

1

ΘΑΛΑΣΣΕΣ - ΩΚΕΑΝΟΙ

1.1. Γενικά

Όπως είναι γνωστό τα 3/4 της επιφάνειας της γης καλύπτονται με νερό. Το σύνολο όλων των υδάτινων αποθεμάτων που υπάρχουν στη γη χαρακτηρίζεται ως υδρόσφαιρα.

Οι ποσότητες του νερού στην υδρόσφαιρα (συνολική ποσότητα = $1,4 \times 10^{18} \text{ m}^3$) κατατάσσονται σε τρεις χώρους ανάλογα με το μέγεθός τους.

1. Θάλασσες
2. Νερό των ηπείρων
3. Νερό της ατμόσφαιρας

Το μεγαλύτερο μέρος του νερού της υδρόσφαιρας (περίπου 97,3%) κατανέμεται στους ωκεανούς και τις θάλασσες. Το υπόλοιπο 2,7% κατανέμεται στις ηπείρους, όπου το μεγαλύτερο μέρος βρίσκεται στους παγετώνες των οροσειρών και στην Ανταρκτική. Η ποσότητα του νερού που βρίσκεται στην ατμόσφαιρα ισούται με το ένα εκατοστό του χιλιοστού της συνολικής ποσότητας της υδρόσφαιρας. Η επίδρασή του όμως στις κλιματολογικές συνθήκες των διαφόρων περιοχών είναι αποφασιστικής σημασίας.

Οι θάλασσες, οι ηπείροι και η ατμόσφαιρα, όπου αποθηκεύονται μεγάλες ποσότητες νερού, δεν αποτελούν ξεχωριστούς χώρους, αλλά βρίσκονται σε μια συνεχή αλληλεπίδραση.

Η επιφάνεια που καλύπτεται από τους ωκεανούς είναι άνισα κατανεμημένη στα δύο ημισφαίρια. Έτσι το βόρειο καλύπτεται από 60,7% θάλασσα, ενώ το νότιο από 80,9%. Ο Ειρηνικός ωκεανός είναι μεγαλύτερος τόσο σε έκταση όσο και σε όγκο και ακολουθεί ο Ατλαντικός και κατόπι ο Ινδικός.

Οι ιδιότητες του θαλασσινού νερού είναι παρόμοιες με εκείνες του νερού. Οι υψηλές λανθάνουσες θερμότητες τήξης και εξάτμισης, η μεγάλη θερμοχωρητικότητα και τα υψηλά σημεία ζέσης και πήξης που προσδίδουν στο νερό χαρακτηριστικές ιδιότητες συναντώνται και στο θαλασσινό νερό.

1.2. Συστατικά του θαλασσινού νερού

Το θαλασσινό νερό περιέχει διάφορα άλατα, ιχνοστοιχεία και αέρια. Η σύσταση της θάλασσας μπορεί να μεταβάλλεται βραχυπρόθεσμα λόγω βιολογικών διεργασιών (π.χ. επίδραση της θερμοκρασίας), αλλά κυρίως λόγω της εισροής αποβλήτων και τοξικών ουσιών.

Τα νερά των ωκεανών ανανεώνονται περίπου κάθε 2.500-4.000 χρόνια. Η χωρική κατανομή του περιεχόμενου των ωκεανών καθορίζεται από την κίνηση του νερού. Η κίνηση αυτή είναι το αποτέλεσμα διαφοροποιήσεων στη θερμότητα και την πυκνότητα (σε συνάρτηση με την αλατότητα και τη θερμοκρασία), αλλά και διεργασιών ανάμειξης στην επιφάνεια, λόγω της επίδρασης των ανέμων.

Η παρουσία των διαφόρων ιόντων και ενώσεων στα νερά των ωκεανών καθορίζεται από τον χρόνο παραμονής τους, ο οποίος είναι συνάρτηση της δραστηριότητας του εκάστοτε ιόντος ή της εκάστοτε ένωσης. Το θαλασσινό νερό αποτελεί ένα περίπλοκο σύστημα, με υψηλή ρυθμιστική ικανότητα (το pH κυμαίνεται από 8,0 έως 8,4, η πυκνότητα στην επιφάνειά του από 1,020 έως 1,029 g/cm³ και η μέση παγκόσμια θερμοκρασία 17°C). Η επιφανειακή θερμοκρασία του νερού μεταβάλλεται με το γεωγραφικό πλάτος από -2°C έως > 35°C, ενώ παρατηρείται θερμοκρασιακή βαθμίδωση και συναρτήση του βάρους.

