

Εισαγωγή

Δεν είναι τυχαίο ότι, ο πλανήτης στον οποίο ζούμε έχει χαρακτηριστεί ως υδάτινος. Βλέποντας από το διάστημα, είναι το μπλε χρώμα του νερού και το άσπρο από τα φορτωμένα με υγρασία σύννεφα που κάνουν τη γη μας να ξεχωρίζει από τους άλλους πλανήτες.

Πάνω από 365 σε ένα σύνολο 520 εκατομμυρίων τετραγωνικών χιλιομέτρων που αντιπροσωπεύουν την έκταση της επιφάνειας της γης καλύπτονται από νερό.

Αυτό σημαίνει ότι το νερό καλύπτει το 71% της επιφάνειας της γης. Το μεγάλο ποσοστό από αυτό (97%) είναι το θαλάσσιο νερό των ωκεανών. Το νερό των ωκεανών βοηθά στη ρύθμιση του κλίματος του πλανήτη, στη διάλυση και υποβάθμιση κάποιων αποβλήτων από τις δραστηριότητές μας και είναι ο μεγαλύτερος τόπος διαμονής και διαβίωσης πολλών ζώντων οργανισμών του πλανήτη.

Το νερό αποτελεί το κύριο συστατικό των οργανισμών του πλανήτη μας. Το 60% περίπου του βάρους ενός δέντρου αντιστοιχεί σε νερό, ενώ στα περισσότερα ζώα το 65% περίπου είναι νερό. Στους ανθρώπους, το 65% με 70% του βάρους τους είναι νερό. Κάθε ένας μας χρειάζεται καθημερινά κάποιες μικρές ποσότητες νερού για να επιζήσει. Όμως πολύ μεγάλες ποσότητες νερού απαιτούνται για να έχουμε την τροφή μας ή για να ικανοποιήσουμε άλλες ανάγκες και επιθυμίες μας.

Τα εσωτερικά ή αλλιώς γλυκά νερά είναι ζωτική υπόθεση και πολλές φορές προϋπόθεση για τη γεωργία, τη βιομηχανία, τις μεταφορές και για αμέτρητες άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες.

Η έλλειψη του νερού σε πολλές περιοχές της γης είναι υπεύθυνη για τη λιμοκτονία του πληθυσμού, γιατί σ' αυτή οφείλεται η αδυναμία παραγωγής τροφίμων. Το νερό επίσης παίζει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση της επιφάνειας της γης, στη ρύθμιση του κλίματος και στη διάλυση των ρυπαντών. Στην πραγματικότητα, χωρίς νερό ζωή δεν θα μπορούσε να υπάρξει.

Χαρακτηριστικά και ιδιότητες του νερού

Το νερό έχει τα εξής βασικά χαρακτηριστικά:

Πανταχού παρόν. Σε κάθε μέρος της επιφάνειας του πλανήτη, όπου ζώντες οργανισμοί μπορούν να επιζήσουν, υπάρχει νερό. Ακόμα και στους πλέον ξηρούς αμμόλοφους των ερήμων υπάρχει κάποια ποσότητα νερού ισχυρά προσκολλημένη στις επιφάνειες των κόκκων της άμμου.

Ανομοιογενές. Πάγος, νερό και υδρατμοί, δηλαδή και οι τρεις φάσεις (στερεή, υγρή και αέρια) στις οποίες απαντάται υπάρχουν ταυτόχρονα στο περιβάλλον, μέσα σε μια ποικιλία θερμοκρασιών που στηρίζει και συντηρεί τη ζωή.

Ανανεώσιμο. Το νερό είναι άκρως σταθερή χημική ένωση. Πολύ λίγο νερό εισέρχεται στις χημικές αντιδράσεις και μετατρέπεται μόνιμα σε άλλη ένωση. Το μεγάλο μέρος των ποσοτήτων του νερού που χρησιμοποιείται στις χημικές αντιδράσεις επιστρέφει σχεδόν αμέσως στον υδρολογικό κύκλο.

Κοινή περιουσία. Το νερό δεν είναι ένας ακίνητος πόρος. Βρίσκεται σε διαρκή κίνηση. Δεν έχει σταθερά όρια. Δεν ανήκει σε κάποιον ατομικά, αλλά είναι διαθέσιμο για τον καθένα στην πηγή του. Είναι μια κοινή περιουσία, ένα κοινό αγαθό.

Χρησιμοποιήσιμο σε μεγάλες ποσότητες. Οι άνθρωποι χρησιμοποιούν το νερό πολύ περισσότερο από οποιονδήποτε άλλο πόρο. Η παγκόσμια παραγωγή όλων των ορυκτών, των ελαίων, των γαιανθράκων και μετάλλων υπολογίζεται σχεδόν στους 9 δισεκατομμύρια τόνους το χρόνο. Η ετήσια χρήση νερού για όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες ανήλθε περίπου στα 3 τρισεκατομμύρια τόνους το 1975.

Πολύ φθινό. Το γεγονός ότι γενικά το νερό είναι κοινή περιουσία σημαίνει ότι δεν κοστίζει στις περισσότερες περιπτώσεις. Το κόστος του νερού είναι αποτέλεσμα των εξόδων που απορρέουν από τη συλλογή, τη μεταχείριση, τη μεταφορά, την αποθήκευση και τη διανομή του.

Η μεγάλη σημασία του νερού γίνεται πιο φανερή, αν εξετάσει κανείς τις πολλές μοναδικές -σχεδόν μαγικές- ιδιότητες που διαθέτει και που πολλές από αυτές οφείλονται στις ισχυρές ελκτικές δυνάμεις (δεσμοί υδρογόνου) μεταξύ των μορίων του.

Μερικές από αυτές είναι:

- *Το νερό υπάρχει με την υγρή του μορφή σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών.* Το υψηλό σημείο βρασμού των 100°C και το χαμηλό στο οποίο παγώνει των 0°C σημαίνει ότι το νερό παραμένει υγρό στα περισσότερα των κλιμάτων της υδρογείου.

- *Το νερό αλλάζει θερμοκρασία πολύ αργά* γιατί μπορεί να αποθηκεύει μεγάλο ποσό θερμότητας χωρίς μεγάλη αλλαγή της θερμοκρασίας του. Αυτή η μεγάλη θερμοχωρητικότητα του νερού βοηθά στην προστασία των ζώντων οργανισμών από το σοκ των απότομων αλλαγών της θερμοκρασίας. Επίσης μετριάζει το κλίμα της

υδρογείου και κάνει το νερό να έχει πολλές εφαρμογές στη βιομηχανία.

- Το υγρό νερό χρειάζεται πολύ θερμότητα για να εξαερωθεί. Η δυνατότητα του νερού να απορροφά μεγάλες ποσότητες θερμότητας καθώς μετασχηματίζεται σε υδρατμό και να ελευθερώνει αυτή τη θερμότητα, καθώς ο υδρατμός συμπυκνώνεται πάλι σε υγρό νερό, είναι ο πρωταρχικός παράγοντας της διανομής θερμότητας στον κόσμο.

- Το υγρό νερό μπορεί να διαλύσει πλήθος χημικών ενώσεων. Αυτό το κάνει ικανό να μεταφέρει διαλυμένα θρεπτικά στοιχεία στα κύτταρα των ζώντων οργανισμών, να εκπλένει άχρηστα προϊόντα αυτών των κυττάρων, να χρησιμεύει ως γενικό μέσο καθαρισμού και να βοηθά στην απομάκρυνση και αραίωση υδατοδιαλυτών αποβλήτων. Αυτή η ιδιαίτερη ιδιότητά του ως διαλύτη το κάνει επίσης εύκολα να ρυπαίνεται από υδατοδιαλυτά απόβλητα.

- Η επιφάνεια του νερού έχει χαρακτηριστική επιφανειακή τάση και παράλληλα δημιουργεί τη δυνατότητα προσκόλλησης και επικάλυψης ενός στερεού. Ο συνδυασμός των δύο αυτών ιδιοτήτων επιτρέπει στο νερό να ανεβαίνει από τις ρίζες στα φύλλα μέσω των ιστών και αγγείων των φυτών.

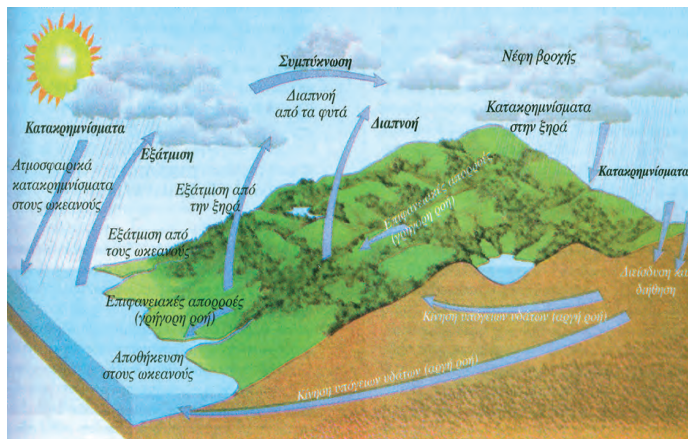
- Αντίθετα με άλλα, υγρά το νερό διαστέλλεται όταν παγώνει. Αυτό σημαίνει ότι ο πάγος έχει χαμηλότερη πυκνότητα (μάζα ανά μονάδα όγκου) από το υγρό νερό και γι αυτό ο πάγος επιπλέει στο νερό. Για τον ίδιο λόγο η μάζα του νερού παγώνει από πάνω προς τα κάτω και όχι από κάτω προς τα πάνω. Χωρίς αυτή την ιδιότητα οι λίμνες και τα ποτάμια στα κρύα κλίματα θα πάγωναν και θα έπαυε να υπάρχουν υδάτινοι οργανισμοί.

Υδρολογικός κύκλος

Η συνολική ποσότητα του νερού στον πλανήτη μας μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι αρκετά σταθερή, αλλά όχι και η διαθεσιμότητά του. Το νερό βρίσκεται σε συνεχή μετακίνηση και μπορεί να θεωρηθεί ότι διακινείται μέσα σε ένα κλειστό κύκλωμα (**υδρολογικός κύκλος**). Ο υδρολογικός κύκλος ονομάζεται επίσης και κύκλος νερού. Μπορεί να ορισθεί ως η διαδικασία που περιλαμβάνει τη μεταφορά της υγρασίας από τη θάλασσα στην ατμόσφαιρα και πίσω στη γη.

Ο υδρολογικός κύκλος, όπως και πολλά άλλα μέσα στο οικοσύστημα του πλανήτη, ενεργοποιείται από την ηλιακή ενέργεια η οποία προκαλεί την **εξάτμιση** του νερού από τη θάλασσα. Το νερό που εξατμίζεται, δηλαδή η αέρια πια φάση του, κινείται προς την ατμόσφαιρα και προσωρινά αποθηκεύεται σ' αυτή με τη μορφή των υδρατμών. Οι υδρατμοί μεταφέρονται από αέριες μάζες

και μπορεί κάτω από κατάλληλες συνθήκες να συμπυκνωθούν σε σύννεφα και στη συνέχεια με τη μορφή βροχής, χιονιού ή πάχνης (ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων) να επιστραφούν στην επιφάνεια της γης. Τα σύννεφα αποδεσμεύουν το νερό πίσω στους ωκεανούς ή μπορεί να κινηθούν προς την ενδοχώρα και να αποδώσουν βρόχινο νερό. Τα όμβρια νερά είναι πολύ σημαντικά για τις καλλιέργειες. Αυτή η εναλλαγή του νερού από την ατμόσφαιρα στη γη είναι σημαντική για τη διατήρηση της υδατικής ισορροπίας του πλανήτη.



Εικόνα 1 Νοητό μοντέλο του υδρολογικού κύκλου.

Μια άλλη ειδική μορφή εξάτμισης είναι η **διαπνοή**. Όταν τα φυτά απορροφούν νερό από το έδαφος το οδηγούν στην πράσινη επιφάνεια των φύλλων για να χρησιμοποιηθεί για τη φωτοσύνθεση. Το νερό επίσης χρησιμοποιείται ως το μέσο μεταφοράς (διάλυμα) των διάφορων θρεπτικών στοιχείων δια μέσου των ιστών και αγγείων των φυτών. Στα φύλλα των φυτών υπάρχουν μικρά ανοίγματα που ονομάζονται **στόματα**. Από τα στόματα εξατμίζεται το περισσότερο από το νερό των φυτών. Αυτή η διαδικασία λέγεται διαπνοή.

Η διαπνοή είναι σημαντική για τη μεταφορά και κίνηση των θρεπτικών συστατικών προς τα πάνω στο φυτό. Καθώς το νερό διαπνέεται από τα φύλλα, περισσότερο νερό μπορεί τότε να απορροφηθεί δια των ριζών μαζί με τα θρεπτικά συστατικά από το έδαφος. Η συνολική διαδικασία μεταφοράς του νερού στην ατμόσφαιρα καλείται **εξατμισοδιαπνοή**.

Όταν το νερό επιστρέψει στην επιφάνεια με τη μορφή των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, περίπου τα 2/3 ξαναγυρίζουν στην ατμόσφαιρα με εξάτμιση από το έδαφος και τις διάφορες υδάτινες επιφάνειες και με τη διαδικασία της εξατμισοδιαπνοής από τη βλάστηση.

Το υπόλοιπο νερό απορρέει επιφανειακά ή διηθείται στο έδαφος. Το επιφανειακό νερό είναι το κύριο αντικείμενο ενδιαφέροντος για όσους ασχολούνται με τη διατήρησή του. Είναι το νερό που χρησιμοποιείται πολλές φορές από τον άνθρωπο καθώς μεταφέρεται στη θάλασσα, αφού προηγουμένως ικανοποιήσει τις γεωρ-

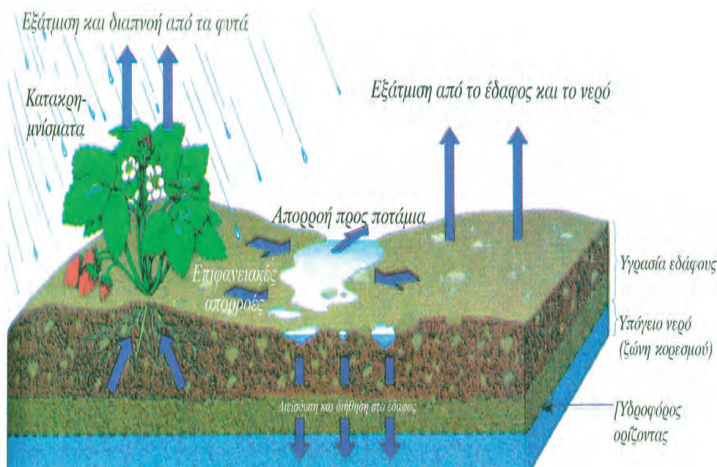
γικές, βιομηχανικές, οικιακές και άλλες ανάγκες. Το επιφανειακό νερό μπορεί να ρυπανθεί και να γίνει ακατάλληλο για τις ανάγκες μας, ή ακόμα, όταν απορρέει σε μεγάλες ποσότητες μπορεί να γίνει και καταστροφικό, όπως συμβαίνει με τις πλημμύρες ή τη διάβρωση του εδάφους.



Εικόνα 2 Αεροφωτογραφία πλημμύρας κατά μήκος του ποταμού Τάμεση (Αγγλία), αποτέλεσμα ισχυρών βροχοπτώσεων τον Ιανουάριο του 1993.

Ένα μέρος από το νερό που διηθήθηκε δημιουργεί προσωρινή κατάσταση κορεσμού στο επιφανειακό έδαφος, κινείται πλευρικά και καταλήγει πάλι στην επιφάνεια του εδάφους ή στην κοίτη κάποιου ρεύματος. Αυτό το νερό αποτελεί τη λεγόμενη ενδορροή. Ότι νερό έχει απομείνει διηθείται βαθύτερα και φτάνει στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα μετατρέπόμενο σε υπόγειο νερό. Το νερό αυτό επίσης κινείται πλευρικά και μπορεί να οδηγηθεί σε υδάτινα ρεύματα, και αυτό βασική απορροή. Τέλος, ένα μέρος του επιφανειακού και υπόγειου νερού καταλήγει στη θάλασσα από όπου αρχίζει εκ νέου ο κύκλος.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι μέσα στον υδρολογικό κύκλο μπορεί να παρατηρηθεί ή μεταφορά νερού, ή προσωρινή αποθήκευση, ή μεταβολή της κατάστασης του νερού.



Εικόνα 3 Βασική πορεία και σημείο προορισμού των κατά τύπους ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων: επιφανειακή απορροή, εδαφική διήθηση, εξάτμιση και διαπνοή.

Υδατικό δυναμικό

Το νερό όπως ήδη αναφέρθηκε υπάρχει παντού, αλλά σπανίως παραμένει σε συγκεκριμένο μέρος για πολύ. Αυτός είναι ο ένας λόγος που δυσκολεύει τους ακριβείς υπολογισμούς της ποσότητάς του. Παρόλα αυτά έχουν πραγματοποιηθεί ενδιαφέροντες υπολογισμοί. Το ότι οι ποσότητες του νερού είναι τόσο μεγάλες αποτελεί το δεύτερο λόγο που οι υπολογισμοί έχουν το στοιχείο της εκτίμησης και εκφράζονται σε κυβικά χιλιόμετρα ή μίλια.

Το νερό υπάρχει σε διαφόρων κατηγοριών τοποθεσίες. Ο όρος *λεκάνη* χρησιμοποιείται συνήθως για να υποδηλώνει παρόμοιες τοποθεσίες - κοιλάδες που συγκρατούν νερό.



Εικόνα 4 Λιμνοθάλασσα Σαλαώρα Αμβρακικού κόλπου.

1 Επιφανειακό νερό

Οι κύριες μορφές με τις οποίες εμφανίζονται τα επιφανειακά νερά είναι οι ωκεανοί, οι θάλασσες, τα πελάγη, οι λιμνοθάλασσες, οι λίμνες, τα έλη, οι ποταμοί και οι χείμαρροι.

Ωκεανός είναι το σύνολο των αλμυρών νερών υδάτινων μαζών που καλύπτουν τις λεκάνες μεταξύ των ηπείρων.

