

Α.Τ.Ε.Ι. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ  
ΤΜΗΜΑ  
ΕΚΔΟΣΕΩΝ & ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ & ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ  
ΕΞΑΦΟΛΟΤΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΣΕ  
ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΤΟΥ Ν.  
ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

(Δ. ΓΑΡΤΑΛΙΑΝΩΝ)



Σπουδάστρια: Πολίτη Γεωργία

Α.Μ. 2003-032

Επιβλέπων Καθηγητής: Αναστάσιος Κώτσιρας

ΚΑΛΑΜΑΤΑ- 2011

# ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

---

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε από την σπουδάστρια Πολίτη Γεωργία στο πλαίσιο της πτυχιακής εργασίας για την λήψη του πτυχίου από το τμήμα Βιολογικών Θερμοσκοπικών Καλλιεργειών & Ανθοκομίας του Α.Τ.Ε.Ι Καλαμάτας κατά το ακαδημαϊκό έτος 2010-2011 υπό την επίβλεψη του καθηγητή κ. **Αναστάσιου Κώτσιρα**.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Κώτσιρα για την καθοδήγηση και την υποστήριξη καθ' όλη την διάρκεια διεκπεραίωσης της παρούσας μελέτης. Οι γνώσεις που μου παρείχε αλλά και το αμείωτο ενδιαφέρον σε όλα τα στάδια της εργασίας από την συγγραφή έως και την διόρθωσή της αποτέλεσε σημαντική βοήθεια στην πρόοδο της εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά του καθηγητές κ. Βασίλειο Δημόπουλο και Ευστράτιο Γεωργόπουλο για την επιστημονική τους συμβολή στην εκπόνηση της εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την ηθική και οικονομική υποστήριξή τους σε όλα τα χρόνια των σπουδών μου καθώς και την «οικογένεια» που επέλεξα να έχω τους... φίλους μου για την συμπαράστασή τους.

# ΠΡΟΛΟΓΟΣ

---

Η ορθή χρήση των εδαφικών πόρων, η οποία εξασφαλίζει τα μέγιστα πλεονεκτήματα χωρίς να απειλεί την αειφορία τους, είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη της γεωργίας. Όσο αυξάνει ο πληθυσμός της γης τόσο μεγαλύτερη είναι η ανάγκη της ορθολογικής χρήσης και προστασίας των εδαφικών πόρων. Τα εδάφη όμως, παρουσιάζουν σημαντική **ποικιλομορφία** και το κάθε ένα από αυτά αντιδρά διαφορετικά στις εξωτερικές παρεμβάσεις, ανθρώπινες ή φυσικές. Επομένως, είναι απαραίτητη η γνώση των διαφόρων κατηγοριών, της γεωγραφικής τους κατανομής, των ιδιοτήτων τους, και των αλληλεπιδράσεων με άλλα στοιχεία του οικοσυστήματος. Στην παρούσα εργασία έγινε προσπάθεια ομαδοποίησης και αξιολόγησης των αποτελεσμάτων των εδαφολογικών αναλύσεων ομάδας παραγωγών ολοκληρωμένης διαχείρισης σε ελαιοκαλλιέργειες της περιοχής των Γαργαλιάνων του νομού Μεσσηνίας. Έτσι για να προσδιορίσουμε τα χορηγούμενα στοιχεία λίπανσης χρησιμοποιούμε διάφορες αναλύσεις στα εδάφη στη συγκεκριμένη περιοχή.

Η εδαφική ανάλυση είναι απαραίτητη για να εντοπιστούν τυχόν περιοριστικοί παράγοντες όπως το pH, η αλατότητα, η ΙΑΚ ή τα ποσοστά των διαθέσιμων στοιχείων (συνήθως τα κατιόντα). Επίσης η ανάλυση των ποσοστών κάποιων ανόργανων στοιχείων στο έδαφος (Na, P, K, Ca, Mg) προσφέρει ενδείξεις για την καλύτερη χρησιμότητα του εδάφους.

Τα εδαφικά δείγματα της περιοχής Γαργαλιάνων ενώ παρουσιάζουν ποικιλομορφία ταυτόχρονα τα μετρούμενα χαρακτηριστικά στα εδάφη αυτά βρίσκονται στα βέλτιστα επίπεδα για την καλλιέργεια της ελιάς. Αυτό σημαίνει ότι σε μεγάλο ποσοστό η ελαιοκαλλιέργεια έχει την βέλτιστη απόδοση στην συγκεκριμένη περιοχή.

# Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α .....	4
Ε Ι Σ Α Γ Ω Γ Η.....	6
Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 1 <sup>ο</sup> Τ Ο Ε Δ Α Φ Ο Σ.....	8
1.1. Τ Ο Ε Δ Α Φ Ο Σ.....	8
1.2 Κ Α Τ Η Γ Ο Ρ Ι Ε Σ Ε Δ Α Φ Ω Ν .....	10
1.3 Φ Υ Σ Ι Κ Ε Σ Ι Δ Ι Ο Τ Η Τ Ε Σ Τ Ο Υ Ε Δ Α Φ Ο Υ Σ.....	12
1.4 Χ Η Μ Ι Κ Ε Σ Ι Δ Ι Ο Τ Η Τ Ε Σ Τ Ο Υ Ε Δ Α Φ Ο Υ Σ.....	17
Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 2 <sup>ο</sup> Η Τ Α Ξ Ι Ν Ο Μ Η Σ Η Τ Ω Ν Ε Δ Α Φ Ω Ν.....	19
2.1 Τ Ο Α Μ Ε Ρ Ι Κ Α Ν Ι Κ Ο Σ Υ Σ Τ Η Μ Α Τ Α Ξ Ι Ν Ο Μ Η Σ Η Σ Τ Ω Ν Ε Δ Α Φ Ω Ν.....	20
2.2 Τ Ο Σ Υ Σ Τ Η Μ Α F A O - U N E S C O .....	23
2.3 Τ Ο Σ Υ Σ Τ Η Μ Α W R B - F A O .....	25
2.4 Ε Δ Α Φ Ο Λ Ο Γ Ι Κ Ο Ι Χ Α Ρ Τ Ε Σ .....	32
Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 3 <sup>ο</sup> Μ Ε Τ Ρ Ο Υ Μ Ε Ν Α Χ Α Ρ Α Κ Τ Η Ρ Ι Σ Τ Ι Κ Α Ε Δ Α Φ Ω Ν.....	34
3.1 Α Ν Α Λ Υ Σ Ε Ι Σ Χ Α Ρ Α Κ Τ Η Ρ Ι Σ Μ Ο Υ Τ Ο Υ Ε Δ Α Φ Ο Υ Σ.....	34
pH Ε Δ Α Φ Ο Υ Σ.....	35
Α Ν Θ Ρ Α Κ Ι Κ Ο Α Σ Β Ε Σ Τ Ι Ο Ε Δ Α Φ Ο Υ Σ (CaCO <sub>3</sub> ).....	36
Ο Ρ Γ Α Ν Ι Κ Η Ο Υ Σ Ι Α Ε Δ Α Φ Ο Υ Σ .....	38
Η Λ Ε Κ Τ Ρ Ι Κ Η Α Γ Ω Γ Ι Μ Ο Τ Η Τ Α (EC) Τ Ο Υ Ε Δ Α Φ Ο Υ Σ .....	43
Υ Δ Α Τ Ο Κ Ο Ρ Ε Σ Μ Ο Σ (SP) Τ Ο Υ Ε Δ Α Φ Ο Υ Σ .....	44
Κ Ο Κ Κ Ο Μ Ε Τ Ρ Ι Κ Η Σ Υ Σ Τ Α Σ Η Τ Ο Υ Ε Δ Α Φ Ο Υ Σ.....	45
3.2 Α Ν Α Λ Υ Σ Ε Ι Σ Γ Ο Ν Ι Μ Ο Τ Η Τ Α Σ Τ Ο Υ Ε Δ Α Φ Ο Υ Σ.....	46
Κ Α Λ Ι Ο .....	46
Α Σ Β Ε Σ Τ Ι Ο.....	49
Φ Ω Σ Φ Ο Ρ Ο Σ.....	50
Μ Α Γ Ν Η Σ Ι Ο.....	52
Ι Χ Ν Ο Σ Τ Ο Ι Χ Ε Ι Α Fe <sup>+2</sup> , Mn <sup>+2</sup> , Cu <sup>+2</sup> , Zn <sup>+2</sup> , B.....	54
Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 4 <sup>ο</sup> Ε Λ Α Ι Ο Κ Α Λ Λ Ι Ε Ρ Γ Ε Ι Α.....	59
4.1 Γ Ε Ν Ι Κ Α.....	59

4.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΕΛΑΙΩΝΑ .....	60
4.3 ΛΙΠΑΝΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ .....	62
4.3.1 ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ .....	62
4.3.2 ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΛΙΠΑΝΣΗ .....	63
4.4 ΧΡΟΝΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ .....	67
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΕ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΤΟΥ Ν. ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ .....</b>	<b>69</b>
5.1 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ Ν. ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ .....	69
5.2 ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ Ν. ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ.....	70
5.3 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΣΤΟ Δ. ΓΑΡΓΑΛΙΑΝΩΝ.....	71
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup> ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ..</b>	<b>74</b>
6.1 pH Εδάφους του Ελαιοκαλλιεργειών στον Δ. Γαργαλιάνων .....	75
6.2 Αγωγιμότητα (EC) του Εδάφους Ελαιοκαλλιεργειών στο Δ. Γαργαλιάνων .....	76
6.3 Ανταλλάξιμο Ca <sup>+2</sup> του Εδάφους Ελαιοκαλλιεργειών στο Δ. Γαργαλιάνων.....	77
6.4 Ανταλλάξιμο Mg <sup>+2</sup> του Εδάφους Ελαιοκαλλιεργειών στο Δ. Γαργαλιάνων.....	78
6.5 Υδατοδιαλυτό Mg <sup>+2</sup> του Εδάφους Ελαιοκαλλιεργειών στο Δ. Γαργαλιάνων .....	79
6.6 Ανταλλάξιμο K <sup>+</sup> του Εδάφους Ελαιοκαλλιεργειών στο Δ. Γαργαλιάνων .....	80
6.7 Υδατοδιαλυτό K <sup>+</sup> του Εδάφους Ελαιοκαλλιεργειών στο Δ. Γαργαλιάνων .....	81
6.8 Φώσφορος (P) του Εδάφους Ελαιοκαλλιεργειών στο Δ. Γαργαλιάνων .....	82
6.9 Βόριο (B) του Εδάφους Ελαιοκαλλιεργειών στον Δ. Γαργαλιάνων .....	83
6.10 Οργανική Ουσία του Εδάφους Ελαιοκαλλιεργειών στο Δ. Γαργαλιάνων .....	84
6.11 Σίδηρος (Fe <sup>+2</sup> ) του Εδάφους Ελαιοκαλλιεργειών στο Δ. Γαργαλιάνων.....	85
6.12 Μαγγάνιο (Mn <sup>+2</sup> ) του Εδάφους Ελαιοκαλλιεργειών στο Δ. Γαργαλιάνων .....	86
6.13 Χαλκός (Cu <sup>+2</sup> ) του Εδάφους Ελαιοκαλλιεργειών στο Δ. Γαργαλιάνων .....	87
6.14 Ψευδάργυρος (Zn <sup>+2</sup> ) του Εδάφους Ελαιοκαλλιεργειών στο Δ. Γαργαλιάνων.....	88
6.15 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΕΔΑΦΩΝ.....	89
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>91</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>95</b>

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

Το έδαφος αποτελεί μια ενεργειακή πηγή, την οποία εκμεταλλεύεται ο άνθρωπος εδώ και χιλιάδες χρόνια. Η ενέργεια αυτή εκφράζεται με την παραγωγικότητα και γονιμότητα του εδάφους, χαρακτηριστικά στενά συνδεδεμένα, με την παρουσία θρεπτικών στοιχείων σ' αυτό. Το έδαφος ουσιαστικά είναι το μέσο που εκδηλώνεται κάθε βιολογική δραστηριότητα, που είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη των φυτών, όπως η αποσύνθεση των οργανικών υλικών και τη δημιουργία συνθηκών ζωής στο έδαφος. Έτσι σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η ομαδοποίηση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των εδαφολογικών αναλύσεων ομάδας παραγωγών ολοκληρωμένης διαχείρισης σε ελαιοκαλλιέργειες της περιοχής των Γαργαλιάνων του νομού Μεσσηνίας.

Η δομή της εργασία έχει ως εξής:

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται σύντομη περιγραφή των κατηγοριών των εδαφών και των φυσικοχημικών του ιδιοτήτων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο πραγματοποιείται ανασκόπηση των συστημάτων ταξινόμησης των εδαφών καθώς και σύντομη αναφορά στους τύπους των εδαφολογικών χαρτών που υπάρχουν.

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφονται οι αναλύσεις χαρακτηρισμού και γονιμότητας των εδαφών ως προς την χρησιμότητά τους και τις μεθοδολογίες εργαστηριακής μέτρησης που χρησιμοποιούνται.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται μια σύντομη περιγραφή της ελαιοκαλλιέργειας ως προς τις εδαφικές της απαιτήσεις.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναφέρονται τα κλιματολογικά και εδαφολογικά στοιχεία του Ν. Μεσσηνίας. Ταυτόχρονα γίνεται περιγραφή της μεθόδου δειγματοληψίας των εδαφικών δειγμάτων που συλλέχθηκαν από τα γεωγραφικά όρια του τ. Δ Γαργαλιάνων.

Στο έκτο κεφάλαιο παραθέτονται τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας των εδαφικών δειγμάτων ως προς τα μετρούμενα χαρακτηριστικά.

Τέλος, η εργασία ολοκληρώνεται με τα συμπεράσματα της στατιστικής επεξεργασίας των εδαφικών δειγμάτων και την παράθεση της σχετικής βιβλιογραφίας που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

---

Ο όρος **έδαφος** μπορεί να ορισθεί με διάφορους τρόπους. Οι εδαφολόγοι ορίζουν σαν έδαφος το γήινο υλικό, που αλλοιώθηκε από φυσικές, χημικές και οργανικές διεργασίες και το οποίο μπορεί να υποστηρίξει το ριζικό σύστημα των φυτών. Οι μηχανικοί, ορίζουν σαν έδαφος οποιοδήποτε υλικό, που μπορεί να απομακρυνθεί χωρίς τη χρήση εκρηκτικών. Τέλος, οι γεωλόγοι ορίζουν ως έδαφος το ανώτερο τμήμα του αποσαθρωμένου μανδύα, που περιέχει επίσης οργανικό υλικό και στους πόρους του αέρα και νερό επιτρέποντας την ανάπτυξη φυτών (Δούτσος, 2000).

Το έδαφος μπορεί να θεωρηθεί σαν ένα ανοικτό σύστημα. Πολλές από τις διαφορές που εντοπίζουμε στον τύπο των εδαφών προκύπτουν από το κλίμα, την τοπογραφία και τη σύσταση του μητρικού πετρώματος (Δούτσος, 2000). Ακόμη, οι οργανικές διεργασίες και το χρονικό διάστημα δράσης αυτών παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο. Ο οργανικός κόσμος σ' ένα έδαφος μπορεί να επηρεάσει τις φυσικές του ιδιότητες και την περιεκτικότητα σε φυτικά συστατικά και έτσι θεωρείται ως ένας καθοριστικός παράγοντας για την ποιότητα και τη γονιμότητα του εδάφους.

### 1.1. ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

---

Το έδαφος προήλθε από την διάβρωση των πετρωμάτων της γήινης επιφάνειας. Η αποσάθρωση οφείλεται σε φυσικά φαινόμενα ή επιδράσεις όπως τη θάλασσα, τη βροχή, τον ήλιο, το κρύο, τον αέρα, τα φυτά και τα ζώα. Το έδαφος, όταν δεν καλλιεργείται, πλουτίζεται ακατάπαυστα σε αυτό βοηθούν τα αυτοφυή φυτά όπως τα χόρτα, οι θάμνοι, τα δέντρα που με τις ρίζες τους το αποσαθρώνουν κάθε μέρα και το πλουτίζουν με τροφές που παίρνουν απ' τον αέρα όπως το άζωτο και με τα φύλλα τους και τους κορμούς τους, που όταν σαπίζουν, μεταβάλλονται σε τροφές για τα νέα φυτά.



Επίσης, σημαντική επίδραση έχουν τα ζώα τα οποία ζουν «ενδόχεια» ζωή όπως σκουλήκια, μυρμήγκια και άλλα έντομα και μικρόσωμα ζώα, το τρυπούν και έτσι το νερό, ο ήλιος, ο αέρας μπαίνουν ευκολότερα στο έδαφος και κουβαλούν μέσα του οργανικές ουσίες. Τέλος με τα απορρίμμά τους και τη σήψη των σωμάτων τους μετά το θάνατό τους ολοκληρώνουν τον εμπλουτισμό του. Όσα ζουν «υπέργεια» ζωή, το αποσαθρώνουν με τις φωλιές τους και τα σκαλίσματά τους και το πλουτίζουν με τα υπολείμματα των τροφών τους, με τα κόπρανά τους και με το ίδιο το σώμα τους, μετά το θάνατό τους. Όλες αυτές οι οργανικές ουσίες, που προέρχονται από τους ζωικούς οργανισμούς, παρασέρνονται ευκολότερα από τα νερά των βροχών και αποθέτονται όπου λιμνάζουν τα ρυάκια και οι ποταμοί. Γι' αυτό το έδαφος στις κοιλάδες, τους κάμπους και τα δέλτα των ποταμών πιο πολύ, είναι προσφορότερο στη γεωργία.

Όμως και το νερό και οι ακτίνες του ηλίου και ο αέρας, με την «οξειδωση» που προκαλούν στα συστατικά του εδάφους, τα διασπούν και τα διαλύουν μεταβάλλοντάς τα σε θρεπτικές για τα φυτά ουσίες.

Όλες οι παραπάνω αλλοιώσεις, που γίνονται στο έδαφος, το κάνουν να διαφέρει από το υπέδαφος και σε συνεκτικότητα και σε απόχρωση. Λίγες βέβαια οργανικές ουσίες κατεβαίνουν με τα νερά και ως το υπέδαφος, μα όταν αυτό, με το γύρισμα, ανεβαίνει στην επιφάνεια, πρέπει να σπέρνεται ύστερα από 5 ή 6 μήνες, για να γίνεται στο μεταξύ η εδαφική διάβρωση.

Το έδαφος αποτελείται από στερεά συστατικά ανόργανης και οργανικής προέλευσης καθώς, επίσης και από πόρους οι οποίοι καταλαμβάνονται από νερό και αέρα. Η κατ' όγκον ποσοστιαία συμμετοχή των παραπάνω συστατικών, σε ένα "ιδανικό" έδαφος είναι κατά προσέγγιση η εξής (Σινάνης, 2008):

- Ανόργανα στερεά συστατικά 45%
- Οργανικά στερεά συστατικά 5%
- Αέρας και νερό (πορώδες) 50%

## 1.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

---

Όλα τα εδάφη δεν σχηματίστηκαν με τον ίδιο τρόπο. Αλλού επέδρασε πιο πολύ το νερό και απόθεσε σε αυτά περισσότερη άμμο, αλλού έζησαν κατά εποχές περισσότερα ζώα και φυτά και πλούτισαν ανάλογα τα εδάφη με θρεπτικές ουσίες, πολλές απ' αυτές μεταφέρθηκαν με τα νερά των βροχών στις κοιλάδες, αλλού τα γύρω βουνά ήταν ασβεστολιθικά κλπ. Έτσι σήμερα τα καλλιεργήσιμα εδάφη χωρίζονται στις παρακάτω γενικές κατηγορίες (Καρακατσούλης, 1994).

### ❖ Αμμώδη

Είναι εδάφη χαλαρά και εύκολα στην καλλιέργειά τους. Όμως, δεν συγκρατούν νερό και τα θρεπτικά στοιχεία της επιφάνειάς τους ξεπλένονται εύκολα. Τον χειμώνα ψύχονται γρήγορα και το καλοκαίρι θερμαίνονται εύκολα.



*Πηγή: <http://www.anthokipos.com/edafos/109-ta-ammwdh-edafh.html>*

**Εικόνα 1.1:** Αμμώδες έδαφος

Τα φυτά, που δεν έχουν βαθύ ριζικό σύστημα, δεν βρίσκουν πολλά θρεπτικά στοιχεία, δεν στηρίζονται γερά, είναι ευαίσθητα στους ισχυρούς ανέμους και στις υψηλές θερμοκρασίες. Τα αμμώδη εδάφη βελτιώνονται, αν αναμιχθούν με αργιλώδη εδάφη ή με οργανική ουσία.

### ❖ Αργιλώδη

Τα εδάφη αυτά έχουν μεγάλη συνεκτικότητα. Το χειμώνα στην επιφάνειά τους είναι ψυχρά και το καλοκαίρι κρατούν υγρασία, αλλά στις μεγάλες ζέστες σκάζουν, δημιουργώντας βαθιές ρωγμές. Οι ρίζες των φυτών δυσκολεύονται να εισχωρήσουν βαθιά, υποφέρουν από ασφυξία και στις ξηρασίες, όταν εξατμίζεται όλη η επιφανειακή υγρασία, παύει κάθε ανάπτυξή τους και μαραζώνουν. Τα αργιλώδη εδάφη βελτιώνονται όταν προστεθεί άμμος ή οργανική ουσία.



*Πηγή: <http://www.anthokipos.com/edafos/94-to-kokkinoxwma-argilwdes-edafos.html>*

**Εικόνα 1.2:** Αργιλώδες έδαφος

### ❖ Ασβεστολιθικά ή ασπροχώματα.

Αυτά προέρχονται από ασβεστολιθικά πετρώματα κι έχουν τα μειονεκτήματα των αργιλωδών εδαφών. Βελτιώνονται, αν προστεθεί άμμος ή οργανική ουσία όπως στα αργιλώδη.

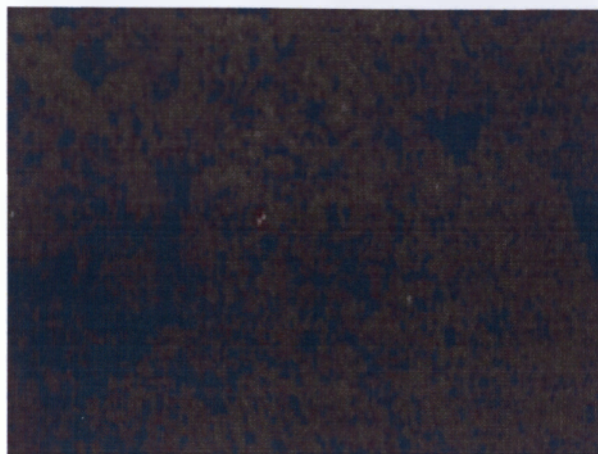


*Πηγή: <http://www.anthokipos.com/edafos/129-to-asproxwma-asbestolithiko-edafos.html>*

**Εικόνα 1.3:** Ασβεστολιθικό έδαφος

### ❖ Χουμώδη (κηποχώματα ή μαυροχώματα)

Αυτά έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και το χρώμα τους είναι σκούρο (καστανό). Είναι εύκολα στην καλλιέργειά τους. Διατηρούν τη ζέστη το χειμώνα και την δροσιά το καλοκαίρι. Είναι κατάλληλα εδάφη για καλλιέργεια μπορούν να εμπλουτίσουν άλλα εδάφη (αργιλώδη, αμμώδη και ασβεστολιθικά).



*Πηγή: <http://www.anthokipos.com/edafos/108-to-mayroxwma-xovmwdes-edafos.html>*

**Εικόνα 1.4:** Χουμώδες έδαφος

## **1.3 ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ**

---

Φυσικές ιδιότητες του εδάφους είναι οι ιδιότητες εκείνες οι οποίες καθορίζουν τη συμπεριφορά ή την αντίδραση του εδάφους σε σχέση με το περιβάλλον, τα φυτά και τη μηχανική του κατεργασία. Την σημαντικότερη συμμετοχή στην συμπεριφορά αυτή έχουν οι εξής ιδιότητες (Σινάνης, 2008):

- **Μηχανική Σύσταση του εδάφους:** Είναι η αναλογία των συστατικών του εδάφους

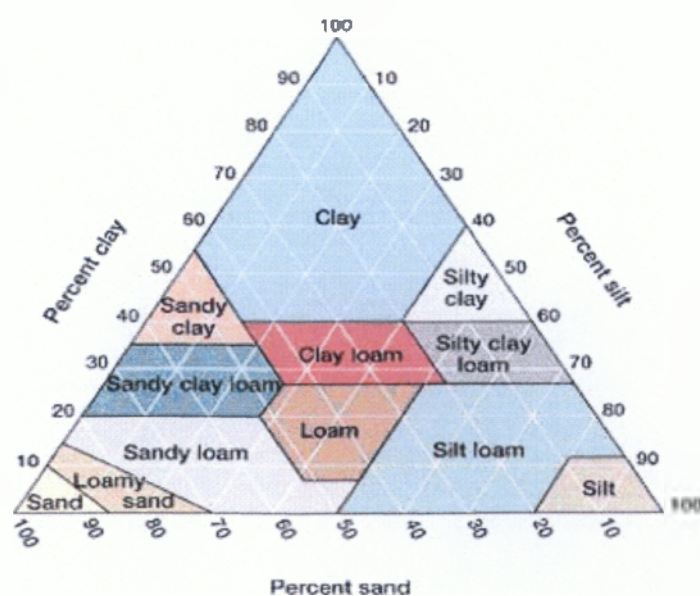
Τα κλάσματα κοκκομετρικής σύστασης του εδάφους είναι τρία: η άμμος, η ιλύς και η άργιλος. Η εργαστηριακή τεχνική, με τη βοήθεια της οποίας γίνεται ο ποσοτικός προσδιορισμός της εκατοστιαίας περιεκτικότητας του εδάφους στα τρία κλάσματα, δηλαδή της κοκκομετρικής σύστασης, ονομάζεται κοκκομετρική ή αλλιώς

μηχανική ανάλυση. Η γνώση της κοκκομετρικής σύστασης των εδαφών είναι προσανατολιστικός παράγοντας για τις φυσικές ιδιότητές τους και εν μέρει και για τις χημικές.

**Πίνακας 1.1:** Κλάσματα κοκκομετρικής σύστασης κατά το Διεθνές σύστημα (Σινάνης, 2008)

Κλάσμα	Διάμετρος σε mm	Αριθμός τεμαχιδίων ανά g	Ειδική επιφάνεια σε $cm^2/g$
Χονδρή άμμος	2-0,2	$5 \times 10^2$	20
Λεπτή άμμος	0,2 - 0,02	$5 \times 10^5$	200
Ίλος	0,02 - 0,002	$5 \times 10^8$	2.000
Άργιλος	< 0,002	$5 \times 10^{11}$	20.000

Τα εδαφολογικά εργαστήρια ταξινομούν τα εδάφη σε 12 κατηγορίες κοκκομετρικής σύστασης, ανάλογα με το ποσοστό συμμετοχής της άμμου, αργίλου, ιλός στο έδαφος. Οι 12 αυτές κλάσεις εδαφών καταλαμβάνουν ορισμένη θέση και χώρο σε ένα ισοσκελές τρίγωνο το οποίο ονομάζεται τρίγωνο μηχανικής σύστασης των εδαφών (<http://www.greekarchitects.gr>).



Οι τρεις βασικότερες κατηγορίες εδαφών είναι τα αμμώδη ή ελαφρά εδάφη, τα πηλώδη ή μέσης σύστασης και τα αργιλώδη ή βαριά εδάφη, με ιδιότητες ανάλογες των ποσοστών άμμου, αργίλου, ιλύος που περιέχουν.

- Αμμώδες έδαφος:
  - Αμμώδες (Sandy)
  - Αμμοπηλώδες (Sandy loam)
- Πηλώδες έδαφος:
  - Πηλοαμμώδες (Loamy sand)
  - Αμμοαργιλοπηλώδες (Sandy clay loam)
  - Πηλώδες (Loam)
  - Ιλυοπηλώδες (Silty loam)
  - Ιλυοαργιλοπηλώδες (Silty clay loam)
  - Ιλυώδες (Silt)
- Αργιλώδες έδαφος:
  - Αργιλοπηλώδες (Clay loam)
  - Ιλυοαργιλώδες (Silty clay)
  - Αργιλοαμώδες (Sandy clay)
  - Αργιλώδες (Clay)

### ➤ Η δομή του εδάφους

Με τον όρο δομή του εδάφους χαρακτηρίζεται τόσο η μορφή των συσσωμάτων, όσο και η κατανομή τους σε κατηγορίες μεγέθους. Η δημιουργία συσσωματωμάτων προϋποθέτει την παρουσία στο έδαφος και των τριών κλασμάτων, δηλαδή της αργίλου της ιλύος και της άμμου. Τα τεμαχίδιά τους επικαλύπτονται από  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  και οξείδια ή υπεροξείδια Al. Ο σχηματισμός, αλλά και η σταθερότητα των συσσωματωμάτων εξαρτώνται από τους εξής παράγοντες:

1. Τη μηχανική σύσταση του εδάφους
2. Τα προσροφημένα κατιόντα
3. Τους μηχανισμούς που ευνοούν τη θρόμβωση της αργίλου
4. Τα συνδετικά ή συγκολλητικά υλικά

5. Την πήξη και την τήξη του εδαφικού νερού
6. Την διαβροχή και την αποξήρανση
7. Την μηχανική κατεργασία του εδάφους
8. Την οργανική ουσία
9. Τους γαιοσκώληκες
10. Το ριζικό σύστημα των φυτών

#### ➤ Η συνεκτικότητα του εδάφους

Ως συνεκτικότητα χαρακτηρίζεται η αντίσταση που προβάλλει το έδαφος σε εξωτερικές δυνάμεις που τείνουν να το θρυμματίσουν και να το παραμορφώσουν. Η συνεκτικότητα αποτελεί το μέτρο της ευκολίας ή της δυσκολίας με την οποία μπορεί να καλλιεργηθεί ένα έδαφος. Η συνεκτικότητα του εδάφους εξαρτάται από:

1. Την μηχανική του σύσταση
2. Τη δομή του
3. Την περιεκτικότητά του σε νερό και οργανική ουσία

#### ➤ Η φαινομενική πυκνότητα του εδάφους

Ως Φαινομενική πυκνότητα του εδάφους χαρακτηρίζεται η μάζα της μονάδας όγκου ξηρού εδάφους στη φυσική του κατάσταση. Ο συγκεκριμένος όγκος εδάφους συμπεριλαμβάνει δηλαδή τόσο τα στερεά τεμαχίδια, όσο και τους κενούς πόρους. Είναι επόμενο λοιπόν, η τιμή της φαινομενικής πυκνότητας να συνδέεται αντιστρόφως ανάλογα με τον όγκο των κενών πόρων, γι' αυτό ακριβώς και αποτελεί ένα μέτρο του πορώδους του εδάφους.

