



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑΣ & ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΕΔΑΦΟΓΕΝΕΣΗΣ ΠΟΥ  
ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΙΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (Χ) ΕΔΑΦΩΝ  
ΤΗΣ ΤΑΞΕΩΣ ΤΩΝ ALFISOLS ΚΑΙ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΠΟΥ  
ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΝΤΑΙ ΕΚΤΟΣ ΤΟΥ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΟΥ ΤΟΞΟΥ ΤΟΥ Ν.  
ΑΙΓΑΙΟΥ**

***ΠΡΙΦΤΗ ΜΑΡΙΛΕΝΑ***

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:**

**ΜΟΥΣΤΑΚΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

**ΚΑΛΛΙΑΝΟΥ ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ, ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ**

**ΚΟΣΜΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

**ΑΘΗΝΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2010**

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη σημαίνει το τέλος της θητείας μου, ως φοιτήτρια, στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών και συγκεκριμένα στο τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής. Για αυτό το λόγο θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε ανθρώπους που στάθηκαν δίπλα μου έως την αποπεράτωση του έργου αυτού. Πρώτον από όλους, ευχαριστώ πάρα πολύ τον επιβλέποντα καθηγητή μου και πρόεδρο του τμήματος ΑΦΠ & ΓΜ, κύριο Νικόλαο Μουστάκα, διότι είναι υπεύθυνος για τον εμπλουτισμό των γνώσεων μου και την ουσιαστική κατάρτιση μου στον τομέα της Γεωπονικής Επιστήμης, καθώς επίσης και για την ανοχή του στα λάθη, τις ιδιοτροπίες και τα άγχη μου. Ευχαριστώ επίσης, τους δύο καθηγητές που συμπληρώνουν την τριμελή εξεταστική επιτροπή μου, την κυρία Χαρίκλεια Καλλιάνου και τον κύριο Κων/νο Κοσμά, με τους οποίους συνεργάστηκα κατά πολλά από τα φοιτητικά μου χρόνια, προπτυχιακά και μεταπτυχιακά, με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ εκφράζω στη συνάδελφο και πάνω από όλα φίλη μου κυρία Βασιλική Χατζηιωάννου, με την οποία συμπορευόμαστε από την πρώτη ημέρα που εισαχθήκαμε στο πανεπιστήμιο αυτό, η βοήθεια και η συμπαράστασή της ήταν πολύτιμη για εμένα. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υπεύθυνο του εργαστηρίου Εδαφολογίας & Γεωργικής Χημείας, κύριο Στέλιο Δάλλα, για τη βοήθειά του, καθώς και για το φιλικό κλίμα που επικρατούσε όλες αυτές τις ώρες των εργαστηριακών ασκήσεων. Ευχαριστώ όλους τους καθηγητές και τους συμφοιτητές μου για όλα όσα περάσαμε μαζί αυτά τα χρόνια. Και τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου και τους δικούς μου ανθρώπους για τη στήριξη και τη συμπαράσταση τους καθ'όλη τη διάρκεια της φοιτητικής μου ζωής.

Με εκτίμηση,

Μαριλένα Πρίφτη

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΣΤΑ ΑΓΓΛΙΚΑ (ABSTRACT) .....	2

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
---------------	---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΚΛΙΜΑ

3.1. ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΣΤΑ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΑ ΕΔΑΦΗ ΕΚΤΟΣ ΤΟΞΟΥ ΤΟΥ Ν. ΑΙΓΑΙΟΥ.....	18
3.2. ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΣΕ ΕΔΑΦΗ ALFISOLS.....	21
3.3. ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΟΡΝΤΗΩΑΙΤΕ.....	24
3.4. ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ .....	31

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΓΕΩΛΟΓΙΑ

4.1. ΚΡΟΚΕΕΣ.....	33
4.2. ΛΗΜΝΟΣ .....	39
4.3. ΛΕΣΒΟΣ.....	47
4.4. ΑΓΙΑ ΣΟΦΙΑ .....	50
4.5. ΞΑΝΘΗ.....	58

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

5.1. ΛΗΨΗ ΚΑΙ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ .....	61
5.2. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ .....	61
5.3. pH.....	61
5.4. ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ .....	62
5.5. ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΟΥ ΔΙΘΕΙΟΝΙΚΟΥ ΝΑΤΡΙΟΥ ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$ ).....	62
5.6. ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΟΥ ΟΞΑΛΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ.....	62
5.7. ΟΛΙΚΗ ΣΤΟΙΧΕΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΚΛΑΣΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΑΜΜΟΥ .....	63
5.8. ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΕΠΙΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	63

5.9. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ .....	63
-------------------------------	----

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ**

6.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΔΑΦΟΤΟΜΩΝ .....	64
6.1.1. ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΑ ΕΔΑΦΗ ΕΚΤΟΣ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΟΥ ΤΟΞΟΥ Ν.ΑΙΓΑΙΟΥ .....	64
6.1.2. ΕΔΑΦΗ ALFISOLS.....	75
6.2. ΦΥΣΙΚΕΣ – ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ – ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΙΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (X).....	89
6.2.1. ΕΔΑΦΟΤΟΜΕΣ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΕΚΤΟΣ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΟΥ ΤΟΞΟΥ Ν.ΑΙΓΑΙΟΥ .....	89
6.2.2. ΕΔΑΦΗ ALFISOLS.....	111
6.3. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΣΙΔΗΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΣΤΗ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΙΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ .....	130
6.4. ΜΕΣΟΣ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΟΡΟΣ .....	132
6.5. ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΙΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΗ ΑΠΟ ΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΜΑΓΝΗΤΙΣΗΣ (% $X_{fd}$ ) .....	137
6.6. ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΕΠΙΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΗΣ ΑΠΟ ΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΜΑΓΝΗΤΙΣΗΣ ΜΕ ΤΙΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	142
6.6.1. ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΑ ΕΔΑΦΗ ΕΚΤΟΣ ΤΟΞΟΥ Ν.ΑΙΓΑΙΟΥ .....	142
6.6.2. ΕΔΑΦΗ ALFISOLS.....	143
6.7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	143

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	147
-------------------	-----

<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b> .....	148
------------------------	-----

<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	153
---------------------------	-----



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία μελετήθηκαν φυσικοχημικές ιδιότητες ηφαιστειακών εδαφών που ανήκουν εκτός του ηφαιστειακού τόξου του Ν. Αιγαίου καθώς και εδαφών της τάξεως των Alfisols. Συγκεκριμένα μελετήθηκαν οι φυσικοχημικές ιδιότητες των ηφαιστειακών εδαφών από τους Νομούς Λακωνίας (Κροκεές), Λήμνου και Λέσβου καθώς επίσης και εδαφών Alfisols από τους Νομούς Λαρίσης (Αγιά Σοφία) και Ξάνθης (Τύμπανο - Ερεικώνας). Σε όλα τα εδάφη επιπλέον προσδιορίσθηκε και η Μαγνητική επιδεκτικότητα (X), με σκοπό τη διερεύνηση της σχέσης των φυσικοχημικών και μαγνητικών ιδιοτήτων τους.

Τα ηφαιστειακά εδάφη παρουσιάζουν λεπτόκοκκη έως μετρίως χονδρόκοκκη και τα Alfisols λεπτόκοκκη έως χονδρόκοκκη, κοκκομετρική σύσταση. Το pH των εδαφών κυμαίνεται από ισχυρά όξινο έως αλκαλικό. Στο σύνολο των εδαφών, δεν παρατηρούνται υψηλά ποσοστά οργανικής ουσίας.

Στα ηφαιστειακά εδάφη δεν παρατηρούνται υψηλές τιμές Μαγνητικής επιδεκτικότητας με εξαίρεση αυτά της Λήμνου. Οι μαγνητικές ιδιότητες των ηφαιστειακών εδαφών οφείλονται, κατά κύριο λόγο, στο μητρικό υλικό του εδάφους. Οι διάφορες μορφές του σιδήρου δε συμμετέχουν στη μαγνήτιση των εδαφών αυτών.

Οι τιμές της Μαγνητικής επιδεκτικότητας στα εδάφη των Alfisols είναι σχετικά χαμηλές. Τα συστατικά του εδάφους που είναι υπεύθυνα για τη μαγνήτιση των εδαφών αυτών είναι κυρίως τα δευτερογενή συστατικά του εδάφους, με σημαντική συνεισφορά και του σιδήρου του κρυσταλλικού πλέγματος.

Η στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ Μαγνητικής επιδεκτικότητας και «ενεργού» σιδήρου ( $Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$ ) επιβεβαιώνει τη μείωση της Μαγνητικής επιδεκτικότητας με το χρόνο.

Από το δείκτη  $Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$  (δείκτης εξέλιξης), προκύπτει ότι στην πορεία του χρόνου, μέσω των εδαφογενετικών διεργασιών που έλαβαν χώρα στα εδάφη αυξήθηκαν τα κρυσταλλικά οξειδία του σιδήρου, αλλά υπό τις μορφές του γκαιτίτη και του αιματίτη, ορυκτών που δεν συνεισφέρουν σημαντικά στις μαγνητικές ιδιότητες του εδάφους.

Γενικά σε όλα τα μελετώμενα εδάφη εμφανίζονται υπερπαραμαγνητικά ορυκτά (SP), σε διαφορετικά ποσοστά.

## ABSTRACT

In this thesis studied the physicochemical properties of volcanic soils that they don't belong in the volcanic arc of the South Aegean and Alfisols soils. Specifically we studied the physicochemical properties of the volcanic soils of the provinces of Lakonia (Krokees), Limnos and Lesvos, as well as Alfisols soils of prefectures of Larissa (Agia Sophia) and Xanthi (Timpano - Ereikones). In addition to all the sites identified the Magnetic susceptibility (X) in order to explore the relationship of physical, chemical and magnetic properties.

As result of the mechanic analysis we have that the volcanic soils are fine to medium coarse and Alfisols are fine to coarse. The pH of soils ranges from strongly acidic to alkaline. In the territories, there are no high organic matter.

In volcanic soils there are no high values of magnetic susceptibility except those of Limnos. The magnetic properties of volcanic soils due primarily to the parent material of soil. The various forms of iron don't contribute of the magnetization of these soils.

The values of the magnetic susceptibility of Alfisols soils are low. The components of soil which are responsible for the magnetization of these areas are, mostly, the secondary components of soil, with substantial support from the iron of the crystal lattice.

The statistically significant correlation between magnetic susceptibility and ratio ( $\text{Fe}_2\text{O}_{3o} / \text{Fe}_2\text{O}_{3d}$ ) confirms the reduction of magnetic susceptibility with time.

From the ratio  $\text{Fe}_2\text{O}_{3d}/\text{Fe}_2\text{O}_{3t}$ , resulting that over time, through soil processes occurring in soils increased the crystalline iron oxides, but in the forms of goetite and hematite, minerals that do not contribute significantly to magnetic properties of the soil.

Generally in all the planned soils appear superparamagnetic minerals (SP), at different rates.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μέτρηση της μαγνητικής επιδεκτικότητας είναι μια απλή, σύντομη και μη καταστροφική τεχνική προκειμένου να χαρακτηρίσουμε εδάφη και ιζήματα και χρησιμοποιείται συχνά τις τελευταίες δεκαετίες (Mullins,1977; Maher,1986; Thompson and Oldfield,1986; Dearing et al.,1996; Maher,1998; de Jong et al.,2000; Lu et al.,2000; Lu,2000a,b; Maher et al.,2003; Rivas et al.,2006). Η μαγνητική επιδεκτικότητα έχει χρησιμοποιηθεί για να περιγραφούν οι διαδικασίες σχηματισμού του εδάφους και η ανάπτυξη του εδαφικού προφίλ, για να αναγνωριστεί η λιθολογία εδαφικών μητρικών υλικών, σαν βοήθεια στην ταξινόμηση των εδαφών και σαν ένα μέτρο της ποσότητας των μαγνητικών ορυκτών στα εδάφη (Mullins,1977; Özdemir and Banerjee, 1982; Maher,1986; Resende et al., 1986; Singer and Fine,1989; Fine et al.,1992; Jordanova et al.,1997; Fontes et al.,2000, Lu,2000a, 2003; Maher et al.,2003).

Τα τελευταία χρόνια έχει υπάρξει μια βαθμιαία εμφάνιση ενδιαφέροντος για τις μαγνητικές ιδιότητες των εδαφών. Ο Le Borgne (1955) διαπίστωσε ότι η μαγνητική επιδεκτικότητα του επιφανειακού εδάφους ήταν γενικά μεγαλύτερη από αυτή του υπεδάφους και του ελλοχεύοντος μητρικού υλικού, και ότι η σημαντικότερη συμβολή σε αυτήν την ευαισθησία προήλθε από την άργιλο – κλάσμα άργιλου του εδάφους. Τα συμπεράσματά του έχουν τεκμηριωθεί περαιτέρω από τους επόμενους ερευνητές και αποτελούν τη βάση μιας μεγαλύτερης μελέτης.

Πολλοί ερευνητές έχουν μελετήσει την εναλλαγή της επιδεκτικότητας κάτω από το προφίλ και τη σχέση του με τον εδαφικό τύπο. Οι Vadyunina και Babanin (1972) κατά τη σύνοψη μεγάλου όγκου εργασιών που πραγματοποιήθηκαν στη Ρωσία προτείνουν ότι η μέτρηση της μαγνητικής επιδεκτικότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως στοιχείο των εδαφικών διαδικασιών όπως το gleying και το solidization.

Δυστυχώς, ορισμένες μελέτες έχουν δημιουργήσει την εντύπωση ότι η μαγνητική επιδεκτικότητα είναι ανάλογη με την ποσότητα των μαγνητικών ορυκτών στο έδαφος. Αν και αυτό είναι αλήθεια, σε ορισμένες περιπτώσεις, η σταθερά της αναλογικότητας, εξαρτάται από τα ορυκτά που είναι παρόντα και το μέγεθος κόκκου. Επιπλέον, η πραγματική μέθοδος μέτρησης της ευαισθησίας θα επηρεάσει τις τιμές που λαμβάνονται. Για αυτούς τους λόγους, είναι αναγκαίο να συνοψιστούν μερικές από τις μαγνητικές ιδιότητες των ορυκτών στο έδαφος.

## ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ

Ο μαγνητισμός κληρονομείται από δυνάμεις ή ενέργειες που παράγονται από τα ηλεκτρόνια που αποτελούνται τα άτομα. Τα ηλεκτρόνια περιστρέφονται γύρω από τον άξονά τους καθώς επίσης και γύρω από τον πυρήνα του ατόμου στις δικές τους τροχιές. Οι περιστροφές αυτές είναι ανάλογες με την τροχιά της γης γύρω από τον ήλιο και την ταυτόχρονη περιστροφή της γύρω από τον άξονά της. Ο τρόπος με τον οποίο οι κινήσεις των διαφορετικών ηλεκτρονίων προσανατολίζονται καθορίζει τη συνολική μαγνητική ενέργεια ή ροπή του ατόμου. Διαφορετικά άτομα έχουν διαφορετικούς αριθμούς ηλεκτρονίων και ως εκ τούτου διαφορετικές μαγνητικές ροπές. Τα μόρια αποτελούνται από άτομα, τα διάφορα υλικά από μόρια με αποτέλεσμα η μαγνητική συμπεριφορά ενός πετρώματος ή ενός εδαφικού υλικού, να καθορίζεται από τη διαμόρφωση και τις αλληλεπιδράσεις όλων των κινήσεων των ηλεκτρονίων σε όλα τα άτομά του. Υπάρχουν πέντε διαφορετικές κατηγορίες μαγνητικής συμπεριφοράς.

**Πίνακας 2.1** Κατηγορίες μαγνητικής συμπεριφοράς και εκτίμηση τιμών μαγνητικών επιδεκτικότητας

Ferromagnetic Π.χ. καθαρός σίδηρος, νικέλιο, χρώμιο	Πολύ υψηλές θετικές τιμές μαγνητικής επιδεκτικότητας
Ferrimagnetic Π.χ. μαγνητίτης, μαγεμίτης, πυρόλιθος κ.ά.	Υψηλές θετικές τιμές μαγνητικής επιδεκτικότητας
Canted antiferromagnetic Π.χ. αιματίτης, γκαϊτίτης	Ενδιάμεσες θετικές τιμές μαγνητικής επιδεκτικότητας
Παραμαγνητικά Π.χ. βιοτίτης, ολιβίνης	Χαμηλές θετικές τιμές μαγνητικής επιδεκτικότητας
Διαμαγνητικά	Χαμηλές αρνητικές τιμές μαγνητικής επιδεκτικότητας Π.χ. νερό, οργανική ουσία, ανθρακικό ασβέστιο e.g. water.

### **1<sup>η</sup> ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ**

Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει υλικά, που εμφανίζουν υψηλές τιμές μαγνητικής συμπεριφοράς. Στην κατηγορία αυτή οι μαγνητικές ροπές των ατόμων που απαρτίζουν ένα υλικό διατάσσονται και ευθυγραμμίζονται προς την ίδια κατεύθυνση. Τα ορυκτά στην περίπτωση αυτή παρουσιάζουν πολύ υψηλές τιμές μαγνητικής επιδεκτικότητας, αλλά σπάνια απαντώνται σε εδαφικά περιβάλλοντα. Τέτοια ορυκτά είναι αυτά που περιέχουν στη δομή τους καθαρό σίδηρο, καθαρό νικέλιο και καθαρό χρώμιο. Η μαγνητική συμπεριφορά στην περίπτωση αυτή καλείται σιδηρομαγνητισμός (ferromagnetism) και τα υλικά που εμφανίζουν τέτοια συμπεριφορά ferromagnetic.

### **2<sup>η</sup> ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ**

Οι μαγνητικές ροπές των ατόμων, στην κατηγορία αυτή, είναι έντονα προσανατολισμένες γραμμικά, αλλά στο σύνολό τους υφίστανται σαν δύο αντιτιθέμενες αλλά άνισες δυνάμεις που εξαρτώνται από την κρυσταλλική δομή του πλέγματος των ορυκτών. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει τα ορυκτά μαγνητίτη, μαγεμίτη καθώς και άλλα ορυκτά που φέρουν Fe με υψηλές τιμές μαγνητικής ευαισθησίας. Ο μαγνητίτης είναι κοινό ορυκτό και απαντάται σε όλα τα πυριγενή πετρώματα, στα περισσότερα ιζηματογενή πετρώματα και σχεδόν σε όλα τα εδάφη. Η συνολική μαγνητική συμπεριφορά που εμφανίζουν καλείται σιδηρομαγνητική (ferrimagnetism) και τα υλικά που την εμφανίζουν σιδηρομαγνητικά (ferrimagnetic).

### **3<sup>η</sup> ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ**

Όταν οι μαγνητικές ροπές των ατόμων που απαρτίζουν ένα υλικό είναι διευθετημένες κατά τέτοιο τρόπο ώστε να αλληλοαναιρούνται σε μεγάλο βαθμό και επομένως να εμφανίζουν τιμές μαγνητικής επιδεκτικότητας μικρότερες των ferromagnetic καλούνται canted antiferromagnetic. Η δομή του κρυσταλλικού πλέγματος είναι τέτοια που προσδίδει αύξηση στα καλώς προσανατολισμένα, αλλά αντίθετης μαγνητικής ροπής άτομα με αποτέλεσμα να εμφανίζουν εξασθενημένη μαγνητική επιδεκτικότητα. Τέτοια υλικά είναι ο αιματίτης και ο γκαιτίτης.

Στις ανωτέρω τρεις κατηγορίες μαγνητικής συμπεριφοράς τα υλικά (ορυκτά και μέταλλα) εμφανίζουν μαγνήτιση ακόμα και απουσία μαγνητικού πεδίου και μπορεί να προσδιορισθούν με τη μέτρηση του μαγνητικού υπόλοιπου.

#### 4<sup>η</sup> ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ

Παρόμοιες ή ασθενέστερες τιμές μαγνητικής επιδεκτικότητας της τρίτης κατηγορίας μαγνητικής συμπεριφοράς (canted antiferromagnetic), λαμβάνονται από μια ομάδα ορυκτών που εμφανίζουν την ιδιότητα του παραμαγνητισμού. Παραμαγνητικό άτομο καλείται το άτομο του οποίου τα ηλεκτρόνια κινούνται εκ φύσεως κατά τέτοιο τρόπο ώστε η μαγνητική ροπή του ατόμου να είναι διαφορετική του μηδενός. Τα άτομα ενός παραμαγνητικού υλικού έχουν εκ δομής μαγνητική ροπή και επομένως θεωρούνται σα μαγνητικά δίπολα. Ένα τέτοιο υλικό όταν βρίσκεται εκτός μαγνητικού πεδίου δεν εμφανίζει μαγνητική συμπεριφορά και επομένως μαγνητική επιδεκτικότητα. Στην περίπτωση αυτή τα μαγνητικά δίπολα είναι διευθετημένα προς όλες τις διευθύνσεις. Εάν όμως βρεθούν σε μαγνητικό πεδίο, τότε τα μαγνητικά δίπολα διευθετούνται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να εμφανίζουν μαγνητική ροπή. Δεν μπορεί να έχουμε πλήρη προσανατολισμό των μαγνητικών δίπολων. Πλήρης προσανατολισμός επέρχεται μόνο όταν μειώσουμε τη θερμοκρασία και αυξήσουμε την ένταση του εφαρμοζόμενου μαγνητικού πεδίου. Επειδή τα δίπολα προσαρμόζονται ομόρροπα προς το εφαρμοζόμενο μαγνητικό πεδίο έπεται ότι και η μαγνήτιση θα είναι ομόρροπος του εφαρμοζόμενου πεδίου. Η μαγνητική ροπή στην περίπτωση των παραμαγνητικών υλικών οφείλεται στην παρουσία σιδήρου στα υλικά αυτά. Στη φύση υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός τέτοιων υλικών και βρίσκονται τόσο στα πετρώματα όσο και στα εδάφη. Κύριοι εκπρόσωποι της κατηγορίας αυτής είναι ο βιοτίτης, ο πυρίτης κ.ά. (Πιν. 2.2).

#### 5<sup>η</sup> ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ

Τέλος, υπάρχει μια κατηγορία μαγνητικής συμπεριφοράς που αναφέρεται ως Διαμαγνητισμός. Διαμαγνητικό άτομο καλείται το άτομο του οποίου τα ηλεκτρόνια κινούνται εκ φύσεως κατά τέτοιο τρόπο ώστε η μαγνητική ροπή του ατόμου να είναι ίση με μηδέν. Τα άτομα ενός διαμαγνητικού υλικού δεν έχουν μαγνητική ροπή. Επομένως είναι αυτονόητο να μην εμφανίζουν μαγνητική ροπή όταν βρίσκονται εκτός μαγνητικού πεδίου. Στην περίπτωση όμως που βρεθούν εντός μαγνητικού πεδίου εμφανίζουν μαγνητική ροπή αντίθετη του εφαρμοζόμενου μαγνητικού πεδίου, εμφανίζουν ελαφρώς αρνητική μαγνητική επιδεκτικότητα (Πιν. 2.2).

Στα υλικά που εμπίπτουν σε αυτήν την ομάδα περιλαμβάνονται ορυκτά που δεν περιέχουν σίδηρο, όπως είναι ο χαλαζίας και το ανθρακικό ασβέστιο. Άλλες διαμαγνητικές ουσίες είναι η οργανική ύλη και το νερό.

Τα παραμαγνητικά και διαμαγνητικά υλικά δεν εμφανίζουν μαγνητική επιδεκτικότητα

όταν βρίσκονται εκτός της επίδρασης μαγνητικού πεδίου αλλά εμφανίζουν μόνο όταν βρεθούν σε μαγνητικό πεδίο.

Η Μαγνητική επιδεκτικότητα ενός εδαφικού υλικού μπορεί επομένως να ορισθεί ως το άθροισμα όλων των μαγνητικών επιδεκτικότητων των υλικών που αποτελείται ήτοι, των σιδηρομαγνητικών (ferrimagnetic), των canted antiferromagnetic, των παραμαγνητικών και των διαμαγνητικών. Οι τιμές των διαμαγνητικών υλικών, όμως, είναι αμελητέες και μπορεί να αγνοηθούν.

### **ΜΙΓΜΑΤΑ ΟΡΥΚΤΩΝ**

Θεωρητικά, μπορούμε να εξηγήσουμε ή να προβλέψουμε τη συνολική μαγνητική επιδεκτικότητα ενός δείγματος (εδαφικού), αθροίζοντας τις επί μέρους τιμές μαγνητικής επιδεκτικότητας των ορυκτών από τα οποία αποτελείται το δείγμα (τιμές διάφορων ορυκτών φαίνονται στον Πίν. 2.2).

Δείγματα στα οποία δεν έχει προστεθεί ανθρωπογενής κυρίως σίδηρος, δεν περιέχουν ferromagnetic ορυκτά. Η τιμή της μαγνητικής επιδεκτικότητας ενός δείγματος, απουσία ferromagnetic ορυκτών, είναι συνάρτηση κυρίως της παρουσίας σιδηρομαγνητικών ορυκτών (ferromagnetic) και πολύ λιγότερο της παρουσίας άλλων κατηγοριών ορυκτών μαγνητικής συμπεριφοράς (Πίνακα 2.1).

Η τιμή της μαγνητικής επιδεκτικότητας του μαγνητίτη, για παράδειγμα, είναι περίπου 1.000 φορές μεγαλύτερη, από τη μαγνητική επιδεκτικότητα του ισχυρότερου canted antiferromagnetic ή παραμαγνητικού ορυκτού και περίπου 10.000 φορές μεγαλύτερη από τη μαγνητική επιδεκτικότητα των αργιλοπυριτικών ορυκτών. Οξείδια του σιδήρου (Ferrimagnetic), όπως ο μαγνητίτης, βρίσκονται, σχεδόν, σε όλα τα εδαφικά περιβάλλοντα.

Η παρουσία μαγνητίτη στα πυριγενή πετρώματα αντιπροσωπεύσει περίπου το 1-2% των ορυκτών που απαρτίζουν τα πυριγενή πετρώματα. Αλλά και σε τέτοιες ακόμη σχετικά μικρές αναλογίες, η υψηλή μαγνητική επιδεκτικότητα που εμφανίζεται στα πυριγενή πετρώματα, δηλώνει ότι ο μαγνητίτης συμβάλλει πολύ περισσότερο, από ότι το άθροισμα όλων των υπολοίπων ορυκτών στην μαγνητική επιδεκτικότητα συνολικά του δείγματος. Η σημαντική επίδραση του μαγνητίτη στην τιμή της μαγνητικής επιδεκτικότητας ενός δείγματος μπορεί να εκτιμηθεί. Έστω ότι ένα έδαφος αποτελείται από οργανική ουσία, νερό, άμμο, χαλαζία, άργιλο και οξείδια του σιδήρου (Πίνακας 2.3). Χρησιμοποιώντας τις τιμές μαγνητικής επιδεκτικότητας του Πίνακα 2.2 για κάθε ορυκτό μπορούμε να υπολογίσουμε τη συνολική μαγνητική επιδεκτικότητα, η οποία είναι ίση με  $0.5855 \times 10^{-8} \text{ m}^{-3} \text{ kg}^{-1}$ .

Πίνακας 2.2: Τιμές μαγνητικής επιδεκτικότητας διαφόρων υλικών

Mineral/Material	Formula	Iron (%)	Mass specific magnetic susceptibility ( $10^6 \text{ m}^3 \text{ Kg}^{-1}$ )
<b>Ferromagnetic metals</b>			
Iron	$\alpha\text{Fe}$	100	276000
Cobalt	Co		204000
Nickel	Ni		68850
<b>Ferrimagnetic</b>			
Magnetite (0.012-0.069 $\mu\text{m}$ )	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	72	513-1116 500-1000
(0.09-2000 $\mu\text{m}$ ) (1-250 $\mu\text{m}$ )			596 $\pm$ 77 440-716 390-580
Maghemite	$\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$	70	410, 440 286-371
Titanomagnetite	$\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-Fe}_2\text{TiO}_4$		169-290
Titanohaematite	$\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-FeTiO}_3$		281-315
Pyrrhotite	$\text{Fe}_7\text{S}_8$		50, 53
Greigite	$\text{Fe}_3\text{S}_4$		
<b>(Canted) antiferromagnetic</b>			
Hematite	$\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$	70	1.19-1.69 0.58-0.78 0.49-0.65
Goethite	$\alpha\text{FeOOH}$	63	0.27, 0.31, 0.6, <0.63 0.35, 0.38, 0.7, <1.26
<b>Paramagnetic (20 °C)</b>			
Ilmenite	$\text{FeTiO}_3$	37	1.7, 2
Ulvospinel	$\text{Fe}_2\text{TiO}_4$		
Olivine	$4[(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4]$	<55	0.01-1.3
Siderite	$\text{FeCO}_3$	48	1.0
Biotite	Mg,Fe,Al silicate	31	0.05-0.95
Pyroxene	$(\text{Mg,Fe})_2\text{Si}_2\text{O}_6$	<12	0.04-0.94
Chamosite	oxidised chlorite		0.9
Nontronite	Fe-rich clay		0.863
Amphibole	Mg,Fe,Al silicate		0.16-0.69
Epidote	Ca,Fe,Al silicate	31	0.25-0.31
Pyrite	$\text{FeS}_2$	47	0.3
Lepidocrocite	$\gamma\text{FeOOH}$	63	0.5-0.75, 0.69
Prochlorite	mica-like mineral		0.157
Vermiculite	complex silicate		0.152
Illite	$\text{K1Al}_4(\text{Si,Al})_8\text{O}_2\text{O}(\text{OH})_4$		0.15
Bentonite	complex silicate		0.058
Smectite	complex silicate		0.05, 0.027
Chalcopyrite	$\text{CuFeS}_2$	30	0.03
Attapulgate	complex silicate		0.02
Dolomite	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$		0.011
<b>Diamagnetic</b>			
Calcite	$\text{CaCO}_3$		-0.0048
Alkali-feldspar	Ca,Na,K,Al silicate		-0.005
Plastic			-0.005
Quartz	$\text{SiO}_2$		-0.0058
Organic matter			-0.009
Water	$\text{H}_2\text{O}$		-0.009
Halite	NaCl		-0.009
Kaolinite	$\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$		-0.019

Αξιοσημείωτο είναι, όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.3, ότι μια πολύ μικρή συγκέντρωση



(0.1%) μαγνητίτη συμμετέχει κατά 85.4% στη συνολική μαγνητική επιδεκτικότητα του δείγματος και ότι, τα παραμαγνητικά ορυκτά, η οργανική ουσία, η άμμος και το νερό, που αποτελούν το 90% του εδάφους, συμβάλλουν μόνο κατά 6% στη συνολική μαγνητική επιδεκτικότητα του εδαφικού δείγματος.

**Πίνακας 2.3:** Τιμές μαγνητικής επιδεκτικότητας εδαφικών συστατικών

1 Mineral/material	2 Fraction	3 $\chi_{fr}$ $10^{-6} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$	4 Component $\chi_{fr}$ $10^{-6} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$	5 % Fraction total $\chi_{fr}$
Magnetite	0.001	500	0.5	85.4
Goethite	0.099	0.5	0.0495	8.5
Paramagnetic minerals	0.75	0.05	0.0375	6.4
Organics, quartz, sand and water	0.15	-0.01	-0.0015	-0.3
Total	1.0	500.54	0.5855	100.0

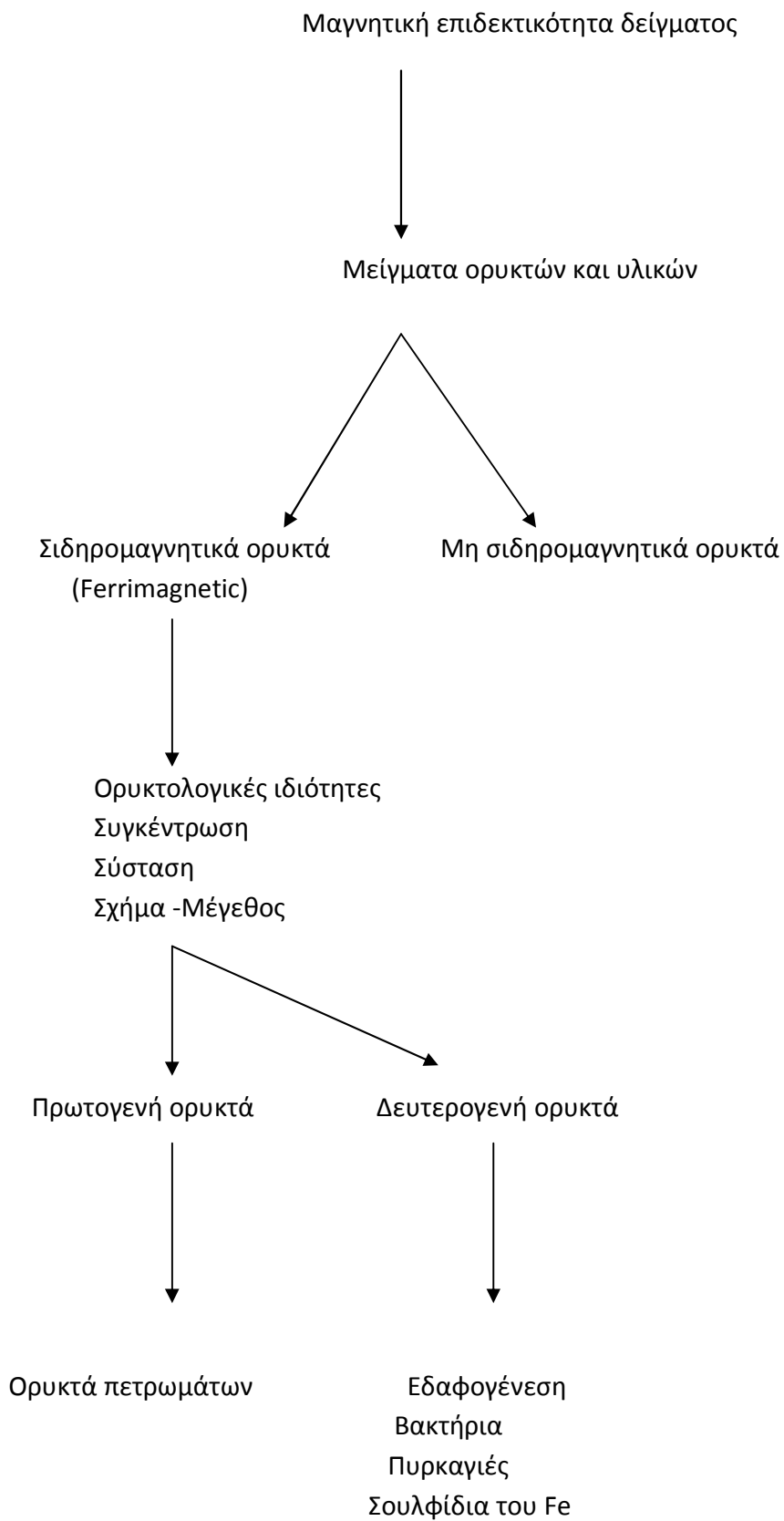
#### ΟΡΙΣΜΟΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΕΠΙΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Η μαγνητική επιδεκτικότητα ορίζεται ως ο λόγος του συνολικού μαγνητισμού που επάγεται σε ένα δείγμα προς την ένταση του μαγνητικού πεδίου που παράγει το μαγνητισμό (Mullins,1977). Οι μετρήσεις που βασίζονται στη μάζα ή στον όγκο σχετίζονται με την πυκνότητα του δείγματος. Η εξίσωση στην οποία βασίζεται το μέγεθος της μαγνητικής επιδεκτικότητας είναι:

$$X = \kappa/\rho$$

Όπου  $X$  είναι η μαγνητική επιδεκτικότητα που ορίζεται από τη μάζα ( $\text{m}^3 \text{kg}^{-1}$ ),  $\kappa$  είναι η μαγνητική επιδεκτικότητα που ορίζεται από τον όγκο ( $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) και  $\rho$  η φαινόμενη πυκνότητα του δείγματος ( $\text{kg m}^{-3}$ ). Πρέπει αν σημειωθεί ότι κατά το σύστημα SI οι μονάδες της  $X$  πρέπει να εκφράζονται σε κλίμακες που αντιστοιχούν σε τάξεις της χιλιάδας (π.χ.  $10^{-3}$ ,  $10^{-6}$  ή  $10^{-9}$ ) αν και συνηθίζεται να χρησιμοποιείται μονάδες της τάξης του  $10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ .

Ακολουθεί σχηματική παράσταση για την ερμηνεία της Μαγνητικής επιδεκτικότητας.



### ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΕΠΙΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ( $X_{fd}$ )

Οι μετρήσεις της συχνότητας μαγνητικής επιδεκτικότητας απαιτούν δύο μετρήσεις της μαγνητικής επιδεκτικότητας σε δύο διαφορετικές συχνότητες (0,46 και 4,6kHz). Οι μετρήσεις αυτές γίνονται για να ανιχνευτούν πολύ λεπτά (<0,03μm) υπερπαραμαγνητικά σιδηρομαγνητικά ορυκτά που προκύπτουν σαν κρύσταλλοι και παράγονται σε μεγάλες ποσότητες από τις βιοχημικές διαδικασίες του εδάφους. Τα δείγματα στα οποία υπάρχουν πολύ λεπτά ορυκτά αναμένεται να έχουν ελαφρώς μικρότερες τιμές όταν μετρηθούν σε υψηλή συχνότητα ενώ τα δείγματα χωρίς αυτά τα ορυκτά θα δώσουν παρόμοιες τιμές και στις δύο συχνότητες. Η συχνότητα μαγνητικής επιδεκτικότητας εκφράζεται σαν ποσοστό της μαγνητικής επιδεκτικότητας που μετρήθηκε σε χαμηλή συχνότητα. Προκύπτει από την σχέση:

$$X_{fd}\% = (X_l - X_h) / X_l$$

Όπου  $X_l$  η μαγνητική επιδεκτικότητα που μετρήθηκε σε χαμηλή συχνότητα ( $m^3 kg^{-1}$ ) και  $X_h$  η μαγνητική επιδεκτικότητα που μετρήθηκε σε υψηλή συχνότητα ( $m^3 kg^{-1}$ ).

### ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

Η σύσταση των σιδηρομαγνητικών (ferrimagnetic) οξειδίων του σιδήρου ποικίλλει από τα «καθαρά» οξείδια του Fe ήτοι του μαγνητίτη και του μαγεμίτη, στα μη «καθαρά» οξείδια όπως του titanomagnetite και του titanomaghemite, στα οποία τα άτομα του Fe έχουν εν μέρει αντικατασταθεί από άτομα του τιτανίου (Ti). Υπάρχουν συνεχείς σειρές ή στερεά διαλύματα ανόργανων συστατικών μεταξύ των δύο αυτών ομάδων που έχουν διαφορετική περιεκτικότητα σε Ti. Το Ti ως υποκατάσταση μειώνει την περιεκτικότητα σε Fe άρα τη μαγνητική ροπή του ορυκτού και τελικά τη μαγνητική του επιδεκτικότητα. Στον Πίνακα 2.2 φαίνεται ότι οι τιμές μαγνητικής επιδεκτικότητας του titanomagnetite κυμαίνονται στο 15% των υψηλότερων τιμών του μαγνητίτη. Σε περίπτωση που η αντικατάσταση του Fe από το Ti έχει προχωρήσει πέρα από ένα ορισμένο όριο, τα ορυκτά που σχηματίζονται χάνουν τη ferrimagnetic συμπεριφορά τους και μετατρέπονται σε παραμαγνητικά οξείδια του Ti, όπως ο ιμηνίτης.

Ο τύπος των οξειδίων του Fe που παρατηρούνται σε δείγματα πυριγενών πετρωμάτων εξαρτάται από τη χημική σύνθεση του υγρού μάγματος και τον τρόπο κρυστάλλωσής του. Το κύριο οξείδιο των πετρωμάτων αυτών είναι ο titanomagnetite και το ποσοστό των Ti τείνει να είναι υψηλότερο στα βασικά και χαμηλότερο στα όξινα πετρώματα. Οξειδωση σε υψηλές θερμοκρασίες (>600° C) του titanomagnetite, κατά τη διάρκεια της ψύξης έχει ως αποτέλεσμα τη μετατροπή του σε μαγνητίτη, ενώ η σε χαμηλές θερμοκρασίες (<400° C)

οξειδωση του titanomagnetite οδηγεί στο σχηματισμό του titanomaghemite. Ο Titanomagnetite σχηματίζεται κατά τη διάρκεια της ταχείας και όχι της αργής ψύξης του μάγματος. Τα οξειδία του Fe που σχηματίζονται περιλαμβάνουν κρυστάλλους των οποίων οι διαστάσεις κυμαίνονται από <1 μm έως μερικά mm. Το κρυσταλλικό τους σχήμα, μπορεί να ποικίλει από σφαίρες έως ράβδους. Η αποσάθρωση των πυριγενών πετρωμάτων μπορεί να αλλάξει την κρυσταλλική δομή και τη χημική τους σύσταση και παίζει καθοριστικό ρόλο στην απελευθέρωση ορυκτών σε εδάφη και ιζήματα. Τα οξειδία του Fe που απαντώνται στα ιζηματογενή πετρώματα κληρονομούνται εν μέρει από πυριγενή πετρώματα.

**Πίνακας 2.4:** Τιμές μαγνητικής επιδεκτικότητας μαγνητίτη

Titanomagnetite $10^{-6} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$	Single domain $10^{-6} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$	Ultrafine $10^{-6} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$	Fraction	
			%	ppm
20	60	100	10	100000
2	6	10	1	10000
0.2	0.6	1	0.1	1000
0.02	0.06	0.1	0.01	100
0.002	0.006	0.01	0.001	10
0.0002	0.0006	0.001	0.0001	1
0.00002	0.00006	0.0001	0.00001	0.1

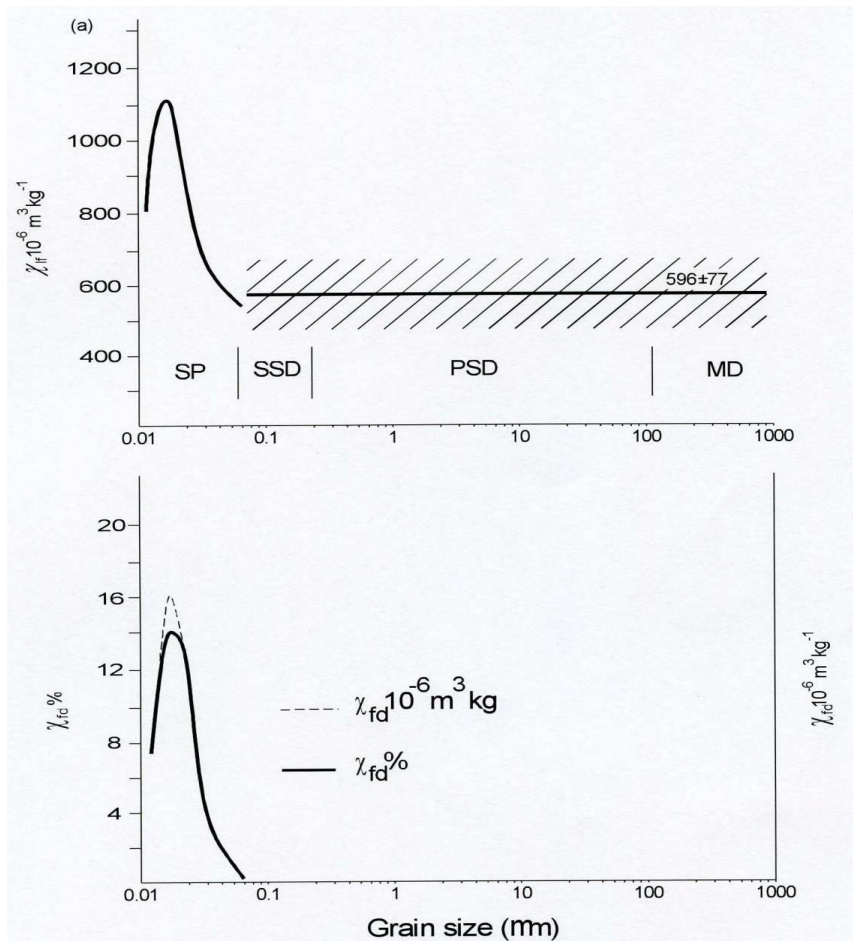
#### ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΑΓΝΗΤΙΣΗΣ (DOMAIN)

Κόκκοι σιδηρομαγνητικών ορυκτών αποτελούνται από περιοχές ή τομείς μαγνητισμού, γνωστές σαν domains ή αθροίσματα τέτοιων περιοχών ή τομέων. Κόκκοι διαμέτρου <0.2 μm, αποτελούν μία απλή περιοχή μαγνήτισης (single domain-SD) ενώ τεμαχίδια διαμέτρου >110 μm αποτελούνται από πολλές απλές περιοχές (multidomain-MD). Τεμαχίδια μεταξύ 0.2 και 110 μm είναι αρκετά μεγάλα και αποτελούνται από περισσότερο του ενός domain, εμφανίζουν δε τις μαγνητικές ιδιότητες των SD και ονομάζονται pseudo-single domain (PSD). Τεμαχίδια <0,03 μm χαρακτηρίζονται σαν SD, αλλά εμφανίζουν χαρακτηριστικές μοναδικές ιδιότητες. Η μαγνήτιση τους είναι ισχυρή, αλλά ασταθής λόγω της θερμικής ενέργειας που προκαλείται επειδή αντιτίθενται στην επαγόμενη μαγνήτιση πολύ γρήγορα, μετά την απομάκρυνση του μαγνητικού πεδίου. Η μαγνητική αυτή συμπεριφορά είναι παρόμοια με αυτήν του παραμαγνητισμού, αλλά με πολύ μεγαλύτερη τιμή μαγνητικής επιδεκτικότητας και καλείται superparamagnetic (SP) [υπέρ παραμαγνητική] συμπεριφορά.

Μετρήσεις σε φυσικούς και συνθετικά σχηματιζόμενους μαγνητίτες, γνωστού μεγέθους (Πιν. 2.2), οδηγούν στον καθορισμό των αλλαγών της μαγνητικής επιδεκτικότητας που είναι αποτέλεσμα του μεγέθους τόσο των απλών περιοχών (SD) όσο και του αθροίσματος

απλών περιοχών (MD) (Σχήμα 2.3).

Πρόσφατες μετρήσεις δείχνουν ότι οι διακυμάνσεις του  $\chi_{fd}$  (μαγνητική επιδεκτικότητα μετρούμενη σε χαμηλή συχνότητα) με το μέγεθος του κρυστάλλου είναι μικρότερες από ό,τι θεωρείτο μέχρι σήμερα και μπορεί να θεωρηθεί ότι έχουν ένα σταθερό μέσο όρο  $3,1 \text{ SI} (\pm 0,4 \text{ SI})$ , που αντιστοιχεί σε  $596 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  ( $\pm 77 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ ) και για ένα πολύ ευρύ φάσμα μεγέθους κρυστάλλων (0.09 - 6000  $\mu\text{m}$ ). Το εύρος αυτό περιλαμβάνει όλους τους κόκκους που χαρακτηρίζονται σαν MD, PSD και SSD, SSD (single stable domain). Σε κρυστάλλους διαμέτρου μικρότερης από 0.03  $\mu\text{m}$  οι SSD είναι ουσιαστικά SP και οι τιμές τους είναι αρκετά υψηλές και μπορεί να υπερβαίνουν τα  $1000 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ . Η παρουσία σε ένα δείγμα SP ορυκτών χαρακτηρίζεται από την ευαισθησία του σε διαφορετικές συχνότητες και προσδιορίζεται από μετρήσεις σε διαφορετικές συχνότητες μαγνητισμού.



**Εικόνα 2.3.:** Μεταβολές της μαγνητικής επιδεκτικότητας με το μέγεθος των κόκκων α) περιοχές  $\chi_{fd}$  για κόκκους μεταξύ 0.09 και 6000  $\mu\text{m}$  (Heider et al., 1996) και για κόκκους SP/SSD (Maher, 1988) β)  $\chi_{fd}$  σε σχέση με το μέγεθος των κόκκων (Maher, 1988).

## ΣΧΗΜΑ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ

Η μορφή του κρυστάλλου των σιδηρομαγνητικών (ferromagnetic) ορυκτών επηρεάζει τις τιμές μαγνητικής επιδεκτικότητας ( $X$ ). Επιμήκεις κρύσταλλοι όταν βρεθούν υπό την επήρεια ενός μαγνητικού πεδίου έχουν σαν αποτέλεσμα τη μετατόπιση των ορίων από τις απλές περιοχές μαγνήτισης (domain) σε περισσότερο χονδρόκοκκα υλικά. Παραδείγματος χάριν, ραβδοειδείς κρύσταλλοι (ferrimagnetic ορυκτών) μπορεί να εμφανίζουν SP συμπεριφορά, όταν το μήκος τους φθάνει έως τα 0.05  $\mu\text{m}$ . Περιληπτικά, όταν έχουμε παρουσία μεγάλης ποσότητας ferromagnetic ορυκτών, η μαγνητική επιδεκτικότητα ( $X$ ) εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες κατά σειρά μειούμενης σπουδαιότητας:

1. Συγκέντρωση ορυκτών ( $X_{if}$  ποικίλει από 200-300)
2. Ορυκτολογική σύσταση ( $X_{if}$  ποικίλει από 3-4)
3. Μέγεθος κρυστάλλων ( $X_{if}$  ποικίλει σε τιμές  $<2$ )
4. Σχήμα κρυστάλλων ( $X_{if}$  σε τιμές  $<2$ )

## ΠΡΩΤΟΓΕΝΗ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΟΡΥΚΤΑ

Τα σιδηρομαγνητικά ορυκτά που σχηματίζονται εντός των πυριγενών πετρωμάτων διατηρούν όλες ή σχεδόν όλες τις μαγνητικές τους ιδιότητες και αναφέρονται σαν πρωτογενή σιδηρομαγνητικά (ferromagnetic) ορυκτά. Σιδηρομαγνητικά οξειδία και σουλφίδια του σιδήρου τα οποία έχουν σχηματισθεί από την επίδραση άλλων διεργασιών όπως, πυρκαγιές, βακτήρια, εδαφογενετικές διεργασίες, διαγένεση και authigenesis, αναφέρονται ως δευτερογενή ορυκτά. Το μέγεθος των κρυστάλλων ή των απλών μαγνητικών περιοχών παρέχουν μια ένδειξη διαδικασιών σχηματισμού του μαγνητίτη. Στον Πίνακα 2.5. βλέπουμε ότι τα πρωτογενή ορυκτά μετά την καύση ορυκτών καυσίμων έχουν την τάση να ενταχθούν στα εύρη διαστάσεων των MD, PSD και SSD, ενώ οι πυρκαγιές, οι εδαφογενετικές διεργασίες και η βακτηριακή δραστηριότητα έχουν την τάση να σχηματίζουν δευτερογενείς κρυστάλλους διαστάσεων SSD ή SP. Επομένως, σε μερικές καταστάσεις η δυνατότητα διάκρισης μεταξύ του μεγέθους των περιοχών και των κόκκων βοηθά στο προσδιορισμό της διαδικασίας σχηματισμού του κρυστάλλου. Εντούτοις, μετρήσεις της μαγνητικής επιδεκτικότητας, σε θερμοκρασία δωματίου, δεν επιτρέπουν τη διαφοροποίηση μεταξύ των δευτερογενών ή σιδηρομαγνητικών ορυκτών και περιοχών μαγνήτισης.



**Πίνακας 2.5.:** Προέλευση μαγνητίτη/μαγεμίτη και greigite σε σχέση με το μέγεθος της μαγνητικής τους περιοχής (domain)

	<b>MD</b>	<b>PSD</b>	<b>SSD</b>	<b>SP</b>
<b>Primary</b>				
Magnetite/titanomagnetite	x	x	(x)	(x)
<b>Secondary</b>				
Fuel combustion	x	x	(x)	(x)
Pedogenesis		(x)	x	x
Bacterial magnetosomes		(x)	x	(x)
Dissimilatory bacterial magnetite				x
Burning			(x)	x
Authigenic/biogenic greigite			x	x
<b>MD-multidomain, PSD-pseudo-single domain, SSD-stable single domain,</b>				
<b>SP- superparamagnetic, (x) - some evidence, but not normally expected</b>				

#### **ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΙΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΗ ΑΠΟ ΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΜΑΓΝΗΤΙΣΗΣ ( $X_{fd}$ )**

Οι υπέρ παραμαγνητικοί (SP) κρύσταλλοι έχουν διάμετρο μικρότερη από 0.03  $\mu\text{m}$  και μαγνητική συμπεριφορά που μεταβάλλεται πάρα πολύ γρήγορα με το χρόνο. Όταν τα υλικά αυτά τοποθετηθούν σε ένα μαγνητικό πεδίο και απομακρυνθούν στη συνέχεια χάνουν την επαγόμενη σε αυτά μαγνήτιση σε πάρα πολύ μικρό χρόνο, περίπου σε 1/10000 του δευτερολέπτου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η φυσική θερμική ενέργεια που αναπτύσσεται στους πολύ μικρής διαμέτρου κρυστάλλους είναι αρκετά ισχυρή και δεν μπορεί εξισορροπηθεί και να υπερνικηθεί από την ενέργεια που προκαλείται από το μαγνητικό πεδίο.

Ο υπολογισμός της %  $X_{fd}$ , γίνεται με μέτρηση του δείγματος σε δύο διαφορετικές συχνότητες μαγνήτισης, μια σε χαμηλή συχνότητα (0.47 kHz) και μία σε υψηλή συχνότητα (4.7 kHz). Η μέτρηση της μαγνητικής επιδεκτικότητας ( $X_H$ ) στη χαμηλή συχνότητα, που αποτελεί και τη standard μέτρηση μαγνητικής επιδεκτικότητας, επιτρέπει στους κρυστάλλους των SP που βρίσκονται κοντά στο όριο με τα SSD να συμμετέχουν εξ ολοκλήρου στην τιμή της μαγνητικής επιδεκτικότητας, ενώ όταν η μέτρηση γίνεται σε υψηλή συχνότητα, όχι. Η εφαρμογή υψηλότερης συχνότητας έχει σαν αποτέλεσμα τη μετατόπιση του ορίου μεταξύ των SP και SSD, σε μικρότερα μεγέθη κρυστάλλων. Κατά συνέπεια κρύσταλλα SP που βρίσκονται κοντά στο όριο διαχωρισμού με κρυστάλλους SSD συμπεριφέρονται όπως οι κρύσταλλοι SSD, με αποτέλεσμα χαμηλότερη τιμή μαγνητικής

επιδεκτικότητας (Εικόνα 2.3a). Η διαφορά των τιμών μαγνητικής επιδεκτικότητας σε διαφορετικές συχνότητες, φανερώνει την παρουσία και το ποσό των υπέρ-παραμαγνητικών ορυκτών. Κρύσταλλοι διαμέτρου περίπου 0.03  $\mu\text{m}$  παρουσιάζουν μειωμένες τιμές μαγνητικής επιδεκτικότητας σε υψηλές συχνότητες χωρίς μέχρι σήμερα να έχει διαγνωσθεί ο λόγος.

Υπάρχουν δύο τρόποι έκφρασης της  $\chi_{fd}$ : 1<sup>η</sup> έκφραση σε ποσοστό % και 2<sup>η</sup> έκφραση σε ειδική μάζα συχνότητας ( $\chi_{fd} 10^{-9} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ ). Οι μέγιστες τιμές  $\chi_{fd}$  % είναι ίδιες για υπολογισμούς που υπολογίσθηκαν θεωρητικά με αυτούς που υπολογίσθηκαν εργαστηριακά. Οι μέγιστες τιμές % $\chi_{fd}$  για το μαγνητίτη προσεγγίζουν το 14.5–16.9%, το 11.6-14.3% για το μαγεμίτη και περίπου το 10-12% για ένα μεγάλο εύρος και ομοιόμορφη κατανομή κόκκων SP (Εικόνα 2.3b). Κόκκοι μικρού εύρους κατανομής <0.005  $\mu\text{m}$  μπορεί να έχουν μειωμένες τιμές % $\chi_{fd}$ . Οι μέγιστες τιμές % $\chi_{fd}$  για δείγματα SP στην Αγγλία και την Ουαλία κυμαίνονται μεταξύ 12-14%. Σε κόκκους διαμέτρου μεγαλύτερης από 0.03  $\mu\text{m}$ , η % $\chi_{fd}$  είναι περίπου 2% ή χαμηλότερη, θεωρητικά όμως έπρεπε να είναι μηδέν. Η % $\chi_{fd}$  κυμαίνεται από περίπου  $30 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  σε κόκκους SSD έως  $30 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  σε κόκκους SP. Στη φύση, είναι απίθανο οι κόκκοι να είναι ανεξάρτητοι ο ένας από το άλλο ή να βρίσκονται σε στενά σύνολα διακριτών κόκκων.

**Πίνακας 2.6:** Ερμηνεία των τιμών % $\chi_{fd}$ . Όταν οι τιμές  $\chi_{fd}$ % είναι >10% για την εκτίμηση της συγκέντρωσης των SP ορυκτών μπορεί να χρησιμοποιηθεί η τιμή % $\chi_{fd}$ .

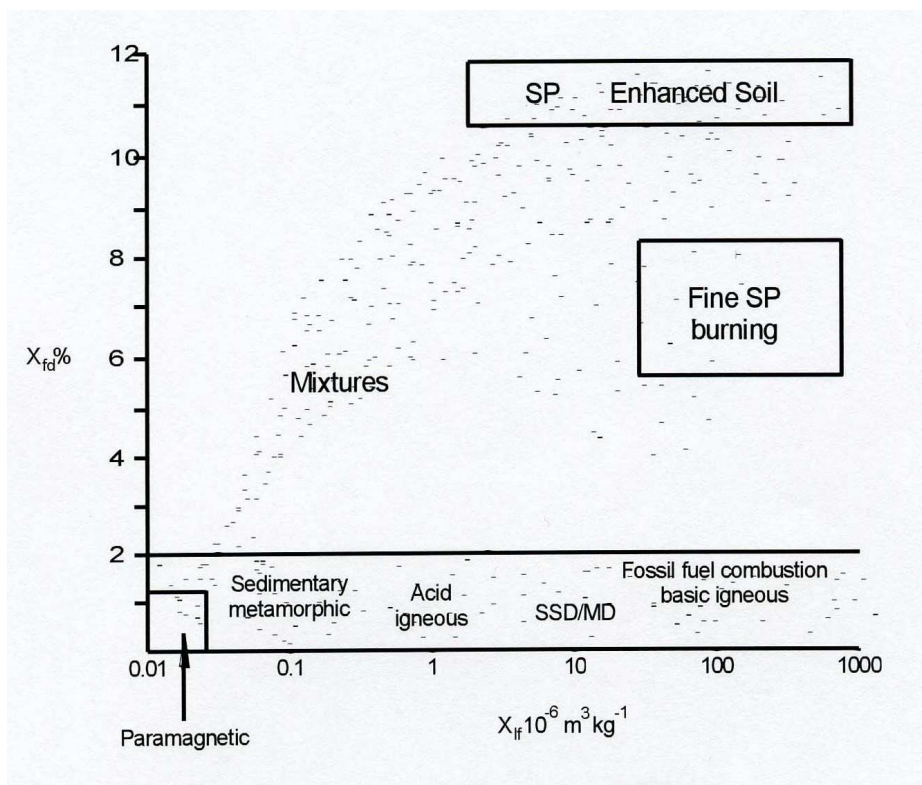
Low $\chi_{fd}$ %	< 2.0	virtually no (< 10%) SP grains
Medium $\chi_{fd}$ %	2.0-10.0	admixture of SP and coarser non-SP grains, or SP grains <0.005 $\mu\text{m}$
High $\chi_{fd}$ %	10.0-14.0	virtually all (>75 %) SP grains
Very high $\chi_{fd}$ %	>14.0	rare values, erroneous measurement, anisotropy, weak sample or contamination

Οι κρύσταλλοι είναι δυνατό, να βρίσκονται ενωμένοι και να σχηματίζουν ομάδες. Είναι πιθανό, επομένως, να έχουμε χαμηλές τιμές % $\chi_{fd}$  μεγάλων κρυστάλλων, λόγω της παρουσίας μικρού αριθμού κρυστάλλων SP, που βρίσκονται στην επιφάνειά τους. Το γράφημα της %  $\chi_{fd}$  ως προς την  $\chi_{fd}$  ( $10^{-9} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ ) ή % $\chi_{fd}$ , μπορεί να βοηθήσει στη διαφοροποίηση μεταξύ του μεγέθους των κόκκων και των μαγνητικών περιοχών και μπορεί να δώσει ικανοποιητική ταξινόμηση των μαγνητικών ιδιοτήτων, ακόμη και πηγών μαγνήτισης (Πίνακας 2.5).

Στην Εικόνα 2.4 σε δείγματα που κυριαρχούν σχετικά χονδρόκοκκα ferrimagnetics



αλλά μη SP, προερχόμενα από πυριγενή πετρώματα ή προϊόντα της καύσης παρουσιάζονται σχετικά υψηλές τιμές  $X_{if}$  αλλά ουσιαστικά μηδέν τιμές  $\%X_{fd}$ . Τιμές  $\%X_{fd} < 5\%$  είναι τυπικές δειγμάτων στα οποία δεν κυριαρχούν κόκκοι SP ή σε περίπτωση εξαιρετικά λεπτών κόκκων ( $< 0,005 \mu\text{m}$ ) κυριαρχεί το κλάσμα των SP. Σε δείγματα, τιμές  $\%X_{fd}$  10-14%, φανερώνουν την παρουσία SP κόκκων που συνήθως προέρχονται από το έδαφος όπου κυριαρχούν αθροίσματα  $\%X_{fd}$  και μπορεί να χρησιμοποιηθούν ημι-ποσοτικά στην εκτίμηση συνολικά της συγκέντρωσής τους. Σε δείγματα που κυριαρχούν παραμαγνητικά ή canted antiferromagnetic ορυκτά εμφανίζονται, στη γραφική παράσταση, κοντά στην πηγή προέλευσής τους. Δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα για την κατασκευή ενός ποσοτικού μοντέλου για την ερμηνεία  $X_{fd}$  και  $X_{fd} \%$  σε απόλυτες αναλογίες κόκκων διαφορετικού μεγέθους. Προς το παρόν, είναι φρόνιμο να ερμηνεύουμε τα δεδομένα της  $X_{fd}$  ημι-ποσοτικά, όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.6.



**Εικόνα 2.4:** Τυπικό διάγραμμα όπου φαίνονται οι πιθανές θέσεις δειγμάτων κατηγοριών μαγνητικής συμπεριφοράς και περιοχές με τις αντίστοιχες πηγές προέλευσής τους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΚΛΙΜΑ

#### 3.1 ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΣΤΑ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΑ ΕΔΑΦΗ ΕΚΤΟΣ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΟΥ ΤΟΞΟΥ Ν. ΑΙΓΑΙΟΥ

##### ΚΡΟΚΕΕΣ

Για την ταξινόμηση και αξιολόγηση του κλίματος της περιοχής των Κροκεών χρησιμοποιήθηκαν μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής του Γυθείου, τα οποία έχουν καταγραφεί στον μετεωρολογικό σταθμό της περιοχής και αφορούν την χρονική περίοδο 1987-1997. Στον Πίνακα 3.1 παρατίθενται τα δεδομένα της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης της περιοχής του Γυθείου λόγω αδυναμίας εύρεσης των υπολοίπων μετεωρολογικών δεδομένων.

**Πίνακας 3.1:** Μετεωρολογικά δεδομένα Γυθείου

Μήνες	Θερμοκρασία (°C)	Βροχόπτωση (mm)
Ιανουάριος	10,5	145,4
Φεβρουάριος	11,2	73,6
Μάρτιος	12,7	62,9
Απρίλιος	15,8	39,7
Μάιος	20,4	15
Ιούνιος	25,1	5,3
Ιούλιος	27,7	9,2
Αύγουστος	27,5	14
Σεπτέμβριος	24,5	18,8
Οκτώβριος	20,1	96,4
Νοέμβριος	14,8	172,2
Δεκέμβριος	11,5	151,1
<b>Έτος</b>	<b>18,5</b>	<b>803,65</b>

Η μέση ετήσια θερμοκρασία στην περιοχή είναι 18,5°C. Η μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα είναι 27,7°C το μήνα Ιούλιο ενώ η μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου βρίσκεται στους 10,5°C κατά τον Ιανουάριο. Οι μέγιστες μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας παρατηρούνται κατά το θερινό τρίμηνο και οι ελάχιστες κατά το χειμερινό.

Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της περιοχής είναι 803,65 mm νερού. Η μέγιστη βροχόπτωση παρατηρείται κατά το Νοέμβριο με 172,2 mm νερού και η ελάχιστη κατά τον Ιούνιο με 5,3 mm νερού.

## ΛΗΜΝΟΣ

Για την περιγραφή του κλίματος χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού Λήμνου και αφορούν τη περίοδο 1974 – 2001. Τα δεδομένα αυτά παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.2.

**Πίνακας 3.2:** Μετεωρολογικά δεδομένα περιοχής Λήμνου.

Μήνας	Μέση Θερμοκρασία (°C)	Μέση Σχετική Υγρασία (%)	Μέσο Ύψος Υετού (mm)
Ιανουάριος	7,4	76,9	62,6
Φεβρουάριος	7,8	74,8	49,3
Μάρτιος	9,7	75,3	52,2
Απρίλιος	13,8	73,9	35,8
Μάιος	18,5	68,6	23,7
Ιούνιος	23,6	59,7	15,8
Ιούλιος	25,9	56,7	8,7
Αύγουστος	25,1	61,1	6,0
Σεπτέμβριος	21,5	66,3	23,1
Οκτώβριος	16,8	73,2	40,6
Νοέμβριος	12,3	78,0	79,1
Δεκέμβριος	9,0	78,5	78,2
<b>Μέσες ετήσιες τιμές</b>	<b>16,0</b>	<b>70,3</b>	<b>39,6</b>

Το κλίμα στην ευρύτερη περιοχή μελέτης είναι Μεσογειακού Τύπου με ήπιο χειμώνα και θερμό, ξηρό καλοκαίρι.