Οι σχετικές αναλογίες των κυριότερων ιόντων παραμένουν κατά προσέγγιση σταθερές σε όλους τους ωκεανούς. Λόγω της μειωμένης δραστηριότητάς τους, τα ιόντα αυτά παραμένουν για περισσότερο χρόνο σε διάλυμα. Η κύρια ένωση είναι το NaCl, του οποίου η συνήθης συγκέντρωση (αν και όχι σταθερή) κυμαίνεται ανάμεσα στα 500-560 mmol/L. Η συγκέντρωση αυτή αντιπροσωπεύει το 75% των ολικών διαλυμένων στερεών και η αλατότητα που απομένει, προέρχεται κυρίως από χλωριούχα και θειικά άλατα του Mg, του Ca και του K.

Από θερμοδυναμικά δεδομένα προκύπτει ότι τα κύρια κατιόντα Na⁺, K⁺, Ca²⁺ και Mg²⁺ αλλά και το ανιόν Cl⁻, υπάρχουν κατ' εξοχήν στη μη συμπλοκοποιημένη τους μορφή. Από την άλλη, στοιχεία σε μικρότερες συγκεντρώσεις (< 1 ppm) ανιχνεύονται κατά κύριο λόγο ως σύμπλοκα ιόντα ή ως ζεύγη ιόντων. Τα μεταλλικά κατιόντα σχηματίζουν συνήθως υδροξυ-σύμπλοκα και σε μικρότερο ποσοστό ανθρακικά και χλωριούχα σύμπλοκα.

Η συγκέντρωση και κατανομή των στοιχείων που απαντούν σε χαμηλότερη συγκέντρωση, καθώς και των ιχνοστοιχείων, ποικίλλει σημαντικά ανάλογα με τη ζώνη όπου βρίσκεται ο εν λόγω ωκεανός. Η παρουσία τους ή όχι εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως: εισροές από την ατμόσφαιρα, στραγγίσματα από ποταμούς, κατανομή των χημικών ειδών, υδροθερμικές εισροές, αντιδράσεις οξειδοαναγωγής, προσρόφηση και απομάκρυνση μέσω σωματιδίων που καθιζάνουν, και βιολογική πρόσληψη ή απελευθέρωση.

Η διαλυτοποίηση των αερίων και οι βιολογικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στα διάφορα στρώματα του ωκεανού επηρεάζονται από την ένταση των επιφανειακών κινήσεων και των ρευμάτων του θαλασσινού νερού, καθώς και από τις διαφορές στην πυκνότητα. Οι συνθήκες αυτές καθορίζουν την παρουσία ή την απουσία ιχνοστοιχείων και θρεπτικών συστατικών. Ισχυρές διεργασίες ανάμειξης ευνοούν

τη μεταφορά και τη διαλυτοποίηση των αερίων στα ανώτερα στρώματα του ωκεανού. Σε αυτή την περίπτωση παρατηρούνται σχετικά υψηλά επίπεδα οξυγόνου, λόγω της ισορροπίας με τον αέρα, και διαμορφώνεται έτσι ένα μέσο με υψηλό οξειδωτικό δυναμικό, το οποίο ευνοεί τις αντιδράσεις οξειδωσης και τις αερόβιες βιολογικές διεργασίες. Αντίθετα, στα βαθύτερα στρώματα, τα επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου είναι πολύ χαμηλά, με αποτέλεσμα να ευνοούνται τα αναγωγικά φαινόμενα και οι αναερόβιες βιολογικές διεργασίες.

Στον πίνακα 1.1. δίνεται η συγκέντρωση των στοιχείων σε mg/l που περιέχονται στο θαλασσινό νερό και οι ενώσεις με τις οποίες κυρίως εμφανίζονται. Το μεγαλύτερο μέρος των στοιχείων είναι διαλυμένο στο θαλασσινό νερό με τη μορφή αλάτων, ενώ ένα μικρό μέρος βρίσκεται με τη μορφή διαλυμένων αερίων. Τα πιο σημαντικά διαλυμένα αέρια είναι το οξυγόνο και το διοξείδιο του άνθρακα.

Όπως φαίνεται και από τον πίνακα, τα περισσότερα στοιχεία βρίσκονται σε μικρές συγκεντρώσεις και για το λόγο αυτό, παρά τα τεράστια αποθέματα, η ανάκτησή τους δεν είναι οικονομικά συμφέρουσα.

Το κυριότερο χαρακτηριστικό στοιχείο του θαλασσινού νερού είναι το χλώριο που βρίσκεται διαλυμένο σ' αυτό, με τη μορφή του ανιόντος Cl^- (19g/kg). Άλλα στοιχεία είναι το νάτριο, σαν Na^+ (11 g/kg), το μαγνήσιο, σαν Mg^{++} (1,3 g/kg) και το θείο με τη μορφή θειϊκών SO_4^- (0,9 g/kg).

