

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όπως είναι γνωστό τή μελέτη τών πετρωμάτων πού αποτελοῦν τίς βασικές μονάδες τοῦ στερεοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς ἀναλαμβάνει κυρίως ἡ πετρογραφία, ἡ ὁποία ἀσχολεῖται περισσότερο μέ τό περιγραφικό μέρος τους ἀπό χημική, ὀρυκτολογική, μορφολογική καί δομική πλευρά.

Ἡ πετρογένεση μπορούμε νά ποῦμε ὅτι εἶναι ὁ κλάδος ἐκεῖνος πού, ὅπως καί ἡ ἴδια ἡ λέξη φανερώνει, ἀσχολεῖται μέ τή μελέτη τῆς γενέσεως τών πετρωμάτων, δηλαδή, ἐξετάζει τίς διάφορες διεργασίες πού ἔλαβαν χώρα καί τίς συνθήκες πού ἐπικρατοῦσαν κατά τό σχηματισμό τους. Γιά τήν ἐπίτευξη τοῦ σκοποῦ αὐτοῦ γίνεται κατανοητό ὅτι ἐκτός ἀπό τήν προσεκτική παρατήρηση διάφορων στοιχείων πού εἶναι συνδεδεμένα μέ τό ἀντικείμενο τῆς πετρογένεσεως, ἀπαιτεῖται πειραματική ἐργασία καθώς ἐπίσης καί θεωρητική μελέτη, ^{πού} προϋποθέτει ὁπωσδήποτε γενικές γνώσεις πετρογραφίας καί ὀρυκτολογίας καθώς ἐπίσης καί ὀρισμένες ἀρχές τῆς φυσικοχημείας

Παρά τό γεγονός ὅτι τά τρία μεγάλα γνωστά ἀθροίσματα τών πυριγενῶν, ἴζηματογενῶν καί μεταμορφωμένων πετρωμάτων συνδέονται, ἀπό ἀποψη σχηματισμοῦ, στενά τό ἓνα μέ τό ἄλλο, θεωρεῖται ὅτι θά εἶναι ἀπλούστερο νά συζητηθεῖ πετρογενετικά καθένα ἀπό αὐτά ξεχωριστά, ἀρχίζοντας ἀπό τά πυριγενή.

ΠΕΤΡΟΓΕΝΕΣΗ ΤΩΝ ΠΥΡΙΓΕΝΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ

Ἡ προέλευση τών πυριγενῶν πετρωμάτων εἶναι ἓνα πολύπλοκο πρόβλημα. Δυστυχῶς μόνο οἱ διεργασίες πού ἐκδηλώνονται ἀπό ἠφαιστειακές ἐκρήξεις μπορεῖ νά παρατηρηθοῦν ἀπευθείας. Γιά πληροφορίες πού ἀφοροῦν φαινόμενα, πού συμβαίνουν κάτω ἀπό τήν

έκφάνεια τῆς γῆς στηριζόμαστε συνήθως πάνω σέ ἔμμεσες ἐνδείξεις.

Ἡ μεγαλύτερη δυσκολία πού χαρακτηρίζει τή μελέτη τῆς πετρογενέσεως τῶν πυριγενῶν πετρωμάτων προέρχεται ἀπό τήν ἀναγκασιότητα τῆς ἐρμηνείας πολύ μακρῶν καί πολύπλοκων διαδοχικῶν γεγονότων. Ἡ ἱστορία τῶν πυριγενῶν πετρωμάτων ἀρχίζει τυκικά μέ τή δημιουργία τοῦ μάγματος, ἀκολουθεῖ μέ τήν ἀνοδο καί τήν τοποθέτησή του σέ κάποιο χῶρο καί συνεχίζεται μέ τή στερεοποίηση καί τήν τελική φύση. Κάθε ἀλλαγή δέ ἀντανακλᾷ μία μετακίνηση πρὸς ἓνα στάδιο ἰσορροπίας μέσα στό περιβάλλον. Πρόσδος στή μελέτη τῶν πυριγενῶν πετρωμάτων σημειώνεται ἀπό ἐξαιρετικά λεπτομερεῖς ἐξετάσεις καί ἀπό ἐργαστηριακές ἔρευνες πού ἡ πραγματοποίησή τους γίνεται μέ διαρκῶς βελτιωμένες τεχνικές. Εἰδικά κατὰ τή διάρκεια τῶν τελευταίων τεσσάρων δεκαετιῶν ἡ αὔξηση τῶν γνώσεων πάνω στά ἀντικείμενα αὐτά ἔχει φθάσει σέ ὑψηλό ἐπίπεδο, χωρὶς ὅμως νά δύναται καί κλήρης ἐξήγηση στά περισσότερα ἀπό τά προβλήματα πού κάθε τόσο προκύπτουν.