Σε ότι αφορά τη θερμοκρασία, παρουσιάζονται υψηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι, το οποίο είναι μακρό και ξηρό, ενώ το χειμώνα η θερμοκρασία σπάνια πέφτει πολύ χαμηλά. Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες παρουσιάζονται τους μήνες Δεκέμβριο, Ιανουάριο, Φεβρουάριο και Μάρτιο με μέση μηνιαία τιμή 9,0°C, 7,4°C, 7,8°C και 9,7°C αντίστοιχα. Οι πιο θερμοί μήνες είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος, με μέση μηνιαία τιμή θερμοκρασίας 25,9°C και 25,1°C αντίστοιχα. Σχετικά υψηλές θερμοκρασίες παρατηρούνται επίσης τον Ιούνιο και τον Σεπτέμβριο, με τιμές 23,6 °C και 21,5 °C αντίστοιχα.

Ο κύριος όγκος των κατακρημνισμάτων, με τη μορφή κυρίως βροχής και λιγότερο με τη μορφή χιονιού και χαλαζιού, πέφτει κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Στην περιοχή το ετήσιο ύψος βροχόπτωσης είναι της τάξεως των 475,1 mm. Το 70 - 80% του όγκου των

κατακρημνισμάτων πέφτει τους χειμερινούς μήνες και πιο συγκεκριμένα από τον Οκτώβριο έως το Μάρτιο, ενώ τη θερμή περίοδο από Απρίλιο έως Σεπτέμβριο, το ύψος βροχόπτωσης δεν ξεπερνά τα 113,1 mm.

## ΛΕΣΒΟΣ

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα κυριότερα κλιματολογικά δεδομένα από την περιοχή μελέτης: η μέση μηνιαία θερμοκρασία ( $T_{\text{mean}}$ ), η μέση μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία ( $T_{\text{max}}$ ), η μέση ελάχιστη θερμοκρασία ( $T_{\text{min}}$ ), η μέση σχετική υγρασία (ΜΣΥ) και η μέση μηνιαία βροχόπτωση (P). Τα παραπάνω μετεωρολογικά δεδομένα διατέθηκαν από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία και προέρχονται από τους τοπικούς μετεωρολογικούς σταθμούς. Τα δεδομένα της Λέσβου αφορούν την περίοδο από το 1955 έως το 2000.

**Πίνακας 3.3:** Μετεωρολογικά δεδομένα Λέσβου

Μήνας	$T_{\text{mean}}$	$T_{\text{max}}$	$T_{\text{min}}$	ΜΣΥ	B
	°C			%	mm
Λέσβος					
Ι	9,5	11,4	6,7	72,1	82,7
Φ	9,9	12,1	7,0	70,5	103,1
Μ	11,7	14,2	8,1	67,8	66,8
Α	15,7	18,8	11,4	64,7	45,1
Μ	20,3	23,7	15,2	63,3	13,0
Ι	24,8	28,4	19,4	58,3	11,4
Ι	26,7	29,9	21,8	56,8	3,2
Α	26,3	29,6	21,5	58,3	0,7
Σ	23,0	26,1	18,5	60,6	26,8
Ο	18,6	21,4	14,9	66,9	51,8
Ν	14,4	16,9	11,4	71,5	116,0
Δ	11,3	13,4	8,7	72,9	120,9
<b>Έτος</b>	<b>17,7</b>	<b>20,5</b>	<b>13,7</b>	<b>65,3</b>	<b>641,3</b>

Η μέση μηνιαία θερμοκρασία στη Λέσβο είναι 17.7 °C. Ο θερμότερος μήνας του έτους είναι ο Ιούλιος με μέση θερμοκρασία από 26.7°C. Ο ψυχρότερος μήνας του έτους είναι ο Ιανουάριος (9.5°C). Η μέση μέγιστη θερμοκρασία είναι 20.5°C ενώ η μέση ελάχιστη θερμοκρασία είναι 13.7°C.

Η ετήσια βροχόπτωση 641 mm για την Λέσβο. Είναι έντονη η εποχιακή διακύμανση των βροχοπτώσεων και συγκεκριμένα το μεγαλύτερο ποσοστό τους παρατηρείται κατά την περίοδο του χειμώνα.

### 3.2 ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΣΕ ΕΔΑΦΗ ALFISOLS

#### ΑΓΙΑ ΣΟΦΙΑ

Η εξεταζόμενη περιοχή ανήκει στην ευρύτερη περιοχή των μετεωρολογικών δεδομένων που μας παρέχει ο μετεωρολογικός σταθμός Λάρισας, της Ε.Μ.Υ. Τα μετεωρολογικά δεδομένα που μελετήθηκαν, αφορούν χρονικά την περίοδο 1955 - 1997.

**Πίνακας 3.4:** Μετεωρολογικά δεδομένα Αγίας Σοφίας (Θερμοκρασία)

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C	ΜΕΣΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C	ΜΕΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	5.2	9.8	0.7
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	6.8	12.0	1.3
ΜΑΡΤΙΟΣ	9.4	14.7	3.3
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	13.8	19.6	6.2
ΜΑΙΟΣ	19.2	25.7	10.9
ΙΟΥΝΙΟΣ	25.0	31.0	15.2
ΙΟΥΛΙΟΣ	27.2	33.1	17.7
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	26.2	32.6	17.3
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	21.8	28.3	14.0
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	16.2	22.2	10.0
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	10.8	15.8	5.8
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	6.6	11.1	2.0

Η μέση ετήσια θερμοκρασία της περιοχής είναι 15.7 °C, η μέση μέγιστη θερμοκρασία του έτους είναι 21.3 °C ενώ η μέση ελάχιστη 8.7 °C. Στον Πίνακα 2.1, παρουσιάζονται οι μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας, οι μέσες μέγιστες και ελάχιστες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίες, για τα έτη 1955-1997. Ο θερμότερος μήνας του έτους είναι ο Ιούλιος με μέση μηνιαία θερμοκρασία 27.2 °C, μέση μέγιστη θερμοκρασία 33.1 °C και μέση ελάχιστη 17.7 °C. Αντιθέτως ο Ιανουάριος αποτελεί τον ψυχρότερο μήνα του έτους με μέση μηνιαία θερμοκρασία 5.2 °C, μέση ελάχιστη 0.7 °C και μέση μέγιστη 9.8 °C.

**Πίνακας 3.5:** Μετεωρολογικά δεδομένα Αγίας Σοφίας (Βροχόπτωση)

<b>ΜΗΝΑΣ</b>	<b>ΜΕΣΟ ΜΗΝΙΑΙΟ ΎψΟΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ (mm) ΛΑΡΙΣΑ – ΎψΟΣ:73.6 m</b>	<b>ΜΕΣΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)</b>
<i>ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ</i>	33.3	79.6
<i>ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ</i>	32.4	75.1
<i>ΜΑΡΤΙΟΣ</i>	37.6	73.4
<i>ΑΠΡΙΛΙΟΣ</i>	33.8	68.7
<i>ΜΑΙΟΣ</i>	38.2	61.6
<i>ΙΟΥΝΙΟΣ</i>	25.6	49.2
<i>ΙΟΥΛΙΟΣ</i>	19.0	46.6
<i>ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ</i>	16.4	50.0
<i>ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ</i>	30.2	72.3
<i>ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ</i>	52.2	70.0
<i>ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ</i>	56.9	79.5
<i>ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ</i>	50.8	82.2
<b>ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ</b>	<b>426.3</b>	

Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής ανέρχεται στα 426.3 mm H<sub>2</sub>O. Το 33%, 27% και 26% των βροχοπτώσεων εμφανίζεται κατά τους φθινοπωρινούς, χειμερινούς και εαρινούς μήνες αντίστοιχα. Φαίνεται ότι υπάρχει ομοιόμορφη περίπου κατανομή των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια του έτους. Ο μήνας του έτους, που παρατηρείται το μεγαλύτερο ύψος βροχόπτωσης είναι ο Νοέμβριος, με μέσο μηνιαίο ύψος 56.9 mm H<sub>2</sub>O, ενώ ο ξηρότερος είναι ο Αύγουστος με μέσο μηνιαίο ύψος 16.4 mm H<sub>2</sub>O.

**ΞΑΝΘΗ**

Τα μετεωρολογικά δεδομένα που ελήφθησαν από το Μετεωρολογικό σταθμό της Ξάνθης (1931-1941, 1975-1997, 1954-2006) και από το Μετεωρολογικό σταθμό της Αλεξανδρούπολης (1947-2006).

**Πίνακας 3.6:** Μετεωρολογικά δεδομένα Ξάνθης

Μήνες	Μέσος όρος ύψους κατακρημνισμάτων (mm)	Μέσος όρος θερμοκρασίας °C
Ιανουάριος	149.8	5.6
Φεβρουάριος	198.7	6.8
Μάρτιος	99.6	9.6
Απρίλιος	116.5	14.3
Μάιος	104.0	19.8
Ιούνιος	91.6	24.1
Ιούλιος	72.1	26.6
Αύγουστος	44.2	26.0
Σεπτέμβριος	53.7	22.4
Οκτώβριος	93.6	16.5
Νοέμβριος	156.6	11.0
Δεκέμβριος	174.6	6.9
<b>Έτος</b>	<b>1355.0</b>	<b>15.8</b>

Η μέση ετήσια θερμοκρασία των Ερεικώνων Ξάνθης είναι 15,8 °C. Η μέση ετήσια θερμοκρασία του θερμότερου μήνα είναι 26,6 °C και αντιστοιχεί στο μήνα Ιούλιο και η μέση ετήσια θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα είναι 5,6 °C και αντιστοιχεί στο μήνα Ιανουάριο. Η απολύτως ελάχιστη θερμοκρασία για τους χειμερινούς μήνες είναι 0,2 °C και παρατηρείται το μήνα Δεκέμβριο και για τους θερινούς μήνες είναι 22,2 °C και παρατηρείται το μήνα Ιούνιο. Η απολύτως μέγιστη θερμοκρασία για τους χειμερινούς μήνες είναι 10,4 °C και παρατηρείται κατά το μήνα Φεβρουάριο και για τους θερινούς μήνες είναι 30,5 °C και παρατηρείται κατά το μήνα Ιούλιο.

Το μέσο ύψος βροχοπτώσεων στην υπό μελέτη περιοχή ανέρχεται στα 112,9 mm. Το μεγαλύτερο ποσοστό βροχοπτώσεων παρατηρείται κατά τους χειμερινούς μήνες, ακολουθούν οι εαρινοί, κατόπιν οι φθινοπωρινοί και τέλος οι καλοκαιρινοί μήνες. Τα ποσοστά των βροχοπτώσεων είναι αντιπροσωπευτικά για κάθε εποχή.

### 3.3 ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ THORNTHWAITE

#### Κατάρτιση Ισοζυγίου Εδαφικού Ύδατος

Για την κατάρτιση του ισοζυγίου του εδαφικού ύδατος χρησιμοποιείται η μέθοδος του Thornthwaite (1948). Στη μέθοδο αυτή εισάγεται η έννοια της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής (PET). Για τον υπολογισμό της PET χρησιμοποιούνται οι παρακάτω τύποι:

- $PET = 16 \cdot L_d \cdot [10 \cdot T / I]^a$
- $I = \sum [T_i / 5]^{1.514}$
- $a = 0.000000675 \cdot (I)^3 - 0.0000771 \cdot (I)^2 + 0.01792 \cdot (I) + 0.49239$

όπου PET: δυνητική εξατμισοδιαπνοή (mm/μήνα)

$L_d$ : ο λόγος της μέσης διάρκειας της ημέρας κάθε μήνα προς ημέρα διάρκειας

12 ωρών

T: η μέση θερμοκρασία του αέρα σε βαθμούς Κελσίου (°C)

I: ο ετήσιος δείκτης θερμότητας

$T_i$ : η μέση θερμοκρασία του αέρα κάθε μήνα

Ο δείκτης  $L_d$  παίρνει διαφορετικές τιμές για κάθε γεωγραφικό πλάτος και για κάθε μήνα.

Εφόσον υπολογίζεται η PET μπορεί να υπολογιστεί και το ισοζύγιο του εδαφικού ύδατος, με προϋπόθεση ότι το νερό που συγκρατεί το έδαφος με τη μορφή υγρασίας είναι ένα απόθεμα στο οποίο προστίθεται το νερό της βροχής και από το οποίο αφαιρείται η πραγματική εξατμισοδιαπνοή (ETR). Χαρακτηριστική είναι η συσχέτιση της PET με τη θερμοκρασία T, όπου αυξανόμενης της T παρατηρείται και μεγαλύτερη PET.

Λόγω των υγρών και ξηρών περιόδων που μπορεί να παρουσιάζονται σε μια περιοχή, οι σχέσεις μεταξύ PET, ETR και βροχόπτωσης (P) αλλάζουν συνεχώς. Για το λόγω αυτό μπορεί να παρουσιάζεται αποθήκευση του εδαφικού νερού (R-recharge), δημιουργία πλεονάσματος (S-surplus), χρησιμοποίηση του εδαφικού νερού (U-utilization) ή και έλλειμμα αυτού (D-deficit). Αποθήκευση του εδαφικού νερού παρατηρείται όταν το ύψος των βροχοπτώσεων είναι αρκετά μεγαλύτερο από την εξατμισοδιαπνοή, με



αποτέλεσμα το έδαφος να παραμένει υγρό. Όσο περισσότερο νερό μένει τόσο είναι μεγαλύτερη η πιθανότητα δημιουργίας πλεονάσματος. Αντίθετα όσο μικρότερο είναι το ύψος των βροχοπτώσεων, χρησιμοποιείται ένα ποσοστό του εδαφικού νερού ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες των φυτών και όσο τα αποθέματα μειώνονται, τόσο είναι πιθανή η δημιουργία υγρασιακού ελλείμματος.

Ακολουθεί πίνακας παρουσίασης των τιμών του δείκτη  $L_d$ .

**Πίνακας Τιμών του δείκτη  $L_d$**

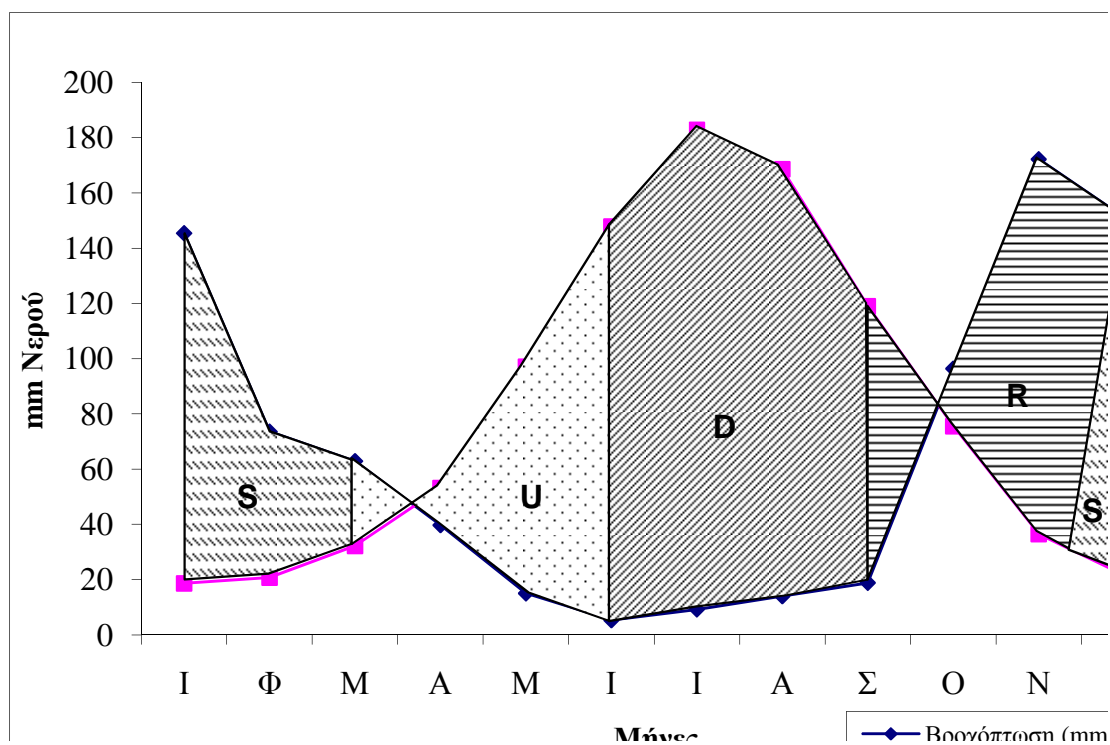
Βόρειο Πλάτος	Μήνας											
	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
34°	0,88	0,85	1,03	1,09	1,20	1,20	1,22	1,16	1,03	0,97	0,87	0,86
35°	0,87	0,85	1,03	1,09	1,21	1,21	1,23	1,16	1,03	0,97	0,86	0,85
36°	0,87	0,85	1,03	1,10	1,21	1,22	1,24	1,16	1,03	0,97	0,86	0,84
37°	0,86	0,84	1,03	1,10	1,22	1,23	1,25	1,17	1,03	0,97	0,85	0,83
38°	0,85	0,84	1,03	1,10	1,23	1,24	1,25	1,17	1,04	0,96	0,84	0,83
39°	0,85	0,84	1,03	1,11	1,23	1,24	1,26	1,18	1,04	0,96	0,84	0,82
40°	0,84	0,83	1,03	1,11	1,24	1,25	1,27	1,18	1,04	0,96	0,83	0,81
41°	0,83	0,83	1,03	1,11	1,25	1,26	1,27	1,19	1,04	0,96	0,82	0,80
42°	0,82	0,83	1,03	1,12	1,26	1,27	1,28	1,19	1,04	0,95	0,82	0,79
43°	<b>0,81</b>	<b>0,82</b>	<b>1,02</b>	<b>1,12</b>	<b>1,26</b>	<b>1,28</b>	<b>1,29</b>	<b>1,20</b>	<b>1,04</b>	<b>0,95</b>	<b>0,81</b>	<b>0,77</b>

## ΚΡΟΚΕΕΣ

**Πίνακας 3.7**

Θερμοκρασία (T), Βροχόπτωση (P), Δυναμική Εξατμισοδιαπνοή (PET), Αποθήκευση (R), Χρήση (U), Πλεόνασμα (S) και Έλλειμμα (D) ανά μήνα για την περιοχή των Κροκεών.

Μήνας	T (°C)	P (mm)	PET (mm)	R (mm)	U (mm)	S (mm)	D (mm)
Ι	10,5	145,4	18,6	0	0	126,8	0
Φ	11,2	73,6	20,67	0	0	52,93	0
Μ	12,7	62,9	32,17	0	0	30,73	0
Α	15,8	39,7	53,05	0	13,35	0	0
Μ	20,4	15	97,04	0	82,04	0	0
Ι	25,1	5,3	147,81	0	104,61	0	37,9
Ι	27,7	9,2	182,8	0	0	0	173,55
Α	27,5	14	168,55	0	0	0	154,55
Σ	24,5	18,8	118,93	0	0	0	100,13
Ο	20,1	96,4	75,53	20,87	0	0	0
Ν	14,8	172,2	36,42	135,78	0	0	0
Δ	11,5	151,1	21,53	64,22	0	65,35	0
Έτος	18,5	803,65	973,1	200	200	275,81	466,13



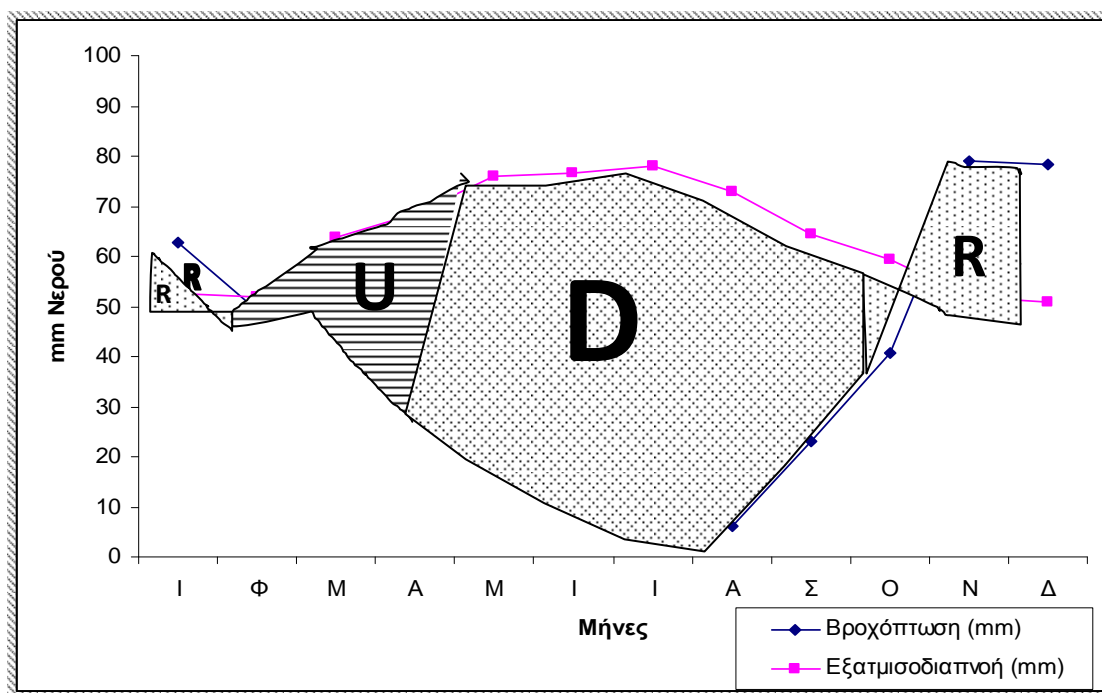
**Διάγραμμα 3.1:** Υδατικό ισοζύγιο Κροκεών.

## ΛΗΜΝΟΣ

Πίνακας 3.8

Θερμοκρασία (T), Βροχόπτωση (P), Δυναμική Εξατμισοδιαπνοή (PET), Αποθήκευση (R), Χρήση (U), Πλεόνασμα (S) και Έλλειμμα (D) ανά μήνα για την περιοχή της Λήμνου.

Μήνας	T (°C)	P (mm)	PET (mm)	R (mm)	U (mm)	S (mm)	D (mm)
Ι	7,4	62,6	52,5	10,1	0	0	0
Φ	7,8	49,3	51,9	0	2,6	0	0
Μ	9,7	52,2	63,7	0	11,5	0	0
Α	13,8	35,8	68,6	0	32,8	0	0
Μ	18,5	23,7	76	0	17,9	0	34,4
Ι	23,6	15,8	76,6	0	0	0	60,8
Ι	25,9	8,7	77,9	0	0	0	69,2
Α	25,1	6	72,9	0	0	0	66,9
Σ	21,5	23,1	64,3	0	0	0	41,2
Ο	16,8	40,6	59,3	0	0	0	18,7
Ν	12,3	79,1	51,9	27,2	0	0	0
Δ	9	78,2	50,7	27,5	0	0	0
Έτος	16	475,1	766,3	64,8	64,8	0	291,2

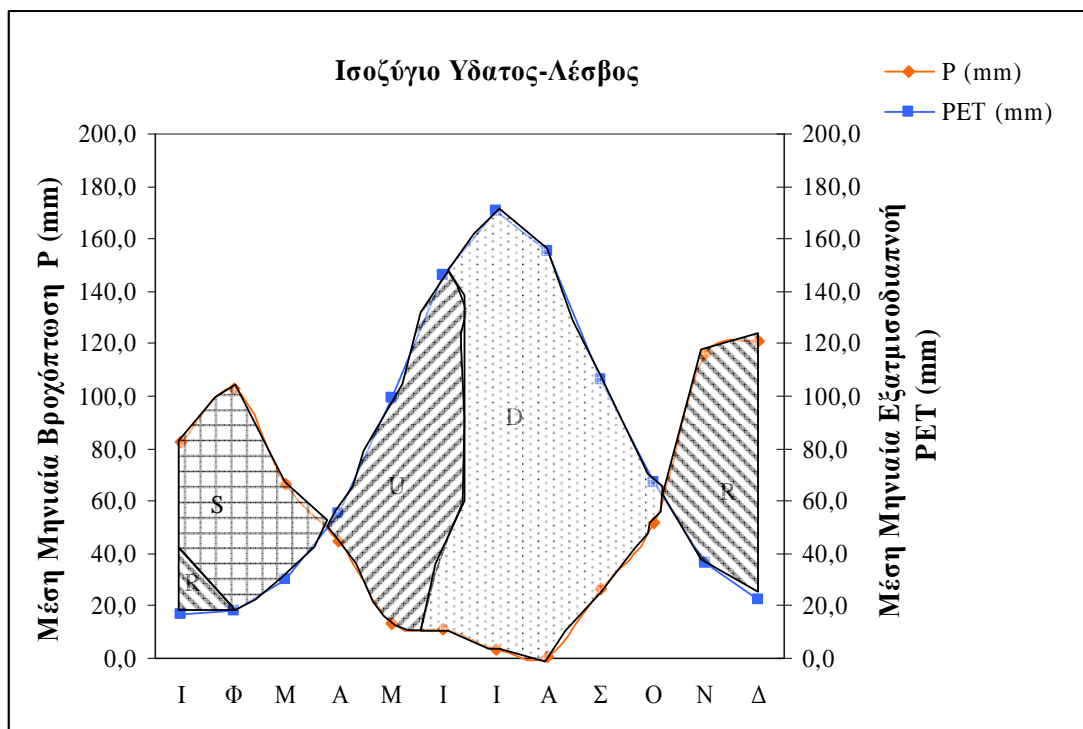


Διάγραμμα 3.2: Υδατικό ισοζύγιο Λήμνου.

## ΛΕΣΒΟΣ

Πίνακας 3.9: Ισοζύγιο Εδαφικού Ύδατος (Λέσβος)

Λέσβος													
	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	Ο	N	Δ	Έτος
P	82,7	103,1	66,8	45,1	13,0	11,4	3,2	0,7	26,8	51,8	116,0	120,9	<b>641,3</b>
PET	17,0	17,8	29,9	55,5	99,6	146,2	170,7	155,3	106,3	67,2	36,4	22,6	<b>924,6</b>
P-PET	<b>65,7</b>	<b>85,3</b>	<b>36,9</b>	<b>-10,4</b>	<b>-86,6</b>	<b>-134,9</b>	<b>-167,5</b>	<b>-154,6</b>	<b>-79,6</b>	<b>-15,4</b>	<b>79,6</b>	<b>98,3</b>	<b>-283,3</b>
R	22,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79,6	98,3	
U	0	0	0	10,4	86,6	103	0	0	0	0	0	0	
D	0	0	0	0	0	31,9	167,5	154,6	79,6	15,4	0	0	
S	43,6	85,3	36,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ΣR	200	200	200	189,6	103	0	0	0	0	0	79,6	177,9	
ΣU	0	0	0	10,4	97	200	200	200	200	200	0	0	
ΣD	0	0	0	0	0	31,9	199,4	354	433,6	449	449	449	<b>449</b>
ΣS	43,6	128,9	165,8	165,8	165,8	165,8	165,8	165,8	165,8	165,8	165,8	165,8	<b>165,8</b>
S-D	<b>43,6</b>	<b>85,3</b>	<b>36,9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-31,9</b>	<b>-167,5</b>	<b>-154,6</b>	<b>-79,6</b>	<b>-15,4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-283,2</b>



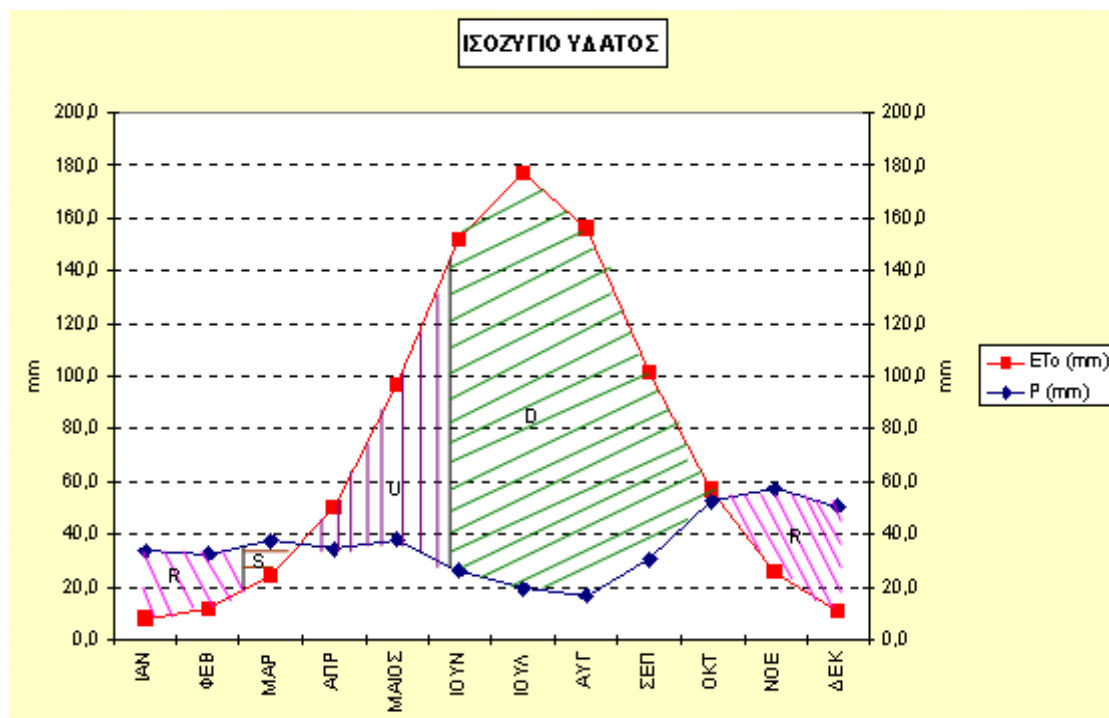
Διάγραμμα 3.3: Ισοζύγιο Ύδατος Λέσβου

## ΑΓΙΑ ΣΟΦΙΑ

Πίνακας 3.10:

## Ισοζύγιο Ύδατος Αγίας Σοφίας

ΜΗΝΑΣ	P	ΕΤο	P-ΕΤο	ΕΤο-P	R	S	U	D
ΙΑΝ.	33.3	7.6	25.7		97.6			
ΦΕΒ.	32.4	11.7	20.8		118.4			
ΜΑΡ.	37.6	24.4	13.1		120.0	11.5		
ΑΠΡ.	33.8	50.1		16.2			16.2	
ΜΑΙ.	38.2	96.9		58.7			75.0	
ΙΟΥΝ.	25.6	151.8		126.1			120.0	<b>81.1</b>
ΙΟΥΛ.	19.0	177.1		158.1				<b>239.3</b>
ΑΥΓ.	16.4	155.8		139.4				<b>378.7</b>
ΣΕΠ.	30.2	101.2		71.0				<b>449.8</b>
ΟΚΤ.	52.2	56.8		4.6				<b>454.4</b>
ΝΟΕΜ.	56.9	25.2	31.7		31.7			
ΔΕΚ.	<b>50.8</b>	<b>10.7</b>	<b>40.1</b>		<b>71.9</b>			



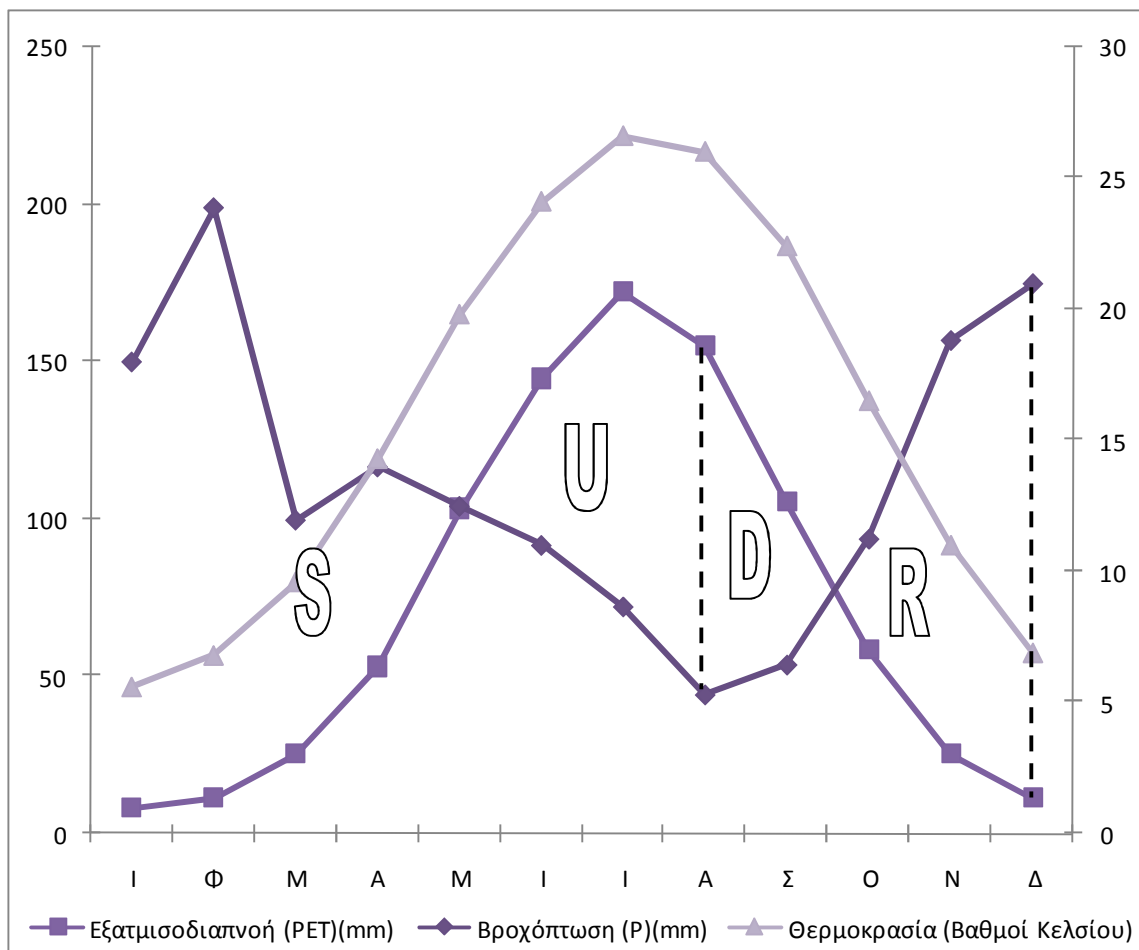
Διάγραμμα 3.4: Ισοζύγιο Ύδατος Αγίας Σοφίας

ΞΑΝΘΗ

Πίνακας 3.11

## Ισοζύγιο Ύδατος Ξάνθης

ΜΗΝΕΣ	P	PET	P-PE	R	U	D	S	ΣR	ΣU	ΣD	ΣS	T(C)
I	149,8	8,2	141,6	0	0	0	141,6	200,0	0	0	141,6	5,6
Φ	198,7	11,4	187,3	0	0	0	187,3	200,0	0	0	200	6,8
M	99,6	25,2	74,4	0	0	0	74,4	200,0	0	0	200	9,6
A	116,5	53,0	63,5	0	0	0	63,5	200,0	0	0	200	14,3
M	104,0	103,1	0,9	0	0	0	0,9	200,0	0	0	200	19,8
I	91,6	144,6	-53,0	0	53,0	0	0	147,0	53,0	0	200	24,1
I	72,1	172,1	-100,0	0	100,0	0	0	47,0	153,0	0	200	26,6
A	44,2	155,2	-111,0	0	47,0	64,0	0	0	200	64,0	200	26,0
Σ	53,7	105,6	-51,9	0	0	51,9	0	0	200	115,9	200	22,4
O	93,6	58,3	35,3	35,3	0	0	0	35,3	0	0	200	16,5
N	156,6	25,2	131,4	131,4	0	0	0	166,7	0	0	200	11,0
Δ	174,6	11,2	163,4	33,3	0	0	130,4	200	0	0	200	6,9
ΈΤΟΣ	1354,9	873,0	481,9							115,9	200	



**Διάγραμμα 3.5:** Ισοζύγιο Ύδατος Ξάνθης

Το καθεστώς εδαφικής υγρασίας για όλες τις περιοχές μελέτης χαρακτηρίζεται ως χερικό.

### 3.4 ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Η θερμοκρασία του εδάφους χρησιμοποιείται κυρίως σαν κριτήριο ταξινόμησης. Η μέση ετήσια, η μέση θερινή και η μέση χειμερινή θερμοκρασία εδάφους χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό των κλάσεων εδαφικής θερμοκρασίας (Soil Survey Staff, 1975). Λόγω της απουσίας δεδομένων θερμοκρασίας εδάφους, σύμφωνα με το Soil Taxonomy, μπορεί να γίνει εκτίμηση της εδαφικής θερμοκρασίας από τη μέση θερμοκρασία αέρος με τον εξής τρόπο:

- $(Μ.Ε.Θ.Ε) = (Μ.Ε.Θ.Α) + 1$
- $(Μ.Θ.Θ.Ε) = (Μ.Θ.Θ.Α) - 0,6$
- $(Μ.Χ.Θ.Ε) = (Μ.Θ.Θ.Ε) - (Μ.Ε.Θ.Ε)$

Όπου Μ.Ε.Θ.Ε = Μέση Ετήσια Θερμοκρασία Εδάφους

Μ.Ε.Θ.Α = Μέση Ετήσια Θερμοκρασία Αέρος

Μ.Θ.Θ.Ε = Μέση Θερινή Θερμοκρασία Εδάφους

Μ.Θ.Θ.Α = Μέση Θερινή Θερμοκρασία Αέρος

Μ.Χ.Θ.Ε = Μέση Χειμερινή Θερμοκρασία Εδάφους

Το καθεστώς εδαφικής θερμοκρασίας για το σύνολο των μελετούμενων εδαφών χαρακτηρίζεται ως Thermic.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΓΕΩΛΟΓΙΑ

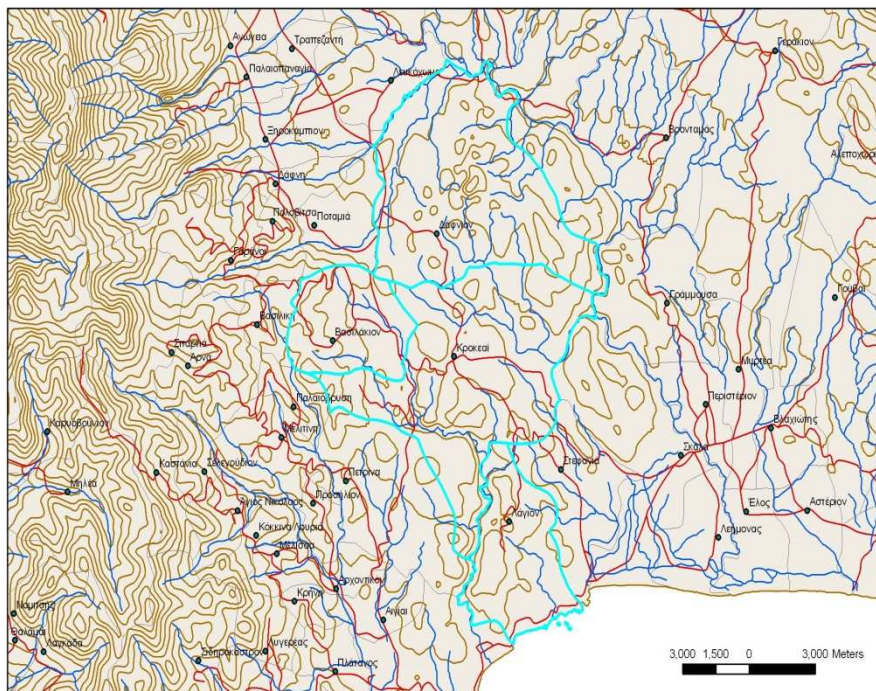
#### 4.1 ΚΡΟΚΕΕΣ

Η ευρύτερη περιοχή του δήμου Κροκεών έχει ημιορεινό ανάγλυφο με πεδινές εκτάσεις Βόρεια της περιοχής των Κροκεών, ενώ Νοτιοδυτικά αναπτύσσεται το παράκτιο πεδίο Έλους – Βλαχιώτη – Σκάλας.

Διαρρέεται από πλήθος χειμάρρων με ροή στη μεγαλύτερη διάρκεια του έτους. Ανατολικά και Νοτιοανατολικά διαρρέεται από τον ποταμό Ευρώτα και Βασιλοπόταμο με τα κυριότερα υδρορέματα αυτά των Αρδεολάγκαδου και Ξεριά.

Στην περιοχή εξέτασης υπάρχουν αρδευόμενες εκτάσεις εσπεριδοειδών κυρίως στην πεδινή έκταση Βλαχιώτη – Σκάλας, αλλά και καλλιέργειες ελαιόδενδρων.

Ο Δήμος Κροκεών είναι από τους επώνυμους Δήμους του Ν. Λακωνίας με σύνολο 2.900 μόνιμων κατοίκων (απογραφή 2001), στους οποίους παρατηρείται μείωση 1,3% από το 1991. Τα Δημοτικά Διαμερίσματα που τον απαρτίζουν είναι αυτά των Κροκεών, του Δαφνίου, του Βασιλακίου και του Λάγιου. Η κυριότερη ασχολία των κατοίκων είναι η κτηνοτροφία και η γεωργία. Στην παρακάτω Εικόνα παρουσιάζονται τα όρια του Δήμου των Κροκεών.



Εικόνα 4.1: Όρια Δήμου Κροκεών.

## ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η ευρύτερη περιοχή του δήμου Κροκεών αποτελείται από γεωλογικούς σχηματισμούς που ανήκουν στους Τεταρτογενείς, στους Νεογενείς, στις δύο εσωτερικές γεωτεκτονικές ζώνες Ιονίου και Γαβρόβου – Τρίπολης, καθώς και στο Ημιμεταμορφωμένο υπόβαθρο της Πελοποννήσου. Αναλυτικότερα έχουμε:

### 1) Τεταρτογενή

**A) Ποτάμιες αναβαθμίδες (Q<sub>1</sub>):** Είναι σχηματισμοί που βρίσκονται στις παρόχθιες περιοχές των υδρορεμάτων και αποτελούνται από ερυθρές άμμους με κατά τόπους ανάμειξη αργίλων και εναλλαγές από στρώματα κροκάλων και χαλίκων.

### 2) Νεογενείς σχηματισμοί

**A) Θαλάσσιοι παράκτιοι σχηματισμοί (Pl.mk – Pl.c):** Στην πεδινή περιοχή των Κροκεών αναπτύσσονται σχηματισμοί που αποτελούνται από ασβεστοψαμμιτικούς και αμιγείς αργίλους, τεφρές μάργες και αραιές ενστρώσεις οργανογενών ψαμμιτικών ασβεστολίθων (Pl.mk), ενώ Ανατολικά οι σχηματισμοί βρίσκονται επάνω σε αποθέσεις (Pl.c) από όπου λείπουν οι οργανογενείς ασβεστολίθοι, αλλά υπάρχουν ασβεστολιθικές ή χαλαζιακές κροκάλες επίκλυσης.

Είναι πλειοκαινικοί σχηματισμοί και το συνολικό τους πάχος φτάνει τα 200 m.

### 3) Ιόνιος ζώνη

Στην ευρύτερη περιοχή της δειγματοληψίας συναντώνται οι σειρές των στρωματωδών και συμπαγών μαρμάρων της, καθώς και ο κερατολιθικός ορίζοντας.

**A) Σειρά στρωματωδών μαρμάρων (Js – Ks.K):** Βρίσκονται Νοτιοδυτικά των σημείων δειγματοληψίας και αποτελούνται από τεφρά και μαύρα, μεσοστρωματώδη, αδροκρυσταλλικά, έντονα βιτουμενιούχα μάρμαρα. Διακρίνονται από την παρουσία λεπτών ενστρώσεων κερατολίθων (ραδιολαριτών) και κονδύλων πυριτόλιθων (σπογγόλιθοι). Η ηλικία τους είναι Μεσο – Ιουρασική – Κρητιδική και το πάχος τους 150 περίπου m.

**B) Κερατολιθικός ορίζοντας (Jim.sh):** Βρίσκεται κάτω από τον προηγούμενο γεωλογικό σχηματισμό και αποτελείται από τεφρόλευκους, λεπτοπλακώδεις, μεσόκοκκους πυριτόλιθους (διατομίτες, σπογγόλιθοι), με λεπτές ενστρώσεις αργιλοπυριτικών σχιστολίθων. Η ηλικία του σχηματισμού είναι Κατώτερο – Μέσο Ιουρασικό και το πάχος του κυμαίνεται από 5 – 50 m.

**Γ) Σειρά συμπαγών μαρμάρων (Ts):** Στον οικισμό των Κροκεών και Νοτιότερα συναντώνται τα συμπαγή μάρμαρα της ζώνης, τα οποία είναι λευκά, τεφρά, αδροκρυσταλλικά και ελαφρώς βιτουμενιούχα. Σπάνια περιέχουν κονδυλώδεις πυριτόλιθους και στα κατώτερα μέλη τους παρατηρείται κυψελώδης υφή. Η ηλικία τους κατατάσσεται στο Ανώτερο Κρητιδικό.

### 4) Ζώνη Τρίπολης

Αντιπροσωπεύεται από τη ΒΑ σειρά ασβεστολίθων και δολομιτών, αλλά και από την ευρεία εμφάνιση των στρωμάτων Τυρού, όπου και βρίσκεται η περιοχή της δειγματοληψίας.

**Α) Σειρά δολομιτιωμένων ασβεστολίθων (Js – K<sub>i</sub>.K):** Στο ΒΑ τμήμα της ευρύτερης περιοχής δειγματοληψίας στο Λεβετσιώτικο Ρέμα (Παραπόταμος του Ευρώτα), βρίσκονται οι σχηματισμοί των δολομιτιωμένων ασβεστολίθων ηλικίας Ανώτερο Ιουρασικό – Κατώτερο Κρητιδικό. Είναι λεπτοκρυσταλλικοί, τεφροί, βιτουμενιούχοι και το πάχος τους είναι γύρω στα 150 m.

**Β) Σειρά οργανογενών ασβεστολίθων (Ji – m.k):** Κάτω από τους προηγούμενους σχηματισμούς, στην ίδια τοποθεσία, βρίσκονται και οι οργανογενείς ασβεστολίθοι οι οποίοι είναι λευκοί έως ροδίζοντες μικροκρυσταλλικοί. Είναι ηλικίας Κατώτερου – Μέσου Ιουρασικού και έχουν πάχος 200 m.

**Γ) Σειρά δολομιτών (Tm – sk,a):** Ανατολικά της περιοχής δειγματοληψίας μετά το ρέμα του Ξηριά, στον επαρχιακό δρόμο Κροκεές – Σκάλας συναντώνται οι δολομίτες και δολομιτικοί ασβεστολίθοι της ζώνης. Είναι τεφροί, στρωματώδεις και συμπαγείς. Στα κατώτερα στρώματα εμφανίζονται πλακώδεις ασβεστολίθοι με ενστρώσεις μαργαϊκών ασβεστολίθων. Βρίσκονται με επίκλυση πάνω στο κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο της Πελοποννήσου ή στην επιμεταμορφωμένη ηφαιστειογενή σειρά των στρωμάτων Τυρού. Η ηλικία τους κατατάσσεται στο Μέσο – Ανώτερο Τριαδικό και το πάχος τους φτάνει τα 300 m.

#### **Δ) Στρώματα Τυρού**

**1) Ηφαιστειοζηματογενής σειρά (P?tf):** Είναι οι σχηματισμοί που έχουν ευρεία εμφάνιση στην περιοχή και αποτελούν τους σχηματισμούς της δειγματοληψίας. Είναι ελαφρά μεταμορφωμένη σειρά γεωλογικών σχηματισμών και αποτελείται από βασικούς έως ενδιάμεσους τόφφους και τοφφίτες με ενστρώσεις αργιλικών σχιστολίθων και τοφφίτων. Τοπικά εμφανίζονται τοφφικά λατυποπαγή και ανδρειτικές λάβες γνωστές και ως «Κροκεάτης Λίθος». Είναι ηλικίας Περμίου και το πάχος της σειράς φτάνει τα 550 περίπου m. Στην περιοχή βρίσκονται διάσπαρτα μεταλλεία σιδήρου και χαλκού. Η σειρά έρχεται με επίκλυση με βασικό κροκαλοπαγές (P?c) στην υποκείμενη σειρά του Λιθανθρακοφόρου.

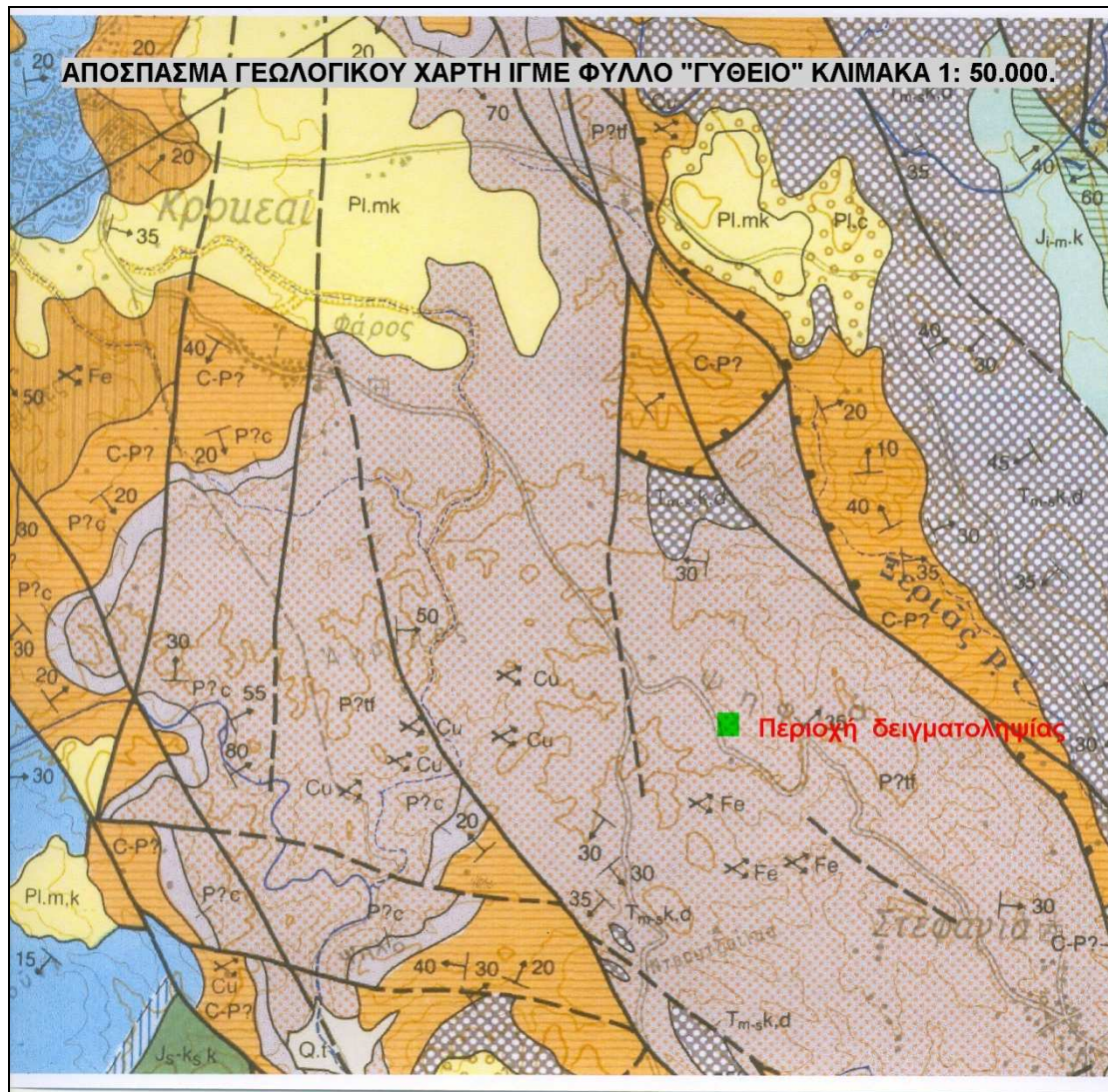
**2) Σειρά στρωμάτων ασθενώς μεταμορφωμένη (C – P?):** Είναι οι σχηματισμοί που υπόκεινται των προηγούμενων και αποτελούνται από ασθενείς μεταμορφωμένους αργιλικούς σχιστολίθους, με εναλλαγές χαλαζιτικών ψαμμιτών και σκοτεινότερων μαργαϊκών ασβεστολίθων. Το πάχος της σειράς είναι μεγαλύτερο από 400 m και ηλικίας Λιθανθρακοφόρου.

#### **5) Φυλλίτες - Χαλαζίτες**

**Α) Φυλλιτική χαλαζιτική σειρά (C – P?):** Είναι η σειρά που θεωρείται ως το γεωλογικό υπόβαθρο των ζωνών Ιονίου και Τρίπολης και αποτελείται από ημιμεταμορφωμένα πετρώματα, τους Φυλλίτες (Χαλαζιακοί, Σερικιτικοί, Ανθρακικοί



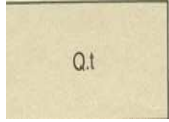
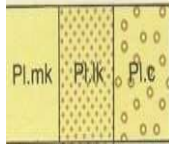
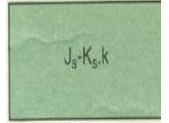





και Ταλκικοί) με εναλλαγές διαμαρμαρυγικών σχιστολίθων και χαλαζιτών. Το πάχος της σειράς είναι μεγαλύτερο από 1000 m.  
Τα παραπάνω φαίνονται και στο Χάρτη που ακολουθεί.

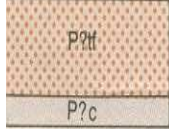

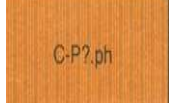


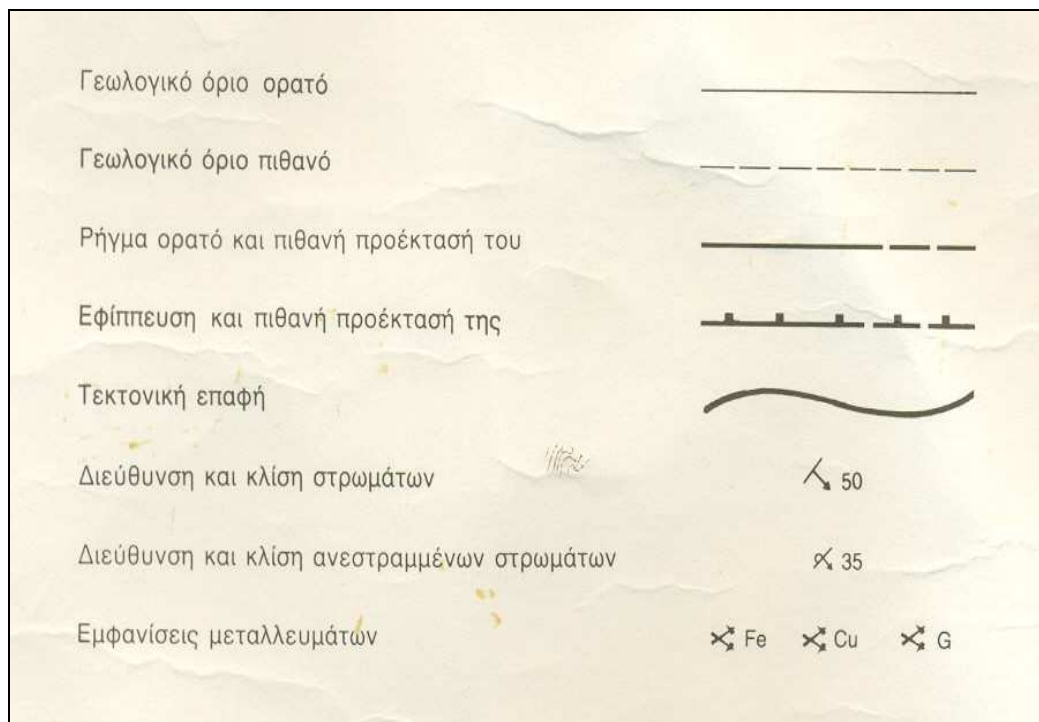
**Εικόνα 4.2:** Απόσπασμα Γεωλογικού Χάρτη «Φύλλο Γύθειο».

## ΥΠΟΜΝΗΜΑ

■ Περιοχή δειγματοληψίας εδάφους για εδαφολογικό έλεγχο.

<b>ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΗ</b>	
	Ποτάμιες αναβαθμίδες: ερυθροί άμμοι, κατά τόπους αργιλούχες με συχνές εναλλαγές με στρώματα από κροκάλες και χαλίκια.
<b>ΝΕΟΓΕΝΗ</b>	
	Θαλάσσιοι, παράκτιοι σχηματισμοί: που αποτελούνται από ασβεστοψαμμιτικές αργίλους, τεφρές μάργες με ενδιαστρώσεις οργανογενών ασβεστολίθων και κροκαλών.
<b>ΙΟΝΙΟΣ ΖΩΝΗ</b>	
	Σειρά στρωματωδών μαρμάρων: τεφρά και μαύρα, μεσοστρωματώδη, αδροκρυσταλικά ,έντονα βιτουμενιούχα μάρμαρα Ανωιουρασικής-Κρητιδικής ηλικίας.
	Κερατολιθικός ορίζοντας:τεφρόλευκοι,λεπτοπλακώδεις πυριτιόλιθοι με λεπτές ενστρώσεις αργιλοπυριτικών σχιστολίθων. Ηλικία Κατ.-Μέσο Ιουρασικό.
	Σειρά συμπαγών μαρμάρων: λευκά, τεφρά, ελαφρώς βιτουμενιούχα, αδροκρυσταλικά μάρμαρα. Ηλικία Αν. Τριαδικό.
<b>ΖΩΝΗ ΤΡΙΠΟΛΗΣ</b>	
	Σειρά δολομιτιωμένων ασβεστολίθων: τεφροί ασβεστόλιθοι δολομιτικοί ασβεστόλιθοι, βιτουμενιούχοι, λεπτοκρυσταλλικοί ηλικίας Αν. Ιουρασικό –Κατ. Κρητιδικό.
	Σειρά οργανογενών ασβεστολίθων: λευκοί έως ροδίζοντες μέσο-παχυστρωματώδεις,οργανογενείς ασβεστόλιθοι ηλικίας Κατ.-Μέσο Ιουρασικό.
	Σειρά δολομιτών: τεφροί έως σκοτεινότεφροι δολομιτικοί ασβεστόλιθοι και δολομίτες ηλικίας Μέσου –Ανώτ. Τριαδικού.

	<p>Στρώματα Τυρού. Ηφαιστειοϊζηματογενής σειρά: Αποτελείται από τόφφους και τοφφίτες με εντρώσεις αργιλικών σχιστολίθων και τοφφιτών. Ηλικία Πέρμιο.</p>
	<p>Στρώματα Τυρού. Σειρά στρωμάτων ασθενώς μεταμορφωμένων: Ασθενώς μεταμορφωμένοι αργιλικό σχιστόλιθοι με εναλλαγές χαλαζιτικών ψαμμιτών και σκοτεινότεφρων μαργαϊκών ασβεστολίθων. Ηλικία Λιθανθρακοφόρο.</p>
<p><b>ΦΥΛΛΙΤΕΣ-ΧΑΛΑΖΙΤΕΣ</b></p>	
	<p>Φυλλιτική –χαλαζιτική σειρά: Χαλαζιακοί, σερικιτικοί, ανθρακικοί και ταλκικοί φυλλίτες με εναλλαγές διαμαρμαρυγιακών σχιστολίθων και χαλαζιτών. Αποτελεί το γεωλογικό υπόβαθρο και των δύο ζωνών.</p>



### ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η περιοχή είναι έντονα τεκτονισμένη με ρήγματα βαρύτητας διεύθυνσεως ΒΒΔ – ΝΝΑ στα οποία και υπάρχει επαλληλία των ζωνών Τρίπολης και Ιονίου, όπου με τεκτονικές επαφές βρίσκονται επί του υποβάθρου της Πελοποννήσου.

## 4.2 ΛΗΜΝΟΣ

Η Λήμνος αποτελεί τμήμα τριτογενούς λεκάνης εντός της περιοχής της κρυσταλλοσχιστώδους μάζας της Ροδόπης. Η διάπλαση του φλύσχη εμφανίζεται κατ' εξοχήν διαδεδομένη στη νήσο και αποτελείται από αργιλικούς σχιστόλιθους και ψαμμίτες. Τα στρώματα αυτά είναι πτυχωμένα και με παράταξη Βορειοανατολική – Νοτιοδυτική έως Ανατολική / Βορειοανατολική – Δυτική / Νοτιοδυτική. Επίσης παρουσιάζονται διαταραγμένα πλησίον των εκριξηγενών μαζών.

Οι εκρήξεις απαντώνται κατά μήκος ορισμένων κατευθύνσεων, οι οποίες συμπίπτουν προς τις τεκτονικές γραμμές.

Συγγενή τριτογενή ιζήματα απαντώνται στις γειτονικές περιοχές και νήσους έως τη Δυτική Θράκη, όπως τις νήσους Ίμβρο, Σαμοθράκη και Άγιο Ευστράτιο. Αυτό υποδηλώνει την παρουσία εκτεταμένης λεκάνης, η οποία προφανώς περιελάμβανε τις προαναφερθείσες περιοχές.

Στη Λήμνο απαντώνται γεωλογικές διαπλάσεις που ανήκουν στο Ηώκαινο, Ολιγόκαινο, Μειόκαινο, Πλειόκαινο και Τεταρτογενές.

Κρητιδικοί σχηματισμοί δεν αναφέρονται από τους ερευνητές. Εν τούτοις, εντός του τριτογενούς ηλικίας φλύσχη (θέση Πλάκα) έχουν βρεθεί κρητιδικά υπολείμματα και δευτερογενώς αποθέσεις τρηματοφόρων. Βάσει των μικροπαλαιοντολογικών προσδιορισμών του Reichel, προσδιορίστηκε η παρουσία των γενών *Nannoconus* και *Oligostegina*. Η στρωματογραφική τους εξάπλωση εκτείνεται από του Αλβίου μέχρι του Μαιστριχτίου, γεγονός που υποδηλώνει ότι, είτε στο υπόβαθρο της νήσου, είτε στις καταβυθισθείσες γειτονικές περιοχές, υπήρχαν κρητιδικοί σχηματισμοί.

**Ηώκαινο:** Εντός των αποθέσεων του φλύσχη, βρέθηκαν άφθονα βιοδηλωτικά ίχνη και μεμονωμένα αποτυπώματα φύλλων, τα οποία συγκρινόμενα με ανάλογους σχηματισμούς που απαντώνται στη περιοχή του Βιενναίου Δρυμού, προσδιορίζουν την ηλικία των ιζημάτων ως Ηωκαινική. Επίσης έχουν βρεθεί διάφορες κατηγορίες ιχνών ερπυσμού γαστερόποδων, που η παρουσία τους μαρτυρά την ύπαρξη αβαθούς θάλασσας και γεινίασης χέρσου. Στην νοτιοανατολική Λήμνο, στις περιοχές Αγίας Σοφίας και Φυσίνης απαντώνται εντός του φλύσχη, φακοειδής στρώσεις νομμουλιτοφόρου ασβεστόλιθου σε επαφή με τα υποκείμενα στρώματα τα οποία επιβεβαιώνουν την ηωκαινική ηλικία του φλύσχη (Papp A., 1945, 1953).

**Ολιγόκαινο:** Τα ιζηματογενή πετρώματα του Ολιγόκαινου διακρίνονται από αυτά του Ηώκαινου, λόγω της μικρότερης κλίμακας διαγενετικών αλλοιώσεων. Χαρακτηριστικά πετρώματα είναι φαιοπράσινες αργιλικές μάργες και σπανιότερα ελάχιστα συμπαγή στρώματα άμμου και ψαμμιτών. Τα τελευταία συναντώνται είτε

σε κράσπεδα, είτε εντός της ηφαιστειογενούς περιοχής. Ο προσδιορισμός των μαργών που ανήκουν στο Ολιγόκαινο έγινε βάσει των πτεροπόδων που βρέθηκαν.

**Μειόκαινο:** Από τα άφθονα φυτικά λείψανα τα οποία βρέθηκαν στη Λήμνο και τα οποία μελετήθηκαν αποδεικνύουν την εμφάνιση ασβεστολιθικών μαργών, λεπτομερούς υφής, κοντά στα Θέρμα και συγκεκριμένα στο 5<sup>ο</sup> χιλιόμετρο της οδού από Κάστρο προς Θέρμα. Στα στρώματα αυτά βρέθηκαν αποτυπώματα φύλλων σε καλή κατάσταση (Parr A., 1953, Berger W., 1953). Όμως, οι ασβεστολιθικές μάργες δεν έρχονται σε επαφή με τις εκριξηγενείς μάζες και επομένως δεν μπορεί να γίνει ο προσδιορισμός των ηλικίας των εκρήξεων. Τα φυτικά λείψανα προέρχονται από τις παρακάτω περιοχές:

- Φυτικά λείψανα απαντώνται εντός των ασβεστολιθικών μαργών βορειοανατολικά του Κάστρου και υπό τη μορφή αποτυπωμένων φύλλων.
- Φυτικά λείψανα από τους χαλαζίτες του Μούδρου.
- Αποपुरιτωμένα ξύλα νότια του Μούδρου.

Πρόκειται περί λημναίων – ποτάμιων στρώσεων που βρίσκονται μεταξύ των υποκείμενων τόφφων της πρώτης ηφαιστειογενούς περιόδου και των κροκαλαπαγών και λαβών της δεύτερης νεότερης ηφαιστειογενούς περιόδου. Βάσει της πλούσιας χλωρίδας, τα στρώματα αυτά είναι του κατώτερου ή μέσου Μειοκίνου. Η χλωρίδα του Μούδρου συγκρινόμενη με ανάλογες χλωρίδες του Αιγαίου, παρουσιάζει παρόμοια χαρακτηριστικά με αυτή της Κύμης Ευβοίας και του Ωροπού. Κατά τον Berger (1953), η χλωρίδα υποδηλώνει την παρουσία υποτροπικού – τροπικού κλίματος, θερμότερου και υγρότερου του σημερινού.

