

Αιολική Γεωμορφολογία



Δρ Νικόλαος Ζούρος

Καθηγητής Τμήματος Γεωγραφίας Πανεπιστημίου Αιγαίου

Αιολική διάβρωση

- Ο άνεμος ασκεί καταστρεπτικό, όσο και δημιουργικό έργο, και αποτελεί μετά τη δράση του νερού, της βαρύτητας, των κυμάτων και των παγετώνων ένα σημαντικό παράγοντα διάβρωσης.
- Υπάρχουν ορισμένες περιοχές της γης όπου η δράση του ανέμου είναι εντυπωσιακή. Οι περιοχές αυτές βρίσκονται είτε σε ζώνες θερμών και ξηρών κλιματικών περιοχών (έρημοι) ή σε ζώνες ακτών ανεξάρτητα από κλιματικές συνθήκες.
- Οι έρημοι συνήθως βρίσκονται στα κέντρα των ηπείρων. Σπάνια βρίσκονται και σε παράκτιες περιοχές όπου οι ακτές επηρεάζονται από ψυχρά ρεύματα.

Αποσάθρωση από τον άνεμο

Οι άνεμοι προκαλούν αποσαθρωτική δράση κατά την κίνηση τους πάνω στην επιφάνεια της ξηράς, τροποποιώντας έτσι την εξωτερική μορφή των πετρωμάτων και διαμορφώνοντας ποικίλες γεωμορφές, κυρίως στις ερημικές θερμές περιοχές και σε μικρότερη κλίμακα σε περιοχές με ιδιαίτερα φτωχή βλάστηση (υπο-ερημικές, παράκτιες ζώνες, περιοχές γύρω από παγετώνες κλπ.).

Αποσάθρωση (Weathering)

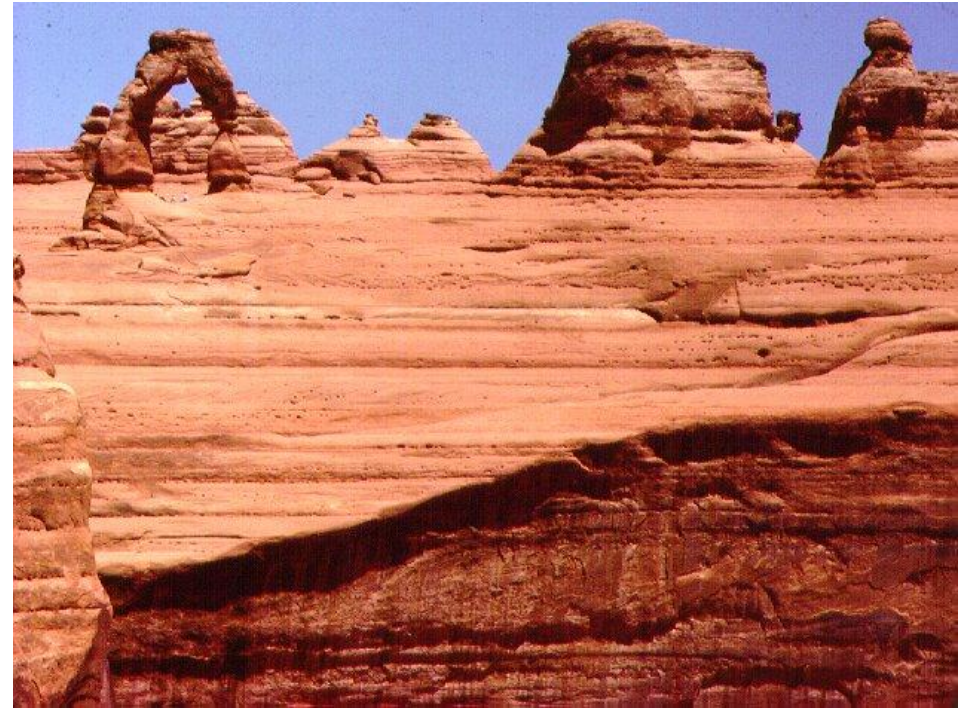


Μια φυσική αψίδα που δημιουργήθηκε από την διαφορεική διάβρωση του πετρώματος στο Jebel Kharaz (Ιορδανία)

Αποσάθρωση (Weathering)



