

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗΣ, ΙΣΤΟΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ ΑΝΘΡΑΚΙΚΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα ανθρακικά πετρώματα αποτελούν το 25% του συνόλου των ιζηματογενών πετρωμάτων και η ηλικία τους φτάνει μέχρι 2,7 δισεκατομμύρια χρόνια. Έχουν χρώμα συνήθως γκριζο, αλλά ακόμη και λευκό, καστανό, ερυθρό, υποκίανο ή μαύρο. Όλα τα ανθρακικά πετρώματα αναβράζουν με αραιά ή πυκνά διαλύματα οξέων.

Η Ελλάδα καλύπτεται σε ποσοστό περίπου 75% από ανθρακικά πετρώματα ιζηματογενούς και μεταμορφωμένης προέλευσης. Παράλληλα, κατέχει μια από τις πρώτες θέσεις παγκόσμια σε αριθμό σπηλαίων (περίπου 7.000) εξαιτίας της έντονης καρστικής διάβρωσης αυτών των πετρωμάτων.

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των ανθρακικών πετρωμάτων είναι:

α. Οι κόκκοι τους κατανέμονται σε δύο μεγέθη: Μέγεθος άμμου μέχρι μεσόκοκκης ιλύος, οπότε ονομάζονται σπαρίτες και μέγεθος λεπτόκοκκης ιλύος μέχρι αργίλου, οπότε ονομάζονται μικρίτες. Τα περισσότερα ιζηματογενή ανθρακικά πετρώματα είναι σπαριτικά.

β. Η συνεισφορά των λειψάνων των οργανισμών στο σχηματισμό αυτών των πετρωμάτων. Αυτά τα λείψανα (σφαιρίδια, ωόλιθοι, πισόλιθοι, βιοκλάστες), μαζί με τους ενδοκλάστες, χαρακτηρίζονται ως αλλόχθονα συστατικά.

γ. Η απόθεση και ο σχηματισμός των ανθρακικών πετρωμάτων σε ρηχά νερά, συνήθως μέχρι βάθος 15 m από την επιφάνεια του νερού.

δ. Ο διαφορετικός ρυθμός ιζηματογένεσης ανθρακικών υλικών με σχηματισμό παχιών ή λεπτών ανθρακικών στρωμάτων.

Η προέλευση των ιζηματογενών ανθρακικών πετρωμάτων μπορεί να εί-

ναι χημική, αλλά και βιογενής. Σχηματίζονται από καταβύθιση των συστατικών ιόντων διαφόρων διαλυμάτων εξαιτίας της εξάτμισης ή από συσσώρευση των σκελετικών στοιχείων διαφόρων ζωικών ή φυτικών οργανισμών, κυρίως σε θαλάσσιο ή λιμναίο περιβάλλον. Οι ρυθμοί ιζηματογένεσης ποικίλουν από 3 mm στα 1.000 χρόνια (π.χ. ερυθρή άργιλος βαθιών θαλασσών), μέχρι μερικά μέτρα το χρόνο σε ορισμένα μεγάλα δέλτα. Στα περισσότερα περιβάλλοντα η απόθεση συμβαίνει κατά περιόδους ραγδαίας ή βραδείας ιζηματογένεσης.

Το κλίμα θεωρείται ουσιαστικός ρυθμιστικός παράγοντας στο σχηματισμό χημικών ή βιογενών ιζημάτων. Επηρεάζει έμμεσα την κλαστική, χημική ή βιογενή ιζηματογένεση στις ρηχές θάλασσες. Η ανάπτυξη άφθονου ασβεστιτικού πλαγκτού, καθώς και οργανισμών με ανθρακικούς σκελετούς, επηρέασαν σημαντικά τον τύπο και το ρυθμό ιζηματογένεσης κατά τη διάρκεια του γεωλογικού χρόνου. Μελέτες της σχετικής αφθονίας των διαφόρων πετρογραφικών τύπων και της χημικής σύστασης των ανθρακικών πετρωμάτων έχουν αποδείξει ότι συμβαίνουν βαθμιαίες αλλαγές κατά τη διάρκεια του γεωλογικού χρόνου. Τέτοιες θεωρούνται ο σχηματισμός περισσότερων ανθρακικών ιζημάτων στα νεότερα ιζήματα, η ελάττωση του λόγου κλαστικά/ανθρακικά συστατικά από 1.000:1 σε 15:1, καθώς επίσης και του λόγου δολομίτης/ασβεστόλιθος από 3:1 σε 1:4 από τις αρχές του Παλαιοζωικού (600 εκατομμύρια χρόνια πριν) μέχρι σήμερα.

ΦΑΣΕΙΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΕΣΗΣ

α. Νηριτική: Αναφέρεται σε περιβάλλον μεταξύ χαμηλής παλίρροιας και βάθους περίπου 200 m ή μεταξύ χαμηλής παλίρροιας και του άκρου της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας. Περιλαμβάνει και τους οργανισμούς που ζουν σ' αυτό.

β. Βαθυαλική: Αναφέρεται σε περιβάλλον με βάθος νερού μεταξύ 200 και 1.000 m. Επίσης, σχετίζεται και με τους οργανισμούς που ζουν σ' αυτό.

γ. Αβυssiική: Αναφέρεται σε περιβάλλον με βάθος νερού μεγαλύτερο από 1.000 m, καθώς και στους οργανισμούς που ζουν σ' αυτό.

δ. Βενθική: Αναφέρεται σε περιβάλλον κοντά στον πυθμένα των θαλασσών, καθώς και στους οργανισμούς που ζουν πάνω σ' αυτόν.

ε. Πελαγική: Αναφέρεται στο περιβάλλον των ανοικτών θαλασσών, καθώς και στους οργανισμούς που ζουν μέσα σ' αυτό. Οι πελαγικοί οργανισμοί είναι νηκτονικοί (μετακινούνται εκούσια με δικά τους νηκτικά όργανα) ή

πλαγκτονικοί (παρασύρονται παθητικά σε μεγάλες αποστάσεις από τα κύματα ή τα ρεύματα).

ΣΤΑΔΙΑ ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΕΣΗΣ

α. Αποσάθρωση: Είναι οι φυσικές και χημικές καταστροφικές διεργασίες που συντελούν στην αλλαγή του χαρακτήρα του μητρικού πετρώματος (χρώμα, ιστός, σύσταση, μορφή κ.λ.π.). Επίσης, είναι οι βιολογικές εξαλλιώσεις και η διαβρωτική ενέργεια του ανέμου, του νερού και του πάγου. Όλες αυτές οι διεργασίες συμβαίνουν σε θερμοκρασίες και πιέσεις μικρότερες από 100°C και μια ατμόσφαιρα αντίστοιχα.

β. Μεταφορά: Περιλαμβάνει τη μετακίνηση ή μεταφορά των υλικών αποσάθρωσης από ένα τόπο σε άλλο με τη βοήθεια του ανέμου, του νερού, του πάγου ή της βαρύτητας.

γ. Απόθεση: Είναι η διεργασία της συσσώρευσης σε στρώματα ή ανώμαλες μάζες των υλικών αποσάθρωσης με τη βοήθεια των ίδιων φυσικών παραγόντων.

δ. Διαγένεση: Είναι οι φυσικές, χημικές και βιολογικές αλλαγές, τροποποιήσεις ή μετασχηματισμοί, που παθαίνει ένα ίζημα μετά την εναπόθεσή του, κατά τη διάρκεια και μετά τη λιθοποίησή του, με την επίδραση πίεσης και τη συνδρομή συγκολλητικής ύλης. Αναλυτικότερα, η διαγένεση περιλαμβάνει τις εξής διεργασίες: Στερεοποίηση, συνεκτικοποίηση, συγκόλληση, επαναπόθεση, αυθιγένεση, αντικατάσταση, διάλυση, καταβύθιση, ανακρυστάλλωση, οξειδωση, αναγωγή, απόπλυση, ενυδάτωση, αφυδάτωση, πολυμερισμό, απορρόφηση, βακτηριακή ενέργεια, σχηματισμό συγκρομμάτων κ.λ.π. Όλες αυτές οι διεργασίες συμβαίνουν σε θερμοκρασίες μεταξύ 100 και 300°C και πιέσεις μέχρι μια ατμόσφαιρα.