**Ηφαιστειακά πετρώματα:** Στη Λήμνο απαντώνται οι παρακάτω κατηγορίες ηφαιστειογενών πετρωμάτων: τραχείτες, τραχειανδεσίτες, δακίτοιδοι, δακίτες και ανδεσίτες, υπό μορφή παχειών φλεβών.

Τα ηφαιστειογενή πετρώματα περιορίζονται στο δυτικό τμήμα της νήσου, σε αντίθεση με τους ηφαιστειογενείς τόφφους, που αποτελούν το ανατολικό και νοτιοανατολικό τμήμα.

Οι λάβες στο δυτικό τμήμα της νήσου εμφανίζουν σειρά δόμων και θόλων κατά μήκος των τεκτονικών ρηγμάτων. Επίσης, συνοδεύονται συχνότατα από λατυποπαγή, που προέρχονται από ηφαιστειογενή υλικό. Ως συνδετική ύλη των λατυπών, χρησίμευσε ηφαιστειογενές υλικό της ίδιας σύστασης με τους ηφαιστίτες, στους οποίους και μεταπίπτει. Τα στρώματα των λατυποπαγών απαντώνται κυρίως στα κράσπεδα των ηφαιστειακών εκρήξεων.

Σύνηθες φαινόμενο είναι η παρουσία φλεβών χαλαζία και οπαλίου. Αυτές διασχίζουν τα ηφαιστειογενή πετρώματα και είναι αποτέλεσμα υδροθερμικών παραγόντων.



Οι τόφφοι συνιστούν δύο εκτεταμένες κλειστές. Η πρώτη βρίσκεται στο ανατολικό τμήμα μεταξύ Βάρους – Μούδρου – Ρωμανού και η δεύτερη στο νοτιοανατολικό τμήμα μεταξύ Μούδρου – Βαροσκόπου. Οι διαστάσεις του υλικού των τόφφων κυμαίνονται από πολύ μικρές μέχρι λιθάρια διαμέτρου 2-3 cm. Επιπροσθέτως, εντός των τόφφων υπάρχουν μικρές εμφανίσεις λαβών ως και ηφαιστεια αναβλήματα υπό τη μορφή βολίδων.

Επίσης συναντώνται υπόλευκοι τόφφοι και μεμωνομένοι στις περιοχές των λαβών και εξαπλώνονται σε ολόκληρη τη νήσο, όπως στις περιοχές των Θερμών, Φακού, Μητροπόλεως, Μαλαθριάς και άλλες.

Οι τόφφοι δεν ανήκουν στη φάση των λαβών, αλλά στη φάση της ηφαιστειακής ενέργειας.

Οι λάβες της Λήμνου παρουσιάζουν μεγάλη διαφοροποίηση, δηλαδή, σε μία περιοχή και σε μικρή απόσταση από αυτή, μεταπίπτει διαδοχικά ο τύπος ηφαιστειογενούς πετρώματος σε άλλον και έτσι καθίσταται δυσχερής ο καθορισμός των ορίων μεταξύ δύο τύπων ηφαιστειογενών πετρωμάτων.

Σύμφωνα με τον Papp (1945, 1953), διακρίνονται δύο περίοδοι έκχυσης της λάβας: α) Η παλαιότερη λάβα και οι τόφφοι, τα οποία συνιστούν την πρώτη φάση της ηφαιστειακής ενέργειας και β) Τα μη ηλιωμένα ηφαιστειογενή πετρώματα και κροκαλοπαγή της δεύτερης φάσης ηφαιστειότητας.

Η πρώτη έξοδος των λαβών έλαβε χώρα μετά την απόθεση των ολιγοκαινικών διαπλάσεων στις αρχές του Μειόκαινου, κατά τη χρονική περίοδο της σαβικής πτυχώσεως. Η δεύτερη έξοδος είναι νεότερη των αποθέσεων που περιέχουν φυτικά λείψανα (Κατώτερο έως Μέσο Μειόκαινο) και έλαβε χώρα στο τέλος του Μειόκαινου ή στο Κατώτερο Πλειόκαινο. Η διαφορά ηλικίας των λαβών φαίνεται και μικροσκοπικώς από το βαθμό αποσάθρωσης των ορυκτολογικών συστατικών των πετρωμάτων. Στις παλαιότερες λάβες, οι άστριοι είναι σερικιτιωμένοι, ενίοτε εξολοκλήρου. Η μαγματική διάβρωση των φεμικών συστατικών είναι το ίδιο έντονη για το βιοτίτη και το κεροσίλβη. Δευτερογενώς σχηματίζεται μαγνητίτης, ενώ αφθονεί και ο δευτερογενής ασβεστίτης.

Ως τελευταία εκδήλωση της φθίνουσας ηφαιστειακής ενέργειας είναι η παρουσία θερμών μεταλλικών πηγών στην περιοχή των Θερμών. Κατά τους ιστορικούς, το ηφαιστειο της νήσου «Μόσυχλος» ήταν κατά την αρχαιότητα από τα πλέον ενεργά και η δράση του σταματά επί Μεγάλου Αλεξάνδρου.

**Πλειστοκαινικές αποθέσεις:** Πορώδεις, ανοιχτού καστανού χρώματος, ασβεστολιθικοί ψαμμίτες καλύπτουν ορισμένα βαθύτερα σημεία των λεκανών όπως (Πορνιάς, Ατσική, Φυσίνη κ.α.). Περιέχουν θαλάσσια κογχύλια (Άγιος Ερμόλαος, Φυσίνη) και ασβεστολιθικούς ωλιθικούς σχηματισμούς. Ο καθορισμός

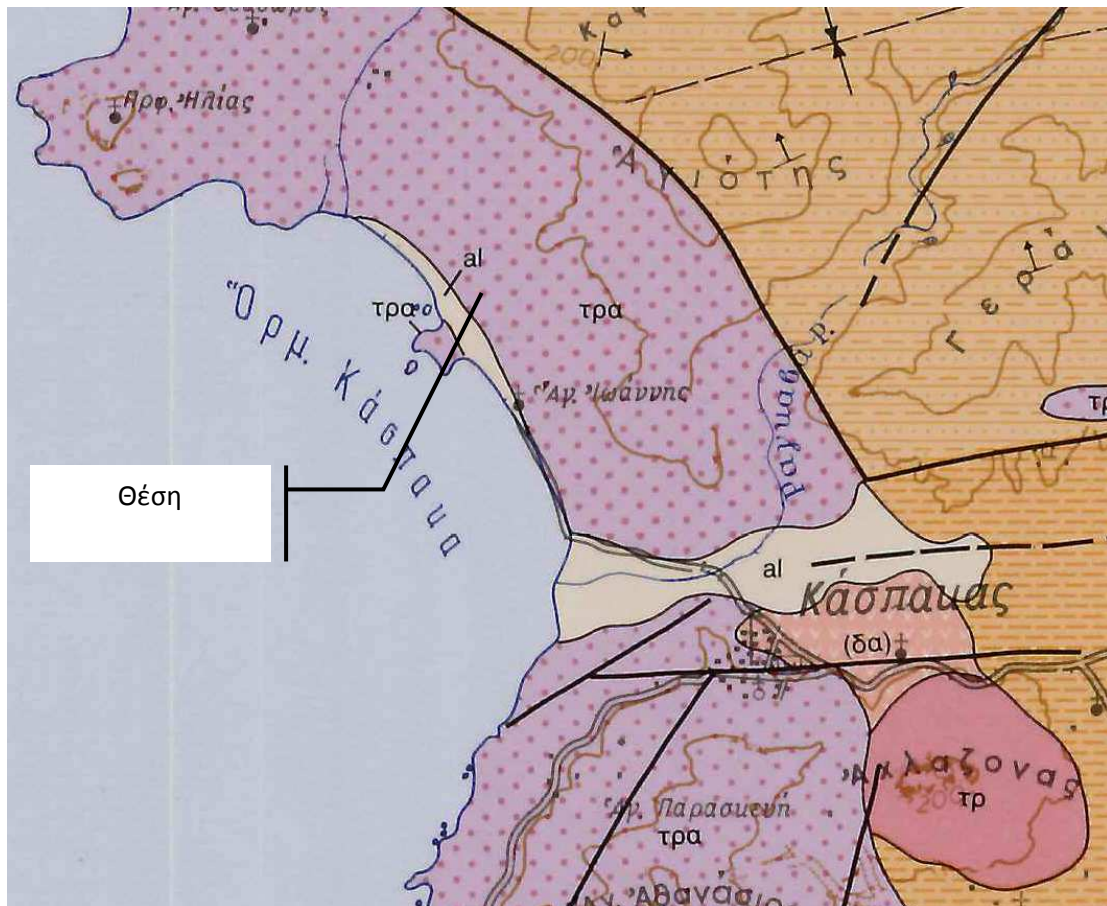
της ηλικίας είναι δύσκολος λόγω της κακής κατάστασης διατήρησης των οργανικών λειψάνων που βρίσκονται σε αυτά.

**Ολοκαινικές προσχώσεις:** Κατά μήκος των ακτών έως και τους πυθμένες των λιμνών Αλυκή και Λίμνη, αποτίθεται αργιλικό υλικό και σωροί άμμου. Εντός των στρωμάτων της άμμου συναντώνται διάφορα θαλάσσια μαλάκια, κυρίως του γένους *Cerithium* των γαστεροπόδων. Τα εδάφη των ολοκαινικών προσχώσεων είναι πλούσια σε πηλώδες υλικό.

Περίφημες στην νήσο είναι οι Παχιές Αμμουδιές, οι «Αμμοθίνες» της Λήμνου, που εκτείνονται σε έκταση 7 στρεμμάτων περίπου. Οι αμμοθίνες προέρχονται από τη διάβρωση των ψαμμιτών και στην απόθεση τους συντελούν η βροχή και ο άνεμος (Δάβη Ε., 1959).

### **ΘΕΣΗ ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ**

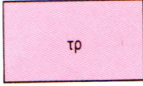
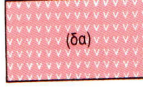


Η ευρύτερη περιοχή της θέσης δειγματοληψίας δομείται από γεωλογικούς σχηματισμούς ηφαιστειακών πετρωμάτων του Κατώτερου Μειόκαινου. Συγκεκριμένα παρατηρούνται ανδεδίτες και τραχειανδεδίτες. Οι ανδεδίτες είναι στιφροί, καστανοί έως καστανόφαιοι, με πορφυριτικό ιστό και θεμελιώδη μάζα μικρολιθική (υαλοπιλιτική έως πιλοταξική), από βασικά πλαγιόκλαστα (An 51-53%) χαλαζία, λίγους αλκαλικούς αστρίους και μερικές φορές μικρούς κόκκους φεμικών ορυκτών (πυρόξενιοι, αμφίβολοι, βιοτίτης και σπανιότερα κόκκοι ολιβίνη). Επίσης παρατηρούνται φαινοκρύσταλλοι πλαγιοκλάστων, αλκαλικών αστρίων και φεμικών ορυκτών. Συμπληρωματικά ορυκτά είναι ο απατίτης, το ρουτίλιο και οι μεταλλικοί κόκκοι και δευτερογενή ορυκτά είναι ο χαλαζίας και ο ασβεστίτης. Οι τραχειανδεδίτες είναι ο πιο διαδεδομένος τύπος λαβών στο νησί, με χρώμα καστανόφαιο έως φαιοπράσινο και με ισχυρή εξαλλοίωση. Η θεμελιώδης μάζα είναι μικροκρυσταλλική (τραχειτική – υαλοπιλιτική) αποτελούμενη από αλκαλικούς αστρίους, πλαγιόκλαστα (An 35-44% σπανιότερα έως 56%), χαλαζία, κεροσίλβη. Παρατηρούνται φαινοκρύσταλλοι σανιδίνου, πλαγιοκλάστων, κεροσίλβη και βιοτίτη. Τα δευτερεύοντα ορυκτά είναι ο απατίτης, το ζirkόνιο, ο λευκόξενος και τα μεταλλικά. Τα προϊόντα εξαλλοίωσης είναι ο σερικίτης, ο χλωρίτης, ο ασβεστίτης και το υδροξείδιο του Fe.

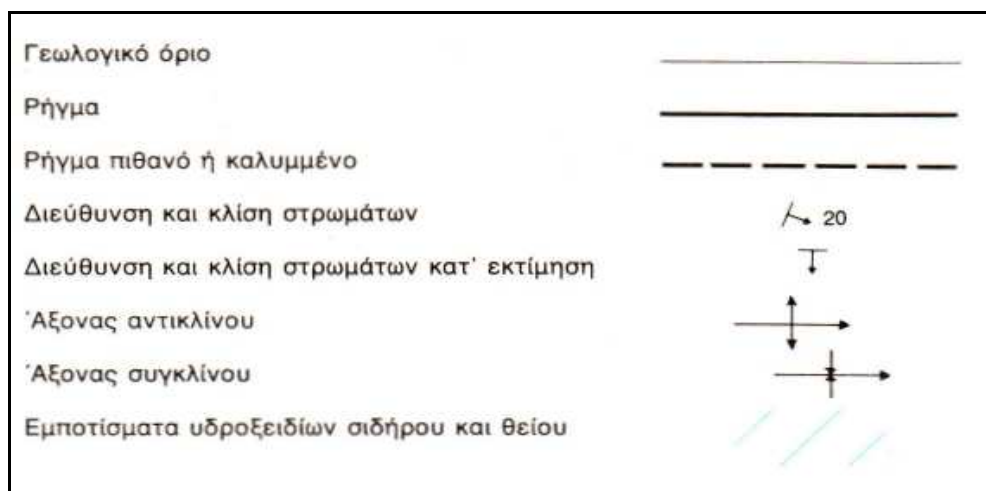


**Εικόνα 4.3:** Απόσπασμα Γεωλογικού Χάρτη της Ελλάδας (Ι.Γ.Μ.Ε.), Φύλλο Μύρινα – Μούδρος, Κλίμακα 1:50.000, Θέση Άγιος Ιωάννης.

#### ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΗ	
<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; background-color: yellow; margin: 0 auto;">al</div>	<p><b>Αλλουβιακές αποθέσεις:</b> προσχώσεις από αργίλους, πηλώδες υλικό, άμμους και κροκαλολατύπες, προϊόντα αποσάθρωσης παλαιότερων ιζηματογενών και ηφαιστειογενών πετρωμάτων (λάβες – τόφφοι).</p> <p><b>Παράκτιες αποθέσεις:</b> κυρίως άμμοι, τοπικά κροκάλες και χαλίκια.</p> <p><b>Θίνες:</b> οι άμμοι των θινών προέρχονται κυρίως από αποσάθρωση των Πλειστοκαινικών ψαμμιτών και έχουν αποτεθεί πάνω σ' αυτούς, αλλά και προς το εσωτερικό του νησιού πάνω στους Ηωκαινικούς – Ολιγοκαινικούς σχηματισμούς.</p>
ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ	
<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; background-color: pink; margin: 0 auto;">τρα</div>	<p><b>Ηφαιστειακά πετρώματα:</b> Ανδεσίτες και Τραχειανδεσίτες.</p>

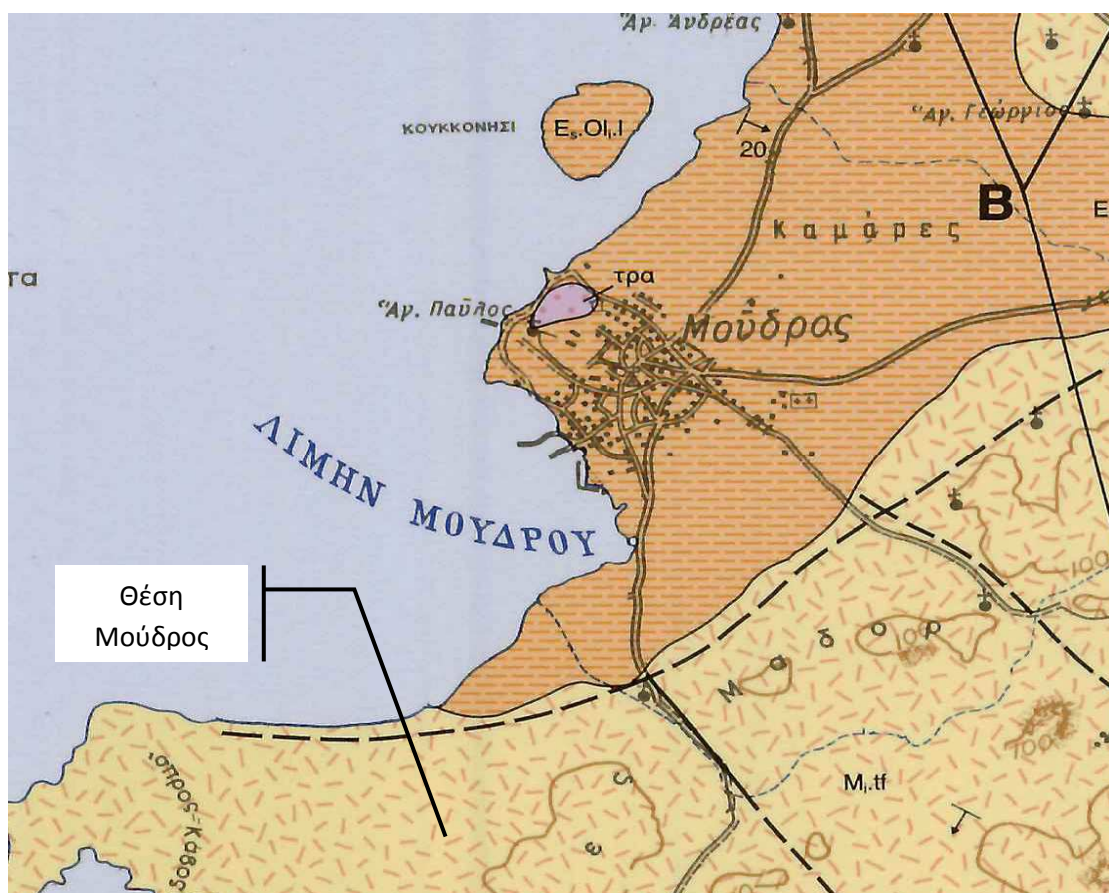
	<p><b>Τραχείτες:</b> αποτελούνται από σανίδιο, πλαγιόκλαστα, αυγίτη, βιοτίτη, κεροσίλβη, μαγνητίτη και χαλαζία.</p>
	<p><b>Δακτοειδείς:</b> ανοιχτού έως σκοτεινού φαιού χρώματος ή καστανέρυθρου, λόγω σιδηροξειδίων με έντονη εξαλλοίωση.</p>
<p><b>ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΕΙΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ</b></p>	
	<p><b>Εναλλαγές αργίλων – ψαμμιτών:</b> Οι ψαμμίτες είναι λεπτόκοκοι έως μεσόκοκοι, με κλαστικό υλικό από χαλαζία, άστριους, λιθικά θραύσματα διαφόρων πετρωμάτων, κόκκους τιτανίτη, χλωρίτη, χρωμίτη και οξειδία – υδροξειδία του Fe. Σε ορισμένες περιπτώσεις περιέχουν και γλαυκόνιτη. Η συνδετική ύλη είναι αργλική – ασβεστιτική και συχνή είναι η παρουσία δευτερογενούς ασβεσίτη.</p>
	<p><b>Άργιλοι και εναλλαγές αργίλων με λεπτοπλακώδεις ψαμμίτες:</b> αντιπροσωπεύουν αποθέσεις στην κατωφέρεια αλλά και πέραν αυτής και πρόκειται κυρίως για αργίλους έως λυολίθους, με περιεκτικότητα σε Ca από 10 έως 30%.</p>



### ΘΕΣΗ ΜΟΥΔΡΟΣ

Η ευρύτερη περιοχή της θέσης δειγματοληψίας δομείται από πυροκλαστικούς σχηματισμούς του Κατώτερου Μειόκαινου. Συγκεκριμένα παρατηρούνται τόφφοι σε μεγάλη έκταση στις περιοχές μεταξύ των χωριών Βάρος – Ρωμανού και Μούδρος – Καμίνια, πάνω στα ιζήματα του Ανώτερου Ηωκαίνου – Ολιγοκαίνου, σε παλιά ταφροειδή βυθίσματα. Στο δυτικό μέρος παρατηρούνται μικρές εμφανίσεις μαζί με τις λάβες. Είναι χρώματος λευκού έως ανοικτόφαιου, εστρωμένοι, με διεύθυνση


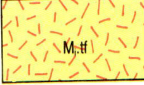

κλίσης, συνήθως αντίθετη από αυτή των περιβαλλόντων ιζημάτων. Περιλαμβάνουν ακανόνιστα κομμάτια ηφαιστειακών πετρωμάτων, ποικίλου σχήματος και μεγέθους, από 1 cm έως 1 m (βολίδες ή βόμβες), με σύσταση ίδια με αυτή των λαβών. Το λεπτόκοκκο υλικό των τόφφων είναι υαλώδες – μικρολιθικό και περιέχει γωνιώδη θραύσματα αστρίων, αυγίτη, βιοτίτη και αμφιβόλου. Μέσα στους τόφφους (περιοχή Ρωμανού) βρίσκονται πυριτωμένα ξύλα (απολιθωμένοι κορμοί δέντρων). Πιθανολογείται η ηλικία να ανήκει στο Κατώτερο Μειόκαινο (17 – 21 εκατομμύρια χρόνια) σύμφωνα με τις ραδιοχρονολογήσεις λάβας (Φυτίκας κ.α., 1980). Από βιβλιογραφικά στοιχεία προκύπτουν δύο περίοδοι ηφαιστειακής δραστηριότητας. Η παλαιότερη αντιπροσωπεύεται κυρίως από τις λάβες της βορειοδυτικής πλευράς του νησιού και τα πυροκλαστικά της περιοχής Βάρου – Ρωμανού και η νεότερη κυρίως από τους θόλους της περιοχής μεταξύ Μύρινας και Κοντιά (νοτιοδυτική πλευρά). Οι δύο κύριες φάσεις ηφαιστειότητας φαίνονται και σε ορισμένες μικρές εμφανίσεις στην κοιλάδα της Ατσικής (Καρπάσι), όπου ανάμεσα σε τόφφους και ηφαιστειακά λατυποπαγή υπάρχουν μικρά στρώματα τοφφιτών, που δείχνουν σαφή ιζηματογενή χαρακτήρα.











**Εικόνα 4.4.:** Απόσπασμα Γεωλογικού Χάρτη της Ελλάδας (Ι.Γ.Μ.Ε.), Φύλλο Μύρινα – Μούδρος, Κλίμακα 1:50.000, Θέση Μούδρος.



## ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ	
	Ηφαιστειακά πετρώματα: Ανδεσίτες και Τραχειανδεσίτες.
ΠΥΡΟΚΛΑΣΤΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ	
	Τόφφοι: περιλαμβάνουν ακανόνιστα κομμάτια ηφαιστειακών πετρωμάτων, ποικίλου σχήματος και μεγέθους (από 1 cm έως 1 m), με σύσταση ίδια με αυτή των λαβών. Μέσα στους τόφφους βρίσκονται πυριτωμένα ξύλα.
ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΕΙΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ	
	Άργιλοι και εναλλαγές αργίλων με λεπτοπλακώδεις ψαμμίτες: αντιπροσωπεύουν αποθέσεις στην κατωφέρεια αλλά και πέραν αυτής, πρόκειται κυρίως για αργίλους έως λυολίθους, με περιεκτικότητα σε Ca από 10 - 30%.

Γεωλογικό όριο	
Ρήγμα	
Ρήγμα πιθανό ή καλυμμένο	
Διεύθυνση και κλίση στρωμάτων	
Διεύθυνση και κλίση στρωμάτων κατ' εκτίμηση	
Άξονας αντικλίνου	
Άξονας συγκλίνου	
Εμποτίσματα υδροξειδίων σιδήρου και θείου	

### 4.3 ΛΕΣΒΟΣ

Η νήσος Λέσβος βρίσκεται στο κεντρικό τμήμα του ανατολικού Αιγαίου και περιλαμβάνει μεγάλους πάχους ηφαιστειακά πετρώματα του Μειόκαινου σε μια σειρά ηφαιστειακών σχηματισμών που εκτείνονται σε μια διεύθυνση της άξονα νοτιοδυτικά–βορειοανατολικά, ο οποίος περνά από το κέντρο του νησιού. Τα ηφαιστειακά αυτά πετρώματα καλύπτουν το μεταμορφωμένο υπόβαθρο του νησιού.

Ο Hecht (1972) έκανε την πρώτη πιο ολοκληρωμένη περιγραφή της στρωματογραφικής συνέχειας στην Λέσβο προτείνοντας την παρακάτω ηφαιστειακή αλληλουχία:

- συμπαγείς μαύροι βασάλτες που σχηματίζουν τοπικά κώνους (σειρά Μυτιλήνης).
- λατίτες και ανδεσίτες τοπικά μαζί με πυροκλαστικά και βασάλτες (ανώτερη ενότητα λάβας)
- ιγνιμβρίτες
- λατίτες τοπικά με πυροκλαστικά στο ανώτερο τμήμα αυτών (κατώτερη ενότητα λάβας).

Χρησιμοποιώντας ως βάση τον γεωλογικό χάρτη του Hecht, έγινε από τον Pe-Piper (1980), επαναπροσδιορισμός της ηφαιστειακής στρωματογραφίας της Λέσβου πάνω σε γεωχημική βάση. Ο παραπάνω ερευνητής διέκρινε πέντε ενότητες με την ακόλουθη σειρά, από της παλαιότερες της της νεότερες: κατώτερης λάβας, Σκουτάρεως, όξινων ηφαιστειτών (σειρά πυροκλαστικών του Σύγρι, ιγνιμβρίτες Πολυχνίτου και ρυόλιθοι Καπί), Συκαμινέας και Μυτιλήνης.

Η κατώτερη ενότητα λάβας ορίστηκε από τον παραπάνω ερευνητή ως όλα τα ηφαιστειακά πετρώματα που καλύπτονται από της ενότητες του Σκουτάρεως και των όξινων ηφαιστιτών. Μέσα στην κατώτερη ενότητα λάβας, στην περιοχή της Ερεσσού, απαντώνται τα παλαιότερα ηφαιστειακά πετρώματα στην Λέσβο, που είναι ανδεσίτες που ενδοδιαστρωματώνονται με πυροκλαστικά πετρώματα, τα οποία έχουν δώσει ηλικίες  $21.6 \pm 1.5$  Ma, δηλαδή 3–4 Ma παλαιότερα από την κύρια ηφαιστειακή σειρά στην Λέσβο.

Η ενότητα του Σκουτάρεως θεωρήθηκε ως μια συνέχεια από ανδεσιτικά και βασάλτικα ρεύματα, σύγχρονη με την σειρά του Σύγρι και της ιγνιμβρίτες του Πολυχνίτου, με μια ηλικία  $18.4 \pm 0.5$  Ma. Οι Pe-Piper και Piper (1993) διαπίστωσαν ότι αυτή η ηφαιστειακή ενότητα, στο ανώτερο τμήμα της περιέχει και δακίτες και ενδοδιαστρωματωμένα όξινα πυροκλαστικά πετρώματα.

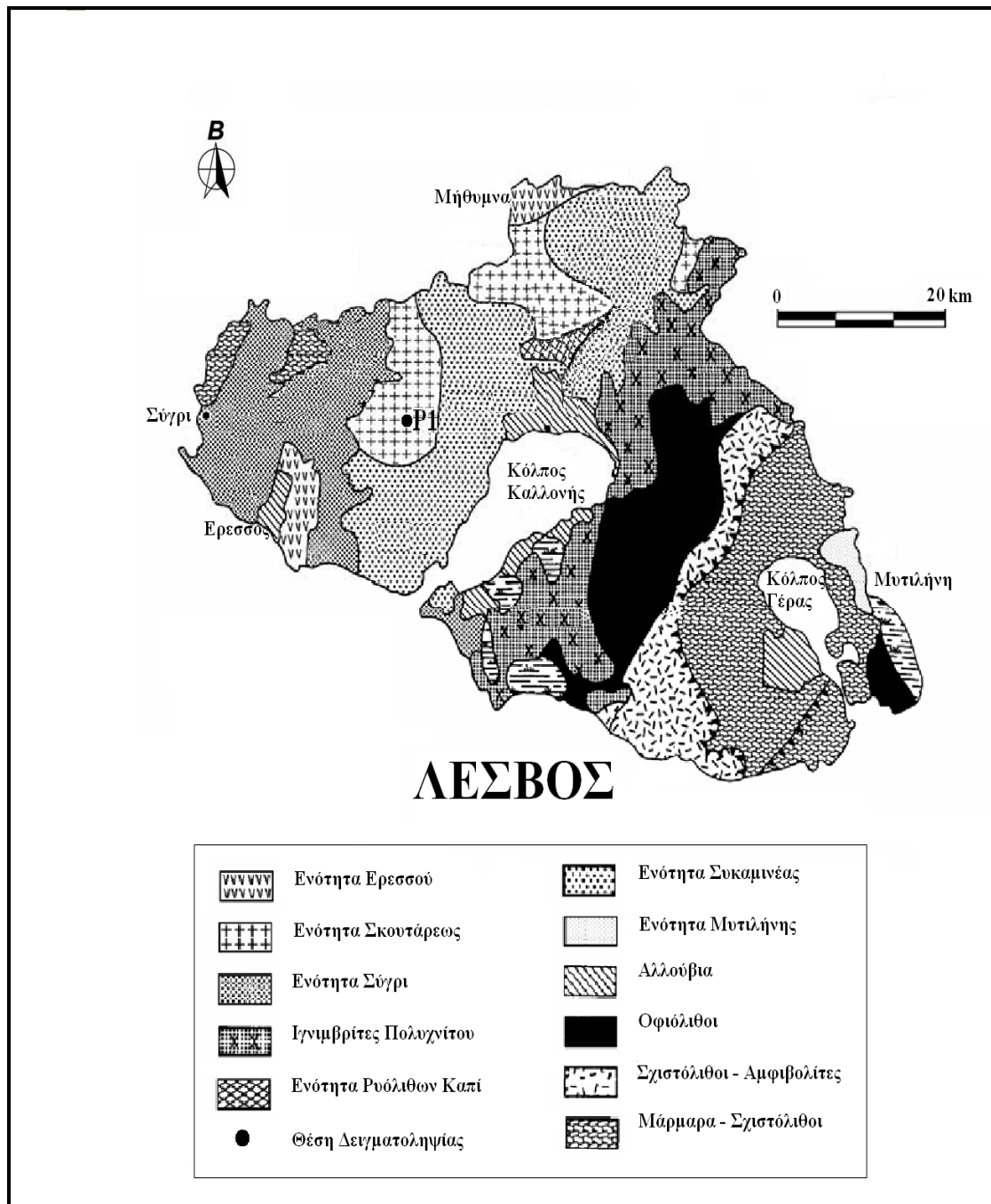
Η ενότητα των όξινων ηφαιστιτών είναι μια συνέχεια που υπόκειται του σχηματισμού της Συκαμινέας, και οι Pe-Riper και Riper (1993) αναφέρουν ότι τα μόνα δεδομένα, όσον αφορά την χρονολόγηση των πετρωμάτων, αφορούν τον ιγνιμβρίτη του Πολυχνίτου ( $17.2 \pm 0.5$  Ma). Ο πυροκλαστικός σχηματισμός του Σύγρι περιλαμβάνει ασύνδετα λατυποπαγή πετρώματα, δακίτες και ρυολιθική τέφρα. Ο ιγνιμβρίτης του Πολυχνίτου είναι ρυολιθικής σύστασης ενώ ο ιγνιμβρίτης Σκοπέλου είναι και της ρυολιθικής σύστασης αλλά πετρολογικά πολύ διακριτός από αυτόν του Πολυχνίτου. Η σειρά του Καπί περιλαμβάνει δακιτικούς και ρυολιθικούς δόμους και ρεύματα λάβας.

Η ενότητα της Συκαμινέας είναι μια συνέχεια ενδιάμεσων λαβών (ανδεσίτες και δακίτες) και λιγότερο πυροκλαστικών αποθέσεων που δημιουργούν ηφαιστειακά οικοδομήματα στην βόρεια και κεντρική Λέσβο, καλύπτοντας τον σχηματισμό του Σκουτάρως με ηλικία  $17.3 \pm 0.5$  Ma. Στην κεντρική Λέσβο, ενδιάμεσης σύστασης λάβες, ορίστηκαν ως σχηματισμός του Σκαλοχωρίου περιλαμβάνοντας, κυρίως ανδεσίτες και δακίτες αλλά και βασάλτες (της ο σχηματισμός συμπεριλαμβάνεται στην ενότητα της Συκαμινέας).

Τέλος η ενότητα της Μυτιλήνης έχει οριστεί ως η τελευταία (νεότερη) ηφαιστειακή σειρά και αποτελείται από τοπικά ρεύματα βασάλτη που αναπτύσσονται στην περιοχή της πόλης της Μυτιλήνης με ηλικίες  $16.8 \pm 0.9$  Ma.

Συνοπτικά η πρώτη ηφαιστειακή δραστηριότητα στην Λέσβο συνέβη πριν από 21.5 Ma, ήταν μικρής έντασης και ακολουθήθηκε από ένα χάσμα ηφαιστειακής δράσης διάρκειας 3 Ma περίπου ( Pe-Riper και Riper, 2002). Εν συνεχεία ξεκινά η πιο μεγάλη ηφαιστειακή δραστηριότητα στην Λέσβο, η οποία έλαβε χώρα κατά το Μειόκαινο, σε ένα διάστημα μικρότερο από 2 Ma και κυρίως μεταξύ της χρονικής περιόδου 18.5 Ma και 17 Ma. Μετά την ολοκλήρωση του κύκλου αυτού ακολούθησε η νεότερη ηφαιστειακή δράση πριν από 16.5 Ma.





Εικόνα 4.5: Γεωλογικός χάρτης Λέσβου

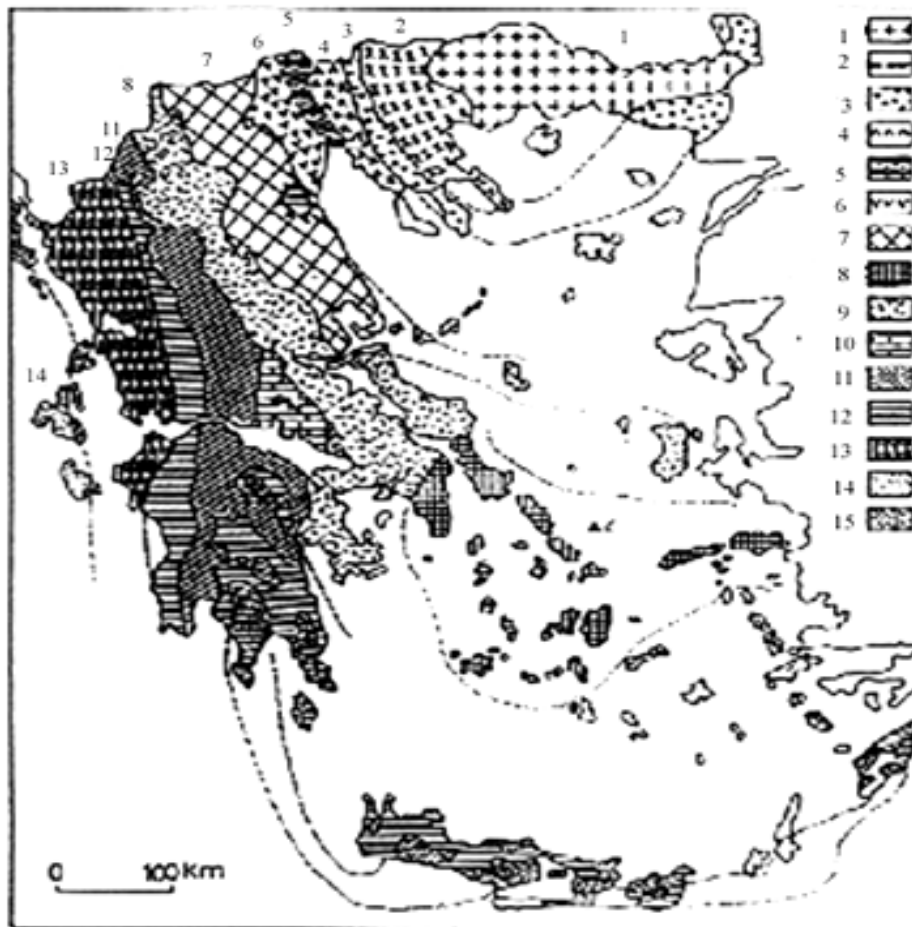
#### 4.4 ΑΓΙΑ ΣΟΦΙΑ

##### ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Το γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής ανήκει στην **Πελαγονική ζώνη**. Η Πελαγονική καθορίστηκε αρχικά από τον Kossmat (1924) με την ονομασία «Πελαγονική μάζα και το κάλυμμα της» επειδή συγκροτείται κυρίως από κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα (μάζα), πάνω στα οποία υπάρχουν Μεσοζωικά ιζήματα (κάλυμμα). Ο όρος «Πελαγονική ζώνη» καθιερώθηκε στη συνέχεια από τους Brunh (1956) και Aubouin (1957) στα πλαίσια της διαίρεσης της Ελλάδας σε αλπικές ισοπικές ζώνες. Στη διαίρεση αυτή δόθηκε στην Πελαγονική η έννοια του υβώματος που χώριζε την αύλακα της Αλμωπίας στα Ανατολικά από την αύλακα της Πίνδου στα Δυτικά. Η υποθαλάσσια ράχη της Πελαγονικής πιστευόταν ότι διακοπτόταν από δύο διαύλους (βυθίσματα), στις περιοχές Κοζάνης και Κεντρικής Εύβοιας, δια μέσου των οποίων επικοινωνούσαν οι δύο αύλακες. Στη διάρκεια του Μεσοζωικού η ιζηματογένεση στην Πελαγονική ήταν ανθρακική, καθαρά νηριτική με εξαίρεση τις δύο παραπάνω περιοχές όπου εμφανίζονται πελαγικά ιζήματα μαζί με οφειολιθικές μάζες και γιαυτό το λόγο θεωρήθηκαν δίαυλοι.

Οι σύγχρονες απόψεις θεωρούν την Πελαγονική ένα μεγάλο ηπειρωτικό τέμαχος, τμήμα της Κιμμερικής ηπείρου που αποσπάστηκε από την Gondwana και εκατέρωθεν του οποίου αναπτύχθηκαν δύο ωκεάνιες περιοχές της Παλαιο – Τηθύος (ζώνη Αξιού) και Νέο – Τηθύος (Υποπελαγονική – Πίνδου) από τις οποίες προήλθαν με επώθηση οι οφειόλιθοι (Μουντράκης, 1983). Οι δύο περιοχές που αναφέρθηκαν παραπάνω ως δίαυλοι είναι απλά δυο περιοχές όπου διατηρούνται οι μάζες των οφειολίθων και των συνοδών ιζημάτων που προήλθαν με επώθηση από τους δυο ωκεάνιους χώρους.

Η Πελαγονική ζώνη με διεύθυνση ΒΒΔ – ΝΝΑ εκτείνεται από τη Γιουγκοσλαβία προς τους Ελληνικούς ορεινούς όγκους του Βόρα, του Βέρνου, του Βέρμιου, των Πιερίων, του Ολύμπου, του Πηλίου και της Βόρειας Εύβοιας, στη συνέχεια κάμπτεται προς τις Σποράδες και περιλαμβάνει τα νησιά Σκιάθος, Σκόπελος, Σκύρος. Πιθανή προέκταση της Πελαγονικής στο Αιγαίο είναι τα νησιά Οινούσες (Βόρεια της Χίου) από όπου η ζώνη περνάει στη Βόρεια Μικρά Ασία. Πάντως η προέκταση της Πελαγονικής μετά Εύβοια θεωρείται ευρύτερο γεωλογικό πρόβλημα.



Εικόνα 4.6: Γεωτεκτονικό σχήμα των Ελληνίδων ζωνών. ( Mountrakis et al., 1983)

#### ΥΠΟΜΝΗΜΑ:

1: Μάζα της Ροδόπης, 2: Σερβομακεδονική μάζα, 3: Περιοδοπική ζώνη, (4: Ζώνη Παιονίας, 5: Ζώνη Πάικου, 6: Ζώνη Αλμωπίας) = Ζώνη Αξιού, 7: Πελαγονική ζώνη, 8: Αττικο – Κυκλαδική ζώνη, 9: Υποπελαγονική ζώνη, 10: Ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας, 11: Ζώνη Πίνδου, 12: Ζώνη Γαβρόβου – Τρίπολης, 13: Ιόνιος ζώνη, 14: Ζώνη Παξών ή Προαπούλια, 15: Ενότητα «Ταλέα όρη – πλακώδεις ασβεστόλιθοι» πιθανόν της Ιονίου ζώνης.

Η Πελαγονική ζώνη, εξολοκλήρου μεταμορφωμένη, σε μια πλήρη ανάπτυξή της, έτσι όπως αυτή εμφανίζεται στην Ανατολική Θεσσαλία αποτελείται, από κάτω προς τα επάνω:

α) **Παλαιοζωικό κρυσταλλικό υπόβαθρο:** παρουσιάζει ομοιομορφία πετρολογικών τύπων αποτελούμενο κυρίως από διμαρμαρυγικούς γνεύσιους, γνευσιοσχιστολίθους και αμφιβολίτες. Το ορατό πάχος του παλαιοζωικού κρυσταλλοσχιστώδους υποβάθρου φτάνει κατά θέσεις περίπου τα 1.000 m.

β) **Νεοπαλαιοζωικούς – Μεσοτριάδικούς σχηματισμούς:** σχηματισμοί υπέρκεινται επικλυσιογενώς του κρυσταλλικού υποβάθρου, με πάχος μεγαλύτερο από 1.500 m. κατά θέσεις, αποτελούνται από ποικιλία πετρολογικών τύπων που είναι κυρίως φυλλίτες, σχιστόλιθοι, γνευσιοσχιστόλιθοι, μεταβασάλτες και μεταδιαβάσες. Πολλές φορές στους σχηματισμούς αυτούς και κυρίως στα μεσαία στρωματογραφικά μέλη τους απαντώνται ενστρώσεις αδροκρυσταλλικών μαρμάρων, πάχους από μερικά μέχρι και 100 m., μέσα στα οποία, στην περιοχή του Κάτω Ολύμπου, βρέθηκε μικροπανίδα Κωνοδόντων του Μέσου Τριαδικού (Γ. Μιγκίρος, 1983).

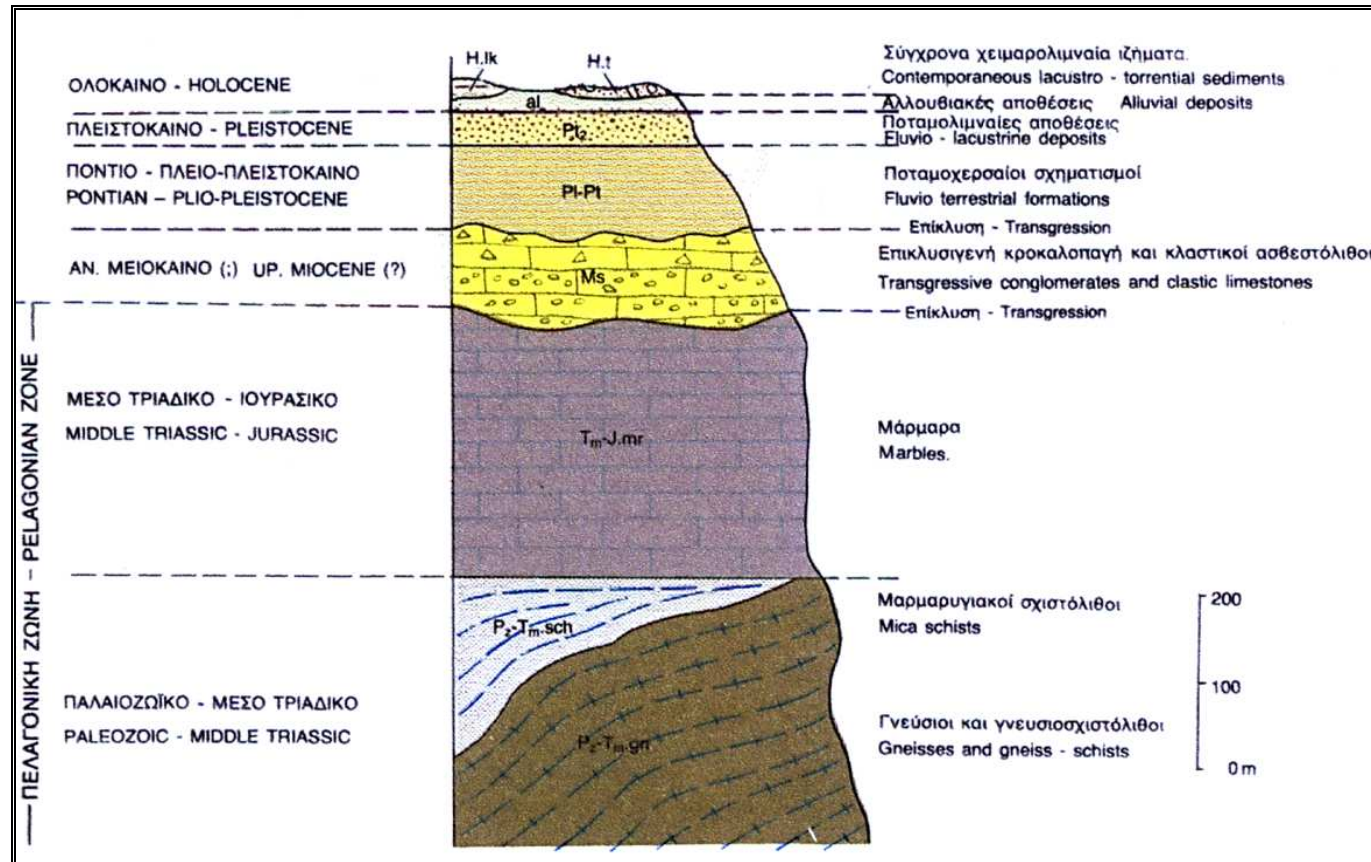
γ) **Μεσοτριάδικά – Ανωιουρασικά μάρμαρα:** αποτελούν κανονική προς τα επάνω εξέλιξη των προηγούμενων σχηματισμών. Στα ανώτερα μέλη τους απαντούν κατά θέσεις, μικρές εμφανίσεις βωξιτών που είναι αντίστοιχα, κατά πάσα πιθανότητα, με τα κοιτάσματα του πρώτου (κατώτερου) βωξιτικού ορίζοντα της ζώνης Παρνασσού, ο οποίος τοποθετείται μεταξύ του Μέσου και του Ανωτέρου Ιουρασικού.

δ) **Προ – Ανωκρητιδικό τεκτονικό κάλυμμα:** από κάτω προς τα επάνω αναλύεται στις ακόλουθες ενότητες:

i) Κατώτερη ενότητα ηφαιστειοζηματογενών σχηματισμών που αποτελείται από σχιστόλιθους, φυλλίτες, μάρμαρα και μεταδιαβάσες σε εναλλαγές και

ii) Ανώτερη ενότητα οφιολιθικών πετρωμάτων από μεταμορφωμένα βασικά και υπερβασικά πετρώματα τα οποία είναι δυνατόν να συγκροτήσουν ένα οφιολιθικό σύμπλεγμα αντίστοιχο αυτού της Αλμωπίας.

ε) **Ανωκρητιδικούς σχηματισμούς:** αποτελούνται κυρίως από μάρμαρα τα οποία υπέρκεινται επικλυσιογενώς των προηγούμενων σχηματισμών και τα οποία προς τα ανώτερα μέλη τους περνούν σε ιζήματα φλύσχη. Στα κατώτερα στρωματογραφικά μέλη των ανωκρητιδικών σχηματισμών αναπτύσσεται συνήθως ένας ορίζοντας με μοσχοβιτικούς σχιστόλιθους. Σε μερικές θέσεις, στη βάση των σχηματισμών αυτών, βρέθηκαν κροκαλολατυποπαγή επίκλυση με κροκαλολάτυπες, κυρίως ανθρακικές



Εικόνα 4.7: Τυπική στρωματογραφική στήλη, της Πελαγονικής ζώνης στην εξεταζόμενη περιοχή.

και οφειολιθικές, με συνθετικό υλικό ασβεστιτικό και σερπεντινικό (κροκαλοπαγή Χασάμπαλης, Λάρισας). Στο συνδετικό υλικό των κροκαλολατυποπαγών αυτών βρέθηκε πλούσια μικροπανίδα του Ανώτερου Κρητιδικού.

Οι σχηματισμοί αυτοί βρίσκονται επωθημένοι κυρίως επάνω σε σχηματισμούς της Ανατολικής Ελλάδος.

Τέλος τους Πελαγονικούς σχηματισμούς διασχίζουν γρανιτικά πετρώματα Μεσοζωικής και Καινοζωικής ηλικίας.

### **Νεογενείς και Τεταρτογενείς σχηματισμοί (αποθέσεις)**

Στην περιοχή της Κεντρικής Ελλάδος, από τα Ελληνογιουγκοσλαβικά σύνορα μέχρι και τις Νότιες απολήξεις του Πηλίου (προς το διάυλο των Ωρεών) και στο γεωτεκτονικό χώρο της Πελαγονικής και Υποπελαγονικής κατά την Νεογενή περίοδο δημιουργήθηκε μια αλυσίδα από τεκτονικές λεκάνες οι σημαντικότερες από τις οποίες είναι: της Φλώρινας, της Πτολεμαΐδας, του Αλιάκμονα, της Ελασσόνας και της Θεσσαλίας.

Ειδικότερα στο χώρο της Θεσσαλίας θα μπορούσε κανείς να υποθέσει ότι έχουμε μία ενιαία λεκάνη μεγάλης έκτασης από τον Κάτω Όλυμπο μέχρι και τον Όθρυ νοτιότερα και από την Όσσα-Μαυροβούνι (Αν. Θεσσαλία) μέχρι και τον Κόζιακα (Δυτ. Θεσσαλία) δυτικότερα. Μια λεπτομερέστερη μελέτη του Θεσσαλικού κάμπου μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι στην περιοχή αυτή αναγνωρίζονται δύο ευδιάκριτες λεκάνες (τάφροι) που είναι: α) μια στο χώρο της Αν. Θεσσαλίας και β) μια στο χώρο της Δυτ. Θεσσαλίας. Οι λεκάνες αυτές διαχωρίζονται μεταξύ τους με το κέρασ των Καμβουνίων – Φαρκαδώνας – Βελεστίου.

Ο Philiprson (1930) ήταν από τους πρώτους που υποστήριξαν ότι οι λεκάνες αυτές δεν έχουν σχηματισθεί το ίδιο χρονικό διάστημα, αλλά σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα κατά τα οποία εναλλάσσονταν περίοδοι έντονων δράσεων με περιόδους ηρεμίας. Την άποψη αυτή συμμερίζονται και άλλοι ερευνητές, διότι φαίνεται να επιβεβαιώνεται από τα φαινόμενα τα οποία έλαβαν χώρα κατά το σχηματισμό του εδάφους των Λεκανών της Λάρισας και των Τρικάλων.

Η Α. Demitrack (1986), σε μια μελέτη της για την γεωλογική ιστορία της πεδιάδας της Λάρισας, αναφέρει ότι η περίοδος του Τεταρτογενούς, περιλαμβάνει έξι κύριες φάσεις απόθεσης υλικών, εδώ και 125.000 χρόνια περίπου. Κλιματικές, τεκτονικές, και ανθρώπινες δυνάμεις, άλλες λιγότερο και άλλες περισσότερο, ενήργησαν συνδυαστικά ώστε να διαμορφώσουν το τελικό τοπίο της Ανατολικής Θεσσαλίας.

Οι αποθέσεις έλαβαν μέρος κατά τη διάρκεια περιόδων αστάθειας του τοπίου της περιοχής, όταν ο εφοδιασμός με φερτά υλικά αυξανόταν στο τοπικό αποστραγγιστικό δίκτυο, τόσο ώστε ήταν αδύνατο να μεταφερθούν από τα ποτάμια και τα ρεύματά τους. Τα εδάφη εξελίσσονταν όταν η απόθεση σταματούσε ή ήταν εξαιρετικά αργή, ενώ η

διαδικασία της διάβρωσης εξελισσόταν, σπάζοντας το συμπαγές μητρικό υλικό και μεταφέροντας τα συστατικά του σε κατώτερα σημεία του τοπογραφικού αναγλύφου.

Τα αρχικά τεκτονικά βυθίσματα δέχθηκαν τα πρώτα ποταμοχερσαία ιζήματα, (π.χ. μέσω του ποταμού Πηνειού) από τη διάβρωση των γύρω περιοχών και στη συνέχεια, κυρίως κατά τη διάρκεια του Πλειόκαινου, ακολούθησε περίοδος λιμνοποίησης των βυθισμάτων με σχεδόν παράλληλη εξελικτική πορεία για όλες τις λεκάνες. Στην περίοδο αυτή αποτέθηκαν λεπτόκοκκα ιζήματα όπως άμμοι, άργιλοι, μάργες, μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι και λιγνίτες σε πολλές θέσεις. Τα ιζήματα αυτά δέχθηκαν την επίδραση νεοτέρων τεκτονικών δυνάμεων και ρηγματώθηκαν κυρίως κατά τη διάρκεια του Κατώτερου – Μέσου Τεταρτογενούς. Τέλος, κατά τη διάρκεια του Τεταρτογενούς η λιμναία ιζηματογένεση διακόπηκε, ακολούθησε αντίστοιχη λιμνοδελταϊκή και ποταμοχερσαία, ενώ πλευρικά ριπίδια κάλυψαν πολλές περιοχές περιμετρικά των λεκανών.

Σε γενικές γραμμές μπορούμε να πούμε ότι τα ιζήματα των λεκανών αυτών είναι, από κάτω προς τα επάνω, τα ακόλουθα:

- 1) Κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, μάργες και ξυλίτες του Ανωτέρου Μειόκαινου – Κατωτέρου Πλειόκαινου.
- 2) Μάργες, ψαμμιτικές μάργες, ψαμμίτες και κυρίως άργιλοι με παρεμβολές λιγνιτικών στρωμάτων ηλικίας Πλειοκαίνου.
- 3) Κροκαλοπαγή, ψαμμίτες και ερυθροπηλοί του Πλειστοκαίνου. Όλα τα ιζήματα αυτά είναι χερσαία, ποταμοχειμάρρια και λιμναία τα οποία περιλαμβάνουν τους λιγνίτες.

Η Α. Demitrack (1986), αναφέρει ότι στην υπό μελέτη περιοχή, οι αλλουβιακές αποθέσεις του ποταμού Πηνειού στο πεδίο πλημμυρών, οι οποίες εναποτέθηκαν μεταξύ 42.000 και 27.000 χρόνια πριν βρίσκονται στην επιφάνεια έως σήμερα. Ακολούθησε μια περίοδος ηρεμίας κατά την οποία σχηματίστηκε ένα πολύ καλά ανεπτυγμένο έδαφος, έχοντας ως κύριο χαρακτηριστικό του έναν καλά διαμορφωμένο καλσικό ορίζοντα.

Από μελέτες που έκαναν σε κόκκους γύρης, οι Bottema (1979, 1982) και Van Zeist (1982), κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι κατά την περίοδο των παγετώνων, η περιοχή της Θεσσαλίας ήταν ψυχρότερη και ξηρότερη από ότι σήμερα. Οι βροχοπτώσεις πιθανόν να έφτασαν στα σημερινά επίπεδα εδώ και 4.000 χρόνια περίπου, όπως και στην υπόλοιπη Βόρεια και Κεντρική Ελλάδα (Van Zeist and Bottema, 1982). Η Α. Demitrack (1986) αναφέρει ότι η κλιματική αλλαγή η οποία έληξε κατά τους τελευταίους παγετώνες, δεν προκάλεσε κάποιες σημαντικές αλλαγές στην πορεία εξέλιξης του τοπογραφικού αναγλύφου της πεδιάδος της Λάρισας.

Αντιθέτως, η κλιματική αλλαγή που έλαβε χώρα κατά την περίοδο των τελευταίων παγετώνων, όπου το κλίμα έγινε θερμότερο και υγρότερο σε σχέση με την προ των

παγετώνων περίοδο, είχε περισσότερο σημαντικές επιδράσεις στην διαμόρφωση του τοπογραφικού αναγλύφου γύρω από τη Λάρισα.

Ο ποταμός Πηνειός και οι παραπόταμοί του, όπως γνωρίζουμε αποτελεί το κυριότερο παροχετευτικό δίκτυο στη Θεσσαλία. Το παρόν πεδίο πλημμυρών του Πηνειού, βρίσκεται 5 με 15 m κάτω από ένα πολύ καλά διατηρημένο παλαιό πεδίο πλημμυρών το οποίο ο Schneider (1968) ονόμασε Niederterrase, όπου ήταν ενεργό κατά το τελευταίο Πλειστόκαινο και το πρώτο Ολόκαινο. Το Niederterrase καλύπτει σχεδόν το 50% της περιοχής του πεδίου πλημμυρών βόρεια της Λάρισας. Στο Βόρειο μέρος της περιοχής που μελετούμε (βλ. Χάρτης 1), υπάρχει ο ποταμός Ξεριάς ο οποίος μαζί με τον Πηνειό συνεισφέρουν στην απόθεση υλικών στο Niederterrase. Η συνεισφορά του Πηνειού, αφορούν κυρίως λεπτόκοκκα υλικά, ενώ αυτή του Ξεριάς, αφορά περισσότερο χονδρόκοκκα υλικά. Η διαφορά οφείλεται στην ταχύτητα ροής του ύδατος, λόγω εντονότερων κλίσεων των περιοχών που διασχίζει ο Ξεριάς, η οποία προκαλεί ισχυρότερες διαβρώσεις. Το Niederterrase περιλαμβάνει τρία διαφορετικά είδη αποθέσεων από τα οποία το μεγαλύτερο σε ηλικία, καταλαμβάνει τη μεγαλύτερη έκταση, ενώ τα άλλα δύο σχηματίζουν παρυφές τριγύρω του.

Η περιοχή που εξετάζουμε (Αγία Σοφία) αφορά μεγαλύτερη σε ηλικία απόθεση που έγινε κατά την περίοδο του τελευταίου Πλειστόκαινου. Οι αλλουβιακές αυτές αποθέσεις φθάνουν μέχρι τα 6,5 m πάχος και βρίσκεται επί αλλουβιακών αποθέσεων του Πλειόκαινου. Εναποτίθενται γύρω από τις όχθες του ποταμού, σε μια απόσταση από το σημείο όπου ο Πηνειός εξέρχεται από τα στενά του Καλαμακίου. Σε ραδιοχρονολόγηση που έγινε σε οστρακοειδές Unio crassus batanus που βρέθηκε στη βάση των αποθέσεων, από την A. Demitrack στην περιοχή Αμυγδαλιές (νότια του οικισμού Πλατανούλια, βλ. Χάρτης 1), βρέθηκε ότι ήταν ηλικίας  $38.000 \pm 1500$  ετών, από σήμερα.

Η γνώση των πετρωμάτων που διασχίζουν οι ποταμοί Πηνειός και Ξεριάς, είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι με αυτό τον τρόπο είναι δυνατό να αναγνωρισθεί η προέλευση και το είδος των υλικών των αποθέσεων. Μελετώντας τους Γεωλογικούς χάρτες των περιοχών που διασχίζουν οι ποταμοί, προτού αυτοί φτάσουν στην περιοχή που εξετάζουμε, προκύπτουν τα κάτωθι:

– Ο Πηνειός όταν φτάνει στο Θεσσαλικό κάμπο, έχει προηγουμένως διασχίσει περιοχές όπου τα πετρώματά τους είναι: περιδοτίτες, δουνίτες, πυροξενίτες, σερπεντινίτες, φλύσχης και ασβεστόλιθοι.

– Ο Ξεριάς κατά την πορεία του συναντά τα εξής πετρώματα: γνεύσιους, ασβεστόλιθους, σχιστόλιθους και αμφιβολίτες.

Από την φύση των πετρωμάτων που διασχίζουν ο Πηνειός και Ξεριάς επιβεβαιώνεται η άποψη ότι οι αποθέσεις του Πηνειού είναι περισσότερο λεπτόκοκκες από αυτές του Ξεριάς



Ο Σβορύκιν το 1960 αναφέρει ότι η περιοχή είναι τελείως επίπεδη και οι δύο αυτοί ποταμοί διακόπτουν τις αποθέσεις τους σε πολλά σημεία, σχηματίζοντας μαιάνδρους, ελώδους χαρακτήρα, λόγω της περιοδικής κατάκλυσής τους από νερό. Η παρουσία αυτών των μορφών κοίτης για τους ποταμούς, μαρτυρεί ότι οι ποταμοί αλλάζουν συχνά την πορεία τους και καταλαμβάνουν μεγάλες εκτάσεις στην περιοχή, προκαλώντας αλλοιώσεις στην μηχανική σύσταση των γύρω εδαφών και διακόπτουν την εξέλιξη των εδαφών. Τέλος ο ίδιος ερευνητής αναφέρει, ότι οι μαιάνδροι των δύο αυτών ποταμών ενώνονταν μεταξύ τους παλαιότερα.

Οι Van der Meeren et al. (1984), μελετώντας τα είδη των πετρωμάτων, τα ορυκτά από τα οποία αποτελούνται και την γεωμορφολογία της περιοχής, οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι τα εδάφη της υπό μελέτη περιοχής, σχηματίστηκαν κυρίως υπό την επίδραση του ποταμού Ξεριά. Με τη δική του επίδραση σχηματίστηκε μια αλλουβιακή ταράτσα.

Τα εδάφη της περιοχής της Αγίας Σοφίας, από την οποία πάρθηκαν οι εξεταζόμενες εδαφοτομές, βρίσκονται σε αλλουβιακές αποθέσεις, του Ολοκαίνου (βλ. Χάρτης 2). Οι αποθέσεις αυτές αποτελούνται από ανοικτότεφρα έως καστανότρεφα ασύνδετα υλικά από αργίλους, άμμους, κροκαλολάτυπες και ποταμολιμναία υλικά, που αποτέθηκαν στη λεκάνη της Λάρισας και σε μικρές εσωτερικές λεκάνες. Στα κράσπεδα των λεκανών είναι περισσότερο αδρομερή, ενώ προς το κέντρο γίνονται βαθμιαία λεπτομερέστερα. Σε πολύ μικρότερο βαθμό έχουμε την εμφάνιση ποταμοχερσαίων σχηματισμών του Πλειστοκαίνου, οι οποίοι υπέρκεινται των λιμναίων και λιμνοποτάμιων αποθέσεων. Αποτελούνται από αργιλοαμμώδη υλικά και πηλούς με διάσπαρτες κροκαλολάτυπες διαφόρου προελεύσεως, με παρεμβολές χαλαρών/ημιχαλαρών κροκαλολατύπων. Επιπλέον περιέχουν άφθονα λιμναία μάκρο – απολιθώματα (οστρακώδη).

#### 4.5 ΞΑΝΘΗ

Η ευρύτερη περιοχή των Ερεικώνων Ξάνθης χρονικά τοποθετείται από το Κατώτερο Ηώκαινο έως το Ανώτερο Ολιγόκαινο. Κύριο χαρακτηριστικό των εδαφών αυτών είναι η παρουσία κροκαλοπαγών και ασβεστολίθων. Συγκεκριμένα, στρώματα και φακοί κροκαλοπαγών, πτωχής κοκκομετρικής διαβαθμίσεως (μεταμορφωμένα πετρώματα και καλώς αποστρογγυλεμένες κροκάλες χαλαζία).

Τα ανώτερα μέρη συνίστανται από αρκόμενες και αδρούς έως λεπτοκοκκώδεις φακούς τοφφίτων. Τα στρώματα και οι φακοί των ανοιχτόχρωμων πετρωμάτων είναι κάπως περισσότερο συνεχή πλευρικός, απ'ότι οι ιζηματογενείς μονάδες των κατώτερων μερών της στρωματογραφικής τομής. Ανοιχτόχρωμα κροκαλοπαγή που απαντώνται σε στρώσεις και φακούς εμφανίζονται, ως επί το πλείστον, με μικρή πλευρική επέκταση. Επιπρόσθετα, παρουσιάζουν πτωχή κοκκομετρική διαβάθμιση. Τα συστατικά τους είναι υπογωνιώδη, ογκώδη τεμάχια, κροκάλες μέχρι 26 εκατοστά ( boulder size) και μικρότερου μεγέθους κόκκοι από μεταμορφωμένα και γρανιτικά πετρώματα.

Οι τοφφίτες παρουσιάζονται σε αρκετά φακοειδή στρώματα. Τοπικά τα μικροκροκαλοπαγή, οι άμμοι και οι αρκόμενες εναλλάσσονται μεταξύ τους πλευρικά. Το πάχος της κροκαλοπαγούς σειράς φτάνει ή και υπερβαίνει τα 700 μέτρα.

Η διαφοροποίηση μεταξύ του Κατώτερου Ηώκαινου και του Ανώτερου Ολιγόκαινου είναι δυνατή μόνο όταν απαντάται νουμμουλιτικός ασβεστόλιθος (k) στην παραπάνω περιγραφόμενη σειρά. Ο νουμμουλιτικός ασβεστόλιθος και οι μάργες απαντώνται κατά κύριο λόγο σε συνεχή φακοειδή στρώματα. Ο μέσος, φαιού χρώματος, ανακρυσταλλωμένος ασβεστόλιθος είναι πλούσιος σε απολιθώματα (Κοράλλια, Ελασματοβράγχια, Βραχιόποδα, Νουμμουλίτες). Ο ασβεστόλιθος πλευρικά, μεταπίπτει σε μάργες σκοτεινού φαιού χρώματος, οι οποίες μεταπίπτουν ή εναλλάσσονται πλευρικός με αρκόμενες και με ανθρακικά υλικά ως συνδετική ύλη. Το πάχος του ασβεστόλιθου είναι 0-170 μέτρα.

