

1 Εισαγωγή στην οικολογία και τη βιόσφαιρα

ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

- 1.1 Το κλίμα της Γης ποικίλλει ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος και τις εποχές, και αλλάζει ταχύτατα σελ. 5
- 1.2 Η κατανομή των χερσαίων μεγαδιαπλάσεων ρυθμίζεται από το κλίμα και τις διαταραχές σελ. 11
- 1.3 Οι υδάτινες μεγαδιαπλάσεις είναι ποικίλα και δυναμικά συστήματα που καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος της Γης σελ. 18
- 1.4 Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ οργανισμών και περιβάλλοντος περιορίζουν την κατανομή των ειδών σελ. 20
- 1.5 Η οικολογική αλλαγή και η εξέλιξη επηρεάζουν η μία την άλλη, μακροπρόθεσμα όσο και βραχυπρόθεσμα σελ. 31

Συμβουλή για τη μελέτη

Σχεδιάστε έναν πίνακα: Καθώς διαβάσετε το κεφάλαιο αυτό, σχεδιάστε έναν πίνακα στον οποίο θα καταγράφετε τους παράγοντες που επηρεάζουν την κατανομή των ειδών στα χερσαία και τα υδάτινα περιβάλλοντα. Σημειώστε επίσης τις εικόνες ή τις σελίδες στις οποίες δίνονται παραδείγματα τέτοιων παραγόντων για κάθε τύπο περιβάλλοντος.

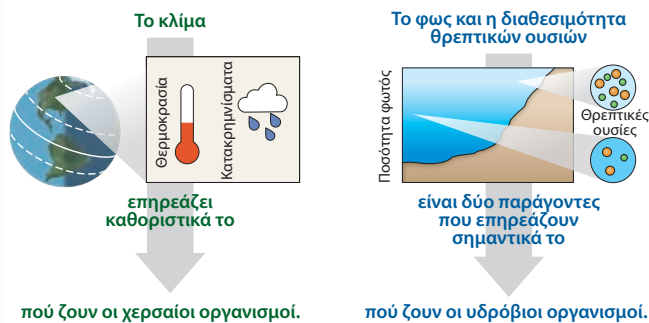
Τύπος περιβάλλοντος	παράγοντας που επηρεάζει τα είδη που ζουν εκεί	παραδειγμα
λίμνη	ποσότητα ηλιακού φωτός που φτάνει στους οργανισμούς	Φωτοσυνθετικά φυτά και φύκη που ζουν στις ριχές παρυφές και στην ηλιόλουστη επιφάνεια (Εικόνες 1.14 και 1.16)



Εικόνα 1.1 Ο μικροσκοπικός αυτός βάτραχος (*Paedophryne swiftorum*), ο οποίος είναι μικρότερος σε μέγεθος από ένα κέρμα, ανακαλύφθηκε το 2008, στη διάρκεια μιας αποστολής στην Παπούα-Νέα Γουινέα. Ολόκληρο το γένος *Paedophryne* είναι γνωστό από ένα και μόνο ακρωτήριο στο ανατολικό τμήμα της χώρας. Οι ενήλικες βάτραχοι του εν λόγω γένους έχουν μήκος περί τα 8 mm, και συγκαταλέγονται μεταξύ των πλέον μικρόσωμων ενήλικων σπονδυλοζών της Γης.



Τι καθορίζει το πού ζει ένα είδος, όπως αυτός ο μικροσκοπικός βάτραχος;



Η διασπορά και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των οργανισμών, (π.χ. ο ανταγωνισμός) επίσης επηρεάζουν το πού απαντά κάθε είδος.



Η **Chelsea Rochman**, πρωτοπόρος και διεθνώς αναγνωρισμένη ερευνητήτρια, μελετά τις οικολογικές επιδράσεις της ρύπανσης με μικροπλαστικά. Η δρ Rochman πήρε το πτυχίο της στη Βιολογία από το Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας στο Σαν Ντιέγκο, και στη συνέχεια ολοκλήρωσε το διδακτορικό της στην Οικολογία, στο πλαίσιο ενός κοινού προγράμματος του Πανεπιστημίου του Ντέιβις και του Πολιτειακού Πανεπιστημίου του Σαν Ντιέγκο. Σήμερα είναι επίκουρη Καθηγήτρια στο Τμήμα Οικολογίας και Εξελικτικής Βιολογίας στο Πανεπιστήμιο του Τορόντο στον Καναδά και, μαζί με τους φοιτητές

της, ερευνά το πώς τα πλαστικά απορρίμματα και άλλα ρυπογόνα υλικά επηρεάζουν τους οργανισμούς, τους πληθυσμούς, τις βιοκοινότητες και τα οικοσυστήματα. Η δρ Rochman έχει επίσης συνεργαστεί με εκπαιδευτές της Βιομηχανίας και κυβερνητικούς αξιωματούχους, με στόχο τη χάραξη πολιτικών στρατηγικών βασισμένων στην επιστήμη, όπως ο «Νόμος για τα Απαλλαγμένα από Μικροσφαιρίδια Νερά» (Microbead-Free Waters Act) των ΗΠΑ και ο «Καταστατικός Χάρτης των G7 για τα Πλαστικά στους Ωκεανούς» (G7 Ocean Plastics Charter) που συντονίζεται από τον Καναδά.

Πώς ξεκίνησε το ενδιαφέρον σας για την οικολογία και την επίδραση των πλαστικών ρύπων;

Ξεκίνησα τις προπτυχιακές μου σπουδές στο Κολέγιο της Σάντα Μόνικα, ένα κοινοτικό κολέγιο κοντά στο Λος Άντζελες. Στην αρχή, εκείνο που με ενδιέφερε πολύ ήταν οι παραστατικές και οι εικαστικές τέχνες. Κάποια στιγμή, όμως, παρακολούθησα ένα μάθημα θαλάσσιας βιολογίας και ερωτεύτηκα την επιστήμη αυτή. Άλλαξα, λοιπόν, αντικείμενο για το πτυχίο μου και στράφηκα στη Βιολογία. Ύστερα από έναν χρόνο μετακινήθηκα στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας στο Σαν Ντιέγκο, όπου, κατά τη διάρκεια της φοίτησής μου, είχα την ευκαιρία να παρακολουθήσω μαθήματα και στο εξωτερικό – συγκεκριμένα, στο Πανεπιστήμιο του Κουίνσλαντ στην Αυστραλία. Στο πλαίσιο ενός μαθήματος οικολογίας, επισκεφθήκαμε ένα νησί, το οποίο ήταν κατά βάση ακατοίκητο. Υπήρχαν ελάχιστοι άνθρωποι· παρ' όλα αυτά, η ακτή ήταν γεμάτη σκουπίδια και υπήρχαν θαλάσσιες χελώνες που είχαν τραυματιστεί εξαιτίας των πλαστικών που είχαν φάει. Ήταν η πρώτη φορά που συνειδητοποίησα ότι στις θάλασσες υπάρχει πολύ πλαστικό, το οποίο είναι επιβλαβές για την άγρια ζωή. Δεν κοίταξα πίσω ποτέ ξανά – έκτοτε εργαζομαι πάνω στο εν λόγω αντικείμενο.

Τι ακριβώς είναι τα μικροπλαστικά και τι σας έκανε να ασχοληθείτε με αυτά;

Τα μικροπλαστικά είναι μικρά θρύμματα πλαστικού, τα οποία φτάνουν σε μέγεθος μέχρι τα 5 mm. Είτε παράγονται ως μικροπλαστικά (π.χ. τα μικροσφαιρίδια στα καλλυντικά προϊόντα) είτε είναι κομματάκια μεγα-

λύτερων πλαστικών υλικών (π.χ. από φιάλες ή σακούλες). Το 2009 έκανα το πρώτο μου ταξίδι στη «Μεγάλη Κηλίδα Σκουπιδιών του Ειρηνικού» (Great Pacific Garbage Patch), η οποία όμως δεν έμοιαζε με νησί σκουπιδιών, όπως έλεγαν τότε τα ΜΜΕ. Αντιθέτως, ήταν μια σούπα μικροσκοπικών σωματιδίων, σε μέγεθος φασολιού ή και μικρότερου. Συνειδητοποίησα ότι τα μικρά αυτά σωματίδια πλαστικού θα μπορούσαν να περάσουν σε κάθε επίπεδο της τροφικής αλυσίδας. Έτσι λοιπόν, εξαιτίας των όσων είχα δει, όταν άρχισα τη μεταπτυχιακή μου εργασία, επικεντρώθηκα σε τούτα τα μικρά πράγματα.

