

**Γεωλογία &  
Διαχείριση  
Φυσικών Πόρων  
ΤΟΜΟΣ 3ος**

# ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

## Συγγραφείς:

**Γεώργιος Βούτσινος**

Σύμβουλος Παιδαγωγικού

Ινστιτούτου,

Δρ. Γεωπόνος - Υδροβιολόγος

**Γεώργιος Καλκάνης**

Καθηγητής ΤΕΙ Αθήνας

Δρ. Χημικός

**Κωνσταντίνος Κοσμάς**

Αν. Καθηγητής Γεωπονικού

Παν/μίου Αθηνών

Δρ. Γεωπόνος - Εδαφολόγος

**Κωνσταντίνος Σούτσας**

Καθηγητής ΤΕΙ Λάρισας,

Δρ. Δασολόγος

## **Επιτροπή Κρίσης:**

**Νικόλαος Χατζηλιάδης**  
Καθηγητής Πανεπιστημίου  
Ιωαννίνων

**Γεώργιος Χρόνης**  
Δρ. Γεωλόγος - Ωκεανογράφος,  
Δ/ντής Ινστιτούτου  
Ωκεανογραφίας,  
Εθνικού Κέντρου Θαλασσίων  
Ερευνών

**Γεώργιος Κιούσης**  
MSc Γεωπόνος, Καθηγητής  
Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

## **Φιλολογική Επιμέλεια:**

**Σωτήρης Γκλαβάς**  
Φιλολόγος

## **Δακτυλογράφηση:**

**Γιόλα Καβαλάρη**  
**Δασκάλα**

### **Ευχαριστίες**

**Οι συγγραφείς εκφράζουν τις ευχαριστίες τους στους ανωτέρω γιατί συνέβαλαν ουσιαστικά στην όλη προσπάθεια συγγραφής του βιβλίου, καθώς και στους Γεωπόνους Κ. Κόνδη, Π. Καλδή, Χ. Γαρδέλη, Θ. Ζαφειρίου και Μ. Μαραθιανού που συνεισέφεραν στην έκδοση του βιβλίου αυτού. Τέλος, εκφράζουν ευχαριστίες στον εκδοτικό όμιλο “ΙΩΝ” που παραχώρησε την άδεια αφίλοκερδώς χρήσης φωτογραφιών**

**και σχημάτων από το βιβλίο του  
G. Tyler Miller, J.R. “Living in the  
Environment” που κυκλοφόρησε  
και στην ελληνική σε δύο τόμους:  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ Ι Συστήματα και Πε-  
ριβάλλον ΙΙ - Επιδράσεις του Αν-  
θρώπου.**

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ

Η επανέκδοση του παρόντος βιβλίου πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος» μέσω ψηφιακής μακέτας, η οποία δημιουργήθηκε με χρηματοδότηση από το ΕΣΠΑ / ΕΠ «Εκπαίδευση & Διά Βίου Μάθηση» / Πράξη «ΣΤΗΡΙΖΩ».



Οι διορθώσεις πραγματοποιήθηκαν κατόπιν έγκρισης του Δ.Σ. του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

**Η αξιολόγηση, η κρίση των προσαρμογών και η επιστημονική επιμέλεια του προσαρμοσμένου βιβλίου πραγματοποιείται από τη Μονάδα Ειδικής Αγωγής του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής.**

**Η προσαρμογή του βιβλίου για μαθητές με μειωμένη όραση από το ΙΤΥΕ – ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ πραγματοποιείται με βάση τις προδιαγραφές που έχουν αναπτυχθεί από ειδικούς εμπειρογνώμονες για το ΙΕΠ.**

**ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ  
ΓΙΑ ΜΑΘΗΤΕΣ  
ΜΕ ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΟΡΑΣΗ**

---

**ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ**





**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ  
ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ**

**ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ  
ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ**

**Γεώργιος Βούτσινος  
Γεώργιος Καλκάνης  
Κωνσταντίνος Κοσμάς  
Κωνσταντίνος Σούτσας**

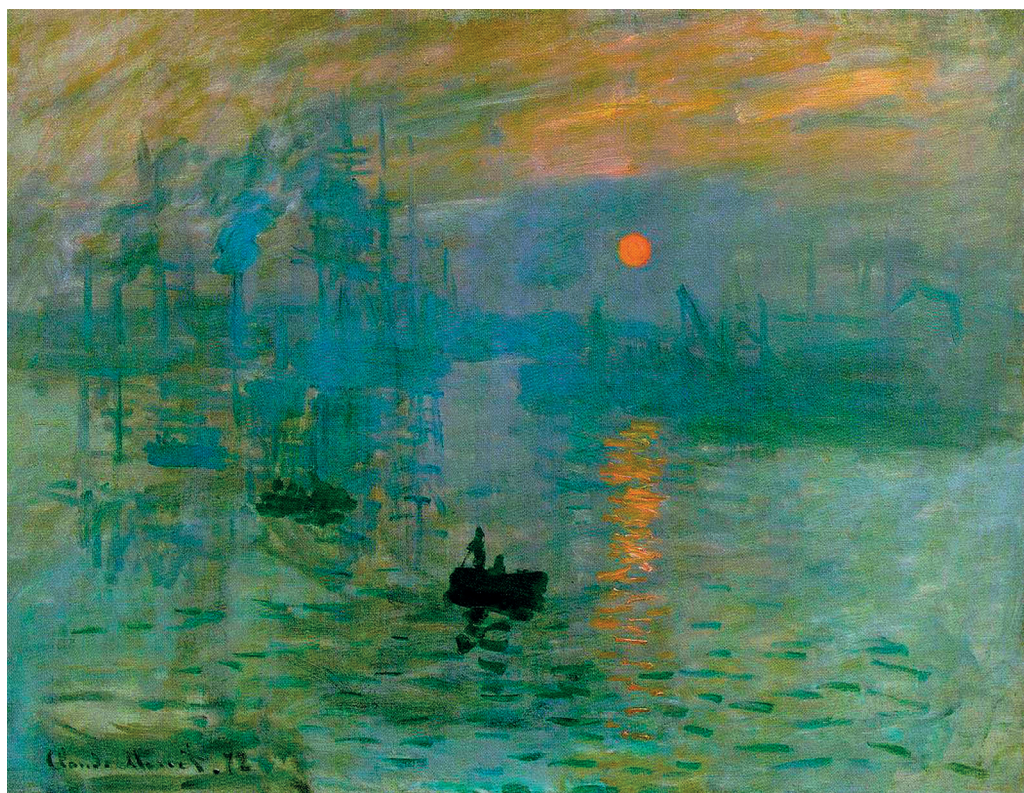
**Η συγγραφή και η επιστημονική  
επιμέλεια του βιβλίου  
πραγματοποιήθηκε υπό την αιγίδα  
του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου**

**Γεωλογία & Διαχείριση  
Φυσικών Πόρων**

**ΓΙΑ ΜΑΘΗΤΕΣ Α΄ ΤΑΞΗΣ  
ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ ΕΠΙΛΟΓΗΣ**

**Τόμος 3ος**

**Ι.Τ.Υ.Ε. «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»**



**Εξώφυλλο:**

**Claude Monet: Ανατολή ηλίου,  
1873**

**(Παρίσι, Μουσείο Marmottan)**

«Ἦλιος γὰρ οὐχ ὑπερβήσεται μέτρα·  
εἰ δὲ μή, Ἐρινύες μιν Δίκης  
ἐπίκουροι ἐξευρήσουσιν»

**Ἡράκλειτος.** - H. Diels, *Fragmente  
der Vorsokratiker*, Berlin 1903,  
ἀπόσπ. ἀρ. 94

**Ούτε αὐτός ο Ἦλιος δὲν μπορεῖ νὰ  
υπερβεῖ τοὺς νόμους τῆς φύσης·  
ἀλλιῶς οἱ Ἐρινύες, οἱ βοηθοὶ τῆς  
Δικαιοσύνης, θὰ τὸν κυνηγήσουν.**



## 4.7. Εδαφική υποβάθμιση - Διαβρώσεις

Κατά τη διάρκεια μεγάλων γεωλογικών περιόδων, ο σχηματισμός εδάφους υπερέβαινε τη φυσιολογική διάβρωση οδηγώντας στη δημιουργία ενός πλούσιου και γόνιμου επιφανειακού εδαφικού στρώματος. Όμως συχνά ανθρώπινες παρεμβάσεις, όπως η αποδάσωση, η υπερβόσκηση και η επέκταση της γεωργίας σε εδάφη εύκολα διαβρωσιμα αντέστρεψαν αυτή τη μακροχρόνια διαδικασία εμπλουτισμού του επιφανειακού εδάφους οδηγώντας σε σταδιακή υποβάθμισή του.

Οι αγρότες των ΗΠΑ χάνουν κάθε χρόνο 2 δισεκατομμύρια τόνους επιφανειακού εδάφους, ενώ

σε παγκόσμιο επίπεδο τουλάχιστον 26 δισεκατομμύρια τόνοι χάνονται, στο ίδιο χρονικό διάστημα. Οι μελέτες λένε ότι οι χώρες της Κεντρικής και Λατινικής Αμερικής έχουν χάσει από 35 έως 50% της παραγωγικής γης τους, ενώ στην Τουρκία το 54% του εδάφους έχει αχρηστευθεί εξαιτίας της διάβρωσης. Μια μελέτη στην Ινδία βρήκε ότι το 39% των εδαφών της χώρας είναι σοβαρά υποβαθμισμένο.

### 4.7.1 Ορισμός εδαφικής υποβάθμισης

Εδαφική υποβάθμιση είναι η μείωση της παραγωγικότητας του εδάφους για μία ή περισσότερες χρήσεις γης, που μπορεί να προκληθεί από φυσικά φαινόμενα και

**να επιταχυνθεί από ανθρώπινες παρεμβάσεις.**

**Η εδαφική διάβρωση αποτελεί μία από τις σπουδαιότερες μορφές εδαφικής υποβάθμισης προκαλώντας πολύ δυσμενή αποτελέσματα στην πρωτογενή παραγωγή. Το ανώτερο και γονιμότερο τμήμα του εδάφους χάνεται με τη διάβρωση. Μεγάλες εδαφικές μάζες ή γεωλογικοί σχηματισμοί αποκολλούνται με άμεσα δυσμενή αποτελέσματα, όπως καταστροφή περιουσιών, δομικών έργων, πλήρωση ταμιευτήρων νερού κ.ά.**

**Η διάβρωση χωρίζεται σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες: Την υδατική, την αιολική, τις κατολισθήσεις και τη μηχανική διάβρωση.**

Η απορροή του νερού, η πήξη και η τήξη του εδαφικού νερού, οι υδατικές κατακρημνίσεις, οι διακυμάνσεις θερμοκρασίας μεταξύ μέρας και νύχτας και οι ισχυροί άνεμοι δρουν στο έδαφος και σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες όπως η κλίση του εδάφους και η γεωλογία (πετρώματα λιγότερο ή περισσότερο επιδεκτικά στη διάβρωση), προκαλούν εδαφική διάβρωση.

## 4.7.2 Υδατική διάβρωση

Χωρίζεται σε δύο κατηγορίες, την επιφανειακή διάβρωση και τις μετακινήσεις μαζών. Επιφανειακή είναι η υδατική διάβρωση η οποία αποτελείται από μετακινήσεις ανεξάρτητων εδαφικών σωματιδίων



της εδαφικής επιφάνειας, λόγω της επίδρασης διαβρωτικών παραγόντων στην επιφάνεια του εδάφους. Μετακινήσεις μαζών είναι η μορφή διάβρωσης που περιλαμβάνει μεταφορά μαζών εδάφους και πετρωμάτων, λόγω της επίδρασης διαβρωτικών παραγόντων μέσα στη μάζα του εδάφους.

## **Μηχανισμός γένεσης επιφανειακής διάβρωσης**

Ο μηχανισμός γένεσης της επιφανειακής διάβρωσης περιλαμβάνει τη φάση της απόσπασης και τη φάση της μεταφοράς.

- **Φάση απόσπασης**

Η κινητική ενέργεια που έχουν αποκτήσει οι σταγόνες της βροχής κατά την ελεύθερη πτώση που

**πραγματοποιούν είναι μέγιστη τη χρονική στιγμή της πρόσκρουσής τους στα εδαφικά συσσωματώματα. Η κινητική αυτή ενέργεια κατά την πρόσκρουση των σταγόνων στο έδαφος μετατρέπεται στο μεγαλύτερο μέρος της σε δυναμική, η οποία τείνει να διασπάσει τα εδαφικά συσσωματώματα σε μικρότερα τεμάχια.**

**Όταν τα επιφανειακά εδαφικά συσσωματώματα κορεστούν με νερό, ένα λεπτό στρώμα νερού τα περιβάλλει εξωτερικά. Η συνοχή των εδαφικών συσσωματωμάτων γίνεται μικρότερη με αποτέλεσμα μικρότερα ποσά ενέργειας να είναι ικανά να διασπάσουν το εδαφικό**

**συσσωμάτωμα. Επομένως οι σταγόνες της βροχής που προσκρούουν σ' αυτά τα εδαφικά συσσωματώματα αναπηδούν και διασπώνται σε σταγονίδια συμπαρασύροντας το λεπτόκοκκο εδαφικό υλικό.**

**Το λεπτόκοκκο αυτό εδαφικό υλικό πέφτει ξανά στην επιφάνεια του εδάφους φράζοντας τους εδαφικούς πόρους. Μειώνεται έτσι το πορώδες του εδάφους συνεπώς μειώνεται και η ταχύτητα διήθησης του νερού. Όταν η ένταση της βροχόπτωσης γίνει μεγαλύτερη από την ταχύτητα διήθησης του νερού, τότε το νερό της βροχόπτωσης -εάν η εδαφική επιφάνεια είναι κεκλιμένη- απορρέει συμπαρασύροντας εδαφικό υλικό. Πραγματοποιείται δηλαδή η φάση της μεταφοράς.**

**Η συμπεριφορά των εδαφών κατά τη φάση της απόσπασης διαφοροποιείται από έδαφος σε έδαφος. Σε εδάφη με μεγάλες ποσότητες ανθρακικών αλάτων και φτωχά σε άργιλο, τα επιφανειακά εδαφικά συσσωματώματα κατά τη φάση της απόσπασης καταστρέφονται εξολοκλήρου δημιουργώντας μια παχύρρευστη μάζα στην επιφάνεια τους εδάφους. Αντίθετα σε όξινα εδάφη με μεγάλη περιεκτικότητα σε άργιλο, τα εδαφικά συσσωματώματα έχουν τόσο ισχυρή συνοχή, που η ενέργεια των σταγόνων δεν είναι ικανή να τα διασπάσει σε τέτοιο βαθμό, ώστε να είναι επιρρεπή στη μεταφορά.**

## ● Φάση μεταφοράς

Το έδαφος δεν είναι επίπεδο αλλά παρουσιάζει γεωμορφολογικές διαφοροποιήσεις. Έτσι το νερό της απορροής δεν δημιουργεί ένα συνεχές στρώμα, αλλά κινείται σε μικρές υδάτινες φλέβες ακολουθώντας την μεγαλύτερη κλίση, που απαιτεί τη δαπάνη μικρότερης ενέργειας.

Μέσα στις υδάτινες φλέβες εξαιτίας της τριβής που αναπτύσσεται μεταξύ του νερού και του εδάφους σχηματίζονται μικροί στροβιλισμοί. Οι στροβιλισμοί αυτοί λόγω της στροφορμής τους αναπτύσσουν ανυψωτικές δυνάμεις, ανάλογες της ταχύτητας ροής του νερού απορροής. Τα εδαφικά υλικά που έχουν

**αποσπαστεί από το έδαφος, κατά τη φάση της απόσπασης, τείνουν να κινηθούν μαζί με το νερό εξαιτίας των αναπτυσσόμενων ανυψωτικών δυνάμεων.**

**Σε ταχύτητες της τάξεως των 0,06 m/sec το νερό μεταφέρει την ιλύ και την άργιλο που ως γνωστό είναι τα πιο λεπτόκκοκα εδαφικά κλάσματα. Σε ταχύτητες της τάξεως των 0,2 m/sec μεταφέρεται σε αιώρηση και η λεπτή άμμος. Σε μεγαλύτερες ταχύτητες μεταφέρεται με αναπήδηση και η χονδρότερη άμμος. Τα πλέον χονδρόκκοκα υλικά (χαλίκια, πέτρες) μεταφέρονται με μεγάλες ταχύτητες ροής κατά το κύλισμα στην επιφάνεια του εδάφους.**

# Παράγοντες γένεσης και εξέλιξης επιφανειακής υδατικής διάβρωσης

Οι παράγοντες αυτοί χωρίζονται, ανάλογα με τον τρόπο δράσης τους, στους παράγοντες γένεσης οι οποίοι προκαλούν την έναρξη του φαινομένου και στους παράγοντες εξέλιξης που σε συνδυασμό με τους πρώτους ευνοούν ή παρεμποδίζουν την εξέλιξη της διάβρωσης.

