

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΘΕΚΑ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗ ΓΝΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΤΗΣ  
ΒΔ/ΚΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΠΑΜΙΣΟΥ**

**“Contribution to the knowledge of soil in the Northwest  
basin of Pamisos river”**

**ΛΑΜΠΡΟΠΟΥΛΟΣ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ**



Επιβλέπων  
**ΜΟΥΡΟΥΤΟΓΛΟΥ ΧΡΗΣΤΟΣ**  
Καθηγητής Εφαρμογών

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2012

*Στην οικογένειά μου*

*και στους φίλους  
Λαμπροπούλου Πολυξένη  
Χρυσοβελώνη Κωνσταντίνο  
Παπαευθυμίου Κωνσταντίνο  
Κυριάκη Αντρέα  
Κωνσταντόπουλο Γιώργο  
Κωνσταντοπούλου Πολυξένη*

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη ΒΔ/κή λεκάνη του ποταμού Πάμισου στο Ν. Μεσσηνίας, έγινε εδαφολογική μελέτη, σκοπός της οποίας ήταν να δώσει μια γενική εικόνα της κατάστασης που επικρατεί στην περιοχή, όσον αφορά τη διαμόρφωση των εδαφών. Η εργασία αυτή περιλάμβανε αναγνωριστική δειγματοληψία εδαφοτομών σε επλεγμένες θέσεις και εργαστηριακούς προσδιορισμούς των βασικών απαιτήσεων για τον καθορισμό των εδαφικών ιδιοτήτων.

Η φυσιογραφία της περιοχής συνίσταται από ορεινό-ημιορεινό και πεδινό τμήμα με υψόμετρο περίπου από 100 έως 1100 μέτρα. Το ορεινό-ημιορεινό τμήμα καλύπτεται κυρίως από δάσος και βοσκότοπους, με βλάστηση την παραμεσογειακή χλωρίδα της *makis*, στην οποία κυριαρχεί ο πρίνος, ενώ οι καλλιέργειες είναι περιορισμένες, λόγω εγκατάλειψης. Στο πεδινό τμήμα η αγροτική δραστηριότητα συνίσταται, από καλλιέργειες της ελιάς, της αμπέλου και διαφόρων κηπευτικών και κτηνοτροφικών φυτών, με καλές δυνατότητες εγκατάστασης και θερμοκηπίων.

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί είναι τα ανθρακικά πετρώματα, οι κερατόλιθοι και οι ψαμμίτες στην ορεινή περιοχή και τα αλλούβια στην πεδινή περιοχή. Τα εδάφη της περιοχής διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες, της πεδινής ζώνης, της ορεινής-ημιορεινής ζώνης και των κολουβιακών αποθέσεων. Στο ορεινό-ημιορεινό τμήμα διαμορφώνονται εδάφη, κυρίως της ομάδας Leptosol με βασικούς τύπους τους Rendzic Leptosol (Clayic), Mollic ή Cambic Leptosol (Eutric), Hyperskeletal Leptosol (Calcaric ή Eutric ή Dystric), Lithic Leptosol (Episkeletic, Calcaric ή Eutric ή Dystric), Nudilithic Leptosol, και Entic, Epileptic, Hyperskeletal Podzol (Episkeletic). Στην ζώνη των κολουβιακών αποθέσεων διαμορφώνονται εδάφη κυρίως της ομάδας Regosol και σπανιότερα Cambisol με βασικούς τύπους τους Colluvic Regosol (Escalic, Calcaric ή Eutric ή Dystric), Leptic Regosol (Skeletal, Calcaric ή Dystric) ή και Colluvic Cambisol (Escalic, Calcaric ή Eutric ή Dystric) Leptic Cambisol (Skeletal, Calcaric ή Dystric). Στην πεδινή περιοχή, όπου το μητρικό υλικό είναι οι αλλουβιακοί σχηματισμοί, παρατηρούνται πεδογενετικές διεργασίες αρχικών σταδίων, με διαμόρφωση οριζόντων Cambic και εδάφη κυρίως της ομάδας Cambisol και περιφερειακά στις εισόδους των χειμάρρων της ομάδας Fluvisol. Οι βασικοί τύποι των εδαφών είναι οι Haplic Cambisol (Calcaric ή Eutric, Siltic), Epistagnic Cambisol (Ferric, Calcaric ή Eutric), Endosalic Cambisol (Eutric, Siltic) και Hypocalcic Calcisol (Siltic).

Τα εδάφη στα πεδινά και αυτά που είναι υπολειμματικά ανθρακικών σχηματισμών στην ορεινή περιέχουν ελεύθερο  $\text{CaCO}_3$ . Τα τοξικά στοιχεία βρίσκονται σε φυσιολογικές τιμές. Η μηχανική συμπεριφορά των εδαφών είναι στην κατηγορία των μέτριων έως ελαφρά βαρέων και ανήκουν, το πλείστον, στους αμμώδεις αργιλοπηλούς (SCL).

Λέξεις κλειδιά: Λεκάνη ΒΔ/κού ποταμού Πάμισου, επισκόπηση εδαφών, ταξινόμηση εδαφών, Leptosol, Cambisol, Fluvisol, Calcisol, Regosol,

## SUMMARY

In the north-western basin of Pamisos river, Messinia Prefecture, a soil survey study was carried out, with the aim to provide an overview of the prevailing conditions with respect to the development of soil. This study includes reconnaissance sampling of soil profiles at selected sites and laboratory analyses of the basic requirements for the determination of soil properties.

The morphology of the area is partly comprised from two terrain types, a mountainous-semimountainous and a plain. The altitude varies from 100 to 1100 metres above mean sea level. The mountainous-semimountainous part is covered by forest and grazing land with Mediterranean makis flora, where holy oak is dominant, while the cultivated parts are limited, due to abandonment. On the plain, the agricultural activities comprise olive trees, vineyards and a variety of vegetables and animal feed, with a good potential for installation of green houses.

The geological formations are calcareous rocks, chert and sandstone in the semi-mountainous area, and alluvial deposits on the plain. Soil is distinguished into three categories, those of the plain zone, the semi-mountainous zone and colluvial deposits zone. In the mountainous-semimountainous part the soils that are developed belong mainly to the Leptosol group with basic types the Rendzic Leptosol (Clayic), Mollic or Cambic Leptosol (Eutric), Hyperskeletal Leptosol (Calcaric or Eutric or Dystric), Lithic Leptosol (Episkeletic, Calcaric or Eutric or Dystric), Nudilithic Leptosol, and Entic, Epileptic, Hyperskeletal Podzol (Episkeletic). In the colluvial deposits zone, the developed soil belongs mainly to the Regosol group and rarely to Cambisol with basic types the Colluvic Regosol (Escalic, Calcaric or Eutric or Dystric), Leptic Regosol (Skeletal, Calcaric or Dystric) and/or Colluvic Cambisol (Escalic, Calcaric or Eutric or Dystric), Leptic Cambisol (Skeletal, Calcaric or Dystric). In the plain zone, where the parent material is comprised from alluvial deposits, and pedogenetic processes are at the initial stage of soil development with mainly Cambic horizons, the soil is of mainly the Cambisol group, while at the periphery of stream entrances soil of the Fluvisol group is encountered. The basic soil types are Haplic Cambisol (Calcaric or Eutric, Siltic), Epistagnic Cambisol (Ferric, Calcaric or Eutric), Endosalic Cambisol (Eutric, Siltic) and Hypocalcic Calcisol (Siltic).

The soil on the plain zone, and the ones that are residual on calcareous formations on the mountainous part, contain free  $\text{CaCO}_3$ . Toxic element concentrations are within the normal natural variation. Soil workability varies from medium to light heavy, and mainly belongs to the sandy clay loam (SCL).

**Keywords:** North-western basin of Pamisos river, soil survey, soil taxonomy, Leptosol, Cambisol, Fluvisol, Calcisol, Regosol,

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστίες θέλω να εκφράσω, στον υπεύθυνο του εργαστηρίου καθηγητή κ. Χρήστο Μουρούτογλου, για τη διάθεση των οργάνων του εργαστηρίου για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας, καθώς επίσης και στον τέως καθηγητή μου κ. Χρήστο Πασχαλίδη, με την ενθάρρυνση του οποίου πάρθηκε η απόφαση για την ανάληψη αυτού του είδους μελέτης. Ένα μεγάλο ευχαριστώ στη καθηγήτρια κ. Αντωνία Κορίκη, που με τόση προθυμία δέχτηκε την εκπόνηση της πτυχιακής μου μελέτης και για τη σημαντική προσφορά της στα διάφορα στάδια των εργασιών, με τις επικοδομητικές υποδείξεις και κατευθύνσεις στο θεωρητικό και εργαστηριακό μέρος, για την επιτυχή ολοκλήρωσή της.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελ.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
SUMMARY.....	4
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	5
ΑΚΡΟΝΥΜΑ.....	7
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	8
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
2. ΦΥΣΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	11
3. ΚΛΙΜΑ.....	14
4. ΓΕΩΛΟΓΙΑ.....	15
5. ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑ.....	21
5.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ.....	21
5.2 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ.....	21
5.3 ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ - ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ.....	23
5.3.1 Τυποποίηση δειγμάτων.....	23
5.3.2 Προσδιορισμός χρώματος.....	24
5.3.3 Μηχανική ανάλυση.....	25
5.3.4 Χημικοί προσδιορισμοί.....	28
5.3.4.1 Εδαφική υγρασία και Υδατοχωρητικότητα (SP).....	29
5.3.4.2 pH.....	29
5.3.4.3 Ελεύθερο ανθρακικό ασβέστιο.....	30
5.3.4.4 Οργανικός άνθρακας.....	30
5.3.4.5 Ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC).....	30
5.3.4.6 Ανταλλάξιμα Ca, Mg, K, Na.....	31
5.3.4.7 Εκχυλίσμα με DTPA Fe, Mn, Cu, Zn.....	32
5.3.4.8 P Olsen.....	32
5.3.4.9 Ολικές αναλύσεις με βασιλικό νερό.....	32
5.4 ΕΔΑΦΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ.....	41
5.4.1 Εδαφικοί σχηματισμοί των πεδινών περιοχών.....	41
5.4.2 Εδαφικοί σχηματισμοί της ζώνης των κολλουβιακών αποθέσεων.....	47
5.4.3 Τα εδάφη των πρανών.....	47
6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	49
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	51
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	53
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	59

## AKPONYMA

ΓΥΣ	Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού
CEC	Cation Exchange Capacity
DTPA	Διαθυλενοτριαμινοπενταοξικό οξύ
EC	Electrical Conductivity
ΕΘΙΑΓΕ	Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας
EOLSS	Encyclopedia of Life Support Systems
FAO	Food and Agriculture Organization
ΙΑΚ	Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων
ΙΓΜΕ	Ινστιτούτο Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνών
ISRIC	International Soil Reference and Information Centre
ISRN	International Scholarly Research Network
ISSS	International Society of Soil Science
IUSS	International Union of Soil Sciences
JRC	Joint Research Centre
NRCS	Natural Resources Conservation Service
NSSC	National Soil Survey Center
NTCHS	National Technical Committee for Hydric Soils
ΟΕΔΒ	Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων
ppm	Parts per million
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
UNEP	United Nations Environment Programme
UNESCO	United Nations Educational Scientific and Culcural Organization
USDA	United States Department of Agriculture
WRB	World reference base for soil resources 2006

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία αυτή εκπονήθηκε στα πλαίσια της πτυχιακής υποχρέωσης προς το τμήμα ΒΙΟΘΕΚΑ της Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας. Επιλέχθηκε ως αντικείμενο, εκτός αυτής της απαίτησης και ως μια μικρή συμβολή στον τομέα των εδαφολογικών ερευνών, ιδιαίτερα για την περιοχή της ΒΔκής Μεσσηνίας, όπου ελάχιστες μελέτες έχουν γίνει στο παρελθόν και μάλιστα σε πολύ μικρές κλίμακες, κυρίως σε μορφή εδαφολογικών Ατλάντων, που καλύπτουν μεγάλα τμήματα ή και ολόκληρη τη χώρα (Svorykin, *et al* 1958; Κατακουζηνός, 1967-68; Γιάσογλου, 2004).

Η μικρή σχετικά έκταση της προς μελέτη περιοχής - αν και θα μπορούσε να καλύψει πολύ μεγαλύτερη περιοχή, σε συνθήκες όμως, μιας πιο εμπειριστατωμένης μελέτης - επιλέχθηκε για να καλύψει τις απαιτήσεις της πτυχιακής εργασίας, πονήματος, που έχει, ως γνωστόν, περιορισμένα, τα χρονικά όρια, τις συνθήκες εργαστηριακής υποστήριξης και τις υπαίθριες εργασίες-παρατηρήσεις.

Η μελέτη αυτή επικεντρώνεται κατά κύριο λόγο, στους εργαστηριακούς προσδιορισμούς, παρέχοντας τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά των εδαφών και περιορίζεται σε ένα γενικό πλαίσιο περιγραφής, όσον αφορά τις εδαφοτομές (profiles) και τις υπαίθριες παρατηρήσεις των διαφόρων εδαφικών σχηματισμών. Το σύστημα που χρησιμοποιήθηκε για την ταξινόμηση των εδαφών είναι το «World reference base for soil resources 2006» και ο οδηγός για την περιγραφή ο «Guidelines for soil description 2006» του FAO. Έγινε προσπάθεια για την, όσο το δυνατόν, καλύτερη ταξινόμηση των εδαφών κατά WRB, αλλά οι απαιτήσεις περισσότερων εργαστηριακών προσδιορισμών και υπαίθριων εργασιών και παρατηρήσεων, οι οποίες δεν ήταν εφικτό να πραγματοποιηθούν με τις παρούσες συνθήκες για την απόδοση της πλήρους ονοματολογίας, περιόρισε τους διάφορους προσδιορισμούς των εδαφικών σχηματισμών, σε κάποιες περιπτώσεις, σε λιγότερους από αυτούς που απαιτούνται.

Οι εργαστηριακοί προσδιορισμοί έγιναν στο εργαστήριο εδαφολογίας της σχολής, με την καθοδήγηση και την εποπτεία της καθηγήτριας κ. Αντωνίας Κορίκη.

Χημικές αναλύσεις, επίσης έγιναν και στο διαπιστευμένο εργαστήριο OMAC της Ιρλανδίας, σε περιορισμένο αριθμό επιλεγμένων δειγμάτων.

Πιστεύω η παρούσα εργασία, εκτός της υποχρέωσης των απαιτήσεων προς τη σχολή, θα ήταν ικανοποίησή μου να έχει συμβάλει, στην παροχή εδαφολογικών δεδομένων για τις



ανάγκες των καλλιεργειών της τοπικής κοινωνίας, καθώς και ως μικρό λιθαράκι, με τα λίγα στοιχεία που παρέχει, στο οικοδόμημα της προσέγγισης της εδαφολογικής έρευνας της χώρας.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η περιοχή έρευνας βρίσκεται προς το βορειοδυτικό άκρο του νομού Μεσσηνίας και καλύπτει το εκεί τμήμα της λεκάνης απορροής του ποταμού Πάμισου (Χάρτης 2.1). Επιλέχθηκε να είναι λεκάνη απορροής, γιατί αυτή συνήθως αποτελεί ενότητα με ικανό πλήθος μορφολογικών και εδαφικών διαφοροποιήσεων, όπως το διαφορετικό ανάγλυφο, από το ορεινό μέχρι και το πεδινό, οι διάφοροι *in situ* εδαφικοί σχηματισμοί που φέρουν τα χαρακτηριστικά του μητρικού υλικού (γεωλογικοί σχηματισμοί) και αυτοί από μεταφορά με τους οποίους μπορούν να συσχετιστούν, λόγω αποκομιδής και απόθεσης ίδιων διαχρονικά εδαφικών υλικών, καθώς και με τις διάφορες σε αυτούς πεδογενετικές επιδράσεις, κλπ. Μάλιστα, η συγκεκριμένη περιοχή παρουσιάζει αρκετές εδαφικές διαφοροποιήσεις, καθώς και σειρές διαφορετικών γεωλογικών σχηματισμών, που δίνει καλή δυνατότητα για μελέτη της διαμόρφωσης και ανάπτυξης των ποικίλων εδαφικών σχηματισμών και μπορεί να προσφέρει δεδομένα για αρκετές όμορες περιοχές, που έχουν ίδιες ή παρόμοιες εδαφολογικές συνθήκες, όπου βέβαια, επικρατούν ίδιοι εδαφογενετικοί παράγοντες (μητρικό πέτρωμα, ανάγλυφο, κλιματικές συνθήκες, χρόνος, κλπ.).

Το πεδινό τμήμα καλύπτει ένα σημαντικό κομμάτι της μελετώμενης περιοχής, στο οποίο επικεντρώνεται και το μεγαλύτερο βάρος της έρευνας, γιατί είναι και το κατ' εξοχή τμήμα της αγροτικής δραστηριότητας.

Το τμήμα αυτό έχει δυνατότητες για ένα ευρύ φάσμα καλλιεργειών, με ικανοποιητικές αρδευτικές επίσης δυνατότητες και είναι πρόσφορο σε αρκετές θέσεις για εγκατάσταση θερμοκηπίων.

## 2. ΦΥΣΙΟΓΡΑΦΙΑ

Η περιοχή φυσιογραφικά αποτελείται από πεδινό, ημιορεινό και ορεινό τμήμα, με επικράτηση της ημιορεινής και ορεινής ζώνης. Στην ορεινή και ημιορεινή ζώνη παρατηρούνται κυρίως ισχυρές έως πολύ ισχυρές κλίσεις. Το πεδινό τμήμα έχει μικρές κλίσεις έως επίπεδες, διακόπτεται στο κέντρο του από μικρούς λόφους, έτσι, ώστε να διαχωρίζεται σε δύο υπολεκάνες (Χάρτης 2.1). Η μετάβαση από την πεδινή προς την ημιορεινή-ορεινή ζώνη γίνεται βαθμιαία, με ήπιες κλίσεις που δημιουργούν αποθέσεις κολλουβιακές (αποθέσεις κλιτύων).

Το υδρογραφικό δίκτυο είναι καλά ανεπτυγμένο. Τα ρέματα που διαρρέουν την περιοχή είναι κυρίως χειμάρροι με μικρή ποσότητα μεταφοράς νερού κατά τη θερινή περίοδο, κυρίως στα τρίτης τάξης ρέματα, τα οποία συνήθως αποξηραίνονται κατά τη διαδρομή τους εμπλουτίζοντας τους υδροφόρους ορίζοντες. Τα μικρότερα ρέματα από τα ορεινά και ημιορεινά τμήματα, διαρρέονται από νερό κατά την περίοδο των βροχοπτώσεων. Αυτά ενώνονται και δημιουργούν δύο κεντρικά το «Κλεσιουρέϊκο» και τον «Ξεροπόταμο», τα οποία διέρχονται αντίστοιχα από τις υπολεκάνες του πεδινού τμήματος και τελικά συμβάλλουν σε ένα στην περιοχή του χωρίου Κόκλα. Η στερεοπαροχή τους είναι σημαντική κατά την περίοδο των βροχοπτώσεων, από αργά το Φθινόπωρο μέχρι αρχές της Άνοιξης, ιδιαίτερα κατά τη χειμερινή περίοδο. Το αποτέλεσμα είναι δημιουργία αρκετού πάχους προσχωματικών - αλλουβιακών αποθέσεων στις δύο αυτές κοιλάδες. Πλημμυρικές αποθέσεις παρατηρούνται στο κεντρικό πεδινό τμήμα και στη γύρω κοντινή περιοχή διέλευσης των δύο προαναφερομένων χειμάρρων.

Η ορεινή και ημιορεινή ζώνη καλύπτεται από δάσος στο μεγαλύτερο μέρος, που αποτελείται από τη χαρακτηριστική βλάστηση της *makis*, τα αείφυλλα σκληρόφυλλα της παραμεσογείου ζώνης, με επικράτηση του Πρίνου (*Quercus coccifera*) και δευτερευόντως Δρυός (*Quercus sp*), Κουτσουπιάς (*Cercis siliquastrum*), Σφένδαμου (*Acer pseudoplatanus*), Αγριελιάς (*Olea europaea silvestris*), Πλάτανου (*Platanus orientalis*) και διαφόρων θάμνων, Φυλλύρεας (*Phillyrea latifolia*), Ασφέλαχτου (*Calycotome villosa*), Ασφάκας (*Flomis fruticosa*), Λαδανιάς (*Cistus parviflorus*), Σχίνου (*Pistacia lentiscus*), Αφάνας (*Genista acanthoclada*), Λυγαριάς (*Vitex agnus-castus*) κλπ.

Τμήματα με ήπιες κατά θέσεις κλίσεις και, όπου υπήρχε δυνατότητα διαμόρφωσης αναβαθμίδων για τη συγκράτηση του εδάφους καλλιεργούνται, σε περιορισμένες πλέον εκτάσεις, λόγω εγκατάλειψης, δενδρώδεις καλλιέργειες κυρίως ελιές, συκίες, αμπέλια,

αμυγδαλιές και εκεί που υπάρχει δυνατότητα άρδευσης από πηγές, καρυδιές, μηλιές, αχλαδιές και διάφορα κηπευτικά. Το μεγαλύτερο, όμως, μέρος της ζώνης αυτής χρησιμοποιείται, ως βοσκότοπος.

Στην πεδινή περιοχή, όπου δεν υπάρχει νερό για άρδευση, καλλιεργούνται κυρίως ελιές και αμπέλια, ενώ στις περιοχές με δυνατότητα παροχής νερού, καλλιεργούνται σποραδικά και όχι συστηματικά, για κάλυψη βασικά της οικιακής οικονομίας, διάφορα κηπευτικά, καθ' όλο το έτος και κτηνοτροφικά φυτά για τις ανάγκες της κτηνοτροφίας.

Η υδάτινη οικονομία στα πεδινά τμήματα ικανοποιείται, από τρεις αναβλύζουσες πηγές (Κοπρινίτσας, Αγ. Γεωργίου και Κόκλας) σημαντικής παροχής που καλύπτουν ένα μεγάλο μέρος των αρδευτικών απαιτήσεων, των περιορισμένων καλλιεργειών που υφίστανται σήμερα, καθώς και μικρές πηγές, γεωτρήσεις και φρέατα. Στις ημιορεινές και ορεινές περιοχές, το αρδευτικό νερό προέρχεται κατά κύριο λόγο από πηγές επαφής και πηγάδια, όπου οι γεωλογικές συνθήκες δίνουν τη δυνατότητα.

Εικόνα. 2.1: Άποψη του πεδινού τμήματος της περιοχής έρευνας



**Χάρτης 2.1: Τμήμα από το Τοπογραφικό  
Φ.Χ. "ΝΕΑ ΦΙΓΑΛΕΙΑ" Κλίμακας 1:50.000,  
Έκδοση ΓΥΣ 1990**



- Όρια της λεκάνης απορροής της περιοχής έρευνας
- Θέσεις δειγματοληψίας

### 3. ΚΛΙΜΑ

Οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή δεν μπορούν να περιγραφούν με ακρίβεια, λόγω μη ύπαρξης, πλησίον, σταθμού καταγραφής μετεωρολογικών δεδομένων. Οι πλησιέστεροι μετεωρολογικοί σταθμοί είναι της Καλαμάτας, του Διαβολιτσίου, (δεν λειτουργεί) και του Πύργου, τα διαθέσιμα στοιχεία των οποίων μπορούν να μας δώσουν τη σχετική κλιματική εικόνα της περιοχής.

Το κλίμα που επικρατεί είναι το Μεσογειακό, ξηροθερμικού τύπου, με ξηρή περίοδο από τον Ιούνιο έως και τον Αύγουστο, όπου παρατηρούνται ελάχιστες βροχοπτώσεις. Η βροχερή περίοδος είναι από τον Οκτώβριο μέχρι και το Μάιο με τη μεγαλύτερη ένταση κατά τη χειμερινή περίοδο.

Με βάση τα μετεωρολογικά στοιχεία των προαναφερομένων σταθμών προκύπτουν τα παρακάτω :

α) Το μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης την περίοδο αναφοράς είναι περίπου 950 mm. Οι πιο έντονες βροχοπτώσεις παρατηρούνται στη διάρκεια του Οκτωβρίου. Έχουν μετρηθεί αυτό το μήνα μέχρι και 185 mm ύψος βροχόπτωσης στην διάρκεια του 24ώρου. Το 62% περίπου των ετήσιων βροχοπτώσεων πέφτει κατά τους μήνες Νοέμβριο, Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Φεβρουάριο.

β) Η μέση ετήσια υγρασία είναι της τάξης των 63 mm Hg και οι μήνες Νοέμβριος, Δεκέμβριος και Ιανουάριος παρουσιάζουν τις υψηλότερες τιμές.

γ) Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται στους 17,9 °C. Οι ελάχιστες που έχουν παρατηρηθεί είναι τον Ιανουάριο και Φεβρουάριο -4.8 και -4.0 °C (;) αντίστοιχα, ενώ οι μέγιστες τον Ιούνιο και Ιούλιο 41.6 και 42.0 °C αντίστοιχα.

Πρέπει να σημειωθεί, ότι κλιματικές διαφορές είναι συχνά σημαντικές, ακόμη και μεταξύ γειτονικών περιοχών, γεγονός που εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως η μορφολογία του ανάγλυφου, το υψόμετρο, οι παρεμβολές ορεινών όγκων, η γειτνίαση με τη θάλασσα, κλπ.

Οι δυτικοί και οι ανατολικοί άνεμοι έχουν μεγαλύτερη συχνότητα, από αυτή των νοτιών και βορείων. Χαρακτηριστικό φαινόμενο είναι ο σφοδρός βορειοανατολικός-ανατολικός άνεμος που πνέει μερικές φορές, κατά τη βροχερή περίοδο ο οποίος μπορεί να προκαλέσει σημαντικές ζημιές.

## 4. ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Η γεωλογία της περιοχής έρευνας παρουσιάζει πολυπλοκότητα και στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται σε γενικές γραμμές, οι βασικοί γεωλογικοί σχηματισμοί.

Οι παλαιότεροι από αυτούς ανήκουν γεωτεκτονικά στη ζώνη Ωλονού-Πίνδου, ενώ οι νεότεροι αποτελούν αποθέσεις του Τεταρτογενούς (Χάρτης 4.1).

Περιλαμβάνει, από τους νεότερους προς τους παλαιότερους, τους πιο κάτω σχηματισμούς (Λαλεχός, 1974):

**Αλλουβιακές αποθέσεις:** Σύγχρονες αποθέσεις κοιλάδων χειμαρρώδους προέλευσης, που αποτελούνται από αργιλοαμμώδη κυρίως υλικά, πηλούς, χάλικες, κροκάλες, λατύπες και είναι ασύνδετα έως ελαφρά συνδεδεμένα.

**Πλευρικά κορήματα και κώνοι κορημάτων.** Πετρώδη θραύσματα και γεώδη υλικά που αποτελούν προϊόντα της μηχανικής αποσάθρωσης απότομων πρανών. Ποικίλοι σχηματισμοί αποτελούμενοι από υλικά άλλοτε αδρομερή, άλλοτε αμμοαργιλώδη ή αμμοπηλώδη ή και ανάμεικτα με αδρομερή.