Πώς επηρεάζουν τη ζωή στη θάλασσα οι πλαστικοί ρύποι;

Ρύπανση με πλαστικά υπάρχει παντού και επηρεάζει τη θάλασσα ζωή σε κάθε επίπεδο βιολογικής οργάνωσης. Οι επιδράσεις των μικροπλαστικών μπορεί να είναι περιήλοκες, ανάλογα με το μέγεθός τους και τον τύπο του πολυμερούς που έχει χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή τους. Ορισμένα μικροπλαστικά προκαλούν καρκίνο του ήπατος, άλλα βλάπτουν το ενδοκρινικό σύστημα, ενώ κάποια επηρεάζουν τον αριθμό των απογόνων ενός οργανισμού ή τις πιθανότητες επιβίωσής τους. Τα μεγάλα κομμάτια πλαστικού επίσης προκαλούν πολλά προβλήματα. Ένα ζώο μπορεί να πεθάνει αν φάει ένα μεγάλο κομμάτι πλαστικού ή αν παγιδευτεί μέσα σε αυτό. Τα μεγάλα κομμάτια μπορούν επίσης να διασπείρουν ασθένειες ή να καταστρέψουν τμήματα κοραλλιογενών υφάλων, βλάπτοντας τις βιοκοινότητες που ζουν εκεί. Συν τοις άλλοις, τα ζώα (ή τα αυγά τους) που προσκολλώνται σε μεγάλα κομμάτια πλαστικού ενδέχεται να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις και να εγκατασταθούν σε νέες τοποθεσίες, προκαλώντας αλλοιώσεις στις τοπικές βιοκοινότητες.

Ποια είναι η πλέον απρόσμενη ανακάλυψη που κάνατε ποτέ;

Η πιο απρόσμενη ανακάλυψη προέκυψε σταδιακά στη διάρκεια της ερευνητικής μου πορείας: Μικροπλαστικά απορρίμματα βρίσκονται κυριολεκτικά παντού. Πολλοί με ρωτούν αν υπάρχουν μικροπλαστι-

κά στις τροφές που τρώμε ή στο νερό που πίνουμε. Ήμουν επιφυλακτική. Την πρώτη φορά που κάποιος με ρώτησε για τα πλαστικά στο πόσιμο νερό, είπα: «Δεν πρόκειται να βρούμε το παραμικρό». Για να ελέγξω όμως τον ισχυρισμό μου εκείνο, αφού φίλτραρα λίγο νερό βρύσης, έβαλα το φίλτρο στο μικροσκόπιο. Και φυσικά, είδα πλαστικό. Ζω κοντά στις Μεγάλες Λίμνες, όπου σε ένα μόνο ψάρι μπορούμε να βρούμε περισσότερα από εκατό κομμάτια μικροπλαστικού. Μικροπλαστικά υπάρχουν στον αέρα, στο νερό της βρύσης, στο εμφιαλωμένο νερό, στη σκόνη, στις τροφές που τρώμε. Πρόσφατα δε, μάθαμε ότι μικροπλαστικά υπάρχουν και μέσα στους ανθρώπους – στα ανθρώπινα περιττώματα. Αυτό που προσπαθούμε να καταλάβουμε τώρα είναι το πώς τα μικροπλαστικά που τρώμε, πίνουμε και αναπνέουμε επηρεάζουν την υγεία μας. Προς το παρόν, πάντως, απλώς δεν γνωρίζουμε.

Τι μπορούν να κάνουν οι άνθρωποι για να μειώσουν τη ρύπανση με πλαστικό;

Το πρώτο βήμα είναι να κατανοήσουμε ότι το πλαστικό αποτελεί πολύτιμο πόρο. Κατασκευάζεται από πετρέλαιο. Δεν είναι κάτι που θα έπρεπε να χρησιμοποιείται ως υλικό για πέταμα. Μόλις το συνειδητοποιήσουμε αυτό, υπάρχουν πολλά που μπορούμε να κάνουμε. Ως άτομα, ψηφίζουμε με το πορτοφόλι μας κάθε φορά που αγοράζουμε κάτι. Μπορούμε, φερέ' ειπείν,

«Ρύπανση με πλαστικά υπάρχει παντού και επηρεάζει τη θάλασσα ζωή σε κάθε επίπεδο βιολογικής οργάνωσης.»

να αρνηθούμε να αγοράζουμε πλαστικά μίας χρήσης, όπως πλαστικά καλαμάκια, καπάκια ή ξυραφάκια μίας χρήσης. Σε επίπεδο κυβερνήσεων,

θα πρέπει να οργανώσουμε ένα σύστημα διαχείρισης υλικών, έτσι ώστε το πλαστικό που χρησιμοποιούμε να ανακυκλώνεται πραγματικά. Σήμερα, χρησιμοποιούμε πάμπολλα πλαστικά προϊόντα που πηγαίνουν κατευθείαν στα σκουπίδια, και μεγάλο μέρος τους καταλήγει να ρυπαίνει το περιβάλλον. Για να διορθωθεί αυτό, χρειάζεται να συνάψουμε τοπικές, εθνικές και διεθνείς συμφωνίες οι οποίες θα ορίσουν ένα συγκεκριμένο ποσοστό μείωσης της ποσότητας πλαστικού που ρυπαίνει το περιβάλλον, αλλά και να παράσχουμε στήριξη και κίνητρα προκειμένου να υλοποιηθεί ο στόχος αυτός.



Το ερώτημα στο οποίο εστιάζουν αρχικά οι επιστήμονες, όταν μελετούν ένα είδος στη φύση, είναι συνήθως το εξής: Ποιοι περιβαλλοντικοί παράγοντες περιορίζουν το πού απαντά το εν λόγω είδος; Πιο συγκεκριμένα, πώς επηρεάζουν το μέγεθος των πληθυσμών του είδους αυτού οι διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητα τροφής ή οι αλληλεπιδράσεις του με άλλα είδη, όπως οι θηρευτές;

Ερωτήματα όπως τα παραπάνω αποτελούν το αντικείμενο της **οικολογίας**, δηλαδή της επιστημονικής μελέτης των αλληλεπιδράσεων μεταξύ οργανισμών και περιβάλλοντος. (Σημειώστε ότι εφεξής, σε ολόκληρο το βιβλίο, με τον όρο *περιβάλλον* θα αναφερόμαστε αφενός στους άλλους οργανισμούς αφετέρου στις φυσικές παραμέτρους των συνθηκών που βιώνει ένας οργανισμός.) Οι αλληλεπιδράσεις τις οποίες μελετούν οι οικολόγοι μπορούν να ταξινομηθούν ιεραρχικά σε μια κλίμακα που περιλαμβάνει από μονήρεις οργανισμούς μέχρι ολόκληρο τον πλανήτη (Εικόνα 1.2). Θα ξεκινήσουμε τη μελέτη μας πάνω στην οικολογία εξετάζοντας τον τρόπο με τον οποίο το κλίμα της Γης και άλλοι παράγοντες καθορίζουν τη θέση των μειζόνων βιοτικών ζωνών στη στεριά όσο και στη θάλασσα.

▼ Εικόνα 1.2 Εξερευνώντας το πεδίο της οικολογικής έρευνας

Οι οικολόγοι μελετούν διάφορα επίπεδα βιολογικής ιεραρχίας, από μεμονωμένους οργανισμούς μέχρι ολόκληρο τον πλανήτη. Εδώ παρουσιάζουμε για κάθε επίπεδο της ιεραρχίας μερικά παραδείγματα ερευνητικών ερωτημάτων.

Οργανισμική οικολογία

Η **οργανισμική οικολογία**, η οποία περιλαμβάνει τα υποπεδία της οικοφυσιολογίας, της εξελικτικής οικολογίας και της συμπεριφορικής οικολογίας, διερευνά το πώς η δομή, η φυσιολογία και η συμπεριφορά ενός οργανισμού αποκρίνονται στις προκλήσεις που θέτει το περιβάλλον του.

◀ Πώς επιλέγει σύντροφο ένα φλαμίνγκο;

Πληθυσμιακή οικολογία

Πληθυσμός είναι μια ομάδα ατόμων του ίδιου είδους που ζουν στην ίδια περιοχή. Η **πληθυσμιακή οικολογία** αναλύει τους παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος των πληθυσμών, καθώς και το πώς και γιατί αυτό αλλάζει σε βάθος χρόνου.

◀ Ποιοι περιβαλλοντικοί παράγοντες επηρεάζουν τον ρυθμό αναπαραγωγής των φλαμίνγκο;

Οικολογία βιοκοινοτήτων

Βιοκοινότητα είναι μια ομάδα πληθυσμών διαφορετικών ειδών που ζουν σε μια περιοχή. Η **οικολογία βιοκοινοτήτων** εξετάζει το πώς οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ειδών (π.χ. θήρευση και ο ανταγωνισμός) επηρεάζουν τη δομή και την οργάνωση των βιοκοινοτήτων.