## α. Βροχοπτώσεις

Οι βροχοπτώσεις και συγκεκριμένα τα χαρακτηριστικά των βροχών (το ύψος, η ένταση και η συχνότητα των βροχών) αποτελούν παράγοντες γένεσης της διάβρωσης. Το ύψος βροχής, ακόμη και αν η ένταση της βροχής είναι σχετικά

μικρή, είναι δυνατό να προκαλέσει διάβρωση, όταν στο έδαφος επέλθει κορεσμός. Το νερό της βροχής το οποίο προσπίπτει στο έδαφος μετά τον κορεσμό απορρέει εξολοκλήρου με αποτέλεσμα την έντονη διάβρωση.

Όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση της βροχής, τόσο μεγαλύτερη είναι και η κινητική ενέργεια των σταγόνων που προσκρούουν στο έδαφος. Έτσι η δυναμική ενέργεια, που μεταφέρεται στα εδαφικά συσσωματώματα από τις σταγόνες της βροχής, είναι μεγαλύτερη με αποτέλεσμα την απόσπαση αυτών, όπως περιγράφεται στην παράγραφο 4.7.2.

Η ένταση της βροχής δεν επηρεάζει μόνο την ποσότητα των



**Λεπτόκοκκων υλικών που αποσπώνται από τα εδαφικά συσσωματώματα αλλά και την ένταση της απορροής. Όταν η ένταση της βροχής είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα διήθησης του νερού, η ποσότητα του νερού που δεν διηθείται απορρέει με αποτέλεσμα τη διάβρωση του εδάφους.**

**Η συχνότητα των βροχών μπορεί να συμβάλλει στην έξαρση της διάβρωσης των εδαφών. Αν οι βροχοπτώσεις μεγάλης έντασης έχουν και μεγάλη συχνότητα, προκαλούν έντονη διάβρωση, όπως συμβαίνει συχνά στις μεσογειακές κλιματικές ζώνες.**

## **β. Βλάστηση**

**Η βλάστηση κατά κανόνα έχει προστατευτική δράση, όσον αφορά τη γένεση και εξέλιξη της διάβρωσης. Αυτή οφείλεται κυρίως στους παρακάτω λόγους:**

- **Η βλάστηση συμβάλλει στη θραύση της ορμής των σταγόνων της βροχής, προστατεύοντας την επιφάνεια του εδάφους. Συγκρατείται μέρος των βροχοπτώσεων στην κόμη και το χλωροτάπητα (Εικ. 4-11).**



**Εικόνα 4-11.** Ελαιώνας με πολύ καλά ανεπτυγμένο χλωροτάπητα που προστατεύει ικανοποιητικά το έδαφος από τη διάβρωση.

- Τα εδαφικά συσσωματώματα γίνονται ανθεκτικότερα λόγω της προσθήκης οργανικής ουσίας, της ανάπτυξης πληθώρας οργανισμών

της μικροχλωρίδας και της μικροπανίδας, τη συνοχή μεταξύ του εδαφικού κολλοειδούς και των ριζιδίων.

- Αύξηση του εδαφικού πορώδους λόγω της διείδυσης των ριζών, της ύπαρξης γαιοσκωλήκων και των ριζιδίων τα οποία μετατρέπονται μετά το θάνατό τους σε υδάτινους αγωγούς.

- Αυξάνεται η εξατμισοδιαπνοή. Έτσι το έδαφος για να κορεστεί με νερό και να επέλθει απορροή, πρέπει τα χαρακτηριστικά των βροχών να έχουν μεγαλύτερες τιμές.

Τα πυκνά δάση, οι θάμνοι και τα λιβάδια προστατεύουν σε μεγάλο βαθμό το έδαφος από επικείμενη διάβρωση.

**Τα δάση, οι θάμνοι μέτριας κάλυψης, οι αμπελώνες, οι δενδρώδεις καλλιέργειες, οι εγκαταλειμμένες αναβαθμίδες και τα φυτά μεγάλης καλλιέργειας προσφέρουν μέτρια προστασία.**

## **γ. Κλίση της επιφάνειας του εδάφους**

**Η κλίση της επιφάνειας του εδάφους παίζει καθοριστικό ρόλο στη διάβρωση. Εάν το έδαφος είναι οριζόντιο, τα εδαφικά τεμαχίδια που αποσπώνται αντισταθμίζονται ως προς τη μεταφορά τους. Αντίθετα εάν το έδαφος είναι επικλινές, τα νερά που απορρέουν στην εδαφική επιφάνεια υπό μορφή ρυακιών ή υδατικών στρώσεων, ακολουθώντας την κλίση του, παρασύρουν τα**

**εδαφικά τεμαχίδια που αποσπώμενα μεταφέρονται σε μακρινές αποστάσεις.**

## **δ. Έδαφος**

**Η σταθερότητα των εδαφικών συσσωματωμάτων, δηλαδή η ανάπτυξη και το είδος της εδαφικής δομής, επηρεάζουν σημαντικά την αντοχή του εδάφους στη διάβρωση. Όσο πιο καλά αναπτυγμένη είναι η δομή τόσο πιο ανθεκτικό είναι το έδαφος στη διάβρωση.**

**Το βάθος του εδάφους επιδρά καθοριστικά στη διάβρωση. Γενικά όσο βαθύτερο είναι το έδαφος, τόσο περισσότερο νερό μπορεί να αποθηκευτεί και συνεπώς τόσο αργότερα εμφανίζεται η υδατική απορροή.**

# Τύποι επιφανειακής διάβρωσης

Ο τύπος της επιφανειακής διάβρωσης χαρακτηρίζεται βάσει των χαρακτηριστικών ιχνών που σχηματίζει η επιφάνεια του εδάφους. Βάσει αυτών η επιφανειακή διάβρωση χωρίζεται στους παρακάτω τύπους:

- **Διάβρωση με εκτίναξη**

Είναι η διάβρωση που αποτελείται από τη φάση της απόσπασσης. Δηλαδή το διαβρωμένο υλικό αποτελείται από το υλικό που μεταφέρθηκε προς τα “κατάντη” με αναπήδηση μαζί με τα σταγονίδια της βροχής, όπως περιγράφηκε κατά τη φάση της απόσπασσης.

- **Διάβρωση κατά στρώσεις**

**Αποτελεί το πρώτο στάδιο της επιφανειακής διάβρωσης. Προκαλεί μετακίνηση λεπτόκοκκων συστατικών (άργιλου, ιλύος και λεπτής άμμου) από τον επιφανειακό ορίζοντα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή της υφής, του χρώματος και την εμφάνιση χαλικιών στον επιφανειακό ορίζοντα. Με την πάροδο του χρόνου, ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες, απομακρύνεται ολόκληρος ο ορίζοντας και εμφανίζεται στην επιφάνεια του εδάφους ο κατώτερος, λιγότερο γόνιμος ορίζοντας (Εικόνα 4-12).**





**Εικόνα 4-12.** Λοφώδης περιοχή που η έντονη διάβρωση κυρίως κατά στρώσεις είχε ως αποτέλεσμα την εμφάνιση του μητρικού υλικού (ανοιχτόχρωμες περιοχές) στην επιφάνεια.

- **Διάβρωση με αυλακώσεις**

**Πιθανά εμπόδια στην κίνηση του νερού προς τα κάτω έχουν ως αποτέλεσμα τη συγκέντρωση της**

υδατικής ροής σε υδάτινες φλέβες. Αμέσως μετά τα εμπόδια και μέσα στο νερό, δημιουργούνται μικροί στροβιλισμοί (εφ' όσον η ταχύτητα ροής του νερού είναι μεγαλύτερη της κρίσιμης, δηλαδή των 3cm/sec για μέσα εδάφη), οι οποίοι “σκάβουν” το έδαφος δημιουργώντας μικρές στοές που εξελίσσονται σταδιακά σε μικρές υδάτινες φλέβες. Αυτές μεγαλώνουν κατά βάθος και πλάτος κατά τη φορά της ροής, ώστε να σχηματίσουν τελικά τις αυλακώσεις (Εικόνα 4-12).

Ο γεωργός φέρει μεγάλο μερίδιο ευθύνης στη γένεση της διάβρωσης με αυλακώσεις, κυρίως όταν η άροση ακολουθεί την κλίση του εδάφους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το

νερό να κινείται στα αυλάκια άρο-  
σης διαβρώνοντας αυτά περαιτέρω  
(Εικόνα 4-13).



**Εικόνα 4-13.** Διάβρωση εδάφους  
κατά αυλακώσεις όπου η κατεύθυν-  
ση της καλλιέργειας ευνοεί το σχη-  
ματισμό αυλάκων.

- **Διάβρωση με χαραδρώσεις**

**Συνήθως αποτελεί εξέλιξη της διάβρωσης με αυλακώσεις. Εάν ο χειμώνας είναι πολύ υγρός και το καλοκαίρι ξηροθερμικό η διάβρωση με χαραδρώσεις δημιουργείται από την αρχή στο έδαφος, χωρίς να αποτελεί εξελικτικό στάδιο της διάβρωσης με αυλακώσεις (Εικόνα 4-14).**

**Το μέγεθος της χαραδράς εξαρτάται από την διαβρωτική ικανότητα του νερού, την αντίσταση στη διάβρωση του εδαφικού υλικού και το μέγεθος της λεκάνης απορροής που δέχεται τα νερά της χαραδράς.**



**Εικόνα 4-14.** Χαραδρωτική διάβρωση σε λοφώδη περιοχή με ημίξηρο Μεσογειακό κλίμα.

## Υποεπιφανειακή διάβρωση

Σ' αυτή την περίπτωση η διάβρωση δρα εντός του εδάφους προκαλώντας μετακινήσεις μαζών και όχι ανεξάρτητων εδαφικών σωματιδίων. Οι παράγοντες που ευνοούν την ανάπτυξη αυτής της διάβρωσης είναι οι ακόλουθοι:

**29 / 70 - 71**

- ✓ Αργιλώδης εδαφική υφή.
- ✓ Ευδιάβρωτο μητρικό πέτρωμα.
- ✓ Υψηλή ποσότητα διηθούμενου νερού.
- ✓ Έντονες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις μεταξύ μέρας και νύχτας.
- ✓ Επικράτηση χαμηλών θερμοκρασιών.

## Τύποι υποεπιφανειακής διάβρωσης

Ο τύπος της υποεπιφανειακής διάβρωσης χαρακτηρίζεται από την ταχύτητα μετακίνησης των μαζών και το βάθος του εδάφους που επηρεάζεται από τη μετακίνηση. Βάσει

**30 / 70 - 71**

αυτών η υποεπιφανειακή διάβρωση χωρίζεται στους ακόλουθους τύπους:

- **Ερπυσμός κορεσμένου εδάφους**

Εξελίσσεται με βραδύτητα και εμφανίζεται σε επικλινείς περιοχές όπου ο χειμώνας είναι δριμύς με θερμοκρασίες μικρότερες των  $0^{\circ}\text{C}$ .

Ο μηχανισμός γένεσης του ερπυσμού κορεσμένου εδάφους είναι ο ακόλουθος:

Κατά την χειμερινή περίοδο, όπου η θερμοκρασία κατέρχεται κάτω των  $0^{\circ}\text{C}$ , το νερό που υπάρχει στο εδαφικό πορώδες παγώνει με αποτέλεσμα τη διαστολή του και τη διάσπαση των εδαφικών συσσωματωμάτων. Την Άνοιξη, με την

**άνοδο της εδαφικής θερμοκρασίας πάνω από το μηδέν ο πάγος λιώνει με αποτέλεσμα στο έδαφος να επέρχεται κορεσμός με νερό.**

- **Ερπυσμός ακόρεστου εδάφους**

**Εκδηλώνεται με μεγάλη βραδύτητα και σε μικρότερο βάθος από τον ερπυσμό κορεσμένου εδάφους. Εμφανίζεται σε επικλινείς περιοχές της ημίξηρης μεσογειακής κλιματικής ζώνης στην οποία ανήκει και η Ελλάδα. Οφείλεται στη διαστολή και συστολή λόγω της έντονης θερμοκρασιακής διαφοροποίησης μεταξύ ημέρας και νύχτας ή στη διαστολή και συστολή λόγω της εναλλαγής της ύγρανσης και ξήρανσης του εδάφους.**



**Ο μηχανισμός γένεσης του ερ-  
πυσμού ακόρεστου εδάφους είναι ο  
ακόλουθος:**

**Σε περίοδο διαστολής (είτε  
λόγω της αύξησης της θερμοκρασί-  
ας την ημέρα είτε λόγω της ύγραν-  
σης) αυξάνεται ο όγκος του εδά-  
φους και το κέντρο βάρους μετατο-  
πίζεται προς τα κατόντη, με αποτέ-  
λεσμα τη βραδεία μετακίνηση του  
εδάφους προς τα κάτω. Κατά την  
περίοδο συστολής (είτε λόγω μείω-  
σης της θερμοκρασίας τη νύχτα είτε  
λόγω ξήρανσης) μειώνεται ο όγκος  
του εδάφους και το κέντρο βάρος  
μετατοπίζεται προς τα ανάντη, με  
αποτέλεσμα την παύση της μετακί-  
νησης. Ακολούθως επαναλαμβάνε-  
ται πάλι η πρώτη φάση κ.ο.κ.**

## 4.7.3 Αιολική διάβρωση

Η αιτία γένεσης αυτού του είδους διάβρωσης είναι οι ισχυροί άνεμοι. Περιοχές με μικρό ύψος βροχοπτώσεων, ισχυρούς ανέμους και περιορισμένη ανάπτυξη της βλάστησης κατά την θερινή περίοδο (π.χ. τα νησιά των Κυκλάδων) είναι αρκετά επιρρεπείς στην αιολική διάβρωση.

### Μηχανισμός γένεσης αιολικής διάβρωσης

Στην επιφάνεια του εδάφους η ταχύτητα του ανέμου είναι ελάχιστη. Αυτό οφείλεται στις δυνάμεις συνάφειας μεταξύ του εδάφους και του ανέμου. Από τα 2-3 mm έως και ύψους μερικών χιλιοστών από την

**επιφάνεια του εδάφους η κίνηση του αέρα είναι ευθύγραμμη και ομαλή. Σε μεγαλύτερα ύψη η κίνηση του αέρα είναι τυρβώδης με στροβιλισμούς οι οποίοι μετακινούν τα εδαφικά σωματίδια. Όσο αυξάνει το ύψος από την εδαφική επιφάνεια τόσο αυξάνει και η ταχύτητα του ανέμου.**

**Τα σωματίδια της τάξης των 0,1 mm είναι τα πρώτα που μετακινούνται. Τα μικρότερα σωματίδια παρουσιάζουν αυξημένη συνοχή και η μικρή διάμετρος που έχουν δεν τους επιτρέπει να φθάσουν τη ζώνη των στροβιλισμών. Τα μεγαλύτερα σωματίδια μετακινούνται μόνο με πολύ ισχυρούς ανέμους.**

**Τα χονδρότερα σωματίδια κυλούν ή γλιστρούν, τα μέσα αναπηδούν, ενώ τα λεπτόκοκκα μεταφέρονται σαν σκόνη.**

## **Παράγοντες αιολικής διάβρωσης**

**Οι παράγοντες της αιολικής διάβρωσης χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:**

- **Ενεργητικοί παράγοντες**

**Σε αυτή την κατηγορία ανήκει ο δυνατός άνεμος που εφαρμόζεται σε μεγάλη έκταση.**

- **Παθητικοί παράγοντες**

**Αποτελούνται από τη βλάστηση και το έδαφος. Ξηρό έδαφος με μικρή συνεκτικότητα και αραιή ή ανύπαρκτη βλάστηση αποτελούν ιδανικό υπόστρωμα εφαρμογής της**

αιολικής διάβρωσης.

## 4.7.4 Κατολισθήσεις

Οι κατολισθήσεις δημιουργούν σημαντικότερα οικονομικά προβλήματα στον άνθρωπο. Η ταχεία εξέλιξή τους θέτει σε κίνδυνο ανθρώπους και ζώα. Οι κατολισθήσεις χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στην κατολίσθηση που λαμβάνει χώρα στο έδαφος και ονομάζεται χωμάτορροια και στην κατολίσθηση που λαμβάνει χώρα στους γεωλογικούς σχηματισμούς.

Οι παράγοντες που συντελούν στη γέννηση και εξέλιξη της χωμάτορροιας είναι οι ακόλουθοι:

- Ενεργητικοί παράγοντες

Η μεγάλη ποσότητα διηθούμενου νερού και ο αδιαπέραστος υποκείμενος ορίζοντας προτρέπουν το έδαφος που βρίσκεται πάνω από το αδιαπέραστο στρώμα να μετακινηθεί (Εικόνα 4-15).