Monument Valley, Utah, USA

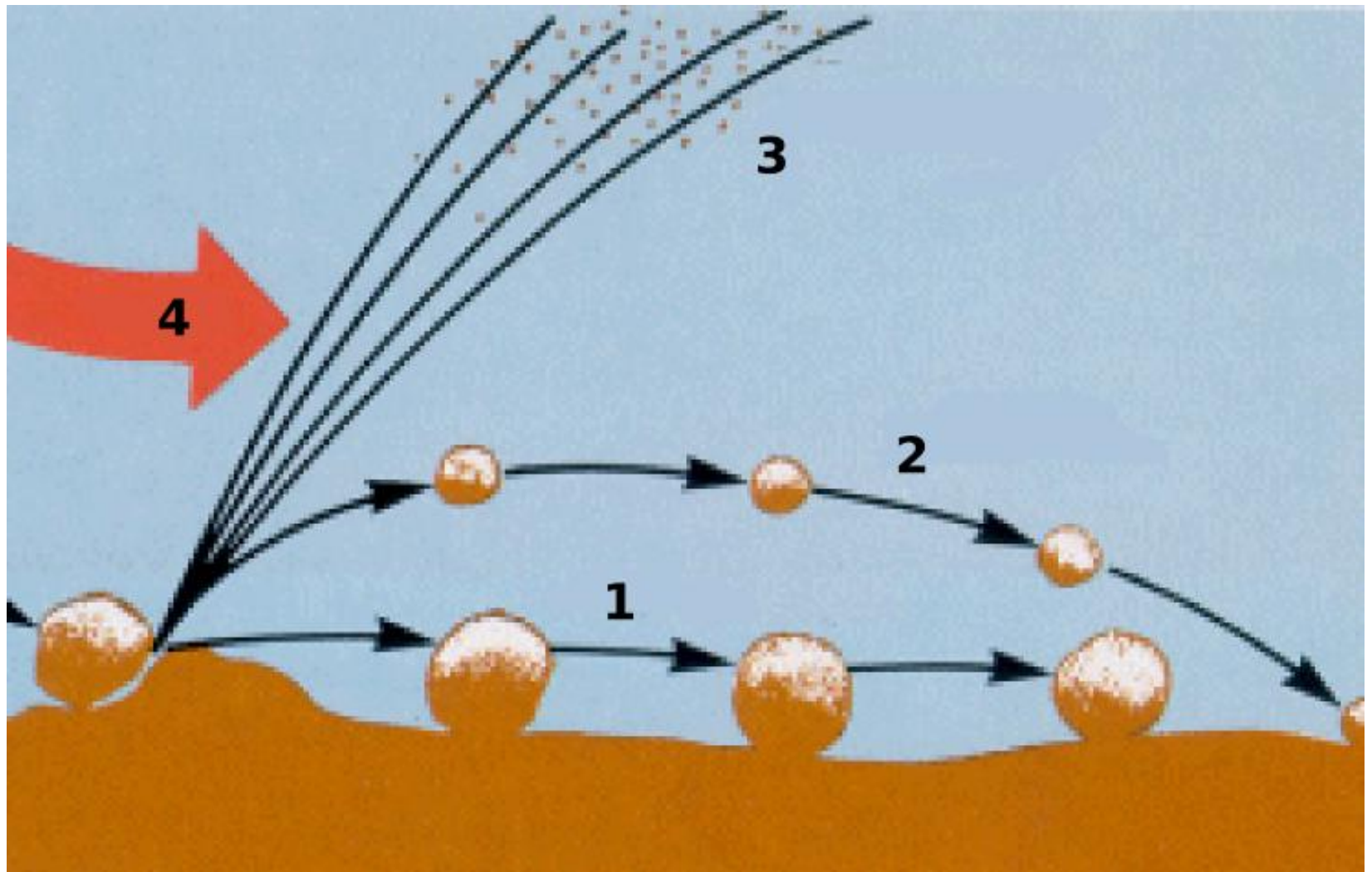


Arches National Monument, Utah USA

Αποσάθρωση από τον άνεμο

Κατά κανόνα οι άνεμοι θεωρούνται ρεύματα τα οποία κινούνται από σημεία με υψηλότερη πίεση της ατμόσφαιρας προς σημεία με χαμηλότερη, με κινήσεις εν μέρει παράλληλες προς την επιφάνεια της Γης, η ροή τους όμως είναι συχνά ανώμαλη, με ρεύματα ανοδικά και καθοδικά, με περιδινήσεις και απότομες αλλαγές διεύθυνσης εξαιτίας στιγμιαίων τοπικών συνθηκών.

Σε τέτοιες συνθήκες οι άνεμοι αποκτούν ενέργεια, με την οποία αποσπούν και μεταφέρουν σκόνη και κόκκους άμμου, από σημεία όπου άλλες φυσικές και χημικές επιδράσεις έχουν προκαλέσει τη δημιουργία τους.