◀ Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την ποικιλία των ειδών που αλληλεπιδρούν σε αυτή τη λίμνη της Αφρικής;

Οικολογία οικοσυστημάτων

Οικοσύστημα είναι η βιοκοινότητα των οργανισμών σε μια περιοχή και οι αβιοτικοί παράγοντες με τους οποίους αλληλεπιδρά. Η **οικολογία των οικοσυστημάτων** εστιάζει στη ροή της ενέργειας και την ανακύκλωση των χημικών ουσιών μεταξύ οργανισμών και περιβάλλοντος.

◀ Ποιοι παράγοντες ελέγχουν τη φωτοσυνθετική παραγωγικότητα σε αυτό το υδάτινο οικοσύστημα;

Οικολογία τοπίου

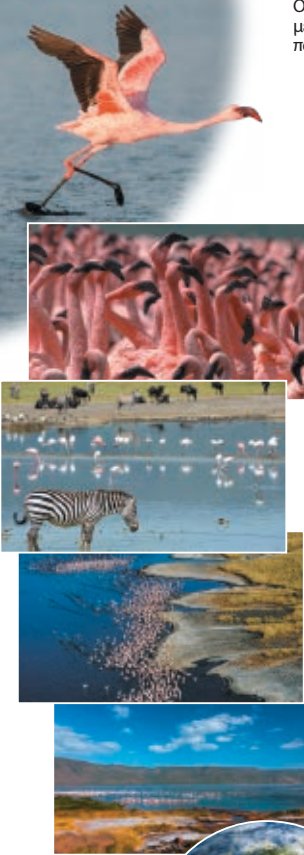
Τοπίο είναι ένα μωσαϊκό συνδεδεμένων οικοσυστημάτων. Η έρευνα στην **οικολογία τοπίου** εστιάζει στους παράγοντες που ρυθμίζουν τις ανταλλαγές ενέργειας, υλικών και οργανισμών μεταξύ πολλών διαφορετικών οικοσυστημάτων.

◀ Σε ποιον βαθμό επηρεάζουν τους οργανισμούς της λίμνης τα θερπτικά συστατικά που προέρχονται από χερσαία οικοσυστήματα;

Πλανητική οικολογία

Βιόσφαιρα είναι το οικοσύστημα ολόκληρου του πλανήτη – το σύνολο όλων των οικοσυστημάτων και τοπίων της Γης. Η **πλανητική οικολογία** εξετάζει το πώς οι ανταλλαγές ενέργειας και ύλης σε περιφερειακό επίπεδο επηρεάζουν τη λειτουργία και την κατανομή των οργανισμών σε ολόκληρη τη βιόσφαιρα.

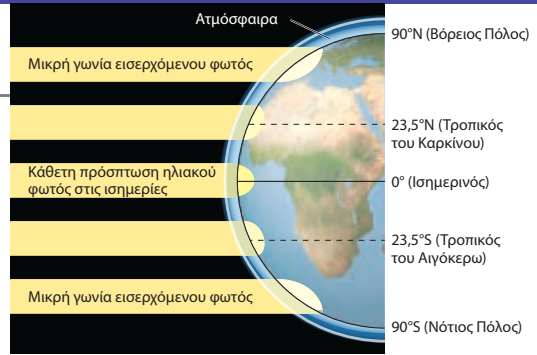
◀ Πώς επηρεάζουν την κατανομή των οργανισμών τα παγκόσμια πρότυπα κυκλοφορίας του αέρα;



▼ Εικόνα 1.3 Εξερευνώντας τα παγκόσμια κλιματικά πρότυπα

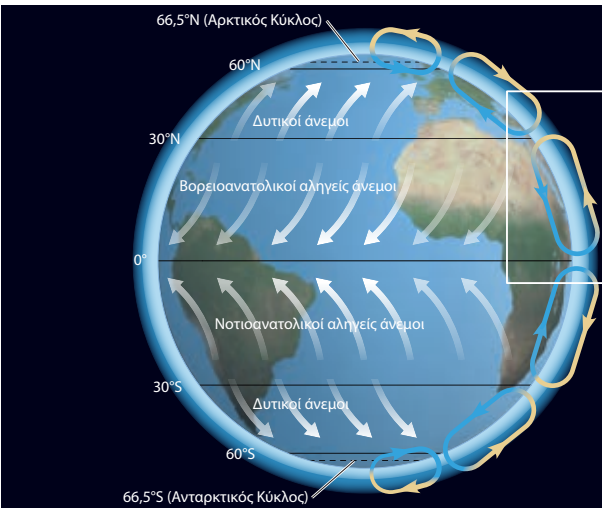
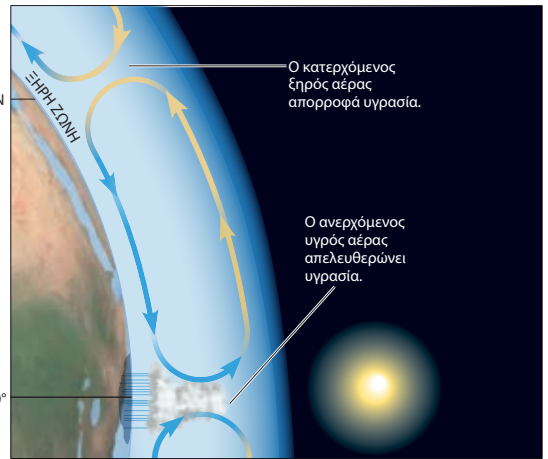
Διακύμανση της έντασης του ηλιακού φωτός ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος

Το σφαιρικό σχήμα της Γης προκαλεί διακυμάνσεις στην ένταση του ηλιακού φωτός ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος. Το ηλιακό φως πέφτει πιο κάθετα στους τροπικούς (περιοχές μεταξύ 23,5° βόρειου και 23,5° νότιου γεωγραφικού πλάτους), εξού και οι περιοχές αυτές δέχονται περισσότερη θερμότητα ανά μονάδα εμβαδού επιφάνειας. Σε μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη, το ηλιακό φως πέφτει στη Γη υπό γωνία, οπότε η ενέργεια του φωτός διαχέεται περισσότερο στην επιφάνεια του πλανήτη.



Παγκόσμια πρότυπα κυκλοφορίας του αέρα και των κατακρημνισμάτων

Η έντονη ηλιακή ακτινοβολία κοντά στον ισημερινό πυροδοτεί ένα παγκόσμιο πρότυπο κυκλοφορίας του αέρα και των κατακρημνισμάτων. Οι υψηλές θερμοκρασίες στους τροπικούς εξατμίζουν το νερό από την επιφάνεια της Γης και κάνουν τις θερμές και υγρές μάζες του αέρα να ανερχονται (μπλε βέλη) και να κινούνται προς τους πόλους. Καθώς διογκώνονται και ψυχραίνονται οι ανερχόμενες αέριες μάζες, απελευθερώνουν το νερό που περιέχουν, προκαλώντας άφθονες βροχοπτώσεις στις τροπικές περιοχές. Από το μεγάλο υψόμετρο στο οποίο βρίσκονται, αυτές οι αέριες μάζες –ξηρές πλέον– κατέρχονται (ανοιχτά κίτρινα βέλη) προς τη Γη, περίπου 30° βόρεια και νότια του ισημερινού, απορροφώντας υγρασία από τη στεριά και δημιουργώντας ένα ξηρό κλίμα, το οποίο συμβάλλει στη δημιουργία των ερήμων που είναι συνήθεις σε αυτά τα γεωγραφικά πλάτη. Ένα μέρος του κατερχόμενου αέρα ρέει προς τους πόλους. Σε γεωγραφικά πλάτη περί τις 60° βόρεια και νότια, οι αέριες μάζες ανερχονται πάλι και προκαλούν άφθονα κατακρημνίσματα (αν και λιγότερα απ’ ό,τι στους τροπικούς). Ένα μέρος του ψυχρού και ξηρού ανερχόμενου αέρα ρέει κατόπιν προς τους πόλους. Εκεί κατέρχεται και ρέει πίσω προς τον ισημερινό, απορροφώντας υγρασία και δημιουργώντας τα σχετικά άνυδρα και πολύ ψυχρά κλίματα των πολικών περιοχών.