Θάλασσες χαρακτηρίζονται οι κατά κάποιο τρόπο κλειστές εκτεταμένες αλμυρές υδάτινες μάζες, πολύ μικρότερες βέβαια των ωκεανών.

Πελάγη καλούνται τμήματα των θαλασσών.

Λιμνοθάλασσες είναι μεγάλες κλειστές ή ημίκλειστες παραθαλάσσιες υδάτινες εκτάσεις υφάλμυρων ή αλμυρών νερών και μικρού βάθους, που έχουν άμεση επικοινωνία με τις θάλασσες και δέχονται συνήθως γλυκά νερά.

Λίμνες είναι υδάτινες εκτάσεις γλυκών συνήθως νερών που καλύπτουν βαθιές λεκάνες της στεριάς και δεν επικοινωνούν άμεσα με τη θάλασσα.

Έλη είναι μικρές εκτάσεις με γλυκά, τις περισσότερες φορές, νερά μικρού βάθους.

Ποταμοί είναι οι ρέουσες μεγάλες μάζες γλυκών νερών.

Χείμαρροι είναι υδάτινα ρεύματα γλυκών νερών πρόσκαιρης ροής με μεγάλη κλίση και μικρό σχετικό μήκος.

2 Εδαφικό νερό

Σε ένα ξερό έδαφος, αν προστεθεί νερό, γεμίζουν εντελώς οι εδαφικοί πόροι, δηλαδή τα διαστήματα που υπάρχουν ανάμεσα στα στερεά μόρια του εδάφους εφόσον η ποσότητα του νερού είναι μεγάλη. Γεμίζοντας τους πόρους το νερό μετατοπίζει τον αέρα που υπάρχει μέσα σ' αυτούς. Αν όλοι οι πόροι γεμίσουν με νερό λέμε ότι το έδαφος έφτασε στον **κορεσμό**. Έτσι, όταν λέμε ότι ένα έδαφος έφθασε στο κορεσμό, εννοούμε ότι στη δεδομένη στιγμή συγκρατεί τη μέγιστη ποσότητα νερού που μπορεί να χωρέσει.

Αν ένα κορεσμένο έδαφος αφεθεί να στραγγίσει, μια ποσότητα νερού που βρίσκεται στους μεγάλους πόρους κινείται υπό την επίδραση της βαρύτητας προς τα κάτω. Το νερό αυτό λέγεται **νερό της βαρύτητας ή ελεύθερο νερό** και τη θέση του στους πόρους ξαναπαίρνει ο αέρας. Το νερό που παραμένει στο έδαφος μετά την απομάκρυνση του ελεύθερου λέγεται **τριχοειδές νερό**. Αν και άλλο νερό συνεχίσει να απομακρύνεται τότε εκείνο το λίγο που τελικά παραμένει συγκρατείται πολύ ισχυρά από τα μόρια του εδάφους, κυρίως τα κolloειδή του και σε σημαντική αναλογία δεν είναι πια σε υγρή κατάσταση, αλλά μετακινείται με τη μορφή υδρατμών (**υγροσκοπικό νερό**).

Το νερό που μόλις περιγράψαμε και βρίσκεται στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους χαρακτηρίζεται ως **εδαφική υγρασία**. Το νερό που συνεχίζει την κάθοδό του κάτω από το επιφανειακό στρώμα του εδάφους διεισδύει βαθύτερα στο έδαφος και γεμίζει τα διάκενα του εδάφους και των βράχων σχηματίζοντας το **υπόγειο νερό**.

3 Εκμεταλλεύσιμο νερό

Το συνολικό υδατικό δυναμικό της υδρογείου με βάση κάποιους υπολογισμούς ανέρχεται σε 1,4 τρισεκατομμύρια κυβικά χιλιόμετρα. Σύμφωνα με αυτή την εκτίμηση η πλειονότητα του νερού είναι το θαλασσινό νερό -περίπου το 97,4%. Από το υπόλοιπο, το περισσότερο -2% περίπου- είναι σε στερεή κατάσταση (πάγος). Λιγότερο επομένως από το 1% είναι διαθέσιμο γλυκό νερό.

Πάνω από το 80% των πάγων της υδρογείου βρίσκεται στην Ανταρκτική και ένα άλλο 10% στην Αρκτική. Το υπόλοιπο βρίσκεται σε μόνιμους πάγους επί της επιφάνειας του εδάφους, σε παγωμένες περιοχές στις επιφάνειες βουνών και σε χιονοστοιβάδες.

Απλοί υπολογισμοί δείχνουν ότι το γλυκό νερό των ποταμών, των λιμνών, της εδαφικής υγρασίας και το υπόγειο νερό ανέρχονται σε 8,3 εκατομμύρια km³ (περίπου το 0,6% του συνολικού) και το περισσότερο από αυτό είναι υπόγειο νερό που βρίσκεται πολύ κάτω από την επιφάνεια του εδάφους σε υπόγειες λεκάνες από τις οποίες δεν είναι εύκολη η άντληση για χρήση από τον άνθρωπο. Το νερό που ο άνθρωπος χρησιμοποιεί είναι το επιφανειακό γλυκό νερό και όσο από το υπόγειο μπορεί να αντλήσει. Επομένως, όταν αναφερόμαστε στους υδατικούς εκμεταλλεύσιμους πόρους θα τους διακρίνουμε σε επιφανειακούς και υπόγειους.

Τα επιφανειακά και τα υπόγεια νερά έχουν κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, που τα διαφοροποιούν μεταξύ τους:

α) Ως προς το χώρο. Τα επιφανειακά νερά ή βρίσκονται συγκεντρωμένα (λίμνες) ή ακολουθούν συγκεκριμένη πορεία. Τα υπόγεια νερά καταλαμβάνουν τεράστιες εκτάσεις και μπορούν να ικανοποιήσουν σχετικά εύκολα την τοπική ζήτηση με απευθείας αντλήσεις. Τα επιφανειακά νερά χρειάζονται πολλές φορές ιδιαίτερα δαπανηρά συστήματα για την εκμετάλλευσή τους.

β) Ως προς το χρόνο. Τα υπόγεια υδάτινα αποθέματα παραμένουν συνήθως μεγάλα σε διάφορες χρονικές περιόδους, ενώ τα επιφανειακά παρουσιάζουν μεταβολές στη διαθέσιμη ποσότητα στη διάρκεια του χρόνου.

γ) Ως προς το κόστος εκμετάλλευσης. Οι πάγιες εγκαταστάσεις κυρίως συλλογής επιφανειακών νερών έχουν τεράστιο κόστος (φράγματα, ταμιευτήρες, αγωγοί μεταφοράς κ.λπ.), ενώ το λειτουργικό κόστος για την εκμετάλλευσή τους είναι συνήθους μικρό. Αντίθετα οι πάγιες εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης υπόγειων νερών (γεωτρήσεις, αντλιοστάσια, κ.λπ.) είναι χαμηλού κόστους, ενώ το λειτουργικό κόστος και το κόστος συντήρησής τους είναι σημαντικό και εξαρτάται από το βάθος του νερού.

δ) Ως προς την ποιότητα του νερού. Τα επιφανειακά νερά είναι πιο εκτεθειμένα στη ρύπανση, αλλά η «εξυγιάνσή» τους είναι πιο εύκολη υπόθεση από την αντίστοιχη των υπογείων στην περίπτωση που έχουν και αυτά ρυπανθεί.



Εικόνα 5 Ποταμός Αχελώος.



Εικόνα 6 Δρακολίμνη στο όρος Γκαμίλα στην Ήπειρο.

4 Υπόγειο νερό

Ο όγκος των υπόγειων νερών αντιστοιχεί στο 98% περίπου του εκμεταλλεύσιμου γλυκού νερού στον πλανήτη (0,6%), καθώς το νερό των ποταμών και των λιμνών είναι μικρότερο από το 0,03% του συνολικού όγκου. Όμως, θα πρέπει να σημειωθεί ότι πάνω από το μισό περίπου των υπόγειων νερών βρίσκεται σε τόσο μεγάλα βάθη που δεν είναι εκμεταλλεύσιμο, λόγω της εξαιρετικά μεγάλης απαιτούμενης δαπάνης άντλησης, αλλά και γιατί συνήθως είναι σ' αυτά τα βάθη πολύ κακής ποιότητας. Η ανανέωση σημαντικού μέρους του συνολικού όγκου υπόγειων νερών γίνεται με τη διήθηση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων.

Το υπόγειο νερό κινείται μέσα στα διάκενα εδαφών ή πετρωμάτων που χαρακτηρίζονται ως διαπερατά (ή υδατοπερατά). Τα διάκενα των γεωλογικών σχηματισμών στα οποία μπορεί να κινηθεί το υπόγειο νερό λέγονται *υδροφορείς*. Τα αδιαπέραστα στρώματα, ενώ έχουν τη δυνατότητα να αποθηκεύσουν έστω και λίγο νερό, εντούτοις επιτρέπουν τη μεταφορά του. Αυτό συμβαίνει στα αργιλικά εδάφη. Ενδιάμεση κατηγορία των δύο παραπάνω στρωμάτων είναι αυτά που χαρακτηρίζονται ως ημιπεραστά.

Η θέση της ανώτατης στάθμης του νερού στο έδαφος αποτελεί το βασικό κριτήριο για την ταξινόμηση των υδροφορέων. Σε μια κατακόρυφη τομή του εδάφους παρατηρούνται δύο ζώνες στις οποίες η κίνηση του νερού γίνεται με τελείως διαφορετικό τρόπο: α) η ζώνη αερισμού (ή ακόρεστη ζώνη) και β) η ζώνη κορεσμού (ή κορεσμένη ζώνη). Το άνω όριο της ζώνης κορεσμού καλείται υδροφόρος. Η βασική διαφορά στην κίνηση του νερού μέσα στις δύο ζώνες είναι ότι στη μεν ακόρεστη ζώνη γίνεται κατά την κατακόρυφη διεύθυνση, ενώ στην κορεσμένη κατά την οριζόντια.

Η ζωή στο υδάτινο περιβάλλον

Η θάλασσα είναι ο μεγαλύτερος τόπος διαμονής και επιβίωσης ζώντων οργανισμών στον πλανήτη μας. Πιστεύεται, ότι στη θάλασσα εμφανίστηκε η ζωή για πρώ-

τη φορά στον πλανήτη μας και πολύ αργότερα πολλά ζωικά είδη εγκαταστάθηκαν και προσαρμόστηκαν στα γλυκά νερά και στην ξηρά. Η θάλασσα υπολογίζεται ότι φιλοξενεί περίπου 250.000 είδη φυτών και ζώων, τα οποία αποτελούν τροφή για πολλούς άλλους οργανισμούς στους οποίους περιλαμβάνονται φυσικά και οι άνθρωποι. Η ζωή από την άποψη της ποικιλίας των ειδών υστερεί στα γλυκά νερά έναντι των θαλάσσιων αλμυρών νερών.

Πέντε από τα φύλα των ζώων διαβιούν αποκλειστικά στο θαλασσινό νερό, τέσσερα είναι κυρίως θαλάσσιοι οργανισμοί, ενώ τα υπόλοιπα αντιπροσωπεύονται στη θάλασσα από μεγάλο αριθμό ειδών. Αν εξαιρέσουμε δηλαδή ένα ή δύο φύλα ζώων όλα τα υπόλοιπα μπορούν να βρεθούν σε διαφόρου αλατότητας νερά.

Η μικρή, σε σχέση με το θαλασσινό νερό, παρουσία των ζωικών ειδών στα γλυκά νερά οφείλεται στις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι διάφοροι οργανισμοί για να προσαρμόσουν τις φυσιολογικές τους λειτουργίες σ' αυτά.

Τα θαλασσινά νερά μιας συγκεκριμένης περιοχής παρουσιάζουν συνήθως σταθερά φυσικοχημικά χαρακτηριστικά. Η συγκέντρωση των ανόργανων στοιχείων, η θερμοκρασία, η πυκνότητα και το pH των νερών αυτών παρουσιάζουν μικρές μεταβολές κατά τη διάρκεια του έτους, γεγονός που διευκολύνει τους οργανισμούς να προσαρμόζονται σ' αυτό το περιβάλλον.

Αντίθετα οι συνθήκες που επικρατούν στα γλυκά νερά είναι πολύ λιγότερο σταθερές. Η θερμοκρασία τους μεταβάλλεται σε μεγάλο εύρος κατά τη διάρκεια του έτους, ενώ σε υδάτινες μάξες μικρού σχετικά βάθους παρατηρούνται μεταβολές θερμοκρασίας, ακόμη και κατά τη διάρκεια της μέρας. Επίσης, το pH παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις, ενώ η περιεκτικότητά τους σε οξυγόνο είναι πολύ χαμηλή, στις περιπτώσεις βέβαια που τα νερά είναι στάσιμα.

Από τους φυσικοχημικούς παράγοντες του υδρόβιου περιβάλλοντος (φως, θερμοκρασία, αλατότητα, υδροστατική πίεση κ.λπ.) που καθορίζουν την κατανομή και επηρεάζουν τη δραστηριότητα των υδρόβιων οργανισμών, οι σπουδαιότεροι είναι η αλατότητα και η θερμοκρασία του νερού.



Εικόνα 7 Βυθός θάλασσας.

Κατηγορίες υδρόβιων οργανισμών

Οι υδρόβιοι οργανισμοί χωρίζονται σε ευρύαλους και στενόαλους σε σχέση με την ικανότητα προσαρμογής σε μεγάλες και απότομες μεταβολές της από τις κινήσεις των υδάτινων μαζών αλατότητας. Οι πρώτοι έχουν την ικανότητα να προσαρμόζονται σε μεγάλες και απότομες μεταβολές της αλατότητας του νερού και οι δεύτεροι έχουν περιορισμένη αυτή την ικανότητα και ζουν μόνιμα σε νερά με σταθερή αλατότητα. Με βάση τον παράγοντα αλατότητα οι υδρόβιοι οργανισμοί χωρίζονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες, στους οργανισμούς αλμυρών (θαλάσσιοι), στους οργανισμούς υφάλμυρων και στους οργανισμούς γλυκών νερών (λιμναίοι και ποτάμιοι).



Εικόνα 8 Σμέρνα στο ενυδρείο της Ρόδου.

Σε σχέση με την ικανότητα προσαρμογής στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του νερού οι υδρόβιοι οργανισμοί χωρίζονται σε *ευρύθερμους* και σε *στενόθερμους*.

Οι υδρόβιοι οργανισμοί διακρίνονται με βάση την κατανομή τους και τον τρόπο ζωής τους σε **πλαγκτόν**, **νευστόν**, **βένθος** και **νηκτόν**.

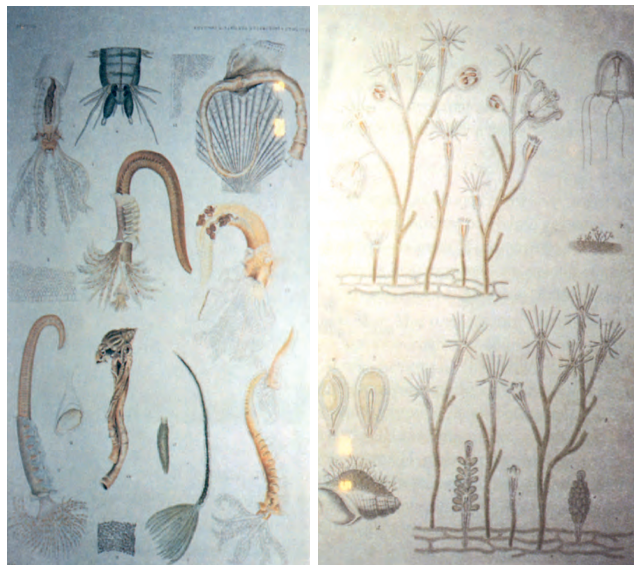
i. Πλαγκτόν: Πρόκειται για τους μικροοργανισμούς με περιορισμένη ικανότητα κίνησης και μεταφέρονται. Διακρίνονται σε φυτοπλαγκτονικούς και ζωοπλαγκτονικούς οργανισμούς.

ii. Νευστόν: Πρόκειται για τους υδρόβιους οργανισμούς (πρωτόζωα) που διαβιούν στην επιφανειακή μεμβράνη των υδάτινων εκτάσεων.

iii. Βένθος: Πρόκειται για τους υδρόβιους οργανισμούς που διαβιούν πάνω ή μέσα στον πυθμένα των υδάτινων εκτάσεων ή εξαρτώνται άμεσα από αυτόν. Μπορεί να είναι φυτά προσκολλημένα στον πυθμένα (φυτοβένθος) ή ζώα που είναι μόνιμα προσκολλημένα στον πυθμένα ή βραδυτάτα μετακινούμενα (ζωοβένθος). Υπάρχει και το μεροβένθος το οποίο αναφέρεται σε οργανισμούς που εξαρτώνται σαφώς από τον πυθμένα όπου περνούν και το μεγαλύτερο μέρος της ζωής τους, αλλά μετακινούνται και στις γύρω από τον πυθμένα περιοχές. Πρέπει να σημειωθεί ότι στους βενθικούς

ζωικούς οργανισμούς, λόγω της μόνιμης διαβίωσής τους, αλλά και της εξάρτησης από τον πυθμένα, υπάγονται και ορισμένα είδη ψαριών, όπως η γλώσσα, το μπαμπούνι, η κουτσομούρα, κ.λπ..

iv. Νηκτόν: Πρόκειται για τους υδρόβιους οργανισμούς που έχουν την ικανότητα να κολυμπούν και να κινούνται με ευχέρεια. Σ' αυτή την κατηγορία ανήκουν κυρίως τα διάφορα είδη κεφαλοπόδων (χταπόδια, καλαμάρια, κ.λπ.) και σπονδυλωτών (ψάρια).



Εικόνες 9 και 10: Πολύχαιτοι σκώληκες (αριστερά) και υδρόζωα (δεξιά) - Ζωοβενθικοί οργανισμοί.



Εικόνα 11 Ψάρια.

Χρήσεις του νερού

Οι απαιτήσεις σε νερό για την ικανοποίηση του συνόλου των ανθρώπινων δραστηριοτήτων έχουν αυξηθεί από τη δεκαετία του '50 μέχρι σήμερα τουλάχιστον πέντε φορές. Η κατά κεφαλή κατανάλωση του νερού τριπλασιάστηκε. Αυτό οφείλεται στην αύξηση παγκοσμίως των αναγκών σε τροφή, βιομηχανικά προϊόντα και οικιακή χρήση.

