



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Τμήμα Γεωπονίας

Θέμα Πτυχιακής Εργασίας

«Λεπτομερής Χωρική Κατανομή Θρεπτικών Μακροστοιχείων
Εδαφών Της Αγουλινίτσας»

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ Γ. ΜΠΕΣΚΟΥ

A.M 12082

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

Μπαρούχας Παντελής ,Επίκουρος Καθηγητής

Αμαλιάδα ,2021

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ	6
SUMMARY.....	7
KEYWORDS.....	7
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
1.2 Βιβλιογραφική ανασκόπηση	8
1.2.1 Έδαφος.....	8
1.2.2 Σύσταση και Ιδιότητες του Εδάφους.....	9
1.2.3 Υφή του εδάφους.....	11
1.2.4 Πορώδες.....	12
1.2.5 Θρεπτικά στοιχεία του εδάφους που επηρεάζουν την παραγωγή..	12
1.2.6 Η ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ.....	17
1.2.7 Ηλεκτρική αγωγιμότητα.....	18
1.2.8 Ηλεκτρική αγωγιμότητα EC.....	18
1.2.9 Φαινομενική ηλεκτρική αγωγιμότητα ECa	18
1.2.10 Χαρτογράφηση ιδιοτήτων των εδαφών.....	19
1.2.11 Γεωργία Ακριβείας	20
1.2.12 Ζώνες διαχείρισης (Management Zones).....	22

1.2.13 Παγκόσμιο Σύστημα Προσδιορισμού Θέσης (Global Positioning System, GPS)	23
1.2.14 Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών - GIS (Geographic Information System).....	25
1.2.15.Λογισμικά στοιχεία λειτουργίας GIS	28
1.2.16 Πρόγραμμα δημιουργίας εδαφικών χαρτών – SURFER-11.....	28
1.2.17 ΧΩΡΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΟΛΗ.....	28
2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	30
2.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ –ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΥΚΕΣ	30
2.2 Δειγματοληψία εδάφους και εργαστηριακές αναλύσεις.....	32
2.3 Αποξήρανση δειγμάτων.....	34
2.4 Προετοιμασία Δειγμάτων.....	34
2.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΜΑΚΡΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	35
2.5.1 ΕΚΧΥΛΙΣΕΙΣ ΟΞΙΚΟΥ ΑΜΜΩΝΙΟΥ.....	35
2.5.2 ΑΡΑΙΩΣΕΙΣ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ (Mg 2%).....	39
2.5.3 ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΑΚΡΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ ΦΛΟΓΟΦΩΤΟΜΕΤΡΟ.....	40
2.5.4 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΦΛΟΓΟΦΩΤΟΜΕΤΡΟ	41
2.5.5 Προσδιορισμός του αφομοιώσιμου φωσφόρου μέθοδος Olsen	42
2.5.6 Φασματοφωτομετρο - Προσδιορισμός του φωσφόρου σε διάλυμα με μέθοδος Olsen	43
2.5.7 Βαθμονόμηση Φασματοφωτόμετρου - Κατασκευή της καμπύλης	46
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	48

3.1.2 Αποτελέσματα Μετρήσεων Φωσφόρου	49
3.1.3 Αποτελέσματα Μετρήσεων Καλίου	53
3.1.4 Αποτελέσματα Μετρήσεων Νατρίου	57
3.1.5 Αποτελέσματα Μετρήσεων Ασβεστίου	61
3.1.6 Συζήτηση Αποτελεσμάτων-Συμπεράσματα	65
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	66
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	66
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	67
ΔΙΑΔΥΚΤΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	68

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή μελέτη εκπονήθηκε στο Τμήμα Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Πατρών , στο ερευνητικό εδαφολογικό εργαστήριο , στα πλαίσια της υποχρεωτικής διεκπεραίωσης της πτυχιακής εργασίας για την ολοκλήρωση του καθορισμένου προγράμματος σπουδών .

Αντικείμενο της πτυχιακής εργασίας αποτελεί η μελέτη της χωρικής κατανομής των μακροστοιχείων στην καλλιεργήσιμη περιοχή μελέτης κοντά στην λίμνη Αγουλινίτσα. Για τον προσδιορισμό και την ακρίβεια των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν εξελιγμένα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον καθηγητή μου στις προπτυχιακές μου σπουδές , κ. Μπαρούχα Παντελή τόσο για την ανάθεση του θέματος όσο και για την καθοδήγηση και αμέριστη βοήθειά του για την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας .

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται η διαδικασία και τα αποτελέσματα από τις εδαφολογικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν σε καλλιεργήσιμη χωρική έκταση 40 στρεμμάτων , βιομηχανικής τομάτας στην περιοχή Αγουλινίτσα που βρίσκεται κοντά στην περιοχή του Πύργου Ηλείας . Πρόκειται για την καλλιεργήσιμη πλέων έκταση της αποξηραμένης λίμνης Αγουλινίτσας όπου σήμερα καλλιεργείται μεγάλη έκταση της από γεωργούς της περιοχής και αποτελεί σημαντικό οικονομικό μέρος της αγροτικής ανάπτυξης της .

Σκοπός της εργασίας είναι η αναγνώριση του εδάφους, η μελέτη του και η ανάλυση των μακροστοιχείων του αγρού . Τα ειδικότερα ερωτήματα, που καλείται να απαντήσει η εργασία αυτή, μπορούν να διατυπωθούν ως εξής:

- Ποιες είναι ακριβώς οι ιδιότητες του εδάφους που έχουμε στη διάθεσή μας;
- Υπάρχει κάτι το ιδιόμορφο που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη;
- Αυτές οι ιδιότητες είναι ή δεν είναι κατάλληλες για την ανάπτυξη της καλλιέργειας;
- Χρειάζεται τελικά να ληφθούν μέτρα και να γίνουν προσπάθειες ώστε να βελτιωθεί το έδαφος μας ως αναφορά κάποιο χαρακτηριστικό του;
- Αν ναι, τι ακριβώς απαιτείται και πως μπορεί να γίνει πράξη;

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Ψηφιακή Χαρτογράφηση Εδάφους (Proximal Soil Sensing), Χωρική Παρεμβολή (spatial interpolation), Γεωργία Ακριβείας (Precision agriculture)

SUMMARY

This paper presents the process and the results from the soil analysis carried out on a cultivable area of 40 acres of industrial tomato in the area of Agoulinitza, which is located near the area of Pyrgos, Ilia. This is the cultivable area of the dried lake Agoulinitza where today a large area is cultivated by farmers in the area and is an important economic part of its rural development.

The purpose of the work is the identification of the soil, its study and the analysis of the macro-elements of the field. The specific questions to be answered in this paper can be formulated as follows:

- What exactly are the properties of the soil that we have at our disposal?
- Is there anything particular that should be taken into account?
- Are these properties or are they not suitable for the development of the crop?
- Do we finally need to take measures and make efforts to improve our soil as a reference to some of its characteristics?
- If so, what exactly is required and how can it be done?

KEYWORDS

Proximal Soil Sensing , Spatial interpolation, Precision agriculture

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.2 Βιβλιογραφική ανασκόπηση

1.2.1 Έδαφος

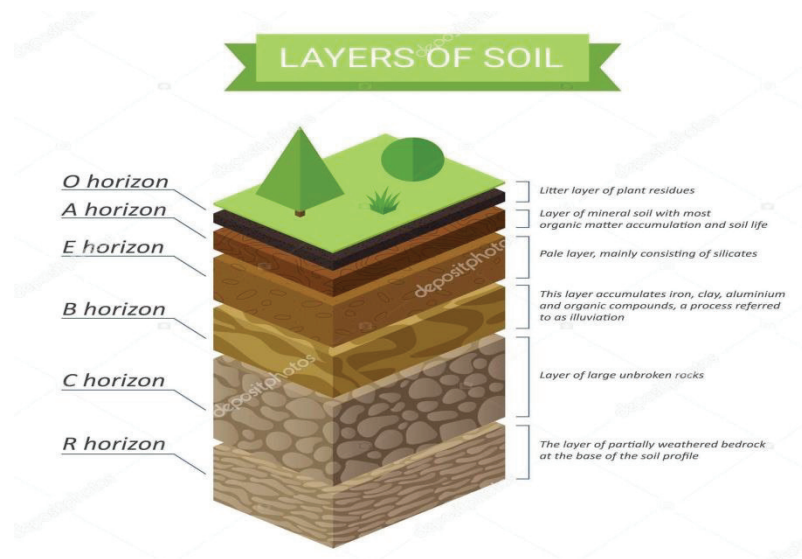
Έδαφος ονομάζουμε το ανώτατο στρώμα του φλοιού της γης που αποτελείται από ανόργανα και οργανικά συστατικά του επιφανειακού φλοιού της γης με το χρώμα του να καθορίζεται από το χούμο τον οποίο περιέχουν. Το έδαφος είναι το αποτέλεσμα της συνδυασμένης δραστηριότητας των ζώντων και νεκρών οργανισμών (ζώων και φυτών), του μητρικού υλικού, του ανάγλυφου και του κλίματος (While, 2000) .

Το κάτω από το έδαφος στρώμα λέγεται υπέδαφος που φτάνει στο 1,5 ως 2 μ., εκεί που ουσιαστικά είναι ο χώρος στον οποίο προχωρούν οι ρίζες των φυτών και κατ' επέκταση και το σημείο στο οποίο μπορεί να γίνει γεωργική εκμετάλλευσή του. Όταν το επιφανειακό στρώμα του εδάφους έδαφος << εξαντληθεί>> από την εντατική καλλιέργεια, με βαθύ όργωμα 1 ως 1,5 μ., το υπέδαφος φέρνεται στην επιφάνεια , το λεγόμενο "γύρισμα" που το καθιστά καλλιεργήσιμο μετά από οπότε σε 5 - 6 μήνες γίνεται .

Το έδαφος μπορεί να χαρακτηριστεί και ως ο πυρήνας για την ύπαρξη και την διατήρηση της ζωής στον πλανήτη και αυτό διότι έχει καθοριστικό ρόλο σε βασικές άμεσες και έμμεσες λειτουργίες στην καθημερινότητα του ανθρώπου . Αποτελεί βασικό μέσο για την αποθήκευση, την παροχή και τον καθαρισμό του ύδατος, είναι ο βασικότερος παράγοντας για την ανάπτυξη των φυτών, καθώς σε αυτό μεγαλώνουν οι ρίζες όλων των φυτών και είναι το μέρος από όπου προσλαμβάνουν τα θρεπτικά τους στοιχεία για την πλήρη ανάπτυξή τους καθώς και τους παρέχει αντοχή σε εξωτερικές δυνάμεις (αέρα κλπ.) και φυσικά ήταν- είναι και θα είναι το περιβάλλον ανάπτυξης περιβάλλον των ζώντων μικροοργανισμών.

1.2.2 Σύσταση και Ιδιότητες του Εδάφους

Το επιφανειακό στρώμα του εδάφους αποτελείται από ένα σύμπλοκο ανόργανης και οργανικής ύλης που προέρχεται από την αποδόμη μικροοργανισμών. Μπορεί να χαρακτηριστεί και ως ένα ανοικτό περιβαλλοντικό τμήμα που αλληλεπιδρά συνεχώς με την ατμόσφαιρα, την υδρόσφαιρα και την βιόσφαιρα έχοντας ουσιαστικά μια σχέση ανταλλαγής προϊόντων. Η δομή του εδάφους χωρίζεται σε 6 εδαφικά στρώματα τα οποία ορίζουν τους εδαφικούς ορίζοντες. (εικόνα 1)



Εικόνα 1 : Εδαφικοί ορίζοντες

Πηγή Εικόνας 1: <https://images.app.goo.gl/w1X8jBQpo7nwmXX7>

Στο πρώτο εδαφικό στρώμα συναντάμε τον ο-ορίζοντα ο οποίος είναι το ανώτατο στρώμα του εδάφους που αποτελείται από φυτά, οργανικά και φυτικά υπολείμματα όπως πεσμένα φύλλα, δένδρων και μερικώς αποσυντιθέμενη οργανική ύλη. Στο δεύτερο εδαφικό στρώμα συναντάμε τον Α-ορίζοντα ο οποίος βρίσκεται στα πρώτα 30-50 εκατοστά του μέτρου εδάφους (topsoil) αποτελούμενος από χουμικά οξέα, μερικά ανόργανα ορυκτά, ζωντανούς οργανισμούς, οργανική ύλη, έχοντας τη μεγαλύτερη βιολογική δραστικότητα από όλες τις άλλες στιβάδες.

Στην συνέχεια ακολουθεί ο Ε-ορίζοντας που είναι ουσιαστικά η ζώνη που διαχωρίζει το επιφανειακό έδαφος από το υπέδαφος. Η διαλυμένη ή αιωρούμενη ύλη του Α-ορίζοντα κινείται προς τη στιβάδα αυτή και γι' αυτό καλείται η ζώνη έκπλυσης (leaching zone). Ακολουθεί ο Β-ορίζοντας το ονομαζόμενο υπέδαφος που είναι ο ορίζοντας εμπλουτισμού όπου συγκεντρώνονται τα χουμικά οξέα, ο άργιλος (πηλός), σίδηρος και αργίλιο μετά το στράγγισμα από τις παραπάνω ζώνες και στην συνέχεια ο C-ορίζοντας όπου είναι ελαφρά αποσαθρωμένο βραχώδες έδαφος που περιέχει τα ορυκτά συστατικά του κύριου εδάφους. Τέλος R-ορίζοντα που είναι βραχώδες έδαφος (bedrock) που δεν επηρεάζεται από διάβρωση. Παρατηρούμε λοιπόν ότι η σύσταση των εδαφών είναι αποτέλεσμα του μίγματος των ανόργανων και οργανικών υλικών, του μεγέθους των σωματιδίων, της οργανικής ύλης που ενσωματώθηκε με τη αποικοδόμηση, του αέρα και του νερού που έχει εγκλωβισθεί στο έδαφος (εικόνα 2). Αποτελούνται από μίγματα αργίλου, ιλύς και άμμου και η υφή τους χαρακτηρίζεται από τα μεγέθη των σωματιδίων των τριών αυτών υλικών. Σύμφωνα με μελέτες των εδαφολόγων, παραγωγικά εδάφη χαρακτηρίζονται εκείνα με το παχύ άμμο-αργιλώδες χώμα που αποτελείται από 40% 'ιλύς, 40% άμμο και 20% άργιλο.



Εικόνα 2: Εδαφική πυραμίδα

Πηγή Εικόνας 2 : <https://images.app.goo.gl/J7cmcDfZXVp9RfM2A>

1.2.3 Υφή του εδάφους

Τα εδάφη εκτός από τη σύσταση χαρακτηρίζονται και από την υφή, το πορώδες, την υγροσκοπικότητα, την ειδική θερμότητα (συντελεστής ανάπτυξης φυτών) τη θερμική αγωγιμότητα, την απορροφητική ικανότητα, την οξύτητα και τις βιολογικές τους ιδιότητες. Η γένεση των εδαφών συντελείται με τριών ειδών διεργασίες, όπως την αποσάθρωση των πετρωμάτων, την αύξηση της οργανικής ύλης με την αποσυνθετική δράση βακτηρίων και τη μετακίνηση ανόργανων αλάτων στα διάφορα τμήματα με την δράση του νερού. (Ε.Μ. Παπαθεοδώρου- Γ.Π Στάμου). Τα εδάφη διαχωρίζονται ανόργανα, ασβεστούχα, αλκαλικό, χουμικά, σιδηρούχα εδάφη θερμού κλίματος, εδάφη αλατούχα (επίδραση άλατος), εδάφη υδρόμορφα (κορεσμός νερού). (εικόνα 3)



Εικόνα 3: Κατηγορίες εδαφών

Πηγή Εικόνας 3 : <https://images.app.goo.gl/yaAu6Cmi2phVUroj6>

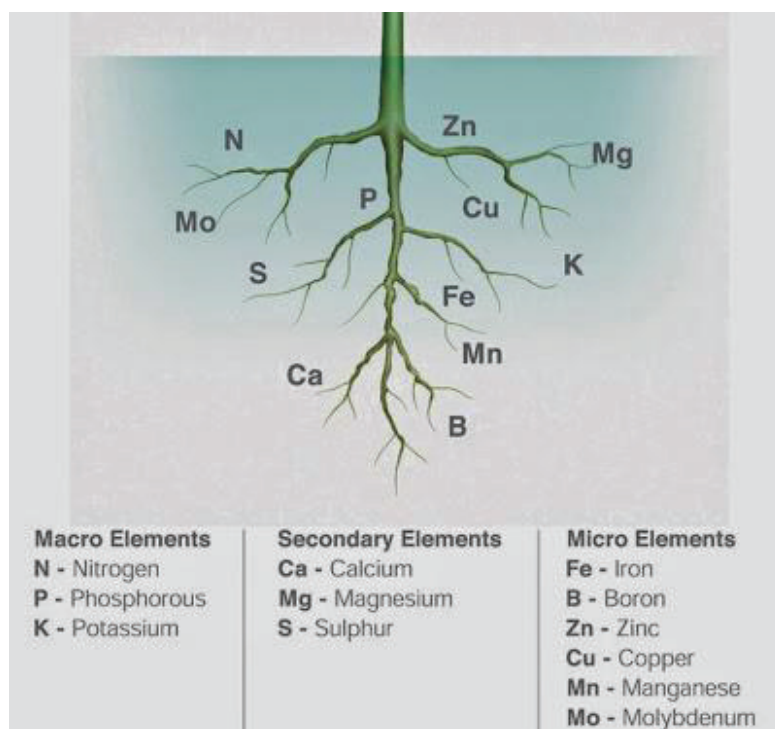
1.2.4 Πορώδες

Το έδαφος υπάρχει σε τρεις φάσεις: Στην στερεή, την υγρή και αέρια. Το πορώδες είναι αυτό που αντιπροσωπεύει το ποσοστό όγκου που καταλαμβάνουν οι πόροι στην υγρή και την αέρια φάση. Είναι ο παράγοντας καθορίζει τις ιδιότητες του εδάφους σχετικά με την συγκράτηση νερού, την αποστράγγιση και τον αερισμό του. Το μέγεθος των πόρων προσδιορίζει την εδαφική διαπερατότητα νερού και αέρα. Οι τιμές του στα αμμώδη εδάφη είναι μεταξύ 30-50% ενώ στα αργιλώδη κυμαίνεται μεταξύ 35-65%. Έχει παρατηρηθεί ότι όσο μεγαλύτερο είναι το πορώδες, τόσο μικρότερη είναι η φαινομενική πυκνότητα του εδάφους, η οποία εξαρτάται από τη δομή, τη μηχανική σύσταση και την οργανική ουσία. Σημαντική επίδραση στο πορώδες έχουν οι καιρικές συνθήκες και οι καλλιεργητικές φροντίδες που εφαρμόζει ο καλλιεργητής.

1.2.5 Θρεπτικά στοιχεία του εδάφους που επηρεάζουν την παραγωγή.