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗΣ

Η αποσάθρωση ενός πετρώματος μπορεί να οφείλεται σε φυσικά, χημικά ή βιολογικά αίτια. Συνήθως όμως συνεπιδρούν όλοι οι παράγοντες. Κατά τη φυσική αποσάθρωση δε μεταβάλλεται η χημική σύσταση του πετρώματος, αλλά διαταράσσονται η συνοχή και οι μηχανικές ιδιότητές του. Κατά τη χημική αποσάθρωση προκαλείται μεταβολή της χημικής σύστασης ενός ή περισσότερων ορυκτών του πετρώματος συνήθως από το νερό και από τα διαλυμένα σ' αυτό συστατικά του. Οι αποσαθρωτικές επιδράσεις των οργαני-

σμών είναι κυρίως χημικές. Η φυσική αποσάθρωση είναι εντονότερη σε περιοχές ξερές (θερμές ή ψυχρές), σε αντίθεση με τη χημική που υπερέχει σε υγρές και θερμές περιοχές. Γενικά μπορούμε να πούμε, ότι η καταστροφή των πετρωμάτων από φυσικά ή βιολογικά αίτια ανοίγει το δρόμο για τη χημική αποσάθρωση. Με ελάχιστες εξαιρέσεις η σειρά αποσάθρωσης των ορυκτών είναι η ίδια με τη σειρά κρυστάλλωσής τους κατά τη σταδιακή πήξη του μάγματος (σειρά Bowen). Τα ορυκτά που κρυσταλλώνονται πρώτα στο βάθος αποσυνθέτονται και πρώτα στην επιφάνεια της γης. Οι παράγοντες αποσάθρωσης είναι:

1. Φυσικοί παράγοντες

a. Μεταβολή της θερμοκρασίας

Οι απότομες μεταβολές της θερμοκρασίας είναι δυνατό να προκαλέσουν θραύση των πετρωμάτων. Οι θερμοκρασιακές μεταβολές είναι ετήσιες, εποχιακές και ημερήσιες. Οι τελευταίες είναι αυτές κυρίως που επιδρούν πάνω στα πετρώματα αναγκάζοντάς τα να διαστέλλονται και συστέλλονται συνεχώς εξαιτίας της διαφοράς θερμοκρασίας ημέρας - νύκτας. Οι μεγαλύτερες ημερήσιες διαφορές θερμοκρασίας παρατηρούνται κυρίως στις ερήμους (μέχρι 60°C) με αποτέλεσμα η καταστροφή των πετρωμάτων να είναι εντονότερη. Επίσης, όσο περισσότερα είναι τα ορυκτά συστατικά ενός πετρώματος, τόσο εντονότερος είναι ο θρυμματισμός του, γιατί κάθε μεταβολή της θερμοκρασίας διαστέλλει ή συστέλλει άνισα τα διάφορα ορυκτά. Π.χ. ο γρανίτης, επειδή αποτελείται από διαφορετικά ορυκτά που παρουσιάζουν διαφορετικό συντελεστή θερμικής διαστολής, καταστρέφεται ευκολότερα και εντονότερα από ένα μονόμικτο πέτρωμα, όπως είναι ο ασβεστόλιθος.