Μέχρι πρὶν ἀπό λίγο οἱ πλεοῦς πολλοὶ γεωλόγοι θεωροῦσαν ὅτι τό μάγμα δημιουργεῖται σέ θέσεις πολύ χαμηλότερες ἀπό ἐκεῖνες πού βρῖσκαται τό ἐπίπεδο τῶν πετρωμάτων, τά ὅποια ἀκολουθῶς αὐτό διαπερνᾷ. Ἡ ἄποψη αὐτή ὑποστήριζε ἀκόμη ὅτι τό μάγμα δημιουργεῖται μέ μορφή καί μέγεθος σωμάτων πού συμφωνοῦν μέ τίς διαστάσεις γνωστῶν γρανιτικῶν ἐμφανίσεων. φαινόταν πάντοτε λογικό νά ὑποστηριχθεῖ ὅτι πρέπει νά ὑπάρχει μιὰ σαφής διάκριση μεταξύ διεισδύοντος καί διεισδυομένου πετρώματος, παρόλο πού πολλές ἐπαφές δέ δεύχνουν παρόμοιες ἐνδείξεις. Ἐπίσης κλιστευόταν ὅτι κάθε μάγμα πρέπει νά εἶναι τελικά ὑγρό.

Γιά πολλά πυριγενή σώματα, ἔσως γιά τό σύνολο τῶν ἐκτεθῆμενων πλουτωνικῶν πετρωμάτων καί γιά ὅλα τά ἐκρηξιγενή, δέν ὑπάρχει καμμία ἐνδειξη μέχρι τώρα πού νά ὑποστηρίζεται καί νά ἐπι-

βεβαιώνει τις γενικές αυτές υποθέσεις. Όμως, έρευνες των τελευταίων χρόνων δείχνουν πραγματικά, ότι όρισμένα από τα πυριγενή πετρώματα δεν είναι προϊόντα μάγματος σύμφωνα με την "πατροκαράδοτη" σημασία του όρου.

Σήμερα κάθε άποψη μαγματισμού υπόκειται σε λεπτομερή έ-
πανεξέταση. Μία πάρα πολύ καλή μέθοδος για τις έρευνες αυ-
του του είδους είναι μία σειρά εργαστηριακών μελετών που έπι-
νοήθηκαν, για να μάς φέρουν όλο και πιο κοντά στην πραγματικό-
τητα και να μάς παρουσιάσουν τις συνθήκες, που υποτίθεται ότι έ-
λέγχουν τις διεργασίες που γίνονται σε βαθύτερα σημεία. Ύψη-
λή θερμοκρασία και ύψηλή πίεση μαζί ήταν δυνατό να πραγματοποιη-
θούν και πριν από πολλά χρόνια. Σήμερα όμως οι παράγοντες αυ-
τοί συνδυάζονται με έπιτυχία και με ένα άκρημη νέο συστατικό, τό
νερό, με πολύ αξιόλογα άποτελέσματα.