Για τον πειραματικό προσδιορισμό της Φ.Π. απαιτείται οπωσδήποτε η λήψη με τη βοήθεια ειδικών εδαφοληπτών, αδιατάρακτου δείγματος εδάφους. Η Φ.Π. εκφράζεται σε  $\text{g/cm}^3$  και κυμαίνεται ανάλογα με τη μηχανική σύσταση του εδάφους από 1,1 έως 1,8  $\text{g/cm}^3$ . Οι πιο συνηθισμένες τιμές της Φ.Π. για τα ανόργανα εδάφη είναι 1,2 - 1,5  $\text{g/cm}^3$  και για τα οργανικά (τύρφες) μεταξύ 0,5 - 1,1  $\text{g/cm}^3$ .

#### ➤ Το πορώδες του εδάφους

Το πορώδες του εδάφους εκφράζει το συνολικό όγκο των κενών πόρων και είναι μια από τις πιο σημαντικές φυσικές του ιδιότητες. Το πορώδες του εδάφους

επιηρεάζει την κίνηση του νερού και του αέρα, σ' αυτό, τη θερμοκρασία του εδάφους και την ευκολία με την οποία μπορεί να καλλιεργηθεί.

Όλοι οι παράγοντες που έχουν σχέση με το σχηματισμό, το μέγεθος και τη σταθερότητα των συσσωματωμάτων, επιηρεάζουν και το πορώδες του εδάφους. Το μέγεθος και η κατανομή στη μάζα του εδάφους των κενών πόρων εξαρτάται από το μέγεθος και τη σταθερότητα των συσσωματωμάτων.

#### ➤ Η θερμοκρασία του εδάφους

Η θερμοκρασία του εδάφους εκτιμά τη θερμική του ενέργεια. Η σημασία της είναι μεγάλη για τη βλάστηση των σπόρων, την ανάπτυξη των φυτών, τη δραστηριότητα των μικροοργανισμών του εδάφους, την αποσύνθεση της οργανικής ουσίας, την αποσάθρωση του μητρικού υλικού και την κυκλοφορία του εδαφικού αέρα. Η θερμοκρασία του εδάφους αντιπροσωπεύει το θερμοκρασιακό ισοζύγιο της θερμικής ενέργειας που δέχεται και αυτής που αποδίδει.

Η θερμική ενέργεια που δέχεται ένα έδαφος προέρχεται σχεδόν αποκλειστικά από τον ήλιο και εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος, την εποχή, την κλίση της επιφάνειας του εδάφους, το χρώμα του εδάφους και τη φυτική κάλυψη.

#### ➤ Το χρώμα του εδάφους

Το χρώμα του εδάφους αποτελεί διαγνωστικό στοιχείο για την αναγνώρισή του, καθώς και για την αναγνώριση των οριζόντων του. Επίσης, το χρώμα του εδάφους επιηρεάζει τη θερμοκρασία του, αφού ένα έδαφος με σκοτεινό χρώμα απορροφά περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία από ένα άλλο με ανοικτό χρώμα.

Τα συνηθέστερα χρώματα των ανόργανων εδαφών είναι οι διάφορες αποχρώσεις του ορφνού με αποκλίσεις προς το κόκκινο και το μαύρο, καθώς και οι αποχρώσεις του γκριζου. Τα οργανικά εδάφη, κατά κανόνα, έχουν μαύρο χρώμα ή σκοτεινό ορφνό.



## 1.4 ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Οι φυσικές-χημικές ιδιότητες των εδαφών, έχουν σχέση με τη στερεή και υγρή φάση του εδάφους και οι περισσότερες από αυτές, ουσιαστικά αφορούν τις χημικές ιδιότητες της αργίλου. Οι ιδιότητες αυτές, σε συνδυασμό και με τις φυσικές που αναπτύχθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο επηρεάζουν την παραγωγικότητα τους.

Οι πιο σπουδαίες φυσικοχημικές ιδιότητες των εδαφών είναι η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, η οξύτητα ή η αλκαλικότητα και η ρυθμιστική ικανότητα. Η ακριβής γνώση των ιδιοτήτων αυτών, καθώς επίσης και των φυσιολογικών αναγκών των φυτών, αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τη χωρίς προβλήματα ανάπτυξη των τελευταίων και τη σωστή συμβουλή για λίπανση, ασβέστωση και εγκατάσταση του κατάλληλου φυτού στο κατάλληλο έδαφος. Αναλυτικά (Σινάνης, 2008):

### ➤ Η ιοντική ανταλλαγή

Τα τεμαχίδια του εδάφους, ανόργανης ή οργανικής προέλευσης, με κολλοειδείς διαστάσεις και επομένως με μεγάλη ειδική επιφάνεια, δηλαδή η άργιλος και οι διάφορες χουμικές ενώσεις, προσροφούν στην επιφάνειά τους διάφορα μόρια όπως  $H_2O$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $NH_3$ ,  $SO_3$  και ιόντα (κατιόντα και ανιόντα).

Η προσρόφηση του νερού στην επιφάνεια των κολλοειδών τεμαχιδίων μελετήθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, ενώ η προσρόφηση των αερίων σε κανονικές συνθήκες δεν παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Η προσρόφηση όμως των ιόντων και ιδιαίτερα των κατιόντων είναι πολύ σημαντική ιδιότητα των εδαφών, που επηρεάζει άμεσα τη γονιμότητά τους.

Η προσρόφηση ιόντων είναι μια διεργασία αντιστρεπτή, δηλαδή τα προσροφημένα ιόντα μπορούν να ανταλλαχθούν από άλλα ιόντα, που βρίσκονται στο εδαφικό διάλυμα σε χημικώς ισοδύναμα ποσά ( $2K^+$  αντί του  $Ca^{2+}$  ή  $Mg^{2+}$ ,  $2NO_3^-$  αντί του  $SO_4^{2-}$ ). Η ανταλλαγή αυτή ονομάζεται ιοντική ανταλλαγή. Τα ιόντα, που είναι προσροφημένα στη στερεή φάση χαρακτηρίζονται ως ανταλλάξιμα, ενώ τα ιόντα του εδαφικού διαλύματος ως υδατοδιαλυτά (Σινάνης, 2008).

### ➤ Η ανταλλαγή κατιόντων - ανταλλάξιμα κατιόντα

Η ιονική ανταλλαγή κατιόντων είναι η πιο σημαντική ίσως φυσικοχημική ιδιότητα των εδαφών. Τα κατιόντα όπως για παράδειγμα  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  συγκρατούνται την επιφάνεια των αρνητικά φορτισμένων κolloειδών τεμαχιδίων του εδάφους με ηλεκτροστατικές δυνάμεις. Τα πλέον άφθονα ανταλλάξιμα κατιόντα είναι τα  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ , ενώ λιγότερο διαδεδομένα είναι τα  $\text{NH}_4^+$  και ο  $\text{Fe}^{2+}$ . Τα κατιόντα αυτά, με εξαίρεση το ιόν  $\text{NH}_4^+$ , ελευθερώνονται στο εδαφικό διάλυμα κατά την αποσάθρωση των διαφόρων ορυκτών και πετρωμάτων. Το ιόν  $\text{NH}_4^+$  προέρχεται κυρίως από την οργανική ουσία ή τα διάφορα αζωτούχα χημικά λιπάσματα που προστίθενται στο έδαφος, τα δε ιόντα  $\text{H}^+$  είναι προϊόντα ηλεκτρολυτικής διάστασης ανόργανων και οργανικών οξέων στο έδαφος.

Τα ιόντα  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ , και  $\text{Cu}^{2+}$ , συμμετέχουν στη στερεή φάση σε απειροελάχιστες ποσότητες, είτε γιατί η παρουσία τους γενικώς στο έδαφος είναι περιορισμένη, είτε γιατί τείνουν να σχηματίσουν δυσδιάλυτες ενώσεις στις συνθήκες των περισσότερων εδαφών.

Σε εδάφη που έχουν υποστεί περιορισμένη έκπλυση, μεταξύ των ανταλλάξιμων κατιόντων κυριαρχεί το ασβέστιο και ακολουθεί το μαγνήσιο. Εδάφη όμως που έχουν υποστεί έκπλυση για μακρύ χρονικό διάστημα, έχουν χάσει το μεγαλύτερο ποσοστό του ανταλλάξιμου ασβεστίου και μαγνησίου. Τα ιόντα αυτά συνήθως αντικαθίστανται από υδρογόνο και αργίλιο.

Τα ιόντα  $\text{H}^+$  και  $\text{Al}^{3+}$ , είναι υπεύθυνα για την οξύτητα των εδαφών, ενώ τα ιόντα  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  και  $\text{Mg}^{2+}$  για την αλκαλικότητά τους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>Ο</sup>

### Η ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

---

Σε ολόκληρο τον κόσμο υπάρχουν αρκετές χιλιάδες διαφορετικά είδη εδάφους, το οποίο είναι λογικό εάν λάβουμε υπόψη μας τις γεωλογικές-κλιματολογικές διαφορές που υπάρχουν ανά τον κόσμο. Τα τελευταία 50 χρόνια, πολλές χώρες συμμετείχαν σε μία συντονισμένη προσπάθεια για την δημιουργία χαρτών που καθορίζουν το είδος των εδαφών και την χρησιμότητά τους.

Η χαρτογράφηση του εδάφους περιλαμβάνει τον εντοπισμό του υπό χαρτογράφηση εδάφους, την συλλογή πληροφοριών σχετικά με την τοποθεσία, τις φυσικές - χημικές ιδιότητές του και την χρήση του. Προκειμένου να χαρτογραφηθούν και να προσδιοριστούν οι διαφορετικοί τύποι εδάφους, είναι αναγκαίο να υπάρχει ένα σύστημα κατάταξης εδαφών ([http://www.soil-net.com/legacy/advanced/soil\\_mapping.htm](http://www.soil-net.com/legacy/advanced/soil_mapping.htm)).

Η πρώτη συστηματοποιημένη κατάταξη των εδαφών έγινε από τον Dokuchaev το 1886. Ο Dokuchaev με κριτήριο την πλήρη ή μερική εμφάνιση ή την απουσία των ιδιοτήτων που αναμένονται στα εδάφη μιας περιοχής, σαν αποτέλεσμα του χρόνου και της έντασης με την οποία έδρασαν οι εδαφογενετικοί παράγοντες της περιοχής, κατέταξε τα εδάφη σε **κανονικά, μεταβατικά και μη κανονικά** (Τσιτσίας, 1997).

- **Κανονικά** είναι τα εδάφη των πεδινών περιοχών που έχουν προέλθει από το υποκείμενο μητρικό υλικό.
- **Μεταβατικά** είναι τα εδάφη που βρίσκονται σε κεκλιμένες επιφάνειες ή αυτά που σχηματίστηκαν με τη μεταφορά υλικών από περιοχές που βρίσκονται υψηλότερα από αυτά και ως εκ τούτου δεν παρουσιάζουν τα αναμενόμενα χαρακτηριστικά.
- **Μη κανονικά** εδάφη είναι αυτά που προέρχονται από ιζηματογενή μητρικά υλικά ή αιολικές αποθέσεις.

Ο Sibirtsev το 1895 χρησιμοποίησε ως κριτήριο το βαθμό ωριμότητας και τον παράγοντα εδαφογένεσης που επεκράτησε κατά τον σχηματισμό τους, διέκρινε τα εδάφη σε (Τσιτσίας, 1997):

- **Ωριμα ζωνικά** στα οποία επέδρασαν κυρίως το κλίμα και η βλάστηση,
- **Ενδοζωνικά** των οποίων τα χαρακτηριστικά που αναμένονται από την επίδραση του κλίματος και της βλάστησης εμφανίζονται αλλοιωμένα εξαιτίας του μικροανάγλυφου της περιοχής και της σύστασης του μητρικού υλικού
- **Μη ώριμα αζωνικά** τα οποία δεν παρουσιάζουν διαφοροποιημένη κατατομή.

## 2.1 ΤΟ ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

---

Στην προσπάθεια καθορισμού ενός αντικειμενικότερου συστήματος κατάταξης των εδαφών στις Η.Π.Α. οι **Baldwin, Kellog** και **Thorp** παρουσίασαν το 1938 ένα σύστημα κατάταξης των εδαφών, το οποίο παρουσιάστηκε βελτιωμένο το 1949 από τους **Thorp** και **Smith**.

Το σύστημα αυτό εξακολουθεί να λαμβάνει υπόψη του τους γενετικούς συντελεστές της εδαφογένεσης, κυρίως το κλίμα και τη βλάστηση, αλλά για την τρίτη υποδιαίρεση, δηλαδή τη μεγάλη ομάδα εδαφών, χρησιμοποιεί ποσοτικά χαρακτηριστικά της κατάταξης του εδάφους. Το σύστημα αυτό χαρακτηρίζεται σαν **Παλαιό Αμερικάνικο Σύστημα**, περιλαμβάνει τρεις τάξεις εδαφών τα **Ζωνικά**, τα **Ενδοζωνικά** και τα **Αζωνικά**, κάθε μία από τις οποίες χωρίζεται σε υποτάξεις και μεγάλες ομάδες εδαφών.

Το Παλαιό Αμερικάνικο Σύστημα αντικαταστάθηκε από ένα νεότερο που παρουσιάστηκε το 1961 στο έβδομο Διεθνές Εδαφολογικό Συνέδριο, γνωστό ως **7η προσέγγιση**. Το σύστημα αυτό μετά από μερικές τροποποιήσεις παρουσιάστηκε το 1975 με την ονομασία **SOIL TAXONOMY** και αυτό με βελτιώσεις σαν **KEYS TO SOIL TAXONOMY** το 1983 (Καμάρης, 2007).

Η βασική καινοτομία του συστήματος αυτού είναι ότι για την κατάταξη των εδαφών χρησιμοποιούνται τα υφιστάμενα χαρακτηριστικά της εδαφοτομής και όχι εκείνα που θα ανέμενε κανείς σ' αυτή, σαν αποτέλεσμα της επίδρασης των εδαφογενετικών παραγόντων και έτσι, η ταξινόμηση των εδαφών με το σύστημα αυτό αποκτά μεγαλύτερη αντικειμενική αξία.

Επίσης, το σύστημα αυτό έχει καλά αναπτυγμένη ονοματολογία εδαφών, περιλαμβάνοντας 12 τάξεις εδαφών, 55 υποτάξεις, 231 μεγάλες ομάδες εδαφών και πολύ μεγαλύτερο αριθμό μικρότερων ταξινομικών μονάδων. Μειονέκτημα του συστήματος αυτού είναι η πεδογενετική ασυμφωνία, που πολλές φορές εμφανίζουν τα εδάφη των διαφόρων ταξινομικών του μονάδων.

Οι ταξινομικές μονάδες που περιλαμβάνει το αμερικανικό σύστημα ταξινόμησης των εδαφών είναι κατά σειρά (Καμάρης, 2007):

- Τάξεις (Orders)
- Υποτάξεις (Suborders)
- Μεγάλες ομάδες εδαφών (Great soil groups)
- Υποομάδες (Subgroups)
- Οικογένειες (Families)
- Σειρές (Series)
- Τύπος (Soil type)
- Φάσεις (Soil phases)

Τα κριτήρια κατάταξης των εδαφών στις τρεις πρώτες ταξινομικές μονάδες, καθώς επίσης και η ονοματολογία τους έχουν ως εξής:

- **Τάξεις.** Η κατάταξη των εδαφών σε τάξεις γίνεται με κριτήριο το κυριότερο χαρακτηριστικό τους γνώρισμα. Το όνομα της τάξης αποδίδεται με μια σύνθετη λέξη που έχει σαν κατάληξη τη συλλαβή –sol και σαν πρόθεμα τα αρχικά της λέξης, που αποδίδει το χαρακτηριστικό γνώρισμα της τάξης.

**Πίνακας 2.1:** Η κατάταξη των εδαφών σε τάξεις (Σινάνης, 2008)

<i>Τάξη</i>	<i>Πρόθεμα</i>	<i>Χαρακτηρισμός Εδάφους</i>
<b>Entisols</b>	Ent-	Εδάφη χωρίς διαφοροποιημένους ορίζοντες
<b>Inceptisols</b>	Incept-	Εδάφη με ασθενώς ανεπτυγμένους ορίζοντες
<b>Aridisols</b>	Arid-	Εδάφη ξηρών περιοχών
<b>Mollisols</b>	Moll-	Εδάφη ελαφρώς υγρών - ημίξηρων περιοχών με ποώδη βλάστηση και πλούσια σε οργανική ουσία
<b>Spodosols</b>	Spod-	Εδάφη όξινα που έχουν εκπλυθεί με έντονη μετακίνηση Fe, Al και χουμικών ουσιών
<b>Alfisols</b>	Alf-	Εδάφη με ορίζοντα εμπλουτισμένο με άργιλο
<b>Ultisols</b>	Ult-	Εδάφη όξινα προχωρημένης αποσάθρωσης με ορίζοντα εμπλουτισμένο με άργιλο
<b>Oxisols</b>	Ox-	Εδάφη με πολύ προχωρημένη αποσάθρωση εμπλουτισμένα με οξειδία Fe, Al
<b>Histosols</b>	Hist-	Εδάφη υγρών περιοχών με πολλή οργανική ουσία
<b>Gelisols</b>	Gel-	Εδάφη με μεγάλη περιεκτικότητα σε διογκούμενη άργιλο
<b>Andisols</b>	And-	Εδάφη σκοτεινόχρωμα προερχόμενα από ηφαιστειακή τέφρα
<b>Vertisols</b>	Vert-	Εδάφη με σκούρο επιφανειακό ορίζοντα πλούσιο σε οργανική ουσία και τον υποκείμενο μονίμως παγωμένο

- **Υποτάξεις.** Η κατάταξη των εδαφών σε υποτάξεις γίνεται με κριτήριο τις μακροσκοπικές διαφορές που εμφανίζουν τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των εδαφών μιας τάξης, εξαιτίας της διαφορετικής επίδρασης ενός ή περισσοτέρων εδαφογενετικών παραγόντων σε αυτά. Το όνομα της υπόταξης αποδίδεται από μια σύνθετη λέξη, η κατάληξη της οποίας αποδίδει την τάξη στην οποία ανήκει η υπόταξη αυτή και το πρόθεμα τη χαρακτηριστική ιδιότητα της υπόταξης.

**Πίνακας 2.2:** Η κατάταξη των εδαφών σε υποτάξεις (Σινάνης, 2008)

<b>Τάξη</b>	<b>Έννοια</b>	<b>Ιδιότητα</b>
<b>Alb-</b>	Albus -λευκός	Παρουσία ξεπλυμένου ορίζοντα
<b>Aqu-</b>	Aqua=νερό	Περίσσεια νερού
<b>At-</b>	Atage -όργωμα	Ανακατεμένοι ορίζοντες
<b>Bor-</b>	Boreas -βόρειος	Έδαφος ψυχρής ς περιοχή;
<b>Fea-</b>	Ferrum -σίδηρος	Αυξημένη περιεκτικότητα σιδήρου
<b>Fibr-</b>	Fibra -κλωστή	Ελάχιστα αποσυντεθειμένα οργανικά υπολείμματα
<b>Fluv-</b>	Fluvius -ποτάμι	Επίδραση πλημμυρισμένης πεδιάδας
<b>Fol-</b>	Folia -φύλλο	Επίδραση φύλλων
<b>Hem-</b>	Hemi- μισό	Οργανική ουσία σε κατάσταση ημιαποσύνθεσης
<b>Hum-</b>	Humus-χούμος	Παρουσία χούμου
<b>Natr-</b>	Natrium- νάτριο	Παρουσία νατρίουχου ορίζοντα
<b>Ochr-</b>	Ochros- ανοικτόχρωμος	Παρουσία ochric επιπέδου
<b>Psamm-</b>	Psammos- άμμος	Αμμώδης σύσταση
<b>Rend-</b>	Rendzina	Χαρακτηριστικά Rendzina εδαφών
<b>Sapr-</b>	Sapros- σαθρός	Τελικό στάδιο αποσύνθεσης
<b>Torr-</b>	Torridus- ξηρός και θερμός	Επίδραση ξηροθερμικού περιβάλλοντος
<b>Ud-</b>	Udus- υγρός	Επίδραση ελαφρώς υγρού κλίματος
<b>Ust-</b>	Ustus-καμένος	Επίδραση ελαφρώς ξηρού κλίματος
<b>Xer-</b>	Xeros- ξηρός	Επίδραση μεσογειακού τύπου κλίματος
<b>Calc-</b>	Calsis- άσβεστος	Υπαρξη ασβεστούχου ορίζοντα

## 2.2 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ FAO - UNESCO

Η ανάγκη συσχετισμού των ταξινομικών μονάδων πάνω στις οποίες στηρίζονται τα υπάρχοντα συστήματα ταξινόμησης των εδαφών, οδήγησε στη δημιουργία του διεθνούς συστήματος FAO - UNESCO. Το σύστημα αυτό προτάθηκε το 1961 και επεκτάθηκε το 1975 (Σινάνης, 2008).

Οι ταξινομικές μονάδες του συστήματος FAO - UNESCO αντιστοιχούν στο επίπεδο μεγάλης ομάδας εδαφών άλλων συστημάτων και καθορίζονται με κριτήριο την ύπαρξη και τον καθορισμό των διαγνωστικών οριζόντων.

**Πίνακας 2.3:** Σύστημα FAO-UNESCO (Σινάνης, 2008)

<b>Τάξης</b>	<b>Πρόθεμα- Έννοια</b>	<b>Χαρακτηριστικά</b>
<b>Fluvisols</b>	<i>Fluvius</i> = Ποτάμι	Εδάφη που κατακλύζονται από νερά ποταμών και αλλουβιακές αποθέσεις
<b>Gleysols</b>	<i>Gley</i> = Εδάφη με μεταβαλλόμενη υπεδάφεια στάθμη νερού	Εδάφη τα οποία έχουν υποστεί την επίδραση της περίσσειας του νερού
<b>Regosols</b>	<i>Rhegos</i> = κάλυμμα	Εδάφη με στρώμα χαλαρού υλικού πάνω σε σκληρό υπόστρωμα
<b>Lithosols</b>	<i>Lithos</i> = πέτρα	Εδάφη ελάχιστα ανεπτυγμένα πάνω σε σκληρό πέτρωμα
<b>Arenosols</b>	<i>Arena</i> = άμμος	Εδάφη με αδρόκοκκο υφή και μικρή εξέλιξη
<b>Rendzinas</b>	<i>Rendzic</i> = θόρυβος	Εδάφη που προήλθαν από την αποσάθρωση ασβεστόλιθων
<b>Rankers</b>	<i>Rank</i> = απότομη κλιση	Αβαθή εδάφη που προήλθαν από την αποσάθρωση πυριτικών υλικών
<b>Andosols</b>	<i>Ando</i> = σκούρο έδαφος	Εδάφη που προήλθαν από υλικά πλούσια σε ηφαιστειακή τέφρα
<b>Vertisols</b>	<i>Vertere</i> = στρέφω	Εδάφη που υφίστανται αντίστροφη λόγω ρωγμών
<b>Solonchaks</b>	<i>Sol</i> = αλάτι	Αλατούχα εδάφη
<b>Solonetz</b>	<i>Sol</i> = αλάτι	Νατριωμένα εδάφη
<b>Yermosols</b>	<i>Yermo</i> = έρημος	Αμμώδη εδάφη ερήμων
<b>Xerosols</b>	<i>Xeros</i> =ξηρός	Εδάφη ημίξηρων περιοχών
<b>Kastanozems</b>	<i>Καστανό</i>	Εδάφη καστανού χρώματος πλούσια σε οργανική ουσία
<b>Chernozems</b>	<i>Chern</i> = μαύρο	Εδάφη μαύρου χρώματος πλούσια σε οργανική ουσία
<b>Phaeozems</b>	<i>Phaios</i> = φαιός	Εδάφη φαιού χρώματος πλούσια σε οργανική ουσία



<b>Greyzems</b>	<i>Grey</i> = γκρίζο	Γκρίζα δασικά εδάφη
<b>Cambisols</b>	<i>Cambiare</i> = αλλαγή	Εδάφη που παρουσιάζουν αλλαγές στο χρώμα
<b>Luvisols</b>	<i>Luvi</i> = εκπλύνω	Εδάφη με μετακίνηση και ιλλουβιακή συγκέντρωση αργίλου
<b>Podzoluvisols</b>		Εδάφη μεταξύ Luvisols και Podzols
<b>Podzols</b>	<i>Pod zola</i> = κάτω από την στάχτη	Εδάφη με ισχυρώς εκπλυθέντα οριζόντα
<b>Planosols</b>	<i>Planus</i> = επίπεδο	Εδάφη επίπεδου ή βυθισμένου ανάγλυφου με κακή στραγγισή
<b>Acrisols</b>	<i>Acris</i> = όξινος	Εδάφη πολύ όξινα με μικρό βαθμό κορεσμού από βάσεις
<b>Nitisols</b>	<i>Nitidus</i> =λαμπερός	Εδάφη με γυαλιστερές επιφάνειες δομής
<b>Ferralsols</b>	<i>Ferrum</i> = σίδηρος	Εδάφη με πλούσια οξειδία Fe και Al
<b>Histosols</b>	<i>Histos</i> = ιστός	Εδάφη πλούσια σε οργανική ουσία

## 2.3 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ WRB - FAO

Το σύστημα αυτό συνιστά μια εξέλιξη του συστήματος FAO / UNESCO. Όπως αναφέρθηκε και στην αρχή του κεφαλαίου, το σύστημα World Reference Base for Soil Resources υιοθετήθηκε το 1998 για παγκόσμια εφαρμογή, ως ενιαία βάση επικοινωνίας των ταξινομών όλου του κόσμου, σε συνέδριο τους στο Montpellier της Γαλλίας. Το W.R.B δεν αντικαθιστά τα Εθνικά συστήματα ταξινόμησης, αλλά αποτελεί τη βάση για επικοινωνία και κατανόηση των ταξινομών, ανεξάρτητα από τη χώρα προέλευσης.

Οι κυριότερες διαφορές του συστήματος αυτού, σε σχέση με το Soil Taxonomy, συνοψίζονται ως εξής (Σινάνης, 2008):

- Το W.R.B διαθέτει δύο ταξινομικά επίπεδα, αντί των έξι του Soil Taxonomy

- Το W.R.B στο πρώτο ταξινομικό επίπεδο διαθέτει 32 τάξεις εδαφών αντί των 12 του Soil Taxonomy.
- Για την κατάταξη των εδαφών, στο W.R.B δίδεται προτεραιότητα, στις παρατηρήσεις πεδίου και δευτερευόντως στις εργαστηριακές αναλύσεις, σε αντίθεση με το Soil Taxonomy, στο οποίο η κατάταξη των εδαφών, στηρίζεται στις εργαστηριακές αναλύσεις.
- Η χρησιμοποιούμενη ταξινομική γλώσσα, στο W.R.B είναι πιο οικεία, αφού στηρίζεται σε πλήρεις πεδογενετικούς όρους, αντί των συλλαβών που χρησιμοποιούνται στο Soil Taxonomy.
- **HISTOSOLS (HS):** Εδάφη που έχουν ένα *histic* ή *folie* ορίζοντα και από τα οποία απουσιάζει ένας *andic* ή *vitric* ορίζοντας
- **CRYOSOLS (CR) :** Εδάφη που έχουν στα πρώτα 100 cm από την επιφάνεια ένα ή περισσότερους *cryic* ορίζοντες
- **ANTHROSOLS (AT) :** Εδάφη που έχουν είτε ένα *hortic*, *irragric*, *plaggic* ή *terric* ορίζοντα, μέχρι 50 cm πάχος, ή ένα *anthraquic* υπερκείμενο ορίζοντα κάτω από τον οποίο βρίσκεται ένας *hydragric* ορίζοντας
- **LEPTOSOLS (LP) :** Εδάφη τα οποία παρουσιάζουν σκληρό συνεχόμενο πέτρωμα στα πρώτα 25 cm, ή επικάθονται σε υλικό που περιέχει περισσότερο από 40% ανθρακικό ασβέστιο και βρίσκεται στα πρώτα 25 cm, ή περιέχουν λιγότερο από 10% λεπτή γη σε ένα βάθος 75 cm ή περισσότερο, από την επιφάνεια και δεν έχουν άλλους διαγνωστικούς ορίζοντες εκτός ενός από τους *mollic*, *ochric*, *umbric*, *yermic* ή *vertic* ορίζοντα
- **VERTISOLS (VR) :** Εδάφη που έχουν ένα *vertic* ορίζοντα στα πρώτα 100 cm από την επιφάνεια και επίσης, μετά τα πρώτα 20 cm και για ένα βάθος

100 cm περιέχουν σε όλους τους ορίζοντες άργιλο σε ποσοστό 30% και άνω και τέλος, παρουσιάζουν ρωγμές οι οποίες ανοίγουν και κλείνουν περιοδικά στη διάρκεια του έτους, ανάλογα με την πρόσληψη ή την απώλεια νερού.