Οι απαιτήσεις σε νερό για την ικανοποίηση του συνόλου των ανθρώπινων δραστηριοτήτων έχουν αυξηθεί από τη δεκαετία του '50 μέχρι σήμερα τουλάχιστον

στον πέντε φορές. Η κατά κεφαλή κατανάλωση του νερού τριπλασιάστηκε. Αυτό οφείλεται στην αύξηση παγκοσμίως των αναγκών σε τροφή, βιομηχανικά προϊόντα και οικιακή χρήση.

Η γεωργία απαιτεί τη μερίδα του λέοντος σε νερό. Υπολογίζεται ότι το 60% της συνολικής κατανάλωσης νερού στον κόσμο οφείλεται στην άρδευση καλλιεργούμενων εκτάσεων. Καθώς οι ευκαιρίες για επέκταση των καλλιεργούμενων περιοχών έχουν λιγοστέψει, η αύξηση της παραγωγής τροφίμων εξαρτάται από την υπάρχουσα γεωργική γη, και η απόδοσή της κατά μεγάλο μέρος από την άρδευση. Στη διάρκεια του αιώνα που τελειώνει, καθώς ο πληθυσμός που πρέπει να τραφεί αυξήθηκε από 1,6 δισεκατομμύρια σε περίπου 6 δισεκατομμύρια, η γεωργική χρήση του νερού πενταπλασιάστηκε.

Τη δεύτερη μετά τη γεωργία απαίτηση σε νερό παγκοσμίως εγείρει η βιομηχανία η οποία είναι υπεύθυνη για το 23% της παγκόσμιας κατανάλωσης.

Η αστική - οικιακή χρήση απαιτεί το 8% περίπου της παγκόσμιας κατανάλωσης. Βέβαια ιδιαίτερη είναι, αλλά άλλης φύσης, η χρήση του νερού ως παραγωγικού μέσου για την παραγωγή και αλίευση υδρόβιων οργανισμών, είτε ως προϊόντων υδατοκαλλιεργειών, είτε ως αλιευμάτων, της θάλασσας κυρίως και δευτερευόντως των λιμνών και των ποταμών.

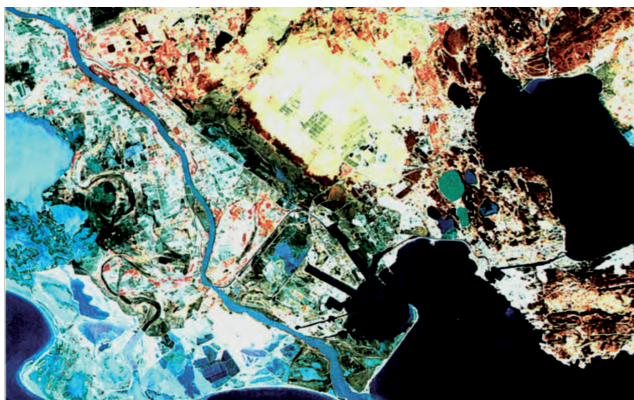
1 Γεωργία

Το νερό αποτελεί έναν από τους πιο βασικούς παράγοντες για την ανάπτυξη και επέκταση της γεωργίας. Είναι απαραίτητο σε όλα τα στάδια ανάπτυξης των φυτών και σε όλες τις λειτουργίες τους.

Οι ανάγκες των φυτών σε νερό είναι μεγάλες καθόλη την περίοδο της ανάπτυξής τους και γι αυτό πρέπει να καλύπτονται από τη διαθέσιμη υγρασία του εδάφους. Όπως είναι φυσικό, σε πολλές περιπτώσεις η υγρασία του εδάφους στο βάθος στο οποίο εκτείνεται το ριζικό σύστημα των φυτών δεν είναι επαρκής, ώστε να καλύψει τις ανάγκες των φυτών σε νερό, τόσο για την κανονική ανάπτυξή τους, όσο και για τη μεγιστοποίηση της απόδοσής τους. Τότε η συμπλήρωση του νερού που λείπει γίνεται με τις **αρδεύσεις**.

Ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό

Τα φυτά παίρνουν με τις ρίζες τους το νερό μαζί με τα διαλυμένα σ' αυτό θρεπτικά στοιχεία που μέσω των φυτικών ιστών καταλήγουν στα φύλλα. Όταν τα στόματα των φύλλων είναι ανοικτά, το νερό με τη μορφή υδρατμών αποδίδεται στην ατμόσφαιρα. Μια άλλη ποσότητα νερού χάνεται από την επιφάνεια του



Εικόνα 12 Δορυφορική φωτογραφία (δορυφόρος JERS-1) καλλιεργημένων εκτάσεων της Προβηγκίας (Γαλλία) σε περίοδο ξηρασίας. Οι επιστήμονες παίρνουν πληροφορίες μεταξύ άλλων για τις ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό.

εδάφους της καλλιεργούμενης έκτασης με τη διαδικασία της εξάτμισης. Το νερό που απομακρύνεται από το σύστημα της καλλιέργειας (φυτό-έδαφος) με τις διαδικασίες αυτές αποτελεί την εξατμισοδιαπνοή. Το μέγεθος και ο ρυθμός της εξατμισοδιαπνοής εξαρτάται από την καλλιέργεια και από τις συνθήκες που επικρατούν στην ατμόσφαιρα.

Οι διαφορές των φυτών σε ό,τι αφορά τη βλαστική τους περίοδο, το φύλλωμά τους και τον τρόπο που καλλιεργούνται, διαφοροποιούν το μέγεθος και το ρυθμό της εξατμισοδιαπνοής από καλλιέργεια σε καλλιέργεια.

Η εξατμισοδιαπνοή μιας καλλιέργειας πιο συγκεκριμένα εξαρτάται: α) από τα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας και το ποσοστό κάλυψης του εδάφους από το φύλλωμά της και β) από κλιματικούς παράγοντες, κυριότεροι από τους οποίους είναι η ηλιακή ακτινοβολία, η ταχύτητα του ανέμου, η σχετική υγρασία και η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας.

Μια καλλιέργεια για να αναπτυχθεί κανονικά και να έχει την καλλίτερη δυνατή απόδοση χρειάζεται μια ποσότητα νερού. Η ποσότητα αυτή εκφράζεται με τον όρο **ανάγκες σε νερό της καλλιέργειας** και αντιπροσωπεύεται από την **εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας** (ET_c). Ως εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας υπολογίζεται το νερό που καταναλώνεται από μια καλλιέργεια που α) αναπτύσσεται σε μεγάλα χωράφια, χωρίς περιορισμούς στο νερό και στα θρεπτικά στοιχεία, β) δεν έχει προσβληθεί από καμία ασθένεια ή εχθρό και γ) επιτυγχάνει το μέγιστο της απόδοσης κάτω από τις συνθήκες του συγκεκριμένου περιβάλλοντος. Σύμφωνα με τον ορισμό αυτό, η ET_c είναι ισοδύναμη με τη **μέγιστη εξατμισοδιαπνοή** (ET_{max}). Το νερό που καταναλώνεται από μια καλλιέργεια σε πραγματικές συνθήκες ενός χωραφιού (πλήρης ή μερική διαθεσιμότητα εδαφικής υγρασίας, προσβολή ή

μερική διαθεσιμότητα εδαφικής υγρασίας, προσβολή ή όχι από ασθένειες, γονιμότητα του χωραφιού κ.ά.) εκφράζεται με τον όρο *πραγματική εξατμισοδιαπνοή* (ET_a), της οποίας η μέγιστη τιμή μπορεί να φτάσει την ET_{max} .

Η επίδραση των κλιματικών παραγόντων στην ET_c εκφράζεται από τη *βασική εξατμισοδιαπνοή* (ET_r), η οποία ορίζεται ως η εξατμισοδιαπνοή μιας καλλιέργειας “αναφοράς ή βάσης” που αναπτύσσεται δυναμικά κάτω από συνθήκες πλήρους επάρκειας νερού. Η μηδενική συνθήκη χρησιμοποιείται για καλλιέργεια βάσης. Η βασική εξατμισοδιαπνοή θεωρείται ότι διαμορφώνεται από τους κλιματικούς και μόνο παράγοντες μιας περιοχής. Η εξατμισοδιαπνοή κάθε άλλης καλλιέργειας στο ίδιο κλιματικό περιβάλλον διαφέρει από τη βασική εξατμισοδιαπνοή, λόγω των διαφορών που παρουσιάζουν τα χαρακτηριστικά της, σε σχέση με αυτά της καλλιέργειας βάσης.

Απαιτήσεις καλλιέργειών σε νερό άρδευσης

Το νερό που χρειάζονται οι διάφορες καλλιέργειες για την κανονική τους ανάπτυξη και για τη βέλτιστη απόδοσή τους προσδιορίζεται από την εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας (ET_c). Το νερό αυτό μπορεί να προέλθει από τη βροχή, την εδαφική υγρασία στο βάθος, που φτάνουν οι ρίζες κάθε καλλιέργειας και το υπόγειο νερό.

Από τη βροχή ένα μέρος του νερού χάνεται με την επιφανειακή απορροή και τη βαθειά διήθηση. Εκείνο που απομένει αποτελεί την *ωφέλιμη βροχή*, η οποία και μας ενδιαφέρει γιατί χρησιμοποιείται από τις καλλιέργειες για την κάλυψη των αναγκών τους. Η ωφέλιμη βροχή δεν είναι πάντα σταθερή αλλά εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της, από τον τύπο του εδάφους και το είδος της καλλιέργειας. Όταν η βροχή έχει μεγάλο ύψος και ένταση, τότε το ποσοστό της που τελικά αποδίδεται στην καλλιέργεια ως ωφέλιμη βροχή είναι μικρό. Αντίθετα το ποσοστό αυτό μπορεί να φτάσει το 100%, αν οι βροχές είναι συχνές και μικρού ύψους.

Η υγρασία στη ζώνη του εδάφους που αναπτύσσονται οι ρίζες μπορεί μερικές φορές λόγω βροχών ή τήξης του χιονιού να ανέλθει μέχρι ή και πάνω από την υδατοϊκανότητα του εδάφους. *Υδατοϊκανότητα* εδάφους είναι η υγρασία που συγκρατεί ένα έδαφος μετά την απομάκρυνση του ελεύθερου νερού. Όταν ανέλθει σ’ αυτά τα επίπεδα η υγρασία, πριν από την έναρξη της βλαστικής περιόδου, είναι άμεσα χρησιμοποιήσιμη από τις καλλιέργειες.

Στην κάλυψη των αναγκών σε νερό των καλλιεργειών επίσης συμβάλει το υπόγειο νερό. Αυτό εξαρτάται από το βάθος που βρίσκεται η υπόγεια στάθμη και από τα χαρακτηριστικά του υπερκείμενου εδάφους.

Σε περίπτωση που οι παραπάνω πηγές δεν είναι επαρκείς για να καλύψουν την πραγματική εξατμισοδιαπνοή, είναι αναγκαίο για την κανονική ανάπτυξη και απόδοση των καλλιεργειών να δοθεί πρόσθετο νερό με άρδευση. Έτσι με τη γνώση και τον υπολογισμό όλων των πιο πάνω παραμέτρων μπορούν να υπολογιστούν οι *καθαρές ανάγκες σε αρδευτικό νερό*.

Πέρα όμως από τις καθαρές σε νερό ανάγκες, που πρέπει να καλυφθούν με άρδευση, κατά την εφαρμογή των αρδεύσεων πρέπει επιπλέον να εκτιμηθούν ποσότητες νερού, που πιθανά θα απωλεστούν κατά τη μεταφορά του, καθώς επίσης και για την έκπλυση των αλάτων, που συγκεντρώνονται στο έδαφος, λόγω άρδευσης για την κάλυψη των απωλειών κατά τη μεταφορά του νερού και την «εφαρμογή» του στο χωράφι.



Εικόνα 13 Κύρια διώρυγα παροχής αρδευτικού δικτύου στο Αιτωλικό Μεσολογγίου.

Μέθοδοι άρδευσης

Υπάρχουν τρεις βασικές κατηγορίες μεθόδων άρδευσης: η επιφανειακή άρδευση, ο καταιονισμός και η άρδευση με σταγόνες ή στάγδην άρδευση.

α) Επιφανειακή άρδευση

Στην επιφανειακή άρδευση το νερό εφαρμόζεται στην επιφάνεια του χωραφιού είτε ακίνητο, είτε κινούμενο. Στην πρώτη περίπτωση η επιφάνεια του χωραφιού πρέπει να έχει μηδενική κλίση και η άρδευση λέγεται *οριζόντια*. Στην δεύτερη περίπτωση η επιφάνεια του χωραφιού παρουσιάζει κλίση και η άρδευση που εφαρμόζεται λέγεται *κεκλιμένη*. Στην οριζόντια άρδευση έχουμε τη μέθοδο της κατάκλυσης και στην κεκλιμένη τη μέθοδο της περιορισμένης διάχυσης και τη μέθοδο των αυλακιών.

Άρδευση με κατάκλυση

Στη μέθοδο αυτή το χωράφι χωρίζεται με χωμάτινα αναχώματα σε λεκάνες, με σχεδόν μηδενική κλίση, στις

οποιές παροχετεύεται νερό, σε ένα ή περισσότερα σημεία, μέχρι να καλύψει όλη την υπό άρδευση επιφάνεια, οπότε διακόπτεται η παροχή. Το νερό αφήνεται ακίνητο προς διήθηση. Με τη μέθοδο αυτή μπορούν να αρδευτούν πολλές καλλιέργειες, ιδιαίτερα όμως εφαρμόζεται στη μηδική και σε άλλες χορτοδο-τικές καλλιέργειες όπως και στο ρύζι. Υπό ορισμένες προϋποθέσεις, η μέθοδος μπορεί να εφαρμοσθεί για την άρδευση των ζαχαρότευτλων, του καλαμποκιού και του βαμβακιού. Η μέθοδος προσαρμόζεται καλύτερα σε εδάφη με μέτρια μέχρι μικρή διηθητικότητα. Κατά τη μέθοδο αυτή το χωράφι πρέπει να είναι καλά ισοπεδωμένο για να μην «εφαρμόζεται» υπερβολικό νερό, ώστε να αποφεύγεται η παρατεταμένη παραμονή του στην επιφάνεια του εδάφους, γεγονός που προξενεί βλάβη στις καλλιέργειες. Παρόλα αυτά πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για την απομάκρυνση του υπερβολικού νερού που μπορεί να προέλθει από υπεράρδευση ή έντονη βροχόπτωση.

Άρδευση με περιορισμένη διάχυση

Πρόκειται για επιφανειακή άρδευση κατά την οποία το νερό κινείται. Κατά τη μέθοδο αυτή, το χωράφι χωρίζεται σε λωρίδες με την κατασκευή παράλληλων αναχωμάτων κατά τη φορά της κλίσης, η οποία είναι κατά μήκος. Το νερό παροχετεύεται στο πάνω άκρο των λωρίδων και κινείται προς τα κάτω. Όταν ο απαιτούμενος όγκος νερού έχει παροχετευτεί στη λωρίδα, η παροχή νερού διακόπτεται. Το νερό που δεν μπόρεσε στο διάστημα αυτό να διηθηθεί παραμένει προσωρινά στην επιφάνεια της λωρίδας και κινείται προς τα κάτω μέχρι να συμπληρωθεί η άρδευση.

Πιο συνηθισμένες καλλιέργειες που αρδεύονται με τον τρόπο αυτό είναι η μηδική και γενικά όλες οι χορτοδοτικές καλλιέργειες και τα δημητριακά. Επίσης μπορούν να αρδευτούν οπωρώνες και αμπελώνες. Η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα περισσότερα εδάφη, αλλά καλύτερα προσαρμόζεται σε εδάφη που έχουν μέση διηθητικότητα.

Άρδευση με αυλάκια

Κατά τη μέθοδο αυτή η εφαρμογή του αρδευτικού νερού επιτυγχάνεται με τη ροή μικρών αρδευτικών παροχών σε αυλάκια που κατασκευάζονται μεταξύ των γραμμών των καλλιεργούμενων φυτών. Το νερό κινείται κατά μήκος των αυλακιών αρδεύοντας τα φυτά που βρίσκονται ανάμεσα σ' αυτά. Με τον τρόπο αυτό μέρος μόνο της επιφάνειας του χωραφιού σκεπάζεται με νερό. Η διήθηση του νερού από τα αυλάκια είναι κατακόρυφη και πλευρική. Η πλευρική διήθηση είναι πολύ σημαντική γιατί, κυρίως με αυτή, εφοδιάζονται με νερό

τα φυτά. Η κατανομή της υγρασίας εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του εδάφους. Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοστεί αποτελεσματικότερα σε συνεκτικά ομοιόμορφα εδάφη που παρουσιάζουν έντονη πλευρική κίνηση.

Ο αριθμός των σειρών των αυλακιών που διανοίγονται ανάμεσα στα φυτά εξαρτάται από το είδος των καλλιεργημένων φυτών. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται κυρίως για την άρδευση κηπευτικών, αραβόσιτου, βαμβακιού, κ.ά.. Η παροχή που εφαρμόζεται στα αυλάκια είναι συνάρτηση των διαστάσεων και της διαβρωτικότητάς τους. Γενικά, η διάβρωση του εδάφους των χωραφιών που αρδεύονται με αυλάκια είναι μεγαλύτερη από ό,τι όταν αυτά αρδεύονται με περιορισμένη διάχυση ή κατάκλυση, γιατί στα αυλάκια το νερό βρίσκεται σε άμεση επαφή με το έδαφος, ενώ στις άλλες δύο μεθόδους η επιφάνεια του εδάφους προστατεύεται ήδη από την καλλιέργεια.



Εικόνα 14 Άρδευση με αυλάκια.

