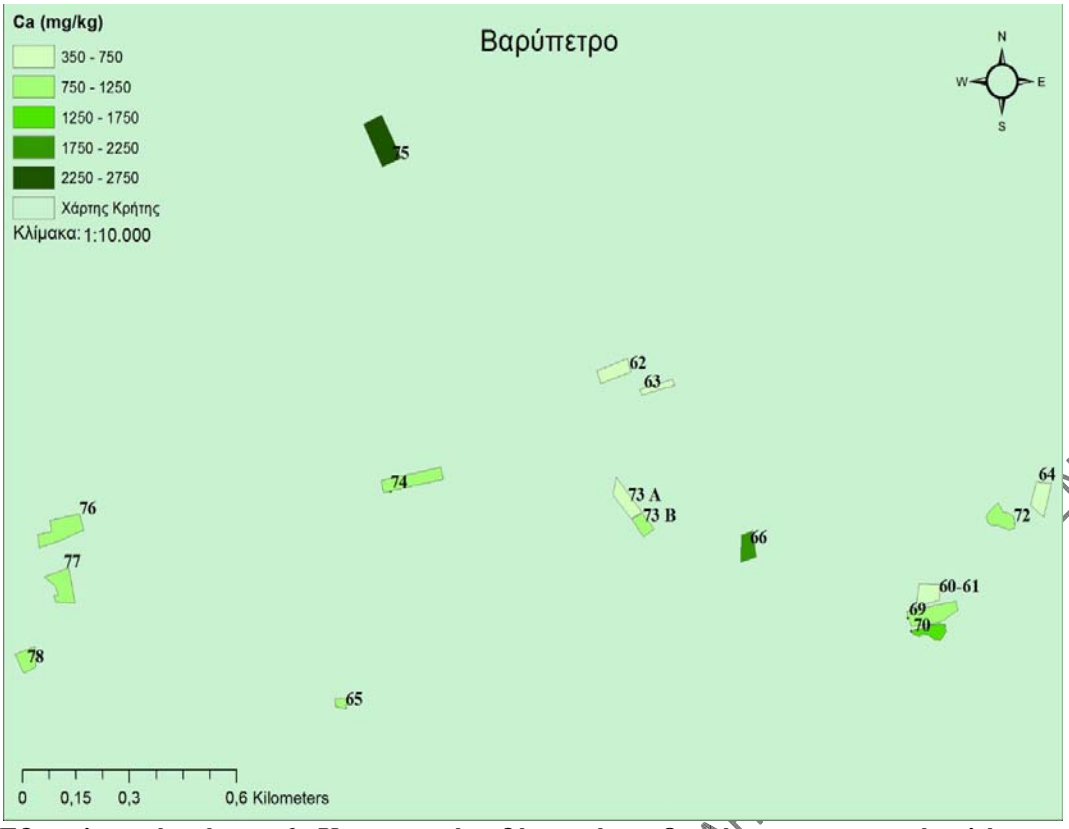
ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΑΔΔ



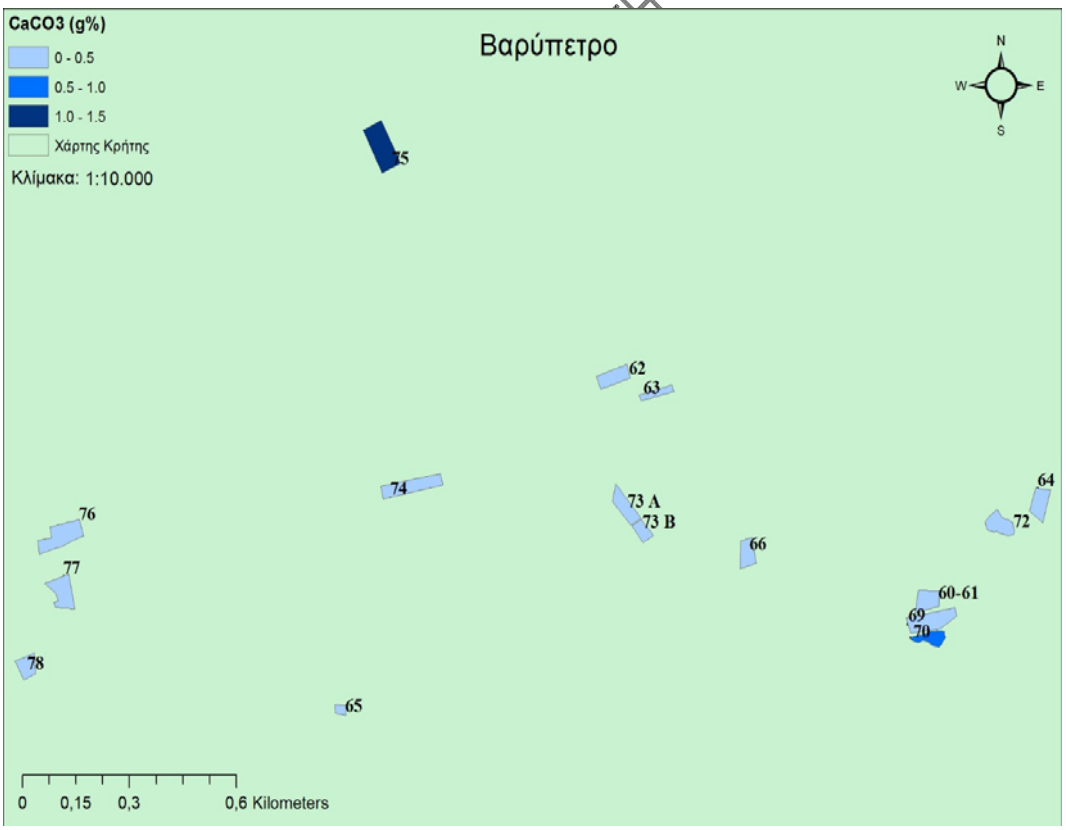
Εδαφολογικός χάρτης 4. Χρωματικά πεδία τιμών ανταλλάξιμου καλίου στην περιοχή μελέτης Βαρύπετρο



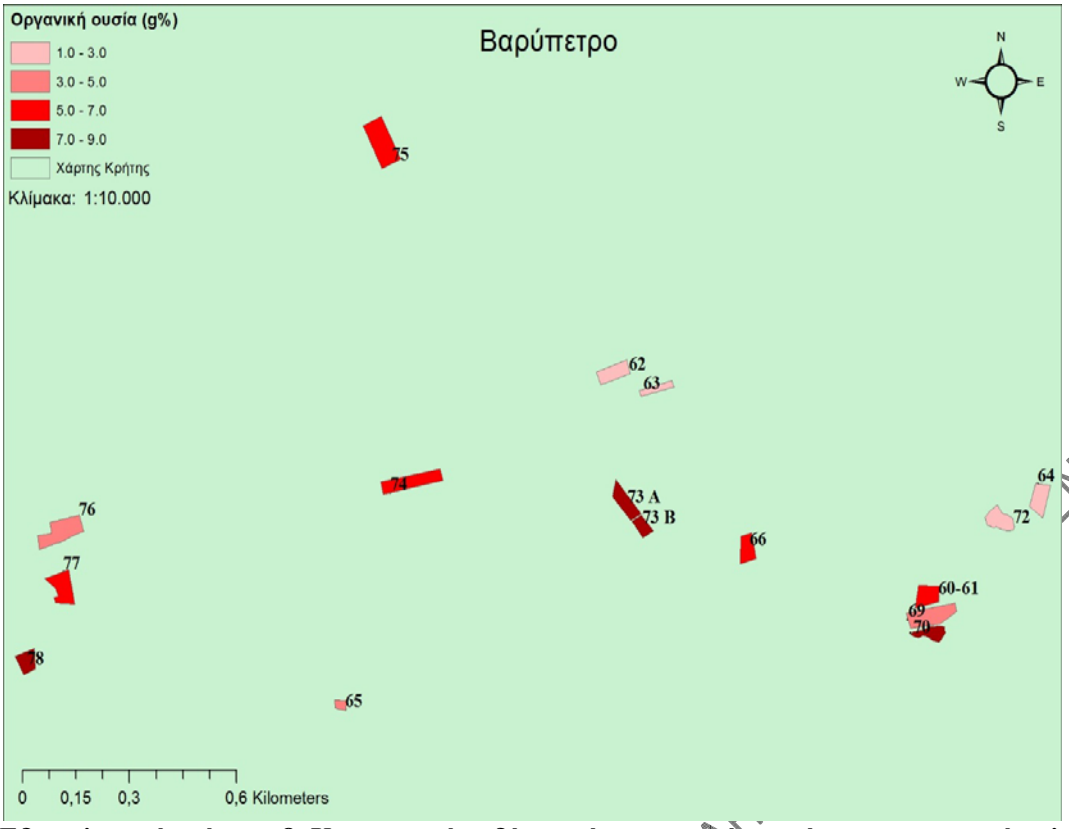
Εδαφολογικός χάρτης 5. Χρωματικά πεδία τιμών νατρίου στην περιοχή μελέτης Βαρύπετρο



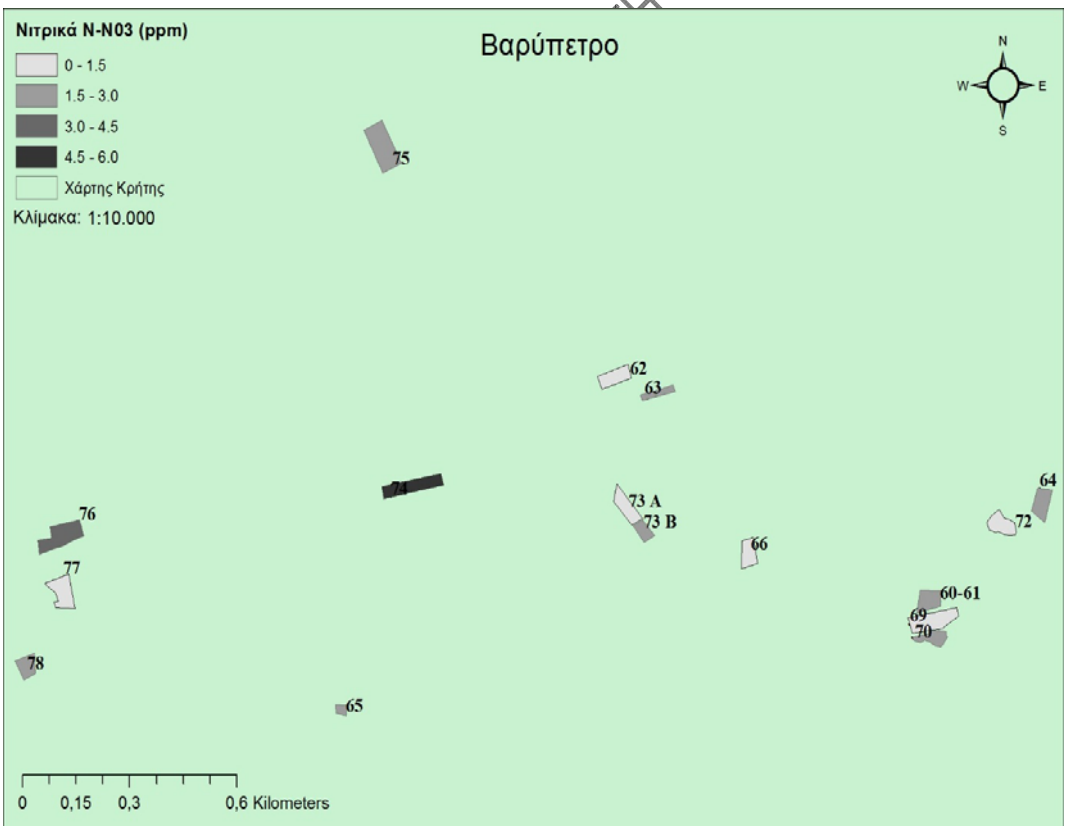
Εδαφολογικός χάρτης 6. Χρωματικά πεδία τιμών ασβεστίου στην περιοχή μελέτης Βαρύπετρο



