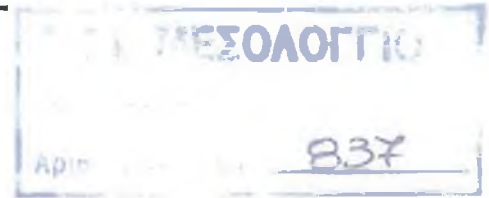
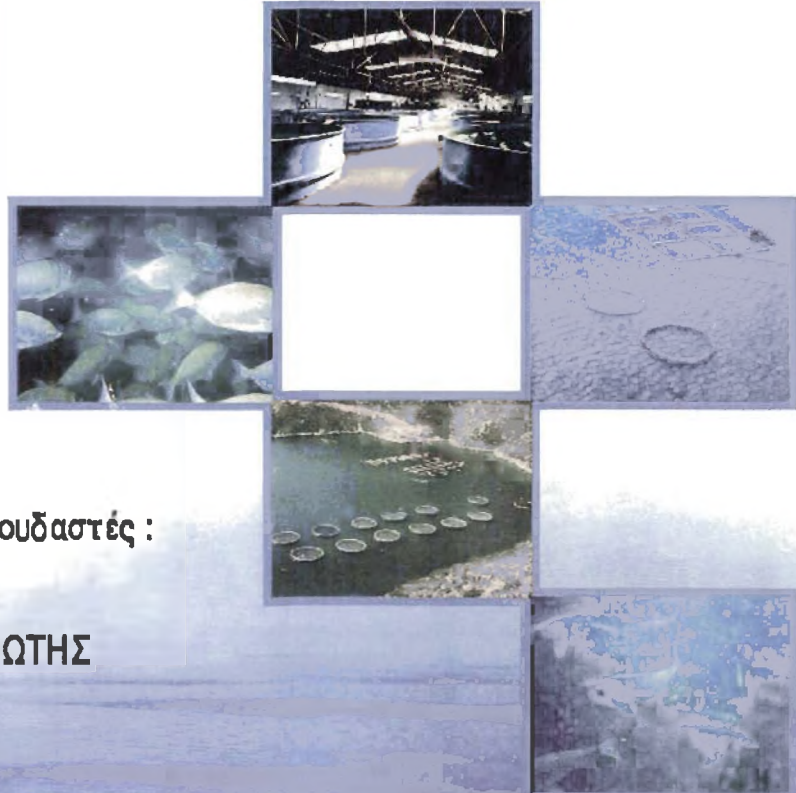


Α.Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ - ΑΛΙΕΙΑΣ

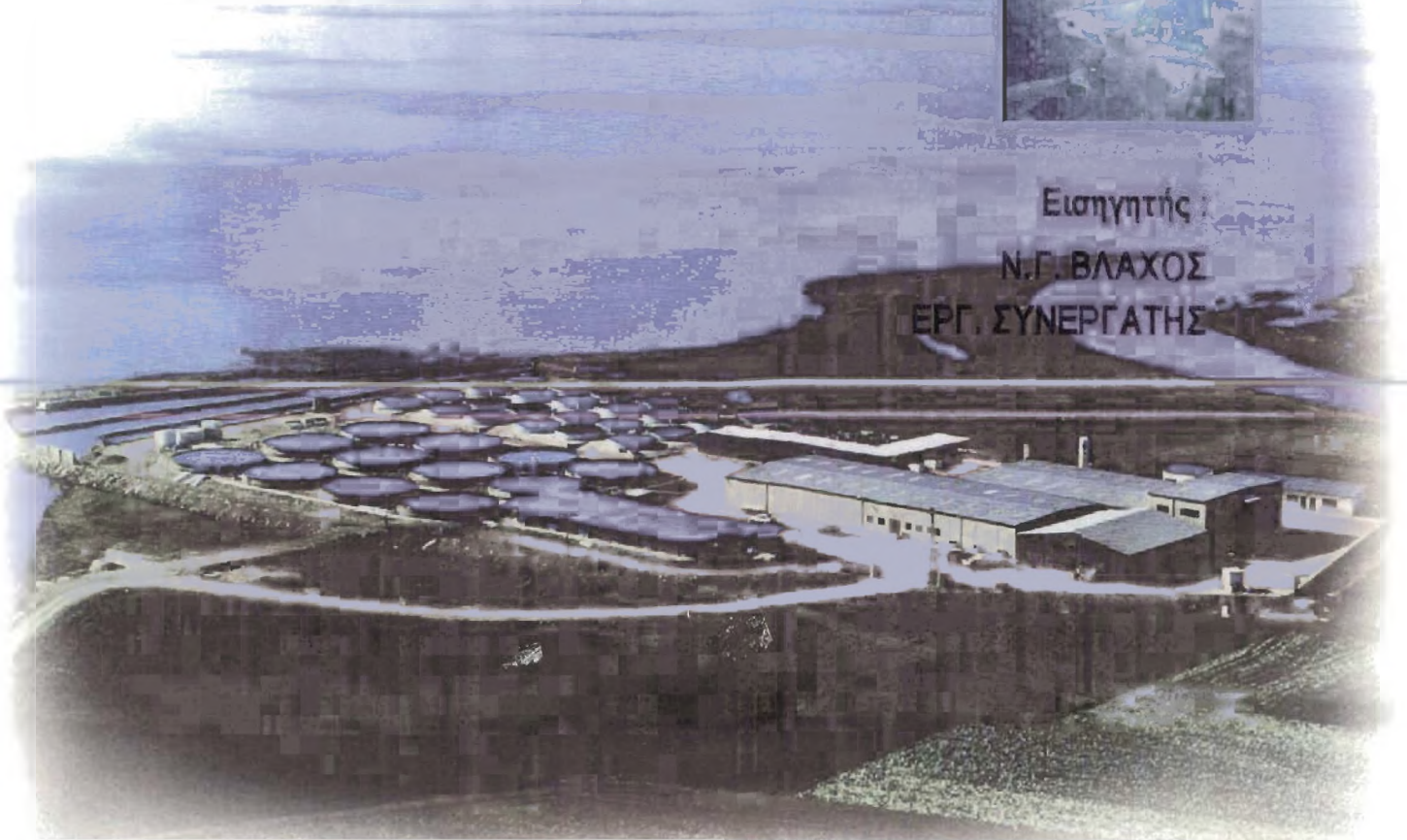


ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:  
**ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΝΕΡΟΥ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**



Συνεργάστηκαν οι σπουδαστές :  
**ΣΙΩΠΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**  
**ΝΤΡΕΤΣΙΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ**

Εισηγητής :  
**Ν.Γ. ΒΛΑΧΟΣ**  
**ΕΡΓ. ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ**



Α.Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ - ΑΛΙΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:  
ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΝΕΡΟΥ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Συνεργάστηκαν οι σπουδαστές:  
ΣΙΩΠΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ  
ΝΤΡΕΤΣΙΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

Επιβλέπων  
ο Εισηγητής  
  
Ν.Γ. ΒΛΑΧΟΣ  
ΕΡΓ. ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ

Εισηγητής:  
Ν.Γ. ΒΛΑΧΟΣ  
ΕΡΓ. ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ - ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2002

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....	2
Εισαγωγή.....	3

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

#### ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΕΚΤΡΟΦΗΣ

1. Γενικά.....	5
1.2. Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου (pH).....	6
1.3. Αλατότητα.....	9
1.4. Διοξείδιο του άνθρακα.....	12
1.5. Σκληρότητα.....	13
1.6.1. Κατανάλωση οξυγόνου.....	19
1.6.2. Συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό.....	20
1.6.3. Οξυγόνωση νερού .....	22
1.7. Αζωτούχες ενώσεις.....	26

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

#### ΦΥΣΙΚΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΕΚΤΡΟΦΗΣ

2.1. Φυσικά χαρακτηριστικά.....	30
2.2. Βιολογικά χαρακτηριστικά.....	38

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

#### ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΕΚΤΡΟΦΗΣ

3.1. Γενικά περί διαχείρισης.....	40
3.2. Διαύγεια και θολερότητα .....	41
3.3. Χρωματισμός .....	42
3.4. Υδρόβια βλάστηση.....	43
3.4.1. Χημική μέθοδος.....	47
3.4.2. Μηχανική μέθοδος.....	47
3.4.3. Βιολογική μέθοδος.....	48
3.5. Διάφορες ενώσεις και στοιχεία του νερού.....	49

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

#### ΡΥΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΜΟΛΥΝΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

4.1. Ρύπανση του νερού.....	52
4.2. Έλεγχος της μόλυνσης του νερού.....	56

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η υδατοκαλλιέργεια ή όπως είναι ευρύτερα γνωστή η ιχθυοκαλλιέργεια, αποτελεί για την χώρα μας σημαντικό τομέα της πρωτογενούς παραγωγής, με τεχνικές, οικονομικές και κοινωνικές διαστάσεις. Μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του '80 στην Ελλάδα ήταν γνωστές μόνο οι υδατοκαλλιέργειες εκτατικής μορφής των λιμνοθαλασσών και από τις εντατικές, αυτές των εσωτερικών υδάτων, κυρίως της πέστροφας.

Κατά την τελευταία δεκαετία οι εντατικές ιχθυοκαλλιέργειες θαλασσινών ειδών έχουν αναδειχθεί σε έναν από τους πλέον αναπτυσσόμενους τομείς, στηριζόμενες τόσο στην αξιοποίηση των ευνοϊκών συνθηκών των ελληνικών θαλασσών, όσο και στην διαρθρωτική πολιτική ενισχύσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Σήμερα η χώρα μας κατέχει την πρώτη θέση στην Ευρωπαϊκή Ένωση στην παραγωγή θαλασσινών ειδών εντατικής καλλιέργειας. Στην χώρα μας, προς το παρόν καλλιεργούνται σε ευρεία κλίμακα από τα ευρύαλα ψάρια το λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*) και η τσιπούρα (*Sparus auratus*), ενώ μεγάλο είναι το ενδιαφέρον και η προσπάθεια των επενδυτών για το μυτάκι (*Puntazzo puntazzo*), το φαγκρί (*Sparus pagrus*), το σαργό (*Diplodus sargus*) και την συναγρίδα (*Dentex dentex*).

Ταυτόχρονα με την ανάπτυξη των ιχθυοκαλλιεργειών, η ανάπτυξη των πόλεων, της βιομηχανίας, του τουρισμού, της γεωργίας και της κτηνοτροφίας, επιδρούν στο υδάτινο περιβάλλον και σε μεγάλο βαθμό διαμορφώνουν την ποιότητα των υδάτων των παράκτιων περιοχών και των υδάτινων σχηματισμών της χώρας, που αποτελούν σημαντικούς εθνικούς πόρους.

Για την επίτευξη του διπλού στόχου, που είναι η διαφύλαξη του περιβάλλοντος και η ανάπτυξη των υδατοκαλλιεργειών, είναι απαραίτητη η γνώση των ουσιαστικών παραμέτρων που παρεμβαίνουν και επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά το υδάτινο περιβάλλον και τις υδατοκαλλιέργειες.

Το παρόν σύγγραμμα πιστεύω ότι συμβάλει στην κατανόηση των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του νερού, τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο για την βέλτιστη ανάπτυξη των εκτρεφόμενων οργανισμών. Το σύγγραμμα χωρίζεται σε τέσσερα κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο καταγράφονται λεπτομερώς τα κυριότερα χημικά χαρακτηριστικά του νερού και αναφέρονται οι ιδανικές συνθήκες διαβίωσης για τα κυριότερα είδη εκτρεφόμενων ψαριών. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρονται τα φυσικά και βιολογικά χαρακτηριστικά του νερού. Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφονται οι τρόποι σωστής διαχείρισης του νερού για να αποφευχθούν σημαντικά προβλήματα. Τέλος στο τέταρτο κεφάλαιο αναφέρονται οι τρόποι ρύπανσης και μόλυνσης του νερού.

Σιώπης Γιώργος  
Ντρέτσιος Παναγιώτης

## ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΝΕΡΟΥ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

**T**ο νερό είναι το περιβάλλον μέσα στο οποίο ζουν και αναπτύσσονται τα ψάρια. Παίρνει μέρος σε πάρα πολλές διεργασίες και αντιδράσεις που επιτελούνται στα πλαίσια της διαβίωσης και ανάπτυξης των ζωντανών οργανισμών. Το νερό που χρησιμοποιείται στην υδατοκαλλιέργεια πρέπει να είναι το κατάλληλο για το κάθε είδος εκτρεφόμενου ψαριού. Ο κάθε παραγωγός πρέπει να γνωρίζει ακριβώς τις απαιτήσεις του είδους του ψαριού που εκτρέφει, διότι όλα τα είδη ψαριών δεν έχουν τις ίδιες απαιτήσεις σε νερό. Η καταλληλότητα του νερού για κάθε χρήση ονομάζεται ποιότητα του νερού. Για τον έλεγχο της ποιότητας του νερού γίνονται ειδικές μετρήσεις με χημικές ουσίες και ηλεκτρικές συσκευές. Η ποιότητα του νερού υπολογίζεται από την ποιοτική και ποσοτική σύσταση των συστατικών του και από τους παθογόνους μικροοργανισμούς που έχουν αναπτυχθεί σε αυτό.

Η ποιότητα του νερού αλλάζει με την διαβίωση σε αυτό εκτρεφόμενων οργανισμών. Αυτό συμβαίνει διότι οι περισσότεροι οργανισμοί που ζουν στο νερό είναι επιβλαβής για το περιβάλλον τους. Κατά την διάρκεια της ζωής τους παράγουν απόβλητα τα οποία υποβαθμίζουν την ποιότητα του νερού. Ο κύριος όγκος των αποβλήτων που παράγονται από τις μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας είναι:

- Οργανική ύλη (αχρησιμοποίητη τροφή και περιττώματα ψαριών)
- Τα προϊόντα αποικοδόμησης της οργανικής ύλης από τα βακτήρια
- Τα άλλα προϊόντα του μεταβολικού κύκλου των ψαριών που εκκρίνονται υπό διαλυτή μορφή στο περιβάλλον νερό.

Τα προβλήματα είναι εμφανέστερα σε πληθυσμούς μεγάλης πυκνότητας. Μέχρι σήμερα έχουν γίνει μεγάλα βήματα στην τεχνολογία βελτίωσης και συντήρησης της ποιότητας του νερού στις ιχθυοκαλλιέργειες.

Στην υδατοκαλλιέργεια η ποιότητα του νερού εξαρτάται κυρίως από παραμέτρους που επηρεάζουν τα βιολογικά χαρακτηριστικά του νερού. Η γνώση αυτών των χαρακτηριστικών του νερού που υιοθετείται σε κάθε μελέτη σκοπιμότητας μπορεί να αποτρέψει τη δημιουργία σημαντικών προβλημάτων τόσο στο περιβάλλον όσο και στην ιχθυοτροφική δραστηριότητα.

**Πίνακας 1.** Οι παράγοντες του πιο κάτω πίνακα, αποτελούν τα ενδεικτικά όρια διαφόρων παραμέτρων ποιότητας νερού για την ιχθυοτροφία πέστροφας, κυπρίνου, τσιπούρας και λαυρακιού και θα πρέπει να χρησιμοποιούνται με προσοχή σε κάθε διαχειριστικό πλαίσιο ιχθυοτροφικής αξιοποίησης (Beveridge 1984, Beveridge et al. 1982, Φώτης και συν. 1986).