**Φλύσχη - ιζήματα μετάβασης:** Πλακώδεις ασβεστόλιθοι εναλλάσσονται με ερυθρές μάργες, μαργαϊκούς ασβεστόλιθους και μαύρους πυριτόλιθους στη βάση. Ακολουθούν ιζήματα του φλύσχη αποτελούμενα από μαργαϊκούς ή λατυποπαγείς ασβεστόλιθους, κυανές έως φαιοκίτρινες μάργες και πράσινους έως κυανούς ψαμμίτες. Ηλικία : Αν. Μαιστρίχτιο - Ηώκαινο. Εμφανίζουν σχετική στεγανότητα και πηγές επαφής. Το υπολειμματικό έδαφος Lithic Leptosol (Eutric ή Dystric ) ή Nudilithic Leptosol των ψαμμιτών του φλύσχη είναι αμμοπηλώδες ανοικτό καφέ έως καστανοκίτρινο με ακόρεστο εδαφσύμπλοκο από βάσεις και με ελαφρά όξινο έως ελαφρά βασικό pH, ενώ των μαργών και ασβεστόλιθων Mollie ή Cambic Leptosol (Eutric) είναι αργιλώδες καστανό, τεφρό έως τεφροσκούρο με ουδέτερο έως βασικό pH και κορεσμένο εδαφσύμπλοκο.

**Ασβεστόλιθοι:** Πλακώδεις έως παχυστρωματώδεις λευκοί, ερυθροί και τεφροί, πτυχωμένοι και κατακερματισμένοι. Μέσα στα στρώματα των ασβεστολίθων παρεμβάλλονται σκληρές μάργες, ψαμμίτες και κερατόλιθοι. Ηλικία : Αν. Κρητιδικό.

Καταλαμβάνουν τη μεγαλύτερη έκταση πάνω στο χάρτη. Η υδροφορία τους είναι η σημαντικότερη από όλους τους άλλους σχηματισμούς της ζώνης με δημιουργία και κάρστ. Είναι οι σχηματισμοί που τροφοδοτούν τις προαναφερόμενες πηγές του πεδινού τμήματος. Το υπερκείμενο έδαφος των πετρωμάτων αυτών είναι συνήθως αργιλοπηλώδες των τύπων

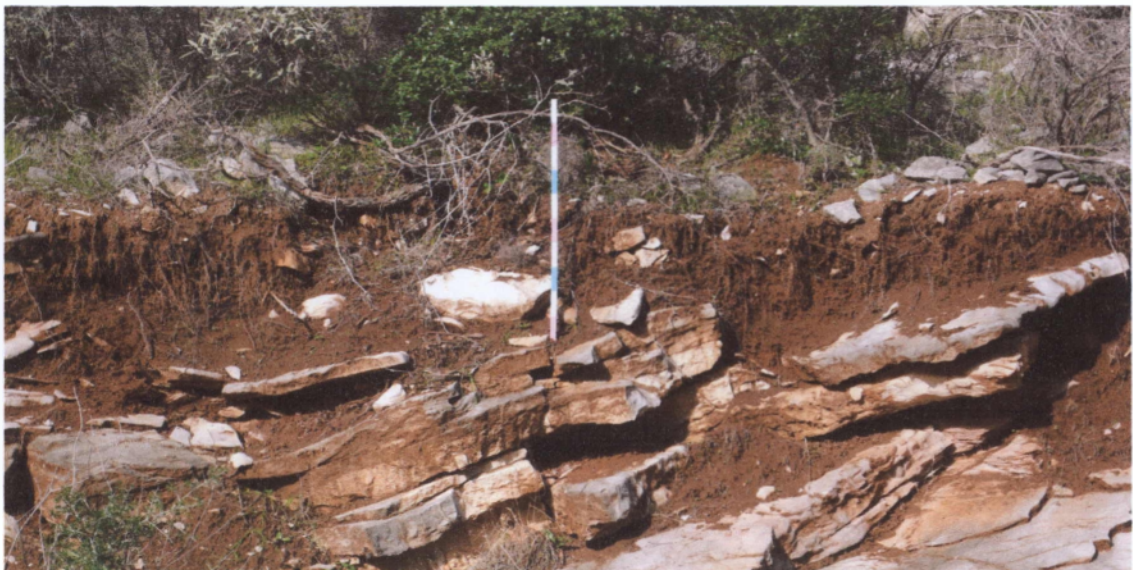
Rendzic Leptosol (Clayic), Mollic ή Cambic ή Lithic Leptosol (Eutric, Epi-, Skeletic) με ελεύθερο ανθρακικό ασβέστιο και βασικό pH.

**Κερατολιθική σειρά:** Αποτελείται κυρίως από ερυθρούς ραδιολαρίτες, πράσινους φθανίτες και κιτρινέρυθρους ιάσπιδες, που είναι πετρώματα σκληρά με σύσταση από ενώσεις οξειδίων του πυριτίου, στους οποίους παρεμβάλλονται ασβεστόλιθοι, μάργες, πηλίτες και ψαμμίτες. Ηλικία : Ιουρασικό - Κατ. Κρητιδικό. Εντός των σχηματισμών αυτών εμφανίζονται μεταλλεύματα μαγγανίου.

Εύκολα θρυμματιζόμενοι σχηματισμοί, που δημιουργούν κορήματα από αργιλοπυριτικό υλικό, με αδρομερή κογχώδη έως και λεπτόκοκκη υφή. Έχουν υποστεί ισχυρή τεκτονική καταπόνηση. Παίζουν το σημαντικότερο ρόλο, ως στεγανό υπόβαθρο στις εναλλαγές των σχηματισμών της σειράς Ωλονού-Πίνδου και δημιουργούν συνθήκες για πηγές επαφής. Αυτούσια παράγουν εδάφη ερυθροκάστανα του τύπου Umbric, Lithic Leptosol (Dystric, Episkeletic) ή Nudilithic Leptosol ή Entic, Epileptic, Podzol (Episkeletic) με απουσία ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου και από ουδέτερο έως όξινο pH.

**Ασβεστόλιθοι και κλαστική σειρά:** Ασβεστόλιθοι πλακώδεις έως στρωματώδεις τεφροί, τεφρομέλανες, ερυθροί που περιέχουν λεπτούς πυριτικούς φακούς και εναλλάσσονται με φυλλώδεις μάργες, πυριτολιθικά στρώματα και πράσινους έως χακί ψαμμίτες. Ηλικία : Ανωτ. Τριαδικό - Ιουρασικό. Οι σειρές αυτές περιλαμβάνουν μεγάλη ποικιλία σχηματισμών, όπου στα ανώτερα μέλη της κλαστικής σειράς, πιθανόν να παρεμβάλλονται και έκχυτοι σπλίτες (υποθαλάσσια ηφαιστειακά).

Εικόνα 4.1: Ασβεστόλιθοι με υπολειμματικό έδαφος Rendzic Leptosol (Clayic)





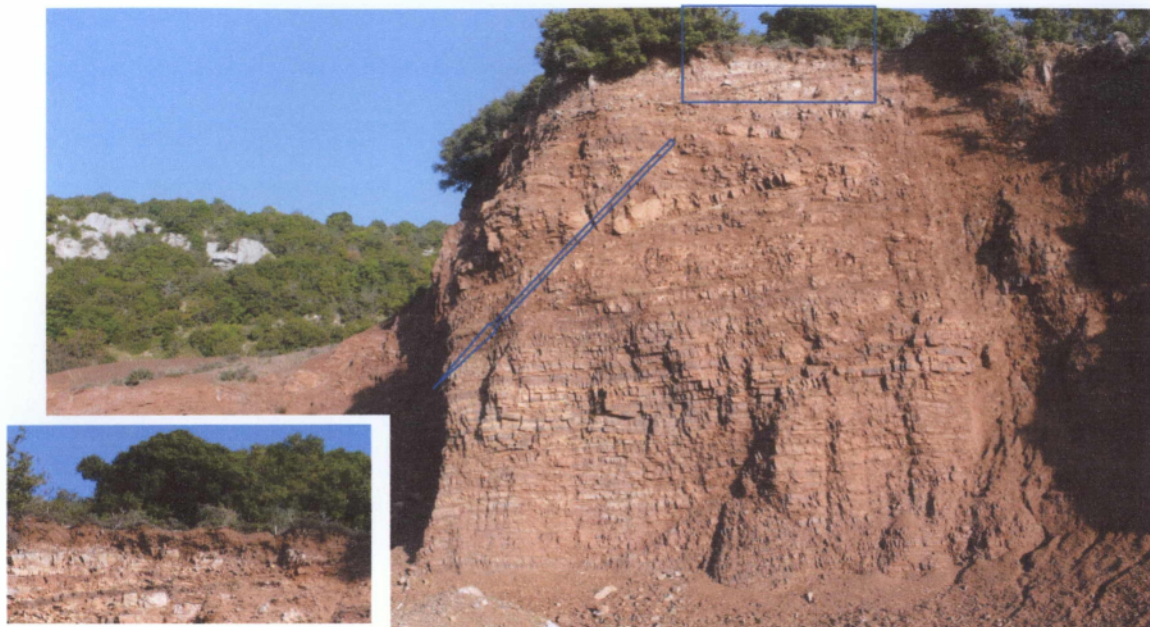
Εικόνα 4.2: Ασβεστόλιθοι λεπτο- & παχυστρωματώδεις θραυσμένοι, σε διαστρωμάτωση



Εικόνα 4.3: Ψαμμίτες θραυσμένοι σε διαστρωμάτωση της ενότητας του Φλύσχι



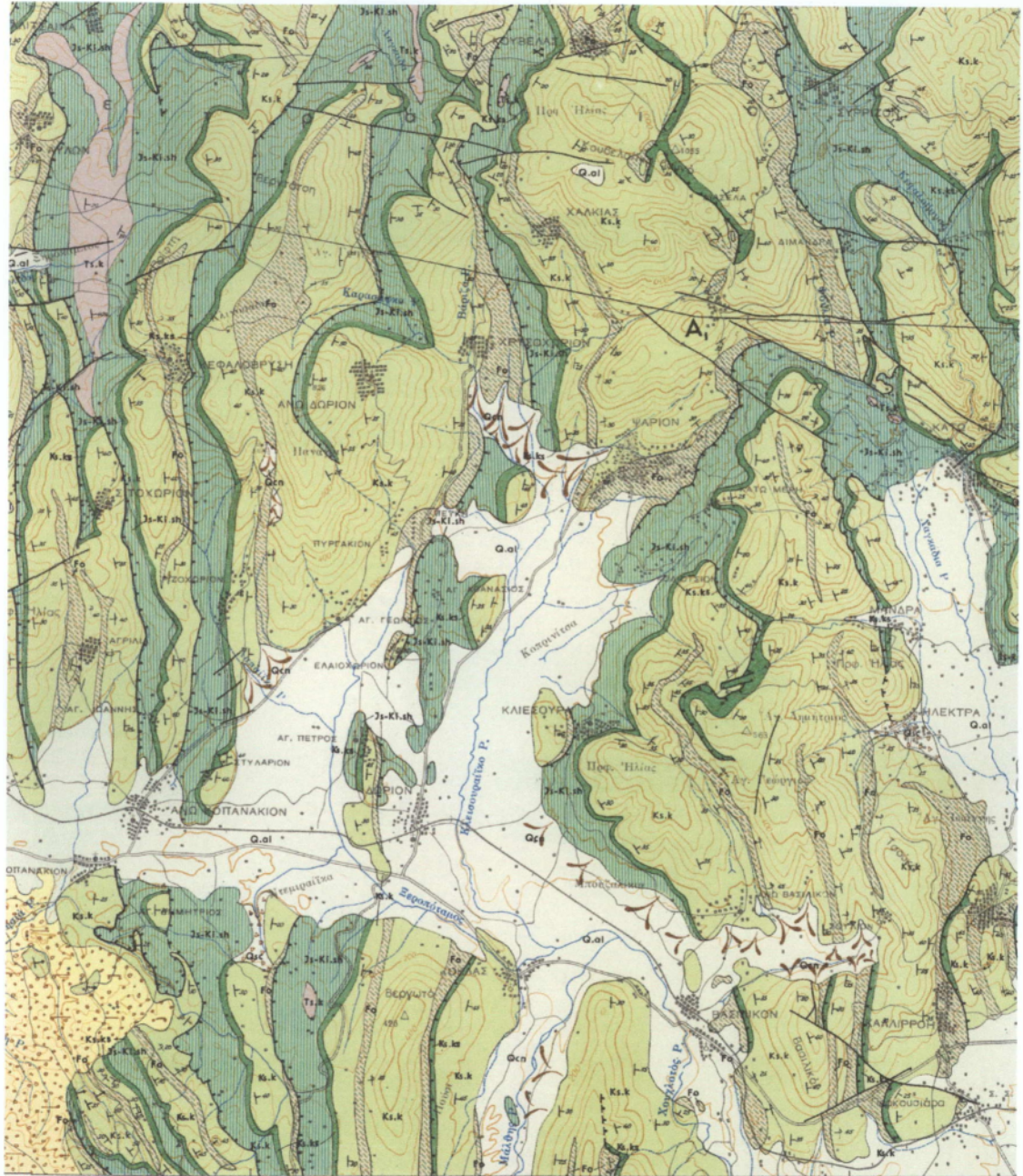
Εικόνα 4.4: Κερατόλιθοι (ραδιολαρίτες & φθανίτες) με μικρό πάχος εδάφους (Entic Epileptic Podzol (Episkeletic))



Εικόνα 4.5: Κερατόλιθοι πτυχομένοι με πολύ μικρό πάχος εδάφους (Lithic Leptosol (Dystric))



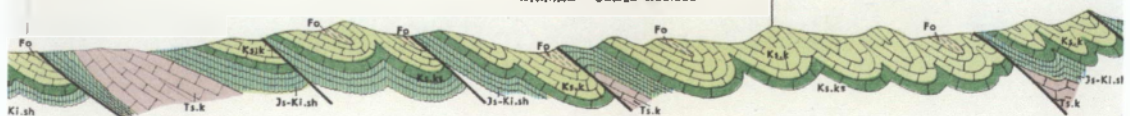
**Χάρτης 4.1: Τμήμα από το Γεωλογικό  
Φ.Χ. "ΚΑΤΩ ΦΙΓΑΛΕΙΑ" Κλίμακας 1:50.000,  
Έκδοση ΙΓΜΕ 1973**



ΦΥΛΛΟΝ ΜΕΛΙΓΑΛΑΣ - MELIGHALAS SHEET

υψών

**ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ  
CROSS SECTION**  
ΚΑΙΜΑΞ - SCALE 1:60.000



ΤΟΓ  
υν.Ογ

**ΚΑΙΜΑΞ 1:50.000 SCALE**

Ύψοστάσεως 40 μ. Contour interval 40 m



# ΥΠΟΜΝΗΜΑ

## ΥΠΟΜΝΗΜΑ

### ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΗΣ

Τύχηραϊ προσύδριες κοιλίδων χειμωρρόδους κρηλαέδουκ.

Πλευρικά κορμίσια καί κούνη κορμίσια.

### ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟΝ

Κρηλαειογενή - μέγιστα - φερύγαι: συμφορή κρηλαειογενή συνιστάμενα ήλ δοβαετολιείων κρηλαειογών κ.λ.κ. κρηλαειών χειμωρρόδους κρηλαέδουκ... Έπί τούτων κρηλαειογενών δοβαετολιείων λησλοειών και τροβόδουκων φαμάται, έναλλοκοτιώμων μετά κρηλαειών μεγύων, 'Ακροβόλινα δάν έναρροήν. Οι ήν τάττα στήματαίσι φαμάται: μέγα τούττα κρηλαειογενής τούτοίς τών φώλων έθρηλοειών και κρηλαειών.

### ΔΑΝΙΟΝ - ΗΟΧΑΙΟΝ

Φύσις: ή κρηλαειογενής τού άλλοθεν όρχισμα μετά τήν άπόθεν τών στήματαϊν μεταθέσεις, άποκαλυψίτων ήκ έλασμάτων έθρηλοειών, έναλλοκοτιώμων μετ έναρροήν μεγύων, μεγύων έθρηλοειών και μεγύων κρηλαειών 'Ακροβόλινα (έμιστα τού φώλου συνιστάμενα ή φώλων μεγύων) ή άγροκοτιών τού έθρηλοειών, μεγύων ήκ στήματαϊν μεγύων μετ κρηλαειών ήκ τούτων λησλοειών και τροβόδουκων έθρηλοειών ή στήματαϊν φαμάτων.

\*Απολιθώματα:

*Cladonia* sp., *Dalmanella* sp., *Globolites* sp., *Disanelysina* sp., *Rotalidae*, *Textulariidae*, *Melobesidae*, *Globolites* sp.

### ΑΝΟ ΚΡΗΤΙΚΟΝ

Τουρώνιον - Μοιστρίχτιον

\*Αποθεστάβη: έλακοθεις ήκ στήματαϊν, λευκοί, έρυθροί, κρηλαειογενής ή έθρηλοειογενής. Έπί τούτων στήματαϊν κρηλαειογενών ή έθρηλοειογενών φαμάται, μεγύων και κρηλαειών. Έπί τούτων στήματαϊν φαμάται, μεγύων και κρηλαειών.

\*Απολιθώματα:

*Cladonia* sp., *Dalmanella* sp., *Globolites* sp., *Disanelysina* sp., *Rotalidae*, *Textulariidae*, *Melobesidae*, *Globolites* sp.

### Κενονομιάν - Κάτω Τουρώνιον

\*Αποθεστάβη: και φαμάται: καί κρηλαειογενής ή έθρηλοειογενής. Έπί τούτων στήματαϊν κρηλαειογενών ή έθρηλοειογενών φαμάται, μεγύων και κρηλαειών. Έπί τούτων στήματαϊν φαμάται, μεγύων και κρηλαειών.

\*Απολιθώματα:

*Cladonia* sp., *Dalmanella* sp., *Globolites* sp., *Disanelysina* sp., *Rotalidae*, *Textulariidae*, *Melobesidae*, *Globolites* sp.

### ΙΟΥΡΑΙΚΟΝ - ΚΑΤΩ ΚΡΗΤΙΚΟΝ

Κρηλαειογενής όρχισμα: συνιστάμενα ή έθρηλοειογενής μετ 'Ακροβόλινα έθρηλοειογενής μετ φαμάτων, μεγύων και κρηλαειών. Έπί τούτων στήματαϊν κρηλαειογενών ή έθρηλοειογενών φαμάται, μεγύων και κρηλαειών.

\*Απολιθώματα:

*Rotalaria*, *Milolidae*, *Lagenidae*, *Textulariidae*

### ΑΝΟΤΕΡΟΝ ΤΡΙΑΣΙΚΟΝ

Κατώτερον - Μέσον Νόριον

\*Αποθεστάβη: έλακοθεις ήκ στήματαϊν, λευκοί, έρυθροί, κρηλαειογενής ή έθρηλοειογενής. Έπί τούτων στήματαϊν κρηλαειογενών ή έθρηλοειογενών φαμάται, μεγύων και κρηλαειών. Έπί τούτων στήματαϊν φαμάται, μεγύων και κρηλαειών.

\*Απολιθώματα:

*Brigodolites* sp., *Condalites* sp., *Hindolites* sp., *Textulariidae*, *Volvullinidae*, *Lagenidae*, *Ficantia*, *Orthis*

## LEGEND

### QUATERNARY



Recent valley deposits of terractal origin.



Scree and talus cones.

### PLIOCENE



Conglomerates - marls - sandstones: compact conglomeration consisting of platy limstones alternating with red marls, marly shales and black bitumens. These formations occur in the Pliocene east of the Vartholomei and Filistra shans.

### DANIAN - POCENE



Flysch: its sedimentation starts with the deposition of the transition beds consisting of platy limstones alternating with red marls, marly shales and black bitumens. Then we have sediments of flysch consisting of laminated marly or brecciated grey limstones, blue to shaly marls with green to blue fine or coarse, friable or compact sandstones.

Fossils:

### UPPER CRETACEOUS

Turonion - Moestrichtion



Limestones: platy to bedded, white, red, grey, granular or subbedded. In the upper parts are interbedded, sometimes layers of hard marls, sandstones and hornstones. Upwards (area south of Aadrinos - Likavros ridge) predominates red limestones in beds, including oblique nodules and limestone pebbles.

Fossils:

### Cenomanian - Lower Turonian



Limestones and sandstones: the upper parts consist of bedded, red, grey limestones alternating with red marls and green sandstones. Upwards predominates green fine to coarse sandstones alternating with quartz and grey - white limestones. In lower bedded parts were found the fossils below which are characteristic of Cenomanian - Lower Turonian. The above horizon, for the Continental Ocean, was called, by J. Aubouin "First Flysch".

Fossils:

### JURASSIC - LOWER CRETACEOUS



Hornstone marls: consisting of red (mass with bedded), alternating with sandstones, marls and subbedded or shaly limestones. Upwards predominates red, compact and hard marls. Locally, at the base of the hornstone marls, appear quartzitic conglomerates of terractal facies characterizing the Pliocene limestones. Sometimes, in the pure hornstone, occur small fragments of quartz.

Fossils:

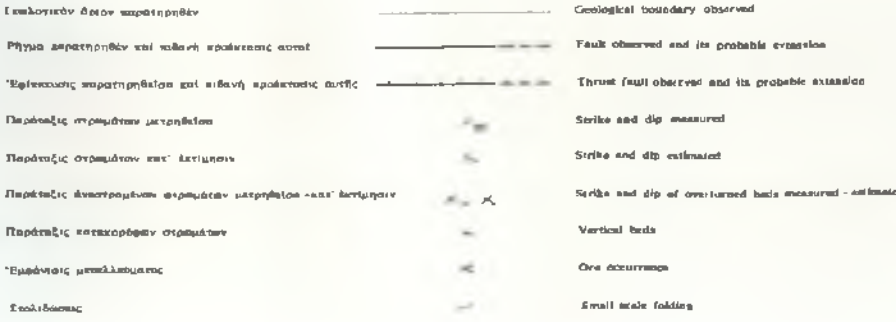
### UPPER TRIASSIC

Lower - Middle Norion



Limestones: platy to bedded, sometimes brecciated or shaly or subbedded, grey, grey - black, red, breaking in shaly. They consist of chert lenses and shales with foliated marls, cherty layers and green to shaly sandstones. Locally, there are grey platy limestones alternating with marls.

Fossils:



## 5. ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑ

### 5.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Οι εδαφικοί σχηματισμοί στην ορεινή και ημιορεινή ζώνη περιλαμβάνουν εδάφη, ως επί το πλείστον, μικρού βάθους (Leptosols) ή και σκελετικά (Lithic Leptosols (Episkeletic) ή Nudilithic Leptosols), όταν οι κλίσεις είναι πολύ μεγάλες. Στις περιπτώσεις, που χρησιμοποιείται για γεωργική γη, το σύνθημα είναι η δημιουργία αναβαθμίδων για τη συγκράτηση και αύξηση του πάχους του εδάφους. Το τοπίο στη ζώνη αυτή, καλύπτεται στο μεγαλύτερο μέρος, από δάσος, υπάρχουν, όμως και βοσκότοποι, κυρίως από εγκαταλειμμένους αγρούς σε πλαγιές και οροπέδια, αλλά και μερικές γυμνές βραχώδεις περιοχές. Στις ήπιες κλίσεις και επίπεδες θέσεις (οροπέδια) των περιοχών αυτών, παρατηρείται αρκετό πάχος εδάφους (Regosols, Cambisols), που προέρχεται από αποθέσεις κολλουβιακές και παράπλευρες χειμαρρικές, οι οποίες μπορεί να ξεπερνούν και το ένα μέτρο σε βάθος. Είναι κατάλληλες για την ανάπτυξη δενδρωδών και κηπευτικών καλλιεργειών περιορισμένης κλίμακας και χορτολείβαδων για κτηνοτροφία.

Η μεταβατική ζώνη, η μεταξύ πεδινής και ορεινής-ημιορεινής καλύπτεται από εδαφικούς σχηματισμούς που διαμορφώνονται πάνω σε γεωλογικούς σχηματισμούς από κώνους κορημάτων (κολλουβιακές αποθέσεις) Colluvic Regosol ή Cambisol (Skeletal). Έχουν αρκετό πάχος για ανάπτυξη καλλιεργειών (ελιές, συκιές, αμπέλια κλπ.) οι περιορισμοί είναι στη σύσταση των υλικών αυτών, λόγω σημαντικής συμμετοχής αδρομερών υλικών από χαλίκια και μεγαλύτερα θραύσματα πετρωμάτων. Καλύπτουν το περιφερειακό τμήμα του πεδινού και τη βάση του ορεινού-ημιορεινού πεδίου.

Η πεδινή περιοχή συνίσταται από χειμαρρικές αλλουβιακές αποθέσεις (προσχώσεις), που αναπτύσσονται σε αρκετά μέτρα πάχος, ιδιαίτερα στο κεντρικό τμήμα της, στο οποίο έχουμε παράλληλα και πλημυρικού τύπου φαινόμενα αποθέσεων. Οι εδαφικοί σχηματισμοί αποτελούνται, κατ' εξοχή, από λεπτόκοκκα υλικά που είναι και τα πλέον κατάλληλα για γεωργική γη (Εικ. 5.1.1). Στα περιθώρια των κοιλάδων τα υλικά είναι διαμορφωμένα συνήθως κατά στρώσεις και ψευδο-στρώσεις (Fluvisols) από λεπτόκοκκα ή και ανάμεικτα λεπτόκοκκα και στρογγυλεμένα χαλίκια και κροκάλες

### 5.2 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

Η δειγματοληψία έγινε με το σκεπτικό, να καλύψει, όσο το δυνατόν, τους κύριους εδαφικούς σχηματισμούς που αναπτύσσονται στην περιοχή έρευνας και περισσότερο το πεδινό τμήμα,

κατανεμημένη σε όλο το εύρος του, με γνώμονα την περιορισμένη δυνατότητα του μικρού

Εικόνα 5.1.1: Τομή σε αλλουβιακό σχηματισμό με λεπτόκοκκα και χοντρόκοκκα υλικά, μικρή διαφοροποίηση του επιφανειακού τμήματος σε εδάφους Ap (Cambisol) και εμφάνιση του υδροφόρου ορίζοντα



αριθμού της παρούσας εργασίας (Χάρτης 2.1). Πάρθηκαν 26 δείγματα από 11 θέσεις (7 θέσεις στο πεδινό και 4 από ορεινές-ημιορεινές θέσεις) (Πίν. 5.2.1). Στις πεδινές και επίπεδες θέσεις η δειγματοληψία έγινε μέχρι βάθος 1 μέτρου με εδαφολήπτη (Εικ. 5.2.1) σχετικά αδιατάρακτου δείγματος, ενώ στις επικλινείς σε φυσικές τομές. Η ποσότητα ήταν περίπου στα 2 Kg.

Εικόνα 5.2.1: Εδαφολήπτης χειροκίνητος



Στις θέσεις, όπου η δειγματοληψία έφθασε μέχρι 1 μέτρο βάθος, έγινε διαχωρισμός του εδαφικού υλικού σε τρία δείγματα από 0-30 cm, 30-60 cm και 60-100 cm. Στις θέσεις με κλίσεις το βάθος δειγματοληψίας ήταν 0-30 cm.