Τα θρεπτικά στοιχεία όπως σε όλους τους ζωντανούς οργανισμούς είναι αναγκαία και απαραίτητα για την ανάπτυξή τους έτσι και στο έδαφος αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι καθώς είναι απαραίτητα για την ομαλή ανάπτυξη των φυτών. Τα φυτά χρειάζονται δεκαέξι θρεπτικά συστατικά για να αναπτυχθούν με τα 3 μη ορυκτά θρεπτικά συστατικά των φυτών να είναι το υδρογόνο (H), το οξυγόνο (O), και ο άνθρακας (C). Αυτά τα θρεπτικά συστατικά βρίσκονται στον αέρα και το νερό. Με την διαδικασία της φωτοσύνθεσης, τα φυτά χρησιμοποιούν την ενέργεια από τον ήλιο για να μετατρέψουν το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και του νερού (H₂O) σε σάκχαρα και άμυλα. Αυτά είναι τα άμυλα και τα σάκχαρα είναι η τροφή των φυτών με τα άλλα δεκατρία θρεπτικά συστατικά να προέρχονται από το έδαφος. Τα θρεπτικά συστατικά του εδάφους χωρίζονται σε δύο κατηγορίες σύμφωνα με τις ποσότητες που απαιτούνται από τα φυτά. Των μακροστοιχείων και των μικροστοιχείων (ιχνοστοιχείων).

Τα μακροστοιχεία είναι άζωτο, φώσφορος, κάλιο ασβέστιο, μαγνήσιο και θείο. Τα ιχνοστοιχεία είναι το σίδηρο, το μαγγάνιο, το βόριο, ο ψευδάργυρος, ο χαλκός, το μολυβδαίνιο και το χλώριο.



Εικόνα 4:Απεικόνιση μακροστοιχείων και ιχνοστοιχείων

Πηγή Εικόνας 4: <https://images.app.goo.gl/soN7B2YbH2hNrp8C6>

Αυτά τα θρεπτικά συστατικά είναι απαραίτητα για την ομαλή και σωστή ανάπτυξη των φυτών.(εικόνα 4) Η τυχόν ανεπάρκεια- απουσία αυτών των θρεπτικών στοιχείων σταματά την ομαλή ανάπτυξη τους με τα πρώτα σημάδια να εμφανίζονται στην μορφολογία τους καθώς και στο αλλοιωμένο χρώμα τους . Διάφορα συμπτώματα στα φυτά δείχνουν την ανεπάρκεια για τα θρεπτικά συστατικά που χρειάζονται, αν και τα συμπτώματα διαφέρουν από το ένα φυτό στο άλλο. Πρωτεύοντα είναι τα μακροστοιχεία τα οποία αποτελούν και το κύριο θέμα της παρούσας πτυχιακής μελέτης καθώς αποτελούν την βάση για την σωστή ανάπτυξη - εξέλιξη των φυτών . Συγκεκριμένα θα αναλύσουμε τα τέσσερα βασικά μικροστοιχεία το άζωτο, το κάλιο τον φώσφορο και το ασβέστιο.

Άζωτο-Nitrogen (N)

Το άζωτο είναι το στοιχείο που απαιτείται σε μεγάλες ποσότητες από τα φυτά. Οι συνήθεις περιεκτικότητες σε ολικό άζωτο κυμαίνονται από 1% έως 5% κατά βάρος.

Η κύρια πηγή του αζώτου για το έδαφος είναι η ατμόσφαιρα. Στο έδαφος υπάρχει κυρίως στο επιφανειακό στρώμα και κυμαίνεται από 0,05 έως 0,4% σε ανόργανη και οργανική μορφή. Τα φυτά το προσλαμβάνουν σε αμμωνιακή **NH₄⁺** (όπου για την μετατροπή του σε αυτή την μορφή η οργανική ουσία υποδομείται από ετερότροφους μικροοργανισμούς) ή νιτρική μορφή (**NO₃⁻**) μορφή .

Στην νιτροποίηση του αζώτου το αμμωνιακό άζωτο μετατρέπεται σε νιτρικό (**NO₃⁻**), η αμμωνία οξειδώνεται βιολογικά σε δύο στάδια, από αυτότροφα βακτήρια. Στο πρώτο στάδιο τα βακτήρια από το γένος *Nitrosomonas* βοηθούν σχηματισμό των νιτρώδη και στο δεύτερο από το γένος *Nitrobacter* οξειδώνουν τα νιτρώδη σε νιτρικά. Η πρόσληψη του αζώτου από τα φυτά γίνεται κυρίως ως νιτρικό ανιόν (**NO₃⁻**) και λιγότερο ως αμμωνιακό κατιόν (**NH₄⁺**).

Το άζωτο αποτελεί το βασικότερο στοιχείο για την ύπαρξη και ανάπτυξη του φυτού καθώς χρησιμοποιείται για τη σύνθεση των πρωτεϊνών και είναι συστατικό των ενζύμων, νουκλεϊνικών οξέων και της χλωροφύλλης και η τυχόν έλλειψη του εκδηλώνεται με την μειωμένη ανάπτυξη του φυτού και την εμφάνιση κιτρινοπράσινου χρώματος στα φύλλα μέχρι και το ολικό κιτρίνισμά τους λόγω της μικρότερης περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη. (Ασημακόπουλου Ιωάννη-Οιχαλιώτη Κων/νου-Μπόβη Κων/νου, Αθήνα 2009).

Φώσφορος

Η συγκέντρωση του ολικού φωσφόρου στα περισσότερα φυτά κυμαίνεται μεταξύ 0,1 και 0,4% είναι δηλαδή μικρότερη περίπου κατά 10 φορές εκείνης του αζώτου.

Ο ρόλος του φωσφόρου στα φυτά είναι εξίσου σημαντικός όπως και του αζώτου καθώς είναι υπεύθυνος για την αποθήκευση και μεταφορά ενέργειας καθώς και στην απορρόφηση και των άλλων θρεπτικών από το έδαφος, .

Ευνοεί την άνθηση και καρποφορία και στην συνέχεια την ωρίμανση και ποιότητα των καρπών . Αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα σε περιπτώσεις δυσμενών επιδράσεων από υπερβολικής αζωτούχου λίπανσης και επιπλέον αυξάνει την ανθεκτικότητα στις ασθένειες. Επάρκεια θρέψης των φυτών με φώσφορο είναι σημαντική για τον σχηματισμό των αναπαραγωγικών μερών του.

Στον ο φώσφορος στο έδαφος λόγω της ισχυρής προσρόφησής του στα ανόργανα εδαφικά κολλοειδή μετακινείται δύσκολα ,στο φυτό όμως είναι ευμετακίνητος. Αυτό σημαίνει ότι μετακινείται εύκολα προς τα μέρη που παρατηρείται έντονη φωτοσυνθετική δραστηριότητα, επομένως, πιθανή τροφοπενία εμφανίζεται πρώτα στα παλαιότερα φύλλα, τα οποία συνήθως υπό συνθήκες έλλειψης έχουν βαθύ πράσινο χρώμα..

Υψηλές συγκεντρώσεις φωσφορικών ιόντων στο έδαφος προκαλεί παρεμπόδιση απορρόφησης ορισμένων ιχνοστοιχείων όπως σιδήρου, χαλκού, ψευδαργύρου με αποτέλεσμα τη μειωμένη ανάπτυξη των φυτών, που οφείλεται στην έλλειψη των στοιχείων αυτών. . (Ασημακόπουλου Ιωάννη-Οιχαλιώτη Κων/νου-Μπόβη Κων/νου, Αθήνα 2009).

Κάλιο - Potassium (K)

Το κάλιο απορροφάται από τα φυτά σαν ιόν (K^+ και η περιεκτικότητά των φυτικών ιστών σε κάλιο κυμαίνεται μεταξύ 1 και 4%. Αντίθετα με το άζωτο και φώσφορο, δεν μετέχει σαν δομικό στοιχείο στα μακρομόρια των συστατικών των κυττάρων. Το κάλιο σαν στοιχείο το συναντάμε είτε μεμονωμένο σαν κατιόν στο διάλυμα, είτε σχηματίζει δεσμό με τις αρνητικά φορτισμένες οργανικές ρίζες όπου συντελεί στην ευρωστία των φυτών, την ανθεκτικότητά τους στις ασθένειες, στην ανάπτυξη πλούσιου ριζικού συστήματος και βοηθάει στην αφομοίωση του CO_2 . Η έλλειψη K είναι συνηθέστερη σε ελαφριάς σύστασης εδάφη, και ο λόγος διότι η απομάκρυνση του υδατοδιαλυτού αρχικά και του ανταλλάξιμου καλίου είναι εντονότερη λόγω έκπλυσης και απουσίας αργίλου με αποτέλεσμα τα φυτά να εμφανίζουν μειωμένη ανάπτυξη λόγω περιορισμού του μήκους του κορμού και φυσικά η μεταβολή χρώματος των φύλλων που αρχίζει από την κορυφή. . (Ασημακόπουλου Ιωάννη-Οιχαλιώτη Κων/νου-Μπόβη Κων/νου, Αθήνα 2009).

Ασβέστιο

Το ασβέστιο απορροφάται από τα φυτά ως κατιόν και η συγκέντρωσή του κυμαίνεται σε αυτά μεταξύ 0,2 και 1%. Παίζει σημαντικό ρόλο στη δομή και περατότητα των κυτταρικών μεμβράνων καθώς επηρεάζει και την αύξηση μεριστώματος των φυτών και κυρίως των ακρορριζίων. Επιπλέον παίζει καθοριστικό ρόλο στο σχηματισμό των κυτταρικών τοιχωμάτων και τη ρύθμιση του pH του κυτταροπλάσματος.

Το ασβέστιο είναι μη κινητικό στοιχείο στο φυτό. Μετακινείται με βραδύ ρυθμό στον φλοιό και για αυτό το λόγο σε περίπτωση τροφοπενίας παρατηρείται έλλειψη στα νέα φύλλα και κυρίως στους καρπούς και γενικά στα αποθηκευτικά όργανα του φυτού. Συχνά παρατηρείτε ότι έλλειψη Ca συναντάτε σε πολύ όξινα εδάφη, σε νατριωμένα εδάφη χωρίς να περιέχουν ελεύθερο $CaCO_3$ και σε αμμώδη εδάφη.

Στον αντίποδα η παραπανήσια ποσότητα ασβεστίου αποτελεί κατασταλτικό παράγοντα για την πρόσληψη άλλων θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά όπως του Mg, K, P, Fe, Mn. (Ασημακόπουλου Ιωάννη-Οιχαλιώτη Κων/νου-Μπόβη Κων/νου, Αθήνα 2009).

1.2.6 Η ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ

Εδαφολογική ανάλυση είναι κάθε χημική, φυσική ή βιολογική μέτρηση που γίνεται στο έδαφος. Η εδαφική ανάλυση για τη διάγνωση της έλλειψης ή περίσσειας των θρεπτικών στοιχείων βασίζεται στην υπόθεση ότι η ρίζα απορροφά από το έδαφος τις ποσότητες εκείνες των θρεπτικών στοιχείων που μπορούν να εκχυλιστούν. Ο απώτερος σκοπός της ανάλυσης του εδάφους είναι η εκτίμηση των αναγκών σε θρεπτικά στοιχεία μιας καλλιέργειας.

Μας δίνεται έτσι η δυνατότητα για έγκαιρη διάγνωση της περιεκτικότητας του εδάφους σε θρεπτικά στοιχεία για την αποφυγή τυχόν τροφοπενιών ή τοξικότητας από υπερβολική λίπανση. Μέσω αυτής μας δίνονται πληροφορίες για την ύπαρξη προβλημάτων οξύτητας, αλκαλικότητας ή αλατότητας του εδάφους. Με την εδαφική ανάλυση έχουμε την εικόνα της σύστασης του εδάφους, δηλαδή το προσδιορισμό των ποσοστών αργίλου, ιλύος και άμμου, το (pH), την ηλεκτρική αγωγιμότητα (έκφραση της αλατότητας του εδάφους), το ποσοστό της οργανικής ουσίας καθώς και την ποσότητα των ιχνοστοιχείων και μακροθρεπτικών στοιχείων για τα οποία κι θα αναφερθούμε λεπτομερώς στο παρακάτω μέρος της εργασίας.

1.2.7 Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα μπορεί να χαρακτηριστεί και σαν ένα μέσο προσδιορισμού της γονιμότητας του εδάφους μέσω της οποίας εκτιμούμε την περιεκτικότητα των διαλυτών αλάτων του εδάφους.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα χωρίζεται σε δύο κατηγορίες, α) Την ηλεκτρική αγωγιμότητα EC, η οποία μετράται στο εργαστήριο και β) την φαινομενική ηλεκτρική αγωγιμότητα ECa,

1.2.8 Ηλεκτρική αγωγιμότητα EC

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του διαλύματος μπορεί να συσχετισθεί με το σύνολο των ανιόντων και των κατιόντων που υπάρχουν στο διάλυμα. Τα ιόντα μπορεί να είναι είτε ανιόντα (**NO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻, HCO₃⁻, CO₃²⁻, OH⁻**) είτε κατιόντα (**Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺, H⁺**), τα οποία διαλύονται εύκολα στο εδαφικό διάλυμα. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι το μέσο για τον προσδιορισμό της αλατότητας των εδαφών. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα έχει συσχετισθεί με την αλατότητα του εδάφους. Τα άλατα είναι ικανά να συμπεριφέρονται στο εδαφικό διάλυμα ως καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού (Μήτσιος, 1996).

Όσο περισσότερο η συγκέντρωση των διαλυτών αλάτων αυξάνει στο έδαφος, τόσο περισσότερο το εδαφικό διάλυμα γίνεται καλύτερος αγωγός του ηλεκτρισμού και συνεπώς, η ηλεκτρική αγωγιμότητα αυξάνεται (Gartley, 1995).

Η εδαφική αλατότητα μπορεί να επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό τις φυσικοχημικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους. Όταν τα εδάφη χαρακτηρίζονται αλατούχα, τότε η εδαφική αλατότητα (EC του εδαφικού εκχυλίσματος του πολτού) έχει υπερβεί τα 2 dS m⁻¹.

1.2.9 Φαινομενική ηλεκτρική αγωγιμότητα ECa

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι μια φυσική ιδιότητα του εδάφους και ορίζεται ως η ευκολία με την οποία το ηλεκτρικό ρεύμα διέρχεται από την μάζα του (Lund, 1999). Η αγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος γίνεται κυρίως μέσω των τριχοειδών διαστάσεων πόρων που σχηματίζουν μεταξύ τους τα εδαφικά συσσωματώματα. Οι πόροι αυτοί περιέχουν νερό και ιόντα σε διάλυση (εδαφικό διάλυμα) (Lund, 1999).

1.2.10 Χαρτογράφηση ιδιοτήτων των εδαφών

Η χαρτογράφηση των εδαφικών ιδιοτήτων αποτελεί μια πολύ σημαντική παράμετρο για την διαχείριση των εισροών μιας καλλιέργειας καθώς και της κατανομής της παραλλακτικότητας των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του εδάφους της περιοχής. Η χαρτογράφηση συνδέεται άμεσα με την Γεωργία Ακριβείας αφού μας επιτρέπει να δημιουργήσουμε ένα πλάνο καλλιεργητικών πρακτικών με σκοπό την

μείωση των εισροών , αυξάνοντας έτσι τις αποδόσεις της καλλιέργειας και παράλληλα συμβάλει και στην προστασία του εδάφους από παράγοντες που θα οδηγούσαν στην διάβρωση και θα καθιστούσαν το έδαφος προβληματικό.

Για την χαρτογράφηση των εδαφών ακολουθούνται συγκεκριμένες μεθοδολογίες και συστήματα ανάλυσης . Η τεχνολογία πλέον αποτελεί το βασικότερο κριτήριο για την ανάπτυξη των παραμέτρων της χαρτογράφησης.(εικόνα5).Τα συστήματα δορυφορικής τηλεπισκόπησης, συστημάτων πλοήγησης (GPS) ,Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) και η χρήση ραντάρ που διαπερνούν το έδαφος (GPR) μας δίνουν πληροφορίες σχετικά με τα υλικά ή τις αλλαγές των υλικών του εδάφους στα διάφορα βάθη . Όλα αυτά τα μέσα βοηθούν στην έγκυρη δειγματοληψία του εδάφους μιας περιοχής που αυτό βοηθάει και στην βέλτιστη διαχείριση μιας καλλιέργειας .
(Φουντάς Σπυρίδων- Γέμος Θεοφάνης,2015)



Εικόνα 5 : Απεικόνιση χαρτογράφησης καλλιεργήσιμης έκτασης

Πηγή Εικόνας 5 : <https://images.app.goo.gl/aTSHxPLL8nF54S1A>

1.2.11 Γεωργία Ακριβείας

Με τον όρο Γεωργία Ακριβείας (Precision agriculture) ορίζουμε ένα σύστημα διαχείρισης αγροτεμαχίων σύμφωνα με το οποίο μπορούν να εφαρμοστούν διαφορετικά επίπεδα εισροών σε περιοχές του αγρού ανάλογα με το δυναμικό παραγωγής και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες. Είναι μία μέθοδος που σκοπό έχει την αύξηση της παραγωγής και βελτίωση της ποιότητας, όσο και στην μείωση αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον.

Αποτελεί μια νέα μέθοδο γεωργικής πρακτικής, η οποία χρησιμοποιεί τις πληροφορίες με σαφήνεια, προσδιορισμένη ως προς το χώρο και το χρόνο, προκειμένου να μεγιστοποιήσει την αποδοτικότητα των εισροών, ακόμα και να ελαχιστοποιήσει τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις. Βασίζεται σε τεχνολογίες και μέσα ικανά να καταγράψουν με ακρίβεια την υπάρχουσα κατάσταση του αγρού, στη συνέχεια να διαχειριστούν τη συγκεντρωμένη πληροφορία και δεδομένα και τέλος να εφαρμόσουν τις εισροές έτσι, ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες κάθε σημείου και χρονικής στιγμής ξεχωριστά.

Οι τεχνολογίες οι οποίες περιλαμβάνονται στην Γεωργία Ακριβείας είναι συστήματα καταγραφής δεδομένων όπως ψηφιακοί χάρτες , Τηλεπισκόπηση , GPS ,GIS και συστήματα μεταβαλλόμενης επιλογής όπως λιπασματοδιανομοίς , σπορείς, ψεκαστήρες κ.λ.π . (εικόνα 6)



Εικόνα 6: Τεχνολογικά μέσα στην γεωργία

Πηγή Εικόνας 6 : <https://images.app.goo.gl/twKVXsAWBQwrGLs87>

Είναι ουσιαστικά τη μοναδική αγροτική μέθοδο όπου εξασφαλίζει ομοιογένεια σε όλους τους τομείς στον αγρό όπως στις εδαφολογικές ιδιότητες και τη γονιμότητα του εδάφους, την εδαφική υγρασία, των χαρακτηριστικών των φυτών ,τους πληθυσμούς των ζιζανίων και των εντόμων. Εμφανίζει μια σχετική ομοιομορφία που ανταποκρίνεται περισσότερο στην πραγματικότητα που στοχεύει στην αύξηση της απόδοσης της παραγωγής, στη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων, στην ορθολογική και αποτελεσματικότερη χρήση των χημικών εισροών, στη μείωση κατανάλωσης ενέργειας και την προστασία του εδάφους και των υπογείων υδάτων.(εικόνα 7)

Σκοπός της γεωργίας ακριβείας είναι να οδηγήσει σε καλύτερη επιλογή των γεωργικών πρακτικών, σε συνάρτηση με τις ανάγκες των καλλιεργειών, να μειώσει το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της καλλιέργειας και να μπορέσει να δώσει, τελικά, αυξημένη παραγωγή καλύτερης ποιότητας και ποσότητας, αυξάνοντας το εισόδημα του καλλιεργητή. (Σπύρος Φούντας Θεοφάνης Γέμος,2015)



Εικόνα 7: Τομές που ελέγχουν τα τεχνολογικά μέσα στην γεωργία ακριβείας

Πηγή Εικόνας 7 : <https://images.app.goo.gl/rMpwwvFqkfoxcj8>

1.2.12 Ζώνες διαχείρισης (Management Zones)

Η βάση ενός συστήματος Γεωργίας Ακριβείας είναι η διαμόρφωση στον αγρό ζωνών διαχείρισης που έχουν στόχο την εφαρμογή των εισροών με μεταβλητές δόσεις (Variable Rate Application). Ζώνη διαχείρισης είναι ένα επιμέρους τμήμα του αγρού που έχει κοινά χαρακτηριστικά και όπου η διαχείριση μπορεί να είναι ενιαία (Kitchen et al., 1996).