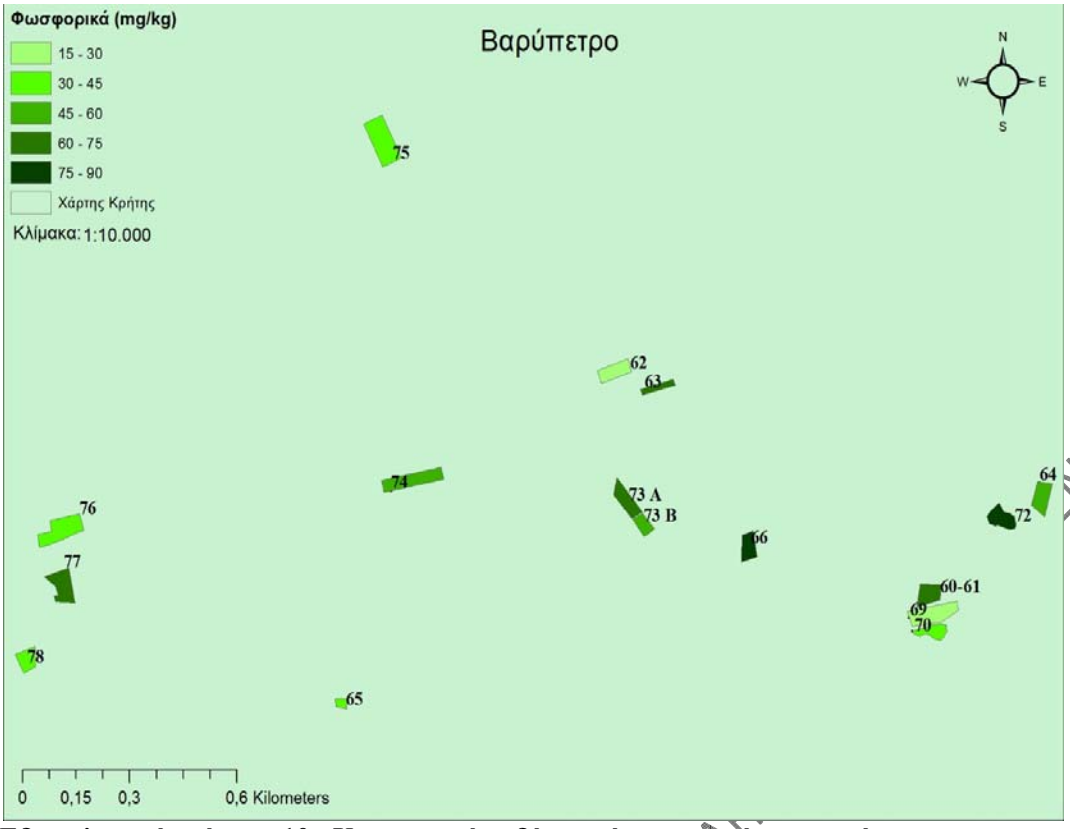
Εδαφολογικός χάρτης 7. Χρωματικά πεδία τιμών ανθρακικού ασβεστίου στην περιοχή μελέτης Βαρύπετρο



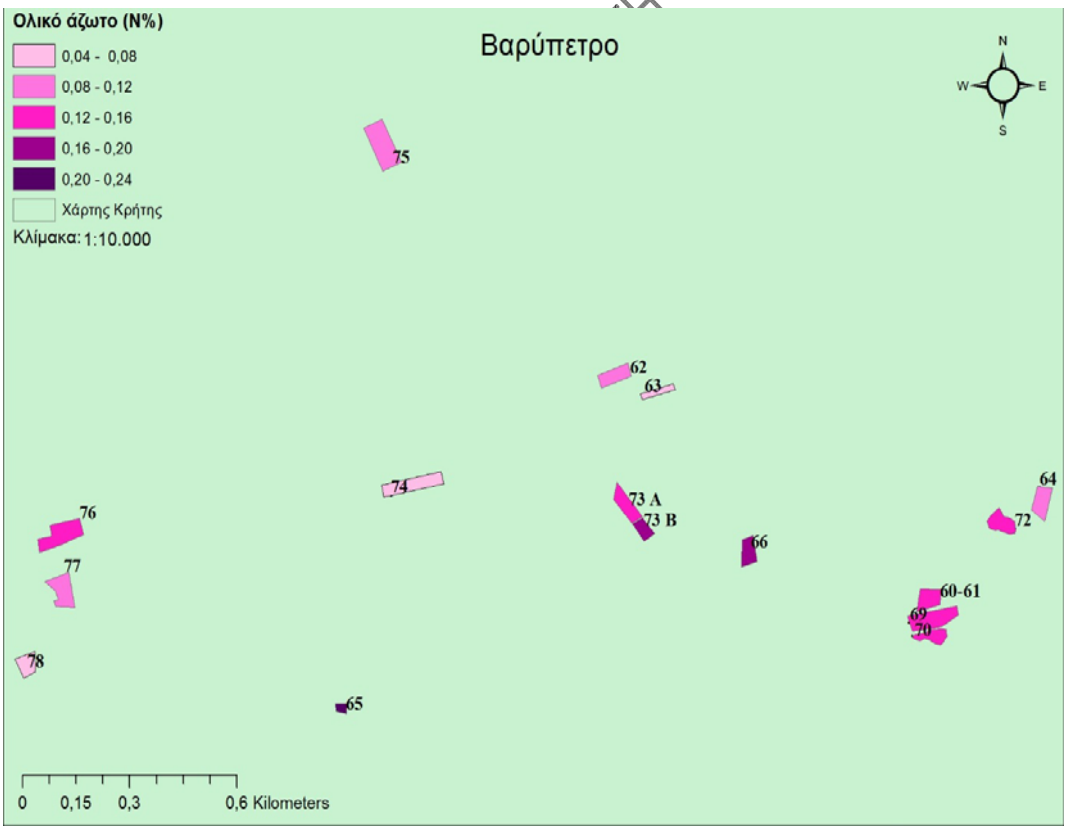
Εδαφολογικός χάρτης 8. Χρωματικά πεδία τιμών οργανικής ουσίας στην περιοχή μελέτης Βαρύπετρο



Εδαφολογικός χάρτης 9. Χρωματικά πεδία τιμών νιτρικού αζώτου στην περιοχή μελέτης Βαρύπετρο

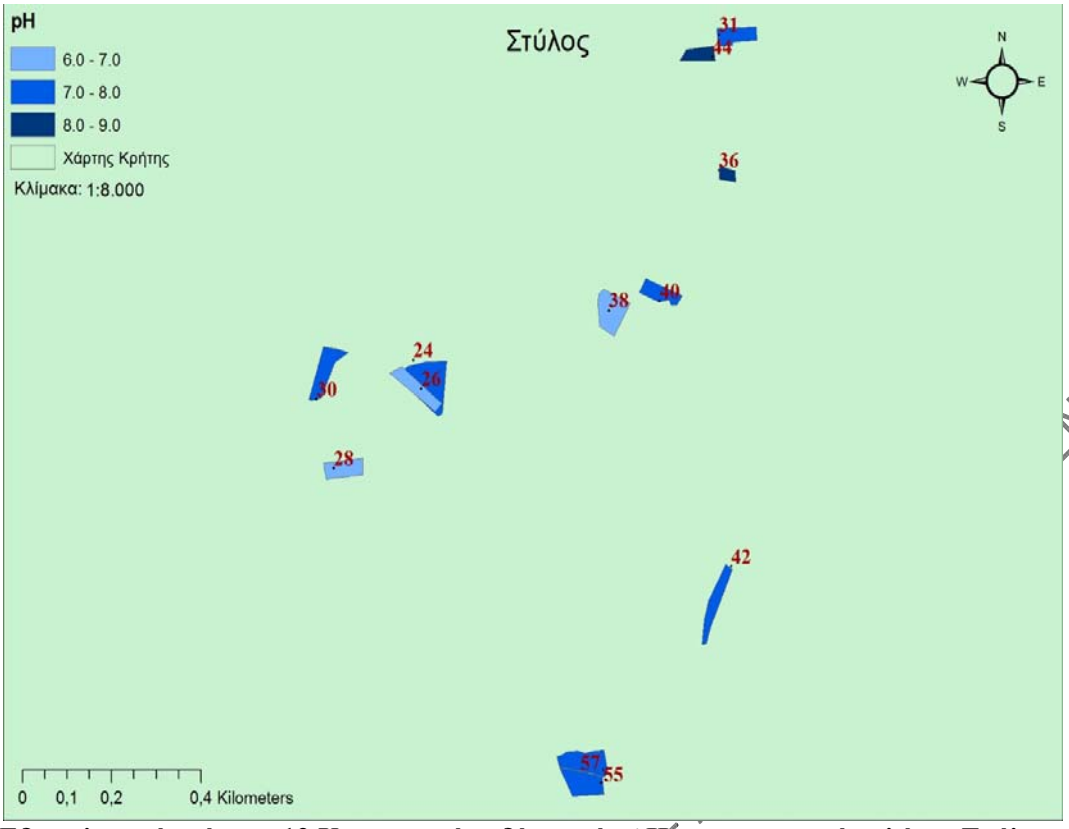


Εδαφολογικός χάρτης 10. Χρωματικά πεδία τιμών αφομοιώσιμου φώσφορου στην περιοχή μελέτης Βαρύπετρο

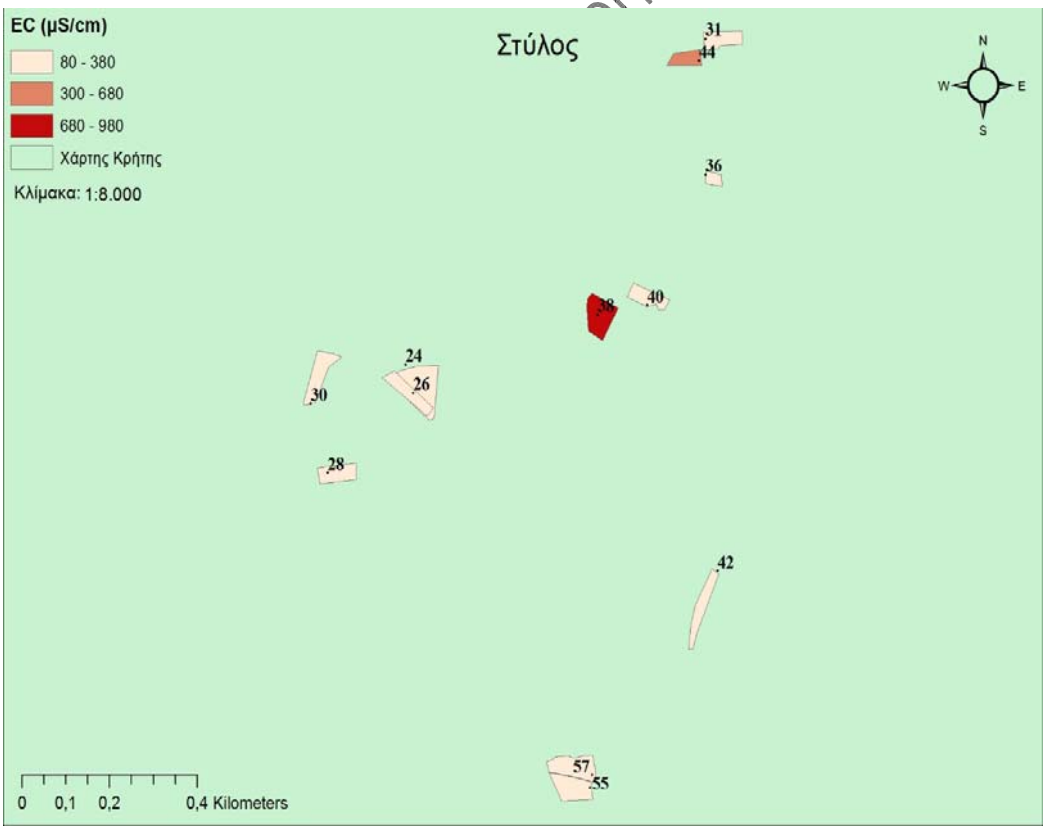


Εδαφολογικός χάρτης 11. Χρωματικά πεδία τιμών ολικού αζώτου στην περιοχή μελέτης Βαρύπετρο