- **FLUVISOLS (FL)** : Εδάφη που σε ένα βάθος, μεταξύ 25 cm και 50 cm από την επιφάνεια, διαθέτουν υλικά που προήλθαν από πρόσφατες αλλουβιακές αποθέσεις και στερούνται διαγνωστικών οριζόντων εκτός ενός από τους *histic, mollic, ochric, takyric, umbric, yermic, salic* ή *sulfuric* ορίζοντες
- **SOLOCHAKS (SC)** : Εδάφη με ένα *salic* ορίζοντα που αρχίζει στα πρώτα 50 cm από την επιφάνεια και στερούνται διαγνωστικών οριζόντων εκτός ενός από τους *histic, mollic, ochric, takyric, yermic, calcic, cambic, duric, gypsic* ή *vertic* ορίζοντα
- **GLEYSOLS (GL)** : Εδάφη που εκδηλώνουν Gleyic ιδιότητες μέχρι βάθος 50 cm από την επιφάνεια και στερούνται διαγνωστικών οριζόντων εκτός ενός από τους *histic, mollic, ochric, takyric, umbric, andic, calcic, cambic, gypsic, plinthic, salic, sulfuric* ή *vitric* ορίζοντα, μέσα σε ένα βάθος 100 cm από την επιφάνεια
- **ANDOSOLS (AN)** : Εδάφη που έχουν είτε ένα *vitric* ή ένα *andic* ορίζοντα στα πρώτα 25 cm από την επιφάνεια και στερούνται διαγνωστικών οριζόντων εκτός ενός από τους *histic, julvic, melanic, mollic, umbric, ochric, duric* ή *cambic* ορίζοντα
- **PODZOLS (PZ)** : Εδάφη που έχουν ένα *Spodic* ορίζοντα μέσα στα 200 cm από την επιφάνεια κάτω από ένα *albic, histic, umbric* ή *ochric* ορίζοντα , ή ένα *anthropedogenic* ορίζοντα λεπτότερο από 50 cm
- **PLINTHOSOLS (PT)** : Εδάφη που διαθέτουν ένα *petroplinthic* ορίζοντα

που αρχίζει μέσα στα 50 cm από την επιφάνεια ή ένα *Plinthic* ορίζοντα που αρχίζει μέσα στα 50 cm από την επιφάνεια ή ένα *Plinthic* ορίζοντα που αρχίζει μέσα στα 100 cm από την επιφάνεια και βρίσκεται κάτω από ένα *albic* ορίζοντα ή ένα ορίζοντα με *stagnic* ιδιότητες

- **FERRALSOLS (FR)** : Εδάφη που έχουν ένα *ferralic* ορίζοντα σε ένα βάθος μεταξύ 25 και 200 cm από την επιφάνεια και δεν εμφανίζουν ένα *nitic* ορίζοντα σε βάθος 100 cm από την επιφάνεια
  
- **SOLONETZ (SN)** : Εδάφη που έχουν ένα *natric* ορίζοντα μέσα στα πρώτα 100 cm από την επιφάνεια
  
- **PLANOSOLS (PL)** : Εδάφη με ένα ελουβιακό ορίζοντα με σαφέστατο κατώτερο όριο μέσα στα 100 cm από την επιφάνεια του εδάφους, χωρίς *albeluvic* διαφοροποίηση *plinthic*, *salic*, *sulfuric* ή *vitric* ορίζοντα, μέσα σε ένα βάθος 100 cm από την επιφάνεια
  
- **ANDOSOLS (AN)** : Εδάφη που έχουν είτε ένα *vitric* ή ένα *andic* ορίζοντα στα πρώτα 25 cm από την επιφάνεια και στερούνται διαγνωστικών οριζόντων εκτός ενός από τους *histic*, *julvic*, *melanic*, *mollic*, *umbric*, *ochric*, *duric* ή *cambic* ορίζοντα
  
- **PODZOLS (PZ)** : Εδάφη που έχουν ένα *Spodic* ορίζοντα μέσα στα 200 cm από την επιφάνεια κάτω από ένα *albic*, *histic*, *umbric* ή *ochric* ορίζοντα , ή ένα *anthropedogenic* ορίζοντα λεπτότερο από 50 cm
  
- **PLINTHOSOLS (PT)** : Εδάφη που διαθέτουν ένα *petroplinthic* ορίζοντα που αρχίζει μέσα στα 50 cm από την επιφάνεια ή ένα *Plinthic* ορίζοντα που αρχίζει μέσα στα 50 cm από την επιφάνεια ή ένα *Plinthic* ορίζοντα που αρχίζει μέσα στα 100 cm από την επιφάνεια και βρίσκεται κάτω από ένα

*albic* ορίζοντα ή ένα ορίζοντα με *stagnic* ιδιότητες

- **FERRALSOLS (FR)** : Εδάφη που έχουν ένα *jerralic* ορίζοντα σε ένα βάθος μεταξύ 25 και 200 cm από την επιφάνεια και δεν εμφανίζουν ένα *nitic* ορίζοντα σε βάθος 100 cm από την επιφάνεια
- **SOLONETZ (SN)** : Εδάφη που έχουν ένα *natric* ορίζοντα μέσα στα πρώτα 100 cm από την επιφάνεια
- **PLANOSOLS (PL)** : Εδάφη με ένα ελουβιακό ορίζοντα με σαφέστατο κατώτερο όριο μέσα στα 100 cm από την επιφάνεια του εδάφους, χωρίς *albeluvic* διαφοροποίηση
- **CHERNOZEMS (CH)** : Εδάφη που έχουν ένα *mollic* ορίζοντα και από τα οποία απουσιάζει, σε ένα βάθος μεταξύ 25 και 100 cm, ένας *petrocalcic* ορίζοντας, ενώ εμφανίζουν δευτερογενή συσσώρευση ανθρακικών μετά τα 50 cm
- **KASTANOZEMS (KS)** : Εδάφη που έχουν ένα *mollic* ορίζοντα και τα οποία σε ένα βάθος 100 cm από την επιφάνεια εμφανίζουν δευτερογενή συσσώρευση ανθρακικών και δεν έχουν άλλους διαγνωστικούς ορίζοντες εκτός ενός από τους *argic*, *calcic*, *cambic*, *gypsic* ή *vertic* ορίζοντα
- **PHAEZOZEMS (PH)** : Εδάφη που έχουν ένα *mollic* ορίζοντα και βαθμό κορεσμού από βάσεις μεγαλύτερο του 50% και μεταξύ 25 και 100cm βάθος, μια *lithic* ή *paralithic* επαφή ή ένα *petrocalcic* ορίζοντα και δεν έχουν άλλους διαγνωστικούς ορίζοντες εκτός ενός από τους *albic*, *argic*, *cambic* ή *vertic* ορίζοντα

- **GYPISISOLS (GY)** : Εδάφη που έχουν είτε ένα *gypsic* ή *petrogypsic* ορίζοντα στα πρώτα 100 cm από την επιφάνεια ή περισσότερο από 15% γύψου στο ίδιο βάθος και δεν έχουν άλλους διαγνωστικούς ορίζοντες εκτός ενός από τους *ochric* ή *cambic* ορίζοντα, ένα *argic* ορίζοντα που περιέχει γύψο ή ανθρακικό ασβέστιο, ένα *vertic* ορίζοντα, ή ένα *calcic* ή *petrocalcic* ορίζοντα κάτω από τον *gypsic* ορίζοντα
  
- **DURISOLS (DU)** : Εδάφη που έχουν ένα *duric* ή *petroduric* ορίζοντα στα πρώτα 100 cm από την επιφάνεια του εδάφους
  
- **CALCISOLS (CL)** : Εδάφη που έχουν ένα *calcic* ή *petrocalcic* ορίζοντα στα πρώτα 100 cm από την επιφάνεια του εδάφους και δεν έχουν άλλους διαγνωστικούς ορίζοντες εκτός ενός από τους *ochric* ή *cambic* ορίζοντα και ένα *argic* που είναι ασβεστούχος και ένα *vertic* ή ένα *gypsic* ορίζοντα υποκείμενους του *petrocalcic* ορίζοντα
  
- **ALBELUVISOLS (AB)**: Εδάφη που έχουν ένα *argic* ορίζοντα μέσα στα πρώτα 100 cm από την επιφάνεια, με ακανόνιστο το άνω όριο, εξαιτίας μια *albeluvic* διεξόδου στον *argic* ορίζοντα
  
- **ALISOLS (AL)**: Εδάφη που έχουν ένα *argic* ορίζοντα που εκδηλώνει μια Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων μεγαλύτερη από  $24 \text{ cmol kg}^{-1}$  και εκδηλώνουν *alic* ιδιότητες κατά κύριο λόγο στο τμήμα της εδαφοτομής που περιλαμβάνεται μεταξύ των βαθών από 25 έως 100 cm από την επιφάνεια και στερούνται διαγνωστικών οριζόντων εκτός ενός από τους *ochric*, *umbric*, *albic*, *andic*, *ferric*, *nitic*, *plinthic* ή *vertic* ορίζοντα
  
- **NITISOLS (NT)** : Εδάφη που έχουν ένα *nitic* ορίζοντα που αρχίζει στα πρώτα 100 cm από την επιφάνεια και στερούνται διαγνωστικών οριζόντων εκτός ενός από τους *ferric*, *plinthic* ή *vertic* ορίζοντα μέσα στα πρώτα 100

cm από την επιφάνεια

- **ACRISOLS (AC)** : Εδάφη που έχουν *argic* ορίζοντα και εκδηλώνουν μια Ικανότητα, Ανταλλαγής Κατιόντων μικρότερη από  $24 \text{ cmol kg}^{-1}$  σε βάθος από 100 cm μέχρι 200 cm από την επιφάνεια και βαθμό κορεσμού από βάσεις μικρότερο από 50% σε βάθος από 25 έως 100 cm
- **LUVISOLS (LV)**: Εδάφη που έχουν *argic* ορίζοντα και εκδηλώνουν μια Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων ίση ή μεγαλύτερη από  $24 \text{ cmol kg}^{-1}$
- **LIXISOLS (LX)**: Εδάφη που έχουν *argic* ορίζοντα
- **UMBRISOLS (UM)**: Εδάφη που έχουν ένα *umbric* ορίζοντα και στερούνται διαγνωστικών οριζόντων εκτός ενός *anthropogenic* ορίζοντα με πάχος μικρότερο από 50 cm ή ενός *albic* ή *cambic* ορίζοντα
- **CAMBISOLS (CM)**: Εδάφη που έχουν ένα *cambic* ορίζοντα ή ένα mollic ορίζοντα υπερκείμενο υπεδάφους με βαθμό κορεσμού από βάσεις μικρότερο από 50% ή ένα από τους ακόλουθους διαγνωστικούς ορίζοντες, ήτοι ενός *andic*, *vertic* ή *vitric* που κείνται σε βάθος μεταξύ 25 και 100 cm από την επιφάνεια, ή ενός *plinthic*, *petroplinthic* ή *salic* που αρχίζουν μεταξύ 50 και 100 cm από την επιφάνεια
- **ARENOSOLS (AR)**: Εδάφη με πηλοαμμώδη υφή, είτε σε ένα βάθος 100 cm από την επιφάνεια, ή ένα από τους *plinthic*, *petroplinthic* ή *salic* ορίζοντες σε βάθος μεταξύ 50 και 100 cm από την επιφάνεια και ποσοστό μικρότερο από 35% λίθων (κατόγκο), σε ένα βάθος 100 cm από την επιφάνεια και στερούνται διαγνωστικών οριζόντων εκτός ενός *ochric*, *yermic* ή *albic* ορίζοντα ή ενός *plinthic*, *petroplinthic* ή *salic* ορίζοντα σε βάθος μεγαλύτερο από 50 cm από την επιφάνεια, ή ενός *argic* ή *spodic* ορίζοντα σε

βάθος μεγαλύτερο από 200 cm από την επιφάνεια

- **REGOSOLS (RG):** Εδάφη που δεν κατατάσσονται σε καμιά από τις προαναφερόμενες ομάδες εδαφών

## 2.4 ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ

---

Η χαρτογράφηση του εδάφους απαιτεί την λήψη δειγμάτων εδάφους τα οποία θα αναλυθούν με χημικές, φυσικές και βιολογικές εργαστηριακές αναλύσεις. Τα εδάφη είναι δυνατόν να απεικονίζονται σε μια σειρά από κλίμακες ανάλογα με το βαθμό λεπτομέρειας των πληροφοριών που περιλαμβάνουν δηλαδή από κλίμακες 1:1.250 και 1:5.000, μέχρι κλίμακες 1:500.000 και 1:500.000.000 που παρέχουν μια γενικευμένη εικόνα του εδάφους μιας χώρας ή μιας Ηπείρου. Συγκεκριμένα οι κατηγορίες εδαφολογικών χαρτών είναι οι εξής (*Δημογιάννης - Τσαντήλας*):

- ✓ Εξερευνητικοί Χάρτες με κλίμακα μικρότερη από 1:500.000
- ✓ Αναγνωριστικοί Χάρτες με κλίμακα που κυμαίνεται μεταξύ 1:500.000 και 1:60.000
- ✓ Ημιλεπτομερείς Χάρτες με κλίμακα μεταξύ 1:60.000 και 1:20.000, Λεπτομερείς
- ✓ Χάρτες με κλίμακα μεγαλύτερη της 1:20.000, συνήθως 1:10.000 ή 1:5.000
- ✓ Πολύ Λεπτομερείς Χάρτες με κλίμακες από 1:5.000 μέχρι 1:500.

Ένας εδαφολογικός χάρτης αποτελείται από χαρτογραφικές μονάδες, οι οποίες είναι περιοχές του χάρτη και κάθε μία απ' αυτές περικλείεται από μια περιμετρική



γραμμή ή εδαφικό όριο. Η χαρτογραφική μονάδα αντιστοιχεί με μία από τις ταξινομικές κατηγορίες. Οι ταξινομικές μονάδες που συνήθως χρησιμοποιούνται ως χαρτογραφικές μονάδες για την σύνταξη εδαφολογικών χαρτών είναι (Τσιτσίας, 1997):

- Ο εδαφικός τύπος
- Η εδαφική φάση

Η χρησιμότητα της δημιουργίας λεπτομερών εδαφολογικών χαρτών είναι πολύ μεγάλη. Ένας εδαφολογικός χάρτης αποτελεί την βάση για τον αγροτικό προγραμματισμό μίας περιοχής καθώς παρέχει τα απαραίτητα στοιχεία για τα χαρακτηριστικά του εδάφους. Μέσα από τους εδαφολογικούς χάρτες μπορούμε επίσης να εφαρμόσουμε την κατάλληλη καλλιέργεια για το συγκεκριμένο έδαφος και έτσι να αυξήσουμε την απόδοσή της. Χρησιμεύουν επίσης στο να καθοριστούν τα απαραίτητα μέτρα για την προστασία των εδαφών στην συγκεκριμένη περιοχή. Τέλος οι εδαφολογικοί χάρτες είναι απαραίτητα εργαλεία για τον χωροταξικό σχεδιασμό, την κατασκευή τεχνικών έργων, έργων οδοποιίας και για στρατιωτικούς σκοπούς.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

## ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΑ

### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΔΑΦΩΝ

---

Για πολλά χρόνια η ανάλυση του εδάφους έχει χρησιμοποιηθεί ως βοήθημα για την εκτίμηση της γονιμότητας του εδάφους και των φυτών καθώς και της διαχείρισης των θρεπτικών συστατικών του. Η επίτευξη και διατήρηση των κατάλληλων επιπέδων γονιμότητας του εδάφους είναι υψίστης σημασίας. Μεταξύ των ενεργειών που πρέπει να πραγματοποιηθούν για τη σωστή διαχείριση του εδάφους και της γονιμότητας, η δειγματοληψία του εδάφους και της ανάλυσης είναι το πρώτο από τα τρία εξίσου σημαντικά βήματα που απαιτούνται. Το δεύτερο βήμα είναι η ερμηνεία των αναλυτικών στοιχείων που οδηγεί στο τρίτο βήμα, που είναι η χρήση θρεπτικών, όπως λιπάσματα, για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης των καλλιεργειών, και την ελαχιστοποίηση τυχόν αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την εφαρμογή τους.

Ουσιαστικά υπάρχουν δύο ειδών κατηγορίες των αναλύσεων του εδάφους. Οι αναλύσεις χαρακτηρισμού του εδάφους που περιλαμβάνουν το pH, την οργανική ουσία, την ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους (EC), τον βαθμό υδατοκορεσμού (SP), και την κοκκομετρική σύσταση. Οι αναλύσεις γονιμότητας περιλαμβάνουν το Κάλιο, το Ασβέστιο, το Μαγνήσιο, το Φώσφορο και διάφορα ιχνοστοιχεία όπως τον Σίδηρο, τον Χαλκό, τον Ψευδάργυρο, το Μαγγάνιο και το Βόριο.

### 3.1 ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

---

Σε αυτή την ενότητα πραγματοποιείται αναλυτική περιγραφή των χαρακτηριστικών του εδάφους καθώς και δίνονται πίνακες με τα όρια επάρκειας τους.

---

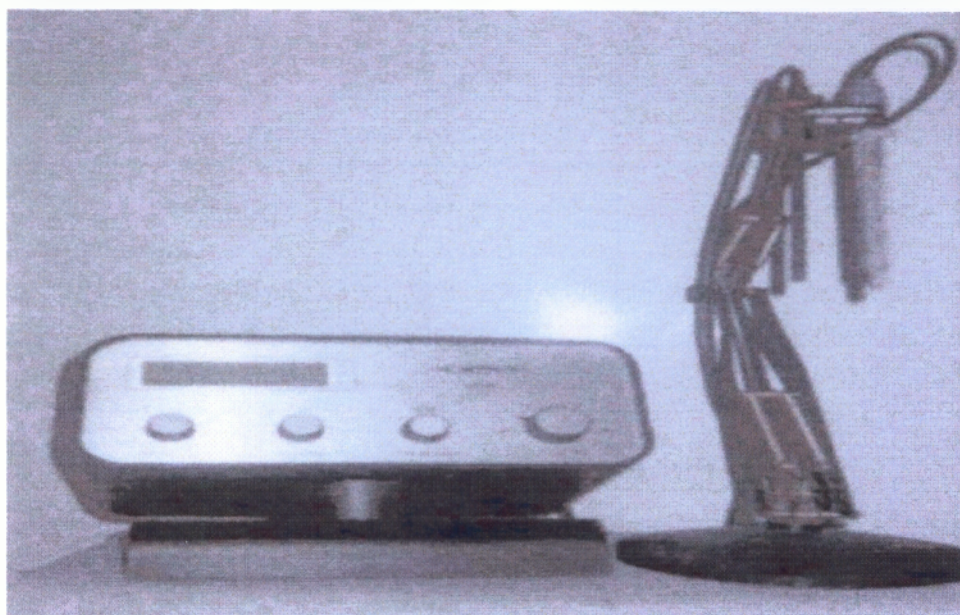
## ρΗ ΕΔΑΦΟΥΣ

---

Το ρΗ του εδάφους είναι από τις πιο σημαντικές ιδιότητες του και μπορεί να δώσει χρήσιμες πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά του. Η τιμή του ρΗ του εδάφους δεν χαρακτηρίζει μόνο ένα έδαφος ως όξινο ή αλκαλικό μπορεί ταυτόχρονα να προβλεφθεί η διαθεσιμότητα των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων και οι τοξικότητες κάποιων άλλων, εάν είναι γνωστή η σχέση τους με το ρΗ. Η τιμή του επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες. Ένας από τους σπουδαιότερους είναι το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου που περιέχεται στο έδαφος. Επίσης σημαντικός παράγοντας είναι και οι συνθήκες που επικρατούν στο χωράφι, όπως η υγρασία, τα διαλυτά άλατα, το διοξείδιο του άνθρακα, τα χημικά λιπάσματα (Γουρνιεζάκη, 2004).

Η οξύτητα ή η αλκαλικότητα ενός εδάφους μετράται με τον αρνητικό λογάριθμο της συγκέντρωσης των ιόντων υδρογόνου στο διάλυμα και συμβολίζεται ως ρΗ, δηλ.  $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$ . Η τιμή αυτή κυμαίνεται από 0-14 και ανάλογα με την τιμή τα διάφορα εδάφη κατατάσσονται σε όξινα ( $\text{pH} < 7$ ), ουδέτερα ( $\text{pH} = 7$ ) και αλκαλικά ( $\text{pH} > 7$ ) (Τσιτσίας, 1997).

Η μέτρηση του ρΗ μπορεί να γίνει με δύο τρόπους είτε με δείκτες που μπορεί να είναι μικτοί ή απλοί είτε ηλεκτρομετρικά με πεχάμετρα. Για τη σωστή μέτρηση του ρΗ του εδάφους θα πρέπει το δείγμα να βρεθεί σε τέτοια κατάσταση όμοια με αυτήν που συναντά το ριζικό σύστημα των φυτών στο χωράφι. Η ποσότητα του νερού που θα προστεθεί στο δείγμα, προκειμένου να γίνει η μέτρηση, δεν θα πρέπει να είναι πολύ μεγάλη διότι υπάρχει περίπτωση να αλλοιωθούν τα αποτελέσματα. Σ' αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειωθεί ότι η αυξημένη προσθήκη νερού στο δείγμα ελευθερώνει μεγάλες ποσότητες αλάτων, με αποτέλεσμα το ρΗ να εμφανίζεται διαφορετικό από εκείνο που το φυτό αντιμετωπίζει στην πραγματικότητα. Έτσι η μέτρηση μπορεί να γίνει με πεχάμετρο σε δείγμα εδάφους που έχει έλθει σε υδατοκορεσμό σε σύγκριση με πρότυπα διαλύματα γνωστής οξύτητας (Κάτσιρας-Δημόπουλος, 2011).



**Εικόνα 3.1:** Πεχάμετρο τύπου W.T.W. pH 531

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ pH**

*(Δεδομένα από το Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)*

pH	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ
>9,0	Πολύ ισχυρά αλκαλικό
8,9-8,5	Ισχυρά αλκαλικό
8,4-7,9	Μέτρια αλκαλικό
7,8-7,4	Ασθενώς αλκαλικό
7,3-6,6	Ουδέτερο
6,5-6,1	Ασθενώς όξινο
6,0-5,6	Μέτρια όξινο
5,5-5,1	Ισχυρώς όξινο
5,0-4,5	Πολύ ισχυρώς όξινο
<4,5	Υπερβολικά όξινο

**ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ ΕΔΑΦΟΥΣ (CaCO<sub>3</sub>)**

Η περιεκτικότητα των εδαφών σε ελεύθερο ανθρακικό ασβέστιο εμφανίζει μεγάλες διακυμάνσεις. Αρχίζει από ίχνη και φτάνει μέχρι και 70% του συνόλου της μάζας του. Το ανθρακικό ασβέστιο απαντάται και στα τρία κλάσματα της μηχανικής

σύστασης του εδάφους στην άμμο, την ίλη και την άργιλο σε διαφορετικά ποσοστά στο καθένα. Πολλές φορές η ύπαρξη ανθρακικού ασβεστίου στο έδαφος συνδέεται με τροφοπενίες φωσφόρου, βορίου και ψευδαργύρου καθώς και άλλων μικροθρεπτικών. Εάν στο έδαφος υπάρχουν έστω και ίχνη ανθρακικού ασβεστίου τότε ο χαρακτήρας του εδάφους αυτού γίνεται αλκαλικός.

Πριν από μερικά χρόνια η περιεκτικότητα των εδαφών σε ανθρακικό ασβέστιο συνδυαζόταν άμεσα με την γονιμότητα του. Πίστευαν ότι όσο περισσότερο ανθρακικό ασβέστιο περιείχε ένα έδαφος τόσο γονιμότερο ήταν. Με το πέρασμα των χρόνων όμως, έχει αποδειχθεί ότι στην πραγματικότητα το μεγάλο ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου ενός εδάφους δεν είναι ανάλογο με την γονιμότητα. Έτσι, σήμερα η περιεκτικότητα του εδάφους σε ανθρακικό ασβέστιο αποτελεί προσανατολιστικό παράγοντα για την επιλογή της κατάλληλης καλλιέργειας και τη λιπαντική τακτική που θα ακολουθείται σε κάθε χωράφι.

#### ➤ Μέθοδος του ασβεστομέτρου

Η μέθοδος του ασβεστομέτρου που εφαρμόζεται είναι ένας έμμεσος τρόπος υπολογισμού του ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου του εδάφους. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στη μέτρηση του όγκου του εκλυόμενου CO<sub>2</sub> κατά την αντίδραση των ανθρακικών αλάτων που περιέχονται στο δείγμα εδάφους με διάλυμα υδροχλωρικού οξέος όπως παρουσιάζεται στην παρακάτω αντίδραση (Γουρνιεζάκη, 2004):



Το HCl αντιδρά σε διάφορο βαθμό με όλα τα ανθρακικά άλατα του εδάφους με αποτέλεσμα την έκλυση CO<sub>2</sub>. Για το λόγο αυτό η ποσότητα του CaCO<sub>3</sub> που υπολογίζεται εκφράζεται σαν ισοδύναμο CaCO<sub>3</sub> του εδάφους.

Αρχικά έγινε ένα προτέστ στα δείγματα για την εκτίμηση κατά προσέγγιση της περιεκτικότητας τους σε ανθρακικό ασβέστιο. Σκοπός του προτέστ ήταν να βρεθεί η σωστή ποσότητα δείγματος, ώστε ο όγκος του CO<sub>2</sub> που εκλύεται κατά την αντίδραση του υδροχλωρικού οξέος με το ανθρακικό ασβέστιο να μην ήταν ούτε υπερβολικά μεγάλος ούτε υπερβολικά μικρός, έτσι ώστε να αποτρεπόταν τυχόν σφάλμα στη μέτρηση.

Στη συνέχεια προσδιορίστηκε η ποσότητα του εκλυόμενου CO<sub>2</sub> των δειγμάτων με τη βοήθεια του ασβεστομέτρου Bernard σύμφωνα με τη σχέση (Γουρνιεζάκη Ε., 2004):

$$\text{CaCO}_3 = \text{VCO}_2 / \text{B} * \text{K}$$

Όπου:

VCO<sub>2</sub> = Ο όγκος του CO<sub>2</sub> σε ml που μετρήθηκε με τη βοήθεια του ασβεστομέτρου

B = Τα g εδάφους που χρησιμοποιήθηκαν

K = Συντελεστής μετατροπής του ενός ml CO<sub>2</sub> σε g CaCO<sub>3</sub> ανά 100 g εδάφους

### ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥΣ ΣΕ ΟΛΙΚΟ CaCO<sub>3</sub>

(Δεδομένα από το Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

Τιμές ολικού CaCO <sub>3</sub> (%)	Χαρακτηρισμός εδαφών
CaCO <sub>3</sub> < 0,5	έδαφος ανεπαρκώς εφοδιασμένο
CaCO <sub>3</sub> 0,5-2,0	έδαφος μέτρια εφοδιασμένο
CaCO <sub>3</sub> 2,0 - 20	έδαφος επαρκώς εφοδιασμένο
CaCO <sub>3</sub> 20,0 - 40,0	έδαφος μάργα
CaCO <sub>3</sub> > 40,0	έδαφος ασβεστούχο

Τιμές ολικού CaCO <sub>3</sub> (%)	Χαρακτηρισμός εδαφών
CaCO <sub>3</sub> < 2,5	έδαφος μη ασβεστούχο
CaCO <sub>3</sub> 2,5 - 9,0	έδαφος ελαφρώς ασβεστούχο
CaCO <sub>3</sub> 9,0 - 18,0	έδαφος μέσο ασβεστούχο
CaCO <sub>3</sub> 18,0 - 25,0	έδαφος πολύ ασβεστούχο
CaCO <sub>3</sub> 25,0 - 50,0	έδαφος υψηλό ασβεστούχο
CaCO <sub>3</sub> > 50,0	έδαφος ασβεστούχο

## ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ

Ως οργανική ουσία του εδάφους ορίζεται το σύνολο των φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων και απορριμμάτων όπως ρίζες, βλαστοί, κοπριά ζώων και διάφοροι

ζωντανοί και νεκροί μικροοργανισμοί κ.τ.λ. ανεξάρτητα από το στάδιο της αποσύνθεσης.

Το ποσοστό της οργανικής ουσίας των εδαφών παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις και εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Οι παράγοντες αυτοί επηρεάζονται από την ισορροπία μεταξύ του ρυθμού σχηματισμού της οργανικής ουσίας και την απώλειά της από το έδαφος. Ο σχηματισμός της οργανικής ουσίας εξαρτάται από τον ρυθμό εισροής και συσσωμάτωσης φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων. Από την άλλη πλευρά, η απώλεια της οφείλεται στην οξείδωσή της και την διάβρωση του εδάφους. Οι παράγοντες που επιδρούν στη συσσώρευση της οργανικής ουσίας κατά σειρά σπουδαιότητας είναι οι εξής: κλίμα, βλάστηση, τοπογραφικό ανάγλυφο περιοχής, μητρικό υλικό και χρόνος. Επίσης, σημαντικό ρόλο παίζει και ο τρόπος διαχείρισης των καλλιεργειών και του εδάφους (Τσιτσίας, 1997).

Ο ρόλος της οργανικής ουσίας στο έδαφος είναι πολύπλευρος. Αφενός επηρεάζει άμεσα τις χημικές και φυσικές ιδιότητες του εδάφους και τον χαρακτήρα του (βαρύ – ελαφρύ, όξινο – αλκαλικό), αφετέρου παίζει σημαντικό ρόλο στην διατήρηση της περιεκτικότητας της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του άνθρακα. Κατά την αποσύνθεση των οργανικών υλικών του εδάφους, με τη βοήθεια των μικροοργανισμών, εκλύεται διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Η ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα η οποία προέρχεται από την αποσύνθεση αυτή είναι τόσο μεγάλη, ώστε από πολλούς θεωρείται η κύρια πηγή αναπλήρωσης των απωλειών της ατμόσφαιρας (φωτοσύνθεση) από αυτό. Επίσης, η οργανική ουσία αποτελεί την κύρια πηγή εμπλουτισμού του εδάφους με άζωτο, φώσφορο, θείο, δεδομένου ότι το 90% του αζώτου, το 50% του φωσφόρου και το 75% του θείου απαντώνται με τη μορφή οργανικών ενώσεων καθώς και πολλών άλλων στοιχείων κυρίως μικροθρεπτικών. Η οργανική ουσία είναι η πλέον ιδανική πηγή, των θρεπτικών αυτών στοιχείων, με την επιθυμητή μορφή απελευθέρωσής τους, διότι κατά την διαδικασία αποδόμησής της με την επίδραση των μικροοργανισμών εμπλουτίζει το έδαφος σταδιακά με αυτά χωρίς να υπάρχουν απώλειες λόγω στραγγίσεως.

Ο ρυθμός αποδόμησης των οργανικών υλικών επηρεάζεται άμεσα από το pH του εδάφους, το οξυγόνο, την υγρασία και την θερμοκρασία. Κύριος όμως παράγοντας είναι ο λόγος άνθρακα προς άζωτο (C/N) των υλικών αυτών. Ο άνθρακας αποτελεί το ενεργειακό υπόστρωμα για τους μικροοργανισμούς, ενώ το

άζωτο αποτελεί το βασικό συστατικό των πρωτεϊνών τους. Η ευνοϊκότερη μικροβιακή δράση, που συνεπάγεται την αποδόμηση της οργανικής ουσίας, λαμβάνει χώρα όταν ο λόγος C/N κυμαίνεται από 25/1 – 30/1.

Στην περίπτωση που η τιμή του πηλίκου C/N ξεπερνάει αυτά τα όρια στα οργανικά υπολείμματα τότε συνεπάγεται επιβράδυνση της διάσπασης των υλικών αυτών π.χ. τα υπολείμματα των σιτηρών στα οποία η σχέση C/N είναι περίπου 80/1. Αργά ή γρήγορα, η οργανική ουσία του εδάφους διασπάται με την βοήθεια των μικροοργανισμών και ο λόγος C/N τείνει να σταθεροποιηθεί σε μια τιμή ισορροπίας, που για τις Ελληνικές συνθήκες κυμαίνεται μεταξύ 8 – 15/1. Το τελικό προϊόν της διάσπασης της οργανικής ουσίας είναι ο χούμος, ένα προϊόν άμορφο, χωρίς κυτταρική δομή που να μπορεί κανείς να χαρακτηρίσει τον οργανισμό από τον οποίο προήλθε.

Εδάφη στα οποία το ποσοστό της οργανικής ουσίας είναι μικρότερο από 1% χαρακτηρίζεται ως χαμηλό, μεταξύ 1% και 2% ως μέτρια χαμηλό, μεταξύ 2% και 4% χαρακτηρίζεται ως μέτριο, μεταξύ 4% και 8% ως υψηλό και τέλος μεταξύ 8% και 16% ως πολύ υψηλό. Τα Ελληνικά καλλιεργούμενα εδάφη περιέχουν οργανική ουσία σε ποσοστό 1% έως 2,5%, γεγονός που τα καθιστά εδάφη φτωχά σε οργανική ουσία.