Τα στοιχεία ασβέστιο (Ca), κάλιο (K), τα όξινα ανθρακικά ιόντα (HCO_3^-) και τα βρωμιούχα (Br^-) βρίσκονται σε συγκεντρώσεις $> 0,001\%$, ενώ τα υπόλοιπα στοιχεία βρίσκονται σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις και πολλά από αυτά κάτω από το όριο ανίχνευσης.

Η αλατότητα του θαλασσινού νερού κυμαίνεται μεταξύ 32-37,5‰. Όταν η αλατότητα βρεθεί μικρότερη από 32‰, σημαίνει ότι έχει αναμιχθεί με γλυκά νερά.

Η οριζόντια κατανομή της αλατότητας παρουσιάζει ελάχιστα στους πόλους και μέγιστα στις τροπικές ζώνες. Αυτό σχετίζεται με την εξάτμιση και τις βροχοπτώσεις. Στην Ερυθρά θάλασσα, όπου έχουμε μεγάλο ποσοστό εξάτμισης και μικρό ποσοστό βροχοπτώσεων η αλατότητα φθάνει μέχρι και 43‰.

Σαν αλατότητα ορίζεται η συνολική ποσότητα των στερεών ουσιών σε g, που περιέχονται σε 1 Kg θαλασσινού νερού, όταν όλα τα ανθρακικά έχουν μετατραπεί σε οξείδια, τα βρωμιούχα και ιωδιούχα έχουν αντικατασταθεί από χλωριούχα και έχει οξειδωθεί όλη η οργανική ύλη.

Σαν χλωριότητα (chlorinity) ορίζεται το συνολικό ποσό χλωρίου, βρωμίου και ιωδίου σε g, που περιέχονται σε 1 kg θαλασσινού νερού, υποθέτοντας ότι το βρώμιο και ιώδιο έχουν αντικατασταθεί από χλώριο.

Και οι δύο παράμετροι εκφράζονται σε g/kg ή επί τοις χιλίοις (‰) και συνδέονται με τον εμπειρικό τύπο:

$$S\% = 0.03 + 1.803 \times \text{Cl}\% \quad \text{ή}$$

$$S\% = 1.80655 \times \text{Cl}\%$$

όπου: S = Αλατότητα και Cl = Χλωριότητα

Σήμερα η αλατότητα δεν υπολογίζεται μέσω της χλωριότητας, αλλά υπάρχουν σύγχρονα όργανα (σαλινόμετρα) με τα οποία μετρείται απευθείας.