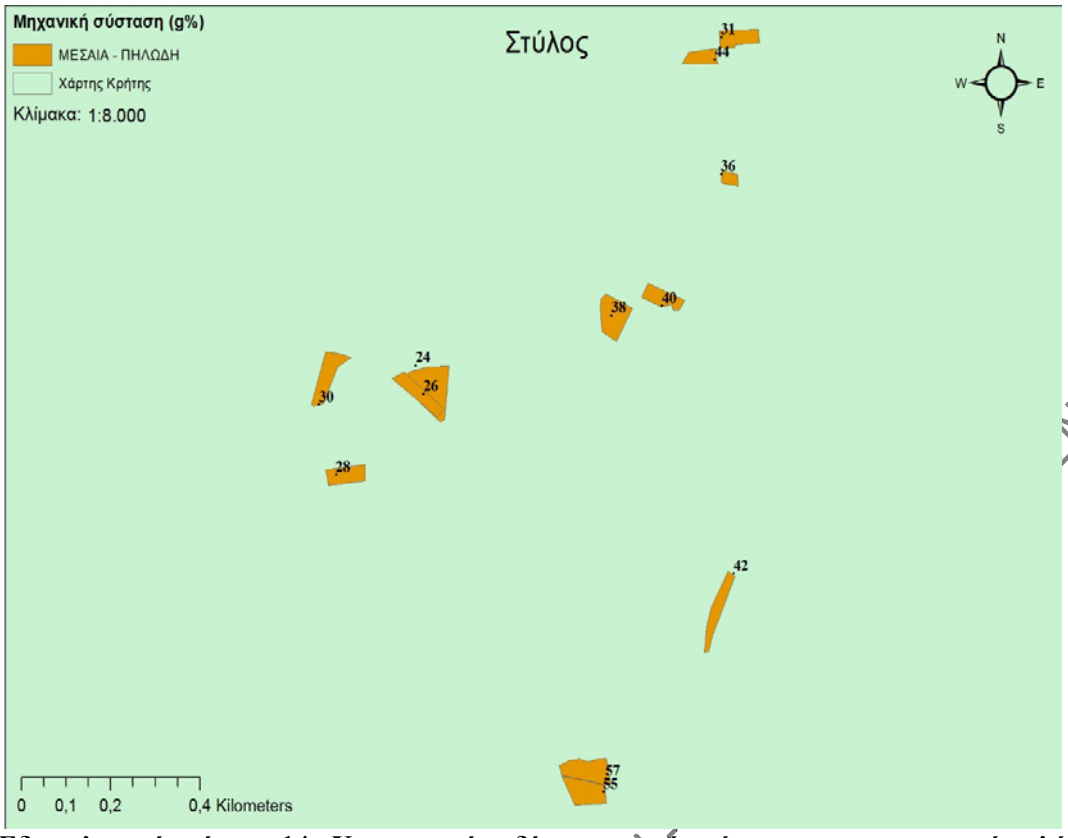
5.3.2 Χάρτες Στύλου



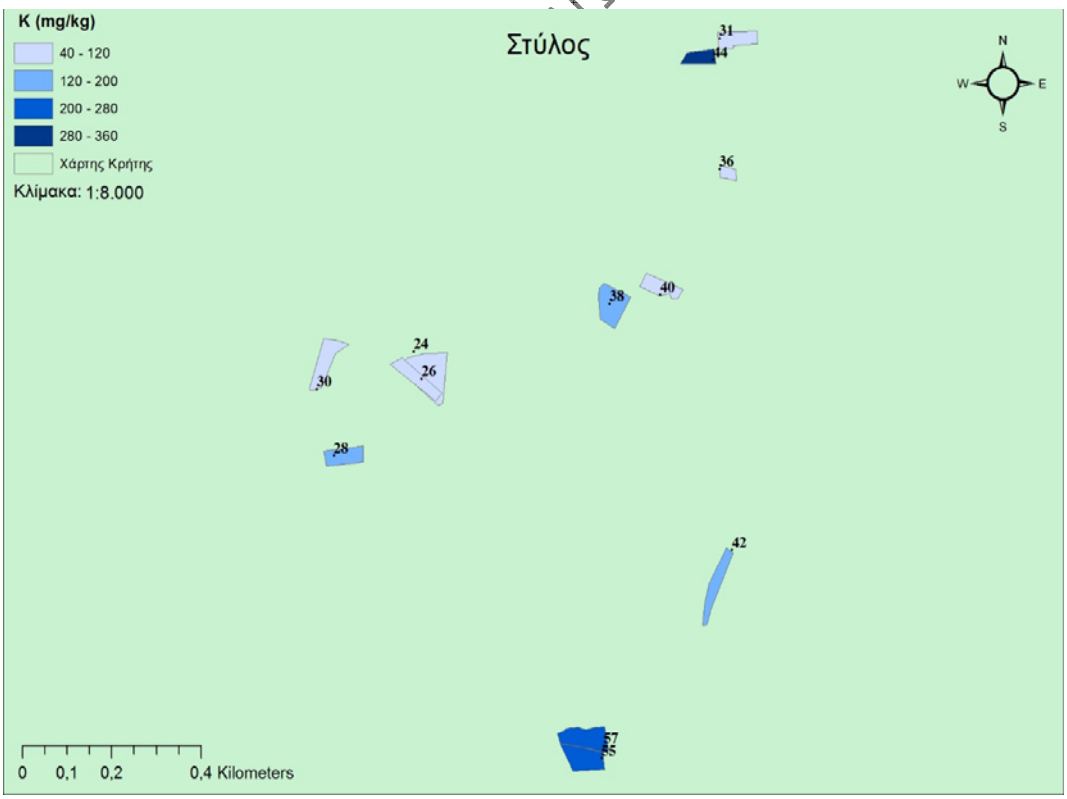
Εδαφολογικός χάρτης 12 Χρωματικά πεδία τιμών pH΄ στην περιοχή μελέτης Στύλος



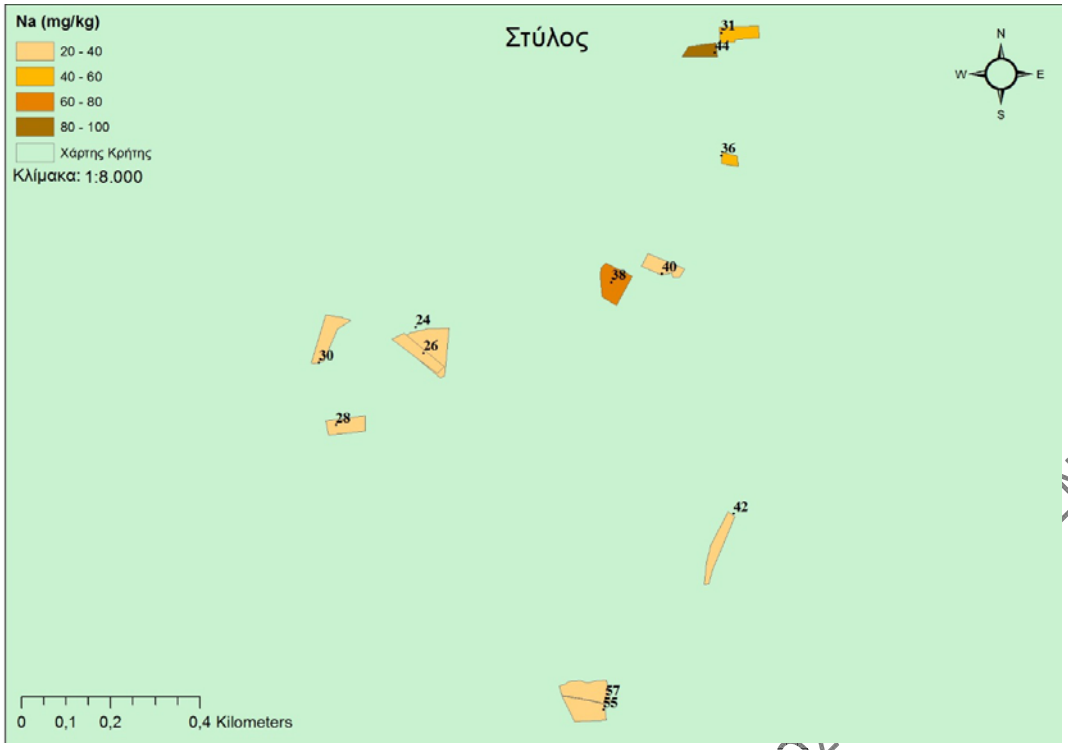
Εδαφολογικός χάρτης 13. Χρωματικά πεδία τιμών ηλεκτρικής αγωγιμότητας στην περιοχή μελέτης Στύλος



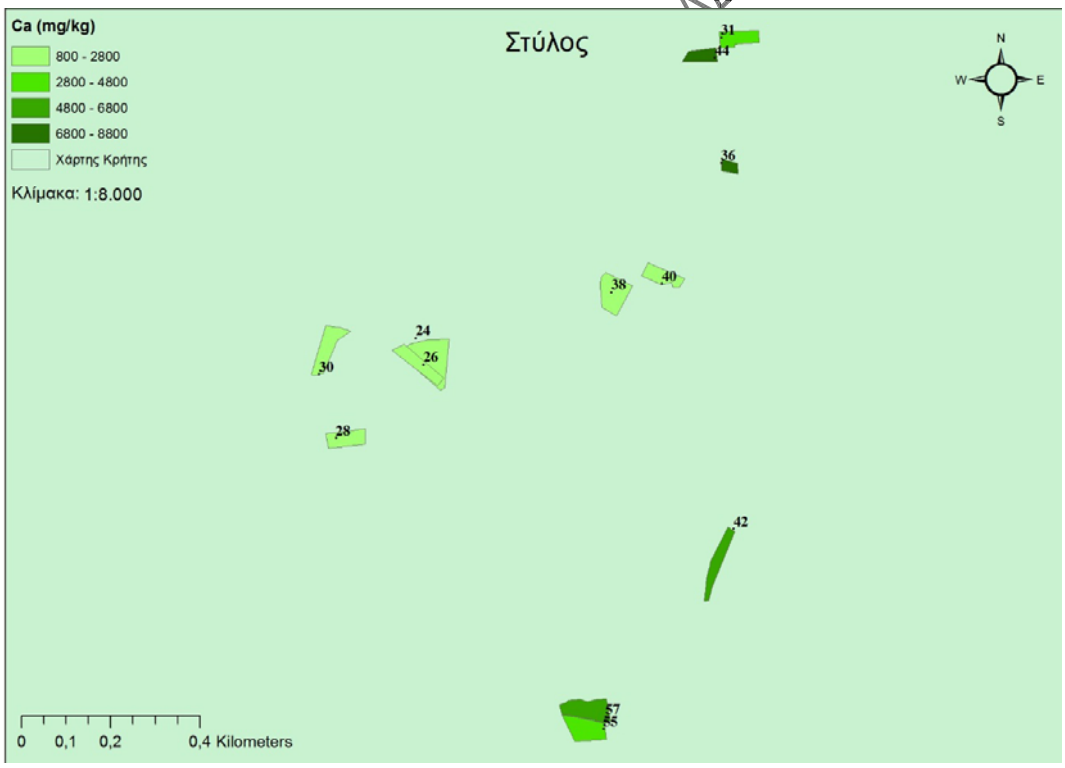
Εδαφολογικός χάρτης 14. Χρωματικά πεδία μηχανικής σύστασης στην περιοχή μελέτης Στύλος