Τό νερό παίζει σημαντικό ρόλο, κυρίως κατά δύο τρόπους.
Σε ύψηλή θερμοκρασία μπορεί να χρησιμοποιηθούν οι ύδρατιού για
να έξασησουν την άναγκαία ύψηλή πίεση. Ή παρουσία του νερού
άκρημη χαμηλώνει τη θερμοκρασία στην όποία συμβαίνουν πολλές με-
τατροπές. Άπό πειράματα που έγιναν τελευταία με ποσοτικά δε-
δομένα δείχτηκε, ότι τόσο η κρυστάλλωση όσο και η ρευστοποίηση
των κυριτικών με την παρουσία σημαντικής ποσότητας νερού γί-
νονται σε θερμοκρασίες μερικων έκατοντάδων βαθμών χαμηλότερα, ά-
πό όμοιες άλλες που περιλαμβάνουν τα ίδια συστατικά αλλά σε
άνυδρη κατάσταση. Τέτοια πειράματα άπαιτούν όπωσδήποτε μεγάλα
χρονικά διαστήματα και συνεχώς νέες πειραματικές συσκευές μελέ-
της. Γι' αυτό και οι έρευνες αυτές περιορίζονται μέχρι τώρα
στην εξέταση λίγων μόνο συστατικών. Ή έπιτυχία τους όμως ά-
ποδείχτηκε τόσο σημαντική που δεν είναι άπίθανο να προβλέψου-
με ένα μέλλον, όπου συνθετικά τήγματα θα πλησιάζουν τη φύση των
περίπλοκων φυσικών μαγμάτων και θα λέει μόνο τό στοιχειο'γειω-
λογικός χρόνος!

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΓΗΣ

Πρίν προχωρήσουμε στο κατεξοχή αντικείμενο, είναι σκόπιμο νά αναφερθοῦμε σύντομα στις απόψεις, που επικρατοῦν για τή δομή καί τή σύσταση τῆς γῆς.

Σχετικά μέ τό θέμα αὐτό ἔχουν κατά καιρούς προταθεῖ διάφορες απόψεις, οἱ ὁποῖες στά τελευταῖα χρόνια ὕστερα ἀπό γεωφυσικές καί γεωχημικές ἀποδείξεις ἔχουν ἀναθεωρηθεῖ κατά ἓνα μεγάλο βαθμό καί ἀναφέρονται σέ πολλά εἰδικά συγγράμματα. Νομίζουμε ὅτι δέν είναι ἀνάγκη νά ἐπαναληφθοῦν τά στοιχεῖα αὐτά καί ἐδῶ λεπτομερῶς. Ἀπλά καί μόνο θά ἀσχοληθοῦμε σέ γενικές γραμμές μέ τό αντικείμενο αὐτό, για νά ὑπενθυμίσουμε ἴσως γνωστές ἔννοιες, βασικές ὁμως για τήν κατανόηση προβλημάτων, που θά προκύψουν κατά τήν ἀνάπτυξη καί θά σχετίζονται πρός αὐτές.

Μέ τίς δύο γνωστές ἐπιφάνειες ἀσυνεχεῖας τοῦ Mohorovicic καί τοῦ Gutenberg ἡ γῆ χωρίζεται βασικά σέ τρεῖς συγκεντρικές ζῶνες. Μία λεπτή, που ὀνομάζεται στερεός φλοιός καί ἡ ὁποῖα καλύπτει τό τμήμα ἀπό τήν ἐπιφάνεια τῆς γῆς μέχρι καί τήν ἀσυνέχεια τοῦ Mohorovicic. Μία δεύτερη, ὑποκείμενη τῆς πρώτης, που ὀνομάζεται μανδύας καί φθάνει ὡς τήν ἀσυνέχεια Gutenberg καί μία τρίτη, που ἐπικαλύπτεται ἀπό τήν προηγουμένη καί φθάνει μέχρι τό κέντρο τῆς γῆς, που ἀποτελεῖ τόν πυρήνα. Οἱ δύο πρῶτες ἀπό αὐτές είναι ἐκεῖνες που μᾶς ἐνδιαφέρουν περισσότερο, γιατί αὐτές θεωρεῖται ὅτι ἔχουν ἄμεση σχέση μέ τή γένεση τῶν πετρωμάτων.

Ὁ στερεός φλοιός ποικίλλει σέ πάχος, τό ὁποῖο κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 30 καί 60 Km, μπορεῖ ὁμως αὐτό νά ἀῦξηθεῖ στις ἠπειρούς ἢ νά ἐλαττωθεῖ στους ὠκεανούς μέχρι καί 3 Km ἢ ἀκόμα λιγότερο.