Αποσάθρωση από τον άνεμο

- Οι άνεμοι μερικές φορές απογυμνώνουν τα πετρώματα σε μεγάλες εκτάσεις (και αυτό συμβαίνει στην περίπτωση των ερήμων) οπότε δεν απομένουν παρά μόνο γυμνοί βράχοι (λιθώδεις θίνες, τα *hammad* της Σαχάρας) ή χαλίκια αρκετά βαριά - αυτά που δεν μπορούν να μεταφερθούν, σχηματίζουν τα ρεγκ (όρος που χρησιμοποιείται ιδιαίτερα για τις ερημικές περιοχές της Σαχάρας).
- Αυτή η δράση ανύψωσης, μεταφοράς και κύλισης πάνω στην επιφάνεια του εδάφους των λεπτών υπολειμμάτων της αποσύνθεσης των πετρωμάτων, την οποία αναπτύσσουν οι άνεμοι με τα ρεύματά τους, ονομάζεται Lovato.

Gobbi - Kíva





Γεωμορφολογική δράση ανέμου

Η δράση του ανέμου σαν γεωμορφολογικού παράγοντα βασίζεται κατά κύριο λόγο στις εξής αρχές:

- α) Ο άνεμος δεν πνέει πάντοτε με σταθερή ένταση, άρα και η δράση του δεν είναι συνεχής.
- β) Η ταχύτητα του ανέμου είναι μεταβλητή: από 0,8 m/sec του ελαφρού ανέμου ως 30 m/sec των κυκλώνων. Το γεγονός αυτό προκαλεί διάφορα μορφολογικά αποτελέσματα ανάλογα με την ταχύτητα.
- γ) Ο άνεμος σχηματίζει στροβίλους, ανάλογα με τις συνθήκες σε διευθύνσεις ακόμα και προς τα άνω. Το φαινόμενο αυτό μεταφοράς υλικού αντίθετα προς τη βαρύτητα περιπλέκει το όλο θέμα της απόθεσης υλικών.
- δ) Η λεκάνη τροφοδοσίας του ανέμου μπορεί να θεωρηθεί απεριόριστη.

Μεταφορά και απόθεση

Σε περιοχές όπου κύριος παράγοντας διαμόρφωσης του ανάγλυφου είναι ο άνεμος, συμβαίνουν κατά σειρά η διάβρωση, η μεταφορά και η απόθεση.

Ο άνεμος ενεργεί διαβρωτικά με τρεις τρόπους:

- α) την αποφύσηση,
- β) την απορρίνιση και
- γ) την εκτριβή

Αποφύσηση

Αποφύσηση είναι το φαινόμενο της απόσπασσης υλικών από τα διάφορα πετρώματα και η απομάκρυνση των πιο λεπτόκοκκων, εξ αιτίας της δράσης του ανέμου.

- Τα υλικά τα οποία συνήθως μπορεί να μεταφέρει ο άνεμος είναι η άμμος, η άργιλος και το γυαλί και η μετακίνησή τους είναι δυνατό να γίνει είτε με πήδηση (άμμος), είτε με αιώρηση.
- Σε ορισμένες περιοχές τα λεπτά υλικά που βρίσκονται σε ανάμιξη με άλλα χονδρότερα υλικά, μετατοπίζονται από τον άνεμο εγκαταλείποντας τα χονδρότερα υλικά στην επιφάνεια, η οποία με την πάροδο του χρόνου παίρνει μορφή λιθικής έκτασης με λείους και στιλπνούς λίθους.
- Η αποφύσηση έχει εκλεκτικό χαρακτήρα στα υλικά που μεταφέρονται και η εκλογή δεν είναι μόνο κοκκομετρική αλλά και ποιοτική. Το μέγεθος των μεταφερόμενων υλικών εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου.

Αποφύσηση

- Η αποφύσηση έχει εκλεκτικό χαρακτήρα στα υλικά που μεταφέρονται και η εκλογή δεν είναι μόνο κοκκομετρική αλλά και ποιοτική.
- Το μέγεθος των μεταφερόμενων υλικών εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου.
- Η άμμος μεταφέρεται κατά κύριο λόγο με άλματα. Ισχυροί όμως άνεμοι, κυρίως όταν εμφανίζουν στροβιλοειδείς κινήσεις, είναι δυνατό να ανυψώσουν κόκκους μεγέθους άμμου σε μικρά ύψη και να τους μεταφέρουν σε μεγάλες αποστάσεις, με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν οι **αμμοθύελλες**.
- Τελικό αποτέλεσμα της αποφύσησης είναι η λείανση ολόκληρης της περιοχής ως συνέπεια της μεταφοράς των υλικών και η ομοιόμορφη όψη από μορφολογικής πλευράς.