Ο αέρας που ρέει κοντά στην επιφάνεια της Γης δημιουργεί προβλήματα παγκόσμια πρότυπα ανέμων. Καθώς η Γη περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της, οι περιοχές κοντά στον ισημερινό κινούνται ταχύτερα από εκείνες στους πόλους, με αποτέλεσμα οι άνεμοι να εκτρέπονται από τις κάθετες πορείες που φαίνονται στην πάνω εικόνα, και να δημιουργούνται οι πιο ανατολικές και δυτικές ροές που φαίνονται αριστερά. Στους τροπικούς, οι δροσεροί αληγής άνεμοι κινούνται από τα ανατολικά προς τα δυτικά. Στις εύκρατες ζώνες (πρόκειται για τις περιοχές ανάμεσα στον Αρκτικό Κύκλο και τον Τροπικό του Καρκίνου, και ανάμεσα στον Ανταρκτικό Κύκλο και τον Τροπικό του Αιγόκερω), οι κρύοι δυτικοί άνεμοι φυσούν από τα δυτικά προς τα ανατολικά.

ΤΜΗΜΑ 1.1

Το κλίμα της Γης ποικίλλει ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος και τις εποχές, και αλλάζει ταχύτατα

Τη σημαντικότερη επίδραση στην κατανομή των οργανισμών στη στεριά ασκεί το **κλίμα**, δηλαδή οι μακροπρόθεσμα επικρατούσες καιρικές συνθήκες σε μια περιοχή. Κύριες συνιστώσες του κλίματος είναι τέσσερις αβιοτικοί παράγοντες: η θερμοκρασία, τα κατακρημνίσματα, το ηλιακό φως και ο άνεμος. Για να καταλάβουμε πώς το κλίμα –και η κλιματική αλλαγή– επηρεάζει τη ζωή στη Γη, θα ξεκινήσουμε εξετάζοντας κλιματικά πρότυπα σε παγκόσμιο, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο.

Παγκόσμια κλιματικά πρότυπα

Τα παγκόσμια κλιματικά πρότυπα καθορίζονται εν πολλοίς από την εισροή ηλιακής ενέργειας και την κίνηση της Γης στο διάστημα. Ο Ήλιος θερμαίνει την ατμόσφαιρα, τη στεριά και τα νερά. Η θέρμανση αυτή προκαλεί διακυμάνσεις στη θερμοκρασία, την κίνηση του αέρα και του νερού και την εξάτμιση του νερού – διακυμάνσεις οι οποίες ευθύνονται για τις μεγάλες διαφοροποιήσεις που εμφανίζει το κλίμα από το ένα γεωγραφικό πλάτος στο άλλο. Η **Εικόνα 1.3** συνοψίζει τα κλιματικά πρότυπα της Γης και το πώς αυτά διαμορφώνονται.

Περιφερειακές και τοπικές επιδράσεις στο κλίμα

Το κλίμα εμφανίζει εποχικές διακυμάνσεις, μπορεί όμως και να τροποποιείται από άλλους παράγοντες, όπως οι μεγάλοι υδάτινοι όγκοι και οι οροσειρές. Παρακάτω θα εξετάσουμε λεπτομερέστερα καθέναν από αυτούς τους παράγοντες.

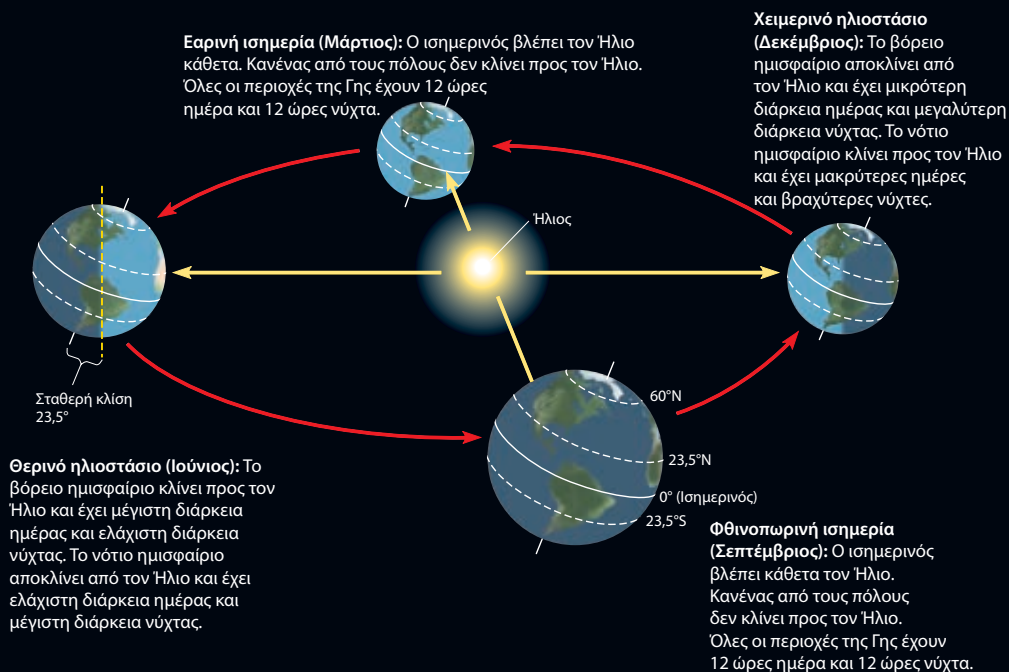
Εποχικότητα

Σε μεσαία προς μεγάλα γεωγραφικά πλάτη, ο κεκλιμένος άξονας περιστροφής της Γης και η γωνία με την οποία βλέπουν τον Ήλιο οι διάφορες περιοχές της, προκαλούν έντονους εποχικούς κύκλους στη διάρκεια της ημέρας, την ηλιακή ακτινοβολία και τη θερμοκρασία (**Εικόνα 1.4**). Η μεταβαλλόμενη γωνία του Ήλιου μέσα στο έτος επηρεάζει επίσης τα τοπικά περιβάλλοντα. Παραδείγματος χάριν, οι ζώνες ξηρού και υγρού αέρα εκατέρωθεν του ισημερινού μετακινούνται ελαφρώς προς βορρά και νότο, καθώς αλλάζει η γωνία των ηλιακών ακτίνων· αυτό δημιουργεί χαρακτηριστικές υγρές και ξηρές εποχές κοντά στις 20° βόρειου και 20° νότιου γεωγραφικού πλάτους, όπου αναπτύσσονται πολλά τροπικά φυλλοβόλα δάση. Συν τοις άλλοις, οι εποχικές μεταβολές στα πρότυπα του ανέμου αλλάζουν τα ωκεάνια ρεύματα, προκαλώντας ενίοτε ανάβλυση ψυχρών μαζών νερού από τα βαθύτερα στρώματα. Αυτά τα πλούσια σε θρεπτικά συστατικά νερά διεγείρουν την αύξηση του φυτοπλαγκτού στην επιφάνεια της θάλασσας, αλλά και των οργανισμών που τρέφονται με αυτό. Σημειωτέον, παρότι τούτες οι ζώνες ανάβλυσης καταλαμβάνουν ελάχιστο ποσοστό της συνολικής έκτασης των ωκεανών, αποτελούν εντούτοις την πηγή περισσότερου από το 25% των αλιευμάτων παγκοσμίως.

Υδάτινοι όγκοι

Τα ωκεάνια ρεύματα επηρεάζουν το κλίμα κατά μήκος των ηπειρωτικών ακτών, θερμαίνοντας ή ψυχραίνοντας τις υπερκείμενες αέριες μάζες που περνούν από την ξηρά. Οι παράκτιες περιοχές είναι γενικά πιο υγρές από εκείνες στο εσωτερικό των ηπείρων με ίδιο γεωγραφικό

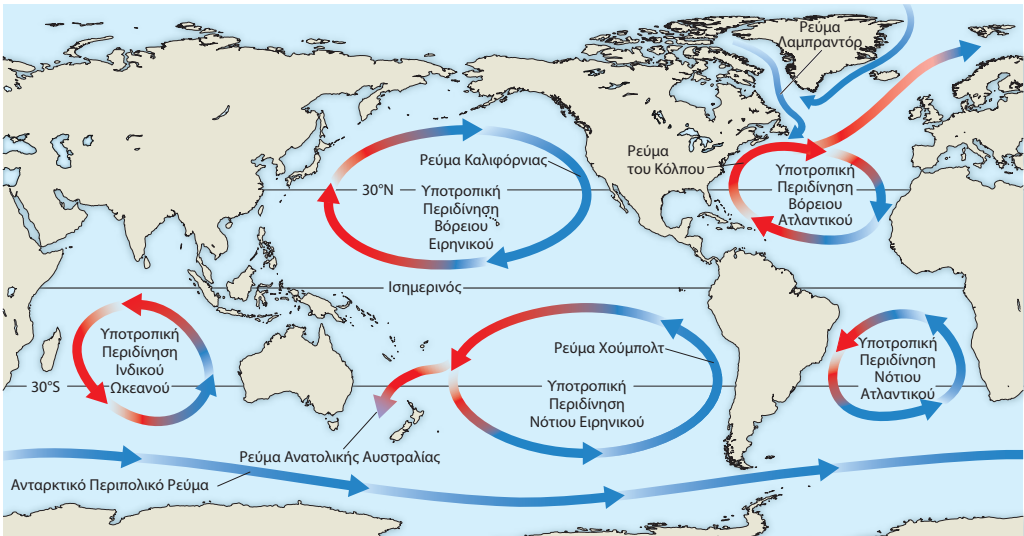
▼ **Εικόνα 1.4** Εποχική διακύμανση στην ένταση του ηλιακού φωτός. Επειδή ο άξονας της Γης έχει κλίση σε σχέση με το επίπεδο της τροχιάς της γύρω από τον Ήλιο, η ένταση του ηλιακού φωτός εμφανίζει διακύμανση ανάλογα με την εποχή. Τούτη η διακύμανση είναι μικρότερη στους τροπικούς, αλλά αυξάνεται προς τους πόλους.