Πίνακας 1.1. Συγκέντρωση στοιχείων (mg/l) που περιέχονται στο θαλασσινό νερό

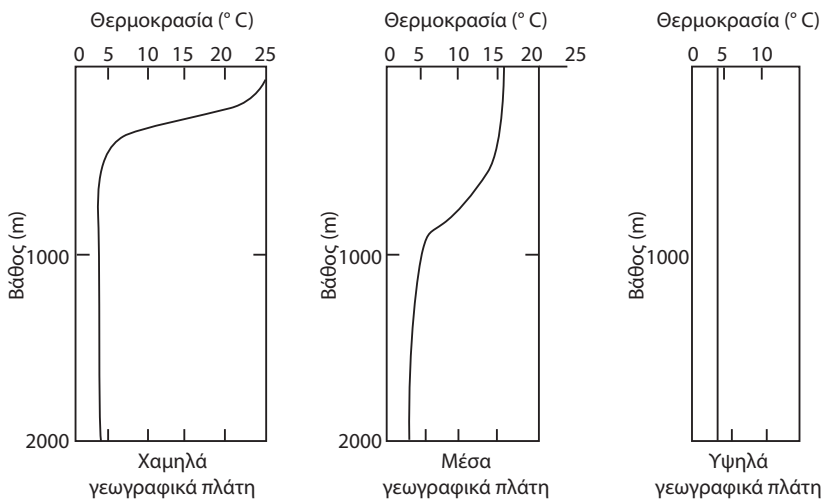
| Στοιχείο | Συγκέντρωση mg/l | Κυριότερες ενώσεις με τις οποίες εμφανίζονται | Χρόνος παραμονής σε έτη |
|----------|---------------------|--|----------------------------|
| C | 28 | HCO ₃ ⁻ , H ₂ CO ₃ , CO ₃ ²⁻ , οργανικές ενώσεις | — |
| N | 0.5 | NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , N ₂ (g), οργανικές ενώσεις | — |
| O | 857.000 | H ₂ O, O ₂ (g), SO ₄ ²⁻ και άλλα ανιόντα | — |
| F | 1.3 | F ⁻ | — |
| Ne | 0.0001 | Ne(g) | — |
| Na | 10.500 | Na ⁺ | 2.6 × 10 ⁸ |
| Mg | 1350 | Mg ²⁺ , MgSO ₄ | 4.5 × 10 ⁷ |
| Al | 0.01 | — | 1.0 × 10 ² |
| Si | 3 | Si(OH) ₄ , Si(OH) ₃ O ⁻ | 8.0 × 10 ³ |
| P | 0.07 | HPO ₄ ²⁻ , H ₂ PO ₄ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , H ₃ PO ₄ | — |
| S | 885 | SO ₄ ²⁻ | — |
| Cl | 19.000 | Cl ⁻ | — |
| K | 380 | K ⁺ | 1.1 × 10 ⁷ |
| Ca | 400 | Ca ²⁺ , CaSO ₄ | 8.0 × 10 ⁶ |
| V | 0.002 | VO ₂ (OH) ₄ ²⁻ | 1.0 × 10 ⁴ |
| Cr | 0.00005 | — | 3.5 × 10 ² |
| Mn | 0.002 | Mn ²⁺ , MnSO ₄ | 1.4 × 10 ³ |
| Fe | 0.01 | Fe(OH) ₃ (s) | 1.4 × 10 ² |
| Co | 0.0005 | Co ²⁺ , CoSO ₄ | 1.8 × 10 ⁴ |
| Ni | 0.02 | Ni ²⁺ , NiSO ₄ | 1.8 × 10 ⁴ |
| Cu | 0.003 | Cu ²⁺ , CuSO ₄ | 5.0 × 10 ⁴ |
| Zn | 0.01 | Zn ²⁺ , ZnSO ₄ | 1.8 × 10 ⁵ |
| As | 0.003 | HAsO ₄ ²⁻ , H ₂ AsO ₄ ⁻ , H ₃ AsO ₄ , H ₃ AsO ₃ | — |
| Br | 65 | Br ⁻ | — |
| Rb | 0.12 | Rb ⁺ | 2.7 × 10 ⁵ |
| Sr | 8 | Sr ²⁺ , SrSO ₄ | 1.9 × 10 ⁷ |
| Ag | 0.00004 | AgCl ₂ ⁻ , AgCl ₃ ²⁻ | 2.1 × 10 ⁶ |
| Cd | 0.00011 | Cd ²⁺ , CdCl ⁺ | 5.0 × 10 ⁵ |
| Sn | 0.0008 | — | 1.0 × 10 ⁵ |
| Ba | 0.03 | Ba ²⁺ , BaSO ₄ | 8.4 × 10 ⁴ |
| Au | 0.000004 | AuCl ₄ ⁻ | 5.6 × 10 ⁵ |
| Hg | 0.00003 | HgCl ₃ ⁻ , HgCl ₄ ²⁻ | 4.2 × 10 ⁴ |
| Pb | 0.00003 | Pb ²⁺ , PbSO ₄ | 1.0 × 10 ³ |

Η συγκέντρωση του οξυγόνου στο θαλασσινό νερό κυμαίνεται από 0 μέχρι 9 mg/l. Οι υψηλές συγκεντρώσεις παρατηρούνται στην επιφάνεια του νερού. Στα μεγάλα βάθη η συγκέντρωση του οξυγόνου ελαττώνεται σημαντικά και πλησιάζει το μηδέν, λόγω κυρίως της εντατικής δράσης των βακτηριδίων που καταναλώνουν οξυγόνο.

Το pH του θαλασσινού νερού κυμαίνεται από 8.0 έως 8.4. Η σταθερότητα του pH οφείλεται κυρίως στην παρουσία των ανθρακικών ιόντων.

Η θερμοκρασία του θαλασσινού νερού στις θάλασσες και τους ωκεανούς παρουσιάζει ορισμένες διακυμάνσεις τόσο κάθετα, όσο και οριζόντια. Στα μεγάλα βάθη η θερμοκρασία είναι 2-4°C σ' όλα τα πλάτη. Αντίθετα, στην επιφάνεια παρατηρούνται σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα χαμηλά και υψηλά γεωγραφικά πλάτη.

Στο Σχ. 1.1. δίνεται η κάθετη κατανομή της θερμοκρασίας συναρτήσει του βάθους για διάφορα γεωγραφικά πλάτη.



Σχήμα 1.1. Κατανομή της θερμοκρασίας συναρτήσει του βάθους στα διάφορα γεωγραφικά πλάτη.