Παράμετροι Ποιότητας Νερού	Ιχθυοκαλλιέργεια			
	Πέστροφας	Κυπρίνου	Τσιπούρας	Λαυρακιού
Θερμοκρασία °C	0-21,5	<30	18-22	18-22
Θερ.Αναπαρ. °C	>12	>24	15-17	15-17
Δ. Οξυγόνο, mg/l	<5-κορεσμέ	<5	>5	>5
pH	6.0-9.0	5.5-9.0	7.4-8.6	7.4-8.6
Ολ. Διαλ. Στερεά, mg/l	400			
Ακωρ. Στερεά, mg/l	25	25		
Αλκαλικότητα, mg/l	20-400			
Θειικά Ιόντα, mg/l	50			
Χλωριόντα, mg/l	4			
Υπολειμ. Χλώριο, mg/l	<0.005	<0.005		
Διοξ. Ανθρακά, mg/l	0-15			
Υδρόθειο, mg/l	0.003		0	0
Σίδηρος, mg/l	0.1-1.0			
Μόλυβδος, mg/l	0.02			
Μαγγάνιο, mg/l	0-0.01			
Υδράργυρος, mg/l	0.2-0.002			
Αμμώνια, mg/l	0.0125-0.02			
Αμμώνιο (NH <sub>4</sub> ), mg/l	<0.025	<0.025		
Νιτρικά (NO <sub>3</sub> ), mg/l	<3.0	<6.0		
Νιτρώδη (NO <sub>2</sub> ), mg/l	<0.05	<0.5		
Φωσφορικά (PO <sub>4</sub> ), mg/l	<0.2	<0.4		
Αλατότητα, ppt	5		28-38	30-38

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΕΚΤΡΟΦΗΣ

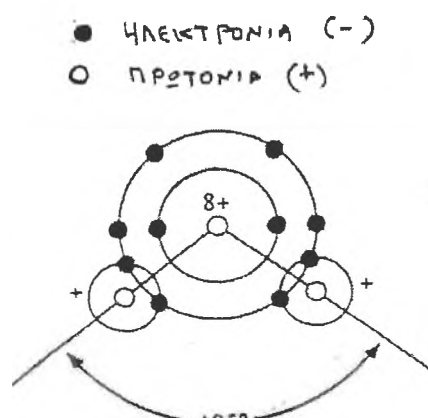
#### 1. ΓΕΝΙΚΑ

Η χημεία του νερού είναι η σύνθεση του νερού. Κάθε σταγόνα νερού περιέχει εκατομμύρια μόρια. Το μόριο του νερού αποτελείται από δύο άτομα υδρογόνου (H) και ένα άτομο οξυγόνου (O). Το υδρογόνο και το οξυγόνο είναι αέρια και όταν αναμιχθούν συνθέτουν το νερό (H<sub>2</sub>O). Τα άτομα του υδρογόνου ενώνονται με αυτό του οξυγόνου ασυμμετρικά έτσι ώστε τα άτομα του υδρογόνου να βρίσκονται στην μια άκρη του μορίου του νερού και το άτομο του οξυγόνου στην άλλη. Οι δεσμοί μεταξύ, ατόμου οξυγόνου και υδρογόνου γίνεται με κοινά συνεισφέροντα ηλεκτρόνια τα οποία όμως έλκονται περισσότερο από τον πυρήνα του οξυγόνου. Έτσι δημιουργείται ένα ελαφρύ αρνητικό φορτίο προς το μέρος των ατόμων υδρογόνου, με τελικό αποτέλεσμα την δημιουργία ενός διπολικού μορίου. Όταν βρίσκονται πολλά τέτοια μόρια μαζί σε κάποια υδάτινη μάζα τότε τα θετικά άκρα των μορίων νερού προσανατολίζονται και πλησιάζουν τα αρνητικά φορτισμένα άκρα άλλων μορίων, όπου δημιουργούνται ασθενείς δεσμοί, γνωστοί ως δεσμοί υδρογόνου.

Η χημική σύνθεση του καθαρού νερού γράφεται H<sub>2</sub>O. Όταν άλλες ουσίες αναμειχθούν με το νερό τότε αυτό δεν θεωρείται πλέον καθαρό. Η ανεύρεση των επιπλέον ουσιών ή στοιχείων στο νερό γίνεται με επιστημονικές διεργασίες που απαιτούν ως επί το πλείστον γνώσεις εφαρμοσμένης χημείας. Ποικιλία μεταλλικών στοιχείων ή συνδυασμός αυτών, διαλυμένο οξυγόνο (Dissolved Oxygen), ενώσεις αζώτου, θειικό άλας, διοξείδιο του άνθρακα και σίδηρο μπορούν να υπάρξουν στο μόριο του. Το διαλυμένο οξυγόνο είναι πολύ σημαντικό για τους υδρόβιους οργανισμούς. Συγκεκριμένα τα ψάρια πρέπει να παίρνουν την απαραίτητη ποσότητα οξυγόνου από το νερό γιατί διαφορετικά δημιουργούνται ανοξικές συνθήκες με αποτέλεσμα να πεθαίνουν.

Η ύπαρξη κάποιων χημικών ενώσεων στο νερό το κάνουν ακατάλληλο για χρήση στην υδατοκαλλιέργεια. Σε κάποιο βαθμό η καταλληλότητα κάποιας χημικής ουσίας ή ένωσης εξαρτάται από την ανθεκτικότητα των ψαριών σ' αυτές, όπως για παράδειγμα τα νιτρώδη τα οποία σε μεγάλη ποσότητα θανατώνουν τα ψάρια.

Η χημεία του νερού περιλαμβάνει το pH, την σκληρότητα (ανθρακική και ολική), τις αζωτούχες ενώσεις ( $\text{NH}_3, \text{NO}_2^-, \text{NO}_3^-$ ), οξυγόνο ( $\text{O}_2$ ), διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ). Καθένα από αυτά παίζει σημαντικό και ουσιαστικό ρόλο στον καθορισμό της ποιότητας του νερού που θα χρησιμοποιηθεί για υδατοκαλλιεργητική χρήση. Είναι προφανές ότι η ανάπτυξη αλλά και η επιβίωση των υδρόβιων οργανισμών εκτός των άλλων παραμέτρων, καθορίζεται και από την διατήρηση της ποιότητας του νερού σε ιδανικά και σταθερά επίπεδα.



Σχήμα 1. Χαρακτηριστική δομή του μορίου του νερού

## 1.2. Συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου (pH)

Ως pH ορίζεται η αρνητική συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου ( $\text{H}^+$ ) στο νερό. Για τους περισσότερους υδρόβιους οργανισμούς το pH παίζει πολύ σημαντικό ρόλο για την περαιτέρω επιβίωσή τους αλλά και ανάπτυξή τους. Το μετρικό σύστημα του pH είναι οι αριθμοί 0 ως 14. Το απιονισμένο νερό έχει  $\text{pH}=7,0$  δηλαδή ουδέτερο. Το νερό με  $\text{pH} \leq 7,0$



λέγεται όξινο και το νερό με  $pH \geq 7,0$  λέγεται αλκαλικό. Το  $pH$  στο γλυκό νερό κυμαίνεται από 3 ως 11 ενώ στο θαλασσινό νερό από 7,5 ως 8,3. Η σταθερότητα αυτή βοηθάει στο να εξασφαλιστεί ένα σταθερό περιβάλλον για την ανάπτυξη της θαλάσσιας ζωής. Τα περισσότερα ψάρια μπορούν να επιζήσουν σε  $pH \pm 2$  του ουδέτερου. Έτσι για πολλούς αντιπροσώπους της οικογένειας *Cyprinidae* ο μεγαλύτερος ρυθμός ανάπτυξης πετυχαίνεται σε νερό με  $pH = 6,0-7,2$ . Σε νερά με  $pH$  κάτω από 6,0 η ανάπτυξη των ψαριών αυτών μειώνεται αισθητά και είναι πιθανό τα νερά αυτά να βλάψουν τα αυγά και τα ιχθύδια τους. Το χαμηλότερο όριο θανάτου έχει πιστοποιηθεί ότι είναι γύρω από το 3,5 αντίστοιχα το ανώτερο όριο θανάτου είναι γύρω από το 11, ενώ το άριστο όριο διαβίωσης για διάφορους οργανισμούς είναι ανάμεσα στο 6,5 ως 9.

Ανεξάρτητα την αιτία από την οποία προέρχεται η χαμηλή τιμή του  $pH$  στις φυσικές υδατοσυλλογές η συνέπεια είναι η ίδια. Είναι η δυσμενή επίδραση στην ανακυκλοφορία των θρεπτικών στοιχείων του νερού εξαιτίας της μείωσης του ρυθμού αποσυνθέσεως των οργανικών υλών και τις παρεμποδίσεως του κύκλου του αζώτου στο νερό. Άλλες επιδράσεις του  $pH$  είναι η αύξηση της τοξικής δράσης της αμμωνίας αλλά και της τοξικότητας πολλών μετάλλων, πολλά από τα οποία είναι ακίνδυνα σε αλκαλικό περιβάλλον. Σε όξινο περιβάλλον τα μέταλλα γίνονται τοξικά όπως συμβαίνει σε πολλές ιχθυοτροφικές μονάδες που χρησιμοποιούν σωληνώσεις χαλκού ή αλουμινίου.

**Πίνακας 2.** Επιδράσεις διάφορων τιμών του pH του νερού στις διάφορες φυσιολογικές λειτουργίες των ψαριών και άλλων υδρόβιων οργανισμών (*Alabaster and Lloyd, 1980*)

pH	Επίδραση
3,0 - 3,5	Συνήθως είναι αδύνατη η επιβίωση όλων των ειδών των ψαριών σε νερό με pH αυτού του εύρους, για περισσότερο από μερικές ώρες. Είναι δυνατό όμως, σε τέτοια νερά και με χαμηλότερη ακόμα τιμή του pH, να επιβιώσουν ορισμένα υδρόβια φυτά και ασπόνδυλοι υδρόβιοι οργανισμοί.
3,5 - 4,0	Η τιμή αυτή είναι η ελάχιστη όπου μπορεί να επιβιώσουν ψάρια της οικογένειας των <i>Salmonidae</i> (πέστροφα, σολομός, κλπ.). Αντίθετα πολλά είδη ψαριών όπως το <i>Tinca tinca</i> , <i>Perca fluviatilis</i> και <i>Esox lucius</i> κατορθώνουν να επιβιώσουν ύστερα από κάποια περίοδο εγκλιματισμού.
4,0 - 4,5	Μολονότι το εύρος αυτό του pH είναι βλαβερό για πολλά είδη ψαριών ( <i>Salmonidae</i> , <i>Cyprinus carpio</i> , κλπ.), τα οποία δεν έχουν εγκλιματισθεί σε χαμηλές τιμές pH του νερού, εντούτοις, η αντοχή των ψαριών αυτών αυξάνεται στο εύρος αυτό ανάλογα με το μέγεθος και την ηλικία τους. Με εγκλιματισμό επιβιώνουν και η πέρκα, το <i>Abramis brama</i> , το <i>Rutilus rutilus</i> και η τούρνα ( <i>Esox lucius</i> ), αλλά από αυτά μόνο η τούρνα διατηρεί την ικανότητα της αναπαραγωγής.
4,5 - 5,0	Νερά με pH του εύρους αυτού είναι βλαβερά για τα αυγά και τα νεαρά ιχθύδια των ψαριών της οικογένειας των <i>Salmonidae</i> , καθώς και για μεγάλα άτομα ειδών της ίδιας οικογένειας. Το φαινόμενο γίνεται οξύτερο στην περίπτωση των μαλακών νερών, στα οποία η συγκέντρωση του ασβεστίου, του νατρίου και του χλωρίου είναι χαμηλή. Σημειώνεται επίσης, ότι τα νερά αυτά μπορεί να είναι βλαβερά και για τον κοινό κυπρίνο ( <i>Cyprinus carpio</i> ).
5,0 - 6,0	Είναι σπάνια η πρόκληση δυσμενούς επιδράσεως των νερών αυτών σε οποιοδήποτε είδος ψαριού, εκτός αν η συγκέντρωση του ελεύθερου CO <sub>2</sub> είναι μεγαλύτερη από 20 mg/l, ή αν το νερό περιέχει άλατα σιδήρου από τα οποία έχει παραχθεί υδροξείδιο του σιδήρου, του οποίου η ακριβής τοξική δράση είναι άγνωστη. Η χαμηλότερη τιμή του εύρους αυτού μπορεί να καταστεί δυσμενής για μη εγκλιματισμένα άτομα των <i>Salmonidae</i> , όταν οι

συγκεντρώσεις των ασβεστίου, νατρίου και χλωρίου είναι χαμηλές, ή όταν η θερμοκρασία του νερού είναι επίσης χαμηλή. Επίσης, τονίζεται ότι τα νερά αυτά μπορεί να είναι επιζήμια για την αναπαραγωγή του *R.rutilus*.

- 6,0 - 6,5 Νερά με pH του εύρους αυτού είναι επίσης σπάνιο να προκαλούν κάθε είδους δυσμενή επίδραση στα ψάρια, εκτός αν η ποσότητα του ελεύθερου CO<sub>2</sub> είναι μεγαλύτερη από 100 mg/l.
- 6,5 - 9,0 Νερά με pH του εύρους αυτού είναι κατά κανόνα αβλαβή για τα ψάρια. Τονίζεται όμως ότι η αυξομείωση του pH μέσα στο εύρος αυτό προκαλεί ενεργοποίηση της δηλητηριώδους δράσεως των τοξικών ουσιών που είναι δυνατό να περιέχονται στο νερό.
- 9,0 - 9,5 Τα νερά αυτά είναι μάλλον ακατάλληλα για την εκτροφή της πέστροφας καθώς και άλλων ψαριών της οικογένειας των *Salmonidae*. Όπως επίσης και για το *Perka fluviatilis*, όταν η εκτροφή πραγματοποιείται αποκλειστικά, ή για πολύ μεγάλο διάστημα, με τα νερά αυτά.
- 9,5 - 10,0 Είναι κρίσιμη τιμή για τα ψάρια της οικογένειας των *Salmonidae* όταν η χρήση των νερών αυτών είναι μεγάλου σχετικά χρονικού διαστήματος. Ακατάλληλα πάντως θεωρούνται τα νερά αυτά για την κανονική ανάπτυξη πολλών ειδών ψαριών.
- 10,0 - 10,5 Θεωρείται πιθανή η επιβίωση των *Salmonidae* και του *R.rutilus* στα νερά αυτά, τα οποία όμως γίνονται τελείως ακατάλληλα για χρήση μεγάλων χρονικά διαστημάτων.
- 10,5 - 11,0 Άμεση θανατηφόρα επίδραση στα *Salmonidae*. Επίσης η παρατεταμένη παραμονή σε τέτοια νερά, και ιδιαίτερα με pH στο ανώτατο όριο του εύρους αυτού, είναι εξίσου θανατηφόρα και για τον κυπρίνο (*Cyprinus carpio*), την τίνκα (*Tinka tinkka*), και την τούρνα (*Esox lucius*).
- 11,0 - 11,5 Νερά με άμεση θανατηφόρο επίδραση για όλα τα είδη ψαριών.

### 1.3. Αλατότητα (Salinity)

Ως αλατότητα ορίζεται ο αριθμός των γραμμαρίων των διαλυμένων αλάτων σε 1000 γραμμάρια θαλασσινού νερού. Η αλατότητα επιδρά στην κατανομή των θαλάσσιων οργανισμών, ανάλογα με την ανοχή τους σε αυτήν. Οι θαλάσσιοι οργανισμοί που μπορούν

να αντέξουν μικρά ευρύ αλατότητας είναι γνωστοί ως στενύαλοι ενώ άλλοι μπορούν να αντέξουν μεγάλη εύρη αλατότητας ονομάζονται ευρύαλοι. Παράδειγμα ευρυάλου οργανισμού είναι το καρκινοειδές ανόστρακο *Artemia Salina* το οποίο μπορεί να επιβιώσει μέχρι αλατότητα 200‰ ή ppt. Το εύρος της ανερχόμενης αλατότητας διαφέρει ανάλογα με το φύλο και το στάδιο ανάπτυξης. Συνήθως αυτό είναι στενότερο στα πρώτα οντογενετικά στάδια.

Οι μεταβολές της αλατότητας του νερού, επιδρούν στους θαλάσσιους οργανισμούς μέσω των αλλαγών που προκαλούν στην πυκνότητα του νερού και στην διαδικασία ωσμωρύθμισης των οργανισμών. Ωσμωρύθμιση είναι η κίνηση του νερού μεταξύ δύο διαλυμάτων με διαφορετική συγκέντρωση διαλυμένης ουσίας και τα οποία χωρίζονται με μια ημιδιαπερατή μεμβράνη που επιτρέπει τη διέλευση του νερού αλλά όχι των αλάτων. Παράλληλα η ωσμωρύθμιση των υδροβίων οργανισμών είναι η ικανότητα ελέγχου της συγκέντρωσης των αλάτων στα εσωτερικά υγρά του σώματός τους.

Το νερό ανάλογα την περιεκτικότητά του σε άλατα διαχωρίζεται σε:

- Γλυκό νερό, με αλατότητα μικρότερη του 3‰, τέτοιο είναι το νερό των πηγαδιών, των ποταμών κλπ.
- Αλμυρό νερό με αλατότητα που κυμαίνεται στα 33-37‰, τέτοιο είναι το νερό της θάλασσας και των ωκεανών.
- Υφάλμυρο νερό που είναι μίγμα γλυκού και θαλασσινού νερού. Η αλατότητά του εξαρτάται από το ποσοστό ανάμιξης των δύο προαναφερθέντων κατηγοριών.

Η μέση αλατότητα του θαλασσινού νερού είναι 35‰, από το οποίο 27‰, αποτελεί το χλωριούχο νάτριο ( $\text{NaCl}$ ) ενώ το υπόλοιπο ποσοστό (8‰) συνιστούν κυρίως άλατα του μαγνησίου, ασβεστίου και καλίου. Στην πραγματικότητα τα άλατα βρίσκονται στο νερό διυστάμενα ως ιόντα. Το δέκα ιόντα με τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στο θαλασσινό νερό δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3.