**Εικόνα 4-15.** Αγρός καλλιεργούμενος με σιτηρά όπου παρατηρούνται, κατά θέσεις, κατολισθήσεις.

- **Παθητικοί παράγοντες**

**Αποτελούνται από τη βλάστηση και την τοπογραφία. Όταν οι δύο αυτοί παράγοντες είναι ευνοϊκοί τότε η μετακίνηση πραγματοποιείται. Για να πραγματοποιηθεί κατολίσθηση η κλίση πρέπει να είναι μεγάλη και ο αδιαπέραστος ορίζοντας να ακολουθεί την κλίση. Αν η βλάστηση έχει επιφανειακό ριζικό σύστημα τότε η εδαφική μάζα που βρίσκεται πάνω από τον αδιαπέραστο ορίζοντα θα τείνει να μετακινηθεί συμπαρασύροντας και τη βλάστηση. Αν η βλάστηση έχει ριζικό σύστημα που εκτείνεται κάτω από τον επιφανειακό ορίζοντα (π.χ. δάση) τότε δεν εκδηλώνεται μετακίνηση, γιατί οι ρίζες συγκρατούν το έδαφος που βρίσκεται πάνω από**

την άνω επιφάνεια του αδιαπέραστου ορίζοντα.

Όταν η βλάστηση είναι δενδρώδης και εκδηλωθεί κατολίσθηση, τα δένδρα στην αρχή είναι κεκλιμένα και ο κορμός τους ευθύς. Επειδή όμως ο κορμός των δένδρων τείνει να είναι κατακόρυφος δημιουργείται στη βάση του κορμού μια κυρτότητα η οποία μας επιτρέπει να διαγνώσουμε αν μια περιοχή έχει υποστεί στο παρελθόν κατολίσθηση.

Τα αίτια των κατολισθήσεων που λαμβάνουν χώρα στους γεωλογικούς σχηματισμούς είναι σύνθετα και αλληλεξαρτημένα. Αυτά είναι οι κλιματικές συνθήκες, η τεκτονική δραστηριότητα, η τοπογραφία, η λιθολογία, η βλάστηση, η κλίση των πρανών, η κατανομή και δομή



**των πετρωμάτων κ.ά.**

**Οι γεωλογικές δομές στον Ελλαδικό χώρο που είναι ευνοϊκές για κατολίσθηση είναι οι ακόλουθες:**

- **Μάζες πετρωμάτων μεγαλύτερης αντοχής καλύπτουν σχηματισμούς με μικρότερη αντοχή.**
- **Εναλλαγή στρωμάτων με διαφορετικές μηχανικές ιδιότητες. Τυπική περίπτωση αποτελεί ο σχηματισμός του φλύσχη.**
- **Δομές που επηρεάζονται σημαντικά από την τεκτονική δραστηριότητα.**

## 4.7.5 Μηχανική διάβρωση

Ως μηχανική διάβρωση ορίζεται η διάβρωση που προκύπτει από τη χρήση μηχανημάτων κατεργασίας εδάφους και παρατηρείται σαν μετακίνηση εδαφικής μάζας προς τα χαμηλότερα σημεία του λόφου (Εικόνα 4-16). Η μηχανική διάβρωση μπορεί να θεωρηθεί σαν σημαντική διαδικασία υποβάθμισης του εδάφους. Μεγάλες ποσότητες εδάφους συσσωρεύονται στα χαμηλότερα μέρη των καλλιεργούμενων λοφωδών εδαφών. Οι περιοχές με τη μικρότερη κλίση εμπλουτίζονται με το εδαφικό υλικό που χάνεται από τις υπερκείμενες καλλιεργούμενες περιοχές με αποτέλεσμα τη μείωση του βάθους των τελευταίων, τη μείωση της παραγωγικότητάς τους

και τη σταδιακή υποβάθμισή τους. Το υλικό που διαβρώνεται από τις υψηλότερες περιοχές συνήθως είναι φτωχότερο από το επιφανειακό υλικό των περιοχών που αποτίθεται. Άμεση συνέπεια των παραπάνω είναι η μείωση της παραγωγικότητας και των δύο περιοχών.



**Εικόνα 4-16.** Κατεργασία με τετρά-υνο άροτρο σε λοφώδη περιοχή προκαλώντας μηχανική διάβρωση.

**Επίσης η μηχανική διάβρωση έχει ως συνέπεια την απώλεια επιφανειακού εδάφους που συνεπάγεται απώλεια οργανικής ουσίας στις πλαγιές και στις κορυφές. Η οργανική ουσία είναι πολυτιμότερο συστατικό του εδάφους, αφού συμβάλλει στη βελτίωση της δομής του και άρα στον καλύτερο αερισμό και στην ικανότητα συγκράτησης νερού. Αποτελεί επίσης παράγοντα που συμβάλλει στην αύξηση της παραγωγικότητας.**

**Εάν λάβουμε υπόψη μας τους υψηλούς ρυθμούς διάβρωσης που προκαλούνται από την κατεργασία του εδάφους, τότε η μηχανική διάβρωση θα έχει ένα σημαντικό αρνητικό αποτέλεσμα στις εδαφικές**

**ιδιότητες και στη διατήρηση της παραγωγικότητας του εδάφους. Αυτό το αρνητικό αποτέλεσμα δεν αναφέρεται μόνο στο γεγονός της μετακίνησης εδαφικών τεμαχιδίων. Μεταφέρονται επίσης και θρεπτικά συστατικά και οργανική ουσία ακόμα και τοξικές ουσίες, όπως π.χ. φυτοφάρμακα, που μπορεί να αποβούν επιζήμιες για τις καλλιέργειες, όπου αυτές οι ουσίες αποτίθενται.**

**Οι αρνητικές συνέπειες της μηχανικής διάβρωσης δεν συνδέονται μόνο με την αλλοίωση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους, αλλά και με ανεπιθύμητες τοπογραφικές αλλαγές. Η μηχανική διάβρωση μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία εδαφικών ανυψώσεων λόγω της σταδιακής μετακίνησης**

της εδαφικής μάζας από τις πιο επικλινείς περιοχές και συσσωρεύσής της στις ομαλότερες κλίσεις, ή στα όρια του αγροτεμαχίου που καλλιεργείται με τον συγκεκριμένο τρόπο. Αυτές οι ανυψώσεις μπορεί να είναι και αρκετά μέτρα ψηλές και μπορεί να γίνουν ασταθείς ή ακόμα να αποτελέσουν τα αρχικά σημεία δημιουργίας χαραδρωτικής διάβρωσης (Εικόνα 4-17).



**Εικόνα 4-17.** Έντονα διαβρωμένη περιοχή. Οι ρίζες των δένδρων συγκρατούν το έδαφος στην αρχική του θέση.

Τέλος η κατεργασία του εδάφους παράλληλα προς την κλίση ενισχύει την υδατική διάβρωση με τη μορφή αυλακώσεων, γιατί το νερό που δεν διηθείται στο έδαφος

**συγκεντρώνεται στις αυλακιές που δημιουργεί το άροτρο και απορρέει εκεί επιταχύνοντας τη διεύρυνσή τους και αυξάνοντας την πιθανότητα να μετασχηματιστούν σε χαραδρώσεις.**

**Παρά την μεγάλη ευαισθησία των επικλινών εδαφών στη διάβρωση και τη σταδιακή υποβάθμισή τους, πολύ συχνά η κατεργασία του εδάφους σε αυτές τις περιοχές γίνεται παράλληλα προς την κλίση. Ο τρόπος αυτός άροσης δεν ενδείκνυται για τις λοφώδεις περιοχές, γιατί το άροτρο κινούμενο παράλληλα στην κλίση προκαλεί μετακίνηση εδαφικής μάζας προς τα χαμηλότερα σημεία της πλαγιάς που οδηγεί στις συνέπειες που προαναφέρθηκαν.**



## 4.7.6 Ανθρώπινες δραστηριότητες που επιταχύνουν τη διάβρωση

Ο άνθρωπος επεμβαίνει στη φυσική ισορροπία του εδάφους με διάφορους τρόπους. Η διάβρωση είναι φυσική διεργασία που λαμβάνει χώρα από τη γένεση της γης και δεν αποτελεί φαινόμενο των ημερών μας. Ο ρυθμός διάβρωσης αντισταθμιζόταν και υπερκαλυπτόταν από το ρυθμό φυσικής εδαφογένεσης, δηλαδή ο ρυθμός απομάκρυνσης εδαφικών υλικών εξαιτίας της διάβρωσης υπερκαλυπτόταν από το ρυθμό σχηματισμού νέων εδαφικών υλικών. Η διάβρωση λοιπόν, ως φυσική διαδικασία, δεν έθετε κίνδυνο υποβάθμισης των

εδαφών. Ο άνθρωπος με διάφορους τρόπους επέμβασής του στο φυσικό περιβάλλον επιταχύνει την υδατική διάβρωση και υποβαθμίζει τους φυσικούς πόρους.

Οι δραστηριότητες του ανθρώπου που ευνοούν την υδατική διάβρωση του εδάφους είναι η καταστροφή των δασών, η υπερβόσκηση και η μη ορθολογική καλλιέργεια των γεωργικών εκτάσεων.

## Καταστροφή των δασών

Η καταστροφή των δασών λόγω “ηθελημένων” ή μη πυρκαγιών εκθέτει τα αντίστοιχα εδάφη σε υψηλό κίνδυνο διάβρωσης. Επειδή οι πυρκαγιές αυτές συμβαίνουν συνήθως το καλοκαίρι, όταν η ξηρασία

**είναι μεγάλη, οι πρώτες καταρρακτώδεις βροχές του φθινοπώρου βρίσκουν το έδαφος ακάλυπτο από την προστασία της βλάστησης και εκτεθειμένο στην απευθείας δράση των σταγόνων της βροχής. Το επιφανειακό έδαφος παρασύρεται και σταδιακά μένει απογυμνωμένο το μητρικό υλικό.**

**Η χώρα μας, όπως και οι περισσότερες μεσογειακές χώρες, αντιμετωπίζει πολύ σημαντικά προβλήματα διάβρωσης και υποβάθμισης των εδαφών της. Άμεσοι στόχοι είναι η προστασία των δασών που αναγεννιούνται (δάση που έχουν καταστραφεί από πυρκαγιές και αναβλαστάνουν με φυσικό τρόπο). Η προστασία των τελευταίων αναφέρεται στην απαγόρευση βόσκησης**

αιγών μέσα σε αναγεννώμενα δάση, γιατί επιβραδύνουν τη βλάστηση των νεαρών δενδρυλλίων τρώγοντας τους νεαρούς βλαστούς ή ακόμα και τα καταστρέφουν. Άμεση συνέπεια είναι η έκθεση των εδαφών αυτών για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα στη διαβρωτική ενέργεια του νερού και άρα μεγαλύτερος κίνδυνος ολοκληρωτικής διάβρωσης και υποβάθμισής τους.

## Υπερβόσκηση

Η κτηνοτροφία αποτελεί ένα σημαντικότατο παραγωγικό κλάδο της χώρας μας, που η ανάπτυξη και η ανταγωνιστικότητά του είναι σημαντική επιδίωξη της Ελληνικής αγροτικής πολιτικής. Ωστόσο όμως πρέπει να λαμβάνονται μέτρα

ώστε η ανάπτυξη αυτού του κλάδου να μην θέτει σε κίνδυνο τα οικοσυστήματα στα οποία αναπτύσσεται. Ειδικότερα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε η βόσκηση να μην ξεπερνά τα ορθολογικά όρια, γιατί τότε καταστρέφεται ο χλοοτάπητας και εξαφανίζονται κάποια φυτικά είδη που αποτελούν τροφή των αιγοπροβάτων. Επίσης η δομή του εδάφους υποβαθμίζεται καθώς οι χηλές των ζώων κονιορτοποιούν το έδαφος που σύντομα παρασύρεται με το νερό της βροχής. Η υποβάθμιση της δομής οδηγεί επίσης στη μείωση της διηθητικότητας του εδάφους, άρα στην αύξηση του όγκου της απορροής και κατ' επέκταση σε μεγαλύτερη διάβρωση.

# Μη ορθολογική καλλιέργεια γεωργικών εκτάσεων

Η υπερεντατική εκμετάλλευση του εδάφους έχει επίσης ως αποτέλεσμα την υποβάθμισή του. Τα θρεπτικά στοιχεία και η οργανική ουσία εξαντλούνται, οι φυσικές ιδιότητες του εδάφους εξασθενούν και η εξυγίανσή του είναι πολύ δύσκολη έως ανέφικτη. Η έλλειψη συστηματικών λιπάνσεων για την αντικατάσταση των θρεπτικών στοιχείων που εξαντλούνται, η απουσία οργανικής λίπανσης που θα βελτιώνει τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους, αλλά και οι τεχνικές καλλιέργειας που δεν είναι προσαρμοσμένες στις ανάγκες των εκάστοτε εδαφών έχουν ως συνέπεια τους εντεινόμενους ρυθμούς υποβάθμισης των

γεωργικών εκτάσεων. Τυπικό παράδειγμα έντονης διάβρωσης που προκύπτει από λανθασμένες τεχνικές κατεργασίας του εδάφους είναι η άροση, παράλληλα προς την κλίση, στις λοφώδεις περιοχές, που όπως έχει επισημανθεί νωρίτερα προκαλεί μετακίνηση μεγάλων ποσοτήτων εδαφικών μαζών προς τα κατώτερα μέρη των πλαγιών.

## **4.8. Συντήρηση - Προστασία εδαφικών πόρων**

Η διάβρωση είναι μία από τις σημαντικότερες μορφές υποβάθμισης του εδάφους που παγκοσμίως αλλά και στη χώρα μας έχει λάβει σοβαρές διαστάσεις. Η συντήρηση και βελτίωση των εδαφικών πόρων

**αποτελεί επιτακτική ανάγκη για την εξασφάλιση “αιιφόρου” παραγωγικής γης.**

**Τα μέτρα προστασίας ανάλογα με τη δράση τους χωρίζονται σε τρεις ομάδες:**

- **Βιοκαλλιεργητικές τεχνικές**
- **Τεχνικές καλλιέργειας του εδάφους**
- **Αντιδιαβρωτικά τεχνικά έργα**

**Όλα τα μέτρα αποσκοπούν στη μείωση της απορροής και στην αύξηση της αντίστασης του εδάφους στη διάβρωση. Οι τεχνικές καλλιέργειας του εδάφους αλλά και τα αντιδιαβρωτικά τεχνικά έργα επιτρέπουν την ολική αντιμετώπιση της διάβρωσης ελέγχοντας την ενέργεια του νερού. Τα παραπάνω είναι**



απαραίτητο να συνδυάζονται με τεχνικές που μειώνουν ακόμα περισσότερο την απορροή σε επίπεδο αγροτεμαχίου και οι τεχνικές αυτές ονομάζονται βιοκαλλιεργητικές.

### 4.8.1 Βιοκαλλιεργητικές τεχνικές

Βιοκαλλιεργητικές τεχνικές ονομάζουμε τις τεχνικές καλλιέργειας του εδάφους που η δράση τους εστιάζεται:

- Στη σταθεροποίηση και συγκράτηση του εδάφους μέσω του ριζικού συστήματος των φυτών. Η μεγαλύτερη δυνατή κάλυψη του εδάφους τόσο από άποψη χρόνου (δηλαδή το έδαφος καλύπτεται όσο το δυνατό μεγαλύτερο διάστημα)

**όσο και από έκταση (κατά το δυνατό μεγαλύτερη έκταση θα είναι καλυμμένη) συμβάλλει στην καλύτερη προστασία του. Για παράδειγμα σε δενδρώδεις καλλιέργειες, η πυκνή φυτοκάλυψη των διαστημάτων ανάμεσα στα δένδρα παίζει προστατευτικό ρόλο στη διάβρωση. Χρησιμοποιούνται για φυτοκάλυψη είτε φυτά που προστατεύουν το έδαφος με το υπέργειο τμήμα τους, είτε φυτά που ενσωματώνονται στο επιφανειακό εδαφικό στρώμα για εμπλουτισμό του με οργανική ουσία, είτε φυτικά υπολείμματα.**

- Στη διατήρηση και προστασία της καλής δομής στο έδαφος. Η ύπαρξη ισχυρών συσσωματωμάτων εξασφαλίζει μεγαλύτερη ανθεκτικότητα του επιφανειακού εδάφους στα κτυπήματα των σταγόνων**

της βροχής.

- Στη διατήρηση της γονιμότητας και της παραγωγικότητας του εδάφους που επιτυγχάνεται με:

α) Ενσωμάτωση υπολειμμάτων των καλλιεργειών στο έδαφος, ώστε να εμπλουτιστεί με οργανική ουσία. Η μετατροπή των φυτικών υπολειμμάτων σε οργανική ουσία είναι βραδεία διαδικασία και συνιστάται η προσθήκη αζωτούχων λιπασμάτων.

β) Χλωρές λιπάνσεις. Είναι η καλλιέργεια βελτιωτικών φυτών, όπως τα ψυχανθή, και η ενσωμάτωσή τους στο έδαφος που γίνεται πριν την άνθισή τους. Στόχος είναι ο εμπλουτισμός του εδάφους

με οργανική ουσία και η βελτίωση της γονιμότητάς του.

γ) Αγρανάπαυση. Είναι η περίοδος που τα γεωργικά εδάφη παραμένουν ακαλλιέργητα ώστε να ανακτηθεί η γονιμότητά τους. Η τεχνική της αγρανάπαυσης είναι πολύτιμη, όταν επιτρέπει την γρήγορη και πυκνή φυσική αναπαραγωγή και ανάπτυξη αυτοφυών φυτών που θα προσφέρουν οργανική ουσία. Τα αγρωστώδη, που αναπτύσσονται ταχύτατα και δημιουργούν πλούσιο ριζικό σύστημα, δρουν εξαιρετικά ευνοϊκά γιατί με αυτό τον τρόπο συμβάλλουν στη βελτίωση της δομής.