Κατά τον Osswald η αμέσως μετά τις κλιείς της Ροδόπης στενή λωρίδα, φέρεται αποτελούμενη από άμμοις και μάργες. Το δε υπόλοιπο τμήμα, που ανταποκρίνεται στην περιοχή των Ερεικώνων, αποτελείται από νεογενή λιμναία και ποταμιαία αποθέματα. Η μετώπη του όγκου μέχρι αποστάσεως λίγων χιλιομέτρων προς Βορρά αποτελείται από σκληρό ασβεστόλιθο και κατόπιν απαντάται η κύρια μάζα, η οποία αποτελείται από όξινα πετρώματα (γνεύσιους, γρανίτες). Ο ασβεστόλιθος στην περιοχή έχει δημιουργήσει κώνους προσχώσεων. Το υλικό που προέρχεται εκ του ασβεστολίθου, σε ολόκληρο το χώρο των Ερεικώνων είναι διαστρωμένος γρανιτικός γνεύσιος, ο οποίος είναι ολοκληρωτικά προσχωμένος από λατύπες προς Βορρά, νοτιότερα δε από κροκάλες και φερτά υλικά. Οι κροκάλες χρησίμευσαν και ως μητρικό υλικό για την ανάπτυξη των σημερινών εδαφών των Ερεικώνων. Σε ορισμένες περιοχές έχουν διαβρωθεί και παρασυρθεί οι παλαιές αποθέσεις και έχει αποκαλυφθεί ο αυτόχθων γνεύσιος.

Η περιοχή όπου έχει πραγματοποιηθεί η δειγματοληψία βρίσκεται κοντά στην περιοχή Τύμπανο της οποίας η γεωλογία έχει ως εξής, χρονικά τοποθετείται στο Μέσο Ηώκαινο και στα εδάφη απαντώνται κροκαλοπαγή και ασβεστόλιθοι. Στην περιοχή αυτή τα ανώτερα μέρη της τομής αποτελούνται από ανοικτότεφρους θραυσματογενείς ασβεστόλιθους (calciuridites) πλούσιους σε αλλογενή υλικά (οι κατώτεροι νουμμουλιτικοί ασβεστόλιθοι). Οι ασβεστόλιθοι παρουσιάζουν υψηλό ποσοστό σε βιογενή υλικά (Κοράλλια, Μαλάκια, Βραχιόποδα, Νουμμουλίτες), και μεταπίπτουν πλευρικά σε σκοτεινότεφρες ή πράσινες αμμούχες μάργες. Οι μάργες είναι δυνατό να μεταπίπτουν πλευρικά σε άμμους. Πάχος: 0-60 μέτρα (m) (κατά μέσο όρο 10-20 m).

Στο κατώτερο μέρος της στρωματογραφικής τομής επικρατούν λίαν αδρά, σκοτεινόχρωμα κροκαλοπαγή και αδρές άμμοι. Τα συστατικά των κροκαλοπαγών είναι αποτέλεσμα μεταφοράς μεταμορφωμένων πετρωμάτων του υποβάθρου (υπογωνιώδη μέχρι μεγέθους τροχμάλης). Τα κροκαλοπαγή εναλλάσσονται πλευρικά με σκοτεινόχρωμους αρκοζικούς ψαμμίτες, που περιέχουν καλώς αποστρογγυλεμένες χαλαζιακές κροκάλες. Οι μεμονωμένες ιζηματογενείς μονάδες αποσφηνώνονται σε μικρές ή σε μεγάλες αποστάσεις. Πάχος: 0-400 m.

Τέλος, η περιοχή όπου πραγματοποιήθηκε η δειγματοληψία βρίσκεται κοντά στην περιοχή Τοξότες των οποίων τα εδάφη αποτελούνται από μαρμαρυγικούς σχιστόλιθους, οι οποίοι περιλαμβάνουν μεσοκοκκώδεις, ανοιχτόχρωμους έως φαιούς σχιστόλιθους. Ο μοσχοβίτης είναι ο επικρατών μαρμαρυγίας που συνυπάρχει με μεταβαλλόμενες ποσότητες χαλαζία, πλαγιοκλάστου και βιοτίτη. Πάχος : μερικές δεκάδες μέτρα.

Παραπάνω αναφέρθηκε η γεωλογία και ορισμένων κοντινών στους Ερεικώνες περιοχών λόγω του ότι μπορεί να επηρεάζουν τα υπό μελέτη εδάφη.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο γεωλογικός χάρτης της Ξάνθης.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

#### 5.1 ΛΗΨΗ ΚΑΙ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης έγινε επίσκεψη σε όλες τις εξεταζόμενες περιοχές (Κροκεές, Λήμνος, Λέσβος, Αγία Σοφία, Ξάνθη) και επελέγησαν θέσεις στις οποίες ανοίχτηκαν εδαφοτομές και πραγματοποιήθηκε η λήψη των εδαφικών δειγμάτων. Έγινε επιτόπου η περιγραφή των εδαφοτομών (Field Book for Describing and Sampling Soils, 1998). Για τον προσδιορισμό του χρώματος του εδάφους χρησιμοποιήθηκε ο χρωματικός πίνακας του συστήματος Munsell.

Τα εδαφικά δείγματα μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας και Εδαφολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, προκειμένου να γίνουν όλες οι απαραίτητες εργαστηριακές μετρήσεις. Τα εδαφικά δείγματα προετοιμάστηκαν ως παρακάτω:

- αεροξηράθηκαν
- λειοτριβήθηκαν
- απομονώθηκε το κλάσμα της λεπτής γης με κόσκινο των 2 mm

Το κλάσμα της λεπτής γης χρησιμοποιήθηκε για όλες τις εργαστηριακές αναλύσεις που περιγράφονται παρακάτω.

#### 5.2 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Ο προσδιορισμός της κοκκομετρικής σύστασης των εδαφικών δειγμάτων έγινε με μηχανική ανάλυση, όπως περιγράφεται στο Soil Survey Laboratory Methods Manual (2004). Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας των κλασμάτων της ιλύος και της αργίλου έγινε με τη μέθοδο της πιπέτας και με τη μέθοδο Βουγιούκου. Οι μέθοδοι στηρίζονται στο νόμο του Stokes. Κατά τη μέθοδο Βουγιούκου χρησιμοποιείται Calgon ώστε να διασπαρθούν οι κόκκοι του εδάφους και επιλέγονται οι χρόνοι μετρήσεως της πυκνότητας ώστε να καθιζάνει διαδοχικά κάθε κλάσμα. Στη μέθοδο της πιπέτας σαν διασπορικό μέσον χρησιμοποιήθηκε διάλυμα εξαμεταφωσφορικού νατρίου το οποίο περιείχε  $35.7 \text{ g L}^{-1} (\text{NaPO}_3)_6$  και  $7.94 \text{ g L}^{-1} \text{ Na}_2\text{CO}_3$ . Πριν από την μηχανική ανάλυση δεν έγινε καταστροφή της οργανικής ουσίας. Η περιεκτικότητα του κάθε μηχανικού κλάσματος εκφράζεται ως ποσοστό επί τοις %.

#### 5.3 pH

Ο προσδιορισμός του pH έγινε σε αιώρημα έδαφος:H<sub>2</sub>O σε αναλογία 1:1 (κ.β) (McLean, 1982). Χρησιμοποιήθηκαν 20 g εδαφικού δείγματος στα οποία προστέθηκαν 20 ml H<sub>2</sub>O. Μετά από εξισορρόπηση διάρκειας 1 ώρας,



προσδιορίστηκε στο αιώρημα το pH με πεχάμετρο τύπου Beckman και CYBERSCAN 500.

#### **5.4 ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ**

Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας των εδαφών σε οργανική ουσία, έγινε με την τροποποιημένη μέθοδο υγρής οξείδωσης Walkley–Black (Nelson και Sommers, 1982). Πρόκειται για μια υγρή καύση όπου το ισχυρά οξειδωτικό μέσο είναι διάλυμα  $K_2Cr_2O_7$  (1N), από το οποίο οξειδώνεται η οργανική ουσία του εδάφους, σε ένα ισχυρά όξινο περιβάλλον (παρουσία  $H_2SO_4$ ) και στη συνέχεια προσδιορίζεται η ποσότητα του οξειδωτικού που βρίσκεται σε περίσσεια, μετά την ολοκλήρωση της οξείδωσης της οργανικής ουσίας του εδάφους, με τιτλοδότηση διαλύματος  $FeSO_4$  (0.5N). Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως ποσοστό επί τοις %.

#### **5.5 ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΟΥ ΔΙΘΕΙΟΝΙΚΟΥ ΝΑΤΡΙΟΥ ( $Na_2S_2O_7$ )**

Με τη μέθοδο του  $Na_2S_2O_7$  (Mehra και Jackson, 1960), προσδιορίζονται τα ελεύθερα οξείδια του Fe, τα οποία είναι κυρίως πεδογενετικής προέλευσης. Με τη μέθοδο αυτή διαλυτοποιούνται τα παραπάνω ελεύθερα οξείδια από το εδαφικό δείγμα, μέσω της αναγωγικής δράσης του  $Na_2S_2O_7$ . Στη μέθοδο χρησιμοποιείται και ρυθμιστικό διάλυμα κιτρικού νατρίου ( $Na_3C_6H_5O_7$ , Na-citrate-bicarbonate) το οποίο παρεμποδίζει την αποσύνθεση του  $Na_2S_2O_7$ , διατηρώντας το pH σε τιμή μεγαλύτερη από 6.5.

Χρησιμοποιήθηκαν 5 g εδάφους, 40 ml του ρυθμιστικού διαλύματος και 1 g  $Na_2S_2O_7$ . Στο εκχύλισμα προσδιορίστηκε ο Fe με ατομική απορρόφηση. Για τον Fe χρησιμοποιήθηκε φλόγα  $C_2H_2-O_2$ . Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως επί τοις % περιεκτικότητα των στοιχείων που προσδιορίστηκαν.

#### **5.6 ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΟΥ ΟΞΑΛΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ**

Στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται ως εκχυλιστικό μέσο διάλυμα 0.2M οξαλικού αμμωνίου  $(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$  (Blakemore, 1987) και εκχειλίζεται ο Fe από τα άμορφα οξείδια του, καθώς και από τα άμορφα αργιλοπυριτικά συστατικά των ηφαιστειακών εδαφών. Κατά τη μέθοδο αυτή, γίνεται μεταχείριση των εδαφικών δειγμάτων με διάλυμα οξαλικού αμμωνίου 0.2M σε pH 3 (το οποίο ρυθμίζεται με τη χρήση οξαλικού οξέος,  $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ ) και ανάδευση διάρκειας 4 ωρών σε σκότος, για την αποφυγή αποσύνθεσης του εκχυλιστικού μέσου λόγω φωτοευαισθησίας του. Χρησιμοποιήθηκαν 2 g εδάφους και 100 ml εκχυλιστικού. Στο εκχύλισμα προσδιορίστηκαν οι συγκεντρώσεις του Fe με όργανο ατομικής απορρόφησης και χρησιμοποιήθηκε φλόγα  $C_2H_2-O_2$ . Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως επί τοις % περιεκτικότητα των στοιχείων που προσδιορίστηκαν.

### **5.7 ΟΛΙΚΗ ΣΤΟΙΧΕΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΚΛΑΣΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΑΜΜΟΥ**

Στο κλάσμα της άμμου έγινε ολική στοιχειακή ανάλυση με τη χρήση HF (Bernas, 1968). 50 mg λειοτριβμένης άμμου (περασμένη από κόσκινο των 150 mesh) μεταχειρίστηκαν με 0.5 ml Aqua regia (διάλυμα HCl 12N και HNO<sub>3</sub> 15N σε αναλογία 3:1) και με 3 ml πυκνού HF (48%). Στο εκχύλισμα προσδιορίστηκε η συγκέντρωση του Fe, με όργανο ατομικής απορρόφησης. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως επί τοις % περιεκτικότητα των οξειδίων των στοιχείων που προσδιορίστηκαν.

### **5.8 ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΕΠΙΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ**

Η μαγνητική επιδεκτικότητα των δειγμάτων καθορίστηκε με τη χρήση ενός μετρητή MS2 Bartington εξοπλισμένο με αισθητήρα συχνότητας MS2B Dual, ικανό να λαμβάνει μετρήσεις τόσο σε χαμηλές ( $\chi_{if}$  σε 0,47 kHz) όσο και σε υψηλές ( $\chi_{hf}$  σε 4,7 kHz) συχνότητες. Περίπου 10 g αεροξηραθέντος εδάφους τοποθετήθηκε σε φιαλίδια από πολυαιθυλένιο (με διάμετρο 2,2 cm). Για κάθε δείγμα έλαβαν χώρα τρεις επαναληπτικές μετρήσεις. Δοκιμαστική ανάγνωση γίνεται με άδειο φιαλίδιο, πριν και μετά τη μέτρηση επί των δειγμάτων για τη διόρθωση για τη μετατόπιση του μέσου. Τα δείγματα μετρήθηκαν προ και μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων του σιδήρου (CBD).

### **5.9 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έγινε σε Η/Υ, με τη χρησιμοποίηση του στατιστικού πακέτου STATISTICA '08.





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

#### 6.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΔΑΦΟΤΟΜΩΝ

Ακολουθεί περιγραφή των εξεταζόμενων εδαφοτομών σύμφωνα με την επί τόπου παρατήρησή τους.

##### 6.1.1 ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΑ ΕΔΑΦΗ ΕΚΤΟΣ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΟΥ ΤΟΞΟΥ Ν. ΑΙΓΑΙΟΥ

#### ΚΡΟΚΕΕΣ

##### ΕΔΑΦΟΤΟΜΗ 1

Θέση: 3 Km από το χωριό Στεφανιά προς Κροκεές.

Γεωγραφικές Συντεταγμένες: 36° 51,526 Β 22° 35,175 Α.

Κλίση: 0-2%.

Μητρικό υλικό: Κροκεάτης Λίθος.

Βλάστηση: Ελιές.

Ορίζ. Βάθος

##### **A 0 – 25 (cm)**

Ο ορίζοντας έχει χρώμα Υγρό 10YR 4/4 και Ξηρό 10YR 5/4. Κοκκομετρική σύσταση SCL. Δομή Υπογωνιώδης κυβική με μέγεθος κύβων 2-3 cm. Η παρουσία ριζών είναι Συνήθεις σε ποσοστό 10-30% με διάμετρο 1-2mm. Παρουσία Λίθων-Χαλικιών σε ποσοστό 10-20% με μέγεθος 1-2 cm. Αντίδραση στο HCl δεν παρατηρείται. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα είναι απότομο, κυματοειδές.

##### **AC 25 – 42 (cm)**

Ο ορίζοντας έχει χρώμα Υγρό 10YR 4/6 και Ξηρό 10YR 5/6. Κοκκομετρική σύσταση: SCL. Δομή Υπογωνιώδης κυβική με μέγεθος κύβων 1 cm. Η παρουσία ριζών είναι συνήθεις σε ποσοστό 10-30% με διάμετρο 0,5-1 mm και η παρουσία Λίθων-Χαλικιών σε ποσοστό 20-40% με μέγεθος 0,5-1 cm. Αντίδραση στο HCl δεν παρατηρείται. Το όριο προς υποκείμενο ορίζοντα είναι Κυματοειδές (5 cm).

**C 42+ (cm)**

Ο ορίζοντας έχει χρώμα Υγρό 10YR 3/4 και Ξηρό 10YR 4/4. Κοκκομετρική σύσταση: SCL. Δομή Υπογωνιώδης κυβική με μέγεθος ακμής 2-3 cm. Αντίδραση στο HCl δεν παρατηρείται. Παρουσία ριζών: λίγες σε ποσοστό 5% με διάμετρο 0-5 m.



**Εικόνα 6.1:** Εδαφοτομή 1 στην περιοχή Κροκεές.

## ΕΔΑΦΟΤΟΜΗ 2

Θέση: 10 m από τη θέση της εδαφοτομής 1.

Γεωγραφικές Συντεταγμένες: 36° 51,526 Β 22° 35,175 Α.

Κλίση: 2-6%.

Μητρικό υλικό: Κροκεάτης Λίθος.

Βλάστηση: Ελιές.

Ορίζ. Βάθος

### **A 0 – 21 (cm)**

Ο ορίζοντας έχει χρώμα Υγρό 10YR 4/3 και Ξηρό 10YR 6/4. Κοκκομετρική σύσταση SCL. Δομή Υπογωνιώδης κυβική με μέγεθος κύβων 2-3 cm. Η παρουσία ριζών σε ποσοστό 10-20% με διάμετρο 1 mm και η παρουσία Λίθων-Χαλικιών σε ποσοστό 10% με μέγεθος 3-5 cm. Παρατηρείται μέτρια δραστηριότητα μικροοργανισμών. Αρκετοί πόροι. Καμία αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα: Απότομο, κυματοειδές.

### **B 21 – 32 (cm)**

Ο ορίζοντας έχει χρώμα Υγρό 10YR 4/3 και Ξηρό 10YR 5/4. Κοκκομετρική σύσταση CL. Δομή Υπογωνιώδης κυβική με μέγεθος κύβων 1 cm. Παρουσία ριζών λίγες σε ποσοστό 5-10% με διάμετρο 1 mm και καμία παρουσία Λίθων - χαλικιών. Μέτρια δραστηριότητα μικροοργανισμών. Μέτριο πορώδες. Καμία αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα: Απότομο, κυματοειδές.

### **C<sub>1</sub> 32 – 42 (cm)**

Ο ορίζοντας έχει χρώμα Υγρό 10YR 4/5 και Ξηρό 10YR 5/6. Κοκκομετρική σύσταση C. Δομή: Υπογωνιώδης κυβική με μέγεθος κύβων 2 cm. Παρουσία ριζών: Λίγες σε ποσοστό <5% και ανύπαρκτοι Λίθοι - χαλίκια. Ανύπαρκτη δραστηριότητα μικροοργανισμών. Καμία αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα: Απότομο, κυματοειδές.

### **C<sub>2</sub> 42+ (cm)**

Ο ορίζοντας αυτός παρουσιάζει χρώμα Υγρό 10YR 4/3 και Ξηρό 10YR 5/3. Κοκκομετρική σύσταση: C. Δομή Υπογωνιώδης κυβική με μέγεθος κύβων 6 cm.



Απουσία ριζών. Καμία αντίδραση στο HCl. Έντονα αποσαθρωμένο μητρικό υλικό σε φύλλα.



**Εικόνα 6.2:** Εδαφοτομή 2 στην περιοχή Κροκεές.

## ΛΗΜΝΟΣ

### ΕΔΑΦΟΤΟΜΗ ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

Θέση: Άγιος Ιωάννης.

Γεωγραφικές Συντεταγμένες: 39° 55,551 N 25° 04,044 E.

Κλίση: 0-2%.

Μητρικό υλικό: Αλλουβιακές αποθέσεις προερχόμενες κυρίως από τραχίτες.

Βλάστηση: Καλλιέργεια ελιάς.

Ορίζ. Βάθος

#### **A 0 – 26 (cm)**

Ο ορίζοντας έχει χρώμα Υγρό 10YR 3/2 και Ξηρό 10YR 4/2. Κοκκομετρική σύσταση: SCL. Δομή Μέτρια μέση υπογωνιώδης κυβική. Καμία αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα: Βαθμιαίο, κυματοειδές.

#### **AB 26 – 67 (cm)**

Ο ορίζοντας έχει χρώμα Υγρό 10YR 3/2 και Ξηρό 10YR 4/2. Κοκκομετρική σύσταση SCL. Δομή Μέση υπογωνιώδης κυβική. Καμία αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα: Ομαλό, απότομο.

#### **B 67 – 99 (cm)**

Ο ορίζοντας έχει χρώμα Υγρό 2,5YR 6/3 και Ξηρό 2,5YR 7/2. Κοκκομετρική σύσταση SL. Δομή Μέση υπογωνιώδης κυβική. Ασθενής αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα: Ομαλό, σαφές.

#### **B<sub>1</sub> 99 – 137 (cm)**

Ο ορίζοντας έχει χρώμα Υγρό 2,5YR 7/3 και Ξηρό 2,5YR 7/2. Κοκκομετρική σύσταση SL. Δομή Υπογωνιώδης κυβική. Παρουσία οξειδίων Fe σε ποσοστό 80-90%. Ασθενής αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα: Ομαλό, βαθμιαίο.



**BC 137+ (cm)**

Στον ορίζοντα αυτόν παρατηρείται χρώμα Υγρό 2,5YR 6/2 και Ξηρό 2,5YR 7/2. Κοκκομετρική σύσταση SL. Δομή Ασθενής υπογωνιώδης κυβική ( 2 c sbk). Παρουσία οξειδίων Fe σε ποσοστό 50-60%. Αντίδραση στο HCl ασθενής.



**Εικόνα 6.3:** Εδαφοτομή Άγιος Ιωάννης

**ΜΟΥΔΡΟΣ**

Θέση: Από την περιοχή Μούδρος προς τον Άγιο Φανούριο.

Γεωγραφικές Συντεταγμένες: 39° 51,562 N 25° 15,179 E.

Κλίση: 2-4%.

Μητρικό υλικό: Τόφφοι.

Βλάστηση: Ετήσια (αγρωστώδη).

Ορίζ. Βάθος

**A 0 – 23 (cm)**

Ο ορίζοντας έχει χρώμα Υγρό 10YR 4/2 και Ξηρό 10YR 5/2. Κοκκομετρική σύσταση SCL. Δομή Μέση υπογωνιώδης κυβική. Καθόλου αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα: Διάχυτο, κυματοειδές.

**B 23 – 46 (cm)**

Ο ορίζοντας έχει χρώμα Υγρό 10YR 4/2 και Ξηρό 10YR 5/2. Κοκκομετρική σύσταση CL. Δομή Υπογωνιώδης κυβική. Ασθενής αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα: Διάχυτο, κυματοειδές.

**B<sub>1</sub> 46 – 65 (cm)**

Ο ορίζοντας έχει χρώμα Υγρό 10YR 4/2 και Ξηρό 10YR 5/2. Κοκκομετρική σύσταση CL. Δομή Ισχυρή πρισματική. Ασθενής αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα: Απότομο, ομαλό.

**B<sub>2</sub> 65 – 89 (cm)**

Ο ορίζοντας έχει χρώμα Υγρό 10YR 4/2 και Ξηρό 10YR 5/2. Κοκκομετρική σύσταση CL. Δομή Ισχυρή πρισματική. Ασθενής αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα: Απότομο, ομαλό.

**BC 89 – 103 (cm)**

Ο ορίζοντας έχει χρώμα Υγρό 10YR 4/2 και Ξηρό 10YR 5/2. Κοκκομετρική σύσταση CL. Δομή Υπογωνιώδης κυβική. Ασθενής αντίδραση στο HCl. Παρουσία εξανθήσεων Fe. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα: Απότομο, ομαλό.



**C 103+ (cm)**

Ο ορίζοντας έχει χρώμα Υγρό 10YR 4/2 και Ξηρό 10YR 5/2. Κοκκομετρική σύσταση C. Δομή Υπογωνιώδης κυβική. Ασθενής αντίδραση στο HCl.



**Εικόνα 6.4:** Εδαφοτομή Μούδρος.



## ΛΕΣΒΟΣ

### ΕΔΑΦΟΤΟΜΗ ΛΕΣΒΟΣ

Θέση: 39°12' 46'' Β και 26°04' 19'' Α.

Κλίση: 8 – 10%

Μητρικό υλικό: Ηφαιστειακές λάβες σειράς Σκουτάρεως (18 Ma)

Βλάστηση: Πεύκα (Pinus, Pinea)

Ορίζ. Βάθος

#### **A 0 – 38 (cm)**

Ο ορίζοντας έχει χρώμα Υγρό 10YR 4/3 και Ξηρό 10YR 6/3. Κοκκομετρική σύσταση L. Δομή μέτρια υπογωνιώδης κυβική. Παρουσία πολλών ριζών διαμέτρου 2 -5 mm. Ισχυρή βιολογική δραστηριότητα. Καθόλου αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα: Απότομο, ομαλό (as).

#### **BA 38 – 63 (cm)**

Ο ορίζοντας έχει χρώμα Υγρό 5YR 4/6 και Ξηρό 7.5YR 5/6. Κοκκομετρική σύσταση C. Δομή χονδρή υπογωνιώδης κυβική. Παρουσία πολλών ριζών διαμέτρου 2 -5 mm. Ισχυρή βιολογική δραστηριότητα. Καθόλου αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα: Ευκρινές, ομαλό (cs).

#### **Bw<sub>1</sub> 63 – 107 (cm)**

Ο ορίζοντας έχει χρώμα Υγρό 5YR 4/6 και Ξηρό 7.5YR 5/6. Κοκκομετρική σύσταση C. Δομή ισχυρή υπογωνιώδης κυβική. Συνήθης παρουσία ριζών διαμέτρου 2 -5 mm. Μέτρια βιολογική δραστηριότητα. Καθόλου αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα: Βαθμιαίο, ομαλό (gs).

#### **Bw<sub>2</sub> 107 – 145 (cm)**

Ο ορίζοντας έχει χρώμα Υγρό 5YR 4/6 και Ξηρό 7.5YR 5/8. Κοκκομετρική σύσταση C. Δομή ισχυρή υπογωνιώδης κυβική. Συνήθης παρουσία ριζών διαμέτρου 2 -5 mm. Μέτρια βιολογική δραστηριότητα. Καθόλου αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα: Βαθμιαίο, ομαλό (gs).

**BC 145 – 178 (cm)**

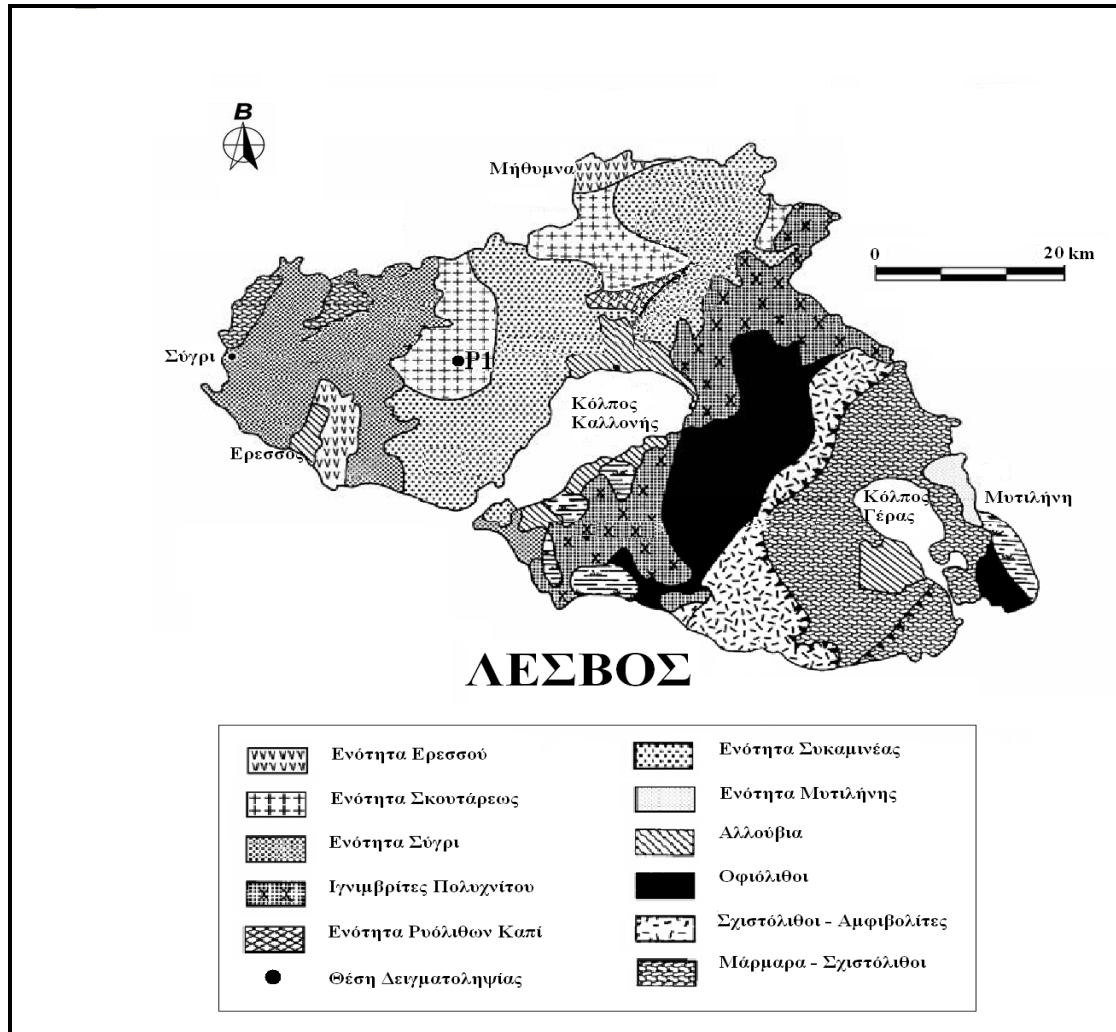
Ο ορίζοντας έχει χρώμα Υγρό 7.5YR 5/8 και Ξηρό 7.5YR 6/8. Κοκκομετρική σύσταση C. Δομή ισχυρή υπογωνιώδης κυβική. Παρουσία λίγων ριζών διαμέτρου 2 -5 mm. Ασθενής βιολογική δραστηριότητα. Καθόλου αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα: Βαθμιαίο, ομαλό (gs).

**CB 178 – 210 (cm)**

Ο ορίζοντας έχει χρώμα Υγρό 5YR 5/8 και Ξηρό 7.5YR 6/8. Κοκκομετρική σύσταση C. Δομή ασθενής υπογωνιώδης κυβική. Παρουσία λίγων ριζών διαμέτρου 1 - 2 mm. Καμία βιολογική δραστηριότητα. Καθόλου αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα: Βαθμιαίο, ομαλό (gs).

**C 210 + (cm)**

Ο ορίζοντας έχει χρώμα Υγρό 10YR 7/6 και Ξηρό 2.5YR 8/6. Κοκκομετρική σύσταση CL. Καμία δομή. Απουσία ριζών. Καμία βιολογική δραστηριότητα. Καθόλου αντίδραση στο HCl.



Εικόνα 6.5: Χάρτης της νήσου Λέσβου – Σημείο δειγματοληψίας εδαφοτομή Ρ1.

## 6.1.2 ΕΔΑΦΗ ALFISOLS

### ΑΓΙΑ ΣΟΦΙΑ

#### ΕΔΑΦΟΤΟΜΗ 1

Θέση	: Αγία Σοφία
Ταξινόμηση	: Typic Haploxerafals (Soil Taxonomy)
Μητρικό υλικό	: Αλλουβιακές αποθέσεις
Φυσιογραφία	: Αλλουβιακός αναβαθμός
Υδρομορφία	: Ατελώς αποστραγγιζόμενο έδαφος (C)
Κλίση	: Επίπεδη επιφάνεια (< 2%)
Διάβρωση	: Όχι
Βλάστηση	: Καλλιέργεια σιτηρών

#### Ορίζ. Βάθος

##### **Ap 0-26 (cm)**

Χρώμα υγρό 10YR 3/4, ξηρό 10YR 7/3. Κοκκομετρική σύσταση, πηλώδης (L). Δομή μέτρια, μέση υπογωνιώδης, κυβική. Παρατηρούνται λίγες εξανθήσεις σιδήρου στα κατώτατα σημεία του ορίζοντα, διαμέτρου (0,5 – 1,5 mm). Έχουμε πολλές ρίζες, καλό πορώδες, έντονη μικροβιακή δραστηριότητα. Δεν υπάρχει αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα, ευκρινές ομαλό.

##### **E 26-61 (cm)**

Χρώμα υγρό 10YR 5/4, ξηρό 10YR 7/3. Κοκκομετρική σύσταση, πηλώδης (L). Δομή ασθενής, χονδρή, υπογωνιώδης κυβική. Έχουμε εξανθήσεις σιδήρου (20 - 30%) διαμέτρου >15 mm. Χρώμα εξανθήσεων 10 YR 4/8. Δεν έχουμε πορώδες, ρίζες λίγες. Όχι αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα, απότομο ομαλό.

##### **Bt 61-113 (cm)**

Χρώμα υγρό 5YR 4/3, ξηρό 5YR 4/4. Κοκκομετρική σύσταση, αργιλοπηλώδης (CL). Δομή ισχυρή, χονδρή πρισματική. Παρατηρούνται επικαλύψεις αργίλου. Κατά μήκος των εδρών των πρισμάτων, έχουμε εξανθήσεις σιδήρου (<20%). Έχουμε καλό

πορώδες. Συνεκτικό. Όχι αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα, απότομο ομαλό.

#### **BC 113-152 (cm)**

Χρώμα υγρό 7,5YR 4/3, ξηρό 10YR 6/4. Κοκκομετρική σύσταση, πηλώδης (L). Δομή ισχυρή, χονδρή, υπογωνιώδης κυβική. Έχουμε παρουσία χαλικιών (χαλαζιακής σύστασης) σε ποσοστό περίπου 10 – 25%. Έχουμε πόρους και λίγες ρίζες. Συνεκτικό. Αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα, ευκρινές ομαλό.

#### **C 152-180 (cm)**

Χρώμα υγρό 10YR 4/6, ξηρό 10YR 6/4. Κοκκομετρική σύσταση, πηλώδης (L). Δομή ισχυρή, χονδρή, υπογωνιώδης κυβική. Συνεκτικό. Λίγες εξανθήσεις σιδήρου. Έχουμε παρουσία χαλικιών (χαλαζιακής σύστασης) διαμέτρου 5 – 10 mm σε ποσοστό 20 – 30%. Αντίδραση στο HCl.

#### **ΕΔΑΦΟΤΟΜΗ 2<sup>a</sup>**

Θέση	: Αγία Σοφία
Ταξινόμηση	: Typic Haploxerafs (Soil Taxonomy)
Μητρικό υλικό	: Αλλουβιακές αποθέσεις
Φυσιογραφία	: Αλλουβιακός αναβαθμός
Υδρομορφία	: Ατελώς αποστραγγιζόμενο έδαφος (C)
Κλίση	: Επίπεδη επιφάνεια (< 2%)
Διάβρωση	: Όχι
Βλάστηση	: Καλλιέργεια σιτηρών

Ορίζ. Βάθος

#### **Ap 0-35 (cm)**

Χρώμα υγρό 10YR 6/6, ξηρό 10YR 6/3. Κοκκομετρική σύσταση αμμοπηλώδης (SL). Δομή μέτρια, μέση υπογωνιώδης κυβική. Συνεκτικό. Μικρή δραστηριότητα μικροοργανισμών, έχει πόρους μακροπορώδες, υπάρχουν πολλές ρίζες. Έχουμε εμφάνιση εξανθήσεων σιδήρου στα κατώτερα σημεία του ορίζοντα. Όχι αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα, ευκρινές ομαλό.

**BE 35-55 (cm)**

Χρώμα υγρό 7,5YR 4/4, ξηρό 7,5YR 5/4. Κοκκομετρική σύσταση, πηλώδης (L). Δομή ασθενής, χονδρή, υπογωνιώδης κυβική. Συνεκτικό. Χαλίκια χαλαζιακά ( $\approx 10\%$ ) διαμέτρου 1,5 – 2 cm. Ρίζες αποσυντιθεμένες σε μεγάλο ποσοστό κατά μήκος των πόρων. Όχι αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα, ευκρινές βαθμιαίο.

**Bt 55-113 (cm)**

Χρώμα υγρό 7,5YR 4/4, ξηρό 7,5YR 4/4. Κοκκομετρική σύσταση, αμμοαργιλλοπηλώδης (SCL). Συνεκτικό. Δομή ισχυρή, μέση πρισματική. Έχουμε επικαλύψεις αργίλου. Χαλίκια χαλαζιακά (10 – 20%) διαμέτρου 1,5 – 2 cm. Όχι αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα, διάχυτο ομαλό.

**BC 113-130 (cm)**

Χρώμα ξηρό 7,5YR 4/4. Κοκκομετρική σύσταση, αμμοπηλώδης (SL). Όχι αντίδραση στο HCl.

**C 130-150 (cm)**

Χρώμα ξηρό 7,5YR 4/4. Κοκκομετρική σύσταση, πηλοαμμώδης (LS). Όχι αντίδραση στο HCl.

Μεταξύ της ανωτέρω περιγραφείσας εδαφοτομής (Εδαφοτομή 2a) και της επόμενης (Εδαφοτομή 2b), παρεμβάλλεται στρώση πάχους 230 εκατοστών από ποταμίσιες άμμους και κροκάλες που εναποτέθηκαν κάποια χρονική περίοδο στην επιφάνειά της. Δηλαδή, η Εδαφοτομή 2b, βρίσκεται σε βάθος 380 εκ. από την επιφάνεια της Εδαφοτομής 2a. Το βάθος κάθε ορίζοντα αριθμείται με αρχή αναφοράς το σημείο όπου τελειώνει η στρώση.

**ΕΔΑΦΟΤΟΜΗ 2b**

Θέση	: Αγία Σοφία
Ταξινόμηση	: Typic Haploxerafs (Soil Taxonomy)
Μητρικό υλικό	: Αλλουβιακές αποθέσεις
Φυσιογραφία	: Αλλουβιακός αναβαθμός
Υδρομορφία	: Ατελώς αποστραγγιζόμενο έδαφος (C)
Κλίση	: Επίπεδη επιφάνεια (< 2%)

Διάβρωση : Όχι

Ορίζ. Βάθος

**A 0-34 (cm)**

Χρώμα υγρό 10YR 4/3, ξηρό 10YR 5/4. Κοκκομετρική σύσταση, πηλώδης (L). Χωρίς δομή (massive). Όχι αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα, ευκρινές ομαλό.

**AB 34-65 (cm)**

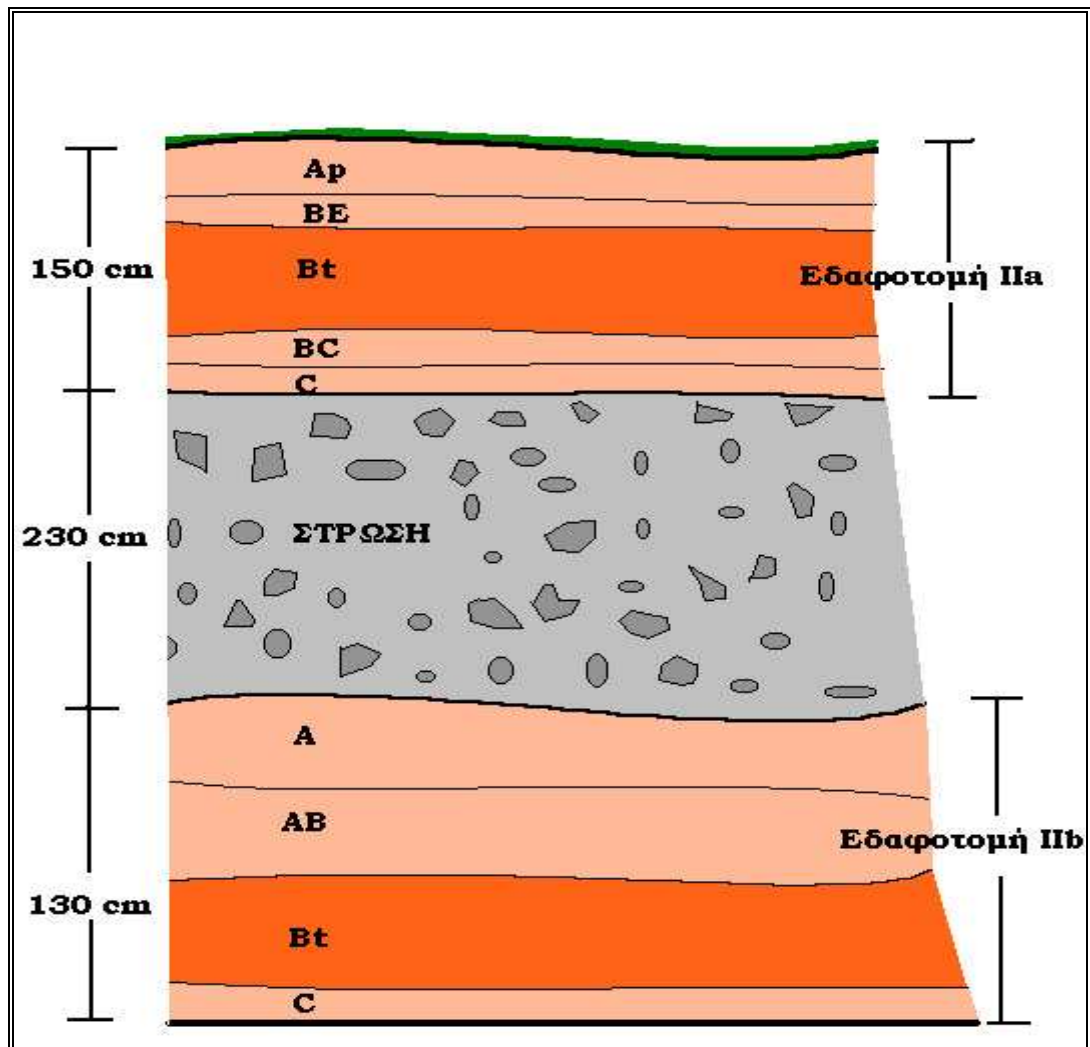
Χρώμα υγρό 10YR 4/4, ξηρό 10YR 5/4. Κοκκομετρική σύσταση, αργιλλοπηλώδης (CL). Χωρίς δομή (massive). Όχι αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα, απότομο ομαλό.

**Bt 66-99 (cm)**

Χρώμα υγρό 10YR 5/4, ξηρό 10YR 6/4. Κοκκομετρική σύσταση, αμμοπηλώδης (SL). Δομή ασθενής, μέση υπογωνιώδης κυβική . Όχι αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα, ευκρινές ομαλό.

**C 100-130 (cm)**

Χρώμα υγρό 10YR 5/4, ξηρό 10YR 6/4. Κοκκομετρική σύσταση, αμμοπηλώδης (SL). Δομή ασθενής, χονδρή υπογωνιώδης κυβική. Όχι αντίδραση στο HCl.



Εικόνα 6.6: Σχηματική απεικόνιση της υπό διερεύνηση πολυγενετικής εδαφοτομής.



### ΕΔΑΦΟΤΟΜΗ 3

Θέση	: Αγία Σοφία
Ταξινόμηση	: Typic Haploxerafals (Soil Taxonomy)
Μητρικό υλικό	: Αλλουβιακές αποθέσεις
Φυσιογραφία	: Αλλουβιακός αναβαθμός
Υδρομορφία	: Ατελώς αποστραγγιζόμενο έδαφος (C)
Κλίση	: Επίπεδη επιφάνεια (< 2%)
Διάβρωση	: Όχι
Βλάστηση	: Καλλιέργεια σιτηρών

Ορίζ. Βάθος

#### **E 20-40 (cm)**

Χρώμα υγρό 10YR 5/4, ξηρό 10YR 5/3. Κοκκομετρική σύσταση, αμμοπηλώδης (SL). Δομή χονδρή υπογωνιώδης κυβική. Συνεκτικό. Όχι αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα, διάχυτο ομαλό.

Σημαντική σημείωση: Η απουσία A ορίζοντα πιθανό να οφείλεται στην εντατική γεωργία που ως αποτέλεσμα την καταστροφή της οργανικής ουσίας και την εμφάνιση του E ορίζοντα στην επιφάνεια.

#### **BE 40-55 (cm)**

Χρώμα υγρό 10YR 4/4, ξηρό 7,5YR 4/4. Κοκκομετρική σύσταση, πηλώδης (L). Δομή μέση υπογωνιώδης κυβική. Συνεκτικό. Μικρή δραστηριότητα μικροοργανισμών, λίγο πορώδες, ύπαρξη λίγων ριζών. Όχι αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα, ευκρινές ομαλό.

#### **Bt 55-135 (cm)**

Χρώμα υγρό 7,5YR 5/4, ξηρό 10YR 6/3. Κοκκομετρική σύσταση, πηλώδης (L). Δομή ισχυρή, μέση πρισματική. Συνεκτικό. Ύπαρξη λίγων ριζών. Χαλίκια χαλαζιακά (10 – 20%) διαμέτρου 1,5 – 2,5 cm. Όχι αντίδραση στο HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα, βαθμιαίο ομαλό.

**C 135-170 (cm)**

Χρώμα υγρό 10YR 6/4, ξηρό 10YR 5/4. Κοκκομετρική σύσταση, αμμοαργιλλοπηλώδης (SCL). Δομή μέτρια, μέση υπογωνιώδης κυβική . Συνεκτικό. Αντίδραση στο HCl.

**ΞΑΝΘΗ****ΕΔΑΦΟΤΟΜΗ 1**

Θέση: Στρίβοντας αριστερά 500 m μετά το δρόμο μεταξύ Τοξωτών – Τύμπανου – Μ. Τύμπανου σε υψόμετρο 70 m.

Μητρικό υλικό: Γρανιτογενεύσιοι

Φυσιογραφία: Αλλουβιακή ταράτσα

Κλίση: Επίπεδη (0-2%)

Βλάστηση: Αγροστώδης και αραιές γκορτσιές (αγριοαχλαδιές). Δίπλα σε δενδροκομείο αμυγδαλιάς.

Ορίζ. Βάθος

**A 0 – 25 (cm)**

Χρώμα υγρό 10 YR 3/3 και χρώμα ξηρό 10 YR 4/3. Ορίζοντας με μέση κοκκομετρική σύσταση Sandy Loam (SL). Η δομή του είναι μέτρια υπογωνιώδης, κυβική, χονδρή (3-4 cm) (2csbk). Έδαφος συνεκτικό m. hard. Διακρίνονται πολλές ρίζες (m), πολλοί πόροι (m), καθώς επίσης παρατηρείται και έντονη βιολογική δραστηριότητα. Δεν παρατηρείται αντίδραση με το HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα απότομο ομαλό [a s],( όπου a = abrupt, s = smooth).

**AB 25 – 47 (cm)**

Χρώμα υγρό 7,5 YR 4/6 και χρώμα ξηρό 7,5 YR 5/6. Ορίζοντας με λεπτόκοκκη κοκκομετρική σύσταση Sandy Clay Loam (SCL). Η δομή του είναι μέτρια, χονδρή (4-5 cm) με σχήμα υπογωνιώδες κυβικό (2sbk). Υπάρχουν πολλές εξανθήσεις σιδήρου (c) (περίπου 20%). Χαρακτηριστική είναι και η παρουσία χαλικιών αποστρογγυλεμένων γνευσιακής φύσεως (περίπου 20 – 30%). Έδαφος συνεκτικό m. hard - v.hard. Διακρίνονται πολλές ρίζες (m), πολλοί πόροι (m), καθώς επίσης παρατηρείται

μέτρια βιολογική δραστηριότητα. Δεν παρατηρείται αντίδραση με το HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα απότομο ομαλό [a s].

**Bt 47 – 58 (cm)**

Χρώμα υγρό 7,5 YR 4/6 και χρώμα ξηρό 7,5 YR 5/6. Ορίζοντας με λεπτόκοκκη κοκκομετρική σύσταση Sandy Clay Loam (SCL). Η δομή του είναι μέτρια, χονδρή, με σχήμα γωνιώδες κυβικό (2abkc). Υπάρχουν πολλές εξανθήσεις σιδήρου (m) (περίπου 30%) και λίγες μαγγανίου (c) (περίπου 20%). Έδαφος πολύ συνεκτικό m. hard - v.hard. Διακρίνονται λίγες ρίζες (f) και λίγοί πόροι (f). Δεν παρατηρείται αντίδραση με το HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα απότομο ομαλό [a s].

**C 58+ (cm)**

Χρώμα υγρό 10 YR 5/6 και χρώμα ξηρό 10 YR 6/6. Ορίζοντας με μέση κοκκομετρική σύσταση Sandy Loam (SL). Η δομή του είναι ασθενής, χονδρή, με σχήμα υπογωνιώδες κυβικό (1sbk). Υπάρχει παρουσία εξανθήσεων σιδήρου μεταξύ των χαλικιών. Δεν παρατηρείται αντίδραση με το HCl.

**ΕΔΑΦΟΤΟΜΗ 2**

Θέση: Περίπου 1 km μετά το Μικρό Τύμπανο απέναντι από ένα εργοστάσιο.

Μητρικό υλικό: Κροκάλες, λατύπες, γρανιτογενευσιακοί.

Φυσιογραφία: Αλλουβιακή ταράτσα

Κλίση: Επίπεδη (0-2%)

Βλάστηση: Ερείκη

Ορίζ. Βάθος

**Op – A 0 - 16 (cm)**

Χρώμα υγρό 10 YR 3/3 και χρώμα ξηρό 10 YR 4/3. Ορίζοντας με μέση κοκκομετρική σύσταση Sandy Loam (SL). Η δομή του είναι μέτρια, με σχήμα υπογωνιώδες κυβικό (2sbk) περίπου 2 cm. Υπάρχουν πολλές εξανθήσεις σιδήρου (m) (περίπου 30-40%) και λίγες μαγγανίου (f) (<2%) . Παρουσία χαλικιών διαστάσεων 0,5 cm (περίπου 2-5%). Έδαφος συνεκτικό d.hard. Διακρίνονται πολλές ρίζες (m), πολλοί πόροι (m), καθώς επίσης παρατηρείται μέτρια βιολογική δραστηριότητα. Δεν παρατηρείται αντίδραση με το HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα απότομο ομαλό [a s].

**Bt 16 – 53 (cm)**

Χρώμα υγρό 5 YR 4/6 και χρώμα ξηρό 5 YR 5/6. Ορίζοντας με λεπτόκοκκη κοκκομετρική σύσταση Sandy Clay Loam (SCL). Η δομή του είναι μέτρια, με σχήμα υπογωνιώδες κυβικό (2sbk) περίπου 5 cm. Υπάρχουν πολλές εξανθήσεις σιδήρου (m) (περίπου 60-70%) και μεταξύ αυτών αποχρώσεις σε gley και λίγες εξανθήσεις μαγγανίου (f) (2-5%) . Διακρίνονται λίγες ρίζες (f) κυρίως διαμέτρου >0,3 mm και λίγοί πόροι (f). Ενώ δεν παρατηρείται δραστηριότητα μικροοργανισμών. Δεν παρατηρείται αντίδραση με το HCl.

Το προς τον υποκείμενο ορίζοντα είναι απότομο ομαλό και χαρακτηριστική είναι η παρουσία ίδιων διαστάσεων και ίδιας ποσότητας χαλικιών με τον υπερκείμενο (γνευσιακής φύσεως).

**BC 53 – 84 (cm)**

Χρώμα υγρό 7,5 YR 4/6 και χρώμα ξηρό 7,5 YR 6/6. Ορίζοντας με λεπτόκοκκη κοκκομετρική σύσταση Sandy Clay Loam (SCL). Η δομή του είναι ασθενής, με σχήμα υπογωνιώδες κυβικό (1sbk) περίπου 3-5 cm. Υπάρχουν πολλές εξανθήσεις σιδήρου (m) (περίπου 40-50 %) και πολλές μαγγανίου (m), (20-40 %) . Παρουσία πετρών 5-10% διαστάσεων 10-15 cm γνευσιακής φύσεως. Έδαφος πολύ συνεκτικό. Διακρίνονται ελάχιστες ρίζες του κύριου ριζικού συστήματος της Ερείκης, δεν υπάρχουν πόροι , καθώς επίσης δεν παρατηρείται βιολογική δραστηριότητα. Δεν παρατηρείται αντίδραση με το HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα απότομο ομαλό [a s].

**C 84 – 107 (cm)**

Χρώμα υγρό 10 YR 5/6 και χρώμα ξηρό 10 YR 6/6. Ορίζοντας με λεπτόκοκκη κοκκομετρική σύσταση Sandy Clay Loam (SCL). Η δομή του είναι ασθενής, με σχήμα υπογωνιώδες κυβικό (1sbk) περίπου 5 cm. Υπάρχουν εξανθήσεις σιδήρου (c) (περίπου 10-20 %) και μαγγανίου (c), (5-10 %) . Έδαφος πολύ συνεκτικό και πολύ συμπιεσμένο. Δεν υπάρχουν πόροι , καθώς επίσης δεν παρατηρείται και βιολογική δραστηριότητα. Δεν παρατηρείται αντίδραση με το HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα απότομο ομαλό [a s].

**Δεύτερη υποκείμενη εδαφοτομή****(I)****A 107 – 138 (cm)**

Χρώμα υγρό 7,5 YR 5/6 και χρώμα ξηρό 7,5 YR 6/6. Ορίζοντας με μέση κοκκομετρική σύσταση Sandy Loam (SL). Η δομή του είναι μέτρια, με σχήμα

υπογωνιώδες κυβικό (2sbk) περίπου 2-3 cm. Υπάρχουν εξανθήσεις σιδήρου (c) (περίπου 10-20 %) και μαγγανίου (c) (10-20 %) . Έδαφος πολύ συνεκτικό. Δεν υπάρχουν ούτε ρίζες, ούτε πόροι , καθώς ούτε και δραστηριότητα μικροοργανισμών. Δεν παρατηρείται αντίδραση με το HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα απότομο ομαλό [a s].

**Bt<sub>1</sub> 138 – 172 (cm)**

Χρώμα υγρό 10 YR 5/8 και χρώμα ξηρό 10 YR 6/6. Ορίζοντας με μέση κοκκομετρική σύσταση Sandy Loam (SL). Η δομή του είναι μέτρια, με σχήμα υπογωνιώδες κυβικό (2sbk) περίπου 3-5 cm. Υπάρχουν εξανθήσεις σιδήρου (c) (περίπου 10-20 %) και μαγγανίου (c), (5-10 %) . Παρουσία χαλικιών διαστάσεων 2-3 cm γνευσιακής φύσεως. Έδαφος πάρα πολύ συνεκτικό. Δεν υπάρχουν ρίζες, ούτε πόροι, καθώς ούτε και βιολογική δραστηριότητα. Δεν παρατηρείται αντίδραση με το HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα διάχυτο κυματοειδές 5 cm [d w] (d= diffuse όπου σημαίνει διάχυτο=> εύρος διαχωριστικού μετώπου >12,5 cm, και w= wavy όπου σημαίνει κυματοειδές=> το εύρος των εσοχών του υπερκείμενου στον υποκείμενο ορίζοντα είναι μεγαλύτερο του βάθους τους)

**Bt<sub>2</sub> 172 – 200 (cm)**

Χρώμα υγρό 10 YR 5/8 και χρώμα ξηρό 10 YR 7/6. Ορίζοντας με λεπτόκοκκη κοκκομετρική σύσταση Sandy Clay Loam (SCL). Η δομή του είναι κατά το 50% μέτρια, με σχήμα υπογωνιώδες κυβικό (2sbk) και κατά το υπόλοιπο 50% με σχήμα γωνιώδες κυβικό (abk), 2-3 cm. Υπάρχουν εξανθήσεις σιδήρου (c) ( 5-10 %) και πολλές μαγγανίου (m), (20-30 %), παρατηρείται σε σχέση με τους υπερκείμενους ορίζοντες μείωση των εξανθήσεων σιδήρου και αύξηση των εξανθήσεων μαγγανίου. Παρατηρούνται επίσης ελάχιστα συγκρίματα μαγγανίου. Έδαφος πάρα πολύ συνεκτικό. Δεν παρατηρούνται ρίζες, δεν υπάρχουν πόροι , καθώς επίσης δεν παρατηρείται και βιολογική δραστηριότητα. Δεν παρατηρείται αντίδραση με το HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα απότομο ομαλό [a s] (<1 cm).

**(II) Δεύτερης εδαφοτομής**

**BC<sub>b</sub> 200 – 245 (cm)**

Χρώμα υγρό 10 YR 5/6 και χρώμα ξηρό 10 YR 7/6. Ορίζοντας με μέση κοκκομετρική σύσταση Sandy Loam (SL). Η δομή του είναι ασθενής, με σχήμα υπογωνιώδες κυβικό (1sbk) 3-5 cm. Υπάρχουν εξανθήσεις σιδήρου (c) ( 5-10 %) και πολλές μαγγανίου (m), (20-30 %), περίπου όπως και στον προηγούμενο ορίζοντα. Παρουσία χαλικιών γνευσιακής φύσεως διαστάσεων 1-2 cm (περίπου 5-10%). Δεν υπάρχουν ρίζες, ούτε πόροι, καθώς ούτε και βιολογική δραστηριότητα. Δεν παρατηρείται αντίδραση με το HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα απότομο ομαλό [a s].

**C 245 – 285 (cm)**

Χρώμα υγρό 10 YR 5/8 και χρώμα ξηρό 10 YR 7/6. Ορίζοντας με μέση κοκκομετρική σύσταση Sandy Loam (SL). Η δομή του είναι ασθενής, με σχήμα υπογωνιώδες κυβικό (1sbk) 3-5 cm. Υπάρχουν εξανθήσεις σιδήρου (c) ( 5-10 %) αλλά δεν υπάρχουν εξανθήσεις μαγγανίου ή υπάρχουν πολύ λίγες, υπάρχουν χαλίκια διαστάσεως 3-5 cm σε ποσοστό 30-40 %, από τα οποία 60% είναι γωνιώδη και το υπόλοιπο 40% αποστρογγυλωμένα. Δεν υπάρχουν ρίζες, ούτε πόροι, ούτε και δραστηριότητα μικροοργανισμών. Έδαφος πάρα πολύ συνεκτικό. Δεν παρατηρείται αντίδραση με το HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα διάχυτο ομαλό [d s] 5 cm.

**(III) Τρίτη υποκείμενη εδαφοτομή****Ab 285 – 310 (cm)**

Χρώμα υγρό 10 YR 5/8 και χρώμα ξηρό 10 YR 7/6. Ορίζοντας με μέση κοκκομετρική σύσταση Sandy Loam (SL). Στον ορίζοντα αυτό δεν παρατηρείται δομή. Υπάρχουν εξανθήσεις σιδήρου (c) ( 5-10 %) και μαγγανίου (c), (10-20%). Δεν υπάρχουν ρίζες, ούτε πόροι, καθώς ούτε και βιολογική δραστηριότητα. Δεν παρατηρείται αντίδραση με το HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα απότομο ομαλό [a s].

**Bt<sub>1</sub> 310 – 325 (cm)**

Χρώμα υγρό 10 YR 5/8 και χρώμα ξηρό 10 YR 7/6. Ορίζοντας με μέση κοκκομετρική σύσταση Sandy Loam (SL). Η δομή του είναι μέτρια με σχήμα γωνιώδες κυβικό (2abk), 3 cm. Υπάρχουν πολλές εξανθήσεις σιδήρου (m), (20-30 %) και πολλές μαγγανίου (m), (20-30 %). Παρατηρούνται επίσης λίγα συγκρίματα μαγγανίου. Έδαφος πάρα πολύ συνεκτικό. Δεν παρατηρούνται ρίζες, δεν υπάρχουν πόροι , καθώς επίσης δεν παρατηρείται και βιολογική δραστηριότητα. Δεν παρατηρείται αντίδραση με το HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα απότομο ομαλό [a s].

**Bt<sub>2</sub> 325 – 347 (cm)**

Χρώμα υγρό 10 YR 5/8 και χρώμα ξηρό 10 YR 6/6. Ορίζοντας με μέση κοκκομετρική σύσταση Sandy Loam (SL). Η δομή του είναι ασθενής, με σχήμα υπογωνιώδες κυβικό (1sbk) 3-5 cm. Υπάρχουν εξανθήσεις σιδήρου (c) (10-20 %) και εξανθήσεις μαγγανίου (c) (10-20 %), υπάρχουν χαλίκια γνευσιακά αποστογγυλωμένα με διάμετρο d= 1 cm σε ποσοστό 5-10 %. Δεν υπάρχουν ρίζες, ούτε πόροι, ούτε και δραστηριότητα μικροοργανισμών. Δεν παρατηρείται αντίδραση με το HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα απότομο ομαλό [a s].

**BC 347 – 372 (cm)**

Χρώμα υγρό 10 YR 5/8 και χρώμα ξηρό 10 YR 7/6. Ορίζοντας με μέση κοκκομετρική σύσταση Sandy Loam (SL). Δεν υπάρχει δομή. Υπάρχουν πολλές εξανθήσεις σιδήρου (m) (20-30 %) και πολλές μαγγανίου (m), (20-30 %). Παρουσία χαλικιών γνευσιακής φύσεως, αποστρογγυλωμένα διαστάσεων 2-5 cm. Δεν υπάρχουν ρίζες, ούτε πόροι, καθώς ούτε και βιολογική δραστηριότητα. Δεν παρατηρείται αντίδραση με το HCl. Όριο προς υποκείμενο ορίζοντα διάχυτο ομαλό [d s].

**C 372 – 400 (cm)**

Χρώμα υγρό 10 YR 5/8 και χρώμα ξηρό 10 YR 6/8. Ορίζοντας με μέση κοκκομετρική σύσταση Sandy Loam (SL). Παρουσία 50-70% χαλικιών γνευσιακής φύσεως διαστάσεων 2-5 cm και πετρών 10-15%, γνευσιακής ή γρανιτογνευσιακής σύστασης (υφής).





**Εικόνα 6.7:** Εδαφοτομή 1 στην περιοχή της Ξάνθης.





**Εικόνα 6.8:** Εδαφοτομή 2 στην περιοχή της Ξάνθης.

## 6.2 ΦΥΣΙΚΕΣ – ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ – ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΙΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (X)

### 6.2.1 ΕΔΑΦΟΤΟΜΕΣ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΕΚΤΟΣ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΟΥ ΤΟΞΟΥ Ν.ΑΙΓΑΙΟΥ

#### ΚΡΟΚΕΕΣ

Στην περιοχή των Κροκεών μελετήθηκαν δύο εδαφοτομές, οι τιμές των φυσικοχημικών ιδιοτήτων, των εκλεκτικών εκχυλίσεων και της Μαγνητικής Επιδεκτικότητας (X) τους, παρουσιάζονται αναλυτικά στους παρακάτω πίνακες.

**Πίνακας 1:** Φυσικοχημικές ιδιότητες περιοχής Κροκεών

Ορίζοντας	Βάθος	Άμμος	Ιλύς	Άργιλος	Κλάση	pH	Οργ. Ουσία
	cm	%					%
<b>Εδαφοτομή 1</b>							
A	0-25	50,5	30,5	19	SCL	5,5	4,9
AC	25-42	26,5	33,4	40,1	SCL	6,2	1,51
C	>42	31	26	43	SCL	6,1	1,17
<b>Εδαφοτομή 2</b>							
A	0-21	50	29	21	SCL	6,1	2,88
B	21-32	29	38,2	32,8	CL	6,2	1,44
C <sub>1</sub>	32-42	20	33,5	46,5	C	6,2	1,17
C <sub>2</sub>	>42	18	35,8	50	C	6	0,45

Από τον Πίνακα 1 έχουμε:

- Η περιεκτικότητα σε άμμο κυμαίνεται από 18% έως 50,5%, σε ιλύ από 26% έως 35,8% και σε άργιλο από 19% έως 50%. Η κοκκομετρική σύσταση των εδαφών χαρακτηρίζεται λεπτόκοκκη (SCL, CL και C).
- Οι τιμές το pH κυμαίνονται από 5,5 έως 6,2 και τα εδάφη χαρακτηρίζονται μετρίως έως ελαφρώς όξινα.
- Η περιεκτικότητα των εδαφών σε οργανική ουσία είναι χαμηλή και παρουσιάζει μείωση με το βάθος.

**Πίνακας 2:** Εκλεκτικές εκχυλίσεις – Λόγοι εξέλιξης εδαφών

Οριζοντας	Βάθος	Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3o</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3t</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3o</sub> / Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub> / Fe <sub>2</sub> O <sub>3t</sub>
	cm	%				
<b>Εδαφοτομή 1</b>						
A	0-25	1,79	0,11	8,67	0,06	0,21
AC	25-42	2,21	0,1	8,35	0,05	0,26
C	>42	2,48	0,12	7,78	0,05	0,32
<b>Εδαφοτομή 2</b>						
A	0-21	1,81	0,15	10,36	0,08	0,17
B	21-32	2,5	0,14	10,3	0,06	0,24
C <sub>1</sub>	32-42	2,64	0,15	16,28	0,06	0,16
C <sub>2</sub>	>42	1,93	0,1	17,41	0,05	0,11

Από τον Πίνακα 2 έχουμε:

- Οι τιμές σε Fe<sub>2</sub>O<sub>3d</sub> των εδαφών κυμαίνονται από 1,79% έως 2,64%.
- Οι τιμές του Fe<sub>2</sub>O<sub>3o</sub>, είναι πολύ χαμηλές σε όλα τα εδάφη και συγκεκριμένα κυμαίνονται από 0,1% έως 0,15% (ουσιαστικά πρόκειται για ίχνη <0,1%).
- Οι τιμές του ολικού σιδήρου (Fe<sub>2</sub>O<sub>3t</sub>) του κλάσματος της άμμου των εδαφών γενικά είναι υψηλές. Οι τιμές αυτές οφείλονται σε υψηλή περιεκτικότητα των εδαφών σε σιδηρούχα πρωτογενή ορυκτά (πυρόξενοι, μαγνητίτης) (Γεωργούλιας, 2008). Οι τιμές του Fe<sub>2</sub>O<sub>3t</sub> κυμαίνονται από 7,78% έως 17,41%.
- Οι χαμηλές τιμές των Fe<sub>2</sub>O<sub>3o</sub>/ Fe<sub>2</sub>O<sub>3d</sub> και Fe<sub>2</sub>O<sub>3d</sub>/ Fe<sub>2</sub>O<sub>3total</sub> (0,05 – 0,32), δηλώνουν ότι τα εδάφη δηλώνουν εξέλιξη.