Πίνακας 5.2.1: Τα δείγματα και το βάθος δειγματοληψίας

A/A	ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΘΟΣ	A/A	ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΘΟΣ
1	X1α	0-30 cm	14	X6α	0-30 cm
2	X1β	30-60 cm	15	X6β	30-60 cm
3	X1γ	60-100 cm	16	X6γ	60-100 cm
4	X2α	0-30 cm	17	X7	0-30 cm
5	X2β	30-60 cm	18	X8α	0-30 cm
6	X2γ	60-100 cm	19	X8β	30-60 cm
7	X3α	0-30 cm	20	X8γ	60-100 cm
8	X3β	30-60 cm	21	X9	0-30 cm
9	X3γ	60-100 cm	22	X10α	0-30 cm
10	X4	0-30 cm	23	X10β	30-60 cm
11	X5α	0-30 cm	24	X11α	0-30 cm
12	X5β	30-60 cm	25	X11β	30-60 cm
13	X5γ	60-100 cm	26	X11γ	60-100 cm

## 5.3 ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ - ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

### 5.3.1 Τυποποίηση δειγμάτων

Τα δείγματα μετά τη συλλογή τους, τοποθετήθηκαν το γρηγορότερο σε ειδικό χώρο θερμοκρασίας περιβάλλοντος, για αεροξήρανση και στη συνέχεια αποσβολώθηκαν με γουδί, κοσκινίστηκαν σε κόσκινο τετράγωνης οπής 2 mm και ομογενοποιήθηκαν για τους απαιτούμενους φυσικο-χημικούς προσδιορισμούς.

### 5.3.2 Προσδιορισμός χρώματος

Ο προσδιορισμός του χρώματος έγινε επί ξηρού και υγρού δείγματος με το χρωματολόγιο "Munsell soil color charts". Οι χρωματισμοί δίνονται στον πίνακα 5.3.2.1 και παρουσιάζουν χρωματισμούς και αποχρώσεις των brown, grayish brown, yellowish brown με μερικά ερυθρότερα Hue και πιο μικρά Value και Chroma στο υγρό δείγμα, όπως συνήθως αναμένεται. Διάκριση μπορεί να γίνει στην εδαφοτομή Χ5, όπου το υγρό δείγμα έχει τα Hue

Πίνακας 5.3.2.1: Χρωματική κατάταξη των εδαφών με "Munsell soil color charts"

A/A	ΔΕΙΓΜΑ	ΧΡΩΜΑ	A/A	ΔΕΙΓΜΑ	ΧΡΩΜΑ
1	X1α	Ξηρό 10YR 5/3 Υγρό 10YR 3/2	14	X6α	Ξηρό 10YR 5/4 Υγρό 10YR 3/4
2	X1β	Ξηρό 10YR 5/4 Υγρό 10YR 3/2	15	X6β	Ξηρό 10YR 4/2 Υγρό 7,5YR 3/2
3	X1γ	Ξηρό 10YR 5/3 Υγρό 10YR 4/3	16	X6γ	Ξηρό 10YR 5/3 Υγρό 10YR 3/3
4	X2α	Ξηρό 10YR 5/4 Υγρό 10YR 3/2	17	X7	Ξηρό 10YR 6/3 Υγρό 7,5YR 4/4
5	X2β	Ξηρό 10YR 5/4 Υγρό 10YR 3/2	18	X8α	Ξηρό 10YR 6/2 Υγρό 10YR 3/2
6	X2γ	Ξηρό 10YR 5/3 Υγρό 10YR 3/3	19	X8β	Ξηρό 10YR 5/2 Υγρό 10YR 3/2
7	X3α	Ξηρό 7,5YR 5/3 Υγρό 7,5YR 3/3	20	X8γ	Ξηρό 10YR 5/2 Υγρό 7,5YR 3/2
8	X3β	Ξηρό 7,5YR 5/4 Υγρό 7,5YR 3/4	21	X9	Ξηρό 7,5YR 5/4 Υγρό 7,5YR 3/3
9	X3γ	Ξηρό 7,5YR 4/4 Υγρό 7,5YR 3/2	22	X10α	Ξηρό 10YR 4/3 Υγρό 10YR 3/2
10	X4	Ξηρό 10YR 3/2 Υγρό 10YR 2/2	23	X10β	Ξηρό 7,5YR 3/3 Υγρό 7,5YR 2.5/1
11	X5α	Ξηρό 10YR 5/2 Υγρό 7,5YR 3/2	24	X11α	Ξηρό 10YR 4/4 Υγρό 10YR 3/3
12	X5β	Ξηρό 10YR 5/3 Υγρό 7,5YR 3/4	25	X11β	Ξηρό 10YR 5/4 Υγρό 10YR 4/3
13	X5γ	Ξηρό 10YR 5/3 Υγρό 7,5YR 3/4	26	X11γ	Ξηρό 10YR 4/4 Υγρό 10YR 3/3



ερυθρότερα και στα τρία υποδείγματα, υποδηλώνοντας ferralic properties. Τα δείγματα αυτά, όπως και αναφέρεται στο οικείο κεφάλαιο 5.4.1, παρουσιάζουν συγκρίματα Fe και Mn στο X5β και στο X5γ δείγμα, όπου έχουν διαμορφωθεί Ferric ορίζοντες.

### 5.3.3 Μηχανική ανάλυση

Η μηχανική ανάλυση του εδάφους, είναι ο όρος που αφορά την κοκκομετρική σύστασή του, δηλαδή τον προσδιορισμό της σχετικής κατανομής, στα εκατό, των τριών ομάδων μεγέθους, που είναι η άμμος, η ιλύς και η άργιλος και γίνεται στο εδαφικό κλάσμα της λεπτής γης (διάμετρος τεμαχιδίων < 2 mm). Οι κλίμακες κατάταξης (Πιν. 5.3.3.1) των πρωτογενών εδαφικών τεμαχιδίων, στις προαναφερόμενες ομάδες είναι δύο: η κλίμακα του Υπουργείου Γεωργίας των Η.Π.Α. (U.S. Department of Agriculture) και της Διεθνούς Εδαφολογικής Εταιρείας (International Society of Soil Science).

Πίνακας 5.3.3.1: Κατάταξη των εδαφικών τεμαχιδίων (κόκκων) σε ομάδες μεγέθους (κλάσματα μηχανικής σύστασης) κατά το Αμερικάνικο και το Διεθνές σύστημα (Πολυζόπουλος, 1976)

Αμερικανική κλίμακα		Διεθνής κλίμακα	
Κλάσματα	Όρια Διαμέτρων (mm)	Κλάσματα	Όρια Διαμέτρων (mm)
Πολύ χονδρή άμμος	2,00-1,00	Χονδρή άμμος	2,00-0,20
Χονδρή άμμος	1,00-0,50		
Μέση άμμος	0,50-0,25	Λεπτή άμμος	0,20-0,02
Λεπτή άμμος	0,25-0,10		
Πολύ λεπτή άμμος	0,10-0,05		
Ιλύς	0,05-0,002	Ιλύς	0,02-0,002
Άργιλος	<0,002	Άργιλος	<0,002

Η ανάλυση έγινε με τη μέθοδο Βουγιούκου, η οποία, όπως και η μέθοδος του σιφωνίου, στηρίζεται στην αρχή, ότι η ταχύτητα καθίζησης των εδαφικών κόκκων σε ένα αιώρημα εδάφους-νερού είναι σταθερή και μπορεί να υπολογισθεί από το νόμο του Stokes. Οπότε σε μια στήλη αιωρήματος μπορεί να υπολογισθεί σε ποιο βάθος θα βρίσκονται τεμαχίδια με ορισμένο μέγεθος μετά από ορισμένο χρόνο.

Μεθοδολογία ανάλυσης (Σινάνης, 2003; Πασγαλίδης, 2005): Ζυγίζονται 50 g (ή 100 g αν το έδαφος είναι αμμώδες) αεροξηρανθέντος εδάφους και τοποθετείται σε ποτήρι ζέσεως 600 ml. Προστίθενται 50 ml διαλύματος εξαμεταφωσφορικού νατρίου 0,1 N και συμπληρώνεται με απιονισμένο ή απεσταγμένο νερό μέχρι όγκου 500 ml. Αναδεύεται με ράβδο και αφήνεται για 24 ώρες σε ηρεμία. Μεταφέρεται στο δοχείο του αναδευτήρα και

αναδεύεται 10 λεπτά. Στη συνέχεια μεταφέρεται στον κύλινδρο Βουγιούκου, ξεπλένοντας το δοχείο με τον υδροβολέα και συμπληρώνεται με αποσταγμένο νερό μέχρι τελικού όγκου 1130 ml, με το πυκνόμετρο να είναι βυθισμένο μέσα στο αιώρημα. Έπειτα αφαιρείται το πυκνόμετρο και ανακινείται το αιώρημα ζωνρά με τον αναδευτήρα του κυλίνδρου. Στο τέλος της ανακίνησης τίθεται σε λειτουργία το χρονόμετρο και τοποθετείται το πυκνόμετρο και ένα θερμόμετρο στο αιώρημα. Μετά παρέλευση 40 δευτερολέπτων και 2 ωρών σημειώνονται οι ενδείξεις του πυκνόμετρου και οι θερμοκρασίες.

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

$$(\text{Άργιλος} + \text{Ίλύς}) \text{ σε } g \% = n (X_{\nu\delta\rho 1} \pm X\theta_1)$$

$$\text{Άργιλος σε } g \% = n (X_{\nu\delta\rho 2} \pm X\theta_2)$$

$$\text{Άμμος σε } g \% = 100 - n (X_{\nu\delta\rho 1} \pm X\theta_1)$$

$$\text{Ίλύς σε } g \% = 100 - (\text{Άργιλος} + \text{Άμμος})$$

όπου:

$X_{\nu\delta\rho 1}$  = Η ένδειξη του πυκνόμετρου μετά 40 δευτερόλεπτα

$X\theta_1$  = Η διόρθωση του πυκνόμετρου για τη θερμοκρασία της πρώτης μέτρησης

$X_{\nu\delta\rho 2}$  = Η ένδειξη του πυκνόμετρου μετά 2 ώρες

$X\theta_2$  = Η διόρθωση του πυκνόμετρου για τη θερμοκρασία της δεύτερης μέτρησης

$n$  = Συντελεστής με τιμή 1, αν χρησιμοποιηθούν 50 g εδάφους

Η διόρθωση των θερμοκρασιών δίνεται από πίνακα.

Μετά τον προσδιορισμό του ποσοστού των τριών κλασμάτων (Πιν. 5.3.3.2) ακολούθησε η κατάταξη των εδαφών με βάση το τριγωνικό διάγραμμα (Σχ. 5.3.3.1). Από τον πίνακα παρατηρούμε, ότι το πλείστον των εδαφών ανήκει στους αμμώδεις αργιλοπηλούς (SCL), εκτός από τρία εδαφικά δείγματα που ανήκουν στους αμμώδεις πηλούς (SL) και ένα στους αργιλοπηλούς (CL). Είναι εδάφη με μέτρια έως ελαφρά βαριά μηχανική συμπεριφορά, στα οποία κυριαρχεί η άμμος, η οποία σε όλα σχεδόν τα δείγματα είναι πάνω από το 50% (εκτός ενός Rendzic Leptosol) και αποτελούμενη κυρίως από τα μεγέθη των λεπτότερων κλασμάτων. Η ιλύς είναι σε μικρότερες περιεκτικότητες, που κυμαίνεται περίπου από 4-27%. Η άργιλος είναι σε σημαντικές ποσότητες κυμαινόμενη περίπου από 15-48% και προσδίδει καλά καλλιεργητικά χαρακτηριστικά στα εδάφη της περιοχής. Η σχετικά αυξημένη αυτή περιεκτικότητα σε άργιλο, εκτός των εδαφογενετικών διεργασιών, οφείλεται και κατά ένα

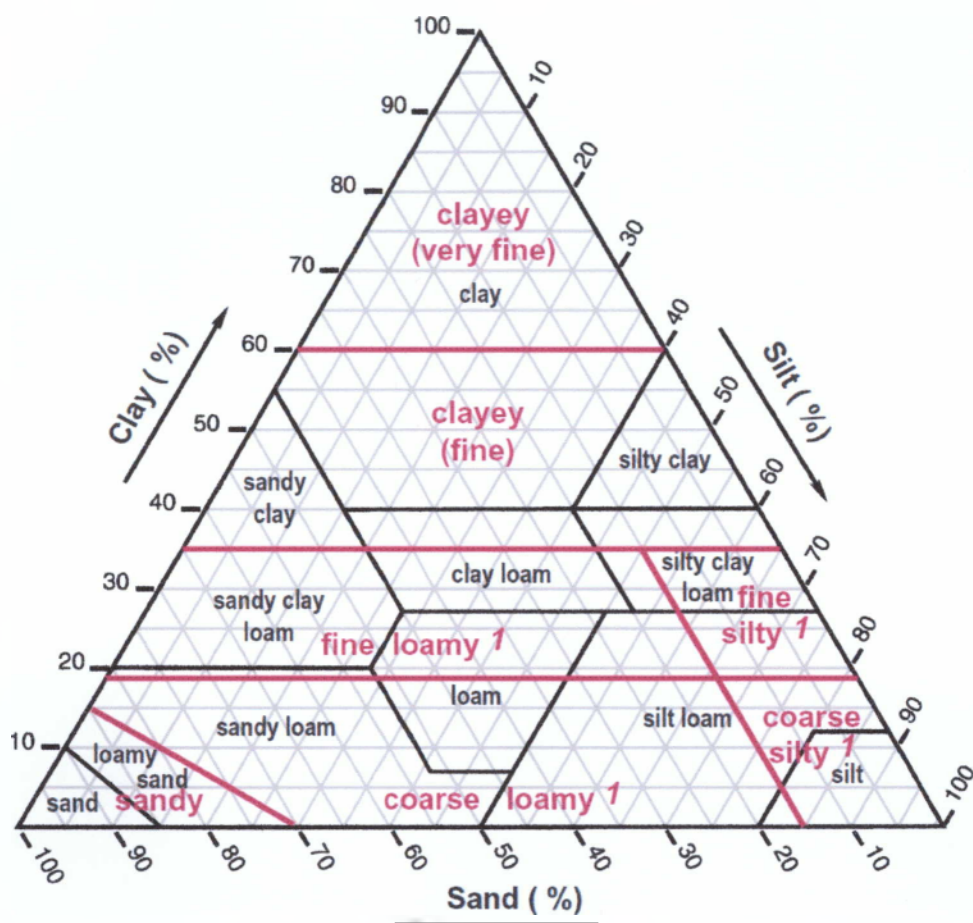
μέρος, στη προσφορά σημαντικών ποσοτήτων από τη διάβρωση των εδαφών των ορεινών και ημιορεινών περιοχών, αφού μεγάλο μέρος από τα επικρατούντα εδάφη ανήκουν στα Rendzic ή και Mollic Leptosols. Ορυκτολογικές αναλύσεις των τριών κλασμάτων, ιδιαίτερα της αργίλου, δεν θεωρήθηκε σκόπιμο να γίνουν στα πλαίσια της παρούσας εργασίας.

Πίνακας 5.3.3.2: Αποτελέσματα μηχανικής ανάλυσης των δειγμάτων

ΔΕΙΓΜΑΤΑ	ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (ΜΕΘΟΔΟΣ ΒΟΥΓΓΙΟΥΚΟΥ)			
	ΑΜΜΟΣ %	ΙΛΥΣ %	ΑΡΓΙΛΟΣ %	ΤΥΠΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ
X1α	58,84	12,40	28,76	Αμμώδης αργιλοπηλός (SCL)
X1β	53,12	15,32	31,56	Αμμώδης αργιλοπηλός (SCL)
X1γ	50,14	20,24	28,62	Αμμώδης αργιλοπηλός (SCL)
X2α	75,10	10,06	14,84	Αμμώδης πηλός (SL)
X2β	73,14	4,12	22,74	Αμμώδης αργιλοπηλός (SCL)
X2γ	74,25	4,16	21,59	Αμμώδης αργιλοπηλός (SCL)
X3α	75,10	8,12	16,78	Αμμώδης πηλός (SL)
X3β	67,10	10,26	22,64	Αμμώδης αργιλοπηλός (SCL)
X3γ	69,44	4,33	26,23	Αμμώδης αργιλοπηλός (SCL)
X4	24,04	27,43	48,53	Αργιλοπηλός (CL)
X5α	59,21	14,13	26,66	Αμμώδης αργιλοπηλός (SCL)
X5β	55,37	9,71	34,92	Αμμώδης αργιλοπηλός (SCL)
X5γ	54,31	15,13	30,56	Αμμώδης αργιλοπηλός (SCL)
X6α	59,24	10,63	30,13	Αμμώδης αργιλοπηλός (SCL)
X6β	62,52	9,06	28,42	Αμμώδης αργιλοπηλός (SCL)
X6γ	64,37	9,22	26,41	Αμμώδης αργιλοπηλός (SCL)
X7	71,32	8,11	20,57	Αμμώδης αργιλοπηλός (SCL)
X8α	64,25	7,27	28,48	Αμμώδης αργιλοπηλός (SCL)
X8β	70,39	9,46	20,15	Αμμώδης αργιλοπηλός (SCL)
X8γ	64,29	5,67	30,14	Αμμώδης αργιλοπηλός (SCL)
X9	77,35	4,25	18,40	Αμμώδης πηλός (SL)
X10α	67,84	7,62	24,54	Αμμώδης αργιλοπηλός (SCL)
X10β	62,67	6,85	30,48	Αμμώδης αργιλοπηλός (SCL)
X11α	64,22	11,33	24,45	Αμμώδης αργιλοπηλός (SCL)
X11β	61,57	12,09	26,34	Αμμώδης αργιλοπηλός (SCL)
X11γ	63,08	11,49	25,43	Αμμώδης αργιλοπηλός (SCL)

Σημειώνεται, ότι το εδαφικό υλικό >2 mm, σε όλα σχεδόν τα δείγματα, αποτελούνταν κυρίως από μικρά χαλίκια και ήταν σε μικρό ποσοστό, εκτιμώμενο στο 5-10% του δείγματος. Ακριβής υπολογισμός του ποσοστού και του μεγέθους των χαλικιών δεν κρίθηκε επίσης σκόπιμο.

Σχήμα 5.3.3.1: Τριγωνικό διάγραμμα κατάταξης εδαφών (NRCS/USDA, 2002)



### 5.3.4 Χημικοί προσδιορισμοί

Στους χημικούς προσδιορισμούς περιλαμβάνονται:

- Εδαφική υγρασία
- Υδατοχωρητικότητα (SP)
- pH
- Ελεύθερο ανθρακικό ασβέστιο
- Οργανικός άνθρακας
- Ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)
- Ανταλλάξιμα K, Na, Ca, Mg
- Εκχυλίσμα με DTPA Fe, Mn, Cu, Zn

- P Olsen
- Ολικές αναλύσεις με βασιλικό νερό

Σημειώνεται, ότι η ΙΑΚ (CEC) και το Ολικό Άζωτο δεν προσδιορίστηκαν, λόγω μη ένταξης τους στους αναλυτικούς προσδιορισμούς του εργαστηρίου.

#### **5.3.4.1 Εδαφική υγρασία και Υδατοχωρητικότητα (SP)**

Η υδατοχωρητικότητα είναι η μεγίστη ποσότητα νερού που μπορεί να συγκρατήσει ένα έδαφος, αφού έχει απομακρυνθεί το διηθητό νερό. Εξαρτάται από τη μηχανική σύστασή του, την υφή του, το είδος των κolloειδών που περιέχει, την περιεχόμενη οργανική ουσία και την ποσότητα και το είδος των προσροφημένων εναλλακτικών κατιόντων (Πασχαλίδης, 2005). Η εδαφική υγρασία και η υδατοχωρητικότητα δίνονται στους πίνακες 1 & 2 στο παράρτημα.

Παρατηρώντας τα μεγέθη αυτά, δηλαδή της ποσότητας του νερού που συγκρατείται στα δείγματα φαίνεται, ότι υπάρχει θετική συσχέτιση της υδατοχωρητικότητας με την περιεκτικότητα του αθροίσματος αργίλου και ιλύος των δειγμάτων, αν και σε ορισμένα δεν ανταποκρίνεται αυτό, λόγω του ότι, η παράμετρος αυτή εξαρτάται από το είδος της αργίλου. Πάντως η συγκράτηση του νερού στα εδάφη της περιοχής είναι αρκετά ικανοποιητική.

#### **5.3.4.2 pH**

Το pH των δειγμάτων προσδιορίστηκε στην υδατική φάση της πάστας. Τα εδάφη της περιοχής χαρακτηρίζονται από ουδέτερα έως μετρίως αλκαλικά, κυμαινόμενα από 6,53 έως 8,5 pH, όπως φαίνονται και στον πίνακα 3 (Παρ/μα). Αυτό δικαιολογείται από την μεγάλη ανάπτυξη των ανθρακικών γεωλογικών σχηματισμών (ασβεστόλιθοι, μάργες κλπ.) στην ορεινή περιοχή, όπου έχει προσδώσει σε όλα σχεδόν τα δείγματα την ύπαρξη ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου. Εδώ, γίνεται μια επισήμανση για τα εδάφη που αναπτύσσονται πάνω στους γεωλογικούς σχηματισμούς των κερατολίθων, τα οποία στερούνται ανθρακικού ασβεστίου, όπως και αναφέρθηκε και στο οικείο κεφάλαιο, και κατά συνέπεια έχουν όξινο pH, λαμβάνοντας υπόψη και την επίδραση της οργανικής ουσίας του εδάφους.

Η σημαντική αλκαλικότητα των εδαφών της περιοχής, το πλείστον των οποίων είναι πάνω από το 7,5 πιθανόν να δημιουργεί κάποια προβλήματα στην ανάπτυξη των φυτών, εξαιτίας της επίδρασης που ασκείται στην αφομοιωσιμότητα ορισμένων θρεπτικών στοιχείων. Ο Fe, Mn, Cu, Zn, P είναι στοιχεία δύσκολα αφομοιώσιμα σε υψηλό pH και θα πρέπει να ληφθεί υπόψη στη καλλιεργητική μεταχείριση των αγρών και των καλλιεργειών της περιοχής.

#### 5.3.4.3 Ελεύθερο ανθρακικό ασβέστιο

Το ελεύθερο ανθρακικό ασβέστιο, ως γνωστό, ορίζεται, ως το σύνολο των ανθρακικών αλάτων σε 100 g εδάφους εκφρασμένο σε g CaCO<sub>3</sub>. Ο προσδιορισμός του % CaCO<sub>3</sub> στηρίζεται στην κατάλληλη συλλογή και ογκομέτρηση του εκλυόμενου CO<sub>2</sub>, το οποίο παράγεται κατά την επίδραση διαλύματος υδροχλωρικού οξέως στα ανθρακικά άλατα του εδάφους κατά την αντίδραση  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ . Η μέτρηση γίνεται με το ασβεστόμετρο *Bernard*.

Ελεύθερο ανθρακικό ασβέστιο παρουσιάζουν όλα τα δείγματα, εκτός από ένα το οποίο αναπτύσσεται πάνω σε ψαμμίτες (Πιν. 4, Παρ/μα). Τα περισσότερα περιέχουν μικρά ποσά ανθρακικού ασβεστίου και για αυτό υπάρχει δυνατότητα, χρήσης όξινων λιπασμάτων, χωρίς τον κίνδυνο να μεταβληθεί το pH. Αυξημένες περιεκτικότητες παρουσιάζουν το X1γ, όπου παρατηρείται και οπτικά η παρουσία CaCO<sub>3</sub>, τα X2α και X5γ καθώς και τα τρία δείγματα της εδαφοτομής X6. Η παρουσία του οφείλεται, τόσο σε μετακίνηση του προς το βάθος, όσο και σε απόθεσή του από εξάτμιση σε θέσεις με πλημμυρικά φαινόμενα ή ανόδου του υδροφόρου ορίζοντα από το γεγονός, ότι τα ύδατα γενικά της περιοχής είναι πλούσια σε Ca<sup>2+</sup> (Λαμπρόπουλος, 2004), λόγω της μεγάλης έκτασης που καταλαμβάνουν οι ανθρακικοί σχηματισμοί.

#### 5.3.4.4 Οργανικός άνθρακας

Ο οργανικός άνθρακας σε εδαφικό δείγμα προσδιορίζεται, μετά από υγρή καύση της οργανικής ουσίας με διχρωμικό κάλι και θειικό οξύ. Ως οργανική ουσία εδάφους ορίζεται το οργανικό κλάσμα του εδάφους, το οποίο περιλαμβάνει τα φυτικά, ζωικά και μικροβιακά υπολείμματα σε όλα τα στάδια της αποσύνθεσής τους, καθώς και τον εδαφικό χούμο. Ο προσδιορισμός της οργανικής ουσίας % υπολογίζεται με βάση τον τύπο :

$$\text{Οργ. Ουσία \%} \longrightarrow 1,724 \times \text{Οργ. άνθρακα \%}$$

Τα κοινά ανόργανα εδάφη περιέχουν μικρό ποσοστό οργανικής ουσίας, το οποίο για τα γεωργικά εδάφη της Ελλάδας δεν υπερβαίνει συνήθως το 2% (Πολυζόπουλος, 1976). Η οργανική ουσία στα αναλυθέντα δείγματα κυμαίνεται από 1,2-2,1% (Πιν. 5, Παρ/μα) και είναι σε ικανοποιητικά επίπεδα, έχοντας υπόψη και το ξηροθερμικό κλίμα της περιοχής.

#### 5.3.4.5 Ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)

Η συγκέντρωση των αλάτων που βρίσκονται στο εδαφικό διάλυμα είναι παράγοντας, που καθορίζει την καλλιέργεια που θα εγκατασταθεί στο έδαφος αυτό, γιατί τα φυτικά είδη

παρουσιάζουν παραλλακτικότητα στην αντοχή στα άλατα του εδαφικού διαλύματος (Πασχαλίδης, 2005). Η ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα δείγματος εδάφους ορίζεται, ως η ειδική αγωγιμότητα εκχυλίσματος πάστας ανηγμένης στους 25° C. Με αυτή υπολογίζεται το σύνολο των διαλυτών αλάτων και η αλατότητα (S%) του εδάφους. Η τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας πάστας 4 mmho/cm θεωρείται οριακή, πάνω από την οποία τα εδάφη χαρακτηρίζονται αλατούχα και μερικές καλλιέργειες, ανάλογα με την αντοχή τους παρουσιάζουν προβλήματα ανάπτυξης. Τα εδάφη της περιοχής δεν παρουσιάζουν πρόβλημα αλατότητας, αφού σχεδόν όλες οι τιμές είναι κάτω από τα 4 mmho/cm, εκτός από το δείγμα το X1a που βρίσκεται οριακά (4,49 mmho/cm) και τα δείγματα της εδαφοτομής X11 με τιμές 8,5, 13,17 και 6,55 mmho/cm (Πιν. 6, Παρ/μα). Οι αυξημένες αυτές τιμές για τα τρία δείγματα της εδαφοτομής X11 εκτιμάται, ότι οφείλονται στην ανθρώπινη δραστηριότητα από κακές γεωργικές μεταχειρίσεις και στην ποιότητα του χρησιμοποιούμενου αρδευτικού νερού.