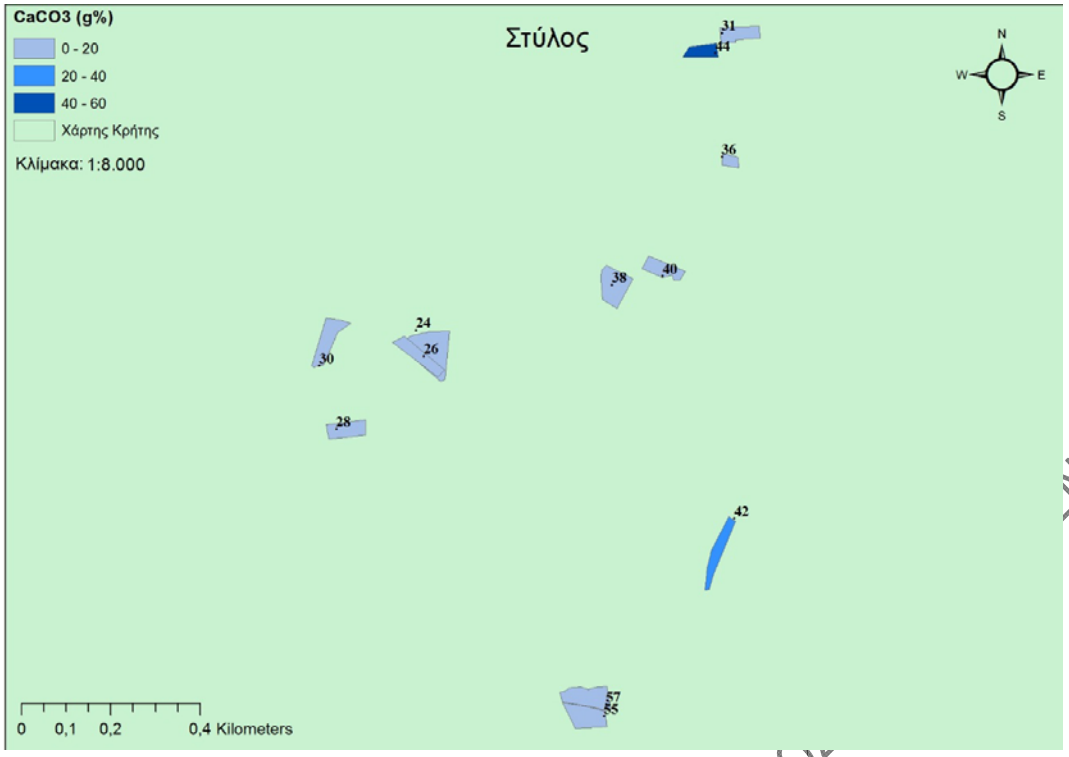
Εδαφολογικός χάρτης 15. Χρωματικά πεδία τιμών ανταλλάξιμου καλίου στην περιοχή μελέτης Στύλος



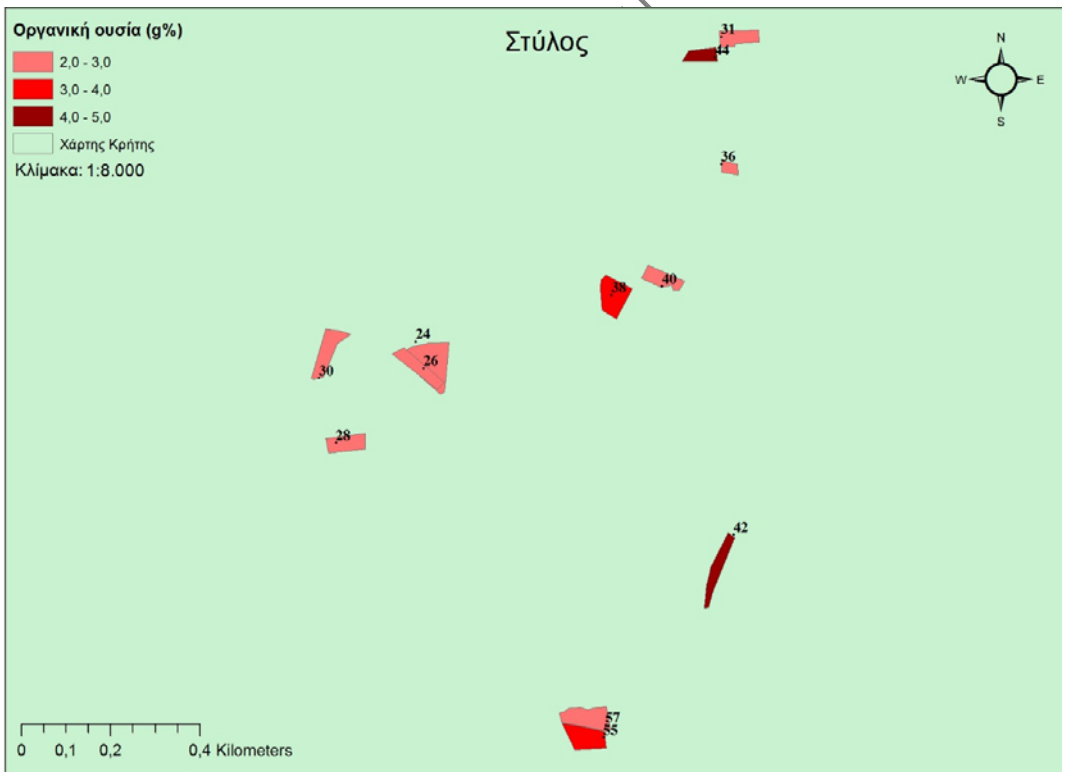
Εδαφολογικός χάρτης 16. Χρωματικά πεδία τιμών νατρίου στην περιοχή μελέτης Στύλος



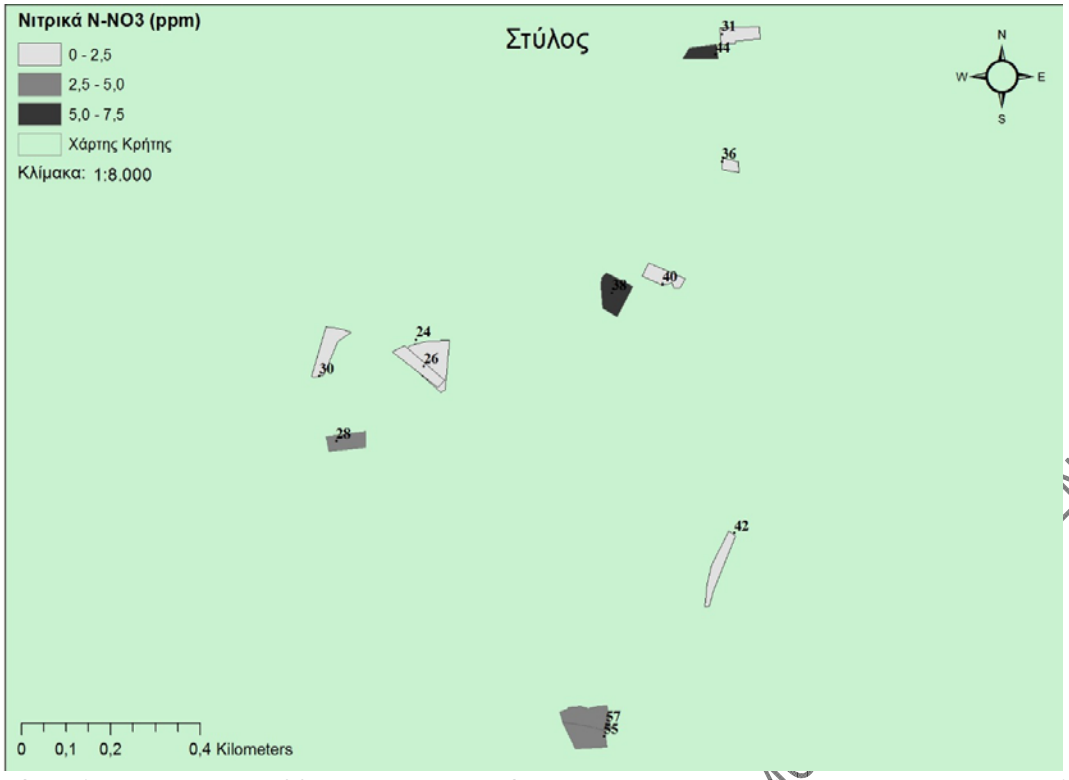
Εδαφολογικός χάρτης 17. Χρωματικά πεδία τιμών ασβεστίου στην περιοχή μελέτης Στύλος



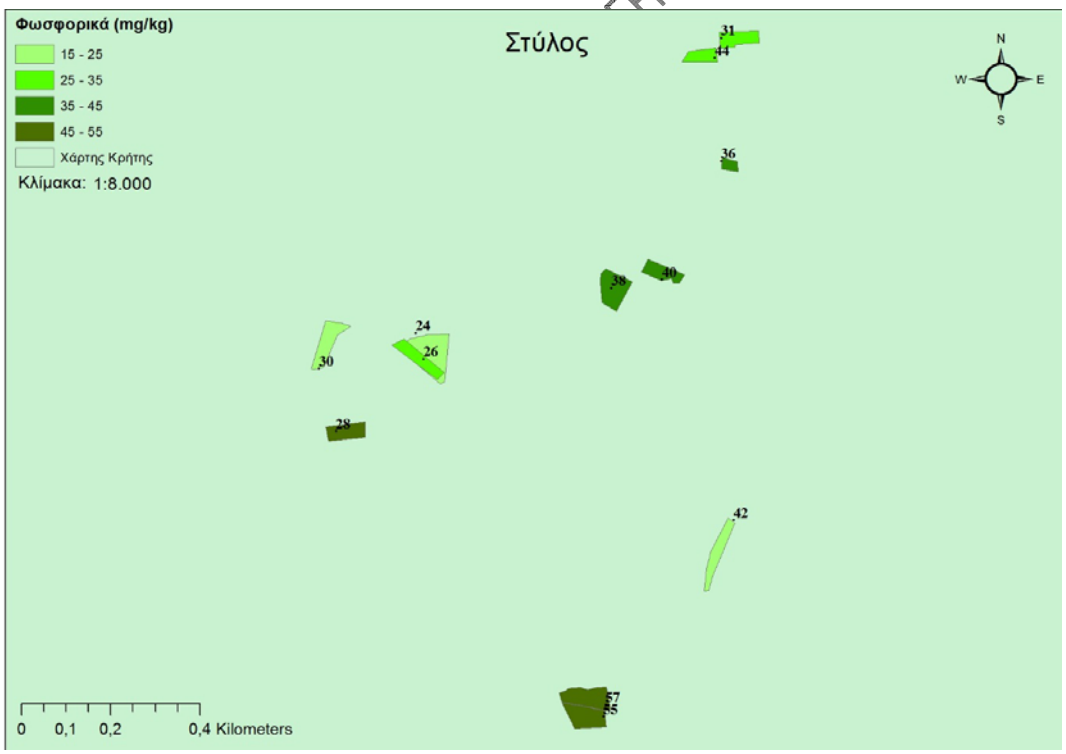
Εδαφολογικός χάρτης 18. Χρωματικά πεδία τιμών ανθρακικού ασβεστίου στην περιοχή μελέτης Στύλος