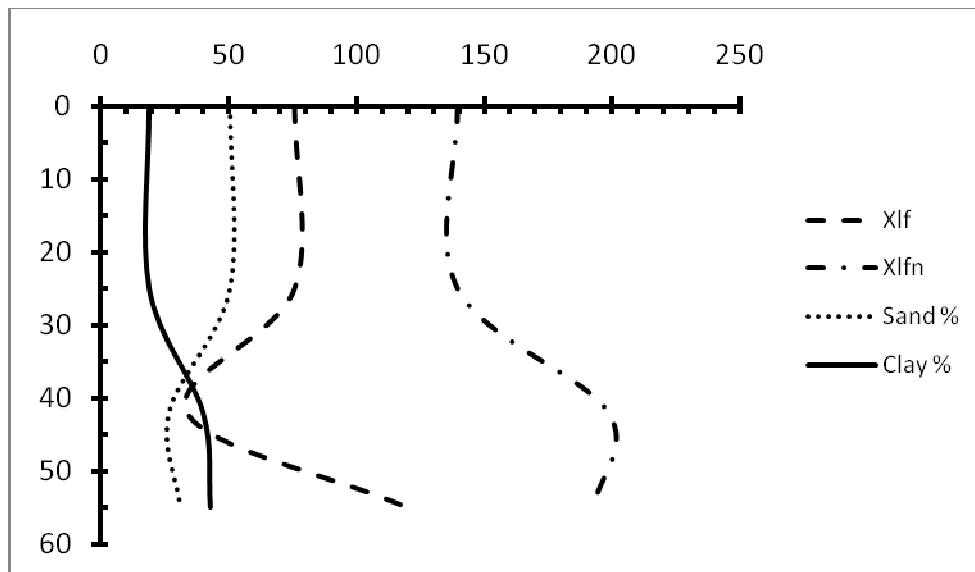
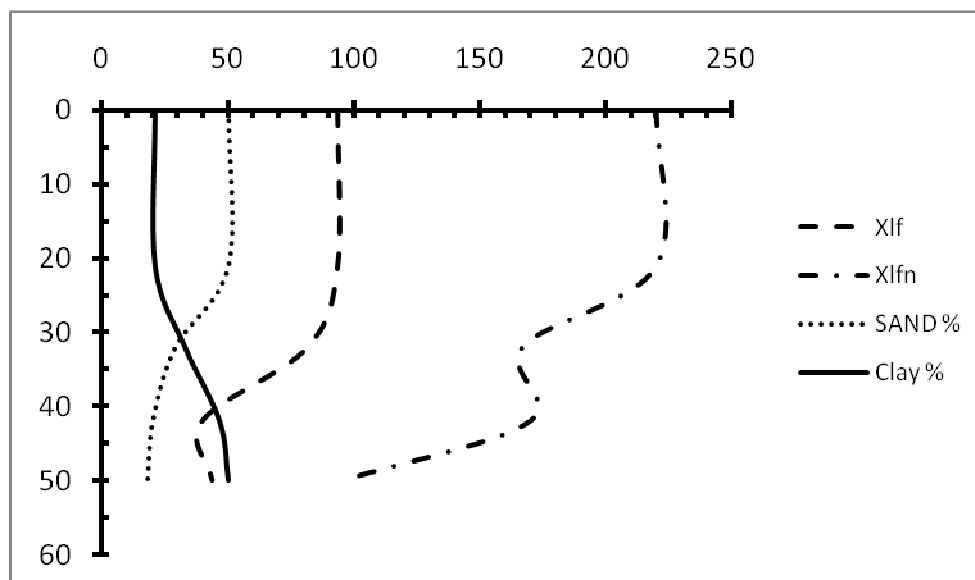
**Πίνακας 3:** Μαγνητική Επιδεκτικότητα (X)

Οριζοντας	Βάθος	$X_{lf}$	$X_{hf}$	$X_{lfn}$	$X_{hfn}$
	cm	$10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$			
<b>Εδαφοτομή 1</b>					
A	0-25	75,7	73,1	139,7	135,2
AC	25-42	33,7	33,4	198,6	195,8
C	>42	119,6	118	192,7	186,3
<b>Εδαφοτομή 2</b>					
A	0-21	93,4	93,3	220,2	212,5
B	21-32	81,5	75	166,9	161,2
C <sub>1</sub>	32-42	39,5	38,9	169,9	161,7
C <sub>2</sub>	>42	43,5	43,3	95,8	95,8

Από τον Πίνακα 3 έχουμε:

- Η Μαγνητική Επιδεκτικότητα (X) του εδάφους κυμαίνεται από  $33,7 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $119,6 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  και από  $39,5 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $93,4 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ , στην πρώτη και δεύτερη εδαφοτομή, αντίστοιχα, στις μετρήσεις σε χαμηλή συχνότητα (0,47 kHz), από  $33,4 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $118 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  στην πρώτη εδαφοτομή και από  $38,9 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $93,3 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  στις μετρήσεις σε υψηλή συχνότητα (4,7 kHz), από  $139,7 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $198,6 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  και από  $95,8 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $220,2 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  για την πρώτη και δεύτερη εδαφοτομή αντίστοιχα, μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων στις μετρήσεις σε χαμηλή συχνότητα και από  $135,2 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $195,8 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  και από  $95,8 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $212,5 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  για τις εδαφοτομές 1 και 2 μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων στις μετρήσεις σε υψηλή συχνότητα.

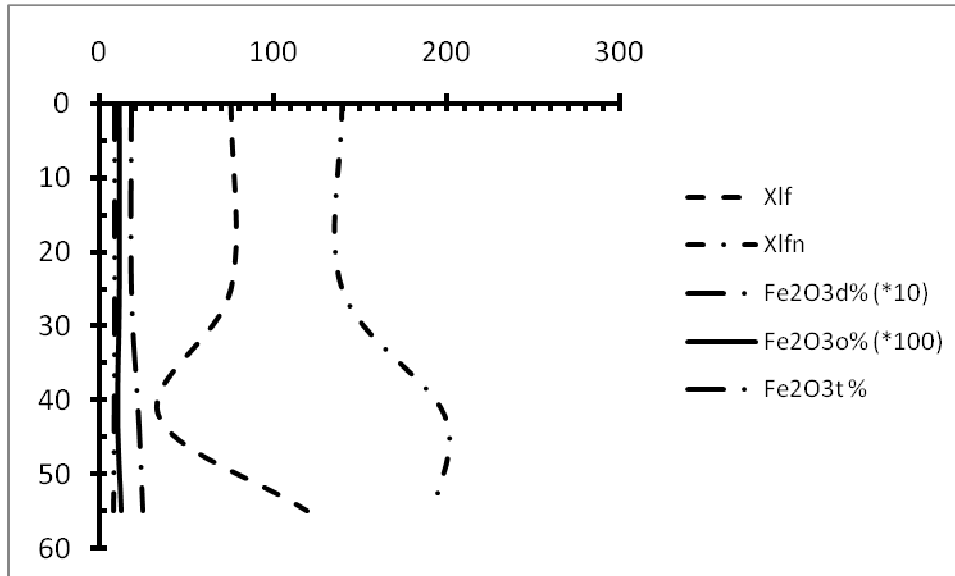
Στα Διαγράμματα 1, 2, 3 και 4 εμφανίζονται οι φυσικοχημικές ιδιότητες, οι εκλεκτικές εκχυλίσσεις και η Μαγνητική επιδεκτικότητα των μελετούμενων εδαφοτομών σε σχέση με το βάθος.

**Διάγραμμα 1:** Κατανομή άμμου (S), αργίλου (C) & X με το βάθος (Εδαφ. 1-Κροκεές)**Διάγραμμα 2:** Κατανομή άμμου (S), αργίλου (C) & X με το βάθος (Εδαφ. 2-Κροκεές)

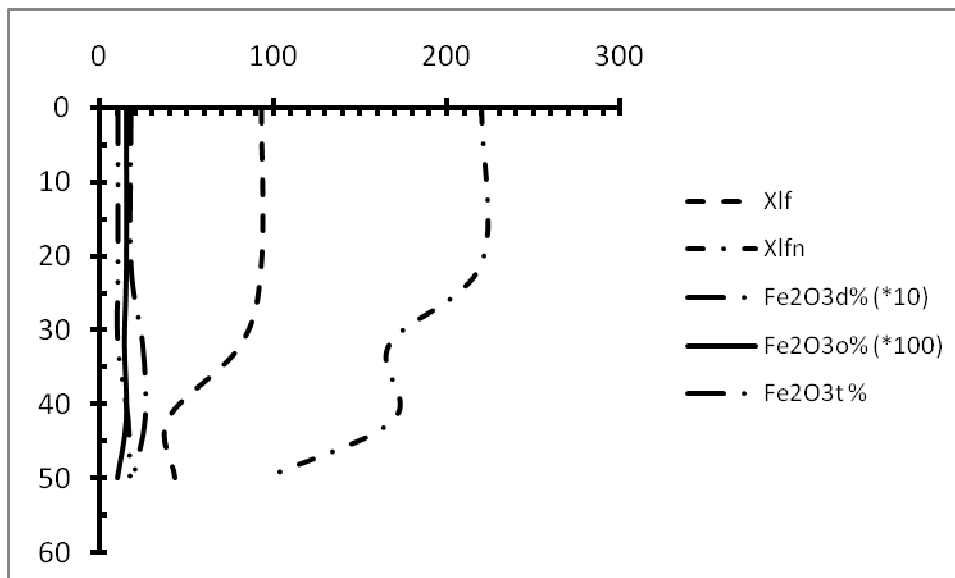
Στην 1<sup>η</sup> εδαφοτομή των Κροκεών η X είναι μεγαλύτερη πλησίον του μητρικού υλικού από ότι στους επιφανειακούς ορίζοντες. Επίσης εμφανίζεται διαγραμματικά μια τάση συσχέτισης μεταξύ της X και της άμμου με το βάθος πριν την καταστροφή των  $Fe_2O_{3d}$ , γεγονός που φανερώνει ότι οι μαγνητικές ιδιότητες του εδάφους πιθανότατα να κληρονομούνται από το μητρικό πέτρωμα. Μετά την καταστροφή των  $Fe_2O_{3d}$  η  $X_{lfn}$  παρουσιάζει, διαγραμματικά, θετική συσχέτιση με την άργιλο, γεγονός το οποίο σημαίνει πως οι μαγνητικές ιδιότητες του εδάφους αυτού πιθανό να οφείλονται σε παραμαγνητικά ορυκτά του εδάφους (βερμικουλίτης, σμεκτίτης), όπως αποδεικνύεται και από το αποτέλεσμα της στατιστικής ανάλυσης ( $r = 0,98$ ,  $p < ,05$ ).

Στη 2<sup>η</sup> εδαφοτομή των Κροκεών η Χ παρουσιάζεται μεγαλύτερη στους επιφανειακούς ορίζοντες από ότι στο μητρικό υλικό. Και σε αυτήν την εδαφοτομή παρατηρείται διαγραμματικά μια ελαφρά θετική συσχέτιση της με την άμμο.

**Διάγραμμα 3:** Τιμές  $Fe_2O_{3d}$ ,  $Fe_2O_{3o}$ ,  $Fe_2O_{3t}$  & Χ με το βάθος (Εδαφ. 1-Κροκεές)



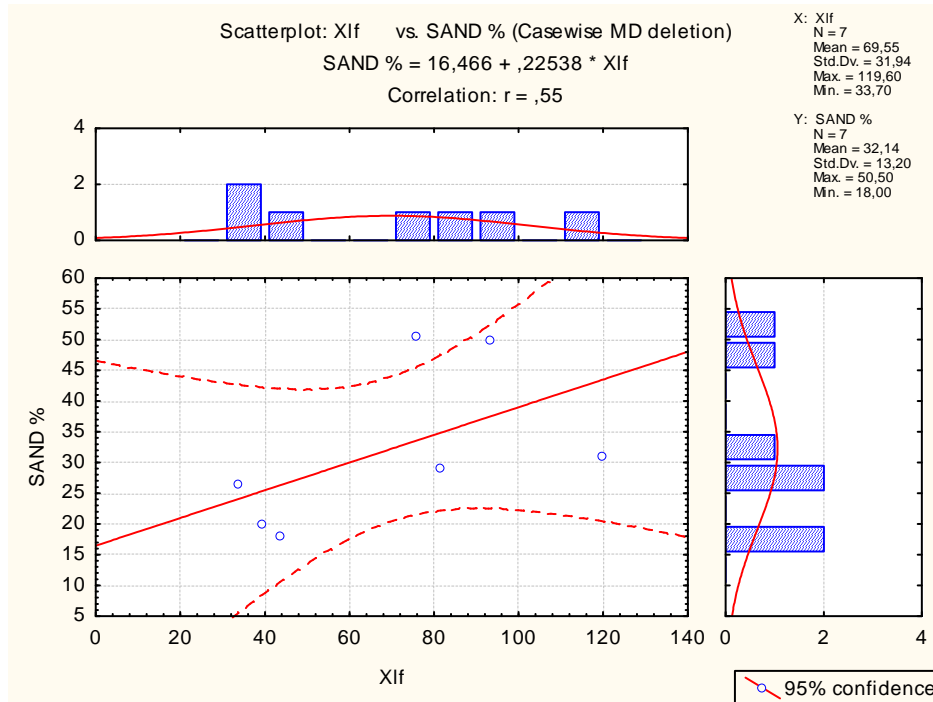
**Διάγραμμα 4:** Τιμές  $Fe_2O_{3d}$ ,  $Fe_2O_{3o}$ ,  $Fe_2O_{3t}$  & Χ με το βάθος (Εδαφ. 2-Κροκεές)



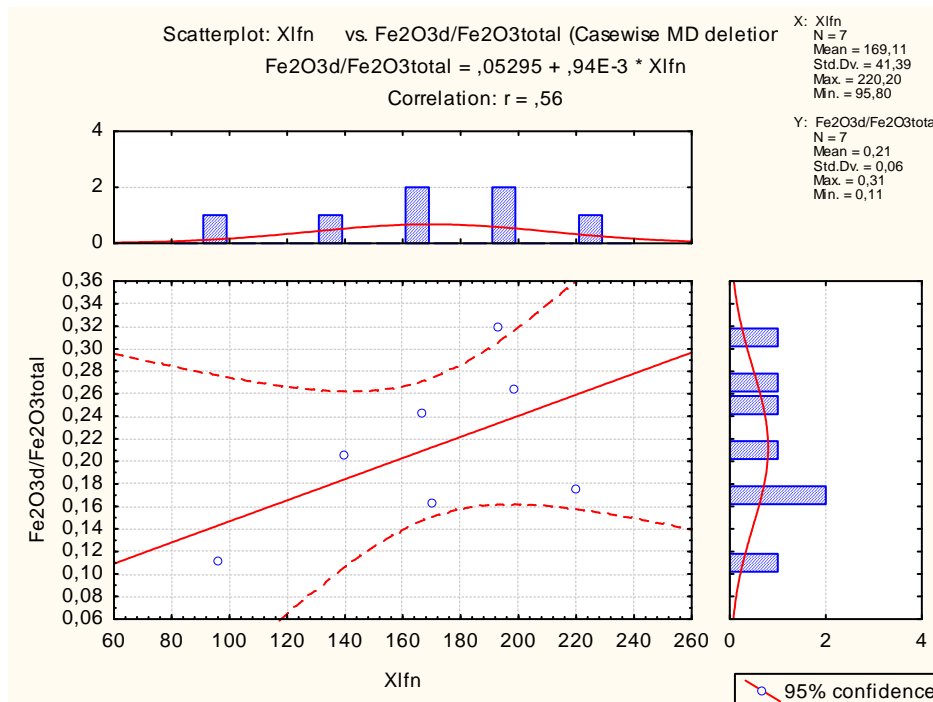
Στα διαγράμματα 3 και 4 δε φαίνεται να υπάρχει σημαντική συσχέτιση της Χ με τα οξείδια του σιδήρου. Από τη στατιστική ανάλυση όμως παρατηρείται μια θετική τάση συσχέτισης μεταξύ των  $Fe_2O_{3d}$  και της  $X_{lfn}$ , καθώς επίσης και μεταξύ του  $Fe_2O_{3o}$  και της  $X_{lf}$ .

Στην περιοχή των Κροκεών προκύπτει ότι σε επίπεδο σημαντικότητας 5% δεν παρουσιάζεται καμία σημαντική συσχέτιση μεταξύ της  $X$  και των μετρήσεων των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων τους εδάφους. Εμφανίζονται όμως, τάσεις με θετικούς συντελεστές συσχέτισης, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω (Διάγρ. 5 & 6).

**Διάγραμμα 5: Συσχέτιση  $X_{If}$  - Άμμος**



**Διάγραμμα 6: Συσχέτιση  $X_{If}$  -  $Fe_2O_{3d} / Fe_2O_{3total}$**



**ΛΗΜΝΟΣ**

Στην περιοχή της Λήμνου μελετήθηκαν δύο εδαφοτομές, οι τιμές των φυσικοχημικών ιδιοτήτων, των εκλεκτικών εκχυλίσεων και της Μαγνητικής επιδεκτικότητας (X) τους, παρουσιάζονται αναλυτικά στους παρακάτω πίνακες.

**Πίνακας 1:** Φυσικοχημικές ιδιότητες περιοχής Λήμνου

Ορίζοντας	Βάθος	Άμμος	Ιλύς	Άργιλος	Κλάση	pH	Οργ. Ουσία
	cm	%					%
<b>Άγιος Ιωάννης</b>							
A	0-26	65,6	11,4	23	SCL	4,65	0,4
AB	26-67	55,6	15,4	29	SCL	4,67	0,97
B	67-99	57,6	25,4	17	SL	7,85	0,37
B <sub>1</sub>	99-137	67,3	17,7	15	SL	8,35	0,03
BC	>137	69,3	17,7	13	SL	7,46	0,2
<b>Μούδρος</b>							
A	0-23	61,9	8,3	29,8	SCL	6,65	0,77
B	23-40	37,4	31,4	31,2	CL	6,87	0,34
B <sub>1</sub>	40-65	32,4	34,4	33,2	CL	7,55	0,03
B <sub>2</sub>	65-89	28,4	36,4	35,2	CL	8,1	0,03
BC	89-103	47,6	16	36,4	CL	7,78	0,2
C	>103	32,7	20,6	46,7	C	7,41	0,17

Από τον Πίνακα 1 έχουμε:

Για την εδαφοτομή Άγιος Ιωάννης:

- Η περιεκτικότητα της άμμου κυμαίνεται από 55% έως 69%, η ιλύς από 11% έως 17% και η άργιλος από 13% έως 29%. Η κοκκομετρική σύσταση της εδαφοτομής αυτής είναι μετρίως χονδρόκοκκη (SCL, SL).
- Οι τιμές του pH κυμαίνονται από 4,65 έως 8,35. Το έδαφος χαρακτηρίζεται όξινο στους ορίζοντες A και AB, ενώ στους ορίζοντες B έως και BC χαρακτηρίζεται αλκαλικό.
- Η περιεκτικότητα των εδαφών σε οργανική ουσία είναι χαμηλή και κυμαίνεται από 0,03% έως 0,97%. Γενικότερα, οι κλιματικές συνθήκες είναι περιοριστικός παράγοντας, σε σημαντικό βαθμό, για την ανάπτυξη της βλάστησης των



περιοχών, με αποτέλεσμα η συνολική παραγωγή βιομάζας, καθώς και η προσθήκη οργανικής ουσίας στο έδαφος να είναι μικρή.

Για την εδαφοτομή Μούδρος :

- Η περιεκτικότητα της άμμου κυμαίνεται από 28% έως 69%, η ιλύς από 8% έως 36% και η άργιλος από 29% έως 46%. Η κοκκομετρική σύσταση είναι μετρίως λεπτόκοκκη (SCL, CL, C).
- Οι τιμές του pH κυμαίνονται από 6,65 έως 8,10. Το έδαφος χαρακτηρίζεται ελαφρώς όξινο στον ορίζοντα A, ενώ στους ορίζοντες B έως και C χαρακτηρίζεται αλκαλικό.
- Η περιεκτικότητα των εδαφών σε οργανική ουσία είναι χαμηλή και κυμαίνεται από 0,03 έως 0,77%.

**Πίνακας 2:** Εκλεκτικές εκχυλίσσεις – Λόγοι εξέλιξης εδαφών

Ορίζοντας	Βάθος	Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3o</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3t</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub> / Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub> / Fe <sub>2</sub> O <sub>3t</sub>
	cm	%				
<b>Άγιος Ιωάννης</b>						
A	0-26	0,69	0,15	3,94	0,22	0,18
AB	26-67	0,80	0,14	2,57	0,18	0,31
B	67-99	0,43	0,07	3,47	0,16	0,12
B <sub>1</sub>	99-137	0,69	0,07	3,96	0,10	0,17
BC	>137	0,59	0,08	3,11	0,14	0,19
<b>Μούδρος</b>						
A	0-23	0,44	0,13	3,58	0,29	0,12
B	23-40	0,41	0,08	3,83	0,20	0,11
B <sub>1</sub>	40-65	0,62	0,06	3,60	0,10	0,17
B <sub>2</sub>	65-89	0,87	0,04	3,77	0,05	0,23
BC	89-103	0,65	0,06	3,64	0,09	0,18
C	>103	0,89	0,04	2,69	0,04	0,33

Από τον Πίνακα 2 έχουμε:

Για την εδαφοτομή Άγιος Ιωάννης:

- Οι τιμές του Fe<sub>2</sub>O<sub>3d</sub> κυμαίνονται από 0,43% έως 0,80%.
- Οι τιμές του Fe<sub>2</sub>O<sub>3o</sub>, είναι πολύ χαμηλές σε όλα τα εδάφη και συγκεκριμένα κυμαίνονται από 0,07% έως 0,15% (ουσιαστικά πρόκειται για ίχνη <0,1%).
- Οι τιμές του Fe<sub>2</sub>O<sub>3t</sub> κυμαίνονται από 2,57% έως 3,96%.

- Οι χαμηλές τιμές των λόγων  $Fe_2O_{3o}/ Fe_2O_{3d}$  και  $Fe_2O_{3d}/ Fe_2O_{3t}$  (0,10 – 0,31), δηλώνουν ότι το έδαφος στη θέση Άγιος Ιωάννης είναι εξελιγμένο.  
Για την εδαφοτομή Μούδρος:
- Οι τιμές του  $Fe_2O_{3d}$  κυμαίνονται από 0,41% έως 0,89%.
- Οι τιμές του  $Fe_2O_{3o}$ , είναι πολύ χαμηλές σε όλα τα εδάφη και συγκεκριμένα κυμαίνονται από 0,04% έως 0,13% (ουσιαστικά πρόκειται για ίχνη <0,1%).
- Οι τιμές του  $Fe_2O_{3t}$  κυμαίνονται από 2,69% έως 3,83%.
- Οι χαμηλές τιμές των λόγων  $Fe_2O_{3o}/ Fe_2O_{3d}$  και  $Fe_2O_{3d}/ Fe_2O_{3t}$  (0,04-0,32) δηλώνουν ότι το έδαφος είναι εξελιγμένο.

**Πίνακας 3:** Μαγνητική Επιδεκτικότητα (X)

Οριζοντας	Βάθος	$X_{lf}$	$X_{hf}$	$X_{lfn}$	$X_{hfn}$
	cm	$10^{-8} m^3 kg^{-1}$			
<b>Άγιος Ιωάννης</b>					
A	0-26	558,2	438,9	365	364,4
AB	26-67	429,7	383,4	312,3	312,3
B	67-99	770,4	576,2	375,6	371,5
B <sub>1</sub>	99-137	713,2	519	450,8	449,4
BC	>137	609,7	470,3	317,3	309,2
<b>Μούδρος</b>					
A	0-23	515,8	409,5	259,4	243,8
B	23-40	409,3	307	214,4	211,7
B <sub>1</sub>	40-65	176,9	150	106,4	104,9
B <sub>2</sub>	65-89	98,4	85,7	130,5	127,7
BC	89-103	137,1	111,7	86	79,8
C	>103	93,7	77,8	67,1	62,3

Από τον Πίνακα 3 έχουμε:

Για τη θέση Άγιος Ιωάννης:

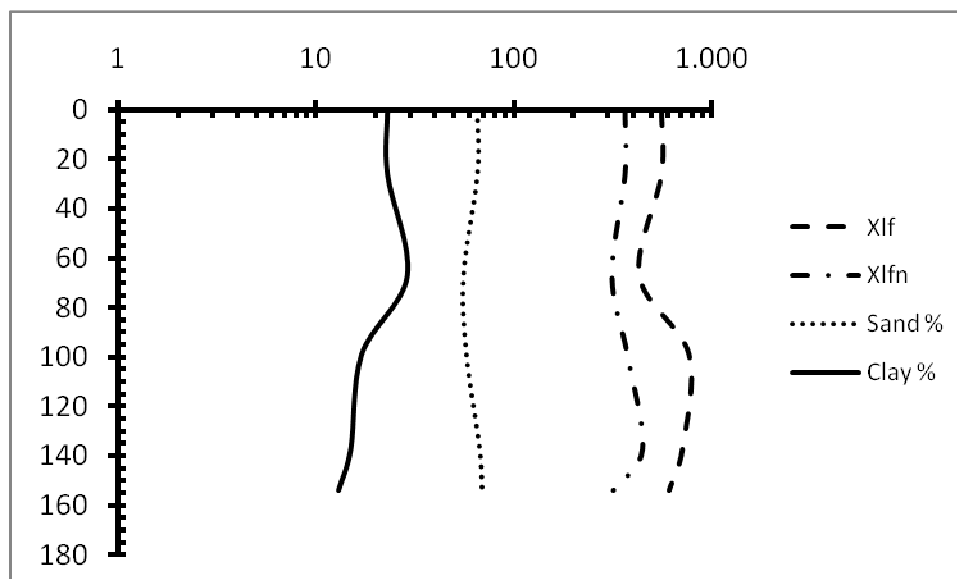
- Η X του εδάφους κυμαίνεται από  $429,7 \times 10^{-8} m^3 kg^{-1}$  έως  $713,2 \times 10^{-8} m^3 kg^{-1}$  στις μετρήσεις σε χαμηλή συχνότητα (0,47 kHz), από  $383,4 \times 10^{-8} m^3 kg^{-1}$  έως  $576,2 \times 10^{-8} m^3 kg^{-1}$  στις μετρήσεις σε υψηλή συχνότητα (4,7 kHz), από  $312,3 \times 10^{-8} m^3 kg^{-1}$  έως  $450,8 \times 10^{-8} m^3 kg^{-1}$  μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων στις μετρήσεις σε χαμηλή συχνότητα και από  $312,3 \times 10^{-8} m^3 kg^{-1}$  έως  $449,4 \times 10^{-8} m^3 kg^{-1}$  μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων στις μετρήσεις σε υψηλή συχνότητα.

Για τη θέση Μούδρος:

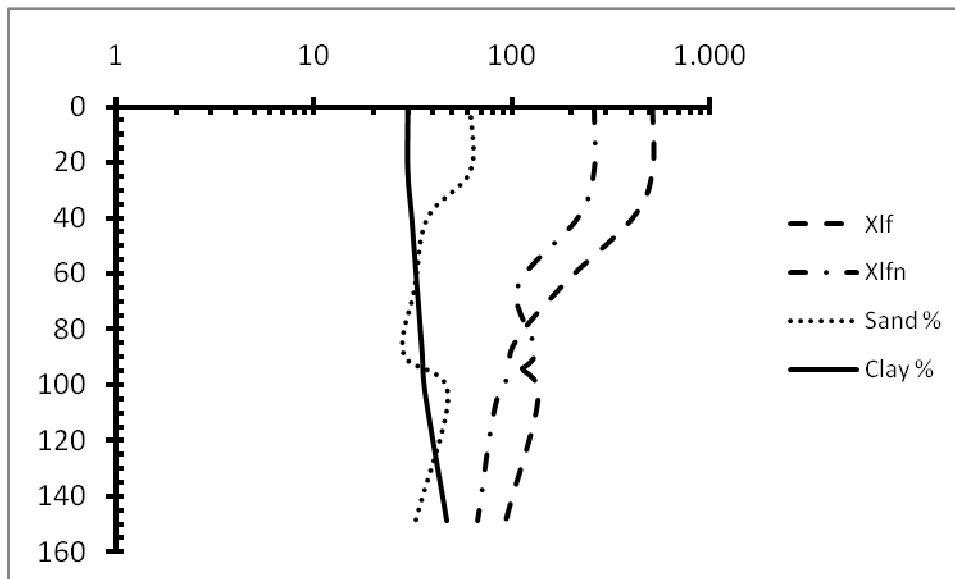
- Η  $X$  του εδάφους κυμαίνεται από  $93,7 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $409,3 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  στις μετρήσεις σε χαμηλή συχνότητα (0,47 kHz), από  $77,8 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $409,5 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  στις μετρήσεις σε υψηλή συχνότητα (4,7 kHz), από  $67,1 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $259,4 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων στις μετρήσεις σε χαμηλή συχνότητα και από  $62,3 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $243,8 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων στις μετρήσεις σε υψηλή συχνότητα.

Στα Διαγράμματα 1, 2, 3 και 4 εμφανίζονται οι φυσικοχημικές ιδιότητες, οι εκλεκτικές εκχυλίσεις και η Μαγνητικής επιδεκτικότητα των μελετούμενων εδαφοτομών σε σχέση με το βάθος.

**Διάγραμμα 1:** Κατανομή άμμου (S), αργίλου (C) &  $X$  με το βάθος (Εδαφ. Αγ. Ιωάννης)

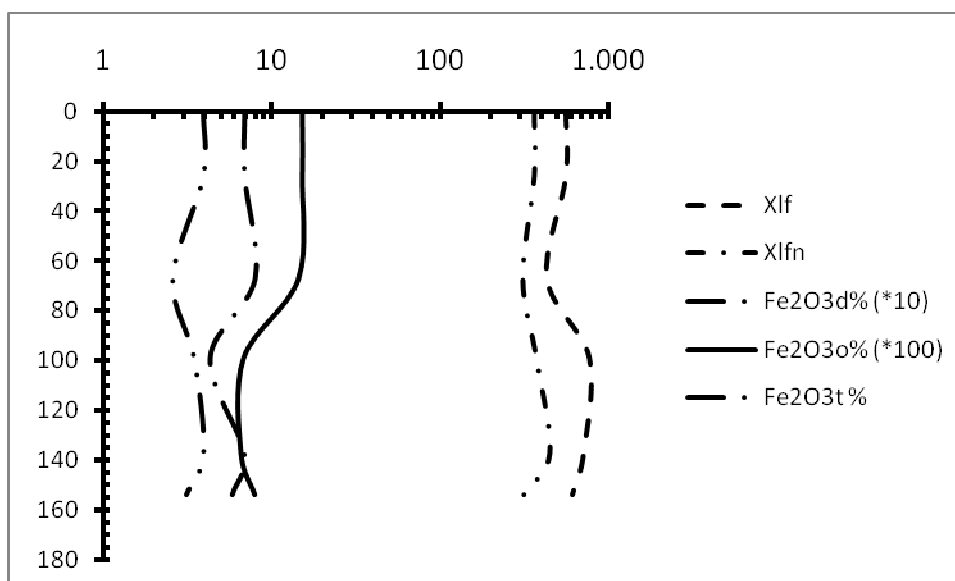


**Διάγραμμα 2:** Κατανομή άμμου (S), αργίλου (C) & X με το βάθος (Εδαφ. Μούδρος)

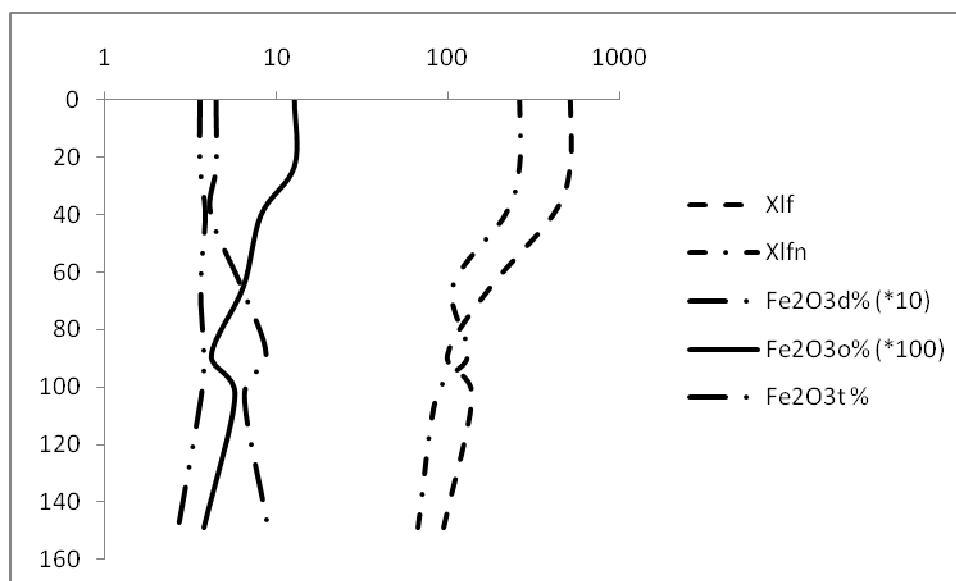


Στην εδαφοτομή του Αγίου Ιωάννη η X παρουσιάζει αυξομειώσεις και εμφανίζει τη μεγαλύτερη τιμή πλησίον του μητρικού υλικού. Διαγραμματικά, δεν εμφανίζει ιδιαίτερη συσχέτιση ούτε με την άμμο, ούτε με την άργιλο. Στην εδαφοτομή του Μούδρου η X μειώνεται με το βάθος. Διαγραμματικά, φαίνεται ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της  $X_{lf}$  και της άμμου, η οποία αποδεικνύεται και στατιστικά ( $r = 0,73$  και  $r' = 0,57$ ,  $p < ,05$ ), επομένως οι μαγνητικές ιδιότητες σε αυτήν την περίπτωση θα κληρονομούνται από το μητρικό πέτρωμα της περιοχής.

**Διάγραμμα 3:** Τιμές  $Fe_2O_{3d}$ ,  $Fe_2O_{3o}$ ,  $Fe_2O_{3t}$  & X με το βάθος (Εδαφ. Αγ. Ιωάννης)



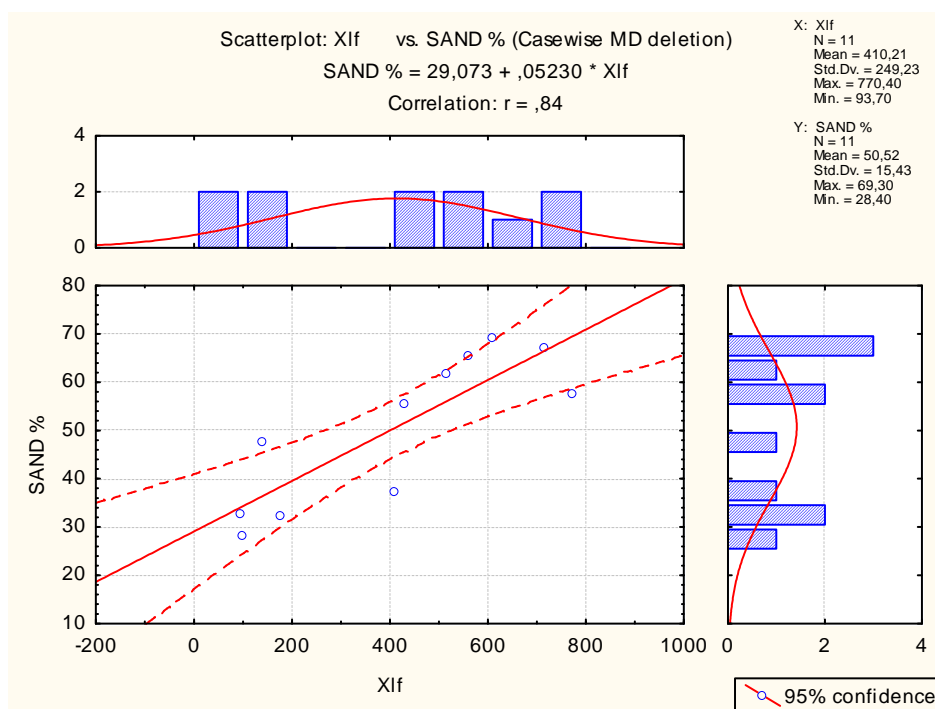
**Διάγραμμα 4:** Τιμές  $Fe_2O_{3d}$ ,  $Fe_2O_{3o}$ ,  $Fe_2O_{3t}$  &  $\chi$  με το βάθος (Εδαφ. Μούδρος)



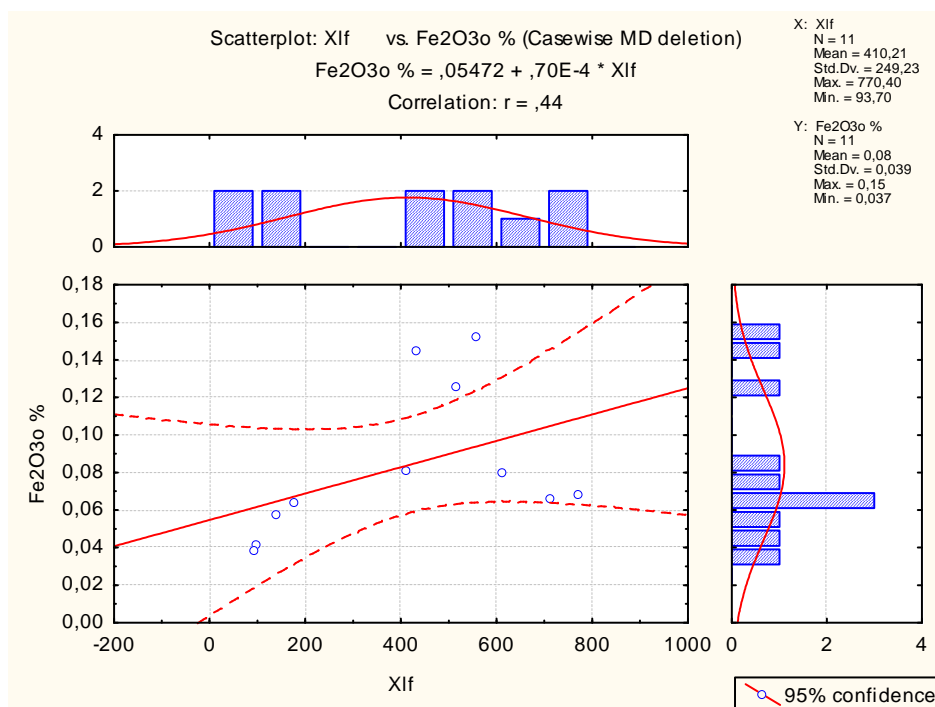
Στο Διάγραμμα 3 φαίνεται ότι η  $\chi_{If}$  και η  $\chi_{Ifn}$  συσχετίζονται με τον  $Fe_2O_{3t}$ , πράγμα το οποίο αποδεικνύεται και στατιστικά ( $r = 0,61$ ,  $p < ,05$ ), γεγονός το οποίο σημαίνει ότι οι μαγνητικές ιδιότητες του εδάφους αυτού πιθανότατα να οφείλονται στο δευτερογενή σχηματισμό οξειδίων του σιδήρου. Στο διάγραμμα 4 παρουσιάζεται θετική σχέση μεταξύ της  $\chi_{If}$  και της  $\chi_{Ifn}$  με τα  $Fe_2O_{3o}$ , η οποία αποδεικνύεται και στατιστικά ( $r = 0,95$  και  $r' = 0,89$ ,  $p < ,05$ ).

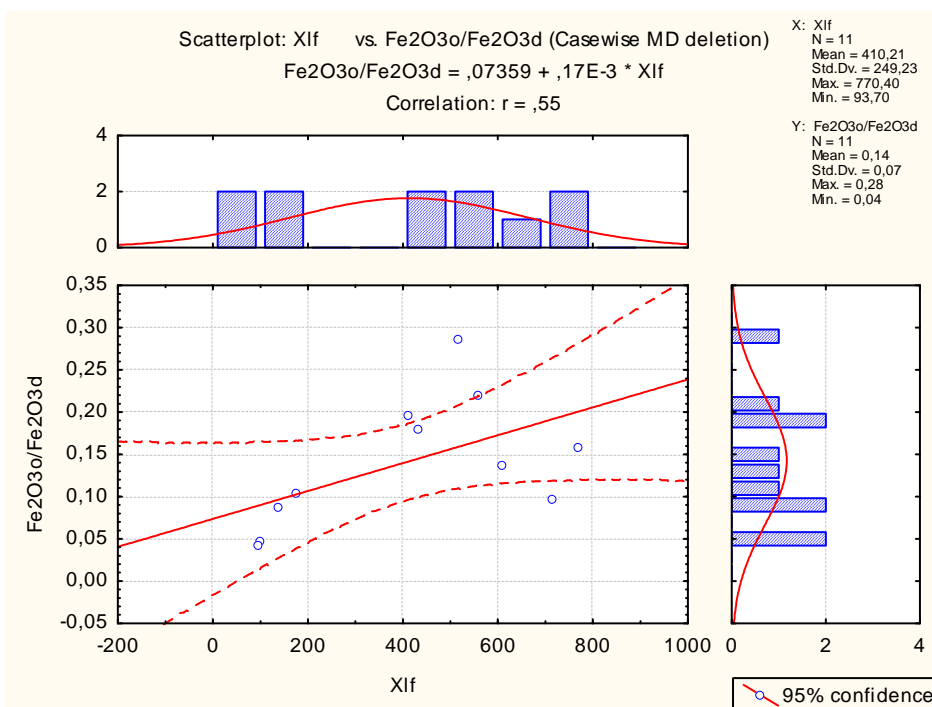
Στην περιοχή της Λήμνου η  $\chi_{If}$  και η  $\chi_{Ifn}$  των εξεταζόμενων εδαφοτομών εμφανίζουν στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση ( $r = 0,84$ ,  $p < ,05$ ) με την άμμο (Διαγρ. 5), υποδηλώνοντας έτσι ότι οι μαγνητικές ιδιότητες της περιοχής αυτής κληρονομούνται κατά βάση από το μητρικό υλικό του εδάφους. Επίσης παρατηρούνται τάσεις, της  $\chi_{If}$  με τα  $Fe_2O_{3o}$  καθώς και με το λόγο  $Fe_2O_{3o} / Fe_2O_{3d}$  (Διαγρ. 6 & 7).

**Διάγραμμα 5: Συσχέτιση  $X_{If}$  – Άμμος %**



**Διάγραμμα 6: Συσχέτιση  $X_{If}$  –  $Fe_2O_3$  %**



**Διάγραμμα 7:** Συσχέτιση  $X_{if} - Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$ **ΛΕΣΒΟΣ**

Στην περιοχή της Λέσβου μελετήθηκε μία εδαφοτομή, οι τιμές των φυσικοχημικών ιδιοτήτων, των εκλεκτικών εκχυλίσεων και της Μαγνητικής επιδεκτικότητας (X) της, παρουσιάζονται αναλυτικά στους παρακάτω πίνακες.

**Πίνακας 1:** Φυσικοχημικές ιδιότητες περιοχής Λέσβου

Οριζοντας	Βάθος	Άμμος	Ιλύς	Άργιλος	Κλάση	pH	Οργ. Ουσία
	cm	%					%
<b>Λέσβος</b>							
A	0-38	40,0	36,4	23,7	L	5,91	2,1
BA	38-63	13,0	29,7	57,3	C	5,08	1,7
BW <sub>1</sub>	63-107	15,2	29,4	55,5	C	4,66	1,3
BW <sub>2</sub>	107-145	15,9	30,5	53,6	C	4,32	0,7
BC	145-178	14,9	34,1	51,1	C	4,2	0,5
CB	178-210	17,4	36,0	46,6	C	3,88	0,52
C	>210	21,7	36,8	41,5	CL	3,83	0,53

Από τον Πίνακα 1 έχουμε:

- Η περιεκτικότητα της άμμου κυμαίνεται από 13% έως 40%, της αργίλου κυμαίνεται από 23,7 % έως 57,3%. Η περιεκτικότητα σε ιλύ παρουσιάζει μικρή μεταβολή με το βάθος και κυμαίνεται από 29,4% έως 36,8%. Η κλάση κοκκομετρικής σύστασης είναι κατά κύριο λόγο λεπτόκοκκη (L, C, CL).
- Οι τιμές του pH κυμαίνονται από 3,83 έως 5,91 και το έδαφος χαρακτηρίζεται από μετρίως έως πολύ ισχυρά όξινο.
- Η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία μειώνεται με το βάθος και κυμαίνεται από 2,1% (A ορίζοντας) έως 0,53% (C ορίζοντας).

**Πίνακας 2:** Εκλεκτικές εκχυλίσεις – Λόγοι εξέλιξης εδαφών

Ορίζοντας	Βάθος	Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3o</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3t</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3o</sub> / Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub> / Fe <sub>2</sub> O <sub>3t</sub>
	cm	%				
<b>Λέσβος</b>						
A	0-38	5,18	0,16	10,8	0,03	0,48
BA	38-63	3,84	0,2	18	0,05	0,21
Bw <sub>1</sub>	63-107	4,12	0,21	10,9	0,05	0,38
Bw <sub>2</sub>	107-145	3,38	0,18	9,4	0,05	0,36
BC	145-178	5,54	0,36	8	0,06	0,69
CB	178-210	5,95	0,21	13,8	0,04	0,43
C	>210	5,18	0,16	18,2	0,03	0,28

Από τον Πίνακα 2 έχουμε:

- Οι τιμές των Fe<sub>2</sub>O<sub>3d</sub> κυμαίνονται από 3,38% έως 5,18%.
- Οι τιμές των Fe<sub>2</sub>O<sub>3o</sub> κυμαίνονται από 0,16% έως 0,36%.
- Οι τιμές του Fe<sub>2</sub>O<sub>3t</sub> κυμαίνονται από 8% έως 18,2%.
- Και οι λόγοι Fe<sub>2</sub>O<sub>3o</sub>/ Fe<sub>2</sub>O<sub>3d</sub> και Fe<sub>2</sub>O<sub>3d</sub>/ Fe<sub>2</sub>O<sub>3total</sub> κυμαίνονται από 0,03 έως 0,06 και από 0,21 έως 0,69 αντίστοιχα.



**Πίνακας 3:** Μαγνητική Επιδεκτικότητα (X)

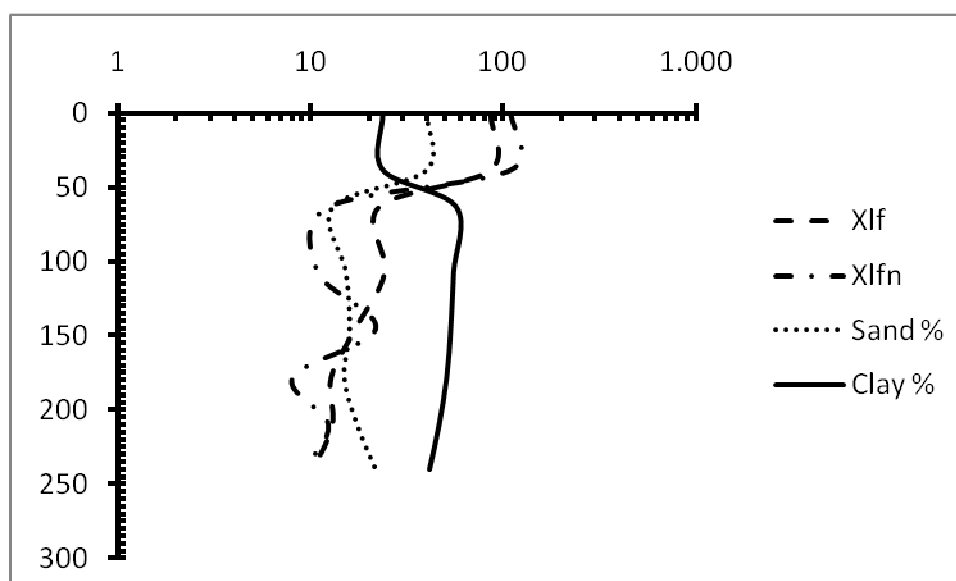
Ορίζοντας	Βάθος	$\chi_{lf}$	$\chi_{hf}$	$\chi_{lfn}$	$\chi_{hfn}$
	cm	$10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$			
<b>Λέσβος</b>					
A	0-38	85,9	82,5	109,9	107,6
BA	38-63	22,7	21,5	12,3	12,4
BW <sub>1</sub>	63-107	24,3	21,6	10,8	10,2
BW <sub>2</sub>	107-145	17,1	17	21,7	21,7
BC	145-178	12,8	11,4	8	8,7
CB	178-210	13	11,1	12,3	12,3
C	>210	10,3	11,5	9,2	8,9

Από τον Πίνακα 3 έχουμε:

- Η X του εδάφους κυμαίνεται από  $10,3 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $85,9 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  στις μετρήσεις σε χαμηλή συχνότητα (0,47 kHz), από  $11,1 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $82,5 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  στις μετρήσεις σε υψηλή συχνότητα (4,7 kHz), από  $8 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $109,9 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων στις μετρήσεις σε χαμηλή συχνότητα και από  $8,7 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $107,6 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων στις μετρήσεις σε υψηλή συχνότητα.

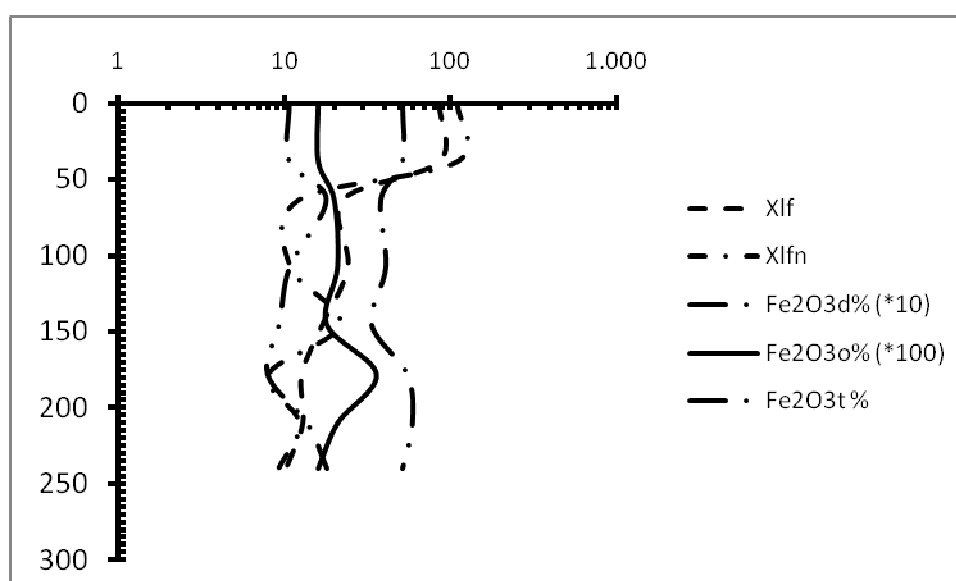
Στα Διαγράμματα 1 και 2 εμφανίζονται οι φυσικοχημικές ιδιότητες, οι εκλεκτικές εκχυλίσεις και η Μαγνητική επιδεκτικότητα των μελετούμενων εδαφοτομών σε σχέση με το βάθος.

**Διάγραμμα 1:** Κατανομή άμμου (S), αργίλου (C) & X με το βάθος (Εδαφ. Λέσβος)



Η X όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 1 μειώνεται με το βάθος. Εμφανίζεται σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ της  $X_{lf}$  και της  $X_{lfn}$  με την άμμο, πράγμα το οποίο αποδεικνύεται και στατιστικά ( $r = 0,90$  και  $r' = 0,94$ ,  $p < ,05$ ).

**Διάγραμμα 2:** Τιμές  $Fe_2O_{3d}$ ,  $Fe_2O_{3o}$ ,  $Fe_2O_{3t}$  & X με το βάθος (Εδαφ. Λέσβος)

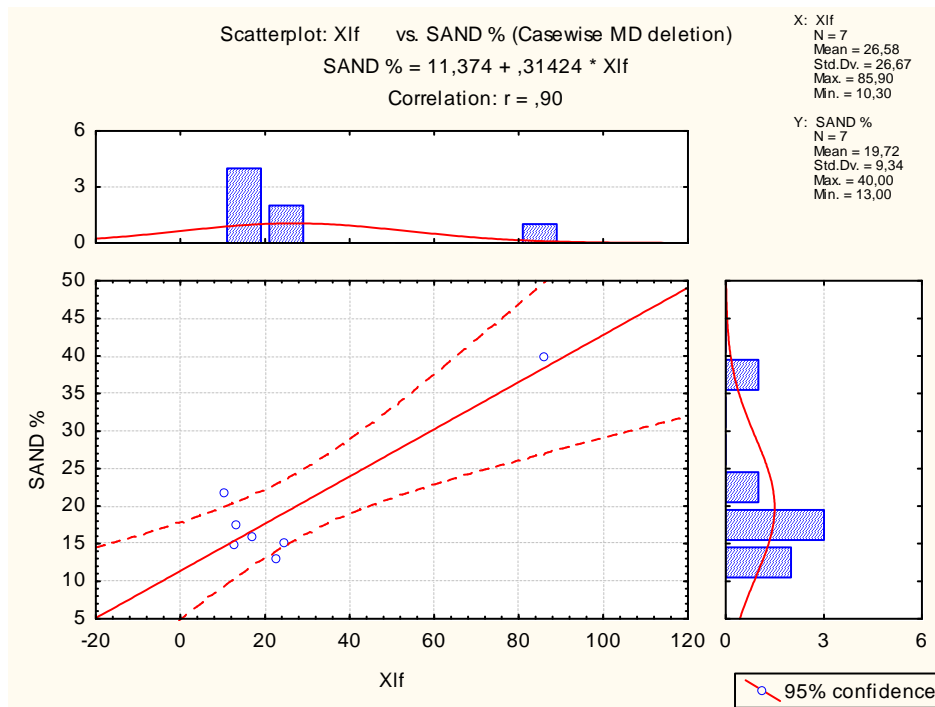


Στο διάγραμμα 2 δε φαίνεται να υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ της X και των μορφών του σιδήρου που απαντώνται στην εδαφοτομή αυτή.

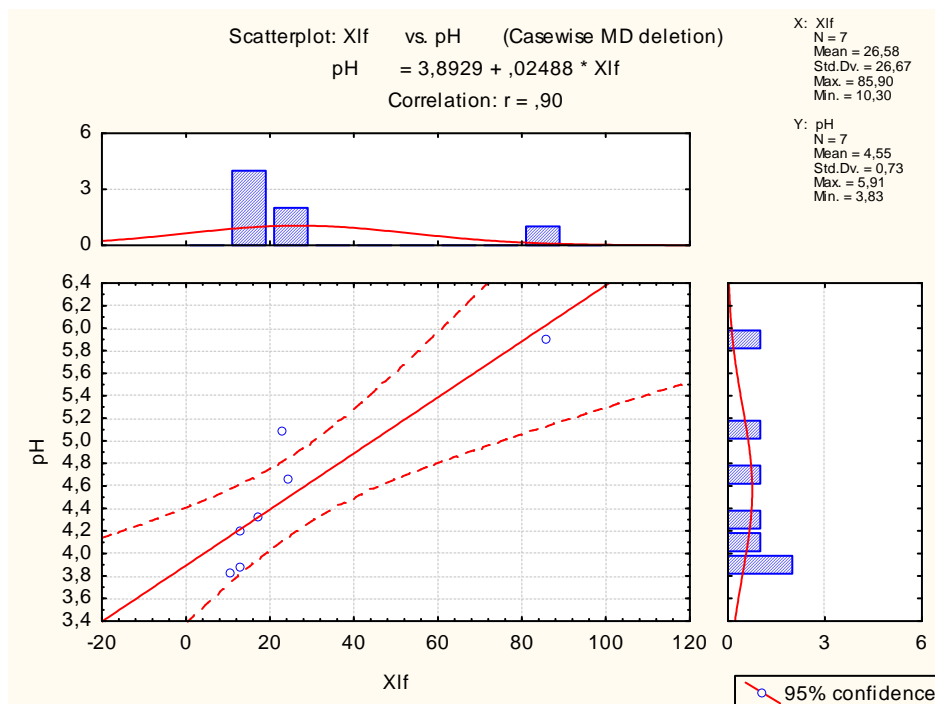
Στην περιοχή της Λέσβου η  $X_{lf}$  και η  $X_{lfn}$  εμφανίζουν στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση με την άμμο ( $r = 0,90$  και  $r' = 0,94$ ,  $p < ,05$ ), γεγονός το οποίο δηλώνει ότι οι μαγνητικές ιδιότητες του εδάφους κληρονομούνται κατά κύριο λόγο από το μητρικό υλικό (Διαγρ. 3). Επίσης παρουσιάζει στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση με το pH του εδάφους ( $r = 0,90$ ,  $p < ,05$ ) και με το ποσοστό της Οργανικής

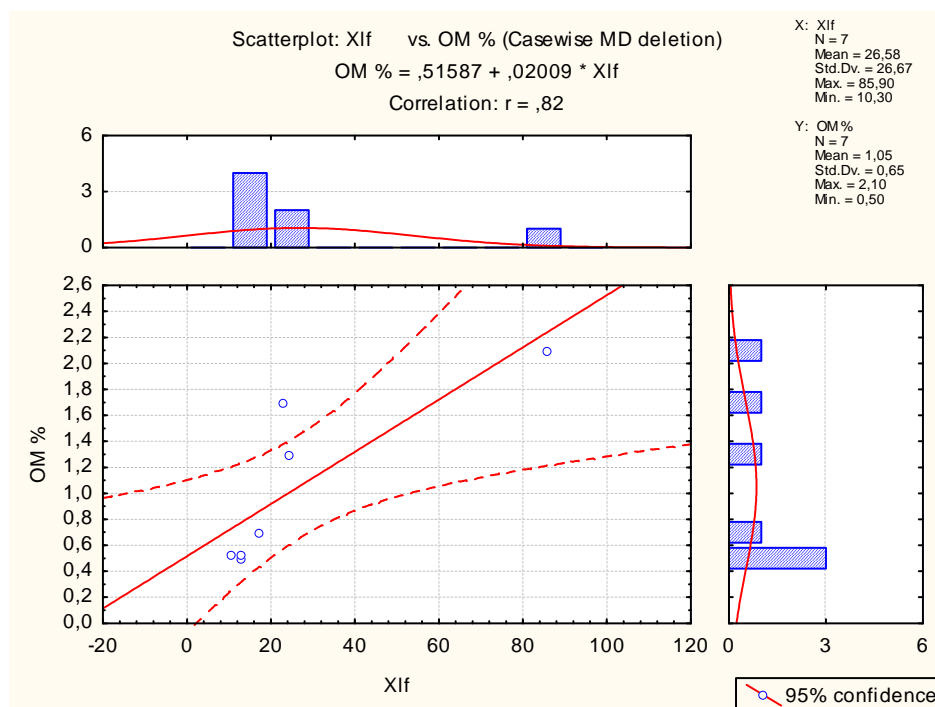
Ουσίας ( $r = 0,82$ ,  $p < ,05$ ), αλλά μόνο για τα δείγματα που μετρήθηκαν πριν την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων (Διαγρ. 4 & 5). Η αύξηση της τιμής της μαγνητικής επιδεκτικότητας με την οργανική ουσία αναφέρεται και από τους Jelenska et al. Η παρουσία της οργανικής ουσίας ευνοεί το σχηματισμό μαγνητικών ορυκτών και είναι υπεύθυνη για τις υψηλές τιμές της Χ που παρατηρούνται στους επιφανειακούς ορίζοντες.

**Διάγραμμα 3: Χ<sub>lf</sub> – Άμμος %**



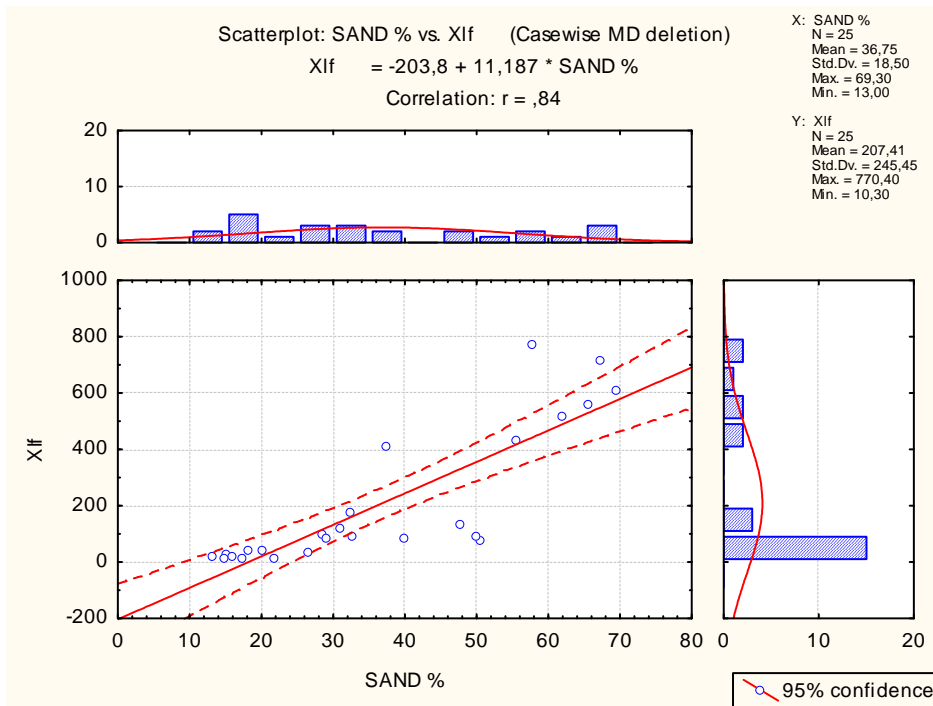
**Διάγραμμα 4: Χ<sub>lf</sub> – pH**



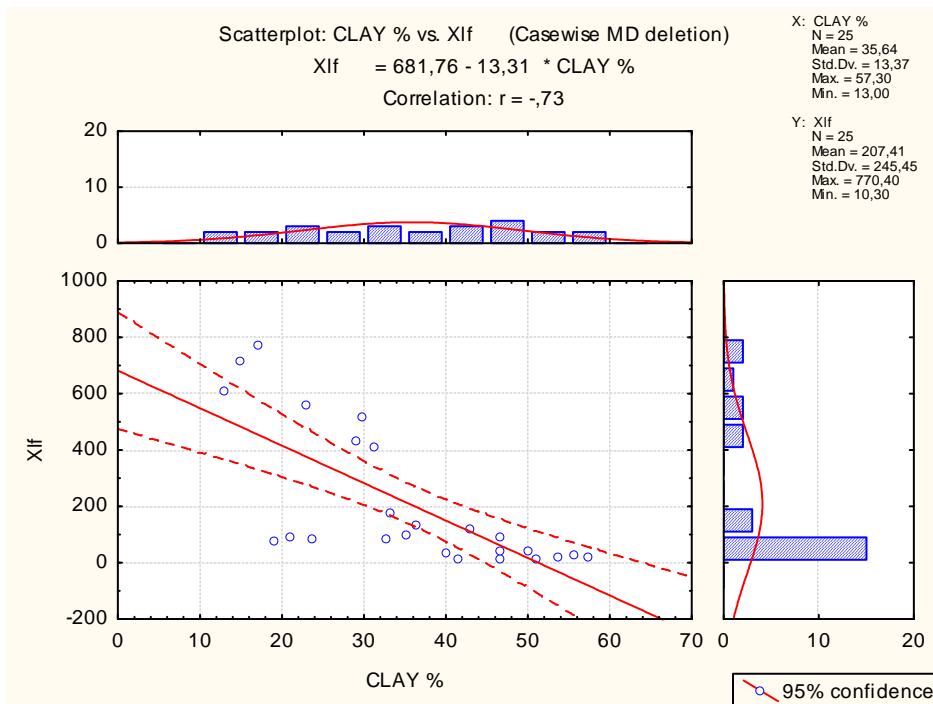
**Διάγραμμα 5:  $X_{if}$  – Οργ. Ουσία %**

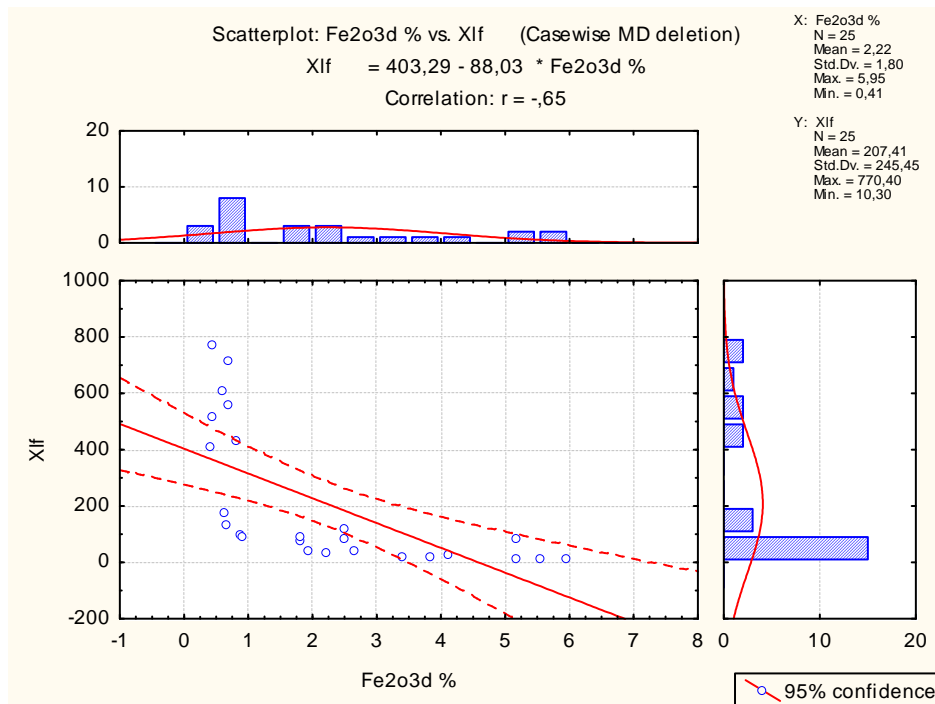
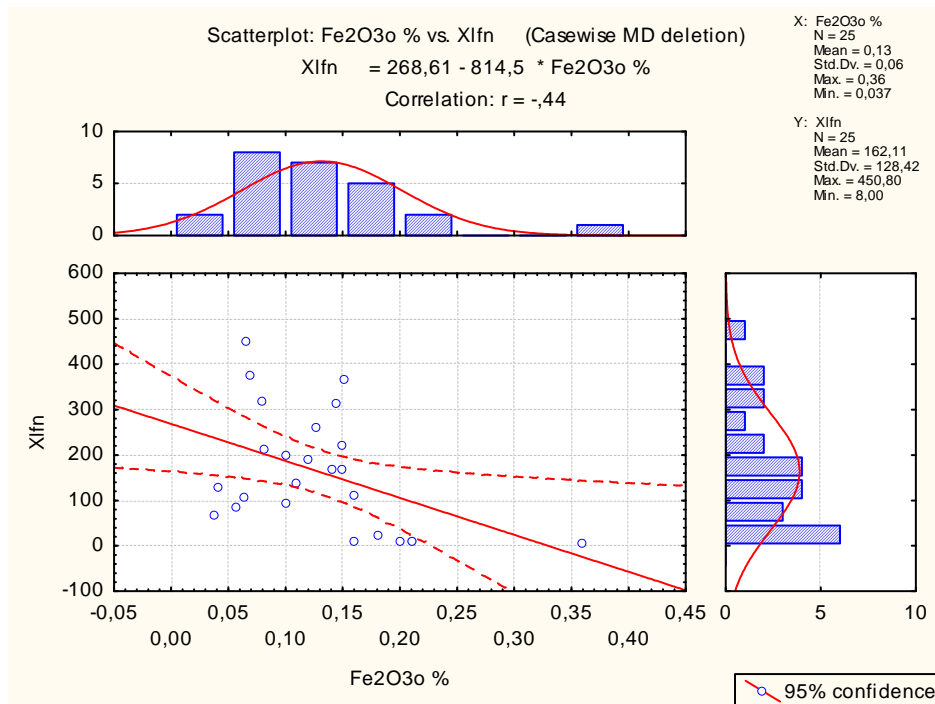
Για το σύνολο των ηφαιστειακών εδαφών που δεν ανήκουν στο ηφαιστειακό τόξο του Ν. Αιγαίου, παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση ( $r = 0,85$ ,  $p < ,05$ ), μεταξύ της  $X_{if}$  και της  $X_{ifn}$  με το κλάσμα της άμμου (Διάγρ. 1). Αυτό μαρτυρά ότι οι μαγνητικές ιδιότητες των εδαφών αυτών οφείλονται κατά κύριο λόγο στο μητρικό υλικό τους. Στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση παρατηρείται μεταξύ της  $X_{if}$  και της  $X_{ifn}$  με το κλάσμα της αργίλου ( $r = -0,80$ ,  $p < ,05$ ) (Διάγρ. 2), αυτό σημαίνει ότι έχουμε παρουσία μη σιδηρομαγνητικών δευτερογενών ορυκτών και οξειδίων, οξυδροξειδίων και υδροξειδίων του σιδήρου (αιματίτη, γκαιτίτη, λεπιδοχρωσίτη) που δεν παρουσιάζουν μαγνητικές ιδιότητες. Στατιστικά σημαντικές αρνητικές συσχετίσεις, σε επίπεδο σημαντικότητας  $p < ,05$ , παρατηρούνται και μεταξύ της  $X_{if}$  και της  $X_{ifn}$  με τα  $Fe_2O_{3d}$  ( $r = -0,69$ ),  $Fe_2O_{3o}$  ( $r = -0,44$ ) και  $Fe_2O_{3t}$  ( $r = -0,64$ ) (Διαγρ. 3, 4 & 5), δηλώνοντας με αυτόν τον τρόπο, πως τα οξείδια του σιδήρου δε συνεισφέρουν στις μαγνητικές ιδιότητες των εδαφών στις περιοχές αυτές.