πλάτος. Το δροσερό, υγρό κλίμα που δημιουργείται από το ψυχρό Ρεύμα της Καλιφόρνιας, το οποίο ρέει νότια κατά μήκος της δυτικής Βόρειας Αμερικής, υποστηρίζει τη δημιουργία οικοσυστημάτων κωνοφόρων δασών βροχής σε μεγάλο μέρος των ακτών του Ειρηνικού και μεγάλων συστάδων με σεκόγιες πιο βόρεια. Απεναντίας, η δυτική ακτή της Βόρειας Ευρώπης έχει ήπιο κλίμα εξαιτίας του Ρεύματος του Κόλπου, το οποίο μεταφέρει ζεστά νερά από τον ισημερινό στον Βόρειο Ατλαντικό (**Εικόνα 1.5**). Ως αποτέλεσμα, τον χειμώνα η βορειοδυτική Ευρώπη είναι πιο ζεστή απ' ό,τι ο νοτιοανατολικός Καναδάς, ο οποίος βρίσκεται νοτιότερα, αλλά ψυχραίνεται από το Ρεύμα του Λαμπραντόρ, που ρέει νότια από τις ακτές της Γροιλανδίας.

Λόγω της υψηλής ειδικής θερμότητας του νερού, οι θάλασσες και οι μεγάλες λίμνες τείνουν να κάνουν ηπιότερο το κλίμα των γειτονικών χερσαίων περιοχών. Τις ζεστές ημέρες, όταν η στεριά είναι θερμότερη από το νερό, ο αέρας πάνω από τη στεριά θερμαίνεται και ανέρχεται, πυροδοτώντας μια δροσερή αύρα από τη θάλασσα (**Εικόνα 1.6**). Αντιθέτως, τις νύχτες, επειδή η θερμοκρασία πέφτει πιο γρήγορα στη στεριά απ' ό,τι στο νερό, ο αέρας πάνω από τα νερά (που τώρα είναι θερμότερα) ανέρχεται, πυροδοτώντας έναν δροσερό αέρα από τη στεριά προς τη θάλασσα και αντικαθιστώντας τον με θερμότερο από την ακτή. Ωστόσο, αυτός ο τοπικός μετριασμός του κλίματος μπορεί να συμβαίνει μονάχα στην ακτή. Στη νότια Καλιφόρνια και τη νοτιοδυτική Αυστραλία, το καλοκαίρι, η δροσερή και ξηρή αύρα θερμαίνεται όταν φτάνει στη στεριά, απορροφώντας υγρασία και δημιουργώντας ζεστό και ξηρό κλίμα λίγα χιλιόμετρα προς την ενδοχώρα. Να σημειώσουμε εδώ ότι τούτο το κλιματικό πρότυπο απαντά επίσης γύρω από τη Μεσόγειο Θάλασσα, εξού και ονομάζεται *Μεσογειακό κλίμα*.

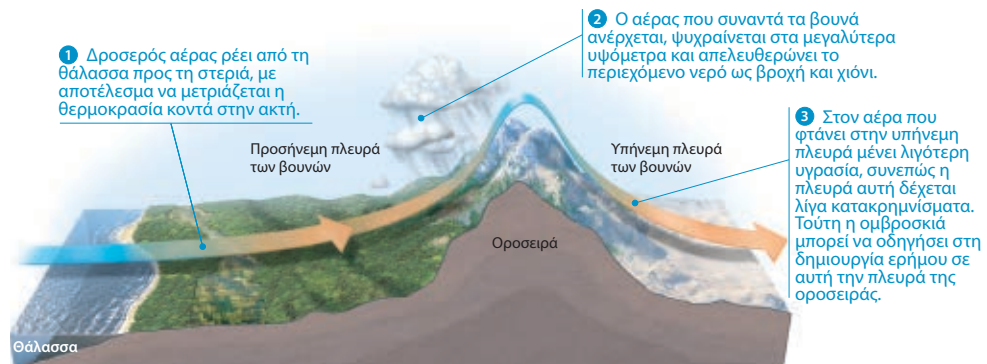
▼ **Εικόνα 1.5** Η παγκόσμια κυκλοφορία του επιφανειακού νερού στους ωκεανούς. Το νερό θερμαίνεται στον ισημερινό και ρέει βόρεια και νότια προς τους πόλους, όπου και ψυχραίνεται. Παρατηρήστε τις ομοιότητες μεταξύ της κατεύθυνσης της κυκλοφορίας του νερού στις περιδιμήσεις και την κατεύθυνση των αληγών ανέμων στην Εικόνα 1.3.



Βουνά

Όπως οι μεγάλοι υδάτινοι όγκοι, έτσι και τα βουνά επηρεάζουν τη ροή του αέρα πάνω από τη στεριά. Όταν θερμός, υγρός αέρας πλησιάζει ένα βουνό, ανέρχεται και ψυχραίνεται, αφήνοντας την υγρασία του στην προσήνεμη πλευρά της κορυφής (βλ. Εικόνα 1.6). Στην υπήνεμη πλευρά, ο ψυχρότερος και ξηρός αέρας κατέρχεται, απορροφώντας υγρασία και παράγοντας «ομβροσκιά». Αυτή η ομβροσκιά καθορίζει το πού βρίσκονται πολλές έρημοι, όπως η Έρημος Μοχάβε στη δυτική Βόρεια Αμερική και η Έρημος Γκόμπι στην Ασία.

Τα βουνά επηρεάζουν επίσης την ποσότητα του ηλιακού φωτός που φτάνει σε μια περιοχή – άρα και την τοπική θερμοκρασία, αλλά και τη βροχόπτωση. Οι νότιες πλαγιές στο Βόρειο Ημισφαίριο δέχονται περισσότερο ηλιακό φως απ’ ό,τι οι βόρειες, συνεπώς είναι θερμότερες και ξηρότερες. Μάλιστα, οι αβιοτικές αυτές διαφορές επηρεάζουν τοπικά την κατανο-



▲ **Εικόνα 1.6** Πώς επηρεάζουν το κλίμα οι μεγάλοι υδάτινοι όγκοι και τα βουνά. Στην εικόνα παρουσιάζεται σχηματικά τι μπορεί να συμβεί μια ζεστή ημέρα του καλοκαιριού.

μή των ειδών. Φέρ' ειπείν, σε πολλά βουνά της δυτικής Βόρειας Αμερικής, στις ψυχρότερες βόρειες πλαγιές φύονται δένδρα ερυθρελάτης και άλλα κωνοφόρα, στις νότιες όμως ευδοκίμουν θαμνώδη φυτά, ανθεκτικά στην ξηρασία. Επιπλέον, κάθε αύξηση του υψομέτρου κατά 1.000 μέτρα ισοδυναμεί με μια πτώση της μέσης θερμοκρασίας κατά 6°C (μείωση αντίστοιχη με εκείνη που προκαλεί η αύξηση του γεωγραφικού πλάτους κατά 880 km). Αυτός είναι ένας από τους λόγους για τους οποίους οι φυτικές βιοκοινότητες στα μεγάλα υψόμετρα κοντά στον ισημερινό, λόγω χάρη, μοιάζουν με εκείνες σε χαμηλότερα υψόμετρα σε περιοχές μακριά από αυτόν.