#### 5.3.4.6 Ανταλλάξιμα Ca, Mg, K, Na

Ως ανταλλάξιμα Ca, Mg, K, Na, ορίζονται τα ποσοστά των  $Ca^{+}$ ,  $Mg^{+}$ ,  $K^{+}$ ,  $Na^{+}$ , σε meq/100 g ξηρού εδάφους, που μπορεί να εναλλάσσονται μεταξύ στερεάς και υγρής φάσης ή μεταξύ στερεής και στερεής φάσης, που βρίσκονται, κατά το πλείστον, προσροφημένα στα ορυκτά της αργίλου (ανόργανα κολλοειδή) και στην οργανική ουσία (οργανικά κολλοειδή). Η μέθοδος προσδιορισμού των ανταλλαξίμων κατιόντων των εδαφών, είναι η μέθοδος του οξικού αμμωνίου με pH = 7.

Τα αποτελέσματα δείχνουν φυσιολογικές τιμές για K και Na, ενώ οι τιμές του Mg και του Ca (Πιν. 7 & 8, Παρ/μα) είναι αρκετά υψηλότερες από τα αναμενόμενα επίπεδα και δεν θεωρούνται αξιόπιστες για εκτίμηση του ανταλλάξιμου και του ευρισκόμενου στο διάλυμα, όμως, δίνουν το ποσοστό του διαθέσιμου για τα στοιχεία αυτά. Αυτό οφείλεται στο, ότι η μέθοδος του οξικού αμμωνίου διαλυτοποιεί τα ανθρακικά άλατα και στα ασβεστούχα εδάφη δεν ανταποκρίνεται για αξιόπιστους προσδιορισμούς των στοιχείων αυτών (Αλεξιάδης, 1980; Σινάνης, 2003). Η παρουσία, ελεύθερων ανθρακικών στα εδάφη δημιουργεί κορεσμένο κατά κανόνα στο εδαφσύμπλοκο και σπάνια παρουσιάζονται φαινόμενα τροφопενίας σε Ca και Mg. Πρόβλημα συνήθως, παρουσιάζεται από τη δέσμευση των φωσφορικών ιόντων, καθώς και από την αδρανοποίηση του σιδήρου. Έτσι τα φωσφορικά ιόντα μεταπίπτουν σε αδιάλυτο φωσφορικό ασβέστιο και τα ιόντα σιδήρου ( $Fe^{2+}$ ) μεταπίπτουν σε αδιάλυτο τριοξείδιο του σιδήρου. Μια σχέση Ca : Mg κυμαινόμενη από 5 : 1 έως και 1 : 1 μπορεί να χαρακτηριστεί, ότι ευνοεί μεγάλως την καλή παραγωγικότητα των εδαφών (Αλεξιάδης, 1980). Στην προκειμένη περίπτωση τα εδάφη της περιοχής αναμένεται να έχουν παρόμοια ανταπόκριση.

#### 5.3.4.7 Εκχύλιση με DTPA Fe, Mn, Cu, Zn

Η μέθοδος DTPA (διαιθυλενοτριαμινοπενταοξικό οξύ) εκχύλισης των μικροθρεπτικών που αναπτύχθηκε από τους Lindsay και Notvell προσφέρει στο επίπεδο του 80 - 85 % εκτίμηση του δυναμικού βιοδιαθεσιμότητας του εδάφους των στοιχείων Fe, Mn, Cu, Zn για ουδέτερα και ασβεστούχα εδάφη. Η μέθοδος έχει δείξει να είναι καλά συσχετισμένη με την ανταπόκριση των καλλιεργειών σε αυτά τα στοιχεία. Οι συγκεντρώσεις προσδιορίζονται με φασματομετρία ατομικής απορρόφησης (AAS). Οι περιεκτικότητες σε εκχύλιση με DTPA των μικροθρεπτικών Fe, Mn, Cu, Zn δίνονται στους πίνακες 9 & 10 του παρ/ματος. Τα αποτελέσματα από τα δείγματα που ελήφθησαν, μπορούν να δώσουν μια σχετική εικόνα της επικρατούσας κατάστασης εφοδιασμού των εδαφών με τα προαναφερόμενα στοιχεία (Κουκουλάκης, 1995). Έτσι, τα εδάφη παρουσιάζονται εφοδιασμένα, με Cu ανεπαρκώς 40%, επαρκώς 40% και υπερεπαρκώς 20%, με Fe, πολύ ανεπαρκώς 45%, οριακά 35% και επαρκώς 20%, με Zn ανεπαρκώς 100% και με Mn πολύ ανεπαρκώς 75% και οριακά 25%. Με την επιφύλαξη τυχαίων σφαλμάτων κατά την εκχύλιση και συγκρίνοντας τα αποτελέσματα με τις ολικές αναλύσεις του εργαστηρίου OMAC για τα στοιχεία αυτά, μπορούμε να πούμε ότι παρουσιάζουν δυσανάλογη συμπεριφορά διαθεσιμότητας, η οποία οφείλεται, από ότι εκτιμάται, στην παρουσία του ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου και του αλκαλικού pH.

#### 5.3.4.8 P Olsen

Η μέθοδος συνίσταται στον προσδιορισμό του P, με εκχύλιση με διάλυμα 0,5 M όξινου ανθρακικού νατρίου σε pH 8,5. Ενδείκνυται για ουδέτερα, ασβεστούχα και όξινα εδάφη. Οι περιεκτικότητες σε P Olsen (Πιν. 11, Παρ/μα) παρουσιάζουν στο πλείστον των δειγμάτων τη μεγαλύτερη τιμή στο επιφανειακό δείγμα μειούμενη με το βάθος. Αυτό οφείλεται στις λιπάνσεις και την αποφωσφορυλίωση της οργανικής ουσίας (Γιάσογλου, 1992). Οι συγκεντρώσεις αυτές δηλώνουν εδάφη ανεπαρκώς εφοδιασμένα σε αφομοιώσιμο P.

#### 5.3.4.9 Ολικές αναλύσεις με βασιλικό νερό

Αναλύθηκαν 13 επιλεγμένα δείγματα από τις εδαφοτομές, ώστε να υπάρχει μια εικόνα των ολικών συγκεντρώσεων των στοιχείων για κάθε θέση και δυνατότητα σύγκρισης με τα αποτελέσματα των άλλων προσδιορισμών. Η προπαρασκευή των δειγμάτων εδάφους και ο προσδιορισμός των συγκεντρώσεων των χημικών στοιχείων έγινε στο εργαστήριο της εταιρείας OMAC Laboratories Ltd (Loughrea, Co. Galway, Ιρλανδία), η οποία ανήκει στον όμιλο εταιρειών Stewart (<http://www.stewartgroupglobal.com/>). Η εταιρεία OMAC Laboratories διαπιστεύθηκε με το ISO 17025 στις 27 Ιουνίου 2006 από τον οργανισμό Irish



National Accreditation Board. Στη συνέχεια περιγράφονται συνοπτικά οι εργαστηριακές διαδικασίες που χρησιμοποιήθηκαν.

Ακολουθήθηκε η παρακάτω αναλυτική διαδικασία για κάθε δείγμα εδάφους:

- Ζυγίστηκε με ηλεκτρονικό ζυγό δείγμα εδάφους βάρους 0.2 g ( $\pm$  0.005 g) και τοποθετήθηκε σε γυάλινο φλασάκι Erlenmeyer® των 50 ml.
- Προστέθηκαν 4 ml πυκνού βασιλικού νερού (3:1:2 HCl-HNO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O).
- Τα δείγματα σκεπάστηκαν με γυάλινο πατάκι και ζεστάθηκαν στους 95°C για μία ώρα.
- Αφέθηκαν να κρυώσουν και διαλυτοποιήθηκαν με 10 ml απιονισμένου νερού.
- Προσδιορίστηκαν τα παρακάτω χημικά στοιχεία με Φασματόμετρο Ατομικής Εκπομπής Επαγωγικού Πλάσματος (ICP-AES): Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Ge, Hg, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pb, Rb, Re, S, Sb, Sc, Se, Sn, Sr, Ta, Te, Th, Ti, Tl, U, V, W, Y, Zn και Zr.

Η προσβολή με βασιλικό νερό είναι αποτελεσματική για βασικά μέταλλα και χημικά στοιχεία, τα οποία συνδέονται με θειούχες ενώσεις, οξείδια και ανθρακικά άλατα. Τα χημικά στοιχεία των πετρογενετικών και πυριτικών ορυκτών προσβάλλονται μερικώς από το βασιλικό νερό. Σημειώνεται ότι η προσβολή με βασιλικό νερό είναι μερική για τα χημικά στοιχεία B, Ba, Be, Ca, Ce, Cr, Fe, Ga, Ge, La, Li, Mg, Nb, Rb, Re, Sb, Sc, Sn, Sr, Ta, Te, Th, Ti, Tl, Zr & W, και περιορισμένη για τα στοιχεία Al, K και Na.

Η προσβολή με βασιλικό νερό (3:1, HCl:HNO<sub>3</sub>) θεωρείται επαρκής για την ανάλυση του ολικού-απολήψιμου κλάσματος των βαρέων μετάλλων που περιέχονται στο έδαφος ορισμένων περιοχών, και χρησιμοποιείται για να εκτιμηθεί η μέγιστη διαθεσιμότητα των χημικών στοιχείων για τα φυτά (Vercoutere *et al*, 1995). Υπολειμματικά χημικά στοιχεία που δεν αποδεσμεύονται με βασιλικό νερό είναι κυρίως δεσμευμένα σε πυριτικά ορυκτά, και οι συγκεντρώσεις τους θεωρούνται ασήμαντες για την εκτίμηση της κινητικότητας και της συμπεριφοράς των χημικών στοιχείων (Niskavaara *et al*, 1997; Chen & Ma, 2001).

Σχολιάζοντας τα αποτελέσματα των αναλύσεων (Πιν. 12, Παρ/μα), για τα στοιχεία που ενδιαφέρουν τη γεωργική παραγωγή, καθώς για τα τοξικά ή απαραίτητα στο άνθρωπο και τα ζώα, μπορούν να λεχθούν τα εξής:

α) **Αργίλιο**. Το στοιχείο μπορεί να δώσει κάποια σχετική επιβεβαίωση στο αποτέλεσμα της μηχανικής ανάλυσης, όσον αφορά την περιεκτικότητα της αργίλου στο δείγμα και σε διαγνωστικούς ορίζοντες (Argic, Ferralic, Melanic, Nitic, Spodic κλπ.).

β) **Αρσενικό**. Το As κατανέμεται σχεδόν ομοιόμορφα στα περισσότερα πετρώματα με συγκέντρωση από 0,5 έως 2,5 ppm, μόνο σε αργιλικά ιζήματα και σχιστόλιθους φθάνει τα 13 ppm. Στα εδάφη οι περιεκτικότητες κυμαίνονται από δέκατα του ppm έως και πάνω από 50 ppm σε αρκετές περιπτώσεις. Αν και στα ορυκτά του και στις ενώσεις του είναι ευδιάλυτο, η μετακίνησή του είναι πολύ περιορισμένη, λόγω ισχυρής απορρόφησης από αργίλους, υδροξειδία και οργανικά υλικά (Kabata-Pendias, 2000). Η περιεκτικότητα του στοιχείου στα εδάφη της περιοχής είναι σε κανονικά επίπεδα (4,1-10,5 ppm), λαμβάνοντας υπόψη τη μέση περιεκτικότητα στα εδάφη των χωρών σε παγκόσμιο επίπεδο, χωρίς να υπάρχει πρόβλημα τοξικότητας από αυτές τις περιεκτικότητες για αυτό το στοιχείο.

γ) **Βόριο**. Το B είναι στοιχείο που δεν παρουσιάζει ομοιομορφία κατανομής στα διάφορα πετρώματα. Στα εκρηξιγενή κυμαίνεται από 1 έως 30 ppm, σε ασβεστόλιθους και ψαμμίτες από 20 έως 30 ppm και σε σχιστόλιθους και αργιλικά ιζήματα τα 120-130 ppm. Στα διάφορα εδάφη παρουσιάζει ένα μεγάλο εύρος τιμών από 1 έως και εκατοντάδες ppm. Το στοιχείο στην περιοχή κυμαίνεται σε σχετικά χαμηλά όρια (<5-19 ppm), σε σχέση με τις περιεκτικότητες που απαντά στα επιφανειακά εδάφη διαφόρων χωρών. Αυτό οφείλεται κυρίως στα είδη των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν την περιοχή έρευνας.

δ) **Ασβέστιο**. Το στοιχείο είναι το πέμπτο σε αφθονία στο φλοιό της γης, με τιμές που κυμαίνονται στα διάφορα πετρώματα από 1,2-7,6%. Σε υψηλό ποσοστό περιεκτικότητας βρίσκεται στα ανθρακικά πετρώματα (32,5%), τα οποία καλύπτουν ευρεία έκταση στην περιοχή έρευνας. Η ενδιαφέρουσα μορφή του Ca στα εδάφη είναι κυρίως, η ανθρακική και θεωρείται, ότι εφοδιάζει επαρκώς με το στοιχείο τα εδάφη. Ο προσδιορισμός της ολικής περιεκτικότητας του Ca ενδιαφέρει, όταν απαντούν μόνο πυριτικές μορφές του στο έδαφος, και απουσιάζουν τα ανθρακικά, θειικά και φωσφορικά άλατα του Ca. Οι τιμές του ολικού Ca στην περιοχή (0,18-9,17%) δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, λόγω της παρουσίας του ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου, σχεδόν σε όλα τα δείγματα. Οι διαφορές που παρατηρούνται στα ποσοστά των δύο προσδιορισμών, οφείλονται μάλλον στη μη καλή ομογενοποίηση κατά τον προσδιορισμό των ελεύθερων ανθρακικών.

ε) **Κάδμιο**. Το Cd στα διάφορα πετρώματα δεν υπερβαίνει σε αφθονία τα 0,3 ppm. Στα εδάφη κυμαίνεται από εκατοστά του ppm έως τα 4 ppm. Στα όξινα εδάφη είναι ευκίνητο, ενώ στα

αλκαλικά είναι μάλλον δυσκίνητο. Ως γνωστό, είναι εχθρικός παράγοντας για τη βιολογική δραστηριότητα στο μεταβολισμό των φυτών και την υγεία του ανθρώπου και των ζώων. Παρουσιάζει τιμές κυμαινόμενες (0,22-1,58 ppm) στα υψηλότερα επίπεδα των εδαφών που παρατηρούνται σε διάφορες χώρες, η εξήγηση δίνεται, ότι περιέχεται στα μεταλλεύματα μαγγανίου (Dong, *et al*, 2000) που απαντούν στους κερατόλιθους της περιοχής.

στ) **Κοβάλτιο**. Το στοιχείο παρουσιάζει υψηλές συγκεντρώσεις σε υπερβασικά (100-200 ppm) και βασικά πετρώματα (35-50 ppm), ενώ στα ιζηματογενή είναι της τάξης 0,1-20 ppm με τις μικρότερες στους ασβεστόλιθους από 0,1-3 ppm. Κατά την διάρκεια της αποσάθρωσης το Co είναι σχετικά ευκίνητο σε οξειδωτικό περιβάλλον, αλλά υφίσταται υψηλή απορρόφηση από τα οξείδια του Fe και του Mn, καθώς και από ορυκτά της αργίλου. Στα διάφορα εδάφη, εκτός εξαιρέσεων από πετρώματα με υψηλές τιμές, η διακύμανση είναι, από δέκατα του ppm, έως και μερικές δεκάδες ppm (Kabata-Pendias, 2000). Οι τιμές στα εδάφη της περιοχής είναι επίσης υψηλές (10,6-58,2 ppm) και μπορεί να δικαιολογηθούν, ως, ένα από τα στοιχεία, που συνήθως περιέχεται σε μεταλλεύματα μαγγανίου, τα οποία απαντούν στην περιοχή.

ζ) **Χρώμιο**. Το στοιχείο στα ιζηματογενή πετρώματα κυμαίνεται από 5 έως 120 ppm. Στα διάφορα εδάφη κυμαίνεται από μερικά ppm έως και πάνω από 500 ppm. Είναι απαραίτητο στοιχείο στον άνθρωπο και τα ζώα. Τα εδάφη της περιοχής είναι καλά εφοδιασμένα με το στοιχείο αυτό (29 έως 136 ppm), που προέρχεται από τα μεταλλεύματα Mn της περιοχής, τα οποία θεωρούνται παρακαταθήκη πλήθους μικροθρεπτικών. Το στοιχείο εμφανίζεται περισσότερο στα εδάφη ως  $Cr^{3+}$  και ευρίσκεται σε ορυκτά ή ενώσεις ανάμεικτο, με  $Fe^{3+}$  σε οξείδια και σε pH 5,5 και πάνω, είναι σε πλήρη καθίζηση. Μετατρέπεται σε  $Cr^{6+}$  από τις οξειδωτικές δυνατότητες των ενώσεων του Mn. Ως  $Cr^{6+}$  είναι ασταθές και ευκίνητο σε όξινα και αλκαλικά εδάφη, διαθέσιμο στα φυτά και εύκολα απορροφάται από την άργιλο και τα υδροξείδια, μετατρέπόμενο από τα οργανικά υλικά σε  $Cr^{3+}$  (Kabata-Pendias, 2000).

η) **Χαλκός**. Η διαλυτότητα, η ευκινησία και η διαθεσιμότητα του στοιχείου στο έδαφος, αλλά και οι μορφές του είναι μεγάλης σπουδαιότητας για την αγροτική πρακτική. Το στοιχείο στην περιοχή παρουσιάζει υψηλές σχετικά περιεκτικότητες (25,8-160,8 ppm) συγκρινόμενο με τις μέσες περιεκτικότητες των εδαφών διαφόρων χωρών, οι οποίες περιορίζονται, το πλείστον, κάτω από τα 50 ppm. Πολύ καλή συσχέτιση της διαλυτότητας του Cu, έχει βρεθεί μεταξύ βασιλικού νερού και DTPA, αν και η συσχέτιση αυτή για την περιοχή είναι σε μέτρια επίπεδα. Πάντως, εκτιμάται, ότι γενικά τα εδάφη της περιοχής διαθέτουν το στοιχείο σε αυτές τις περιεκτικότητες, ώστε να μην υπάρχει πρόβλημα τροφοπενίας για τις καλλιέργειες.

θ) **Σίδηρος.** Η γεωχημεία του Fe είναι πολυσύνθετη στο γήινο περιβάλλον και καθορίζεται ευρέως από τις εύκολες αλλαγές των καταστάσεων σθένους του, που ανταποκρίνεται στις φυσικοχημικές συνθήκες. Η συμπεριφορά του είναι στενά συνδεδεμένη με τον κύκλο του O, S και C και οι αντιδράσεις του κατά τις διαδικασίες της αποσάθρωσης εξαρτώμενες ευρέως από το Eh-pH σύστημα του περιβάλλοντος. Ο γενικός κανόνας που καθορίζει την κινητικότητα του Fe είναι οι οξειδωτικές και αλκαλικές συνθήκες που προάγουν την καθίζηση του Fe, ενώ οι όξινες και αναγωγικές συνθήκες προάγουν τη διαλυτότητα των ενώσεών του (Γιάσογλου, 1992; Kabata-Pendias, 2000). Οι περιεκτικότητες του στοιχείου στα εδάφη κυμαίνονται από 0,5 έως 5% και για την περιοχή ανέρχονται σε σχετικά υψηλά επίπεδα, (1,62-5,26%) όμως, όπως και προαναφέρθηκε η διαλυτότητα του εξαρτάται από επικρατούν κατά θέσεις Eh-pH σύστημα. Το επικρατούν αλκαλικό pH και η παρουσία ανθρακικού ασβεστίου στα εδάφη της περιοχής, δεν προάγει συνθήκες καλής διαλυτότητας και, όπως φαίνεται από τις εκχυλίσεις με DTPA, ένα πολύ μεγάλο ποσοστό τους παρουσιάζει ανεπάρκεια και οριακά εφοδιασμένα με Fe.

ι) **Υδράργυρος.** Οι περιεκτικότητες του στοιχείου στα διάφορα πετρώματα είναι αρκετά χαμηλές και δεν υπερβαίνουν την τάξη 0,Χ ppb. Στα διάφορα εδάφη κυμαίνεται από 0,00Χ ppm μέχρι και μερικά ppm. Η συμπεριφορά του στο έδαφος εξαρτάται πολύ από τις μορφές του, οι οποίες είναι συνάρτηση των διαφόρων εδαφικών παραμέτρων, των διαφόρων αρχικών συγκεντρώσεων στο εδαφικό διάλυμα, καθώς και άλλων ιόντων (π.χ. Cl). Εύκολα εξατμίζεται, όταν είναι στις μορφές  $Hg^0$  και  $(CH_3)_2Hg$  και είναι ευδιάλυτος στις μορφές  $HgCl_2$ ,  $Hg(OH)Cl$  και  $Hg(OH)_2$ . Οι μετασχηματισμοί των οργανοϋδραργυρικών ενώσεων, ειδικά η μεθυλίωση του στοιχειακού Hg, παίζει πολύ σπουδαίο ρόλο στον κύκλο του στοιχείου στο περιβάλλον. Η μεθυλωμένη κατάσταση θεωρείται η πλέον τοξική για το περιβάλλον (Kabata-Pendias, 2000). Στην περιοχή έρευνας το στοιχείο περιορίζεται σε 0,0Χ ppm που είναι από χαμηλά έως μέσα φυσιολογικά επίπεδα και δεν φαίνεται να υπάρχει πρόβλημα τοξικότητας από το στοιχείο.

ια) **Κάλιο.** Είναι το έβδομο στοιχείο σε αφθονία στο γήινο φλοιό, με μέση περιεκτικότητα 2,6%. Η περιεκτικότητα στα διάφορα εδάφη ποικίλει σε ευρέα όρια, από 0,01% μέχρι και πάνω από 4%, με περισσότερο κοινές τιμές να είναι περίπου στο 1% και με μέσο όρο 1-2% (Jakovljević, 2003). Τα ορυκτά στα οποία περιέχεται και τροφοδοτούν το έδαφος με το στοιχείο είναι οι άστριοι, ο βιοτίτης, ο μοσχοβίτης, ο βερμικουλίτης και ο ιλλίτης. Η δυνατότητα πρόσληψης από τα φυτά εξαρτάται από την κατάσταση στην οποία βρίσκεται, δηλαδή στα πρωτογενή ορυκτά, όπου είναι και δύσκολα αφομοιώσιμο, τα ορυκτά της

αργίλου, ως βραδέως αφομοιώσιμο και το ανταλλάξιμο ή στο εδαφικό διάλυμα, που αποτελεί την εύκολα αφομοιώσιμη μορφή (Γιάσογλου, 1992). Οι περιεκτικότητες στα εδάφη της περιοχής είναι σε σχετικά μέσα έως χαμηλά επίπεδα, (0,23-0,90%), λόγω και του ανάλογου επιπέδου των μητρικών πετρωμάτων. Το εύκολα διαθέσιμο, όπως έχει υπολογιστεί σε αντίστοιχα εδάφη Fluvisol και Eutric Cambisol στη Σερβία έχει βρεθεί 1,5-2% του ολικού (Jakovljević, 2003) και γενικά το 1-2% (Frank, 2002). Εκτιμάται, ότι βρίσκεται στην περιοχή κυρίως στα ορυκτά της αργίλου (δείγμα X4), αλλά και σε μοσχοβίτη (σερικήτη), ο οποίος αφθονεί στα ψαμμιτικά πετρώματα της περιοχής.

ιβ) **Μαγνήσιο**. Είναι το όγδοο στοιχείο σε αφθονία στο γήινο φλοιό με περιεκτικότητα από 0,16-20,5% στα διάφορα πετρώματα. Η περιεκτικότητά του στα διάφορα εδάφη ποικίλει, από λίγα δέκατα έως αρκετές μονάδες στις εκατό. Το διαθέσιμο (εκχυλίσσιμο με οξικό αμμώνιο), σε εδάφη παρόμοια με την περιοχή έρευνας Fluvisol και Eutric Cambisol της Σερβίας έχει βρεθεί 6,8-8,9% (Jakovljević, 2003). Ένα μικρό μέρος του ολικού Mg του εδάφους, το ποσοστό του οποίου κυμαίνεται 1-2% απαντάται, ως ανταλλάξιμο κατιόν και στο εδαφικό διάλυμα (Πολυζόπουλος, 1976). Το ποσοστό στα εδάφη της περιοχής κυμαίνεται από 0,18-0,94% και είναι πάνω από τις μέσες τιμές των εδαφών, με το ευνοϊκό, ότι υπάρχει και στην κατάσταση των ελεύθερων ανθρακικών σε όλα σχεδόν τα δείγματα των εδαφών. Τα αποτελέσματα των εκχυλίσεων με οξικό αμμώνιο, όπως προαναφέρθηκε, δίνουν μια καλή εικόνα της μεγάλης διαθεσιμότητας του στοιχείου, που βρίσκεται σε ανθρακική μορφή και τροφοδοτεί το εδαφικό διάλυμα και την προσρόφησή του από τα εδαφικά κolloειδή. Μεταξύ Mg και K υπάρχει ανταγωνισμός και απαιτείται να γίνεται με προσοχή η χρήση των καλιούχων λιπασμάτων στις καλλιέργειες της περιοχής.

ιγ) **Μαγγάνιο**. Είναι ένα από τα αφθονότερα ιχνοστοιχεία στη λιθόσφαιρα και η διακύμανσή του στα πετρώματα είναι 350-2000 ppm. Στα εδάφη απαντά σε ένα μεγάλο εύρος τιμών, από μερικά ppm μέχρι και πάνω από 0,5%. Η συμπεριφορά του Mn στις επιφανειακές αποθέσεις του είναι πολύ πολύπλοκες και καθορίζονται από διάφορους περιβαλλοντικούς παράγοντες, των οποίων οι συνθήκες Eh-pH είναι οι σπουδαιότερες. Εύκολα μετακινείται από τη ζώνη αποσάθρωσης και από εδάφη με όξινες συνθήκες ως δισανθρακικό ή ως σύμπλοκο με οργανικά οξέα. Σχηματίζει ευρύ αριθμό από οξειδία και υδροξειδία και τα φυσικά χαρακτηριστικά τους, όπως του μικρού μεγέθους των κρυστάλλων έχουν ευρεία επιφανειακή εξάπλωση. Οι ενώσεις του είναι γνωστές για την εύκολη οξείδωση και αναγωγή κάτω από τις ποικίλες εδαφικές συνθήκες. Υπάρχει ανταγωνισμός με το σίδηρο κυρίως σε όξινα εδάφη, λόγω μεγάλης διαθεσιμότητας του Mn στο εδαφικό διάλυμα. Όλα τα φυτά έχουν απαίτηση

για μαγγάνιο, που η μεγαλύτερη λειτουργία του σχετίζεται με οξειδοαναγωγικές διαδικασίες (Πολυζόπουλος, 1976; Kabata-Pendias, 2000). Οι περιεκτικότητες στα εδάφη της περιοχής είναι πολύ υψηλές, σχετιζόμενες με τα εδάφη διαφόρων χωρών και κυμαίνονται από 853-5266 ppm. Η διαθεσιμότητά του θεωρείται υψηλή και μετά, από ότι αλληλεπίδραση ή δυσμενείς εδαφικές συνθήκες μπορεί να διαμορφώνονται.