Βασικά χαρακτηριστικά που πρέπει να έχουν οι ζώνες διαχείρισης είναι:

- Σταθερότητα στο χρόνο.
- Ευκολία στην οριοθέτηση.
- Συσχέτιση με την παραγωγή.
- Χαμηλό κόστος δημιουργίας.

Η δημιουργία των ζωνών διαχείρισης γίνεται αξιολογώντας όλες τις πληροφορίες που είναι διαθέσιμες για τον αγρό όπως είναι:

- Φυσικές ιδιότητες του εδάφους.
- Δυνατότητες διαχείρισης του παραγωγού.
- Πιθανό κέρδος του παραγωγού

Ο αριθμός των ζωνών διαχείρισης εξαρτάται από το μέγεθος του αγρού, την παραλλακτικότητα του και τη δυνατότητα του παραγωγού να διαφοροποιήσει τις εισροές. Επιπλέον το μέγεθος των ζωνών διαχείρισης, το ελάχιστο μέγεθος καθορίζεται από τη δυνατότητα του παραγωγού να διαφοροποιήσει τις εισροές σε έναν αγρό. Αυτό είναι συνάρτηση του μεγέθους του εξοπλισμού που χρησιμοποιεί. Το μέγιστο μέγεθος των ζωνών διαχείρισης καθορίζεται από τα περιθώρια του αγρού.

1.2.13 Παγκόσμιο Σύστημα Προσδιορισμού Θέσης (Global Positioning System, GPS)

Στην παρούσα πτυχιακή μελέτη βασισμένοι με τις αρχές της γεωργίας ακριβείας για την ορθή δειγματοληψία και χαρτογράφηση της περιοχής μελέτης πραγματοποιήθηκε καταγραφή των συντεταγμένων δειγματοληψίας. Ο ακριβής προσδιορισμός των θέσεων των δειγμάτων μέσω συντεταγμένων Χ,Υ έγινε με την χρήση του παγκόσμιου συστήματος εντοπισμού GPS.

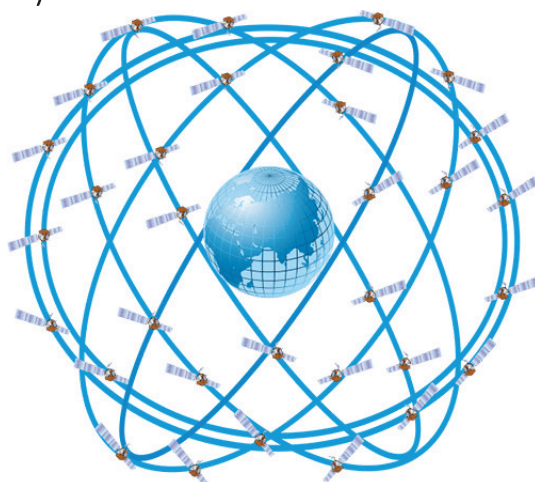
Γενικά

Το 1975, δημιουργήθηκε από τις Η.Π.Α (αεροπορία και ναυτικό), ένα σύστημα το οποίο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για στρατιωτικούς σκοπούς ονομάστηκε GPS (Global Positioning System) ενώ το Ευρωπαϊκό σύστημα το οποίο είναι υπό κατασκευή ονομάζεται Galileo. Το GPS χρησιμοποιείται καθημερινά για γεωδαιτικές εργασίες, παραδείγματος χάριν ένας δέκτης GPS λαμβάνει σήμα από τους δορυφόρους, προσδιορίζει τις συντεταγμένες και βοηθάει στην καθοδήγηση και την πλοήγηση αγροτικών οχημάτων.

Τα λειτουργικά μέρη του GPS είναι τρία:

1) Το Δορυφορικό Τμήμα που διαθέτει 24 δορυφόρους (εικόνα 8), οι οποίοι κινούνται σε τροχιά γύρω από τη γη κάθε 12 ώρες. Οι τροχιές που ακολουθούν οι δορυφόροι είναι έξι, τέσσερις δορυφόροι σε κάθε τροχιά.

Με αυτόν τον τρόπο, εξασφαλίζεται ότι για 24 ώρες τη μέρα, τέσσερις τουλάχιστον δορυφόροι θα στέλνουν σήμα σε οποιοδήποτε σημείο της γης (Δερμάνης, 1999).



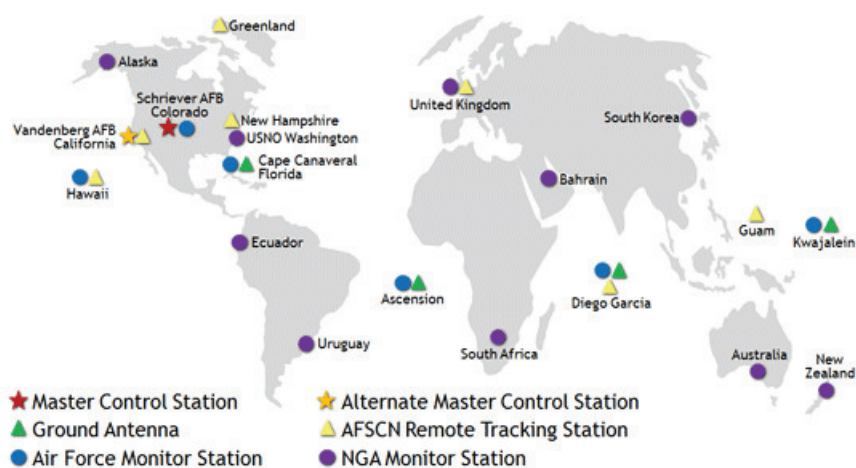
Εικόνα 8 :Σχηματισμός 24 δορυφόρων

Πηγή Εικόνας 8: <https://images.app.goo.gl/DYNM4cLTU2wipf9T6>

2) Το Τμήμα Ελέγχου το οποίο είναι επίγειο παγκόσμιο σύστημα καταγραφής δεδομένων το οποίο αποτελείτε από 5 σταθμούς καταγραφής δεδομένων παγκοσμίως με κεντρικό σταθμό ο οποίος βρίσκεται στο Κολοράντο των Η.Π.Α .Οι πληροφορίες που μεταδίδονται από τους δορυφόρους συλλέγονται αναλύονται και μεταδίδονται στον κεντρικό σταθμό ο οποίος ενημερώνει το σύστημα πλοήγησης . Το GPS διαθέτει 16 σημεία παρακολούθησης σε όλη την Γη .(εικόνα 9)

3) Το Τμήμα Χρήσης το οποίο απαρτίζεται από όλους τους πολίτες παγκοσμίως για την καταγραφή θέσης και για τις πληροφορίες πλοήγησης καθημερινά .

Πλέον η χρήση του GPS στη Γεωργία Ακρίβειας αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι καθώς μέσω της χρήσης του παρέχονται μεγάλες ευκολίες όπως η δημιουργία περιγράμματος αγρών, η παρακολούθηση των καλλιεργειών, η χαρτογράφηση του εδάφους και της παραγωγής .



Εικόνα 9: Απεικόνιση των 16 σημείων παρακολούθησης

Πηγή Εικόνας 9: <https://www.gps.gov/systems/gps/control/>

1.2.14 Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών - GIS (Geographic Information System)

Το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών είναι ένα λογισμικό με τη βοήθεια του οποίου πληροφορίες οργανώνονται, αποθηκεύονται, αναλύονται και επεξεργάζονται. Οι πληροφορίες σε ένα GIS απεικονίζονται πάντοτε ως ψηφιακοί χάρτες του υπό εξέταση αγρού γιατί όλες οι πληροφορίες είναι προσδιορισμένες στο χώρο με τη βοήθεια του GPS. Πρόσθετα εργαλεία όπως στατιστικές αναλύσεις, προσομοιώσεις και άλλες αναλυτικές μέθοδοι, χρησιμοποιούνται από το GIS και βοηθούν στην εξαγωγή συμπερασμάτων και στη λήψη αποφάσεων (Westervelt and Reetz, 2000).

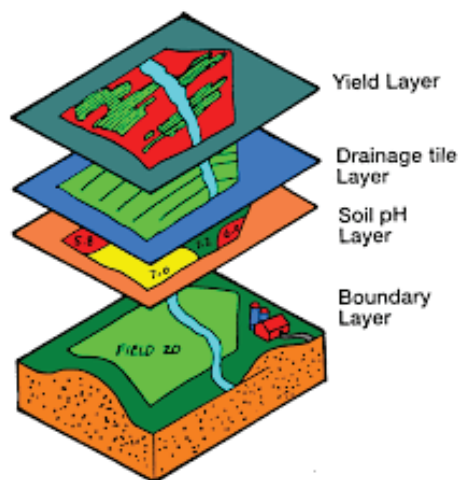
Για τη Γεωργία Ακρίβειας, το GIS αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο, όχι μόνο για τη χαρτογράφηση αλλά και για τις βάσεις δεδομένων

που συνδέονται με το GIS και τα εργαλεία του για το χειρισμό τους. Σε ένα τέτοιο σύστημα, μπορεί κάποιος να εισάγει διάφορες πληροφορίες όπως ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους, παραγωγή, περιεκτικότητα του εδάφους σε θρεπτικά συστατικά. Παρέχεται η δυνατότητα δημιουργίας χαρτών, οι οποίοι απεικονίζουν την χωρική και χρονική παραλλακτικότητα των διαφόρων παραμέτρων και πως αυτή κατανέμεται κατά μήκος του αγρού. Για τη χρονική παραλλακτικότητα απαιτούνται μετρήσεις δύο ή περισσότερων ετών.

1.2.15.Λογισμικά στοιχεία λειτουργίας GIS

Τα δεδομένα που συλλέγονται από τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών ορίζονται ως layers (στρώματα) .Κάθε στρώμα απεικονίζει πληροφορίες σχετικά με κάποια μεταβλητή των εδαφικών ιδιοτήτων (εικόνα 10).Για την ανάλυση των πληροφοριών τα γεωγραφικά συστήματα αποτελούνται από ένα σύστημα εισαγωγής πληροφοριών (data input) .Όλες οι πληροφορίες αποθηκεύονται σε μια βάση συλλογής και οργάνωσης και στην συνέχεια με την βοήθεια του συστήματος εμφάνισης εμφανίζονται με την μορφή χαρτών , πινάκων κ.α. αφού πρώτα γίνει η επεξεργασία τους για την διόρθωση λαθών και στη συνέχεια η γεωστατιστική ανάλυση τους .

Τα αποτελέσματα επεξεργασίας των δεδομένων ανάλυσης εμφανίζονται με δύο μορφές αποθήκευσης οι οποίες είναι η διανυσματική μορφή και η μορφή κυψελών Κατά την διανυσματική μορφή οι πληροφορίες εμφανίζονται με την μορφή σημείων και γραμμών σε και σε αυτά ανήκουν τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί με τη μέθοδο της δειγματοληψίας. Τα δεδομένα που συλλέγονται με την χρήση αισθητήρων απεικονίζονται με την μορφή κυψέλης τα γνωστά αρχεία grid



Εικόνα 10: Επίπεδα συλλογής πληροφοριών

Πηγή Εικόνας 10 : <https://images.app.goo.gl/gBDDSTVJb5ShV5XN6>

1.2.16 Πρόγραμμα δημιουργίας εδαφικών χαρτών – SURFER-

11

Το serfer -11, είναι ένα λογισμικό της golden software , που επιτρέπει την τρισδιάστατη απεικόνιση μιας επιφάνειας .Χρησιμοποιείτε για την απεικόνιση τοπίου , ανάλυση επιφάνειας ,χαρτογράφηση περιγράμματος , λεκάνη απορροής και χαρτογράφηση 3D επιφάνειας , ογκομετρίας και άλλων παραμέτρων .

Το πρόγραμμα αυτό μετατρέπει τα δεδομένα X,Y,Z σε χάρτες ανάλυσης δεδομένων . Στηρίζετε στην ανάλυση δεδομένων και την δημιουργία αρχείων grid και βιογραμμάτων . Ακόμα μας παρέχει την δυνατότητα δημιουργία χαρτών για την καλύτερη απεικόνιση εδαφικών παραμέτρων και της εδαφικής παραλλακτικότητας που μπορεί να συναντήσουμε σε μια περιοχή

1.2.17 ΧΩΡΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΟΛΗ

Χωρική παρεμβολή (spatial interpolation) ονομάζεται η διαδικασία υπολογισμού της τιμής ενός φαινομένου σε σημεία που δεν έχει γίνει δειγματοληψία μέσα σε μια περιοχή μελέτης , χρησιμοποιώντας τιμές σαν δεδομένα από περιοχές στα οποία υπάρχουν δεδομένα . Η χωρική παρεμβολή χρησιμοποιείται για τη μετατροπή δεδομένων από σημειακές παρατηρήσεις σε συνεχείς επιφάνειες, έτσι ώστε να είναι δυνατή η πρόβλεψη ιδιοτήτων σε μη μετρημένα σημεία . Η βασική έννοια της χωρικής παρεμβολής είναι ότι οι τιμές των σημείων που έχουν κοντινή απόσταση μεταξύ τους, είναι πιο πιθανό να είναι όμοια , σε αντίθεση με τις τιμές των σημείων που βρίσκονται σε μακρινή απόσταση μεταξύ τους .

Η χωρική παρεμβολή βασίζεται σε δύο βασικές υποθέσεις:

A) Η επιφάνεια που εκφράζει το υπό εξέταση χαρακτηριστικό είναι συνεχής και επομένως η τιμή σε κάθε θέση μπορεί να υπολογιστεί αν υπάρχουν ικανοποιητικά στοιχεία για την επιφάνεια αυτή. Είναι και αυτή που επιτρέπει την εφαρμογή των μεθόδων της παρεμβολής .

B) Η ύπαρξη **αυτοσυσχετισμού** (*spatial autocorrelation*) μεταξύ των δεδομένων, δηλαδή χωρική εξάρτηση των τιμών του υπό εξέταση χαρακτηριστικού. Η μέθοδος αυτή είναι ουσιαστικά έμμεση αλλά εξίσου σημαντική με την παραπάνω αφού επιτρέπει την τεκμηρίωση των μεθόδων αυτών .

ΜΕΘΟΔΟΙ ΧΩΡΙΚΗΣ ΠΑΡΕΜΒΟΛΗΣ

Η χωρική παρεμβολή αποτελείται από τρεις μεθόδους : τις μεθόδους των τοπικών εκτιμήσεων (***local estimation methods***), τις μεθόδους γενικών τοπικών εκτιμήσεων (***local estimation methods***) και τις γεωστατιστικές μεθόδους χωρικής συσχέτισης (***kriging***).

- **Μέθοδος τοπικών εκτιμήσεων (*local estimation*)**

Οι μέθοδοι τοπικής εκτίμησης (*local estimation*) βασίζονται στην υπόθεση, ότι κάθε διακριτό σημείο επηρεάζει τις τιμές των διπλανών του σημείων, μέχρι μια ορισμένη απόσταση μεταξύ τους. Οι τιμές των σημείων από τα οποία δεν υπάρχουν δείγματα υπολογίζονται από συναρτήσεις με διαφορετικές παραμέτρους και η σύνδεση μεταξύ αυτών των συναρτήσεων προσδιορίζεται μόνο κατά προσέγγιση . Η μέθοδος εκτίμησης που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της συνάρτησης παρεμβολής, διαφέρει μεταξύ των ποικίλων διαθέσιμων μεθόδων και των συγκεκριμένων εφαρμογών που έχουν κάθε φορά. Οι συνηθέστερες μέθοδοι παρεμβολής τοπικής εκτίμησης είναι:

- ❖ η σταθμισμένη παρεμβολή αντίστροφης απόστασης
- ❖ η παρεμβολή φυσικής γειτνίασης
- ❖ η παρεμβολή ακανόνιστου τριγωνικού δικτύου

Οι παραπάνω μέθοδοι είναι αρκετά γρήγορες, αλλά έχουν το μειονέκτημα ότι όταν χρησιμοποιούνται για δεδομένα με ετερογενή χωρική πυκνότητα, έχουν συχνά μειωμένη ακρίβεια .

- **Μέθοδος γενικών τοπικών εκτιμήσεων (local estimation methods)**

Στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιούνται όλα τα υπάρχοντα στοιχεία από ολόκληρη την περιοχή μελέτης επιτυγχάνοντας εκτιμήσεις για το όλο σύνολο της περιοχής που μελετάται . Οι γενικευμένοι εκτιμητές χρησιμοποιούνται συνήθως εμμέσως για χωρικές παρεμβολές, κι αυτό γιατί αποτελούν κυρίως εργαλεία εξέτασης και πιθανόν απομάκρυνσης των γενικευμένων για ολόκληρη την περιοχή χωρικών διαφοροποιήσεων που δημιουργούνται από διάφορες περιφερειακές τάσεις ή από διαφορετικές κατηγορίες φαινομένων, τα οποία χαρακτηρίζουν περιοχές με διαφορετικές μέσες τιμές. Η συμπεριφορά τους ελέγχεται από την τάση, την εξομάλυνση, την ελάχιστη και μέγιστη απόσταση μεταξύ των σημείων και την ανισοτροπία.

Γεωστατιστική μέθοδος χωρικής συσχέτισης (kriging)

Η μέθοδος kriging είναι μία σχετικά εύκολη μέθοδος που επιτυγχάνει την εκτίμηση των τιμών των μεταβλητών σε θέσεις που δεν ελήφθησαν δείγματα , χρησιμοποιώντας το αρχικό σύνολο των τιμών και των πληροφοριών που υπάρχουν στο γενικό σύνολο .