β) Άρδευση με καταιονισμό

Η μέθοδος γνωστή και ως τεχνητή βροχή συνίσταται στην εφαρμογή του αρδευτικού νερού σε όλη την επιφάνεια της καλλιεργούμενης έκτασης σαν απομίμηση της βροχής. Αν το σύστημα σχεδιαστεί σωστά η μέθοδος αυτή έχει πολλά πλεονεκτήματα τα οποία μπορούν να συνοψισθούν:

- στη δυνατότητα εφαρμογής σε εδάφη που δεν προσφέρονται για επιφανειακή άρδευση,
- στη δυνατότητα εφαρμογής της μεθόδου χωρίς συστηματοποίηση του εδάφους,
- στην επίτευξη οικονομίας αρδευτικού νερού,
- στη δυνατότητα αξιοποίησης μικρών και διασπαρμένων παροχών,
- στην προστασία των ευπαθών καλλιεργειών από τους παγετούς,
- στη δυνατότητα εφαρμογής ελαφρών αρδεύσεων.

Στα μειονεκτήματα θα αναφέρουμε:

- τη σχετικά μεγάλη δαπάνη αρχικής εγκατάστασης,
- τα αυξημένα σχετικά έξοδα λειτουργίας,
- την αδυναμία αξιοποίησης νερών υψηλής αλατότητας,
- στον περιορισμό της εφαρμογής σε περίπτωση που επικρατούν άνεμοι.



Εικόνα 15 Άρδευση με καταιονισμό.



Εικόνα 16 Άρδευση με καταιονισμό.

Ένα τυπικό σύστημα καταιονισμού αποτελείται από το αντλητικό συγκρότημα, το δίκτυο μεταφοράς και το δίκτυο εφαρμογής. Το *αντλητικό συγκρότημα* αποτελείται από τον κινητήρα και την αντλία και έχει σκοπό να εξασφαλίζει την παροχή του νερού που χρειάζεται για τη σωστή λειτουργία του αρδευτικού δικτύου.

Το *δίκτυο μεταφοράς* αποτελείται από αγωγούς που είναι κατασκευασμένοι από χάλυβα, αλουμίνιο ή πλαστικό και έχει προορισμό να μεταφέρει το νερό που χρειάζεται με την απαιτούμενη πίεση σε όλες τις υδροληψίες των αγωγών.

Το *δίκτυο εφαρμογής* αποτελείται από σωλήνες που στη μεγάλη τους πλειοψηφία είναι κατασκευασμένοι από αλουμίνιο και σε μικρότερο ποσοστό από πλαστικό και έχει σκοπό την κατά το δυνατό ομοιόμορφη κατανομή του νερού στο χωράφι με τη βοήθεια των καταιονιστήρων. Οι *καταιονιστήρες* στέλνουν το νερό στον αέρα με τη μορφή σταγόνων μέσα από τα ακροφύσια, τα οποία ρυθμίζουν την παροχή, την ακτίνα εκτόξευσης, την κατανομή και το μέγεθος των σταγόνων.

Ανάλογα με τον τρόπο εγκατάστασης, τα συστήματα καταιονισμού διακρίνονται σε *μόνιμα*, *ημιμόνιμα* και *μεταφερόμενα*. Στα *μόνιμα* συστήματα οι αγωγοί εφαρμογής και μεταφοράς τοποθετούνται σε μόνιμες θέσεις και είναι κατά κανόνα υπόγειοι. Επίσης σταθερή είναι η θέση των καταιονιστήρων. Στα συστήματα αυτά η δαπάνη εγκατάστασής τους είναι σημαντική. Στα *ημι-*

μόνιμα συστήματα οι αγωγοί εφαρμογής είναι μεταφερόμενοι, ενώ οι αγωγοί μεταφοράς είναι μόνιμοι και συνήθως υπόγειοι. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται κυρίως για την άρδευση οπωρώνων. Στα *μεταφερόμενα* συστήματα όλα τα τμήματα είναι κινητά και μπορεί να μεταφέρονται από χωράφι σε χωράφι και από θέση σε θέση μέσα στο ίδιο χωράφι. Τα συστήματα αυτά είναι πολύ διαδεδομένα και χρησιμοποιούνται για άρδευση πολλών ετήσιων καλλιεργειών και της μηδικής. Μια άλλη κατηγορία συστημάτων είναι τα *αυτοκινούμενα*, τα οποία διακρίνονται σε διάφορες υποκατηγορίες, όπως είναι η *αυτοκινούμενη γραμμή άρδευσης*, όπου ολόκληρη η γραμμή εφαρμογής είναι σε τροχούς που εξασφαλίζουν συνεχή μετακίνηση, ο *αυτοκινούμενος εκτοξευτήρας υψηλής πίεσης*, όπου ο σωλήνας τροφοδοσίας του νερού είναι πλαστικός και τυλίγεται πάνω σε τύμπανο (καρούλι) και ο *συρόμενος εκτοξευτήρας*, που τροφοδοτείται με νερό από πεπλατυσμένο σωλήνα και το όλο σύστημα σύρεται από συρματόσχοινο. Από τα παραπάνω συστήματα στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται κυρίως τα μεταφερόμενα και λιγότερο τα ημιμόνιμα και μόνιμα συστήματα.

γ) Άρδευση με σταγόνες

Η άρδευση με σταγόνες ή στάγδην άρδευση είναι μια μέθοδος κατά την οποία το νερό «εφαρμόζεται» σε μικρές ποσότητες με τη μορφή σταγόνων σε κάθε φυτό χωριστά, έτσι ώστε να εφοδιάζεται με την απαραίτητη υγρασία. Η μέθοδος προσφέρεται για περιπτώσεις που η διαθέσιμη παροχή άρδευσης είναι πολύ μικρή και συνδυάζεται απόλυτα με αυτοματισμούς. Αποτέλεσμα είναι να μην μπορούν να εφαρμοστούν οι μέθοδοι που περιγράφηκαν παραπάνω. Ένα άλλο πλεονέκτημά της είναι ότι μπορεί να εφαρμοστεί σε περιοχές με εξαιρετικά ανώμαλο ή επικαλυμένο έδαφος γιατί το σύστημα αυτό έχει σχέση με το φυτό και όχι με το έδαφος.

Αποτελείται από τα δίκτυα μεταφοράς, εφαρμογής και από τη μονάδα ελέγχου. Το *δίκτυο μεταφοράς* αποτελείται από τους κύριους αγωγούς μεταφοράς που μεταφέρουν το νερό στους αγωγούς τροφοδοσίας οι οποίοι εξασφαλίζουν την απαιτούμενη παροχή.

Το *δίκτυο εφαρμογής* αποτελείται από εύκαμπτους σωλήνες πολυαιθυλενίου στους οποίους σε προκαθορισμένες θέσεις τοποθετούνται ή ενσωματώνονται οι σταλακτήρες μέσω των οποίων το νερό φτάνει στο έδαφος με τη μορφή σταγόνων.

Η *μονάδα ελέγχου* περιλαμβάνει μετρητή ροής, φίλτρα, ρυθμιστές πίεσης και συσκευές εφαρμογής λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων. Κύριο στοιχείο της μονάδας ελέγχου αποτελούν τα *φίλτρα*, γιατί το νερό που παροχετεύεται στο δίκτυο πρέπει να είναι απαλλαγ-

μένο από φερτά υλικά, ακόμη και πολύ μικρών διαστάσεων, για να μην αποφράσσονται οι σταλακτήρες.

Βάση του συστήματος στάγδην άρδευσης είναι οι σταλακτήρες. Το νερό εμφανίζεται στην έξοδο των σταλακτήρων με τη μορφή σταγόνων κατά τακτά χρονικά διαστήματα.



Εικόνα 17 Στάγδην άρδευση στο αμπέλι.

2 Υδατοκαλλιέργειες

Ένα από τα χαρακτηριστικά που διακρίνει τις υδατοκαλλιέργειες από άλλες μορφές παραγωγής του υδάτινου περιβάλλοντος, είναι ο βαθμός στον οποίο η ανθρώπινη επέμβαση μεταβάλλει το περιβάλλον. Το μέγεθος της ανθρώπινης επέμβασης ποικίλει ευρύτατα, τόσο που κάθε προσπάθεια αναζήτησης κοινών σημείων μεταξύ αλιείας και υδατοκαλλιεργειών να καθίσταται σχεδόν ή περίπου αδύνατη.

Με τον όρο λοιπόν “υδατοκαλλιέργειες” εννοούμε τις προσπάθειες εκείνες του ανθρώπου, που αφορούν κυρίως στην καταβολή εργασίας και ενέργειας για την εκτροφή και καλλιέργεια (εκμετάλλευση) υδρόβιων οργανισμών. Οι υδατοκαλλιέργειες (Aquaculture) είναι η υδάτινη μορφή ή ο υδάτινος ανταγωνιστής ή και ομόλογος της γεωργίας (Agriculture), δηλαδή της χερσαίας φυτικής και ζωικής παραγωγής. Κατ’ άλλους, με τον όρο υδατοκαλλιέργειες εννοούμε την καλλιέργεια των υδρόβιων οργανισμών κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες. Οι υδατοκαλλιέργειες είναι συγγενείς με τη γεωργία και για το ότι και οι δυο δραστηριότητες δεν μπορούν να εφαρμοστούν οικονομικά οπουδήποτε.

Οι υδατοκαλλιέργειες μπορεί να ταξινομηθούν, με βάση το σκοπό για τον οποίο εφαρμόζονται, σε ελεγχόμενες εκτροφές για:

- μαζική παραγωγή τροφίμων για τον άνθρωπο,
- εμπλουτισμό φυσικών αποθεμάτων υδρόβιων οργανισμών ή ποταμών με σκοπό την ερασιτεχνική αλιεία τους,

- παραγωγή δολωμάτων για εμπορικούς αλιευτικούς σκοπούς,
- παραγωγή διακοσμητικών ψαριών,
- αξιοποίηση ή αδρανοποίηση οργανικών αποβλήτων,
- βιομηχανικούς ή άλλους σκοπούς, όπως παραγωγή προϊόντων κατάλληλων για τροφή ζώων ή ψαριών, λιπασμάτων, ακόμη και παραγωγή μαργαριταριών.



Εικόνα 18 Αυτοκινούμενο όχημα παροχής τροφής σε εκτροφή πέστροφας, περιοχής Κόνιτσας Ν. Ιωαννίνων.

Την εξέχουσα σε σημασία θέση κατέχει εκείνη που αφορά στην παραγωγή προϊόντων για τη διατροφή του ανθρώπου. Αυτό αποκτά ιδιαίτερη σημασία αν ληφθούν υπόψη οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες του εκθετικά πολλαπλασιαζόμενου πληθυσμού της γης σε πρωτεΐνες, σε συνάρτηση με το γεγονός ότι οι δυνατότητες της αλιείας για μεγαλύτερη ετήσια παραγωγή έχουν εγγίσει πλέον τα μέγιστα όριά της. Η εξαιρετικά υψηλή, σε πολλές περιπτώσεις, παραγωγικότητα και αποδοτικότητα των υδατοκαλλιεργειών και η παραγωγή προϊόντων με πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας και παράλληλα χαμηλού κόστους, καθιστούν εξαιρετικά σημαντική τη συνεισφορά της στο διατροφικό πρόβλημα της ανθρωπότητας.

Οι υδατοκαλλιέργειες έχουν ευρεία εφαρμογή σε ζωικούς υδρόβιους οργανισμούς, όπως ψάρια, καρκινοειδή, οστρακοειδή, ημιυδρόβια ζωικά είδη (βατράχια, χελώνες) καθώς και υδρόβιοι φυτικοί οργανισμοί.



Εικόνα 19 Μονάδα υδατοκαλλιεργειών στη Νορβηγία.

Οι υδρόβιοι οργανισμοί συγκεντρώνουν ιδιαίτερα πλεονεκτήματα ως πηγή τροφίμων για τον άνθρωπο για τους παρακάτω λόγους:

- Τα προϊόντα τους είναι πλούσια σε πρωτεΐνες. Συνήθως, η περιεκτικότητά τους σε πρωτεΐνες είναι μεγαλύτερη από αυτή των άλλων αγροτικών ζώων.
- Έχουν καλύτερο συντελεστή μετατρεψιμότητας της τροφής από τα άλλα αγροτικά ζώα.
- Ως ποικιλόθερμοι δεν έχουν ανάγκη θερμορρύθμισης και ως εκ τούτου δεν απαιτείται να ξοδεύουν ενέργεια για αυτό το λόγο.
- Το ειδικό βάρος του σώματός τους είναι σχεδόν το ίδιο με αυτό του νερού στο οποίο ζουν. Έτσι δεν χρειάζεται να ξοδεύουν πολλή ενέργεια για να στηρίξουν το βάρος τους, με αποτέλεσμα να εξοικονομούν περισσότερη ενέργεια τροφής για την ανάπτυξή τους σε σχέση με τα άλλα αγροτικά ζώα.

Από τους ζωικούς υδρόβιους οργανισμούς που αποτελούν αντικείμενο των υδατοκαλλιεργειών, τα ψάρια συγκεντρώνουν τα περισσότερα πλεονεκτήματα έναντι των μαλακίων και των καρκινοειδών, γιατί: ανταποκρίνονται πληρέστερα στις διαιτητικές ανάγκες του ανθρώπου, παρουσιάζουν πολύ ικανοποιητικό ρυθμό ανάπτυξης, προσφέρονται για υπερεντατικά συστήματα παραγωγής, το κόστος παραγωγής τους βρίσκεται στο πλαίσιο της σημερινής αξίας των αγαθών και επί πλέον πολλά είδη μπορούν να θεωρηθούν ως εκλεκτή τροφή.

Οι ανάγκες που καλούνται να ικανοποιήσουν οι υδατοκαλλιέργειες δεν είναι πάντα οι ίδιες, γι' αυτό και το σύστημα εκτροφής διαφέρει σε κάθε περίπτωση. Γενικά ο βαθμός της ανθρώπινης επέμβασης χαρακτηρίζει τα συστήματα των υδατοκαλλιεργειών. Τα παραγωγικά συστήματα των υδατοκαλλιεργειών περιγράφονται ως εκτατικά, ημιεντατικά και εντατικά.

Πρέπει να αναφερθεί ότι κάθε υδρόβιος οργανισμός που κρίνεται κατάλληλος για εκμετάλλευση έχει τις δικές του απαιτήσεις σε ό,τι αφορά το περιβάλλον εκτροφής ή καλλιέργειάς του. Είναι όμως γεγονός ότι ορισμένα από τα χαρακτηριστικά των υδάτινων μαζών, σε ό,τι αφορά την καταλληλότητά τους για την εκτροφή ή και την καλλιέργεια υδρόβιων οργανισμών, είναι κοινά για πολλούς από τους οργανισμούς αυτούς με διαφορετικές ενδεχόμενες τιμές. Έτσι, εκείνα τα χαρακτηριστικά του νερού που πρέπει να μελετηθούν για να κρίνουν μια υδάτινη μάζα κατάλληλη για εκτροφή ή καλλιέργεια ενός ή πολλών υδρόβιων οργανισμών είναι:

- η κινητική του κατάσταση,
- η ποσότητά του,
- η θερμοκρασία του,

- το είδος του (γλυκό - υφάλμυρο - θαλάσσιο),
- η περιεκτικότητά του σε οξυγόνο,
- το χρώμα και η διαύγειά του,
- το pH, το CO₂ και η αλκαλικότητά του,
- τα ιόντα NH₃, -NO₂, -NO₃,
- το χλώριο,
- η ρύπανση (άλλες ουσίες και βαρέα μέταλλα),
- η μόλυνση,
- η θερμική ρύπανση και
- τα θρεπτικά στοιχεία (N-P), πρωτογενής παραγωγή.

Με βάση τον τρόπο της χρήσης του νερού εκτροφής τα συστήματα εκτροφής διακρίνονται:

- Συστήματα συνεχούς ροής του νερού (ανοιχτό σύστημα).
- Συστήματα πολλαπλής χρησιμοποίησης του νερού (ημίκλειστο σύστημα)
- Κλειστό σύστημα.
- Σύστημα τεχνητών υδατοσυλλογών χωρίς ανανέωση (παροχή και αποχέτευση) του νερού.
- Σύστημα τεχνητών υδατοσυλλογών με συνεχή ανανέωση του νερού.
- Κλειστό σύστημα τεχνητών υδατοσυλλογών.
- Σύστημα πλωτών δεξαμενών.
- Σύστημα ιχθυομανδρών.

Υδατοκαλλιέργειες στην Ελλάδα

Είναι μια πολύ σημαντική δραστηριότητα η οποία εξαιτίας του ευνοϊκού κλίματος της χώρας μας και της σοβαρής οικονομικής ενίσχυσης από την Ε.Ε. έχει εξαπλωθεί σχεδόν σε ολόκληρη τη χώρα. Ήδη κατά το 1996 λειτούργησαν 665 περίπου μονάδες υδατοκαλλιεργειών με συνολική παραγωγή 53.220 τόνους σημειώνοντας αύξηση 23,4% έναντι του 1995, ενώ η συνολική ακαθάριστη αξία των προϊόντων υδατοκαλλιεργειών σημείωσε αύξηση κατά 35,6% μεταξύ 1995 και 1996. Η χώρα μας βρίσκεται πρώτη σε παραγωγή ευρύαλων ψαριών (τσιπούρες και λαβράκια) μεταξύ των χωρών της Ε.Ε. και πρώτη σε ολόκληρη τη Μεσόγειο. Η ετήσια παραγωγή ευρύαλων ψαριών στη χώρα μας κατά το 1996 ανήλθε σε 24.000 τόνους. Εκτός από τα είδη αυτά, σημαντική υπήρξε η παραγωγή και σε άλλα είδη, με ιδιαίτερη επίδοση στα μύδια, των οποίων η παραγωγή ανήλθε κατά το 1996 σε 26.500 τόνους, ενώ άλλα είδη παρήχθησαν σε μικρότερες ποσότητες, όπως η πέστροφα με 2.290 τόνους και τα χέλια με 200 τόνους. Καθώς η γνώση για τις υδατοκαλλιέργειες συνεχώς αυξάνει και ο ανταγωνισμός στην αγορά γίνεται διαρκώς εντονότερος, οι προσπάθειες για την καλλιέργεια νέων ειδών (συναγρίδα, φαγκρί κ.ά.) ή και τη γενετική βελτίωση των ήδη καλλιεργούμενων ειδών εκτείνονται κι αυτές διαρκώς.