**Διάγραμμα 1:  $X_{if}$  – Άμμος %**

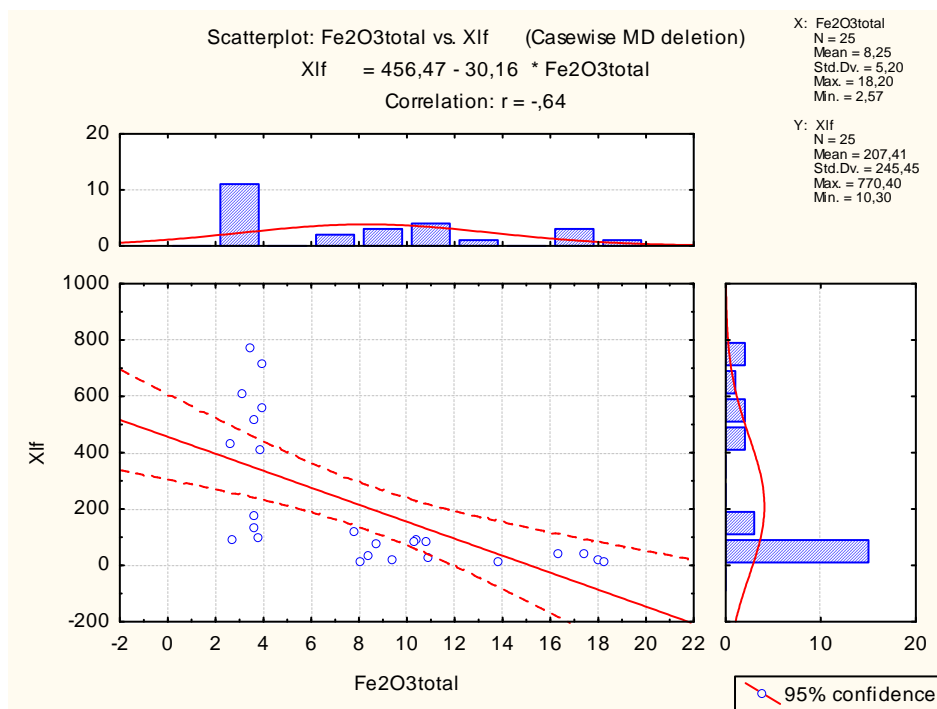


**Διάγραμμα 2:  $X_{if}$  – Άργιλος %**



**Διάγραμμα 3:  $X_{lf}$  -  $Fe_2O_{3d}$  %****Διάγραμμα 4:  $X_{lfn}$  -  $Fe_2O_{3o}$  %**

### Διάγραμμα 5: $X_{if}$ - $Fe_2O_{3t}$ %



## 6.2.2 ΕΔΑΦΗ ALFISOLS

### ΑΓΙΑ ΣΟΦΙΑ

Στην περιοχή της Αγίας Σοφίας μελετήθηκαν τρεις εδαφοτομές, οι τιμές των φυσικοχημικών ιδιοτήτων, των εκλεκτικών εκχυλίσεων και της Μαγνητικής επιδεκτικότητας (X) τους, παρουσιάζονται αναλυτικά στους παρακάτω πίνακες.

**Πίνακας 1:** Φυσικοχημικές ιδιότητες περιοχής Αγίας Σοφίας

Οριζοντας	Βάθος	Άμμος	Ιλύς	Άργιλος	Κλάση	pH	Οργ. Ουσία
	cm	%					%
<b>Εδαφοτομή 1</b>							
Ap	0-26	44,5	37,7	17,8	L	5,53	0,55
E	26-61	46,4	38,4	15,3	L	4,27	0,53
Bt	61-113	33,7	33,5	32,8	CL	5,98	0,28
BC	113-152	41,1	33,6	25,3	L	6,18	0,13
C	152-180	49,7	30,1	20,3	L	7,44	0,17
<b>Εδαφοτομή 2</b>							
Ap	0-34	64,4	25,4	10,3	SL	4,06	0,60
BE	35-55	43,9	30,9	25,3	L	4,12	0,34
Bt	55-113	49,6	22,6	27,8	SCL	5,41	0,25
BC	113-130	80,3	7,0	12,8	SL	5,64	0,16
C	130-150	88,8	1,0	10,3	LS	5,78	0,10
A	0-34	37,0	37,7	25,3	L	5,99	0,03
AB	34-65	39,2	33,1	27,8	CL	6,13	0,07
Bt	66-99	57,3	27,4	15,3	SL	6,31	0,00
C	100-130	76,8	15,5	7,8	SL	6,46	0,07
<b>Εδαφοτομή 3</b>							
E	20-40	65,5	26,8	7,8	SL	7,01	0,50
BE	40-55	49,4	30,4	20,3	L	6,37	0,54
Bt	55-135	40,9	33,8	25,3	L	5,99	0,50
C	135-170	67,8	7,0	25,3	SCL	7,65	0,20

Από τον Πίνακα 1 έχουμε:

- Η περιεκτικότητα της άμμου κυμαίνεται από 33% έως 49% στην εδαφοτομή 1, από 37% έως 88 % στην εδαφοτομή 2 και από 40% έως 67% στην εδαφοτομή 3. Τα ποσοστά της ιλύος κυμαίνονται από 30% έως 38%, από 1% έως 37% και από 7% έως 33% στις τρεις εδαφοτομές αντίστοιχα. Και η περιεκτικότητα της αργίλου κυμαίνεται για την πρώτη εδαφοτομή από 15% έως 32%, για τη δεύτερη εδαφοτομή από 7% έως 27% και για την τρίτη εδαφοτομή από 7% έως 25%.
- Στην πρώτη εδαφοτομή, οι τιμές του pH, κυμαίνονται από 4,27 έως 7,44 τα εδάφη χαρακτηρίζονται όξινα έως ουδέτερα. Στη δεύτερη εδαφοτομή, οι τιμές



του pH κυμαίνονται από 4,06 έως 6,46 και αυξάνονται με το βάθος, το έδαφος χαρακτηρίζεται από υπερβολικά έως μέτρια όξινο. Στην τρίτη εδαφοτομή, οι τιμές του pH κυμαίνονται από 5,99 έως 7,65 και το έδαφος χαρακτηρίζεται από ελαφρώς όξινο έως αλκαλικό.

- Οι τιμές τα οργανικής ουσίας κυμαίνονται από 0,03% έως 0,60%, με τις υψηλότερες τιμές να παρατηρούνται στους επιφανειακούς ορίζοντες. Το δεύτερο μέρος της εδαφοτομής 2 δεν εμφανίζει καθόλου περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, πράγμα αναμενόμενο για ένα έδαφος το οποίο βρίσκεται σε βάθος περίπου 3 μέτρων από την επιφάνεια, είναι πολύ εξελιγμένο και στο οποίο δεν αναπτύσσεται καμία βιολογική δραστηριότητα.

**Πίνακας 2:** Εκλεκτικές εκχυλίσσεις – Λόγοι εξέλιξης εδαφών

Ορίζοντας	Βάθος	Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3o</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3t</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3o</sub> / Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub> / Fe <sub>2</sub> O <sub>3t</sub>
	cm	%				
<b>Εδαφοτομή 1</b>						
Ap	0-26	0,81	0,18	3,43	0,22	0,24
E	26-61	0,69	0,16	3,01	0,24	0,23
Bt	61-113	1,07	0,19	4,88	0,18	0,22
BC	113-152	0,86	0,16	4,28	0,18	0,20
C	152-180	0,61	0,11	3,95	0,17	0,15
<b>Εδαφοτομή 2</b>						
Ap	0-34	0,60	0,19	3,27	0,31	0,18
BE	35-55	0,98	0,17	4,4	0,17	0,22
Bt	55-113	0,89	0,18	4,57	0,20	0,19
BC	113-130	0,51	0,12	5,48	0,23	0,09
C	130-150	0,30	0,08	4,75	0,26	0,06
A	0-34	1,09	0,12	5,01	0,11	0,22
AB	34-65	0,89	0,11	5,05	0,12	0,18
Bt	66-99	0,69	0,11	4,73	0,16	0,15
C	100-130	0,35	0,04	4,43	0,12	0,08
<b>Εδαφοτομή 3</b>						
E	20-40	0,53	0,11	2,46	0,20	0,22
BE	40-55	0,79	0,16	3,45	0,20	0,23
Bt	55-135	1,05	0,20	4,33	0,19	0,24
C	135-170	0,38	0,06	3,88	0,17	0,10

Από τον Πίνακα 2 έχουμε:

- Οι τιμές του Fe<sub>2</sub>O<sub>3d</sub> στην πρώτη εδαφοτομή κυμαίνονται από 0,61% έως 1,07%, στη δεύτερη εδαφοτομή από 0,3% έως 1,09% και στην τρίτη εδαφοτομή από 0,38% έως 1,05%.
- Οι τιμές του Fe<sub>2</sub>O<sub>3o</sub> κυμαίνονται από 0,11% έως 0,19%, από 0,04% έως 0,19% και από 0,06% έως 0,20%, για τις τρεις εδαφοτομές αντίστοιχα.

- Οι τιμές του  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{t}$  κυμαίνονται από 3,01% έως 4,88%, από 3,27% έως 5,48% και από 2,46% έως 4,33% για τις τρεις εδαφοτομές αντίστοιχα.
- Και οι λόγοι  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{d}/\text{Fe}_2\text{O}_3\text{d}$  και  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{d}/\text{Fe}_2\text{O}_3\text{total}$  δίνουν χαμηλές τιμές από 0,11 έως 0,31 και από 0,06 έως 0,24 αντίστοιχα.

**Πίνακας 3:** Μαγνητική Επιδεκτικότητα (X)

Οριζοντας	Βάθος	$\chi_{\text{lf}}$	$\chi_{\text{hf}}$	$\chi_{\text{lfh}}$	$\chi_{\text{hfh}}$
	cm	%			
<b>Εδαφοτομή 1</b>					
Ap	0-26	109,9	81,3	55,5	53,7
E	26-61	99,4	75,8	46,5	45,8
Bt	61-113	126,5	97,7	51,5	51,1
BC	113-152	129,3	98,5	46,9	46,9
C	152-180	112,6	97	77,5	75,8
<b>Εδαφοτομή 2</b>					
Ap	0-34	122,5	91,3	29,5	30,1
BE	35-55	113,6	95,3	66,6	66
Bt	55-113	112,3	92,5	65,5	66,5
BC	113-130	219	99,9	34,3	34,2
C	130-150	155	106,5	27	26,9
A	0-34	128,6	96,7	49,8	50,3
AB	34-65	131,1	93,8	64,9	65,7
Bt	66-99	97,9	85,8	60,3	60,4
C	100-130	288,9	251,8	52,8	52,8
<b>Εδαφοτομή 3</b>					
E	20-40	86,4	84	39,7	39,7
BE	40-55	103,3	87,7	64	63,1
Bt	55-135	98,4	81	45,3	45
C	135-170	133,2	99,1	77,3	75,8

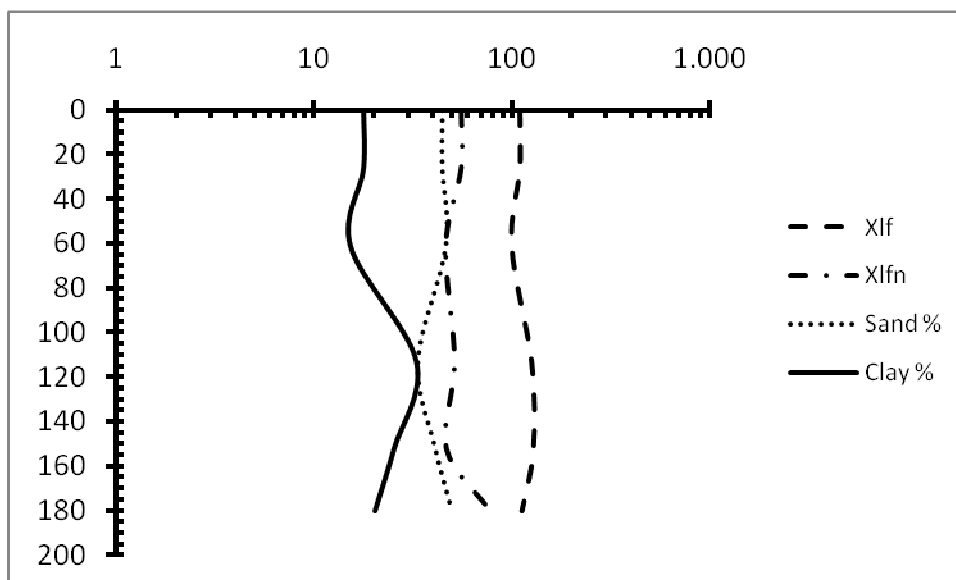
Από τον Πίνακα 3:

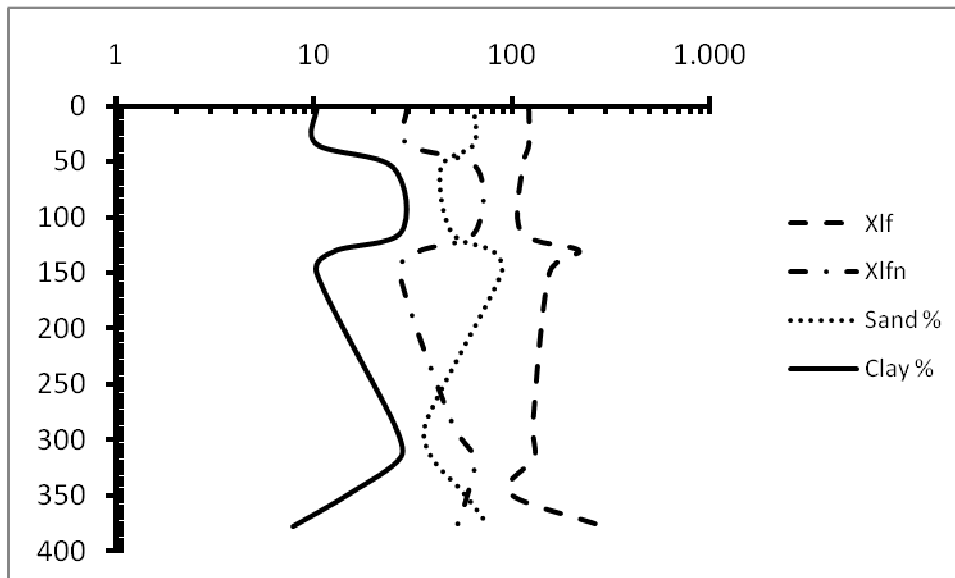
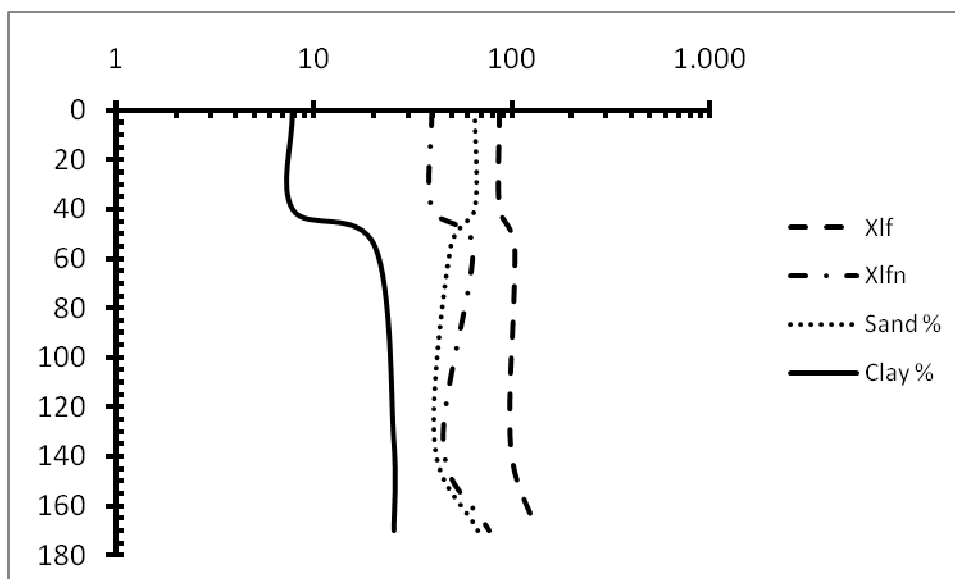
- Η X του εδάφους στην πρώτη εδαφοτομή κυμαίνεται από  $99,4 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $126,5 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  στις μετρήσεις σε χαμηλή συχνότητα (0,47 kHz), από  $75,8 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $98,5 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  στις μετρήσεις σε υψηλή συχνότητα (4,7 kHz), από  $46,5 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $77,5 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων στις μετρήσεις σε χαμηλή συχνότητα και από  $45,8 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $75,8 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  μετά την καταστροφή των ελευθέρων οξειδίων στις μετρήσεις σε υψηλή συχνότητα. Στη δεύτερη εδαφοτομή η X του εδάφους κυμαίνεται από  $97,9 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $288,9 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  στις μετρήσεις σε χαμηλή συχνότητα (0,47 kHz), από  $85,8 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $251,8 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  στις μετρήσεις σε υψηλή συχνότητα (4,7 kHz), από  $27 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $66,6 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων στις μετρήσεις σε

χαμηλή συχνότητα και από  $26,9 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $66,5 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων στις μετρήσεις σε υψηλή συχνότητα. Και τέλος στην τρίτη εδαφοτομή η  $X$  του εδάφους κυμαίνεται από  $98,4 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $133,2 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  στις μετρήσεις σε χαμηλή συχνότητα (0,47 kHz), από  $81 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $99,1 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  στις μετρήσεις σε υψηλή συχνότητα (4,7 kHz), από  $39,7 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $77,3 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων στις μετρήσεις σε χαμηλή συχνότητα και από  $39,7 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $75,8 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων στις μετρήσεις σε υψηλή συχνότητα.

Στα Διαγράμματα 1, 2, 3, 4, 5 και 6 εμφανίζονται οι φυσικοχημικές ιδιότητες, οι εκλεκτικές εκχυλίσεις και η Μαγνητική επιδεκτικότητα των μελετούμενων εδαφοτομών σε σχέση με το βάθος.

**Διάγραμμα 1:** Κατανομή άμμου (S), αργίλου (C) &  $X$  με το βάθος (Εδαφ.1 Αγ. Σοφία)

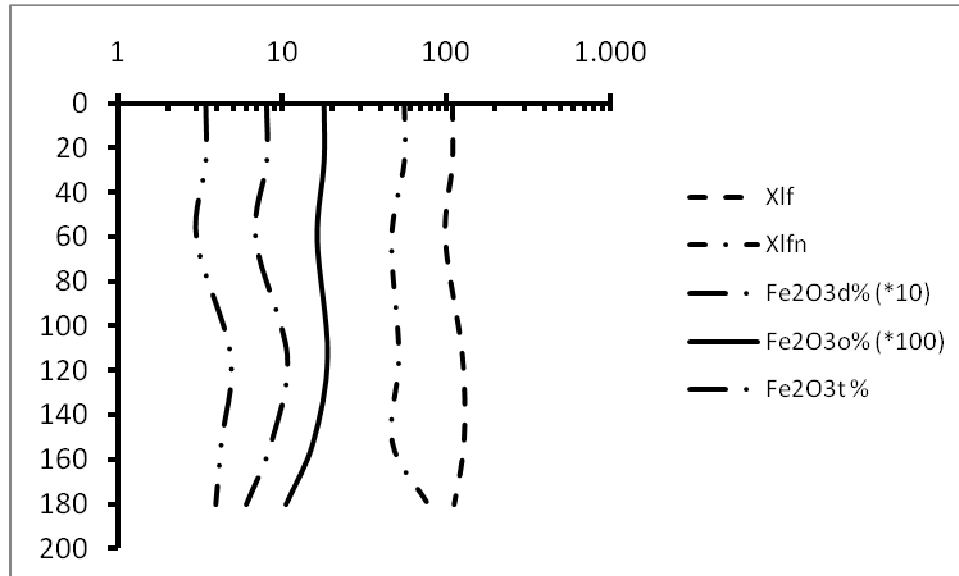


**Διάγραμμα 2:** Κατανομή άμμου (S), αργίλου (C) & X με το βάθος (Εδαφ.2 Αγ. Σοφία)**Διάγραμμα 3:** Κατανομή άμμου (S), αργίλου (C) & X με το βάθος (Εδαφ.3 Αγ. Σοφία)

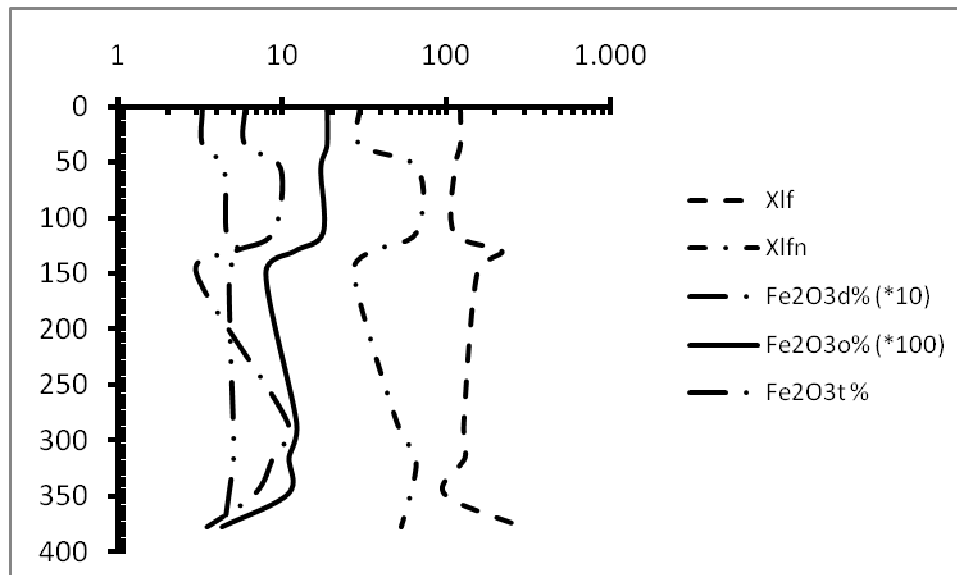
Στο διάγραμμα 1 φαίνεται ότι η  $X_{lf}$  και η  $X_{lfn}$  παραμένουν σχεδόν στα ίδια επίπεδα με ελάχιστες διακυμάνσεις κατά το βάθος της εδαφοτομής και παρουσιάζουν θετική σχέση με την άργιλο ( $r = 0,88$  και  $r' = 0,78$ ,  $p < ,05$ ), γεγονός το οποίο μπορεί να υποδηλώνει πως οι μαγνητικές ιδιότητες της εδαφοτομής οφείλονται σε δευτερογενή συστατικά του εδάφους. Στο διάγραμμα 2 παρατηρείται αύξηση των τιμών της X στον ορίζοντα του μητρικού υλικού, πράγμα το οποίο σημαίνει πως πιθανώς οι μαγνητικές ιδιότητες στην εδαφοτομή αυτή θα οφείλονται σε αυτό. Η άμμος παρουσιάζει θετική συσχέτιση με την  $X_{lf}$  ( $r = 0,61$ ,  $p < ,05$ ), μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων του σιδήρου παρατηρείται σημαντική θετική

συσχέτιση της  $X_{lfn}$  με την άργιλο ( $r = 0,74$ ,  $p < ,05$ ) . Στην εδαφοτομή 3 η  $X$  αυξάνεται, εμφανίζοντας τελικά μεγαλύτερη τιμή στον ορίζοντα του μητρικού υλικού.

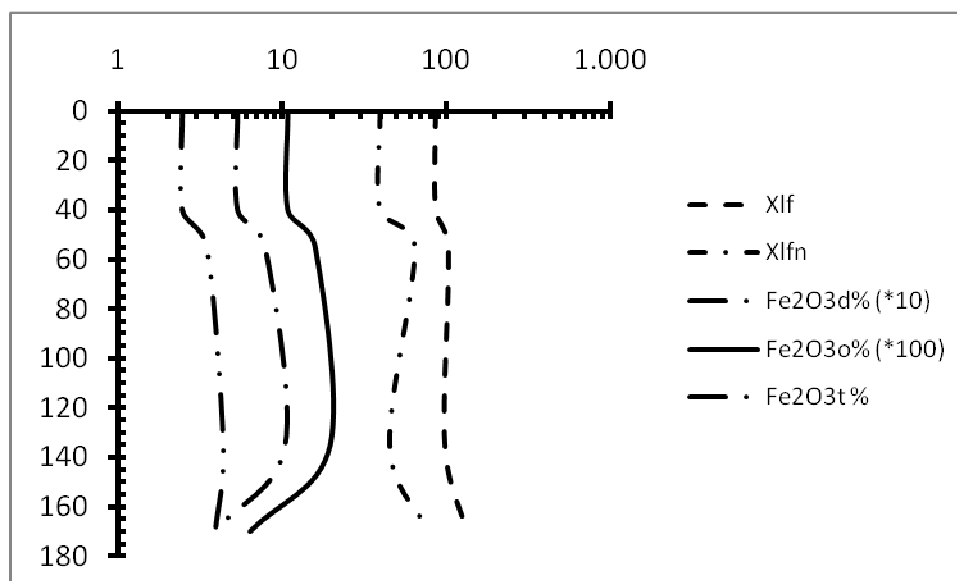
**Διάγραμμα 4:** Τιμές  $Fe_2O_{3d}$ ,  $Fe_2O_{3o}$ ,  $Fe_2O_{3t}$  &  $X$  με το βάθος (Εδαφ.1 Αγ. Σοφία)



**Διάγραμμα 5:** Τιμές  $Fe_2O_{3d}$ ,  $Fe_2O_{3o}$ ,  $Fe_2O_{3t}$  &  $X$  με το βάθος (Εδαφ.2 Αγ. Σοφία)



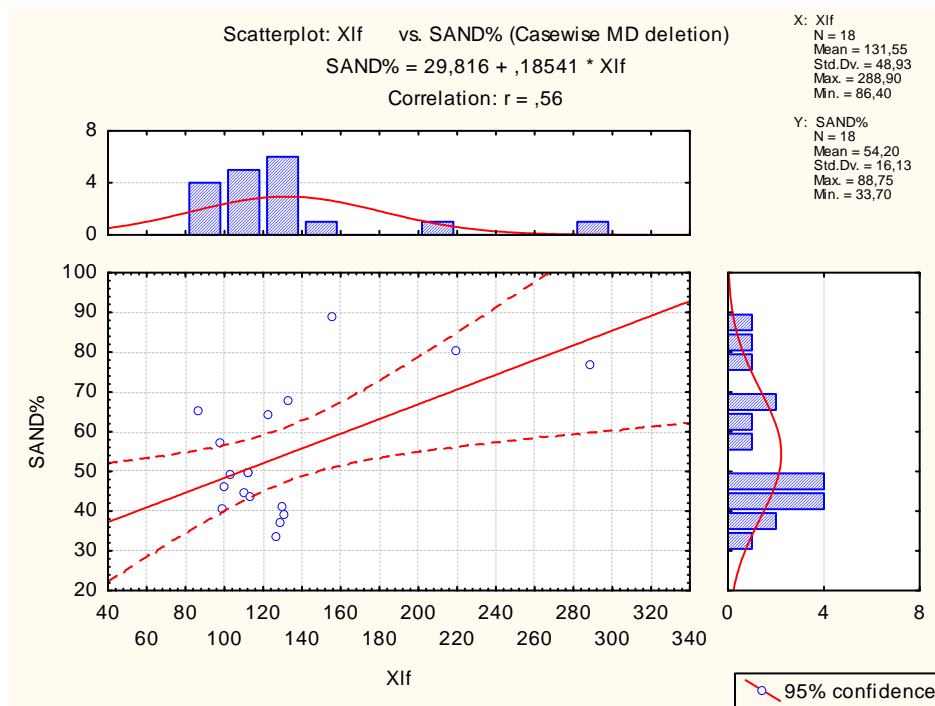
**Διάγραμμα 6:** Τιμές  $Fe_2O_{3d}$ ,  $Fe_2O_{3o}$ ,  $Fe_2O_{3t}$  &  $X$  με το βάθος (Εδαφ.3 Αγ. Σοφία)



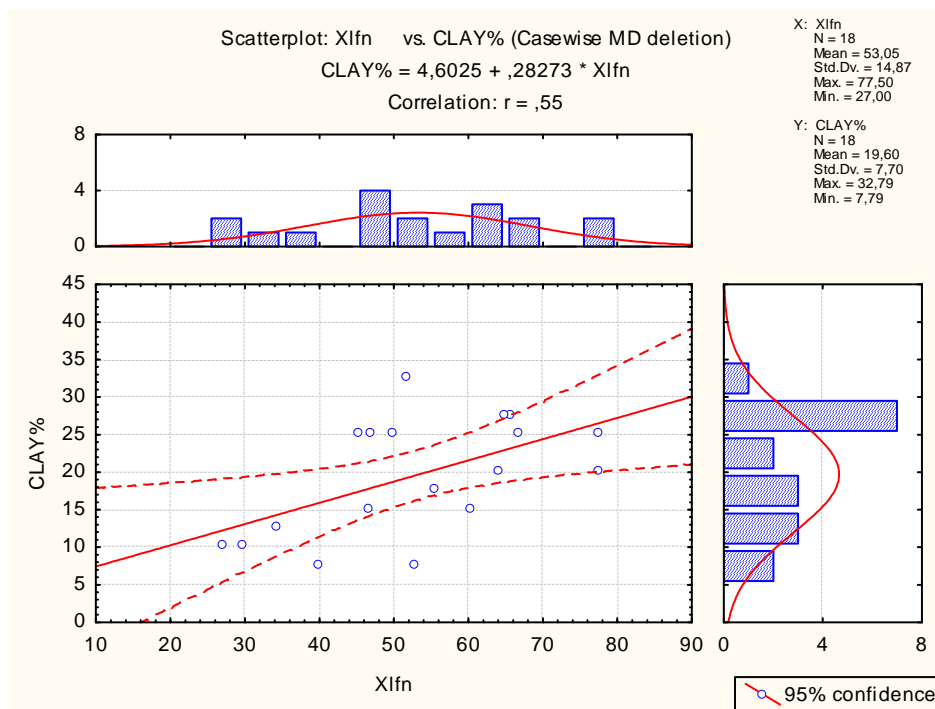
Στο Διάγραμμα 4 η  $X_{lf}$  εμφανίζει θετική συσχέτιση με τα  $Fe_2O_{3d}$  ( $r = 0,69$ ,  $p < ,05$ ) και με τον  $Fe_2O_{3t}$  ( $r = 0,91$ ,  $p < ,05$ ). Στο Διάγραμμα 5 δε φαίνεται να υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ της  $X_{lf}$  και των διάφορων μορφών του σιδήρου του εδάφους. Μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων του σιδήρου, η  $X_{lfn}$  εμφανίζει θετική συσχέτιση με τα  $Fe_2O_{3d}$  ( $r = 0,65$ ,  $p < ,05$ ). Στο διάγραμμα 6 η  $X_{lf}$  συσχετίζεται θετικά με τον  $Fe_2O_{3t}$  ( $r = 0,52$ ,  $p < ,05$ ).

Στην περιοχή της Αγίας Σοφίας η  $X_{lf}$  συσχετίζεται θετικά με την άμμο ( $r = 0,56$ ,  $p < ,05$ ) (Διάγρ. 7) και η  $X_{lfn}$  με την άργιλο ( $r = 0,55$ ,  $p < ,05$ ) (Διάγρ. 8). Αυτό μπορεί να σημαίνει πως η  $X$  του εδάφους οφείλεται σε σιδηρομαγνητικά και παραμαγνητικά υλικά (βερμικουλίτης, σμεκτίτης) του εδάφους.

**Διάγραμμα 7:  $X_{if}$  – Άμμος %**



**Διάγραμμα 8:  $X_{ifn}$  – Άργιλος %**



**ΞΑΝΘΗ**

Στην περιοχή της Ξάνθης μελετήθηκαν δύο εδαφοτομές, οι τιμές των φυσικοχημικών ιδιοτήτων, των εκλεκτικών εκχυλίσεων και της Μαγνητικής επιδεκτικότητας (X) τους, παρουσιάζονται αναλυτικά στους παρακάτω πίνακες.

**Πίνακας 1:** Φυσικοχημικές ιδιότητες περιοχής Ξάνθης

Ορίζοντας	Βάθος	Άμμος	Ιλύς	Άργιλος	Κλάση	pH	Οργ. Ουσία
	cm	%					%
<b>Εδαφοτομή 1</b>							
A	0-25	78,3	14,5	7,2	SL	6,48	1,36
AB	25-47	58	19,2	22,8	SCL	6,09	0,99
Bt	47-58	51,2	25,0	23,8	SCL	4,53	0,49
C	>58	82,2	7,0	10,8	SL	5,68	0,08
<b>Εδαφοτομή 2</b>							
A	0-16	77,8	16,3	5,9	SL	6,52	2,93
Bt	16-53	50,1	37,7	12,2	SCL	5,63	0,69
BC	53-84	67	16,1	16,9	SCL	5,80	0,35
C	84-107	55,6	27,4	17,0	SCL	5,59	0,79
A	107-138	66,7	19,0	14,3	SL	4,96	0,15
Bt <sub>1</sub>	138-172	60,4	24,7	14,9	SL	6,59	0,12
Bt <sub>2</sub>	172-200	59,3	24,3	16,4	SCL	6,33	0,15
BC <sub>b</sub>	200-245	61	25,7	13,3	SL	8,35	0,12
C	245-285	66,3	18,5	15,2	SL	9,10	0,08
A <sub>b</sub>	285-310	62,4	25,1	12,5	SL	9,00	0,08
Bt <sub>1</sub>	310-325	61,7	25,3	13,0	SL	9,02	0,08
Bt <sub>2</sub>	325-347	68,4	20,8	10,8	SL	9,26	0,05
BC	347-372	70,4	19,2	10,4	SL	9,36	0,05
C	372-400	71,9	18,0	10,1	SL	8,31	0,15

Από τον Πίνακα 1 έχουμε:

- Τα ποσοστά της άμμου κυμαίνονται από 51,2% έως 82,2%, τα αντίστοιχα ποσοστά της ιλύος κυμαίνονται από 7,0% έως 25,0% και τέλος τα ποσοστά της αργίλου κυμαίνονται από 7,2% έως 23,8%, στην εδαφοτομή 1. Στην εδαφοτομή 2 τα ποσοστά της άμμου κυμαίνονται από 50,1% έως 77,8%, τα αντίστοιχα



ποσοστά της ιλύος κυμαίνονται από 16,0% έως 37,0% και τέλος τα ποσοστά της αργίλου κυμαίνονται από 6,0% έως 17,0%.

- Στην 1<sup>η</sup> εδαφοτομή οι τιμές του pH κυμαίνονται από 4,53 έως 6,48 και χαρακτηρίζονται όξινα. Στη 2<sup>η</sup> εδαφοτομή οι τιμές του pH κυμαίνονται από 4,53 έως 9,36. Τα εδάφη της δεύτερης εδαφοτομής είναι όξινα αλλά εμφανίζουν και τιμές πολύ μεγαλύτερες από 7,0 λόγω υψηλών τιμών νατρίου ( $\text{Na}^+$ ) που απαντάται στα εδάφη αυτά, είτε λόγω αποσάθρωσης, είτε λόγω επηρεασμού τους παλιότερα από το θαλάσσιο υδροφόρο ορίζοντα.
- Οι τιμές της οργανικής ουσίας στην 1<sup>η</sup> εδαφοτομή κυμαίνονται από 0,08% έως 1,36% και στη 2<sup>η</sup> εδαφοτομή από 2,93% έως 0,05%. Ο ορίζοντας που παρουσιάζει το μεγαλύτερο ποσοστό οργανικής ουσίας, με σημαντική απόκλιση από τους υπόλοιπους είναι ο επιφανειακός ορίζοντας A.

**Πίνακας 2:** Εκλεκτικές εκχυλίσεις – Λόγοι εξέλιξης εδαφών

Ορίζοντας	Βάθος	$\text{Fe}_2\text{O}_{3d}$	$\text{Fe}_2\text{O}_{3o}$	$\text{Fe}_2\text{O}_{3t}$	$\text{Fe}_2\text{O}_{3o}/\text{Fe}_2\text{O}_{3d}$	$\text{Fe}_2\text{O}_{3d}/\text{Fe}_2\text{O}_{3t}$
	cm	%				
<b>Εδαφοτομή 1</b>						
A	0-25	0,60	0,10	1,60	0,16	0,37
AB	25-47	2,10	0,11	4,98	0,05	0,42
Bt	47-58	2,52	0,12	5,79	0,05	0,44
C	>58	0,78	0,06	3,81	0,08	0,20
<b>Εδαφοτομή 2</b>						
A	0-16	0,67	0,05	1,92	0,08	0,35
Bt	16-53	1,25	0,11	4,21	0,09	0,30
BC	53-84	1,03	0,07	3,39	0,07	0,30
C	84-107	1,18	0,07	3,98	0,06	0,30
A <sub>b</sub>	107-138	1,10	0,03	3,02	0,03	0,37
Bt <sub>1b</sub>	138-172	1,04	0,04	3,57	0,03	0,29
Bt <sub>2b</sub>	172-200	0,97	0,05	3,83	0,05	0,25
BC <sub>b</sub>	200-245	1,00	0,02	3,53	0,02	0,28
C	245-285	0,89	0,01	2,84	0,01	0,31
A <sub>b</sub>	285-310	0,97	0,01	3,05	0,01	0,32
Bt <sub>1b</sub>	310-325	1,07	0,02	3,41	0,02	0,31
Bt <sub>2b</sub>	325-347	0,92	0,01	2,72	0,01	0,34
BC <sub>b</sub>	347-372	0,90	0,02	2,96	0,02	0,30
C	372-400	0,93	0,02	1,26	0,03	0,74

Από τον Πίνακα 2 έχουμε:

- Οι τιμές των  $\text{Fe}_2\text{O}_{3d}$  για την 1<sup>η</sup> εδαφοτομή, κυμαίνονται από 0,60% έως 2,52 % και για τη 2<sup>η</sup> εδαφοτομή από 0,67% έως 1,25 %.
- Οι τιμές των  $\text{Fe}_2\text{O}_{3o}$  της 1<sup>ης</sup> εδαφοτομής κυμαίνονται από 0,06% έως 0,12% και της 2<sup>ης</sup> εδαφοτομής από 0,01% έως 0,11%. Γενικά οι τιμές κυμαίνονται σε πολύ χαμηλά επίπεδα.
- Οι τιμές του  $\text{Fe}_2\text{O}_{3t}$  για τις δύο υπό μελέτη εδαφοτομές της Ξάνθης κυμαίνονται από 1,60% έως 5,79% και από 1,26% έως 4,21% αντίστοιχα.
- Οι τιμές του λόγου του ενεργού σιδήρου ( $\text{Fe}_2\text{O}_{3o}/\text{Fe}_2\text{O}_{3d}$ ) κυμαίνονται από 0,046 έως 0,161 για την εδαφοτομή 1 και από 0,010 έως 0,090 για την εδαφοτομή 2. Οι τιμές αυτές είναι χαρακτηριστικά μικρές, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι τα υπό μελέτη εδάφη πολύ εξελιγμένα.

**Πίνακας 3:** Μαγνητική Επιδεκτικότητα (X)

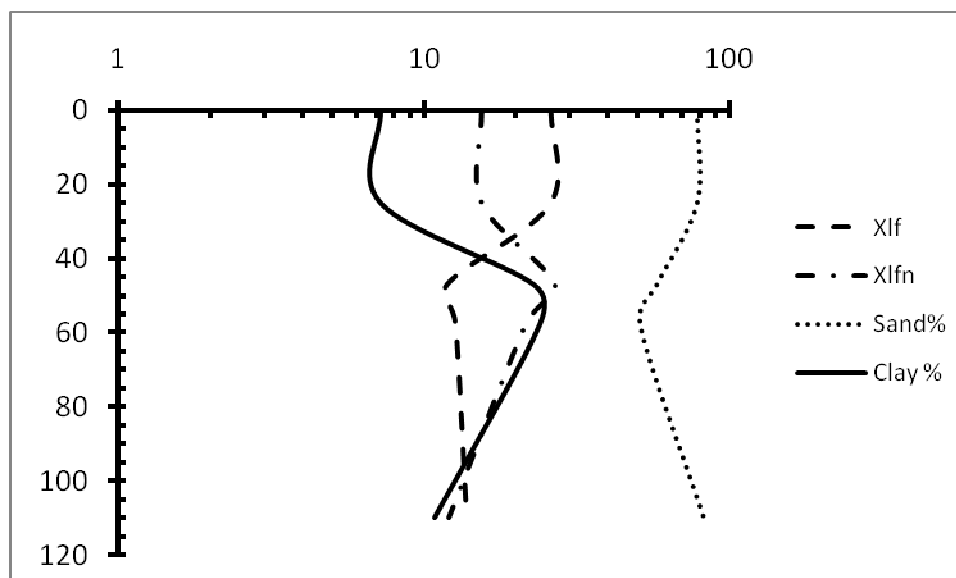
Ορίζοντας	Βάθος	$X_{if}$	$X_{hf}$	$X_{ifn}$	$X_{hfn}$
	cm	$10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$			
<b>Εδαφοτομή 1</b>					
A	0-25	26	24,2	15,5	14,3
AB	25-47	11,9	13,1	26,8	27
Bt	47-58	12,7	10,5	21,5	20,9
C	>58	13,8	11,6	12,1	10,2
<b>Εδαφοτομή 2</b>					
A	0-16	51,6	47,8	35,9	33,4
Bt	16-53	7,3	10,6	8,8	8
BC	53-84	10,3	12,8	12,3	12,2
C	84-107	14,5	12,8	15,8	14,7
A	107-138	19,3	17,3	57	56,7
Bt <sub>1</sub>	138-172	17,4	16,9	42,4	43,4
Bt <sub>2</sub>	172-200	18,9	16,8	50,9	45,2
BC <sub>b</sub>	200-245	13,6	15,3	41,2	37,5
C	245-285	15,3	15,3	19	18,5
A <sub>b</sub>	285-310	19,4	18,6	29	27,7
Bt <sub>1</sub>	310-325	26,4	21,7	11,2	13,1
Bt <sub>2</sub>	325-347	16,6	17,9	19,5	23,5
BC	347-372	17,6	16,8	21,8	18,6
C	372-400	18,7	19,5	48,7	49,8

Από τον Πίνακα 3 έχουμε:

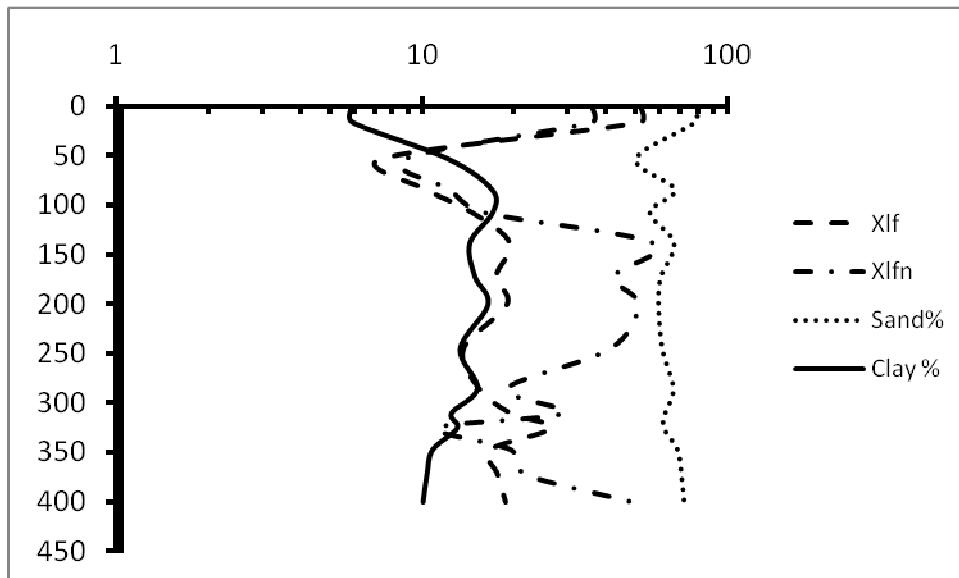
- Η  $\chi$  του εδάφους στην 1<sup>η</sup> εδαφοτομή κυμαίνεται από  $11,9 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $26 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  στις μετρήσεις σε χαμηλή συχνότητα (0,47 kHz), από  $10,5 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $24,2 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  στις μετρήσεις σε υψηλή συχνότητα (4,7 kHz), από  $12,1 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $26,8 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων στις μετρήσεις σε χαμηλή συχνότητα και από  $10,2 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $27 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων στις μετρήσεις σε υψηλή συχνότητα. Στη 2<sup>η</sup> εδαφοτομή η  $\chi$  του εδάφους κυμαίνεται από  $7,3 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $51,6 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  στις μετρήσεις σε χαμηλή συχνότητα (0,47 kHz), από  $10,6 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $47,8 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  στις μετρήσεις σε υψηλή συχνότητα (4,7 kHz), από  $8,8 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $50,9 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων στις μετρήσεις σε χαμηλή συχνότητα και από  $8 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  έως  $56,7 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων στις μετρήσεις σε υψηλή συχνότητα.

Στα Διαγράμματα 1, 2, 3 και 4 εμφανίζονται οι φυσικοχημικές ιδιότητες, οι εκλεκτικές εκχυλίσεις και η Μαγνητική επιδεκτικότητα των μελετούμενων εδαφοτομών σε σχέση με το βάθος.

**Διάγραμμα 1:** Κατανομή άμμου (S), αργίλου (C) &  $\chi$  με το βάθος (Εδαφ.1 Ξάνθη)

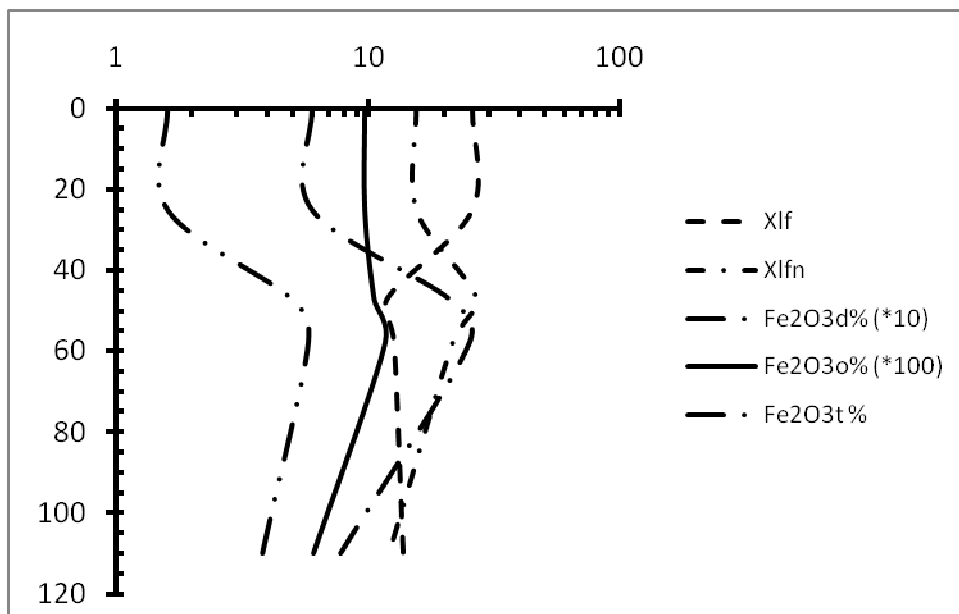


**Διάγραμμα 2:** Κατανομή άμμου (S), αργίλου (C) & X με το βάθος (Εδαφ.2 Ξάνθη)

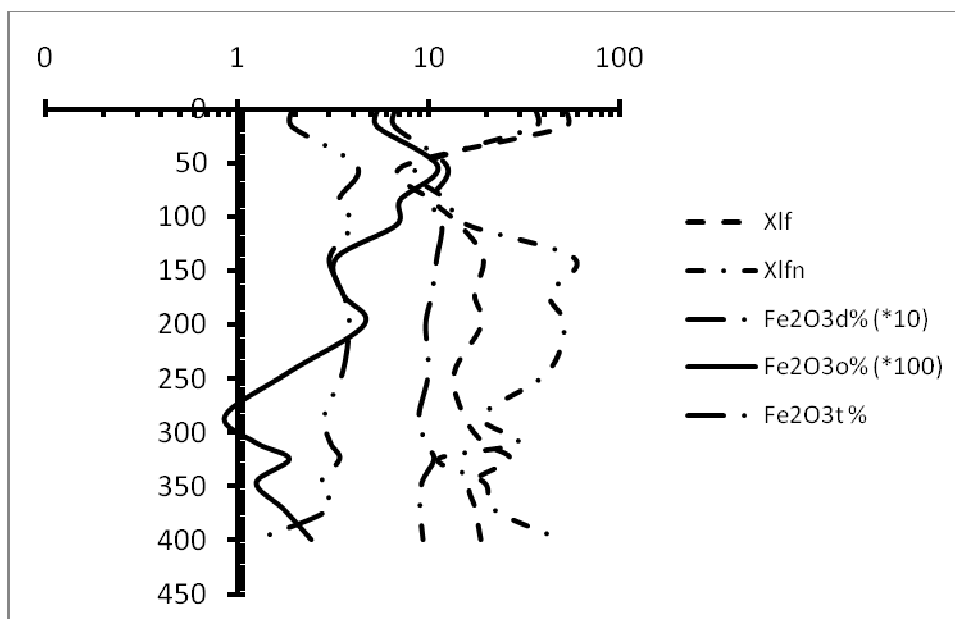


Στο Διάγραμμα 1 η  $X_{lf}$  μειώνεται με το βάθος και παρατηρείται αντίστοιχη κίνηση και στο κλάσμα της άμμου, αυτό αποδεικνύεται και στατιστικά ( $r = 0,56$ ,  $p < ,05$ ). Μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων η  $X_{lfn}$  εμφανίζει θετική σχέση με την άργιλο ( $r = 0,85$ ,  $p < ,05$ ). Στο Διάγραμμα 2 η X είναι μεγαλύτερη στους επιφανειακούς ορίζοντες και μειώνεται κατεβαίνοντας προς το μητρικό υλικό. Η  $X_{lf}$  εμφανίζει στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση με την άμμο ( $r = 0,67$ ,  $p < ,05$ ).

**Διάγραμμα 3:** Τιμές  $Fe_2O_{3d}$ ,  $Fe_2O_{3o}$ ,  $Fe_2O_{3t}$  & X με το βάθος (Εδαφ.1 Ξάνθη)



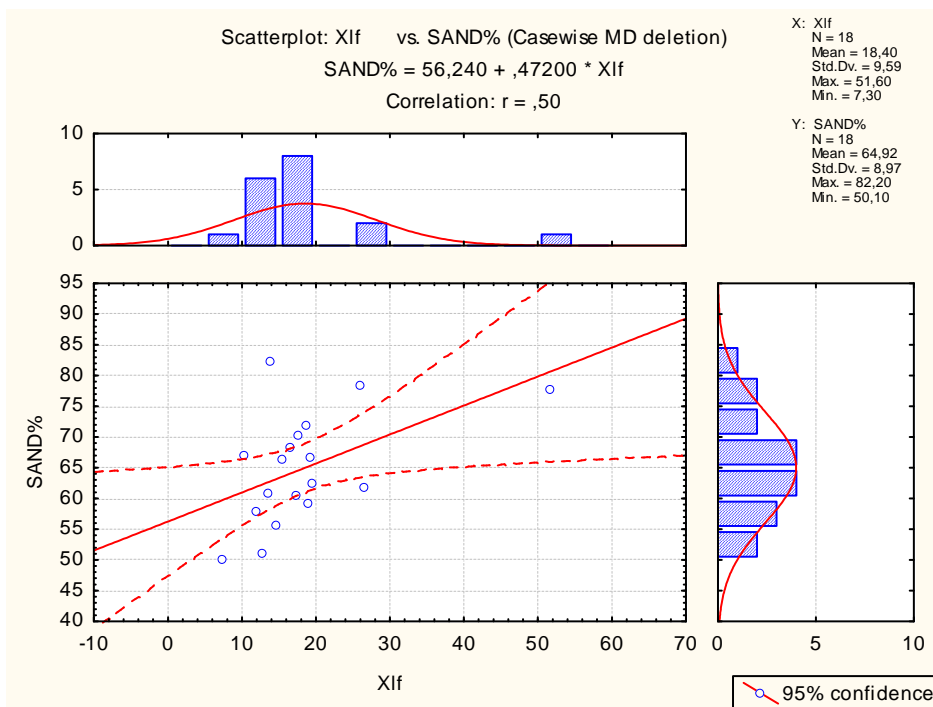
**Διάγραμμα 4:** Τιμές  $\text{Fe}_2\text{O}_{3d}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_{3o}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_{3t}$  &  $X$  με το βάθος (Εδαφ.2 Ξάνθη)



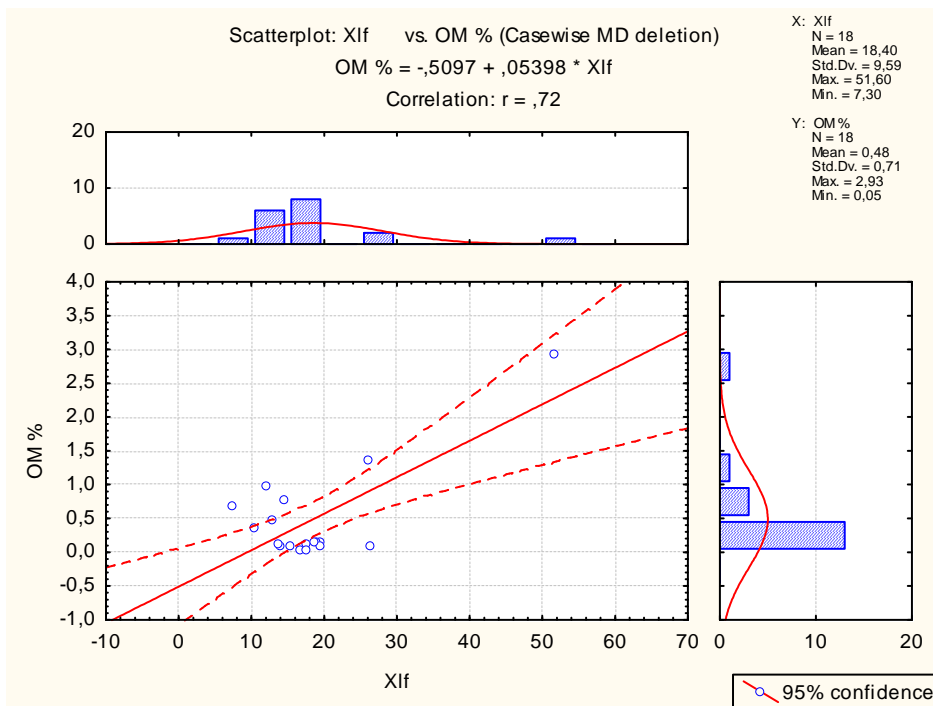
Η  $X_{lf}$  της 1<sup>ης</sup> εδαφοτομής δε σχετίζεται με το σίδηρο του εδάφους, η  $X_{lfn}$  συσχετίζεται με τα  $\text{Fe}_2\text{O}_{3d}$  και τον  $\text{Fe}_2\text{O}_{3t}$  ( $r = 0,82$  και  $r' = 0,61$ ,  $p < ,05$ ). Στο Διάγραμμα 4 δεν παρατηρούνται σχέσεις μεταξύ της  $X$  και των μορφών του σιδήρου που απαντώνται στο έδαφος.

Στην περιοχή της Ξάνθης η  $X$  συσχετίζεται θετικά με την άμμο ( $r = 0,50$ ,  $p < ,05$ ) (Διάγρ. 5), πράγμα το οποίο σημαίνει ότι και σε αυτά τα εδάφη οι μαγνητικές ιδιότητες πιθανό να κληρονομούνται από το μητρικό υλικό. Σημαντική θετική συσχέτιση παρατηρείται και με την οργανική ουσία ( $r = 0,72$ ,  $p < ,05$ ) (Διάγρ. 6), που όπως προαναφέραμε είναι υπεύθυνη για τις υψηλές τιμές της  $X_{lf}$  στους επιφανειακούς ορίζοντες λόγω του ότι ευνοεί το σχηματισμό μαγνητικών ορυκτών.

**Διάγραμμα 5:  $X_{if}$  - Άμμος %**

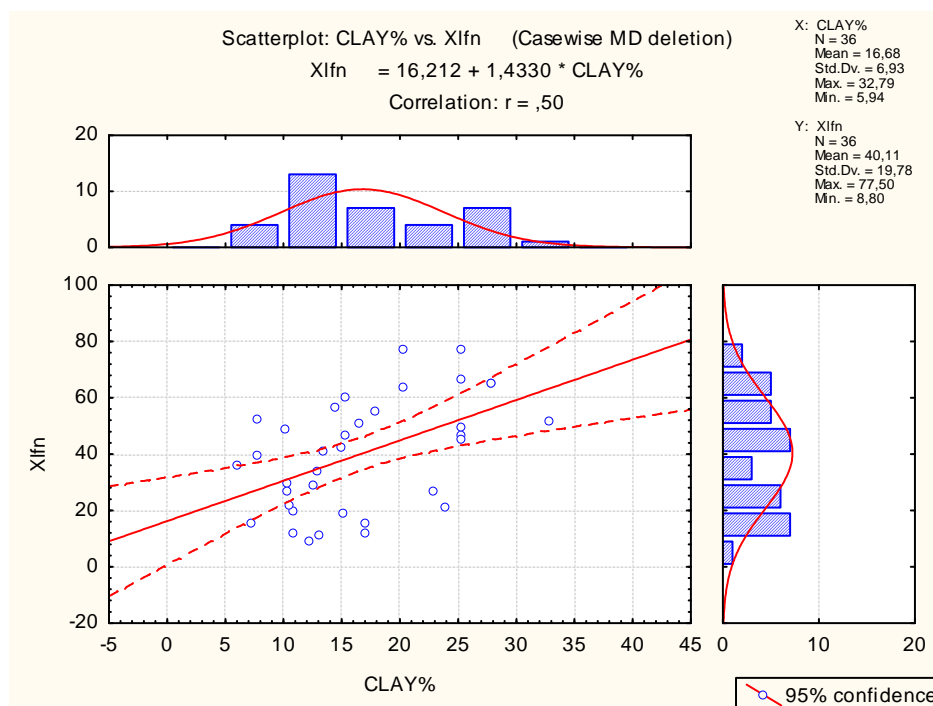


**Διάγραμμα 6:  $X_{if}$  - Οργ. Ουσία %**

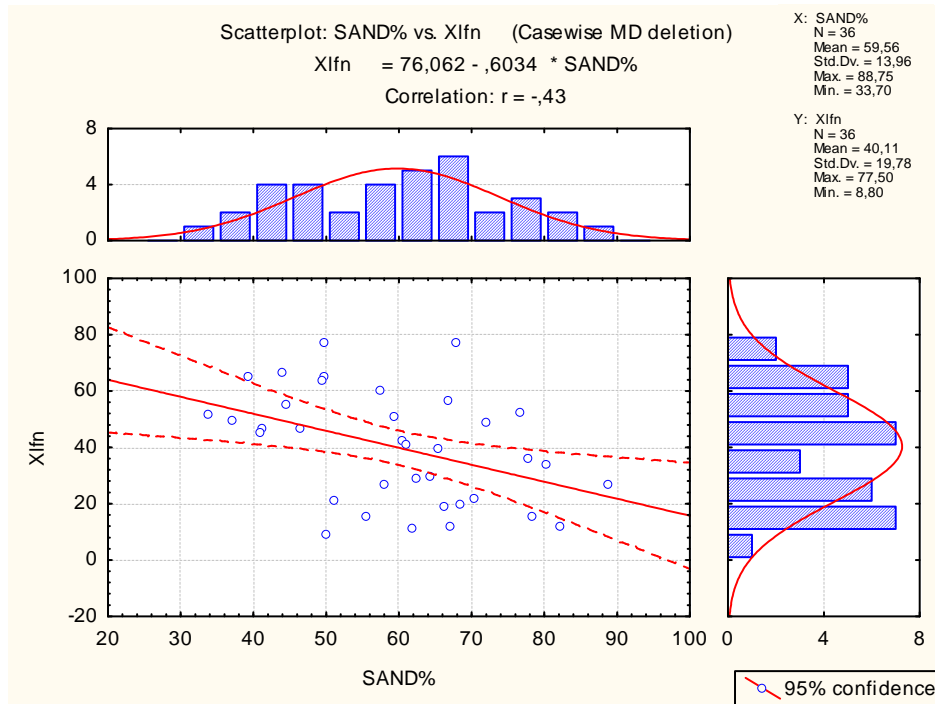


Για το σύνολο των εδαφών της τάξεως των Alfisols, προκύπτει στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση ( $r = 0,50$ ,  $p < ,05$ ), μεταξύ της  $X_{ifn}$  με το κλάσμα της αργίλου (Διάγρ. 1). Αυτό μαρτυρά ότι οι μαγνητικές ιδιότητες των εδαφών αυτών οφείλονται σε δευτερογενή συστατικά του εδάφους. Στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση παρατηρείται μεταξύ της  $X_{ifn}$  και με το κλάσμα της άμμου ( $r = -0,43$ ,  $p < ,05$ ) (Διάγρ. 2). Στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση, σε επίπεδο σημαντικότητας  $p < ,05$ , παρατηρείται μεταξύ της  $X_{if}$  και των  $Fe_2O_{3d}$  ( $r = -0,52$ ) (Διάγρ. 3), αυτό δηλώνει πως πιθανότατα το είδος των οξειδίων αυτών δε συνεισφέρουν σημαντικά στις μαγνητικές ιδιότητες του εδάφους (π.χ. αιματίτης, γκαιτίτης). Στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση παρατηρείται μεταξύ της  $X_{if}$  και της  $X_{ifn}$  με τα  $Fe_2O_{3o}$  ( $r = 0,46$  και  $r' = 0,36$ ,  $p < ,05$ ) αυτό σημαίνει πως τα άμορφα οξείδια μπορεί να γίνουν μαγεμίτης και να προσφέρουν στη  $X$  τους εδάφους (Διαγρ. 4). Και τέλος στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση ( $r = 0,43$ ,  $p < ,05$ ) παρατηρείται μεταξύ της  $X_{if}$  και του  $Fe_2O_{3t}$  (Διαγρ. 5), συμπεριλαμβανομένων των προαναφερθέντων προκύπτει πως ο σίδηρος που συνεισφέρει στη μαγνήτιση βρίσκεται στο κρυσταλλικό πλέγμα της αργίλου. Μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων, η θετική συσχέτιση που παρουσιάζει η  $X$  με την άργιλο και η, ταυτόχρονα, αρνητική με την άμμο, δηλώνει πως στα εδάφη απαντώνται παραμαγνητικά ορυκτά.