**δ) Λιπάνσεις συντήρησης. Η καλή γονιμότητα του εδάφους αποτελεί σημαντικό παράγοντα προστασίας του από τη διάβρωση, αφού ενισχύει την ανάπτυξη αφενός πλούσιας φυτικής μάζας για καλύτερη κάλυψη της επιφάνειας και αφετέρου ισχυρού ριζικού συστήματος που συγκρατεί και σταθεροποιεί τα συσσωματώματα.**

## **4.8.2 Τεχνικές καλλιέργειας εδάφους**

**Οι τεχνικές καλλιέργειας του εδάφους παίζουν καθοριστικό ρόλο στη βελτίωση ή καταστροφή της δομής του εδάφους. Οι τεχνικές καλλιέργειας πρέπει να πληρούν**

**τις απαιτήσεις της καλλιέργειας αλλά και να εξασφαλίζουν τη διατήρηση της παραγωγικότητας των εδαφών. Για να εξασφαλιστούν οι παραπάνω προϋποθέσεις πρέπει:**

- **Η κατεργασία του εδάφους να γίνεται όταν το έδαφος βρίσκεται στην κατάλληλη κατάσταση υγρασίας, δηλαδή ούτε πολύ υγρό ούτε πολύ ξηρό. Στην αντίθετη περίπτωση η κατεργασία είναι επιβλαβής για τη δομή του.**

- **Η χρήση βαριών μηχανμάτων κατεργασίας του εδάφους προκαλεί συμπίεσή του σε ορισμένο βάθος, καταστροφή της δομής του και σταδιακή υποβάθμισή του και θα πρέπει όσο είναι δυνατό να αποφεύγεται.**

● **Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στις λοφώδεις περιοχές που είναι περισσότερο επιρρεπείς στη διάβρωση. Η κατεργασία του εδάφους πρέπει να γίνεται παράλληλα προς τις ισοϋψείς γραμμές, δηλαδή κάθετα στην κλίση του εδάφους. Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο της μηχανικής διάβρωσης, η κατεργασία του εδάφους παράλληλα προς την κλίση του έχει ως αποτέλεσμα τη μετακίνηση εδαφικών μαζών προς τα χαμηλότερα μέρη των πλαγιών και τη σταδιακή υποβάθμιση των υψηλότερων τμημάτων.**

## 4.8.3 Αντιδιαβρωτικά τεχνικά έργα

Η κλίση του εδάφους είναι ένας από τους καθοριστικότερους παράγοντες διάβρωσης. Όταν η κλίση του εδάφους είναι μεγαλύτερη του 2-3%, οι βιοκαλλιεργητικές τεχνικές και οι τεχνικές καλλιέργειας δεν είναι ικανές να προστατεύσουν το έδαφος. Σε αυτή την περίπτωση προτείνεται η συστηματοποίηση του εδάφους με αναβαθμίδες. Οι πιο γνωστοί τύποι αναβαθμίδων εμφανίζονται στις Εικόνες 4-18 και 4-19.





**Εικόνα 4-18.** Ελαιώνας σε αναβαθμίδες με τοίχο αντιστήριξης (ξηρολιθιά).



**Εικόνα 4-19.** Συνδυασμός αναβαθμίδων με τοίχους αντιστήριξης και επιχωματώσεις.

**Στόχος των κατασκευών αυτών είναι:**

- Η μείωση της ποσότητας του νερού της απορροής που συνεπάγεται μεταφορά μικρότερων ποσοτήτων διαβρωμένου υλικού.

- Η διήθηση μεγαλύτερων ποσοτήτων νερού στο έδαφος.
- Η δυνατότητα φύτευσης και καλλιέργειας των εκτάσεων που έχουν συστηματοποιηθεί.
- Η δυνατότητα ομαλής διοχέτευσης του νερού της βροχής που δεν μπορεί να απορροφηθεί.

## 4.9. Προβληματικά εδάφη και βελτίωση

Τα προβληματικά εδάφη είναι αυτά που έχουν μία ή περισσότερες φυσικές ή χημικές ιδιότητες μη ευνοϊκές στην ανάπτυξη του φυτού ή ακόμη κάποιο φυσικό παράγοντα που δρα περιοριστικά στην

**γεωργική ανάπτυξη. Προβληματικά θεωρούνται τα αλατούχα, τα μη αλατούχα - αλκαλιωμένα εδάφη, τα αλατούχα - αλκαλιωμένα εδάφη, τα ασβεστούχα και τα όξινα εδάφη, τα εδάφη που είναι φτωχά σε οργανική ουσία, τα εδάφη με κακή υφή ή με κακή δομή, καθώς και εκείνα που έχουν υψηλή στάθμη υπόγειου νερού ή αδιαπέρατη στρώση.**

**Αλατούχα χαρακτηρίζονται τα εδάφη που περιέχουν μεγάλες συγκεντρώσεις υδατοδιαλυτών αλάτων (NaCl, CaCl<sub>2</sub> κ.λπ.). Για το διαχωρισμό αυτών των εδαφών σε διάφορες κατηγορίες χρησιμοποιείται η ηλεκτρική αγωγιμότητα υγρού εδάφους και η εκατοστιαία αναλογία νατρίου σε σχέση προς το σύνολο των ανταλλάξιμων κατιόντων.**

Έτσι αλατούχα θεωρούνται τα εδάφη που έχουν ηλεκτρική αγωγιμότητα μεγαλύτερη από 4mhos/cm και η εκατοστιαία αναλογία ανταλλάξιμου νατρίου προς το σύνολο των ανταλλάξιμων κατιόντων είναι μικρότερη από 15. Τα αλατούχα εδάφη σχηματίζονται σε ξηρά ή ημίξηρα κλίματα και όπου υπάρχουν αβαθή αλατούχα υπόγεια νερά ή όπου το αρδευτικό νερό είναι κακής ποιότητας. Το νερό κατά την ανοδική του πορεία προς την επιφάνεια του εδάφους, από όπου εξατμίζεται, συμπαρασύρει τα άλατα που είναι διαλυμένα σε αυτό. Στις ξηρές περιοχές η εξατμηση του νερού είναι έντονη και οι ποσότητες αλάτων που συγκεντρώνονται στα επιφανειακά στρώματα του εδάφους μεγάλες (Εικόνα 4-20). Η δυσμενής

**επίδραση των υδατοδιαλυτών αλάτων στην ανάπτυξη και την παραγωγικότητα των καλλιεργειών οφείλεται κυρίως στο ότι: α) το εδαφικό διάλυμα γίνεται ιδιαίτερα πυκνό (οσμωτική πίεση) με άμεση συνέπεια τη δυσκολία πρόσληψης νερού από το ριζικό σύστημα των φυτών και β) η μεγάλη συγκέντρωση χλωρίου είναι τοξική στη ρίζα.**



**Εικόνα 4-20.** Αλατούχο έδαφος στην επιφάνεια του οποίου διακρίνεται η λευκή κρούστα των υδατοδιαλυτών αλάτων.

Μη αλατούχα - αλκαλιωμένα εδάφη ονομάζονται τα εδάφη που παρουσιάζουν ηλεκτρική αγωγιμότητα μικρότερη των  $4\text{mhos/cm}$  και η εκατοστιαία αναλογία ανταλλάξιμου νατρίου προς το σύνολο των ανταλλάξιμων κατιόντων είναι μεγαλύτερη από 15. Στα εδάφη αυτά η

**ύπαρξη μεγάλης αναλογίας νατρίου δεν ευνοεί το σχηματισμό ανθεκτικής και μόνιμης δομής, δηλαδή σταθερών συσσωματωμάτων. Τέτοια εδάφη με τις πρώτες βροχές μετατρέπονται σε λάσπη και τα συσσωματώματα που τυχόν σχηματίστηκαν καταστρέφονται πολύ εύκολα.**

**Ως αλατούχα - αλκαλιωμένα εδάφη χαρακτηρίζονται τα εδάφη των οποίων η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι μεγαλύτερη από  $4\text{mhos/cm}$  και η εκατοστιαία αναλογία ανταλλάξιμου νατρίου προς το σύνολο των ανταλλάξιμων κατιόντων είναι μεγαλύτερη από 15. Τα εδάφη αυτά είναι ταυτόχρονα και αλατούχα και αλκαλιωμένα και συνδυάζουν τις ιδιότητες τόσο της αλατότητας όσο και της αλκαλίωσης.**



**Στους τρεις τύπους προβληματικών εδαφών που αναφέρθηκαν οι βασικές αιτίες που προκαλούν περιορισμό ή και μηδενισμό της παραγωγικότητάς τους είναι η μεγάλη συγκέντρωση διαλυτών αλάτων και η μεγάλη συγκέντρωση χλωρίου. Τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται θα αποσκοπούν πρωταρχικά στην απομάκρυνση της “περίσσειας” των υδατοδιαλυτών αλάτων. Στα μέτρα πρόληψης της αλάτωσης των εδαφών περιλαμβάνεται η χρήση αρδευτικού νερού καλής ποιότητας, η κατασκευή στραγγιστικού δικτύου που θα απομακρύνει τα νερά της έκπλυσης και η χρήση κατάλληλων λιπασμάτων. Η βελτίωση των παθογενών αυτών εδαφών θα πρέπει να εστιάζεται στα εξής μέτρα:**

- Διαδοχικές εκπλύσεις ώστε να απομακρυνθούν από τη ριζόσφαιρα τα διαλυτά άλατα.
- Υποβίβαση της στάθμης των υπόγειων υδάτων σε ικανοποιητικό βάθος, εάν βρίσκεται πλησίον στην επιφάνεια του εδάφους.
- Χρήση βελτιωτικών εδάφους ώστε να αντικατασταθεί το ανταλλάξιμο νάτριο από άλλα κατιόντα κυρίως ασβεστίου.
- Δημιουργία και διατήρηση καλής δομής στο έδαφος.

Τα ασβεστούχα εδάφη περιέχουν ανθρακικό ασβέστιο  $\text{CaCO}_3$  σε ποσοστό μεγαλύτερο από 15%. Τα εδάφη αυτά προέρχονται από ασβεστολιθικά πετρώματα, έχουν

μεγάλο pH και απαντώνται σε ξηροθερμικά κλίματα με χαμηλή βροχόπτωση και μεγάλη εξάτμιση. Εδάφη με ποσοστό  $\text{CaCO}_3$  μικρότερο από 15% όχι μόνο δεν παρουσιάζουν προβλήματα, αλλά αντίθετα εμφανίζουν πολύ καλή δομή. Το  $\text{CaCO}_3$  σε ποσοστό μεγαλύτερο από 15% επηρεάζει δυσμενώς τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους. Η βελτίωση των εδαφών αυτών επιτυγχάνεται με διάφορους καλλιεργητικούς χειρισμούς. Τα ασβεστούχα εδάφη είναι συνήθως σκληρά και μπορούν να γίνουν πιο αφράτα με την καλλιέργεια του εδάφους ή την αύξηση της οργανικής ουσίας σε οποιαδήποτε μορφή. Οι χειρισμοί αυτοί διευκολύνουν τη διάσδυση των ριζών στο έδαφος και εξουδετερώνουν τη σκληρότητα της

**επιφανειακής κρούστας. Η μείωση της σκληρότητας ή η αποφυγή της εδαφικής κρούστας μπορεί να γίνει και με τη χρήση εδαφοβελτιωτικών που δρουν είτε βελτιώνοντας είτε σταθεροποιώντας την υπάρχουσα δομή του εδάφους.**

**Τα όξινα εδάφη δημιουργούνται εκεί που υπάρχει μεγάλη αναλογία κατιόντων υδρογόνου, αργιλίου και μαγγανίου. Μερικά από αυτά τα εδάφη αναπτύχθηκαν πάνω σε όξινα μητρικά πετρώματα ή δημιουργήθηκαν με την επίδραση της έκπλυσης των κατιόντων σε κλίματα με ετήσιες βροχοπτώσεις μεγαλύτερες των 550 mm. Το εδαφικό διάλυμα περιέχει κατιόντα υδρογόνου που προέρχονται από ασθενή οξέα,**

τα οποία αντικαθιστούν προσροφημένα κατιόντα, όπως  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ , και  $\text{Na}^+$ , που με τη σειρά τους, ως ευδιάλυτα, μετακινούνται σε βαθύτερα στρώματα του εδάφους. Η βελτίωση των εδαφών μπορεί να γίνει με σταδιακή προσθήκη διαφόρων μορφών ασβεστίου, όπως ο ασβεστόλιθος, η καθαρή άσβεστος  $\text{CaO}$ , η ενυδατωμένη άσβεστος  $\text{Ca(OH)}_2$ , η κιμωλία  $\text{CaCO}_3$ , τα υπολείμματα επεξεργασίας σακχαρότευτλων κ.λπ. Στην Εικόνα 4-21 εμφανίζεται η εφαρμογή  $\text{Ca(OH)}_2$  σε ένα όξινο έδαφος που η παραγωγή καπνού είχε μειωθεί σημαντικά.



## **Εικόνα 4-21. Βελτίωση όξινου εδάφους με την προσθήκη ασβέστου.**

**Άλλη κατηγορία εδαφών που μπορούν να θεωρηθούν προβληματικά είναι τα εδάφη που έχουν μικρή περιεκτικότητα οργανικής ουσίας και κακή δομή. Η αύξηση της οργανικής ουσίας μπορεί να γίνει με την προσθήκη κοπριάς, τύρφης, κομποστών, υγρών αποβλήτων κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων και με χλωρή λίπανση που είναι η**

**ενσωμάτωση στο έδαφος χλωρών φυτών.**

**Τα εδάφη με κακή υφή είναι συνήθως εδάφη, είτε πολύ ελαφρά, αμμώδη, είτε πολύ βαριά, αργιλώδη. Η βελτίωσή τους συνίσταται στην προσθήκη αργίλου στα αμμώδη και άμμου στα αργιλώδη.**

**Τα εδάφη με κακή δομή παρουσιάζουν δυσμενείς φυσικές ιδιότητες, όπως κακό αερισμό, μικρή διηθητικότητα του νερού και ασταθή συσσωματώματα. Εδάφη με ασταθή συσσωματώματα συνήθως δημιουργούν το πρόβλημα της επιφανειακής κρούστας στις ξηρικές καλλιέργειες και της μείωσης της διηθητικότητας του εδάφους στις αρδευόμενες καλλιέργειες. Για προσωρινή βελτίωσή τους χρησιμοποιούνται**

**συνθετικά βελτιωτικά που σταθεροποιούν τη δομή, ενώ για μονιμότερη βελτίωση συστήνεται η αύξηση της οργανικής ουσίας ή του ασβεστίου, εάν είναι σε μικρά ποσοστά.**

**Στα εδάφη που είναι προβληματικά λόγω υψηλής στάθμης υπόγειου νερού, η βελτίωση έγκειται στην υποβάθμιση της στάθμης κάτω από το ριζόστρωμα, το βάθος του οποίου εξαρτάται από το είδος του καλλιεργούμενου φυτού.**

**Βελτίωση είναι δυνατό να γίνει και σε εδάφη που φέρουν σε κάποιο βάθος συμπαγή αδιαπέρατη στρώση στην ανάπτυξη των ριζών και στην κίνηση του ύδατος. Οι στρώσεις αυτές μπορεί να έχουν φυσική προέλευση ή να δημιουργούνται κάτω από το στρώμα που**



συνήθως καλλιεργείται το έδαφος, λόγω συμπίεσης του υγρού εδάφους από διάφορα γεωργικά μηχανήματα. Η βελτίωση γίνεται με ειδικό εδαφοκαλλιεργητή ο οποίος καταστρέφει τη συμπαγή στρώση.