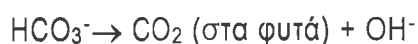
Ιόν	Συγκέντρωση (g Kg <sup>-1</sup> )	Ποσοστό(%) στο σύνολο των στοιχείων
Χλώριο (Cl <sup>-</sup> )	18.98	55.04
Νάτριο (Na <sup>+</sup> )	10.56	30.61
Θειικά (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	2.65	7.68
Μαγνήσιο (Mg <sup>2+</sup> )	1.27	3.69
Ασβέστιο (Ca <sup>2+</sup> )	0.40	1.16
Κάλιο (K <sup>+</sup> )	0.38	1.10
Διτανθρακικά (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	0.14	0.41
Βρώμιο (Br <sup>-</sup> )	0.07	0.19
Βορικά (κυρίως H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> )	0.03	0.07
Στρόντιο (Sr <sup>2+</sup> )	0.01	0.04

Η αλατότητα στη θάλασσα δεν είναι σταθερή, μεταβάλλεται ανάλογα την ένταση κάποιων παραγόντων, όπως εξάτμιση, βροχόπτωση, εισροές ποταμών, πήξη του νερού και τήξη των πάγων, διάλυση ορυκτών και πετρωμάτων. Στις τροπικές περιοχές η μεγάλη εξάτμιση έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της αλατότητας ενώ στις πολικές περιοχές η τήξη των πάγων μειώνει την αλατότητα των επιφανειακών νερών. Σε περιοχές όπου γλυκά νερά εισρέουν στη θάλασσα παρατηρείται σε διάφορες θέσεις μια μεταβολή αλατότητας σε συνάρτηση με το βάθος. Αυξανόμενου του βάθους η αλατότητα αυξάνει. Αυτό οφείλεται στο ότι το γλυκό νερό είναι αραιότερο (άρα και ελαφρύτερο) από το αλμυρό και παραμένει στην επιφάνεια ενώ το θαλασσινό νερό βρίσκεται βαθύτερα.

Σε μία ιχθυοκάλλιέργεια η αλατότητα επιδρά στη θρέψη την ανάπτυξη και την αναπαραγωγή των θαλάσσιων ειδών, ενώ ορισμένα είδη του γλυκού νερού (σολομοειδή) μπορούν να εγκλιματιστούν αργά σε αυξανόμενες συνθήκες αλατότητας. Τα μαλάκια (μύδια, στρείδια) εξαιτίας των ωσμωρυθμιστικών μηχανισμών που διαθέτουν μπορούν κάλλιστα να προσαρμόζονται σε μεγάλες μεταβολές της αλατότητας.

## 1.2. Διοξείδιο του άνθρακα (Carbon Dioxide)

Στα φυσικά νερά καθώς και σε αυτά των εκτατικών καλλιεργειών, το διαλυμένο διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), διτανθρακικά και ανθρακικά ιόντα σχηματίζουν μια αποθήκη από άνθρακα απαραίτητη για τη φωτοσύνθεση των υδρόβιων φυτών. Η φυσική παραγωγικότητα των φυτών αυτών είναι η βάση της παραγωγής τροφής για τα ψάρια και αυτή είναι στενά συνδεδεμένη με τη ρυθμιστική ικανότητα των διτανθρακικών και των ανθρακικών ιόντων. Η απομάκρυνση του CO<sub>2</sub> κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης έχει σαν συνέπεια την αύξηση του pH,



οφειλόμενη στην αύξηση των ιόντων υδροξυλίου. Κατά τη διάρκεια της νύκτας τα φυτά αναπνέουν και παράγουν διοξείδιο του άνθρακα,



όπου με την παραγωγή των ιόντων υδρογόνου πέφτει το pH. Σε όξινα νερά το διοξείδιο του άνθρακα σχετίζεται με το pH, τη θερμοκρασία και τη μερική πίεση του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα. Στα περισσότερα νερά το διοξείδιο του άνθρακα δεν υπερβαίνει τα 6 mg/l. Υψηλό ποσοστό διοξειδίου του άνθρακα, της τάξης των 30 mg/l, μπορεί να υπάρχει σε όξινα εδάφη. Επίσης όπου γίνονται εντατικές καλλιέργειες ψαριών, μπορεί να παρατηρηθεί σημαντική συσσώρευση διοξειδίου του άνθρακα, σαν προϊόν μεταβολισμού, της τάξης των 12-18 mg/l.

Αύξηση του ποσού του CO<sub>2</sub> επηρεάζει την αναπνοή των ψαριών αν και η αύξηση αυτή δεν είναι τόσο ταχεία, με αποτέλεσμα να υπάρχει πάντοτε η πιθανότητα τα ψάρια να εγκλιματιστούν. Είναι πιθανόν οι οριακές απαιτήσεις των ψαριών σε οξυγόνο να αυξηθούν καθώς αυξάνεται η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα στο νερό. Γενικά τα ψάρια είναι ικανά να ανακαλύπτουν και να αντιδρούν στο CO<sub>2</sub> και πολλά αποφεύγουν την ελεύθερη μορφή του ακόμη και σε επίπεδα κάτω του 1,6 mg/l.

Το νερό μπορεί να προσλαμβάνει διοξείδιο του άνθρακα και από την ατμόσφαιρα. Η ποσότητα όμως αυτή είναι πολύ μικρή και έτσι δε δημιουργεί προβλήματα στα ψάρια. Συνήθως προβλήματα δημιουργούνται από νερά που προέρχονται από πηγάδια των

οποίων η περιεκτικότητα σε διαλυμένο διοξείδιο του άνθρακα είναι ψηλή. Όσο όμως μεγαλώνει η απόσταση από τις πηγές τόσο το ποσό του  $\text{CO}_2$  μειώνεται και αυξάνεται του οξυγόνου λόγω της επαφής του τρεχούμενου νερού με τον αέρα.

### 1.5. Σκληρότητα (ανθρακική και ολική)

Με τον όρο σκληρότητα εννοούμε την ολική συγκέντρωση των ιόντων ασβεστίου ( $\text{Ca}^{2+}$ ) και μαγνησίου ( $\text{Mg}^{2+}$ ) στο γλυκό νερό. Εκφράζεται σε  $\text{mg/l}$  του  $\text{CaCO}_3$ . Το ασβέστιο και το μαγνήσιο είναι τα δύο πλεονάζοντα κατιόντα που επηρεάζουν την σκληρότητα του γλυκού νερού. Η επίδραση των άλλων κατιόντων είναι αμελητέα. Το ( $\text{Na}^+$ ) και το κάλιο ( $\text{K}^+$ ) δεν υπολογίζονται σαν παράγοντες σκληρότητας λόγω της υψηλής διαλυτότητάς τους. Τα κατιόντα όπως ο σίδηρος ( $\text{Fe}^{2+}$ ), ο χαλκός ( $\text{Cu}^{2+}$ ) και ο ψευδάργυρος ( $\text{Zn}^{2+}$ ) δεν υπολογίζονται και αυτά γιατί είναι παρόντα μόνο σε ελάχιστες ποσότητες.

Η σκληρότητα διακρίνεται σε:

**Ολική σκληρότητα:** Είναι η σκληρότητα που αναφέρθηκε παραπάνω και μετριέται στις περιπτώσεις σε γερμανικούς βαθμούς  $d^\circ$ ,  $1d^\circ = 17,8 \text{ppm. CaCO}_3$ . Ανάλογα την σκληρότητα του το νερό χαρακτηρίζεται ως:

Ολική σκληρότητα

0-4	πολύ μαλακό
4-8	μαλακό
8-18	μέτριο σκληρό
18-30	σκληρό
30 <	πολύ σκληρο

**Ανθρακική σκληρότητα** . Είναι η ποσότητα των αλάτων του  $\text{Ca}^{2+}$  και  $\text{Mg}^{2+}$  που βρίσκονται στο νερό με την μορφή ανθρακικού ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ) ή όξινου ανθρακικού  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ . Μετριέται και αυτή σε γερμανικούς βαθμούς. Όταν μετράμε την σκληρότητα του νερού μετράμε και την ολική και την ανθρακική σκληρότητα. Αν η ανθρακική σκληρότητα βρεθεί μεγαλύτερη, τότε αυτή λαμβάνουμε σαν ολική σκληρότητα.

Πίνακας 4. Συντελεστές μετατροπής σκληρότητας γλυκού νερού

	Mg/L CaCO <sub>3</sub>	Αγγλικοί Βαθμοί (grains/gal CaCO <sub>3</sub> )	Αμερικάνικοι Βαθμοί (prains/USgal CaCO <sub>3</sub> )	Γαλλικοί Βαθμοί (parts/10 <sup>5</sup> CaO)	Γερμανικοί βαθμοί (parts/10 <sup>5</sup> CaO)	Mg/L
mg/L	1	0.07	0.058	0.1	0.056	0.02
Αγγλικοί Βαθμοί	14,3	1	0.83	1.43	0.80	0.286
Αμερικάνικοι Βαθμοί	17.16	1.2	1	1.72	0.96	0.343
Γαλλικοί Βαθμοί	10.0	0.7	0.58	1	0.56	0.2
Γερμανικοί Βαθμοί	17.9	1.25	1.04	1.79	1	0.358
mg/L	50.0	3.5	2.9	5.0	2.8	1

#### 1.6. Διαλυμένο Οξυγόνο (Dissolved Oxygen)

Το οξυγόνο είναι απαραίτητο στα ψάρια για την σωματική τους λειτουργία και για να παραμένουν στην ζωή. Γι' αυτό το λόγο το νερό πρέπει να περιέχει αρκετή ποσότητα οξυγόνου. Η περιεκτικότητα του νερού σε οξυγόνο είναι άμεσα συνδεδεμένη με την επιβίωση των ψαριών, με τον ρυθμό του μεταβολισμού και την ανάπτυξή τους, την αναπαραγωγή, την ικανότητα κολύμβησης και γενικότερα τη συμπεριφορά τους. Το οξυγόνο που περιέχει το νερό και είναι διαθέσιμο για τους υδρόβιους οργανισμούς ονομάζεται διαλυμένο οξυγόνο. Στο διαλυμένο οξυγόνο δεν περιλαμβάνονται τα άτομα οξυγόνου που με το υδρογόνο αποτελούν τα μόρια του νερού.

Μειωμένη ποσότητα διαλυμένου οξυγόνου στο νερό έχει ως αποτέλεσμα άρρωστα ή νεκρά ψάρια. Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό μετριέται σε mg/l. Για τα περισσότερα ψάρια τα 5mg/l είναι ικανοποιητικά για τις απαραίτητες λειτουργίες του οργανισμού. Σε μικρότερη ποσότητα τα ψάρια γίνονται ευαίσθητα στις ασθένειες και μειώνεται ο ρυθμός ανάπτυξής τους. Οι απαιτήσεις των υδρόβιων ψαριών σε οξυγόνο είναι



διαφορετικές από είδος σε είδος καθώς και κατά τις διάφορες φάσεις της ζωής τους (αυγά, νεαρά άτομα, ώριμα άτομα). Οι πέστροφες χρειάζονται για την εκτροφή τουλάχιστον 7mg O<sub>2</sub>/l , τα χέλια χρειάζονται για την εκτροφή τους τουλάχιστον 5 mg O<sub>2</sub>/l και οι κυπρίνοι η μικρότερη συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου στο νερό καλλιέργειάς τους είναι επίσης 5 mg O<sub>2</sub>/l. Όταν υπάρχει έλλειψη οξυγόνου στο νερό τα ψάρια καταναλώνουν μέχρι 50% της ενέργειάς τους για την αναπνοή.

**Πίνακας 5.** Ελάχιστες ποσότητες δεσμευμένου οξυγόνου στο νερό για να συντηρηθεί ο φυσιολογικός βιολογικός κύκλος ψαριών σε νερά, με όλες τις άλλες συνθήκες ευνοϊκές (*Alabaster and Loyd, 1980*)

Κατάσταση ψαριών	Οξυγόνο νερού (ml/l)
Επιβίωση νεαρών και ώριμων ατόμων για μια ή περισσότερες ημέρες .....	3
Αναπαραγωγή, επώαση αυγών και επιβίωση ιχθυδίων .....	5
10% μείωση του βάρους ιχθυδίων αμέσως μετά την εκκόλαψη .....	7
Ανάπτυξη ιχθυδίων .....	5
Ανάπτυξη νεαρών ατόμων (μπορεί να μειωθεί κατά 20%) .....	4
Ανάπτυξη νεαρών κυπρίνων ( <i>Cyprinus carpio</i> ) .....	3
Κανονική ταχύτητα κολυμβήσεως .....	5
Ποτάμια μετανάστευση των σολομών ( <i>Oncorhynchus sp.</i> ) και ( <i>Salmo salar</i> ) .....	5

Η ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου που περιέχεται σε μια υδάτινη μάζα επηρεάζεται από την θερμοκρασία του νερού, το υψόμετρο (σε περίπτωση εσωτερικών υδάτων) την αλατότητα και το βάθος του νερού. Το οξυγόνο διαλύεται δυσκολότερα σε θερμό νερό από ότι σε κρύο. Γι' αυτό σε εκτροφές ιχθύων που απαιτούν νερό θερμοκρασίας 20°C- 28°C όπως χέλια, τιλάπια, κυπρίνοι κ.λ.π. πρέπει να λαμβάνεται ειδική μέριμνα εμπλουτισμού του νερού με οξυγόνο.

Με την επαρκή οξυγόνωση του νερού επιτυγχάνουμε:

- Αυξημένη ιχθυοφόρτιση
- Καταπολέμηση των ασθενειών
- Μείωση της ποσότητας νερού
- Βελτίωση της ποιότητας του νερού
- Σωστή διατροφή με καλύτερη μετατρεψιμότητα της τροφής

Αν εμπλουτίσουμε το νερό με επιπλέον 1 mg O<sub>2</sub>/h αυξάνεται η παραγωγή ψαριών κατά 25%. Κατά τον εμπλουτισμό του νερού με επιπλέον 4 mg O<sub>2</sub>/h η ιχθυοπαραγωγή διπλασιάζεται.

Υπό κάποιες συνθήκες, το νερό μπορεί να είναι κορεσμένο σε οξυγόνο. Δηλαδή να περιέχει περισσότερο οξυγόνο από όσο μπορεί να περιέχει σε κανονικές συνθήκες. Αυτό συμβαίνει κυρίως στα χωμάτινα υδροστάσια όπου τα υδρόβια φυτά κατά την διάρκεια της ημέρας φωτοσυνθέτουν και παράγουν οξυγόνο.

Η αναπνοή των ψαριών γίνεται με εισροή νερού από την στοματική κοιλότητα και εκροή αυτού από τα βράγχια. Τα λεπτά αιμοφόρα αγγεία που υπάρχουν στα βράγχια προσλαμβάνουν το οξυγόνο του νερού και με το αίμα το μεταφέρουν στα όργανα του σώματος και τους ιστούς.

Πίνακας 6. Διαλυτότητα Οξυγόνου (mg/l) σε συνάρτηση με την με την θερμοκρασία και την αλατότητα

Θερμ (°C)	Αλατότητα (‰)								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
0	14.621	14.120	13.636	13.167	12.714	11.854	11.854	11.445	11.051
1	14.216	13.733	13.266	12.815	12.378	11.548	11.548	11.154	10.773
2	13.829	13.364	12.914	12.478	12.057	11.256	11.256	10.875	10.507
3	13.460	13.011	12.577	12.165	11.750	10.976	10.976	10.608	10.252
4	13.107	12.674	12.255	11.849	11.456	10.708	10.708	10.352	10.008
5	12.770	12.352	11.947	11.554	11.175	10.451	10.451	10.107	9.774
6	12.447	12.043	11.652	11.272	10.905	10.206	10.206	9.872	9.550
7	12.139	11.748	11.369	11.002	10.647	9.970	9.970	9.647	9.335
8	11.843	11.465	11.098	10.743	10.399	9.744	9.744	9.431	9.128
9	11.559	11.194	10.839	10.495	10.162	9.526	9.526	9.223	8.930
10	11.288	10.933	10.590	10.257	9.934	9.318	9.318	9.024	8.739
11	11.027	10.684	10.351	10.028	9.715	9.117	9.117	8.832	8.556
12	10.777	10.444	10.121	9.808	9.505	8.925	8.925	8.648	8.379
13	10.537	10.214	9.901	9.597	9.302	8.739	8.739	8.470	8.210
14	10.306	9.993	9.689	9.394	9.108	8.561	8.561	8.300	8.046
15	10.084	9.780	9.485	9.198	8.921	8.389	8.389	8.135	7.888
16	9.870	9.575	9.289	9.010	8.740	8.223	8.223	7.976	7.737
17	9.665	9.378	9.099	8.829	8.566	8.064	8.064	7.823	7.590
18	9.467	9.188	8.917	8.654	8.399	7.910	7.910	7.676	7.449
19	9.276	9.005	8.742	8.486	8.237	7.761	7.761	7.533	7.312
20	9.092	8.828	8.572	8.323	8.081	7.617	7.617	7.395	7.180
21	8.914	8.658	8.408	8.166	7.930	7.479	7.479	7.262	7.052
22	8.743	8.493	8.250	8.014	7.785	7.344	7.344	7.134	6.929
23	8.578	8.334	8.098	7.867	7.644	7.214	7.214	7.009	6.809
24	8.418	8.181	7.950	7.725	7.507	7.089	7.089	6.888	6.693
25	8.263	8.032	7.807	7.588	7.375	6.967	6.967	6.771	6.581
26	8.113	7.888	7.668	7.455	7.247	6.849	6.849	6.658	6.472
27	7.968	7.748	7.534	7.326	7.123	6.734	6.734	6.548	6.366
28	7.827	7.613	7.404	7.201	7.003	6.623	6.623	6.441	6.256
29	7.691	7.482	7.278	7.079	6.886	6.515	6.515	6.337	6.164
30	7.558	7.354	7.155	6.961	6.772	6.410	6.410	6.236	6.066
31	7.430	7.230	7.035	6.846	6.662	6.308	6.308	6.137	5.972
32	7.305	7.110	6.920	6.735	6.555	6.208	6.208	6.042	5.880
33	7.183	6.993	6.807	6.626	6.450	6.111	6.111	5.948	5.790
34	7.065	6.879	6.697	6.520	6.348	6.017	6.017	5.857	5.702
35	6.949	6.767	6.590	6.417	6.248	5.924	5.924	5.768	5.617
36	6.837	6.659	6.485	6.316	6.151	5.834	5.834	5.681	5.533
37	6.727	6.553	6.383	6.218	6.056	5.746	5.746	5.597	5.451
38	6.619	6.449	6.283	6.121	5.963	5.660	5.660	5.513	5.371
39	6.514	6.348	6.186	6.027	5.873	5.575	5.575	5.432	5.292
40	6.412	6.249	6.090	5.935	5.783	5.492	5.492	5.352	5.215