Απορρίνιση

- Απορρίνιση ονομάζεται η φθορά στην οποία υπόκειται η επιφάνεια της ξηράς λόγω τριβής, που προκαλούν τα υλικά που μεταφέρονται από τον άνεμο στην επιφάνεια της.
- Απορρίνιση και αποφύσηση, συντελούν αποφασιστικά στην διαμόρφωση της μορφολογίας μιας περιοχής, όπου κύριος διαβρωτικός παράγοντας είναι ο άνεμος, η πρώτη καταστρέφοντας τα διάφορα πετρώματα και η δεύτερη μεταφέροντας τα προϊόντα της πρώτης. Γι' αυτόν τον λόγο τα πετρώματα των ερημικών περιοχών παρουσιάζουν επιφάνεια λεία και στιλπνή.
- Πολλές φορές δημιουργούνται κοιλότητες από την στροβιλοειδή κίνηση των μεταφερόμενων υλικών. Από τον στροβιλισμό της άμμου πολλές φορές σχηματίζονται και σε χαλαρά εδάφη κοιλότητες που ονομάζονται χύτρες.



Απορρίνιση

Η απορρίνιση γίνεται σε γρήγορο ρυθμό. Ο βαθμός απορρίνισης εξαρτάται από το ύψος. Κοντά στην επιφάνεια είναι ψηλός και ελαττώνεται λίγο ψηλότερα. Έτσι η μορφή που θα πάρει ένας βράχος είναι η **μορφή μανιταριού**, δηλ. περισσότερο απορρινίζεται στην βάση και λιγότερο στην κορυφή, αν και στη βάση η ταχύτητα του ανέμου είναι μικρότερη, η ποσότητα όμως του μεταφερόμενου υλικού είναι μεγαλύτερη.

Ο βαθμός της απορρίνισης εξαρτάται και από την φύση των πετρωμάτων. Σε περίπτωση που σε χαλαρούς σχηματισμούς παρεμβάλλονται σκληρά πετρώματα, αυτά προεξέχουν και γενικά η περιοχή παρουσιάζει χαρακτηριστικά μορφολογικά σχήματα σαν αναβαθμίδες.

Τέλος η απορρίνιση επιδρά χαρακτηριστικά και σε μεμονωμένα πετρώματα και προσδίνει σ' αυτά χαρακτηριστική τριγωνική μορφή με δύο κυρτές επιφάνειες και μια κοίλη. Η κοίλη επιφάνεια σχηματίζεται στην πλευρά στην οποία προσκρούει ο άνεμος. Πιθανόν να σχηματίζονται και δευτερεύουσες κοίλες επιφάνειες, που τέμνουν την αρχική. Αυτό οφείλεται στην μετατόπιση του πετρώματος ως προς την διεύθυνση του ανέμου. Τα μεμονωμένα αυτά πετρώματα ονομάζονται γλυπτόλιθοι.



Εκτριβή

Κατά τη μεταφορά τους από τον άνεμο τα λεπτά υλικά, υφίστανται φθορά με αποτέλεσμα να μικραίνουν ακόμα περισσότερο, εξ αιτίας της σύγκρουσης μεταξύ τους ή και με το έδαφος. Το φαινόμενο ονομάζεται εκτριβή.

Yardag Landforms

- Οι γεωμορφολογικοί σχηματισμοί που ονομάζονται Yardag αποτελούν χαρακτηριστικές μορφές αιολικής διάβρωσης.
- Σχηματίζονται σε αργιλώδη πετρώματα τα οποία διαβρώνονται από τον άνεμο.
- Παρουσιάζονται ως επιμήκεις δομές με εναλλασσόμενες ράχες και αύλακες που σχηματίζονται παράλληλα με την κυρίαρχη κατεύθυνση του ανέμου.
- Δημιουργούνται από την διπλή δράση του ανέμου, την αποφύσιση και την απορρίνιση που προκαλεί η τριβή με τη σκόνη και την άμμο, και την αφαίρεση υλικών από τον στροβιλισμό του ανέμου.
- Η απόσταση μεταξύ τους μπορεί να κυμαίνεται από ένα έως μερικά μέτρα, και μπορεί να υπάρξει καμία σχέση κοιλότητες και άλλες ακανόνιστα σχήματα.
- Yardangs δημιουργούνται σε διάφορες ερήμους του κόσμου, από το Τουρκεστάν μέχρι τις ερήμους Mojave.