## 4.10. Έδαφος και περιβάλλον

Το έδαφος είναι ένας φυσικός σχηματισμός της επιφάνειας της γης ο οποίος αποτελεί το υπόστρωμα για τις ανθρώπινες δραστηριότητες και την ύπαρξη, ανάπτυξη και αναπαραγωγή των χερσαίων έμβιων οργανισμών. Οι δραστηριότητες του ανθρώπου στην σημερινή εποχή, όπου οι ανάγκες σε υλικά αγαθά είναι αυξημένες, εγκυμονούν πολλούς κινδύνους για

**το περιβάλλον.**

**Η αλόγιστη χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων, τα απόβλητα των γεωργικών εκμεταλλεύσεων (ελαιοτριβεία, βιομηχανίες τροφίμων κ.ά.) και λοιπών βιομηχανιών (διυλιστήρια, βιομηχανίες επεξεργασίας μεταλλευμάτων κ.ά.) επιβαρύνουν το περιβάλλον με επιβλαβείς ουσίες, οι οποίες θέτουν σε κίνδυνο τη ζωή στη χερσαία γη, αλλά και στη θάλασσα, μιας και πληθώρα επιβλαβών ουσιών προστίθενται στη θάλασσα. Η ρύπανση των υδροφόρων οριζόντων από επιβλαβείς ουσίες, όπως τα βαρέα μέταλλα, τα νιτρικά, τα φυτοφάρμακα, καθιστούν το νερό, που αποτελεί πηγή ζωής τόσο για τους**

**φυτικούς όσο για τους ζωικούς οργανισμούς και τον άνθρωπο, πολύ επικίνδυνο.**

**Ο ευτροφισμός, δηλαδή η υπερτροφοδότηση με ορισμένα θρεπτικά στοιχεία, όπως το άζωτο και ο φώσφορος, των υδροφόρων λεκανών και αγωγών (κυρίως των λιμνών και των ποταμών), έχει ως αποτέλεσμα την έντονη ανάπτυξη υδρόβιας βλάστησης, η οποία είναι ανταγωνιστική προς τα άλλα είδη της τροφικής αλυσίδας που ζουν στο ίδιο υδατικό μέσο. Έτσι ψάρια και άλλοι υδρόβιοι οργανισμοί εξαφανίζονται. Αυτό αποδίδεται κυρίως στην έλλειψη οξυγόνου που προκαλείται από την υπερκατανάλωση από τα υδρόβια φυτά που**

**έχουν αναπτυχθεί λόγω του ευτροφισμού. Η ταχύτητα ανανέωσης του οξυγόνου είναι μικρότερη από την ταχύτητα κατανάλωσής του από τους οργανισμούς, με αποτέλεσμα τη συνεχή μείωση και εξάντλησή του. Ο ευτροφισμός των υδάτων είναι απόρροια κυρίως της αλόγιστης χρήσης λιπασμάτων και αποβλήτων γεωργικών βιομηχανιών. Η “περίσσεια” των λιπασμάτων και αποβλήτων μεταφέρονται μέσα στο έδαφος και με το εδαφικό νερό στους υπόγειους υδροφόρους ή με το νερό της επιφανειακής απορροής σε μεγάλες αποστάσεις καταλήγοντας σε λίμνες και ποταμούς. Χαρακτηριστικό παράδειγμα ευτροφισμού αποτελεί η λίμνη των Ιωαννίνων.**

**Το έδαφος ασκεί σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση και προστασία του περιβάλλοντος. Με τις φυσικοχημικές του ιδιότητες εξουδετερώνει σε μεγάλο βαθμό την δυσμενή επίδραση τοξικών και γενικότερα επιβλαβών ουσιών που παράγονται από τις συνεχώς αυξανόμενες ανθρώπινες δραστηριότητες.**

**Ειδικότερα το έδαφος δρα προστατευτικά στο περιβάλλον με τους εξής μηχανισμούς:**

- **Το έδαφος έχει την ικανότητα να συγκρατεί τα απόβλητα των ρευστών μέσων (κυρίως νερό και αέρα), όταν έρθουν σε επαφή με αυτό. Αυτό γίνεται με ενώσεις ανιονικής ή κατιονικής φύσης μεταξύ των ρυπαντών - ιόντων και του**

**εδάφους. Οι ενώσεις αυτές λαμβάνουν χώρα στα ορυκτά της αργίλου και την οργανική ουσία. Επομένως τα αργιλώδη εδάφη έχουν μεγαλύτερη δυνατότητα συγκράτησης επιβλαβών ουσιών απ' ό τι τα μέσης κοκκομετρικής σύστασης. Τα αμμώδη εδάφη λόγω του ότι είναι φτωχά σε άργιλο έχουν περιορισμένη δυνατότητα συγκράτησης των επιβλαβών ουσιών. Οι επιβλαβείς ουσίες δεν συγκρατούνται όλες στον ίδιο βαθμό από το έδαφος. Παρακάτω φαίνεται η σειρά μειούμενης συγκράτησης των επιβλαβών ουσιών τόσο της κατιονικής όσο και της ανιονικής φύσης:**

**Κατιονικής φύσης: Fe > Al > Pb  
> Cr > Hg > Cd > Cu > Zn > Ni > Co  
> Mn > Ca > Mg > K, NH<sub>4</sub> > Na**

**Ανιονικής φύσης: As, P > Mo >  
F > Se > B > SO<sub>4</sub> > Cl, NO<sub>3</sub>**

- Το έδαφος έχει την ικανότητα να ρυθμίζει τη διαλυτή μορφή των επιβλαβών ουσιών. Αυτό οφείλεται σε φαινόμενα προσρόφησης και εναλλαγής, όπως ακριβώς γίνεται με τις συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων που μπορεί να προσλάβει το φυτό. Δηλαδή αυτό αποδίδεται στην εναλλακτική του ικανότητα. Όσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητα

του εδάφους να ρυθμίζει τη διαλυτή μορφή των επιβλαβών ουσιών. Επομένως έδαφος πλούσιο σε άργιλο [ιδιαίτερα λεπτόκοκκη (βερμικουλίτης, μοντμοριλονίτης)] και οργανική ουσία έχει ενισχυμένη ικανότητα ρύθμισης της διαλυτής μορφής των επιβλαβών ουσιών.

- Το έδαφος έχει την ικανότητα να καθιστά διάφορες επιβλαβείς ουσίες ανενεργές, “κατακρημνίζοντάς” τες με τη μορφή ιζήματος. Η “κατακρήμνιση” εξαρτάται από το pH και τις συνθήκες οξειδοαναγωγής που επικρατούν στο κάθε έδαφος.
- Το έδαφος έχει την ικανότητα



να μετασχηματίζει ιδίως τις επιβλαβείς ουσίες οργανικής φύσης που περιέχονται στα απόβλητα ή είναι προϊόντα της γεωργικής δραστηριότητας του ανθρώπου (κυρίως λιπάσματα). Οι επιβλαβείς αυτές ουσίες αποδομούνται σε αδρανή και αβλαβή προϊόντα με τη βοήθεια διάφορων μικροοργανισμών του εδάφους.

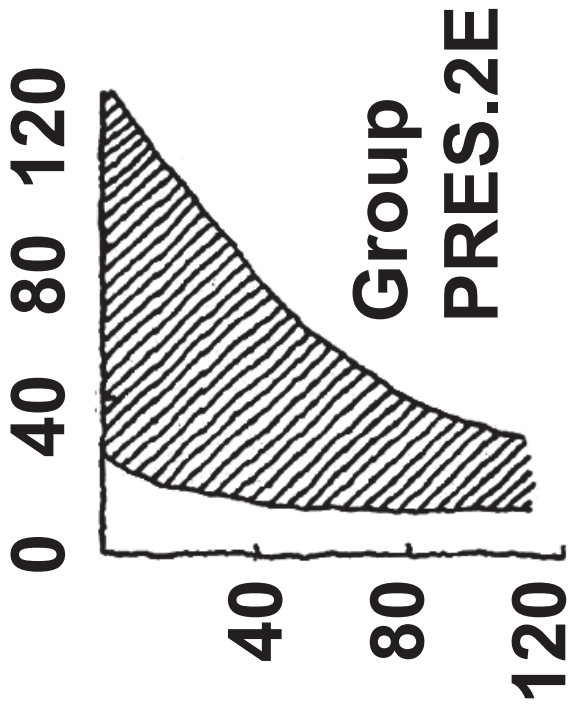
Το έδαφος δρα προστατευτικά στη ρύπανση και μόλυνση του περιβάλλοντος, αν η ικανότητά του για τις διεργασίες που περιγράφηκαν δεν έχει κορεστεί και η βιολογική του δραστηριότητα διατηρείται. Δηλαδή το έδαφος, όπως και η θάλασσα, δεν έχει άπειρες δυνατότητες αποθήκευσης και αδρανοποίησης

**επιβλαβών ουσιών, αλλά μέχρι ένα όριο το οποίο δεν θα πρέπει να ξεπερνιέται, γιατί το αποτέλεσμα θα είναι ολέθριο με την υποβάθμιση των φυσικών πόρων και την εξαφάνιση των ζώντων οργανισμών.**

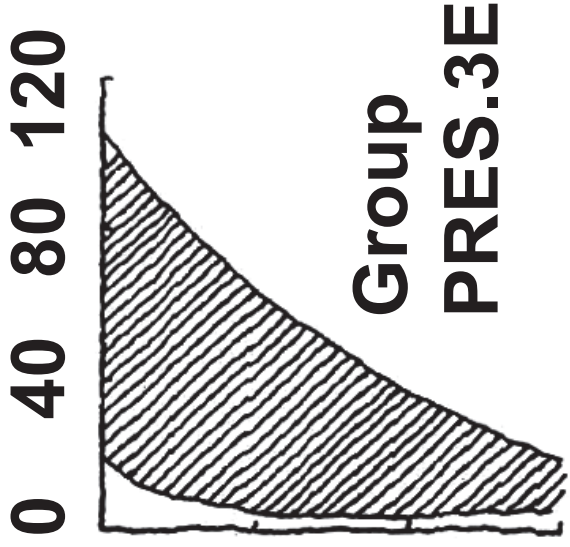
**Στην Εικόνα 4-22 εμφανίζεται ένα παράδειγμα προσρόφησης του φωσφόρου που μετρήθηκε στα διάφορα εδάφη του Εθνικού Δρυμού Πρεσπών. Τα εδάφη των ομάδων 1, 2 και 3 περιέχουν σημαντικές ποσότητες αργίλου με σχετικά μεγάλη ικανότητα συγκράτησης του φωσφόρου που προστίθεται με τις λιπάνσεις. Συνεπώς, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4-22, ο φώσφορος συγκρατείται στις ανώτερες εδαφικές στρώσεις προστατεύοντας έτσι τα υπόγεια ύδατα. Αντίθετα, τα**

**εδάφη των ομάδων 4, 5 και 6 περιέχουν μικρό ποσοστό αργίλου και οργανικής ύλης με αποτέλεσμα να μη συγκρατείται ο φώσφορος στο έδαφος λόγω κορεσμού και η συγκέντρωση να είναι μικρότερη, αν και η ποσότητα των λιπασμάτων που προστίθεται είναι η ίδια με τα προηγούμενα εδάφη. Αυτά τα εδάφη δεν μπορούν περαιτέρω να συγκρατήσουν τον προστιθέμενο φώσφορο και συνεπώς ο φώσφορος μεταφέρεται στα υπόγεια νερά με όλες τις δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον.**

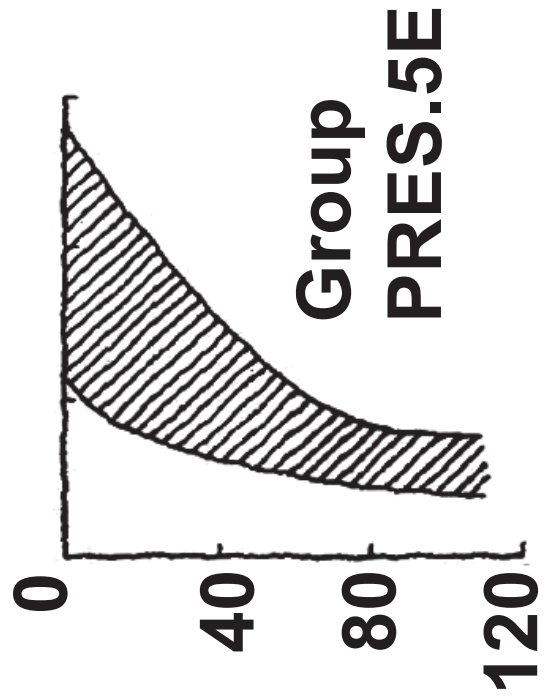
# Phosphorus ( $\mu\text{g/g}$ soil)



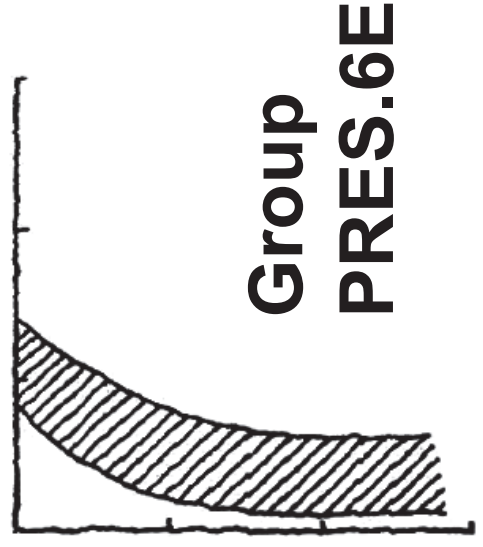
Group  
PRES.2E



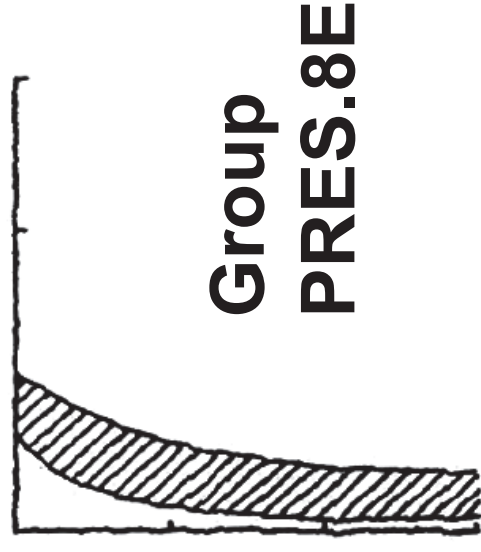
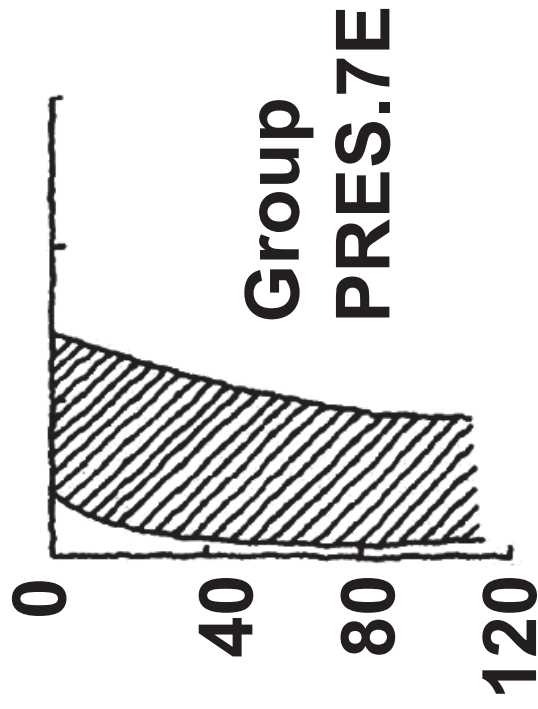
Group  
PRES.3E



Group  
PRES.5E



Group  
PRES.6E

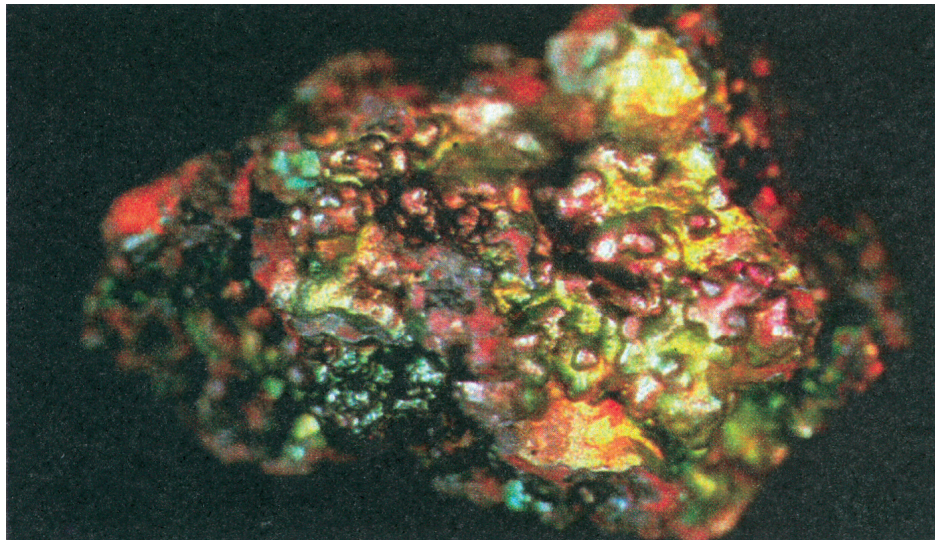


**Εικόνα 4-22. Κατανομή συγκέντρωσης διαθέσιμου φωσφόρου ανάλογα με το βάθος σε εδάφη του Εθνικού Δρυμού Πρεσπών.**

# 4.11. Ορυκτά - Πετρώματα

## 4.11.1 Ορυκτά

Ορυκτά είναι φυσικά, στερεά και ομογενή σώματα της λιθόσφαιρας που κάτω από ορισμένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας έχουν σταθερές φυσικές ιδιότητες, χημική σύσταση και κρυσταλλική δομή (Εικόνα 4-23).