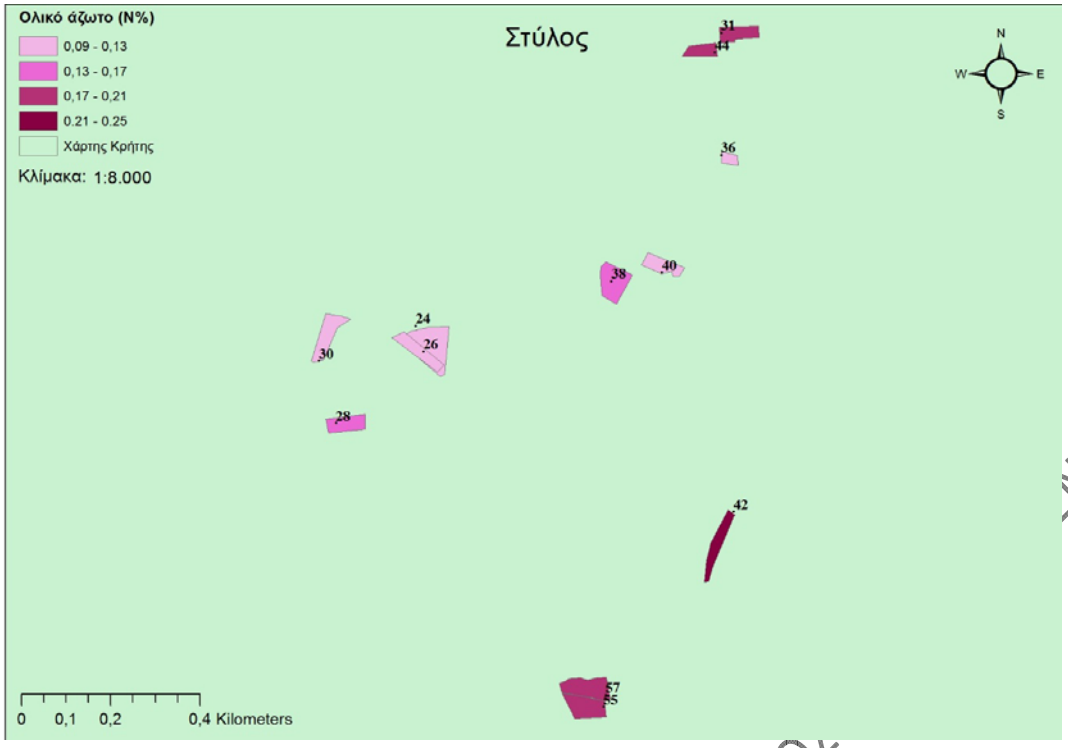
Εδαφολογικός χάρτης 19. Χρωματικά πεδία τιμών οργανικής ουσίας στην περιοχή μελέτης Στύλος



Εδαφολογικός χάρτης 20. Χρωματικά πεδία τιμών νιτρικού αζώτου στην περιοχή μελέτης Στύλος



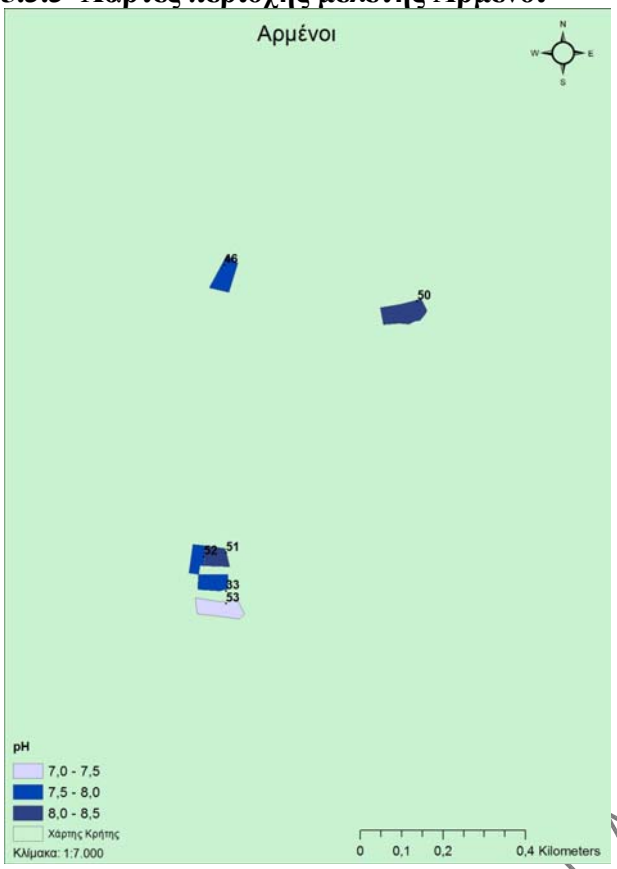
Εδαφολογικός χάρτης 21. Χρωματικά πεδία τιμών αφομοιώσιμου φώσφορου στην περιοχή μελέτης Στύλος



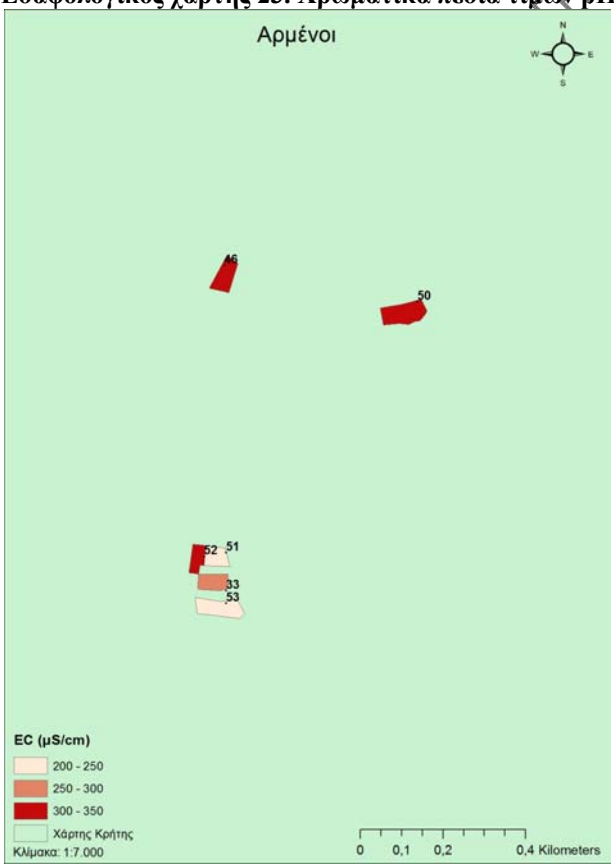
Εδαφολογικός χάρτης 22. Χρωματικά πεδία τιμών ολικού αζώτου στην περιοχή μελέτης Στύλος

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ

5.3.3 Χάρτες περιοχής μελέτης Αρμένοι

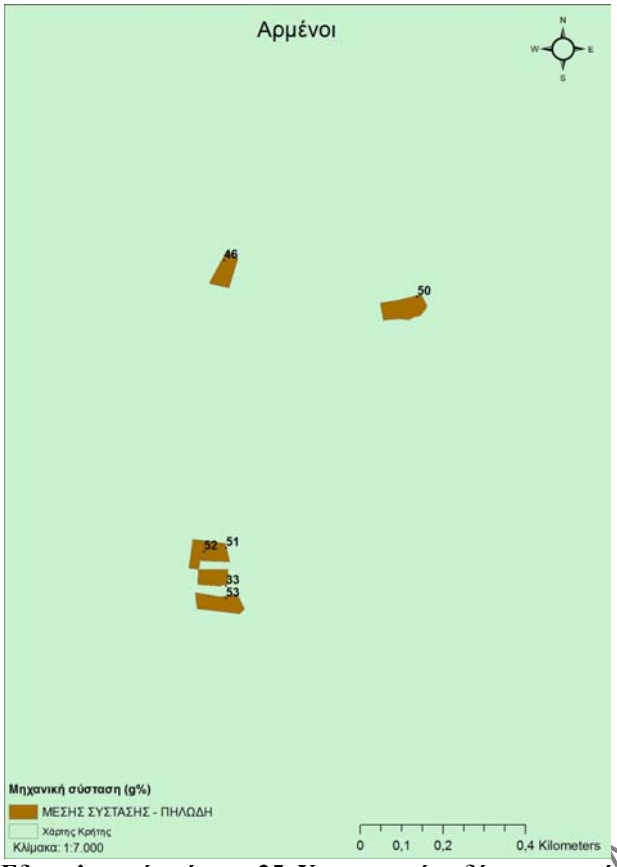


Εδαφολογικός χάρτης 23. Χρωματικά πεδία τιμών pH στην περιοχή μελέτης Αρμένοι



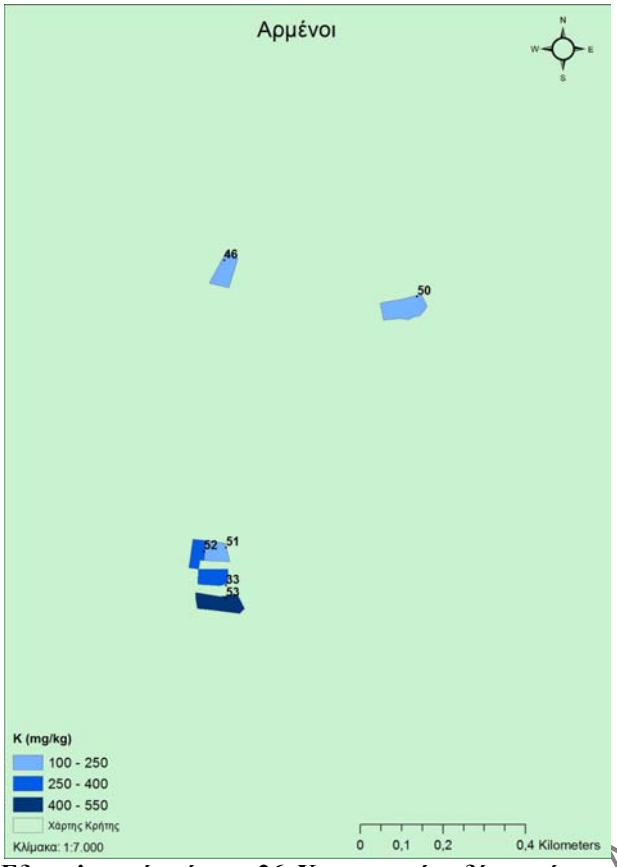
Εδαφολογικός χάρτης 24. Χρωματικά πεδία τιμών ηλεκτρικής αγωγιμότητας στην περιοχή μελέτης Αρμένοι

ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ



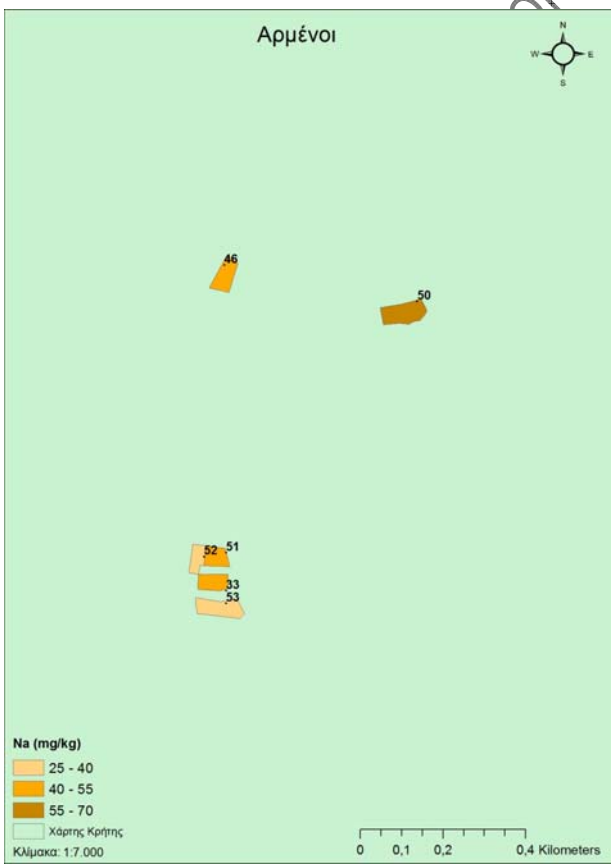
Εδαφολογικός χάρτης 25. Χρωματικά πεδία μηχανικής σύσταση στην περιοχή μελέτης Αρμένοι

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

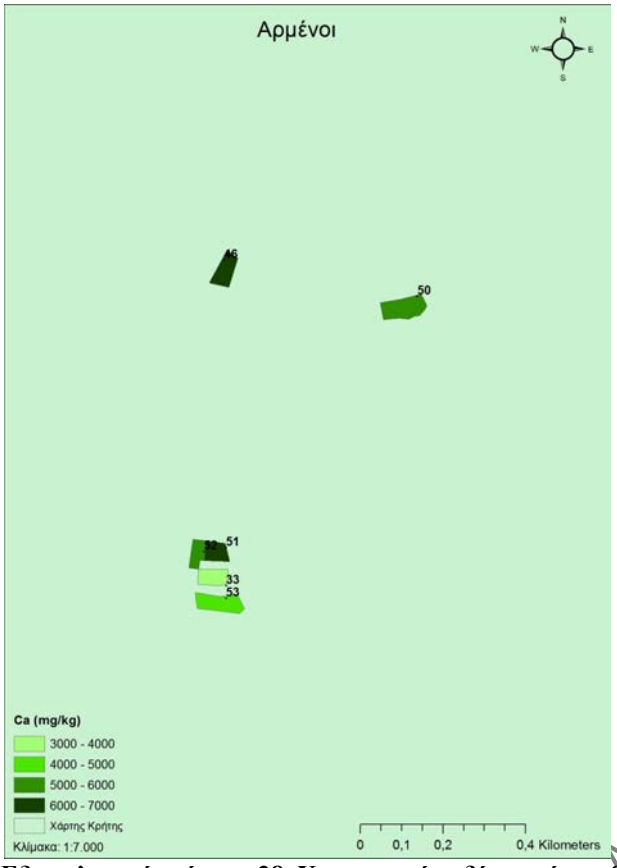


Εδαφολογικός χάρτης 26. Χρωματικά πεδία τιμών αγταλλάξιμου καλίου στην περιοχή μελέτης Αρμένοι

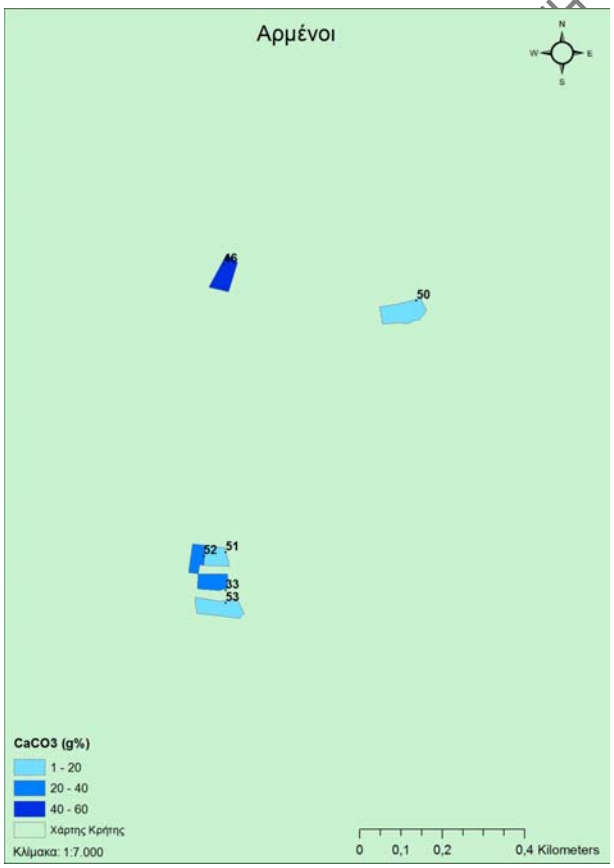
ΟΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ



Εδαφολογικός χάρτης 27. Χρωματικά πεδία τιμών νατρίου στην περιοχή μελέτης Αρμένοι

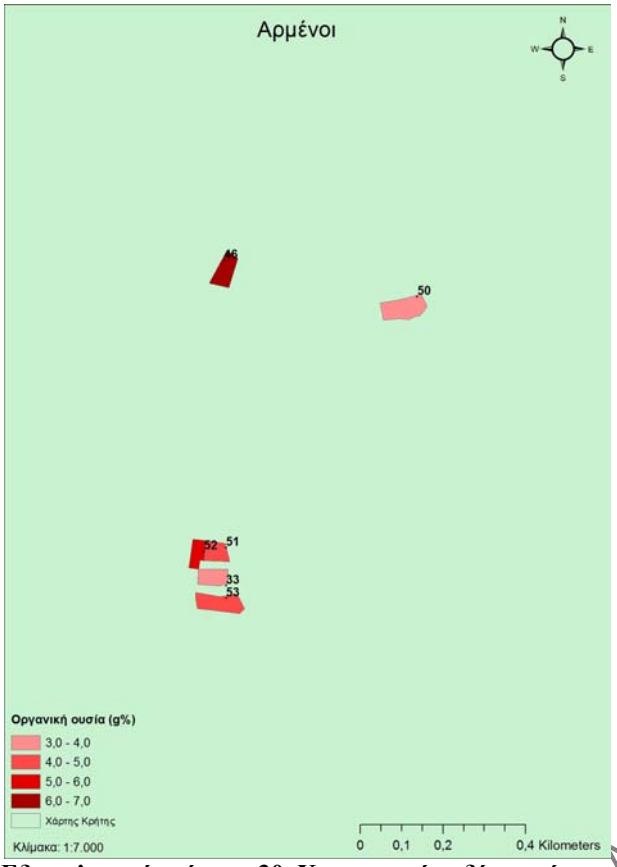


Εδαφολογικός χάρτης 28. Χρωματικά πεδία τιμών ασβεστίου στην περιοχή μελέτης Αρμένοι

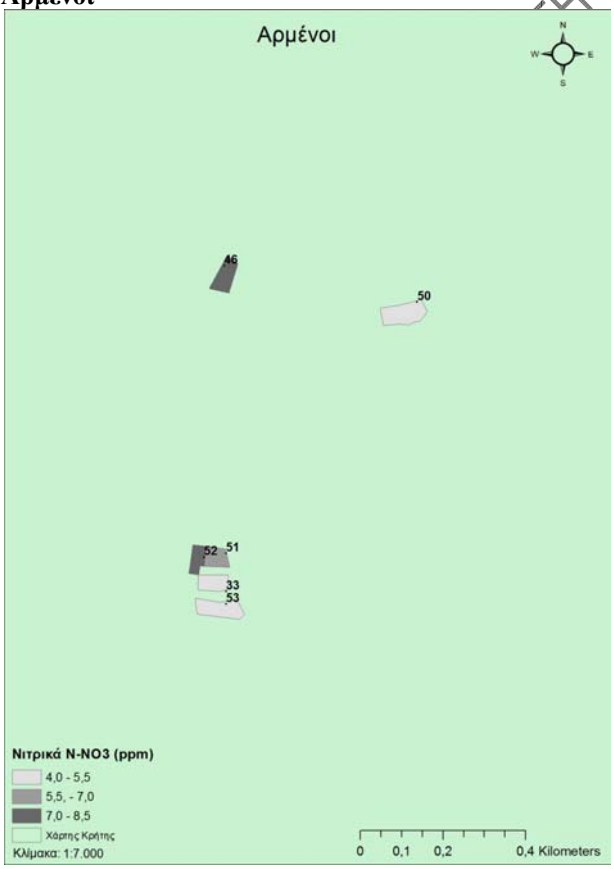


Εδαφολογικός χάρτης 29. Χρωματικά πεδία τιμών ανθρακικού ασβεστίου στην περιοχή μελέτης Αρμένοι

Η ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ



Εδαφολογικός χάρτης 30. Χρωματικά πεδία τιμών οργανικής ουσίας στην περιοχή μελέτης Αρμένοι

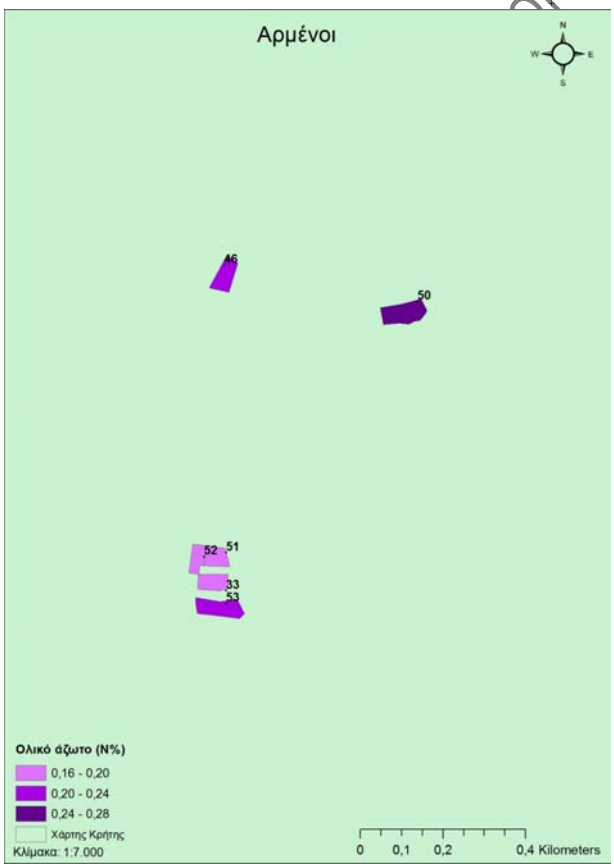


Εδαφολογικός χάρτης 31. Χρωματικά πεδία τιμών νιτρικού αζώτου στην περιοχή μελέτης Αρμένοι

ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Εδαφολογικός χάρτης 32. Χρωματικά πεδία τιμών αφομοιώσιμου φώσφορου στην περιοχή μελέτης Αρμένοι

ΟΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ



Εδαφολογικός χάρτης 33. Χρωματικά πεδία τιμών ολικού αζώτου στην περιοχή μελέτης Αρμένοι

Κεφάλαιο 6

6.1 Παρατηρήσεις - Συμπεράσματα

Στους αγρούς των περιοχών δειγματοληψίας δεν υπήρχε η δυνατότητα γνώσης του ιστορικού των καλλιεργειών. Ακόμα η δειγματοληψία στις περιοχές Βαρύπετρο και Αρμένοι όπως έχει επισημανθεί έλαβε μέρος μονάχα στο ενδιάμεσο των δέντρων των αγρών. Από την περιοχή του Στύλου πάρθηκαν δείγματα και από την κόμη των δέντρων με στόχο την σύγκριση τιμών αυτών με την ενδιάμεση κατάσταση του αγρού.