Το kriging έχει το ελάχιστο μέσο τετραγωνικό σφάλμα ,δηλαδή την αναμενόμενη τετραγωνισμένη διαφορά μεταξύ της εκτίμησης $Z^*(\chi_0)$ και της πραγματικής τιμής $Z(\chi_0)$ στη θέση χ_0 :

$$E[Z^*(\chi_0) - Z(\chi_0)]^2$$

2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ –ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στην αποξηραμένη λιμνοθάλασσα Αγουλινίτσα τις δυτικής Πελοποννήσου βρίσκεται στην νότια ακτή του νομού Ηλείας, στον Κυπαρισσιακό κόλπο, σχεδόν στο ύψος της αρχαίας Ολυμπίας , νότια του οικισμού Αγουλινίτσα (το σημερινό Επιτάλιο) στο οποίο οφείλει και την ονομασία της . Η Αγουλινίτσα δεν υπήρξε από την αρχαιότητα αλλά δημιουργήθηκε τον μεσαίωνα από θαλάσσια ρεύματα που μετέφεραν μεγάλη ποσότητα άμμου και εγκλώβισαν νερά του ποταμού Αλφειού ,που εκβάλλει στο βόρειο άκρο της , μαζί με βρόχινα νερά . Μάλιστα στην θέση που υπάρχει σήμερα η λίμνη βρισκόταν το Δέλτα του Αλφειού πριν μετατοπιστεί με την πάροδο των χρόνων στην σημερινή του θέση.(Εικόνα 11)



Εικόνα 11: Χάρτης Νομού Ηλείας

Πηγή Εικόνας 11: <https://images.app.goo.gl/Vq5rAjFfy9rBVWvA8>

Η λιμνοθάλασσα έχει μήκος περίπου 12χλμ. και πλάτος περίπου 1χλμ.. Το 1968 με έργα του δήμου της περιοχής ,τα νερά της παροχετεύτηκαν στη θάλασσα , αποξηράνθηκε και 35.000-40.000 στρέμματα αποδόθηκαν για καλλιέργεια .

Σήμερα η γεωργική της εκμετάλλευση έχει αυξηθεί σε μεγάλο ποσοστό , με μικρά προβλήματα να παρουσιάζονται τους χειμερινούς μήνες , με πολύ έντονες βροχοπτώσεις , λόγω της αυξημένης συγκρατήσεως των υδάτων σε πολλά σημεία της έκτασής της .

Το κλίμα της περιοχής γύρω από την λιμνοθάλασσα της Αγουλινίτσας είναι θαλάσσιο μεσογειακό, με ήπιους χειμώνες και σχετικά δροσερά καλοκαίρια εξαιτίας κυρίως της επίδρασης της θάλασσας. Η θερμοκρασία σπάνια κατέρχεται υπό το μηδέν τον χειμώνα και μόνο στην εσωτερική πεδινή περιοχή υπερβαίνει τους 40°C το καλοκαίρι, με τον Ιούλιο και Αύγουστο να είναι οι πιο θερμοί μήνες . Η σχετική υγρασία του αέρα κυμαίνεται μεταξύ 67,5 και 70 βαθμών της υγρομετρικής κλίμακας, με υγρότερο μήνα τον Δεκέμβριο και ξηρότερους τους Ιούλιο και Αύγουστο.

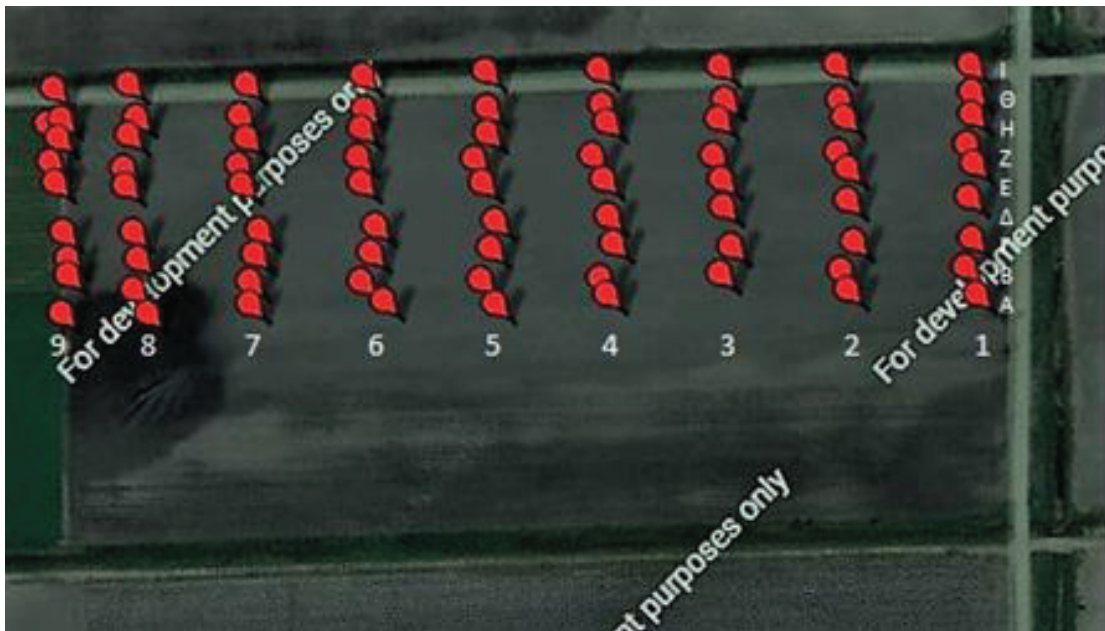
Η περιοχή της Αγουλινίτσας και γενικά η Ηλεία ανήκει στις περιοχές με τη λιγότερη νέφωση: η μέση ετήσια νέφωση κυμαίνεται μεταξύ 3,5 και 4,0, οι αίθριες ημέρες είναι περισσότερες από 150 και οι νεφοσκεπείς λιγότερες από 50. Το σύστημα των ανέμων που επικρατούν είναι σχετικά κανονικό. Κατά τους θερμούς μήνες επικρατούν κυρίως οι δυτικοί άνεμοι ως θαλάσσιες αύρες και οι βορειοδυτικοί ως μελτέμια. Το φαινόμενο της θαλάσσιας αύρας είναι εμφανέστατο τους θερμούς μήνες με ασθενείς δυτικούς ανέμους μετριάζοντας έτσι τη θερμοκρασία στη λεκάνη απορροής Αλφειού.

2.2 Δειγματοληψία εδάφους και εργαστηριακές αναλύσεις

Στη παρούσα πτυχιακή μελέτη η μέθοδος της δειγματοληψίας που εφαρμόστηκε βασίζεται στις αρχές της συστηματικής χωρικής δειγματοληψίας.

Μέσο του συστήματος αυτού τα δείγματα είναι κατανεμημένα στο πλαίσιο μιας γεωγραφικής περιοχής όπου τα σημεία προσδιορίζονται με την επιλογή σημείων στον χάρτη οριζόμενα με από συντεταγμένες Χ και Υ στον χάρτη στις οποίες βασίζεται η ορθή λήψη δειγμάτων .

Η δειγματοληψία εδάφους πραγματοποιήθηκε την Δευτέρα 8 Μαΐου του 2017 στην περιοχή του Επιτάλιου Ν. Ηλείας σε καλλιεργήσιμο αγρό με βιομηχανική τομάτα . Ο αγρός καλλιέργειας συνολικής έκτασης 40 στρεμμάτων χωρίστηκε σε σειρές δειγματοληψίας ώστε να γίνει η ορθή και αντιπροσωπευτική συλλογή των δειγμάτων. Η δειγματοληψία έγινε ανά 0,5 μέτρα σε πλάτος(αντιστοιχία σε 7 αυλάκια καλλιέργειας)και ανά 4 μέτρα σε μήκος οι σειρές δειγματοληψίας ήταν 9 όπου ονομάστηκαν με την αντιστοιχία των γραμμάτων από Α-Ι .(Εικόνα 12)



Εικόνα 12: Απεικόνιση σημείων δειγματοληψίας μέσω *ArcGIS Hybrid*

Για την δειγματοληψία χρησιμοποιήθηκαν δειγματολήπτες εδάφους(εικόνα 13) . Τα βάθη που έγιναν οι δειγματοληψίες ήταν στα πρώτα 0-30 εκατοστά, στα 30-60 εκατοστά και τέλος στα 60-90 εκατοστά αντίστοιχα για κάθε δείγμα. Κατά την διάρκεια της λήψης των δειγμάτων , σε κάθε σημείο από το οποίο λαμβάνονται τα δείγματα καταγράφονταν οι συντεταγμένες του με την χρήση ενός ασύρματου GPS.

Κάθε δείγμα που λαμβανόταν από κάθε βάθος ξεχωριστά τοποθετούνταν σε πλαστική σακούλα και κλεινόταν αεροστεγώς για την μείωση των απωλειών της υγρασίας . Σε κάθε σακούλα δείγματος αναγραφόταν ο κωδικός -ID ο οποίος αντιστοιχεί στη σειρά και το βάθος δειγματοληψίας . Ο συνολικός αριθμός των εδαφικών δειγμάτων που πάρθηκαν ήταν 243.



Εικόνα 13: Δειγματολήπτης εδάφους

Πηγή Εικόνας 13:https://giorgoskatsadonis.blogspot.com/2018/07/blog-post_15.html

2.3 Αποξήρανση δειγμάτων

Τα δείγματα εδάφους ύστερα από την ολοκλήρωση της δειγματοληψίας μεταφέρθηκαν στο Εδαφολογικό εργαστήριο του Τμήματος Γεωπονίας Πανεπιστημίου Πατρών (πρώην Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων) όπου μετρήθηκε 30gr κάθε δείγματος με το αντίστοιχο ID τους και τοποθετήθηκαν σε αλουμινένια ταψάκια .Κάθε ταψάκι τοποθετήθηκε στο πυριαντήριο στους 37°C όπου παρέμειναν για 48 ώρες ώστε να γίνει η πλήρης απομάκρυνση της υγρασίας .

2.4 Προετοιμασία Δειγμάτων

Μετά την ολοκλήρωση της αερο-ξήρανσης των δειγμάτων στο πυριαντήριο , πραγματοποιήθηκε κονιοτρόπηση του ολικού δείγματος εδάφους με την χρήση ενός γουδιού πορσελάνης . Κάθε σακούλα εδαφικού δείγματος τοποθετούνταν μέσα σε σκεύος πορσελάνης ώστε να υποβληθεί σε διαδικασία ομογενοποίησης με τη χρήση του γουδιού πορσελάνης . Όταν το έδαφος έχει φτάσει στην επιθυμητή υφή το δείγμα περνούσε από κόσκινο των 2 χιλιοστών ώστε να διαχωριστεί από τυχόν πετρώματα ή άλλα σωματίδια .

Σε κάθε δείγμα εδάφους μόλις όταν ολοκληρωνόταν η διαδικασία του κοσκινίσματος συλλέγονταν σε ειδικά πλαστικά δοχεία αεροστεγούς σφράγισης (ούρομποξ), πάνω στο οποίο αναγράφονταν ο κωδικός του δείγματος ώστε να συνεχιστούν οι επόμενες εργαστηριακές αναλύσεις τωνεδαφικών δειγμάτων

2.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΜΑΚΡΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

2.5.1 ΕΚΧΥΛΙΣΕΙΣ ΟΞΙΚΟΥ ΑΜΜΩΝΙΟΥ

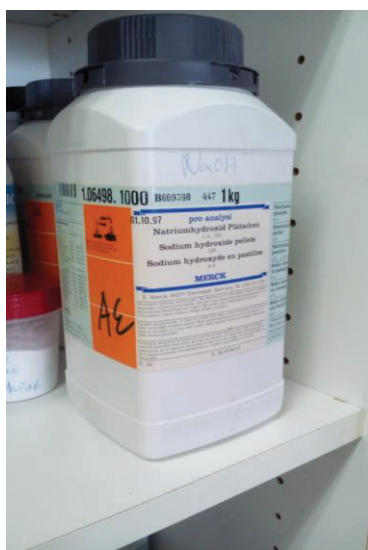
Για την μέτρηση νατρίου (Na) , καλίου (K), ασβεστίου (Ca) αλλά και μαγνησίου (Mg) απαιτείται η εκχύλιση των 240 δειγμάτων εδάφους με οξικό αμμώνιο ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$).

Υλικά και όργανα

- Αναλυτικός ζυγός
- Φυγόκεντρος
- Παλινδρομικός ανακινητήρας
- Ογκομετρικές φιάλες των 100 mL
- Χωνιά και ηθμοί
- Διάλυμα κορεσμού, οξικού αμμωνίου 1 M με pH = 7.

Παρασκευάζεται είτε με ανάμιξη 70 mL χημικώς καθαρού NH_4OH και 57 mL 99,5% CH_3COOH , είτε με διάλυση 77 g οξικού αμμωνίου ανά L διαλύματος και ρύθμιση του pH στο 7.

Η ρύθμιση του pH γίνεται είτε με NH_4OH , είτε με CH_3COOH .



Εικόνες 14-15 : Παρασκευή εκχυλιστικού υγρού

Εκτέλεση προσδιορισμού

Για την παρασκευή των εδαφικών διαλυμάτων ζυγίστηκαν 5gr αεροξηραμένου εδάφους σε πλαστικά μπουκαλάκια , από τα οποία είχε παρθεί το απόβαρο , ξεχωριστά για κάθε δείγμα και προστέθηκαν σε αυτά 33 ml οξικό αμμώνιο ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$). Σφραγίστηκαν καλά και για 15 min ανακινήθηκαν μηχανικά .



Εικόνα 16-17 : Ζύγισμα εδαφικού δείγματος για την παρασκευή των διαλυμάτων



Εικόνα 18-19 : Προσθήκη εκχυλιστικού υγρού και μηχανική ανακίνηση

Μετά το τέλος της ανακίνησης φυγοκεντρήθηκαν για 2 min . Στη συνέχεια σε ξεχωριστές φιάλες των 100 ml, που αναγράφουν τα στοιχεία του κάθε φυγοκεντρισμένου δείγματος, προστέθηκε το εκχύλισμα . Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε για άλλες 2 φορές.



Εικόνα 20-21: Φυγοκέντρωση δειγμάτων και προσθήκη εκχυλισμάτων στις φιάλες

Στο τέλος και των 3 επαναλήψεων συμπληρώθηκαν οι φιάλες με τα εκχυλίσματα με απιονισμένο νερό μέχρι την χαραγή(πλήρωση 100ml) .Οι φιάλες ανακινήθηκαν καλά για την ομογενοποίηση του υγρού μίγματος και από κάθε φιάλη έγινε λήψη ενός μικρού δείγματος του εκχυλίσματος σε ένα μικρό φιαλίδιο το οποίο αναγράφει τα στοιχεία του . Σφραγίστηκαν αεροστεγώς και τοποθετήθηκαν σε στατώ προκειμένου να πραγματοποιηθεί η μέτρηση των δειγμάτων



Εικόνα 22-23: Προσθήκη απιονισμένου νερού στο εκχύλισμα και τοποθέτηση σε φιαλίδια

2.5.2 ΑΡΑΙΩΣΕΙΣ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ (Mg 2%)

Για την μέτρηση μαγνησίου πραγματοποιήθηκε αραιώση 2% στα εκχυλισμένα δείγματα οξικού αμμωνίου . Με την πιπέτα των 200 μ L συλλέχτηκε υγρό δείγμα οξικού αμμωνίου από το δοκιμαστικό σωλήνα για κάθε δείγμα ξεχωριστά και τα τοποθετήθηκε σε άλλο αντίστοιχο δοκιμαστικό σωλήνα στον οποίο αναγράφονταν τα στοιχεία τους . Στη συνέχεια προστέθηκε απιονισμένο νερό 5.000 μ L με την πιπέτα και ύστερα άλλα 4.800 μ L προκειμένου να αραιώθούν τα 200ml που βρίσκονταν στον δοκιμαστικό σωλήνα . Η διαδικασία αυτή έγινε για κάθε εκχυλισμένο δείγμα ξεχωριστά .



Εικόνα 24: Εκχυλίσματα για μέτρηση μαγνησίου

2.5.3 ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΑΚΡΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ ΦΛΟΓΟΦΩΤΟΜΕΤΡΟ

Ιδιότητες φλογοφωτόμετρου

Το φλογοφωτόμετρο είναι το όργανο που αξιοποιεί τις αρχές της φλογοφωτομετρίας και με τη βοήθειά του προσδιορίζονται κυρίως τα αλκαλιμέταλλα (K, Na, Li, Cs) και οι αλκαλικές γαίες κυρίως (Ca, και Ba). Τα κυριότερα εξαρτήματα ενός φλογοφωτόμετρου, επισημαίνονται στη συνέχεια παράλληλα με την ανάλυση λειτουργίας του οργάνου: Ένα σύστημα παραλαβής του δείγματος με αναρρόφηση (λόγω υποπίεσης δημιουργούμενη από το εισαγόμενο ρεύμα αέρα), εξαερώνει και ψεκάζει το διάλυμα στο χώρο καύσης. Η ακτινοβολία που παράγεται λόγω της αποδιέγερσης των ατόμων, συγκεντρώνεται και κατευθύνεται, με τη βοήθεια ενός κοίλου κατόπτρου, στο κατάλληλο φίλτρο. Αυτό απορροφά όλες τις ακτινοβολίες που οφείλονται στην παρουσία και άλλων μετάλλων και επιτρέπει να περάσει μόνο η ακτινοβολία που οφείλεται στο στοιχείο που προσδιορίζεται. Η ακτινοβολία αυτή με τη βοήθεια φωτοκύτταρου μετατρέπεται σε ηλεκτρικό ρεύμα, το οποίο, αφού ενισχυθεί με τη βοήθεια ενός ενισχυτή, μετατρέπεται με ένα γαλβανόμετρο σε ένδειξη. Άλλο είδος φλογοφωτόμετρου είναι το φλογοφασματοφωτόμετρο, το οποίο υπερέχει εκείνου που περιγράφηκε προηγουμένα στο ότι για την επιλογή του μήκους κύματος της ακτινοβολίας χρησιμοποιείται μονοχρωμάτορας αντί για φίλτρο. Ο μονοχρωμάτορας παρέχει τη δυνατότητα επιλογής οποιασδήποτε φασματικής γραμμής, πράγμα που αυξάνει την ευαισθησία και ελαττώνει τις παρεμβολές.

2.5.4 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΦΛΟΓΟΦΩΤΟΜΕΤΡΟ

Μετά την ολοκλήρωση όλων των διαδικασιών για την ολοκλήρωση της προετοιμασίας των δειγμάτων ακολουθήθηκε ο προσδιορισμός του Na, K, Ca, Mg στο εκχύλισμα που είχε τοποθετηθεί σε πλαστικά φιαλίδια, ο οποίος έγινε φλογοφωτομετρικά.

Στο φλογοφωτόμετρο έγινε ρύθμιση της καμπύλης των τιμών με την χρήση των standards σε υψηλές συγκεντρώσεις, το δείγμα αραιώθηκε έτσι ώστε η συγκέντρωση του να γίνει $>10\text{mg/L}$. (Εικόνα 25)



Εικόνα 25 : Μέτρηση δειγμάτων στο φλογοφωτόμετρο

2.5.5 Προσδιορισμός του αφομοιώσιμου φωσφόρου μέθοδος Olsen

Ο ανόργανος φώσφορος του εδάφους εκχυλίστηκε σε διάλυμα 0,5M NaHCO_3 pH 8,5. Το διάλυμα αυτό διαλυτοποιεί τις ενώσεις του φωσφόρου που βρίσκονται σε διαλυτή μορφή, όπως τα φωσφορικά ανιόντα, τα φωσφορικά ασβέστια, τα φωσφορικά αργίλια και το φωσφορικό σίδηρο. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται συνήθως για τα ασβεστούχα εδάφη, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τα όξινα εδάφη.