### ➤ Μέθοδος Walkley-Black

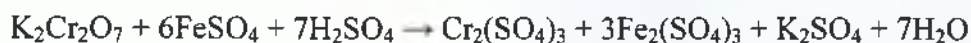
Η μέθοδος της υγρής οξείδωσης κατά Walkley-Black είναι ένας έμμεσος τρόπος προσδιορισμού της οργανικής ουσίας. Στηρίζεται στον υπολογισμό του οργανικού άνθρακα, ο οποίος είναι το βασικό συστατικό της οργανικής ουσίας. Ο προσδιορισμός του οργανικού άνθρακα κατά την μέθοδο αυτή στηρίζεται στην οξείδωση του από το διχρωμικό κάλιο παρουσία θειικού οξέος σύμφωνα με την αντίδραση (Γουρνιεζακη, 2004):



Το διχρωμικό κάλιο προστίθεται πάντα σε γνωστή περίσσεια ώστε να φτάσει για την οξείδωση του οργανικού άνθρακα και να περισσέψει. Η ποσότητα του οργανικού άνθρακα που υπάρχει στο δείγμα προσδιορίζεται έμμεσα με τον υπολογισμό της περίσσειας των διχρωμικών ανιόντων μέσω αντίδρασης



οξειδοαναγωγής με δισθενή σίδηρο παρουσία δείκτη διφαινυλαμίνης και μείγματα όπως το φωσφορικό οξύ, το φθοριούχο νάτριο και το υδροφθόριο. Η αντίδραση που λαμβάνει χώρα κατά την ογκομέτρηση της περισσειας των διχρωμικών ανιόντων στο δείγμα από τον δισθενή σίδηρο είναι η εξής (Γουρνιεζακη, 2004):



Ο υπολογισμός της οργανικής ουσίας του εδάφους γίνεται με τη βοήθεια της σχέσης:

$$\text{Οργανική ουσία σε gr εδάφους} = (V\tau - V\delta) * N * 0,3 * 1,3 * 1,724 / B$$

**Όπου:**

**Vτ** = Ο όγκος σε ml του διαλύματος εναμμόνιου θεικού σιδήρου 0,5 N που καταναλώθηκαν για την ογκομέτρηση των 20 ml διχρωμικού καλίου 1N στο τυφλό διάλυμα.

**Vδ** = Ο όγκος σε ml του διαλύματος εναμμόνιου θεικού σιδήρου 0,5 N που καταναλώθηκαν για την ογκομέτρηση της περισσειας του διχρωμικού καλίου στο δείγμα.

**B** = Τα γραμμάρια του χρησιμοποιηθέντος εδάφους.

**0,3** = Συντελεστής μετατροπής του 1 ml διχρωμικού καλίου 1N σε γραμμάρια άνθρακα %.

**1,3** = Συντελεστής που αναφέρεται στο ποσοστό του άνθρακα της οργανικής ουσίας που οξειδώνεται με τη μέθοδο αυτή. Το ποσοστό του οργανικού άνθρακα το οποίο οξειδώνεται με τη μέθοδο αυτή είναι κατά μέσο όρο ίσο με 77%.

**1,724** = Συντελεστής που αναφέρεται στη μετατροπή του ποσοστού του άνθρακα σε ποσοστό οργανικής ουσίας. Προκύπτει από τη παραδοχή ότι το ποσοστό του άνθρακα στις οργανικές ενώσεις του εδάφους είναι κατά μέσο όρο 58%

### ➤ Μέθοδος Ξηράς Καύσης

Η μέθοδος της ξηράς καύσης είναι ένας άμεσος τρόπος προσδιορισμού της οργανικής ουσίας του εδάφους. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην απώλεια βάρους του δείγματος με πύρωση σε υψηλή θερμοκρασία, με αποτέλεσμα την καταστροφή της οργανικής ουσίας που περιέχει. Προκειμένου να βρεθεί ο ιδανικός συνδυασμός, μεταξύ της θερμοκρασίας καύσης και της διάρκειας παραμονής των δειγμάτων στη θερμοκρασία αυτή, διεξάχθηκαν πολλά πειράματα. Έτσι, βρέθηκε ότι η

καταλληλότερη θερμοκρασία είναι 400°C - 450°C. και η διάρκεια παραμονής των δειγμάτων στη θερμοκρασία αυτή είναι δεκαέξι ώρες. Ο υπολογισμός της οργανικής ουσίας σε αυτές της συνθήκες είναι ο πιο αξιόπιστος διότι έχουμε την ελάχιστη απώλεια του προσροφημένου νερού από τα ορυκτά της αργίλου καθώς και την ελάχιστη διάσπαση των ανθρακικών ορυκτών του εδάφους, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι οι ανεπιθύμητες αυτές “παρενέργειες” δεν συμβαίνουν.

Προκειμένου να υπολογιστεί το ποσοστό της οργανικής ουσίας με τη μέθοδο της ξηράς καύσης προηγήθηκαν οι εξής υπολογισμοί: α) Το βάρος ξηρού δείγματος (B105) δι’ αφαιρέσεως (B<sub>χε</sub> – B<sub>χ</sub>) και β) Η τέφρα των δειγμάτων (B<sub>τ</sub>) εκ της διαφοράς (B<sub>χτ</sub>-B<sub>χ</sub>). Ο υπολογισμός του ποσοστού οργανικής ουσίας γίνεται με βάση τον τύπο (Γουρνιεζακη Ε., 2004):

Παράλληλα με τους υπολογισμούς για την εύρεση του ποσοστού της οργανικής ουσίας υπολογίστηκε και το ποσοστό της υγρασίας των δειγμάτων με βάση τον τύπο:

$$\text{Οργανική ουσία σε g\% εδάφους} = [(B105 - B\tau) / B105] \times 100$$

### ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3: ΤΙΜΕΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΟΥΣΙΑΣ (%)

(Δεδομένα από το Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

ΕΠΙΠΕΔΟ	Εδάφη μεγάλων καλλιεργ.	Εδάφη Θερμοκηπίων
Πολύ χαμηλό	<0,5	1-2
Μέτριο	<1	2-4
Μέσο	1-2	4-6
Υψηλό	2%	>6

### ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4: ΤΙΜΕΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΟΥΣΙΑΣ (%) ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΑΡΓΙΛΟ

(Δεδομένα από το Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ ΕΠΙΠΕΔΟ					
Αργίλος (%)	Πολύ φτωχό	Φτωχό	Μέτριο	Καλά εφοδ.	Πλούσιο
0-12	0,8	0,8-1,3	1,4-2	2,1-3	3
13-22	0,9	0,9-1,6	1,7-2,4	2,5-3,5	3,5
23-45	1,1	1,1-2,2	2,3-2,8	2,9-4,2	4,2
>45	1,2	1,2-2,5	2,6-3,1	3,2-4,4	4,4

## ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (EC) ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (Electrical Conductivity, EC) είναι ένα μέγεθος που εκφράζει την ικανότητα του εδάφους να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα οφείλεται στην παρουσία των διαλυμένων σε αυτά ιόντων, τα οποία προέρχονται ή από το νερό άρδευσης ή από την προσθήκη ανόργανων λιπασμάτων. Η EC είναι ανάλογη της συνολικής συγκέντρωσης ιόντων στο διάλυμα. Όμως, η EC δεν μας δίνει πληροφορίες για το είδος των ιόντων ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $SO_4^{2-}$ , κ.λπ.) που περιέχονται στο υδατικό διάλυμα.

Υπάρχουν δύο τύποι αισθητήρων ηλεκτρικής αγωγιμότητας σήμερα στην αγορά για τη μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους της στον τομέα αυτό. Μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες με βάση τη μέθοδο μέτρησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας: με επαφή ή χωρίς επαφή (Γουρνιτζακη, 2004). Το αγωγιμόμετρο χρησιμοποιείται σε υδατικό εκχύλισμα κορεσμού δείγματος εδάφους και συγκρίνεται με πρότυπα διαλύματα χλωριούχου καλίου γνωστής αγωγιμότητας.

### ➤ Μέθοδος με επαφή

Αυτός ο τύπος αισθητήρα χρησιμοποιεί ηλεκτρόδια, που κάνουν επαφή με το έδαφος για τη μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Η μέθοδος της επαφής είναι πιο δημοφιλής για εφαρμογές στη γεωργία γιατί είναι λιγότερο ευάλωτες σε εξωτερικές παρεμβάσεις. Το μειονέκτημα του συστήματος αυτού είναι ότι συνήθως είναι ογκώδη.

### ➤ Μέθοδος χωρίς επαφή

Αυτός ο τύπος αισθητήρα μέτρησης ηλεκτρικής αγωγιμότητας λειτουργεί βάσει της αρχής της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής όπου δεν έρχεται σε επαφή την επιφάνεια του εδάφους άμεσα.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (σε mS/cm/25°C)**

(Δεδομένα από το Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

ΕΙΔΟΣ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΟΣ	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ mS/cm/25°C	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ
εκχύλισμα κορεσμού	< 1,0	έδαφος με κανονική EC
εκχύλισμα κορεσμού	1,0-1,5	έδαφος με μέτρια EC
εκχύλισμα κορεσμού	1,5-2,5	έδαφος με υψηλή EC
εκχύλισμα κορεσμού	> 3,0	έδαφος με πολύ υψηλή EC
αιώρημα 1:2	< 0,50	έδαφος με χαμηλή EC
αιώρημα 1:2	0,50-1,50	έδαφος με ικανοποιητική EC
αιώρημα 1:2	1,50-2,25	έδαφος με υψηλή EC
αιώρημα 1:2	> 2,25	έδαφος με πολύ υψηλή EC
αιώρημα 1:5	< 0,30	έδαφος με χαμηλή EC
αιώρημα 1:5	0,30-0,65	έδαφος με ικανοποιητική EC
αιώρημα 1:5	0,65-1,00	έδαφος με υψηλή EC
αιώρημα 1:5	> 1,00	έδαφος με πολύ υψηλή EC

### ΥΔΑΤΟΚΟΡΕΣΜΟΣ (SP) ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Ο λόγος του όγκου των πόρων που είναι γεμάτοι με νερό προς τον ολικό όγκο των πόρων του εδάφους ονομάζεται βαθμός υδατοκορεσμού (SP %).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5: ΥΔΑΤΟΔΙΑΛΥΤΑ ΣΤΟ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΚΟΡΕΣΜΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ**

(Δεδομένα από το Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

Στοιχείο	Μονάδες μέτρησης	ΠΤΩΧΟ	ΜΕΣΟ	ΥΨΗΛΟ
Ca <sup>+2</sup>	meq/l	>5,0	5,0-20,0	>20
Mg <sup>+2</sup>	meq/l	>2,5	2,5-10,0	>10
Na <sup>+2</sup>	meq/l	>7,0	7,0-15,0	>15
K <sup>+</sup>	meq/l	>0,9	0,9-5,0	>5,0
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	meq/l	>2,0	2-8	>8
Cl <sup>-</sup>	meq/l	0,2-5,0	5,0-15,0	15-25
SO <sub>4</sub>	meq/l	10-20	20-30	>30
HCO <sub>3</sub>	meq/l	0,1-2,5	5,0-5,5	>5,0
P	mg/l	<2,5	5,0-5,5	7,5-10,0
B	mg/l	0,1-0,5	0,5-1,0	>1,0

## ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Ο προσδιορισμός της κοκκομετρικής σύστασης του εδάφους πραγματοποιείται υδρομετρικά μετά από επίδραση με μεταφωσφορικό νάτριο σε δείγμα εδάφους με τη χρήση υδρομέτρου Bouyoucos.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.6:** Κλάσης κοκκομετρικής σύστασης και συμβολισμός αυτών  
(*Δημογιάννης Δ., & Τσαντήλας Χ.,*)

Χάρτ. Σύμβολο	Τμήμα Α 0-25cm	Τμήμα Β 25-75 cm	Τμήμα Γ 75-150 cm
<b>0</b>	Χαλίκια >60 ο/ο	Χαλίκια >60 ο/ο	Χαλίκια >60 ο/ο
<b>1</b>	Αμμώδης (S) Πηλοαμμώδης(LS)	Αμμώδης (S) Πηλοαμμώδης (LS) Αμμοπηλώδης (SL) ή στρώσεις με χονδρόκοκα υλικά	Αμμώδης (S) Πηλοαμμώδης (LS) Αμμοπηλώδης (SL)
<b>2</b>	Αμμοπηλώδης (SL)	Ιλυώδης(Si) Ιλοοπηλώδης (SiL) Πηλώδης (L) ή στρώσεις με επικρατέστερη Πηλώδη (L)	Πηλώδης (L) Ιλυώδης (Si) Ιλοοπηλώδης (SiL) ή στρώσεις με επικρατέστερα μέσης συστάσεως υλικά
<b>3</b>	Ιλυώδης(Si) Ιλοοπηλώδης (SiL) Λεπτή Αμμοπηλώδης (FSL) Πηλώδης (L)	Αργιλλοπηλώδης (CL) Αλαιοαργιλλοπηλώδης (SiCL) Αμμοαργιλλο-Πηλώδης (SCL) ή στρώσεις με επικρατέστερα λεπτόκοκα υλικά	Λεπτότερη από Πηλώδης (L) ή στρώσεις με λεπτόκοκα υλικά
<b>4</b>	Αμμοαργιλλο- Πηλώδης (SCL) Αργιλλοπηλώδης (CL) Ιλοαργιλλοπηλώδης(SiCL)	Αργιλλώδης (C) Ιλοαργιλλώδης (SiC) Αμμοαργιλλώδης (SC)	
<b>5</b>	Αμμοαργιλλώδης (SC) Ιλοαργιλλώδης (SiC) Αργιλλώδης (C)		
<b>C</b>	Μητρικό υλικό		
<b>R</b>	Πέτρωμα		
<b>*</b>	Χαλίκια <60%		

## 3.2 ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

---

Η παραγωγική ικανότητα του εδάφους εξαρτάται από τις περίπλοκες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των βιολογικών, χημικών και φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους. Οι αναλύσεις εδάφους είναι ένα βοήθημα για τη διαχείριση των θρεπτικών συστατικών του εδάφους που αφορά την γονιμότητα του εδάφους για τα εν λόγω θρεπτικά συστατικά.

Τα θρεπτικά αυτά στοιχεία χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τα μακροθρεπτικά τα οποία είναι: ο άνθρακας (C), το οξυγόνο (O<sub>2</sub>), το υδρογόνο (H<sub>2</sub>), το άζωτο (N<sub>2</sub>), ο φώσφορος (P), το ασβέστιο (Ca), το θείο (S), το κάλιο (K) και το μαγνήσιο (Mg) και τα μικροθρεπτικά τα οποία είναι: το χλώριο (Cl), ο σίδηρος (Fe), το μαγγάνιο (Mn), το βόριο (B), ο ψευδάργυρος (Zn), ο χαλκός (Cu) και το μολυβδαίνιο (Mo).

---

### ΚΑΛΙΟ

---

Το κάλιο είναι ένα από τα κυριότερα μακροθρεπτικά στοιχεία του εδάφους και παίζει σπουδαίο ρόλο στην ανάπτυξη και θρέψη των φυτών. Η ολική περιεκτικότητα του εδάφους σε κάλιο κυμαίνεται μεταξύ 1-2%. Στο έδαφος το κάλιο απαντάται σε δύο μορφές (Τσιτσίας, 1997):

**α) Ανταλλάξιμο-υδατοδιαλυτό κάλιο**, όπου είναι οι μορφές που αξιοποιούνται από τα φυτά για την ανάπτυξη τους. Η ανταλλάξιμη μορφή του καλίου βρίσκεται προσροφημένη στα κολλοειδή τεμαχίδια του εδάφους, ενώ στην υδατοδιαλυτή του μορφή το κάλιο βρίσκεται με τη μορφή ιόντων στο εδαφικό διάλυμα. Οι ανταλλάξιμες μορφές καλίου αποτελούν το 1% του ολικού καλίου του εδάφους

**β) Μη ανταλλάξιμο κάλιο** είναι το κάλιο που δεν μπορεί να ανταλλαχθεί εύκολά από άλλα κατιόντα του εδαφικού διαλύματος. Βρίσκεται σε ισορροπία με το ανταλλάξιμο και αποτελεί πηγή καλίου για τις καλλιέργειες μακροπρόθεσμα. Η

μορφή αυτή καλίου αντιπροσωπεύει το 99% του ολικού καλίου που υπάρχει στο έδαφος.

Για τον προσδιορισμό του αφομοιώσιμου καλίου στο έδαφος χρησιμοποιούνται οι παρακάτω μέθοδοι (Τσιτσίας, 1997):

➤ **Μέθοδος Dirks- Scheffer**

Για την εκχύλιση του καλίου του εδάφους χρησιμοποιείται κορεσμένο νερό με CO<sub>2</sub> για 60 λεπτά της ώρας και αναλογία εδάφους : εκχυλιστικό = 1: 2,5

➤ **Μέθοδος Olsen**

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί ως εκχυλιστικό συγκέντρωσης 0,5M διάλυμα διττανθρακικού νατρίου (NaHCO<sub>3</sub>) και πραγματοποιείται εκχύλιση του εδάφους επί 30 λεπτά της ώρας. Η αναλογία είναι εκχυλιστικό = 1:20.

➤ **Μέθοδος «ολικού εκχυλίσσιμου καλίου»**

Ο προσδιορισμός της ποσότητας του αφομοιώσιμου καλίου (ανταλλάξιμο και υδατοδιαλυτό) γίνεται με την μέθοδο του οξικού αμμωνίου. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στην ανταλλαγή του ανταλλάξιμου καλίου από το αμμώνιο, έπειτα από διαδοχικές ανακινήσεις του εδαφικού δείγματος. Κατά την εκχύλιση μαζί με το ανταλλάξιμο παραλαμβάνεται και το υδατοδιαλυτό, η ποσότητα του οποίου όμως είναι πολύ μικρή. Συγκεκριμένα εκχυλίζεται το έδαφος με οξικό αμμώνιο επί 5 λεπτά της ώρας σε αναλογία εδάφους 1:25

Σαν κρίσιμη τιμή του αφομοιώσιμου καλίου έχει οριστεί το 0,5 mmole K<sup>+</sup>/100g εδάφους (≈20 mg K<sup>+</sup>/100g εδάφους). Πολλοί ερευνητές όμως πιστεύουν ότι το όριο αυτό είναι πολύ χαμηλό και αντί αυτού συνιστούν το 1mmole K<sup>+</sup>/100g εδάφους. Για να αυξηθεί το ανταλλάξιμο K κατά 1 ppm στο έδαφος, απαιτούνται περίπου 7 Kgr λιπάσματος 0-0-48/50 ανά στρέμμα.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.7: ΤΙΜΕΣ ΑΝΤΑΛΛΑΞΙΜΟΥ Κ (ppm)***(Δεδομένα από το Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)*

<b>Επάρκεια Κ (ppm)</b>	
Αμμώδη Πηλοαμμώδη εδάφη	>170
Αμμοπηλώδη, Πηλώδη εδάφη	>200
Ιλυοπηλώδη, Αργιλώδη	>250

<b>ΕΠΙΠΕΔΟ</b>	<b>Εδάφη μεγάλων καλλιεργ.</b>	<b>Εδάφη Θερμοκηπίων</b>
Πολύ χαμηλό	< 0-50	0-100
Ανεπαρκές	50-100	100-150
Μέτρια επαρκές	100-150	200-250
Επαρκές	150-250	250-300
Πολύ υψηλό	> 250	> 300

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.8: ΤΙΜΕΣ ΑΝΤΑΛΛΑΞΙΜΟΥ Κ (meq/100 gr εδάφους) ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΙΑΚ***(Δεδομένα από το Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)*

<b>ΕΠΙΠΕΔΑ</b>	<b>Ποσοστό ανταλλ. Κ επί της ΙΑΚ</b>
Πολύ χαμηλό	< 1%
Χαμηλό	2-3%
Μέσο	3,1-4%
Ικανοποιητικό	4,1-5%
Πολύ υψηλό	> 5%



---

## ΑΣΒΕΣΤΙΟ

---

Το ασβέστιο είναι απαραίτητο στοιχείο για τη θρέψη των φυτών. Βρίσκεται σε αφθονία στα περισσότερα ελληνικά εδάφη και η περιεκτικότητα του εδάφους σε ολικό ασβέστιο μπορεί να κυμαίνεται από 0,1% σε αμμώδη εδάφη, έως 30% ή και πολύ περισσότερο στα ασβεστούχα εδάφη.

Το ασβέστιο του εδάφους, προέρχεται, από τα ασβεστούχα ορυκτά όπως ο, ασβεστίτης. Με την αποσάθρωση των ορυκτών αυτών, το ασβέστιο ελευθερώνεται ως διαλυτή μορφή. Γενικά μπορούμε να πούμε ότι σε ένα αντιπροσωπευτικό έδαφος των υγρών εύκρατων περιοχών γύρω στο ¼ του ολικού ασβεστίου του εδάφους βρίσκεται υπό μορφή ανταλλάξιμου κατιόντος.

Το ασβέστιο είναι, το μοναδικό ιόν, που βρίσκεται, σε μεγαλύτερη αναλογία απ όλα τα ανταλλάξιμα κατιόντα του εδαφικού σύμπλοκου. Έτσι ο κορεσμός του σύμπλοκου σε ένα υγιές ευρωπαϊκό έδαφος είναι περίπου 80% ενώ του μαγνησίου είναι 10% και του καλίου είναι 5-10%.

Προβλήματα έλλειψης ασβεστίου ως θρεπτικού στοιχείου δεν υπάρχουν στη χώρα μας. Η έλλειψη ασβεστίου, ως θρεπτικού στοιχείου και η οξύτητα του εδάφους είναι διαφορετικά πράγματα. Πριν ακόμα ή αναλογία του ανταλλάξιμου ιόντος, σε σχέση με το σύνολο των προσροφημένων κατιόντων, κατέβει ώστε να θεωρεί ότι λείπει ως θρεπτικό στοιχείο, θα πέσει το pH του εδάφους σε επίπεδα ίσως κάτω από το 5. Συνεπώς θα, πρέπει να ανησυχήσει κανείς για έλλειψη ασβεστίου όταν το pH του εδάφους είναι πολύ όξινο. Έλλειψη ασβεστίου ως θρεπτικού στοιχείου είναι επίσης δυνατή σε πολύ αλκαλιωμένα εδάφη δηλαδή ποσοστό ανταλλάξιμου  $\text{Na}^+$  40% ή 50% (Τσιτσίας, 1997).

Γενικά, εδάφη που το pH τους κυμαίνεται μεταξύ 5,5 και 8,4 και που δεν έχουν πολύ μικρή εναλλακτική ικανότητα (CEC), περιέχουν αξιόλογα ποσά ανταλλάξιμου  $\text{Ca}^+$  και φυσικά μια ανάλογη ποσότητα  $\text{Ca}^{++}$  στο εδαφικό διάλυμα, ακόμα δε και ελεύθερο  $\text{CaCO}_3$  που σχηματίστηκε, σύμφωνα με τα παραπάνω, δευτερογενώς στις ξηρές κυρίως περιοχές.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.9: ΤΙΜΕΣ ΑΝΤΑΛΛΑΞΙΜΟΥ Ca (meq/100 gr εδάφους) ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΙΑΚ**

(Δεδομένα από το Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

ΕΠΙΠΕΔΟ	ΑΝΤΑΛΛΑΞΙΜΟ Ca (meq/100 gr εδάφους)
Πολύ χαμηλό	40%
Χαμηλό/Μέτριο	41-60% (< 8-10 meq/100 gr εδάφους)
Μέτριο/Ικανοποιητικό	61-80% (8-10 meq/100 gr εδάφους)
Υψηλό	81-100%

Σε ότι αφορά κυρίως το ανταλλάξιμο Ca και δευτερευόντως τα υπόλοιπα ανταλλάξιμα κατιόντα, υπάρχει μεγάλη συσχέτιση με τον υδατοκορεσμό (SP %) και το pH. Ενδεικτικά, από την εμπειρία χιλιάδων δειγμάτων, προκύπτει η εξής ταξινόμηση:

**Πίνακας 3.10: ΤΙΜΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΟΥ Ca ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΥΔΑΤΟΚΟΡΕΣΜΟ (SP%)**

(Δεδομένα από το Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

	SP%	Μονάδες	Πτωχό επίπεδο	Ικανοποιητικό	Μέσο	Υψηλό
Αντ. Ca	18-20	ppm	<500	600-700	700-900	>900
Αντ. Ca	20-25	ppm	<700	800-1000	1000-1100	>1100
Αντ. Ca	25-30	ppm	<1000	1100-1400	1400-1800	>1800
Αντ. Ca	30-35	ppm	<1500	1500-2000	2000-2500	>2500
Αντ. Ca	35-40	ppm	<2500	2500-3000	3000-3500	>3500
Αντ. Ca	40-45	ppm	<3000	3000-3500	3500-4000	>4000
Αντ. Ca	45-50	ppm	<3500	3500-4000	4000-4500	>4500
Αντ. Ca	50-55	ppm	<3500	4000-4500	4500-5000	>5000

\*Η παραπάνω ταξινόμηση σε ότι αφορά το Ca, αναφέρεται σε εδάφη με pH περίπου από 6,5-7,5.

## ΦΩΣΦΟΡΟΣ

Ο φώσφορος βρίσκεται στο έδαφος σε οργανική και ανόργανη μορφή. Ο οργανικός φώσφορος, είναι περισσότερος από το μισό του υλικού φώσφορου στο

έδαφος και το μισό του οργανικού αυτού φωσφόρου βρίσκεται σε μορφή φωσφορικού ινοσίτου. Εδάφη με υψηλό pH > 8,4 χαρακτηρίζονται ως αλκαλιωμένα και είναι προβληματικά. Ο αμέσως αφομοιώσιμος, φώσφορος υπάρχει στο έδαφος σε πολύ μικρά ποσά περίπου 1% του ολικού εδαφικού φώσφορου. Για την αύξηση κατά 1 ppm φωσφόρου απαιτούνται 4,58 Kgr 0-20-0/στρέμμα. Σήμερα υπάρχουν πάρα πολλές εργαστηριακές μέθοδοι ανάλυσης δειγμάτων εδάφους, με τις οποίες προσδιορίζεται ο αφομοιώσιμος φώσφορος του εδάφους. Οι σπουδαιότερες απ' αυτές είναι (Τσιτσίας, 1997):

➤ **Μέθοδος OLSEN:**

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί ως εκχυλιστικό 0,5 M διάλυμα διττανθρακικού νατρίου (NaHCO<sub>3</sub>), και εκχυλίζει το έδαφος επί 30 λεπτά της ώρας. Η αναλογία εδάφους: εκχυλιστικό είναι, 1:20.

➤ **Μέθοδος BRAY:**

Σε αυτή την μέθοδο χρησιμοποιείται ως εκχυλιστικό μίγμα αραιού υδροχλωρικού οξέος και φθοριούχου αμμωνίου σε χρόνο εκχύλισης ενός λεπτού και αναλογία εδάφους : εκχυλιστικό = 1: 100

➤ **Μέθοδος DIRKS- SCHEFFER;**

Με αυτή την μέθοδο για την εκχύλιση του αφομοιώσιμου φωσφόρου του εδάφους, χρησιμοποιείται κορεσμένο νερό με CO<sub>2</sub> για 60 λεπτά της ώρας και αναλογία εδάφους : εκχυλιστικό =1: 2,5

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.11: ΤΙΜΕΣ P (Olsen) (ppm)**

(Δεδομένα από το Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

<b>ΕΠΙΠΕΔΟ</b>	<b>Φυτά μεγ. καλλιέργ.</b>	<b>Φυτά Θερμοκηπίων</b>
<b>Πολύ χαμηλό</b>	0-5	0-10
<b>Ανεπαρκές</b>	6-15	10-25
<b>Επαρκές</b>	17-25	26-30
<b>Υπερεπαρκές</b>	25-45	30-50

## ΜΑΓΝΗΣΙΟ

Το μαγνήσιο, όπως και το ασβέστιο ανήκει στις αλκαλικές γαίες και βρίσκεται στο έδαφος σε πολύ κυμαινόμενα ποσά. Η περιεκτικότητα του εδάφους σε ολικό μαγνήσιο, γενικά κυμαίνεται από 0.01% έως 30%.

Το εδαφικό μαγνήσιο μπορεί να ανήκει στις παρακάτω μορφές (Τσιτσίας, 1997):

### 1. Αφομοιώσιμο μαγνήσιο

Αυτό προσλαμβάνετε κατ' ευθείαν από τις φυτικές ρίζες και υπάρχει στο έδαφος, είτε ως υδατοδιαλυτό, είτε ως ανταλλάξιμο. Και οι δύο αυτές μορφές, βρίσκονται σε ισορροπία στο εδαφικό σύστημα.

### 2. Μη αφομοιώσιμο μαγνήσιο

Η μορφή αυτή του μαγνησίου προέρχεται, είτε από τα πρωτογενή ορυκτά όπως ο δολομίτης είτε από τα ασβεστούχα εδάφη ως  $Mg/CaCO_3$  ή τέλος στα ορυκτά της αργίλου όπου το μαγνήσιο αντικαθιστά το αργίλιο στο πλέγμα.

Το μαγνήσιο ελευθερώνεται με την αποσάθρωση των ορυκτών κυρίως με υδρόλυση στο εδαφικό διάλυμα, οπότε, είτε απομακρύνεται με το νερό της στράγγισης, είτε προσροφάται πάνω στα κolloειδή ως ανταλλάξιμο, είτε καθιζάνει πάλι ως δευτερογενές  $MgCO_3$  ή  $CaMg(CO_3)_2$  κυρίως σε ξηρό-ημίξηρο κλίμα.

Τα φυτά προσλαμβάνουν το μαγνήσιο, όπως και όλα τα μεταλλικά στοιχεία εκτός του μολυβδαινίου, υπό τη μορφή του κατιόντος  $Mg^{++}$  από το εδαφικό διάλυμα και έμμεσα από τα ιόντα  $Mg^{++}$ , που είναι προσροφημένα στο σύμπλοκο του εδάφους, με την ανταλλαγή εξ' επαφής.

Ελλείψεις του στοιχείου αυτού είναι κυρίως πιθανές σε ισχυρά όξινα εδάφη, καθώς και σε εδάφη με περίσσια καλίου, όταν έχουμε ανταγωνιστικά φαινόμενα μεταξύ των δύο αυτών κατιόντων (δηλ,  $Mg^{++}$  και  $K^+$ ). Στην πράξη και με τις δικές μας συνθήκες, οι ελλείψεις μαγνησίου που παρατηρούνται σε ποτιστικές καλλιέργειες στα εδάφη, που η αντίδρασή τους είναι ουδέτερη ή ελαφρά αλκαλική, θα πρέπει να αποδίδονται σχεδόν με βεβαιότητα στην περίσσεια καλίου στο έδαφος λόγω ισχυρής

λίπανσης, Εδάφη που δεν ποτίζονται και δεν λιπαίνονται πολύ με κάλι, θα πρέπει, να εμφανίζουν έλλειψη μαγνησίου, είναι πολύ όξινα.