Οπωσδήποτε οι υδατοκαλλιέργειες έχουν βελτιώσει σημαντικά το ισοζύγιο του ελλείμματος σε αλιεύματα, που είχε και εξακολουθεί να έχει η χώρα μας.



Εικόνα 20 Ψάρεμα σε μονάδα εκτροφής πέστροφας.

3 Βιομηχανία

Το νερό είναι η ύλη που η βιομηχανία χρησιμοποιεί περισσότερο από κάθε άλλη για την παραγωγή αγαθών. Παγκοσμίως η βιομηχανία καταναλώνει το 23% της συνολικής ποσότητας νερού που χρησιμοποιείται. Τα ποσοστά αυτά κυμαίνονται ανάλογα με το βαθμό βιομηχανικής ανάπτυξης των διαφόρων περιοχών. Στην Ευρώπη η βιομηχανία καταναλώνει το 55% της συνολικής ζήτησης νερού, ενώ τα αντίστοιχα ποσοστά είναι για τη Βόρεια και Κεντρική Αμερική 42%, για την Αφρική 4%, για την Ασία 8% και για τη Νότια Αμερική 22%. Καθώς οι αναπτυσσόμενες χώρες βιομηχανοποιούνται, οι απαιτήσεις τους σε νερό για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για τις βιομηχανίες, για τις μεταλλευτικές επιχειρήσεις και για την κατεργασία πρώτων υλών αυξάνεται ραγδαία. Μεγάλη χρήση νερού γίνεται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Όμως η υδροηλεκτρική ενέργεια δεν απαιτεί την αφαίρεση νερού από ένα ποτάμι ή λίμνη ή άλλο υδατικό απόθεμα.

Η παραγωγή των αγαθών που χρησιμοποιούνται στην καθημερινή μας ζωή απαιτεί τεράστιες ποσότητες νερού. Η παραγωγή 1 κιλού χαρτιού μπορεί να απαιτήσει μέχρι και 700 κιλά νερό, ενώ η παραγωγή ενός τόνου ατσαλιού μπορεί να απαιτήσει και 280 τόνους.

Στη βιομηχανία μόνο ένα μικρό μέρος νερού καταναλώνεται. Στην πραγματικότητα οι μεγάλες ποσότητες χρησιμοποιούνται ως μέσον σε άλλα στάδια. Τυπικό παράδειγμα είναι το εργοστάσιο κονσερβοποιίας, όπου το νερό χρησιμοποιείται για να καθαρίσει το προϊόν και τις κονσέρβες, να κρύνει τους φούρνους, να βράσει το προϊόν, να απομακρύνει τα απόβλητα. Το περισσότερο νερό είτε ανακυκλώνεται για άλλη χρήση, είτε επιστρέφει στη φύση.

Σε αντίθεση λοιπόν με το νερό που χρησιμοποιείται στη γεωργία, μόνο ένα μικρό τμήμα του βιομηχανικού νερού αναλώνεται πλήρως. Το μεγαλύτερο μέρος του

χρησιμοποιείται για ψύξη, κατεργασία και άλλες δραστηριότητες που μπορεί να θερμαίνουν ή να ρυπαίνουν το νερό, αλλά δεν το αναλίσκουν. Αυτό δημιουργεί τη δυνατότητα ανακύκλωσης της παροχής μέσα στο εργοστάσιο, επιτυγχάνοντας μεγαλύτερη απόδοση από κάθε κυβικό μέτρο που χρησιμοποιείται σ' αυτή την επιχείρηση.

4 Αλιεία

Η αλιεία, μια από τις αρχαιότερες δραστηριότητες του ανθρώπου, εξακολουθεί να αποτελεί μια από τις κύριες χρήσεις της θάλασσας. Η αλιευτική δραστηριότητα του ανθρώπου στις μέρες μας έχει επεκταθεί σ' όλες τις περιοχές της υδρογείου για να εξασφαλίσει με την εντατική εκμετάλλευση των διαφόρων αλιευτικών περιοχών μεγαλύτερη παραγωγή και απόδοση.

Η αναζήτηση στις θάλασσες, στις λίμνες και στα ποτάμια νέων πηγών πρωτεϊνών για τις ανάγκες του αυξανόμενου πληθυσμού εντατικοποίησε την άσκηση της αλιείας και ταυτόχρονα δημιούργησε το ενδιαφέρον ενασχόλησης με αυτήν σε χώρες που δεν ασχολούνταν μέχρι τώρα με την αλιεία. Με τον τρόπο αυτό δημιουργήθηκε ένας διεθνής ανταγωνισμός ανάμεσα σε χώρες με μεγάλους αλιευτικούς στόλους που ψάρευαν σε μακρινές θάλασσες και σ' εκείνες που διέθεταν παράκτια αλιεία, αλλά βρίσκονταν κοντά σε πλούσιες ζώνες τις οποίες ήθελαν να ενσωματώσουν στη ζώνη των χωρικών τους υδάτων.

Ειδικότερα από το 1950 και μετά οι βελτιώσεις στα αλιευτικά εργαλεία και πλοία, κυρίως με την ανάπτυξη της τεχνολογίας των μηχανικών και ηλεκτρονικών μέσων, σε συνδυασμό με την εξίσου σημαντική βελτίωση των μέσων συντήρησης και μεταφοράς των αλιευτικών προϊόντων, η ανάπτυξη της τεχνολογίας της κατάψυξης επί του πλοίου και ιδιαίτερα η δημιουργία μεγάλων πλωτών εργοστασίων, τα οποία αλιεύουν και στη συνέχεια καταψύχουν το αλίευμα σε συνδυασμό με την ανάπτυξη της τεχνολογίας των αλιευτικών εργαλείων επέτρεψαν σε όλες τις χώρες να αυξήσουν την αλιευτική παραγωγή τους.

Μέχρι την εποχή που ένα μεγάλο μέρος του επιστημονικού κόσμου πίστευε ότι η θάλασσα είναι ανεξάντλητη σε αλιεύματα, το πρόβλημα της ορθολογικής εκμετάλλευσης των θαλασσών δεν είχε αρχίσει να ερευνάται σοβαρά. Από τα μέσα όμως του περασμένου αιώνα, όταν με την αύξηση της αλιευτικής δραστηριότητας εμφανίστηκαν συμπτώματα εξάντλησης των ιχθυοαποθεμάτων σε ορισμένες περιοχές, ιδίως της Βόρειας Θάλασσας και του Ειρηνικού, η ανάγκη αντιμετώπισης του κινδύνου έγινε πιο συνειδητή. Έγινε αντιληπτό ότι δεν υπάρχει πλέον ένας απέραντος χώρος, που

κατοικείται ομοιόμορφα από ψάρια και άλλα υδρόβια ζώα, αλλά μόνο ορισμένες μικρές ή μεγάλες περιοχές πλούσιες σε ψάρια λόγω ευνοϊκών υδροβιολογικών συνθηκών.

Τα αποθέματα σε ψάρια των αλιευτικών αυτών περιοχών αποτελούνται από ένα ή περισσότερους πληθυσμούς καθορισμένης σύνθεσης, οι οποίοι πολλαπλασιάζονται και αυξάνονται κάθε χρόνο κατά ένα ορισμένο ποσοστό. Κάθε πληθυσμός ψαριών υπόκειται σε ορισμένη ετήσια αύξηση από την οποία ο άνθρωπος μπορεί να παίρνει μόνο ένας μέρος, γιατί διαφορετικά μπορεί να προκληθεί ελάττωση η οποία πιθανό να οδηγήσει σ' αυτό που ονομάζεται "κατα-χρηστική αλιεία", δηλαδή στην μεγάλη ελάττωσή τους, ώστε να μην μπορούν να αλλιευθούν, ή στην πλήρη εξαφάνιση του πληθυσμού. Το επιθυμητό στην περίπτωση αυτή είναι η διατήρηση του πληθυσμού των ψαριών σε ένα σταθερό επίπεδο που να εξασφαλίζει συνεχώς την ετήσια απόδοση.

Σύμφωνα με την κατανομή που έχει κάνει ο FAO (Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών) για την παγκόσμια αλιεία, 2 περιοχές (ΒΔ Ειρηνικός και ΒΑ Ατλαντικός) εκτός της Ανταρκτικής, παράγουν σχεδόν το μισό της παγκόσμιας αλιευτικής παραγωγής. Για παράδειγμα, η παραγωγή στον ΒΔ Ειρηνικό (από τις νότιες ακτές της Κίνας μέχρι το Δυτικό Ειρηνικό) κατά το 1981 ξεπέρασε την παραγωγή όλου του υπόλοιπου Ειρηνικού Ωκεανού (19,8 και 18 εκα-τομμύρια τόνοι αντίστοιχα). Η παραγωγή επίσης του ΒΑ Ατλαντικού (από το Γιβραλτάρ μέχρι τη Γροιλανδία και τα νησιά Spetsbergen του Αρκτικού Ωκεανού) κυριαρχεί σε ολόκληρο τον Ατλαντικό κατά την ίδια περίοδο με 11,7 εκατομμύρια τόνους επί συνόλου 23,2 εκατομμυρίων τόνων.

Πολλοί παράγοντες καθορίζουν την παραγωγικότητα των θαλασσών και μεταξύ αυτών είναι:

Οι κυριότερες περιοχές αλιείας είναι **οι υφαλοκρηπίδες και οι παράκτιες περιοχές ανάβλυσης υδάτων (upwellings)**. Σε βάθη μεγαλύτερα των 300 μέτρων δεν είναι εφικτή και αποτελεσματική, με τα σύγγρανα μέσα, η αλιεία. Οι υφαλοκρηπίδες όμως που είναι κατάλληλες για αλιεία δεν κατανέμονται ομοιόμορφα. Ο ΒΑ Ατλαντικός κατέχει περισσότερο από το 1/6 της παγκόσμιας έκτασης υφαλοκρηπίδας, με τη Β. Θάλασσα να συγκεντρώνει παραδοσιακά τα μεγαλύτερα αλιευτικά πεδία, ενώ το τόξο του Δ. Ειρηνικού από τη Θάλασσα της Ιάβας δια μέσου της Ν. και Α. Σινικής Θάλασσας μέχρι την Ιαπωνία αποτελεί τα 2/6 περίπου της παγκόσμιας έκτασης υφαλοκρηπίδας. Ανάλογη είναι και η αλιευτική παραγωγή των περιοχών αυτών. Σε αντίθεση ο Ινδικός Ωκεανός και τα περισσότερα από

τα άλλα τμήματα του Ατλαντικού και Ειρηνικού έχουν στενή υφαλοκρηπίδα.

Εκτός από το εύρος της υφαλοκρηπίδας, άλλος, εξίσου και σε ορισμένες περιπτώσεις πιο σημαντικός παράγοντας παραγωγικότητας των θαλασσών είναι οι παράκτιες περιοχές ανάβλυσης υδάτων.

Η ελληνική αλιεία με τη σύγχρονη μορφή της εμφανίστηκε μέσα στη δεκαετία του 1920 κυρίως από τους πρόσφυγες της Μ. Ασίας που έφεραν μαζί τους ειδικές τεχνικές, όπως γρι-γρι και μηχανότρατες. Η συνολική αλιευτική παραγωγή της χώρας μας ανήλθε το 1996 σε 124.000 τόνου, εκ των οποίων οι 3.700 τόνοι προήλθαν από εσωτερικά ύδατα (λίμνες, λιμνοθάλασσες κ.λπ.).

Η ελληνική αλιεία, ως τμήμα της πρωτογενούς παραγωγής, δεν χαρακτηρίζεται από εντυπωσιακούς αριθμούς. Σύμφωνα με δεδομένα της Γενικής Διεύθυνσης Αλιείας (1995) η αλιεία συμμετέχει μόνο με 0,74% στο ακαθάριστο εθνικό εισόδημα και με 4,8% στο ακαθάριστο γεωργικό εισόδημα. Σε θέσεις εργα-σίας στο σύνολο της χώρας μετέχει με ποσοστό 1,2%, ενώ στον τομέα της γεωργίας μετέχει με ποσοστό 5,1%. Όμως τα αλιευτικά προϊόντα αποτελούν πολύ σημαντική πηγή πρωτεϊνών μεγάλης θρεπτικής αξίας για τη διατροφή των Ελλήνων.

Η ελληνική αλιεία διαιρείται σε τέσσερις κατηγορίες: (α) *μικρή ή παράκτια αλιεία* (αλιευτικά εργαλεία, δίκτυα και παραγάδια), (β) *μέση ή αλιεία ανοικτής θάλασσας* (μηχανότρατα και γρι-γρι), (γ) *ατλαντική ή βιομηχανική αλιεία* και (δ) *σπογγαλιεία*.

Τα κύρια αλιευτικά πεδία στην Ελλάδα βρίσκονται στο κεντρικό Αιγαίο και το Θρακικό πέλαγος. Στη συνέχεια, κατά σειρά σπουδαιότητας, είναι οι Κυκλάδες, ο Σαρωνικός κόλπος και ο Θερμαϊκός κόλπος.

Τα αλιευόμενα είδη στις ελληνικές θάλασσες είναι πολυάριθμα. Συγκεκριμένα, στα αλιευτικά δελτία των ιχθυοσκαλών αναφέρονται 106 είδη ψαριών, 5 είδη κεφαλόποδων, 5 είδη καρκινοειδών και 16 είδη μαλακίων. Από τα ανωτέρω όμως είδη ένας μικρός σχετικά αριθμός αποτελεί σημαντικά για τη χώρα αλιεύματα σε ποσότητα ή αξία, μεταξύ των οποίων ως σπουδαιότερα μπορούν να αναφερθούν τα είδη: μπακαλιάρος, κουτσομούρα, λιθρίνι, μαρίδα, μπαρμπούνι, φαγκρί, γαύρος, σαρδέλα, γόπα, κολιός, σαυρίδι, ξιφίας, κ.λπ..

Αμέσως μετά τη λήξη του Β' Παγκοσμίου πολέμου έγινε αντιληπτή στη χώρα μας η ανάγκη ρυθμίσεων αλιευτικής διαχείρισης, οι οποίες θα απέβλεπαν στη μεγαλύτερη δυνατή εκμετάλλευση των αλιευτικών αποθεμάτων χωρίς να δημιουργείται αναστρέψιμη ζημιά στον ιχθυοπληθυσμό των διαφόρων περιοχών.

Οι ρυθμίσεις αυτές αφορούν το σύνολο των επαγγελματικών αλιευτικών εργαλείων, κυρίως όμως τα συρό-

μενα αλιευτικά εργαλεία, δηλαδή τη μηχανότρατα και την πεζότρατα, η ανεξέλεγκτη χρήση των οποίων προκαλεί σημαντικά προβλήματα όχι μόνο στους ιχθυοπληθυσμούς αλλά και στο περιβάλλον που αλιεύουν. Η εφαρμογή των ρυθμίσεων αυτών είναι ιδιαίτερα δύσκολη στη χώρα μας, κυρίως εξαιτίας της μεγάλης έκτασης των ακτών μας και των πολλών νησιών. Η αστυνόμευση δεν μπορεί να λύσει εξ ολοκλήρου το πρόβλημα και για το λόγο αυτό πρέπει να γίνει κατανοητό τόσο από τους επαγγελματίες ψαράδες, όσο και τους απλούς πολίτες ότι η εφαρμογή των μέτρων αλιευτικής διαχείρισης εξυπηρετεί αποκλειστικά και μόνο το σύνολο των πολιτών. Σε συνδυασμό με την αλιευτική έρευνα έχει σαν αποτέλεσμα να περιορισθεί η αλόγιστη εκμετάλλευση των ιχθυοαποθεμάτων, πράγμα που είναι απαραίτητο για την ποσοτική διατήρηση και βελτίωση της σύνθεσης των αλιευμάτων. Η άσκηση της αλιείας πρέπει να βασίζεται στη γνώση του θαλάσσιου οικοσυστήματος και της ζωής που εξελίσσεται σ' αυτό.

Οι βυθοί έχουν ένα ανώτατο όριο απόδοσης σε ενδημικά ψάρια που πρέπει να βρίσκεται σε λογική αναλογία με την ένταση της εκμετάλλευσης. Αλόγιστη υπέρβαση του πιο πάνω βαθμού έντασης συνεπάγεται καταχρηστική αλιεία με αποτέλεσμα την αχρήστευση του αλιευτικού πεδίου.

5 Οικιακή και Αστική Χρήση

Η παροχή νερού στα νοικοκυριά, τα σχολεία, τα γραφεία και άλλες αστικές δραστηριότητες περιορίζεται κάτω από το 1/10 της παγκόσμιας κατανάλωσης. Παρόλα αυτά, η αντιμετώπιση αυτών των αναγκών δεν είναι εύκολη υπόθεση. Το πόσιμο νερό πρέπει να υποστεί επεξεργασία ώστε να είναι υψηλής ποιότητας, πράγμα που το κάνει ακριβό. Καθώς οι πόλεις μεγαλώνουν, το νερό δεν επαρκεί και αναζητείται σε πιο μακρινές και ακριβές πηγές. Μέχρι το τέλος του αιώνα περίπου 22 πόλεις σε όλο τον κόσμο θα έχουν πληθυσμό πάνω από 10 εκατομμύρια και 18 από αυτές θα βρίσκονται στον τρίτο κόσμο. Η εξυπηρέτηση αυτών των πυκνών πληθυσμιακών κέντρων σε πολλές περιπτώσεις θα απαιτήσει περισσότερο νερό, κεφάλαιο και ενέργεια.

Το πόσιμο νερό

Οι φυσιολογικές ανάγκες του ανθρώπου σε μεσαίες κλιματικές συνθήκες ανέρχονται σε 2,5 λίτρα ανά ημέρα. Αυτή η ποσότητα αυξάνεται κατά πολύ σε βαριές χειρωνακτικές εργασίες και στα θερμά κλίματα, γιατί η έντονη εφίδρωση προκαλεί μεγάλες απώλειες από τον οργανισμό.