. Υλικά και όργανα

- Αναλυτικός ζυγός
- Πλαστικά μπουκάλια τω 250 mL
- Συσκευή ανακίνησης (περιστροφική ή παλινδρομική)
- Χωνιά με ηθμούς
- Προχοΐδα, κατηγορίας A
- Ογκομετρικές φιάλες των 50 mL

Για την μέθοδο αυτή ζυγίστηκαν σε πλαστικά μπουκαλάκια 2gr εδάφους για κάθε δείγμα και προστέθηκαν σε αυτά 40 ml εκχυλιστηκό OLSEN .



Εικόνα 26-27 : Ζύγισμα δειγμάτων και προσθήκη εκχυλιστικού

Τα δείγματα ανακινήθηκαν για 30 min και φυγοκεντρήθηκαν μια φορά. Στο τέλος της φυγοκέντρησης συμπληρώθηκαν οι φιάλες με τα εκχυλίσματα με απιονισμένο νερό μέχρι την χαραγή (πλήρωση 50ml) . Οι φιάλες ανακινήθηκαν καλά και από κάθε φιάλη συλλέχτηκε ένα μικρό δείγμα εκχυλίσματος σε ένα μικρό φιαλίδιο στο οποίο αναγράφονταν τα στοιχεία του . Τα φιαλίδια κλείστηκαν αεροστεγώς και τοποθετήθηκαν σε stato προκειμένου να γίνει η μέτρησή τους για την συλλογή των αποτελεσμάτων για την περιεκτικότητά τους σε φώσφορο.



Εικόνα 28-29 : Μηχανική ανακίνηση δειγμάτων και φυγοκέντρηση

2.5.6 Φασματοφωτομετρο - Προσδιορισμός του φωσφόρου σε διάλυμα με μέθοδος Olsen

Οι περισσότεροι προσδιορισμοί εδαφικού φωσφόρου έχουν δύο χωριστές φάσεις. Πρώτον, τη προετοιμασία ενός δείγματος που να περιέχει τον εδαφικό φώσφορο το κλάσμα αυτού και δεύτερον τον ποσοτικό προσδιορισμό του εδαφικού φωσφόρου στο διάλυμα, τη συγκέντρωση άλλων στοιχείων και το συγκεκριμένο σύστημα οξέων που χρησιμοποιείται στην αναλυτική διαδικασία

Οι «μπλε» μέθοδοι του μολυβδαινίου είναι αυτές με τη μεγαλύτερη ευαισθησία και έτσι χρησιμοποιούνται ευρέως τόσο στα εδαφικά εκχύλισμα, που περιέχουν μικρές ποσότητες P, όσο και για τον προσδιορισμό του ολικού P. Αυτές οι μέθοδοι βασίζονται στην αρχή ότι σε ένα όξινο μολυβδαινικό διάλυμα που περιέχει ορθοφωσφορικά ιόντα, ένα φωσφορομολυβδαινικό σύμπλοκο που μπορεί να αναχθεί από ασκορβικό οξύ, από SnCl_2 , και από άλλα αναγωγικά αντιδραστήρια σε ένα «μπλε του μολυβδαινίου» χρώμα. Η ένταση του μπλε χρώματος ποικίλει ανάλογα με τη συγκέντρωση του αλλά επηρεάζεται επίσης και από άλλους παράγοντες όπως η οξύτητα, τα αρσενικούχα και τα πυριτικά άλατα, και άλλα στοιχεία που επηρεάζουν το οξειδοαναγωγικό περιβάλλον του συστήματος.

Η μέθοδος του Olsen χρησιμοποιείται κυρίως για εδάφη ασβεστούχα αλλά δίνει αρκετά αξιόπιστα αποτελέσματα και σε όξινα εδάφη. Ο προσδιορισμός του κατά Olsen ακολουθεί δύο φάσεις, πρώτον την εκχύλιση με διάλυμα 0,5N NaHCO_3 και μετά τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης του στο εκχύλισμα.

Μέθοδος - Αντιδραστήρια

- Διάλυμα **NaOH 5N**: 40gr **NaOH** διαλύονται σε 800ml απεσταγμένου νερού και συμπληρώνεται μέχρι 1000ml.
- Διάλυμα **NaHCO₃ 0,5N**: 42gr **NaHCO₃** διαλύονται σε 800ml απεσταγμένου νερού και συμπληρώνουμε μέχρις όγκου 1000ml. Ρυθμίζουμε το pH στο 8,5 με το διάλυμα **NaOH 0,5N**.
- Διάλυμα **H₂SO₄ 5N**: Διαλύουμε 141ml **n.H₂SO₄ 96%** σε 800ml απεσταγμένου νερού και μετά από τη ψύξη του διαλύματος συμπληρώνουμε μέχρις όγκου 1000ml
- Μολυβδαινικό αμμώνιο **(NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O**.
- Τρυγικό καλιοαντιμμώνιο **KSbO₃·4H₂O**.
- Διάλυμα A: Διαλύουμε 6g **(NH₄)₆ 7O₂₄-4H₂O** σε 125ml απεσταγμένο νερό σε ποτήρι ζέσεως 500ml, καθώς και 0,145gr **KSbO₃·4H₂O** με 50ml απεσταγμένο νερό σε ποτήρι ζέσεως 200ml. Μεταφέρουμε τα παραπάνω διαλύματα σε ογκομετρική φιάλη των 1000ml, προσθέτουμε 500ml διαλύματος **H₂SO₄ 5N** και συμπληρώνουμε με νερό μέχρις όγκου 1000ml.
- Ασκορβικό οξύ (L(+)) - Ascorbic acid)

Διάλυμα B: Διαλύουμε 0,528gr ασκορβικό οξύ σε 100ml διαλύματος A (διατηρείται μόνο για 24 h).

- Δείκτης ρ-νιτροφαινόλη: Διαλύουμε 0,25gr ρ-νιτροφαινόλη σε 100ml απεσταγμένο νερό. •

A) Stock I (1mgP/ml): Ζυγίζουμε 1,099gr KH₂PO₄ (105oC για 1 ώρα) και τα διαλύουμε σε 250ml απεσταγμένο νερό. Προσθέτουμε 4ml πυκνό **H₂SO₄** και διατηρώ στο ψυγείο .

B) Stock II (100ppmP/ml): Παίρνω 10ml από το Stock I σε ογκομετρική φιάλη των 100ml και συμπληρώνω με νερό μέχρι τη χαραγή.

γ)Πρότυπο διάλυμα P (1 $\mu\text{gP/ml}$): Παίρνω 5ml από το Stock II σε ογκομετρική φιάλη των 500ml και συμπληρώνω με νερό μέχρι τη χαραγή.



Εικόνα 30 : Παρασκευή αντιδραστηρίων

2.5.7 Βαθμονόμηση Φασματοφωτόμετρου - Κατασκευή της καμπύλης

Κατ'αρχήν λαμβάνονται 10ml από το εκχυλιστικό διάλυμα NaHCO_3 0,5N ($\text{pH}=8,5$) σε ποτήρι ζέσεως των 50ml. Προσθέτουμε μια σταγόνα δείκτη ρ-νιτροφαινόλη και το διάλυμα αποκτά κίτρινο χρώμα. Στη συνέχεια προσθέτουμε με προχοΐδα διάλυμα H_2SO_4 5N και ταυτόχρονα μετράμε το pH του διαλύματος. Συνεχίζουμε τη προσθήκη του οξέος μέχρι το pH να πάρει την τιμή 5 οπότε και παρατηρείται αποχρωματισμός του διαλύματος.

Σε 5 ογκομετρικές φιάλες των 50ml μεταφέρουμε με σιφώνιο 10ml από το εκχυλιστικό διάλυμα και αντίστοιχα 0,1, 2,4 και 5ml διαλύματος standard και κατόπιν προσθέτουμε την ίδια ποσότητα διαλύματος H_2SO_4 5N που σημειώσαμε, οπότε το pH του κάθε διαλύματος θα ισούται με 5.. Προσθέτουμε απεσταγμένο νερό και το διάλυμα αφήνεται για 30 λεπτά. Μετά από παραμονή 45min μετράμε την απορρόφηση στο φασματοφωτόμετρο στα 720nm 880nm με κυψελίδα 1cm .

Το φασματοφωτόμετρο μηδενίζεται με το Standard 0 δηλαδή με το 'τυφλό', ενώ τα υπόλοιπα πρότυπα μετριοούνται με τη αύξουσα σειρά τους. Μετά από κάθε μέτρηση απορρόφησης προτύπου το όργανο μηδενίζεται εκ νέου με το 'τυφλό'.



Εικόνα 31-32 : Μέτρηση δειγμάτων στο φασματοφωτόμετρο -Standard

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1 Αποτελέσματα Εργαστηριακών Αναλύσεων

Όπως αναφερθήκαμε και στα προηγούμενα κεφάλαια η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε κατά μήκος και κατά πλάτος του αγρού μελέτης .Η έκταση των 40 στρεμμάτων χωρίστηκε σε 9 σειρές δειγματοληψίας ονομαζόμενες με τα γράμματα της αλφαβήτου Α-Ι και συνολικά πάρθηκαν 243 δείγματα εδάφους .Με βάση την παρακάτω εικόνα μπορούμε να κατανοήσουμε τη θέση δειγματοληψίας κάθε σημείου ξεχωριστά

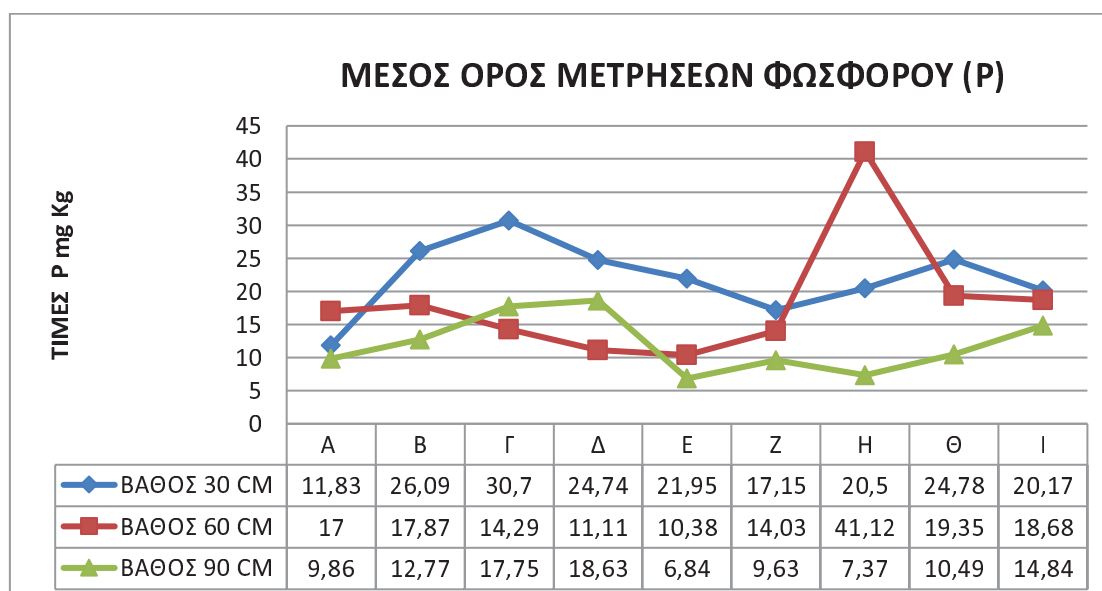


Απεικόνιση σημείων δειγματοληψίας μέσω *ArcGIS Hybrid*

Πρέπει να σημειωθεί ότι στη δεξιά μεριά του αγρού έχει δημιουργηθεί στραγγιστικό κανάλι για την εξυπηρέτηση των αναγκών στράγγισης του αγρού.

3.1.2 Αποτελέσματα Μετρήσεων Φωσφόρου .

Στο διάγραμμα 1 , εμφανίζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων φωσφόρου του εδάφους της περιοχής μελέτης ύστερα από την δειγματοληψία εδάφους που πραγματοποιήθηκε . Συγκεκριμένα απεικονίζονται οι μέσοι όροι των 9 σειρών (Α-Ι) δειγματοληψίας η οποία πραγματοποιήθηκε σε 3 βάθη 0-30 cm, 30-60cm και 60-90cm κατά μήκος του εδαφικού προφίλ . Με μπλε χρώμα απεικονίζεται το βάθος των 30cm , με κόκκινο το βάθος των 60cm και με πράσινο το βάθος των 90cm.



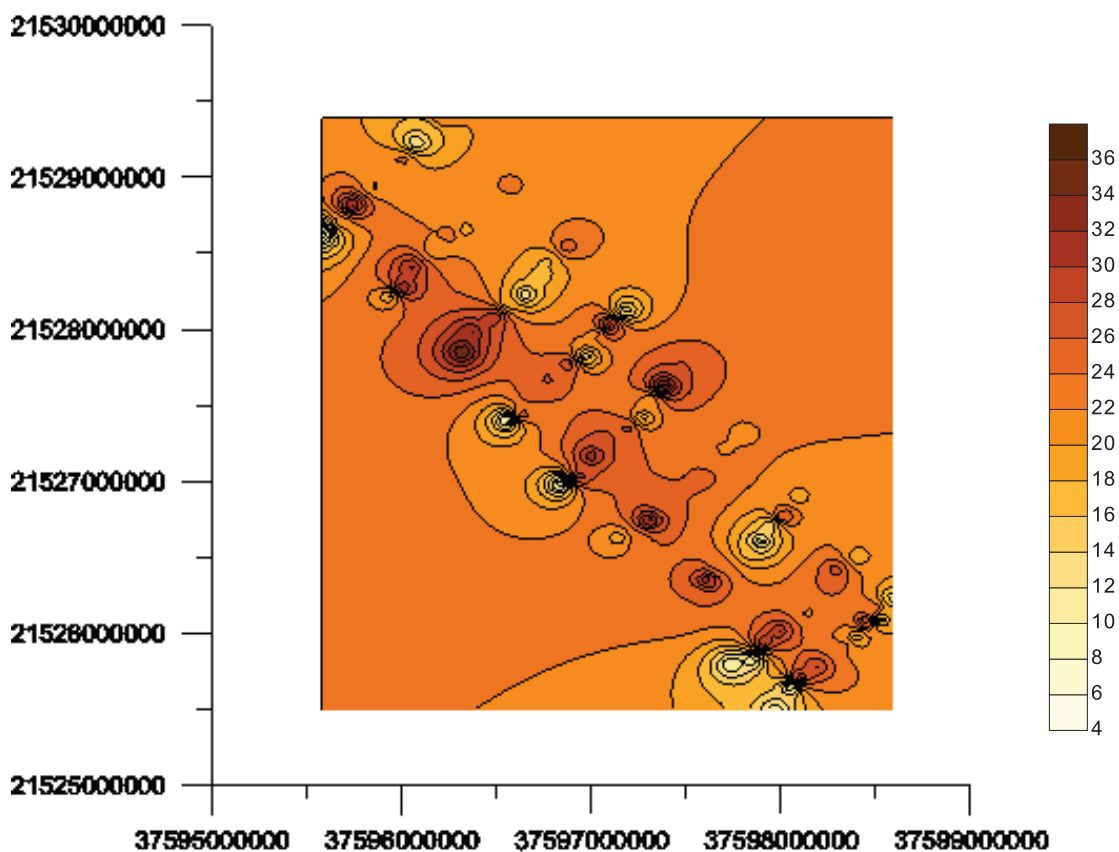
Διάγραμμα 1: Μέσος όρος μετρήσεων φωσφόρου στα τρία εδαφικά βάθη

Παρατηρούμε με βάση το παραπάνω διάγραμμα ότι οι τιμές του φωσφόρου κυμαίνονται από 6,84 mg/Kg να είναι η μικρότερη τιμή έως 41,12 mg/Kg να είναι η μεγαλύτερη τιμή φωσφόρου .

Επιπλέον οι υψηλότερες τιμές P εμφανίζονται στο βάθος των 0-30 cm ενώ οι χαμηλότερες τιμές στο βάθος των 90cm με μέσο όρο τιμών 12,02 mg/Kg σε αντίθεση με το βάθος των 60 cm με μέσο όρο τιμών 18,25 mg/Kg αν και στο οποίο στο σημείο H εμφανίζεται η υψηλότερη τιμή

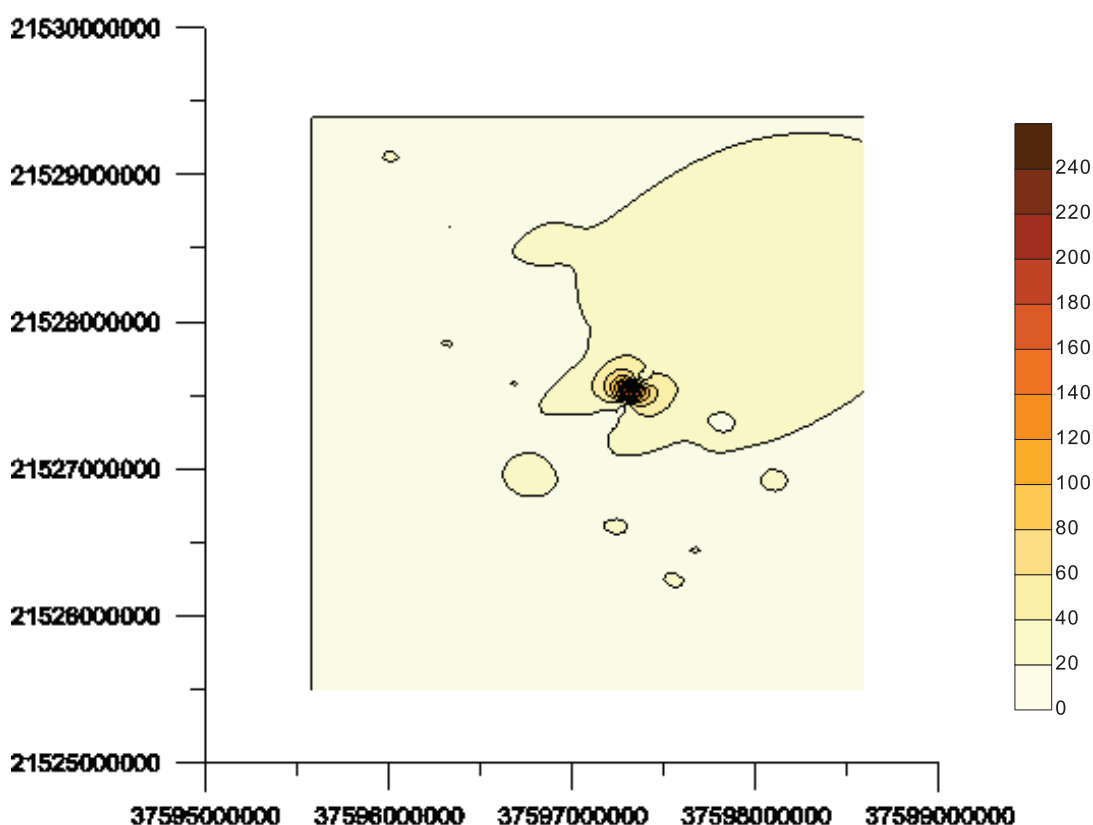
του φωσφόρου συγκριτικά . Επίσης παρατηρούμε μεγαλύτερες τιμές φωσφόρου στο σημείο Γ και στα τρία βάθη δειγματοληψίας σε σύγκριση με τα υπόλοιπα σημεία .