1.3. Θαλάσσια ρεύματα

Οι υδάτινες μάζες των ωκεανών βρίσκονται σε συνεχή κίνηση. Όταν οι κινήσεις του νερού γίνονται προς μια προτιμώμενη κατεύθυνση, τότε μιλάμε για θαλάσσια ρεύματα.

Τα αίτια που προκαλούν τα ρεύματα είναι διάφορα. Οι σπουδαιότεροι παράγοντες που μπορούν να προκαλέσουν τα θαλάσσια ρεύματα είναι οι άνεμοι, διαφορές πυκνότητας ανάμεσα στις υδάτινες μάζες καθώς και διαφορές στη μεταφορά θερμότητας ανάμεσα στον ατμοσφαιρικό αέρα και το νερό.

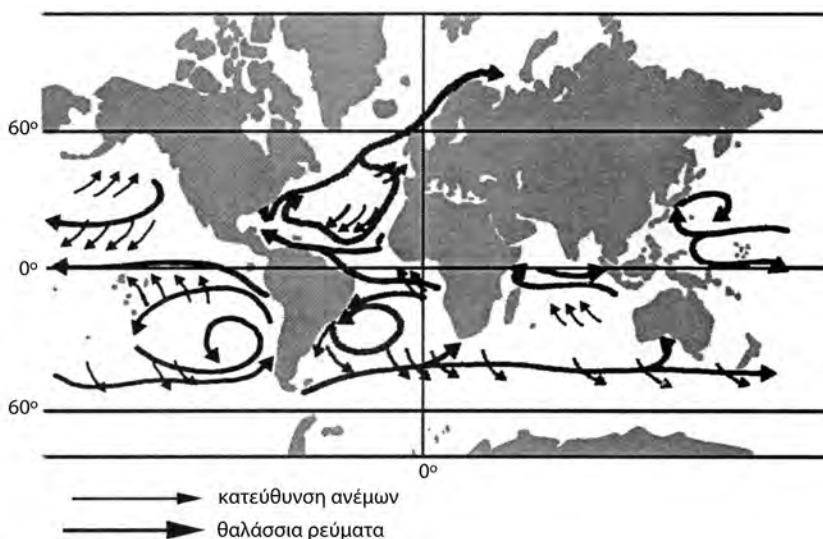
Η περιστροφή της γης, η μορφή των ηπείρων, υποθαλάσσιοι γεωλογικοί σχηματισμοί και οι παλιρροϊακές δυνάμεις, καθορίζουν κυρίως την κατεύθυνση των

θαλάσσιων ρευμάτων, με αποτέλεσμα ο υπολογισμός της να είναι εξαιρετικά πολύπλοκος, λόγω του μεγάλου πλήθους των παραμέτρων. Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1.2, η διεύθυνση των ρευμάτων δεν συμπίπτει με αυτή των ανέμων.

Λόγω της περιστροφής της γης και της δύναμης Coriolis, τα ρεύματα αποκλίνουν κατά μια ορισμένη γωνία από τη διεύθυνση του ανέμου. Στο Βόρειο ημισφαίριο, η απόκλιση όλων των ρευμάτων γίνεται κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού, ενώ στο Νότιο κατά την αντίθετη φορά. Επειδή συγχρόνως και οι κύριες διευθύνσεις των ανέμων υφίστανται τις ίδιες αποκλίσεις, προκύπτει μια επιπρόσθετη ενίσχυση των δυνάμεων απόκλισης.

Η απόκλιση των ρευμάτων είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο πιο βαθιά βρίσκεται η υδάτινη στήλη.

Διακρίνουμε δύο βασικούς τύπους ρευμάτων: τα επιφανειακά και τα βαθιά. Τα σπουδαιότερα επιφανειακά ρεύματα σχηματίζονται στη ζώνη του Ισημερινού, ανάμεσα στο Βόρειο και Νότιο τροπικό.

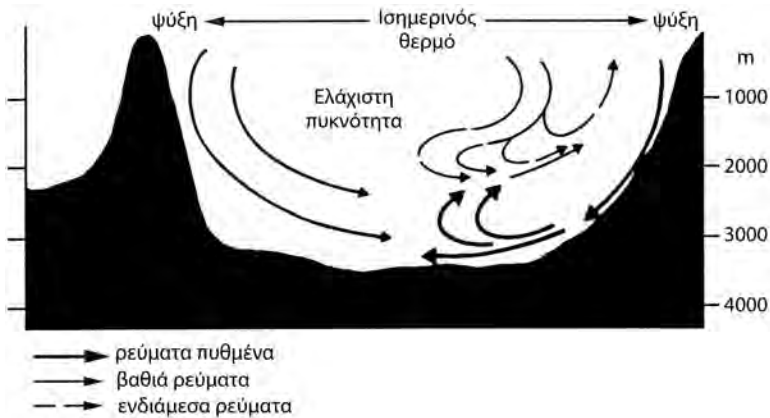


Σχήμα 1.2. Τα σπουδαιότερα θαλάσσια ρεύματα και οι κατευθύνσεις των ανέμων.