Yardag Landforms



Yardangs - Αναχώματα

Yardag Landforms



Yardangs - Τείχη

Yardag Landforms

- Yardangs σχηματίζονται με επίμηκες σχήμα, μήκος χαρακτηριστικά τυπικά τρεις ή περισσότερες φορές μεγαλύτερο από πλάτος, και όταν παρατηρούνται από πάνω, μοιάζουν με το κύτος ενός πλοίου.
- Η επιφάνεια που αντιμετωπίζει την αιολική δράση είναι απότομη, αμβλύ πρόσωπο που σταδιακά γίνεται χαμηλότερη και στενότερη προς την υπήνεμη τέλος.
- Τα Yardangs που σχηματίζονται από αιολική διάβρωση, συνήθως ενός αρχικά επίπεδη επιφάνεια που σχηματίζεται από περιοχές σκληρότερα και πιο μαλακό υλικό. Το μαλακό υλικό διαβρώνεται και να απομακρύνονται από τον άνεμο, και το σκληρότερο υλικό παραμένει.

Yardag Landforms

Πυργοειδείς μορφές



Yardag Landforms

Στηλοειδείς μορφές









Yardag Landforms

Inselberg - Μονόλιθοι



Αιολικές αποθέσεις

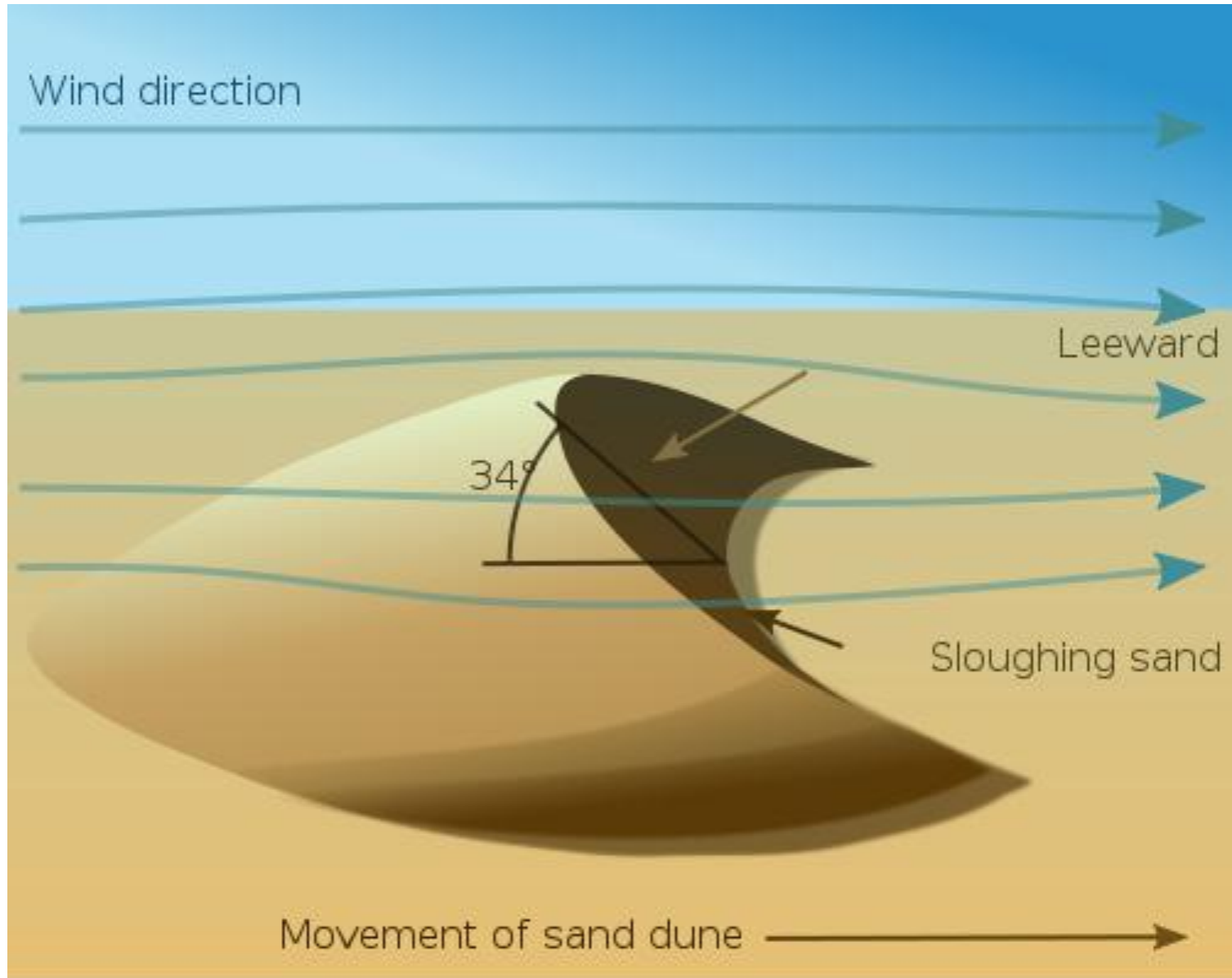
Οι αιολικές αποθέσεις διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: στις αποθέσεις άμμου, που ονομάζονται θίνες, και τις αποθέσεις του ασβεστούχου πηλού (Loess).