ιδ) **Μολυβδένιο**. Η τάξη περιεκτικότητας του στοιχείου στα πετρώματα κυμαίνεται από 0,Χ έως 2 ppm. Στις διάφορες εδαφικές μονάδες, η συνήθης αφθονία του βρίσκεται από 0,Χ έως και μερικά ppm. Κατά την αποσάθρωση παράγεται κυρίως το  $\text{MoO}_4^{2-}$ , ανιόν το οποίο κυριαρχεί σε ουδέτερα και μέσης αλκαλικότητας pH εδάφη και το  $\text{HMoO}_4^-$ , σε τιμές χαμηλού pH. Εύκολα μετακινείται και συγκαθιζάνει με οργανικά υλικά,  $\text{CaCO}_3$  και διάφορα κατιόντα, όπως  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  και  $\text{Ca}^{2+}$ . Επίσης διαφορετικές προσροφήσεις από Fe, Al και Mn υδροξειδία συγκρατούν το Mo στις επιφανειακές αποθέσεις του (Kabata-Pendias, 2000). Είναι ουσιώδες μικροθρεπτικό, άλλα η φυσιολογική απαίτηση του είναι χαμηλή. Είναι βασικό συστατικό ενζύμων (νιτρογενάση, νιτρική ρεδοουκτάση). Στην περιοχή παρουσιάζει μια μέση περιεκτικότητα συγκρινόμενη με τα εδάφη διαφόρων χωρών, η οποία κυμαίνεται από 0,44 έως 1,44 ppm. Αν και δεν έγιναν οι σχετικές αναλύσεις, που δίνουν τη διαθεσιμότητα του στοιχείου, εκτιμάται, ότι γενικά δεν υπάρχει πρόβλημα έλλειψης του στοιχείου.

ιε) **Νικέλιο**. Το στοιχείο παρουσιάζει υψηλές τιμές σε υπερβασικά πετρώματα (1400-2000 ppm) και αυτές οι συγκεντρώσεις μειώνονται με την αύξηση της οξύτητας των πετρωμάτων φθάνοντας τα 5 έως 15 ppm στους γρανίτες. Εύκολα μετακινείται κατά τη διάρκεια της αποσάθρωσης και συγκαθιζάνει κυρίως με οξειδία Fe και Mn. Η αφθονία του στα εδάφη εξαρτάται από την περιεκτικότητά του στα μητρικά πετρώματα. Δεν υπάρχουν αποδείξεις για ουσιώδη ρόλο του Ni στο μεταβολισμό των φυτών, αν και αναφέρονται ευεργετικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη των φυτών και εργασίες αναφέρουν συγκεκριμένα, ότι είναι ουσιώδες συστατικό του ενζύμου ουρεάση. Στα εδάφη οι περιεκτικότητες βρίσκονται, το πλείστον, από μερικά έως και δεκάδες ppm (Kabata-Pendias, 2000). Στην περιοχή έρευνας, με εξαίρεση μια τιμή σε έδαφος πάνω από πυριτικά πετρώματα, παρουσιάζει σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις, που κυμαίνονται από 85 έως 222,5 ppm.

ιστ) **Φώσφορος**. Η αφθονία του στοιχείου στα πετρώματα κυμαίνεται από 150 έως 1500 ppm. Στα εδάφη η διακύμανση του ολικού P είναι από 500 έως 1000 ppm (Schulte, 1996) και κατά άλλους συγγραφείς από ίχνη έως και πάνω από 0,5% (Πολυζόπουλος, 1976; Γιάσογλου,

1992). Για τα ελληνικά δεδομένα, παλαιότερες εργασίες που έγιναν από το Ινστιτούτο εδαφολογίας, έδωσαν περιεκτικότητες σε ολικό φώσφορο που κυμαίνεται από 0,082-2,10% σε  $P_2O_5$  (Κατακουζηνός, 1968). Στα εδάφη της περιοχής ο P κυμαίνεται από 0,026 έως 0,079%, που θεωρείται, συγκρινόμενες με τη γενική διακύμανση του, ότι οι τιμές του βρίσκονται σε πτωχά και μέσα επίπεδα, όπως και ανάλογη κατάσταση επικρατεί και για τους προσδιορισμούς P κατά Olsen.

ιζ) **Μόλυβδος.** Η αφθονία του Pb στα διάφορα πετρώματα κυμαίνεται από 10-40 ppm. Τα μη ρυπασμένα διάφορα εδάφη, διαφορετικών χωρών παρουσιάζουν ποσότητες Pb της τάξης από 3 έως 189 ppm. Η παρουσία του φυσικού Pb στα εδάφη σχετίζεται με τη σύνθεση των πετρωμάτων και αναφέρεται, ως το λιγότερο ευκίνητο μεταξύ των άλλων βαρέων μετάλλων. Συνδέεται κυρίως με αργιλικά ορυκτά, οξειδία Mn, υδροξείδια Fe και Al και οργανικά υλικά (Dong, *et al*, 2000; Dube, *et al*, 2001). Οποσδήποτε, σε μερικά εδάφη μπορεί να είναι σε υψηλές συγκεντρώσεις στο  $CaCO_3$  ή σε φωσφορίτες. Τοξικό στοιχείο και η συγκέντρωσή του στο επιφανειακό έδαφος, είναι μεγάλης οικολογικής σημασίας, αφού επηρεάζει πολύ τη δραστηριότητα του εδάφους μειώνοντας την ενζυματική δραστηριότητα των μικροβίων (Kabata-Pendias, 2000). Οι τιμές στην περιοχή είναι σε σχετικά χαμηλά επίπεδα κυμαινόμενες από 10,8 έως 34,3 ppm, χωρίς να δημιουργείται ιδιαίτερο πρόβλημα τοξικότητας από το στοιχείο.

ιη) **Σελήνιο.** Οι συγκεντρώσεις του Se σε όλα τα υλικά του γήινου φλοιού σπάνια υπερβαίνει τα 0,05 ppm. Στα ιζηματογενή πετρώματα το στοιχείο σχετίζεται με το αργλικό κλάσμα και έτσι, οι μικρότερες ποσότητες του είναι σε ψαμμίτες και ασβεστόλιθους. Εύκολα σχηματίζει ενώσεις με μέταλλα και εμφανίζεται σε πάνω από 50 ορυκτά, τα πιο κοινά των οποίων είναι  $CuSe$ ,  $FeSe$ ,  $PbSe$ ,  $Ag_2Se$  και σε ευρύ αριθμό οργανικών ενώσεων. Στα επιφανειακά εδάφη των διαφόρων χωρών έχει εύρος συγκεντρώσεων από 0,005 έως τα 3,5 ppm, με μέσο όρο τα 0,33 ppm. Η διαλυτότητα του Se στα περισσότερα εδάφη είναι μάλλον χαμηλή, πολλές γεωργικές περιοχές παράγουν φυτική παραγωγή με χαμηλή περιεκτικότητα Se. Οποσδήποτε, σε φυσικά εμπλουτισμένα εδάφη, σε πτωχά αποστραγγιζόμενα ή ασβεστόχρα εδάφη, βελτιωμένα με λυματολάσπες και ιπτάμενη τέφρα, μπορεί να φθάσουν σε τοξικές συγκεντρώσεις σε βοσκές κτηνοτροφίας. Αυξημένες περιεκτικότητες παρουσιάζει στον A και B ορίζοντα των εδαφών που οφείλεται σε σύνδεσή του με οργανικά υλικά, σε υδροξείδια κυρίως Fe και Mn και αργιλικά ορυκτά κυρίως μοντμοριλλονίτη (Kabata-Pendias, 2000). Στα εδάφη της περιοχής κυμαίνεται από <0,2 έως 1,7 ppm και είναι σε κανονικά επίπεδα και μάλλον, δεν φαίνεται να υπάρχει έλλειψη του στοιχείου.

ιβ) **Ψευδάργυρος.** Ο Ζη φαίνεται να κατανέμεται ομοιόμορφα στα διάφορα μαγματικά πετρώματα, τους σχιστόλιθους και τα αργιλικά ιζήματα (80-120 ppm), ενώ στους ψαμμίτες και τα ανθρακικά πετρώματα οι συγκεντρώσεις είναι της τάξης των 10-30 ppm. Στα επιφανειακά εδάφη ο mean του ολικού Ζη σε διάφορες χώρες, είναι της τάξης από 17 έως 125 ppm, που μπορούν να θεωρηθούν ως background περιεκτικότητες. Το εύρος των τιμών του στοιχείου που παρατηρούνται στα περισσότερα εδάφη είναι από μερικά ppm έως και πάνω από 500 ppm. Κατά την αποσάθρωση των ορυκτών παράγεται ευκίνητος  $Zn^{2+}$ , ειδικά σε όξινα και οξειδωτικά περιβάλλοντα και θεωρείται εύκολα διαλυτός, σχετικά με άλλα βαρέα μέταλλα στο έδαφος (Dube, *et al*, 2001). Εύκολα προσροφάται από ορυκτά και οργανικά συστατικά και έτσι, στα περισσότερα εδάφη συγκεντρώνεται στον επιφανειακό ορίζοντα (Kabata-Pendias, 2000). Ο Ζη παίζει ουσιώδη μεταβολικό ρόλο στα φυτά, ως συστατικό μιας ποικιλίας ενζύμων. Στην περιοχή οι συγκεντρώσεις του στοιχείου κυμαίνονται από 50,1 έως 144,2 ppm και θεωρούνται σε κανονικά επίπεδα.

κ) **Θάλλιο, Θόριο, Ουράνιο.** Το Τι είναι τοξικό στοιχείο και παρουσιάζει γεωχημική συμπεριφορά ανάλογη με αυτή του Κ. Η συγκέντρωσή του αυξάνεται σε ιζήματα με περιεκτικότητα αργίλου αυξανόμενη. Το Th και U γνωστά, με τις μεγαλύτερες ποσότητες από όλα τα άλλα ραδιενεργά στοιχεία στο περιβάλλον και γεωχημικά είναι συνδεδεμένα. Η κινητικότητά τους στα εδάφη περιορίζεται με το σχηματισμό ασθενώς διαλυτών ιζημάτων (π.χ. φωσφορικών, οξειδίων) και προσροφώμενα από αργίλους και οργανικά υλικά (Kabata-Pendias, 2000). Τα τρία αυτά στοιχεία παρουσιάζουν φυσιολογικές συγκεντρώσεις στην περιοχή έρευνας, οι τιμές των οποίων κυμαίνονται σε μέσα επίπεδα, από αυτά των εδαφών διαφόρων χωρών και έτσι δεν υπάρχει θέμα τοξικότητας από αυτά τα στοιχεία.

κα) **Βανάδιο.** Το V παρουσιάζει μια ευρεία παραλλαγή περιεκτικότητας στα διάφορα πετρώματα, με τις υψηλότερες τιμές στα βασικά πετρώματα και τους σχιστόλιθους (100-250 ppm). Στους ασβεστόλιθους και τους ψαμμίτες οι περιεκτικότητες κυμαίνονται από 10-60 ppm. Εύκολα αντικαθιστά σε κρυσταλικές δομές τα στοιχεία Fe, Ti και Al. Στα διάφορα εδάφη παγκόσμια κυμαίνεται από μερικά ppm έως και πάνω από τα 500 ppm. Το στοιχείο, ότι είναι ουσιώδες για την αύξηση των δενδρωδών φυτών, δεν έχει γίνει ακόμη τελική παραδοχή. Στις άλγες και σε ριζόβια βακτήρια έχει φανεί, ότι βρίσκεται σε ένζυμα και καταλύτης της σύνδεσης του  $N_2$ , αντίστοιχα. (Kabata-Pendias, 2000) Οι τιμές του V στην περιοχή είναι σε αυτά τα επίπεδα (31-102 ppm) που να μην δημιουργείται ιδιαίτερος προβληματισμός για αυτό το στοιχείο.



## 5.4 ΕΔΑΦΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Οι εδαφικοί σχηματισμοί που αναπτύσσονται στην περιοχή έρευνας μπορούν να διαχωριστούν σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- Τους εδαφικούς σχηματισμούς του πεδινού τμήματος και κάποιων ορεινών επιπέδων τμημάτων, οι οποίοι προέρχονται από τη διαμόρφωση του ανωτέρου τμήματος αλλουβιακών γεωλογικών σχηματισμών (alluvial deposits) και κορημάτων ριπιδίων (river fans). Αυτοί αποτελούν συνήθως ανάμεικτο μεταφερόμενο στερεό υλικό, από διαβρωθέντα εδάφη και αποσαθρώματα πετρωμάτων του ορεινού τμήματος, κυρίως από δύο μέχρι και των τεσσάρων κύριων γεωλογικών σχηματισμών (ασβεστόλιθοι, μάργες, κερατόλιθοι, ψαμμίτες).
- Τους εδαφικούς σχηματισμούς της ζώνης των κολλουβιακών αποθέσεων - συσσωρευμένα αποσαθρώματα βαρύτητας, στις βάσεις των πρανών του ορεινού-ημιορεινού ανάγλυφου - οι οποίοι καλύπτουν τη ζώνη περιφερειακά της πεδινής περιοχής και τη βάση του ορεινού-ημιορεινού τμήματος και αποτελούν προϊόν, συνήθως ενός ή και δύο ανάντη γεωλογικών σχηματισμών.
- Τα εδάφη των πρανών, που είναι συνήθως υπολειμματικό (in situ) έδαφος και φέρει κυρίως, το γενετικό χαρακτήρα του γεωλογικού σχηματισμού που υπόκειται, την επίδραση της βλάστησης, του τοπογραφικού ανάγλυφου, καθώς και των ανθρωπίνων παρεμβάσεων από τη δημιουργία αναβαθμίδων. Εμφανίζουν ποικιλία τύπων, από την επίδραση των προαναφερομένων παραγόντων.

### 5.4.1 Εδαφικοί σχηματισμοί των πεδινών περιοχών

Πρόκειται, περί εδαφικών σχηματισμών στους οποίους εμφανίζονται κατά το πλείστον, οι αρχικές δράσεις της εδαφογένεσης. Οι αλλουβιακοί σχηματισμοί επί των οποίων αναπτύσσονται, προέρχονται κατά βάση, από εδαφικό υλικό Rendzic Leptosol, Mollic ή Cambic Leptosol (Eutric), Entic Epileptic Podzol (Episkeletic), Lithic Leptosol (Eutric ή Dystric) και Nudilithic Leptosol, που είναι και οι επικρατούντες εδαφικοί σχηματισμοί των ανθρακικών πετρωμάτων, των κερατολίθων και των ψαμμιτών στην ορεινή-ημιορεινή ζώνη (Svorykin, *et al*, 1958; Κατακουζηνός, 1968).

Παρατηρείται από μικρή έως μέτρια επίδραση των εδαφογενετικών παραγόντων, σε όλο το εύρος και στις δύο υπολεκάνες, με διαβάθμιση στην ανάπτυξη εδαφικών οριζόντων από ελάχιστη έως αρκετά σαφής, όπως οι εδαφογενετικές συνθήκες οδηγούν προς την

ανάλογη κατεύθυνση. Η διαβάθμιση αυτή εξαρτάται κυρίως, από την απόσταση της κοίτης των χειμάρρων και τοπικούς παράγοντες, όπως υδρομορφία, κοκκομετρία, καλλιεργητικές διεργασίες, επικρατούν μητρικό υλικό (αλλουβιακό) κλπ. Πάντως, τα εδάφη σε γενικό πλάνο παρουσιάζουν μορφή και εδαφολογικά χαρακτηριστικά παρόμοια. Τα πλημυρικά φαινόμενα είναι σπάνια, με μικρού πάχους αποθέσεις σε ορισμένα τμήματα, όπου η μορφολογία το επιτρέπει.

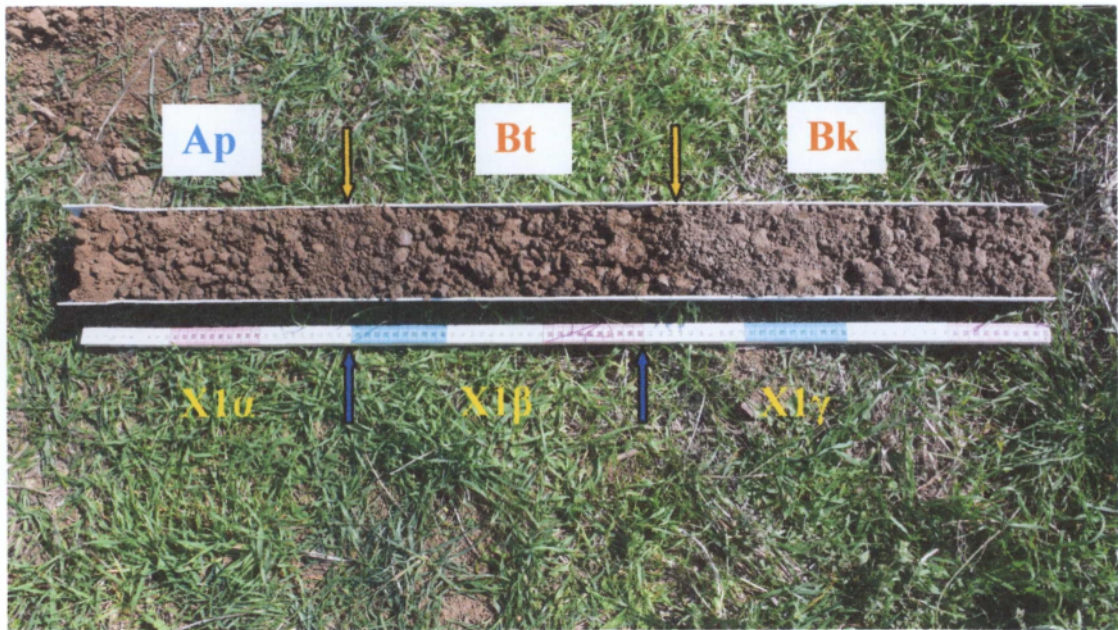
Τα εδάφη που διαμορφώνονται είναι κυρίως της ομάδας Cambisol και περιφερειακά προς τις παρυφές και στις εισόδους των χειμάρρων Fluvisol (κατά το WRB) και αντίστοιχα της τάξης των Inceptisol και Entisol, πιθανώς και κατά θέσεις Mollisol (κατά το Soil Taxonomy του USDA). Γενικά, εξετάζοντας τις εδαφοτομές, παρατηρούνται μικρές κατά θέσεις μετακινήσεις αργίλου στο βάθος (illuvial accumulation) ή και επιτόπου δημιουργία της αργίλου, καθώς και εμπλουτισμός και μετακίνηση στο βάθος ανθρακικού ασβεστίου. Επίσης υδρομορφικές μορφές, με σχηματισμό συγκριμάτων (podules) σιδήρου και μαγγανίου, όπου δημιουργείται υδάτινη επικάλυψη του εδάφους κατά τη βροχερή περίοδο, από άνοδο της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα (υπολεκάνη "Ξεροπόταμου").

Αποτέλεσμα των, εν λόγω, διεργασιών είναι η δημιουργία, ως επί το πλείστον, οριζόντων Cambic, όπου έχουμε βασικά, αλλοιώσεις των πετρογενετικών ορυκτών μέχρι και πλήρους εξαφάνισής τους και υψηλότερη περιεκτικότητα σε άργιλο σε υποκείμενους οριζόντες, λόγω μετακίνησης, οι οποίοι δεν μπορούν να χαρακτηριστούν Argic, καθώς επίσης και εμφάνιση οριζόντων Calcic, και Ferric.

Οι αλλουβιακοί σχηματισμοί δεν παρουσιάζουν πρόσφατες αποθέσεις υλικών και δημιουργία στρωματώσεων (fluvic materials), τουλάχιστον στο κεντρικό τμήμα των δύο υπολεκανών. Περιθωριακά και προς τις εισόδους των χειμάρρων στο πεδινό τμήμα, όπου αναπτύσσονται ποτάμια ριπίδια (river fans), (Χαρ 4.1), παρατηρούνται εδαφικοί σχηματισμοί με διαστρωμάτωση διαβαθμισμένων υλικών (χοντρόκοκκα υλικά εναλλασσόμενα με λεπτόποκοκκα σε στρώσεις ή και ανάμεικτα) (Λαλεχός, 1974) και μπορούν να καταταγούν στην ομάδα Fluvisol.

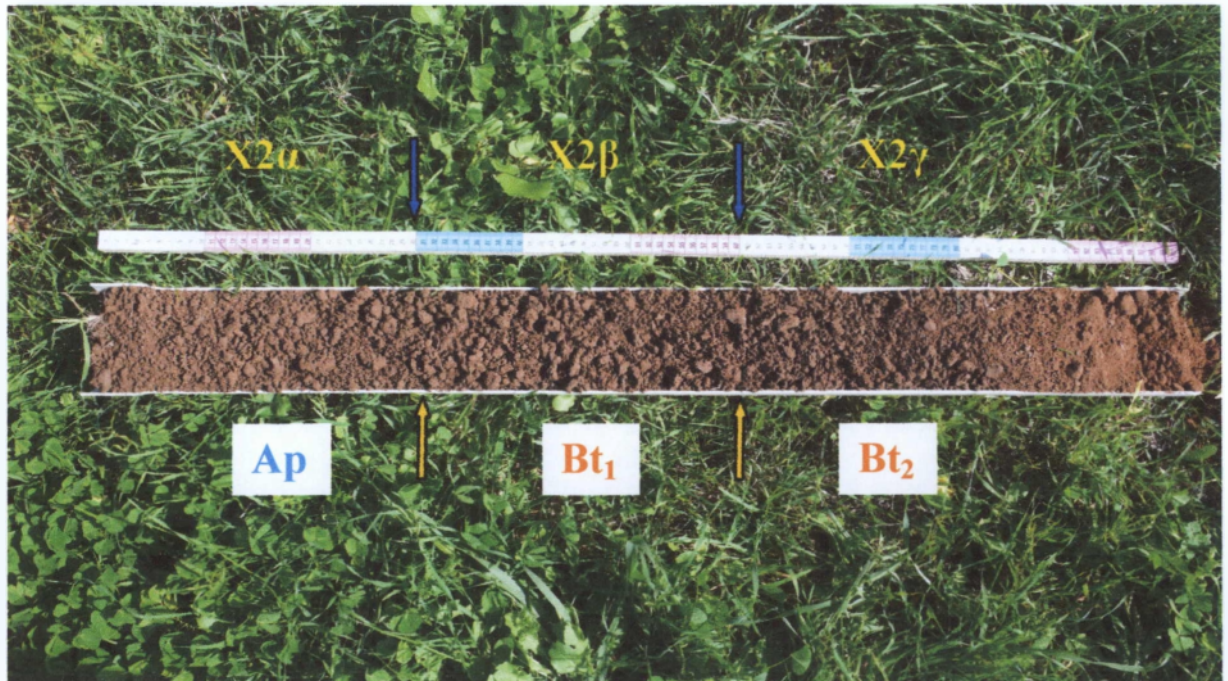
**Εξετάζοντας καθεμιά τις εδαφοτομές παρατηρούμε:** Στην εδαφοτομή X1 (Χαρ. 2.1) παρουσιάζεται μετακίνηση  $\text{CaCO}_3$  προς το βάθος από το X1α και X1β στο δείγμα X1γ (Εικ. 5.4.1.1 και Πιν. 4 & 12) και ελαφρά μετακίνηση αργίλου προς το X1β, ώστε να διαμορφώνεται έδαφος Haplic Cambisol (Calcic, Siltic) ή και μπορεί να χαρακτηριστεί λόγω του υψηλού ποσοστού του  $\text{CaCO}_3$ , ως Hypocalcic Calcisol (Siltic)

Εικόνα 5.4.1.1: Εδαφοτομή X1, όπου φαίνεται η μετακίνηση αργίλου και  $\text{CaCO}_3$



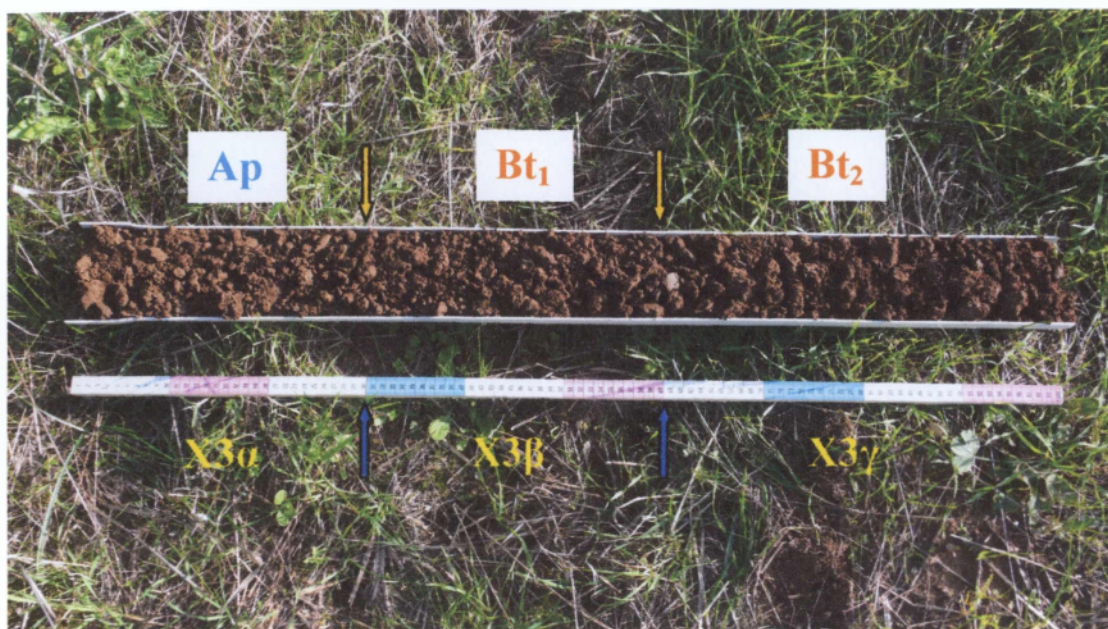
Στην εδαφοτομή X2, παρατηρούνται οριζόντες Cambic με μικρή μετακίνηση αργίλου προς το βάθος και διαμόρφωση εδάφους Haplic Cambisol (Eutric, Siltic).