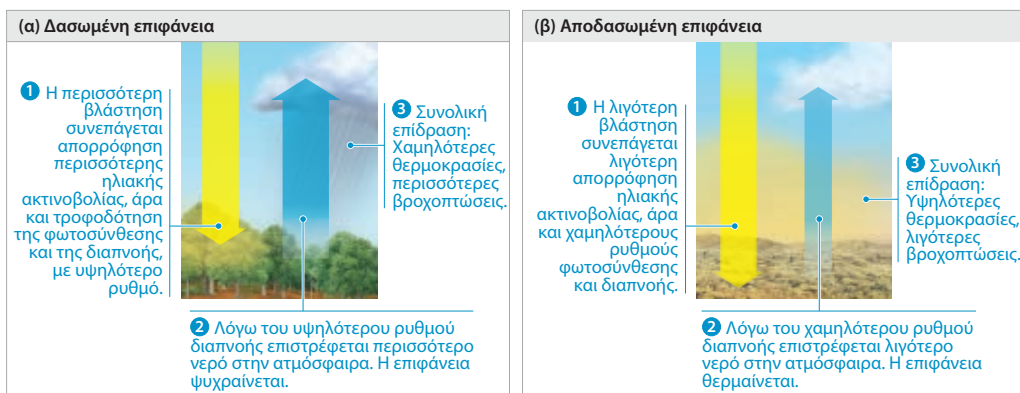
Επιδράσεις της βλάστησης στο κλίμα

Το κλίμα επηρεάζει το πού μπορούν να ζήσουν οι οργανισμοί της χέρσου· και οι οργανισμοί όμως μπορούν, με τη σειρά τους, να επηρεάσουν το κλίμα. Αυτό ισχύει κυρίως για τα δάση, τα οποία μπορούν να αλλάξουν το κλίμα σε τοπική, ή ακόμα και σε περιφερειακή, κλίμακα.

Από ψηλά, ένα δάσος φαίνεται πιο σκουρόχρωμο από μια έρημο ή ένα χορτολίβαδο, λόγω της πυκνής βλάστησής του. Ως αποτέλεσμα, ένα δάσος απορροφά περισσότερη (και ανακλά λιγότερη) ηλιακή ενέργεια απ' ό,τι μια έρημος ή ένα χορτολίβαδο, συμβάλλοντας έτσι στη θέρμανση της επιφάνειας της Γης στις δασωμένες περιοχές. Αυτή η θερμαντική επίδραση, ωστόσο, αντισταθμίζεται με το παραπάνω από τη διαπνοή, δηλαδή την απώλεια νερού μέσω εξάτμισης από τα φυτά, η οποία ψυχραίνει την επιφάνειά τους (κάτι παρόμοιο συμβαίνει με τον ιδρώτα που επιδρά δροσιστικά στο σώμα σας). Τούτη η απώλεια νερού είναι πολύ μεγαλύτερη στα δάση απ' ό,τι σε άλλα οικοσυστήματα· έτσι, τα δάση επηρεάζουν το κλίμα με δύο καιρίους τρόπους: Μειώνουν τη θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης και αυξάνουν τη συχνότητα των κατακρημνισμάτων (Εικόνα 1.7). Έχει, μάλιστα, τεκμηριωθεί σε πολλά μέρη ανά την υφήλιο ότι το κλίμα είναι θερμότερο και ξηρότερο στις περιοχές στις οποίες οι άνθρωποι έχουν απομινλώσει μεγάλα δάση, ενώ είναι δροσερότερο και υγρότερο εκεί όπου τα έχουν αποκαταστήσει.

Μικροκλίμα

Σε ακόμα μικρότερη κλίμακα, συναντάμε το **μικροκλίμα** – πολύ σύνθετα, τοπικά πρότυπα κλιματικών συνθηκών. Το μικροκλίμα επηρεάζεται από πολλά χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος, τα οποία ρίχνουν σκιά, αλλάζουν την εξάτμιση από το έδαφος ή τροποποιούν τα πρότυπα του ανέμου. Παραδείγματος χάριν, τα δένδρα ενός δάσους πολλές φορές κα-



▲ **Εικόνα 1.7** Πώς επηρεάζει το περιφερειακό κλίμα η αποψίλωση των δασών;

θιστούν ηπιότερο το μικροκλίμα στην περιοχή που βρίσκεται από κάτω τους. Συνεπώς, οι αποψιλωμένες εκτάσεις συνήθως υφίστανται πιο ακραίες θερμοκρασίες απ' ό,τι το εσωτερικό ενός δάσους, λόγω της περισσότερης ηλιακής ακτινοβολίας και των ρευμάτων αέρα που δημιουργούνται από την απότομη θέρμανση και ψύξη τους. Μέσα σε ένα δάσος, το έδαφος στις χαμηλές περιοχές είναι κατά κανόνα πιο υγρό από εκείνο στις περιοχές σε υψώματα και συνήθως καταλαμβάνεται από διαφορετικά είδη δένδρων. Οι πεσμένοι κορμοί ή οι μεγάλες πέτρες μπορεί να προσφέρουν καταφύγια για οργανισμούς, όπως οι σαλαμάνδρες, τα σκουλήκια και τα έντομα, προστατεύοντάς τα από τις ακραίες τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας.

Κάθε περιβάλλον στη Γη εμφανίζει μικρής κλίμακας διαφορές στα χημικά και τα φυσικά χαρακτηριστικά του, π.χ. στη θερμοκρασία, στο φως, στο νερό και στα θρεπτικά συστατικά. Αυτοί οι **αβιοτικοί** παράγοντες επηρεάζουν την κατανομή και την αφθονία των οργανισμών, όπως θα δούμε αργότερα στο κεφάλαιο. Παρομοίως, οι **βιοτικοί** παράγοντες –οι άλλοι οργανισμοί που αποτελούν μέρος του περιβάλλοντος ενός ατόμου– επίσης επηρεάζουν την κατανομή και την αφθονία της ζωής στον πλανήτη.

Παγκόσμια κλιματική αλλαγή

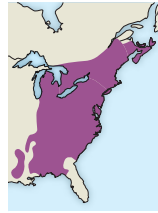
Οι κλιματικοί παράγοντες επηρεάζουν τη γεωγραφική έκταση που καταλαμβάνουν τα περισσότερα φυτά και ζώα. ως εκ τούτου, κάθε μεγάλης κλίμακας μεταβολή στο κλίμα της Γης επηρεάζει σημαντικά τη βιόσφαιρα. Στην πραγματικότητα, αυτή τη στιγμή βρίσκεται εν εξελίξει ένα μεγάλης κλίμακας κλιματικό «πείραμα»: Η καύση ορυκτών καυσίμων και η αποψίλωση των δασών αυξάνουν τις συγκεντρώσεις του διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Αυτό έχει ήδη προκαλέσει μια **κλιματική αλλαγή**, δηλαδή μια συστηματική μεταβολή του παγκόσμιου κλίματος, η οποία συνεχίζεται επί τρεις ή και περισσότερες δεκαετίες (σε αντίθεση με τις βραχυπρόθεσμες μεταβολές του καιρού). Όπως θα δούμε λεπτομερέστερα στο Τμήμα 5.4, από το 1900 η θερμοκρασία της Γης έχει αυξηθεί κατά 0,9°C κατά μέσο όρο, ενώ προβλέπεται ότι μέχρι το 2100 θα έχει αυξηθεί περαιτέρω κατά 1-6°C. Τα πρότυπα των ανέμων και των κατακρημνισμάτων επίσης έχουν μεταβληθεί, ενώ τα ακραία καιρικά φαινόμενα (όπως οι ισχυρές καταιγίδες και οι έντονες ξηρασίες) εκδηλώνονται με μεγαλύτερη συχνότητα.

Πώς, όμως, επηρεάζουν την κατανομή των οργανισμών τούτες οι αλλαγές; Ένας τρόπος να απαντήσουμε στο ερώτημα αυτό είναι να εξετάσουμε τις αλλαγές που έχουν συμβεί από το τέλος της τελευταίας παγετώδους περιόδου. Μέχρι πριν από περίπου 16.000 χρόνια, μεγάλο μέρος της Βόρειας Αμερικής και της Ευρασίας καλυπτόταν από παγετώνες. Καθώς το κλίμα θερμαινόταν και οι παγετώνες υποχωρούσαν, η κατανομή αρκετών ειδών δένδρων άρχισε να επεκτείνεται προς τον βορρά. Ενδείξεις απολιθωμένης γύρης δείχνουν ότι, ενώ κάποια είδη μετακινήθηκαν ταχύτατα προς τα βόρεια, άλλα μετακινήθηκαν πιο αργά – η επέκταση της περιοχής εξάπλωσής τους καθυστέρησε αρκετές χιλιάδες χρόνια σε σχέση με τη μετατόπιση του ενδιαιτήματός τους.