Τα επιφανειακά κυρίως νερά πριν δοθούν στην ύδρευση μιας πόλης υφίστανται μια σειρά κατεργα-

σιών. Αυτές οι κατεργασίες έχουν σαν στόχο την απομάκρυνση τυχόν χρώματος, οσμής, θολερότητας, μικροοργανισμών και άλλων χημικών ενώσεων. Τα επιφανειακά νερά όταν αρχίζει η κατεργασία έχουν κάποιο βαθμό θολερότητας που οφείλεται στην παρουσία κολλοειδούς διασποράς και σωματιδίων τα οποία αιωρούνται. Τα σωματίδια αυτά έχουν φυσικά ηλεκτροστατικά φορτία, ομώνυμα, συνήθως αρνητικά τα οποία απωθούνται μεταξύ τους και εμποδίζουν τις συσσωματώσεις. Για την απομάκρυνσή τους απαιτείται αρχικά η εξουδετέρωση των φορτίων και στη συνέχεια η δημιουργία συνθηκών που ευνοούν τη συσσωμάτωση. Την εξουδετέρωση των φορτίων και τη συσσωμάτωση ακολουθεί η καθίζηση σε δεξαμενές καθίζησης. Αν δεν επιτευχθεί πλήρως η απομάκρυνση των αιωρούμενων σωματιδίων μέχρι το νερό να γίνει τελείως διαυγές ακολουθεί και διήθηση μέσα από πορώδη υλικά συνήθως άμμου.

Η έγκαιρη απομάκρυνση των μικροοργανισμών με τη θανάτωσή τους καλείται **αποστείρωση (sterilization)**, ενώ η απομάκρυνση των παθογόνων μικροοργανισμών καλείται **απολύμανση (disinfection)**. Πρακτικά δεν απαιτείται αποστείρωση και δεν εφαρμόζεται, ενώ η απολύμανση είναι απαραίτητη. Τα κυριότερα απολυμαντικά μέσα του νερού είναι:

Το **χλώριο** που χρησιμοποιείται εκτεταμένα γιατί παρουσιάζει ορισμένα βασικά πλεονεκτήματα:

- Έχει χαμηλό κόστος.
- Διατίθεται με τη μορφή αερίου, υγρού (διάλυμα άλατος) και στερεού (ως άλας).
- Έχει σχετικά μεγάλη διαλυτότητα στο νερό (7000 mg/l).
- Είναι ισχυρά τοξικό για τους περισσότερους μικροοργανισμούς σταματώντας τις μεταβολικές τους δραστηριότητες.

Τα μειονεκτήματά του, όπως η τοξικότητά του, η διαβρωτικότητά του και η δυσάρεστη οσμή του δε βαρύνουν πολύ.

Το όζον

Εκτός από το χλώριο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλα χημικά μέσα για την απολύμανση με κυριότερο το όζον. Το όζον είναι μια αλλοτροπική μορφή του οξυγόνου (O₃) και σχηματίζεται κατά τη διοχέτευση ξηρού οξυγόνου ή αέρα δια μέσου ηλεκτρικών εκκενώσεων με τάση 5.000-20.000 V. Με την έντονη οξειδωτική του δράση αποχρωματίζει και απομακρύνει τις δυσάρεστες οσμές από το πόσιμο νερό στον τόπο της κατεργασίας, αλλά η μη περαιτέρω παρουσία του, λόγω διάσπασης, στο δίκτυο διανομής επιτρέπει την ανάπτυξη διαφόρων μικροοργανισμών, οπότε το χρώμα

και οι δυσάρεστες οσμές στο νερό μπορεί να επανεμφανιστούν.

Υπεριώδης ακτινοβολία

Διάφορες μορφές ακτινοβολίας έχουν χρησιμοποιηθεί για την απολύμανση του νερού, κυρίως όμως σε μικρές παροχές. Η πιο αποτελεσματική είναι η υπεριώδης ακτινοβολία με μήκος κύματος γύρω στα 254 nm. Το προς απολύμανση νερό, που ρέει μεταξύ μιας λυχνίας υπεριώδους ακτινοβολίας και μιας καλά στυλβωμένης μεταλλικής επιφάνειας ώστε να έχουμε τη μεγαλύτερη δυνατή ανάκλαση της ακτινοβολίας, πρέπει να είναι διαυγές και η δόση της ακτινοβολίας πρέπει να είναι επαρκής υπολογίζοντας ότι οι τυχόν υπάρχουσες οργανικές ενώσεις απορροφούν μέρος αυτής.

Η θέρμανση

Η θέρμανση ως απολυμαντικό μέσο είναι πολύ αποτελεσματική, αλλά έχει υψηλό κόστος, προκαλεί μείωση του διαλυμένου οξυγόνου και αποβολή των διαλυμένων αλάτων (όξινα ανθρακικά). Χρησιμοποιείται μόνο σε πολύ μικρές παροχές, π.χ. νοσοκομεία.

Εικόνα 21

Ερευνητικό
σκάφος
ΑΙΓΑΙΟ
Εθνικού
Κέντρου
Θαλάσσιων
Ερευνών.



Ρύπανση υδάτων

Ρύπανση μπορεί να χαρακτηριστεί κάθε απόκλιση από τη φυσική σύσταση του νερού, του αέρα και του εδάφους που μπορεί να έχει βλαπτικές συνέπειες στη ζωή των ανθρώπων, των ζωικών ή φυτικών οργανισμών, καθώς και στα υλικά που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος. Συνήθως με τον όρο “ρύπανση” εννοούμε κυρίως τη χημική ρύπανση, η ευρύτερη όμως έννοια της λέξης περιλαμβάνει και άλλες μορφές ρύπανσης, όπως η αισθητική, η πολιτιστική και γενικότερα κάθε τι που έχει ως αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας ζωής.

Σύμφωνα με τον ορισμό που υιοθετεί ο ΟΗΕ, “**Ρύπανση** θεωρείται η εισαγωγή από τον άνθρωπο στο περιβάλλον άμεσα ή έμμεσα ουσιών και ενέργειας με αποτέλεσμα βλαπτικές συνέπειες στους ζώντες οργανισμούς, κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία, παρεμπόδιση

των δραστηριοτήτων που γίνονται στη θάλασσα, στις λίμνες και στα ποτάμια (συμπεριλαμβανομένης και της αλιείας), υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων προς χρήση και για ψυχαγωγικούς σκοπούς”.

1 Κατηγορίες ρυπαντών

Οι ρυπαντές των υδάτων μπορούν να καταταγούν στις ακόλουθες κατηγορίες:

1. Παθογόνοι μικροοργανισμοί.
2. Απόβλητα απαιτούνται οξυγόνο.
3. Ανόργανες ενώσεις.
4. Υδρογονάνθρακες.
5. Συνθετικές οργανικές ενώσεις.
6. Αιωρούμενα στερεά.
7. Ραδιενεργά υλικά.
8. Απορρίμματα.
9. Θερμότητα.

Παθογόνοι μικροοργανισμοί

Περιλαμβάνουν βακτήρια, πρωτόζωα, παρασιτικούς σκώληκες, ιούς και προέρχονται από ακατέργαστα ή μερικώς κατεργασμένα απόβλητα ή λύματα ανθρώπων και ζώων. Η μικροβιακή ρύπανση είναι η μόνη ρύπανση που ορθώς αποκαλείται μόλυνση, σε αντιδιαστολή με όλες τις άλλες ρυπάνσεις που εσφαλμένα αποκαλούνται κι αυτές αδιακρίτως μολύνσεις.

Όλα τα παθογόνα μικρόβια που προκαλούν λοιμώξεις των εντέρων (τύφος, δυσεντερία, χολέρα, κ.ο.κ.) και οι ιοί, που προκαλούν τη λοιμώδη ηπατίτιδα και την πολυομυελίτιδα μεταδίδονται με το νερό. Τα οικιακά λύματα περιέχουν κυρίως περιττωματικές ουσίες με μεγάλη ποικιλία παθογόνων ή μη μικροοργανισμών. Μετά την είσοδο των μικροοργανισμών στον υδάτινο αποδέκτη διάφοροι παράγοντες και συνθήκες (θερμοκρασία, ηλιακή ακτινοβολία κ.ά.) καθορίζουν τη συγκέντρωση, τη διασπορά ή την καταστροφή τους και διεργασίες, όπως κροκίδωση και ιζηματοποίηση. Την τύχη τους όμως καθορίζουν και άλλοι μικροοργανισμοί.

Αποτελέσματα της μικροβιακής μόλυνσης είναι το νερό να γίνεται ακατάλληλο για πόση, για κολύμβηση, για άλλες δραστηριότητες, καθώς επίσης η διατάραξη της ισορροπίας των οικοσυστημάτων, ο περιορισμός της αλιείας, της καλλιέργειας οστρακοειδών, κ.ά..

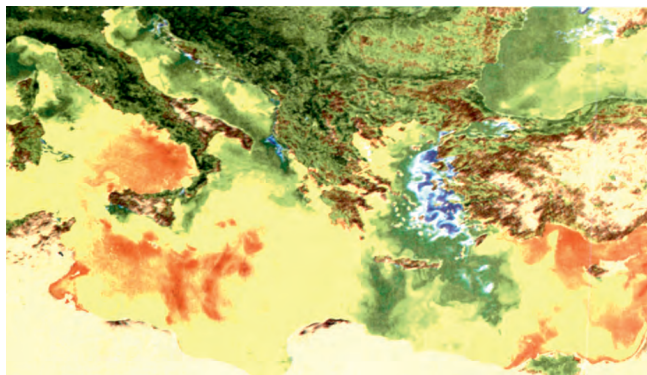
Ένας καλός δείκτης της ποιότητας του πόσιμου νερού ή του νερού που είναι κατάλληλο για κολύμβηση είναι ο αριθμός των αποικιών του κολοβακτηριδίου (*coliform bacteria*), που υπάρχει σε 100 mL δείγματος νερού. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας συνιστά 0 αποικίες ανά

100 mL για νερό κολύμβησης. Δεδομένου ότι ο μέσος όρος των ανθρωπίνων αποβλήτων είναι της τάξης των δισεκατομμυρίων (100-400) ημερησίως, μπορούμε να αντιληφθούμε πόσο εύκολα ρυπαίνεται το νερό από τα ακατέργαστα απόβλητα.

Απόβλητα που απαιτούν οξυγόνο

Στην κατηγορία αυτή εντάσσουμε τις ουσίες εκείνες, κυρίως οργανικές, οι οποίες βιοαποικοδομούνται από μικροοργανισμούς, παρουσία οξυγόνου, οπότε το διαλυμένο στο νερό οξυγόνο (**Dissolved Oxygen, DO**) καταναλώνεται. Παραδείγματα ρυπαντών αυτής της κατηγορίας είναι τα αστικά λύματα, τα λιπάσματα, τα απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων, σφαγείων, βυρσοδεψείων κ.λπ.. Τα αστικά λύματα καθώς και τα λιπάσματα ρυπαίνουν το υδάτινο περιβάλλον κυρίως με οργανικές ουσίες οι οποίες διασπώνται από αποσυνθέτοντες μικροοργανισμούς σε διοξείδιο του άνθρακα, νερό και θρεπτικά άλατα (*nutrients*), φωσφορικά, αμμωνιακά, νιτρώδη, νιτρικά και πυριτικά. Στη συνέχεια, τα θρεπτικά άλατα καταναλώνονται από τους φυτικούς οργανισμούς, οι οποίοι, όταν νεκρωθούν, συνεισφέρουν στην αύξηση της οργανικής ύλης κ.ο.κ.. Οι φυτικοί οργανισμοί χρησιμεύουν ως τροφή για το ζωοπλαγκτόν, το δε ζωοπλαγκτόν για τα μικρά ψάρια κ.ο.κ. Η τροφική αλυσίδα ρυθμίζεται από τα υπάρχοντα άλατα φωσφόρου και αζώτου των οποίων κύρια πηγή προέλευσης είναι τα απορρυπαντικά και τα λιπάσματα. Όταν η αναπλήρωση των θρεπτικών αλάτων γίνεται κανονικά, τότε το οικοσύστημα διατηρεί την ισορροπία του. Η είσοδος όμως υπερβολικών ποσοτήτων οργανικών ουσιών προκαλεί μεγάλη αύξηση φυτικών οργανισμών με επακόλουθο τη μείωση ή και εξαφάνιση του διαλυμένου οξυγόνου και την εμφάνιση **ανοξικών συνθηκών**. Αποτελέσματα των ανοξικών συνθηκών είναι οι ομαδικοί θάνατοι ψαριών, η εξαφάνιση ή μετανάστευση των επικρατούντων ειδών, η μείωση του βαθμού ποικιλότητας κ.λπ.. Επιπλέον η εμφάνιση του νερού είναι θολή, φαιοπράσινη, και στη συνέχεια κατά την «αναερόβια αποικοδόμηση» εκπέμπονται δυσάρεστες οσμές (υδρόθειο).

Το διαλυμένο στο νερό οξυγόνο είναι ο δείκτης ισορροπίας του οικοσυστήματος, ενώ τα θρεπτικά άλατα, καθορίζουν το βαθμό του **ευτροφισμού**. Ο βαθμός ευτροφισμού μιας περιοχής (το πηλίκο των συγκεντρώσεων των θρεπτικών αλάτων της περιοχής προς τις συγκεντρώσεις που θεωρούνται χαρακτηριστικές καθαρών περιοχών) μας δίνει ένα μέτρο ρύπανσης μιας περιοχής. Έτσι περιοχές ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά άλατα χαρακτηρίζονται ολιγο-, μεσο- ή ευτροφικές.



Εικόνα 22 Φωτογραφίες από το δορυφόρο ERS-2 δίνουν πληροφορίες στους επιστήμονες για ρυπαντές που μεταφέρονται στην Μεσόγειο. Επίσης δίνουν πληροφορίες για τη θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας, κ.ά..

Αν το διαλυμένο οξυγόνο μειωθεί κάτω του ορίου για τη διατήρηση κανονικής βιοκοινωνίας σε μια υδατική μάζα, τότε η υδατική μάζα χαρακτηρίζεται «**ρυπασμένη**». Για τη διατήρηση της ζωής των ψαριών απαιτείται συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου 4-6 ppm. Ο κορεσμός των υδάτων σε οξυγόνο ποικίλλει κι εξαρτάται από τη θερμοκρασία και την αλατότητα.

Το μέτρο της φόρτισης των αποβλήτων παρέχεται με τη έκφραση **Βιοχημικός Απαιτούμενο Οξυγόνο (Biochemical Oxygen Demand, B.O.D.)**. Μετράται με επώαση δείγματος ύδατος επί 5 ημέρες στους 20°C, οπότε προσδιορίζεται χημικώς το διαλυμένο οξυγόνο πριν και μετά την επώαση. Οι τιμές του B.O.D. εκφράζονται σε μέρη ανά εκατομμύριο (ppm). Τιμή 1ppm χαρακτηρίζει μια περιοχή ως καθαρή, ενώ 5 ppm ως ρυπασμένη.

Σε περιπτώσεις όπου οι τιμές B.O.D. είναι πολύ μικρές (όταν τα απόβλητα περιέχουν τοξικές ουσίες και καταστρέφουν τους μικροοργανισμούς), μετρούμε το **Χημικώς Απαιτούμενο Οξυγόνο (Chemical Oxygen Demand, C.O.D.)**. Οι τιμές του C.O.D. μπορεί να διαφέρουν από αυτές του B.O.D. και να είναι μεγαλύτερες λόγω της παρουσίας τοξικών ενώσεων ή δύσκολα βιοαποικοδομήσιμων ενώσεων.



Εικόνα 23 Ο ποταμός Έλβας σήμερα, μετά το πρόγραμμα διάσωσής του. Λίγα χρόνια πριν, ένας από τους πιο ρυπασμένους ποταμούς της Ευρώπης δεχόμενος ετησίως 4 εκατ. κυβικά μέτρα ακαθάριστων βιομηχανικών αποβλήτων και τοξικών ουσιών.

Ανόργανες ενώσεις

Σ' αυτές περιλαμβάνονται τα βαριά μέταλλα, τα οξέα, τα άλατα, κ.ά.. Οι κυριότερες πηγές φυσικής προέλευσης βαρέων μετάλλων στο νερό είναι η διάβρωση των ακτών, τα απορρίμματα και τα προϊόντα αποικοδόμησης οργανισμών, η σκόνη που μεταφέρεται με τον άνεμο από τις ακτές, η εξαλλοίωση πετρωμάτων και η μεταφορά τους στη συνέχεια μέσω των ποταμών, τα ιζήματα του πυθμένα της θάλασσας που ελευθερώνουν βαρέα μέταλλα με διάφορες φυσικοχημικές διεργασίες κ.ά. Οι ανθρωπογενείς πηγές της επιβάρυνσης του νερού με μέταλλα συνδέονται με τις βιομηχανικές δραστηριότητες, όπως εξόρυξη, επεξεργασία μεταλλευμάτων, βιομηχανίες παραγωγής που χρησιμοποιούν τα μέταλλα ως καταλύτες κ.λπ. Άλλες πηγές βαρέων μετάλλων είναι οι ναυπηγικές δραστηριότητες με τη χρησιμοποίηση υφαλοχρωμάτων, οι γεωργικές δραστηριότητες, τα νερά της έκπλυσης των δρόμων από τις βροχές, τα απορρυπαντικά, τα οικιακά λύματα λόγω της διάβρωσης των συστημάτων ύδρευσης, τα διάφορα χρώματα, η βενζίνη των αυτοκινήτων, κ.ά..

Βαρέα μέταλλα θεωρούνται εκείνα που έχουν ειδικό βάρος μεγαλύτερο από εκείνο του σιδήρου, Fe, όπως Cu, Zn, Pb, Cd, Co, Ni, Cr κ.ά. Μερικά από αυτά είναι *απαραίτητα* για τον οργανισμό σε ελάχιστες ποσότητες (*ιχθυοστοιχεία*), ενώ άλλα όχι, όπως ο Pb, Cd, Hg κ.ά.. Ακόμη όμως και τα απαραίτητα πάνω από μια ορισμένη ποσότητα γίνονται τοξικά για τον οργανισμό.