Γνωρίζοντας τα παραπάνω στοιχεία για τα εδάφη και έχοντας μελετήσει τα αποτελέσματα των αναλύσεων προκύπτει ότι:

1) Το pH τον εδαφικών δειγμάτων είναι σε επιθυμητό επίπεδο και για τις 3 περιοχές (Στύλο, Βαρύπετρο και Αρμένοι). Κυμαίνεται από 5,5 έως 8 και συμβαδίζει με τις βιβλιογραφικές αναφορές. [16] [17]
2) Η ηλεκτρική αγωγιμότητα των εδαφών των περιοχών Αρμένοι και Στύλος είναι υψηλή και της περιοχής Βαρύπετρο μέτρια. Η υψηλή EC είναι δείκτης λίπανσης των καλλιεργειών με ποικίλα είδη λιπασμάτων.
3) Το μεγαλύτερο ποσοστό των εδαφών ανήκουν στα μέσης σύστασης ή πηλώδη εδάφη που τα χαρακτηρίζει καλή συγκράτηση θρεπτικών στοιχείων. Τα εδάφη αυτά στα οποία καλλιεργούνται δέντρα αβοκάντο είναι ιδανικά σύμφωνα με τη βιβλιογραφική αναφορά. [7]
4) Τα επίπεδα του ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου των εδαφών κυμαίνονται από μηδενικές έως πολύ υψηλές τιμές : α) Περιοχή Στύλος: 0,05% έως 56% , β) Περιοχή Βαρύπετρο: 0,03% έως 1,4% και γ) Περιοχή Αρμένοι: 1,6 έως 53%.[18] Οι περιοχές Αρμένοι και Στύλος έχοντας ασβεστούχα εδάφη πιθανώς παρουσιάσουν πρόβλημα στην καλλιέργειά τους. Ωστόσο η περιοχή Βαρύπετρο αποτελείται από εδάφη μη ασβεστούχα τα οποία ι πιο κατάλληλα σύμφωνα με τη βιβλιογραφική αναφορά.
5) Το ποσοστό της οργανικής ουσίας των εδαφών και για τις 3 περιοχές μας ήταν πολύ μεγαλύτερο από το 2,5, ως αποτέλεσμα των παλαιότερων καλλιεργειών
6) Από τα ανταλλάξιμα κατιόντα του εδάφους (K, Na, Ca), οι συγκεντρώσεις του καλίου και του νατρίου ήταν σε χαμηλά επίπεδα. και η συγκέντρωση του ασβεστίου σε πολύ ψηλά επίπεδα
7) Το επίπεδο του νιτρικού αζώτου των εδαφών ήταν ανεπαρκής σε όλες τις περιοχές. [19]
8) Το αφομοιώσιμο φώσφορο των εδαφών και στις τρεις περιοχές μελέτης Αρμένοι, Στύλος και Βαρύπετρο έχει υψηλή συγκέντρωση (>20 mg/kg) και φαίνεται οι αγροί να έχουν δεχθεί παλαιότερα ισχυρές λιπάνσεις. [21]
9) Οι τιμές του ολικό άζωτο των εδαφών στη περιοχή των Αρμένων ορίζουν ένα το έδαφος με μέση συγκέντρωση N%. Στη περιοχή Βαρύπετρο τα εδάφη είναι πτωχά σε N% και η περιοχή Στύλος σε ικανοποιητικό επίπεδο.

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

6.2 Συμπεράσματα

Ο σκοπός της εργασίας ήταν να γίνουν εδαφολογικές αναλύσεις στις περιοχές Στύλος, Βαρυπέτρο και Αρμένοι οι οποίες περιέχουν καλλιέργειες δέντρων με αβοκαντο, με στόχο την αξιολόγηση καταλληλότητας των εδαφών και να δημιουργηθεί ένας εδαφολογικός χάρτης των περιοχών αυτών με την επίσημη καταγραφή των καλλιεργούμενων εκτάσεων με αβοκάντο έτσι ώστε να υπάρξει ένας σχετικός προγραμματισμός δράσεων για την προστασία του προϊόντος. Ακόμη τα αποτελέσματα των αναλύσεων ενδέχεται να αποτελέσουν ένα εργαλείο παρακολούθησης και αντιμετώπισης μελλοντικών αλλαγών στις εγκατεστημένες καλλιέργειες.

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα των εδαφολογικών αναλύσεων προκύπτει ότι, το έδαφος των περιοχών Στύλος και Αρμένοι είναι ασβεστούχο έως πολύ ασβεστούχο ενώ της περιοχής Βαρύπετρο μη ασβεστούχο. Το αλκαλικό και το ουδέτερο pH δικαιολογεί το υψηλό επίπεδο του ανθρακικού ασβεστίου. Το ανθρακικό ασβέστιο των ασβεστούχων εδαφών όταν βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις, επιδρά άμεσα στα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά τους. Η επίδραση αυτή μπορεί να είναι θετική ή αρνητική και οι επιπτώσεις στο έδαφος μπορεί να έχουν ευνοϊκό ή δυσμενή χαρακτήρα στις καλλιέργειες. Η περιοχή που έχει τις λιγότερες πιθανότητες να παρουσιάσει κάποιο πρόβλημα στις καλλιέργειές της είναι το Βαρύπετρο.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα των εδαφών στις περιοχές Αρμένοι και Στύλος είναι υψηλή και της περιοχής Βαρύπετρο μέτρια. Τα επίπεδα αυτά φανερώνουν την ήδη υπάρχων λίπανση των αγροκτημάτων.

Τα αποτελέσματα της οργανικής ουσίας έδειξαν εδάφη με υψηλά ποσοστά οργανικής ουσίας και έτσι δεν χρειάζεται να γίνει κάτι σχετικά για την βελτίωση αυτής. Εξάλλου σε πολλούς αγρούς υπήρχαν ήδη φυτεμένες και άλλες ποικίλες καλλιέργειες (π.χ πορτοκάλια, λαιμ κ.α), είτε συγκαλλιέργειες, οι οποίες είχαν εμπλουτίσει το έδαφος με οργανική ουσία.

Η μηχανική ανάλυση του εδάφους διαπιστώθηκε ότι και στις τρεις περιοχές υπήρχαν μεσαίας σύστασης ή πηλώδη εδάφη, τα οποία είναι τα ιδανικότερα για να φιλοξενήσουν καλλιέργειες αβοκάντο.

Επίσης από τις αναλύσεις που έγιναν για την συγκέντρωση ανταλλάξιμων ιόντων στο έδαφος (K, Na, Ca) για τις 3 περιοχές, το ανταλλάξιμο κάλιο είναι σε έλλειψη και προτείνεται χρήση λιπασμάτων με σκοπό την ενσωμάτωσή του στις καλλιέργειες που το έχουν ανάγκη. Το ασβέστιο στα εδάφη εμφανίζει υψηλές συγκεντρώσεις στις περιοχές Αρμένοι και Στύλο ενώ η περιοχή Βαρύπετρο από την άλλη έχει μέτρια συγκέντρωση Ca.

Ακόμα στις αναλύσεις των εδαφών για τα νιτρικά ιόντα και στις 3 περιοχές τα εδάφη είναι ανεπαρκώς εφοδιασμένα με νιτρικά. Τα επίπεδα ολικού αζώτου των εδαφών στις περιοχές Βαρύπετρο και Στύλος βρίσκονται σε ένα ικανοποιητικό επίπεδο, ενώ η περιοχή Αρμένοι παρουσιάζει μέση συγκέντρωση N%. Τέλος τα αποτελέσματα συγκέντρωσης αφομοιώσιμου φωσφόρου δείχνουν ότι και στις 3 περιοχές τα εδάφη είχαν πολύ μεγάλες τιμές, δείχνοντας τον κορεσμό των εδαφών σε P που πιθανώς οφείλεται στην συνεχή χρήση φωσφορικών λιπασμάτων.

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΛΗΜΣΣΑ

7.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ράγκος Α. 2019. Καλλιέργεια αβοκάντο. Μια αναδυόμενη αλυσίδα αξίας στην Κρήτη. Ινστιτούτο Αγροτικής Οικονομίας & Κοινωνιολογίας. Ιλίσια, Αθήνα. Σελ 22-23. Διαθέσιμη: https://www.elgo.gr/images/ioanna/periodiko/Teyxos_26/AVOCANDO.pdf (27/4/2020)

2. Morton. J. 1987. Avocado. In: Fruits of warm climates. Julia F. Morton. Miami. FL. p. 91–102 Διαθέσιμη : https://hort.purdue.edu/newcrop/morton/avocado_ars.html 26/4/2020

3. Πετροπούλου Καραγιαννοπούλου Σ. 2019. Γενική Δενδροκομία. Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου. Καλαμάτα. Διαθέσιμη: http://www.eclass.teipel.gr/modules/document/file.php/TTG129/%CE%93%CE%95%CE%9D.%CE%94%CE%95%CE%9D%CE%94%CE%A1%CE%9F%CE%9A%CE%9F%CE%9C%CE%99%CE%91.pdf (26/4/2020)

4. Σχετάκη Α. 1998. Δίδεται αρδευόμενη έκταση 50 στρεμμάτων στο Νομό Χανίων. Να συνταχθεί γεωργοοικονομική μελέτη αξιοποίησης της με κύρια καλλιέργεια το αβοκαντο. Πτυχιακή Εργασία. ΤΕΙ Καλαμάτας Τμήμα Φυτικής Παραγωγής. Διαθέσιμη : http://nestor.teipel.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/17007/STEG_FP_00039_Medium.pdf?sequence=1 (15 /4/2020)

5. Avocado -Hellas. Ποικιλίες Αβοκάντο.Διαθέσιμη: https://www.avocado.com.gr/%CF%80%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%B9%CE%BB%CE%B9%CE%B5%CF%82-%CE%B1%CE%B2%CE%BF%CE%BA%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%BF-%CE%BA%CF%81%CE%B7%CF%84%CE%B7-%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%B9%CE%B1/ (3/5/2020)

6. Τζίτζικας Χ. 2005. Αβοκαντο.Τεχνική καλλιέργειας και πιθανότητα διάδοσης του στη βόρεια Ελλάδα.mp Πτυχιακή εργασία ΤΕΙ Μεσολογγίου. Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας. Τμήμα θερμοκηπιακών καλλιεργειών ανθοκομιας. Διαθέσιμη: http://repository.library.teimes.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/769/theka_0119.pdf?sequence=1 (26/4/2020)