Άραγε, θα καταφέρουν τα φυτά και άλλα είδη να «συμβαδίσουν» με την πολύ ταχύτερη θέρμανση που προβλέπεται για τον αιώνα που διανύουμε; Ας δούμε, ως παράδειγμα, την αμερικανική οξιά, *Fagus grandifolia*. Οικολογικά μοντέλα προβλέπουν ότι μέσα στον επόμενο αιώνα το βόρειο όριο εξάπλωσης της οξιάς μπορεί να μετακινηθεί 700-900 km βόρεια, ενώ το νότιο όριό της ακόμα περισσότερο. Στην **Εικόνα 1.8** παρουσιάζονται η σημερινή και η προβλεπόμενη γεωγραφική εξάπλωση του εν λόγω είδους, σύμφωνα με δύο διαφορετικά σενάρια κλιματικής αλλαγής. Εάν οι προβλέψεις αυτές αποδειχθούν έστω και κατά προσέγγιση σωστές, τότε η περιοχή εξάπλωσης της οξιάς θα πρέπει να μετατοπίζεται κάθε χρόνο 7-9 km προς βορρά, προκειμένου να ακολουθήσει τον ρυθμό θέρμανσης του κλίματος. Αυτό που

► **Εικόνα 1.8** Η σημερινή γεωγραφική εξάπλωση και οι προβλεπόμενες εξάπλώσεις της αμερικανικής οξιάς, σύμφωνα με δύο σενάρια κλιματικής αλλαγής.

ⓘ Η προβλεπόμενη εξάπλωση σε κάθε σενάριο βασίζεται μόνο σε κλιματικούς παράγοντες. Ποιοι άλλοι παράγοντες μπορεί να αλλάξουν την κατανομή του συγκεκριμένου είδους;



(α) Σημερινή περιοχή εξάπλωσης



(β) Άνοδος θερμοκρασίας κατά 4,5°C μέσα στον επόμενο αιώνα



(γ) Άνοδος θερμοκρασίας κατά 6,5°C μέσα στον επόμενο αιώνα

έχει παρατηρηθεί, όμως, είναι ότι από το τέλος της τελευταίας παγετώδους περιόδου, η οξιά έχει μετακινηθεί με ρυθμό μόλις 0,2 km ετησίως. Συνεπώς, εάν ο άνθρωπος δεν συμβάλλει στη μετακίνηση σε νέα ενδιαιτήματα, είδη όπως η αμερικανική οξιά ενδέχεται να περιοριστούν σε πολύ μικρότερη περιοχή εξάπλωσης ή ακόμα και να εξαφανιστούν.

Στην πραγματικότητα, η κλιματική αλλαγή που έχει ήδη συμβεί έχει αλλάξει τη γεωγραφική εξάπλωση εκατοντάδων οργανισμών σε χέρσο, θάλασσα και γλυκά νερά. Λόγου χάρη, 22 από τα 35 είδη πεταλούδων της Ευρώπης που έχουν μελετηθεί, τις τελευταίες δεκαετίες έχουν μετατοπίσει τη γεωγραφική τους εξάπλωση βορειότερα, κατά 35-240 km, λόγω του θερμότερου κλίματος. Στη δυτική Βόρεια Αμερική, σχεδόν 200 είδη φυτών έχουν μετακινηθεί σε χαμηλότερα υψόμετρα, κατά πάσα πιθανότητα λόγω των μειωμένων βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων που παρατηρούνται πλέον στα υψηλότερα υψόμετρα. Το *Neodenticula seminae*, ένα είδος διατόμου του Ειρηνικού, εποίκισε πρόσφατα τον Ατλαντικό Ωκεανό, για πρώτη φορά μέσα σε 800.000 χρόνια.

Σε πολλές περιπτώσεις, όταν το κλίμα επιτρέπει ή επιβάλλει σε ένα είδος να μετακινηθεί σε κάποια νέα γεωγραφική περιοχή, το πιθανότερο είναι ότι αυτό θα γίνει σε βάρος των άλλων οργανισμών που ήδη ζουν εκεί (βλ. Εικόνα 5.31).

Επιπλέον, με την αλλαγή του κλίματος, ορισμένα είδη αντιπετοπίζουν έλλειψη κατάλληλου ενδιαιτήματος, ενώ άλλα δεν μπορούν να μεταναστεύσουν αρκετά γρήγορα. Σε μια πρόσφατη μελέτη, επί παραδείγματι, βρέθηκε ότι, κατά μέσο όρο, η γεωγραφική εξάπλωση 67 ειδών βόμβων (Εικόνα 1.9) στο Βόρειο Ημισφαίριο συρρικνώνεται: Τα νότια άκρα των κατανομών τους υποχωρούν, τα βόρεια όμως δεν μπορούν να επεκταθούν. Συνολικά, η κλιματική αλλαγή οδηγεί σε μείωση του μεγέθους των πληθυσμών πολλών ειδών, ή ακόμα και σε εξαφάνισή τους.



▲ **Εικόνα 1.9** Ο σκωριοκηλιδωτός βόμβος (*Bombus affinis*).

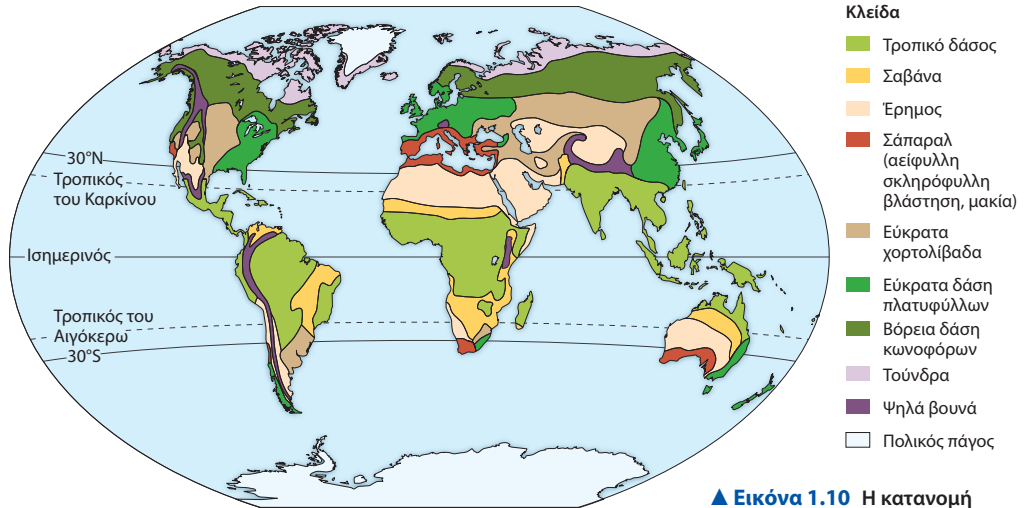
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΝΝΟΙΩΝ ΤΜΗΜΑΤΟΣ 1.1

1. Εξηγήστε πώς η άνιση θέρμανση της επιφάνειας της Γης από τον Ήλιο οδηγεί στη δημιουργία ερήμων στις περιοχές ~30° βόρεια και νότια του ισημερινού.
2. Ποιες είναι μερικές από τις διαφορές στο μικροκλίμα μεταξύ ενός μη φυτεμένου αγρού και ενός γειτονικού διαδρόμου που σχηματίζουν τα δένδρα στις όχθες ενός ρέματος;
3. **ΤΙ ΘΑ ΓΙΝΟΤΑΝ ΑΝ...;** Οι αλλαγές στο κλίμα της Γης στο τέλος της τελευταίας παγετώδους περιόδου συνέβησαν σταδιακά, μέσα σε εκατοντάδες

ή και χιλιάδες χρόνια. Εάν ο πλανήτης συνεχίσει να θερμαίνεται με τον σημερινό, ταχύτατο ρυθμό του, πώς θα επηρεαστεί η εξέλιξη των πολυετών δένδρων συγκριτικά με εκείνη των ετήσιων φυτών, τα οποία έχουν πολύ μικρότερες διάρκειες γενεάς;

4. **ΣΥΣΧΕΤΙΣΤΕ** Εστιάζοντας μόνο στις επιδράσεις της θερμοκρασίας, θα αναμείνατε η παγκόσμια κατανομή των φυτών C₄ να επεκταθεί ή να συρρικνωθεί καθώς η Γη γίνεται θερμότερη; Γιατί;

Για προτεινόμενες απαντήσεις, βλ. Παράρτημα Α.



▲ **Εικόνα 1.10** Η κατανομή των μεϊζόνων χερσαίων μεγαδιαπλάσεων.