Μερικές φορές οι δύο καταστάσεις συνυπάρχουν και συναντούνται παρεμβολές της πρώτης περιπτώσεως στην δεύτερη και αντίστροφα. Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στις διακυμάνσεις της έντασης του ανέμου.

Οι θίνες απαντούν συνήθως σε μικρή απόσταση από τις πηγές τροφοδοσίας τους, σε αντίθεση με τα Loess που μπορούν να σχηματισθούν σε μεγαλύτερες αποστάσεις.

Και στις δύο περιπτώσεις ο κύριος παράγοντας που δημιουργεί τις αποθέσεις είναι ο άνεμος και η συγκέντρωση υλικών οφείλεται στην ελάττωση της ταχύτητας του.

Θίνες



Παράκτιες θίνες

- Οι παραθαλάσσιες θίνες σχηματίζονται σε παράκτιες περιοχές κατά μήκος των ακτών των θαλασσών ή στις όχθες των λιμνών με παράλληλη ή περίπου παράλληλη διάταξη μεταξύ τους.
- Το μέγεθος τους ποικίλλει. Παρουσιάζονται συνήθως σαν επιμήκεις σχηματισμοί παράλληλοι περίπου με την ακτή, είτε ο άνεμος πνέει κάθετα προς την ακτή, είτε υπό γωνία. Υπάρχουν περιπτώσεις όμως που συναντώνται θίνες που σχηματίζουν γωνία προς τη διεύθυνση των ακτών και σε ελάχιστες περιπτώσεις η ανάπτυξή τους είναι κάθετη προς τις ακτές (Παταγονία).
- Από μορφολογική πλευρά οι πλαγιές των θινών σε μια θέση δεν είναι ίδιες, ή πλευρά που είναι εκτεθειμένη προς την διεύθυνση του ανέμου παρουσιάζει μικρότερη κλίση, από την υπήνεμη πλευρά η οποία παρουσιάζει μεγαλύτερη κλίση.

Ηπειρωτικές θίνες

- Οι ηπειρωτικές θίνες αναπτύσσονται στα εσωτερικά των ηπείρων κατά κύριο λόγο σε ερημικές περιοχές και καλούνται ERG στη Σαχάρα και KUM στην Ασία.
- Η δημιουργία των θινών προϋποθέτει ισχυρούς ανέμους με σταθερή διεύθυνση, ένα σταθερό εμπόδιο στο έδαφος συνήθως φυτικό ή παρουσία υγρασίας, όπως επίσης και μητρική πηγή λεπτόκοκκων υλικών.
- Η παρουσία εμποδίου συντελεί στην απαρχή της δημιουργίας του εμβρύου της θίνας. Η απόθεση μεταφερόμενων υλικών γίνεται όταν η ταχύτητα του ανέμου είναι τέτοια ώστε δεν μπορεί παραπέρα να τα μετακινήσει. Επομένως κάθε προεξοχή του εδάφους ή ταπείνωση του ή η παρουσία βλάστησης τείνει να ελαττώσει την ταχύτητα του ανέμου και να δημιουργήσει θίνα. Η ταχύτητα του ανέμου αυξάνεται ανάλογα με το ύψος της θίνας.

Κατηγορίες θινών

- 1) Ημισεληνοειδείς. Μεμονωμένοι σχηματισμοί ημισεληνοειδούς μορφής των οποίων τα άκρα στρέφονται προς την υπήνεμη πλευρά. Συνήθως αποτίθενται σε σκληρό, επίπεδο έδαφος, που καλύπτεται από μικρές κροκάλες στις έρημους και προϋποθέτουν συνθήκες ανέμου σταθερής διεύθυνσης και περιορισμένη τροφοδοσία σε υλικό. Το ύψος τους κυμαίνεται μεταξύ 1m και 30 m.
- 2) Εγκάρσιες. Οι θίνες αυτές έχουν κυματοειδή μορφή και αποτελούνται από εναλλασσόμενες ράχες και αύλακες. Ο μεγάλος άξονας τους είναι προσανατολισμένος κάθετα προς την διεύθυνση πνοής του ανέμου που επικρατεί στην περιοχή. Απαντιούνται σε περιοχές με αφθονία υλικού τροφοδοσίας (άμμος) και περιορισμένη βλάστηση. Η γενική τους εικόνα μοιάζει με αυτή της θάλασσας με ισχυρό κυματισμό. Εγκάρσιες θίνες σχηματίζονται τόσο στις έρημους όσο και σε παράκτιες περιοχές.