Πίνακας 7. Ποσότητα διαλυμένου οξυγόνου (mg/l) στο γλυκό νερό σε σχέση με το ποσοστό κορεσμού (%) του οξυγόνου (%) και την θερμοκρασία εκτροφής (°C)

Θερμ. (°C)	Ποσοστό κορεσμού οξυγόνου (%)						
	100	95	90	85	80	75	70
1	14.2	13.5	12.8	12.1	11.4	10.7	9.9
2	13.8	13.1	12.4	11.7	11.0	10.4	9.7
3	13.5	12.8	12.2	11.5	10.8	10.1	9.5
4	13.1	12.4	11.8	11.1	10.5	9.8	9.2
5	12.8	12.2	11.5	10.9	10.2	9.6	9.0
6	12.5	11.9	11.3	10.6	10.0	9.4	8.8
7	12.2	11.6	11.0	10.4	9.8	9.2	8.5
8	11.9	11.3	10.7	10.1	9.5	8.9	8.3
9	11.6	11.0	10.4	9.9	9.3	8.7	8.1
10	11.3	10.7	10.2	9.6	9.0	8.5	7.9
11	11.1	10.5	10.0	9.4	8.9	8.3	7.8
12	10.8	10.3	9.7	9.2	8.6	8.1	7.6
13	10.6	10.1	9.5	9.0	8.5	8.0	7.4
14	10.4	9.9	9.4	8.8	8.3	7.8	7.3
15	10.2	9.7	9.2	8.7	8.2	7.7	7.1
16	10.0	9.5	9.0	8.5	8.0	7.5	7.0
17	9.7	9.2	8.7	8.2	7.8	7.3	6.8
18	9.5	9.0	8.6	8.1	7.6	7.1	6.7
19	9.4	8.9	8.5	8.0	7.5	7.1	6.6
20	9.2	8.7	8.3	7.8	7.4	6.9	6.4
21	9.0	8.6	8.1	7.7	7.2	6.8	6.3
22	8.8	8.4	7.9	7.5	7.0	6.6	6.2
23	8.7	8.3	7.8	7.4	6.9	6.5	6.1
24	8.5	8.1	7.7	7.2	6.8	6.4	6.0
25	8.4	8.0	7.6	7.1	6.7	6.3	5.9
26	8.2	7.8	7.4	7.0	6.6	6.2	5.7
27	8.0	7.6	7.2	6.8	6.4	6.0	5.6
28	7.9	7.5	7.1	6.7	6.3	5.9	5.5
29	7.8	7.4	7.0	6.6	6.2	5.8	5.5
30	7.6	7.2	6.8	6.5	6.0	5.7	5.3

### 1.6.1. Κατανάλωση οξυγόνου

Το νερό πρέπει να περιέχει επαρκή ποσότητα διαλυμένου οξυγόνου, για να μπορεί να υποστηρίξει την ανάπτυξη της παραγωγής. Η κατανάλωση οξυγόνου παρατηρείται όταν η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου πέφτει κάτω από την επιθυμητή για να διατηρηθούν στη ζωή οι εκτρεφόμενοι οργανισμοί. Κάθε είδος ψαριού έχει διαφορετικές ανάγκες σε διαλυμένο οξυγόνο για τη βέλτιστη ανάπτυξή τους.

Η κατανάλωση του οξυγόνου που περιέχουν τα νερά των χωμάτων υδροστασιών προέρχεται κυρίως:

- Από τα διάφορα φυτά κατά 14,7%
- Από το πλαγκτόν και τα ψάρια κατά 47,8%
- Από τη λάσπη και τις βιοχημικές αντιδράσεις κατά 35,9%
- Από την επιφανειακή εξάτμιση κατά 1,6%.

Σε κάθε είδος νερού (αλμυρό, γλυκό ή υφάλμυρο) η μεγάλη κατανάλωση οξυγόνου μειώνει την τιμή του στο νερό και προκαλεί στρες ή ακόμη και θάνατο στα ψάρια. Τα περισσότερα ψάρια απαιτούν 4mg/l διαλυμένο οξυγόνο στο νερό. Οι απαιτήσεις αυτές των ψαριών σε οξυγόνο αυξάνονται όσο αυξάνεται η θερμοκρασία του νερού.

Οι ιχθείς σε υψηλότερες θερμοκρασίες είναι πιο ζηροί, έχουν μεγαλύτερη όρεξη και ο μεταβολισμός τους λειτουργεί καλύτερα. Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες ελαττώνεται η όρεξη τους ενώ συγχρόνως μειώνεται και η κατανάλωση οξυγόνου, π.χ. οι πέστροφες στους 20°C χρειάζονται 330 mg O<sub>2</sub>/Kg/h, ενώ στους 5°C χρειάζονται μόνο 63 mg O<sub>2</sub>/Kg/h. Επίσης νεαρά άτομα ιχθύων χρειάζονται περισσότερο O<sub>2</sub> από ότι τα ενήλικα. Έτσι (πέστροφες) ενήλικα άτομα στους 10°C χρειάζονται 122 mg O<sub>2</sub>/Kg/h ενώ αντίστοιχα ο γόνος (πέστροφας) σε αυτή την θερμοκρασία χρειάζεται 370 mg /Kg/h. Μετρήσεις έδειξαν ότι μετά το τάισμα αυξάνονται κατά 100% οι ανάγκες των ψαριών σε οξυγόνο.

Συνήθη σημάδια έλλειψης οξυγόνου:

- Τα ψάρια ανεβαίνουν στην επιφάνεια του νερού προσπαθώντας να αναπνεύσουν
- Τα ψάρια μαζεύονται στο σημείο εισόδου του νερού.

- Τα ψάρια δεν τρώνε ικανοποιητικά.
- Αργή ανάπτυξη των ψαριών ως αποτέλεσμα της μακρόχρονης χαμηλής οξυγόνωσης του νερού, αλλά όχι αρκετά χαμηλή για να πεθάνουν τα ψάρια.
- Συνεχής έξαρση προβλημάτων υγείας, παρόμοια με αυτά του στρες των ψαριών.
- Αλλαγή στο χρώμα του νερού. Αυτό δηλώνει θάνατο του πλαγκτόν από έλλειψη οξυγόνου.

### 1.6.2. Η Συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό

Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό εξαρτάται από διάφορες φυσικές παραμέτρους του νερού αλλά και διεργασίες που γίνονται μέσα σε αυτό, κατά τις οποίες καταναλώνεται ποσότητα οξυγόνου. Αυτές είναι:

- **Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD).** Είναι η ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου που απαιτείται για την βιολογική οξείδωση των οργανικών ουσιών, σε διάστημα 5 ημερών. Σε υδατοκαλλιέργειες με μεγάλη ιχθυοφόρτιση είναι μεγαλύτερο το BOD από ότι σε υδατοκαλλιέργειες με μικρότερη ιχθυοφόρτιση.
- **Ο καιρός.** Στις εκτατικές υδατοκαλλιέργειες που επηρεάζονται από τα καιρικά φαινόμενα (όπως οι υδατοκαλλιέργειες στις λιμνοθάλασσες και τα χωματικά υδροστάσια) κατά τη διάρκεια της ημέρας το φυτοπλαγκτόν παράγει οξυγόνο μέσω της φωτοσύνθεσης. Τις συννεφιασμένες ημέρες και κατά την διάρκεια της νύχτας μειώνεται η ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου διότι το φυτοπλαγκτόν δεν φωτοσυνθέτει. Την νύχτα τα φυτά καταναλώνουν το 14,7% του οξυγόνου. Γι' αυτό τον λόγω η μεγαλύτερη συγκέντρωση οξυγόνου στο νερό παρουσιάζεται κατά τη διάρκεια του απογεύματος μιας ημέρας με έντονη ηλιοφάνεια και η χαμηλότερη νωρίς το πρωί λίγο πριν ξημερώσει. Γενικά ο περιορισμένος φωτισμός μπορεί να επιφέρει τον θάνατο σε κάποιους υδρόβιους οργανισμούς.
- **Οξείδωση της τροφής.** Όταν στα ψάρια δίνεται περισσότερη τροφή από όση μπορούν να καταναλώσουν, η περίσσια τροφή οξειδώνεται από βακτηρίδια. Κατά την διάρκεια της

οξειδωσης καταναλώνεται οξυγόνο. Γι' αυτό το λόγο τα ψάρια δεν πρέπει να δέχονται περισσότερη τροφή από αυτή που μπορούν να καταναλώσουν.

- **Οξειδωση βλάστησης.** Στην στήλη του νερού και στην επιφάνειά του υπάρχουν νεκρά φύκια, φύλλα, χορτάρια και άλλα οργανικά υλικά, που οξειδώνονται. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας καταναλώνεται οξυγόνο από τα βακτηρίδια που οξειδώνουν την βλάστηση.
- **Θερμοκρασία νερού.** Η ικανότητα συγκράτησης διαλυμένου οξυγόνου στο νερό εξαρτάται από την θερμοκρασία του. Το νερό με χαμηλή θερμοκρασία συγκρατεί περισσότερο οξυγόνο από το νερό με υψηλότερη θερμοκρασία.
- **Αλατότητα.** Η αλατότητα επηρεάζει άμεσα τους οργανισμούς και την ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό διότι η μεταβολή της συγκέντρωσής της προκαλεί τροποποίηση της φυσικοχημικής κατάστασης του νερού (άρα και οξυγόνου) για ωσμωρύθμιση. Το αλμυρό νερό συγκρατεί λιγότερο διαλυμένο οξυγόνο από το γλυκό νερό.
- **Χημικές αντιδράσεις.** Με τη χρήση χημικών ουσιών για την πρόληψη και καταπολέμηση ασθενειών στο νερό της υδατοκαλλιέργειας δημιουργούνται χημικές ενώσεις οι οποίες χρησιμοποιούν οξυγόνο και μειώνουν την συγκέντρωσή του στο νερό
- **Αναπνοή.** Τα ψάρια, με την διαδικασία της αναπνοής καταναλώνουν μεγάλο μέρος του διαλυμένου οξυγόνου του νερού. Η κατανάλωση αυξάνεται κατά τη διάρκεια του ταΐσματος και της πέψης. Το ποσοστό του καταναλούμενου οξυγόνου από ψάρια και πλαγκτόν φτάνει το 47,8% του συνολικού διαλυμένου οξυγόνου στο νερό.

Από τα παραπάνω καταλαβαίνουμε ότι η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό δεν είναι σταθερή και αυξομειώνεται συνεχώς κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η απότομη μείωση του οξυγόνου στο νερό θα έχει δυσάρεστες συνέπειες για τα ψάρια. Γι' αυτό το λόγο οι μετρήσεις του οξυγόνου στο νερό στις υδατοκαλλιέργειες πρέπει να είναι συχνές .

Το διαλυμένο οξυγόνο στο νερό μετριέται εύκολα με μικρές φορητές ηλεκτρικές συσκευές ή χρωματομετρικά, δηλαδή με χημικά τεστ δειγμάτων νερού (Kittest). Ο ηλεκτρικός μετρητής συνήθως δουλεύει με μπαταρίες και τοποθετώντας μια μικρή ράβδο (ηλεκτρόδιο) στο νερό εμφανίζεται το αποτέλεσμα της μέτρησης στην οθόνη της συσκευής. Τα Kittests είναι χημικές ουσίες που αναμιγνύονται με δείγματα νερού σε δοκιμαστικούς σωλήνες. Ο τελικός χρωματισμός του δείγματος συγκρίνεται με χρωματισμένη κλίμακα τυποποιημένων χρωμάτων. Για λόγους αποφυγής σφαλμάτων πρέπει να αποφεύγονται οι μετρήσεις κοντά στην είσοδο του νερού, στον εξοπλισμό οξυγόνωσης και στην επιφάνεια του νερού.

Μετά από μέτρηση χαμηλής συγκέντρωσης οξυγόνου στο νερό της υδατοκαλλιέργειας πρέπει να γίνουν χειρισμοί για να αποφευχθούν οι συνέπειες στα ψάρια. Οι παρακάτω χειρισμοί γίνονται μεμονωμένοι ή κάποιοι συνδυασμοί αυτών.

- Μείωση του αριθμού ψαριών στις δεξαμενές ή στα υδροστάσια
- Χρήση μηχανισμών οξυγόνωσης του νερού.
- Γρήγορη ανανέωση του νερού.
- Άντληση νερού από τον πυθμένα και πλήρωση με καινούργιο νερό από την επιφάνεια
- Αν η στάθμη του νερού είναι κάτω από το κανονικό, συμπληρώνουμε με νερό.

### 1.6.3. Οξυγόνωση του νερού

Η οξυγόνωση του νερού είναι η προσθήκη διαλυμένου οξυγόνου στο νερό. Η χημική δομή του μορίου του νερού δεν αλλάζει με την προσθήκη αυτή. Υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι αύξησης του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό της υδατοκαλλιέργειας. Κάποιες μέθοδοι είναι οικονομικά ακριβές και αξιόπιστες ενώ κάποιες άλλες φτηνές και πρακτικές, ανάλογα τον τύπο υδατοκαλλιέργειας (εκτατικός, ημιεντατικός, εντατικός). Η οξυγόνωση του νερού γίνεται με διαφορετικό τρόπο στις δεξαμενές (πλαστικές ή τσιμεντένιες) από ότι στα χωμάτινα υδροστάσια. Στις δεξαμενές χρησιμοποιείται καθαρό οξυγόνο υπό πίεση, κατευθείαν μέσα στο νερό, ενώ στα χωμάτινα υδροστάσια χρησιμοποιείται κυρίως ο αερισμός του νερού, δηλαδή η έκθεση του νερού στον ατμοσφαιρικό αέρα για να προσλάβει από αυτόν οξυγόνο.



Οι πιο γνωστές μέθοδοι για την αύξηση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό είναι:

- **Υγρό οξυγόνο** καθαρό κατά 98% το οποίο αεριοποιείται μόλις βγαίνει από το δοχείο αποθήκευσης. Τα πλεονεκτήματα του είναι ότι σε μικρό χώρο αποθηκεύεται μεγάλη ποσότητα οξυγόνου και η χαμηλότερη τιμή του. Στα μειονεκτήματα είναι το ψηλό κόστος αποθήκευσης διότι αποθηκεύεται σε ειδικές δεξαμενές (σιλό).
- **Υπό πίεση αέριο οξυγόνο** σε ειδικές μεταλλικές φιάλες
- **Ατμοσφαιρικός αέρας** που διοχετεύεται στο νερό από ειδικό συμπιεστή αέρος (κομπρεσέρ). Ο αέρας διοχετεύεται μέσω ενός δικτύου σωλήνων που καταλήγουν σε ειδικά κεραμικά στον πυθμένα των δεξαμενών.
- **Ειδικές μηχανές παραγωγής οξυγόνου**, οι οποίες φιλτράρουν τον ατμοσφαιρικό αέρα διαχωρίζουν το οξυγόνο και το αποθηκεύουν σε ειδικές δεξαμενές (tanker). Με τον τρόπο αυτό παράγεται οξυγόνο καθαρότητας μέχρι 96%.
- **Επιπλέοντες οξυγονωτές**. Αποτελούνται από μια επιπλέουσα κατασκευή που στηρίζεται σ' αυτήν ένας ηλεκτροκινητήρας συνδεδεμένος με προπέλα. Ο ηλεκτροκινητήρας δίνει κίνηση στην προπέλα η οποία πετάει το νερό ψηλά ανακυκλώνοντάς το και σχηματίζει πίδακα νερού (δηλαδή εκτοξεύει το νερό). Το νερό με αυτόν τον τρόπο έρχεται συνεχώς σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα και εμπλουτίζεται σε οξυγόνο. Ένας οξυγονωτής με κινητήρα 0,37 Kw ανακυκλώνει 100κυβικά μέτρα νερού ανά ώρα και το εμπλουτίζει με 0,8 KgO<sub>2</sub>/h. Τα πλεονεκτήματά του είναι ότι έχει χαμηλό κόστος αγοράς, χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, μικρό βάρος, ώστε να μπορεί να μεταφερθεί από μια δεξαμενή σε άλλη. Σχηματίζει ελαφρύ ρεύμα στο νερό μεταφέρει τα κάτω στρώματα επάνω και εμποδίζει την αύξηση του φυτοπλαγκτού.
- **Με ρίψη του νερού από ύψος σε διαμπερή επιφάνεια** με αποτέλεσμα το νερό να διαχέεται σε μικρότερα μέρη τα οποία έρχονται σε επαφή με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας και οξυγονώνονται.