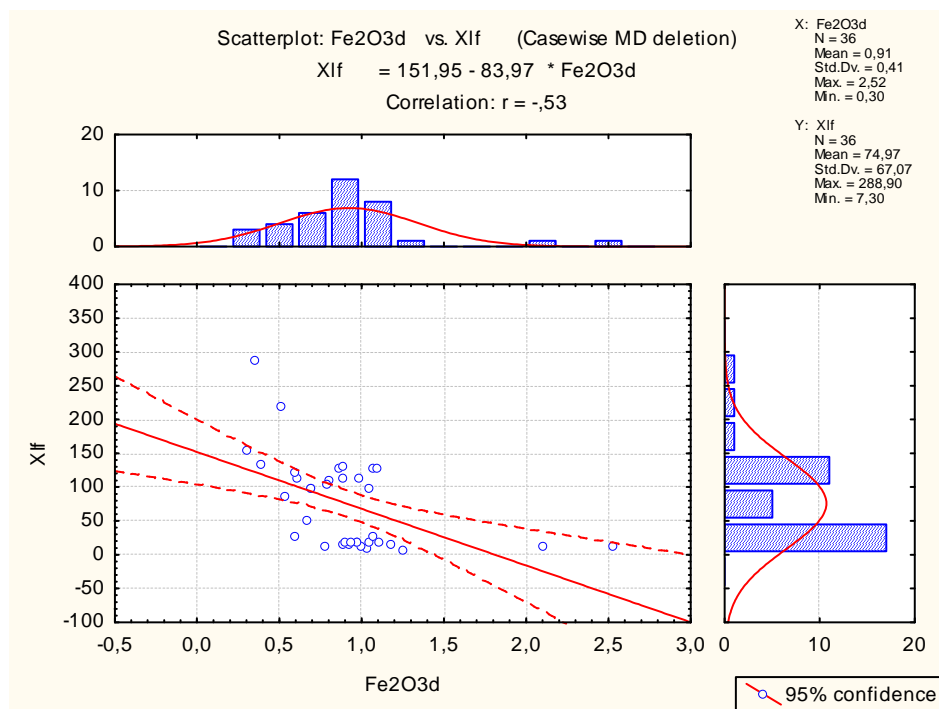
**Διάγραμμα 1:**  $X_{ifn}$  – Άργιλος %



**Διάγραμμα 2:  $\chi_{\text{Ifn}}$  - Άμμος %**

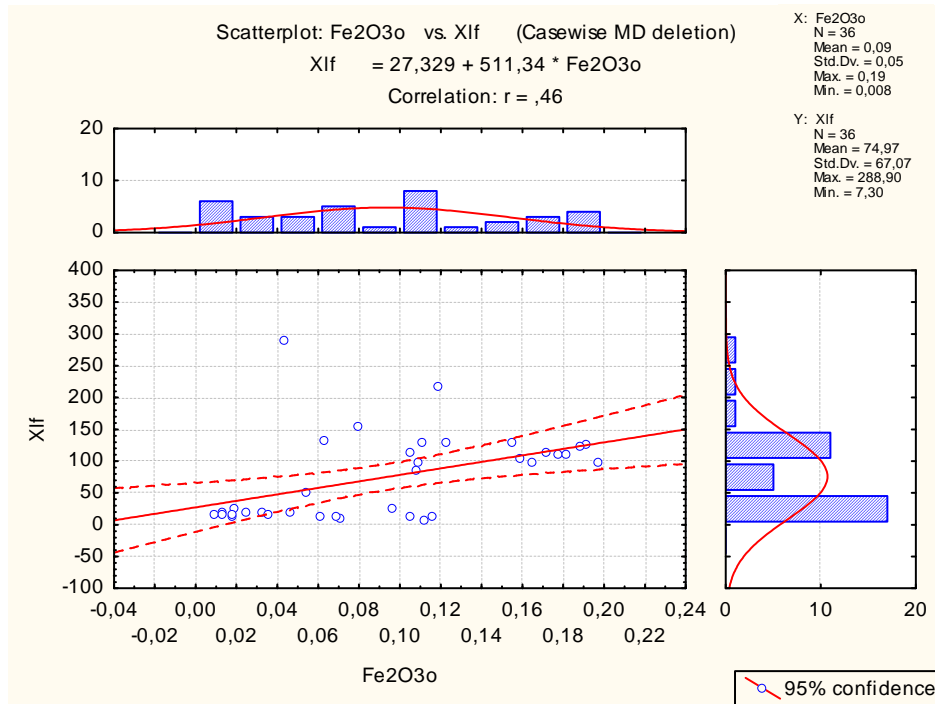


**Διάγραμμα 3:  $\chi_{\text{If}}$  -  $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{d}}$  %**

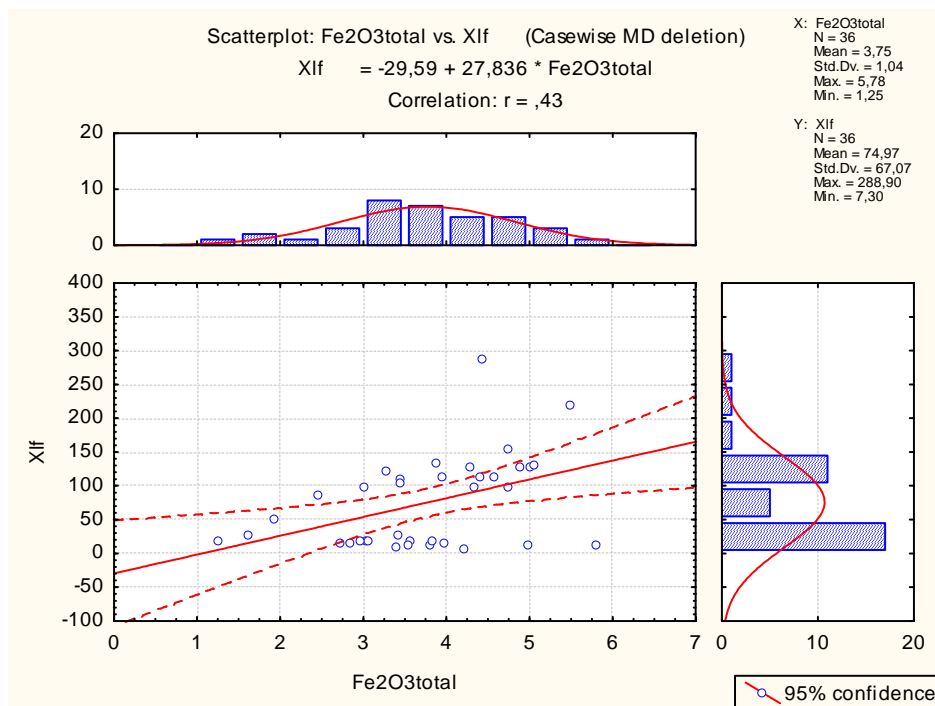




**Διάγραμμα 4:  $X_{lf}$  -  $Fe_2O_{3o}$  %**



**Διάγραμμα 5:  $X_{lf}$  -  $Fe_2O_{3t}$  %**



Συνοψίζοντας, λέμε ότι, η διαλυτοποίηση του μαγνητίτη από το CBD είναι ασήμαντη. Μετρήσεις της  $X$  πριν και μετά την εκχύλιση με CBD μας δίνει αποτελέσματα από τα οποία μπορούμε να αξιολογήσουμε τη σχετική συνεισφορά

των λιθογενών ορυκτών που φέρουν σίδηρο αλλά και των εδαφογενετικών ορυκτών που φέρουν σίδηρο σε εδάφη και αποθέσεις.

Η μέτρηση της  $X$  των εδαφών αντικατοπτρίζει την επίδραση του παράγοντα εδαφογένεσης «μητρικό υλικό», με την πρόοδο της εδαφογένεσης. Πρωτογενή ορυκτά που φέρουν σίδηρο (Fe), όπως είναι ο μαγνητίτης, ο βιοτίτης και ο πυρίτης, είναι θερμοδυναμικά ασταθή στα εδάφη και μετατρέπονται σε δευτερογενή ορυκτά, κυρίως οξειδία του σιδήρου, όπως ο αιματίτης και ο γκαιτίτης. Στην περίπτωση του μαγνητίτη η μετατροπή σε δευτερογενή οξειδία έχει σαν αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση της  $X$ . Αντίθετα, ο σχηματισμός δευτερογενών ορυκτών από άλλες πηγές, όπως ο μαγεμίτης, που είναι ορυκτό που φέρει σίδηρο, μπορεί να αυξήσει τη μαγνητική επιδεκτικότητα.

Όλα τα αποτελέσματα των στατιστικών αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν με το στατιστικό πακέτο STATISTICA '08, παρατίθενται σε πίνακες στο παράρτημα στο τέλος της μελέτης.

### 6.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΣΙΔΗΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΣΤΗΝ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΙΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

Στην ενότητα αυτή θα παρουσιάσουμε σε ποια κατηγορία ορυκτών οφείλεται η Χ των εξεταζόμενων εδαφών, με βάσει τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει από τις μετρήσεις προ και μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων του εδάφους. Για τους υπολογισμούς θα χρησιμοποιηθούν οι μέσοι όροι (ΜΟ) της Χ των περιοχών.

**Πίνακας 1:** ΜΟ – Τυπική Απόκλιση (s) – Συντελεστής Παραλλακτικότητας (CV%) Χ περιοχών μελέτης

	ΜΟ	s	CV%
ΚΡΟΚΕΕΣ <sup>1</sup>	69,6	31,9	45,9
ΚΡΟΚΕΕΣ <sup>2</sup>	169,1	41,4	24,5
ΛΗΜΝΟΣ <sup>1</sup>	410,2	249,2	60,8
ΛΗΜΝΟΣ <sup>2</sup>	244,1	131,9	54,4
ΛΕΣΒΟΣ <sup>1</sup>	26,6	26,7	100
ΛΕΣΒΟΣ <sup>2</sup>	26,3	37,1	141,1
ΑΓΙΑ ΣΟΦΙΑ <sup>1</sup>	131,6	48,9	37,2
ΑΓΙΑ ΣΟΦΙΑ <sup>2</sup>	53,1	14,9	28,0
ΞΑΝΘΗ <sup>1</sup>	18,4	9,6	52,1
ΞΑΝΘΗ <sup>2</sup>	27,2	15,2	55,8

Στην περιοχή των Κροκεών και στην περιοχή της Ξάνθης οι τιμές της Χ μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων είναι μεγαλύτερες, γεγονός το οποίο δε συμφωνεί με τη θεωρία που έχει μελετηθεί για την παρούσα εργασία, κατά την οποία ισχύει ότι μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων (μέθοδος CBD) οι τιμές της Χ θα πρέπει να είναι μικρότερες, λόγω του ότι το CBD καταστρέφει τα πεδογενή σιδηρομαγνητικά συστατικά του εδάφους όπου εφαρμόζεται. Οι παράγοντες που προκαλούν αυτό το φαινόμενο που απαντάται στα εδάφη των δύο προαναφερθέντων περιοχών δεν έχουν διαπιστωθεί. Είναι πιθανό τα αποτελέσματα αυτά να προκύπτουν λόγω της μεγάλης ηλικίας των εδαφών αυτών.

#### ΛΗΜΝΟΣ

Στην περιοχή της Λήμνου η Χ μειώνεται μετά την εκχύλιση με CBD, γεγονός το οποίο δηλώνει ότι μέρος της Χ οφείλεται σε canted – antiferromagnetic (μαγεμίτης, αιματίτης, γκαιτίτης). Το 40,5% αποτελεί το ποσοστό συμμετοχής του μαγνητίτη στην MS του εδάφους και το 59,5% που χάθηκε οφείλονταν σε δευτερογενή ορυκτά – συστατικά του εδάφους, δηλαδή σε μαγεμίτη και άργιλο.

## **ΛΕΣΒΟΣ**

Στην περιοχή της Λέσβου η Χ μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων (μέθοδος CBD) είναι ελάχιστα μικρότερη δηλώνοντας έτσι πως ίσως ένα μέρος των δευτερογενών ορυκτών της εξεταζόμενης εδαφοτομής να έχει απομακρυνθεί. Μέσω υπολογισμού προκύπτει πως η Χ του εδάφους αυτού οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά σε μαγνητίτη, δηλαδή οι μαγνητικές ιδιότητες στην προκειμένη περίπτωση οφείλονται εξ ολοκλήρου στο μητρικό υλικό.

## **ΑΓΙΑ ΣΟΦΙΑ**

Στην περιοχή της Αγίας Σοφίας οι τιμές της Χ, μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων, είναι φανερά μικρότερες, επομένως ένα σημαντικό ποσοστό δευτερογενών ορυκτών του εδάφους έχει καταστραφεί. Το ποσοστό συμμετοχής του μαγνητίτη στην Χ είναι 59,7% και το ποσοστό που οφείλονταν σε μαγεμίτη και άργιλο είναι ίσο με 40,3%. Άρα οι μαγνητικές ιδιότητες και σε αυτήν την περιοχή οφείλονται κατά μεγάλο ποσοστό στο μητρικό υλικό.

## 6.4 ΜΕΣΟΣ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΟΡΟΣ

Στην ενότητα αυτή θα παρουσιαστεί ο Μέσος Σταθμισμένος Όρος της Μαγνητικής Επιδεκτικότητας σε σχέση με την ηλικία των εξεταζόμενων εδαφών και των λόγων του Ενεργού Σιδήρου ( $Fe_2O_{3o}/ Fe_2O_{3d}$ ) καθώς και του λόγου  $Fe_2O_{3d}/ Fe_2O_{3total}$  που αποτελεί ένδειξη για την εξέλιξη του εδάφους.

Ο Μέσος Σταθμισμένος Όρος υπολογίζεται ως εξής:

Σταθμικός μέσος ή σταθμισμένος μέσος όρος ονομάζεται το αποτέλεσμα:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k (w_i x_i)}{\sum_{i=1}^k (w_i)} = \frac{w_1 x_1 + \dots + w_k x_k}{w_1 + \dots + w_k}$$

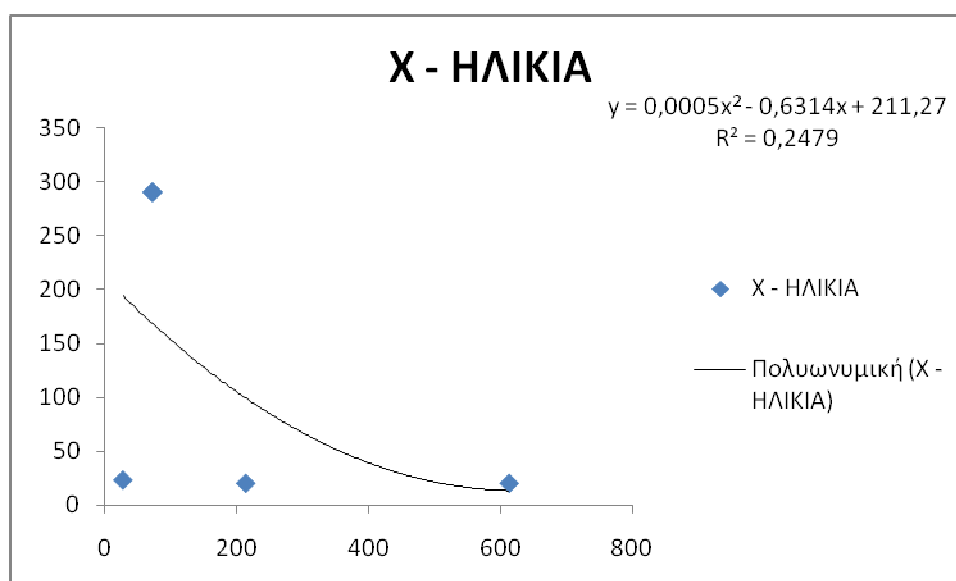
όπου  $w_i$  ονομάζεται **συντελεστής βαρύτητας** του  $i$  στοιχείου  $x_i$ .

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν για τα εξεταζόμενα εδάφη παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

**Πίνακας 1:** ΜΣΟ Μαγνητικής Επιδεκτικότητας – Ηλικία ηφαιστειακών εδαφών που δεν ανήκουν στο τόξο του ν. Αιγαίου .

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΣΟ Χ	ΗΛΙΚΙΑ (Ma)
ΚΡΟΚΕΕΣ 1	73,1	290
ΚΡΟΚΕΕΣ 2	72,0	290
ΛΗΜΝΟΣ – ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ	612,0	20
ΛΗΜΝΟΣ - ΜΟΥΔΡΟΣ	213,66	20
ΛΕΣΒΟΣ	27,91	23

**Διάγραμμα 1:** ΜΣΟ  $X_{if}$ -ΗΛΙΚΙΑΣ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ



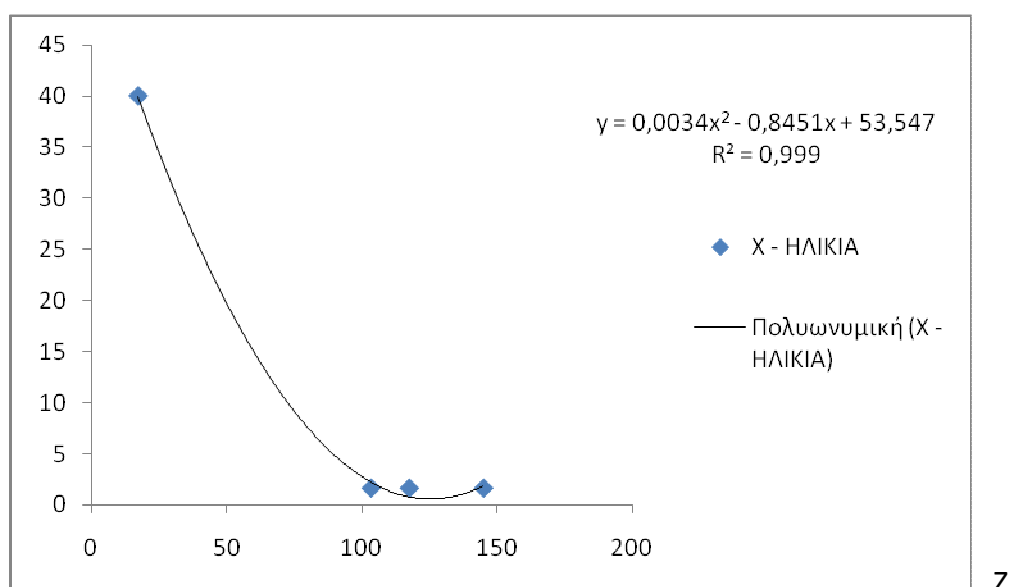
Στον άξονα χ του διαγράμματος παρουσιάζεται η Μαγνητική Επιδεκτικότητα (ΜΣΟ) και στον άξονα ψ, η ηλικία των εδαφοτομών. Στο Διάγραμμα 1 παρατηρείται ότι όσο αυξάνει η ηλικία των εξεταζόμενων εδαφών, η Χ μειώνεται.

**Πίνακας 2:** ΜΣΟ Μαγνητικής Επιδεκτικότητας – Ηλικία εδαφών Alfisols

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΣΟ Χ	ΗΛΙΚΙΑ (Ma)
ΑΓΙΑ ΣΟΦΙΑ 1	117,28	1,6
ΑΓΙΑ ΣΟΦΙΑ 2	144,68	1,6
ΑΓΙΑ ΣΟΦΙΑ 3	103,17	1,6
ΞΑΝΘΗ	10,35	40

Στη συνέχεια ακολουθεί διάγραμμα του ΜΣΟ της Χ σε σχέση με την ηλικία των εξεταζόμενων εδαφοτομών.

**Διάγραμμα 2:** ΜΣΟ  $X_{if}$ -ΗΛΙΚΙΑΣ ΕΔΑΦΩΝ ALFISOLS



Στον άξονα χ του διαγράμματος παρουσιάζεται η Μαγνητική Επιδεκτικότητα (ΜΣΟ) και στον άξονα ψ, η ηλικία των εδαφοτομών. Στο Διάγραμμα 2 παρατηρείται ότι όσο αυξάνει η ηλικία των εξεταζόμενων εδαφών, η Χ μειώνεται.

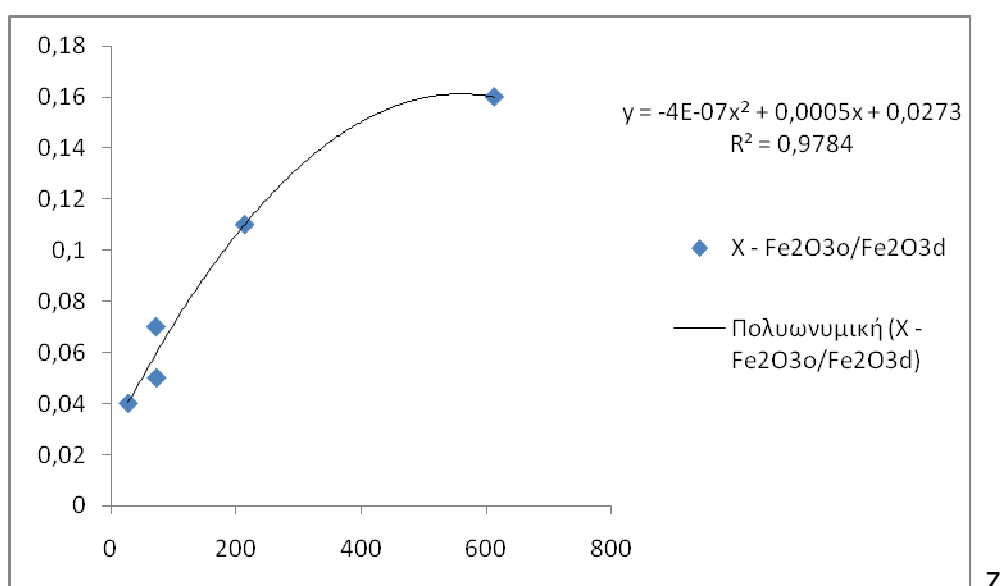
Στη συνέχεια ακολουθούν πίνακες με τα αποτελέσματα του ΜΣΟ της  $X_{if}$  και των λόγων του Ενεργού Σιδήρου ( $Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$ ) και  $Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3total}$  που αποτελούν ένδειξη για την εξέλιξη του εδάφους.

**Πίνακας 3:** ΜΣΟ Μαγνητικής Επιδεκτικότητας – ΜΣΟ  $\text{Fe}_2\text{O}_{3o}/\text{Fe}_2\text{O}_{3d}$  και  $\text{Fe}_2\text{O}_{3d}/\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{total}}$  ηφαιστειακών εδαφών.

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΣΟ $\chi_{\text{if}}$	ΜΣΟ $\text{Fe}_2\text{O}_{3o}/\text{Fe}_2\text{O}_{3d}$	ΜΣΟ $\text{Fe}_2\text{O}_{3d}/\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{total}}$
ΚΡΟΚΕΕΣ 1	73,1	0,05	0,25
ΚΡΟΚΕΕΣ 2	72,0	0,07	0,17
ΛΗΜΝΟΣ – ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ	612,0	0,16	0,20
ΛΗΜΝΟΣ - ΜΟΥΔΡΟΣ	213,66	0,11	0,22
ΛΕΣΒΟΣ	27,91	0,04	0,41

Στη συνέχεια ακολουθεί διάγραμμα του ΜΣΟ της Μαγνητικής Επιδεκτικότητας σε σχέση με το ΜΣΟ του λόγου του Ενεργού Σιδήρου ( $\text{Fe}_2\text{O}_{3o}/\text{Fe}_2\text{O}_{3d}$ ) και του λόγου  $\text{Fe}_2\text{O}_{3d}/\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{total}}$ .

**Διάγραμμα 3:** ΜΣΟ  $\chi_{\text{if}}$  - ΜΣΟ  $\text{Fe}_2\text{O}_{3o}/\text{Fe}_2\text{O}_{3d}$  ηφαιστειακών εδαφών.



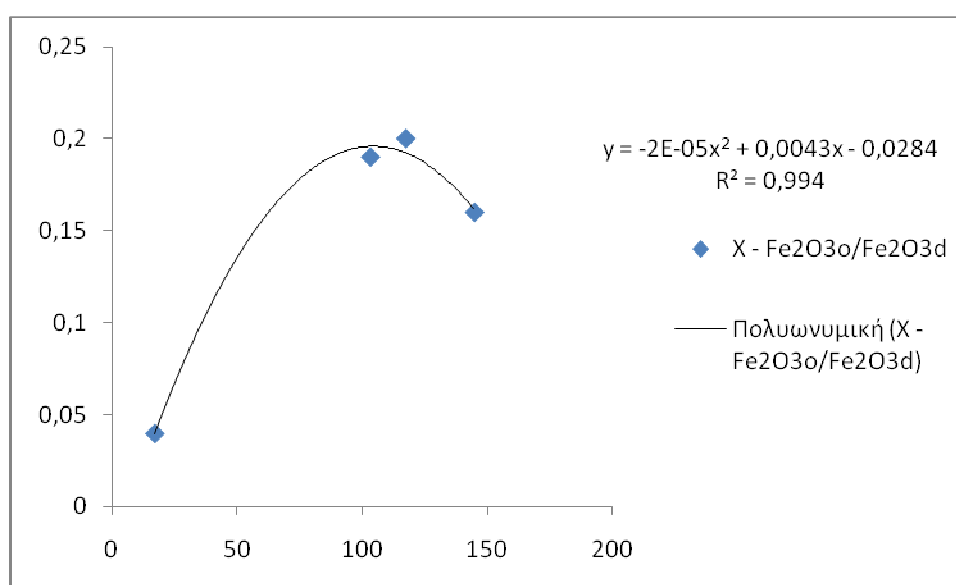
Στον άξονα  $\chi$  του διαγράμματος παρουσιάζεται η Μαγνητική Επιδεκτικότητα (ΜΣΟ) και στον άξονα  $\psi$ , ο ΜΣΟ του λόγου του Ενεργού Σιδήρου ( $\text{Fe}_2\text{O}_{3o}/\text{Fe}_2\text{O}_{3d}$ ).

Στο Διάγραμμα 3 φαίνεται ότι αυξανόμενης της  $X$  αυξάνεται και ο λόγος του Ενεργού Σιδήρου. Γενικότερα ισχύει ότι όσο μικρότερος είναι ο λόγος αυτός τόσο πιο εξελιγμένα είναι τα εδάφη. Μέσω αυτού προκύπτει ότι όσο πιο νεαρά είναι τα εδάφη που εξετάζουμε τόσο μεγαλύτερη είναι η Μαγνητική Επιδεκτικότητα που εμφανίζουν.

**Πίνακας 4:** ΜΣΟ Μαγνητικής Επιδεκτικότητας – ΜΣΟ  $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{o}}/\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{d}}$  και  $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{d}}/\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{total}}$  εδαφών Alfisols.

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΣΟ $\chi_{\text{if}}$	ΜΣΟ $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{o}}/\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{d}}$	ΜΣΟ $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{d}}/\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{total}}$
ΑΓΙΑ ΣΟΦΙΑ 1	117,28	0,20	0,21
ΑΓΙΑ ΣΟΦΙΑ 2	144,68	0,16	0,18
ΑΓΙΑ ΣΟΦΙΑ 3	103,17	0,19	0,21
ΞΑΝΘΗ	10,35	0,04	0,34

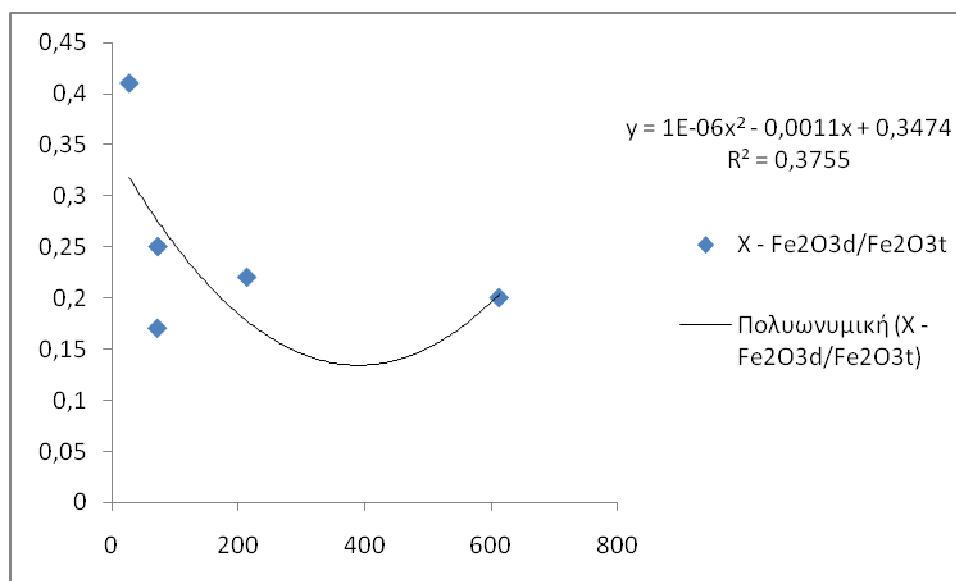
**Διάγραμμα 4:** ΜΣΟ  $\chi_{\text{if}}$  - ΜΣΟ  $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{o}}/\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{d}}$  εδαφών Alfisols



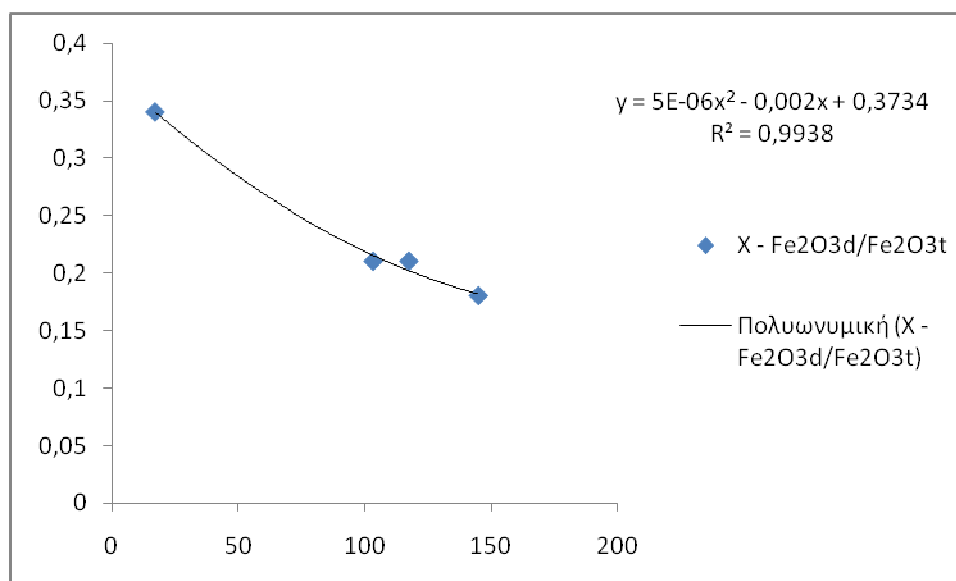
Στον άξονα  $\chi$  του διαγράμματος παρουσιάζεται η Μαγνητική Επιδεκτικότητα (ΜΣΟ) και στον άξονα  $\psi$ , ο ΜΣΟ του λόγου Ενεργού Σιδήρου ( $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{o}}/\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{d}}$ ).

Στο Διάγραμμα 4 φαίνεται ότι αυξανόμενης της  $\chi$  αυξάνεται και ο λόγος του Ενεργού Σιδήρου. Γενικότερα ισχύει ότι όσο μικρότερος είναι ο λόγος αυτός τόσο πιο εξελιγμένα είναι τα εδάφη. Μέσω αυτού προκύπτει ότι όσο πιο νεαρά είναι τα εδάφη που εξετάζουμε τόσο μεγαλύτερη είναι η Μαγνητική Επιδεκτικότητα που εμφανίζουν. Εξαιρέση αποτελεί η 2<sup>η</sup> εδαφοτομή της Αγίας Σοφίας.



**Διάγραμμα 5:** ΜΣΟ  $X_{if}$  - ΜΣΟ  $Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3total}$  ηφαιστειακών εδαφών.

Στον άξονα χ του διαγράμματος παρουσιάζεται η Μαγνητική Επιδεκτικότητα (ΜΣΟ) και στον άξονα ψ, ο ΜΣΟ του λόγου  $Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3total}$ .

**Διάγραμμα 6:** ΜΣΟ  $X_{if}$  - ΜΣΟ  $Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3total}$  εδαφών Alfisols.

Στον άξονα χ του διαγράμματος παρουσιάζεται η Μαγνητική Επιδεκτικότητα (ΜΣΟ) και στον άξονα ψ, ο ΜΣΟ του λόγου  $Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3total}$ .

Στα διαγράμματα 5 και 6 φαίνεται πως η  $X$  μειώνεται καθώς μειώνεται και ο λόγος  $Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3total}$ , που αποτελεί δείκτη εξέλιξης – ωρίμανσης των εδαφών και εκφράζει τον βαθμό μετασχηματισμού ενός μητρικού υλικού σε πεδογενή οξειδία. Αυτό πιθανότατα να συμβαίνει, λόγω του ότι στην πορεία του χρόνου, μέσω των εδαφογενετικών διεργασιών που έλαβαν χώρα στα εδάφη αυξήθηκαν τα κρυσταλλικά οξειδία του σιδήρου, αλλά υπό τις μορφές του γκαιτίτη και του αιματίτη που δεν συνεισφέρουν σημαντικά στις μαγνητικές ιδιότητες του εδάφους. Εξάιρεση αποτελεί η εδαφοτομή Άγιος Ιωάννης της Λήμνου.

## 6.5 ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΙΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΗ ΑΠΟ ΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΜΑΓΝΗΤΙΣΗΣ

(% $X_{fd}$ )

Ο υπολογισμός της % $X_{fd}$ , γίνεται με μέτρηση του δείγματος σε δύο διαφορετικές συχνότητες μαγνήτισης, μια σε χαμηλή συχνότητα (0.46 kHz) και μία σε υψηλή συχνότητα (4.6 kHz). Η διαφορά των τιμών μαγνητικής επιδεκτικότητας σε διαφορετικές συχνότητες, φανερώνει την παρουσία και το ποσό των υπέρ-παραμαγνητικών ορυκτών (SP= SuperParamagnetic).

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της % $X_{fd}$  για τα μελετώμενα εδάφη κάθε περιοχής.

### ΚΡΟΚΕΕΣ

Ορίζοντας	Βάθος	$X_{fd}$
	cm	%
<b>Εδαφτομή 1</b>		
A	0-25	3,4
AC	25-42	0,9
C	>42	1,3
<b>Εδαφτομή 2</b>		
A	0-21	0,1
B	21-32	8,0
C <sub>1</sub>	32-42	1,5
C <sub>2</sub>	>42	0,5

Στην περιοχή των Κροκεών τα ποσοστά της % $X_{fd}$  κυμαίνονται σε επίπεδο <2,0 % (low  $X_{fd}$ ), με εξαίρεση δύο οριζόντων που οι τιμές τους κυμαίνονται στην κατηγορία της medium % $X_{fd}$  (2,0 – 10,0 %). Από τα παραπάνω συμπεραίνεται πως στα δείγματα της περιοχής αυτής, ουσιαστικά δεν παρατηρούνται υπερπαραμαγνητικά υλικά (<10%). Στους ορίζοντες όπου παρουσιάζονται τιμές 2,0 – 10,0 %, πιθανό, να υπάρχει μίξη υπερπαραμαγνητικών και λεπτότερων μη υπερπαραμαγνητικών υλικών, ή υπερπαραμαγνητικά υλικά < 0,005 $\mu$ m.

## ΛΗΜΝΟΣ

Ορίζοντας	Βάθος	$X_{fd}$
	cm	%
<b>Άγιος Ιωάννης</b>		
A	0-26	21,4
AB	26-67	10,8
B	67-99	25,2
B <sub>1</sub>	99-137	27,2
BC	>137	22,9
<b>Μούδρος</b>		
A	0-23	20,6
B	23-40	25,0
B <sub>1</sub>	40-65	15,2
B <sub>2</sub>	65-89	12,9
BC	89-103	18,5
C	>103	17,0

Στην περιοχή της Λήμνου τα ποσοστά της  $\%X_{fd}$  κυμαίνονται σε πολύ υψηλά επίπεδα >14,0% (very high  $X_{fd}$  %), γεγονός το οποίο σημαίνει ότι τα δείγματα της περιοχής αυτής παρουσίαζαν ανισοτροπία ή είχαν μολυνθεί κατά την παρασκευή τους, και για αυτό το λόγο η μέτρηση που προέκυψε πιθανό να ήταν εσφαλμένη. Υπάρχει όμως η πιθανότητα οι τιμές αυτές να οφείλονται στη μεγάλη ηλικία των εδαφών ή στα υπερπαραμαγνητικά ορυκτά, όπου στιγμιαία μπορεί να εμφανίσουν υψηλές τιμές, μέχρι και 1000. Εξάιρεση αποτέλεσαν ο ορίζοντας AB της εδαφοτομής του Αγίου Ιωάννη και ο ορίζοντας B<sub>2</sub> της εδαφοτομής του Μούδρου, όπου παρουσιάζουν τιμές που εντάσσονται στο εύρος της υψηλής  $\%X_{fd}$  (10,0 – 14,0 %) και δηλώνουν πως αποτελούνται σχεδόν αποκλειστικά από υπερπαραμαγνητικά υλικά (ποσοστό >75%).

## ΛΕΣΒΟΣ

Ορίζοντας	Βάθος	$X_{fd}$
	cm	%
<b>Λέσβος</b>		
A	0-38	4,0
BA	38-63	5,3
Bw <sub>1</sub>	63-107	11,1
Bw <sub>2</sub>	107-145	0,6
BC	145-178	10,9
CB	178-210	14,6
C	>210	0,0

Στην περιοχή της Λέσβου τα ποσοστά της  $\%X_{fd}$  κυμαίνονται, για τους ορίζοντες A, BA και Bw<sub>2</sub>, στο επίπεδο της medium  $\%X_{fd}$  (2,0 – 10,0 %), δηλώνοντας πως τα δείγματα αυτά αποτελούνται από μίξη υπερπαραμαγνητικών και λεπτότερων μη παραμαγνητικών υλικών, ή υπερπαραμαγνητικά υλικά < 0,005μm. Οι ορίζοντες Bw<sub>1</sub> και BC και CB παρουσιάζουν τιμές που εντάσσονται στο εύρος της υψηλής  $\%X_{fd}$  (10,0 – 14,0 %) δηλώνοντας πως αποτελούνται σχεδόν αποκλειστικά από υπερπαραμαγνητικά υλικά. Ο ορίζοντας του μητρικού υλικού δεν παρουσιάζει σχεδόν καθόλου παραμαγνητικά υλικά.

## ΑΓΙΑ ΣΟΦΙΑ

Ορίζοντας	Βάθος	$\chi_{fd}$
	cm	%
<b>Εδαφοτομή 1</b>		
Ap	0-26	26,0
E	26-61	23,7
Bt	61-113	22,8
BC	113-152	23,8
C	152-180	13,9
<b>Εδαφοτομή 2</b>		
Ap	0-34	25,5
BE	35-55	16,1
Bt	55-113	17,6
BC	113-130	54,4
C	130-150	31,3
A	0-34	24,8
AB	34-65	28,5
Bt	66-99	12,4
C	100-130	12,8
<b>Εδαφοτομή 3</b>		
E	20-40	2,8
BE	40-55	15,1
Bt	55-135	17,7
C	135-170	25,6

Στην περιοχή της Αγίας Σοφίας οι τιμές της  $\% \chi_{fd}$  κυμαίνονται σε πολύ υψηλά επίπεδα >14,0% (very high  $\chi_{fd}$  %), γεγονός το οποίο σημαίνει ότι τα δείγματα της περιοχής αυτής παρουσίαζαν ανιστροπία ή είχαν μολυνθεί κατά την παρασκευή

τους, και για αυτό το λόγο η μέτρηση που προέκυψε πιθανό να ήταν εσφαλμένη. Και στα εδάφη της Αγίας Σοφίας λόγω ηλικίας ή παρουσίας υπερπαραμαγνητικών ορυκτών, μπορεί να εμφανίζονται υψηλές τιμές της  $\%X_{fd}$ . Εξαιρέση αποτέλεσαν ο ορίζοντας C της εδαφοτομής 1, οι ορίζοντες Bt και C της εδαφοτομής 2 και ο ορίζοντας E της εδαφοτομής 3. Για τους ορίζοντες των εδαφοτομών 1 και 2 εμφανίζονται υψηλές τιμές  $\%X_{fd}$  (10,0 – 14,0 %) δηλώνοντας πως αποτελούνται σχεδόν αποκλειστικά από υπερπαραμαγνητικά υλικά (ποσοστό >75%). Ο ορίζοντας E της τρίτης εδαφοτομής παρουσιάζει τιμή που ανήκει στο εύρος της medium  $\%X_{fd}$  (2,0 – 10,0 %), επομένως το δείγμα αποτελούσε μίξη υπερπαραμαγνητικών και λεπτότερων μη παραμαγνητικών υλικών, ή αποτελούνταν από υπερπαραμαγνητικά υλικά < 0,005 $\mu$ m.

### ΞΑΝΘΗ

Ορίζοντας	Βάθος	$X_{fd}$
	cm	%
<b>Εδαφοτομή 1</b>		
A	0-25	6,9
AB	25-47	0,0
Bt	47-58	17,3
C	>58	15,9
<b>Εδαφοτομή 2</b>		
A	0-16	7,4
Bt	16-53	0,0
BC	53-84	0,0
C	84-107	11,7
A	107-138	10,4
Bt <sub>1</sub>	138-172	2,9
Bt <sub>2</sub>	172-200	11,1
BC <sub>b</sub>	200-245	0,0
C	245-285	0,0
A <sub>b</sub>	285-310	4,1
Bt <sub>1</sub>	310-325	17,8
Bt <sub>2</sub>	325-347	0,0
BC	347-372	4,5
C	372-400	0,0

Στην περιοχή της Ξάνθης στην εδαφοτομή 1 μόνο ο ορίζοντας A και στην εδαφοτομή 2, οι περισσότεροι ορίζοντες εμφανίζουν τιμή % $X_{fd}$  που εντάσσεται στο εύρος τιμών της medium % $X_{fd}$  (2,0 – 10,0 %), τα εδάφη αυτά αποτελούν μίξη υπερπαραμαγνητικών και λεπτότερων μη παραμαγνητικών υλικών, ή αποτελούνται από υπερπαραμαγνητικά υλικά < 0,005 $\mu$ m. Οι υπόλοιποι τρεις ορίζοντες της εδαφοτομής 1, καθώς και οι υπόλοιποι έξι της εδαφοτομής 2 παρουσίαζαν ανισοτροπία ή είχαν μολυνθεί κατά την παρασκευή τους, και για αυτό το λόγο η μέτρηση που προέκυψε πιθανό να ήταν εσφαλμένη. Και στην περιοχή της Ξάνθης η μεγάλη ηλικία των εδαφών ή η παρουσία υπερπαραμαγνητικών ορυκτών, που στιγμιαία απέκτησαν υψηλές τιμές (έως 1000), πιθανό να είναι υπεύθυνα για τις τόσο υψηλές τιμές της % $X_{fd}$ .

## 6.6 ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΕΠΙΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΗΣ ΑΠΟ ΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΜΑΓΝΗΤΙΣΗΣ ΜΕ ΤΙΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι συσχετίσεις της % $X_{fd}$  με τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους. Στη συνέχεια ακολουθούν πίνακες με τα αποτελέσματα.

### 6.6.1 ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΑ ΕΔΑΦΗ ΕΚΤΟΣ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΟΥ ΤΟΞΟΥ Ν .ΑΙΓΑΙΟΥ

**Πίνακας 1:** Συσχετίσεις % $X_{fd}$  – Φυκ/κες ιδιότητες

Variable	Correlations (NON VOLCANIC ARC) Marked correlations are significant at $p < ,05000$ N=25 (Casewise deletion of missing data)	
	$X_{fd1}$ %	$X_{fd2}$ %
SAND %	0,59	0,21
SILT %	-0,58	-0,26
CLAY %	-0,45	-0,12
pH	0,54	0,38
OM %	-0,47	0,12
Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub> %	-0,57	-0,35
Fe <sub>2</sub> O <sub>3o</sub> %	-0,34	-0,59
Fe <sub>2</sub> O <sub>3t</sub>	-0,75	-0,11
Fe <sub>2</sub> O <sub>3o</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub>	0,63	0,03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3t</sub>	-0,25	-0,47

Στον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι η % $X_{fd}$  εμφανίζει στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση με το κλάσμα της άμμου, γεγονός το οποίο μαρτυρά πως οι μαγνητικές ιδιότητες κληρονομούνται από το μητρικό υλικό. Η στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση της % $X_{fd}$  με την άργιλο δηλώνει πως το κλάσμα της άργιλου δε συνεισφέρει στην εμφάνιση μαγνήτισης στα εδάφη αυτά. Οι αρνητικές συσχετίσεις που παρουσιάζονται με τα οξείδια του σιδήρου, καθώς και με τον ολικό σίδηρο των εδαφών, δηλώνουν επίσης, πως ούτε αυτά συνεισφέρουν στο μαγνητισμό του εδάφους, είτε λόγω των πολύ μικρών συγκεντρώσεων ζτους σε αυτό, είτε λόγω της ύπαρξης τους υπό μορφές οι οποίες συνεισφέρουν ελάχιστα

στις μαγνητικές ιδιότητες, π.χ. αιματίτης, γκαιτίτης. Η αρνητική συσχέτιση με τον ολικό σίδηρο δηλώνει πως ο σίδηρος βρίσκεται κυρίως στο κρυσταλλικό πλέγμα των ορυκτών και δε συμμετέχει στη μαγνητική επιδεκτικότητα του εδάφους. Η διαλυτοποίηση του μαγνητίτη από το CBD είναι ασήμαντη. Μετρήσεις της  $X$  πριν και μετά την εκχύλιση με CBD μας δίνει αποτελέσματα από τα οποία μπορούμε να αξιολογήσουμε τη σχετική συνεισφορά των λιθογενών ορυκτών που φέρουν σίδηρο αλλά και των εδαφογενετικών ορυκτών που φέρουν σίδηρο σε εδάφη και αποθέσεις.

## 6.6.2 ΕΔΑΦΗ ALFISOLS

**Πίνακας 2:** Συσχετίσεις % $X_{fd}$  – Φυκ/κες ιδιότητες

Variable	Correlations (ALFISOLS)	
	$X_{fd1}$ %	$X_{fd2}$ %
SAND%	-0,07	0,12
SILT%	-0,10	-0,09
CLAY%	0,28	-0,11
pH	-0,30	-0,17
OM %	-0,14	0,22
Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub> %	-0,32	-0,02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3o</sub> %	<b>0,39</b>	-0,01
Fe <sub>2</sub> O <sub>3t</sub>	<b>0,37</b>	-0,03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3o</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub>	<b>0,57</b>	-0,03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3d</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3t</sub>	<b>-0,51</b>	-0,05

Από τον πίνακα 2 προκύπτει ότι η % $X_{fd}$  εμφανίζει στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση με τα άμορφα οξειδία του σιδήρου, γεγονός το οποίο σημαίνει πως τα οξειδία αυτά μπορεί να μετατραπούν σε μαγεμίτη και έτσι να προσδώσουν στα εδάφη μαγνητικές ιδιότητες. Η στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ της % $X_{fd}$  και του ολικού σιδήρου δηλώνει ότι ο σίδηρος που βρίσκεται στο κρυσταλλικό πλέγμα της αργίλου συνεισφέρει σημαντικά στις μαγνητικές ιδιότητες του εδάφους.

## 6.7 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα εδάφη των Κροκεών, της Λήμνου, της Λέσβου και της Ξάνθης εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές  $X$  στους επιφανειακούς τους ορίζοντες απ' ότι πλησίον του μητρικού υλικού. Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί και με τους Moshe Wieder et al. (2008) και Lu Shenggao (2000) κατά τους οποίους οι τιμές της  $X$  μειώνονται με το βάθος. Οι μικρότερες τιμές των οριζόντων του μητρικού υλικού είναι το αποτέλεσμα της πεδογενετικής αποσάθρωσης του μαγνητίτη που κληρονομείται. Ο ορίζοντας του μητρικού υλικού επηρεάζεται πολύ λιγότερο σε σχέση με τους υπερκείμενους



ορίζοντες, από την αποσάθρωση, γεγονός το οποίο ευνοεί την απομάκρυνση των μαγνητικών ορυκτών από τους ανώτερους ορίζοντες (P. Fine et al., 1989).

Σε όλα τα μελετούμενα εδάφη παρατηρείται τάση αύξησης της  $X$  με το κλάσμα της άμμου, σε μερικά εδάφη στατιστικά σημαντική και σε μερικά όχι. Αυτό υποδηλώνει πως οι μαγνητικές ιδιότητες των εδαφών αυτών κληρονομούνται κατά κύριο λόγο από το μητρικό υλικό. Η αύξηση της  $X$  σε σχέση με την περιεκτικότητα των εδαφών σε άμμο οφείλεται στην επίδραση του κληροδοτούμενου μαγνητίτη, ενός σταθερού πρωτογενούς ορυκτού, στην μαγνητική επιδεκτικότητα. Σε ίδια αποτελέσματα είχαν καταλήξει και οι E. de Jong et al. (1999, 2000) και B. Maher (1997)

Στα Alfisols (Αγία Σοφία) παρατηρείται μετά την καταστροφή των  $Fe_2O_{3d}$  (μέθοδος CBD) θετική συσχέτιση της  $X$  με το κλάσμα της αργίλου. Αυτό κατά πάσα πιθανότητα συμβαίνει λόγω του ότι οι μαγνητικές ιδιότητες του εδάφους οφείλονται σε παραμαγνητικά υλικά (σμεκτίτης, βερμικουλίτης), των οποίων η μαγνήτιση οφείλεται στην παρουσία σιδήρου. Από τον Lu Shenggao (2000) υποστηρίζεται ότι παρουσιάζεται θετική συσχέτιση της  $X$  με το κλάσμα της αργίλου. Από τους E. de Jong et al. (1999, 2000) υποστηρίζεται ότι η  $X$  αυξάνεται καθώς η περιεκτικότητα ενός εδάφους σε άργιλο μειώνεται.

Κατά την αποσάθρωση του μητρικού υλικού απελευθερώνεται ιοντικός σίδηρος στο εδαφικό σύστημα. Ο σίδηρος αυτός οξειδώνεται και κατακρημνίζεται *in situ* ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Σαν αποτέλεσμα ο σίδηρος που απελευθερώνεται είναι υπεύθυνος για το σχηματισμό των δευτερογενών σιδηρομαγνητικών ορυκτών. Τα σιδηρομαγνητικά ορυκτά αυτά, καθίστανται υπεύθυνα για τις μαγνητικές ιδιότητες των εδαφών. Συσχετίσεις, στατιστικά μη σημαντικές, της  $X$  με τα  $Fe_2O_{3d}$  παρατηρήθηκαν στα Alfisols εδάφη και σε λίγα από τα ηφαιστειακά. Ο Lu Shenggao (2000) και οι H.R. Owliaie et al. (2005) υποστηρίζουν επίσης πως, μεταξύ της  $X$  και των τιμών των ελεύθερων οξειδίων ( $Fe_2O_{3d}$ ) υπάρχει θετική συσχέτιση.

Μια στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση μεταξύ της  $X$  και του  $Fe_2O_{3t}$  παρατηρείται στην περιοχή της Ξάνθης. Ενώ αρνητική μη σημαντική στατιστικά παρατηρείται στις περιοχές Κροκεές και Λέσβος. Οι H.R. Owliaie et al. (2005) αναφέρουν αρνητική συσχέτιση μεταξύ του ολικού σιδήρου ( $Fe_2O_{3t}$ ) και της μαγνητικής επιδεκτικότητας  $X$ . Οι E. de Jong et al. (1999) διαπίστωσαν όχι στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των δύο μεγεθών αλλά οι συσχετίσεις έτειναν προς αρνητικές. Οι M. Jelenska et al. (2007) αναφέρουν ότι δεν διαπιστώνεται συσχέτιση μεταξύ του  $Fe_2O_{3t}$  και της  $X$  όπως αναφέρουν και οι Fine et al. (1995) αποδέχονται ωστόσο την υπόθεση των Dearing et al. (1996) ότι οι χαμηλές τιμές σιδήρου μπορεί να αποτελούν περιοριστικό παράγοντα στον σχηματισμό πεδογενετικών σιδηρομαγνητικών ορυκτών.

Ο λόγος  $Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$  αυτός χρησιμοποιείται ως δείκτης εξέλιξης - ωριμότητας του εδάφους και εκφράζει τον βαθμό μετασχηματισμού ενός μητρικού υλικού σε

πεδογενή οξειδία. Μείωση του λόγου αντικατοπτρίζει τη μετατροπή του ferrihydrite σε κρυσταλλικά οξειδία. Επομένως μεγαλύτερες τιμές  $Fe_2O_{3d}$  δηλώνουν κυριαρχία των κρυσταλλικών οξειδίων του σιδήρου. Στα ηφαιστειακά εδάφη σχηματίζονται κατά κύριο λόγο κρυσταλλικά οξειδία του σιδήρου μετά την αποσάθρωση του μητρικού υλικού.

Κατά τους Schwertmann και Taylor (1989), οι λόγοι  $Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$  και  $Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3total}$  εκφράζουν το βαθμό κρυσταλλικότητας των οξειδίων του σιδήρου. Η αύξηση του λόγου  $Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3total}$  συνεπάγεται εντονότερη μετατροπή του μητρικού υλικού σε πεδογενή οξειδία. Η μαγνητική επιδεκτικότητα συσχετίζεται αρνητικά με το λόγο  $Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$  (E. de Jong et al., 2000). Στα υπό μελέτη εδάφη μας δεν παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις της X με τους δύο λόγους εξέλιξης των εδαφών. Διαπιστώθηκε όμως μέσω διαγράμματος, πως η X μειώνεται καθώς μειώνεται και ο λόγος  $Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3total}$ , αυτό πιθανότατα να συμβαίνει, λόγω του ότι στην πορεία του χρόνου, μέσω των εδαφογενετικών διεργασιών που έλαβαν χώρα στα εδάφη αυξήθηκαν τα κρυσταλλικά οξειδία του σιδήρου, αλλά υπό τις μορφές του γκαιτίτη και του αιματίτη που δεν συνεισφέρουν σημαντικά στις μαγνητικές ιδιότητες του εδάφους.

Δύο παράμετροι που μπορεί να επηρεάζουν τις μαγνητικές ιδιότητες των εδαφών, αποτελούν η Οργανική Ουσία και το pH. Σημαντική θετική συσχέτιση της X με την Οργανική Ουσία παρουσιάζεται στα εδάφη της Λέσβου και της Ξάνθης. Η μαγνητική επιδεκτικότητα αυξάνεται καθώς αυξάνεται η οργανική ουσία (M. Jelenska et al., 2007). Η παρουσία της οργανικής ουσίας ευνοεί το σχηματισμό μαγνητικών ορυκτών και είναι υπεύθυνη για τις υψηλές τιμές X που παρατηρούνται στους επιφανειακούς ορίζοντες. Η μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και σε ετερότροφους μικροοργανισμούς κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, μπορούν να προωθήσουν το σχηματισμό των σιδηρομαγνητικών ορυκτών. Η αναγωγή του σιδήρου που ακολουθείται από την οξειδωσή του μπορεί επίσης να προωθήσει το σχηματισμό των μαγνητικών συστατικών που μπορούν να εμφανιστούν αρκετά κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, και που αναμιγνύονται μερικές φορές με μη σιδηρομαγνητικά υλικά (Pawluk και Dumanski, 1973). Η αύξηση της θερμότητας, η οποία παράγει μόνο καλά διασκορπισμένους μικροκρυσταλλικούς σιδηρομαγνητικούς κόκκους στην εδαφική επιφάνεια (Mullins, 1977), αποτυγχάνει να συντελέσει στην αύξηση του μαγνητισμού σε βάθος λίγων εκατοστών από την εδαφική επιφάνεια.

Η μαγνητική επιδεκτικότητα του εδάφους αυξάνεται καθώς μειώνεται το pH (M. Jelenska et al., 2007). Γενικά ισχύει ότι, όσο πιο όξινο είναι ένα έδαφος τόσο πιο έντονο είναι το φαινόμενο της αποσάθρωσης, επομένως, αντίστοιχα εντονότερη θα είναι και η απελευθέρωση πρωτογενών ορυκτών όπως ο μαγνητίτης, που προσδίδει μαγνητικές ιδιότητες στα εδάφη. Στα εξεταζόμενα εδάφη δεν παρατηρούνται σημαντικές συσχετίσεις της X με το pH, εκτός από μία στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση στην περιοχή της Λέσβου.

Αναφερόμενοι στις ηλικίες των υπό μελέτη εδαφών προκύπτει ότι όσο πιο μεγάλης ηλικίας είναι το έδαφος, παρουσιάζει και μικρότερη μαγνητική επιδεκτικότητα. Αυτό συμφωνεί με τους M. Jelenska et al. (2007) όπου κατέληξαν σε αρνητική συσχέτιση μεταξύ της  $\chi$  και της ηλικίας του εδάφους και την εξήγησαν ως ότι, η παρουσία μαγεμίτη σε κατώτερους ορίζοντες δηλώνει ότι το έδαφος είναι αρκετά γηραιό για να μετατρέψει τον λιθογενή αιματίτη σε μαγνητίτη ή μαγεμίτη. Και έρχεται σε αντίθεση με τους Singer και Fine (1989) και Maher et al. (2003) που υποστηρίζουν πως η μαγνητική επιδεκτικότητα αυξάνεται καθώς αυξάνει η ηλικία του εδάφους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η Μαγνητική επιδεκτικότητα των ηφαιστειακών εδαφών που αναπτύσσονται εκτός του ηφαιστειακού τόξου του Ν. Αιγαίου οφείλεται στο μητρικό υλικό, ενώ η Μαγνητική επιδεκτικότητα των Alfisols οφείλεται σε δευτερογενή ορυκτά του εδάφους.
- Τα κρυσταλλικά οξείδια του σιδήρου ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) που απαντώνται στα εδάφη, βρίσκονται υπό μορφές που δε συνεισφέρουν σημαντικά στις μαγνητικές ιδιότητες του εδάφους (π.χ. αιματίτης, γκαιτίτης).
- Στα εδάφη της τάξης Alfisols οι τιμές της Μαγνητικής επιδεκτικότητας ενισχύονται από την παρουσία των άμορφων οξειδίων του σιδήρου ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).
- Η Μαγνητική επιδεκτικότητα των εδαφών μειώνεται με το χρόνο.
- Παρατηρούνται υπερπαραμαγνητικά ορυκτά (SP) σχεδόν σε όλα τα μελετώμενα εδάφη.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ

Σε όλο το κείμενο της μελέτης αυτής θα χρησιμοποιηθούν ορισμένες συντμήσεις προς διευκόλυνση. Οι συντμήσεις αυτές είναι:

**Fe<sub>2</sub>O<sub>3d</sub>** : Ελεύθερα οξείδια του σιδήρου.

**Fe<sub>2</sub>O<sub>3o</sub>** : Άμορφα οξείδια του σιδήρου.

**Fe<sub>2</sub>O<sub>3t</sub>** : Ολικός σίδηρος του κλάσματος της άμμου (< 250μm).

**X<sub>if</sub>** : Μαγνητική Επιδεκτικότητα μετρούμενη σε χαμηλή συχνότητα μαγνήτισης (0,47 kHz). Στο κείμενο όπου υπάρχει Μαγνητική Επιδεκτικότητα χωρίς δείκτη θα εννοείται η X<sub>if</sub>.

**X<sub>ifn</sub>** : Μαγνητική Επιδεκτικότητα μετρούμενη σε υψηλή συχνότητα μαγνήτισης (4,7 kHz).

**X<sub>hif</sub>** : Μαγνητική Επιδεκτικότητα μετρούμενη σε χαμηλή συχνότητα μαγνήτισης (0,47 kHz), μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων του σιδήρου με κιτρικό διθειονικό νάτριο (CBD).

**X<sub>hfn</sub>** : Μαγνητική Επιδεκτικότητα μετρούμενη σε υψηλή συχνότητα μαγνήτισης (4,7 kHz), μετά την καταστροφή των ελεύθερων οξειδίων του σιδήρου με κιτρικό διθειονικό νάτριο (CBD).