Κατηγορίες θινών

3) Παραβολικές. Παραβολικής μορφής θίνες είναι αυτές που σχηματίζονται με την κοίλη πλευρά στραμμένη προς τον άνεμο. Αντιπροσωπευτική περίπτωση παραβολικών θινών αποτελούν οι παράκτιες θίνες που σχηματίζονται στην ακτή και παίρνουν το παραβολικό σχήμα εξ αιτίας των ισχυρότατων ανέμων. Η αποφύσηση που προκαλείται έχει σαν αποτέλεσμα την μεταφορά των υλικών του κεντρικού τμήματος της θίνας, ενώ τα ακραία τμήματα διατηρούν την θέση τους. Βασικές προϋποθέσεις για την δημιουργία παραβολικών θινών είναι η ύπαρξη επαρκούς ποσότητας υλικού και η πνοή, περιοδικά, ισχυρότατων ανέμων.

Θίνες Ημισελινοειδείς



Θίνες - Πτεροειδείς



Έρημοι

- Έρημος χαρακτηρίζεται μία περιοχή όπου οι βροχές είναι σπάνιες και ο φυτικός κόσμος, αν δεν απουσιάζει εντελώς είναι τουλάχιστον φτωχός.
- Βασικό χαρακτηριστικό των ερήμων είναι η ξηρασία. Οι έρημοι είναι περιοχές που δέχονται κατά μέσο λιγότερο από 10 ίντσες νερό το χρόνο ενώ ταυτόχρονα έχουν μεγάλες απώλειες νερού λόγω εξάτμησης.
- Σήμερα οι έρημοι και οι στέπες καταλαμβάνουν το 1/45 της επιφάνειας της γης.
- Βρίσκονται τις περισσότερες φορές σε υψόμετρα 200-2000 m.
- Εξαίρεση αποτελεί η έρημος Ατακάμα στη Χιλή, που βρίσκεται σε υψόμετρο 30 m.

Έρημος Gobbi Κίνα



ИПА



Έρημοι

Από υδρογραφική άποψη οι έρημοι διακρίνονται:

- Σε αρροϊκές, αν δεν υπάρχει ροή των επιφανειακών υδάτων και
- Ενδορροϊκές αν υπάρχει μεν ροή, αλλά το νερό δεν φθάνει ως τη θάλασσα.

Από κλιματική άποψη διακρίνονται:

- Σε ψυχρές (κεντρικό και ανατολικό τμήμα της Ισλανδίας),
- Σε εύκρατες (περιοχές της Αράλης) και
- Σε θερμές (Σαχάρα).

Στις έρημους γενικά δεν παρατηρείται η ιεραρχία του υδρογραφικού δικτύου, δηλαδή δεν υπάρχει βασικό επίπεδο που χαρακτηρίζει τα ποτάμια συστήματα. Γενικά επικρατεί μια αναρχία ρευμάτων και κοιλάδων.

Η αναρχία είναι ακόμα μεγαλύτερη στην απόθεση του υλικού.