- **Με χρήση χημικών ουσιών.** Οι ουσίες που χρησιμοποιούνται σε αυτή τη μέθοδο πρέπει να είναι μη τοξικές για τα ψάρια και σε μεγάλο βαθμό βιοαποικοδομήσιμες. Οι ουσίες οι οποίες χρησιμοποιούνται είναι:

- **Υπερμαγγανικό κάλιο.** Οξειδώνει το οργανικό υλικό και μειώνει τις απαιτήσεις σε οξυγόνο από αυτό. Μετά την εφαρμογή του, το νερό παίρνει ροζ χρώμα. Όταν το νερό αποχρωματιστεί, σε μια ώρα περίπου, επαναλαμβάνεται το ίδιο. Με υπερβολική χρήση οι συνθήκες που δημιουργούνται μπορεί να είναι τοξικές για τα ψάρια.

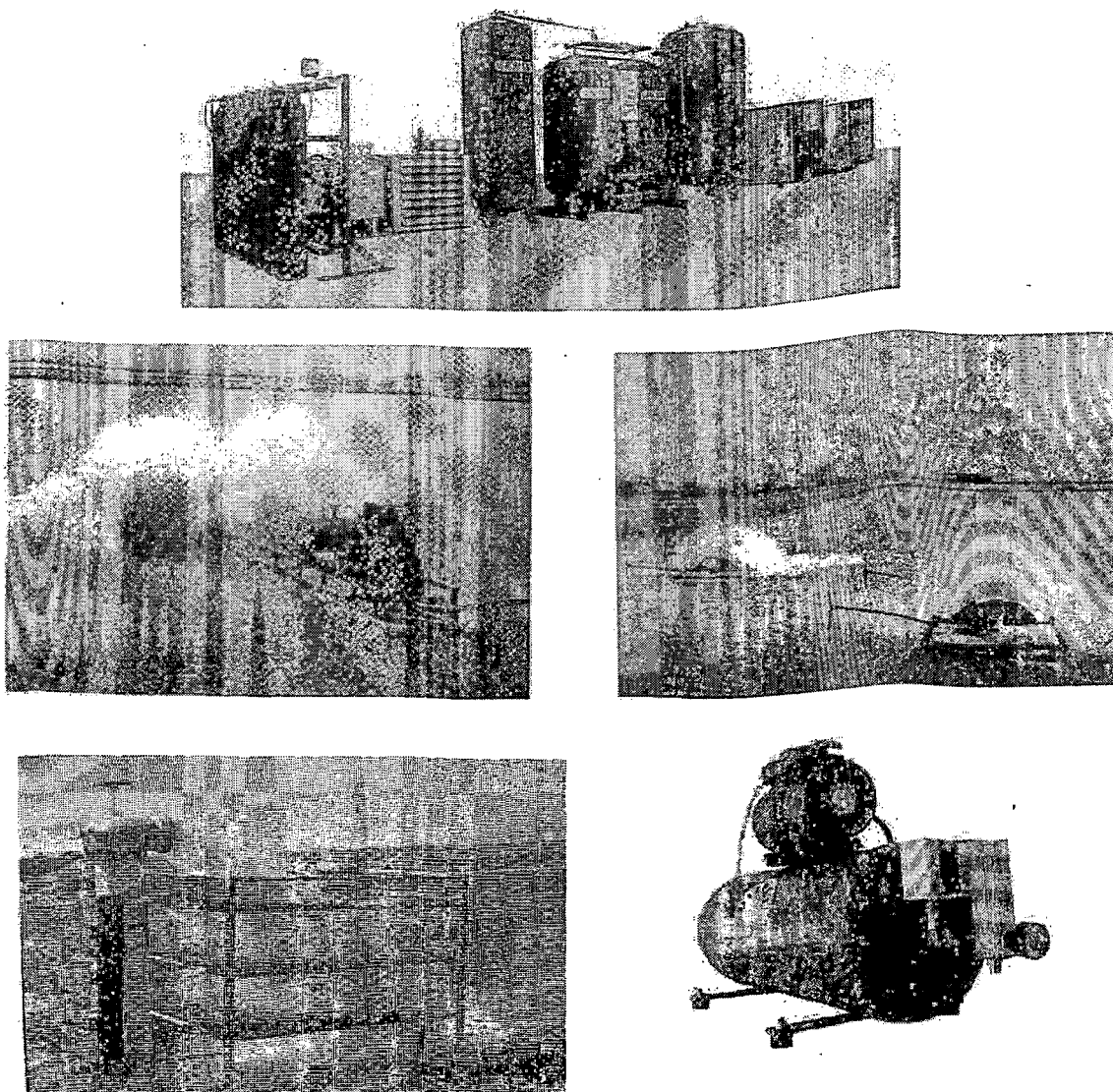
- **Ένυδρος ασβέστης.** Μειώνει το διοξείδιο του άνθρακα στο νερό, κάνει το οξυγόνο πιο εύκολα διαθέσιμο στα ψάρια. Και αυτό το υλικό είναι τοξικό σε συχνή χρήση.

Οποιαδήποτε από τις παραπάνω χημικές μεθόδους μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνη της αλλά ο πιο αποτελεσματικός τρόπος είναι να χρησιμοποιηθούν και οι δύο μαζί.

- **Με χρήση λιπασμάτων.** Η χρήση λιπασμάτων στα χλωμάτινα υδροστάσια έγκειται στην γρηγορότερη ανάπτυξη της υδρόβιας βλάστησης και του πλαγκτόν που παράγουν οξυγόνο. Η εφαρμογή τους γίνεται στην επιφάνεια του νερού. Χωρίζονται σε α) οργανικά που είναι τα λιπάσματα που προέρχονται από περιττώματα ζώων, β) ανόργανα που είναι τα βιομηχανοποιημένα. Αποφεύγεται η χρήση οργανικών λιπασμάτων γιατί είναι δύσκολο να καθοριστεί και να ελεγχθεί η ποσότητα των διαφόρων θρεπτικών ουσιών που περιέχουν. Τα ανόργανα λιπάσματα διαθέτουν λίστα με την ποσοστιαία αναλογία των θρεπτικών που περιέχουν. Στην συσκευασία τους αναγράφονται τρία νούμερα π.χ. 20-20-5 που αναφέρονται αντίστοιχα στο άζωτο, φώσφορο και κάλιο. Τα ανόργανα λιπάσματα κυκλοφορούν στο εμπόριο σε δύο μορφές, σε υγρή μορφή και σε στερεή (κόκκους). Η λίπανση ξεκινάει το Φεβρουάριο ή Μάρτιο όταν η θερμοκρασία του νερού σταθεροποιηθεί στους 16-18°C. Επαναλαμβάνεται ανά δύο εβδομάδες μέχρι την ικανοποιητική ανάπτυξη του πλαγκτόν. Μερικά από τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται είναι:

- **Υγρή φωσφορική αμμονία (10-30-0)** και

- **Μίγμα μονοβασικού φωσφορικού ασβεστίου και θειϊκού ασβεστίου.**

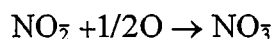
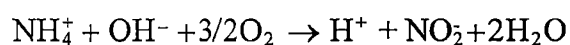


**Εικόνα 1.** Τρόποι οξυγόνωσης του νερού: 1. Κύλινδροι συμπιεσμένου οξυγόνου, 2 και 3 επιπλέοντες οξυγονωτές, 4. Ρίψη νερού σε διαρπερή επιφάνεια, 5. Ηλεκτρικός συμπιεστής αέρος.

### 1.7. Αζωτούχες ενώσεις

Η περιεκτικότητα του νερού σε αζωτούχες ενώσεις θεωρείται ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα για τις εντατικές υδατοκαλλιέργειες, γιατί σ' αυτές απελευθερώνονται μεγάλες ποσότητες οργανικών αποβλήτων. Τα περιττώματα των ψαριών και τα υπολείμματα τροφής είναι μέρος του προβλήματος.

Σε πρώτο στάδιο ετερότροφα βακτηρίδια χρησιμοποιούν σαν πηγή ενέργειας οργανικές αζωτούχες ενώσεις που εκκρίνονται από ψάρια και τις μετατρέπουν σε απλές ενώσεις όπως η αμμωνία. Υπάρχουν δύο είδη αμμωνίας, η ιονισμένη ( $NH_4^+$ ) και η μη-ιονισμένη ( $NH_3$ ). Κατόπιν ακολουθεί η Νιτροποίηση, δηλαδή η βιολογική οξείδωση της αμμωνίας σε νιτρώδη ( $NO_2^-$ ) και των νιτρωδών σε νιτρικά ( $NO_3^-$ ). Οι οξειδώσεις αυτές γίνονται από αερόβια αυτότροφα βακτηρίδια. Αυτά τα βακτηρίδια είναι τα *Nitrosomonas*, που οξειδώνουν την αμμωνία σε νιτρώδη και τα *Nitrobacter* που οξειδώνουν τα νιτρώδη σε νιτρικά.

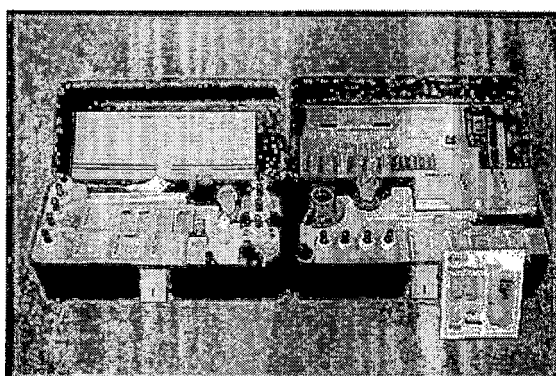


Η αμμωνία και τα νιτρώδη είναι τοξικά για τα ψάρια ενώ τα νιτρικά είναι μη-τοξικά. Η τοξική δράση της αμμωνίας στα ψάρια οφείλεται στην μη-ιονισμένη μορφή της ( $NH_3$ ) ενώ η ιονισμένη μορφή ( $NH_4^+$ ) είναι πολύ λίγο τοξική (ανάλογα σε πόσο μεγάλη συγκέντρωση βρίσκεται στο νερό). Σε ότι αφορά την τοξική δράση της αμμωνίας στα ψάρια συντελεί πολύ το γεγονός της εύκολης διαπερατότητάς της από τις κυτταρικές μεμβράνες. Η εγκεφαλική βλάβη στα ψάρια είναι το πρώτο σημάδι ύπαρξης τοξικής αμμωνίας στο νερό. Από έρευνες που έχουν γίνει βρέθηκε ότι η αμμωνία σε συγκέντρωση 0,1 mg/l στο νερό είναι θανατηφόρα για πολλά είδη ψαριών και συγκέντρωση 0,0125 mg/l μειώνει τον ρυθμό ανάπτυξης των ψαριών.

Η μη-ιονισμένη αμμωνία προκαλεί βλάβη στη λειτουργία των βραγχίων της πέστροφας ακόμα και σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις ενώ σε συγκέντρωση 0,06 mg/l βλάπτει τα βράγχια του γατόψαρου, αυξάνει την ευαισθησία του στις ασθένειες και μειώνει

τον ρυθμό ανάπτυξής τους. Επίσης, τα νιτρώδη σε υψηλή συγκέντρωση προξενούν οξείδωση της αιμοσφαιρίνης στο αίμα των ψαριών. Το αίμα παίρνει καφέ χρωματισμό και δεν μπορεί να μεταφέρει το οξυγόνο στους ιστούς.

Η μέτρηση των αζωτούχων ενώσεων και της αμμωνίας στο νερό γίνεται με χημικά τεστ με τα οποία ελέγχονται δείγματα νερού της υδατοκαλλιέργειας. Τα δείγματα νερού παίρνονται από το βάθος 30-40cm και συλλέγονται σε καθαρά δοχεία που σφραγίζονται για να μην μειωθεί η συγκέντρωση του αζώτου.



**Εικόνα 2.** Εξαρτήματα μέτρησης της αμμωνίας και άλλων χημικών παραμέτρων του νερού.

Η προσεκτική παρακολούθηση της κατανάλωσης τροφής από τα ψάρια είναι σημαντική για να αποφευχθεί ο υπερσιτισμός και τα προβλήματα αζώτου. Είναι επίσης σημαντική η απομάκρυνση των ιζημάτων των υπολειμμάτων τροφής, των νεκρών ψαριών και άλλων οργανικών υλικών που μπορούν να παράγουν αζωτούχες ενώσεις. Οι εντατικές υδατοκαλλιέργειες όπου η ιχθυοφόρτιση είναι υψηλή πρέπει να έχουν μεγάλη ροή νερού για να απομακρύνονται τα απόβλητα των ψαριών από το νερό. Οι δεξαμενές τους πρέπει να έχουν τέτοιο σχήμα ώστε τα οργανικά στερεά να συγκεντρώνονται σε ένα σημείο (όπως είναι το κέντρο μιας κυκλικής δεξαμενής).

Οι εντατικές υδατοκαλλιέργειες με κλειστό κύκλωμα νερού πρέπει να διαθέτουν μηχανικά και βιολογικά φίλτρα ώστε το νερό να καθαρίζεται από τα απόβλητα των εκτρεφόμενων οργανισμών και να ξαναχρησιμοποιείται.

Η αμμωνία στις φυσικές υδατοσυλλογές υπάρχει ως ένα φυσικό βιολογικό προϊόν που προκύπτει κατά την αποσύνθεση πρωτεϊνικών ουσιών. Σημαντικότερες όμως πηγές παροχής αμμωνίας στις υδατοσυλλογές, είναι οι εκβολές των υπονόμων κατοικημένων περιοχών, λύματα βιομηχανιών και η χρήση γεωργικών λιπασμάτων που περιέχουν αμμωνιακά άλατα.

Για την διευκόλυνση κατά την αξιολόγηση του νερού ως προς τον προσδιορισμό της τοξικότητας της αμμωνίας σε σχέση με τους παράγοντες που την επηρεάζουν πρέπει να γίνει γνωστό ότι η τοξικότητα της αμμωνίας αυξάνεται:

- Με την αύξηση της θερμοκρασίας του νερού
- Με την αύξηση της τιμής του pH (πέρα από την τιμή του 7.0)
- Με την αύξηση της αλατότητας από 9-31‰
- Με την μείωση της αλατότητας (κάτω από 9‰)
- Με την μείωση της ποσότητας του ελεύθερου διοξειδίου του άνθρακα
- Με την μείωση της σκληρότητας του νερού

Πίνακας 8. Ποσοστό μη ιονισμένης αμμωνίας (NH<sub>3</sub>) στο θαλασσινό και γλυκό νερό σε σχέση με τη θερμοκρασία (10-0°C) και την οξύτητα (pH 7.5 -8.5).

		pH										
18-22 ‰	(°C)	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5
	10	0.527	0.662	0.832	1.05	1.31	1.65	2.07	2.59	3.23	4.04	5.03
	15	0.763	0.959	1.20	1.51	1.90	2.37	2.97	3.71	4.63	5.76	7.14
	20	1.11	1.390	1.74	2.18	2.73	3.41	4.26	5.30	6.58	8.15	10.00
	25	1.60	2.00	2.51	3.14	3.91	4.88	6.07	7.52	9.28	11.40	14.00
	30	2.24	2.81	3.51	4.38	5.45	6.77	8.38	10.32	12.65	15.43	18.67
23-27 ‰	10	0.492	0.618	0.777	0.977	1.23	1.54	1.93	2.42	3.03	3.78	4.71
	15	0.713	0.896	1.13	1.41	1.77	2.22	2.78	3.47	4.33	5.39	6.70
	20	1.03	1.30	1.63	2.04	2.55	3.19	3.98	4.97	6.17	7.65	9.44
	25	1.49	1.87	2.34	2.93	3.66	4.57	5.68	7.05	8.72	10.70	13.10
	30	2.16	2.71	3.30	4.23	5.26	6.54	8.09	9.98	12.25	14.94	18.11
28-31 ‰	10	0.481	0.604	0.760	0.955	1.20	1.51	1.89	2.36	2.96	3.70	4.61
	15	0.697	0.875	1.10	1.38	1.73	2.17	2.72	3.40	4.24	5.28	6.56
	20	1.01	1.27	1.59	1.99	2.50	3.12	3.90	4.86	6.04	7.49	9.24
	25	1.46	1.83	2.29	2.87	3.58	4.47	5.56	6.90	8.54	10.50	12.90
	30	2.11	2.64	3.30	4.12	5.13	6.37	7.89	9.74	11.96	14.60	17.71
32-40 ‰	10	0.459	0.577	0.726	0.912	1.15	1.44	1.80	2.26	2.83	3.54	4.41
	15	0.665	0.836	1.05	1.32	1.66	2.07	2.60	3.25	4.06	5.05	6.28
	20	0.963	1.21	1.52	1.90	2.39	2.98	3.73	4.65	5.78	7.17	8.87
	25	1.390	1.75	2.19	2.74	3.43	4.28	5.32	6.61	8.18	10.10	12.40
	30	2.02	2.52	3.16	3.94	4.91	6.11	7.57	9.35	11.49	14.05	17.06

		Θερμοκρασία °C							
		5	10	13	15	18	20	23	25
‰	pH								
	6.5	0.04	0.06	0.07	0.09	0.10	0.13	0.16	0.18
	6.7	0.06	0.09	0.12	0.14	0.17	0.20	0.25	0.29
	7.0	0.12	0.19	0.24	0.27	0.34	0.40	0.49	0.55
	7.2	0.20	0.29	0.37	0.43	0.53	0.63	0.77	0.88
	7.5	0.39	0.59	0.74	0.85	1.06	1.25	1.53	1.73
	7.7	0.62	0.92	1.17	1.35	1.67	1.96	2.41	2.72
	8.0	1.22	1.83	2.30	2.65	3.28	3.83	4.69	5.28
	8.2	1.93	2.86	3.59	4.14	5.10	5.49	7.23	8.11
	8.5	3.77	5.55	6.92	7.98	9.68	11.18	13.45	14.97

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΦΥΣΙΚΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

#### 2.1. ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το νερό συναντάται στη φύση σε τρεις μορφές ανάλογα την θερμοκρασία που έχει. Σε στέρεα μορφή, υγρή και αέρια. Σε στέρεα μορφή συναντάται ως πάγος όταν η θερμοκρασία του φτάνει και κατεβαίνει τους 0° C. Σε υγρή μορφή όταν η θερμοκρασία του βρίσκεται ανάμεσα στην θερμοκρασία στερεοποίησης 0°C και θερμοκρασίας βρασμού που είναι 100°C.