Οι διάφορες ήπειροι μεταβάλλουν την κατεύθυνση των ρευμάτων προς βορρά ή προς νότο. Με τον τρόπο αυτό προκύπτει π.χ. στο Βόρειο Ατλαντικό, στις ανατολικές ακτές των ΗΠΑ, το ρεύμα Gulf Stream, που έχει αποφασιστική σημασία για τις κλιματολογικές συνθήκες της Ευρώπης. Επειδή η δύναμη Coriolis αυξάνεται με αύξηση του γεωγραφικού πλάτους, η αρχική κατεύθυνση στρέφεται. Έτσι προκύπτει ένας τεράστιος αριθμός κύκλων από επιφανειακά ρεύματα. Στα κέντρα των κύκλων αυτών βρίσκονται ζώνες, με σχετικά ελάχιστη επιφανειακή κίνηση (π.χ. η θάλασσα των Σαργασών στο Βόρειο Ατλαντικό).

Το σχήμα των επιφανειακών ρευμάτων είναι ίδιο σε όλους τους ωκεανούς.

Οι υδάτινες μάζες που ρέουν από τον Ισημερινό με κατεύθυνση τους πόλους, ψύχονται καθ' οδόν με αυξανόμενο το γεωγραφικό πλάτος, το ειδικό βάρος τους αυξάνει, με αποτέλεσμα να βυθίζονται σε βαθύτερα στρώματα και να επιστρέφουν σαν ψυχρά ρεύματα πυθμένα στον Ισημερινό, δημιουργώντας έτσι τα βαθιά ρεύματα (Σχ. 1.3).



Σχήμα 1.3. Τα κυριότερα ρεύματα κάτω από την επιφάνεια (παράδειγμα - Ατλαντικός ωκεανός).

Περιοχές όπου συναντώνται επιφανειακά ρεύματα και παράγουν βαθιά ρεύματα, χαρακτηρίζονται σαν συγκλίνουσες. Με την επίδραση των επιφανειακών και βαθιών ρευμάτων πυθμένα, δημιουργείται μια μόνιμη ανταλλαγή των υδάτινων μαζών σ' όλους τους ωκεανούς.

1.4. Χαρακτηριστικά των θαλασσών

1.4.1. Γεωλογικά χαρακτηριστικά

Κατά τη διάρκεια του γεωλογικού χρόνου η μορφή των θαλασσών άλλαξε επανειλημμένα καθώς το υγρό στοιχείο προσαρμόζονταν στο σχήμα που του επέβαλε η συνεχής μετατόπιση των ηπείρων. Η μετατόπιση αυτή (που ερμηνεύεται ικανοποιητικά από τη θεωρία της Τεκτονικής των Πλακών) ξεκινώντας από μια ενιαία ήπειρο (την Παγγαία) και μια ενιαία θάλασσα (την Πανθάλασσα), οδήγησε στη σημερινή μορφή των ωκεάνιων λεκανών. Η θάλασσα είναι ο τελικός αποδέκτης της επιφανειακής απορροής που μεταφέρει όλα τα προϊόντα της διάβρωσης της χέρσου, καθώς και τα υλικά που προέρχονται από τη βιολογική δραστηριότητα. Κάθε στερεό σώμα που φτάνει ή αναπτύσσεται στο θαλάσσιο περιβάλλον, αργά ή γρήγορα οδηγείται στο βυθό. Η διαδικασία αυτή καλείται ιζηματογένεση. Με τη μελέτη των παλαιότερων θαλάσσιων ιζημάτων έχουμε πληροφορίες για τις διεργασίες ιζηματογένεσης και με αυτές μπορούμε να ερμηνεύσουμε τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούσαν στο περιβάλλον. Με τη μελέτη των σύγχρονων (επιφανειακών) ιζημάτων μπορούμε να έχουμε πολύτιμες πληροφορίες για τις ανθρωπογενείς επιδράσεις.