Δημιουργούνται τεράστιες ποσότητες υλικών άτακτα κατανεμημένα

Χιλή



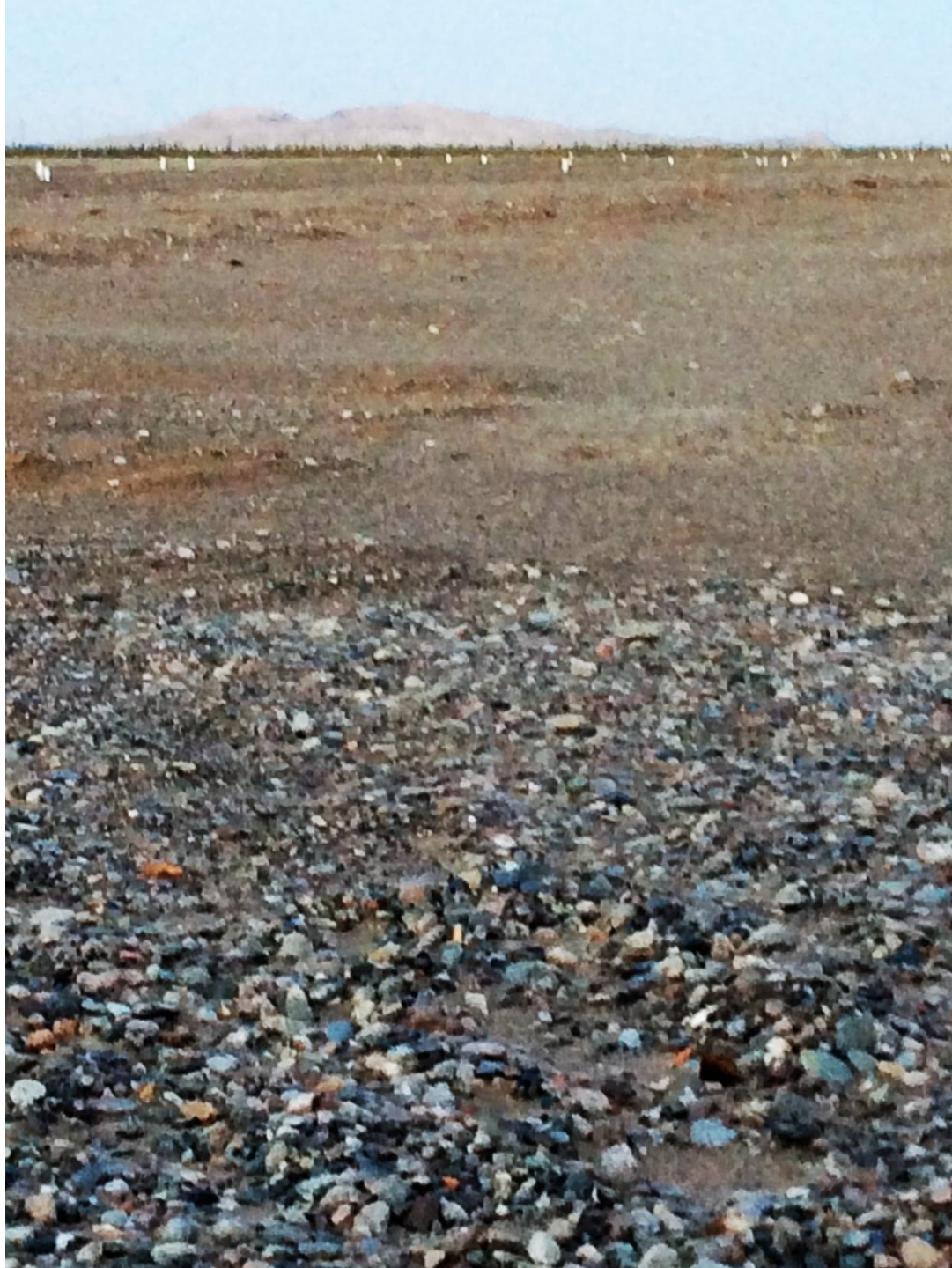
Τύποι Ερήμων

Τις έρημους τις διακρίνουμε στους εξής τύπους:

- α) Αμμώδεις έρημοι: Είναι ο κλασσικός τύπος των ερήμων, που αποτελείται κατά κύριο λόγο από άμμους και θίνες.
- β) Αργιλώδεις έρημοι: Επικρατούν κατά κύριο λόγο σε αργιλώδη πετρώματα.
- γ) Αλμυρές έρημοι: Χαρακτηρίζονται από αλατούχα εδάφη.
- δ) Πετρώδεις έρημοι: Το μεγαλύτερο τμήμα τους καταλαμβάνεται από πετρώδη εδάφη. Αυτές εμφανίζονται είτε με επιφάνεια γνήσιων γυμνών πετρωμάτων, είτε με επιφάνεια καλυμμένη από χαλίκια.

Ιράν





Gobbi desert

Gobbi desert



Κατανομή Ερήμων



Οι μεγαλύτερες έρημοι

1 Antarctica	14000000	16 Kyzylkum Desert	300000
2 Arctic	13700000	17 Taklamakan Desert	270000
3 Sahara	9000000	18 Thar Desert	200000
4 Arabian Desert	2330000	19 Gibson Desert	156000
5 Gobi Desert	1000000	20 Dasht-e Margo	150000
6 Kalahari Desert	900000	21 Registan Desert	146000
7 Great Victoria Desert	647000	22 Simpson Desert	145000
8 Patagonian Desert	620000	23 Atacama Desert	140000
9 Syrian Desert	520000	24 Mojave Desert	124000
10 Great Basin Desert	492000	25 Namib Desert	81000
11 Chihuahuan Desert	450000		
12 Great Sandy Desert	400000		
13 Karakum Desert	350000		
14 Colorado Plateau	337000		
15 Sonoran Desert	310000		

ΛΗΜΝΟΣ - Γομάτι



ΛΗΜΝΟΣ - Γομάτι



ΛΗΜΝΟΣ - Γομάτι



ΛΗΜΝΟΣ - Γομάτι





ΛΗΜΝΟΣ - Γομάτι



ΛΗΜΝΟΣ - Γομάτι



ΛΗΜΝΟΣ - Γομάτι



ΛΗΜΝΟΣ - Γομάτι