Ὁ φλοιός διαιρεῖται σέ ἠπειρωτικό καί ὠκεάνιο καί μπορεῖ

νά συνίσταται από τὰ ἐξῆς στρώματα πετρωμάτων, πού ὁ χαρακτηριζοῦν τους γίνεται κυρίως μέ βάση τῆς ταχύτητες μεταβολῆς τῶν σεισμικῶν κυμάτων. α) Τό ἐξώτατο τμήμα πιστεύεται ὅτι συνίσταται ἀπό λεπτό στρώμα διάφορων ὑλικῶν πού ἀποτέθηκαν στό παρελθόν μέ μορφή ἰζημάτων. β) Κάτω ἀπό αὐτό τό στρώμα ἀκολουθεῖ ζώνη μέ πάχος 10 Km περίπου, ἡ ὁποία θεωρεῖται ὅτι γίνεται ἀπό πετρώματα πού μέ τό γενικό ὄρο ὀνομάζονται γρανιτικά (δηλ. γρανίτες, γρανοδιωρίτες, χαλαζιακοί διορίτες κλπ.). Ἡ πυκνότητα τῆς ζώνης αὐτῆς εἶναι περίπου 2,7 καί ἐπειδή ἀπό χημική πλευρά ἐπικρατοῦν στή σύσταση τῶν πετρωμάτων αὐτῶν τό πυρίτιο, Si καί τό ἀργίλλιο, Al, χαρακτηρίζεται σάν SiAl. γ) Τέλος ἀκολουθεῖ τό παχύτερο ἀπό ὅλα στρώμα τοῦ φλοιοῦ, τό ὁποῖο συνίσταται ἀπό πετρώματα χαρακτηριζόμενα σάν βασαλτικά (βασάλτης, διαβάσης, γάββρος κ.λ.π.). Ἡ πυκνότητά του εἶναι περίπου 2,8 καί ἐπειδή τὰ στοιχεῖα πού ἐπικρατοῦν στήν σύσταση τῶν ὀρυκτολογικῶν συστατικῶν αὐτῶν τῶν πετρωμάτων, εἶναι τό πυρίτιο, Si, τό ἀργίλλιο Al καί τό μαγνήσιο Mg καί στή βάση ἔρχονται σέ ἐπαφή μέ μεταβατικούς τύπους πετρωμάτων, ὅπου ἐπικρατεῖ τό Si καί τό Mg, τό τμήμα αὐτό ὀνομαζόταν παλιότερα SiAlma, τελευταῖα ὅμως χαρακτηρίζεται σάν SiMa, χωρίς στήν πραγματικότητα νά ἀνταποκρίνεται πλήρως ὁ συντομογραφικός αὐτός χαρακτηρισμός καί στήν πραγματική χημική σύσταση τῶν πετρωμάτων αὐτῶν.

*Ὁλος ὁ φλοιός θεωρεῖται ὅτι ἐπιπλέει ὑδροστατικά πάνω στό ἄμεσα ὑποκείμενο τμήμα τοῦ μανδύα.

Ἐπίστευτέον ὅτι ὁ στερεός φλοιός τῆς γῆς μέ τό ἀνώτερο τμήμα τοῦ μανδύα ἀποτελοῦν τήν καλούμενη λιθόσφαιρα, ἡ ὁποία ἀποτελεῖται ἀπό ἐννέα κυρίως στοιχεῖα πού καλύπτουν περίπου τό 99% τῆς συστάσεώς της καί τὰ ὁποῖα εἶναι:

O = 47,7%, Si = 27,7%, Al = 8%, Fe = 5%, Ca = 3,65%, Na = 2,75%
K = 2,85%, Mg = 2,08%, Ti = 0,62%.