7. Μπάφας Γ. 2016. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά εδάφους του υποαλπικού λιβαδιού ΄΄Κωστηλατα΄΄ Θεοδωριανών Άρτας. ΤΕΙ Ηπείρου. Σχολή Τεχνολόγων Γεωπόνων. Τμήμα ζωικής παραγωγής. Άρτα. Διαθέσιμη: http://apothetirio.teiep.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/6598/357.pdf?sequence=1 (26/04/2020)

8. Gaia επιχειρείν. Αβοκάντο φυτό. Ιούνιος 2016. Διαθέσιμη: http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%91%CE%B2%CE%BF%CE%BA%CE%AC%CE%BD%CF%84%CE%BF_%CF%86%CF%85%CF%84%CF%8C (26/4/2020)

9. Μπρεδάκη Ε. 2016. Η καλλιέργεια του αβοκαντο (Persea Americana) στο Νομό Χανίων, υφιστάμενη κατάσταση, προβλήματα και προοπτικές. Πτυχιακή εργασία. ΤΕΙ Κρήτης. Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων. Σχολή Τεχνολόγων Γεωπόνων και Τεχνολόγων Τροφίμων. Διαθέσιμη: https://apothesis.lib.teicrete.gr/handle/11713/7713 (4/5/2020)

10. Παπαδημητρίου Σωτήριου.2011. Εδαφολογικές αναλύσεις περιοχής Φράξιας Λεσσινιου (Νομού Αιτωλοακαρνανίας). Πτυχιακή Εργασία. ΤΕΙ Μεσολογγίου Σχολή Τεχνολογίας Γεοπονίας. Τμήμα Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών Ανθοκομίας. Διαθέσιμη: http://repository.library.teimes.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/823/theka_0264th.pdf?s

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

equence=1&fbclid=IwAR1W7Un9byNP3Oins3dS23f-B5GDMNNPfk_xhZUY0h0heHV7PV84PNQqvgE (26/4/2020)

11. Σύγχρονη Αναλυτική.Διαπιστευμένα Εργαστήρια Αναλύσεων. Βασική Ανάλυση Εδάφους. 2013. Διαθέσιμη: http://www.modernanalytics.gr/soil.html (26/4/2020)

12. Bioanalysis Lab. Εργαστήριο Χημικών αναλύσεων.Πουλάκης Π. 2014. Η σημασία της εδαφολογικής ανάλυσης. Διαθέσιμη: http://bioanalysis-lab.gr/%ce%b7-%cf%83%ce%b7%ce%bc%ce%b1%cf%83%ce%b9%ce%b1-%cf%84%ce%b7%cf%83-%ce%b5%ce%b4%ce%b1%cf%86%ce%bf%ce%bb%ce%bf%ce%b3%ce%b9%ce%ba%ce%b7%cf%83-%ce%b1%ce%bd%ce%b1%ce%bb%cf%85%cf%83%ce%b7%cf%83/ (26/4/2020)

13. Δρ. Σταυρουλάκης Γ. Παπαφιλλιπάνη Ν (MSc). Περιβαλλοντική εδαφολογία.2019. Μεθοδολογίες εργαστηριακών ασκήσεων.ΤΕΙ Κρήτης. Τμήμα Μηχανικών Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος. Εργαστήριο Ελέγχου Ποιότητας Υδατικών & Εδαφικών Πόρων.Χανιά Διαθέσιμο: https://eclass.chania.hmu.gr/modules/document/?course=FP256 (4/5/2020)

14. Infowine.Γεωργιλάς Θ. 2013. Ο ρόλος της μηχανικής σύστασης του εδάφους. Διαθέσιμη: https://www.infowine.gr/el/winepedia/viticulture/vineyard/?nid=524 (26/4/2020)

15. Μουσουλιώτης Α (MSc). Σύσταση Φυσικές και Χημικές Ιδιότητες του Εδάφους. Τμήμα Γεωργίας Κλάδος Χρήσης Γης και Ύδατος. Διαθέσιμη: http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/C671EB1BE83C1E28C225804800349C68/$file/%CE%A3%CE%A5%CE%A3%CE%A4%CE%91%CE%A3%CE%97,%CE%A6%CE%A5%CE%A3%CE%99%CE%9A%CE%95%CE%A3%20&%20%CE%A7%CE%97%CE%9C%CE%99%CE%9A%CE%95%CE%A3%20%CE%99%CE%94%CE%99%CE%9F%CE%A4%CE%97%CE%A4%CE%95%CE%A3%20%CE%A4%CE%9F%CE%A5%20%CE%95%CE%94%CE%91%CE%A6%CE%9F%CE%A5%CE%A3.pdf (26/4/2020)

16. Agrifutures Australia. Avocado.2017.Διαθέσιμη: https://www.agrifutures.com.au/farm-diversity/αβοκαντο/ (26/04/2020)

17. Dubrovina, I.A., Bautista, F. Analysis of the suitability of various soil groups and types of climate for avocado growing in the state of Michoacán. Mexico. Μάιος.2014 Διαθέσιμη: https://link.springer.com/article/10.1134/S1064229314010037

18. Κώτσιρας Α.3η Διάλεξη εδαφολογικής ανάλυσης. Η αναγκαιότητα των εδαφολογικών αναλύσεων. ΤΕΙ Πελοποννήσου. Διαθέσιμη: http://www.eclass.teipel.gr/modules/document/file.php/TTG200/3%CE%B7%20%CE%94%CE%B9%CE%AC%CE%BB%CE%B5%CE%BE%CE%B7%20%CE%95%CE%B4%CE%B1%CF%86%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82%20%CE%91%CE%BD%CE%B1%CE%BB%CF%8D%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82.pdf (27/4/2020)

19. Γεωργία - Κτηνοτροφία, τεύχος 6/2010. ΑΦΙΕΡΩΜΑ: Λίπανση καλλιεργειών. Διαθέσιμη: https://eclass.chania.hmu.gr/modules/document/file.php/FP256/%ce%a4%ce%b9%ce%bc%ce%b5%cf%82%20%cf%8c%cf%81%ce%b9%ce%b1%20%ce%b5%ce%b4%ce%b1%cf%86%ce%bf%ce%b1%ce%bd%ce%ac%ce%bb%cf%85%cf%83%ce%b7%cf%82%206_2010(18).pdf (4/5/2020)

20. Φουντάς, Σ., Γέμτος, Θ. 2015. Αισθητήρες για μέτρηση παραμέτρων εδάφους και καλλιεργειών. Κεφ.4. Εκδόσεις Κάλλιπος Διαθέσιμη https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/2674/1/02_chapter_4.pdf 26/04/2020

21. Μαντζούτσος Ι. 2010. Επισκόπηση θρεπτικής συγκέντρωσης μακρομικροθρεπτικών και έλεγχος βαρέων μετάλλων εδαφών Νομού Άρτας. Μεταπτυχιακή διατριβή. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων. Σχολή θετικών επιστήμων. Τμήμα Χημείας Διατμηματικό μεταπτυχιακό

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

πρόγραμμα σπουδών Αγροχημεία και βιολογικές καλλιέργειες. Διαθέσιμη: http://olympias.lib.uoi.gr/jspui/bitstream/123456789/26309/1/%CE%9C.%CE%95.-%CE%9C%CE%91%CE%9D%CE%A4%CE%96%CE%9F%CE%A5%CE%A4%CE%A3%CE%9F%CE%A3%20%CE%99%CE%A9%CE%91%CE%9D%CE%9D%CE%97%CE%A3.pdf (26/04/2020)

22. Σινάνης, Κ. 2015. Εργαστηριακός Οδηγός.Εργαστηριακές ασκήσεις εδαφολογίας. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα. Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Εκδόσεις Κάλλιπος Διαθέσιμο: https://repository.kallipos.gr/handle/11419/3500 (26/04/2020)

23. Άρθρο 04: Ορθές γεωργικές πρακτικές για την εφαρμογή.Μάρτιος 2015. Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας Δικτυακός Τόπος Διαβουλεύσεων. Διαθέσιμη: http://www.opengov.gr/minenv/?p=6536 (4/5/2020)

24. Μιχαήλ Γ. 2013. Οργανικό και Ανόργανο Άζωτο στο Περιβάλλον. Πτυχιακή Εργασία. ΤΕΙ Κρήτης. Τμήμα Μηχανικών Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος Τομέας Περιβαλλοντικός Τεχνολογίας.Χανιά Διαθέσιμη: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKEwjFpfCMgeLlAhVDzKQKHQT1DtkQFjABegQIAxAC&url=http%3A%2F%2Fnefeli.lib.teicrete.gr%2Fbrowse%2Fsefe%2Fsdfp%2F2013%2FMichailGeorgios%2Fattached-document-1411664923-995746-19960%2FMichailGeorgios2013.pdf&usg=AOvVaw3ZY46iZOxbvN2ZdGOOMaCU (26/04/2020)

25. Τσεμπερούλη Μ. Φουσκάκη Μ., Χανιωτάκης Ν. 2014. Ερευνητικό πρόγραμμα Hydroflies. Πρωτόκολλο ανάλυσης NO3-σε τομάτα και μαρούλι. Τμήμα Χημείας, Παν/μιο Κρήτης. Ηράκλειο Διαθέσιμη: http://web.cut.ac.cy/hydroflies/images/stories/hydroflies/documents/protokolo.pdf (27/4/2020)

26. ΜΕΓΚΛΑΣ ΑΒΕΕ (Γεωργικά εφόδια). Δρ. Αναλογίδης Δ. Μάρτιος 2013. Τι πρέπει να γνωρίζουμε για τα νιτρικά λιπάσματα και για την εφαρμογή τους νωρίς την άνοιξη. Δαθέσιμη: https://www.meglas.gr/%CE%B5%CE%BD%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CF%81%CF%89%CF%83%CE%B7/%CE%BD%CE%B5%CE%B1-%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%BA%CE%BF%CE%B9%CE%BD%CF%89%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%83/47-%CF%84%CE%B9-%CF%80%CE%81%CE%AD%CF%80%CE%B5%CE%B9-%CE%BD%CE%B1-%CE%B3%CE%BD%CF%89%CF%81%CE%AF%CE%B6%CE%BF%CF%85%CE%BC%CE%B5-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CF%84%CE%B1-%CE%BD%CE%B9%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CE%BB%CE%B9%CF%80%CE%AC%CF%83%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%B5%CF%86%CE%B1%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%B3%CE%AE-%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%82-%CE%BD%CF%89%CF%81%CE%AF%CF%82-%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%AC%CE%BD%CE%BF%CE%B9%CE%BE%CE%B7.html (27/4/2020)

27. ΕΛΛΑΓΡΟΛΙΠ ΑΕΒΕ. Η γόνιμη δύναμη. Νιτρολίπανση Διαθέσιμη: https://www.hellagrolip.com/el/aeiforia/nitrorypansi/ (27/4/2020)

28. Τσολάκης Δ. 2013. Σημειώσεις σεμιναρίου GIS:Εισαγωγή στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών .Διαθέσιμη: http://www.dga.gr/web/publications/notes/gis.pdf (27/4/2020)

29. Geodata. Εδαφολογικός χάρτης Κρήτης Διαθέσιμο: http://geodata.gov.gr/maps (7/5/2020)

ΑΠΟΡΡΕΠΕΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

30. Κοτρωνάκης γ.2013. Παράγωγη και διακίνηση του αβοκάντο στο Νομό Χανίων. Πτυχιακή εργασία. Α.Τ.Ε.Ι Καλαμάτας. Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας. Τμήμα Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων. Διαθέσιμο: http://nestor.teipel.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/14652/STEG_TEGEP_00471_Medium.pdf?sequence=1 (11/07/2020)

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΑΔΗΜΟΣΙΕΥΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