Η θερμοκρασία είναι ένας παράγοντας που επηρεάζει σημαντικά τους οργανισμούς, εφόσον πολλές φυσιολογικές λειτουργίες τους ανάγονται σε τελική ανάλυση σε διάφορες βιοχημικές αντιδράσεις κατά τις οποίες ως γνωστόν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου παίζει έντονο ρυθμιστικό ρόλο. Σε αρκετούς ανώτερους ζωικούς οργανισμούς η μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού μπορεί να δίνει αυτόματα ώθηση στη λειτουργία ορισμένων ορμονικών συστημάτων και να επηρεάζει στη συνέχεια ακόμα και την συμπεριφορά τους. Εκείνο που έχει σημασία για τον παράγοντα θερμοκρασία δεν είναι μόνο η απόλυτη τιμή, αλλά και η δυναμική των μεταβολών των τιμών της (διαφορές θερμοκρασίας, συχνότητα και εύρος μεταβολών των μέσων τιμών κλπ. ). Οι επιδράσεις της θερμοκρασίας στους θαλάσσιους οργανισμούς είναι:

- Ο μεταβολικός ρυθμός, η δραστηριότητά τους, ο χρόνος ωρίμανσης των γονάδων, η διατροφή.
- 
- Ο ρυθμός αναπαραγωγής.
  - Η διάρκεια του διαθέσιμου χρόνου αναπαραγωγής και ο καθορισμός των περιόδων αναπαραγωγής.
  - Ο ρυθμός επιβίωσης και ανάπτυξης των οργανισμών.

Τα ψάρια είναι ποικιλόμορφοι οργανισμοί, δηλαδή η θερμοκρασία του σώματος τους ρυθμίζεται με αυτήν του νερού στο οποίο ζουν, (περίπου 0,5 °C υψηλότερη από εκείνη



του νερού που τα περιβάλλει). Λόγω προσαρμοστικότητας οι ξαφνικές αλλαγές στην θερμοκρασία του νερού μπορούν να προκαλέσουν το θάνατο των ψαριών. Κάθε είδος ψαριού έχει διαφορετικές απαιτήσεις στην θερμοκρασία για το μέγιστο ρυθμό ανάπτυξής του.

Οι θαλάσσιοι οργανισμοί ανάλογα τις θερμικές τους απαιτήσεις διακρίνονται ως:

- **Θερμόφιλοι** (οι θαλάσσιοι οργανισμοί που έχουν προσαρμοστεί να ζουν σε θερμό περιβάλλον).
- **Ψυχρόφιλοι** (οι θαλάσσιοι οργανισμοί που αρέσκονται να ζουν σε ψυχρό περιβάλλον).

Σύμφωνα με το εύρος της θερμοκρασίας που μπορούν να ανεχθούν διακρίνονται ως:

- **Ευρύθερμοι**: λέγονται οι θαλάσσιοι που μπορούν να διαβούν περιστασιακά σε χώρους με σημαντική διαφορά θερμοκρασίας.
- **Στενόθερμοι**: λέγονται οι θαλάσσιοι οργανισμοί που είναι προσαρμοσμένοι να ζουν σε υδάτινο περιβάλλον που η θερμοκρασία του δεν παρουσιάζει έντονες μεταβολές.

Εκείνο το οποίο οπωσδήποτε πρέπει να είναι γνωστό σε εκείνους που θα μελετήσουν την θερμοκρασία μιας υδάτινης μάζας προκειμένου να την αξιολογήσουν και να την κρίνουν κατάλληλη για την εγκατάσταση μονάδας υδατοκαλλιέργειας είναι η ακριβής θερμοκρασία που απαιτεί κάθε στάδιο ανάπτυξης των κατάλληλων για εκτροφή ή καλλιέργεια υδρόβιων οργανισμών και μάλιστα αν είναι δυνατό να είναι γνωστή η θερμοκρασία στην οποία παρατηρείται η μεγαλύτερη ανάπτυξη του οργανισμού. Διότι έχει παρατηρηθεί πως όσο η θερμοκρασία του περιβάλλοντος νερού πλησιάζει το βέλτιστο όριο των θερμοκρασιών για τα καλλιεργούμενα είδη, τόσο οι οργανισμοί αυτοί γίνονται περισσότερο δραστήριοι, καταναλώνουν περισσότερη τροφή και χρησιμοποιούν περισσότερο οξυγόνο. Τα βέλτιστα όρια τιμών της θερμοκρασίας του νερού για τα μύδια είναι 15 ως 20°C, των μαλακοστράκων 26 ως 28°C του λαυρακιού και της τσιπούρας 23 ως 25°C. Ουσιαστικά λοιπόν η θερμοκρασία του νερού καθορίζει το είδος του οργανισμού που είναι δυνατό να εκτραφεί ή καλλιεργηθεί σε μια υδάτινη περιοχή.

Πίνακας 9

Καλλιεργούμενα είδη	Όρια Αντοχής (°C)		Βέλτιστη Ανάπτυξη (°C)
	Ελάχιστο	Μέγιστο	
Πέστροφα ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )	0	25	14-16
Κυπρίνος ( <i>Cyprinus carpio</i> )	10	38	25-30
Τσιπούρα ( <i>Sparus auratus</i> )	11	26	22-26
Λαβράκι ( <i>Dicentrarchus labrax</i> )	5	34	25-26
Γλώσσα ( <i>Solea solea</i> )	3	31	15
Μύδια ( <i>Mutilus spp.</i> )	0.5	32	15-20
Στρείδια ( <i>Ostra spp.</i> )	0.5	35	15-20
Γαρίδες ( <i>Penaeus spp.</i> )	14	35	26-28

Πίνακας 10. Απαιτήσεις σε ορισμένα βασικά φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού, κοινών εκτρεφόμενων και καλλιεργούμενων υδρόβιων οργανισμών

A/A	Οργανισμοί	Θερμοκρασία νερού °C	Αλατότητα νερού S‰	Οξυγόνο νερού ppm	pH
<b>A. ΨΑΡΙΑ</b>					
1.	<i>Salmo gairdneri irideus</i> (πέστροφα)	Εύρος επιβιώσεως 5–28 Αναπαραγωγή 8–13 Μέγιστη ανάπτυξη 16–17	Γλυκού νερού Ικανοπ. προσαρμογή και ανάπτυξη μέχρι 25	Πάντοτε κορεσμένο	7,0
2.	<i>Cyprinus carpio</i> (κυπρίνος)	Εύρος επιβιώσεως 4–30 Αναπαραγωγή 18 (17–22) Μέγιστη ανάπτυξη 20–25	Γλυκού νερού	Πάντοτε κορεσμένο (μεγάλη αντοχή σε πολύ μικρές ποσότητες οξυγόνου)	6–8,5
3.	<i>Aristichthys nobilis</i>	Εύρος επιβιώσεως 9–30	Γλυκού νερού	Πάντοτε κορεσμένο	6–8,5
4.	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Αναπαραγωγή 21–26	Γλυκού νερού	(μεγάλη αντοχή σε πολύ μικρές ποσότητες οξυγόνου)	
5.	<i>Ctenopharyngodon idellus</i> (ασιατικά ή κινέζικα ή φυτοφάγα είδη κυπρίνου)	Μέγ. ανάπτυξη 20–28	Γλυκού νερού		
6.	<i>Cata cata</i>	Εύρος επιβιώσεως άγνωστη	Γλυκού νερού	8,6–10	7,3–8,4
7.	<i>Labeo rohita</i>	Αναπαραγωγή 27 (24–31)	Ικαν. προσαρμογή και ανάπτυξη μέχρι 7		
8.	<i>Cirrhinus mrigala</i> (ινδικοί κυπρίνοι)	Μέγιστη ανάπτυξη άγνωστη			
9.	<i>Ictalurus punctatus</i> (γατόψαρο)	Εύρος επιβιώσεως 16–30 Αναπαραγωγή 21–22 Μέγιστη ανάπτυξη 28–30	Γλυκού νερού Ικαν. προσαρμογή και ανάπτυξη μέχρι 4	8,6–10	7–9
10.	<i>Clarias batrachus</i>	Εύρος επιβιώσεως	Γλυκού νερού	Μεγάλη αντοχή	Ιδιαίτερα

A/A	Οργανισμοί	Θερμοκρασία νερού °C	Αλατότητα νερού ‰	Οξυγόνο νερού ppm	pH
11.	<i>Clarias macrocephalus</i> (γατόψαρο)	17-35(;) Αναπαραγωγή 25-32 Μέγιστη ανάπτυξη άγνωστη	Ικαν. προσαρμογή και ανάπτυξη μέχρι 3	σε πολύ χαμηλές ποσότητες	ανθεκτικά σε μεγάλο εύρος τιμών
12.	<i>Tilapia mossambica</i>	Εύρος επιβιώσεως 12-40	Γλυκού νερού	Μεγάλη αντοχή	7-8
13.	<i>Tilapia nilotica</i>		Ικαν. προσαρμογή και ανάπτυξη σε νερά	σε πολύ μικρές ποσότητες οξυγόνου	
14.	<i>Tilapia maetochir</i>	Αναπαραγωγή 25	Μέγιστη ανάπτυξη αυξημ. αλατότητας. Το <i>T. mossambica</i> αντέχει έως 40		
15.	<i>Tilapia zillii</i> (τιλάπιες)	Μέγιστη ανάπτυξη 28 (20-35 ανάλογα με το είδος)			
16.	<i>Coregonus lavaretus maraenoides</i>	Εύρος επιβιώσεως 2-28	Γλυκού νερού	Πάντοτε κορεσμένο	Άγνωστη
17.	<i>Coregonus albula ladogensis</i> (κορέγονοι)	Αναπαραγωγή 2-4 Μέγιστη ανάπτυξη άγνωστη			
18.	<i>Esox lucius</i> (τούρνα)	Εύρος επιβιώσεως 3 Αναπαραγωγή 9-10 Μέγιστη ανάπτυξη 12-13	Γλυκού νερού Ικαν. προσαρμογή και ανάπτυξη μέχρι 3-4	Σχεδόν κορεσμένο	6,5-8,5
19.	<i>Acipenser ruthenus</i> (οξύρυγχος)	Εύρος επιβιώσεως άγνωστη Αναπαραγωγή 13-16 Μέγιστη ανάπτυξη 17-25	Γλυκού νερού	Πάντοτε κορεσμένο	Άγνωστη
20.	<i>Anguilla anguilla</i> (χέλι)	Εύρος επιβιώσεως 5-32(;) Αναπαραγωγή 18-20 Μέγιστη ανάπτυξη 22	Δύο φάσεις διαβιώσεως: Θαλάσσιου και γλυκού νερού 0-35‰	Πάντοτε κορεσμένο (πολύ μεγάλη αντοχή σε πολύ μικρές ποσότητες οξυγόνου)	7,8-8,5

Α/Α	Οργανισμοί	Θερμοκρασία νερού °C	Αλατότητα νερού S‰	Οξυγόνο νερού ppm	pH
21.	<i>Chanos chanos</i>	Εύρος επιβιώσεως 9-30 Αναπαραγωγή 15-17 Μέγιστη ανάπτυξη 15-25	0-14 Ικαν. ανάπτυξη μέχρι 25	Μεγάλη αντοχή σε πολύ χαμη- λές ποσότητες οξυγόνου	7
22.	<i>Mugil cephalus</i> (κέφαλος)	Εύρος επιβιώσεως	Ευρύαλα είδη	Μεγάλη αντοχή	
23.	<i>Mugil capito</i> (μαυράκι)	3-35	0-38	σε πολύ χαμηλές	
24.	<i>Mugil saliens</i> (γάστρος)	Αναπαραγωγή		ποσότητες	
25.	<i>Mugil chelo</i> (βελανίτσα)	23-24		οξυγόνου	
26.	<i>Mugil auratus</i> (μυξινάρι) (κέφαλοι)	Μέγιστη ανάπτυξη 23-26			
27.	<i>Serida quinqueradiata</i>	Εύρος επιβιώσεως άγνωστη Αναπαραγωγή άγνωστη Μέγιστη ανάπτυξη 18-29	16-35	Περισσότερο από 3	7
28.	<i>Dicentrarchus labrax</i> (λαβράκι)	Εύρος επιβιώσεως 8-30(;) ) Αναπαραγωγή 11-19' (13) Μέγιστη ανάπτυξη 22	Ευρύαλο είδος Ικαν. προσαρ- μογής μεγάλων ατόμων σε γλυκό νερό	Πάντοτε κορεσμένο	7,8-8,3
29.	<i>Sparus auratus</i> (τσιπούρα)	Εύρος επιβιώσεως 10-30(;) ) Αναπαραγωγή 13-17 Μέγιστη ανάπτυξη 22	Ευρύαλο είδος	Πάντοτε κορεσμένο	7,8-8,3
30.	<i>Solea solea</i> (γλώσσα)	Εύρος επιβιώσεως 10-28(;) ) Αναπαραγωγή 12-18 Μέγιστη ανάπτυξη 22	25-37	Πάντοτε κορεσμένο	7,9-8,2

A/A	Οργανισμοί	Θερμοκρασία νερού °C	Αλατότητα νερού S‰	Οξυγόνο νερού ppm	pH
31.	<i>Scophthalmus rhombus</i> (πισί)	Εύρος επιβιώσεως 5 - (;) Αναπαραγωγή 12 Μέγιστη ανάπτυξη 19 - 22	25 - 37	Πάντατε κορεσμένο	7,9 - 8,2
32.	<i>Scophthalmus maximus</i>	Εύρος επιβιώσεως 5 - 28(;) Αναπαραγωγή 10 - 13 Μέγιστη ανάπτυξη 19 - 20	25 - 35	Πάντατε κορεσμένο	7,9 - 8,2
<b>B. ΚΑΡΚΙΝΟΕΙΔΗ</b>					
33.	<i>Macrobrachium rosenbergii</i> (γαρίδα του γλυκού νερού)	Εύρος επιβιώσεως 16 - 34 Αναπαραγωγή 24 Μέγιστη ανάπτυξη 31	Κατά την ανα- παραγωγή 5 - 7 Εκτροφή προ- νυμφών 12 - 14 Κύρια εκτροφή 0 - 7	Πάντατε κορεσμένο (μεγάλη αντοχή σε πολύ χαμηλές ποσότητες)	7,8 - 8,5
34.	<i>Astacus fluviatilis</i> (καραβίδα του γλυκού νερού)	Εύρος επιβιώσεως 7 - 22 Αναπαραγωγή > 15 Μέγιστη ανάπτυξη > 15	Γλυκού νερού	Πολύ μεγάλη αντοχή σε πολύ χαμηλές ποσό- τητες	6 - 8,2
35.	<i>Penaeus kerathurus</i> (γαρίδα)	Εύρος επιβιώσεως 15 - 33 Αναπαραγωγή 26 - 28 Μέγιστη ανάπτυξη 25 - 28	Θαλάσσιου νερού	Πάντατε κορεσμένο	7,5 - 7,8
36.	<i>Homarus vulgaris</i> (αστακός)	Εύρος επιβιώσεως 3 - 31 Αναπαραγωγή 15 - 20 Μέγιστη ανάπτυξη 22 - 25	Θαλάσσιου νερού	Πάντατε κορεσμένο (μεγάλη αντοχή σε χαμηλές ποσότητες)	7,5 - 7,8