**X<sub>fd</sub>** : Μαγνητική Επιδεκτικότητα εξαρτώμενη από τη συχνότητα μαγνήτισης =>

$$[(X_{if} - X_{hif}) / X_{if}] * 100$$

Correlations (KROKES)																
Marked correlations are significant at $p < ,05000$																
N=7 (Casewise deletion of missing data)																
Variable	$X_{if}$	MΣO $X_{if}$	$X_{hf}$	$X_{ifn}$	MΣO $X_{ifn}$	$X_{hfn}$	SAND %	SILT %	CLAY %	pH	OM %	$Fe_2O_{3d}$ %	$Fe_2O_{3o}$ %	$Fe_2O_{3t}$ %	$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$
$X_{if}$	1,00	0,04	1,00	0,38	-0,20	0,37	0,55	-0,63	-0,42	-0,13	0,26	-0,01	0,29	-0,57	0,32	0,53
MΣO $X_{if}$	0,04	1,00	0,04	-0,03	-0,92	-0,01	-0,07	-0,35	0,17	-0,30	0,12	0,17	-0,64	-0,50	-0,71	0,65
$X_{hf}$	1,00	0,04	1,00	0,40	-0,21	0,38	0,55	-0,67	-0,41	-0,13	0,25	-0,04	0,28	-0,56	0,33	0,51
$X_{ifn}$	0,38	-0,03	0,40	1,00	-0,18	1,00	0,37	-0,49	-0,33	0,45	0,11	0,21	0,49	-0,60	0,33	0,56
MΣO $X_{ifn}$	-0,20	-0,92	-0,21	-0,18	1,00	-0,20	-0,28	0,54	0,16	0,41	-0,38	0,10	0,60	0,73	0,43	-0,69
$X_{hfn}$	0,37	-0,01	0,38	1,00	-0,20	1,00	0,36	-0,48	-0,32	0,45	0,10	0,19	0,44	-0,61	0,31	0,56
SAND %	0,55	-0,07	0,55	0,37	-0,28	0,36	1,00	-0,53	-0,96	-0,59	0,90	-0,62	0,18	-0,61	0,71	0,14
SILT %	-0,63	-0,35	-0,67	-0,49	0,54	-0,48	-0,53	1,00	0,27	0,25	-0,35	0,18	-0,04	0,49	-0,25	-0,41
CLAY %	-0,42	0,17	-0,41	-0,33	0,16	-0,32	-0,96	0,27	1,00	0,54	-0,90	0,57	-0,24	0,57	-0,71	-0,08
pH	-0,13	-0,30	-0,13	0,45	0,41	0,45	-0,59	0,25	0,54	1,00	-0,80	0,65	0,38	0,18	-0,17	0,16
OM %	0,26	0,12	0,25	0,11	-0,38	0,10	0,90	-0,35	-0,90	-0,80	1,00	-0,59	0,02	-0,49	0,51	0,03
$Fe_2O_{3d}$ %	-0,01	0,17	-0,04	0,21	0,10	0,19	-0,62	0,18	0,57	0,65	-0,59	1,00	0,36	0,08	-0,51	0,42
$Fe_2O_{3o}$ %	0,29	-0,64	0,28	0,49	0,60	0,44	0,18	-0,04	-0,24	0,38	0,02	0,36	1,00	0,12	0,62	-0,10
$Fe_2O_{3t}$ %	-0,57	-0,50	-0,56	-0,60	0,73	-0,61	-0,61	0,49	0,57	0,18	-0,49	0,08	0,12	1,00	-0,01	-0,84
$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	0,32	-0,71	0,33	0,33	0,43	0,31	0,71	-0,25	-0,71	-0,17	0,51	-0,51	0,62	-0,01	1,00	-0,39
$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$	0,53	0,65	0,51	0,56	-0,69	0,56	0,14	-0,41	-0,08	0,16	0,03	0,42	-0,10	-0,84	-0,39	1,00

Correlations (LIMNOS)																
Marked correlations are significant at $p < ,05000$																
N=11 (Casewise deletion of missing data)																
Variable	$X_{if}$	MΣO $X_{if}$	$X_{hf}$	$X_{ifn}$	MΣO $X_{ifn}$	$X_{hfn}$	SAND %	SILT %	CLAY %	pH	OM %	$Fe_2O_{3d}$ %	$Fe_2O_{3o}$ %	$Fe_2O_{3t}$ %	$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$
$X_{if}$	1,00	0,79	0,99	0,95	0,79	0,94	0,84	-0,40	-0,90	-0,14	0,28	-0,54	0,44	0,18	0,55	-0,47
MΣO $X_{if}$	0,79	1,00	0,81	0,87	1,00	0,88	0,78	-0,39	-0,82	-0,32	0,23	-0,02	0,45	-0,12	0,21	0,03
$X_{hf}$	0,99	0,81	1,00	0,95	0,81	0,95	0,86	-0,44	-0,89	-0,22	0,37	-0,52	0,52	0,12	0,59	-0,43
$X_{ifn}$	0,95	0,87	0,95	1,00	0,87	1,00	0,84	-0,42	-0,89	-0,25	0,29	-0,31	0,52	0,19	0,47	-0,31
MΣO $X_{ifn}$	0,79	1,00	0,81	0,87	1,00	0,88	0,78	-0,39	-0,81	-0,33	0,23	-0,02	0,45	-0,12	0,21	0,03
$X_{hfn}$	0,94	0,88	0,95	1,00	0,88	1,00	0,83	-0,40	-0,88	-0,25	0,28	-0,29	0,51	0,19	0,46	-0,29
SAND %	0,84	0,78	0,86	0,84	0,78	0,83	1,00	-0,76	-0,81	-0,29	0,37	-0,33	0,58	0,07	0,54	-0,28
SILT %	-0,40	-0,39	-0,44	-0,42	-0,39	-0,40	-0,76	1,00	0,24	0,48	-0,56	0,06	-0,63	0,18	-0,52	-0,06
CLAY %	-0,90	-0,82	-0,89	-0,89	-0,81	-0,88	-0,81	0,24	1,00	-0,00	-0,04	0,44	-0,31	-0,27	-0,34	0,47
pH	-0,14	-0,32	-0,22	-0,25	-0,33	-0,25	-0,29	0,48	-0,00	1,00	-0,75	-0,09	-0,90	0,27	-0,61	-0,23
OM %	0,28	0,23	0,37	0,29	0,23	0,28	0,37	-0,56	-0,04	-0,75	1,00	-0,20	0,80	-0,42	0,75	0,10
$Fe_2O_{3d}$ %	-0,54	-0,02	-0,52	-0,31	-0,02	-0,29	-0,33	0,06	0,44	-0,09	-0,20	1,00	-0,19	-0,38	-0,65	0,89
$Fe_2O_{3o}$ %	0,44	0,45	0,52	0,52	0,45	0,51	0,58	-0,63	-0,31	-0,90	0,80	-0,19	1,00	-0,05	0,83	-0,08
$Fe_2O_{3t}$ %	0,18	-0,12	0,12	0,19	-0,12	0,19	0,07	0,18	-0,27	0,27	-0,42	-0,38	-0,05	1,00	0,14	-0,76
$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	0,55	0,21	0,59	0,47	0,21	0,46	0,54	-0,52	-0,34	-0,61	0,75	-0,65	0,83	0,14	1,00	-0,50
$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$	-0,47	0,03	-0,43	-0,31	0,03	-0,29	-0,28	-0,06	0,47	-0,23	0,10	0,89	-0,08	-0,76	-0,50	1,00

Correlations (LESVOS)																
Marked correlations are significant at $p < ,05000$																
N=7 (Casewise deletion of missing data)																
Variable	$X_{if}$	MEO $X_{if}$	$X_{hf}$	$X_{ifn}$	MEO $X_{ifn}$	$X_{hfn}$	SAND %	SILT %	CLAY %	pH	OM %	$Fe_2O_{3d}$ %	$Fe_2O_{3o}$ %	$Fe_2O_{3t}$ %	$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$
$X_{if}$	1,00	-0,04	1,00	0,98	-0,07	0,98	0,90	0,24	-0,79	0,90	0,82	0,06	-0,35	-0,21	-0,41	0,13
MEO $X_{if}$	-0,04	1,00	-0,03	-0,08	0,07	-0,08	0,11	0,22	-0,15	-0,08	-0,09	0,18	0,25	0,06	0,05	0,20
$X_{hf}$	1,00	-0,03	1,00	0,98	-0,07	0,98	0,91	0,26	-0,80	0,89	0,81	0,05	-0,37	-0,19	-0,43	0,12
$X_{ifn}$	0,98	-0,08	0,98	1,00	0,03	1,00	0,94	0,37	-0,86	0,81	0,71	0,12	-0,38	-0,24	-0,48	0,17
MEO $X_{ifn}$	-0,07	0,07	-0,07	0,03	1,00	0,03	0,10	0,21	-0,14	-0,37	-0,51	0,17	0,16	-0,71	0,03	0,54
$X_{hfn}$	0,98	-0,08	0,98	1,00	0,03	1,00	0,94	0,37	-0,86	0,81	0,70	0,12	-0,37	-0,24	-0,47	0,18
SAND %	0,90	0,11	0,91	0,94	0,10	0,94	1,00	0,60	-0,97	0,63	0,55	0,32	-0,43	-0,10	-0,67	0,16
SILT %	0,24	0,22	0,26	0,37	0,21	0,37	0,60	1,00	-0,77	-0,14	-0,21	0,85	-0,07	0,12	-0,67	0,34
CLAY %	-0,79	-0,15	-0,80	-0,86	-0,14	-0,86	-0,97	-0,77	1,00	-0,47	-0,38	-0,50	0,36	0,04	0,73	-0,22
pH	0,90	-0,08	0,89	0,81	-0,37	0,81	0,63	-0,14	-0,47	1,00	0,97	-0,24	-0,27	-0,13	-0,12	-0,04
OM %	0,82	-0,09	0,81	0,71	-0,51	0,70	0,55	-0,21	-0,38	0,97	1,00	-0,30	-0,39	0,08	-0,20	-0,24
$Fe_2O_{3d}$ %	0,06	0,18	0,05	0,12	0,17	0,12	0,32	0,85	-0,50	-0,24	-0,30	1,00	0,32	-0,00	-0,39	0,55
$Fe_2O_{3o}$ %	-0,35	0,25	-0,37	-0,38	0,16	-0,37	-0,43	-0,07	0,36	-0,27	-0,39	0,32	1,00	-0,50	0,75	0,76
$Fe_2O_{3t}$ %	-0,21	0,06	-0,19	-0,24	-0,71	-0,24	-0,10	0,12	0,04	-0,13	0,08	-0,00	-0,50	1,00	-0,48	-0,78
$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	-0,41	0,05	-0,43	-0,48	0,03	-0,47	-0,67	-0,67	0,73	-0,12	-0,20	-0,39	0,75	-0,48	1,00	0,35
$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$	0,13	0,20	0,12	0,17	0,54	0,18	0,16	0,34	-0,22	-0,04	-0,24	0,55	0,76	-0,78	0,35	1,00

Correlations (AGIA SOFIA)																	
Marked correlations are significant at $p < ,05000$																	
N=18 (Casewise deletion of missing data)																	
Variable	$X_{if}$	MEO $X_{if}$	$X_{hf}$	$X_{ifn}$	MEO $X_{ifn}$	$X_{hfn}$	$X_{fd}$	SAND%	SILT%	CLAY%	pH	OM %	$Fe_2O_{3d}$ %	$Fe_2O_{3o}$ %	$Fe_2O_{3t}$ %	$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$
$X_{if}$	1,00	0,44	0,87	-0,20	-0,27	-0,20	0,37	0,56	-0,56	-0,36	0,09	-0,45	-0,48	-0,56	0,43	-0,18	-0,70
MEO $X_{if}$	0,44	1,00	0,31	-0,20	-0,51	-0,17	0,33	0,25	-0,25	-0,16	-0,44	-0,53	-0,06	-0,18	0,60	-0,04	-0,40
$X_{hf}$	0,87	0,31	1,00	-0,01	-0,22	-0,00	-0,12	0,41	-0,35	-0,34	0,18	-0,38	-0,41	-0,57	0,20	-0,35	-0,54
$X_{ifn}$	-0,20	-0,20	-0,01	1,00	0,11	1,00	-0,36	-0,41	0,21	0,55	0,41	-0,20	0,20	-0,13	0,03	-0,60	0,10
MEO $X_{ifn}$	-0,27	-0,51	-0,22	0,11	1,00	0,08	-0,05	-0,46	0,49	0,24	0,05	0,24	0,23	0,35	-0,28	0,09	0,38
$X_{hfn}$	-0,20	-0,17	-0,00	1,00	0,08	1,00	-0,36	-0,42	0,21	0,56	0,40	-0,22	0,22	-0,13	0,05	-0,61	0,10
$X_{fd}$	0,37	0,33	-0,12	-0,36	-0,05	-0,36	1,00	0,26	-0,38	0,02	-0,25	-0,19	-0,11	0,00	0,52	0,29	-0,36
SAND%	0,56	0,25	0,41	-0,41	-0,46	-0,42	0,26	1,00	-0,90	-0,77	0,13	-0,17	-0,91	-0,64	0,00	0,38	-0,83
SILT%	-0,56	-0,25	-0,35	0,21	0,49	0,21	-0,38	-0,90	1,00	0,41	-0,24	0,34	0,78	0,62	-0,26	-0,23	0,89
CLAY%	-0,36	-0,16	-0,34	0,55	0,24	0,56	0,02	-0,77	0,41	1,00	0,07	-0,14	0,76	0,41	0,38	-0,45	0,43
pH	0,09	-0,44	0,18	0,41	0,05	0,40	-0,25	0,13	-0,24	0,07	1,00	-0,40	-0,28	-0,60	0,04	-0,51	-0,33
OM %	-0,45	-0,53	-0,38	-0,20	0,24	-0,22	-0,19	-0,17	0,34	-0,14	-0,40	1,00	0,13	0,64	-0,76	0,61	0,61
$Fe_2O_{3d}$ %	-0,48	-0,06	-0,41	0,20	0,23	0,22	-0,11	-0,91	0,78	0,76	-0,28	0,13	1,00	0,72	0,22	-0,31	0,80
$Fe_2O_{3o}$ %	-0,56	-0,18	-0,57	-0,13	0,35	-0,13	0,00	-0,64	0,62	0,41	-0,60	0,64	0,72	1,00	-0,17	0,38	0,81
$Fe_2O_{3t}$ %	0,43	0,60	0,20	0,03	-0,28	0,05	0,52	0,00	-0,26	0,38	0,04	-0,76	0,22	-0,17	1,00	-0,41	-0,39
$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	-0,18	-0,04	-0,35	-0,60	0,09	-0,61	0,29	0,38	-0,23	-0,45	-0,51	0,61	-0,31	0,38	-0,41	1,00	-0,00
$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$	-0,70	-0,40	-0,54	0,10	0,38	0,10	-0,36	-0,83	0,89	0,43	-0,33	0,61	0,80	0,81	-0,39	-0,00	1,00



Correlations (XANTH)																
Marked correlations are significant at $p < ,05000$																
N=18 (Casewise deletion of missing data)																
Variable	$X_{if}$	MZO $X_{if}$	$X_{hf}$	$X_{ifn}$	MZO $X_{ifn}$	$X_{hfn}$	SAND%	SILT%	CLAY%	pH	OM %	$Fe_2O_{3d}$ %	$Fe_2O_{3o}$ %	$Fe_2O_{3t}$	$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$
$X_{if}$	1,00	0,13	0,98	0,22	0,18	0,21	0,50	-0,28	-0,58	0,13	0,72	-0,41	-0,19	-0,55	0,19	0,07
MZO $X_{if}$	0,13	1,00	0,19	0,31	0,61	0,33	-0,14	0,39	-0,28	0,45	-0,19	-0,46	-0,67	-0,37	-0,53	-0,05
$X_{hf}$	0,98	0,19	1,00	0,23	0,25	0,22	0,51	-0,26	-0,62	0,17	0,76	-0,44	-0,19	-0,60	0,21	0,11
$X_{ifn}$	0,22	0,31	0,23	1,00	0,36	0,99	0,02	-0,02	-0,01	-0,04	-0,05	-0,07	-0,35	-0,23	-0,32	0,33
MZO $X_{ifn}$	0,18	0,61	0,25	0,36	1,00	0,38	0,09	0,11	-0,34	0,50	-0,22	-0,36	-0,57	-0,38	-0,43	0,04
$X_{hfn}$	0,21	0,33	0,22	0,99	0,38	1,00	0,02	-0,02	-0,00	-0,01	-0,08	-0,05	-0,37	-0,25	-0,36	0,39
SAND%	0,50	-0,14	0,51	0,02	0,09	0,02	1,00	-0,87	-0,71	0,21	0,24	-0,67	-0,29	-0,72	0,28	0,06
SILT%	-0,28	0,39	-0,26	-0,02	0,11	-0,02	-0,87	1,00	0,27	-0,00	-0,13	0,32	0,13	0,39	-0,21	-0,08
CLAY%	-0,58	-0,28	-0,62	-0,01	-0,34	-0,00	-0,71	0,27	1,00	-0,41	-0,28	0,86	0,39	0,84	-0,26	0,01
pH	0,13	0,45	0,17	-0,04	0,50	-0,01	0,21	-0,00	-0,41	1,00	-0,32	-0,43	-0,79	-0,48	-0,56	0,07
OM %	0,72	-0,19	0,76	-0,05	-0,22	-0,08	0,24	-0,13	-0,28	-0,32	1,00	-0,06	0,44	-0,21	0,59	0,07
$Fe_2O_{3d}$ %	-0,41	-0,46	-0,44	-0,07	-0,36	-0,05	-0,67	0,32	0,86	-0,43	-0,06	1,00	0,56	0,81	-0,14	0,23
$Fe_2O_{3o}$ %	-0,19	-0,67	-0,19	-0,35	-0,57	-0,37	-0,29	0,13	0,39	-0,79	0,44	0,56	1,00	0,51	0,71	0,04
$Fe_2O_{3t}$	-0,55	-0,37	-0,60	-0,23	-0,38	-0,25	-0,72	0,39	0,84	-0,48	-0,21	0,81	0,51	1,00	-0,12	-0,33
$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	0,19	-0,53	0,21	-0,32	-0,43	-0,36	0,28	-0,21	-0,26	-0,56	0,59	-0,14	0,71	-0,12	1,00	-0,08
$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$	0,07	-0,05	0,11	0,33	0,04	0,39	0,06	-0,08	0,01	0,07	0,07	0,23	0,04	-0,33	-0,08	1,00

Correlations (NON VOLCANIC ARC)																		
Marked correlations are significant at $p < ,05000$																		
N=25 (Casewise deletion of missing data)																		
Variable	$X_{if}$	MZO $X_{if}$	$X_{hf}$	$X_{ifn}$	MZO $X_{ifn}$	$X_{hfn}$	$X_{fd1}$ %	$X_{fd2}$ %	SAND %	SILT %	CLAY %	pH	OM %	$Fe_2O_{3d}$ %	$Fe_2O_{3o}$ %	$Fe_2O_{3t}$	$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$
$X_{if}$	1,00	0,91	1,00	0,88	0,81	0,89	0,76	-0,02	0,84	-0,68	-0,72	0,46	-0,33	-0,65	-0,39	-0,64	0,77	-0,46
MZO $X_{if}$	0,91	1,00	0,92	0,84	0,90	0,85	0,70	-0,05	0,81	-0,69	-0,67	0,42	-0,38	-0,67	-0,42	-0,67	0,63	-0,38
$X_{hf}$	1,00	0,92	1,00	0,89	0,83	0,89	0,74	-0,01	0,86	-0,70	-0,73	0,44	-0,31	-0,66	-0,39	-0,65	0,79	-0,45
$X_{ifn}$	0,88	0,84	0,89	1,00	0,92	1,00	0,55	0,04	0,85	-0,60	-0,80	0,48	-0,11	-0,69	-0,44	-0,57	0,64	-0,52
MZO $X_{ifn}$	0,81	0,90	0,83	0,92	1,00	0,92	0,50	0,02	0,79	-0,58	-0,71	0,43	-0,15	-0,71	-0,47	-0,53	0,53	-0,51
$X_{hfn}$	0,89	0,85	0,89	1,00	0,92	1,00	0,55	0,02	0,85	-0,59	-0,79	0,47	-0,11	-0,68	-0,44	-0,56	0,64	-0,51
$X_{fd1}$ %	0,76	0,70	0,74	0,55	0,50	0,55	1,00	0,00	0,59	-0,58	-0,45	0,54	-0,47	-0,57	-0,34	-0,75	0,63	-0,25
$X_{fd2}$ %	-0,02	-0,05	-0,01	0,04	0,02	0,02	0,00	1,00	0,21	-0,26	-0,12	0,38	0,12	-0,35	-0,59	-0,11	0,03	-0,47
SAND %	0,84	0,81	0,86	0,85	0,79	0,85	0,59	0,21	1,00	-0,75	-0,90	0,46	0,01	-0,68	-0,46	-0,68	0,69	-0,45
SILT %	-0,68	-0,69	-0,70	-0,60	-0,58	-0,59	-0,58	-0,26	-0,75	1,00	0,40	-0,24	0,21	0,59	0,26	0,61	-0,72	0,31
CLAY %	-0,72	-0,67	-0,73	-0,80	-0,71	-0,79	-0,45	-0,12	-0,90	0,40	1,00	-0,48	-0,16	0,55	0,46	0,55	-0,48	0,41
pH	0,46	0,42	0,44	0,48	0,43	0,47	0,54	0,38	0,46	-0,24	-0,48	1,00	-0,27	-0,74	-0,81	-0,57	0,19	-0,55
OM %	-0,33	-0,38	-0,31	-0,11	-0,15	-0,11	-0,47	0,12	0,01	0,21	-0,16	-0,27	1,00	0,20	0,18	0,30	-0,22	0,04
$Fe_2O_{3d}$ %	-0,65	-0,67	-0,66	-0,69	-0,71	-0,68	-0,57	-0,35	-0,68	0,59	0,55	-0,74	0,20	1,00	0,78	0,72	-0,61	0,75
$Fe_2O_{3o}$ %	-0,39	-0,42	-0,39	-0,44	-0,47	-0,44	-0,34	-0,59	-0,46	0,26	0,46	-0,81	0,18	0,78	1,00	0,47	-0,18	0,73
$Fe_2O_{3t}$	-0,64	-0,67	-0,65	-0,57	-0,53	-0,56	-0,75	-0,11	-0,68	0,61	0,55	-0,57	0,30	0,72	0,47	1,00	-0,58	0,15
$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	0,77	0,63	0,79	0,64	0,53	0,64	0,63	0,03	0,69	-0,72	-0,48	0,19	-0,22	-0,61	-0,18	-0,58	1,00	-0,45
$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$	-0,46	-0,38	-0,45	-0,52	-0,51	-0,51	-0,25	-0,47	-0,45	0,31	0,41	-0,55	0,04	0,75	0,73	0,15	-0,45	1,00



Correlations (ALFISOLS)																		
Marked correlations are significant at $p < .05000$																		
N=36 (Casewise deletion of missing data)																		
Variable	$X_{if}$	MEO $X_{if}$	$X_{hf}$	$X_{ifn}$	MEO $X_{ifn}$	$X_{hfn}$	$X_{fd1}$ %	$X_{fd2}$ %	SAND%	SILT%	CLAY%	pH	OM %	$Fe_2O_3d$ %	$Fe_2O_3o$ %	$Fe_2O_3t$	$Fe_2O_3o/Fe_2O_3d$	$Fe_2O_3d/Fe_2O_3t$
$X_{if}$	1.00	0.88	0.96	0.53	0.79	0.54	0.65	-0.16	-0.08	-0.03	0.20	-0.30	-0.16	-0.52	0.46	0.43	0.70	-0.70
MEO $X_{if}$	0.88	1.00	0.85	0.62	0.90	0.64	0.65	-0.19	-0.34	0.21	0.39	-0.43	-0.22	-0.45	0.68	0.47	0.83	-0.70
$X_{hf}$	0.96	0.85	1.00	0.57	0.78	0.58	0.52	-0.16	-0.12	0.05	0.18	-0.27	-0.14	-0.52	0.43	0.35	0.65	-0.66
$X_{ifn}$	0.53	0.62	0.57	1.00	0.69	1.00	0.41	-0.07	-0.43	0.26	0.50	-0.17	-0.18	-0.29	0.36	0.20	0.39	-0.33
MEO $X_{ifn}$	0.79	0.90	0.78	0.69	1.00	0.70	0.50	-0.25	-0.36	0.28	0.34	-0.21	-0.26	-0.53	0.58	0.27	0.74	-0.62
$X_{hfn}$	0.54	0.64	0.58	1.00	0.70	1.00	0.41	-0.14	-0.43	0.27	0.51	-0.17	-0.20	-0.29	0.37	0.20	0.39	-0.32
$X_{fd1}$ %	0.65	0.65	0.52	0.41	0.50	0.41	1.00	-0.11	-0.07	-0.10	0.28	-0.30	-0.14	-0.32	0.39	0.37	0.57	-0.51
$X_{fd2}$ %	-0.16	-0.19	-0.16	-0.07	-0.25	-0.14	-0.11	1.00	0.12	-0.09	-0.11	-0.17	0.22	-0.02	-0.01	-0.03	-0.03	-0.05
SAND%	-0.08	-0.34	-0.12	-0.43	-0.36	-0.43	-0.07	0.12	1.00	-0.90	-0.79	0.28	0.14	-0.36	-0.62	-0.40	-0.17	0.06
SILT%	-0.03	0.21	0.05	0.26	0.28	0.27	-0.10	-0.09	-0.90	1.00	0.44	-0.20	-0.03	0.27	0.50	0.13	0.11	0.04
CLAY%	0.20	0.39	0.18	0.50	0.34	0.51	0.28	-0.11	-0.79	0.44	1.00	-0.29	-0.24	0.36	0.56	0.62	0.18	-0.18
pH	-0.30	-0.43	-0.27	-0.17	-0.21	-0.17	-0.30	-0.17	0.28	-0.20	-0.29	1.00	-0.21	-0.14	-0.71	-0.43	-0.57	0.26
OM %	-0.16	-0.22	-0.14	-0.18	-0.26	-0.20	-0.14	0.22	0.14	-0.03	-0.24	-0.21	1.00	0.06	0.13	-0.33	0.08	0.23
$Fe_2O_3d$ %	-0.52	-0.45	-0.52	-0.29	-0.53	-0.29	-0.32	-0.02	-0.36	0.27	0.36	-0.14	0.06	1.00	0.02	0.33	-0.48	0.54
$Fe_2O_3o$ %	0.46	0.68	0.43	0.36	0.58	0.37	0.39	-0.01	-0.62	0.50	0.56	-0.71	0.13	0.02	1.00	0.41	0.80	-0.34
$Fe_2O_3t$	0.43	0.47	0.35	0.20	0.27	0.20	0.37	-0.03	-0.40	0.13	0.62	-0.43	-0.33	0.33	0.41	1.00	0.24	-0.51
$Fe_2O_3o/Fe_2O_3d$	0.70	0.83	0.65	0.39	0.74	0.39	0.57	-0.03	-0.17	0.11	0.18	-0.57	0.08	-0.48	0.80	0.24	1.00	-0.61
$Fe_2O_3d/Fe_2O_3t$	-0.70	-0.70	-0.66	-0.33	-0.62	-0.32	-0.51	-0.05	0.06	0.04	-0.18	0.26	0.23	0.54	-0.34	-0.51	-0.61	1.00

Correlations (krokees ed1)														
Marked correlations are significant at $p < .05000$														
N=3 (Casewise deletion of missing data)														
Variable	$X_{if}$	$X_{hf}$	$X_{ifn}$	$X_{hfn}$	SAND %	SILT %	CLAY %	pH	OM	$Fe_2O_3d$ %	$Fe_2O_3o$ %	$Fe_2O_3t$	$Fe_2O_3o/Fe_2O_3d$	$Fe_2O_3d/Fe_2O_3t$
$X_{if}$	1.00	1.00	-0.08	-0.1	0.2	-0.99	0.1	-0.12	-0.1	0.40	1.00	-0.64	0.17	0.49
$X_{hf}$	1.00	1.00	-0.05	-0.1	0.1	-1.00	0.1	-0.10	-0.1	0.42	1.00	-0.66	0.15	0.51
$X_{ifn}$	-0.08	-0.05	1.00	1.0	-1.0	-0.03	1.0	1.00	-1.0	0.88	-0.09	-0.71	-1.00	0.83
$X_{hfn}$	-0.13	-0.11	1.00	1.0	-1.0	0.02	1.0	1.00	-1.0	0.86	-0.15	-0.67	-1.00	0.80
SAND %	0.16	0.14	-1.00	-1.0	1.0	-0.05	-1.0	-1.00	1.0	-0.84	0.18	0.65	1.00	-0.78
SILT %	-0.99	-1.00	-0.03	0.0	-0.1	1.00	-0.2	0.01	0.2	-0.50	-0.99	0.72	-0.06	-0.59
CLAY %	0.12	0.15	0.98	1.0	-1.0	-0.23	1.0	0.97	-1.0	0.96	0.11	-0.84	-0.96	0.92
pH	-0.12	-0.10	1.00	1.0	-1.0	0.01	1.0	1.00	-1.0	0.86	-0.13	-0.68	-1.00	0.81
OM	-0.10	-0.12	-0.98	-1.0	1.0	0.21	-1.0	-0.98	1.0	-0.95	-0.08	0.82	0.96	-0.91
$Fe_2O_3d$ %	0.40	0.42	0.88	0.9	-0.8	-0.50	1.0	0.86	-1.0	1.00	0.39	-0.96	-0.84	0.99
$Fe_2O_3o$ %	1.00	1.00	-0.09	-0.1	0.2	-0.99	0.1	-0.13	-0.1	0.39	1.00	-0.63	0.18	0.48
$Fe_2O_3t$	-0.64	-0.66	-0.71	-0.7	0.7	0.72	-0.8	-0.68	0.8	-0.96	-0.63	1.00	0.65	-0.98
$Fe_2O_3o/Fe_2O_3d$	0.17	0.15	-1.00	-1.0	1.0	-0.06	-1.0	-1.00	1.0	-0.84	0.18	0.65	1.00	-0.77
$Fe_2O_3d/Fe_2O_3t$	0.49	0.51	0.83	0.8	-0.8	-0.59	0.9	0.81	-0.9	0.99	0.48	-0.98	-0.77	1.00

Correlations (krokees ed2)														
Marked correlations are significant at $p < ,05000$														
N=4 (Casewise deletion of missing data)														
Variable	$X_{if}$	$X_{hf}$	$X_{ifn}$	$X_{hfn}$	SAND %	SILT %	CLAY %	pH	OM	$Fe_2O_{3d}$ %	$Fe_2O_{3o}$ %	$Fe_2O_{3t}$	$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$
$X_{if}$	1,00	<b>0,99</b>	0,71	0,73	0,90	-0,31	<b>-0,97</b>	0,17	0,84	-0,35	0,46	<b>-0,97</b>	0,74	0,64
$X_{hf}$	<b>0,99</b>	1,00	0,74	0,76	0,94	-0,41	<b>-0,98</b>	0,11	0,88	-0,42	0,45	-0,94	0,80	0,56
$X_{ifn}$	0,71	0,74	1,00	<b>1,00</b>	0,84	-0,66	-0,85	0,53	0,94	0,00	0,91	-0,75	0,84	0,54
$X_{hfn}$	0,73	0,76	<b>1,00</b>	1,00	0,85	-0,66	-0,87	0,50	<b>0,95</b>	-0,03	0,90	-0,76	0,85	0,53
SAND %	0,90	0,94	0,84	0,85	1,00	-0,70	<b>-0,97</b>	0,04	<b>0,97</b>	-0,51	0,54	-0,81	<b>0,96</b>	0,34
SILT %	-0,31	-0,41	-0,66	-0,66	-0,70	1,00	0,52	0,16	-0,74	0,52	-0,44	0,18	-0,87	0,28
CLAY %	<b>-0,97</b>	<b>-0,98</b>	-0,85	-0,87	<b>-0,97</b>	0,52	1,00	-0,22	-0,95	0,34	-0,60	0,93	-0,87	-0,57
pH	0,17	0,11	0,53	0,50	0,04	0,16	-0,22	1,00	0,23	0,84	0,80	-0,41	-0,02	0,78
OM	0,84	0,88	0,94	<b>0,95</b>	<b>0,97</b>	-0,74	-0,95	0,23	1,00	-0,33	0,72	-0,79	<b>0,96</b>	0,40
$Fe_2O_{3d}$ %	-0,35	-0,42	0,00	-0,03	-0,51	0,52	0,34	0,84	-0,33	1,00	0,40	0,09	-0,54	0,48
$Fe_2O_{3o}$ %	0,46	0,45	0,91	0,90	0,54	-0,44	-0,60	0,80	0,72	0,40	1,00	-0,58	0,56	0,62
$Fe_2O_{3t}$	<b>-0,97</b>	-0,94	-0,75	-0,76	-0,81	0,18	0,93	-0,41	-0,79	0,09	-0,58	1,00	-0,62	-0,81
$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	0,74	0,80	0,84	0,85	<b>0,96</b>	-0,87	-0,87	-0,02	<b>0,96</b>	-0,54	0,56	-0,62	1,00	0,13
$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$	0,64	0,56	0,54	0,53	0,34	0,28	-0,57	0,78	0,40	0,48	0,62	-0,81	0,13	1,00

Correlations (limnos ai)														
Marked correlations are significant at $p < ,05000$														
N=5 (Casewise deletion of missing data)														
Variable	$X_{if}$	$X_{hf}$	$X_{ifn}$	$X_{hfn}$	SAND %	SILT %	CLAY %	pH	OM	$Fe_2O_{3d}$ %	$Fe_2O_{3o}$ %	$Fe_2O_{3t}$	$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$
$X_{if}$	1,00	<b>0,99</b>	0,67	0,64	0,24	0,73	-0,79	0,87	-0,77	-0,81	-0,85	0,61	-0,55	<b>-0,90</b>
$X_{hf}$	<b>0,99</b>	1,00	0,60	0,57	0,11	0,81	-0,73	0,84	-0,67	-0,86	-0,84	0,51	-0,50	-0,87
$X_{ifn}$	0,67	0,60	1,00	<b>1,00</b>	0,29	0,18	-0,41	0,56	-0,66	-0,13	-0,49	0,81	-0,53	-0,54
$X_{hfn}$	0,64	0,57	<b>1,00</b>	1,00	0,26	0,15	-0,36	0,51	-0,62	-0,09	-0,44	0,80	-0,50	-0,50
SAND %	0,24	0,11	0,29	0,26	1,00	-0,33	-0,68	0,35	-0,80	-0,02	-0,29	0,54	-0,37	-0,39
SILT %	0,73	0,81	0,18	0,15	-0,33	1,00	-0,47	0,72	-0,21	-0,81	-0,77	-0,08	-0,46	-0,48
CLAY %	-0,79	-0,73	-0,41	-0,36	-0,68	-0,47	1,00	<b>-0,89</b>	<b>0,91</b>	0,65	0,87	-0,44	0,70	0,74
pH	0,87	0,84	0,56	0,51	0,35	0,72	<b>-0,89</b>	1,00	-0,77	-0,64	<b>-0,99</b>	0,32	-0,87	-0,64
OM	-0,77	-0,67	-0,66	-0,62	-0,80	-0,21	<b>0,91</b>	-0,77	1,00	0,46	0,71	-0,75	0,61	0,79
$Fe_2O_{3d}$ %	-0,81	-0,86	-0,13	-0,09	-0,02	-0,81	0,65	-0,64	0,46	1,00	0,67	-0,23	0,19	0,82
$Fe_2O_{3o}$ %	-0,85	-0,84	-0,49	-0,44	-0,29	-0,77	0,87	<b>-0,99</b>	0,71	0,67	1,00	-0,24	0,85	0,61
$Fe_2O_{3t}$	0,61	0,51	0,81	0,80	0,54	-0,08	-0,44	0,32	-0,75	-0,23	-0,24	1,00	-0,13	-0,75
$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	-0,55	-0,50	-0,53	-0,50	-0,37	-0,46	0,70	-0,87	0,61	0,19	0,85	-0,13	1,00	0,22
$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$	<b>-0,90</b>	-0,87	-0,54	-0,50	-0,39	-0,48	0,74	-0,64	0,79	0,82	0,61	-0,75	0,22	1,00

Correlations (limnos mud)														
Marked correlations are significant at $p < .05000$														
N=6 (Casewise deletion of missing data)														
Variable	$X_{if}$	$X_{hf}$	$X_{ifn}$	$X_{hfn}$	SAND %	SILT %	CLAY %	pH	OM	$Fe_2O_{3d}$ %	$Fe_2O_{3o}$ %	$Fe_2O_{3t}$	$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$
$X_{if}$	1,00	1,00	0,95	0,95	0,71	-0,41	-0,71	-0,91	0,89	-0,89	0,95	0,37	0,99	-0,77
$X_{hf}$	1,00	1,00	0,95	0,94	0,73	-0,43	-0,72	-0,90	0,90	-0,88	0,97	0,36	0,99	-0,77
$X_{ifn}$	0,95	0,95	1,00	1,00	0,61	-0,26	-0,77	-0,77	0,82	-0,79	0,89	0,50	0,93	-0,76
$X_{hfn}$	0,95	0,94	1,00	1,00	0,57	-0,21	-0,78	-0,76	0,79	-0,79	0,87	0,52	0,92	-0,77
SAND %	0,71	0,73	0,61	0,57	1,00	-0,88	-0,44	-0,62	0,89	-0,63	0,84	0,15	0,79	-0,53
SILT %	-0,41	-0,43	-0,26	-0,21	-0,88	1,00	-0,04	0,49	-0,76	0,27	-0,54	0,30	-0,48	0,08
CLAY %	-0,71	-0,72	-0,77	-0,78	-0,44	-0,04	1,00	0,39	-0,44	0,80	-0,73	-0,88	-0,73	0,95
pH	-0,91	-0,90	-0,77	-0,76	-0,62	0,49	0,39	1,00	-0,85	0,78	-0,83	0,01	-0,88	0,52
OM	0,89	0,90	0,82	0,79	0,89	-0,76	-0,44	-0,85	1,00	-0,68	0,91	0,08	0,91	-0,51
$Fe_2O_{3d}$ %	-0,89	-0,88	-0,79	-0,79	-0,63	0,27	0,80	0,78	-0,68	1,00	-0,85	-0,55	-0,89	0,93
$Fe_2O_{3o}$ %	0,95	0,97	0,89	0,87	0,84	-0,54	-0,73	-0,83	0,91	-0,85	1,00	0,36	0,98	-0,76
$Fe_2O_{3t}$	0,37	0,36	0,50	0,52	0,15	0,30	-0,88	0,01	0,08	-0,55	0,36	1,00	0,38	-0,82
$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	0,99	0,99	0,93	0,92	0,79	-0,48	-0,73	-0,88	0,91	-0,89	0,98	0,38	1,00	-0,79
$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$	-0,77	-0,77	-0,76	-0,77	-0,53	0,08	0,95	0,52	-0,51	0,93	-0,76	-0,82	-0,79	1,00

Correlations (lesvos)														
Marked correlations are significant at $p < .05000$														
N=7 (Casewise deletion of missing data)														
Variable	$X_{if}$	$X_{hf}$	$X_{ifn}$	$X_{hfn}$	SAND %	SILT %	CLAY %	pH	OM	$Fe_2O_{3d}$ %	$Fe_2O_{3o}$ %	$Fe_2O_{3t}$	$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$
$X_{if}$	1,00	1,00	0,98	0,98	0,90	0,24	-0,79	0,90	0,82	0,06	-0,35	-0,21	-0,41	0,13
$X_{hf}$	1,00	1,00	0,98	0,98	0,91	0,26	-0,80	0,89	0,81	0,05	-0,37	-0,19	-0,43	0,12
$X_{ifn}$	0,98	0,98	1,00	1,00	0,94	0,37	-0,86	0,81	0,71	0,12	-0,38	-0,24	-0,48	0,17
$X_{hfn}$	0,98	0,98	1,00	1,00	0,94	0,37	-0,86	0,81	0,70	0,12	-0,37	-0,24	-0,47	0,18
SAND %	0,90	0,91	0,94	0,94	1,00	0,60	-0,97	0,63	0,55	0,32	-0,43	-0,10	-0,67	0,16
SILT %	0,24	0,26	0,37	0,37	0,60	1,00	-0,77	-0,14	-0,21	0,85	-0,07	0,12	-0,67	0,34
CLAY %	-0,79	-0,80	-0,86	-0,86	-0,97	-0,77	1,00	-0,47	-0,38	-0,50	0,36	0,04	0,73	-0,22
pH	0,90	0,89	0,81	0,81	0,63	-0,14	-0,47	1,00	0,97	-0,24	-0,27	-0,13	-0,12	-0,04
OM	0,82	0,81	0,71	0,70	0,55	-0,21	-0,38	0,97	1,00	-0,30	-0,39	0,08	-0,20	-0,24
$Fe_2O_{3d}$ %	0,06	0,05	0,12	0,12	0,32	0,85	-0,50	-0,24	-0,30	1,00	0,32	-0,00	-0,39	0,55
$Fe_2O_{3o}$ %	-0,35	-0,37	-0,38	-0,37	-0,43	-0,07	0,36	-0,27	-0,39	0,32	1,00	-0,50	0,75	0,76
$Fe_2O_{3t}$	-0,21	-0,19	-0,24	-0,24	-0,10	0,12	0,04	-0,13	0,08	-0,00	-0,50	1,00	-0,48	-0,78
$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	-0,41	-0,43	-0,48	-0,47	-0,67	-0,67	0,73	-0,12	-0,20	-0,39	0,75	-0,48	1,00	0,35
$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$	0,13	0,12	0,17	0,18	0,16	0,34	-0,22	-0,04	-0,24	0,55	0,76	-0,78	0,35	1,00

Correlations (agia sofia ed1)														
Marked correlations are significant at $p < ,05000$														
N=5 (Casewise deletion of missing data)														
Variable	$X_{if}$	$X_{hf}$	$X_{ifn}$	$X_{hfn}$	SAND %	SILT %	CLAY %	pH	OM	$Fe_2O_{3d}$ %	$Fe_2O_{3o}$ %	$Fe_2O_{3t}$	$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$
$X_{if}$	1,00	0,87	-0,13	-0,10	-0,70	-0,54	0,88	0,51	-0,74	0,69	0,15	<b>0,91</b>	-0,79	-0,20
$X_{hf}$	0,87	1,00	0,32	0,36	-0,39	<b>-0,88</b>	0,78	0,82	<b>-0,94</b>	0,36	-0,30	<b>0,89</b>	<b>-0,99</b>	-0,64
$X_{ifn}$	-0,13	0,32	1,00	<b>1,00</b>	0,55	-0,69	-0,14	0,78	-0,35	-0,54	-0,78	0,05	-0,44	-0,82
$X_{hfn}$	-0,10	0,36	<b>1,00</b>	1,00	0,53	-0,72	-0,11	0,80	-0,39	-0,52	-0,79	0,08	-0,48	-0,84
SAND %	-0,70	-0,39	0,55	0,53	1,00	-0,01	-0,87	0,10	0,15	<b>-0,99</b>	-0,73	-0,75	0,30	-0,42
SILT %	-0,54	<b>-0,88</b>	-0,69	-0,72	-0,01	1,00	-0,48	<b>-0,94</b>	<b>0,90</b>	0,05	0,67	-0,65	<b>0,94</b>	<b>0,91</b>
CLAY %	0,88	0,78	-0,14	-0,11	-0,87	-0,48	1,00	0,37	-0,57	0,84	0,32	<b>0,97</b>	-0,73	-0,07
pH	0,51	0,82	0,78	0,80	0,10	<b>-0,94</b>	0,37	1,00	-0,79	-0,10	-0,64	0,57	-0,87	-0,86
OM	-0,74	<b>-0,94</b>	-0,35	-0,39	0,15	<b>0,90</b>	-0,57	-0,79	1,00	-0,09	0,54	-0,71	<b>0,94</b>	0,77
$Fe_2O_{3d}$ %	0,69	0,36	-0,54	-0,52	<b>-0,99</b>	0,05	0,84	-0,10	-0,09	1,00	0,77	0,72	-0,27	0,47
$Fe_2O_{3o}$ %	0,15	-0,30	-0,78	-0,79	-0,73	0,67	0,32	-0,64	0,54	0,77	1,00	0,12	0,40	<b>0,92</b>
$Fe_2O_{3t}$	<b>0,91</b>	<b>0,89</b>	0,05	0,08	-0,75	-0,65	<b>0,97</b>	0,57	-0,71	0,72	0,12	1,00	-0,86	-0,28
$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	-0,79	<b>-0,99</b>	-0,44	-0,48	0,30	<b>0,94</b>	-0,73	-0,87	<b>0,94</b>	-0,27	0,40	-0,86	1,00	0,72
$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$	-0,20	-0,64	-0,82	-0,84	-0,42	<b>0,91</b>	-0,07	-0,86	0,77	0,47	<b>0,92</b>	-0,28	0,72	1,00

Correlations (agia sofia ed2)														
Marked correlations are significant at $p < ,05000$														
N=9 (Casewise deletion of missing data)														
Variable	$X_{if}$	$X_{hf}$	$X_{ifn}$	$X_{hfn}$	SAND %	SILT %	CLAY %	pH	OM	$Fe_2O_{3d}$ %	$Fe_2O_{3o}$ %	$Fe_2O_{3t}$	$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$
$X_{if}$	1,00	<b>0,86</b>	-0,28	-0,29	0,61	-0,54	-0,59	0,39	-0,24	-0,64	<b>-0,69</b>	0,19	-0,14	<b>-0,70</b>
$X_{hf}$	<b>0,86</b>	1,00	0,00	-0,00	0,39	-0,28	-0,48	0,39	-0,23	-0,51	<b>-0,67</b>	-0,08	-0,32	-0,51
$X_{ifn}$	-0,28	0,00	1,00	<b>1,00</b>	<b>-0,74</b>	0,64	<b>0,73</b>	0,15	-0,27	0,65	0,14	0,17	<b>-0,73</b>	0,55
$X_{hfn}$	-0,29	-0,00	<b>1,00</b>	1,00	<b>-0,74</b>	0,65	<b>0,74</b>	0,15	-0,27	0,66	0,15	0,17	<b>-0,72</b>	0,55
SAND %	0,61	0,39	<b>-0,74</b>	<b>-0,74</b>	1,00	<b>-0,95</b>	<b>-0,88</b>	0,13	0,01	<b>-0,96</b>	-0,47	-0,02	0,55	<b>-0,91</b>
SILT %	-0,54	-0,28	0,64	0,65	<b>-0,95</b>	1,00	<b>0,69</b>	-0,14	0,05	<b>0,87</b>	0,42	-0,16	-0,52	<b>0,88</b>
CLAY %	-0,59	-0,48	<b>0,73</b>	<b>0,74</b>	<b>-0,88</b>	<b>0,69</b>	1,00	-0,09	-0,10	<b>0,91</b>	0,46	0,28	-0,48	<b>0,78</b>
pH	0,39	0,39	0,15	0,15	0,13	-0,14	-0,09	1,00	<b>-0,92</b>	-0,22	<b>-0,82</b>	0,64	-0,61	-0,49
OM	-0,24	-0,23	-0,27	-0,27	0,01	0,05	-0,10	<b>-0,92</b>	1,00	0,03	<b>0,76</b>	<b>-0,79</b>	<b>0,71</b>	0,35
$Fe_2O_{3d}$ %	-0,64	-0,51	0,65	0,66	<b>-0,96</b>	<b>0,87</b>	<b>0,91</b>	-0,22	0,03	1,00	0,57	0,11	-0,46	<b>0,93</b>
$Fe_2O_{3o}$ %	<b>-0,69</b>	<b>-0,67</b>	0,14	0,15	-0,47	0,42	0,46	<b>-0,82</b>	<b>0,76</b>	0,57	1,00	-0,44	0,42	<b>0,76</b>
$Fe_2O_{3t}$	0,19	-0,08	0,17	0,17	-0,02	-0,16	0,28	0,64	<b>-0,79</b>	0,11	-0,44	1,00	-0,49	-0,24
$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	-0,14	-0,32	<b>-0,73</b>	<b>-0,72</b>	0,55	-0,52	-0,48	-0,61	<b>0,71</b>	-0,46	0,42	-0,49	1,00	-0,22
$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$	<b>-0,70</b>	-0,51	0,55	0,55	<b>-0,91</b>	<b>0,88</b>	<b>0,78</b>	-0,49	0,35	<b>0,93</b>	<b>0,76</b>	-0,24	-0,22	1,00

Correlations (agia sofia ed3)														
Marked correlations are significant at $p < ,05000$														
N=4 (Casewise deletion of missing data)														
Variable	$X_{if}$	$X_{hf}$	$X_{ifn}$	$X_{hfn}$	SAND %	SILT %	CLAY %	pH	OM	$Fe_2O_{3d}$ %	$Fe_2O_{3o}$ %	$Fe_2O_{3t}$	$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$
$X_{if}$	1,00	0,92	0,93	0,93	0,35	-0,85	0,69	0,60	-0,90	-0,47	-0,56	0,52	-0,90	-0,89
$X_{hf}$	0,92	1,00	0,91	0,91	0,65	-0,95	0,36	0,83	-0,90	-0,77	-0,81	0,14	-0,75	<b>-0,95</b>
$X_{ifn}$	0,93	0,91	1,00	<b>1,00</b>	0,31	-0,74	0,60	0,53	-0,74	-0,46	-0,51	0,38	-0,67	-0,77
$X_{hfn}$	0,93	0,91	<b>1,00</b>	1,00	0,31	-0,74	0,60	0,53	-0,73	-0,46	-0,51	0,38	-0,67	-0,77
SAND %	0,35	0,65	0,31	0,31	1,00	-0,78	-0,42	<b>0,96</b>	-0,63	<b>-0,98</b>	<b>-0,97</b>	-0,57	-0,33	-0,73
SILT %	-0,85	-0,95	-0,74	-0,74	-0,78	1,00	-0,23	-0,93	<b>0,97</b>	0,85	0,91	-0,05	0,81	<b>1,00</b>
CLAY %	0,69	0,36	0,60	0,60	-0,42	-0,23	1,00	-0,14	-0,43	0,31	0,19	<b>0,97</b>	-0,67	-0,31
pH	0,60	0,83	0,53	0,53	<b>0,96</b>	-0,93	-0,14	1,00	-0,82	<b>-0,98</b>	<b>-1,00</b>	-0,31	-0,57	-0,90
OM	-0,90	-0,90	-0,74	-0,73	-0,63	<b>0,97</b>	-0,43	-0,82	1,00	0,69	0,78	-0,29	0,94	<b>0,98</b>
$Fe_2O_{3d}$ %	-0,47	-0,77	-0,46	-0,46	<b>-0,98</b>	0,85	0,31	<b>-0,98</b>	0,69	1,00	<b>0,99</b>	0,48	0,39	0,80
$Fe_2O_{3o}$ %	-0,56	-0,81	-0,51	-0,51	<b>-0,97</b>	0,91	0,19	<b>-1,00</b>	0,78	<b>0,99</b>	1,00	0,37	0,52	0,87
$Fe_2O_{3t}$	0,52	0,14	0,38	0,38	-0,57	-0,05	<b>0,97</b>	-0,31	-0,29	0,48	0,37	1,00	-0,59	-0,14
$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	-0,90	-0,75	-0,67	-0,67	-0,33	0,81	-0,67	-0,57	0,94	0,39	0,52	-0,59	1,00	0,85
$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$	-0,89	<b>-0,95</b>	-0,77	-0,77	-0,73	<b>1,00</b>	-0,31	-0,90	<b>0,98</b>	0,80	0,87	-0,14	0,85	1,00



Correlations (xanthi ed1)														
Marked correlations are significant at $p < ,05000$														
N=4 (Casewise deletion of missing data)														
Variable	$X_{if}$	$X_{hf}$	$X_{ifn}$	$X_{hfn}$	SAND %	SILT %	CLAY %	pH	OM	$Fe_2O_{3d}$ %	$Fe_2O_{3o}$ %	$Fe_2O_{3t}$	$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$
$X_{if}$	1,00	<b>0,97</b>	-0,46	-0,45	0,56	-0,25	-0,78	0,60	0,67	-0,70	-0,04	-0,92	<b>0,98</b>	-0,01
$X_{hf}$	<b>0,97</b>	1,00	-0,28	-0,27	0,49	-0,20	-0,70	0,74	0,81	-0,64	0,04	-0,91	<b>0,95</b>	0,10
$X_{ifn}$	-0,46	-0,28	1,00	<b>1,00</b>	-0,86	0,77	0,85	-0,15	0,34	0,82	0,77	0,61	-0,56	0,82
$X_{hfn}$	-0,45	-0,27	<b>1,00</b>	1,00	-0,86	0,77	0,84	-0,14	0,35	0,82	0,78	0,60	-0,55	0,82
SAND %	0,56	0,49	-0,86	-0,86	1,00	-0,94	<b>-0,95</b>	0,61	-0,05	<b>-0,98</b>	-0,85	-0,81	0,69	-0,82
SILT %	-0,25	-0,20	0,77	0,77	-0,94	1,00	0,79	-0,53	0,27	0,87	<b>0,97</b>	0,59	-0,42	0,93
CLAY %	-0,78	-0,70	0,85	0,84	<b>-0,95</b>	0,79	1,00	-0,62	-0,16	<b>0,99</b>	0,66	0,93	-0,87	0,63
pH	0,60	0,74	-0,15	-0,14	0,61	-0,53	-0,62	1,00	0,63	-0,68	-0,31	-0,78	0,68	-0,19
OM	0,67	0,81	0,34	0,35	-0,05	0,27	-0,16	0,63	1,00	-0,12	0,51	-0,51	0,59	0,60
$Fe_2O_{3d}$ %	-0,70	-0,64	0,82	0,82	<b>-0,98</b>	0,87	<b>0,99</b>	-0,68	-0,12	1,00	0,74	0,90	-0,81	0,70
$Fe_2O_{3o}$ %	-0,04	0,04	0,77	0,78	-0,85	<b>0,97</b>	0,66	-0,31	0,51	0,74	1,00	0,39	-0,21	<b>0,99</b>
$Fe_2O_{3t}$	-0,92	-0,91	0,61	0,60	-0,81	0,59	0,93	-0,78	-0,51	0,90	0,39	1,00	<b>-0,98</b>	0,33
$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	<b>0,98</b>	<b>0,95</b>	-0,56	-0,55	0,69	-0,42	-0,87	0,68	0,59	-0,81	-0,21	<b>-0,98</b>	1,00	-0,17
$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$	-0,01	0,10	0,82	0,82	-0,82	0,93	0,63	-0,19	0,60	0,70	<b>0,99</b>	0,33	-0,17	1,00

Correlations (xanthi ed2)														
Marked correlations are significant at $p < ,05000$														
N=14 (Casewise deletion of missing data)														
Variable	$X_{if}$	$X_{hf}$	$X_{ifn}$	$X_{hfn}$	SAND %	SILT %	CLAY %	pH	OM	$Fe_2O_{3d}$ %	$Fe_2O_{3o}$ %	$Fe_2O_{3t}$	$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$
$X_{if}$	1,00	<b>0,98</b>	0,23	0,23	<b>0,63</b>	-0,42	<b>-0,66</b>	0,04	<b>0,78</b>	<b>-0,72</b>	-0,15	-0,53	0,16	0,09
$X_{hf}$	<b>0,98</b>	1,00	0,22	0,21	<b>0,67</b>	-0,43	<b>-0,73</b>	0,04	<b>0,82</b>	<b>-0,76</b>	-0,10	<b>-0,58</b>	0,22	0,13
$X_{ifn}$	0,23	0,22	1,00	<b>0,99</b>	0,27	-0,29	-0,08	-0,20	-0,02	-0,25	-0,29	-0,34	-0,18	0,34
$X_{hfn}$	0,23	0,21	<b>0,99</b>	1,00	0,30	-0,32	-0,09	-0,18	-0,05	-0,23	-0,33	-0,39	-0,23	0,40
SAND %	<b>0,63</b>	<b>0,67</b>	0,27	0,30	1,00	<b>-0,90</b>	<b>-0,61</b>	0,31	0,35	<b>-0,85</b>	-0,47	<b>-0,87</b>	-0,20	0,44
SILT %	-0,42	-0,43	-0,29	-0,32	<b>-0,90</b>	1,00	0,21	-0,20	-0,14	<b>0,71</b>	0,50	<b>0,71</b>	0,27	-0,33
CLAY %	<b>-0,66</b>	<b>-0,73</b>	-0,08	-0,09	<b>-0,61</b>	0,21	1,00	-0,35	<b>-0,55</b>	<b>0,62</b>	0,16	<b>0,68</b>	-0,04	-0,38
pH	0,04	0,04	-0,20	-0,18	0,31	-0,20	-0,35	1,00	-0,35	-0,44	<b>-0,78</b>	-0,37	<b>-0,76</b>	0,15
OM	<b>0,78</b>	<b>0,82</b>	-0,02	-0,05	0,35	-0,14	<b>-0,55</b>	-0,35	1,00	-0,45	0,41	-0,27	<b>0,67</b>	-0,02
$Fe_2O_{3d}$ %	<b>-0,72</b>	<b>-0,76</b>	-0,25	-0,23	<b>-0,85</b>	<b>0,71</b>	<b>0,62</b>	-0,44	-0,45	1,00	0,49	<b>0,72</b>	0,18	-0,18
$Fe_2O_{3o}$ %	-0,15	-0,10	-0,29	-0,33	-0,47	0,50	0,16	<b>-0,78</b>	0,41	0,49	1,00	0,45	<b>0,94</b>	-0,17
$Fe_2O_{3t}$	-0,53	<b>-0,58</b>	-0,34	-0,39	<b>-0,87</b>	<b>0,71</b>	<b>0,68</b>	-0,37	-0,27	<b>0,72</b>	0,45	1,00	0,24	<b>-0,78</b>
$Fe_2O_{3o}/Fe_2O_{3d}$	0,16	0,22	-0,18	-0,23	-0,20	0,27	-0,04	<b>-0,76</b>	<b>0,67</b>	0,18	<b>0,94</b>	0,24	1,00	-0,14
$Fe_2O_{3d}/Fe_2O_{3t}$	0,09	0,13	0,34	0,40	0,44	-0,33	-0,38	0,15	-0,02	-0,18	-0,17	<b>-0,78</b>	-0,14	1,00

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Arnalds, O., Kimble, J., 2001. Andisols of deserts in Iceland. *Soil Science Society of America Journal* 65, 1778-1786.
- Bartoli, F., Arnalds, O., Buurman, P., Oskarsson, H., Stoops, G., Garcia-Rodejia, E., Hernandez-Moreno, J., Pinheiro, J., Quantin, P., 2007. Preface. In: Bartoli, F., Arnalds, O., Buurman, P., Oskarsson, H., Stoops, G., Garcia-Rodejia, E. (Eds.), *Soils of volcanic regions in Europe*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg.
- Bernas, B., 1968. A new method for decomposition and comprehensive analysis of silicates by atomic absorption spectrometry. *Analytical Chemistry* 40, 1682-1686.
- Blakemore, L.C., Searle, P.L., Daly, B.K., 1987. *Methods for chemical analysis of soils*. N.Z. Soil Bureau, Scientific Report 80. N.Z. Soil Bureau, Lower Hutt, New Zealand.
- Childs, C.W., Matsue, N., Yoshinaga, N., 1991. Ferrihydrite in volcanic ash soils of Japan. *Soil Science and Plant Nutrition* 37, 299-311.
- Dahlgren, R.A., Saigusa, M., Ugolini, F.C., 2004. The nature, properties and management of volcanic soils. *Advances in Agronomy* 82, 113-182.
- Dearing, J.A., Maher B.A., Oldfield, F., 1985. Geomorphological linkages between soils and sediments: the role of magnetic measurements. In: Richards K.S., Ellis, S., Arnett, R.R. (Eds.), *Soils and Georphology*. George Allen and Unwin, pp. 245-266.
- Dearing, J.A., Hay, K.L., Bbabn, S.M.J., Huddleston, A.S., Wellington, E.M.H., Loveland, P.J., 1996a. Magnetic susceptibility of soil: an evaluation of conflicting theories using a national dataset. *Geophys. J.Int.* 127 (3), 728-734.
- Dearing, J.A., 1994. *Environmental Magnetic Susceptibility - Using the Bartington MS2 System*.
- Dearing, J.A., Livingstone, I., Zhou, L.P., 1996b. A late Quaternary magnetic record of Tunisian loess and ist paleoclimatic significance. *Geophys. Res. Lett.* 23, 189-192.
- Dubroeuq, D., Geissert, D., Quantin, P., 1998. Weathering and soil forming processes under semi-arid conditions in two Mexican volcanic ash soils. *Geoderma* 86, 99-122.
- E. de Jong, E., Kozak, L.M., Rostad, H.P.W., 1999. Effects of parent material and climate on the magnetic susceptibility of Saskatchewan soils. *Can. J. Soil Sci.* 80. 135-142.
- E. de Jong, E., Pennock, D.J., Nestor, P.A. 2000. Magnetic susceptibility of soils in different slope positions in Saskatchewan, Canada. *Catena* 40. 291-305.
- E. de Jong, R. J. Heck, and E. V. Ponomarenko, 2004. Magnetic susceptibility of soil separates of Gleysolic and Chernozemic soils. *Can. J. Soil Sci.* 85: 233-244.
- FAO, ISRIC, 2006. *World Reference Base for soil resources. A framework for international classification, correlation and communication*. World Soil Resources Report 1003. FAO, Rome, Edition 2006.

- Field Book for Describing and Sampling Soils, 1998. Version 1.1. Revised, Refined, and Compiled by Schoeneberger, P.J., Wysochi, D.A., Benham, E.C., Broderson, W.D. National Soil Survey Center. Natural Resources Conservation Service. United States Department of Agriculture. Lincoln, Nebraska.
- Fine, P., Singer, M. J., La Ven, R., Verosub, K. and Southard, R.J. 1989. Role of pedogenesis in distribution of magnetic susceptibility in two California chronosequences. *Geoderma* 44. 287-306.
- Fine, P., Singer, M. J., Verosub, K. 1992. The use of magnetic susceptibility measurements in assessing soil uniformity in chronosequence studies. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56. 1195-1199.
- Fine, P., Verosub, K., Singer, M. J., 1995. Pedogenic and lithogenic contributions to the magnetic susceptibility record of the Chinese loess/palaeosol sequence. *Geophys. J. Int.* 122, 97-107.
- Fontes, M.P.F., de Oliveira, T.S., da Costa, L.M., Campos, A.A.G., 2000. Magnetic separation and evaluation of magnetization of Brazilian soils from different parent materials. *Geoderma* 96, 81-99.
- Gallez, A., Juo, A.S.R., Herbillon, J.A., 1975. Clay mineralogy of selected soils in southern Nigeria. *Soil Science Society of America Journal* 39, 577-585.
- Georgalas, G.C., 1962. Catalogue of the Active Volcanoes of the World. Part XII – Greece. International association in Volcanology, Rome, p. 40.
- Gerard, A.J., 1992. *Soil Geomorphology: An Integration of Pedology and Geomorphology*. Chapman and Hall, London, pp. 260.
- Hailang, D., Frederickson, J.K., Kennedy, D.W., Zachara, J.M., Kukkadapu, R.K., Onstott, T.C. 2000. Mineral transformation associated with the microbial reduction of magnetite. *Chem. Geol.* 169. 299-318.
- Harden, J.W., 1982. A quantitative index of soil development from field descriptions: examples from a chronosequence in central California. *Geoderma* 28, 1-28.
- Ito, S., Shoji, S., Saigusa, M., 1991. Classification of volcanic ash soils from Kosen district, Hokkaido, according to the last Keys to Soil Taxonomy (1990) (in Japanese with English summary). *Japanese Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 62, 237-247.
- Jelenska M., Hasso-Agopsowicz A., Kadzialko-Hofmohl M., Sukhorada A., Bondar K., Matviishina Zh., 2007. Magnetic iron oxides occurring in chernozem soil from Ukraine and Poland as indicators of pedogenic processes. *Stud. Geophys. Geod.*, 52, 255-270.
- Jenny, H., 1941. *Factors of soil formation*. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York and London.
- Kimble, J.M., Ping, C.L., Sumner, M.E., Wilding, L.P., 2000. Andisols. In: Sumner, M.E., (Ed.), *Handbook of Soil Science*. CRC Press, pp. E209-E224.
- Lu, S.G. 2000. Lithological factors affecting magnetic susceptibility of subtropical soils, Zhejiang, China. *Catena* 40, 359-373.

- Maher, B.A. 1986. Characterization of soils by mineral magnetic measurements. *Phys. Earth Planet. Inter.* 42, 76-92.
- Maher, B.A. 1998. Magnetic properties of modern soils and Quaternary loessic paleosols: paleoclimatic implications. *Palaeogeogr., Paleoclimatol., palaeocol.* 137, 25-54.
- Maher, B.A. Alekseev A. and Alekseeva T., 2003. Magnetic mineralogy of soils across the Russian Steppe: climatic dependence of pedogenic magnetite formation. *Palaeogeogr., Paleoclimatol., palaeocol.* 201. 321-341.
- McLean, E., 1982. Soil pH and lime requirement. In: Page, A.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological properties.* Agron. 9. ASA, SSSA. Madison, W.I, USA, pp. 199-223.
- Mehra, O.P., Jackson, M.L., 1960. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. *Clays and Clay minerals* 5, 317-327
- Mullins, C.E. 1977. Magnetic susceptibility of the soil and its significance in soil science – A review. *J. Soil Sci.* 28, 223-246.
- Okamura, Y., Wada, K., 1983. Electrical charge characteristics of Ando (B) and Red-Yellow B soils and weathered pumices. *Journal of Soil Science* 34, 287-295.
- Owliaie H.R., Heck R.J., Abtahi A., 2005. The magnetic susceptibility of soils in Kohgilouye, Iran. *Can. J. Soil Sci.* 86, 97-107.
- Pe, G.G., Piper, D.J.W., 1972. Volcanism at subduction zones. The Aegean area. *Bulletin of the Geological Society of Greece* 9, 113-114.
- Pe-Piper, G., Piper, D.J.W., 2002. The igneous rocks of Greece, The anatomy of an orogen. *Beitrag regionalen geologie der erde.* Gebruder borntraeger, p. 409.
- Pichler, H., Kussmaul, S., 1972. Calc-alkaline Volcanic Rocks of the Santorini Group (Aegean Sea, Greece). *N. Jh. Miner. Abh.*, 116, 268-307.
- Rech, A. J., Reeves, W.R., Hendricks, M.D., 2001. The influence of slope aspect on soil weathering processes in the Springerville volcanic field, Arizona. *Catena* 43, 49-62.
- Schwertmann, U. and W.R. Fisher, 1973, Natural 'amorphus' ferric hydroxide. *Geoderma* 10:237-247
- Schwertmann, U., 1985. The effect of pedogenic environments on iron oxide minerals. *Advances in Soil Science* 1, 171-200.
- Schwertmann, U., Kodama H., Fischer W.R., 1986. Mutual interactions between organics and iron oxides. Pages 223-250 in P.M. Huang and M. Schnitzer, eds. *Interactions of soil minerals with natural organics and microbes.* SSSA, Special Publication vol.17 SSSA, Madison, WI.
- Schwertmann, U., 1988. Some properties of Soil and synthetic iron oxides. In J.M. Stucki, B.A. Goodman and U. Schwertmann (eds.). *Iron in soils and clay minerals.* Reidel Publ. Co., Dordrecht.



- Schwertmann, U., Taylor, R.M., 1989. Iron oxides. In: Dixon, J.B., Weed S.B. (Eds.), *Minerals in Soil Environments*, 2nd ed., Soil Science Society of America. Madison, WI, pp. 379-438.
- Shoji, S., Fujiwara, Y., 1984. Active aluminum and iron in the humus horizons of Andosols from Northeastern Japan. Their forms, properties and significance in clay weathering. *Soil Science* 137, 216-226.
- Shoji, S., Nanzyo, M., Dahlgren R.A., 1993a. Volcanic ash soils. Genesis, properties and utilization. *Developments in Soil Science* 21. Elsevier.
- Singer, M.J., Fine, P., 1989. Pedogenic factors affecting magnetic susceptibility of Northern California soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53. 1119-1127.
- Soil Survey Laboratory Methods Manual, 2004. Soil Survey Investigations Report No.42, version 4.0, November 2004. United States Department of Agriculture.
- Soil Survey Staff, 1999. *Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for making and interpreting soil surveys*, Second edition. Agr. Hdbk., vol. 436, USDA.
- Soil Survey Staff, 2003. *Keys to Soil Taxonomy*, 9<sup>th</sup> edition. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.
- Soil Survey Staff, 2006. *Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for making and interpreting Soil Surveys*, Tenth edition. Agr. Hdbk., vol. 436, USDA.
- Soutanto, R., De Conick, F., Doube, M., 1988. *Mineralogy, Charge Properties and Classification of Soils on Volcanic Materials and Limestone in Central Java (Indonesia)*. State University Ghent, Belgium.
- Stanjek, H., Fassbinder, J.W.E., Vali, H., Wagele, H., Graf, W., 1994. Evidence of biogenic greigite (ferrimagnetic Fe<sub>3</sub>S<sub>4</sub>) in soil. *Eur. J. Soil. Sci.* 45. 97-103.
- Stonehouse, H.B. and R.J.St. Arnaud. 1971. Distribution of iron, clay and extractable iron and aluminum in some Saskatchewan soils. *Can. J. Soil. Sci.* 51:283-293.
- Thornwaite, C.W., 1933. The climates of the Earth, *Geogr. Rev.* New York. 23, 433-440.
- Traineau, H., Dalabakis, P., 1989. Mise en evidence d' une eruption phreatique historique sur l' ile de Milos (Grèce). *C.R. Acad. Sci. Paris*, t.308, Serie II, 247-252.
- Van der Meeren C. et al., 1984, Reconnaissance Soil Survey of the Larisa area (Greece). I.T.C.
- Varekamp, J.C., 1992. Some remarks on volcanic vent evolution during plinian eruptions. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 54, 309-318.
- Velitzelos, E., 1998. The petrified forest of Lesvos. A rare geologic monument of the nature. 1<sup>st</sup> scientific symposium for the Petrified Forest of Lesvos, held in Mytilini and Sygri, Lesvos, Greece, April 26-27, *Proceedings in Greek*, pp. 35-42.

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Γεωργούλιας, Φ. 2008. Γένεση ηφαιστειακών εδαφών στις ελλαδικές συνθήκες. Διδακτορική διατριβή.
- Ζώης, Α. 2009. Ηφαιστειακά εδάφη στη νήσο Λήμνο. Μεταπτυχιακή μελέτη.
- Ι.Γ.Μ.Ε. Απόσπασμα Γεωλογικού Χάρτη της Ελλάδας, Φύλλο Γύθειο.
- Ι.Γ.Μ.Ε. Απόσπασμα Γεωλογικού Χάρτη της Ελλάδας, Φύλλο Μύρινα – Μούδρος.
- Ι.Γ.Μ.Ε. Απόσπασμα Γεωλογικού Χάρτη της Ελλάδας, Φύλλο Ξάνθη.
- Μαραβέγια, Σ. 2009. Διερεύνηση εδαφικών ιδιοτήτων εδαφών που αναπτύσσονται σε ηφαιστειακά υλικά στους Νομούς Λακωνίας, Λέσβου και Κορινθίας. Μεταπτυχιακή μελέτη.
- Μάραντος, Ι. 2003. Διερεύνηση γένεσης πολυγενετικής εδαφοτομής στην Κεντρική Ελλάδα. Μεταπτυχιακή μελέτη.
- Μουστάκας, Ν. 2000. Σημειώσεις στο μάθημα Γένεση Ταξινόμηση Εδαφών, Αθήνα.
- Μουστάκας, Ν., 2006. Γενική Εδαφολογία, Αθήνα.
- Μουστάκας, Ν. 2006. Περιγραφή Εδαφοτομής-Σύμβολο Χαρτογράφησης Εδαφών, Αθήνα.
- Πρίφτη, Μ. 2008. Διερεύνηση ιδιοτήτων εδαφών των Ερεικώνων Ξάνθης. Πτυχιακή μελέτη.