1.4.2. Φυσικά χαρακτηριστικά των θαλασσών

Θερμοκρασία

Στη θάλασσα η θερμοκρασία σπανίως διαφέρει, από τόπο σε τόπο, περισσότερο από 3°C. Οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας εντοπίζονται στο επιφανειακό στρώμα, ενώ σε βάθη μεγαλύτερα από 200 μέτρα εμφανίζεται θερμοκρασιακή ομοιομορφία, χαρακτηριστική για κάθε θαλάσσια λεκάνη (π.χ. στο βυθό της Μεσογείου η θερμοκρασία είναι παντού μεταξύ 13° και 14°C). Μεταξύ δύο θαλάσσιων στρωμάτων με διαφορετική θερμοκρασία εμφανίζεται μία μεταβατική ζώνη απότομης μεταβολής της θερμοκρασίας που λέγεται **θερμοκλινές**. Ο παγκόσμιος ωκεανός παίζει ένα σημαντικό θερμορυθμιστικό ρόλο. Αποτελεί επίσης μια τεράστια θερμική αντλία, που μεταφέρει προς τους Πόλους τεράστια ποσά θερμικής ενέργειας από τις περιοχές που βρίσκονται μεταξύ των Τροπικών. Ταυτόχρονα, στα βαθύτερα στρώματα συμβαίνει μετακίνηση ψυχρών ρευμάτων από τους Πόλους προς τους Τροπικούς.

Πυκνότητα

Η πυκνότητα του θαλάσσιου νερού αυξάνεται με την αύξηση της αλατότητας και της πίεσης, ενώ μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Μεταξύ δύο θαλάσσιων στρωμάτων με διαφορετική πυκνότητα εμφανίζεται μια μεταβατική ζώνη απότομης μεταβολής της πυκνότητας που λέγεται πυκνοκλινές. Ενώ το καθαρό νερό αποκτά την μέγιστη πυκνότητα στους 4°C, το θαλάσσιο νερό αποκτά την μέγιστη πυκνότητα σε χαμηλότερη θερμοκρασία, που εξαρτάται από την αλατότητα. Όσο μεγαλύτερη είναι η αλατότητα τόσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία στην οποία η πυκνότητα γίνεται μέγιστη.

Χρώμα

Το φως όταν εισχωρεί στο θαλάσσιο νερό μέρος του απορροφάται από το νερό και τις διαλυμένες ουσίες σε αυτό, ενώ ένα άλλο μέρος του σκεδάζεται από τα αιωρούμενα σωματίδια που βρίσκονται σ' αυτό. Έτσι τελικά το ηλιακό φως εξασθενίζει. Ανάλογα λοιπόν με το ποιες ακτινοβολίες απορροφώνται, το θαλάσσιο νερό έχει και διαφορετικό χρώμα. Η απορρόφηση και η σκέδαση είναι γενικά εντονότερες στα μικρά μήκη κύματος. Η θάλασσα φαίνεται γαλάζια όταν το νερό είναι καθαρό και πρασινίζει ή κιτρινίζει όταν το νερό γίνεται πλούσιο σε διαλυμένες ουσίες και αιωρούμενα σωματίδια (ανόργανα υλικά ή μικροσκοπικοί οργανισμοί).

1.4.3. Χημικά χαρακτηριστικά

Η χημική σύσταση της θάλασσας στο πέρασμα των γεωλογικών αιώνων έχει αλλάξει σημαντικά. Ο αρχέγονος ωκεανός δημιουργήθηκε όταν η θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης ψύχθηκε κάτω από το σημείο ζέσης του νερού. Με την εμφάνιση του πρώτου ωκεανού άρχισαν να δημιουργούνται τα πρώτα θαλάσσια ιζήματα και ιζηματογενή πετρώματα. Η μελέτη αυτών των πετρωμάτων δείχνει ότι, μέχρι πριν 1,5-2 δισεκατομμύρια χρόνια, η χημική σύσταση της θάλασσας ήταν πολύ διαφορετική από τη σημερινή. Μια σημαντική διαφορά εντοπίζεται στην ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου, που ήταν τότε πολύ μικρότερη από τη σημερινή. Με τη σταδιακή ανάπτυξη των φυτών στη θάλασσα, το παραγόμενο οξυγόνο αυξήθηκε. Η σημερινή

σύσταση του θαλάσσιου νερού προέρχεται από τη δυναμική ισορροπία που έχει αναπτυχθεί, ανάμεσα στο ποσό των διαλυμένων συστατικών που καταλήγουν στη θάλασσα από την ατμόσφαιρα, τη λιθόσφαιρα και τη βιόσφαιρα και σε αυτά που απομακρύνονται από τη θάλασσα, μέσω της ενσωμάτωσής τους στα ιζήματα των βυθών ή μέσω της επιστροφής τους στην ατμόσφαιρα και τη βιόσφαιρα (μέσω της διατήρησης των κύκλων του άνθρακα, του αζώτου, του οξυγόνου, του φωσφόρου, του θείου κ.ά).