A/A	Οργανισμοί	Θερμοκρασία νερού °C	Αλατότητα νερού S‰	Οξυγόνο νερού ppm	pH
<b>Γ. ΜΑΛΑΚΙΑ</b>					
37.	<i>Mytilus galloprovincialis</i> (μύδι)	Εύρος επιβιώσεως 1 – 27 Αναπαραγωγή 10 – 20 Μέγιστη ανάπτυξη 10 – 19	Επιβιώσεως 5 – 35 Κύριας εκτρο- φής 25	Πάντοτε κορεσμένο Μεγάλη αντοχή σε χαμηλές ποσότητες	7,5 – 8,1
38.	<i>Ostrea edulis</i> (στρείδι)	Εύρος επιβιώσεως 5 – 20 Αναπαραγωγή 15 – 16 (17,5 – 20) Μέγιστη ανάπτυξη 19 – 24	Ευρύαλο είδος	Πάντοτε κορεσμένο Αξιόλογη αντοχή σε χαμηλές ποσότητες	7,5 – 8,2
39.	<i>Crassostrea sp.</i> (στρείδια)	Εύρος επιβιώσεως 5 – 30 Αναπαραγωγή 18 – 25 Μέγιστη ανάπτυξη 24 – 27	Ευρύαλα είδη	Πάντοτε κορεσμένο Αξιόλογη αντοχή σε χαμηλές θερμοκρασίες	7,5 – 8,2
<b>Δ. ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΝΙΚΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ</b>					
40.	<i>Skeletonema costatum</i>	Μέγιστη ανάπτυξη 17 – 20	35 – 37	Κορεσμένο	7,5 – 7,8
41.	<i>Chaetoceros sp.</i>	Μέγιστη ανάπτυξη 17 – 20	35	Κορεσμένο	7,5 – 7,6
42.	<i>Isochrysis galbana</i>	Μέγιστη ανάπτυξη 19 – 20	23 – 30	Κορεσμένο	7,5 – 7,6
43.	<i>Tetraselmis suecica</i>	Μέγιστη ανάπτυξη 17 – 20	15 – 25	Κορεσμένο	7,5 – 7,6
<b>Ε. ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟΝΙΚΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ</b>					
44.	<i>Daphnia magna</i>	Μέγιστη ανάπτυξη 22 – 24	Γλυκού νερού	Πάντοτε κορεσμένο	7 – 8
45.	<i>Artemia salina</i>	Μέγιστη ανάπτυξη 28	28 – 32	Πάντοτε κορεσμένο	7,5 – 8

A/A	Οργανισμοί	Θερμοκρασία νερού °C	Αλατότητα νερού S‰	Οξυγόνο νερού ppm	pH
46.	<i>Brachionus plicatilis</i>	Μέγιστη ανάπτυξη 30 – 33 Ικανοποιητική ανάπτυξη 18 – 28	25 – 35	Πάντοτε κορεσμένο	8
ΣΤ. ΜΑΚΡΟΦΥΚΗ					
47.	<i>Porphyra sp.</i>	Μέγιστη ανάπτυξη 23 – 25 Εύρος επιβιώσεως 8 – 28	Θαλάσσιο είδος	Αξιόλογη αντοχή σε χαμηλές ποσότητες	7,5 – 8
48.	<i>Laminaria sp.</i>	Μέγιστη ανάπτυξη 23 – 25 Εύρος επιβιώσεως 8 – 28	Θαλάσσιο είδος	Αξιόλογη αντοχή σε χαμηλές ποσότητες	7,5 – 8



## 2.2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Ως βιολογικά χαρακτηριστικά θεωρούνται οι ζωντανοί και μη ζωντανοί οργανισμοί που βρίσκονται στο νερό. Εκτός των εκτρεφόμενων οργανισμών της υδατοκαλλιέργειας περιλαμβάνει την χλωρίδα και την πανίδα που υπάρχουν σε αυτό. Στο σύνολο τους αποτελούν την βιομάζα. Βιομάζα είναι το σύνολο των ζωντανών και μη ζωντανών υλικών σε συγκεκριμένο όγκο του νερού. Ορισμένοι πολύ μικροί ζωικοί ή φυτικοί οργανισμοί που ζουν στο νερό όπως βακτήρια, μύκητες και φύκια γίνονται ορατοί μόνο στο μικροσκόπιο. Από αυτούς τους οργανισμούς άλλοι είναι επιβλαβείς για τα ψάρια και προκαλούν ασθένειες και άλλοι είναι ωφέλιμοι και απαραίτητοι για την ανάπτυξη των ψαριών. Τέτοιοι οργανισμοί είναι οι πλαγκτονικοί (πλαγκτόν είναι μικροσκοπικοί φυτικοί ή ζωικοί οργανισμοί οι οποίοι αιωρούνται στη στήλη του νερού, έχοντας ελάχιστη κολυμβητική ικανότητα). Διακρίνεται σε

- **Φυτοπλαγκτόν**. Είναι αυτότροφοι οργανισμοί που μέσω της φωτοσύνθεσης παράγουν οξυγόνο και βοηθούν να υπάρχει διαθέσιμο οξυγόνο για τους εκτρεφόμενους οργανισμούς, κυρίως στις περιπτώσεις των χωμάτων υδροστασιών. Επίσης το φυτοπλαγκτόν μειώνει την ανάπτυξη φυκιών στις λίμνες και στις υδατοσυλλογές καθώς σκιάζει τον βυθό τους.
- **Ζωοπλαγκτόν**. Είναι ετερότροφοι οργανισμοί και αποτελούν την φυσική τροφή για πολλούς υδρόβιους οργανισμούς.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΝΕΡΟΥ

#### 3.1. Γενικά περί διαχείρισης

Εφόσον έχει επιτευχθεί η κατάλληλη για τους εκτρεφόμενους οργανισμούς ποιότητα νερού, το επόμενο στάδιο είναι να διατηρήσουμε το νερό της υδατοκαλλιέργειας σε καλή κατάσταση.

Διαχείριση του νερού είναι η μεταχείριση του νερού της υδατοκαλλιέργειας έτσι ώστε να διατηρηθεί ένα καλό περιβάλλον για τους καλλιεργούμενους οργανισμούς. Περιλαμβάνει τη γνώση και χρήση των χημικών φυσικών και βιολογικών χαρακτηριστικών του νερού. Η σωστή διαχείριση του νερού προλαμβάνει προβλήματα που περιορίζουν την παραγωγή. Η κακή διαχείριση του νερού έχει σαν αποτέλεσμα, μικρότερο ρυθμό ανάπτυξης και πιθανών αυξημένη θνησιμότητα στον πληθυσμό. Αυτό γιατί οι περισσότεροι οργανισμοί που ζουν στο νερό είναι επιβλαβείς για το περιβάλλον τους. Κατά τη διάρκεια της ζωής τους παράγουν απόβλητα τα οποία υποβαθμίζουν την ποιότητα του νερού. Ο κύριος όγκος των αποβλήτων που παράγονται στις υδατοκαλλιέργειες είναι:

- Οργανική ύλη (αχρησιμοποίητη τροφή και περιττώματα ψαριών)
- Τα προϊόντα αποικοδόμησης της οργανικής ύλης από τα βακτήρια
- Τα άλλα προϊόντα του μεταβολικού κύκλου των ψαριών που εκκρίνονται υπο διαλυτή μορφή στο περιβάλλον νερό.

Τα προβλήματα είναι εμφανή σε πληθυσμούς μεγάλης πυκνότητας, όπου τα νεκρά ψάρια που επιπλέουν στην επιφάνεια του νερού δημιουργούν προβλήματα που θα έπρεπε να αποφευχθούν.

Κύρια σημεία ενδιαφέροντος στη διαχείριση του νερού είναι η έλλειψη οξυγόνου, η δημιουργία των αζωτούχων ενώσεων, η θολότητα και το χρώμα του νερού, η ανάπτυξη των φυκιών και των θαλάσσιων φυτών όπως επίσης και του πλαγκτόν. Έχει σημασία η μελέτη των παραπάνω χαρακτηριστικών του νερού γιατί η αξία του υδάτινου περιβάλλοντος για

τους υδρόβιους οργανισμούς είναι εφάμιλλη με την αξία της καθαρής ατμόσφαιρας για τον άνθρωπο.

Μέχρι σήμερα έχουν γίνει μεγάλα βήματα στην τεχνολογία βελτίωσης και συντήρησης της ποιότητας του νερού στις ιχθυοκαλλιέργειες, ιδίως σε ιχθυοκαλλιέργειες κλειστού κυκλώματος νερού.

### 3.2. Διαύγεια και θολερότητα

Η εξέταση της διαύγειας μιας υδάτινης έκτασης προκειμένου να αξιολογηθεί για την εγκατάσταση υδατοκαλλιέργειας επιβάλλεται γιατί η διαύγεια του νερού είναι συνάρτηση της θολερότητάς του. Θολερότητα είναι η παρουσία στην στήλη του νερού αιωρούμενων κόκκων εδάφους ή πλαγκτόν. Η θολερότητα του νερού σε μια ιχθυοτροφική εκμετάλλευση μπορεί να προκληθεί από τα φερτά υλικά της γειτονικής εδαφικής περιοχής, την αποσάθρωση του εδάφους, την αναμόχλευση του πυθμένα, την ανεπαρκή απομάκρυνση των περιττωμάτων της εκτροφής, όπως και από απορρίψεις λυμάτων και αποβλήτων. Στα χωμάτινα υδροστάσια καταλήγουν χώμα και αδρανή υλικά από τη διάβρωση των τοιχωμάτων τους κατά τη διάρκεια της βροχής κάτι που ενισχύει τη θολότητα του νερού. Ένας πρακτικός τρόπος να αποφευχθεί η διάβρωση των τοιχωμάτων είναι η σπορά χλόης στα τοιχώματα του υδροστασίου.

Οι συνέπειες από την έντονη θολερότητα του νερού είναι:

- Μείωση της κολυμβητικής ικανότητας κυρίως των ψαριών με αποτέλεσμα την έντονη αλλοίωση της φυσιολογικής τους κατάστασης και μείωση του ρυθμού ανάπτυξής τους.
- Μείωση του φωτισμού στην στήλη του νερού με αποτέλεσμα το πλαγκτόν να μην φωτοσυνθέτει επαρκώς και να δημιουργείται έλλειψη οξυγόνου στο νερό.
- Η ιλύς που αιωρείται στο νερό καθιζάνει και σκεπάζει τα αυγά των ψαριών με αποτέλεσμα να μην εκκολάπτονται.
- Παρουσία βλαβών στα βράγχια από τα αιωρούμενα στο νερό στερεά υλικά.

Η σχέση μεταξύ της ποσότητας των αιωρούμενων σωματιδίων και της παρουσίας ψαριών στο νερό μπορεί να κλιμακωθεί ως εξής:

- α) Σε συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών σωματιδίων μικρότερης από 25mg/l δεν υπάρχει ένδειξη για δυσμενή επίδραση στα ψάρια.
- β) Ικανοποιητική μέχρι και ανεκτή κατάσταση σε, ότι αφορά την παρουσία ψαριών αναμένεται σε νερό με αιωρούμενα σωματίδια της τάξεως των 25-80mg/l. Η συνολική παραγωγή των ψαριών των νερών αυτών είναι μικρότερη από εκείνη της προηγούμενης κατηγορίας.
- γ) Συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων που κυμαίνεται από 80-400mg/l χαρακτηρίζουν νερό στο οποίο δεν πρέπει να περιμένει κανείς αξιόλογη παραγωγή ψαριών.
- δ) Σε νερά με συγκέντρωση υλικών περισσότερο από 400mg/l πρέπει να αναμένεται πολύ χαμηλή παραγωγή ψαριών ή και αδυναμία να επιβιώσουν.

Στις καλλιέργειες των μαλάκιων η θολερότητα περιορίζει τη διείσδυση και διαφάνεια των νερών. Έτσι η ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού περιορίζεται όπως και η διαθεσιμότητα των θρεπτικών αλάτων, με αποτέλεσμα να περιορίζεται η ανάπτυξη των μαλάκιων. Η ύπαρξη αρκετών αιωρούμενων στερεών, αυξάνει στα μαλάκια το ρυθμό της διήθησής τους, οπότε με αυτόν τον τρόπο ξοδεύεται ενέργεια χωρίς να τους παρέχεται η ανάλογη τροφή σε θρεπτική αξία από τα αιωρούμενα αυτά στερεά. Τελικά ενεργοποιείται ο μηχανισμός διήθησής τους, ενώ η παρουσία μεγάλων συγκεντρώσεων από αιωρούμενα στερεά είναι πιθανόν να ελαττώνει ακόμη και τον βαθμό προσκόλλησης των προνυμφικών τους σταδίων σε κάθε στερεό υπόστρωμα.

### 3.3. Χρωματισμός

Λιμναία ρηχά νερά ή μικρής εκτάσεως λιμναίες υδατοσυλλογές πρέπει να έχουν χρώμα ελαφρά πράσινο ή κίτρινο καστανό, σκοτεινό πράσινο ή ακόμα και ελαφρά ερυθρό.

Τα χρώματα αυτά σημαίνουν χαμηλή μέχρι και έντονη βιολογική δραστηριότητα (έντονη παρουσία κυανοπράσινου φυτοπλαγκτονικών οργανισμών και δυσατόμων).

Τα νερά των ποταμών παρουσιάζουν την ιδανική κατάσταση για υδατοκαλλιέργεια από την άποψη του χρώματος, πολύ κοντά στις πηγές τους. Προχωρώντας προς τις εκβολές η κατάσταση αλλάζει και το χρώμα των νερών δεν επηρεάζεται μόνο από τους φυσικούς παράγοντες αλλά και από τον βαθμό ρυπάνσεως (οργανικής ή μη, αστικής, γεωργικής ή βιομηχανικής). Η αξιολόγηση επομένως τέτοιων νερών από την άποψη του χρώματος είναι θέμα προσδιορισμού της αιτίας που προκαλεί τους δυσμενείς χρωματισμούς και μελέτη για την διαπίστωση της δυνατότητας εξουδετέρωσης ή όχι των αιτίων αυτών.

Σε περιπτώσεις που παράκτια υφάλμυρα ή θαλασσινά νερά ανοικτών ή ημίκλειστων θαλάσσιων εκτάσεων είναι απαλλαγμένα από την παρουσία ρυπαντικών ουσιών ή δεν επηρεάζονται από τις εκβολές εσωτερικών επιφανειακών νερών, τότε το χρώμα τους είναι ένα από τα αναμενόμενα, μπλε ανοιχτό ή μπλε σκούρο. Η παρουσία αποχετευτικών λυμάτων έχει ως άμεσο αποτέλεσμα την αλλοίωση του φυσιολογικού τους χρωματισμού.

### 3.4. Υδρόβια βλάστηση

Οι ιχθυοκαλλιεργητές, στα χωμάτινα υδροστάσια αντιμετωπίζουν μια δύσκολη πρόκληση στη διατήρηση της ισορροπίας ανάμεσα στο νερό τα ψάρια και την υδρόβια βλάστηση. Η υδρόβια βλάστηση αποτελείται από υδρόβια φυτά και άλγη. Τα άλγη είναι μικροσκοπικοί οργανισμοί κυρίως πλαγκτονικοί μονοκύτταροι οργανισμοί, ενώ τα υδρόβια φυτά είναι πολυκύτταροι οργανισμοί. Τα υδρόβια φυτά διαχωρίζονται σε τρεις κατηγορίες.

- **Επιπλέονια φυτά.** Τα φυτά αυτά δεν έχουν ρίζες στον πυθμένα, επιπλέουν στην επιφάνεια του νερού και παίρνουν από αυτό όλα τα θρεπτικά συστατικά που χρειάζονται. Μερικά από αυτά είναι τα: *Eichornia crassipes* (υδρόβιος υάκινθος), *Pistia stratiotes* (υδρόβιο μαρούλι), *Salvinia curullata* (υδρόβια φτέρη), *Spirodela polyrriza*, *Lemna minor*.