ΤΜΗΜΑ 1.2

Η κατανομή των χερσαίων μεγαδιαπλάσεων ρυθμίζεται από το κλίμα και τις διαταραχές

Σε μεγάλη κλίμακα, η ζωή στη Γη κατανέμεται σε **μεγαδιαπλάσεις**, δηλαδή μείζονες βιοτικές ζώνες που χαρακτηρίζονται από τον τύπο της βλάστησης (για τις χερσαίες μεγαδιαπλάσεις) ή από το αβιοτικό περιβάλλον (για τις υδάτινες). Ας δούμε, κατ' αρχάς, τους παράγοντες που καθορίζουν πού βρίσκονται οι μεγαδιαπλάσεις στη στεριά.

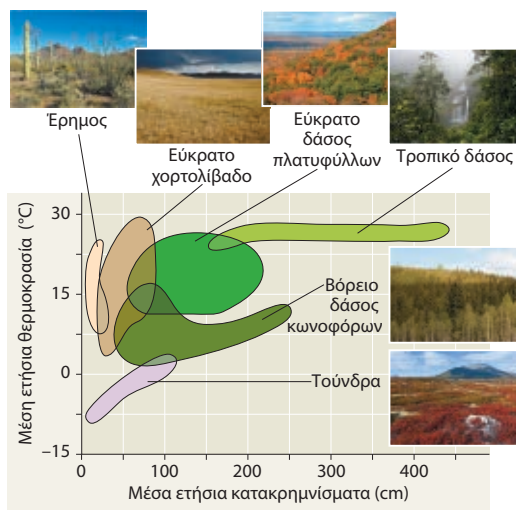
Κλίμα και χερσαίες μεγαδιαπλάσεις

Επειδή το κλίμα επηρεάζει σημαντικά την κατανομή των φυτικών ειδών, αποτελεί και καθοριστικό παράγοντα της γεωγραφικής θέσης των χερσαίων μεγαδιαπλάσεων (**Εικόνα 1.10**). Η σημασία του κλίματος για την κατανομή των μεγαδιαπλάσεων μπορεί να γίνει αντιληπτή αν εξετάσουμε ένα **κλιματογράφημα**, ένα διάγραμμα που παρουσιάζει τη μέση ετήσια θερμοκρασία συναρτήσει των μέσων ετήσιων κατακρημνισμάτων σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Στην **Εικόνα 1.11** δίνεται ένα κλιματογράφημα για ορισμένες μεγαδιαπλάσεις στη Βόρεια Αμερική. Παρατηρήστε, λόγω χάρη, ότι το εύρος των κατακρημνισμάτων στα βόρεια δάση κωνοφόρων είναι παρόμοιο με εκείνο στα εύκρατα δάση, αλλά τα εύκρατα δάση είναι εν γένει θερμότερα. Τα χορτολιβάδα είναι συνήθως πιο ξηρά από αμφοτέρους τους τύπους δάσους, οι δε έρημοι ακόμα ξηρότερες.

Πέρα από τη μέση θερμοκρασία και τα μέσα κατακρημνίσματα, υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που καθορίζουν το πού απαντά κάθε τύπος μεγαδιαπλάσης. Φέρ' ειπείν, ορισμένες περιοχές της Βόρειας Αμερικής με συγκεκριμένο συνδυασμό θερμοκρασίας και κατακρημνισμάτων υποστηρίζουν τη δημιουργία εύκρατων δασών πλατυφύλλων, ενώ άλλες με παρόμοιες τιμές υποστηρίζουν τη δημιουργία δασών κωνοφόρων (βλ. επικάλυψη στην Εικόνα 1.11). Ένας λόγος γι' αυτή την ποικιλομορφία είναι το ότι τα κλιματογραφήματα βασίζονται σε μέσες ετήσιες τιμές· συχνά όμως εξίσου σημαντικό με το μέσο κλίμα είναι και το *πρότυπο* της κλιματικής διακύμανσης. Παραδείγματος χάριν, κάποιες περιοχές μπορεί να υφίστανται τακτική βροχόπτωση όλο τον χρόνο, ενώ άλλες μπορεί να έχουν διακριτές υγρές και ξηρές εποχές.

► **Εικόνα 1.11** Κλιματογράφημα ορισμένων μειζόνων μεγαδιαπλάσεων στη Βόρεια Αμερική. Οι περιοχές που εμφανίζονται στο διάγραμμα καλύπτουν το εύρος της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας και των κατακρημνισμάτων στις μεγαδιαπλάσεις.

ΕΡΜΗΝΕΥΣΤΕ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ Ορισμένα οικοσυστήματα αρκτικής τούνδρας δέχονται τόσο λίγες βροχοπτώσεις όσο και οι έρημοι, αλλά έχουν πολύ πυκνότερη βλάστηση. Ποιος κλιματικός παράγοντας μπορεί να προκαλεί τούτη τη διαφορά; Εξηγήστε.



Γενικά χαρακτηριστικά των χερσαίων μεγαδιαπλάσεων

Οι περισσότερες χερσαίες μεγαδιαπλάσεις οφείλουν το όνομά τους στα βασικά κλιματικά χαρακτηριστικά και στην κυρίαρχη βλάστησή τους. Τα εύκρατα χορτολίβαδα, επί παραδείγματι, συνήθως απαντούν σε μέσα γεωγραφικά πλάτη, όπου το κλίμα είναι ήπιο και η κυρίαρχη βλάστηση αποτελείται από διάφορα είδη αγρωστωδών. Κάθε μεγαδιάπλαση χαρακτηρίζεται επίσης από μικροοργανισμούς, μύκητες και ζώα που έχουν προσαρμοστεί στο συγκεκριμένο περιβάλλον. Λόγου χάρη, είναι γενικά πιο πιθανό να βρει κανείς δενδρόμορφους μυκορριζικούς μύκητες και μεγάλα φυτοφάγα θηλαστικά στα εύκρατα χορτολίβαδα παρά στα εύκρατα δάση πλατυφύλλων. Στην Εικόνα 1.10 φαίνεται να υπάρχουν σαφή όρια μεταξύ των μεγαδιαπλάσεων· στην πραγματικότητα, όμως, οι χερσαίες μεγαδιαπλάσεις συνήθως επικαλύπτονται η μία με την άλλη, ενίοτε σε μεγάλες εκτάσεις. Η περιοχή της αλληλεπικάλυψης ονομάζεται **οικοτόνος** και μπορεί να είναι ευρεία ή στενή.

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των χερσαίων μεγαδιαπλάσεων είναι η κατακόρυφη στρωμάτωση της βλάστησής τους. Σε πολλά δάση, τα στρώματα περιλαμβάνουν, από την κορυφή προς το έδαφος, τον **δασικό θόλο**, τα χαμηλά δένδρα, τον θαμνώδη υποόροφο, το εδαφικό στρώμα με τα ποώδη φυτά, τη φυλλοστρωμή (πεσμένα φύλλα, κλαδιά κ.λπ.) και το ριζικό στρώμα. Οι μη δασικές μεγαδιαπλάσεις έχουν παρόμοια –αν και συνήθως λιγότερο εμφανή– στρώματα. Η στρωμάτωση της βλάστησης διαμορφώνει πολλά διαφορετικά ενδιαιτήματα για τα ζώα, τα οποία μερικές φορές απαντούν σε καλά καθορισμένες τροφικές ομάδες, π.χ. εντομοφάγα πτηνά και χειρόπτερα που τρέφονται πάνω από τον δασικό θόλο, ή σκουλήκια, αρθρόποδα και μικρά θηλαστικά που αναζητούν τροφή στη φυλλοστρωμή και στο στρώμα των υποκειμένων ριζών.

Η σύσταση των ειδών σε κάθε τύπο μεγαδιάπλασης ποικίλλει από περιοχή σε περιοχή. Στο βόρειο δάσος κωνοφόρων (τάιγκα) της Βόρειας Αμερικής, επί παραδείγματι, η κόκκινη ερυθρελάτη είναι κοινή στα ανατολικά, ενώ στις περισσότερες άλλες περιοχές αφθονούν η μαύρη και η λευκή ερυθρελάτη. Όπως φαίνεται στην **Εικόνα 1.12**, οι κάκτοι που ζουν στις ερήμους της Βόρειας και της Νότιας Αμερικής μοιάζουν με ευφόρβιες, ένα είδος φυτού που απαντά στις αφρικανικές ερήμους. Όμως, οι κάκτοι και οι ευφόρβιες ανήκουν σε διαφορετικές εξελικτικές γενεαλογικές γραμμές· επομένως, οι ομοιότητές τους οφείλονται σε συγκλίνοσα εξέλιξη και όχι σε κοινή προέλευση.