Η μικρή θερμική αγωγιμότητα του πετρώματος περιορίζει την αύξηση της θερμοκρασίας μόνον εξωτερικά με ταυτόχρονη δημιουργία ρωγμών στην επιφάνειά του. Κατά τη διάρκεια της νύκτας η εξωτερική επιφάνεια του πετρώματος ψύχεται ταχύτερα του εσωτερικού του με αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων ρωγμών καθέτων προς την επιφάνεια του πετρώματος, σε αντίθεση με τις προηγούμενες που είναι παράλληλες προς αυτήν. Η εναλλαγή των δύο αυτών διεργασιών οδηγεί σε μια αργή αποφλοίωση των πετρωμάτων.

Ο θρυμματισμός των πετρωμάτων κυρίως στις ερήμους δεν οφείλεται αποκλειστικά στις θερμοκρασιακές μεταβολές, αλλά και στην απορρόφηση νερού, οπότε δημιουργούνται ισχυρές εσωτερικές τάσεις εξαιτίας της αύξη-

σης του όγκου των πετρωμάτων. Η μεταβολή της θερμοκρασίας από 20 σε 60°C στο χαλαζία δημιουργεί τάση περίπου 540 kg/cm². Η καταστροφή των πετρωμάτων πετυχαίνεται ευκολότερα, όταν έχουν τραχείες επιφάνειες παρά λείες. Τέλος, η ηλιακή ακτινοβολία συμβάλλει στο θρυμματισμό των πετρωμάτων. Έχει αποδειχτεί ότι πετρώματα εκτεθειμένα στον ήλιο καταστρέφονται περισσότερο από εκείνα που βρίσκονται στη σκιά.

β. Πάγος

Είναι γνωστό ότι, όταν το νερό παγώνει ο όγκος του αυξάνει κατά 9,2%. Έχει υπολογιστεί ότι η τάση που αναπτύσσεται εξαιτίας αυτής της αύξησης του όγκου του στους -22°C είναι 2.100 kg/cm². Έτσι, το νερό που πληρώνει τους πόρους και τις ρωγμές ενός πετρώματος, όταν μεταβληθεί σε πάγο δημιουργεί ισχυρές τάσεις, με αποτέλεσμα τον έντονο θρυμματισμό του πετρώματος. Η επίδραση του πάγου είναι εντονότερη σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη και μεγάλα υψόμετρα. Οι ορεινές περιοχές και το τραχύ τοπίο επηρεάζονται ιδιαίτερα από αυτόν τον παράγοντα.

γ. Απόθεση αλάτων

Πολλές φορές είναι δυνατό το νερό των πόρων και ρωγμών ενός πετρώματος να εξατμιστεί αποθέτοντας τα διαλυμένα σ' αυτό άλατα. Με την πάροδο του χρόνου και την επανάληψη του φαινομένου τα άλατα που δημιουργούνται εξασκούν διαρκώς σημαντικές δυνάμεις πάνω στο πέτρωμα με συνέπεια το θρυμματισμό του. Πολλές φορές οι δυνάμεις αυτές οφείλονται στη διόγκωση των αλάτων που σχηματίζονται επειδή απορροφούν νερό. Έχει παρατηρηθεί ότι κατά την αλλαγή ανυδρίτη σε γύψο δημιουργείται τάση περίπου 110 kg/cm². Αυτή όμως προκύπτει μόνον, όταν η διαπερατότητα του ανυδρίτη επιτρέπει την είσοδο ικανής ποσότητας νερού μέσα στη μάζα του, ενώ παράλληλα εμποδίζεται η μετανάστευση των κρυστάλλων της γύψου που σχηματίζονται. Η τάση κρυστάλλωσης αλάτων αποτελεί το σπουδαιότερο παράγοντα αποσάθρωσης σε ξερές περιοχές.

δ. Τεκτονικές πιέσεις

Τα πετρώματα εξαιτίας των τεκτονικών πιέσεων που δέχονται παθαίνουν συνήθως διαστροφισμό και σύνθλιψη με αποτέλεσμα να κατακερματίζονται περιφερειακά. Στα τεμάχια που αποχωρίζονται επιδρούν στη συνέχεια και άλλοι αποσαθρωτικοί παράγοντες.