Εικόνα 5.4.1.2: Εδαφοτομή X2, με μικρή μετακίνηση αργίλου προς το βάθος



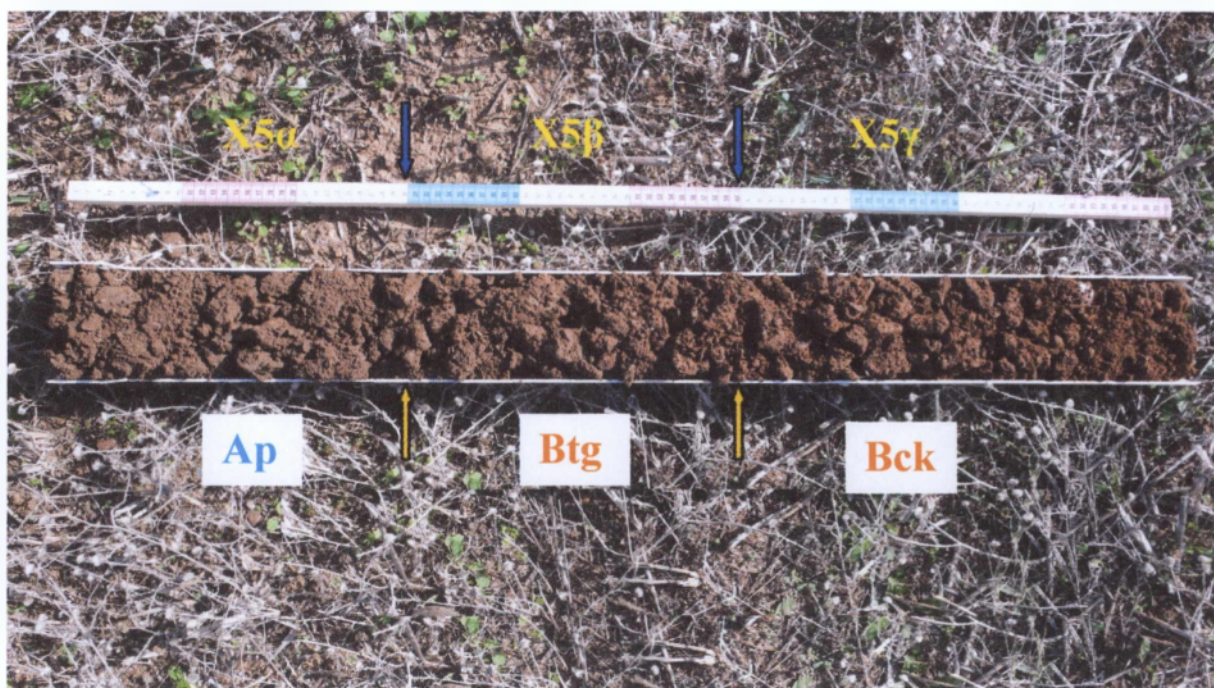
Στην εδαφοτομή X3, παρατηρούνται οριζόντες Cambic με μικρή μετακίνηση αργίλου προς το βάθος και διαμόρφωση εδάφους Haplic Cambisol (Eutric, Siltic) ή και λόγω παρουσίας διαστρωμάτωσης (river fans) στην γύρω περιοχή θα μπορούσε να χαρακτηριστεί και ως Haplic Fluvisol (Eutric, Siltic).

Εικόνα 5.4.1.3: Εδαφοτομή X3, όπου παρατηρείται μετακίνηση αργίλου στο X3β και X3γ



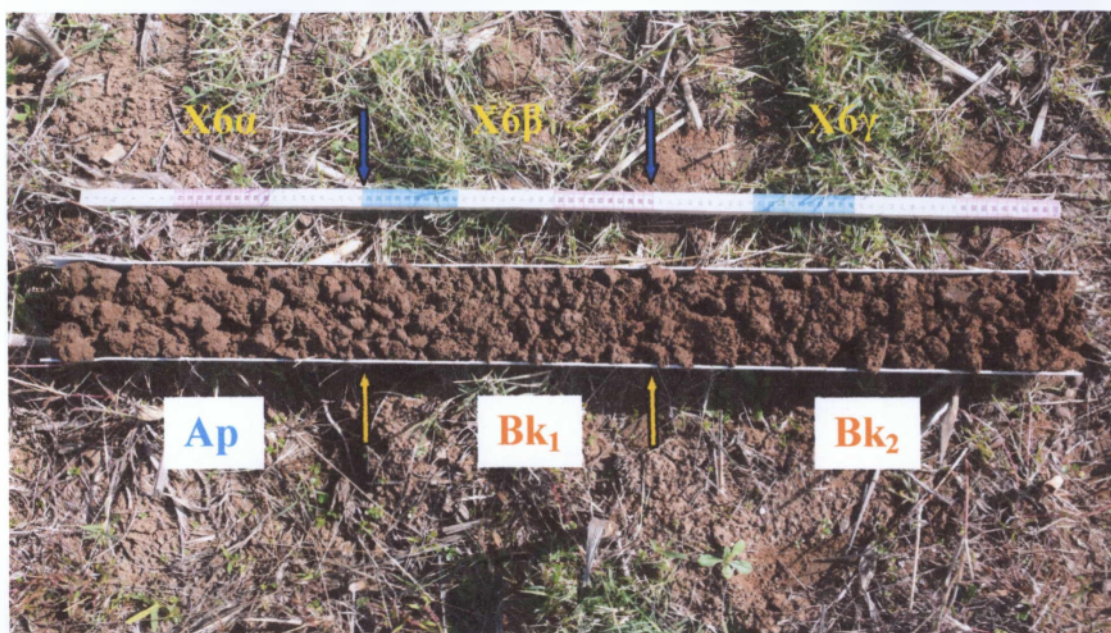
Στην εδαφοτομή X5 παρουσιάζονται μετά το βάθος των 40 cm συγκρίματα οξειδίων Fe και Mn (Πιν. 12) από υδρομορφική κατάσταση κατά τη χειμερινή περίοδο, μετακίνηση αργίλου και ανθρακικών και διαμόρφωση εδάφους Epistagnic Cambisol (Ferric, Calcaric).

Εικόνα 5.4.1.4: Εδαφοτομή X5, όπου παρατηρούνται συγκρίματα οξειδίων Fe και Mn σε τμήμα του X5β και σε όλο το X5γ



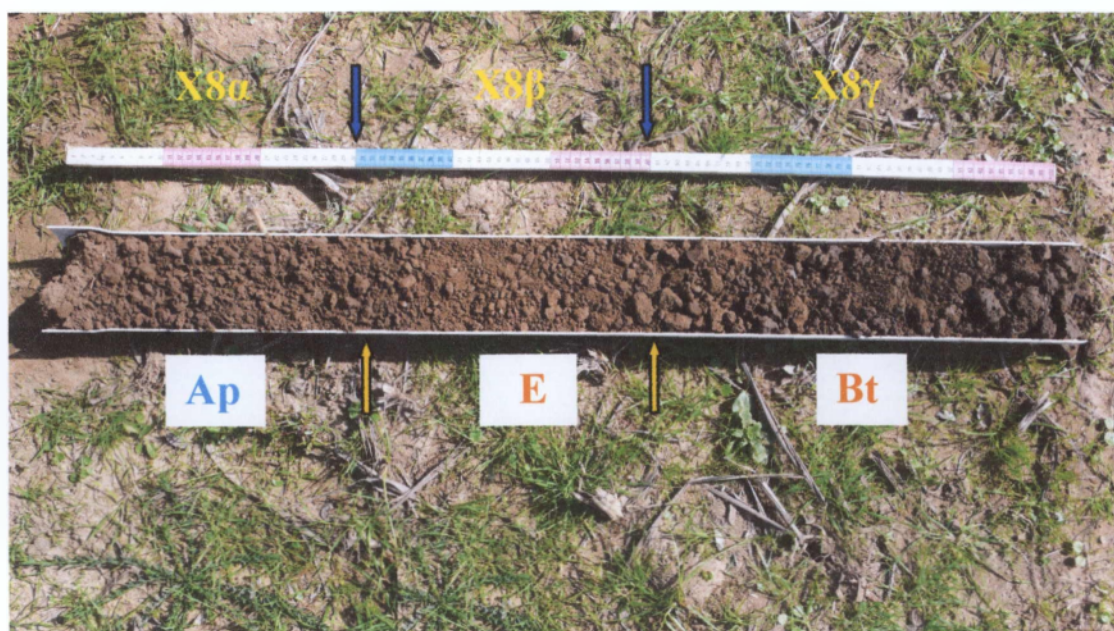
Στην εδαφοτομή X6 παρατηρείται μετακίνηση ανθρακικών στο X6β και X6γ, καθώς και αυξημένη περιεκτικότητα στο X6α, από εξάτμιση λιμναζόντων υδάτων. Διαμορφώνεται έδαφος Haplic Cambisol (Calcaric, Siltic).

Εικόνα 5.4.1.5: Εδαφοτομή X6, όπου το έδαφος έχει αυξημένα τα ανθρακικά άλατα



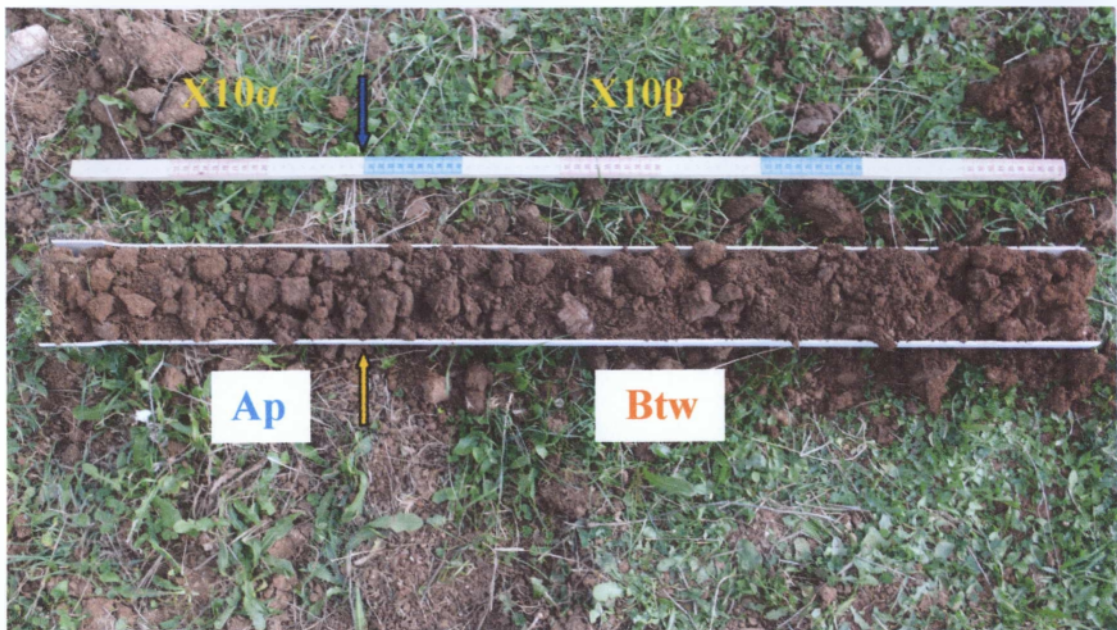
Στην εδαφοτομή X8 παρατηρείται μετακίνηση αργίλου στο X8γ και μικρή ελουβίωση στο X8β. Η διαμόρφωση του εδάφους μπορεί να χαρακτηριστεί υβριδική μεταξύ Haplic Cambisol (Eutric, Siltic) και Albic Luvisol (Hypereutric, Profondic).

Εικόνα 5.4.1.6: Εδαφοτομή X8, όπου διακρίνονται οι εδαφικές διαφοροποιήσεις



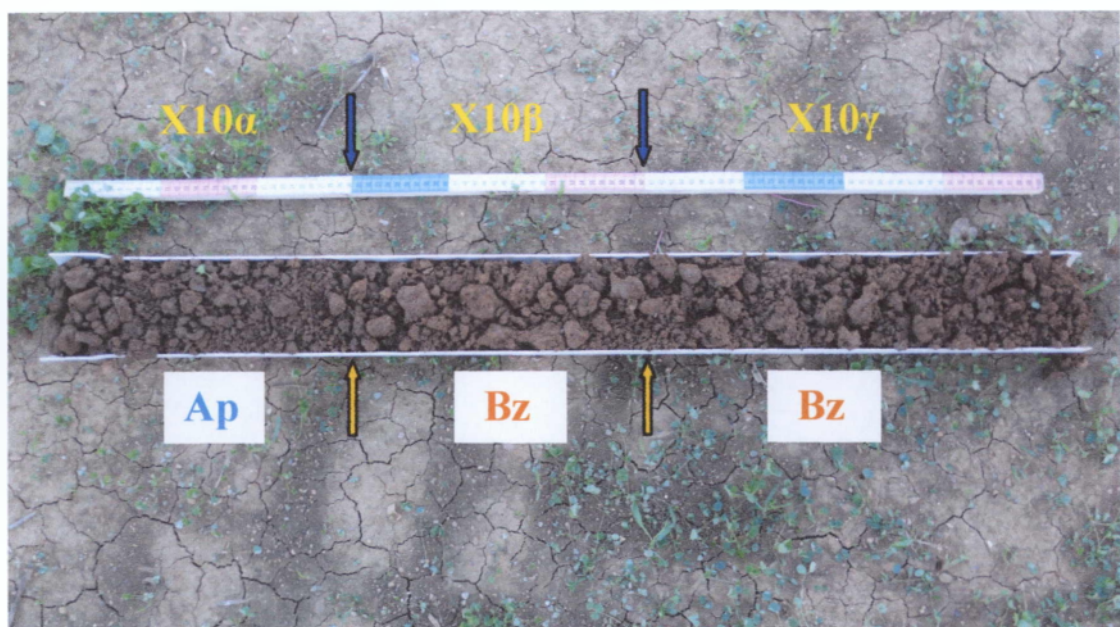
Η εδαφοτομή X10 έγινε σε οροπέδιο με εδαφικούς σχηματισμούς ανάντη Rendzic ή Lithic Leptosol (Eutric) και Nudilithic Leptosol. Παρατηρούνται αλλοιώσεις των εδαφογενετικών ορυκτών και μετακίνηση αργίλου, με διαμόρφωση εδάφους Harpic Cambisol (Eutric, Siltic).

Εικόνα 5.4.1.7: Εδαφοτομή X10 με μετακίνηση αργίλου στο βάθος



Η εδαφοτομή X11 παρουσιάζει αυξημένη περιεκτικότητα σε διαλυτά άλατα από ανθρώπινη δραστηριότητα (λιπάνσεις, αρδεύσεις) και με διαμόρφωση εδάφους Endosalic Cambisol (Eutric, Siltic).

Εικόνα 5.4.1.8: Εδαφοτομή X11, όπου διακρίνεται στην επιφάνεια του εδάφους η αυξημένη περιεκτικότητα σε διαλυτά άλατα



#### 5.4.2 Εδαφικοί σχηματισμοί της ζώνης των κολλουβιακών αποθέσεων

Η ζώνη αυτή των εδαφών, αποτελεί ιδιαίτερη εδαφολογική ενότητα και αναπτύσσεται στο τμήμα του ποδιού των πρανών και στις απότομες αλλαγές κλίσεων προς το ηπιότερο, όπου παρατηρείται συσσώρευση λόγω βαρύτητας των ανάντη εδαφών και αποσαθρωμάτων των πετρωμάτων. Οι εδαφικοί σχηματισμοί της ζώνης αυτής περιέχουν συνήθως μεγάλο ποσοστό θραυσμάτων πετρωμάτων που συνίστανται από χαλίκια έως και μεγάλους λίθους και μικρό ποσοστό εδάφους. Παρατηρούνται ψευδοστρώσεις και η εδαφογένεση, όπως και το προφίλ είναι ελάχιστα ανεπτυγμένα, συνήθως με ένα οριζόντα A, χωρίς άλλους διαγνωστικούς οριζόντες. Τα εδάφη αυτών των περιοχών ανήκουν στις ομάδες των Regosol έως το πολύ και Cambisol, όταν υπάρχει απαρχή διαγνωστικών οριζόντων. Συγκεκριμένα έχουν διαμορφωθεί εδάφη Colluvic Regosol (Escalic, Calcaric ή Eutric ή Dystric), Leptic Regosol (Skeletal, Calcaric ή Dystric) ή και Colluvic Cambisol (Escalic, Calcaric ή Eutric ή Dystric) Leptic Cambisol (Skeletal, Calcaric ή Eutric ή Dystric)

#### 5.4.3 Τα εδάφη των πρανών

Τα εδάφη των πρανών παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία από εδαφικούς σχηματισμούς, οι κυριότεροι των οποίων εξαρτώνται και διαμορφώνονται από τον υποκείμενο γεωλογικό σχηματισμό, που παίζει το σημαντικότερο ρόλο, τη βλάστηση και το τοπογραφικό ανάγλυφο. Το πλείστον των εδαφών ανήκουν στην ομάδα Leptosol και λίγα στις ομάδες Podzol, Regosol και Cambisol.

Τα εδάφη που αναπτύσσονται πάνω σε ανθρακικά πετρώματα είναι εδάφη της κατηγορίας των Ρεντζινών (Εικ. 4.1) (Svorykin, *et al*, 1958; Κατακουζηνός, 1968). Έχουν αυξημένη περιεκτικότητα σε άργιλο (δείγμα X4, Πιν. 5.3.2.2) με σκούρο καστανό χρώμα, αφού πρόκειται για χουμικοαργιλικά εδάφη και είναι τα υπολείμματα (ορυκτά της αργίλου και υδρο-, οξειδία Fe, Al) της διαλυτοποίησης των ανθρακικών πετρωμάτων, με σημαντική ποσότητα οργανικής ουσίας, που προέρχεται από την επικρατούσα βλάστηση. Εμφανίζονται από την πιο τυπική μορφή τους, των Rendzic Leptosols (Clayic) (Ρεντζινών) με κατατομή τους οριζόντες O, A, C, R και μεταβάλλονται από την επίδραση της κλίσης, η οποία μειώνει στην ουσία την περιεκτικότητα σε έδαφος, έναντι των θραυσμάτων των πετρωμάτων, ανάλογα με την αύξηση της κλίσης, με την παρουσία των μορφών, κατά θέσεις Mollic ή Cambic Leptosol (Episkeletic, Calcaric ή Eutric), Lithic Leptosol (Calcaric ή Eutric) και Nudilithic Leptosol. Οι μορφές, των Mollic ή Cambic Leptosol (Eutric), απαντούν στα εδάφη αυτά και με χρωματισμό από τεφροκάστανο έως κιτρινοκάστανο, οι οποίες προέρχονται από

τους γεωλογικούς σχηματισμούς του φλύσχη (μάργες, πηλίτες, ψαμμίτες κλπ.) και είναι πτωχότερες σε ανθρακικό ασβέστιο και οργανική ουσία, αντίστοιχα. Τα εδάφη που αναπτύσσονται στους κερατολιθικούς σχηματισμούς, που είναι πυριτικά πετρώματα, είναι εδάφη αβαθή και ποντζολικά (Εικ. 4.4 & 4.5), λόγω έλλειψης ανθρακικού ασβεστίου (Svorykin, *et al* 1958; Κατακουζηνός, 1968). Πρόκειται για εδάφη με μεγάλη περιεκτικότητα σε κογχώδη θραύσματα μεγέθους χαλικιών, όξινου pH και μικρότερης περιεκτικότητας σε οργανική ουσία και άργιλο από την κατηγορία των Rendzic Leptosols. Κατατάσσονται στις κατηγορίες με τις τυπικές μορφές των Umbric, Hyperskeletal ή Lithic Leptosol (Episkeletic, Dystric), Nudilithic Leptosol, έως τις πιο ανεπτυγμένες των Entic, Epileptic, Hyperskeletal Podzol (Episkeletic).

Από τις ανθρώπινες επεμβάσεις με τη δημιουργία αναβαθμίδων, για τη συγκράτηση και την αύξηση του βάθους του εδάφους, διαμορφώνονται και τα Cambic Leptosol (Escalic, Eutric ή Dystric) και στις περιπτώσεις, όπου είναι ικανό το βάθος για διαφοροποιήσεις από πεδογενετικές διεργασίες να μεταπίπτουν σε Leptic Cambisol (Escalic, Eutric ή Dystric).

Διαφοροποίηση, ως προς την οργανική ουσία παρατηρείται μεταξύ βοσκοτόπων και δασικών εκτάσεων. Στις δασικές εκτάσεις παρατηρούνται και οι τρεις μεταβατικοί οριζόντες Oi, Oe, Oa, των οργανικών οριζόντων, ενώ στους βοσκοτόπους συνήθως ένας ή δύο.

Τα εδάφη που αναπτύσσονται σε επίπεδες έως μικρές κλίσεις θα μπορούσαν να καταταχθούν στις κατηγορίες Leptic Regosol (Skeletal, Eutric ή Dystric) και Leptic Cambisol (Calcaric ή Eutric ή Dystric).



## 6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η εδαφολογική μελέτη στο βορειοδυτικό τμήμα της λεκάνης απορροής του ποταμού Πάμισου του Ν. Μεσσηνίας, κάλυψε μια περιοχή με εδάφη διαφορετικών καταστάσεων περιβάλλοντος εδαφικών διαφοροποιήσεων. Οι βασικοί εδαφογενετικοί παράγοντες της περιοχής είναι: α) οι γεωλογικοί σχηματισμοί, με τέσσερες κύριους τύπους, τους ανθρακικούς, τους κερατόλιθους, τους ψαμμίτες στην ορεινή-ημιορεινή ζώνη και τα αλλούβια στην πεδινή ζώνη, β) το τοπογραφικό ανάγλυφο, που περιλαμβάνει πεδινό, ημιορεινό και ορεινό τμήμα γ) η βλάστηση της *makis*, που αποτελεί χλωρίδα της παραμεσογειακής ζώνης και δ) το κλιματικό καθεστώς του ξηροθερμικού τύπου, με θερμή ξηρή και ψυχρή υγρή περιόδους. Ο παράγοντας χρόνος στην επίδραση διαμόρφωσης των εδαφών, δεν έδρασε ανενόχλητα και είναι αστάθμητος, λόγω των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων κατά το παρελθόν (εκχερσώσεις, πυρκαγιές, δημιουργία αναβαθμίδων, εγκατάλειψη καλλιεργειών, διάνοιξη χειμάρρων, δημιουργία αντιπλημμυρικών κλπ.).

Τα εδάφη που αναπτύσσονται στο ορεινό-ημιορεινό τμήμα της περιοχής, το οποίο είναι κυρίως δάσος και βοσκότοποι, είναι μικρού πάχους και ανήκουν, κατά το πλείστον, στην ομάδα Leptosol και κατά τους παλαιότερους ερευνητές στις Rendzinas, τα Podzols και στα Lithosols. Είναι από τα χαρακτηριστικά κυρίως, υπολειμματικά εδάφη, για τα ελληνικά δεδομένα των νοτίων περιοχών, που διαμορφώνονται πάνω: α) σε σκληρά ανθρακικά πετρώματα, οι διάφοροι τύποι Rendzic Leptosols ή Ρεντζίνες (Rendzinas), ερυθρές σε περιβάλλον άδενδρο ή κωνοφόρων ή με θαμνώδη βλάστηση, μελανόφαιες και φαιές σε δάσος φυλλοβόλων, όπως περιγράφονται και για την περιοχή αυτή, με βάση το παλαιό αμερικάνικο σύστημα, από τους Svorjkin, *et al* 1958 και Κατακουζηνός, 1968, β) στους κερατόλιθους και γενικά στους γεωλογικούς σχηματισμούς χωρίς αλκαλικές γαίες και περιγράφονται από τους Svorjkin, *et al* 1958 και Κατακουζηνός, 1968, ως σκούρα ερυθρά ποτζολικά εδάφη και ανάμεικτα με όξινα ορφνά δασικά. Από το Γιάσογλου, 2004 (WRB, 1998) τα εδάφη αυτά ταξινομούνται με κύρια μονάδα, ως Calcaric Leptosol και συνυπάρχουσες μονάδες τα Calcaric, Eutric και Dystric Leptosols. Τα εδάφη αυτά είναι οι τροφοδότες του πεδινού τμήματος, παρέχοντας και σημαντικά ποσά αργίλου, υλικό που υπάρχει σε μεγάλο ποσοστό στα Rendzic Leptosols.

Τα εδάφη της πεδινής περιοχής, που είναι το ανώτερο τμήμα των αλλουβιακών αποθέσεων, παρουσιάζουν αυξημένο ποσοστό του αργιλικού κλάσματος, το οποίο φαίνεται, ότι εκτός, από την επί τόπου δημιουργία, προέρχεται από τα διαβρωθέντα εδάφη της ορεινής-

ημιορεινής ζώνης, το οποίο υποστηρίζει και ο Κατακουζηνός, 1968, σε εργασίες επάνω σε αυτού του τύπου εδάφη, περιγράφοντάς τα ως μεταφορικές Ρεντζίνες ή ως Brown ή Red mediterranean soils. Ο Γιάσογλου, 2004, τα ταξινομεί με κύρια μονάδα ως Calcic Leptosol και συνυπάρχουσες μονάδες τα Calcic Leptosol και Calcic Leptosol. Οι πεδογενετικές διεργασίες στο πεδινό τμήμα είναι βασικά στο επίπεδο των αρχικών καταστάσεων διαμόρφωσης οριζόντων, τα οποία δεν ξεπερνούν τα όρια της ομάδας Cambisol, αλλά και κατά θέσεις των ομάδων Calcisol και Fluvisol, όμως δεν αποκλείεται να διαμορφώνονται και εδάφη άλλων ομάδων, όπως Luvisol, Stagnosol, που θα μπορούσε να εντοπίσει μια πιο επισταμένη μελέτη και συστηματική χαρτογράφηση. Άξιο προσοχής είναι το σημαντικό ποσοστό της αργίλου που παρατηρείται σε όλους τους ορίζοντες που δειγματίστηκαν, αλλά και σε μεγαλύτερα βάθη των αλλουβιακών σχηματισμών, γεγονός που περισσότερο στηρίζει την άποψη της μεταφοράς παρά της *in situ* γένεσης της αργίλου, αν λάβουμε υπόψη και το περιορισμένο της εδαφογένεσης. Η απουσία πλημυρικών αποθέσεων (fluvic materials) στα κεντρικά τμήματα της πεδινής περιοχής, είναι και η αιτία να αφεθούν οι πεδογενετικές δράσεις για τη διαμόρφωση οριζόντων.

Τα εδάφη που διαμορφώνονται πάνω στα χειμαρικά ριπίδια (river fans) στις εισόδους του πεδινού τμήματος και στις κολλουβιακές αποθέσεις, είναι εδάφη χωρίς διαγνωστικούς ορίζοντες, εκτός ενός A και κατατάσσονται στις ομάδες Fluvisol και Regosol αντίστοιχα. Τα αποθέματα αυτά παρουσιάζουν ποικιλία διαμορφώσεων με διαστρωμάτωση, όπως συνήθως συμβαίνει στο μεταβατικό τμήμα προς την κυρίως πεδινή περιοχή. Από καλλιεργητική άποψη θεωρούνται πτωχότερα και περιορισμένης δυνατότητας ειδών καλλιεργειών, ως αποτέλεσμα της μειωμένης περιεκτικότητας σε λεπτή γη, έναντι χαλικιών και λίθων.