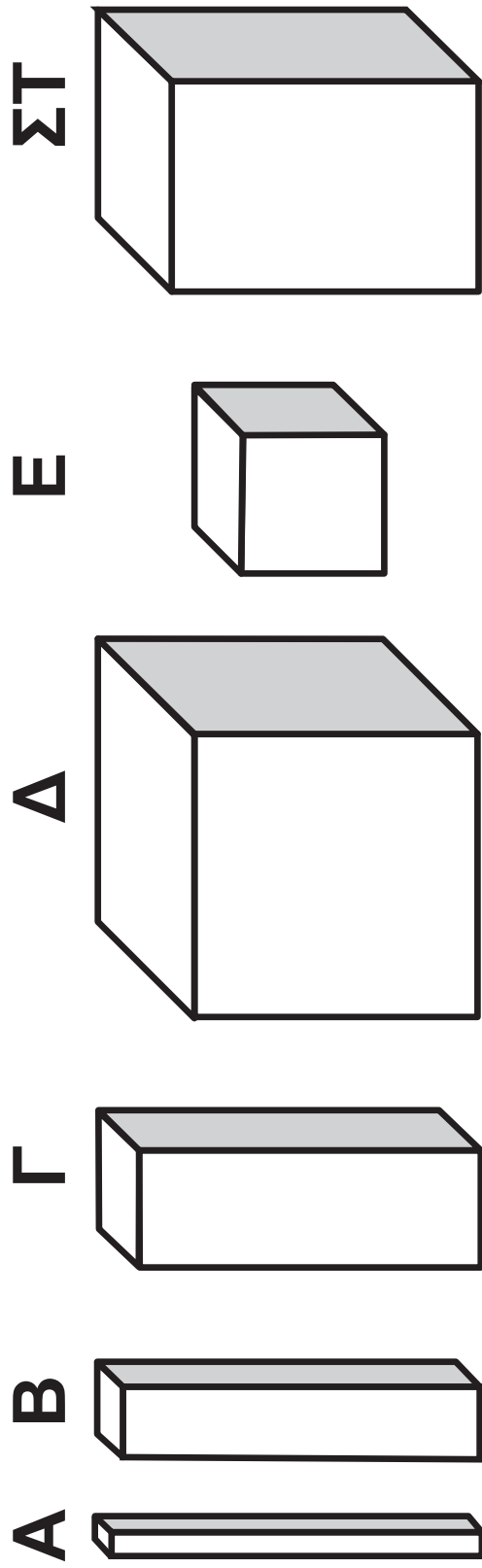


**Εικόνα 4-23.** Μαγνητίτης. Ορυκτό οξειδίου του σιδήρου με έντονες μαγνητικές ιδιότητες.

**Οι φυσικές ιδιότητες των ορυκτών χρησιμοποιούνται ως κριτήρια στην αναγνώριση και ταξινόμησή τους:**

- **Κρυσταλλικό σχήμα - μορφή**

**Τα ορυκτά κάτω από ορισμένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας είναι δυνατό να εμφανιστούν με συγκεκριμένα γεωμετρικά σχήματα και κρυσταλλική δομή. Οι διάφορες κρυσταλλικές μορφές εμφανίζονται στην εικόνα 4-24.**



**Εικόνα 4-24.** Σχηματική παράσταση κρυσταλλικών μορφών. Α: βελονοειδής, Β: πρισματική, Γ: λεπίδοειδής, Δ: πλακώδης, Ε: ισομετρική, ΣΤ: φυλλώδης.



## ● Χρώμα

Τα ορυκτά πολλές φορές μπορούν να αναγνωριστούν από το χρώμα τους. Αν τα ορυκτά παρουσιάζουν πάντα το ίδιο χρώμα ονομάζονται ιδιοχρωματικά (π.χ. χρυσός, άργυρος κ.λπ.). Τα ορυκτά που οφείλουν το χρώμα τους σε ξένες προσμίξεις ονομάζονται αλλοχρωματικά (π.χ. τα ορυκτά της αργίλου χωρίς προσμίξεις είναι διάφανα. Το κόκκινο και κίτρινο χρώμα που φέρουν συνήθως οφείλεται στις προσμίξεις οξειδίων του σιδήρου και αργιλίου.)

## • Σκληρότητα

Αναφέρεται στο πόσο σκληρό είναι το ορυκτό. Δηλαδή στην ένταση των δυνάμεων που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων των ορυκτών. Για να επιτευχθεί βαθμονόμηση της σκληρότητας των ορυκτών χρησιμοποιείται η σκληρομετρική κλίμακα του Mohs η οποία θεωρεί ως πιο σκληρό ορυκτό το διαμάντι και το βαθμονομεί ως 10. Ακολουθως βαθμονομεί άλλα εννέα ορυκτά ανάλογα με τον βαθμό σκληρότητάς τους έναντι του διαμαντιού, όπως φαίνεται στον πίνακα 4-3.

Τα υπόλοιπα ορυκτά βαθμονομούνται ανάλογα με τη σχετική σκληρότητά τους έναντι των δέκα ορυκτών που αναφέρονται στην σκληρομετρική κλίμακα του Mohs.

<b>ΟΡΥΚΤΟ</b>	<b>ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ</b>
<b>Τάλκης</b>	<b>1</b>
<b>Γύψος</b>	<b>2</b>
<b>Ασβεστίτης</b>	<b>3</b>
<b>Φθορίτης</b>	<b>4</b>
<b>Απατίτης</b>	<b>5</b>
<b>Ορθόκλαστο</b>	<b>6</b>
<b>Χαλαζίας</b>	<b>7</b>
<b>Τοπάζιο</b>	<b>8</b>
<b>Κορούνδιο</b>	<b>9</b>
<b>Διαμάντι</b>	<b>10</b>

**Πίνακας 4-3. Σκληρομετρική κλίμακα του Mohs.**

## • Σχισμός

Ορισμένα ορυκτά μετά από μηχανική επίδραση (κρούση με σφυρί κ.λπ.) διασπώνται σε ομαλές επίπεδες επιφάνειες. Αυτή η ικανότητά τους χαρακτηρίζεται σχισμός. Ανάλογα με τη σαφήνειά του ο σχισμός χαρακτηρίζεται ως πολύ τέλειος, τέλειος, σαφής και ασαφής.

## • Πυκνότητα - ειδικό βάρος

Η πυκνότητα των ορυκτών εξαρτάται από τη χημική σύσταση και κρυσταλλική δομή τους. Η πυκνότητα των ορυκτών βαθμονομείται βάσει του πόσο γρήγορα καταβυθίζεται το ορυκτό στο καθαρό νερό.

Τρόπος έκφρασης της πυκνότητας των ορυκτών είναι το ειδικό

τους βάρος το οποίο εκφράζεται σε  $\text{gr/cm}^3$ .

Τα ορυκτά ανάλογα με τον τρόπο εμφάνισής τους στο στερεό φλοιό της γης χωρίζονται σε μεταλλογενετικά και πετρογενετικά. Τα μεταλλογενετικά ορυκτά συγκροτούν τα μεταλλεύματα, έχουν χρώμα μεταλλικό και μεγάλο ειδικό βάρος. Τα πετρογενετικά ορυκτά συγκροτούν τα πετρώματα, στερούνται μεταλλικού χρώματος και έχουν μικρότερο ειδικό βάρος από τα μεταλλογενετικά.

Στον πίνακα 4-4 δίνονται οι σημαντικότερες ομάδες ορυκτών, ανάλογα με τη χημική τους σύσταση, καθώς και τα σπουδαιότερα ορυκτά που εντάσσονται σ' αυτές.

Ομάδες ορυκτών	Ορυκτά
<p><b>Ανθρακικά άλατα</b>  <b>Ενώσεις ασβεστίου, μαγνησίου, σιδήρου με την ανθρακική ρίζα.</b></p>	<p><b>Ασβεστότης,  Δολομίτης,  Μαγνησίτης, Σιδηρίτης.</b></p>
<p><b>Θειικά &amp; φωσφορικά άλατα</b>  <b>Ενώσεις της θειικής και φωσφορικής ρίζας με ασβέστιο, βάριο, χλώριο και φθόριο.</b></p>	<p><b>Γύψος, Ανυδρίτης,  Βαρύτης,  Απατίτης.</b></p>

**Πυριτικά άλατα**

**Ενώσεις της πυριτικής  
ρίζας με μέταλλα ή  
οξείδια.**

**Ολιβίνης, Πυρόξενοι,  
Αμφίβολοι,  
Μαρμαρυγίες, Άστριοι,  
Γρανάτες, Επίδοτα.**

**Οξείδια και υδροξείδια  
Ενώσεις στοιχείων με  
οξυγόνο ή νερό.**

**Χαλαζίας, Αιματίτης,  
Βωξίτης, Λατερίτης.**

**Αργιλιοξείδια και  
σιδηροξείδια**

**Ενώσεις ριζών  
αργιλίου, σιδήρου,  
χρωμίου, μαγνησίου και  
μαγγανίου.**

**Χρωμίτης, Μαγνητίτης.**

Ομάδες ορυκτών	Ορυκτά
<p><b>Θειούχες ενώσεις</b>  <b>Ενώσεις στοιχείων με</b>  <b>θειό.</b></p>	<p><b>Σιδηροπυρίτης,</b>  <b>Μαγνητοπυρίτης,</b>  <b>Γαληνίτης,</b>  <b>Χαλκοπυρίτης,</b>  <b>Σφαλερίτης.</b></p>
<p><b>Χλωριούχες &amp;</b>  <b>φθοριούχες ενώσεις</b>  <b>Ενώσεις χλωρίου και</b>  <b>φθορίου κυρίως με</b>  <b>κάλιο ή νάτριο.</b></p>	<p><b>Ορυκτό άλας.</b></p>



**Αυτοφυή στοιχεία  
Χημικά στοιχεία  
αυτούσια.**

**Χρυσός, Άργυρος,  
Υδράργυρος, Θείο,  
Γραφίτης.**

**Πίνακας 4-4. Ομάδες ορυκτών ανάλογα με τη χημική τους σύσταση και ορυκτά που εντάσσονται σ' αυτές.**

## 4.11.2 Πετρώματα

Πετρώματα είναι φυσικά και στερεά σώματα της λιθόσφαιρας, που αποτελούνται από παραγενέσεις (συσσωμάτωση ορυκτών και δόμηση αυτών σαν ενιαίο σώμα) διαφόρων ορυκτών (πολύμικτα πετρώματα) ή συσσωματώματα ενός μόνο ορυκτού (μονόμικτα πετρώματα), τα οποία παρουσιάζουν σχετική ομοιομορφία σε όλη τους την έκταση.

Τα πετρώματα ανάλογα με την προέλευση και τις συνθήκες γένεσής τους χωρίζονται στα εκρηξιγεννή, μεταμορφωμένα και ιζηματογεννή.

## → Εκρηξιγενή πετρώματα

Προέρχονται από την κρυστάλλωση του μάγματος. Η κρυστάλλωση του μάγματος επιτυγχάνεται με τη μεταβολή της θερμοκρασίας και της πίεσης κατά την άνοδο του μάγματος προς την επιφάνεια. Αν το μάγμα φθάσει στην επιφάνεια χωρίς να προλάβει να κρυσταλλωθεί τότε ονομάζεται λάβα.

Βάσει της γεωχημικής τους σύστασης τα εκρηξιγενή πετρώματα χωρίζονται σε όξινα, ουδέτερα, βασικά και υπερβασικά.

Τα εκρηξιγενή πετρώματα διαφοροποιούνται μεταξύ τους ανάλογα με τη σύσταση του μάγματος και τις φυσικές συνθήκες (κυρίως πίεση και θερμοκρασία) που επικρατούσαν κατά την κρυστάλλωση

του μάγματος. Οι φυσικές συνθήκες που επικρατούσαν κατά την κρυστάλλωση του μάγματος εξαρτιόνταν κυρίως από το βάθος, τη μορφολογία και την κατάσταση των περιβαλλόντων πετρωμάτων που έγινε αυτή. Βάσει αυτού τα εκρηξιγενή πετρώματα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, τα πλουτώνια, τα φλεβικά και τα ηφαιστειακά πετρώματα.

### → Πλουτώνια πετρώματα

Προέρχονται από την κρυστάλλωση του μάγματος σε μεγάλα βάθη μέσα στη λιθόσφαιρα. Τα πετρώματα αυτά είναι τέλεια κρυσταλλωμένα, παρουσιάζονται σε μεγάλη έκταση και έχουν ομοιογενή ορυκτολογική σύσταση. Τα συνηθέστερα πλουτώνια πετρώματα, η

**ορυκτολογική τους σύσταση και η αντίδρασή τους δίνονται στον πίνακα 4-5.**

<b>Πλουτώνια Πετρώματα</b>	<b>Χημική Αντίδραση</b>
<b>Γρανίτης</b>	<b>Όξινο</b>
<b>Γρανοδιορίτης</b>	<b>Ουδέτερο</b>
<b>Διορίτης</b>	<b>Ουδέτερο</b>
<b>Γάββρος</b>	<b>Βασικό</b>
<b>Περιδοτίτης</b>	<b>Υπερβασικό</b>

## Ορυκτολογική σύσταση

Χαλαζίας, άστριοι, μαρμαρυγίες.

Χαλαζίας, άστριοι, μαρμαρυγίες,  
αμφίβολοι.

Άστριοι, αμφίβολοι, χαλαζίας.

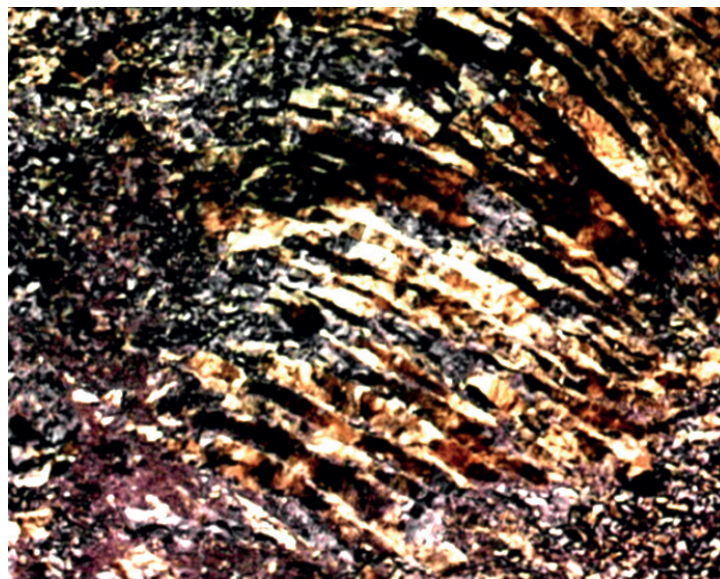
Άστριοι, αμφίβολοι, πυρόξενοι.

Ολιβίνης, πυρόξενοι.

**Πίνακας 4-5.** Πλουτώνια πετρώματα, γεωχημική και ορυκτολογική κατάταξή τους.

## → Φλεβικά πετρώματα

Προέρχονται από την κρυστάλλωση του μάγματος μέσα σε ρωγμές των πετρωμάτων της λιθόσφαιρας. Το μήκος τους είναι μεγάλο σχετικά με το πάχος και το πλάτος τους. Είναι τέλεια κρυσταλλωμένα και η ορυκτολογική τους σύσταση διαφοροποιείται με το βάθος κρυστάλλωσης.



**Εικόνα 4-25.** Λάβες της πρώτης ηφαιστειακής περιόδου στην Αίγινα.



## → Ηφαιστειακά πετρώματα

Προέρχονται από την ψύξη της λάβας κατά την έκχυσή της στην επιφάνεια της λιθόσφαιρας. Λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών και πιέσεων που επικρατούν στην επιφάνεια είναι ατελώς κρυσταλλωμένα ή άμορφα (χωρίς κρυσταλλική δομή). (Εικόνα 4-25) Χαρακτηριστικό παράδειγμα άμορφων ηφαιστειακών πετρωμάτων είναι οι ηφαιστειακοί ύελοι.

Τα συνηθέστερα ηφαιστειακά πετρώματα, η ορυκτολογική τους σύσταση και η αντίδρασή τους δίνονται στον πίνακα 4-6.

<b>Ηφαιστειακά Πετρώματα</b>	<b>Χημική Αντίδραση</b>
<b>Ρυόλιθος</b>	<b>Όξινο</b>
<b>Δακίτης</b>	<b>Ουδέτερο</b>
<b>Ανδεσίτης</b>	<b>Ουδέτερο</b>
<b>Βασάλτης</b>	<b>Βασικό</b>
<b>Πικριτικός βασάλτης</b>	<b>Υπερβασικό</b>

## Ορυκτολογική σύσταση

Χαλαζίας, άστριοι, μαρμαρυγίες.

Χαλαζίας, άστριοι, μαρμαρυγίες,  
αμφίβολοι.

Άστριοι, αμφίβολοι, χαλαζίας.

Άστριοι, αμφίβολοι, πυρόξενοι.

Ολιβίνης, πυρόξενοι.