Η βιοσυσσώρευση των βαρέων μετάλλων ποικίλλει από μέταλλο σε μέταλλο και από οργανισμό σε οργανισμό. Μεγάλες συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων έχουν ως αποτέλεσμα τη διατάραξη της φυσικής ισορροπίας στο περιβάλλον, καθώς και στους βιογεωχημικούς κύκλους των οικοσυστημάτων με τραγικές συνέπειες. Μερικά από τα αποτελέσματα της τοξικότητας ορισμένων βαρέων μετάλλων είναι: νευροφυσιολογικές διαταραχές, αλλοιώσεις των κυττάρων με αποτέλεσμα μεταλλάξεις, τερατογενέσεις κ.ά.. Μια από τις σοβαρότερες δηλητηριάσεις που έχουν αναφερθεί έγινε στον κόλπο της *Minamata* (Ιαπωνία) το 1953, όπου 100 άτομα πέθαναν λόγω αυξημένων συγκεντρώσεων Hg στους θαλάσσιους οργανισμούς που κατανάλωναν. Ο Hg προέρχονταν από βιομηχανία παρασκευής ακεταλδεϋδης και παρόλο που οι ποσότητες ήταν ελάχιστες άρχισε να συσσωρεύεται στα ψάρια που ήταν η κύρια τροφή των κατοίκων. Έχουν αναφερθεί οξείες δηλητηριάσεις από Pb με κύρια συμπτώματα τη ναυτία, το μούδιασμα των χεριών, τις νευρικές συσπάσεις κ.λπ.. Επίσης δηλητηριάσεις από Cd, Zn, Cr, οργανοκασσιτερούχες ενώσεις (TBT), κ.ά..

Υδρογονάνθρακες

Η συνεχώς αυξανόμενη χρήση των υγρών καυσίμων τελευταία έχει ως αποτέλεσμα τη συνεχή επιβάρυνση των υδάτων με πετρελαιοειδή. Υπολογίζεται, ότι κάθε χρόνο αποχύνονται στις θάλασσες 5-10 εκατομμύρια τόνοι πετρελαίου, με κυριότερες αιτίες τα ναυτικά ατυχήματα που προκαλούν και τις μεγαλύτερες καταστροφές γιατί χιλιάδες τόνοι πετρελαίου έχουν τελική απόληξη τις παράκτιες περιοχές, τις διαρροές από δεξαμενόπλοια που χρησιμοποιούν θαλάσσιο νερό για έρμα, αλλά και από τις διαρροές των μηχανών εσω-τερικής καύσης, τις διαρροές από διυλιστήρια, από την άντληση πετρελαίου από υποβρύχιες πετρελαιοπηγές, από τα αστικά απόβλητα (απόνερα πλύσης μηχανών), κ.λπ..

Τα πετρελαιοειδή είναι εξαιρετικά επιβλαβή για το περιβάλλον λόγω ορισμένων ιδιοτήτων τους. Το πετρέλαιο μπορεί να κατανεμηθεί σε *μονομοριακό επιφανειακό υμέναιο (film)*, γι' αυτό και απλώνεται σε πολύ μεγάλη έκταση. Ένα γαλόνι πετρελαίου καλύπτει μια έκταση 4 στρεμμάτων. Μετά την εξάπλωση του πετρελαίου αρχίζει η εξάτμιση των ελαφρών κλασμάτων, ενώ τα βαριά κλάσματα σχηματίζουν *σφαιρίδια πίσσας (tar balls)*. Με την πάροδο του χρόνου το πετρέλαιο εμπλουτίζεται σε αρωματικούς υδρογονάνθρακες (βενζόλιο, τολουόλιο, ξυλόλιο), ενώσεις ιδιαίτερα τοξικές. Μερικές από τις επιπτώσεις από την έκχυση πετρελαιοειδών στο περιβάλλον είναι και η μείωση της φωτοσύνθεσης, λόγω της μείωσης της διαπερατότητας του φωτός, η μείωση της διαλυτότητας του οξυγόνου από την ατμόσφαιρα, λόγω παρουσίας της λεπτής στοιβάδας με αποτέλεσμα τη δημιουργία ασφυκτικών καταστάσεων στις βιοκοινωνίες. Στα πτηνά η επίδραση του πετρελαίου είναι ακόμη σοβαρότερη. Η κάλυψη των πτηνών με πετρέλαιο συγκολλά τα φτερά τους και δεν μπορούν να πετάξουν, μειώνει τη θερμομόνωσή τους, μειώνει τον όγκο τους και ουσιαστικά προκαλεί το θάνατό τους.

Η ρύπανση από πετρελαιοειδή είναι ιδιαίτερα επικίνδυνη και για ένα επιπρόσθετο λόγο. Λόγω της μεγάλης παραμονής των υδρογονανθράκων στους ζώντες, βιοσυσσωρεύονται μέσω της τροφικής αλυσίδας στους ανώτερους ζωικούς οργανισμούς.



Εικόνα 24
Αποτελέσματα
ρύπανσης από
πετρελαιοειδή.

Η πιο αποτελεσματική μέθοδος αντιμετώπισης της ρύπανσης από πετρελαιοειδή είναι η αναρρόφηση με ειδικά σκάφη. Άλλες τεχνικές χρησιμοποιούν πιεσμένο αέρα, ώστε να δημιουργείται ένα φράγμα από φυσαλίδες και να περιορίζεται η εξάπλωσή του. Επίσης γίνεται χρήση απορρυπαντικών που προκαλεί όμως άλλα προβλήματα στο οικοσύστημα.



Εικόνα 25 Ευρύαλα φύκη (δείκτης ρύπανσης-ευτροφισμός).

Συνθετικές οργανικές ενώσεις

Στην κατηγορία αυτή κατατάσσουμε τα απορρυπαντικά, τα ζιζανιοκτόνα και εντομοκτόνα, προωθητικά, παραπροϊόντα κατεργασίας πετρελαίου κ.λπ. Ας σημειωθεί ότι επειδή καμία από τις ενώσεις αυτές δεν υπάρχει φυσιολογικά στο περιβάλλον, ο προσδιορισμός τους υποδηλώνει ανθρωπογενή επιβάρυνση.

Βασικά μειονεκτήματα των απορρυπαντικών είναι ότι δεν βιοαποικοδομούνται εύκολα, παρουσιάζουν έντονο αφρισμό με βλαπτικές επιπτώσεις στις βιοκοινωνίες και περιέχουν προσθετικά, κυρίως πολυφωσφορικά άλατα. Τα φωσφορικά άλατα είναι βασικά θρεπτικά συστατικά. Η μεγάλη όμως ποσότητα φωσφορικών έχει σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον (ευτροφισμός).

Σοβαρά προβλήματα έχουν προκύψει από τη χρησιμοποίηση ζιζανιοκτόνων και εντομοκτόνων, κυρίως λόγω του ότι οι ενώσεις αυτές δεν είναι βιοαποικοδομήσιμες. Κυριότερος εκπρόσωπος της κατηγορίας αυτής είναι η οργανοχλωριωμένη ένωση (διχλωρο-διφαινυλο-τριχλωροαιθάνιο, DDT), που ουσιαστικά είναι η πρώτη συνθετική οργανική ένωση που χρησιμοποιήθηκε τόσο εκτεταμένα. Η χρησιμοποίησή της όμως σε τόσο μεγάλο βαθμό προκάλεσε αφενός την ανθεκτικότητα ορισμένων εντόμων σ' αυτή και αφετέρου την εξαφάνιση άλλων χρήσιμων. Η μεγάλη συσσώρευση του DDT, που οφείλεται στο ότι το μόριο του DDT είναι πολύ ανθεκτικό στη διάσπαση και τη βιοαποικοδόμηση, είχε ως αποτέλεσμα τη συγκέντρωση του DDT μέσω της διατροφής τόσο στα ζώα, όσο και στον άνθρωπο. Από το 1960 αρχίζει ο περιορισμός της χρήσης του DDT και τέλος η απαγόρευσή του.

Άλλη κατηγορία συνθετικών οργανικών ενώσεων είναι τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB's), που βρίσκουν πολλές εφαρμογές, λόγω των εξαιρετικών ιδιοτήτων τους (θερμικά σταθερές, μικρή ηλεκτρική αγωγιμότητα, σταθερές έναντι των περισσότερων χημικών αντιδραστηρίων κ.ά.). Οι ενώσεις αυτές είναι τοξικές, δύσκολα αποικοδομούνται και συσσωρεύονται μέσω της τροφικής αλυσίδας στους λιπαρούς ιστούς των οργανισμών.

Αιωρούμενα στερεά

Στην κατηγορία αυτή κατατάσσουμε τα σωματίδια δυσδιάλυτων υλικών που προέρχονται από τη φυσική αποσάθρωση του εδάφους, την εξαλλοίωση των πετρωμάτων, από εξορύξεις αλλά και από τα υγρά απόβλητα.

Συνέπειες που προκαλούνται είναι η απόφραξη αποχετευτικών ή στραγγιστικών τάφρων και λιμανιών, η αύξηση της θολερότητας των υδάτων, η μείωση της διαπερατότητας του φωτός με αποτέλεσμα τη μείωση της φωτοσύνθεσης, κ.λπ..

Ραδιενεργά υλικά

Με την ανακάλυψη της ραδιενέργειας, πριν από 100 περίπου χρόνια, ανοίγουν νέοι δρόμοι στην επιστημονική έρευνα, τόσο για ωφέλιμους, όσο και για καταστροφικούς σκοπούς. Οι χρήσεις ραδιενεργών υλικών για την παραγωγή ενέργειας για θεραπευτικές, βιομηχανικές, ιατρικές, επιστημονικές εφαρμογές, αλλά και για την ανάπτυξη πυρηνικών όπλων είναι γνωστές.

Κυριότερες πηγές ρύπανσης από ραδιενέργεια είναι τα στερεά που απομένουν κατά την εξόρυξη του ουρανίου, η έκλυση ραδιοϊσοτόπων κατά τις δοκιμές των πυρηνικών όπλων, η χρήση των ραδιενεργών υλικών για παραγωγή ενέργειας για θεραπευτικές, βιομηχανικές και λοιπές εφαρμογές, τα ατυχήματα στους πυρηνικούς αντιδραστήρες ή στα πυρηνοκίνητα υποβρύχια, κ.λπ..

Ο κίνδυνος από ραδιενεργό ρύπανση είναι ιδιαίτερα σοβαρός λόγω της μεγάλης ημιπεριόδου ζωής που έχουν τα περισσότερα ραδιοϊσότοπα.

Απορρίμματα

Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνουμε τις τεράστιες ποσότητες σκουπιδιών πάσης φύσεως (πλαστικές φιάλες, κατεστραμμένα αντικείμενα, κουτιά κ.ά.) που δεν προκαλούν μόνο "αισθητική" ρύπανση αλλά και ουσιαστική, δεδομένου ότι πολλά από αυτά τα αντικείμενα δεν αποικοδομούνται, ελευθερώνουν τοξικές ουσίες στο περιβάλλον, προκαλούν τραυματισμούς ή

θανάτους σε πτηνά, ψάρια και θηλαστικά. Η σοβαρότερη όμως παράμετρος από αυτή τη ρύπανση είναι η οικονομική επίπτωση από τον περιορισμό της χρήσης των υδάτων για λόγους αναψυχής.

Θερμότητα

Η θερμική αλλοίωση προκαλείται κυρίως από απόβλητα εργοστασίων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, διυλιστηρίων κ.ά., που χρησιμοποιούν νερά στους πύργους ψύξης. Οι ποσότητες νερού που καταναλώνονται στη βιομηχανία κατά 70% χρησιμοποιούνται για την ψύξη.

Οι κυριότερες συνέπειες που προκαλούνται από την αποβολή θερμού νερού στον φυσικό αποδέκτη είναι η μείωση του διαλυμένου οξυγόνου, λόγω της παραμονής του θερμού νερού ως ειδικώς ελαφρότερου στην επιφάνεια με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός στρώματος θερμότερου με μικρότερη ικανότητα διάλυσης ατμοσφαιρικού οξυγόνου, που προκαλεί φαινόμενα ασφυξίας στους οργανισμούς. Άλλη συνέπεια είναι η αύξηση της ταχύτητας των χημικών αντιδράσεων (π.χ. αναπνοής), με βλαπτικά αποτελέσματα ακόμη και στις βιολογικές λειτουργίες των οργανισμών. Έτσι, σε θερμότερα νερά τα ψάρια απαιτούν περισσότερο οξυγόνο και το διαθέσιμο οξυγόνο είναι ακόμη λιγότερο λόγω της υψηλής θερμοκρασίας. Αν η θερμοκρασία υπερβεί τα όρια αντοχής των διαφόρων ζωικών και φυτικών οργανισμών τότε έχουμε ακόμη και τη νέκρωσή τους.

Διαχείριση υδατικών πόρων

Αν αθροιστούν οι ανθρώπινες ανάγκες για νερό συμπεριλαμβανομένης της γεωργίας, των βιομηχανιών και της αστικής παροχής εμφανίζονται -καθησυχαστικά ακόμη μικρότερες από τις ποσότητες που διαθέτει ετήσια η φύση. Ακόμα κι αυτό όμως αποτελεί ψευδαίσθηση. Μεγάλες ποσότητες των ομβρίων υδάτων χάνονται στις πλημμύρες ή πέφτουν σε μέρη τόσο απόμακρα που είναι αδύνατη η συλλογή τους, ή χρειάζονται για τη συντήρηση μυριάδων άλλων ειδών και οικοσυστημάτων με τα οποία μοιραζόμαστε τον πλανήτη και από τα οποία εξαρτιόμαστε.

Επιπλέον, σε πολλές περιοχές η ρύπανση ελαττώνει γρήγορα τα αποθέματα νερού που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Κάθε λίτρο μολυσμένων λυμάτων ρυπαίνει πολύ περισσότερα λίτρα του υδάτινου φορέα που το δέχεται. Στην Πολωνία, για παράδειγμα, το ποσοστό των υδάτων των ποταμών που έχει την αναγκαία υψηλότερη ποιότητα ώστε να είναι πόσιμο, έχει πέσει από 32% σε λιγότερο από 5% τις δύο τελευταίες δεκαε-

τίες. Περίπου τρία τέταρτα των υδάτων των ποταμών της χώρας είναι τώρα τόσο μολυσμένα που δεν κάνουν ούτε για βιομηχανική χρήση. Αντίστοιχες καταστάσεις απαντώνται όλο και πιο συχνά στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπου η ανεξέλεγκτη ρύπανση αποτελεί διογκούμενη απειλή κατά την περίοδο της εκβιομηχάνισης.

Αν και το νερό αποτελεί μέρος ενός παγκοσμίου συστήματος, αυτό που έχει τελικά σημασία είναι ο τρόπος διαχείρισης και χρήσης του σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο. Αντίθετα με το πετρέλαιο, το σιτάρι και πολλά άλλα σημαντικά αγαθά, το νερό χρειάζεται σε τόσο μεγάλες ποσότητες που δεν είναι πρακτική η μεταφορά του σε μεγάλες αποστάσεις. Μπορεί να μη συγκλονίσει τον κόσμο κάποια παγκόσμια υδατική κρίση με τον τρόπο που το έκανε τη δεκαετία του 1970 η ενεργειακή κρίση. Αλλά τα προμηνύματα εξάντλησης και έλλειψης νερού που εμφανίζονται σε περιοχές γεωργικών χρήσεων και σε πολλές μητροπόλεις θέτουν σε κίνδυνο την παγκόσμια οικονομική ευρωστία και τα αποθέματα τροφής. Επιπλέον, η παγκόσμια άνοδος της θερμοκρασίας που οφείλεται στο σχηματισμό των αερίων θερμοκηπίου μπορεί να περιπλέξει πολύ τα τοπικά προβλήματα νερού, τροποποιώντας τα δεδομένα των εναλλαγών βροχοπτώσεων και ανομβρίας στα οποία είχε βασισθεί ο σχεδιασμός των αστικών δικτύων ύδρευσης.

Επομένως η συνεχής αύξηση της ζήτησης νερού κατάλληλης ποιότητας για κάθε χρήση, η αυξανόμενη απαίτηση για διατήρηση ισορροπίας στο περιβάλλον, η αύξηση των πηγών ρύπανσης των υδατικών πόρων και η ανομοιόμορφη φυσική προσφορά, στο χώρο και το χρόνο, δημιουργούν περίπλοκα προβλήματα στην προγραμματισμένη ανάπτυξη μιας περιοχής. Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών είναι αναγκαία η χάραξη και εφαρμογή μιας συνεπούς πολιτικής που θα στηρίζεται στην ορθολογική διαχείριση του συστήματος “υδατικός πόρος - χρήση του”.

Στόχοι & αρχές διαχείρισης υδατικών πόρων

Η διαχείριση των υδατικών πόρων, πολύ συνοπτικά, μπορεί να οριστεί ως η συνεχής διαδικασία κάθε ανθρώπινης επέμβασης σε αυτούς. Οι επεμβάσεις αυτές συνίστανται σε ένα σύνολο μέτρων και δραστηριοτήτων απαραίτητων για την ικανοποίηση διαφόρων χρήσεων νερού.

Η διαδικασία αυτή πρέπει να αποβλέπει στην πληρέστερη δυνατή κάλυψη των σημερινών και μελλοντικών αναγκών για κάθε χρήση, με βάση έναν ορθολογικό προγραμματισμό που να εξασφαλίζει ταυτόχρονα την προστασία των υδατικών αποθεμάτων από την υποβάθμιση ή την εξάντληση.

Οι στόχοι της διαχείρισης των υδατικών πόρων είναι:

- να εξασφαλίζει νερό επαρκούς ποσότητας και κατάλληλης ποιότητας για την ικανοποίηση των αγροτικών, βιομηχανικών, οικιακών, ενεργειακών και άλλων αναγκών,

- να προστατεύει τους υδατικούς πόρους από τη ρύπανση
- να προφυλάσσει από τα ακραία υδρολογικά φαινόμενα (πλημμύρες - ξηρασίες).

Οι αρχές οι οποίες πρέπει να διέπουν τη διαχείριση των υδατικών πόρων είναι:

- η αντικειμενικά ισομερής κατανομή του νερού μεταξύ των χρηστών,
- η ορθολογικότερη και οικονομικά βέλτιστη χρήση του νερού για το παρόν και το μέλλον,
- η προστασία των υδατικών πόρων και περιβάλλοντος,
- η βιώσιμη ανάπτυξη.