Τα ιδιαίτερα εδαφοχημικά χαρακτηριστικά στην πεδινή περιοχή, καθώς και στην ορεινή-ημιορεινή, όπου υπόκεινται οι ανθρακικοί σχηματισμοί είναι η παρουσία του ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου, με ότι συνεπάγεται για τη συμπεριφορά, την παρεμπόδιση, την κινητικότητα και αλληλεπίδραση των στοιχείων σε αυτό το γεωχημικό περιβάλλον και την ανάλογη λήψη μέτρων που απαιτείται για τις καλλιέργειες. Εκτός αυτού και η παρουσία του μαγνησίου, μαγγανίου και χαλκού σε σχετική αφθονία είναι από τα θετικά για την περιοχή, όπως και οι συγκεντρώσεις των τοξικών στοιχείων, οι οποίες δεν υπερβαίνουν τα επιτρεπτά όρια. Η μηχανική συμπεριφορά των εδαφών θα μπορούσε να λεχθεί, ότι είναι σε πλαίσια που ανταποκρίνεται για πολλές καλλιέργειες.

## 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εδαφολογική έρευνα στην περιοχή, με την επιλογή της ως λεκάνη απορροής, έδωσε τη γενική εικόνα του φάσματος, των εδαφολογικών διαφοροποιήσεων και της εδαφολογικής εξέλιξης, σε περιβάλλον καθεστώς ξηροθερμικού κλίματος, μεσογειακής βλάστησης *makis*, ποικιλίας γεωλογικών σχηματισμών με επικράτηση των ανθρακικών και όλων των μορφολογικών διαφοροποιήσεων του τοπογραφικού ανάγλυφου. Θα μπορούσε να λεχθεί ότι είναι ένα αντιπροσωπευτικό τμήμα για αρκετές περιοχές της χώρας, όπου επικρατούν ανάλογες συνθήκες. Έγινε προσπάθεια, στα περιορισμένα πλαίσια της εργασίας αυτής, να δοθεί μια συνολική εικόνα της κατάστασης που επικρατεί στο τμήμα αυτό, με απλή περιγραφή των εδαφικών σχηματισμών. Τα εδάφη που διαμορφώνονται μπορούν να καταταχθούν σε τρεις κύριες κατηγορίες: α) τους εδαφικούς σχηματισμούς του πεδινού τμήματος και κάποιων ορεινών επιπέδων τμημάτων, β) τους εδαφικούς σχηματισμούς της ζώνης των κολλουβιακών αποθέσεων και γ) τα εδάφη των πρανών.

Οι εδαφικοί σχηματισμοί του ορεινού και ημιορεινού τμήματος είναι οι αναμενόμενοι, με κύριους παράγοντες της διαμόρφωσης των εδαφών το πέτρωμα, τη βλάστηση και το τοπογραφικό ανάγλυφο. Επικρατεί ο εδαφικός σχηματισμός των (Ρεντζινών) Rendzic Leptosol, όπου το μητρικό υλικό είναι τα ανθρακικά πετρώματα και οι συνθήκες, με σημαντικότερη τον παράγοντα της κλίσης, επιτρέπουν την ανάπτυξη Mollic ορίζοντα. Στις υπόλοιπες περιοχές των ανθρακικών πετρωμάτων, όπου έχουμε σταδιακή αύξηση των κλίσεων μέχρι του απόκρημνου, παρατηρείται αναλογικά μείωση και του εδάφους έναντι των θραυσμάτων των πετρωμάτων και εμφανίζονται οι εδαφικοί σχηματισμοί Mollic ή Cambic Leptosol (Episkeletic, Calcaric ή Eutric), Hyperskeletal Leptosol (Calcaric ή Eutric), Lithic Leptosol (Calcaric ή Eutric) και Nudilithic Leptosol. Στις περιοχές, όπου υπόβαθρο είναι τα πυριτικά πετρώματα, όπου απουσιάζει το ανθρακικό ασβέστιο, διαμορφώνονται βασικά εδάφη των τύπων Umbric, Hyperskeletal ή Lithic Leptosol (Episkeletic, Dystric), Nudilithic Leptosol και Entic, Epileptic, Hyperskeletal Podzol (Episkeletic). Η δημιουργία αναβαθμίδων για καλλιέργειες και για τη συγκράτηση του εδάφους μπορεί να διαμορφώσει και τους τύπους Cambic Leptosol (Escalic, Eutric ή Dystric) και Leptic Cambisol (Escalic, Eutric or Dystric).

Η ζώνη των κολλουβιακών αποθέσεων, η οποία αναπτύσσεται κυρίως περιφερειακά του πεδινού τμήματος και στη βάση του ποδιού του ορεινού και ημιορεινού τμήματος, περιλαμβάνει εδάφη που περιέχουν σημαντικό ποσοστό από θραύσματα πετρωμάτων και μειωμένο το ποσοστό του εδάφους σε σχέση με την πεδινή περιοχή. Τα εδάφη που

διαμορφώνονται ανήκουν κυρίως στις ομάδες των Regosol και Cambisol και συγκεκριμένα στις κατηγορίες των Colluvic Regosol (Escalic, Calcaric ή Eutric ή Dystric), Leptic Regosol (Skeletal, Calcaric ή Dystric) ή και Colluvic Cambisol (Escalic, Calcaric ή Eutric ή Dystric) Leptic Cambisol (Skeletal, Calcaric ή Eutric ή Dystric).

Στο πεδινό τμήμα, τα εδάφη κατά το πλείστον, ανήκουν στην ομάδα Cambisol στο μεγαλύτερο τμήμα και κατά θέσεις στην ομάδα Calcisol, ενώ στην περιοχή, όπου έχουμε είσοδο των ρεμάτων στο πεδινό τμήμα διαμορφώνονται και εδάφη της ομάδας Fluvisol. Παρατηρούνται οι σχετικά ήπιες πεδογενετικές δράσεις, με μετακίνηση αργίλου και ανθρακικών στο βάθος, σχεδόν πλήρη αλλοίωση του μητρικού υλικού με δημιουργία αργίλου, καθώς και συγκρίματα Fe και Mn από υδρομορφικές καταστάσεις. Αποτέλεσμα είναι να διαμορφώνονται ορίζοντες Cambic και εδαφικοί σχηματισμοί από διάφορους τύπους της ομάδας Cambisol, ανάλογα με τους παράγοντες εδαφογένεσης που δρουν κατά περίπτωση. Τα εδάφη κατατάσσονται στις κατηγορίες Haplic Cambisol (Eutric, Siltic), Haplic Cambisol (Calcaric, Siltic), Epistagnic Cambisol (Ferric, Calcaric ή Eutric), Albic Luvisol (Profondic, Eutric), Endosalic Cambisol (Eutric, Siltic), Hypocalcic Calcisol (Siltic).

Όσον αφορά τα εδαφοχημικά και εδαφοφυσικά χαρακτηριστικά τους, πρόκειται για εδαφή, με περίσσια ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου και κατά συνέπεια με μέσο έως και βασικό pH, ελεύθερα από διαλυτά άλατα, απηλλαγμένα τοξικών στοιχείων και ελλειματικά, με εξαίρεση το Cu, στα αφομοιώσιμα στοιχεία Zn, Fe, P και Mn. Οι ολικές χημικές αναλύσεις έδωσαν αποτελέσματα για τα στοιχεία B, Fe, K, P, ότι παρουσιάζεται κάποια ανεπάρκεια, ενώ για τα στοιχεία Mo, Mg, Zn, Cu, Mn υπάρχει επάρκεια συγκρινόμενα με διάφορα εδάφη παγκόσμια. Από μηχανικής συμπεριφοράς, τα εδάφη της πεδινής περιοχής, που ενδιαφέρουν καλλιεργητικά, είναι μέτριας έως ελαφράς βαριάς συμπεριφοράς και ανήκουν σχεδόν αποκλειστικά στους αμμώδεις αργιλοπηλούς (SCL).

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Αλεξιάδης, Κ.Α., 1972. Άργιλλος: ανόργανα και οργανικά κολλοειδή του εδάφους. Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 256 σ.
- Αλεξιάδης, Κ.Α., 1976. Φυσική και χημική ανάλυσις του εδάφους. Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 383 σ.
- Alloway, B.J., 2005. Bioavailability of elements in soil. *Essentials Medical Geology*, Elsevier inc. 14, 347-372.
- Amorós Ortiz-Villajos, J.A., García Navarro, F.J., Sánchez Jiménez, C.J., De los Reyes, C.P., García Moreno, R., Jiménez Ballesta, R., 2011. Trace elements distribution in Red soils under semiarid Mediterranean environment. *Intern. J. Geosciences*, 2, 84-97.
- Αναλογίδης, Δ.Α., 2007. Τα μικροθρεπτικά στοιχεία στο αγροτικό οικοσύστημα. Εκδ. Αγροτύπος α.ε., Αθήνα, 368 σ.
- Ανδριανή, Ε.Γ., Μπαρούχας, Π.Ε., Μουστάκας, Ν.Κ., 2008. Σχέσεις μεταξύ οξειδίων του σιδήρου οργανικής ουσίας και χρωματικών χαρακτηριστικών σε εδάφη της δυτικής Ελλάδας. 12<sup>ο</sup> Πανελ. Εδαφολ. Συν., Πύργος, Πρακτικά, σ. 293-306.
- Αντωνιάδης, Β., Τσαντήλας, Χ., 2006. Προσρόφιση Cd, Ni και Zn σε δύο εδάφη της κεντρικής Ελλάδας. 11<sup>ο</sup> Πανελ. Εδαφολ. Συν., Άρτα, Πρακτικά, σ. 103-113.
- Bashour, I.I., Sayegh, A.H., 2007. Methods of analysis for soils of arid and semi-arid regions. FAO, 119 pp.
- Bastounopoulou, M., Gasparatos, D., Haidouti, C., 2007. Degree of Phosphorous saturation in Greek sandy cultivated soils. 10th Inter. Conf. Envir. Sci. and Techn. A 136-143.
- Basayigit L., Senol, S., 2008. Comparison of soil maps with different scales and details belonging to the same area. *Soil & Water Res.*, 3(1), 31-39.
- Bhogal, A., Nicholson, F.A., Young, I., Sturrock, C., Whitmore, A.P., Chambers, B.J., 2011. Effects of recent and accumulated livestock manure carbon additions on soil fertility and quality. *Eur. J. Soil Sci.* 62(1), 174-181.
- Boonfueng, Th., Axe, L., Xu, Y., Tyson, T.A., 2006. The impact of Mn oxide coatings on Zn distribution. *J. Colloid Interface Sci.*, 298, 615-623
- Γάκης, Σ., Σαπουντζής, Μ., Τάντος, Β., Χουλιάρας, Ι., 2006. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των φερτών υλικών των ρευμάτων "Γεραμπίνη" και "Αφέντων" (Ζαγορά Πηλίου). 11<sup>ο</sup> Πανελ. Εδαφολ. Συν., Άρτα, Πρακτικά, σ. 353-364.
- Camobreco, V.J., Richards, B.K., Steenhuis, T., Peverly, J.H., McBride, M.B., 1996. Movement of Heavy metals through undisturbed and homogenized soil columns. *Soil Sci.* 161, 740-750.
- Γεωλογικός Χάρτης, 1973. Φύλλο "ΚΑΤΩ ΦΙΓΑΛΕΙΑ", κλίμ. 1:50.000, ΙΓΜΕ, Αθήνα.
- Chao, T.T., Theobald, P.K., 1976. The significance of secondary iron and manganese oxides in geochemical exploration. *Economic Geology*, 71, 1560-1569.
- Chen, M., Ma, L.Q., Harris, W.G., 1999. Baseline concentrations of 15 trace elements in Florida surface soils. *J. Envir. Quality* 28(4), 1173-1181.
- Γιάσογλου, Ν.Ι., 1992. Μαθήματα γεωργικής χημείας (Εδαφολογία), τ. Ι, ΙΙ. Γ.Π.Α., Αθήνα, 674 σ.
- Γιάσογλου, Ν.Ι., 1995. Μαθήματα εφαρμοσμένες εδαφολογίας. Γ.Π.Α., Αθήνα, 234 σ.
- Γιάσογλου, Ν.Ι., 2004. Χάρτης εδαφικών ενώσεων της Ελλάδος. Γ.Π.Α.
- Collins, P.M., Kaplan, J.O., Davis, B.A.S., 2010. Could anthropogenic soil erosion have influenced Mediterranean vegetation distribution over the Holocene? *Earth Environ. Sci.* 9(1), 1-8.

- ΓΥΣ, 1990. Τοπογραφικά φύλλα "ΝΕΑ ΦΙΓΑΛΕΙΑ", "ΜΕΛΙΓΑΛΑΣ", κλίμ. 1:50.000, Αθήνα.
- D'Acqui, L.P., Pucci, A., Janik, L.J., 2010. Soil properties prediction of western Mediterranean islands with similar climatic environments by means of mid-infrared diffuse reflectance spectroscopy. *Eur. J. Soil Sci.* 61(6), 865-876.
- Δέδες, Π., Καραλάζος, Α., Χατζούδης, Γ., 1992. Μέθοδοι χημικής ανάλυσεως εδάφους. *Ινστ. Εδαφολογίας, ΕΘΙΑΓΕ*, 54 σ.
- Δημογιάννης, Δ., Τσαντήλας, Χ., Χαρτογράφηση εδαφών-Εδαφολογικές μελέτες: Αντικείμενο, σημασία και Προδιαγραφές σύνταξης.
- Dimirkou, A., Ioannou, A., Mitsios, J., Doula, M., Deligianni, Ch., 1994. Kinetics of Potassium adsorption by Entisols of Greece. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 25(9&10), 1417-1430.
- Dong, D., Nelson, Y.M., Lion, L. W., Shuler, M.L., Ghiorse, W.C., 2000. Adsorption of Pb and Cd onto metal oxides and organic material in natural surface coating as determined by selective extractions: New evidence for the importance of Mn and Fe oxides. *Water Research*, 34(2), 427-436.
- Dube, A., Zbytniewski, R., Kowalkowski, T., Cukrowska, E., Buszewski, B., 2001. Adsorption and migration of heavy metals in soil. *Polish J. Envir. Studies*, 10(1), 1-10.
- Dudka, S., 1993. Baseline concentrations of As, Co, Cr, Cu, Ga, Mn, Ni, and Se in surface soils, Poland. *Applied Geochemistry*, 2, 23-28.
- Escadafal, R., Girard, M.-C., Courault, D., 1988. Modeling the relationships between Munsell soil color and soil spectral properties. 5<sup>th</sup> Symp. Working Group Sensing, ISSS, 11 pp.
- Ευαγγέλου, Ε., Ντάλιας Π., Γιούργα, Χ., 2006. Χρήσεις γης και οργανικός άνθρακας σε εδάφη του κόλπου Καλλονής, Λέσβου. 11<sup>ο</sup> Πανελ. Εδαφολ. Συν., Άρτα, Πρακτικά, σ. 365-373.
- FAO, 2006. Guidelines for soil description. 5<sup>th</sup> ed., 97 pp.
- FAO, IUSS, ISRIC, 2006. World reference base for soil resources 2006: A framework for international classification, correlation and communication. *World Soil Resources Reports*, No103, FAO Rome, 128 pp.
- Fergusson, J.E., 1990. The heavy elements: Chemistry, Environmental Impact and Health Effects. Pergamon Press, Oxford, 614 pp.
- Frank, K.D., 2002. Potassium. Univ. Nebraska-Lincoln, IANR, Extension publications ec 155-3.
- Friedlova, M., 2010. The influence of heavy metals on soil biological and chemical properties. *Soil & Water Res.* 5(1), 21-27.
- Garrido, F., Illera, V., Campbell, C.G., Garcia-Gonzalez, M.T., 2006. Regulating the mobility of Cd, Cu and Pb in an acid soil with amendments of phosphogypsum, sugar foam, and phosphoric rock. *Eur. J. Soil Sci.* 57, 95-105.
- Hartikainen, H., Rasa, K., Withers, P.J.A., 2010. Phosphorus exchange properties of European soils and sediments from them. *Eur. J. Soil Sci.* 61(6), 1033-1042.
- Hinsinger, Ph., 2001. Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: a review. *Plant and Soil*, 237, 173-195.
- Hlavay, J., Prohaska, Th., Weisz, M., Wenzel, W.W., Stingeder, G.J., 2004. Determination of trace elements bound to soils and sediment fractions. *Pure Appl. Chem.* 76(2), 415-442.
- Θέος, Ν., 2010. Περιβαλλοντικές Επιβαρύνσεις σε Έδαφος και Νερό περιοχής Μεγάρων. ΓΠΑ, Αθήνα, 156 σ.
- Θεοχαρόπουλος, Σ.Π., Blake, W.H., Σκουλικίδης, Ν., Clark, P., Hartley, R., Αμαξίδης, Γ., Τούντας, Π., 2008. Πυρκαγιές και διάβρωση. 12<sup>ο</sup> Πανελ. Εδαφολ. Συν., Πύργος, Πρακτικά, σ. 257-262.

- Θεοχαρόπουλος, Σ.Π., Καρατζάς, Κ., Δημητριάδης, Α., Αρβανιτιδής, Ν., Βαβουλίδου, Ε., Χαρούλης, Α., Επιτρόπου, Β., Μπασούκος, Α., Παπαδόπουλος, Α., Οικονόμου, Α., Τζιαχρής, Π., Μιχόπουλος, Π., Καββαδίας, Β., Κολιόπουλος, Τ., Αραπάκης, Δ., Freiden, K., Klude, F., 2010. Εναρμόνιση και δόμηση των εδαφολογικών δεδομένων σε ευρωπαϊκό επίπεδο σύμφωνα με την οδηγία Inspire. 13<sup>ο</sup> Πανελ. Εδαφολ. Συν., Λάρισα, Πρακτικά, σ. 243-252.
- Jakovljević, M.D., Kostić, N.M., Antić-Mladenović, S.B., 2003. The availability of base elements (Ca, Mg, Na, K) in some important soil types in Serbia. Proceedings for Nat. Sci., Matica Sprska Novi Sad, 104, 11-21.
- Jebari, S., Berndtsson, A., Bahri, A., Boufaroua, M., 2008. Exceptional rainfall characteristics related to erosion risk in semiarid Tunisia. Open Hydrology J., 1, 25-33.
- JRC, 2010. Integration of the soil database of Turkey into European soil database 1:1.000.000. Res. Report, Joint Research center/Eur. Comm.
- Kabata - Pendias, A., 2001. Trace Elements in soils and Plants. CRC Press, Inc. Boda Radon Florida, 413 pp.
- Καλλέργης, Γ.Α., 2001. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη ρύπανση νερών και εδαφών. Πρακτ. Ημερ. Υδρογεωλογία και Περιβάλλον, ΕΕΥ, Αθήνα, σελ. 7-74.
- Κατακουζηνός, Δ., 1967. Εδαφολογικός χάρτης της Ελλάδος. Εκδ. Σπ. Σπύρου
- Κατακουζηνός, Δ., 1967-8. Εδαφολογία και Λυπασματολογία. Τ. Α' Β' Γ', Εκδ. Σπ. Σπύρου, Αθήνα, 1047 σ.
- Kettler, T.A., Doran, J.W., Gilbert, T.L., 2001. Simplified method for soil particle-size determination to accompany soil-quality analyses. Soil Sci. Soc. Am. J. 65, 849-852.
- Κολοβός, Χ., Βούλγαρης, Γ., Καλύβας, Δ., Κοσμάς, Κ., 2010. Εκτίμηση επικινδυνότητας ρύπανσης των υδάτων των πεδινών εκτάσεων του Βόρειου Αμβρακικού. 13<sup>ο</sup> Πανελ. Εδαφολ. Συν., Λάρισα, Πρακτικά, σ. 201-213.
- Kostadinov, S., Marković, S., 1996. Soil erosion and effects of erosion control works in the torrential drainage basins of southeast Serbia. Exeter Symposium July 1996, Global and Regional Persp. IAHS Publ. 236, 321-332.
- Κοτήλης, Χ., Στρουθόπουλος, Γ., Μπαρμπαγιάννης, Ν., 2008. Σταθερότητα συσσωματωμάτων και διαμεριζόμενη άργιλος σε εδάφη με διαφορετική διαχείριση. 12ο Πανελ. Εδαφολ. Συν., Πύργος, Πρακτικά, σ. 263-275.
- Κουκουλάκης, Π.Χ., 1995. Βασικές αρχές της ορθολογικής λίπανσης των καλλιεργειών. Εκδ. Αγροτύπος α.ε., Γεωργία – Κτηνοτροφία, 9, 43-61.
- Κουκουλάκης, Π.Χ., Παπαδόπουλος, Α.Η., 2003. Η ερμηνεία της φυλλοδιαγνωστικής. Εκδ. Αθ. Σταμούλης, Αθήνα, 515 σ.
- Λαλεχός, Ν., 1974. Η γεωλογική δομή της κεντρο-δυτικής Πελοποννήσου. ΕΘΙΓΜΕ, Αθήνα, 94 σ.
- Λαμπρόπουλος, Σ. 2004. Γνωμάτευση ποιότητας νερών Δήμου Δωρίου Ν. Μεσσηνίας. ΓΜΕ, Αθήνα, 17 σ.
- Λάρκος, Ν., 2010. Αξιολόγηση του δια ανιονικής ρητίνης εκχυλιζόμενου Φωσφόρου ως δείκτη διαθέσιμου Φωσφόρου των εδαφών. Σχολή Γεωπονίας, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, 63 σ.
- Madrid, L., Diaz-Barrientos, E., Reinoso, R., Madrid, F., 2004. Metals in urban soils of Sevilla: seasonal changes and relations with other soil components and plant contents. Eur. J. Soil Sci. 55(2), 209-217.
- Μαλισιόβας, Ν., Χαρούλης, Α., Νταλαμάγκος, Χ., Κομνηνού, Ε., 2006. Χαρτογράφηση και ταξινόμηση γεωργικών εδαφών περιοχής δήμου Αράχθου Ν. Άρτας καθώς και η εκτίμηση της χωρικής παραλλακτικότητας της οξύτητας, του % CaCO<sub>3</sub>, της ΙΑΚ και των μικροθρεπτικών Fe, Zn, Μn και Β. 11<sup>ο</sup> Πανελ. Εδαφολ. Συν., Άρτα, Πρακτικά, σ. 587-599.

- Martín-García, J.M., Aranda, V., Gámiz, E., Bech, J., Delgado, R., 2004. Are Mediterranean mountains Entisols weakly developed? The case of Orthents from Sierra Nevada (Southern Spain). *Geoderma*, 118, 115-131
- Μάσσας, Ι., Γασπαράτος, Δ., Χαϊντούτη, Κ., Μαυρομάτη, Γ., 2010. Διαθέσιμες και δυνητικά διαθέσιμες συγκεντρώσεις των Fe, Ni, Cr, Cu, Zn και Pb, σε εδάφη περιοχών του Θριασίου πεδίου μια πρώτη προσέγγιση. 13<sup>ο</sup> Πανελ. Εδαφολ. Συν., Λάρισα, Πρακτικά, σ. 457-468.
- Μισοπολινός, Ν., Συλλαιός, Ν., Κεραμίδας, Β., Σπυρόπουλος, Α., Μπίλας, Γ., Καραμπέτσος, Ν., Τσακούμης, Γ., 2010. Σύγχρονοι εδαφολογικοί χάρτες: Αποτελέσματα από το έργο της εδαφολογικής χαρτογράφησης στην Ανατολική Μακεδονία και Θράκη. 13<sup>ο</sup> Πανελ. Εδαφολ. Συν., Λάρισα, Πρακτικά, σ. 253-262.
- Mitsios, I.K., Golia, E.E., Tsadilas, C.D., 2005. Heavy metal concentrations in soils and irrigation waters in Thessaly region, Central Greece. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 36, 487-501.
- Μουστάκας, Κ.Ν., Κοσμάς, Σ.Κ., 2006. Διαχείριση εδαφικών πόρων δήμου Φιλίππων. 11<sup>ο</sup> Πανελ. Εδαφολ. Συν., Άρτα, Πρακτικά, σ. 399-412.
- Μπαρούχας, Π.Ε., Δημογιάννης, Δ., Μουστάκας, Ν.Κ., 2010. Εδαφικό ισοζύγιο σε μια εδαφοτομή Alfisol. 13<sup>ο</sup> Πανελ. Εδαφολ. Συν., Λάρισα, Πρακτικά, σ. 469-480.
- Μπαστουνοπούλου, Μ., Γασπαράτος, Δ., Χαϊντούτη, Κ., 2006. Πεδογενετική κατανομή των μορφών Φωσφόρου σε εδάφη της τάξης των Entisols. 11ο Πανελ. Εδαφολ. Συν., Άρτα, Πρακτικά, σ. 611-624.
- Νούσιου, Δ., 2009. Μελέτη της ρύπανσης από Μόλυβδο των εδαφών και της βλάστησης στην Παλαιά και Νέα Εθνική οδό του Ν. Χανίων. Τμήμα Φυσ. Πόρων & Περιβ/ντος, ΤΕΙ Κρήτης, Χανιά, 68 σ.
- O' Reilly, S.E., Hochella, M.F., 2003. Lead sorption efficiencies of natural and synthetic Mn and Fe-oxides. *Geochimica Cosmochimica Acta*, 67(23) 4471-4487.
- Page, A.L., Chang, A.C., El-Amany, M. 1987. Cadmium levels in soils and crops in the United States. *Scope*, John Wiley & Sons Ltd.
- Παϊδά, Ευ., Σωτηρίου Χ., 2009. Χωρική κατανομή του Pb και του Cd σε εδαφικά και φυτικά δείγματα από πάρκα και νησίδες της πόλης των Χανίων. Τμήμα Φυσ. Πόρων & Περιβ/ντος, ΤΕΙ Κρήτης, Χανιά, 86 σ.
- Παπανικολάου, Ευ.Π., Χάρδας, Γ., 1995. Δειγματοληψία εδαφών και φυτών για τη σωστή συμβουλευτική λίπανση. Εκδ. Αγροτύπος α.ε., Γεωργία – Κτηνοτροφία, 9, 62-71.
- Πασχαλίδης, Χ., 2005. Εδαφολογία: Εργαστηριακές ασκήσεις. Εκδ. Έμβρυο, Αθήνα, 184 σ.
- Παυλάτου-Βε, Α., Νικολογιάννης, Φ., 2006. Η επίδραση της ειδικής αγωγιμότητας (EC<sub>25</sub>) του νερού άρδευσης στη διήθηση και στην πρόσληψη από τα φυτά των βαρέων μετάλλων Cd, Pb και Ni. 11<sup>ο</sup> Παν. Εδαφολ. Συν., Άρτα, σ. 167-177.
- Πολυζόπουλος, Ν.Α., 1976. Εδαφολογία. Εκδ. Αφοί Σάκκουλα, Θεσ/κη - Αθήνα, 565 σ.
- Powlson, D.S., Brookes, P. C., Whitmore, A.P., Goulding, K.W.T., Hopkins, D.W., 2011. Soil organic matters. *Eur. J. Soil Sci.* 62(1), 1-4.
- Προδρόμου, Κ.Π., 2006. Προσρόφηση Ca<sup>2+</sup> και Mg<sup>2+</sup> από Mn(OH)<sub>2</sub> και MnO<sub>2</sub>. 11<sup>ο</sup> Παν. Εδαφολ. Συν., Άρτα, Πρακτικά, σ. 59-68.
- Προδρόμου, Κ., Λάκης, Χ., 2010. Προσρόφηση Βορίου από υδροξειδία του Αργιλίου και του Μαγγανίου. 13<sup>ο</sup> Πανελ. Εδαφολ. Συν., Λάρισα, Πρακτικά, σ. 437-445.
- Raven, K.P., Jain, A., Loeppert, R.H., 1998. Arsenite and Arsenate Adsorption on Ferrihydrite: Kinetics, Equilibrium, and Adsorption Envelopes. *Environ. Sci. Technol.* 32, 344-349.
- Reeuwijk, L.P., 2002. Procedures for soil analysis. Tech. Paper 9, 6th ed. ISRIC, 21-1 pp.
- Ruellan, A., 1972. Morphology and distribution of calcareous soils in the Mediterranean and desert regions. Working papers III, FAO