**Πίνακας 4-6.** Ηφαιστειακά πετρώματα, γεωχημική και ορυκτολογική κατάταξή τους.

# Μεταμορφωμένα πετρώματα

Προέρχονται από τη μεταμόρφωση προϋπαρχόντων πετρωμάτων. Τα πετρώματα όπως και όλα τα συστατικά της ύλης τείνουν να έχουν τη σταθερότερη δομή. Δηλαδή τη δομή εκείνη που η αταξία των μορίων τους είναι ελάχιστη και η ενέργεια συγκρότησης του κρυσταλλικού πλέγματος η μικρότερη δυνατή. Η δομή αυτή για κάθε πέτρωμα δεν είναι πάντα η ίδια, αλλά εξαρτάται από τις φυσικές συνθήκες του περιβάλλοντος (κυρίως τη θερμοκρασία και την πίεση) που βρίσκεται το πέτρωμα. Έτσι σε μεγάλα βάθη υπό την επίδραση μεγαλύτερων πιέσεων και θερμοκρασιών από αυτές της επιφάνειας, τα πετρώματα μεταμορφώνονται.

**Δηλαδή μεταπίπτει η κρυσταλλική τους δομή σε μια άλλη, η οποία είναι πιο σταθερή για τις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας που επικρατούν εκεί.**

**Αν τα μεταμορφωμένα πετρώματα αποτελούνται από ένα ορυκτό ή το ποσοστό ενός από τα ορυκτά τους ξεπερνά σε ποσοστό το 90% ονομάζονται μονόμικτα, αλλιώς ονομάζονται πολύμικτα.**

**Τα σημαντικότερα μεταμορφωμένα πετρώματα, ο χαρακτηρισμός τους και η ορυκτολογική τους σύσταση δίνονται στον πίνακα 4-7.**

<b>Μεταμορφω- μένα Πετρώ- ματα</b>	<b>Χαρακτηρισμός</b>
<b>Μάρμαρο</b>	<b>Μονόμικτο</b>
<b>Χαλαζίτης</b>	<b>Μονόμικτο</b>
<b>Σχιστόλιθος</b>	<b>Πολύμικτο</b>
<b>Γνεύσιος</b>	<b>Πολύμικτο</b>
<b>Αμφιβολίτης</b>	<b>Πολύμικτο</b>
<b>Φυλλίτης</b>	<b>Πολύμικτο</b>

## Ορυκτολογική σύσταση

**Ασβεστίτης σε ποσοστό >90%**

**Χαλαζίας σε ποσοστό >90%**

**Χαλαζίας, μαρμαρυγίες,  
αμφίβολοι, άστριοι.**

**Άστριοι, χαλαζίας, μαρμαρυγίες,  
αμφίβολοι.**

**Άστριοι, αμφίβολοι.**

**Χαλαζίας, χλωρίτης, σερικήτης.**

**Πίνακας 4-7.** Τα σημαντικότερα μεταμορφωμένα ορυκτά, ο χαρακτηρισμός τους και η ορυκτολογική τους σύσταση.

# Ιζηματογενή πετρώματα

Προέρχονται από την καθίζηση (ιζηματογένεση) ουσιών που βρίσκονται σε αιώρηση ή διάλυση σε ρευστό μέσο (κυρίως νερό και αέρα) και στη συνέχεια μετατρέπονται σε συμπαγές σώμα μέσω της διαγένεσης.

Διαγένεση είναι η διαδικασία μετατροπής ενός ψαθυρού μέσου σε συμπαγές. Επιτυγχάνεται κυρίως με την πίεση των υπερκείμενων σχηματισμών, με τη συνοδεία πολλών φαινομένων τα οποία καλούνται διαγενετικά φαινόμενα.

Η ιζηματογένεση λαμβάνει χώρα στις μεγάλες φυσικές κοιλότητες του στερεού φλοιού της γης, στις θαλάσσιες λεκάνες, στις κοίτες



**των ποταμών με τους οποίους γίνεται η μεταφορά του υλικού και στις κλιτύς των διαφόρων μορφολογικών ανωμαλιών της επιφάνειας του στερεού φλοιού της γης.**

**Τα ιζηματογενή πετρώματα ανάλογα με τον τρόπο γένεσής τους χωρίζονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες, τα μηχανικά, τα χημικά και τα βιοχημικά.**

**Μηχανικά ιζηματογενή πετρώματα είναι εκείνα που το σημαντικότερο ρόλο για την ιζηματογένεση και διαγένεσή τους κατέχει η μηχανική (δυναμική και κινητική) ενέργεια του ρευστού μέσου που βρίσκονται διαλυμένα ή αιωρούνται.**

**Χημικά ιζηματογενή πετρώματα είναι εκείνα που το σημαντικότερο**

**ρόλο για την ιζηματογένεση και διαγένεσή τους κατέχουν οι χημικές (κυρίως το pH) και φυσικές (κυρίως η πίεση και η θερμοκρασία) ιδιότητες του “ρευστού μέσου” που βρίσκονται διαλυμένες ή αιωρούνται.**

**Βιοχημικά ιζηματογενή πετρώματα είναι εκείνα που το σημαντικότερο ρόλο για την ιζηματογένεση και διαγένεσή τους κατέχουν τόσο οι χημικές (κυρίως το pH) και φυσικές (κυρίως η πίεση και η θερμοκρασία) ιδιότητες του ρευστού μέσου που βρίσκονται διαλυμένα ή αιωρούνται, όσο και διάφοροι ζωικοί ή φυτικοί οργανισμοί.**

**Τα σημαντικότερα ιζηματογενή πετρώματα, η κατηγορία τους και η σύστασή τους δίνονται στον πίνακα 4-8.**



ΜΗΧΑΝΙΚΑ	ΧΗΜΙΚΑ	ΒΙΟΧΗΜΙΚΑ
<p><b>Λατυποπαγές:</b> Από ποικίλης σύστασης και μεγέθους γωνιώδη τεμάχια.</p>	<p><b>Ασβεστόλιθος:</b> Από ανθρακικό ασβέστιο.</p>	<p><b>Ασβεστόλιθος:</b> Από ανθρακικό ασβέστιο.</p>
<p><b>Κροκαλοπαγές:</b> Από ποικίλης σύστασης και μεγέθους αποστρωγγυλευμένα τεμάχια.</p>	<p><b>Πυριτόλιθος:</b> Από πυριτικά ιζήματα.</p>	<p><b>Δολομίτης:</b> Από ανθρακικό ασβέστιο και ανθρακικό μαγνήσιο.</p>

**Ψαμμίτης:**  
Από ποικίλης  
σύστασης τε-  
μάχια μεγέθους  
0,02-2mm.

**Σιδηρομεταλλεύματα:**  
Κυρίως από σι-  
δηρούχα ιζήμα-  
τα.

**Κερατόλιθος:**  
Από πυριτικά  
ιζήματα.

**Αργιλικός σχιστόλιθος:**  
Από λεπτόκκο-  
κο υλικό αργιλο-  
πυριτικών ορυ-  
κτών.

**Μαγνανιομεταλλεύματα:**  
Κυρίως από  
μαγνανιούχα  
ιζήματα.

**Φωσφορίτης:**  
Από φωσφο-  
ρικά προϊόν-  
τα.

<b>ΜΗΧΑΝΙΚΑ</b>	<b>ΧΗΜΙΚΑ</b>	<b>ΒΙΟΧΗΜΙΚΑ</b>
<p><b>Λατερίτης:</b> Από αργιλικά προϊόντα.</p> <p><b>Βωξίτης:</b> Από αργιλικά προϊόντα.</p>	<p><b>Γύψος:</b> Από θειικά ιζη- ματα.</p> <p><b>Ορυκτό άλας:</b> Από χλωριού- χα ιζήματα.</p>	<p><b>Ορυκτοί άν- θρακες (κάρ- βουνα):</b> Από εξανθρά- κωση φυτι- κών λειψά- νων.</p> <p><b>Πετρέλαιο:</b> Από ζύμωση και απόσταξη οργανισμών.</p>

## **Πίνακας 4-8. Τα σημαντικότερα ιζηματογενή πετρώματα, η προέλευση και σύστασή τους.**

**Στην εικόνα 4-26 εμφανίζεται ορεινός σχηματισμός αποτελούμενος από ιζηματογενές πέτρωμα ασβεστόλιθου στο ανώτερο τμήμα και σχηματισμό φλύσχη στο κατώτερο τμήμα. Ο φλύσχης είναι γεωλογικός σχηματισμός αποτελούμενος από εναλλαγές ψαμμιτών-κροκαλοπαγών και ιλυολίθων-αργιλών.**





**Εικόνα 4-26.** Ορεινός σχηματισμός ιζηματογενών πετρωμάτων ασβεστόλιθου και σχηματισμού φλύσχη.

## 4.12. Εκμετάλλευση και προστασία υπεδάφριου πλούτου

### 4.12.1 Μεταλλεύματα

Ως μεταλλεύματα ορίζονται τα ορυκτά και τα πετρώματα από τα οποία είναι δυνατή η βιομηχανική παραλαβή, με συμφέροντες οικονομικούς και τεχνικούς όρους, χημικού στοιχείου (μετάλλου, ημιμετάλλου ή αμετάλλου) ή ομάδας στοιχείων, που είναι χρήσιμα και επικερδή. Π.χ. ο βωξίτης αποτελεί μέταλλευμα αλουμινίου (αργιλίου), ενώ τα ορυκτά της αργίλου αν και περιέχουν σημαντικά ποσά αργιλίου δεν θεωρούνται μεταλλεύματα αυτού του στοιχείου, αφού η “παραλαβή”

**τους είναι οικονομικά ασύμφορη.**

**Τα υπό εκμετάλλευση στοιχεία των μεταλλευμάτων μπορεί να βρίσκονται με τη μορφή συμπλόκων αλάτων, θειούχων ενώσεων, οξειδίων, πυριτικών και αργιλοπυριτικών ορυκτών ή ως αυτοφυή, όπως είναι ο χρυσός, ο άργυρος, ο χαλκός και το θείο.**

**Τα μεταλλεύματα πολλές φορές δεν βρίσκονται σε καθαρή μορφή αλλά έχουν προσμίξεις άλλων ανεπιθύμητων ορυκτών και στοιχείων για την συγκεκριμένη εκμετάλλευση. Π.χ. πολλά χαλκούχα μεταλλεύματα περιέχουν προσμίξεις ασβεστίτη, χαλαζία, οξειδία σιδήρου κ.λπ. Έτσι για την απομάκρυνση όλων των ανεπιθύμητων ορυκτών και στοιχείων πρέπει να προηγηθεί**

**μηχανική, θερμική ή χημική κατεργασία.**

**Μετά την απομάκρυνση των ανεπιθύμητων ορυκτών και στοιχείων ακολουθεί εμπλουτισμός του μεταλλεύματος και παραλαβή του στοιχείου ή της ομάδας στοιχείων μέσω μεταλλουργικών εργασιών.**

**Τα μεταλλεύματα ως συστατικά των φυσικών πόρων δεν είναι ανεξάντλητα και η προστασία τους από την ανεξέλεγκτη εξόρυξη είναι επιτακτική. Η υπερεκμετάλλευση των μεταλλευμάτων, εκτός από τον κίνδυνο μελλοντικής αφάνισής τους, εγκυμονεί και περιβαλλοντολογικούς κινδύνους μιας και η επεξεργασία ορισμένων από αυτά (π.χ. βωξίτη), προκαλεί μόλυνση και ρύπανση του περιβάλλοντος. Εκτός**

αυτών, με την υπερεκμετάλλευση των μεταλλευμάτων υποβαθμίζεται αισθητικά το περιβάλλον, αφού πολλές φορές ολόκληρα βουνά “θυσιάζονται” για χάρη της υπερπαραγωγής. Η εξόρυξη των μεταλλευμάτων μπορεί να μειωθεί αισθητά με τη χρησιμοποίηση άλλων υλικών και κυρίως με την ανακύκλωση (π.χ. αλουμινίου) η οποία πρέπει να καταστεί συνείδηση όλων μας.

Μια υποκατηγορία των μεταλλευμάτων είναι τα μεταλλεύματα των ραδιενεργών στοιχείων. Αυτά είναι ορυκτά του ουρανίου και του θορίου, που γίνονται αντικείμενο εκμετάλλευσης σε βιομηχανική κλίμακα για την παραγωγή διαφόρων μορφών ενέργειας.

**Το ουράνιο συναντάται σε αξιόλογες συγκεντρώσεις στη φύση και εμπλουτίζεται σχετικά εύκολα. Αντίθετα το θόριο λόγω των μικρών συγκεντρώσεών του σπάνια χρησιμοποιείται. Το ουράνιο συναντάται στη φύση κυρίως με τη μορφή του πρισσουρανίτη, σε φλεβικές αποθέσεις, και με τη μορφή ορυκτών ιζηματογενών πετρωμάτων συσχετιζόμενων άμεσα με οργανικό υλικό. Πολλές φορές το ουράνιο σχηματίζει σύνθετα άλατα με το βανάδιο, το κάλιο, το χαλκό, το ασβέστιο και το φώσφορο (Εικόνα 4-27).**



**Εικόνα 4-27.** Κίτρινοι κρύσταλλοι σύνθετου άλατος του ουρανίου. (Ένυδρο φωσφορικό ασβέστιο - ουράνιο). (Πηγή: Εκδοτική Αθηνών)

**Στον Ελλαδικό χώρο έχουν εντοπιστεί διάφορες περιοχές της Μακεδονίας, της Θράκης και της Δυτικής Ελλάδας οι οποίες φέρουν αποθέματα ουρανίου. Οι σημαντικότερες από αυτές εντοπίστηκαν**

**στο Παρανέστι Δράμας. Εκεί υπολογίζεται ότι υπάρχουν αποθέματα ουρανίου της τάξης των 360 τόνων. Παρ' όλο που με τα παρόντα αποθέματα ουρανίου η δημιουργία ενός πυρηνικού σταθμού παραγωγής ενέργειας θα έλυνε το ενεργειακό πρόβλημα της χώρας μας κάτι τέτοιο δεν έχει γίνει ακόμα.**



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το έδαφος αποτελεί ένα φυσικό σχηματισμό της επιφάνειας της γης αναντικατάστατο για τη ζωή της. Ορίζεται ανάλογα με τις εκάστοτε χρήσεις του από τον άνθρωπο. Το έδαφος λειτουργεί ως ζωντανός οργανισμός και μεταβάλλονται συνεχώς οι ιδιότητές του και τα δομικά του χαρακτηριστικά. Προέρχεται από την αποσάθρωση των πετρωμάτων με την επίδραση των παραγόντων της εδαφογένεσης, δηλαδή το κλίμα, τους οργανισμούς, το μητρικό υλικό, το τοπογραφικό ανάγλυφο και τον χρόνο.

**Το έδαφος είναι σύστημα τριφασικό. Αποτελείται δηλαδή και από τις τρεις φάσεις της ύλης, τη στερεά, την αέρια και την υγρή.**

**Οι εδαφικές ιδιότητες χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τις φυσικές και τις βιοχημικές ιδιότητες. Φυσικές είναι αυτές που σχετίζονται με τη φυσική κατάσταση του εδάφους. Ειδικότερα οι φυσικές ιδιότητες είναι: η κοκκομετρική του σύσταση, με άλλα λόγια το ποσοστό της άμμου, της ιλύος και της αργίλου, η δομή, δηλαδή ο τρόπος με τον οποίο συνδέονται τα εδαφικά υλικά, το εδαφικό πορώδες, δηλαδή ο όγκος που καταλαμβάνει**

η υγρή και αέρια φάση του εδάφους, η εδαφική θερμοκρασία και το εδαφικό χρώμα. Χημικές εδαφικές ιδιότητες είναι εκείνες που σχετίζονται με τη χημική σύσταση, τις αντιδράσεις και τη χημική φύση του εδάφους. Αυτές είναι: η ορυκτολογική σύσταση, δηλαδή το είδος, το ποσό και η αναλογία των εδαφικών ορυκτών, η εναλλακτική ικανότητα, δηλαδή η ιδιότητα του εδάφους να προσροφά και να συγκρατεί κατιόντα σε ανταλλάξιμη μορφή και η αντίδραση του εδάφους, δηλαδή ο βαθμός οξύτητας ή αλκαλικότητάς του.

**Το έδαφος αποτελεί καθοριστικό συντελεστή πρωτογενούς**

**παραγωγής. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι αποτελεί το υπόστρωμα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Τα θρεπτικά στοιχεία και το νερό, παράγοντες αναντικατάστατοι, τροφοδοτούν τα φυτά από το έδαφος. Τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: τα μακροστοιχεία και τα ιχνοστοιχεία καθοριζόμενα από τις ποσότητες που βρίσκονται αυτά στους φυτικούς ιστούς. Υπερπληθώρα ενός θρεπτικού στοιχείου μπορεί να προκαλέσει ανωμαλία και καταστροφή των φυτικών ιστών λόγω τοξικότητας. Αντίθετα έλλειψη θρεπτικών στοιχείων προκαλεί μείωση της**

παραγωγής και αποδιοργάνωση των φυτικών λειτουργιών (φωτοσύνθεση, αναπνοή, διαπνοή, μεταβολισμό κ.ά.) λόγω τροφοπενίας. Πολλές φορές τα ζώα που τρέφονται με φυτά τα οποία φέρουν ανισορροπία θρεπτικών στοιχείων μπορεί να παρουσιάσουν συμπτώματα καχεξίας και ανομοιόμορφης ανάπτυξης και παραγωγής.