Στον παρακάτω χάρτη (χάρτης 1) απεικονίζεται η χωρική κατανομή του φωσφόρου στον αγρό καλλιέργειας που έγινε η δειγματοληψία στο βάθος των 30 cm .Οι υψηλές τιμές του φωσφόρου απεικονίζονται με σκούρο καφέ χρώμα ενώ οι χαμηλότερες τιμές με λευκό . Παρατηρούμε ότι η υψηλότερη τιμή βρίσκεται στο σημείο Γ και η πλειοψηφία των τιμών του φωσφόρου να βρίσκετε στο κέντρο του αγρού



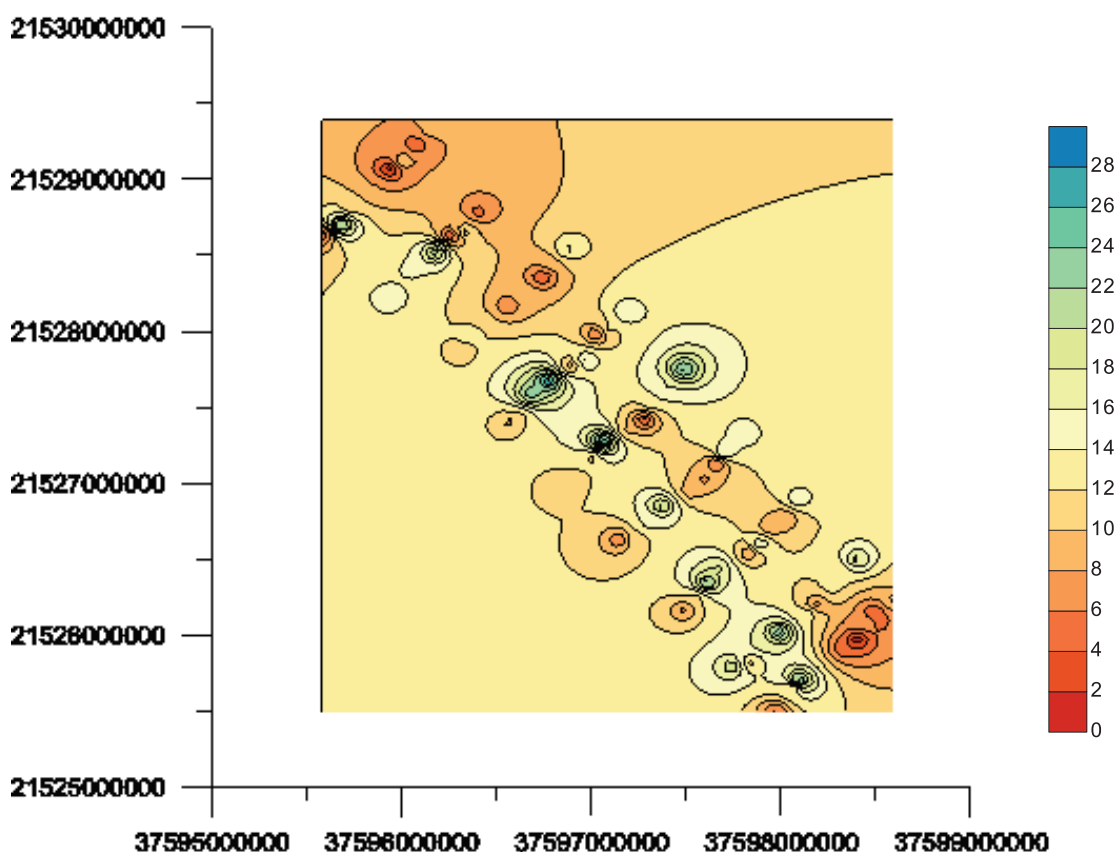
Χάρτης 1: Χωρική κατανομή του διαθέσιμου φωσφόρου σε βάθος 30cm (mg P/Kg)

Στο χάρτη 2 απεικονίζεται η χωρική κατανομή του φωσφόρου στο βάθος των 60 cm όπου με λευκό παρουσιάζονται οι χαμηλότερες τιμές και με σκούρο καφέ οι υψηλότερες τιμές . Παρατηρούμε λοιπόν ότι στο γενικό σύνολο των τιμών ο φώσφορος στο βάθος των 60 cm έχει τις χαμηλότερες τιμές συγκριτικά με τις τιμές του φωσφόρου στο βάθος των 30 cm , με την υψηλότερη τιμή να βρίσκεται στην θέση Η τα 41,12mg/Kg υψηλότερη τιμή και από αυτές που εμφανίζονται στους 30 cm .



Χάρτης 2: Χωρική κατανομή του διαθέσιμου φωσφόρου στο βάθος των 60cm (mg P/Kg)

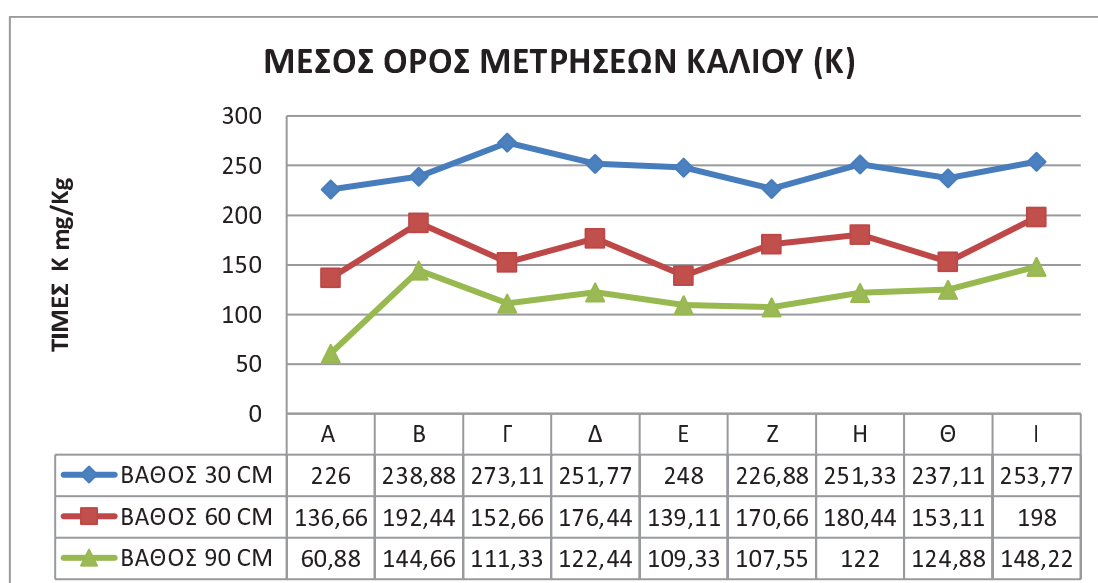
Τέλος στον χάρτη 3 εμφανίζονται οι τιμές του φωσφόρου στο βάθος των 90cm όπου οι μέγιστε τιμές να βρίσκονται στα σημεία Γ και Δ. Βλέποντας λοιπόν τους παραπάνω χάρτες διαπιστώνουμε ότι ο φώσφορος βρίσκεται κυρίως σε μεγαλύτερη διαθεσιμότητα στο βάθος των 30cm δηλαδή στο βάθος του ενεργού ριζοστρώματος όπου εκεί δεσμεύεται από τις ρίζες των φυτών προκειμένου να καλυφτούν οι απαραίτητες ανάγκες τους για την ανάπτυξη τους καθώς για το λόγο του ότι σαν στοιχείο ο φώσφορος χαρακτηρίζεται ως δυσκίνητος διότι δεν μετακινείται εύκολα στα εδαφικά στρώματα ούτε και με την έκπληση του νερού.



Χάρτης 4: Χωρική κατανομή του διαθέσιμου φωσφόρου στο βάθος των 90cm (mg P/Kg)

3.1.3 Αποτελέσματα Μετρήσεων Καλίου

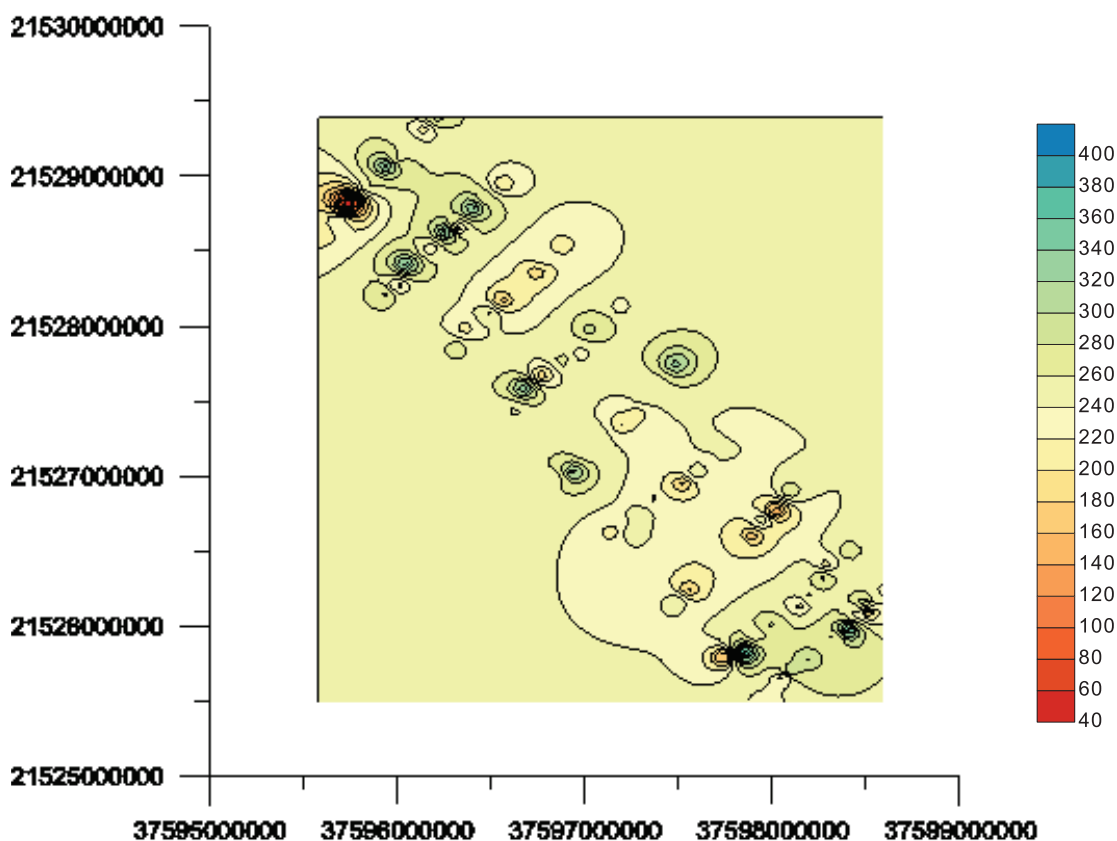
Στο διάγραμμα 2, εμφανίζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων ανταλλάξιμου καλίου του εδάφους της περιοχής μελέτης. Συγκεκριμένα απεικονίζονται οι μέσοι όροι των 9 σειρών (Α-Ι) δειγματοληψίας η οποία πραγματοποιήθηκε σε 3 βάθη 0-30 cm, 30-60cm και 60-90cm κατά μήκος του εδαφικού προφίλ. Με μπλε χρώμα απεικονίζεται το βάθος των 30cm, με κόκκινο το βάθος των 60cm και με πράσινο το βάθος των 90cm.



Διάγραμμα 2: Μέσος όρος μετρήσεων καλίου στα τρία εδαφικά βάθη

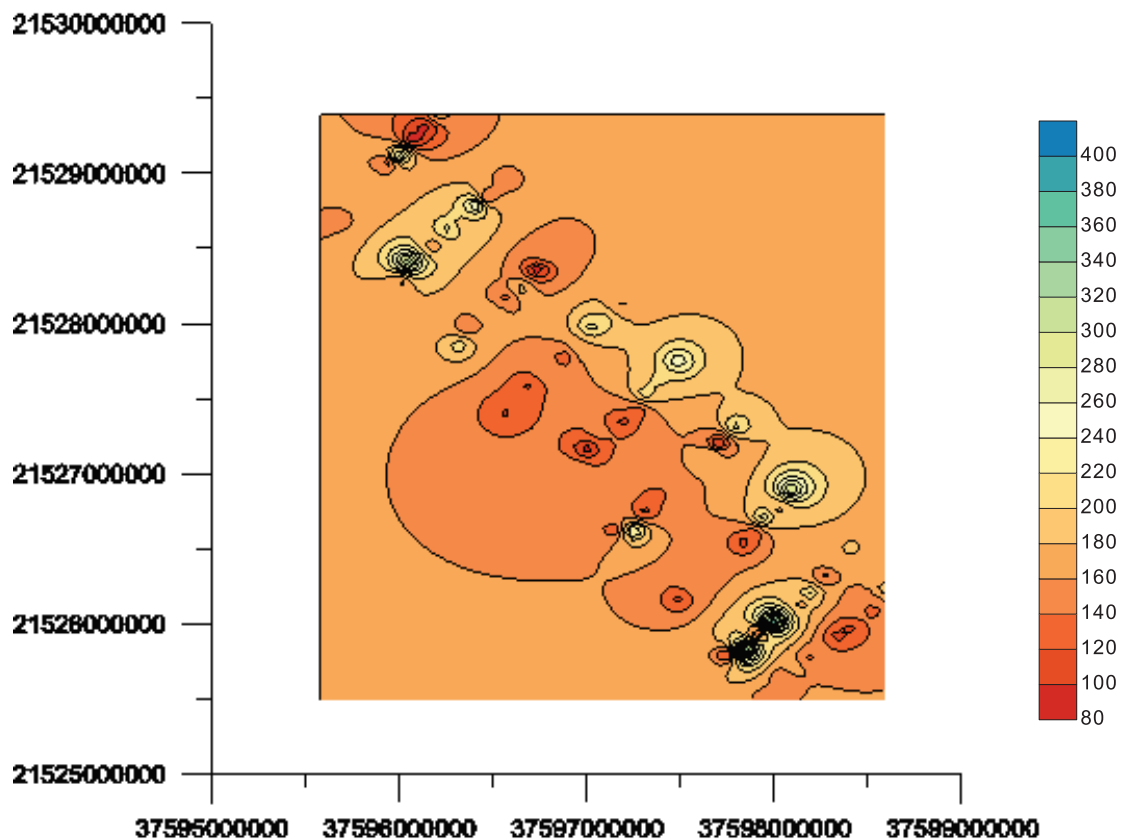
Είναι εμφανές με βάση διάγραμμα 2, ότι η μεγαλύτερη τιμή καλίου είναι τα 273,11 mg/Kg στο σημείο Γ στο βάθος των 30cm, στο οποίο βάθος δειγματοληψίας συναντάμε και τις μεγαλύτερες τιμές καλίου. Ακολουθεί στο βάθος των 60 cm με μέγιστη τιμή 198 mg/Kg – χαμηλότερη τα 136,66 mg/Kg και τέλος το βάθος των 90 cm με τις χαμηλότερες τιμές μέσων όρων με μέγιστη τιμή τα 144,66 mg/Kg και χαμηλότερη 60,88 mg/Kg. Ακόμα η γραμμή I εμφανίζει την μεγαλύτερη τιμή στο σύνολο των μέσων όρων καλίου και στα τρία βάθη.

Στους παρακάτω χάρτες παρατηρούμε στο γενικό σύνολο της χωρικής κατανομής του καλίου και στα τρία βάθη 30 cm (χάρτης 4), 60cm (χάρτης 5) και 90cm (χάρτης 6) ότι υπάρχει μία ομοιομορφία στην κατανομή του στοιχείου στον αγρό .



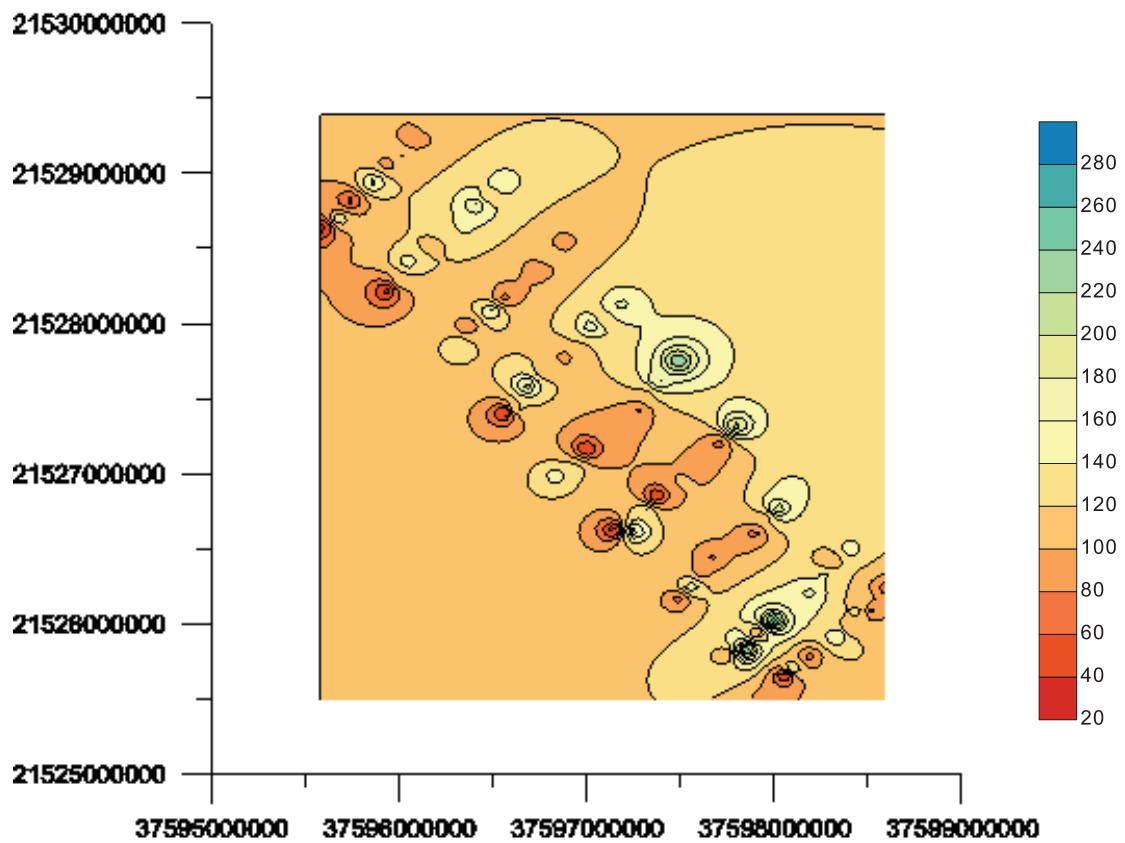
Χάρτης 4: Χωρική κατανομή διαθέσιμου καλίου στο βάθος των 30 cm(mg K/Kg)

Στο βάθος των 30cm όπου απεικονίζονται παραπάνω οι τιμές του καλίου στον αγρό οι χαμηλές τιμές αντιστοιχούν στο κόκκινο χρώμα και οι υψηλές στο μπλε. Στο γενικό σύνολο των τιμών κυμαίνονται οι τιμές κοντά στα 245,20 mg/Kg .