Σαν δείκτης του αφομοιώσιμου Mg χρησιμοποιείται το ανταλλάξιμο Mg. Μεγάλη σημασία έχουν επίσης οι σχέσεις : **Ca:Mg** και **K:Mg**. Η λίπανση με μαγνήσιο γίνεται συνήθως αν το ανταλλάξιμο Mg είναι < 6% ή 10% της ΙΑΚ. Επίσης λίπανση με Mg κρίνεται αναγκαία όταν το επίπεδο του ανταλλάξιμου καλίου είναι πολύ υψηλό. Το όριο επάρκειας για το ανταλλάξιμο Mg προσδιορίζεται στα **2,5 meq/100 gr εδάφους**. Η ιδανική σχέση **Ca : Mg** είναι η 7:1 (σε ppm). Η ιδανική σχέση Mg:K σε meq/100 gr εδάφους είναι μεταξύ 2 και 5. Οι ιδανικές σχέσεις K : Mg είναι (σε ppm):

1. K : Mg < 5:1 για σιτηρά και ετήσιες καλλιέργειες
2. K : Mg = 3:1 για κηπευτικά και ζαχαρότευτλα
3. K : Mg = 2:1 για θερμοκηπιακές καλλιέργειες και οπωροφόρα
4.  $3 < Ca/Mg+K < 8$  opt (εάν < 3 τότε χρειάζεται ασβέστωση).

Τέλος για να αυξηθεί το Mg κατά 1 ppm απαιτούνται 0,664 Kgr/στρ MgO.

### ΠΙΝΑΚΑΣ 3.12: ΤΙΜΕΣ ΑΝΤΑΛΛΑΞΙΜΟΥ Mg (ppm)

(Δεδομένα από το Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

	Πτωχό	Μέτρια εφοδ.	Πλούσιο
Ελαφριά μηχαν. σύσταση	50	50-90	>90
Μέση μηχαν. σύσταση	90	90-120	>120
Βαριά μηχαν. Σύσταση	120	120-180	>180

### ΠΙΝΑΚΑΣ 3.13: ΤΙΜΕΣ ΑΝΤΑΛΛΑΞΙΜΟΥ Mg (meq/100 gr εδάφους) ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΙΑΚ

(Δεδομένα από το Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

ΕΠΙΠΕΔΑ	Ποσοστό ανταλλ. Mg επί της ΙΑΚ
Πολύ χαμηλό	<5%
Χαμηλό	5,1-7%
Μέσο	7,1-9%
Ικανοποιητικό	9,1-12%
Πολύ υψηλό	>12%

## ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ $Fe^{+2}$ , $Mn^{+2}$ , $Cu^{+2}$ , $Zn^{+2}$ , B

Προκειμένου να υπάρξει σωστή θρέψη θα πρέπει να διασφαλιστούν τα απαραίτητα στοιχεία όπως είναι το νερό και τα θρεπτικά στοιχεία. Από τα θρεπτικά αυτά στοιχεία, τα φυτά άλλα χρειάζονται σε μεγάλες ποσότητες τα οποία λέγονται μακροθρεπτικά, ενώ άλλα σε μικρές ποσότητες τα οποία λέγονται μικροθρεπτικά ή ιχνοστοιχεία. Τα μικροθρεπτικά, παρόλο, που είναι απαραίτητα στα φυτά σε πολύ μικρές ποσότητες ακόμα και σε ίχνη, η σημασία τους δεν παύει να είναι καθοριστική για την ανάπτυξή τους.

Ο εφοδιασμός του εδάφους με θρεπτικά στοιχεία επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους, φυσικούς ή τεχνητούς, όπως με την αποσάθρωση μητρικών πετρωμάτων και ορυκτών, με την αποσύνθεση οργανικών υπολειμμάτων, μέσω του ατμοσφαιρικού αέρα και τέλος με την προσθήκη χημικών λιπασμάτων. Όλες οι παραπάνω διεργασίες συμπεριλαμβάνονται στον κύκλο του κάθε στοιχείου (κύκλος N, κύκλος C, κύκλος P κ.τ.λ.).

Με τις διεργασίες αυτές εμπλουτίζεται το εδαφικό διάλυμα με τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία και στη συνέχεια αυτά προσλαμβάνονται και από τα φυτά. Τα μικροθρεπτικά προέρχονται από διάφορες πηγές στο έδαφος και αξιοποιούνται από τα φυτά ανάλογα με τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους και τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην κάθε περιοχή. Παρακάτω θα γίνει αναφορά για τα μικροθρεπτικά: χαλκός (Cu), σίδηρος (Fe), μαγγάνιο (Mn), ψευδάργυρος (Zn) και Βόριο (B).

Ο ποσοτικός προσδιορισμός των παραπάνω μικροθρεπτικών στο έδαφος πραγματοποιείται σε υδατικό εκχύλισμα του εδαφικού δείγματος σε σύγκριση με πρότυπα διαλύματα γνωστής συγκέντρωσης με χρήση συστήματος ατομικής απορρόφησης, δηλαδή την μέθοδο Lindsay και Norvell.

**Χαλκός Cu:** Ο χαλκός είναι ένα στοιχείο το οποίο δεν παρουσιάζει μεγάλη κινητικότητα. Οι συνήθεις ανόργανες μορφές με τις οποίες απαντάται είναι ο

χαλκοπυρίτης ( $\text{CuFeS}_2$ ), ο θειούχος χαλκός ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) και το οξείδιο του χαλκού ( $\text{CuO}_2$ ). Η διαθέσιμη προς τα φυτά μορφή χαλκού στο εδαφικό διάλυμα είναι η δισθενής του μορφή ( $\text{Cu}^{+2}$ ). Η ολική περιεκτικότητα των εδαφών σε χαλκό κυμαίνεται από 2-100 mg/Kg, με μέση τιμή 18 mg/Kg, ενώ η υδατοδιαλυτή μορφή που περιέχουν τα εδάφη είναι μικρότερη από 1μg/L (3 – 135 μg/L). Ο χαλκός εύκολα δημιουργεί ιζήματα με οργανικές αλλά και ανόργανες ουσίες σε διάφορες τιμές pH. Επίσης αλληλεπιδρά με το μολυβδαίνιο και παρεμποδίζει την ενζυμική αναγωγή των νιτρικών.

**ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΧΑΛΚΟΥ (σε ppm) ΣΤΟ ΕΛΑΦΟΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΟΛΙΚΟ  $\text{CaCO}_3$  ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ**

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.14: ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΑ ΕΔΑΦΗ (ΟΛΙΚΟ  $\text{CaCO}_3 > 40\%$ )**

(Δεδομένα από το Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

Μεταβολή στην οργανική ουσία	Επίπεδο Cu πολύ χαμηλό	Επίπεδο Cu ελαφρώς χαμηλό	Επίπεδο Cu ικανοποιητικό	Επίπεδο Cu υψηλό
1%	< 0,20	0,20	0,35	> 27
2%	< 0,20	0,20	0,35	> 74
3%	< 0,22	0,22	0,43	> 200
4%	< 0,30	0,30	0,56	> 545
5%	< 0,39	0,39	0,74	-
6%	< 0,51	0,51	0,96	-

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.15: ΜΗ ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΑ ΕΔΑΦΗ**

(Δεδομένα από το Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

Μεταβολή στην οργανική ουσία	Επίπεδο Cu πολύ χαμηλό	Επίπεδο Cu ελαφρώς χαμηλό	Επίπεδο Cu ικανοποιητικό	Επίπεδο Cu υψηλό
1%	< 0,20	0,20	0,35	6,73
2%	< 0,20	0,20	0,35	9,00
3%	< 0,20	0,20	0,35	12,03
4%	< 0,22	0,22	0,36	16,07
5%	< 0,27	0,27	0,48	21,47
6%	< 0,37	0,37	0,67	28,71

**Σίδηρος Fe:** Οι συνήθεις ανόργανες μορφές με τις οποίες απαντάται ο σίδηρος στο έδαφος είναι ο αιματίτης ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), ο μαγνητίτης ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) και ο σιδερίτης ( $\text{FeCO}_3$ ). Στα εδάφη ο σίδηρος υπάρχει ως οξειδίο, υδροξείδιο και συμμετέχει σε χημικές ενώσεις της οργανικής ουσίας. Η σχέση της περιεκτικότητας του εδάφους σε σίδηρο με το pH, στο εδαφικό διάλυμα, είναι αντιστρόφως ανάλογη.

**Μαγγάνιο Mn:** Το μαγγάνιο είναι ένα από τα ιχνοστοιχεία που βρίσκονται σε αφθονία στη λιθόσφαιρα. Οι συνήθεις ανόργανες μορφές με τις οποίες απαντάται το μαγγάνιο είναι ο πυρολουσίτης ( $\text{MnO}_2$ ), ο κρυπτομελίτης ( $\text{KMn}_8\text{O}_{16}$ ) και ο μαγγανίτης [ $\text{MnO}(\text{OH})$ ]. Η ολική περιεκτικότητα των εδαφών σε μαγγάνιο κυμαίνεται από 200 – 3000 mg/Kg με μέση τιμή 500 mg/Kg, ενώ η ποσότητα της υδατοδιαλυτής του μορφής στην πάστα κορεσμού είναι 170  $\mu\text{g/L}$ , με διακύμανση 25 – 2200  $\mu\text{g/L}$ . Η διαλυτότητά του εξαρτάται από το pH καθώς επίσης και από το δυναμικό οξειδοαναγωγής. Η διαθεσιμότητα του μαγγανίου αυξάνεται σημαντικά με την μείωση του pH στο έδαφος, όπως και με την παρουσία οργανικών υπολειμμάτων για ουδέτερα έως αλκαλικά εδάφη. Το μαγγάνιο είναι αφομοιώσιμο από τα φυτά με τη δισθενή του μορφή.

**Ψευδάργυρος Zn:** Ο ψευδάργυρος είναι ομοιόμορφα κατανεμημένος στα εδάφη και προσροφάτε εύκολα από τα οργανικά και τα ανόργανα συστατικά. Οι συνήθεις ανόργανες μορφές με τις οποίες απαντάται ο ψευδάργυρος είναι ο σφαλερίτης ( $\text{ZnS}$ ) και ο σμιθσονίτης ( $\text{ZnCO}_3$ ). Η αφομοιώσιμη μορφή του από τα φυτά είναι αυτή του δισθενούς ανταλλάξιμου και οργανικού ψευδαργύρου. Ο ψευδάργυρος θεωρείται το πιο ευδιάλυτο από τα βαρέα μέταλλα και η αφομοιωσιμότητά του αυξάνεται όταν μειώνεται η τιμή του pH του εδάφους. Υπάρχουν, επίσης, αλληλεπιδράσεις μεταξύ του ψευδαργύρου και του φωσφόρου όπου όταν οι ποσότητες του τελευταίου είναι υψηλές μειώνεται η αφομοιωσιμότητα του ψευδαργύρου. Επίσης, οι υψηλές ποσότητες ψευδαργύρου προκαλούν ελλείψεις σιδήρου κυρίως σε ευαίσθητα φυτά. Η ολική περιεκτικότητα του ψευδαργύρου στα εδάφη είναι 10 – 300 mg/Kg, ενώ στην υδατοδιαλυτή του μορφή βρίσκεται σε ποσότητες 4 – 270  $\mu\text{g/Kg}$ .



**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.16: ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΥ (σε ppm) ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ pH**

(Δεδομένα από το Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

Μεταβολή του pH	Επίπεδο Zn πολύ χαμηλό	Επίπεδο Zn ελαφρώς χαμηλό	Επίπεδο Zn ικανοποιητικό	Επίπεδο Zn υψηλό	Επίπεδο Zn τοξικό
3,50	< 0,28	0,28	0,40	5,94	> 5,94
4,00	< 0,31	0,31	0,46	6,48	> 6,48
4,50	< 0,34	0,34	0,52	7,07	> 7,07
5,00	< 0,37	0,37	0,59	7,71	> 7,71
5,50	< 0,41	0,41	0,68	8,40	> 8,40
6,00	< 0,45	0,45	0,77	9,16	> 9,16
6,50	< 0,50	0,50	0,88	9,99	> 9,99
7,00	< 0,55	0,55	1,00	10,89	> 10,89
7,50	< 0,61	0,61	1,14	11,87	> 11,87
8,00	< 0,67	0,67	1,30	12,95	> 12,95

**Βόριο Β:** το στοιχείο αυτό είναι απαραίτητο για την κανονική ανάπτυξη των περισσότερων φυτών, γιατί παίρνει μέρος στο μεταβολισμό των υδατανθράκων και το σχηματισμό κυτταρίνης και πηκτίνης στα κυτταρικά τοιχώματα. Το βόριο προσλαμβάνεται από τα φυτά σε πολύ μικρά ποσά, υπό την μορφή ανιόντος  $\text{BO}_3^-$ . Υπάρχει στο έδαφος σε ελάχιστες ποσότητες και συγκεντρώσεις, που κυμαίνονται συνήθως μεταξύ 20 και 200 ppm. Η ολική βόριο Η αφομοιωτικότητα του βορίου, επηρεάζεται σημαντικά από το pH του εδάφους. Καθώς αυξάνεται το pH, μειώνεται η αφομοιωτικότητα του βορίου. Επίσης, η αφομοιωτικότητά του μειώνεται, καθώς μειώνεται η εδαφική υγρασία.

Ο προσδιορισμός του αφομοιώσιμου βορίου στο έδαφος είναι ευχερής, η μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι ο προσδιορισμός του υδατοδιαλυτού βορίου, εκκλίσιμο με ζεστό νερό.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.17: ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΒΟΡΙΟΥ (σε ppm) ΣΤΟ ΕΛΑΦΟΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ pH**

*(Δεδομένα από το Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)*

Μεταβολή του pH	Επίπεδο Β πολύ χαμηλό	Επίπεδο Β ελαφρώς χαμηλό	Επίπεδο Β ικανοποιητικό	Επίπεδο Β υψηλό	Επίπεδο Β τοξικό
4,50	< 0,286	0,286	0,572	2,436	> 2,436
5,00	< 0,320	0,320	0,640	2,536	> 2,536
5,50	< 0,358	0,358	0,710	2,639	> 2,639
6,00	< 0,400	0,400	0,800	2,747	> 2,747
6,50	< 0,447	0,447	0,895	2,859	> 2,859
7,00	< 0,500	0,500	1,000	2,976	> 2,976
7,50	< 0,559	0,559	1,120	3,097	> 3,097
8,00	< 0,625	0,625	1,250	3,224	> 3,244



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

## ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

---

### 4.1 ΓΕΝΙΚΑ

---

Η ελιά είναι μία από τις σημαντικότερες καλλιέργειες στην Ελλάδα, καλύπτει πάνω από 7.5 εκατομμύρια στρέμματα όπως και το 23.5% του συνόλου των καλλιεργούμενων εκτάσεων της Ελλάδας με τον κύριο όγκο της παραγωγής να εντοπίζεται κυρίως στην Πελοπόννησο, την Κρήτη και τη Στερεά Ελλάδα ενώ τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια δυναμική επέκταση σε πολλές άλλες περιοχές.

Η Ελλάδα με παραγωγή που διπλασιάστηκε τα τελευταία 40 χρόνια είναι η τρίτη μεγαλύτερη ελαιοπαραγωγός χώρα στον κόσμο με πλέον του 80% να προορίζεται για παραγωγή ελαιολάδου. Η μέση ετήσια παραγωγή λαδιού φτάνει τους 426.000 τόνους και καταλαμβάνει το 14% της παγκόσμιας παραγωγής και το 19% της ευρωπαϊκής παραγωγής αντίστοιχα (Μετζιδάκης, 2006).

Η ποιότητα του παραγόμενου ελαιολάδου έχει βελτιωθεί σημαντικά μέσω:

- της κατάλληλης μεθόδου συγκομιδής
- της μετασυλλεκτικής μεταχείρισης και
- της εφαρμογή σύγχρονης τεχνικής εξαγωγής λαδιού

Οι κυριότερες ποικιλίες είναι:

Για λάδι:

- Κορωνέικη
- Μαστοειδής
- Μεγαρίτικη
- Αδραμυτινή

Για επιτραπέζιες ελιές:

- Αμφίσσης
- Καλαμών
- Χαλκιδικής

## **4.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΕΛΑΙΩΝΑ**

---

Η επιλογή κατάλληλης θέσης για την εγκατάσταση ελαιοφυτείας είναι καθοριστικής σημασίας για την καλή ανάπτυξη και καρποφορία των δέντρων, την αποφυγή ζημιών από ακραία καιρικά φαινόμενα, την παραγωγή ποιοτικών προϊόντων και την εξασφάλιση της οικονομικής βιωσιμότητας της καλλιέργειας. Ο κυριότερος παράγοντας που εξετάζουμε για την αξιολόγηση μιας θέσης ελαιώνα είναι τα χαρακτηριστικά του εδάφους (Σφακιωτάκης, 1993).

Τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του εδάφους που ενδιαφέρουν για την εγκατάσταση ενός ελαιώνα είναι η διατήρηση ή βελτίωση της γονιμότητας και η αποφυγή της διάβρωσης και της υποβάθμισης των φυσικών, χημικών και βιολογικών ιδιοτήτων. Παρά το γεγονός ότι η ελιά αναπτύσσεται και καρποφορεί ακόμη και σε άγονα και ξερικά εδάφη, για να επιτευχθεί γρήγορη είσοδος στην παραγωγή, εύρωστη βλάστηση και ικανοποιητική καρποφορία υψηλής ποιότητας πρέπει να εξασφαλίζεται γόνιμο, βαθύ και καλά αποστραγγιζόμενο έδαφος.

Η ελιά αναπτύσσεται και καρποφορεί καλά σε βαθιά αμμοπηλώδη εδάφη με καλή υγρασία και στράγγιση (Σφακιωτάκης, 1993). Καλό είναι το pH του εδάφους να είναι μεταξύ 6-8 και σε περιπτώσεις απόκλισης να διορθώνεται είτε με κατάλληλα εδαφοβελτιωτικά (π.χ. ασβέστωση) είτε με αντίστοιχα λιπάσματα. Σε ακραίες τιμές pH, μειώνεται η διαθεσιμότητα κάποιων θρεπτικών στοιχείων και παρατηρούνται συμπτώματα τοξικότητας από κάποια άλλα. Ελαιόδεντρα που αναπτύσσονται σε εδάφη με κακή στράγγιση εκτός από τον αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης ασθενειών παρουσιάζουν και κακή ανάπτυξη που πολλές φορές συγχέεται με φυτοπαθολογικά ή

θρεπτικά αίτια. Σε υπερβολικά γόνιμα εδάφη μπορεί να παρατηρηθεί το φαινόμενο της βλαστομανίας κατά το οποίο τα φυτά παρουσιάζουν έντονη βλαστική ανάπτυξη και ελάχιστη έως μηδαμινή καρποφορία. Διαβρωμένα ή υποβαθμισμένα εδάφη πρέπει να αποφεύγονται καθώς χαρακτηρίζονται από μειωμένη γονιμότητα και προϋποθέτουν μεγάλο κόστος εισροών για τη διόρθωσή τους.

Τα στάδια ανάπτυξης της ελιάς περιλαμβάνουν:

**Στάδιο 1<sup>ο</sup>:** Ανάπτυξη ξυλοφόρων οφθαλμών που πραγματοποιείται αρχές με μέσα Μαρτίου

**Στάδιο 2<sup>ο</sup>:** Ανάπτυξη φύλλων που συμβαίνει μέσα Μαρτίου έως τον Οκτώβριο

**Στάδιο 3<sup>ο</sup>:** Ανάπτυξη βλαστών που πραγματοποιείται τον Απρίλιο έως τον Αύγουστο

**Στάδιο 4<sup>ο</sup>:** Εμφάνιση ταξιανθιών στις αρχές Μαρτίου

**Στάδιο 5<sup>ο</sup>:** Ανθοση συμβαίνει τέλη Μαρτίου έως τέλη Απριλίου

**Στάδιο 6<sup>ο</sup>:** Ανάπτυξη καρπού πραγματοποιείται αρχές Μαΐου έως μέσα Οκτωβρίου

**Στάδιο 7<sup>ο</sup>:** Ωρίμανση καρπών από τέλη Σεπτεμβρίου έως μέσα Δεκεμβρίου

**Στάδιο 8<sup>ο</sup>:** Υπερωρίμανση καρπών συμβαίνει από τέλη Δεκεμβρίου έως τέλη Ιανουαρίου

Ο τρόπος καλλιέργειας και η εφαρμογή των κατάλληλων τεχνικών εξαρτάται από την μορφολογία του εδάφους, τις απαιτήσεις του εδάφους και τις συνθήκες των καλλιεργητών. Κατά την καλλιέργεια των ελαιώνων, ο κάθε ελαιοκαλλιεργητής πρέπει να προσαρμόζει πρόγραμμα λίπανσης στις απαιτήσεις των ελαιώνων του για θρεπτικά στοιχεία και να εφαρμόζει τα κατάλληλα λιπάσματα κατά τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιούνται απώλειες με την μορφή έκπλυσης ή εξαέρωσης. Παράλληλα, ο ελαιοκαλλιεργητής πρέπει να μεριμνά για την διατήρηση και βελτίωση της γονιμότητας των εδαφών των ελαιώνων, επιλέγοντας να εφαρμόζει λίπανση με κοπριά ή άλλες μορφές οργανικής λίπανσης, όταν οι συνθήκες της περιοχής το επιτρέπουν. Ο καλλιεργητής θα πρέπει να προτιμά, όταν εφαρμόζει οργανική

λίπανση, υλικά που να έχουν υποστεί κάποια επεξεργασία, που έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση ή εξαφάνιση παθογόνων μικροοργανισμών

**Οι εδαφικές απαιτήσεις των ελαιοδέντρων είναι οι εξής:**

*(Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)*

<b>Στράγγιση</b>	<b>Καλή</b>
Αγωγιμότητα (mS/cm)	<2,7
P (ppm)	15-30
Ανταλλ. K (ppm)	195-390
Ανταλλ. Mg (ppm)	120-360
Ανταλλ. Ca (ppm)	1.200-2.400
B (ppm)	>0,3

## **4.3 ΛΙΠΑΝΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ**

### **4.3.1 ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ**

Προσθήκη κοπριάς σε ποσότητα 1-2 τόνος/στρ. Η προσθήκη πρέπει να γίνεται καλύτερα το φθινόπωρο και να ακολουθεί παράχωμα. Για χλωρή λίπανση μπορούν να χρησιμοποιηθούν ψυχανθή φθινοπωρινής σποράς όπως ρόβη, φακή, κουκιά κ.α, τα οποία πρέπει να παραχώνονται πριν αρχίσει η άνθησή τους δηλαδή πριν το τέλος των βροχοπτώσεων.

### 4.3.2 ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΛΙΠΑΝΣΗ

#### ➤ ΑΖΩΤΟ

Η ελιά αντιδρά ευνοϊκά στην αζωτούχο λίπανση, ιδιαίτερα σε εδάφη με χαμηλή γονιμότητα. Ειδικά για την Ελλάδα, όπου η περιεκτικότητα των εδαφών σε οργανική ουσία είναι μικρή, οι ετήσιες ανάγκες σε άζωτο N καλύπτονται σχεδόν αποκλειστικά από την προσθήκη ανόργανων λιπασμάτων. Η ευνοϊκή επίδραση του αζώτου N στην παραγωγή ελαιοκάρπου αναφέρεται στις περισσότερες χώρες όπου καλλιεργείται η ελιά. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, ισορροπημένη αζωτούχος λίπανση οδηγεί σε αυξημένη παραγωγή, ενώ παράλληλα μειώνει σημαντικά την ένταση του φαινομένου της παρενιαυτοφορίας.

Η έλλειψη N σε έναν ελαιώνα διαπιστώνεται οπτικά από το μειωμένο μήκος της βλάστησης και το ανοιχτό πρασινοκίτρινο χρώμα των φύλλων που ανάλογα με την ένταση της έλλειψης μπορεί να είναι μικρότερα από το φυσιολογικό μέγεθος και να σημειωθεί φυλλόπτωση. Επίσης παρατηρείται μη κανονική ανάπτυξη των θηλέων ανθέων. Η χορήγηση αυξημένων ποσοτήτων αζώτου N, πέραν από τις πραγματικές ανάγκες της καλλιέργειας, μπορεί να έχει δυσμενέστερα αποτελέσματα από την απουσία οποιασδήποτε λίπανσης, κυρίως λόγω της ανατροπής της ισορροπίας μεταξύ βλάστησης και καρποφορίας και μείωσης της πρόσληψης άλλων στοιχείων (Μετζιδάκης, 2006).

Η προσθήκη αζώτου είναι απαραίτητη σε ορισμένες κρίσιμες εποχές όπως η εποχή διαφοροποίησης των οφθαλμών σε φυλλοφόρους και ανθοφόρους κατά τον Φεβρουάριο έως τον Μάρτιο, η εποχή ανθοφορίας κατά τον Απρίλιο έως τον Μάιο, η εποχή καρπόδεσης και η εποχή σκλήρυνσης του πυρήνα κατά τον Ιούλιο έως τον Αύγουστο.

Οι ποσότητες αζώτου (N) για τις ελαιοποιήσιμες ποικιλίες είναι οι εξής (Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας):

- Για τα παραγωγικά δένδρα : 0,7-0,8 kg N /δένδρο/έτος (με max ποσότητα 1 kg)

- Για τα νεαρά δένδρα : 75-100 gr N/δένδρο/έτος για κάθε χρόνο ηλικίας (με max ποσότητα 0,5 kg).

Σε περιπτώσεις τροφопενίας N, μπορούν να εφαρμοσθούν και **διαφυλλικοί ψεκασμοί με ουρία 1%-4%**, κατά την περίοδο εξέλιξης της ταξιανθίας κατά το πρώτο δεκαπενθήμερο του Απριλίου ή κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

### ➤ ΦΩΣΦΟΡΟΣ

Χαρακτηριστικό σύμπτωμα έλλειψης του φωσφόρου είναι μία ακανόνιστη χλώρωση της περιφέρειας των φύλλων που αρχίζει συνήθως από την κορυφή του φύλλου και επεκτείνεται προς την βάση του, κατά μήκος των δύο πλευρών του ελάσματος καθώς και ο σοβαρός περιορισμός της βλάστησης. Συμπτώματα τροφопενίας φωσφόρου, ήταν κυρίως γνωστά από την καλλιέργεια δενδρυλλίων ελιάς σε άμμο. Η συστηματική χρήση του φωσφόρου στη λίπανση των καλλιεργειών πάντως, έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση των περιπτώσεων ελλείψεως του στοιχείου αυτού σε ελαιώνες (Μετζιδάκης, 2006).

Οι απαιτήσεις σε φώσφορο μίας νέας εγκατάστασης φυτείας ελαιοδέντρων είναι 25 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Για παραγωγικά δένδρα απαιτούνται 16 kg/στρ/έτος (0-20-0) αραιού υπερφωσφορικού δηλαδή 1,0-1,7 kg/δένδρο/έτος 0-20-0. Σε περιπτώσεις έλλειψης φωσφόρου (P) απαιτείται αρχικά η εφαρμογή ισχυρής λίπανσης, 40-50 μονάδες P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/στρ. εφάπαξ και στη συνέχεια η εφαρμογή της αγωγής συντήρησης (Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας).

### ➤ ΚΑΛΙΟ

Η τροφопενία καλίου είναι διαδεδομένη σε πολλές ελαιοκομικές περιοχές της Ελλάδας. Τα συμπτώματα της τροφопενίας καλίου συνήθως είναι χλώρωση, με απόχρωση ορείχαλκου, και ξήρανση της κορυφής του ελάσματος των φύλλων, που μπορεί να καλύψει το 1/3 έως τα 2/3 του ελάσματος. Στα προχωρημένα στάδια της τροφопενίας παρατηρείται επίσης έντονη μικροφυλλία, μικρή βλάστηση, απογύμνωση και αποξήρανση κλαδίσκων και σημαντική πτώση της παραγωγής. Παρόμοια συμπτώματα όμως, προκαλούνται στην ελιά και από άλλες αιτίες. Κατά



συνέπεια η διάγνωση, της τροφοπενίας K, μόνον από τα ορατά συμπτώματα, δεν είναι πάντα ασφαλής. Ο ασφαλέστερος τρόπος διάγνωσης είναι ή χημική ανάλυση των φύλλων (Μετζιδάκης, 2006).

Οι απαιτήσεις σε κάλιο για τα παραγωγικά δέντρα ελιάς είναι 20 kg (0-0-50)  $K_2SO_4$ /στρ./έτος. Σε περιπτώσεις τροφοπενίας K συνιστάται εφάπαξ εφαρμογή ισχυρής λίπανσης, 5-7 kg  $K_2O$ /δένδρο. Στη συνέχεια εφαρμόζεται κάθε χρόνο λίπανση συντήρησης. Επίσης μπορούν να εφαρμοσθούν και επαναλαμβανόμενοι διαφυλλικοί ψεκασμοί με 13-0-46 ( $KNO_3$ ) με διαλύματα 3-4 kg/100 l  $H_2O$  (3-4%) την άνοιξη μετά την ανθοφορία, ή κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Σε αρδευόμενους ελαιώνες με έλλειψη K συνιστάται η συμπληρωματική εφαρμογή 1 kg  $KNO_3$  τέλη Ιουνίου με αρχές Ιουλίου (Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας).

## ➤ ΑΣΒΕΣΤΙΟ

Συμπτώματα έλλειψης ασβεστίου Ca αποκαθίστανται με την εφαρμογή CaO ή λειοτριβημένου ασβεστόλιθου (μαρμαρόσκονη). Απαιτούνται συνήθως 5-10 kg/δένδρο ανάλογα με το υλικό ασβέστωσης που θα χρησιμοποιηθεί, το pH του εδάφους, τη μηχανική του σύσταση.

Χαρακτηριστικό γνώρισμα της έλλειψης ασβεστίου έναντι του βορίου αποτελεί ή λεύκανση των νεύρων στην περιοχή του χλωρωτικού τμήματος πολλών παλαιών φύλλων και ή έλλειψη ξηρών βλαστών και κλαδίσκων. Παρά την ευαισθησία της ελιάς στην έλλειψη ασβεστίου Ca, συμπτώματα τροφοπενίας στον αγρό δεν είναι συνήθη. Σε εδάφη πτωχά σε ασβέστιο, η έλλειψη ασβεστίου επιτείνεται μετά από παρατεταμένη χρήση λιπασμάτων που μειώνουν το pH, όπως η θειική αμμωνία. Σε αρκετές περιπτώσεις, τα χαμηλά επίπεδα ασβεστίου Ca στα φύλλα συνοδεύονται από υψηλή συγκέντρωση Mg και σημαντική μείωση του λόγου Ca/Mg (Μετζιδάκης, 2006).

Τα συμπτώματα της έλλειψης Ca μπορούν να αποκατασταθούν εύκολα με την εφαρμογή από εδάφους, οξειδίου του ασβεστίου ή και λειοτριβημένου ασβεστόλιθου (μαρμαρόσκονη). Συνήθως απαιτούνται 5-10 Kg ανά δέντρο. Η επέμβαση αυτή μπορεί να επαναλαμβάνεται κάθε 3-5 χρόνια (Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας).

## ➤ ΜΑΓΝΗΣΙΟ

Χαρακτηριστικά συμπτώματα της τροφοπενίας Mg είναι η χλώρωση των φύλλων που ξεκινά από την κορυφή ή από τα πλάγια του ελάσματος και καταλαμβάνει ολόκληρη την επιφάνεια του, η έντονη φυλλόπτωση και η περιορισμένη βλάστηση του δέντρου.