Ανόργανα άλατα

Τα κύρια ανόργανα συστατικά του θαλασσινού νερού είναι τα ιόντα χλωρίου, νατρίου, καλίου, ασβεστίου και μαγνησίου. Τα ιόντα νατρίου και χλωρίου αντιπροσωπεύουν πάνω από το 85% του συνολικού βάρους των διαλυμένων αλάτων. Μια ειδική κατηγορία ανόργανων αλάτων είναι τα άλατα αζώτου, φωσφόρου και πυριτίου, γνωστά ως θρεπτικά άλατα τα οποία, συνδέονται με το φαινόμενο του ευτροφισμού. Η συνολική ποσότητα των διαλυμένων ουσιών ορίζεται ως αλατότητα και μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τον τόπο και το χρόνο. Ωστόσο, οι σχετικές αναλογίες των συστατικών διατηρούνται σε σημαντικό βαθμό σταθερές. Η συνολική συγκέντρωση των διαλυμένων αλάτων υφίσταται διακυμάνσεις στο χώρο και το χρόνο. Εκτός από τα κύρια στοιχεία που προαναφέρθηκαν, στο θαλασσινό νερό υπάρχουν και πολλά άλλα στοιχεία, συνήθως σε απειροελάχιστες ποσότητες. Τα στοιχεία αυτά λέγονται ιχνοστοιχεία και συχνά έχουν μεγάλη σημασία για τη θαλάσσια ζωή.

Αέρια

Επειδή η θάλασσα βρίσκεται συνεχώς σε επαφή με την ατμόσφαιρα, τα αέρια υπάρχουν και στο θαλάσσιο νερό, σε συγκεντρώσεις που εξαρτώνται από τη διαλυτότητά τους, καθώς και από τις χημικές και βιοχημικές αντιδράσεις στις οποίες συμμετέχουν. Το άζωτο έχει μικρή σημασία για τη θαλάσσια ζωή, με εξαίρεση ορισμένα βακτήρια που ζουν πάνω ή κοντά στο βυθό. Το οξυγόνο προέρχεται από την ατμόσφαιρα και από τα θαλάσσια φυτά που φωτοσυνθέτουν. Σε μερικές θάλασσες που είναι σχεδόν κλειστές, δηλαδή απομονωμένες από τον παγκόσμιο ωκεανό, το οξυγόνο απουσιάζει τελείως από τα ακίνητα νερά του βυθού (π.χ. Μαύρη θάλασσα). Στις περιπτώσεις αυτές δεν υπάρχει ανάμιξη των ανώτερων με τα κατώτερα στρώματα, ενώ λόγω απουσίας οξυγόνου αναπτύσσονται αναερόβια βακτήρια που παράγουν υδρόθειο. Το διοξείδιο του άνθρακα είναι ευδιάλυτο στο θαλάσσιο νερό και προέρχεται είτε από το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας είτε από εκείνο που παράγεται από την αναπνοή των οργανισμών. Συμμετέχει σε πολύπλοκο σύστημα αντιδράσεων. Μέσα από αυτές τις αντιδράσεις προκύπτουν διάφορα ρυθμιστικά διαλύματα δηλαδή διαλύματα που έχουν την ιδιότητα να κρατούν σχετικά σταθερή την οξύτητα (το pH) της θάλασσας. Πολλοί θαλάσσιοι οργανισμοί δεσμεύουν το διοξείδιο του άνθρακα υπό μορφή ανθρακικού ασβεστίου, με το οποίο κατασκευάζουν τα κελύφη τους. Τα κελύφη αυτά, μετά τον θάνατο των οργανισμών συσσωρεύονται στο βυθό και σχηματίζουν ασβεστολιθικά ιζήματα (βιολογικής προέλευσης). Σημαντικός είναι ο ρόλος των ωκεανών στην απορρόφηση του ανθρωπογενούς διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο ενοχοποιείται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

1.4.4. Βιολογικά χαρακτηριστικά

Οι συνθήκες που επικρατούν στο θαλάσσιο περιβάλλον είναι εξαιρετικά ποικίλες και διαμορφώνουν ποικίλα οικολογικά περιβάλλοντα, από τα επιφανειακά νερά, πλούσια σε οξυγόνο και ηλιακή ακτινοβολία, μέχρι τα νερά των αβύσσων με μόνιμη απουσία φωτός, τεράστιες πιέσεις, χαμηλές θερμοκρασίες και συχνά έλλειψη οξυγόνου. Δεν είναι τυχαίο ότι η πολυμορφία των συνθηκών έδωσε τη δυνατότητα ανάπτυξης μεγάλης ποικιλίας οργανισμών, από μονοκύτταρα φύκη έως τα μεγάλα θηλαστικά, οι οποίοι προσάρμοσαν τις λειτουργίες τους στις συνθήκες αυτές.