Χάρτης 5: Χωρική κατανομή διαθέσιμου καλίου σε βάθος 60 cm (mg K/Kg)

Στον παραπάνω χάρτη (χάρτης 5) των 60 cm βλέπουμε με κόκκινο χρώμα τις χαμηλές τιμές του καλίου και τις υψηλές τιμές με μπλε . Στο βάθος των 60 cm τα σημεία με τις χαμηλότερες τιμές είναι το σημείο A και E ενώ το σημείο I είναι αυτό με την υψηλότερη τιμή καλίου . Στο γενικό μέσο όρο των τιμών στο βάθος των 60 cm η συγκέντρωση του βρίσκεται στα 166,61 mg/Kg .

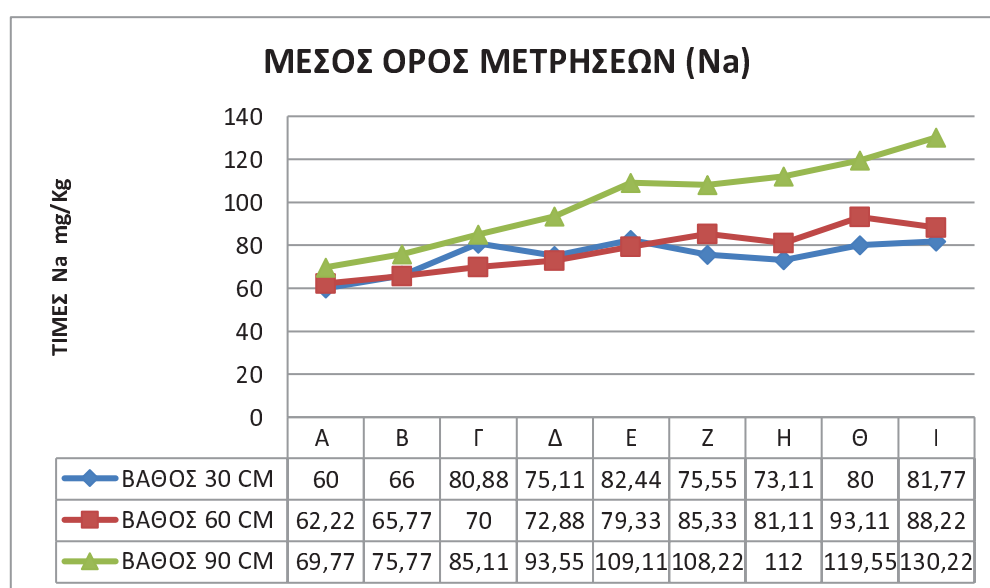


Χάρτης 6: Χωρική κατανομή διαθέσιμου καλίου σε βάθος 90 cm (mg K/Kg)

Στο βάθος των 90 cm την χαμηλότερη ποσότητα καλίου την συναντάμε στο σημείο A ενώ τις μέγιστες τιμές τις έχουν το σημείο I και B .Στο γενικό μέσο όρο των τιμών στο βάθος των 90cm κυμαίνεται στα 116,81 mg/Kg .

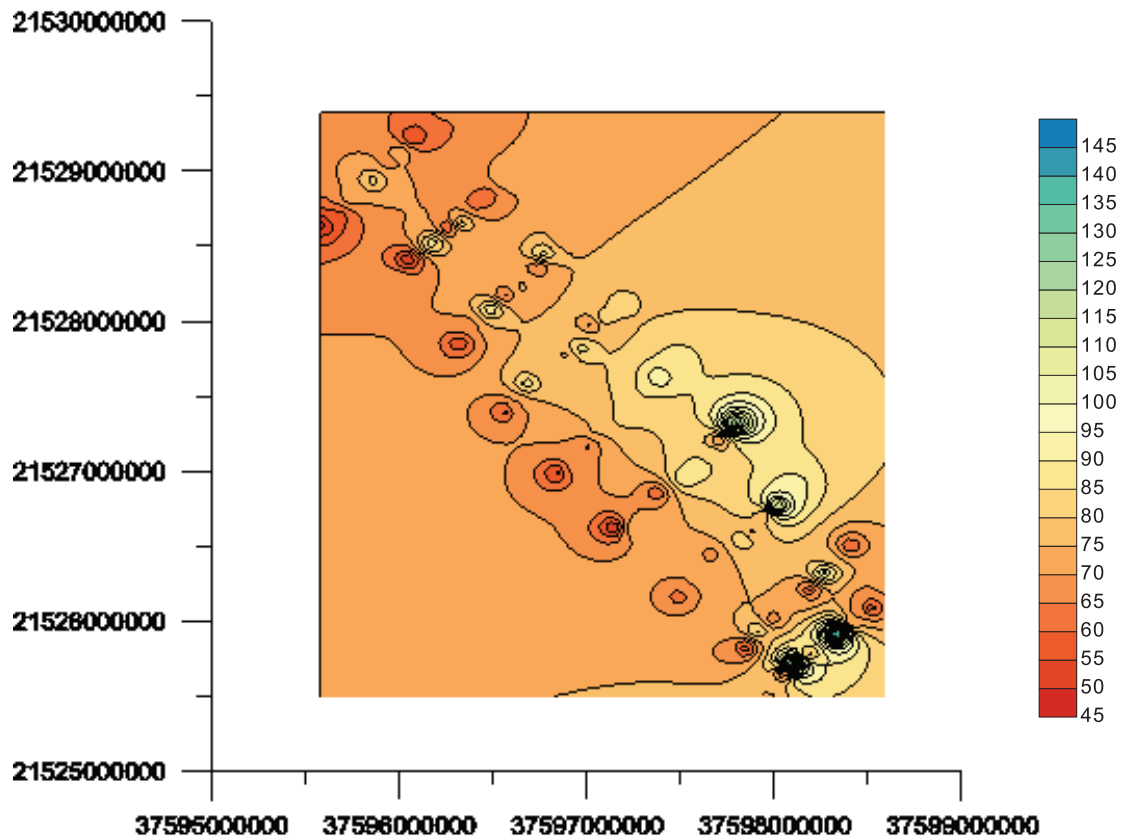
3.1.4 Αποτελέσματα Μετρήσεων Νατρίου

Στο διάγραμμα 3 , εμφανίζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων νατρίου του εδάφους της περιοχής μελέτης ύστερα από την δειγματοληψία εδάφους που πραγματοποιήθηκε . Συγκεκριμένα απεικονίζονται οι μέσοι όροι των 9 σειρών (Α-Ι) δειγματοληψίας η οποία πραγματοποιήθηκε σε 3 βάθη 0-30 cm, 30-60cm και 60-90cm κατά μήκος του εδαφικού προφίλ . Με μπλε χρώμα απεικονίζεται το βάθος των 30cm , με κόκκινο το βάθος των 60cm και με πράσινο το βάθος των 90cm.



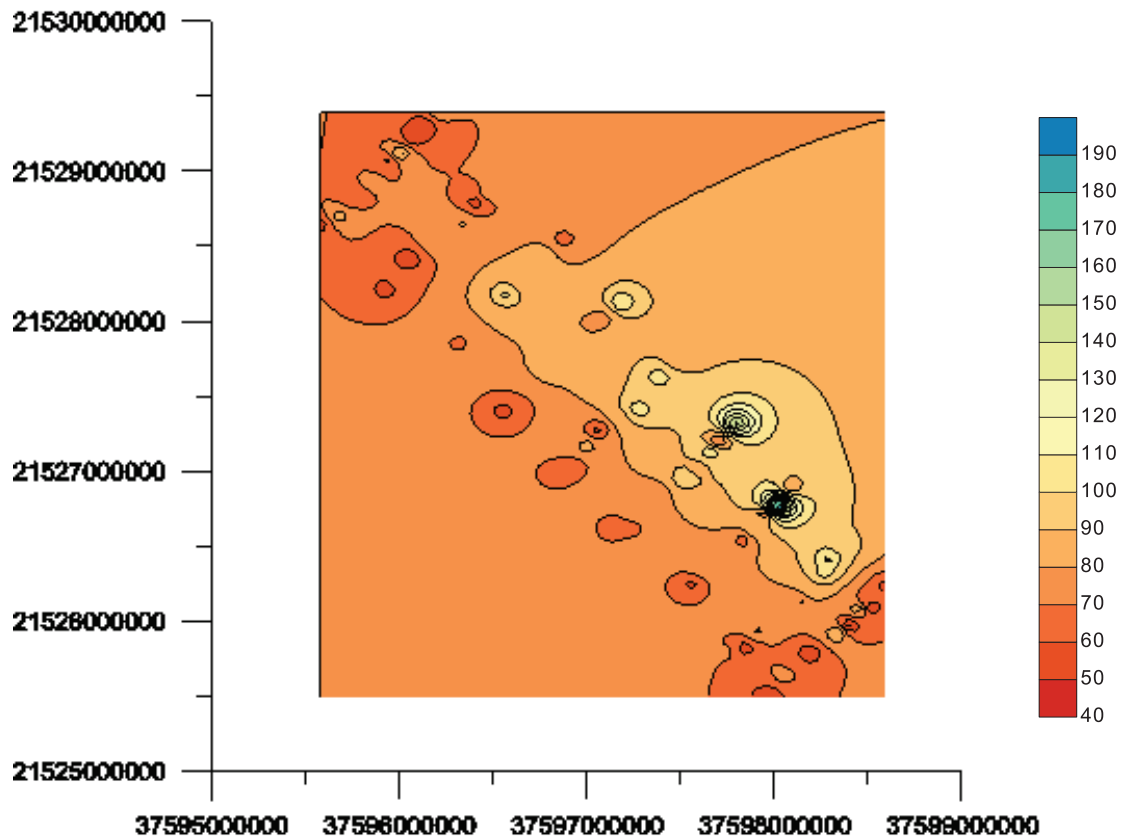
Διάγραμμα 3: Μέσος όρος μετρήσεων αζώτου στα τρία εδαφικά βάθη

Με βάση το παραπάνω διάγραμμα μεγαλύτερη συγκέντρωση νατρίου παρατηρούμε στο σημείο Ι στο βάθος των 90 cm με τιμή 130,22 mg/Kg . Στο βάθος των 60 cm μέγιστη τιμή νατρίου συναντάμε στο σημείο Θ με τιμή στα 93,11 και χαμηλότερη τιμή τα 62,22 mg/Kg στο σημείο Α ενώ στο βάθος των 30 cm στο σημείο Ε η μέγιστη τιμή είναι τα 82,44 και χαμηλότερη τιμή τα 60 mg/Kg στο σημείο Α. Στο γενικό σύνολο των τιμών το σημείο Ι συγκεντρώνει την μεγαλύτερη τιμή νατρίου και στα τρία βάθη με μέσο όρο τα 100,07 mg/Kg σε αντίθεση με το σημείο Α που συγκεντρώνει την μικρότερη τιμή νατρίου και στα τρία βάθη με μέσο όρο τα 63,99 mg/Kg .



Χάρτης 7: Χωρική κατανομή διαθέσιμου νατρίου σε βάθος 30 cm(mg Na/Kg)

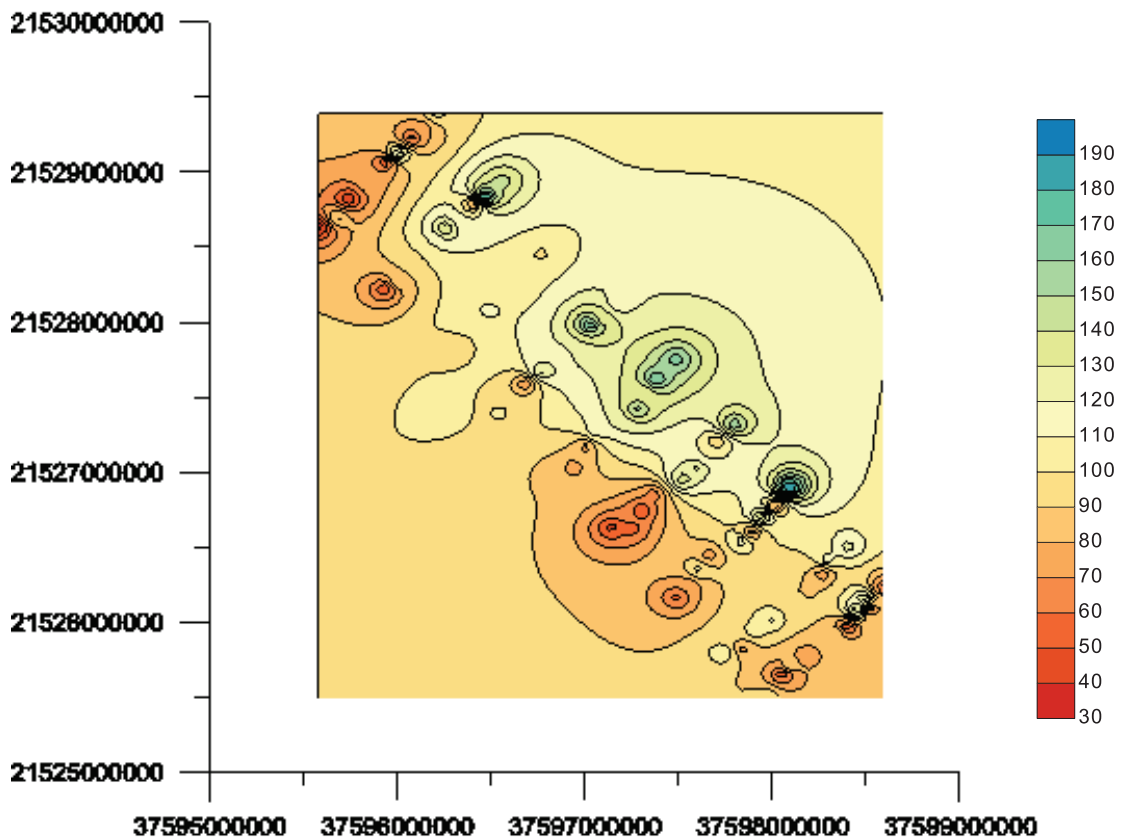
Με βάση των παραπάνω χάρτη απεικόνισης της χωρικής κατανομής του νατρίου στον αγρό καλλιέργειας,(χάρτης 7) παρατηρούμε ότι στο βάθος των 30 cm υπάρχει μια ομοιομορφία στην κατανομή του στοιχείου παρόλο που οι τιμές είναι πολύ χαμηλές με ανώτερη τιμή 81,77 mg/Kg στο σημείο I . Ο μέσος όρος στην τιμή του Na στο βάθος των 30cm είναι τα 74,98 mg/Kg .



Χάρτης 8: Χωρική κατανομή διαθέσιμου νατρίου σε βάθος 60 cm(mg Na/Kg)

Αντίστοιχα στον χάρτη 8 όπου αποτυπώνονται οι τιμές του νατρίου στα 60 cm βάθος βλέπουμε ότι οι τιμές αυτές είναι παρεμφερή με τα αποτελέσματα των τιμών του νατρίου στο βάθος των 30 cm , καθώς ο γενικός μέσος όρος των τιμών στο εδαφικό βάθος των 60 cm είναι 77,55 mg/Kg .

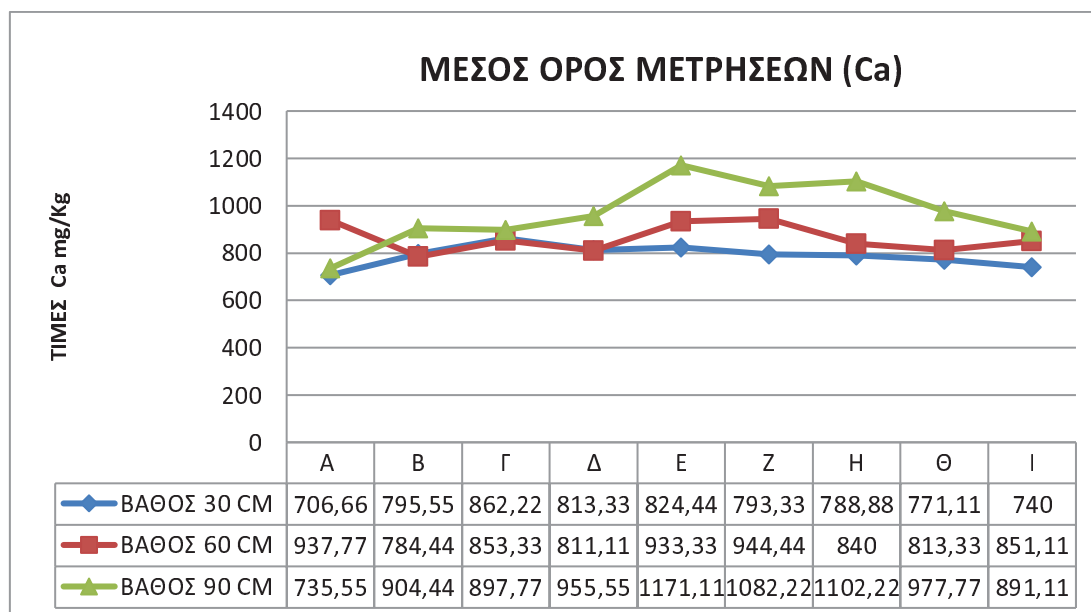
Ολοκληρώνοντας στο 90 cm παρατηρούμε μια εμφανή ανυψωτική διαφορά στις τιμές του νατρίου καθώς οι τιμές ξεπερνούν και αυτές των άλλων 2 εδαφικών βαθών . Μέγιστη τιμή συναντάμε στο σημείο I και γενικό μέσο όρο στα 90cm τα 100,36 mg/Kg .



Χάρτης 9: Χωρική κατανομή διαθέσιμου νατρίου σε βάθος 90 cm(mg Na/Kg)

3.1.5 Αποτελέσματα Μετρήσεων Ασβεστίου

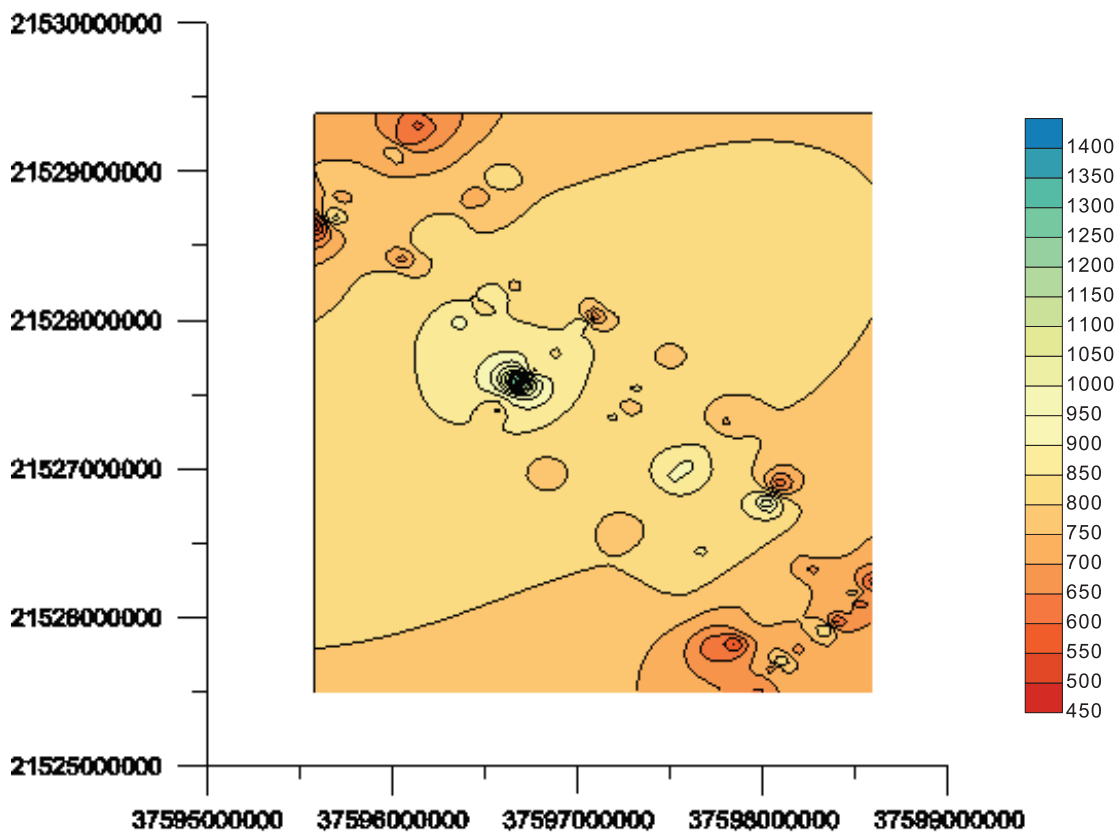
Στο διάγραμμα 4 , απεικονίζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων ασβεστίου και συγκεκριμένα οι μέσοι όροι των 9 σειρών (Α-Ι) δειγματοληψίας η οποία πραγματοποιήθηκε σε 3βάθη 0-30 cm, 30-60cm και 60-90cm κατά μήκος του εδαφικού προφίλ . Με μπλε χρώμα απεικονίζεται το βάθος των 30cm , με κόκκινο το βάθος των 60cm και με πράσινο το βάθος των 90cm.