Η διόρθωση της τροφοπενίας Mg, γίνεται με την προσθήκη 2,0 kg/δένδρο  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  (MgO 16%), ή με διαφυλλικούς ψεκασμούς με διάλυμα 2% του παραπάνω λιπάσματος (Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας).

## ➤ ΒΟΡΙΟ

Τροφοπενία B μπορεί να συμβεί σε εδάφη ελαφρά αμμώδη, όξινα ή με μεγάλη περιεκτικότητα σε Ca. Η ξηρασία, αλλά και η υπερβολική υγρασία ευνοούν την εμφάνιση της τροφοπενίας. Η διόρθωση της τροφοπενίας γίνεται με την προσθήκη βόρακα (11,28% B) στο έδαφος κατά τη χειμερινή περίοδο. Σε δένδρα μετρίου μεγέθους, προστίθενται 300- 500 g βόρακα/δένδρο. Σε δένδρα μεγάλης ανάπτυξης και σε πολύ ασβεστούχα εδάφη, η ποσότητα του βόρακα μπορεί να αυξηθεί μέχρι 1 Kg/δένδρο. Μεγάλες δόσεις αποφεύγονται λόγω τοξικότητας. Είναι δυνατή επίσης και η διαφυλλική εφαρμογή, με διάλυμα Βόρακα 6-8‰ κατά την περίοδο προ της άνθησης. Η προσθήκη βορίου στο έδαφος είναι αποτελεσματική για 3 χρόνια περίπου, ενώ ο ψεκασμός μπορεί να επαναλαμβάνεται κάθε χρόνο (Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας).

### Έλλειψη Ιγνοστοιχείων

Στην Ελλάδα τροφοπενίες σιδήρου, ψευδαργύρου και μαγγανίου είναι πολύ διαδεδομένες σε πολλά καρποφόρα δέντρα, όμως δεν έχουν σημειωθεί σε ελαιόδεντρα που καλλιεργούνται στις περιοχές αυτές με τις ίδιες συνθήκες. Σε περίπτωση που οι αναλύσεις φύλλων δείξουν χαμηλά επίπεδα των στοιχείων αυτών, θα πρέπει να αξιολογηθούν οι πιθανές αιτίες που οδήγησαν στη μειωμένη απορρόφηση των στοιχείων από το έδαφος (εδαφοκλιματικοί παράγοντες) και εφόσον τα επίπεδα συνεχίσουν να είναι χαμηλά και στις επόμενες καλλιεργητικές περιόδους,

θα πρέπει να ληφθούν μέτρα για την εφαρμογή τους από το έδαφος ή διαφυλλικά  
(Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας)

## 4.4 ΧΡΟΝΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ

---

### ➤ ΑΖΩΤΟ

Γενικά τα 2/3 του αζώτου εφαρμόζονται την άνοιξη και το 1/3 το φθινόπωρο

Σε ξηρικούς ελαιώνες πραγματοποιείται τμηματική εφαρμογή των αζωτούχων λιπασμάτων σε δύο δόσεις, μέσα Ιανουαρίου και αρχές άνοιξης ή εφάπαξ χορήγηση μετά τη συγκομιδή στα μέσα Ιανουαρίου. Επίσης για την αποφυγή εκπτώσεων μπορεί να χορηγηθεί το μισό του N σε αμμωνιακή μορφή το φθινόπωρο και το μισό σε νιτρική μορφή την άνοιξη. Στις παγετόπληκτες περιοχές χρησιμοποιείται μικτή μορφή N ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ).

Σε αρδευόμενους ελαιώνες η μισή ποσότητα μπορεί να χορηγηθεί αμέσως μετά τη συγκομιδή και η υπόλοιπη με το πρώτο πότισμα, το αργότερο μέχρι το τέλος Απριλίου. Κατά τα έτη της υψηλής παραγωγής θα πρέπει να γίνεται και μια όψιμη αζωτούχος λίπανση με 0,3-0,4 kg N/δένδρο την εποχή σκλήρυνσης του πυρήνα.

### ➤ ΚΑΛΙΟ-ΦΩΣΦΟΡΟΣ

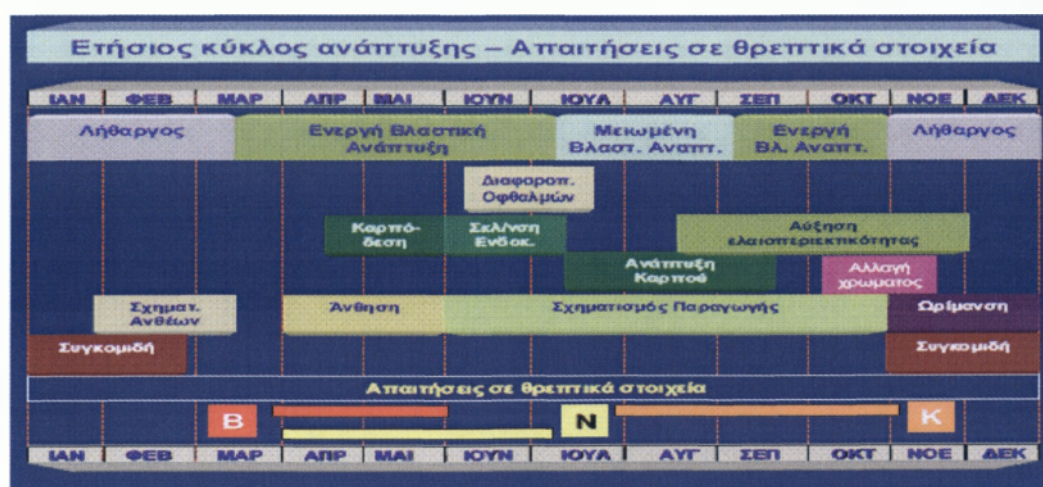
Ο χρόνος εφαρμογής τους δεν έχει τόση κρισιμότητα όπως στην περίπτωση του N. Η εφαρμογή μικρών λιπάνσεων με K και P κατά το μέσο της περιόδου των βροχών γύρω στον Ιανουάριο είναι ικανοποιητική. Η εφαρμογή του P είναι προτιμότερο να γίνεται το φθινόπωρο σε αυλάκια γύρω από το δένδρο. Σε επιφανειακές εφαρμογές η εποχή δεν έχει σημασία αλλά και εδώ προτιμάται το φθινόπωρο

**Πίνακας 4.1 :** Ποσότητες θρεπτικών στοιχείων για λίπανση νεαρών δένδρων  
(kg/δένδρο/έτος)

	<i>N</i>	<i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i>	<i>K<sub>2</sub>O</i>
<i>Δένδρα 1-3 ετών</i>	<i>0,1-0,3</i>	<i>0,1-0,3</i>	<i>0,1-0,2</i>
<i>Δένδρα 4 ετών ως το στάδιο παραγωγής</i>	<i>0,3-0,5</i>	<i>0,3-0,4</i>	<i>0,2-0,4</i>

**Πίνακας 4.2 :** Ποσότητες θρεπτικών στοιχείων για λίπανση δένδρων στο στάδιο παραγωγής (kg/δένδρο/έτος)

<i>Εποχή</i>	<i>Θρεπτικό στοιχείο</i>	<i>Ξηρικά δένδρα με μέση παραγωγή (kg)</i>			<i>Ποτιστικά με μέση παρ. άνω των 50 kg</i>
		<i>15</i>	<i>15-30</i>	<i>30-50</i>	
<i>Φθινόπωρο</i>	<i>Κοπριά (κάθε 2-3 έτη)</i>	<i>30-40</i>	<i>40-60</i>	<i>60-80</i>	<i>80-100</i>
	<i>N</i>	<i>0,2</i>	<i>0,3</i>	<i>0,4</i>	<i>0,5</i>
	<i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i>	<i>0,4</i>	<i>0,6</i>	<i>0,8</i>	<i>1,0</i>
	<i>K<sub>2</sub>O</i>	<i>0,4</i>	<i>0,6</i>	<i>0,8</i>	<i>1,0</i>
<i>Τέλος Χειμώνα</i>	<i>N</i>	<i>0,3</i>	<i>0,3</i>	<i>0,4</i>	<i>0,5</i>



Πηγή: Μερτζιδάκης, 2006

**Εικόνα 4.1 :** Σχηματική αναπαράσταση των σταδίων ανάπτυξης της ελιάς κατά τα οποία παρουσιάζονται αυξημένες ανάγκες σε N, K και B.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

## ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΕ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΤΟΥ Ν. ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

---

### 5.1 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ Ν. ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

---

καλύπτει έκταση 2.991 τετραγωνικών χιλιομέτρων. Στο ανατολικό τμήμα της Μεσσηνίας κυριαρχεί η οροσειρά του Ταΰγέτου, η οποία αποτελεί και το φυσικό σύνορο με το Νομό Λακωνίας. Ο Ταΰγετος απλώνεται σε μήκος 115 χιλιομέτρων, με υψηλότερη κορυφή που αγγίζει τα 2.400 μέτρα, δημιουργώντας έτσι μια ιδιαιτερότητα στο κλίμα της περιοχής. Η μεγαλύτερη και πιο εύφορη πεδιάδα είναι η Μεσσηνιακή πεδιάδα και ακολουθούν άλλες μικρότερες όπως της Κυπαρισσίας, των Γαργαλιάνων, της Πύλου, της Μεθώνης, της Κορώνης, του Λογγά και του Πεταλιδίου.

Το κλίμα του Νομού χαρακτηρίζεται ασθενές μεσογειακό έως υποτροπικό. Ο χειμώνας είναι ήπιος, ενώ το καλοκαίρι εκτεταμένο και θερμό. Η ψυχρή περίοδος διαρκεί από το Νοέμβριο έως τον Απρίλιο και η θερμή από το Μάιο έως τον Οκτώβριο. Σύμφωνα με τα παραπάνω, το κλίμα που επικρατεί στο Νομό Μεσσηνίας είναι ιδανικό για την ελαιοκαλλιέργεια, χωρίς απότομες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και με κατάλληλο ύψος και κατανομή βροχοπτώσεων, έτσι ώστε να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των άριστων συνθηκών του ετήσιου κύκλου της ελιάς.

Η ελιά είναι δέντρο που επικρατεί και αποδίδει σε περιοχές με λίγες βροχοπτώσεις, όταν τα εδάφη έχουν ικανοποιητική ικανότητα συγκράτησης νερού. Αποδίδει ικανοποιητικά σε περιοχές με αρκετές βροχοπτώσεις σε όλα σχεδόν τα εδάφη και σε περιοχές με πολλές βροχοπτώσεις η απόδοση είναι καλή μόνο σε εδάφη με καλή στράγγιση, λόγω ευαισθησίας στην υπερβολική υγρασία του εδάφους.

## 5.2 ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ Ν. ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

---

Σύμφωνα με την ταξινόμηση των εδαφών, βάση του συστήματος FAO τα εδάφη του Νομού Μεσσηνίας ταξινομούνται σε πέντε κατηγορίες εδαφών, οι οποίες είναι (Γιάσογλου, 1995):

1. Leptosols (LP): Εδάφη με μητρικό υλικό από ασβεστόλιθο και φλύσχη. Είναι λεπτόκοκκα εδάφη, αργιλλώδη, καλής υδατοπερατότητας με ουδέτερο pH
2. Regosols (RG): Στρώμα χαλαρού υλικού, πάνω σε σκληρό υπόβαθρο. Είναι εδάφη μετρίως αργιλλώδη, με μέτρια υδατοπερατότητα και με  $pH > 7$
3. Fluvisols (FL): Εδάφη αργιλλώδη, με μέτρια έως μικρή υδατοπερατότητα και με  $pH > 7$ .
4. Cambisols (CM): Η σύσταση των εδαφών αυτών είναι αργιλλώδης και μετρίως αργιλλώδης, με μικρή υδατοπερατότητα και με ουδέτερο ή ελαφρώς όξινο pH.
5. Vertisols (VR): Τα εδάφη αυτά είναι αργιλλώδη με μικρή υδατοπερατότητα και με pH ουδέτερο ή ελαφρώς όξινο.

Συμπερασματικά λοιπόν και σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία το έδαφος είναι αργιλλοαμώδες με ουδέτερο προς αλκαλικό pH, πολύ έφορο στα πεδινά έως πετρώδες μικρής γονιμότητας στα ορεινά, όπου η καλλιέργεια της ποικιλίας είναι πολύ μικρή. Τα εδάφη της Μεσσηνίας είναι μετρίως υδατοπερατά με ικανοποιητική στράγγιση και ευχέρεια μετακίνησης νερού και εδαφικών διαλυμάτων, με αποτέλεσμα να μην νεροκρατούν και να μην δημιουργού ρωγμές στο έδαφος.

Η περιεκτικότητα των εδαφών σε φώσφορο κρίνεται είναι ικανοποιητική, ενώ σε άζωτο ή κάλιο παρουσιάζει κάποια έλλειψη, με αποτέλεσμα να προστίθεται ανόργανα λιπάσματα. Το μεγαλύτερο μέρος των εδαφών είναι λοφώδες και από μηχανικής απόψεως κατατάσσονται στα ελαφρά έως μέσης συστάσεως. Η καλλιέργεια των ελαιόδεντρων γίνεται κυρίως σε επικλινείς λοφώδεις εκτάσεις.

Σύμφωνα με στοιχεία σχετικής επιστημονικής βιβλιογραφίας τα χαρακτηριστικά των παραπάνω εδαφών του Νομού Μεσσηνίας, είναι τα πλέον

κατάλληλα για την καλλιέργεια των ελαιόδεντρων, προσδίδοντας στον παραγόμενο καρπό τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του, παράγοντας εν συνεχεία υψηλής ποιότητας ελαιόλαδο.

### 5.3 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΣΤΟ Δ. ΓΑΡΓΑΛΙΑΝΩΝ

---

Στην παρούσα εργασία η περιοχή μελέτης είναι οι ελαιοκαλλιέργειες του Δήμος Γαργαλιάνων. Ο δήμος Γαργαλιάνων του νομού Μεσσηνίας συστάθηκε με το πρόγραμμα Καποδίστριας από τη συνένωση παλαιότερων κοινοτήτων της περιοχής, που αποτέλεσαν στη συνέχεια τα δημοτικά διαμερίσματα του δήμου. Λειτούργησε την περίοδο 1999 -2010 οπότε και καταργήθηκε με την εφαρμογή του προγράμματος Καλλικράτης και εντάχθηκε στον νέο δήμο Τριφυλίας. Είχε συνολική έκταση 122,68 τετραγωνικά χιλιόμετρα και πληθυσμό 9.083 κατοίκων. Ο δήμος είναι καθαρά αγροτικός με κύρια απασχόληση των κατοίκων του την ελαιοκαλλιέργεια.

Τα απαιτούμενα δείγματα εδάφους για τις εδαφολογικές αναλύσεις που συλλέχθηκαν από την περιοχή μελέτης ήταν 624 σε χρονικό διάστημα από το 2004 έως το 2010. Τα δείγματα εδάφους που συλλέχθηκαν στάλθηκαν το Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας για να αναλυθούν.

**Σκοπός** της δειγματοληψίας είναι να ληφθεί ένα δείγμα χώματος που να είναι όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτικό του χωραφιού.

Η διαδικασία δειγματοληψίας είχε ως εξής:

- Αρχικά ελέγχουμε τα χαρακτηριστικά του εδάφους που φαίνονται με το μάτι (χρώμα, σύσταση, κλίση, φυσική βλάστηση) και με βάση αυτά το χωράφι χωρίζεται σε ομοιόμορφες ζώνες εδάφους.
- Τα δείγματα παίρνονται όταν το χωράφι είναι στο ρόγο του και αποφεύγονται μη χαρακτηριστικές περιοχές, όπως: κοντά σε δρόμους, τα σύνορα του χωραφιού, περιοχές που νεροκρατούν, σαμάρια, σημεία με πρόσφατη λίπανση, κ.α.. Η δειγματοληψία θα πρέπει να γίνεται σε απόσταση τουλάχιστον 2 μέτρων από τις παραπάνω θέσεις.

- Κατόπιν από κάθε ομοιόμορφη ζώνη παίρνουμε 2 - 3 δείγματα εδάφους ανά στρέμμα (για κάθε 10 στρέμματα 20 - 30 δείγματα) από θέσεις που απέχουν μεταξύ τους 25 - 50 μέτρα.

Το δείγμα το παίρνουμε με τον εξής τρόπο:

- ❖ Απορρίπτουμε την επιφανειακή στρώση (χορτάρια, υπολείμματα φύλλων, κλπ.)
- ❖ Ανοίγουμε ένα λάκκο με το επιθυμητό βάθος
- ❖ Από μια πλευρά του λάκκου και με κατεύθυνση από κάτω προς τα πάνω παίρνουμε μια φέτα χώματος
- ❖ Το χώμα που μαζέψαμε το απλώνουμε σ' ένα καθαρό φύλλο πλαστικού, σπάζουμε τους σβώλους και ανακατεύουμε καλά
- ❖ Αν το δείγμα είναι πολύ υγρό το απλώνουμε σε ένα καθαρό φύλλο πλαστικού σε σκιερό και προστατευμένο μέρος για 2 - 3 ημέρες
- ❖ Από το μείγμα που θα προκύψει παίρνουμε ένα τελικό δείγμα βάρους 1 - 1,5 κιλού
- ❖ Τοποθετούμε το τελικό δείγμα σε καινούργια πλαστική σακούλα που θα σταλεί στο Ινστιτούτο για ανάλυση

Στο συνοδευτικό έγγραφο σημειώνουμε: Ονοματεπώνυμο, Καλλιέργεια, Ημερομηνία λήψης δείγματος, Περιοχή, Έκταση χωραφιού, Βάθος δειγματοληψίας.

### **Βάθος δειγματοληψίας**

Για δενδρώδεις καλλιέργειες όπως είναι η ελιά παίρνουμε χωριστά δείγματα από βάθη 0 - 40 και 40 - 80 εκατοστά ενώ για προσδιορισμό αναγκών σε ασβέστιο παίρνουμε δείγμα από βάθος 0 - 15 εκατοστά. Για ελαιοκαλλιέργειες που βρίσκονται σε σαμάρια παίρνουμε δείγματα από τα σαμάρια. Σε χωράφια που εμφανίζουν διαφορετικές στρώσεις κατά βάθος παίρνονται δείγματα ξεχωριστά από κάθε στρώση και τοποθετούνται σε χωριστές σακούλες.

### **Χρόνος δειγματοληψίας**

Η δειγματοληψία μπορεί να γίνει σ' οποιαδήποτε εποχή του χρόνου, κατά προτίμηση όμως το Φθινόπωρο. Θα πρέπει να αποφεύγονται περίοδοι μετά από



έντονες βροχοπτώσεις, καλλιεργητικές φροντίδες και όχι νωρίτερα των 3 μηνών από την τελευταία λίπανση.

### Συλλογή δεδομένων

Τα 624 δείγματα εδάφους που συλλέχθηκαν στάλθηκαν στο Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας για να αναλυθούν. Οι εδαφολογικές αναλύσεις περιελάμβαναν τους προσδιορισμούς:

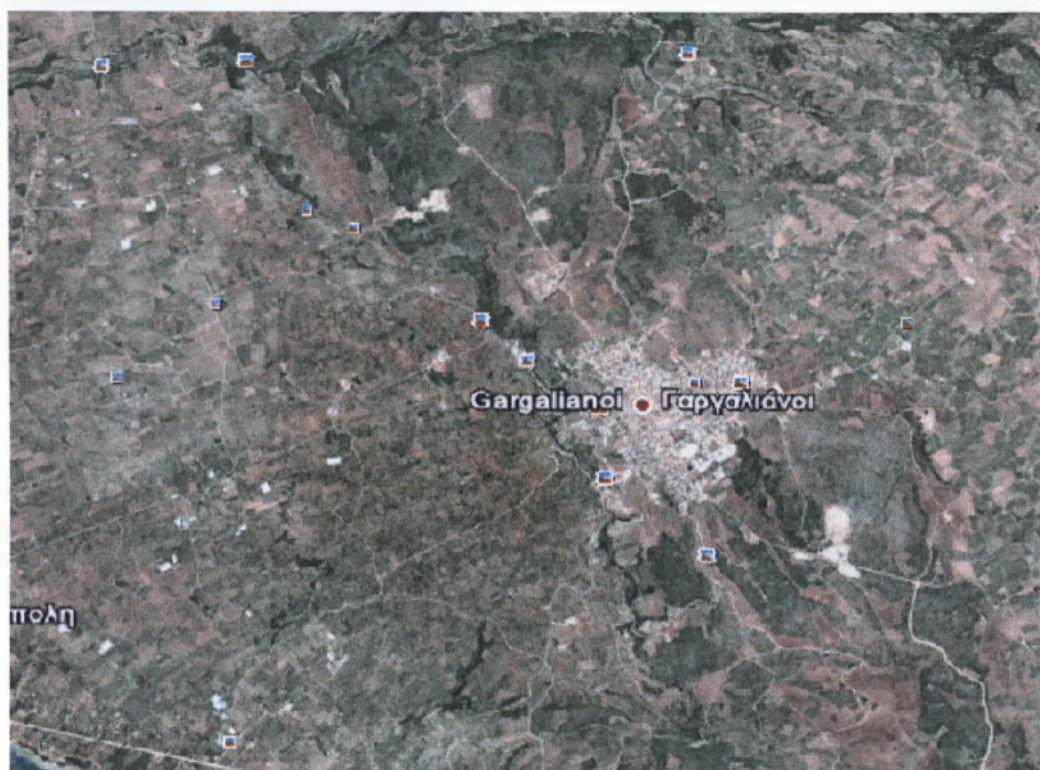
- Υδατοκορεσμού
- Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας
- pH
- Μηχανικής σύστασης
- Ασβεστίου
- Καλίου
- Νατρίου
- Φωσφόρου
- Βορίου
- Μαγνήσιο
- Σιδήρου
- Μαγγανίου
- Χαλκού
- Ψευδαργύρου

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>

## ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

---

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των δειγμάτων που έχουν συλλεχθεί από τους ελαιώνες του Δ. Γαργαλιάνων και έχουν αναλυθεί από το Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας. Η ποσοστιαία μεταβολή των μετρούμενων χαρακτηριστικών Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας, pH, Μηχανικής σύστασης, Ασβεστίου, Καλίου, Αζώτου, Φωσφόρου, Βορίου, Μαγνήσιο, Σιδήρου, Μαγγανίου, Χαλκού και Ψευδαργύρου παρουσιάζονται σε πίνακα και σε διαγραμματική απεικόνιση.

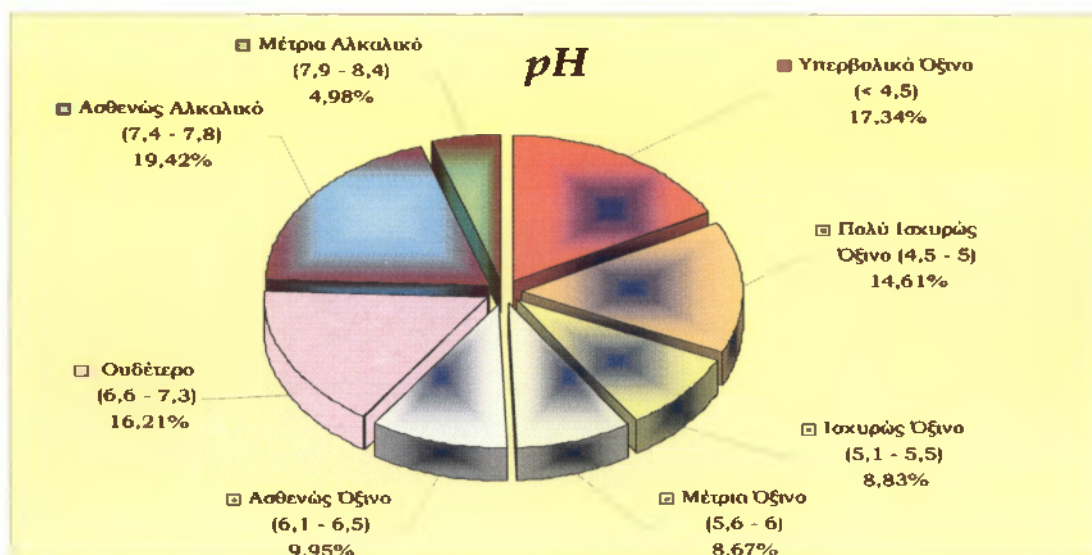


**Εικόνα 6.1:** Πανοραμική άποψη της περιοχής των Γαργαλιάνων

## 6.1 pH ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΟ Δ. ΓΑΡΓΑΛΙΑΝΩΝ

Πίνακας 6.1: Χαρακτηρισμός των εδαφών ανάλογα με το pH  
(ποσοστιαία κατανομή)

pH (%)	Υπερβολικά Οξινό (< 4,5)	Πολύ Ισχυρώς Οξινό (4,5 - 5)	Ισχυρώς Οξινό (5,1 - 5,5)	Μέτρια Οξινό (5,6 - 6)	Ασθενώς Οξινό (6,1 - 6,5)	Ουδέτερο (6,6 - 7,3)	Ασθενώς Αλκαλικό (7,4 - 7,8)	Μέτρια Αλκαλικό (7,9 - 8,4)
	17,34	14,61	8,83	8,67	9,95	16,21	19,42	4,98



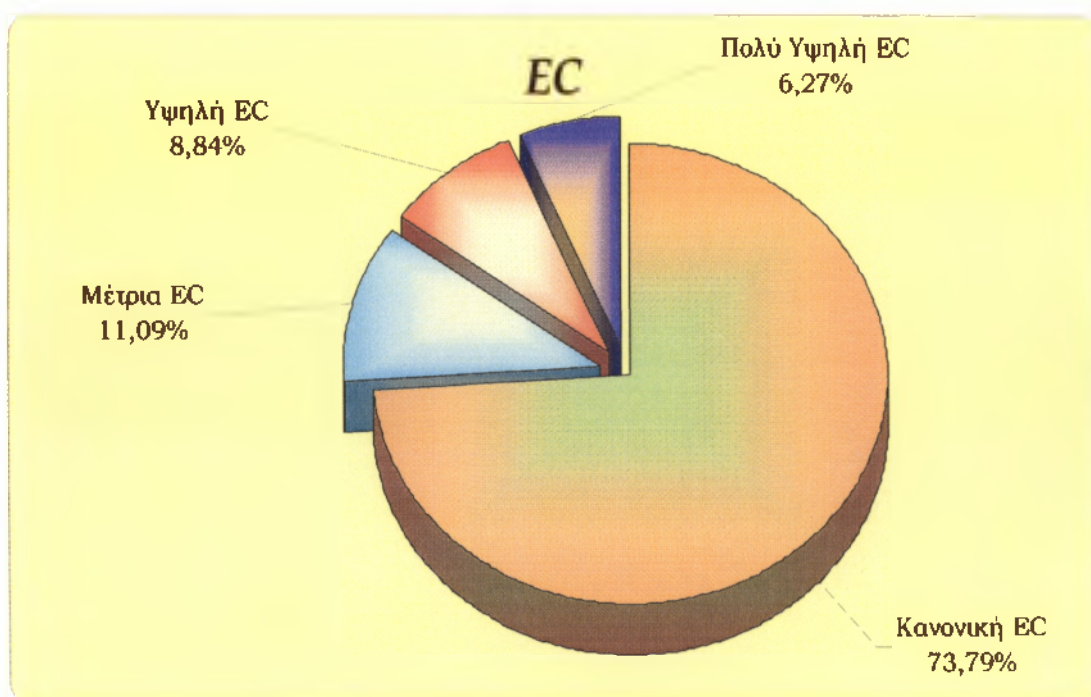
Διάγραμμα 6.1 : Διαγραμματική απεικόνιση της ποσοστιαίας κατανομής του pH των εδαφών ελαιοκαλλιέργειας του Δ. Γαργαλιάνων

Το διάγραμμα 6.1 απεικονίζει την κατανομή των εδαφών ελαιοκαλλιέργειας του Δ. Γαργαλιάνων με βάση το pH. Τα αποτελέσματα είναι σχετικά ισόποσα καταμερισμένα, στο μεγαλύτερο ποσοστό (19,42%) εδαφικών δειγμάτων το pH είναι ασθενώς αλκαλικό (7,4-7,8) με μικρή διαφορά ακολουθεί σε ποσοστό (17,34%) εδαφικά δείγματα υπερβολικά όξινα (<4,5). Κατόπιν ουδέτερα εδάφη σε ποσοστό 16,21%, πολύ ισχυρώς όξινα εδάφη με ποσοστό 14,61%. Ενώ σε ποσοστό 4,98% συναντάμε μέτρια αλκαλικά εδάφη (7,9-8,4).

## 6.2 ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (EC) ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΟ Δ. ΓΑΡΓΑΛΙΑΝΩΝ

**Πίνακας 6.2:** Χαρακτηρισμός των εδαφών ανάλογα με την ηλεκτρική αγωγιμότητα (σε mS/cm/25°C) (ποσοστιαία κατανομή)

EC	Κανονική EC	Μέτρια EC	Υψηλή EC	Πολύ Υψηλή EC
	73,79	11,09	8,84	6,27



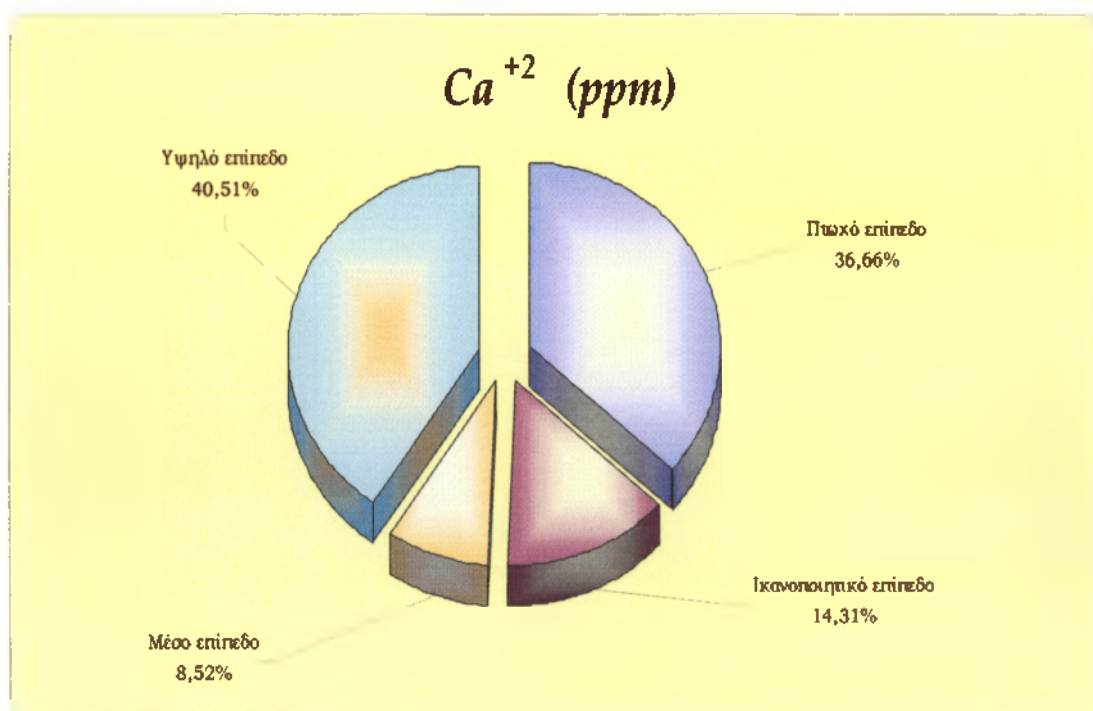
**Διάγραμμα 6.2 :** Διαγραμματική απεικόνιση της ποσοστιαίας κατανομής της Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας (EC) των εδαφών ελαιοκαλλιέργειας του Δ. Γαργαλιάνων

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε ότι στο μεγαλύτερο ποσοστό των εδαφικών δειγμάτων 73,79%, η Αγωγιμότητα EC κυμαίνεται σε κανονικό επίπεδο (0,5-1 mS/cm), ενώ το χαμηλότερο ποσοστό 6,27% εμφανίζεται σε εδάφη με πολύ υψηλό επίπεδο (2-2,5 mS/cm ) αγωγιμότητας.