Η υπερκατανάλωση ή η κακή χρήση του νερού στο παρελθόν έχει οδηγήσει σε καταστροφές τόσο του περιβάλλοντος, όσο και των πόρων. Υπάρχουν πολλά τέτοια παραδείγματα με χαρακτηριστικότερο την καταστροφή των υπόγειων υδροφορέων από την είσοδο της αλμυρής σφήνας λόγω υπεράντλησης σε περιοχές που γειτνιάζουν με θάλασσα και έχουν ευνοϊκές για το φαινόμενο γεωλογικές συνθήκες.

Η κακή χρήση ενός υδατικού αποθέματος ή μιας πηγής νερού, δηλαδή χρήση που μειώνει διαρκώς την ποσότητά της οδηγεί μακροπρόθεσμα στην εξάντληση. Δηλαδή, αν οι δείκτες κατανάλωσης είναι υψηλότεροι από τους δείκτες αναπλήρωσης τότε υπάρχει ο κίνδυνος της εξαφάνισής. Στην ίδια λογική, υπάρχει κίνδυνος όχι μόνο για την ποσοτική ανανέωση, αλλά και για την ποιοτική αν η συσσώρευση ρυπογόνων ουσιών είναι σχετικά μεγαλύτερη από τις δυνατότητες αυτοκαθαρισμού του νερού. Αυτή είναι και η έννοια της αειφορίας των φυσικών πόρων, στην προκειμένη περίπτωση του νερού, η διαχείριση του οποίου θα πρέπει να διέπεται από αυτή την αντίληψη. Στο πλαίσιο αυτό είναι επείγουσας προτεραιότητας η μείωση των ποσοτήτων του νερού άρδευσης, ενώ είναι βέβαιο ότι σημαντικές οικονομίες μπορούν να προκύψουν στο νερό ύδρευσης με την εφαρμογή πιο αποτελεσματικής τεχνολογίας και ορθολογικότερων κανονισμών.

Η ρύπανση και η περιβαλλοντική υποβάθμιση ήταν μέχρι πρόσφατα ταυτόσημες με τη βιομηχανία και την αστυφιλία. Αντίθετα, η γεωργία θεωρείτο ο προστάτης της φύσης και ακόμα πιο συχνά το θύμα των επεμβάσεων και ρυπάνσεων που προκαλούσαν η βιομηχανία και οι εν γένει ανθρώπινες δραστηριότητες. Σήμερα οι ρυπογόνες ουσίες που έχουν γεωργική προέλευση πρέπει

πρέπει να συμπεριλαμβάνονται στα στοιχεία της περιβαλλοντικής ρύπανσης και κυρίως να συγκαταλέγονται στα περιβαλλοντικά προβλήματα, που έχουν άμεση σχέση κυρίως με το νερό.

Ελληνικά προβλήματα και αδυναμίες

Η χώρα μας διαθέτει συνολικά επαρκείς υδατικούς πόρους, επιφανειακούς και υπόγειους, αλλά η γεωμορφολογική της σύνθεση, η γεωλογική δομή, η άνιση κατανομή των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στο χώρο και στο χρόνο και τέλος η άνιση κατανομή των δραστηριοτήτων, και επομένως των υδατικών αναγκών, κυρίως στο χώρο, μειώνουν σημαντικά τη διαθέσιμη ποσότητα και δυσκολεύουν την αξιοποίηση.

Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της χώρας, σε σχέση με τους υδατικούς πόρους, από τα οποία προκύπτουν και οι δυσκολίες διαχείρισής τους, μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής:

- Ως προς την κατανομή των βροχοπτώσεων, η οποία είναι άνιση και ως προς το χώρο και ως προς το χρόνο. Συγκεκριμένα η Δυτική Ελλάδα δέχεται μεγαλύτερα ύψη βροχών από την Ανατολική. Επίσης έχουμε μεγάλη συγκέντρωση βροχοπτώσεων τη χειμερινή περίοδο, π.χ. στη Νότια Ελλάδα το 80-90% των βροχοπτώσεων παρατηρείται στη χειμερινή περίοδο.

- Ως προς την κατανομή της ζήτησης, η οποία είναι άνιση και ως προς το χώρο και ως προς το χρόνο. Στα μεγάλα κέντρα Αθήνα - Θεσσαλονίκη - Πάτρα, που παρουσιάζεται η μεγαλύτερη συγκέντρωση πληθυσμού γεγονός που καθιστά ελλειμματικές σε νερό αυτές τις περιοχές, ενώ ως προς το χρόνο η μεγάλη ζήτηση παρατηρείται από τη γεωργία (84% του χρησιμοποιούμενου νερού) την ξηρή περίοδο.

- Ως προς τη μορφολογία της επιφάνειας της χώρας, με τη δημιουργία πολλών μικρών υδατικών ρευμάτων. Προβλήματα δημιουργούνται από την εντατική εκμετάλλευση παράκτιων υδροφορέων με κίνδυνο εισδοχής των νερών της θάλασσας, την εξάρτηση της Βόρειας Ελλάδας από τις επιφανειακές απορροές ποταμών που έρχονται από γειτονικά κράτη και λόγω των πολλών άνυδρων ή με ελάχιστους υδατικούς πόρους νησιών της χώρας.

Στενή σχέση με τη διαθέσιμη ποσότητα νερού έχει βέβαια και η ποιότητα. Οι μικροχρόνιες ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν αρχίσει να κάνουν εμφανή, τα τελευταία χρόνια, την υποβάθμιση της ποιότητας του νερού, τόσο στους επιφανειακούς όσο και στους υπόγειους υδατικούς πόρους.

Οι κύριες πηγές ρύπανσης και μόλυνσης είναι τα αστικά λύματα και τα βιομηχανικά απόβλητα. Τα τε-

λευταία χρόνια εμφανίστηκε και η γεωργική ρύπανση λόγω έντονης χρήσης λιπασμάτων, εντομοκτόνων, ζιζανιοκτόνων, κ.λπ..

Επίσης στη χώρα μας οι υπόγειοι υδατικοί πόροι που βρίσκονται σε παράκτιες περιοχές έχουν υποστεί σε σημαντικό βαθμό υφαλμύρωση, λόγω διείσδυσης του θαλάσσιου νερού, γεγονός που οφείλεται κατά κύριο λόγο σε υπεράντληση και γενικά σε κακή διαχείριση.

Πολλές μεγάλες λίμνες που βρίσκονται κοντά σε οικιστικές περιοχές έχουν ήδη υποστεί υποβάθμιση της ποιότητας του νερού τους π.χ. Λίμνη Καστοριάς, Ιωαννίνων. Το ίδιο έχει συμβεί και στα μεγάλα ποτάμια, π.χ. Πηνειός Θεσσαλίας.



Εικόνα 26 Η λίμνη της Καστοριάς.

Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα στην Ελλάδα

Τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα χαρακτηρίζουν τις διάφορες περιοχές από υδρολογικής απόψεως. Το μέγεθος και η κατανομή αυτών στο χώρο και το χρόνο έχει ιδιαίτερη σημασία για όλες τις χρήσεις του νερού, επομένως και για τις διάφορες τεχνικές διαχείρισής του.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα που μας ενδιαφέρει ιδιαίτερα και θα αναφερθούμε πιο εκτεταμένα είναι η χώρα μας. Η Ελλάδα διακρίνεται για τη μεγάλη ανισοκατανομή, τόσο σε ό,τι αφορά το ετήσιο μέγεθος όσο και το χώρο και το χρόνο των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων που δέχεται. Οι πεδινές της περιοχές κατά μήκος των δυτικών ακτών έχουν σχεδόν διπλάσια ετήσια βροχόπτωση από ό,τι οι αντίστοιχες στα ανατολικά παράλια. Οι ορεινές περιοχές, με κύριο άξονα την Πίνδο και την προς νότο προέκτασή του, και οι ορεινοί όγκοι στα βόρεια όρια της χώρας έχουν πολλαπλάσια βροχόπτωση από πεδινές περιοχές που βρίσκονται σε απόσταση λίγων μόλις χιλιομέτρων από αυτές. Στα νότια, το μέσο ετήσιο ύψος της βροχής μόλις φτάνει τα 350-400mm, ενώ στα δυτικά της Πίνδου και άλλα ορεινά συγκροτήματα υπερβαίνει τα 1600 mm.

Σχετικά με την κατανομή των βροχών στο χρόνο, σε γενικές γραμμές, το μεγαλύτερο ύψος παρατηρείται

κατά τους ψυχρούς μήνες του έτους. Μέσα στο πλαίσιο αυτό παρατηρούνται σημαντικές διαφοροποιήσεις από περιοχή σε περιοχή. Έτσι, στα νότια και τα νησιά το φθινόπωρο και το χειμώνα έχουμε το μέγιστο της βροχής, ενώ το καλοκαίρι και μέρος της άνοιξης επικρατεί σχεδόν ξηρασία. Στα βόρεια η χρονική αυτή κατανομή αλλάζει σημαντικά, όπου φθινόπωρο-χειμώνας-άνοιξη έχουν σχεδόν ισοκατανομή της βροχής, με το καλοκαίρι να παραμένει σχεδόν ξερό. Είναι φυσικό, ότι κάτω από αυτές τις συνθήκες, για να γίνει δυνατή η ανάπτυξη των καλλιεργειών από τα μέσα της άνοιξης μέχρι το τέλος τουλάχιστον του καλοκαιριού χρειάζεται η εφαρμογή αρδεύσεων.

Η διακύμανση της παροχής ενός υδάτινου ρεύματος ακολουθεί σε γενικές γραμμές τη διακύμανση των βροχών που πέφτουν στη λεκάνη απορροής του.

Υπάρχουν βέβαια πολλά άλλα παραδείγματα ακραίων καταστάσεων, όπως χώρες που χαρακτηρίζονται ως “άνυδρες”, δηλαδή χώρες που η έλλειψη νερού είναι σημαντικός ανασταλτικός παράγοντας για την παραγωγή τροφίμων, την οικιακή ανάπτυξη και την προστασία των φυσικών συστημάτων. Γύρω στις 30 χώρες ανήκουν σ’ αυτή την κατηγορία, συγκεντρωμένες κυρίως στην Αφρική και τη Μέση Ανατολή, όπου πρακτικά δεν έχουμε καθόλου βροχοπτώσεις.

Άλλη περίπτωση που αξίζει να αναφερθεί είναι οι χώρες που δέχονται σε μέγεθος αρκετά ετήσια κατακρημνίσματα, αλλά το μεγαλύτερο μέρος πέφτει μια φορά το χρόνο. Στην Ινδία για παράδειγμα το 90% της ετήσιας βροχόπτωσης πέφτει την περίοδο των μουσώνων μεταξύ Ιουνίου και Σεπτεμβρίου.

Τεχνικές και τρόποι διαχείρισης υδατικών πόρων

Ταμιευτήρες - Φράγματα

Το νερό από τις βροχοπτώσεις ή από το χιόνι που λιώνει μπορεί να οδηγηθεί και συγκεντρωθεί στους λεγόμενους ταμιευτήρες. Το νερό αυτό μπορεί να ελευθερώνεται ανάλογα με τη χρήση για την οποία το προορίζουμε, για να παράγουμε ηλεκτρική ενέργεια ή να μειώσουμε τους κινδύνους από πλημμύρες, να προμηθεύουμε τα υδραγωγεία των πόλεων ή να έχουμε νερό για άρδευση της καλλιεργούμενης γης, κάτι που ενδιαφέρει ιδιαίτερα τη χώρα μας και που θα αναφερθούμε εκτενέστερα.

Στη συνήθη περίπτωση που ένα αρδευτικό δίκτυο χρησιμοποιεί τη φυσική ροή ενός υδάτινου ρεύματος, είναι πιθανό να παρατηρηθεί έλλειψη νερού κατά την περίοδο των χαμηλών παροχών. Για την αντιμετώπιση μιας τέτοιας κατάστασης, αποθηκεύουμε νερό κατά την

περίοδο που το ρεύμα έχει μεγάλη παροχή και μετά το χρησιμοποιούμε ανάλογα με τη ζήτηση του αρδευτικού δικτύου. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη δημιουργία τεχνητών λιμνών ή ταμιευτήρων που είναι αποθηκευτικοί χώροι νερού και έχουν σαν κύριο σκοπό να εξισορροπούν τις μεταβαλλόμενες παροχές του υδάτινου ρεύματος με τις επίσης μεταβαλλόμενες ανάγκες του αρδευτικού δικτύου. Οι ταμιευτήρες του νερού δημιουργούνται με την κατασκευή φραγμάτων κάθετων προς τη διεύθυνση ροής του υδάτινου ρεύματος.



Εικόνα 27 Τεχνητή λίμνη Κρεμαστών.

Τα φράγματα διακρίνονται ανάλογα με τον τύπο και το υλικό κατασκευής τους σε φράγματα *βαρύτητας*, *τοξωτικά* και *χωμάτινα*.

Κύριο χαρακτηριστικό ενός φράγματος αποτελεί ο υπερχειλιστής που εξασφαλίζει την απομάκρυνση του πλεονάζοντος νερού, αν η στάθμη του στον ταμιευτήρα ξεπεράσει κάποιο όριο ασφαλείας. Ένα άλλο χαρακτηριστικό του ταμιευτήρων είναι η απόδοσή τους. Ως *απόδοση ταμιευτήρα* ορίζεται η ποσότητα του νερού που μπορεί να εξασφαλίσει ένας ταμιευτήρας κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου. Η απόδοση εξαρτάται από την παροχή του ποταμού που τροφοδοτεί τον ταμιευτήρα και μεταβάλλεται από χρόνο σε χρόνο. Για τις αρδεύσεις, εκείνο που ενδιαφέρει είναι η ασφαλής απόδοση που είναι η μέγιστη ποσότητα νερού που μπορεί ο αποταμιευτήρας να εξασφαλίσει στο δίκτυο κατά τη διάρκεια μιας κρίσιμης περιόδου ξηρασίας.

Άντληση υπόγειου νερού

Υπεράντληση του υπόγειου νερού μπορεί να προκαλέσει ή να επιτείνει διάφορα προβλήματα, όπως εξάντληση υδροφορέων, καθίζηση υδροφορέων (βύθιση του εδάφους, καθώς υπεραντλείται το νερό) και εισχώρηση αλμυρού νερού στους υδροφορείς. Το υπόγειο νερό μπορεί επίσης να μολυνθεί από βιομηχανικές και γεωργικές δραστηριότητες και άλλες αιτίες.

Τρόποι για να επιβραδύνουμε την εξάντληση του υπόγειου νερού είναι ο έλεγχος της αύξησης του πληθυσμού, η καλλιέργεια φυτών όχι απαιτητικών σε

νερό σε ξηρές περιοχές, η ανάπτυξη ποικιλιών καλλιεργουμένων φυτών με μικρότερες απαιτήσεις σε νερό και με την ορθολογική άρδευση.

Αφαλάτωση

Αφαλάτωση είναι η διαδικασία που εφαρμόζεται ώστε το θαλασσινό νερό να απαλλαγεί από το αλάτι και να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ανάλογα με τις ανάγκες. Αυτός είναι ο ένα τρόπος αύξησης του διαθέσιμου γλυκού νερού. Η απόσταξη και η αντίστροφη όσμωση είναι δύο από τις περισσότερο χρησιμοποιούμενες μεθόδους. Η απόσταξη περιλαμβάνει θέρμανση του αλμυρού νερού μέχρι αυτό να εξατμισθεί και να συμπυκνωθεί ως γλυκό νερό, αφήνοντας το αλάτι σε στερεή μορφή. Στην αντίστροφη όσμωση, το αλμυρό νερό αντλείται υπό υψηλή πίεση δια μέσου λεπτών μεμβρανών οι πόροι των οποίων επιτρέπουν στα μόρια του νερού - αλλά όχι και στα διαλυμένα άλατα- να διαπεράσουν.

Η αφαλάτωση έχει το μειονέκτημα ότι απαιτεί μεγάλη ηλεκτρική ενέργεια και έτσι το νερό που προκύπτει κοστίζει τρεις με πέντε φορές περισσότερο από το νερό που προέρχεται από συμβατικές πηγές. Μπορούμε να πούμε σχεδόν με βεβαιότητα ότι δε θα έχουμε φθηνό αφαλατωμένο νερό για άρδευση ή για να καλυφθούν γενικότερα οι ανάγκες της υδρογείου σε νερό, εκτός και αν αναπτυχθούν αποτελεσματικές μέθοδοι με ηλιακή ενέργεια.

Έλεγχος καιρικών συνθηκών

Για χρόνια μερικές χώρες, κυρίως οι Ηνωμένες Πολιτείες, πειραματίστηκαν στο “βομβαρδισμό” των νεφών με χημικές ουσίες κυρίως με κρυστάλλους ιωδίου. Αυτοί προσθέτουν σταγονίδια νερού σε ένα σύννεφο που όταν ενωθούν και γίνουν αρκετά βαριά πέφτουν στη γη με τη μορφή βροχόπτωσης.

Η μέθοδος αυτή έχει πολλά μειονεκτήματα, όπως για παράδειγμα την ανεύρεση του κατάλληλου συννέφου. Στην καλύτερη περίπτωση μπορεί να αυξηθεί η βροχόπτωση κατά 20%. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι ότι δεν μπορούμε εύκολα να υπολογίσουμε το χρόνο που απαιτείται μέχρι να εκδηλωθεί το αποτέλεσμα, δηλαδή η βροχόπτωση, και έτσι μπορεί αυτή να πέσει σε λάθος χρόνο.

Προς το παρόν, οι επιστήμονες ερευνούν τρόπους παρέμβασης στις κλιματικές συνθήκες με σκοπό το μετριασμό των καταιγίδων και κυκλώνων. Τα πειράματα αφορούν κυρίως τη μείωση της ταχύτητας των καταιγίδων με την τροφοδότηση του κυκλώνα με ιωδιούχο άργυρο.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- 1) Ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά του νερού;
- 2) Τι είναι υδρολογικός κύκλος ή κύκλος του νερού;
- 3) Τι είναι τα πλαγκτόν-νευστόν-βένθος-νηκτόν;
- 4) Ποιες είναι οι σπουδαιότερες χρήσεις του νερού;
- 5) Τι είναι τα φράγματα και τι οι ταμιευτήρες και ποιες τεχνικές διαχείρισης υδάτων γνωρίζετε;;