Διάγραμμα 4: Μέσος όρος μετρήσεων ασβεστίου στα τρία εδαφικά βάθη

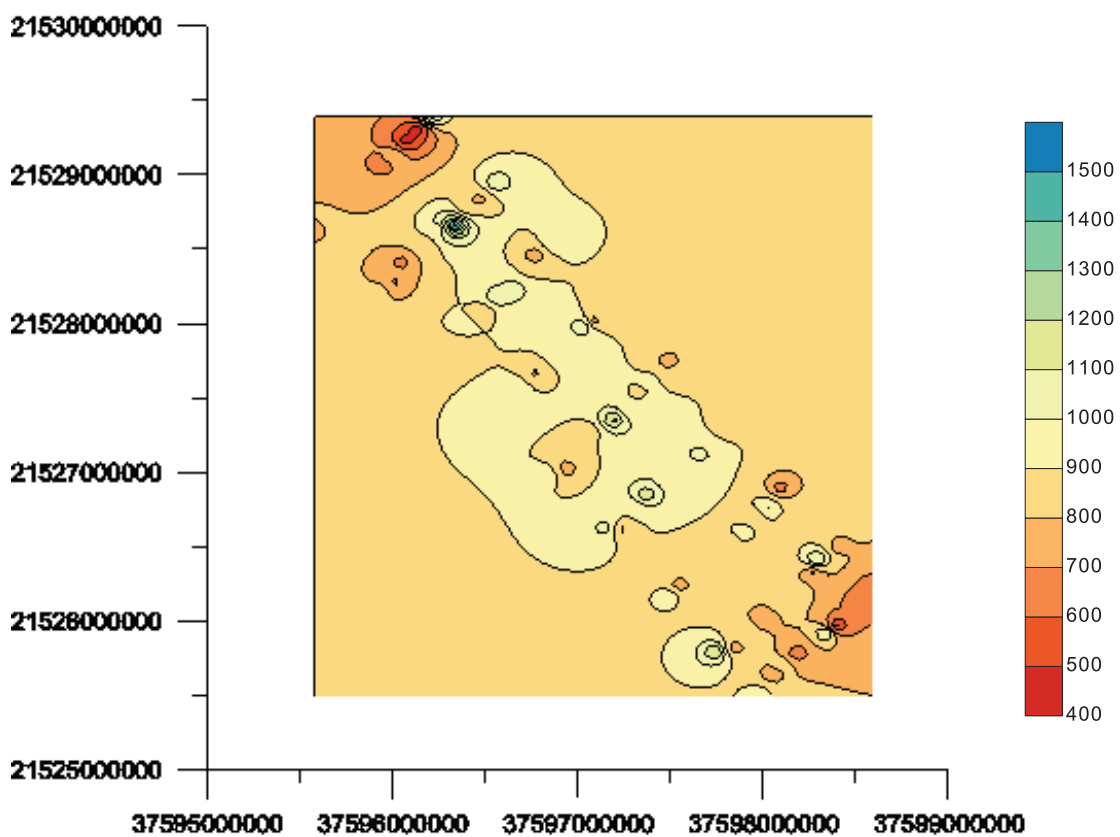
Στο παραπάνω διάγραμμα απεικονίζονται οι τιμές ασβεστίου στα 3 εδαφικά βάθη δειγματοληψίας .Η μέγιστη τιμή ασβεστίου εμφανίζεται στο βάθος των 90cm στο σημείο E με τιμή 1171,11 mg/Kg . Μέγιστη τιμή του στοιχείου αυτού παρατηρούμε στο βάθος των 60 cm στο σημείο Z με τιμή 944,44 mg/Kg και στο βάθος των 30cm μέγιστη τιμή είναι τα 862,22 mg/Kg στο σημείο Γ. Στο γενικό σύνολο των σημείων δειγματοληψίας το σημείο E είναι αυτό με την μεγαλύτερη τιμή στον μέσο όρο των τιμών ασβεστίου στα τρία βάθη με τιμή τα 976,29 mg/Kg σε αντίθεση με το σημείο A που έχει μέσο όρο από τα τρία βάθη 793,32 mg/Kg .

Παρατηρούμε λοιπόν με βάση τον ακόλουθο χάρτη (χάρτης 10) ότι το ασβέστιο στο βάθος των 30 cm κυμαίνεται σε σταθερά επίπεδα σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας με την μόνη χαμηλά αισθητή τιμή να καταγράφεται στο σημείο A . Μέσος όρος των τιμών ασβεστίου στο βάθος των 30 cm είναι τα 788,39 mg/Kg .



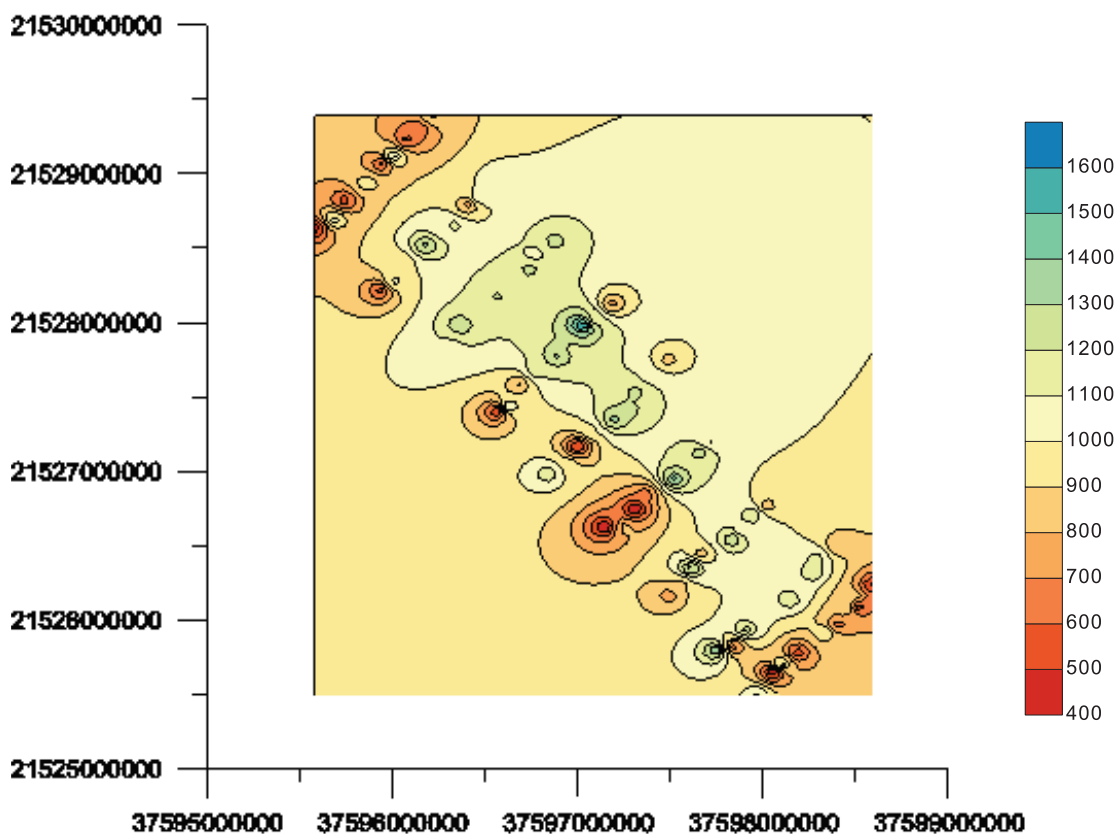
Χάρτης 10: Χωρική κατανομή διαθέσιμου ασβεστίου σε βάθος 30 cm(mg Ca/Kg)

Παρακάτω αποτυπώνονται οι τιμές του ασβεστίου στο βάθος των 60cm (χάρτης 11), όπου και εκεί διαπιστώνουμε μια ομαλή κατανομή το ασβεστίου στο έδαφος με την χαμηλότερη τιμή να την συναντάμε στο σημείο Β. Μέσος όρος της κατανομής του ασβεστίου στα 60 cm βάθος δειγματοληψίας τα 863,20 mg/Kg .



Χάρτης 11: Χωρική κατανομή διαθέσιμου ασβεστίου σε βάθος 60 cm(mg Ca/Kg)

Ολοκληρώνονται στο βάθος των 90 cm όπως μπορούμε να διακρίνουμε και από τον παρακάτω χάρτη ,σε σύγκριση με τα προηγούμενα εδαφικά βάθη , παρατηρούμε τις μέγιστες τιμές ασβεστίου με το σημείο E να διαθέτει την μεγαλύτερη ποσότητα ασβεστίου με τιμή τα 1171,11 mg/Kg . Ο μέσος όρος σε αυτό το εδαφικό βάθος δειγματοληψίας είναι 968,63 mg/Kg .



Χάρτης 12: Χωρική κατανομή διαθέσιμου ασβεστίου σε βάθος 90 cm(mg Ca/Kg)

3.1.6 Συζήτηση Αποτελεσμάτων-Συμπεράσματα

Μετά την ολοκλήρωση της δειγματοληψίας του εδάφους και την ολοκλήρωση της εργαστηριακής ανάλυσης των αποτελεσμάτων ξεχωριστά για κάθε στοιχείο μελέτης ήμαστε σε θέση να ερμηνεύσουμε τα δεδομένα για κάθε παράγοντα και τι αυτά μας δηλώνουν .

Ακολουθώντας τη σειρά με την οποία έχουμε αναλύσει τα αποτελέσματα των μετρήσεων στα παραπάνω κεφάλαια τα γενικά συμπεράσματα που εξήχθησαν είναι τα εξής. Με βάση τους χάρτες της χωρικής κατανομής των μακροστοιχείων μελέτης διαπιστώνουμε ότι ο φώσφορος βρίσκεται κυρίως σε μεγαλύτερη διαθεσιμότητα στο επιφανειακό εδαφικό στρώματα του εδάφους, γεγονός που κυρίως οφείλεται στη μακροχρόνια συσσώρευση του από τις λιπάνσεις των καλλιεργειών. Βλέπουμε δηλαδή ότι βρίσκεται στο βάθος του ενεργού ριζοστρώματος όπου εκεί δεσμεύεται από τις ρίζες των φυτών προκειμένου να καλυφτούν οι απαραίτητες ανάγκες τους για την ανάπτυξη τους καθώς και για την ισχυρή προσρόφησή του στα ανόργανα εδαφικά κολλοειδή που κάνουν την μετακίνηση του πιο δύσκολη στα κατώτερα εδαφικά στρώματα .

Το διαθέσιμο κάλιο εμφανίζει μια ομαλή σταδιακή διακύμανση των τιμών με τις υψηλότερες τιμές να παρατηρούνται στο βάθος των 30 cm και ακολουθεί το βάθος των 60 cm και 90cm με παρόμοια συμπεριφορά να εμφανίζει και το ασβέστιο στα αντίστοιχα εδαφικά βάθη δειγματοληψίας με μόνη διαφορά στο βάθος των 90 cm στα σημεία E και H να διακρίνουμε τις υψηλότερες τιμές ακόμα και από το βάθος των 30cm .

Αντίθετα στις τιμές του διαθέσιμου νατρίου παρατηρούμε ότι μέγιστες τιμές συναντάμε στα κατώτερα εδαφικά στρώματα 60cm και ακόμα πιο υψηλές στα 90cm. Η μεγάλη συγκέντρωση των τιμών στα κατώτερα εδαφικά στρώματα μπορούμε να πούμε ότι συσχετίζεται άμεσα με το νερό άρδευσης του αγρού καθώς και με τη μετακίνηση αλάτων νατρίου. Το γεγονός αυτό μπορούμε να το διαπιστώσουμε και στο ότι στη σειρά I η οποία βρίσκεται δίπλα από το στραγγιστικό κανάλι σημειώνει τις μέγιστες τιμές νατρίου σε όλα τα εδαφικά βάθη δειγματοληψίας . Μας φανερώνει ουσιαστικά μια γενικότερη αύξηση της ποσότητας των υδατοδιαλυτών αλάτων λόγω της κίνησης του νερού στράγγισης .

Η αποτύπωση της χωρικής κατανομής των στοιχείων αποτελεί εργασία υψηλού κόστους. Άλλες τεχνικές αποτύπωσης με μη καταστρεπτικό τρόπο (π.χ φασματοσκοπία ανάκλασης) θα μπορούσε να αποδώσει γρήγορα αποτελέσματα με χαμηλό κόστος υπό τον περιορισμό της

βαθμονόμησης της μεθόδου. Υπηρεσίες γεωργίας ακριβείας αυτού του τύπου δεν υπάρχουν ακόμα στη Δυτική Ελλάδα και αποτελούν ευκαιρία για τις επιχειρήσεις του αγροδιατροφικού τομέα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βουβαλίδης Κωνσταντίνος ,2011 ,«Φυσική Γεωγραφία», Θεσσαλονίκη , Εκδόσεις: Δίσιγμα

Δερμάνης, Αθανάσιος ,1999 «Διαστημική γεωδαισία και γεωδυναμική GPS», Εκδόσεις : Ζήτη, ISBN :978-960-431-504-8

Ευαγγελοπούλου Φωτεινή –Κρινάς Κωνσταντίνος , 2019, « Εκτίμηση της ειδικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας σε εδάφη της αποξηραμένης λίμνης Αγουλινίτσας με ηλεκτρική επαγωγή», Αμαλιάδα, Πτυχιακή Εργασία

Θέριος Ν.Ιωάννης , 2005, «Ανόργανη Θρέψη & Λιπάσματα», Εκδόσεις: Γαρταγάνη, ISBN: 9608870623

Λοϊζίδης Βασίλειος –Γεώργας Χριστόφορος , 2018, «Ηλεκτρικές Ιδιότητες Πορώδων Υλικών Σε Γεωλογικά Υλικά» ,Πάτρα , Πτυχιακή Εργασία

Μαγκανά Παρασκευή , 2021, «Μελέτη της απορρόφησης από το έδαφος θρεπτικών στοιχείων σε καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας στη Μυρτιά Ηλείας –Περίπτωση 1» Αμαλιάδα, Πτυχιακή Εργασία

Μήτσιος Κ. Ιωάννης ,1996 ,«Αλατούχα και αλκαλιωμένα με νάτριο εδάφη. Ποιοτική κατάταξη των νερών άρδευσης » .Εκδόσεις: Έμβρυο ISBN: 9607116151

Σινάνης, Κωνσταντίνος , 2015, «Εργαστηριακές ασκήσεις διαχείρισης εδαφών», Αθήνα , Εκδόσεις : ΣΕΑΒ, ΚΑΛΛΙΠΟΣ ISB:978-960-603-100-7
Σπανομήτρος Αντώνης, 2010, «Μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας σε ένα ελαιώνα και συσχέτιση με τα χαρακτηριστικά του εδάφους» ,Βόλος, Πτυχιακή Διατριβή

Φουντάς Σπυρίδων- Γέμτος Θεοφάνης, 2015, : «Γεωργία ακριβείας» Εκδόσεις : ΣΕΑΒ, ΚΑΛΛΙΠΟΣ ,ISBN: 978-960-603-135-9

BRADY C. NYLE, WEIL R. RAY,2015 «Εδαφολογία. Η φύση και οι ιδιότητες των εδαφών » Εκδόσεις: Έμβρυο. ISBN:960-8002-62-3

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Gartley, K., 1995. Recommended soluble salts tests. In Recommended soil testing procedures for the Northeastern United States. 2nd edition. Northeastern Reg. Publ. 493. Revised. NEC-67.

Kitchen, N.R., K.A. Sudduth, and S.T. Drummond, 1996. Mapping of sand deposition from 1993 midwest floods with electromagnetic induction measurements. J. Soil and Water Cons.

Lund, E.D., C.D. Christy, and P.E. Drummond. 1999. Practical applications of soil electrical conductivity mapping. p. 771-779. In J.V. Stafford (ed.) Precision agriculture '99. Proc. Eur. Conf. On Precision Agric., 2nd,

Odense Congress Centre, Odense, Denmark. 11-15 July 1999. SCI, Sheffield, UK.

Westervelt, J. D. and H. F. Reetz. "GIS in Site-Specific Agriculture." Interstate Publishers, Inc. (2000) ISBN-13 : 978-0813431932

ΔΙΑΔΥΚΤΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ασημακόπουλου Ιωάννη-Οιχαλιώτη Κων/νου-Μπόβη Κων/νου, Καθηγητών Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Αθήνα ,2009. «Γονιμότητα του εδάφους»

(www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%C), Πρόσβαση: Απρίλιος, 2021,

Δημογιάννης Δημήτριος και Τσαντήλας Χρίστος
ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΕΔΑΦΩΝ - ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ: ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ, ΣΗΜΑΣΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΝΤΑΞΗΣ <http://www.artecitya-homeland.gr/>, Πρόσβαση : Απρίλιος ,2021,

Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία: Κλιματικά Δεδομένα Νομού Ηλείας
http://www.hnms.gr/emv/el/climatology/climatology_city?perifereia=West%20Greece&poli=Pyrgos , Πρόσβαση : Απρίλιος, 2021,

Καρκαλούσος Π. · 2015 «ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΑΣ ΚΑΙ ΧΡΩΜΑΤΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ»
<https://repository.kallipos.gr/handle/11419/5383> , Πρόσβαση : Απρίλιος 2021.

Νικολακόπουλος Κωνσταντίνος- Κατσάνου, Κωνσταντίνα- Λαμπράκης, Νικόλαος , «Χωρική Παρεμβολή» : Κεφάλαιο Συγγράμματος 10
<https://repository.kallipos.gr/handle/11419/2527>, Πρόσβαση : Απρίλιος 2021.

Φυσικά Χαρακτηριστικά των Εδαφών
: <http://users.ntua.gr/kavnadas/Books/Soil%20Mechanics/ch02.pdf>
Πρόσβαση : Απρίλιος ,2021.