### 6.3 ΑΝΤΑΛΛΑΞΙΜΟ $Ca^{+2}$ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΟ Δ. ΓΑΡΓΑΛΙΑΝΩΝ

**Πίνακας 6.3:** Χαρακτηρισμός των εδαφών ανάλογα με το ανταλλάξιμο  $Ca^{+2}$  (ποσοστιαία κατανομή)

$Ca^{+2}$ (ppm)	Πτωχό επίπεδο	Ικανοποιητικό επίπεδο	Μέσο επίπεδο	Υψηλό επίπεδο
	36,66	14,31	8,52	40,51



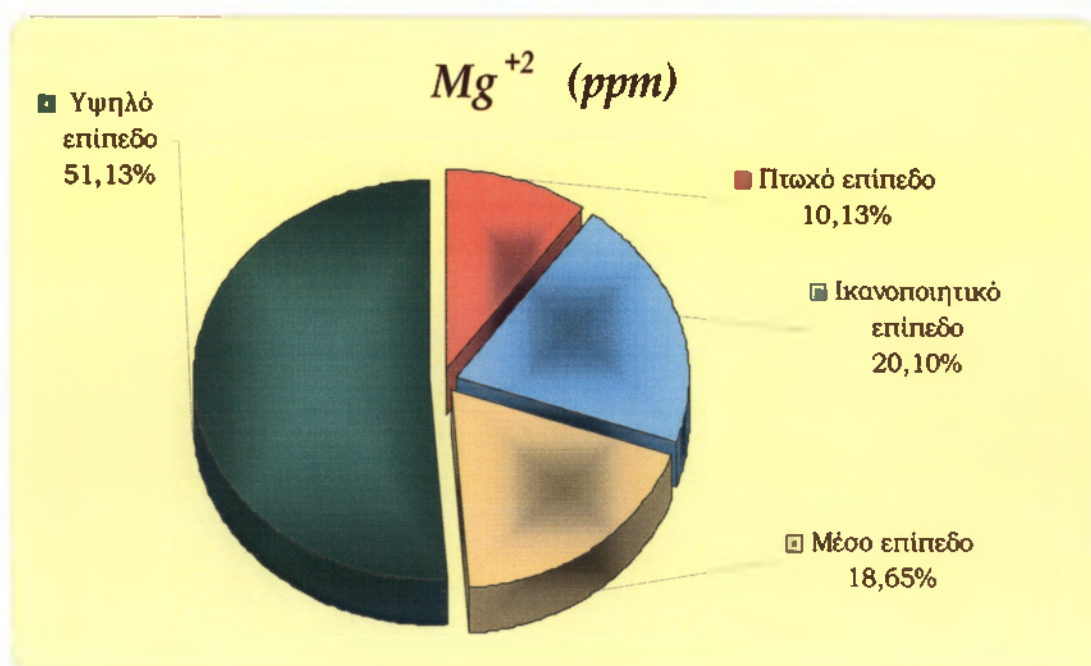
**Διάγραμμα 6.3:** Διαγραμματική απεικόνιση της ποσοστιαίας κατανομής του ανταλλάξιμου  $Ca^{+2}$  των εδαφών ελαιοκαλλιέργειας του Δ. Γαργαλιάνων

Στο διάγραμμα 6.3 παρατηρούμε ότι στο μεγαλύτερο ποσοστό (40,51%) εδαφικών δειγμάτων, υπάρχει **υψηλό επίπεδο** (>2000 ppm) συγκέντρωσης  $Ca^{+2}$ , σε ποσοστό 36,66% διαθέτει **πτωχό επίπεδο** (<1000 ppm) συγκέντρωσης  $Ca^{+2}$ . Στα ενδιάμεσα ποσοστά της τάξεως 14,31% και 8,52% παρατηρείται αντίστοιχα **ικανοποιητικό** (1000-1500 ppm) και **μέσο επίπεδο** (1500-2000 ppm) συγκέντρωσης  $Ca^{+2}$ .

## 6.4 ΑΝΤΑΛΛΑΞΙΜΟ $Mg^{+2}$ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΟ Δ. ΓΑΡΓΑΛΙΑΝΩΝ

**Πίνακας 6.4:** Χαρακτηρισμός των εδαφών ανάλογα με το Ανταλλάξιμο  $Mg^{+2}$   
(ποσοστιαία κατανομή)

$Mg^{+2}$	Πτωχό επίπεδο	Ικανοποιητικό επίπεδο	Μέσο επίπεδο	Υψηλό επίπεδο
	10,13	20,10	18,65	51,13



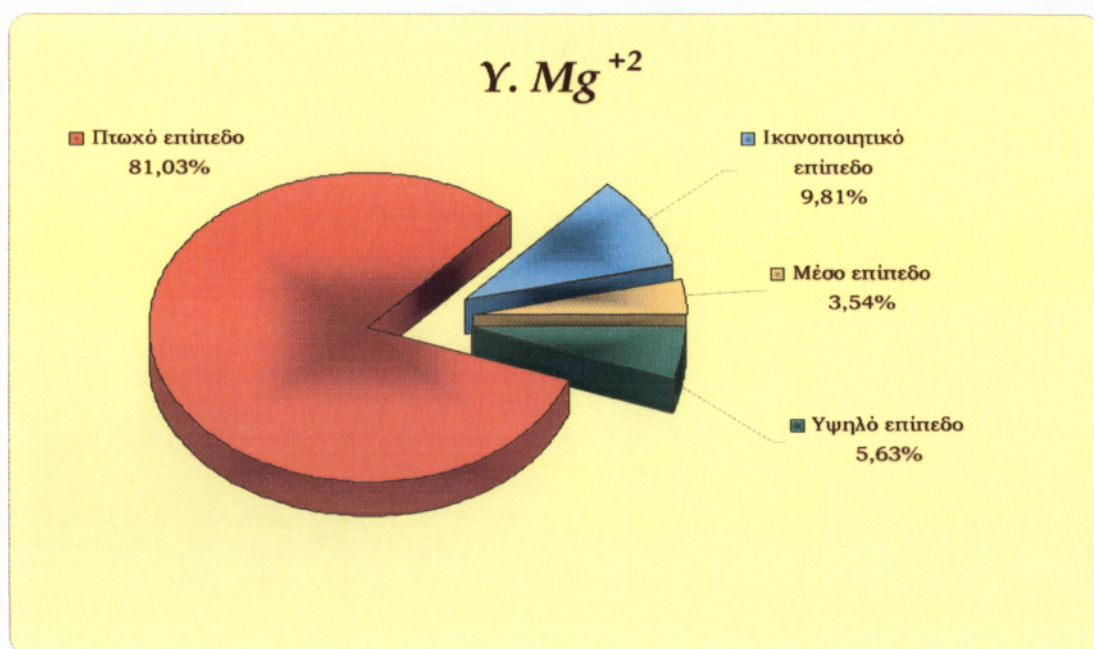
**Διάγραμμα 6.4:** Διαγραμματική απεικόνιση της ποσοστιαίας κατανομής του Ανταλλάξιμου  $Mg^{+2}$  των εδαφών ελαιοκαλλιέργειας του Δ. Γαργαλιάνων

Στο διάγραμμα 6.4 παρατηρούμε ότι στο μεγαλύτερο ποσοστό (51,13%) των εδαφικών δειγμάτων, υπάρχει **υψηλό επίπεδο** (>160 ppm) συγκέντρωσης ανταλλάξιμου  $Mg^{+2}$ , **ικανοποιητικό επίπεδο** (80-120 ppm) ανταλλάξιμου  $Mg^{+2}$  διαθέτουν 20,10% των εδαφικών δειγμάτων, σε ποσοστό 18,65% τα εδάφη έχουν **μέσο επίπεδο** (120-160 ppm) και σε ποσοστό 10,13% έχουν **πτωχό επίπεδο** 40-80 ppm) συγκέντρωσης ανταλλάξιμου  $Mg^{+2}$ .

## 6.5 ΥΔΑΤΟΔΙΑΛΥΤΟ $Mg^{+2}$ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΟ Δ. ΓΑΡΓΑΛΙΑΝΩΝ

**Πίνακας 6.5:** Χαρακτηρισμός των εδαφών ανάλογα με το Υδατοδιαλυτό  $Mg^{+2}$   
(ποσοστιαία κατανομή)

Υ. $Mg^{+2}$	Πτωχό επίπεδο	Ικανοποιητικό επίπεδο	Μέσο επίπεδο	Υψηλό επίπεδο
	81,03	9,81	3,54	5,63



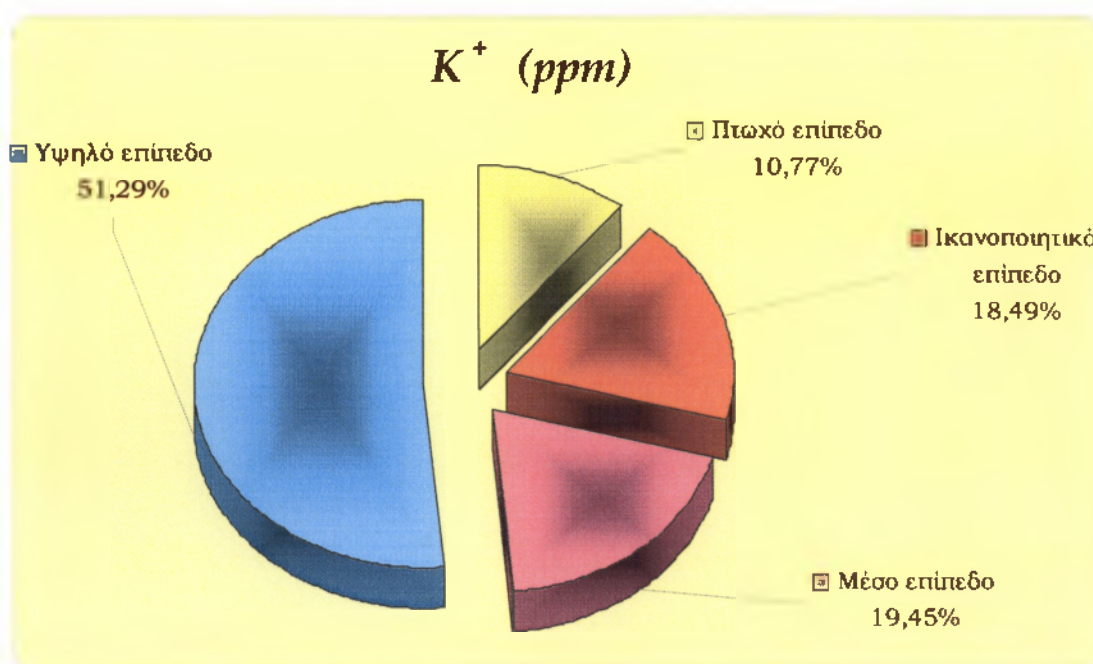
**Διάγραμμα 6.5:** Διαγραμματική απεικόνιση της ποσοστιαίας κατανομής του Υδατοδιαλυτού  $Mg^{+2}$  των εδαφών ελαιοκαλλιέργειας του Δ. Γαργαλιάνων

Στο διάγραμμα 6.5 απεικονίζεται η ποσοστιαία κατανομή υδατοδιαλυτού  $Mg^{+2}$  στα εδάφη ελαιοκαλλιέργειας του Δ. Γαργαλιάνων. Όπως παρατηρείται το μεγαλύτερο ποσοστό, 81,03%, χαρακτηρίζεται με **πτωχό επίπεδο** (<20-25 ppm) υδατοδιαλυτού  $Mg^{+2}$ , σε εμφανώς χαμηλότερα ποσοστά 9,81% εδαφικά δείγματα σε **ικανοποιητικό επίπεδο** (30-45 ppm), σε **υψηλό επίπεδο** (>60 ppm) το ποσοστό είναι 5,63% τέλος το 3,54% εμφανίζει **μέσο επίπεδο** (45-60 ppm) υδατοδιαλυτού  $Mg^{+2}$ .

## 6.6 ΑΝΤΑΛΛΑΞΙΜΟ $K^+$ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΟ Δ. ΓΑΡΓΑΛΙΑΝΩΝ

**Πίνακας 6.6:** Χαρακτηρισμός των εδαφών ανάλογα με το Ανταλλάξιμο  $K^+$   
(ποσοστιαία κατανομή)

$K^+$ (ppm)	Πτωχό επίπεδο	Ικανοποιητικό επίπεδο	Μέσο επίπεδο	Υψηλό επίπεδο
	10,77	18,49	19,45	51,29



**Διάγραμμα 6.6:** Διαγραμματική απεικόνιση της ποσοστιαίας κατανομής του Ανταλλάξιμου  $K^+$  των εδαφών ελαιοκαλλιέργειας του Δ. Γαργαλιάνων

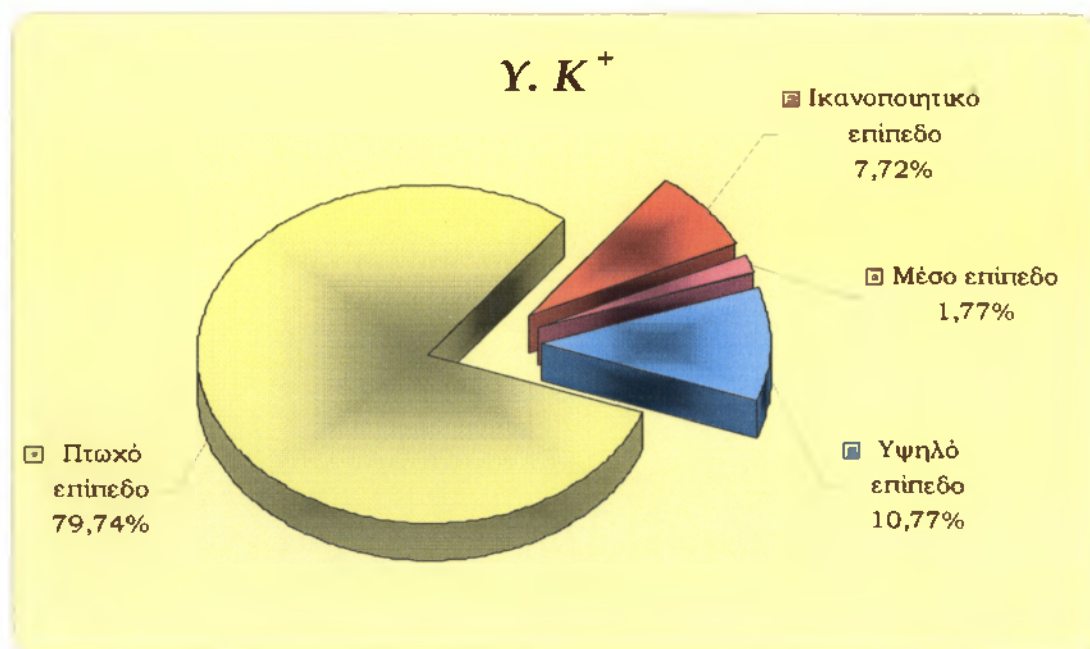
Στο διάγραμμα 6.6 παρατηρούμε ότι τα επίπεδα ανταλλάξιμου  $K^+$  το μεγαλύτερο ποσοστό 51,29%, είναι εδάφη με **υψηλό επίπεδο** (>200 ppm) συγκέντρωσης ανταλλάξιμου  $K^+$ , το 19,45% έχουν **μέσο επίπεδο** (150-200 ppm) συγκέντρωσης, το 18,49% **ικανοποιητικό επίπεδο** (100-150 ppm) ενώ **πτωχό επίπεδο** (50-100 ppm) έχουν το 10,77% των εδαφικών δειγμάτων.



## 6.7 ΥΔΑΤΟΔΙΑΛΥΤΟ K<sup>+</sup> ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΟ Δ. ΓΑΡΓΑΛΙΑΝΩΝ

**Πίνακας 6.7:** Χαρακτηρισμός των εδαφών ανάλογα με το Υδατοδιαλυτό K<sup>+</sup>  
(ποσοστιαία κατανομή)

Υ. K <sup>+</sup>	Πτωχό επίπεδο	Ικανοποιητικό επίπεδο	Μέσο επίπεδο	Υψηλό επίπεδο
	79,74	7,72	1,77	10,77



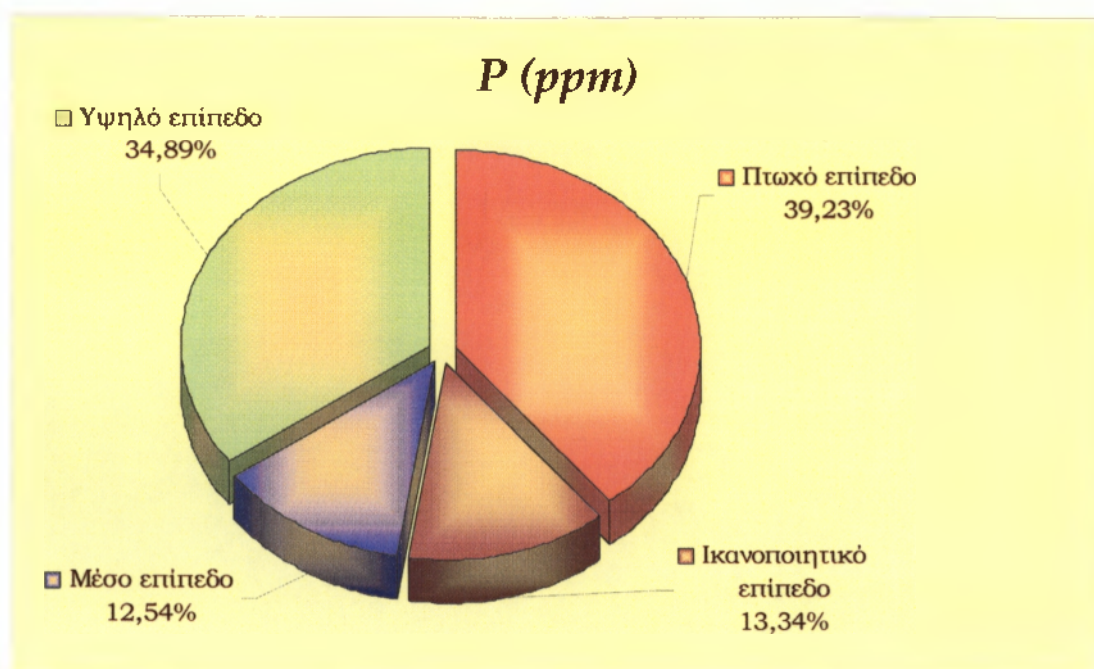
**Διάγραμμα 6.7 :** Διαγραμματική απεικόνιση της ποσοστιαίας κατανομής του Υδατοδιαλυτού K<sup>+</sup> των εδαφών ελαιοκαλλιέργειας του Δ. Γαργαλιάνων

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό 79,74% εδαφικών δειγμάτων διαθέτουν **πτωχό επίπεδο** (<30-35 ppm) συγκέντρωσης υδατοδιαλυτού K<sup>+</sup>, σε εμφανώς χαμηλότερα ποσοστά της τάξης 7,72% διαθέτουν **ικανοποιητικό επίπεδο** (40-60 ppm), το 10,77% **υψηλό επίπεδο** (>70 ppm) και το μόνο το 1,77% των εδαφικών δειγμάτων διαθέτουν **μέσο επίπεδο** (60-70 ppm) υδατοδιαλυτού K<sup>+</sup>.

## 6.8 ΦΩΣΦΟΡΟΣ (P) ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΟ Δ. ΓΑΡΓΑΛΙΑΝΩΝ

**Πίνακας 6.8:** Χαρακτηρισμός των εδαφών ανάλογα με το Φώσφορος (P)  
(ποσοστιαία κατανομή)

P (ppm)	Πτωχό επίπεδο	Ικανοποιητικό επίπεδο	Μέσο επίπεδο	Υψηλό επίπεδο
	39,23	13,34	12,54	34,89



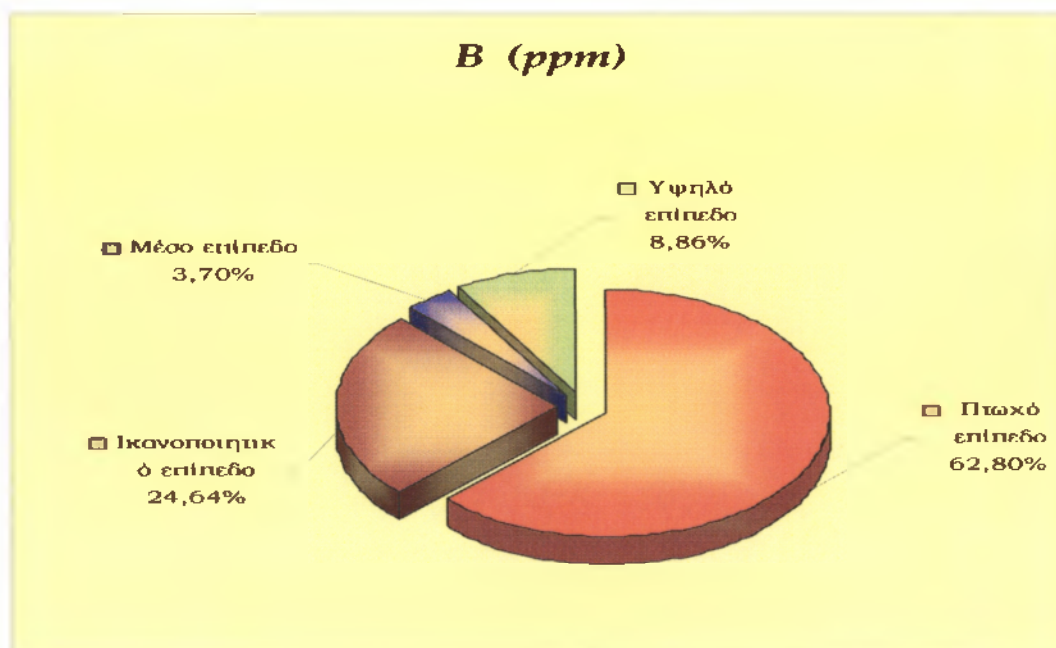
**Διάγραμμα 6.8:** Διαγραμματική απεικόνιση της ποσοστιαίας κατανομής του Φωσφόρου (P) των εδαφών ελαιοκαλλιέργειας του Δ. Γαργαλιάνων

Οι συγκεντρώσεις του φωσφόρου στα εδαφικά διαλύματα των ελαιοκαλλιιεργειών του Δ. Γαργαλιάνων περιγράφονται ως εξής: σε ποσοστό 39,23% τα εδάφη διαθέτουν **πτωχό επίπεδο** (<20 ppm) φωσφόρου, σε ποσοστό 12,54% **μέσο επίπεδο** (30-40 ppm) συγκέντρωσης φωσφόρου, σε ποσοστό 13,34% **ικανοποιητικό επίπεδο** (20-30 ppm) και σε ποσοστό 34,89% εδαφικά δείγματα σε **υψηλό επίπεδο** (>40 ppm) συγκέντρωσης φωσφόρου.

## 6.9 ΒΟΡΙΟ (B) ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΟ Δ. ΓΑΡΓΑΛΙΑΝΩΝ

**Πίνακας 6.9:** Χαρακτηρισμός των εδαφών ανάλογα με το Βόριο (B)  
(ποσοστιαία κατανομή)

B (ppm)	Πτωχό επίπεδο	Ικανοποιητικό επίπεδο	Μέσο επίπεδο	Υψηλό επίπεδο
	62,80	24,64	3,70	8,86



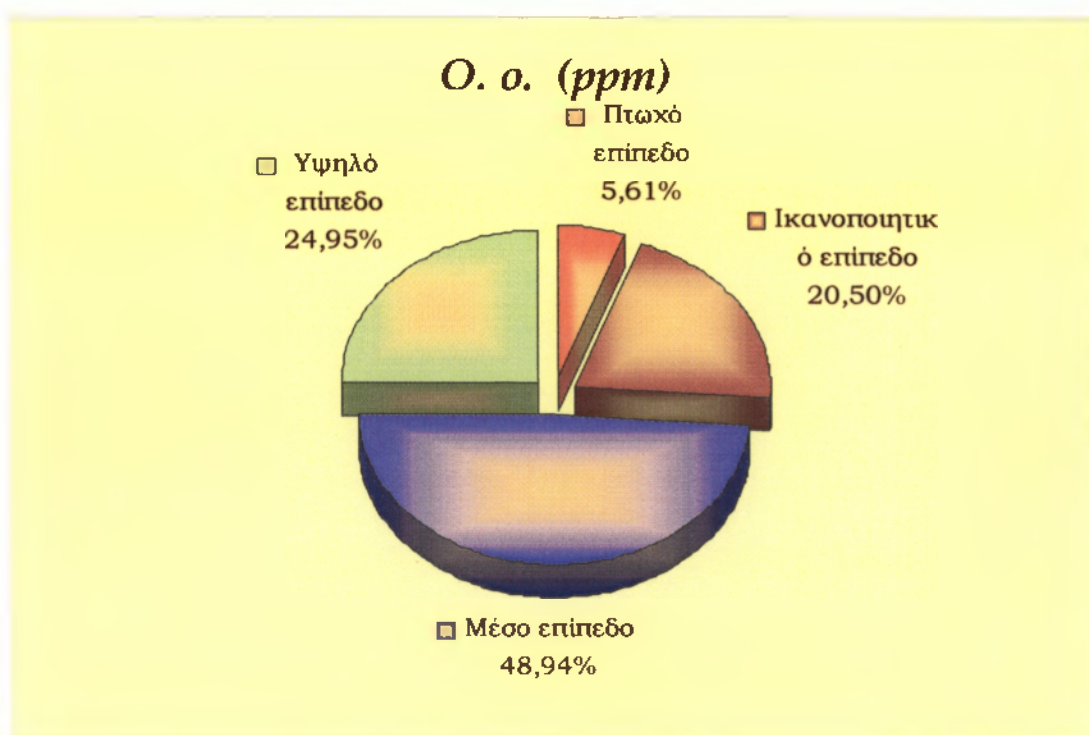
**Διάγραμμα 6.9:** Διαγραμματική απεικόνιση της ποσοστιαίας κατανομής του Βορίου (B) των εδαφών ελαιοκαλλιέργειας του Δ. Γαργαλιάνων

Το διάγραμμα 6.9 παρουσιάζει τις συγκεντρώσεις βορίου που βρέθηκαν στα εδαφικά δείγματα των ελαιοκαλλιεργειών και έχουν ως εξής: το μεγαλύτερο ποσοστό 62,80% διαθέτει **πτωχά επίπεδα** (0,25 -0,35 ppm) συγκέντρωσης βορίου, ένα ποσοστό 3,70% **μέσο επίπεδο** (0,60-0,70 ppm), το 24,64% διαθέτει **ικανοποιητικό επίπεδο** (0,40-0,60 ppm) συγκέντρωσης ενώ μόνο ένα 8,86% διαθέτει **υψηλό επίπεδο** (0,70-1 ppm) συγκέντρωσης .

## 6.10 ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΟ Δ. ΓΑΡΓΑΛΙΑΝΩΝ

**Πίνακας 6.10:** Χαρακτηρισμός των εδαφών ανάλογα με την Οργανική Ουσία  
(ποσοστιαία κατανομή)

Ο.ο.	Πτωχό επίπεδο	Ικανοποιητικό επίπεδο	Μέσο επίπεδο	Υψηλό επίπεδο
	5,61	20,50	48,94	24,95



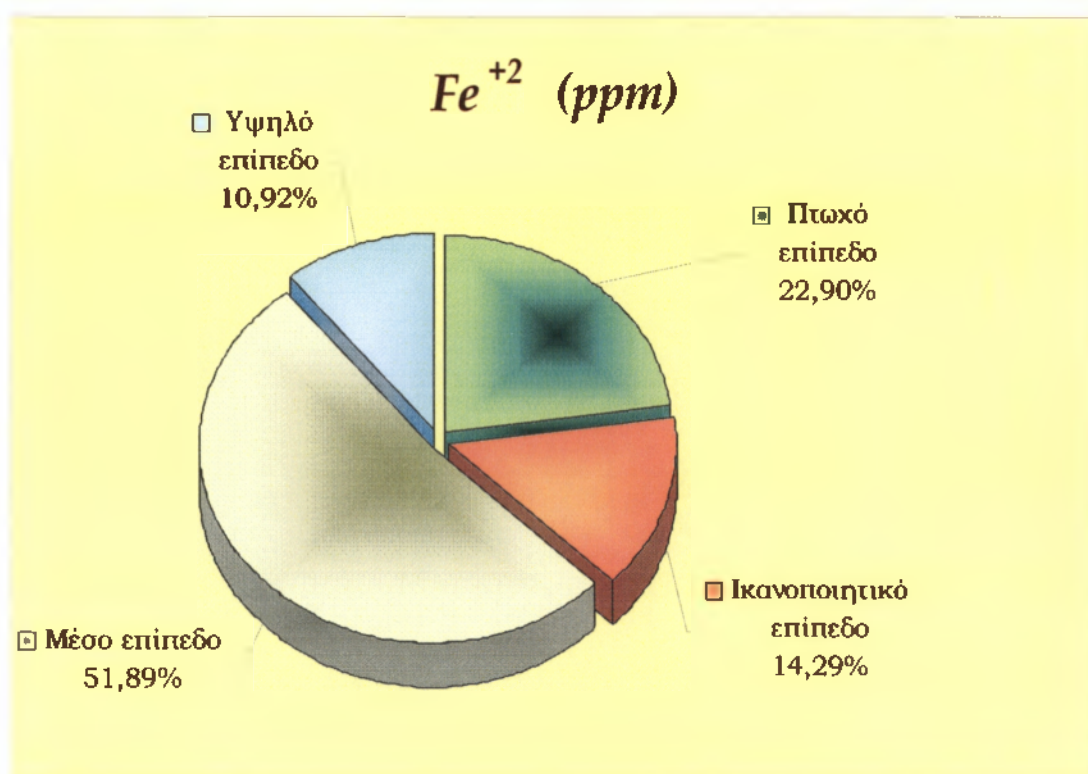
**Διάγραμμα 6.10:** Διαγραμματική απεικόνιση της ποσοστιαίας κατανομής της Οργανικής Ουσίας των εδαφών ελαιοκαλλιέργειας του Δ. Γαργαλιάνων

Στο διάγραμμα 6.10 απεικονίζεται η ποσοστιαία κατανομή της συγκέντρωσης οργανικής ουσίας στα εδαφικά δείγματα της μελέτης μας. Το 48,94% διαθέτει **μέσο επίπεδο** (2-3%) συγκέντρωσης οργανικής ουσίας. Το 24,95 & **υψηλό επίπεδο** (3-5%), το 20,50% **ικανοποιητικό επίπεδο** (1,5-2 ppm) ενώ μόνο ένα 5.61% διαθέτει **πτωχό επίπεδο** (<1,5 ppm) οργανικής ουσίας.