Όλα τὰ ὑπόλοιπα στοιχεία ἀποτελοῦν μόλις τὸ 1% τῆς συστάσεώς της. Ὁ μανδύας τῆς γῆς ἐκτείνεται ἀπὸ τὴν ἀσυνέχεια τοῦ Mohorovicicic σὲ βάθος 2900km περίπου ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια καὶ διαιρεῖται μὲ τὴν ἀναφερόμενη σὰν ἀσυνέχεια τοῦ Repetti, πού βρῖσκεται σὲ βάθος 900km περίπου στὸν ἐξωτερικὸ ἢ ἄνω μανδύα καὶ στὸν ἐσωτερικὸ ἢ κάτω μανδύα. Τὸ ἄνω τμήμα τοῦ ἐξωτερικοῦ μανδύα θεωρεῖται ὅτι ἀποτελεῖται ἀπὸ ἐκλογιτικά καὶ περιδοτικὰ πετρώματα καὶ ἔχει πυκνότητα περίπου 3,5 - 4. Τὸ κάτω τμήμα τοῦ ἐξωτερικοῦ μανδύα θεωρεῖται ὅτι ἀποτελεῖται ἀπὸ ὑπερβασιικά πετρώματα, στή χημικὴ σύσταση τῶν ὁποίων μετέχει ἐκτός ἀπὸ τὸ πυρίτιο καὶ τὸ μαγνήσιο σὲ μεγάλο ποσοστὸ καὶ ὁ Fe. Ἡ πυκνότητα τοῦ τμήματος αὐτοῦ θεωρεῖται ὅτι ἔχει πλατύτερα ὄρια μεταβολῆς καὶ κυμαίνεται μεταξύ 3,4 καὶ 6. Τὸ τμήμα αὐτὸ πιστεύεται ὅτι ἀποτελεῖ τὴν ἔδρα τῶν ἐνδογενῶν γεωλογικῶν παραγόντων καὶ τοῦ γῆϊνου μαγνητισμοῦ.

Ὁ ἐσωτερικὸς μανδύας θεωρεῖται ὅτι γίνεταί ἀπὸ ὕλικά μὲ ἀβέβαιη πετρολογικὴ σύνθεση καὶ οἱ ἀπόψεις τῶν ἐρευνητῶν γιὰ τὴ σύσταση τοῦ τμήματος αὐτοῦ δέν συμπέπτουν. Μερικοὶ θεωροῦν ὅτι τὴ βάση τοῦ ἐσωτερικοῦ μανδύα ἀποτελοῦν κυριτικὲς ἐνώσεις τοῦ Fe καὶ αὐτοφυῆς Fe, ἐνῶ ἄλλοι θεωροῦν ὅτι αὐτὸς συνίσταται κυρίως ἀπὸ ὀξυγονοῦχες καὶ θειοῦχες ἐνώσεις τοῦ Fe καθὼς καὶ ἄλλων βαρέων μετάλλων.

Τέλος γιὰ τὸ κάτω ἀπὸ τὴν ἀσυνέχεια τοῦ Gutenberg καὶ μέχρι τὸ κέντρο τῆς γῆς εὐρισκόμενο τμήμα πού ἀποτελεῖ τὸν ὀνομαζόμενο πυρήνα ὑποστηρίζεται ὅτι ἡ ὕλη του συμπεριφέρεται μηχανικὰ ὡς ρευστὸ μὲ μεγάλη ἀκαμψία. Γιὰ τὸ εἶδος τῶν ὑλικῶν ἀπὸ τὸ ὁποῖα ἀποτελεῖται διατυπώθηκαν πολλές ἀπόψεις καὶ ἄλλοι μὲν ὑποστηρίζουν ὅτι αὐτὰ εἶναι κυρίως σίδηρος καὶ νικέλιο, ἐηλαδὴ ὕλικά ὅμοια περίπου μὲ ἐκεῖνα πού βρῖσκονται στοὺς μετεω-

ρίτες, ἄλλοι δέ ὄτι συνίσταται ἀπό ὕλη ὅμοια μέ ἐκεῖνη πού εἶχε ἡ γῆ στήν ἀρχή τῆς γενέσεώς της καί ὕδια μέ ἐκεῖνη τοῦ ἡλίου. Ἐπικρατεῖ δηλαδή τό H_2 καί τό ἥλιον (He) σέ ρευστή κατάσταση λόγω τῶν ὑψηλῶν πιέσεων.