Η έννοια της γεωργικής γης σχετίζεται άμεσα με τις γεωργικές εκμεταλλεύσεις, δηλαδή τις εκμεταλλεύσεις αυτές που σχετίζονται με τη ζωική και φυτική παραγωγή. Γεωργική γη είναι το φυσικό περιβάλλον (πόρος γης)

**του οποίου οι μετρήσιμες ιδιότητες (χαρακτηριστικά γης) και οι αναγκαίες συνθήκες και ιδιότητες των πόρων γης που για να επιτευχθεί ικανοποιητική παραγωγή (απαιτήσεις γης) είναι τέτοιες, ώστε να είναι δυνατή η εγκατάσταση γεωργικών εκμεταλλεύσεων με ικανοποιητική παραγωγή.**

**Για να περιγραφούν οι χρήσεις γης χρησιμοποιούνται δύο όροι, το κύριο είδος χρήσης γης και ο τύπος χρησιμοποίησης γης. Ο δεύτερος αποτελεί υποδιαίρεση του πρώτου.**

**Είναι απαραίτητο να εξασφαλίζεται η “αιιφορία” των πόρων**

γης δεδομένου ότι για το σχηματισμό μερικών εκατοστών εδάφους απαιτούνται αιώνες ή και χιλιετηρίδες. Καθίσταται λοιπόν αναγκαία η αξιολόγηση των εδαφικών πόρων προκειμένου να επιτευχθεί ορθολογική διαχείρισή τους. Δηλαδή κάθε πόρος γης να δέχεται τέτοια χρήση, ώστε να μεγιστοποιείται η παραγωγικότητά του και συνάμα να ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος υποβάθμισής του. Για την αξιολόγηση των πόρων γης χρησιμοποιούνται δύο κατευθύνσεις, η κατεύθυνση των δύο σταδίων και η παράλληλη κατεύθυνση.

Εδαφική υποβάθμιση είναι η μείωση της παραγωγικότητας

του εδάφους για μια ή περισσότερες χρήσεις γης που προκαλείται από φυσικά φαινόμενα και επιταχύνεται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Μια από τις σημαντικότερες εδαφικές υποβαθμίσεις είναι η εδαφική διάβρωση. Ανάλογα με τον τρόπο γένεσής της χωρίζεται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες: Την υδατική, την αιολική, τη μηχανική διάβρωση και τις κατολισθήσεις. Ειδικότερα η υδατική διάβρωση χωρίζεται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με το αν το νερό δρα στην επιφάνεια του εδάφους ή υποεπιφανειακά. Η επιφανειακή υδατική διάβρωση, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά ίχνη που



αφήνει κατά την ενέργειά του το νερό στην επιφάνεια, χαρακτηρίζεται ως διάβρωση με εκτίναξη, διάβρωση κατά στρώσεις, διάβρωση με αυλακώσεις και διάβρωση με χαραδρώσεις. Η υποεπιφανειακή υδατική διάβρωση χαρακτηρίζεται από την ταχύτητα μετακίνησης των μαζών και το βάθος του εδάφους που επηρεάζεται από τη μετακίνηση. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες που επιταχύνουν τη διάβρωση είναι η καταστροφή των δασών, η υπερβόσκηση και η μη ορθολογική καλλιέργεια των γεωργικών εκτάσεων.

Προκειμένου να επιτευχθεί η μείωση της απορροής και η

αύξηση της αντίστασης του εδάφους στη διάβρωση, εφαρμόζονται μέτρα προστασίας που ανάλογα με τη δράση τους χωρίζονται σε τρεις ομάδες: Βιοκαλλιεργητικές τεχνικές, όπως η ενσωμάτωση των καλλιεργητικών στο έδαφος, οι χλωρές λιπάνσεις, η αγρανάπαυση και οι λιπάνσεις συντήρησης. Τεχνικές καλλιέργειας του εδάφους, όπως η κατεργασία του εδάφους, όταν το έδαφος δεν είναι ούτε πολύ υγρό ούτε πολύ ξηρό, αποφυγή χρήσης βαρέων μηχανημάτων κατεργασίας και σε επικλινή εδάφη η άροση να ακολουθεί τις ισοϋψείς δηλαδή να είναι κάθετη προς την κλίση. Αντιδιαβρωτικά

**τεχνικά έργα, όπως η κατασκευή αναβαθμίδων και τοίχων αντιστήριξης.**

**Προβληματικά είναι τα εδάφη που έχουν μια ή περισσότερες φυσικές ή χημικές ιδιότητες μη ευνοϊκές για την ανάπτυξη του φυτού, ή δρα σ'αυτά ένας περιοριστικός παράγοντας για την γεωργική παραγωγή. Τέτοια εδάφη είναι τα αλατούχα-αλκαλιωμένα, τα μη αλατούχα-αλκαλιωμένα, τα αλατούχα, τα ασβεστούχα, τα όξινα, τα φτωχά σε οργανική ύλη, τα εδάφη με κακή δομή ή υφή, τα εδάφη με υψηλή στάθμη υπόγειου ύδατος και τέλος τα εδάφη με αδιαπέρατη στρώση ή ορίζοντα.**

**Το έδαφος με τις φυσικές και βιοχημικές του ιδιότητες εξουδετερώνει σε μεγάλο βαθμό ουσίες επιβλαβείς για το περιβάλλον. Αυτό συμβαίνει όταν η ικανότητά του αυτή δεν έχει κορεστεί και η βιολογική του δραστηριότητα διατηρείται. Στην αντίθετη περίπτωση το αποτέλεσμα είναι η υποβάθμιση και καταστροφή των εδαφικών και γενικότερα φυσικών πόρων.**

**Τα ορυκτά είναι φυσικά στερεά και ομογενή σώματα της λιθόσφαιρας που κάτω από ορισμένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας έχουν σταθερές φυσικές ιδιότητες, χημική σύσταση και κρυσταλλική δομή. Οι**

**φυσικές ιδιότητες των ορυκτών, όπως το κρυσταλλικό σχήμα, το χρώμα, η σκληρότητα και ο σχισμός, χρησιμοποιούνται ως κριτήρια αναγνώρισης και ταξινόμησής τους. Ανάλογα με τον τρόπο εμφάνισής τους χωρίζονται σε δυο κατηγορίες, τα μεταλλογενετικά και τα πετρογενετικά. Τα πετρώματα είναι φυσικά στερεά σώματα της λιθόσφαιρας που αποτελούνται από συσσωματώματα ορυκτών και δόμηση αυτών σαν ενιαίο σώμα. Τα πετρώματα ανάλογα με τις συνθήκες γένεσής τους χωρίζονται στα εκρηξιγενή, μεταμορφωμένα και ιζηματογενή.**

**Τα μεταλλεύματα είναι ορυκτά και πετρώματα από τα οποία είναι δυνατή η βιομηχανική παραλαβή στοιχείου ή ομάδας στοιχείων χρήσιμων και επικερδών. Η υπερεκμετάλλευση των μεταλλευμάτων οδηγεί στην εξάντλησή τους, τη μόλυνση, ρύπανση και αισθητική υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Η εξόρυξη μεταλλευμάτων μπορεί να μειωθεί αισθητά με τη χρήση άλλων εναλλακτικών υλικών και κυρίως με την ανακύκλωση (π.χ. αλουμινίου).**

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- 1) Δώστε τον ορισμό του εδάφους. Ποιοι οι παράγοντες της εδαφογένεσης;
- 2) Από ποιες “φάσεις” της ύλης αποτελείται το έδαφος και με ποια αναλογία συμμετέχει η καθεμιά»;
- 3) Ποια η σημασία των εδαφικών ιδιοτήτων; Τι καλούμε φυσικές και τι χημικές ιδιότητες του εδάφους;
- 4) Τι καλείται κοκκομετρική σύσταση του εδάφους;
- 5) Ποια η μορφολογία της άμμου, της ιλύος και της αργίλου;

- 6) Τι καλείται θερμότητα διαβροχής και τι εδαφικό διάλυμα;
- 7) Τι είναι εδαφική δομή; Ποια μορφή της χαρακτηρίζεται ως επιθυμητή;
- 8) Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την εδαφική δομή;
- 9) Τι καλείται εδαφικό πορώδες; Πότε χαρακτηρίζεται ως επιθυμητό; Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η ανάπτυξή του;
- 10) Τι είναι εδαφική θερμοκρασία; Γιατί αναφερόμαστε σ' αυτή σαν να αποτελεί εδαφική ιδιότητα;
- 11) Ποια η σημασία της εδαφικής θερμοκρασίας; Από τι εξαρτάται και πώς ελέγχεται;



- 12) Τι υποδηλώνει το χρώμα του εδάφους; Ποια τα συνήθη χρώματα των εδαφών; Από ποια συστατικά και διεργασίες του εδάφους παίρνει το έδαφος το χρώμα του;
- 13) Ποιος ο ρόλος των χημικών εδαφικών ιδιοτήτων;
- 14) Τι καλείται εναλλακτική ικανότητα κατιόντων του εδάφους; Ποια η φυσική της σημασία, που οφείλεται και από τι εξαρτάται;
- 15) Τι καλείται αντίδραση του εδάφους και ποιος ο ρόλος της;

- 16) Γιατί το έδαφος είναι ανα-  
ντικατάστατος παραγωγικός  
συντελεστής;
- 17) Σε ποιες κατηγορίες χωρίζο-  
νται τα στοιχεία του εδάφους  
που χρησιμεύουν στη θρέψη  
του φυτού; Ποια από αυτά  
χαρακτηρίζονται ως θρεπτικά  
και ποια ως ρυθμιστές της  
βιολογικής δραστηριότητας  
των φυτών;
- 18) Ποια είναι τα αποτελέσματα  
ενός εδάφους που έχει ανι-  
σορροπία θρεπτικών στοι-  
χείων; Πότε προκαλούνται  
τροφοπενίες και πότε τοξι-  
κότητες στα φυτά; Ποια τα  
συμπτώματά τους;

- 19) Ποια η έννοια της γεωργικής γης;
- 20) Ποια η σημασία της αειφορίας των πόρων γης;
- 21) Τι καλείται ορθολογική διαχείριση των εδαφικών πόρων; Γιατί καθίσταται αναγκαία η αξιολόγηση των εδαφικών πόρων προτού να επιτευχθεί αυτή;
- 22) Τι καλείται καταλληλότητα πόρων γης; Αναφέρετε τους τύπους αυτής.
- 23) Ποια η έννοια της εδαφικής υποβάθμισης;

- 24) Τι καλούμε εδαφική διάβρωση; Ποιες οι κατηγορίες που αυτή χωρίζεται;
- 25) Σε ποιες κατηγορίες χωρίζεται η υδατική διάβρωση;
- 26) Ποια τα χαρακτηριστικά της επιφανειακής διάβρωσης; Ποιοι παράγοντες συντελούν στη γένεση και εξέλιξή της;
- 27) Ποιοι οι τύποι της επιφανειακής και υποεπιφανειακής διάβρωσης;
- 28) Ποιοι παράγοντες συντελούν στην ανάπτυξη της υποεπιφανειακής διάβρωσης;

- 29) Ποια η αιτία και ο μηχανισμός γένεσης της αιολικής διάβρωσης; Ποιοι παράγοντες επιδρούν υπέρ αυτής;
- 30) Τι προβλήματα δημιουργούν οι κατολισθήσεις;
- 31) Πως η δενδρώδης βλάστηση μας επιτρέπει να διαγνώσουμε αν έχει εκδηλωθεί κατολίσθηση σε μια περιοχή στο παρελθόν;
- 32) Τι ονομάζουμε μηχανική διάβρωση του εδάφους; Ποιες οι συνέπειες αυτής; Σε ποιες περιοχές εκδηλώνεται;
- 33) Ποιες ανθρώπινες δραστηριότητες επιταχύνουν τη διάβρωση;

- 34) Ποιες οι κατηγορίες των μέτρων προστασίας των εδαφικών πόρων από την υποβάθμισή τους;
- 35) Που πρέπει να εστιάζονται οι δράσεις των μέτρων προστασίας προκειμένου να ενταχθούν στις βιοκαλλιεργητικές τεχνικές;
- 36) Ποιες είναι οι προϋποθέσεις που πρέπει να τηρούν οι τεχνικές καλλιέργειας του εδάφους και πως μπορούν αυτές να εξασφαλιστούν;
- 37) Σε ποιες συνθήκες εφαρμόζονται αντιδιαβρωτικά έργα; Ποιοι οι στόχοι τους;

- 38) Ποια εδάφη χαρακτηρίζονται ως προβληματικά;
- 39) Να αναφέρετε τα χαρακτηριστικά των αλατούχων, των αλατούχων-αλκαλιωμένων και των αλκαλιωμένων εδαφών. Σε ποια μέτρα πρέπει να εστιάζεται η βελτίωση αυτών των εδαφών;
- 40) Ποια εδάφη χαρακτηρίζονται ως ασβεστούχα και ποια ως όξινα; Που οφείλονται τα προβλήματα που δημιουργούν αυτά στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις; Με ποιο τρόπο βελτιώνονται;

- 41) Που έγκειται η βελτίωση των εδαφών που φέρουν υψηλή στάθμη υπόγειου ύδατος ή αδιαπέραστη στρώση;
- 42) Ποιος ο ρόλος του εδάφους στην προστασία του περιβάλλοντος;
- 43) Με ποιους μηχανισμούς το έδαφος δρα προστατευτικά στο περιβάλλον;
- 44) Τι πρέπει να προσέχουμε κατά τη ρήψη ρυπογόνων και ρυπαντών στο έδαφος;
- 45) Ποια σώματα χαρακτηρίζονται ως ορυκτά; Με ποια κριτήρια αναγνωρίζονται και ταξινομούνται; Πότε χαρακτηρίζονται ως μεταλλογενετικά



- και πότε ως πετρογενετικά;
- 46) Ποια σώματα χαρακτηρίζονται ως πετρώματα;
- 47) Με ποια κριτήρια χωρίζονται τα πετρώματα στα εκρηξιγεννή, μεταμορφωμένα και ιζηματογεννή;
- 48) Από πού προέρχονται τα μεταμορφωμένα πετρώματα; Που οφείλεται η μεταμόρφωση των πετρωμάτων και πως ονομάζεται σε κάθε περίπτωση;
- 49) Πότε τα ιζηματογεννή πετρώματα χαρακτηρίζονται ως μηχανικά, πότε ως χημικά και πότε ως βιοχημικά;

- 50) Τι είναι τα μεταλλεύματα; Με ποιες μορφές μπορεί να βρισκονται;
- 51) Πού οδηγεί η υπερεκμετάλλευση των μεταλλευμάτων;
- 52) Τι γνωρίζετε για τα μεταλλεύματα ραδιενεργών στοιχείων; Υπάρχει στη χώρα μας δυνατότητα εκμετάλλευσης αυτών; Τι νομίζετε ότι πρέπει να γίνει;

# Περιεχόμενα 3ου Τόμου

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΕΔΑΦΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ

4.7.	Εδαφική υποβάθμιση - Διαβρώσεις .....	5
4.7.1	Ορισμός εδαφικής υποβάθμισης .....	6
4.7.2	Υδατική διάβρωση.....	8
4.7.3	Αιολική διάβρωση ....	34
4.7.4	Κατολισθήσεις .....	37
4.7.5	Μηχανική διάβρωση.....	42
4.7.6	Ανθρώπινες δραστηριότητες που επιταχύνουν τη διάβρωση .....	49

<b>4.8.</b>	<b>Συντήρηση - Προστασία εδαφικών πόρων.....</b>	<b>55</b>
<b>4.8.1</b>	<b>Βιοκαλλιεργητικές τεχνικές .....</b>	<b>57</b>
<b>4.8.2</b>	<b>Τεχνικές καλλιέργειας εδάφους .....</b>	<b>61</b>
<b>4.8.3</b>	<b>Αντιδιαβρωτικά τεχνικά έργα .....</b>	<b>64</b>
<b>4.9.</b>	<b>Προβληματικά εδάφη και βελτίωση .....</b>	<b>67</b>
<b>4.10</b>	<b>Έδαφος και περιβάλλον ...</b>	<b>81</b>
<b>4.11.</b>	<b>Ορυκτά - Πετρώματα.....</b>	<b>94</b>
<b>4.11.1</b>	<b>Ορυκτά.....</b>	<b>94</b>
<b>4.11.2</b>	<b>Πετρώματα .....</b>	<b>96</b>
<b>4.12.</b>	<b>Εκμετάλλευση και προστασία υπεδάφιου πλούτου .....</b>	<b>130</b>

## 4.12.1 Μεταλλεύματα .....130





**Βάσει του ν. 3966/2011 τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου, του Λυκείου, των ΕΠΑ.Λ. και των ΕΠΑ.Σ. τυπώνονται από το ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν στη δεξιά κάτω γωνία του εμπροσθόφυλλου ένδειξη «ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ ΜΕ ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ». Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δεν φέρει την παραπάνω ένδειξη θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7 του νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946,108, Α').**

**Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Υπουργείου Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων / ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.**