## 6.11 ΣΙΔΗΡΟΣ ( $Fe^{+2}$ ) ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΟ Δ. ΓΑΡΓΑΛΙΑΝΩΝ

**Πίνακας 6.11:** Χαρακτηρισμός των εδαφών ανάλογα με τον Σίδηρο ( $Fe^{+2}$ )  
(ποσοστιαία κατανομή)

$Fe^{+2}$ (ppm)	Πτωχό επίπεδο	Ικανοποιητικό επίπεδο	Μέσο επίπεδο	Υψηλό επίπεδο
	22,90	14,29	51,89	10,92



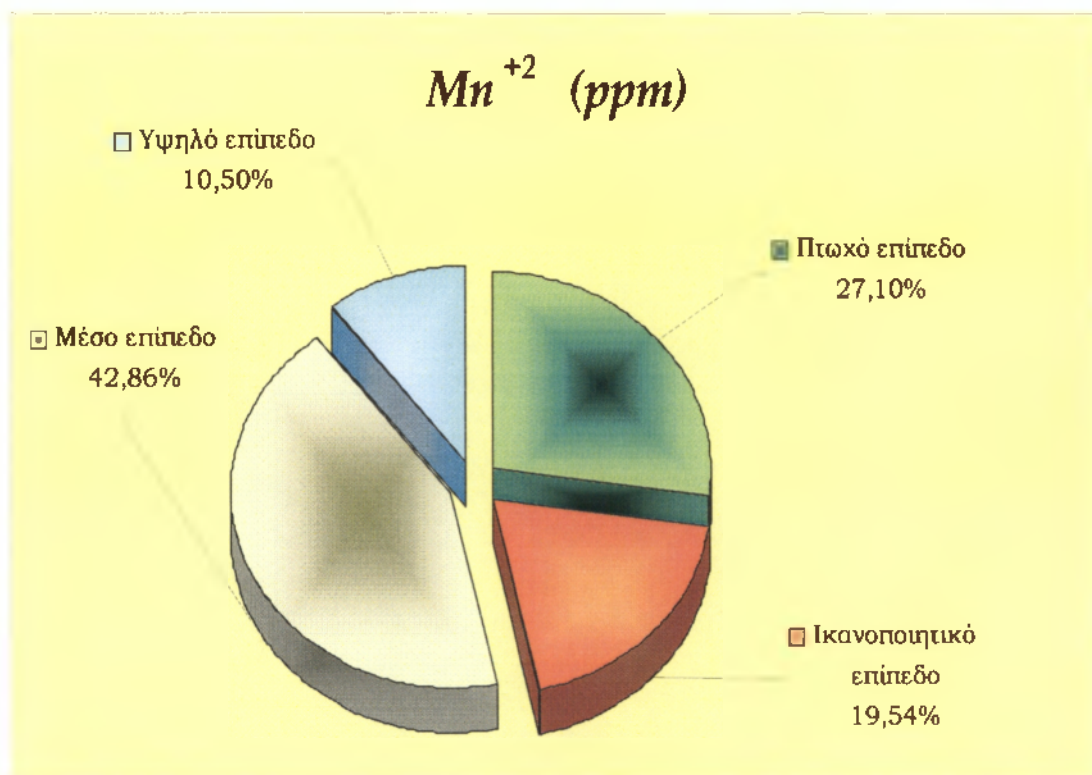
**Διάγραμμα 6.11:** Διαγραμματική απεικόνιση της ποσοστιαίας κατανομής του Σιδήρου ( $Fe^{+2}$ ) των εδαφών ελαιοκαλλιέργειας του Δ. Γαργαλιάνων

Στο διάγραμμα 6.11 απεικονίζεται το επίπεδο συγκέντρωσης των εδαφικών δειγμάτων σε σίδηρο. Παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό 51,89% έχει ένα μέσο επίπεδο (20-100ppm) συγκέντρωσης  $Fe^{+2}$ , ακολουθούν εδάφη σε ποσοστό 22,92% που διαθέτουν πτωχό επίπεδο (1-10 ppm), σε πιο χαμηλά ποσοστά: 14,29% και 10,92% τα εδάφη με ικανοποιητικό επίπεδο (10-20 ppm) και υψηλό επίπεδο (>100 ppm) συγκέντρωσης σιδήρου αντίστοιχα.

## 6.12 ΜΑΓΓΑΝΙΟ ( $Mn^{+2}$ ) ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΟ Δ. ΓΑΡΓΑΛΙΑΝΩΝ

**Πίνακας 6.12:** Χαρακτηρισμός των εδαφών ανάλογα με το Μαγγάνιο ( $Mn^{+2}$ )  
(ποσοστιαία κατανομή)

$Mn^{+2}$ (ppm)	Πτωχό επίπεδο	Ικανοποιητικό επίπεδο	Μέσο επίπεδο	Υψηλό επίπεδο
	27,10	19,54	42,86	10,50



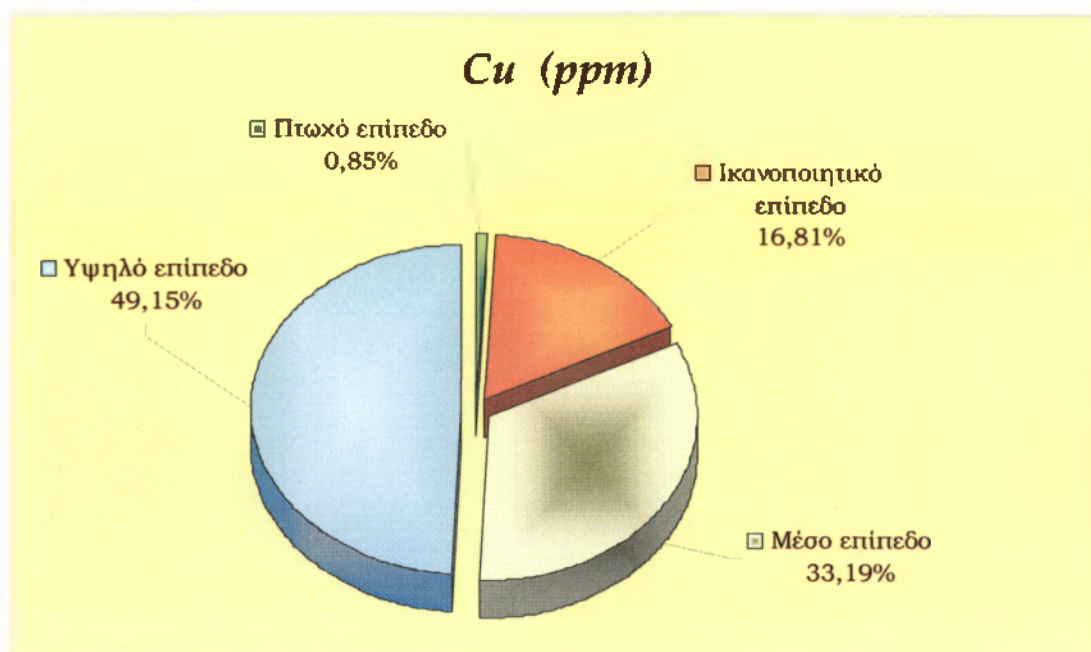
**Διάγραμμα 6.12 :** Διαγραμματική απεικόνιση της ποσοστιαίας κατανομής του Μαγγανίου ( $Mn^{+2}$ ) των εδαφών ελαιοκαλλιέργειας του Δ. Γαργαλιάνων

Στα εδαφικά δείγματα που εξετάστηκαν παρατηρήθηκε ότι σε ποσοστό 42,86% διαθέτουν **μέσο επίπεδο** (8-50 ppm) συγκέντρωσης μαγγανίου. Σε ποσοστό 27,10% **πτωχό επίπεδο** (1-4 ppm) μαγγανίου, ακολουθούν τα εδάφη με **ικανοποιητικό επίπεδο** (10-20 ppm) μαγγανίου σε ποσοστό 19,54% και μόνο ένα 10,50 % σε **υψηλά επίπεδα** (>50 ppm) μαγγανίου.

## 6.13 ΧΑΛΚΟΣ (Cu<sup>+2</sup>) ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΟΝ Δ. ΓΑΡΓΑΛΙΑΝΩΝ

**Πίνακας 6.13:** Χαρακτηρισμός των εδαφών ανάλογα με τον Χαλκό (Cu<sup>+2</sup>) (ποσοστιαία κατανομή)

Cu (ppm)	Πτωχό επίπεδο	Ικανοποιητικό επίπεδο	Μέσο επίπεδο	Υψηλό επίπεδο
	0,85	16,81	33,19	49,15



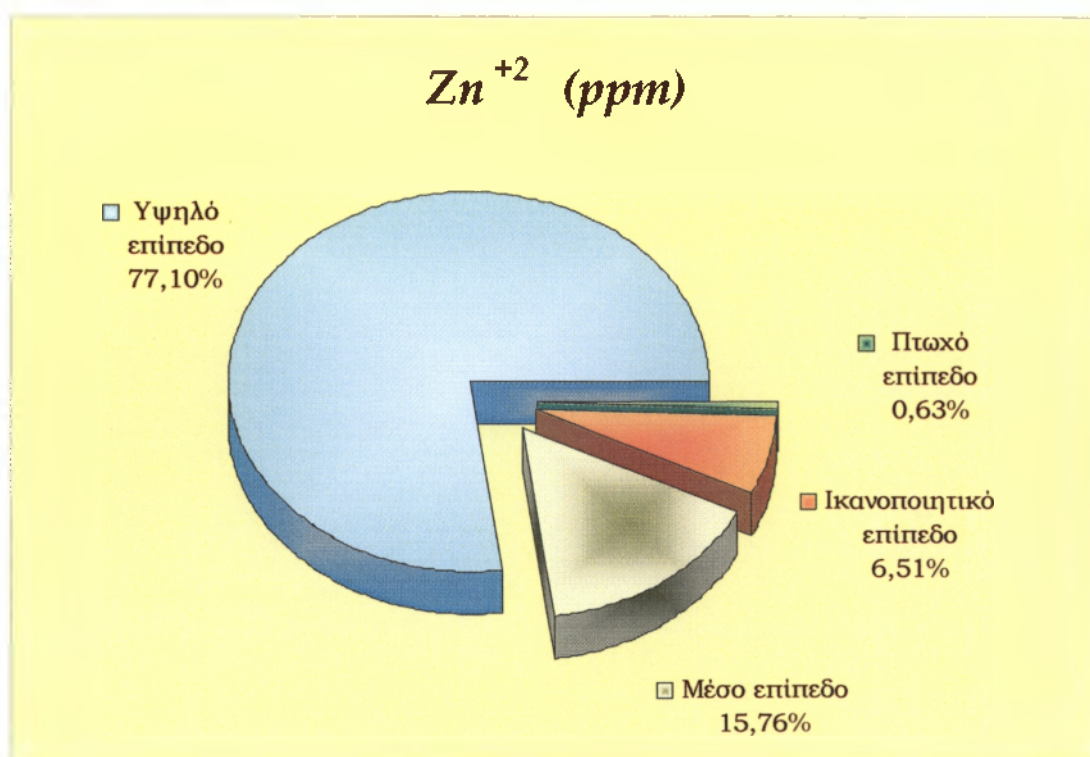
**Διάγραμμα 6.13:** Διαγραμματική απεικόνιση της ποσοστιαίας κατανομής του Χαλκού (Cu<sup>+2</sup>) των εδαφών ελαιοκαλλιέργειας του Δ. Γαργαλιάνων

Σε ότι αφορά την συγκέντρωση του Cu<sup>+2</sup> ένα μεγάλο ποσοστό της τάξης του 49,15% των εδαφικών δειγμάτων διαθέτουν **υψηλό επίπεδο** (>1,5 ppm) συγκέντρωσης Cu<sup>+2</sup>, αντίθετα μηδαμινό ποσοστό 0,85% διαθέτει **πτωχό επίπεδο** (<0,50 ppm) συγκέντρωσης Cu<sup>+2</sup> ενώ τα ποσοστά των υπολοίπων επιπέδων συγκέντρωσης χαλκού διαμορφώθηκαν ως εξής: 16,81% **ικανοποιητικό επίπεδο** (0,5-1 ppm), 33,19% **μέσο επίπεδο** (1-1,5 ppm) χαλκού.

## 6.14 ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ ( $Zn^{+2}$ ) ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΟΝ Δ. ΓΑΡΓΑΛΙΑΝΩΝ

**Πίνακας 6.14:** Χαρακτηρισμός των εδαφών ανάλογα με τον Ψευδάργυρο ( $Zn^{+2}$ )  
(ποσοστιαία κατανομή)

$Zn^{+2}$ (ppm)	Πτωχό επίπεδο	Ικανοποιητικό επίπεδο	Μέσο επίπεδο	Υψηλό επίπεδο
	0,63	6,51	15,76	77,10



**Διάγραμμα 6.14:** Διαγραμματική απεικόνιση της ποσοστιαίας κατανομής του Ψευδαργύρου ( $Zn^{+2}$ ) των εδαφών ελαιοκαλλιέργειας του Δ. Γαργαλιάνων

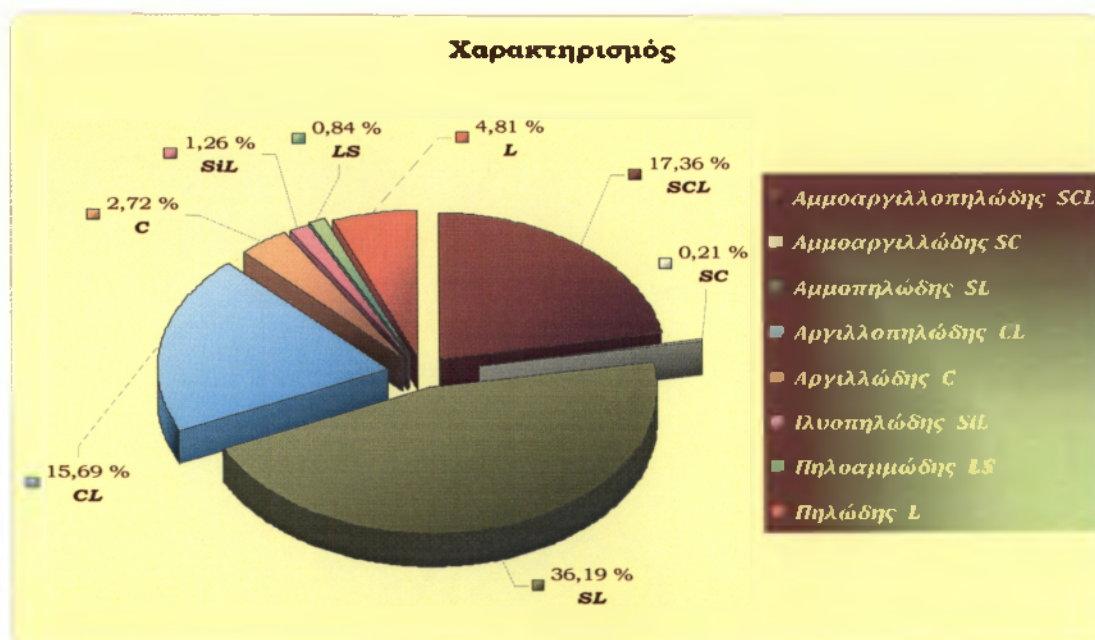
Στο διάγραμμα 6.14 παρατηρούμε ότι το ποσοστό εδαφικών δειγμάτων που διαθέτουν **υψηλό επίπεδο** ( $>1,5$  ppm) συγκέντρωσης ψευδαργύρου είναι το 77,10%. Σε αντίθεση με σχεδόν μηδαμινό ποσοστό, 0,63% υπάρχει **πτωχού επιπέδου** ( $<0,5$  ppm) συγκέντρωσης  $Zn^{+2}$  σε χαμηλά επίπεδα διαμορφώθηκαν τα **ικανοποιητικά επίπεδα** (0,5-1 ppm) και **μέσα επίπεδα** (1-1,5 ppm) με ποσοστά 6,51% και 15,76% αντίστοιχα.



## 6.15 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΕΔΑΦΩΝ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ	SCL	SC	SL	CL	C	SiL	LS	L
	17,36	0,21	36,19	15,69	2,72	1,26	0,84	4,81

Αμμοαργιλλοπηλώδης SCL
Αμμοαργιλώδης SC
Αμμοπηλώδης SL
Αργιλλοπηλώδης CL
Αργιλώδης C
Ίλοσηλώδης SiL
Πηλοαμμώδης LS



Τα εδάφη που ελήφθησαν τα δείγματα εδαφολογικών αναλύσεων των ελαιοκαλλιιεργειών, χαρακτηρίζονται ως εξής:

- Στο μεγαλύτερο ποσοστό (36,19%), ως Αμμοπηλώδη SL
- Σε ποσοστό (17,36%), ως Αμμοαργιλλοπηλώδη SCL
- Σε ποσοστό (15,69%), ως Αργιλλοπηλώδη CL

- Σε ποσοστό (4,81%), ως Πηλώδη L
- Σε ποσοστό (2,72%), ως Αργιλώδη C
- Σε ποσοστό (1,26%), ως Γλυσιπλώδη SiL
- Σε ποσοστό (0,84%), ως Πηλοαμμώδη LS
- Τέλος, στο χαμηλότερο ποσοστό (0,21%), ως Αμμοαργιλώδη SC.

# ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

---

Η ικανότητα της ελιάς, όχι μόνο να επιβιώνει, αλλά και να παράγει σε εδάφη επικλινή, άγονα και περιθωριακά πολύ συχνά μας οδηγεί στην υποτίμηση των θρεπτικών απαιτήσεων και υποβάθμιση της σημασίας της λίπανσης σ' αυτή την καλλιέργεια. Χαμηλά ποσοστά θρεπτικά στοιχεία προκαλούν ταυτόχρονα, ανάσχεση και μπλοκάρουν τους μηχανισμούς διαφοροποίησης των μόλις διαμορφωμένων οφθαλμών, με αποτέλεσμα την αναβολή της εξέλιξης για τον επόμενο χρόνο. Ένα φυτό για να παράγει με κανονικούς ρυθμούς θα πρέπει να αναπτύσσεται, να διατηρεί στο κατάλληλο επίπεδο τις αποθησαυρισμένες ουσίες και παράλληλα να ωριμάζει τους καρπούς, συνεπώς οι ενεργειακές του απαιτήσεις είναι αρκετά αυξημένες. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η ελιά, για να παράγει κανονικά, θα πρέπει να θεωρείται σε ότι αφορά τις θρεπτικές απαιτήσεις, φυτό με τις ίδιες θρεπτικές απαιτήσεις, με τα άλλα καρποφόρα.

Για τον προσδιορισμό των χορηγούμενων στοιχείων λίπανσης χρησιμοποιούνται διάφορες αναλύσεις και θα πρέπει να είναι γνωστά τα παραγωγικά περιθώρια της ποικιλίας στη συγκεκριμένη περιοχή. Η αναλύσεις που συνήθως χρειάζεται για να προσδιοριστούν οι θρεπτικές απαιτήσεις είναι εκείνη της ανάλυσης του εδάφους.

Η εδαφική ανάλυση είναι απαραίτητη για να εντοπιστούν τυχόν περιοριστικοί παράγοντες όπως το pH, η αλατότητα, η ΙΑΚ ή τα ποσοστά των διαθέσιμων στοιχείων (συνήθως τα κατιόντα). Επίσης η ανάλυση των ποσοστών κάποιων ανόργανων στοιχείων στο έδαφος (Na, P, K, Ca, Mg) προσφέρει ενδείξεις μεγαλύτερης αγρονομικής χρησιμότητας.

Τα αποτελέσματα των εδαφικών αναλύσεων που έγιναν σε εδάφη ελαιοκαλλιέργειών στην ευρύτερη περιοχή των Γαργαλιάνων και επεξεργαστήκαμε στην παρούσα εργασία μας οδήγησαν στα εξής συμπεράσματα.

- Η ελιά αναπτύσσεται καλά σε εδάφη με pH 6 έως 8. Στα εδαφικά δείγματα που εξετάσαμε παρατηρούμε ότι 50% μόνο είναι στο βέλτιστο εύρος pH το υπόλοιπο 50% το pH είναι <6. Στα εδάφη αυτά

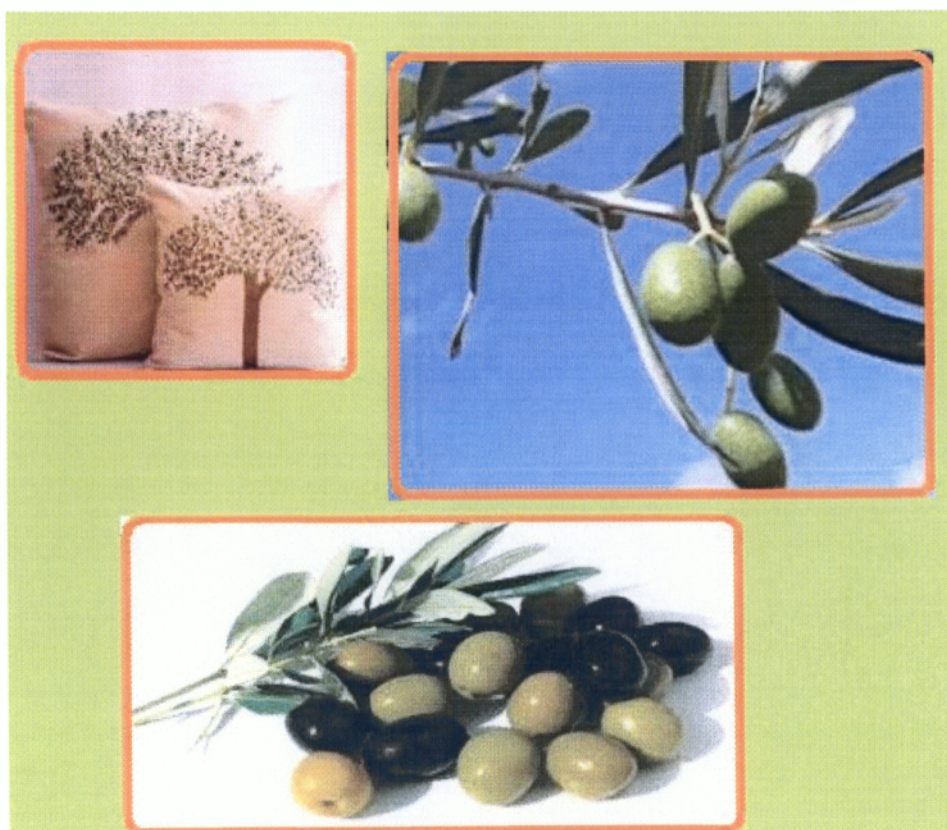
όμως μειώνεται η αφομοιωσιμότητα ορισμένων στοιχείων, κυρίως του φωσφόρου και του ασβεστίου γιατί σχηματίζουν δυσδιάλυτες ενώσεις με τα ιόντα σιδήρου, μαγγανίου και αργιλίου. Η αύξηση του pH των εδαφών αυτών μπορεί να γίνει με προσθήκη στο έδαφος ασβεστούχων υλικών.

- Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους επηρεάζεται από την άδρευση, την μηχανική σύσταση του εδάφους και την λίπανση. Όπως παρατηρούμε σε όλα τα εδαφικά δείγματα η αγωγιμότητα είναι <2,7, δλδ. κάτω από το όριο που απαιτεί η ελαιοκαλλιέργεια ώστε να μην έχουμε μείωση της παραγωγής.
- Σε ότι αφορά την συγκέντρωση του ασβεστίου στο μεγαλύτερο ποσοστό των δειγμάτων (63%) βρέθηκαν συγκεντρώσεις 1200-2400 ppm που είναι τα βέλτιστα επίπεδα για την ελαιοκαλλιέργεια.
- Η συγκέντρωση του φωσφόρου για τα εδάφη ελαιοκαλλιέργειας θα πρέπει να είναι μεταξύ 15 -30 ppm. Παρόλα αυτά παρατηρούμε ότι ένα μεγάλο ποσοστό (35% περίπου) η συγκέντρωση P είναι μικρότερη από 15 ppm. Ταυτόχρονα ένα αντίστοιχο ποσοστό έχει συγκέντρωση πάνω από 30 ppm. Αυτό θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψιν από του ελαιοκαλλιεργητές ώστε να βελτιώσουν τα επίπεδα φωσφόρου στα εδάφη των καλλιεργειών τους.
- Η βέλτιστη συγκέντρωση του βορίου στις ελαιοκαλλιέργειες θα πρέπει να είναι μικρότερη από 0,3 ppm. Το μεγαλύτερο ποσοστό των εξεταζόμενων εδαφικών δειγμάτων (63%) διαθέτει συγκεντρώσεις βορίου στο επιθυμητό επίπεδο.

- Τα θρεπτικά στοιχεία βρίσκονται στο έδαφος με τον εξής τρόπο, ως δεσμευμένα, λιγότερο ή περισσότερο ισχυρά στην επιφάνεια των κολλοειδών που είναι τα πολύ μικρά σωματίδια του εδάφους αλλά και στα εδαφικό διάλυμα. Τα ανταλλάξιμα ιόντα είναι δεσμευμένα στα κολλοειδή ενώ τα υδατοδιαλυτά βρίσκονται στο εδαφικό διάλυμα. Τα φυτά προσλαμβάνουν θρεπτικά στοιχεία κυρίως από το εδαφικό διάλυμα, δηλαδή τα υδατοδιαλυτά ιόντα. Δείκτης όμως αφομοιωσιμότητας είναι τα ανταλλάξιμα ιόντα. Από τις εδαφικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν παρατηρούμαι ότι ένα ποσοστό της τάξης του 70% των εδαφικών δειγμάτων οι συγκεντρώσεις των ανταλλάξιμων ιόντων Καλίου και Μαγνησίου είναι στα βέλτιστα επίπεδα για το κάθε θρεπτικό στοιχείο.
- Σε ότι αφορά τις συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων η πλειοψηφία των δειγμάτων διαθέτει ικανοποιητικές συγκεντρώσεις. Ταυτόχρονα η αφομοιωσιμότητα των ιχνοστοιχείων επηρεάζεται άμεσα από το pH του κάθε εδάφους.
- Τέλος σε ότι αφορά την σύσταση του εδάφους το μεγαλύτερο ποσοστό των εδαφικών δειγμάτων περιέχουν άμμο και ιλύ. Αυτός ο συνδυασμός έχει όλες τις επιθυμητές ιδιότητες καθώς στραγγίζει καλά και ταυτόχρονα δίνει όλα τα θρεπτικά στοιχεία που χρειάζεται η ελιά για την ανάπτυξή της.

Εν κατακλείδι τα εδαφικά δείγματα της περιοχής Γαργαλιάνων παρουσιάζουν ποικιλομορφία καθώς το κάθε ένα από αυτά αντιδρά διαφορετικά στις εξωτερικές παρεμβάσεις, ανθρώπινες ή φυσικές. Ταυτόχρονα όμως σε γενικές γραμμές τα μετρούμενα χαρακτηριστικά στα εδάφη βρίσκονται στα βέλτιστα επίπεδα για την καλλιέργεια της ελιάς.

Έτσι μπορούμε να πούμε σαν γενικό συμπέρασμα ότι νέα λιοστάσια, με σωστή φύτευση, εισέρχονται πολύ γρήγορα στην παραγωγική διαδικασία γεγονός που οφείλεται στη διατήρηση των θρεπτικών συστατικών του εδάφους, την εξασφάλιση της οικολογικής ισορροπίας και την τήρηση των κανόνων και των κανονισμών ολοκληρωμένης διαχειρίσεις της ελαιοκαλλιέργειας.



# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

1. Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας, (2011), Οδηγίες δειγματοληψίας εδάφους Καλαμάτα
2. Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας, (2011), Όρια επάρκειας θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος, Καλαμάτα
3. Γιάσογλου Ι., (1995), Μαθήματα Εφαρμοσμένης Εδαφολογίας Αθήνα
4. Γουρνιζάκη Ε., (2004), Διερεύνηση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των οργανικών εδαφών των Τεναγών Φιλίππων, Α.Τ.Ε.Ι. Κρήτης, Ηράκλειο
5. Δημόγιαννης Δ., Τσαντήλας Χ., (2011) Χαρτογράφηση εδαφών – εδαφολογικές μελέτες : αντικείμενο, σημασία & προδιαγραφές σύνταξης Αναρτημένο:[http://www.ismc.gr/various/Prodiagrafes\\_edafologikon\\_meleton.pdf](http://www.ismc.gr/various/Prodiagrafes_edafologikon_meleton.pdf)
6. Δούτσος Θ. (2000), Γεωλογία: Αρχές και Εφαρμογές, Leader Books, Αθήνα
7. Κάμαρης Α., (2007), Προσδιορισμός των παραμέτρων διατηρητικής αντοχής & φέρουσας ικανότητας των εδαφών, Α.Τ.Ε.Ι Θεσσαλονίκης, Θεσ/νίκη
8. Καρακατσούλης Π., (1993), Αρδεύσεις - Στραγγίσεις και Προστασία των Εδαφών, Γεωπονικό Παν/μιο, Αθήνα
9. Κουκουλάκης Π., Παπαδόπουλος Α., (2001), Η ερμηνεία της ανάλυσης του εδάφους, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα
10. Κώτσιρας Α., Δημόπουλος Β., (2011), Μεθοδολογίες εδαφικών αναλύσεων, Καλαμάτα
11. Μετζιδάκης Ι., (2006), Εφαρμογή συστήματος ολοκληρωμένης διαχείρισης της ελαιοκαλλιέργειας στο πλαίσιο του καν. 2080/05, ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε, Χανιά

12. Σακελλαριάδη Σ., (1992), Παραδόσεις μαθήματος της Εδαφολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσ/νίκης, Θεσ/νίκη
13. Σινάνης Κ., (2008), «Εδαφολογία», Τ.Ε.Ι Κρήτης, Ηράκλειο
14. Σφακιωτάκης Ε., (1993), Μαθήματα ελαιοκομίας , καλλιεργητικές εργασίες του εδάφους του ελαιώνα, Έκδοση τυροMan, Αθήνα
15. Τσιτσίας Κ., (1997), Εδαφολογία, Ο.Ε.Δ.Β, Αθήνα
16. <http://www.greekarchitects.g>, 30-4-2011
17. [http://www.soil-net.com/legacy/advanced/soil\\_mapping.htm](http://www.soil-net.com/legacy/advanced/soil_mapping.htm), 25-04-2011.