- Σγούρας, Ι., Φλωράς, Σ., Αλατάς, Ι., 2006. Συσχέτιση εδαφών, απολιθωμάτων και γεωμορφολογίας στην κεντρική Ελλάδα. 11<sup>ο</sup> Πανελ. Εδαφολ. Συν., Άρτα, Πρακτικά, σ. 625-633.
- Schulte, E.E., Soil and applied Magnesium.  
<http://www.soils.wisc.edu/extension/pubs/A2524.pdf>
- Σιμώνης, Α.Δ., 1995. Τα θρεπτικά στοιχεία των φυτών. Εκδ. Αγροτύπος α.ε., Γεωργία-Κτηνοτροφία, 9, 10-22
- Simonis, A., Setatou, H., 2010. Investigations on nitrogen dynamics in red mediterranean soils of Greece. 19<sup>th</sup> World Congress of soil science, Brisbane, Australia, pp 131-133.
- Σινάνης, Κ., 2003. Εδαφολογία. Σ.Τ.Γ. ΤΕΙ Κρήτης, Ηράκλειο, 183 σ.
- Σινάνης, Κ., 2003. Εργαστηριακές ασκήσεις Εδαφολογίας. Σ.Τ.Γ. ΤΕΙ Κρήτης, Ηράκλειο, 174 σ.
- Σινάνης, Ν.Κ., Γκούμα, Σ., Προκαταρκτική μελέτη της κατανομής των μικροθρεπτικών Cu, Zn, στα κλάσματα των χουμικών και των φουλβικών οξέων, σε ένα καλλιεργούμενο οργανικό έδαφος των τενάγων των Φιλίππων. 11<sup>ο</sup> Παν. Εδαφολ. Συν., Άρτα, Πρακτικά, σ. 267-276.
- Schulte, E.E., Kelling, K.A., 1996. Soil and applied Phosphorus. Univ. Wisconsin.
- Sipos, P., Póka, T., 2002. Threshold limit values for heavy metals in soils in the function of spatial and temporal variation of geochemical factors.
- Sparks, D.L., 2000. Dynamics of K in soils and their role in management of K nutrition. Potassium in soils, Technical session I.
- Sparks, D.L., 2002. Soil Chemistry. Academic Press.  
<http://lawr.ucdavis.edu/classes/ssc102/>
- Stückrad, S., Sabel, K.-J., Wilcke, W., 2010. Contributions of different parent materials in soil developed from periglacial cover-beds. Eur. J. Soil Sci. 61(6), 844-853.
- Stumm, W., Wollast, R., 1990. Coordination Chemistry of Weathering: Kinetics of the Surface-Controlled Dissolution of Oxide Minerals. Reviews of Geophysics, 28, 53-69.
- Svorykin, I.A., Stogiannis, G.R., 1958. Εδαφολογικός χάρτης Πελοποννήσου. Ινστ. Χημείας & Γεωργίας Εταιρίας Λιπασμάτων «Νικόλαος Κανελλόπουλος».
- Σωτηρόπουλος, Σ., Πασχαλίδης, Χ., Καββαδίας, Β., Κορίκη, Α., Ξηρογιάννης, Γ., Στρατούρας, Ι., 2008. Επισκόπηση γονιμότητας εδαφών σε ελαιώνες (ποικ. Κορωνέικη) του νομού Μεσσηνίας. 12<sup>ο</sup> Πανελ. Εδαφολ. Συν., Πύργος, Πρακτικά, σ. 403-412.
- Teutsch, N., Erel, Y., Halicz, L., Banin, A., 2001. Distribution of natural and anthropogenic lead in mediterranean soils. Geoch. Cosmoch. Acta, 65(17), 2853-2864.
- Topalli, P.R., 1997. Μελέτη της χημικής συμπεριφοράς των μικροθρεπτικών Fe, Cu, Zn, Mn, σε Ερυθρά μεσογειακά εδάφη. Διδ. Διατριβή, ΑΠΘ, 127 σ.
- Torrent, J., Barrón, V., 2000. Iron oxides in relation to the colour of Mediterranean soils. Depart. Ciencias Recursos Agr. Forest. Univ. Córdoba. Córdoba, Spain. pp 10.
- Tsadilas, C.D., Mitsios, I.K., Golia, E., 2005. Influence of biosolids application on some soil physical properties. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 36, 487-501.
- Τσαουσιδου, Π., Τσαγκαλίδης, Α., Γκάρτζος, Ε., Χαϊντούτη, Κ., Γασπαράτος, Δ., Ταρενίδης, Δ., 2004. Κατανομή των Fe, Al, Co, Cr, Ni, Zn σε εδάφη Alfisols του νομού Κιλκίς που σχηματίστηκαν σε Γάββρο. Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρίας, XXXVI, 174-181.
- Τσιτσιάς, Κ.Κ., 1997. Φυλλοδιαγνωστική. ΟΕΔΒ, Αθήνα, 176 σ.
- Τσιτσιάς, Κ.Κ., 1998. Εδαφολογία. ΟΕΔΒ, Αθήνα, 270 σ.
- Τσιτσιάς, Κ.Κ., 1999. Εργαστήρια και φροντιστηριακές ασκήσεις εδαφολογίας. ΟΕΔΒ, Αθήνα, 193 σ.
- UNECE, 2010. Sampling and analysis of soil. Conv. Long-range Transboundary Air Poll., ICP Forests, Manual Part X, 208 pp.
- UNEP, 2003. Threats to soils Mediterranean Countries. PLAN BLUE/ UNEP, 69 pp.

- USDA, NRCS, 1993. Soil survey manual. U.S. Dept. Agric., Soil Survey Div. Staff, Handb. 18, U.S. Govt. Print. Off., Washington D.C., 315 pp.
- USDA, NRCS, 1999. Soil Taxonomy: A base system of soil classification for making and interpreting soil surveys. U.S. Dept. Agric./Nat. Res. Cons. Serv., Handb. 436, U.S. Govt. Print. Off., Washington D.C., 871 pp.
- USDA, NRCS, 2000. Heavy metal soil contamination. U.S. Dept. Agric./Nat. Res. Cons. Serv., Soil qual.-Urban tech. Note No 3, 1-7 pp.
- USDA, NRCS, NSSC, 2002. Field book for describing and sampling soils. Version 2, U.S. Dept. Agric. Washington D.C, 9-13, pp.
- USDA, NRCS, 2010. Keys to soil taxonomy. 11th edition, Soil Survey Staff, U.S. Dept. Agric., Washington D.C., 338 pp.
- Vasilas, L.M., Hurt, G.W., Noble, C.V., 2010. Field indicators of hydric soils in the United States: A guide for identifying and delineating hydric soils, version 7.0. USDA/NRCS/NTCHS, Washington D.C., 44 pp.
- Verheye, W., De la Rosa, D., 2005. Mediterranean soils. Encycl. Life Supp. Systems, UNESCO-EOLSS, pp 26.
- Wuana, R.A., Okieimen, F.E., 2011. Heavy metals in contaminated soils: A review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation. ISRN Ecology. 20 pp.
- Χατζησαββίδης, Χ., Κουκουλάκης, Π.Χ., Παπαδόπουλος, Α., Ποντίκης, Δ., 2008. Κατανομή των οπωρώνων φιστικιάς (*Pistacia vera* L.) του Ν. Φθιώτιδας ως προς τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους. 12<sup>ο</sup> Πανελ. Εδαφολ. Συν., Πόργος, Πρακτικά, σ. 451-460.
- Χουλιάρης, Ν., 2007. Μαθήματα εφαρμοσμένης εδαφολογίας. Εκδ. Ίων, Αθήνα, 154 σ.
- Χουλιάρης, Ν., 2008. Εργαστηριακά μαθήματα εφαρμοσμένης εδαφολογίας. Εκδ. Ίων, Αθήνα, 112 σ.
- Χρυσού, Ε., 2007. Επιβάρυνση με βαρέα μέταλλα εδαφών της υδρολογικής λεκάνης Κερίτη-Ν.Χανίων. Τμήμα Φυσ. Πόρων & Περιβ/ντος, ΤΕΙ Κρήτης, Χανιά, 77 σ.

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

Πίνακας 1. Εδαφική Υγρασία %

A/A	ΔΕΙΓΜΑ	Υγρασία %	A/A	ΔΕΙΓΜΑ	Υγρασία %
1	X1α	1,32	14	X6α	1,78
2	X1β	1,77	15	X6β	2,51
3	X1γ	1,61	16	X6γ	2,10
4	X2α	0,74	17	X7	0,80
5	X2β	0,61	18	X8α	1,15
6	X2γ	0,95	19	X8β	1,23
7	X3α	0,81	20	X8γ	2,00
8	X3β	1,10	21	X9	1,02
9	X3γ	1,17	22	X10α	2,42
10	X4	3,17	23	X10β	4,40
11	X5α	1,57	24	X11α	2,48
12	X5β	1,35	25	X11β	2,43
13	X5γ	2,47	26	X11γ	2,44

Πίνακας 2. Υδατοκορεσμός (SP) %

A/A	ΔΕΙΓΜΑ	Υδατοκορεσμός %	A/A	ΔΕΙΓΜΑ	Υδατοκορεσμός %
1	X1α	39,5	14	X6α	41,7
2	X1β	50,3	15	X6β	43,6
3	X1γ	42,5	16	X6γ	41,3
4	X2α	39,6	17	X7	40,0
5	X2β	35,8	18	X8α	40,8
6	X2γ	38,5	19	X8β	42,3
7	X3α	38,9	20	X8γ	41,0
8	X3β	37,9	21	X9	48,9
9	X3γ	42,0	22	X10α	46,3
10	X4	53,7	23	X10β	49,0
11	X5α	41,7	24	X11α	42,1
12	X5β	42,7	25	X11β	38,0
13	X5γ	43,5	26	X11γ	37,2

Πίνακας 3. pH Πάστας

A/A	ΔΕΙΓΜΑ	pH	A/A	ΔΕΙΓΜΑ	pH
1	X1α	8,00	14	X6α	7,41
2	X1β	8,43	15	X6β	7,95
3	X1γ	8,53	16	X6γ	7,74
4	X2α	8,48	17	X7	7,10
5	X2β	8,49	18	X8α	6,43
6	X2γ	8,52	19	X8β	8,32
7	X3α	7,57	20	X8γ	8,50
8	X3β	7,95	21	X9	7,55
9	X3γ	8,20	22	X10α	7,30
10	X4	7,73	23	X10β	7,54
11	X5α	7,43	24	X11α	7,89
12	X5β	7,75	25	X11β	7,67
13	X5γ	8,06	26	X11γ	7,71

Πίνακας 4. Ελεύθερο CaCO<sub>3</sub>

A/A	ΔΕΙΓΜΑ	CaCO <sub>3</sub> %	A/A	ΔΕΙΓΜΑ	CaCO <sub>3</sub> %
1	X1α	2,0	14	X6α	7,5
2	X1β	3,0	15	X6β	15,0
3	X1γ	41,0	16	X6γ	5,0
4	X2α	6,5	17	X7	1,0
5	X2β	2,5	18	X8α	1,0
6	X2γ	1,5	19	X8β	0,5
7	X3α	1,5	20	X8γ	1,5
8	X3β	1,0	21	X9	0,0
9	X3γ	1,5	22	X10α	1,5
10	X4	1,5	23	X10β	1,5
11	X5α	1,5	24	X11α	0,5
12	X5β	2,0	25	X11β	1,5
13	X5γ	5,0	26	X11γ	1,5

Πίνακας 5. Οργανικός άνθρακας %

A/A	ΔΕΙΓΜΑ	Οργανικός άνθρακας %	A/A	ΔΕΙΓΜΑ	Οργανικός άνθρακας %
1	X1α	1,1	14	X6α	1,4
2	X1β	1,5	15	X6β	1,6
3	X1γ	1,8	16	X6γ	1,8
4	X2α	1,7	17	X7	1,3
5	X2β	2,1	18	X8α	1,6
6	X2γ	1,8	19	X8β	1,6
7	X3α	1,7	20	X8γ	1,8
8	X3β	1,8	21	X9	1,2
9	X3γ	1,7	22	X10α	1,6
10	X4	1,5	23	X10β	1,5
11	X5α	1,8	24	X11α	1,8
12	X5β	1,7	25	X11β	1,8
13	X5γ	1,8	26	X11γ	1,8

Πίνακας 6. Ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)

A/A	ΔΕΙΓΜΑ	Ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα mmhos/cm	A/A	ΔΕΙΓΜΑ	Ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα mmhos/cm
1	X1α	449	14	X6α	388
2	X1β	302	15	X6β	333
3	X1γ	370	16	X6γ	254
4	X2α	370	17	X7	289
5	X2β	396	18	X8α	294
6	X2γ	231	19	X8β	225
7	X3α	343	20	X8γ	267
8	X3β	309	21	X9	188
9	X3γ	321	22	X10α	309
10	X4	290	23	X10β	142
11	X5α	259	24	X11α	850
12	X5β	373	25	X11β	1317
13	X5γ	269	26	X11γ	655

Πίνακας 7. Ανταλλάξιμα K, Na

A/A	ΔΕΙΓΜΑ	K meq/100	Na meq/100	A/A	ΔΕΙΓΜΑ	K meq/100	Na meq/100
1	X1α	1,16	0,54	14	X6α	1,14	0,70
2	X1β	1,09	0,70	15	X6β	1,02	0,70
3	X1γ	1,00	0,78	16	X6γ	1,00	1,01
4	X2α	0,92	0,70	17	X7	0,88	0,70
5	X2β	0,88	0,78	18	X8α	0,83	0,70
6	X2γ	0,90	0,78	19	X8β	0,85	0,78
7	X3α	1,04	0,70	20	X8γ	0,90	0,70
8	X3β	1,12	0,78	21	X9	0,97	0,16
9	X3γ	1,04	0,70	22	X10α	0,73	0,31
10	X4	1,45	0,70	23	X10β	1,36	0,16
11	X5α	1,00	0,78	24	X11α	1,43	0,16
12	X5β	1,07	0,70	25	X11β	1,19	0,16
13	X5γ	0,97	0,78	26	X11γ	1,09	1,16

Πίνακας 8. Ανταλλάξιμα Ca, Mg

A/A	ΔΕΙΓΜΑ	Ca meq/100	Mg meq/100	A/A	ΔΕΙΓΜΑ	Ca meq/100	Mg meq/100
1	X1α	118,0	14,0	14	X6α	384,0	12,0
2	X1β	108,0	10,0	15	X6β	742,0	10,0
3	X1γ	113,8	12,0	16	X6γ	210,0	8,0
4	X2α	52,0	6,0	17	X7	20,0	8,0
5	X2β	38,0	6,0	18	X8α	62,0	6,0
6	X2γ	124,0	8,0	19	X8β	52,0	20,0
7	X3α	74,0	14,0	20	X8γ	82,0	22,0
8	X3β	118,0	10,0	21	X9	34,0	20,0
9	X3γ	64,0	8,0	22	X10α	50,0	6,0
10	X4	132,0	8,0	23	X10β	54,0	8,0
11	X5α	82,0	12,0	24	X11α	142,0	14,0
12	X5β	88,0	20,0	25	X11β	30,0	10,0
13	X5γ	172,0	14,0	26	X11γ	56,0	10,0

Πίνακας 9. Εκχυλίσμα με DTPA Cu, Zn

A/A	ΔΕΙΓΜΑ	Cu ppm	Zn ppm	A/A	ΔΕΙΓΜΑ	Cu ppm	Zn ppm
1	X1α	0,4	0,06	14	X6α	1,0	0,10
2	X1β	1,0	0,02	15	X6β	0,2	0,00
3	X1γ	0,6	0,07	16	X6γ	0,5	0,00
4	X2α	3,2	0,20	17	X7	0,1	0,06
5	X2β	1,2	0,04	18	X8α	6,1	0,20
6	X2γ	0,4	0,00	19	X8β	1,1	0,00
7	X3α	5,0	0,13	20	X8γ	1,1	0,00
8	X3β	0,9	0,07	21	X9	1,2	0,14
9	X3γ	0,7	0,07	22	X10α	1,1	0,32
10	X4	1,1	0,03	23	X10β	0,6	0,00
11	X5α	1,2	0,00	24	X11α	8,4	0,40
12	X5β	0,4	0,00	25	X11β	1,6	0,00
13	X5γ	0,2	0,00	26	X11γ	0,6	0,16

Πίνακας 10. Εκχυλίσμα με DTPA Fe, Mn

A/A	ΔΕΙΓΜΑ	Fe ppm	Mn ppm	A/A	ΔΕΙΓΜΑ	Fe ppm	Mn ppm
1	X1α	0,3	1,0	14	X6α	2,4	0,3
2	X1β	0,1	0,3	15	X6β	2,2	0,1
3	X1γ	0,1	0,1	16	X6γ	0,1	0,5
4	X2α	0,5	0,5	17	X7	3,1	4,1
5	X2β	0,1	0,5	18	X8α	0,1	4,1
6	X2γ	1,9	0,4	19	X8β	0,1	2,1
7	X3α	3,6	1,1	20	X8γ	3,7	1,2
8	X3β	3,4	1,8	21	X9	0,1	4,9
9	X3γ	2,2	0,9	22	X10α	4,2	5,3
10	X4	0,02	0,7	23	X10β	1,5	2,9
11	X5α	3,6	6,9	24	X11α	0,1	5,4
12	X5β	1,5	1,8	25	X11β	3,1	2,6
13	X5γ	1,7	0,5	26	X11γ	0,1	3,1



Πίνακας 11. P Olsen

A/A	ΔΕΙΓΜΑ	P ppm	A/A	ΔΕΙΓΜΑ	P ppm
1	X1α	0,036	14	X6α	0,046
2	X1β	0,023	15	X6β	0,022
3	X1γ	0,010	16	X6γ	0,013
4	X2α	0,022	17	X7	0,072
5	X2β	0,013	18	X8α	0,019
6	X2γ	0,009	19	X8β	0,018
7	X3α	0,019	20	X8γ	0,009
8	X3β	0,012	21	X9	0,019
9	X3γ	0,008	22	X10α	0,029
10	X4	0,037	23	X10β	0,014
11	X5α	0,020	24	X11α	0,008
12	X5β	0,014	25	X11β	0,006
13	X5γ	0,016	26	X11γ	0,022

Πίνακας 12. Αναλύσεις δειγμάτων με βασιλικό νερό του εργαστηρίου OMAC

LAB NO.	SAMPLE NO.	Ag ppm	Al %	As ppm	B ppm	Ba ppm	Be ppm	Bi ppm	Ca %	Cd ppm	Ce ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Fe %	Ga ppm	Ge ppm
1	X-1a	0,10	3,22	7,9	16	203,7	1,9	0,30	0,74	0,53	51,4	32,9	120	73,2	3,72	10,5	<0.1
REP 1	X-1a	0,05	3,36	8,6	19	206,6	1,3	0,29	0,74	0,56	52,2	33,1	125	73,2	3,76	10,9	<0.1
2	X-1c	0,01	3,51	6,3	19	166,5	1,6	0,24	9,17	0,41	46,3	31,3	117	68,0	3,39	10,6	<0.1
3	X-2a	<0.01	1,96	6,1	11	104,7	1,1	0,17	0,51	0,35	41,9	24,6	86	95,3	2,70	6,3	<0.1
4	X-3a	<0.01	2,27	7,0	13	142,4	1,2	0,21	0,40	0,42	44,6	27,4	86	120,5	2,99	7,2	<0.1
5	X-4	0,04	5,54	10,5	19	226,0	2,8	0,61	0,96	1,58	75,2	56,2	112	151,6	5,26	18,5	<0.1
6	X-5a	0,06	2,85	8,2	14	165,2	1,2	0,25	0,44	0,33	48,8	29,4	116	58,8	3,14	9,4	<0.1
7	X-5c	0,01	3,26	8,0	14	184,7	1,5	0,31	0,77	0,39	59,2	43,6	136	67,4	3,79	10,4	<0.1
8	X-6a	0,01	2,89	9,8	14	189,0	1,5	0,25	2,28	0,52	48,7	29,2	100	69,6	3,25	9,6	<0.1
9	X-7	<0.01	1,54	4,2	6	45,1	0,5	0,13	0,18	0,04	26,3	10,6	29	23,0	1,62	5,2	<0.1
10	X-8a	0,04	1,62	5,6	6	104,8	1,3	0,14	0,19	0,10	38,2	16,9	73	110,2	2,40	5,6	<0.1
11	X-9	<0.01	2,21	4,1	<5	95,4	0,8	0,09	0,32	0,25	32,5	18,4	116	25,9	3,01	7,8	<0.1
REP 11	X-9	<0.01	2,18	4,0	<5	96,6	0,9	0,10	0,32	0,22	32,6	17,8	119	25,8	3,03	7,7	<0.1
13	X-10a	0,04	3,76	7,9	15	192,9	2,2	0,48	0,43	1,55	88,4	58,2	72	121,2	3,97	12,5	<0.1
14	X-11a	<0.01	2,13	6,9	6	174,1	0,9	0,18	0,33	0,30	51,2	30,5	89	160,8	2,80	7,6	<0.1

LAB NO.	SAMPLE NO.	Hg ppm	K %	La ppm	Li ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Nb ppm	Ni ppm	P %	Pb ppm	Rb ppm	Re ppm	S %	Sb ppm
1	X-1a	0,051	0,61	30,3	35	0,92	1527	0,47	<0.01	0,84	197,2	0,050	19,1	57,0	<0.1	0,03	0,50
REP 1	X-1a	0,021	0,66	30,6	36	0,94	1524	0,40	<0.01	0,85	201,2	0,052	21,3	61,8	<0.1	0,03	0,40
2	X-1c	0,024	0,63	28,7	38	0,77	891	0,44	0,01	0,89	183,1	0,034	16,9	55,9	<0.1	0,02	0,42
3	X-2a	0,008	0,44	22,1	21	0,55	1476	0,60	0,01	0,58	137,2	0,034	14,0	34,3	<0.1	0,01	0,44
4	X-3a	0,017	0,56	25,7	25	0,60	2044	0,83	<0.01	0,80	142,2	0,035	16,9	40,9	<0.1	0,02	0,47
5	X-4	0,034	0,90	64,2	47	0,70	4094	0,94	<0.01	1,66	169,3	0,054	34,3	95,5	<0.1	0,04	0,67
6	X-5a	0,009	0,49	27,1	24	0,57	1902	0,77	<0.01	0,95	159,9	0,032	18,4	52,0	<0.1	0,02	0,39
7	X-5c	0,050	0,56	30,9	29	0,61	2982	1,08	<0.01	0,59	222,5	0,012	20,5	49,5	<0.1	<0.01	0,49
8	X-6a	0,041	0,55	29,3	28	0,58	2232	0,80	<0.01	0,97	141,4	0,079	19,3	49,7	<0.1	0,03	0,48
9	X-7	<0.005	0,26	13,2	10	0,18	853	0,98	<0.01	1,14	22,5	0,055	11,2	25,8	<0.1	0,02	0,26
10	X-8a	0,020	0,32	21,2	16	0,35	886	0,68	0,01	0,74	85,5	0,029	16,9	34,6	<0.1	0,02	0,38
11	X-9	0,083	0,23	17,7	27	0,93	2258	0,79	<0.01	0,64	132,1	0,026	10,8	23,0	<0.1	0,01	0,35
REP 11	X-9	0,067	0,24	17,7	27	0,94	2268	0,83	<0.01	0,64	135,1	0,027	10,2	23,3	<0.1	0,01	0,32
13	X-10a	0,020	0,71	57,9	33	0,52	5266	1,44	<0.01	1,42	126,6	0,061	32,8	64,3	<0.1	0,03	0,55
14	X-11a	0,026	0,33	26,3	20	0,46	2299	0,95	<0.01	0,83	118,2	0,039	19,5	37,4	<0.1	0,02	0,38

LAB NO.	SAMPLE NO.	Sc ppm	Se ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ta ppm	Te ppm
1	X-1a	9,1	1,7	1,1	34	<0.01	0,07
REP 1	X-1a	9,2	1,1	1,2	34	<0.01	0,04
2	X-1c	9,0	<0.2	1,2	89	<0.01	0,08
3	X-2a	5,2	1,2	0,8	17	<0.01	0,16
4	X-3a	6,1	0,7	0,7	20	<0.01	0,04
5	X-4	15,3	<0.2	2,0	55	<0.01	0,19
6	X-5a	7,8	0,6	1,2	30	<0.01	0,04
7	X-5c	9,8	0,6	1,5	38	<0.01	<0.02
8	X-6a	7,6	0,9	1,9	44	<0.01	0,10
9	X-7	3,0	<0.2	1,6	18	<0.01	0,18
10	X-8a	4,4	0,4	0,7	15	<0.01	0,04
11	X-9	9,4	<0.2	0,6	18	<0.01	<0.02
REP 11	X-9	9,5	<0.2	0,6	18	<0.01	<0.02
13	X-10a	10,4	<0.2	1,9	35	<0.01	0,21
14	X-11a	7,0	<0.2	0,8	18	<0.01	<0.02

Th	Ti	Tl	U	V	W	Y	Zn	Zr
ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
4,8	286	0,37	0,4	63	0,3	21,38	101,8	6,5
4,8	295	0,43	0,4	64	0,3	21,34	104,1	5,5
5,3	275	0,40	0,4	62	0,3	21,09	82,1	4,1
3,5	238	0,19	0,3	40	0,2	12,20	60,4	1,8
3,9	314	0,29	0,5	47	0,2	15,94	70,1	2,1
8,1	333	0,83	0,6	102	0,4	51,85	144,2	5,3
4,7	337	0,37	0,5	58	0,2	18,25	67,6	3,5
6,1	348	0,42	0,4	66	0,3	20,50	72,2	11,1
4,0	292	0,35	0,5	56	0,3	20,15	78,2	5,6
1,8	254	0,21	0,7	31	0,2	4,20	30,6	1,0
3,6	202	0,21	0,8	38	0,2	10,95	51,1	1,4
3,8	752	0,21	0,5	68	<0,1	13,39	50,1	2,5
3,8	761	0,22	0,5	69	<0,1	13,25	51,1	2,7
6,3	395	0,77	0,9	72	0,3	44,37	114,8	4,4
4,4	372	0,29	0,6	54	0,1	17,00	64,5	2,3