- **Αναδύομενα.** Τα φυτά ριζώνουν στο βυθό και κάποια φύλλα ή μέρη των φυτών προεξέχουν πάνω από την επιφάνεια του νερού, κάποια από αυτά ριζώνουν σε βάθος τριών μέτρων, αλλά συνήθως εμφανίζονται σε ρηχά νερά. Τέτοια φυτά είναι τα: *Nymphaea mexicana*, *Nymphaea tuberosa*, *Nelumbo spp.*, *Nymphoides spp.*
- **Βυθισμένα στο νερό.** Τα φυτά αυτά αναπτύσσονται μέσα στο νερό και σπάνια φτάνουν ή βγαίνουν πάνω από την επιφάνεια του νερού. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν τα: *Hydrilla verticillata*, *Najas marina/minor*, *Potamogeton criptus*, *Vallisneria spiralis*, *Ottelia spp.*

Τα περισσότερα υδρόβια φυτά είναι ανεπιθύμητα ενώ κάποια άλλα αποτελούν τροφή για τα εκτρεφόμενα ψάρια. Στα ανεπιθύμητα φυτά συγκαταλέγεται και ο υδρόβιος υάκινθος που συχνά καλύπτει όλη την επιφάνεια του νερού μειώνοντας το φως στη στήλη του νερού. Πρόβλημα αποτελεί ότι τα υδρόβια φυτά καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες θρεπτικών συστατικών του νερού που διαφορετικά θα χρησιμοποιούνταν για την ανάπτυξη του πλαγκτόν. Η υπέρμετρη ανάπτυξη των φυτών δημιουργεί έλλειψη οξυγόνου κατά τις νυχτερινές ώρες με αποτέλεσμα τα ψάρια να στρεσάρονται από τις διακυμάνσεις της τιμής του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό κατά την διάρκεια ενός εικοσιτετραώρου. Άλλα προβλήματα που δημιουργεί η παρουσία υδρόβιων φυτών, είναι η δυσκολία συλλογής των ψαριών, διότι κρύβονται ανάμεσα στα φυτά.

Τα άλγη ανάλογα το μέγεθος και το σχήμα τους χωρίζονται σε μικροσκοπικά και νηματοειδή. Τα μικροσκοπικά άλγη είναι μονοκύτταροι ή πολυκύτταροι οργανισμοί που δεν αναγνωρίζονται με το γυμνό μάτι αλλά μόνο με την βοήθεια μικροσκοπίου. Τα περισσότερα μικροσκοπικά άλγη ανταποκρίνονται στις ίδιες μεθόδους καταπολέμησης με αυτές των φυτών. Γενικά αυτά τα άλγη είναι χρήσιμα γιατί αποτελούν τη βάση της τροφικής πυραμίδας. Αποτελώντας τροφή για τα ψάρια μεταφέρουν σε αυτά τα θρεπτικά



**Εικόνα 3.** Μερικά είδη υδρόβιων φυτών: (α) *Eichhornia crassipes* (επιπλέοντα),  
(β) *Potamogeton crispus*, (βυθισμένο), (γ) *Hydrilla verticillata* (βυθισμένο),  
(δ) *Nelumbo lutea* (αναδυόμενα).

στοιχεία του νερού. Μέσο τις φωτοσύνθεσης μετατρέπουν το διοξείδιο του άνθρακα σε διαλυμένο οξυγόνο στο νερό της καλλιέργειας. Με την λίπανση των υδροστασίων αυξάνεται η ανάπτυξή τους, γι αυτό και το πράσινο χρώμα στο νερό. Η εκρηκτική ανάπτυξή τους πρέπει να αποφεύγεται γιατί δημιουργεί ελάττωση του διαλυμένου οξυγόνου και του φωτισμού του νερού με αποτέλεσμα τον θάνατο των ψαριών. Κάποια από αυτά τα άλγη όπως *Microcystis*, *Moctiluca*, *Gymnodinium sp.* παράγουν τοξίνες και με την απότομη και έντονη αύξησή τους καλύπτουν την επιφάνεια του νερού προκαλώντας το θάνατο των ψαριών. Ανάλογα τον χρωματισμό του νερού από τα άλγη, το φαινόμενο ονομάζεται ερυθρή, πράσινη ή κίτρινη παλίρροια. Αντιπρόσωποι των μικροσκοπικών αλγών είναι οι *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Nostoc* και άλλοι.

Τα νηματοειδή άλγη είναι ορατά με το γυμνό μάτι σαν στρώμα από ίνες πάνω στην επιφάνεια του νερού και αποτελούν συχνό πρόβλημα στη διαχείριση της καλλιέργειας. Συνήθως ξεκινάει η ανάπτυξή τους από τον πυθμένα, στα ρηχά νερά και μετά επιπλέουν στην επιφάνεια μέχρι να την καλύψουν. Η καταπολέμησή τους γίνεται με χημικές ουσίες ή με απομάκρυνση τους από το νερό. Είδος νηματοειδών που καταπολεμάτε δύσκολα, είναι το *Pithophora* διότι η μορφή του είναι σαν μία μάζα από υγρό πράσινο μαλλί. Η καταπολέμηση γενικότερα της υδρόβιας βλάστησης γίνεται με τρεις μεθόδους: την χημική, την μηχανική και την βιολογική.



Εικόνα 4. *Pithophora*



### 3.4.1. Χημική μέθοδος

Στη χημική μέθοδο καταπολέμησης της υδρόβιας βλάστησης χρησιμοποιούνται κυρίως ζιζανιοκτόνα. Τα ζιζανιοκτόνα μπορούν να ελέγξουν αποτελεσματικά πολλά είδη υδρόβιων χόρτων μέσα στις χωμάτινες δεξαμενές αλλά και στις όχθες τους. Πριν από τη χρήση τους πρέπει να είναι γνωστά: το είδος της βλάστησης, το κατάλληλο ζιζανιοκτόνο, η σωστή ποσότητα που θα χρησιμοποιηθεί, η κατάλληλη εποχή εφαρμογής. Η εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου γίνεται με ψεκασμό ή απλώνεται στην επιφάνεια του νερού. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί κατά την αποσύνθεση της νεκρής υδρόβιας βλάστησης όπου καταναλώνεται οξυγόνο και η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου του νερού μπορεί να πέσει κάτω από το επιθυμητό επίπεδο. Οι κυριότερες χημικές ουσίες και σκευάσματα είναι:

#### Καταπολέμηση χόρτων

*2,4-D*

*2,4 - D+Butoxyethyl ester*

*2,4-D+ Οξικό οξύ*

*Glyphosate*

*Endothall*

*Amitrole*

*Diquat*

*Dichlobenil*

*Sodium arsenite*

*Fluridone*

#### Καταπολέμηση αλγών

*Copper sulfate*

*Curtine plus*

*Chelated copper*

*Elemental copper*

### 3.4.2. Μηχανική μέθοδος

Η μηχανική μέθοδος περιλαμβάνει την χρήση μηχανημάτων κοπής της υδρόβιας βλάστησης αλλά και την χειρονακτική κοπή αυτών. Σε μικρό βάθος, κάποια φυτά ξεριζώνονται και απομακρύνονται με τα χέρια ενώ κάποια άλγη που έχουν την μορφή βαμβακιού όπως π.χ. *Pithophora* απομακρύνονται με τσουγκράνα. Για υδροστάσια μεγάλου

βάθους και λίμνες υπάρχουν μηχανές προσαρμοσμένες σε μικρά επιπλέοντα σκάφοι, οι οποίες κόβουν τα χόρτα μέχρι και ένα μέτρο κάτω από την επιφάνεια του νερού.

### 3.4.3. Βιολογική μέθοδος

Η βιολογική μέθοδος ελέγχου ανάπτυξης της υδρόβιας βλάστησης περιλαμβάνει την καλλιέργεια κάποιων φυτοφάγων ψαριών ταυτόχρονα με τα ψάρια της παραγωγής. Ως φυτοφάγο ψάρι καθορίζεται από τους *Opuszynskin* και *Shireman* (1995) το ψάρι που η φυτικής προέλευσης τροφή αποτελεί πάνω από το 50% της τροφής του για τουλάχιστον κάποια περίοδο της ζωής του. Οι διατροφικές συνήθειες των ψαριών αλλάζουν ανάλογα την εποχή ή την ηλικία των ψαριών. Οι *Opuszynski* και *Shireman* (1995) αναφέρουν 24 οικογένειες και συνολικά 37 είδη φυτοφάγων ψαριών. Τα 20 ανήκουν στην οικογένεια *Cyprinidae* και 8 στην οικογένεια *Cichlidae*. Το πιο γνωστό ψάρι που χρησιμοποιείται σε μεγάλη κλίμακα για τον έλεγχο της υδρόβιας βλάστησης είναι το *Ctenopharyngodon idella* (*Grass carp*). Τρώει τα επιπλέοντα, τα αναδυόμενα φυτά και τα άλγη που είναι πλουσιότερα σε πρωτεΐνη. Συγκεκριμένα προτιμάει τα: *Hydrilla*, *Najas gramineae*, *Lemma ottelia*, *Eichornia*, *Pistia*, *Salvinia* και άλγη όπως *Nitella* και *Spirogyra*. Άλλα φυτοφάγα ψάρια είναι τα:

*Cyprinus Carpio*

*Tilapia rendalli*

*Scardinius erythrophthalmus*

*Rutilus rutilus*

*Oreochromis mossambicus*

*Oreochromis aureus*

*Osphronemus goramy*

*Hypophthalmichthys molitrix* (*Silver carp*)

Αυτή η μέθοδος σε σχέση με τη χημική είναι εντελώς ακίνδυνη για τα ψάρια της υδατοκαλλιέργειας. Μειονέκτημα είναι ότι τα φυτοφάγα ψάρια που προσθέτονται στην υδατοκαλλιέργεια είναι ανταγωνιστές των ψαριών της παραγωγής σε τροφή και οξυγόνο.



Εικόνα 5. *Ctenopharyngodon idella* (Grass carp)

### 3.5. Διάφορες ενώσεις και στοιχεία του νερού

Το νερό που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη ψαριών στις υδατοκαλλιέργειες περιέχει ενώσεις και ουσίες που είναι διαλυμένες ή αιωρούνται μέσα σε αυτό. Κάποιες από αυτές είναι επικίνδυνες και κάποιες αβλαβής. Η επίδραση τους μπορεί να είναι κατευθείαν στο ψάρι ή να δημιουργούν τέτοιες συνθήκες στο νερό που να βλάπτουν το ψάρι. Ο φώσφορος, το φθόριο, το νάτριο, το χλώριο και το θείο είναι μερικές από τις ουσίες που πιθανόν να υπάρχουν στο νερό. Επίσης πιθανό να υπάρχουν επικίνδυνα βαρέα μέταλλα όπως ο μόλυβδος και ο υδράργυρος.

Στο νερό, ο φώσφορος βρίσκεται στη μορφή του φωσφορικού άλατος. Υψηλή συγκέντρωση φωσφορικού άλατος δεν βλάπτει κατευθείαν τα ψάρια αλλά ενισχύει την υπερβολική ανάπτυξη του πλαγκτόν που αλλοιώνει την ποιότητα του νερού της υδατοκαλλιέργειας. Τα λύματα που καταλήγουν στις λίμνες και τα ποτάμια περιέχουν φωσφορικό άλας με αποτέλεσμα να έχουμε υπερβολική ανάπτυξη του πλαγκτόν και ευτροφισμό σε κάποιες περιπτώσεις. Ευτροφισμός είναι ο υπερβολικά θρεπτικός

εμπλουτισμός του νερού που συνήθως οφείλετε στο άζωτο και στο φώσφορο. Η ξαφνική ανάπτυξη του πλαγκτόν δεσμεύει το διαλυμένο οξυγόνο του νερού με αποτέλεσμα να πεθαίνουν τα ψάρια, και όλοι οι υδρόβιοι οργανισμοί.

Το χλώριο του νερού που προέρχεται από αστικά λύματα μπορεί να προκαλέσει πρόβλημα στα μικρά ψάρια. Έχει παρατηρηθεί ότι οι υδρόβιοι οργανισμοί και ιδιαίτερα τα ψάρια είναι έντονα ευαίσθητα στην παρουσία χλωρίου. Η πρώτη αντίδραση των ψαριών που εκτίθενται σε νερά με περιεκτικότητα χλωρίου πέρα από την επιτρεπτή είναι μια χαρακτηριστική αδράνεια που σύντομα ακολουθεί ο θάνατός τους. Η αποχλωροποίηση του νερού σε αυτές τις περιπτώσεις είναι απαραίτητη και επιτυγχάνεται με χημικές ουσίες που λέγονται αποχλωροποιητές.

Στο θαλασσινό νερό περιέχονται επίσης διάφορα άλατα, ιχνοστοιχεία, και αέρια. Η σύσταση της θάλασσας μπορεί να μεταβάλλεται βραχυπρόθεσμα λόγω βιολογικών διεργασιών (π.χ. επίδραση της θερμοκρασίας) αλλά κυρίως λόγω της εισροής αποβλήτων και τοξικών ουσιών. Παρακάτω δίνονται σε mg/l οι συγκεντρώσεις των στοιχείων που περιέχονται στο θαλασσινό νερό και οι ενώσεις με τις οποίες κυρίως εμφανίζονται. Τα πιο σημαντικά διαλυμένα αέρια είναι το οξυγόνο και το διοξείδιο του άνθρακα,

Πίνακας 11. Οι συγκεντρώσεις των κυριότερων στοιχείων στο νερό

Στοιχείο	Συγκέντρωση mg/l	Κυριότερες ενώσεις - με τις οποίες εμφανίζονται	Χρόνος παραμο- νής σε έτη
C	28	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , οργανι- κές ενώσεις	-
N	0.5	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , N <sub>2</sub> (g), οργανικές ενώσεις	-
O	857,000	H <sub>2</sub> O, O <sub>2</sub> (g), SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> και άλλα ανιόντα	-
F	1.3	F <sup>-</sup>	-
Ne	0.0001	Ne(g)	-
Na	10,500	Na <sup>+</sup>	2.6x10 <sup>8</sup>
Mg	1350	Mg <sup>2+</sup> , MgSO <sub>4</sub>	4.5x10 <sup>7</sup>
Al	0.01	-	1.0x10 <sup>2</sup>
Si	3	Si(OH) <sub>4</sub> , Si(OH) <sub>3</sub> O	8.0x10 <sup>4</sup>
P	0.07	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	-
S	885	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-
Cl	19,000	Cl <sup>-</sup>	-
K	380	K <sup>+</sup>	1.1x10 <sup>7</sup>
Ca	400	Ca <sup>2+</sup> , CaSO <sub>4</sub>	8.0x10 <sup>6</sup>
V	0.002	VO <sub>2</sub> (OH) <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1.0x10 <sup>4</sup>
Cr	0.00005	-	3.5x10 <sup>2</sup>
Mn	0.002	Mn <sup>2+</sup> , MnSO <sub>4</sub>	1.4x10 <sup>3</sup>
Fe	0.01	Fe(OH) <sub>3</sub> (s)	1.4x10 <sup>2</sup>
Co	0.0005	Co <sup>2+</sup> , CoSO <sub>4</sub>	1.8x10 <sup>4</sup>
Ni	0.02	Ni <sup>2+</sup> , NiSO <sub>4</sub>	1.8x10 <sup>4</sup>
Cu	0.003	Cu <sup>2+</sup> , CuSO <sub>4</sub>	5.0x10 <sup>4</sup>
Zn	0.01	Zn <sup>2+</sup> , ZnSO <sub>4</sub>	1.8x10 <sup>5</sup>
As	0.003	HAsO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , H <sub>2</sub> AsO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub> , H <sub>3</sub> AsO <sub>3</sub>	-
Br	65	Br <sup>-</sup>	-
Rb	0.12	Rb <sup>+</sup>	2.7x10 <sup>5</sup>
Sr	8	Sr <sup>2+</sup> , SrSO <sub>4</sub>	1.9x10 <sup>7</sup>
Ag	0.00004	AgCl <sub>2</sub> <sup>-</sup> , AgCl <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	2.1x10 <sup>6</sup>
Cd	0.00011	Cd <sup>2+</sup> , CdCl <sup>+</sup>	5.0x10 <sup>5</sup>
Sn	0.0008	-	1.0x10 <sup>4</sup>
Ba	0.03	Ba <sup>2+</sup> , BaSO <sub>4</sub>	8.4x10 <sup>4</sup>
Au	0.000004	AuCl <sub>4</sub> <sup>-</sup>	5.6x10 <sup>5</sup>
Hg	0.00003	HgCl <sub>3</sub> <sup>-</sup> , HgCl <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	4.2x10 <sup>4</sup>
Pb	0.00003	Pb <sup>2+</sup> , PbSO <sub>4</sub>	1.0x10 <sup>3</sup>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΡΥΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΜΟΛΥΝΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

#### 4.1. Ρύπανση του νερού

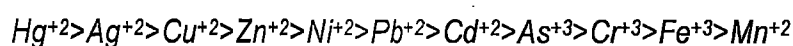
Η παρουσία διαφόρων ανόργανων και οργανικών ουσιών "ξένων" προς το νερό, σήμερα είναι δυστυχώς μια πραγματικότητα που δεν μπορεί να αγνοηθεί. Οι ουσίες αυτές λέγονται ρυπογόνες και ρύπανση ονομάζεται η από διάφορες αιτίες αλλαγή της χημικής και θερμοκρασιακής κατάστασης μιας φυσικής υδατοσυλλογής, εφόσον οι αλλαγές αυτές προξενούν κατάσταση δυσμενούς επιβίωσης ή παντελούς έλλειψης ζωής στο υδάτινο περιβάλλον. Οι ρυπογόνες ουσίες των γλυκών αλλά και των θαλάσσιων υδάτων μπορούν να καταταχθούν ως εξής:

- Οργανικές αποικοδομήσιμες ενώσεις. Αυτές προέρχονται από τα αστικά λύματα και ορισμένες βιομηχανίες (μονάδες επεξεργασίας άνθρακα, ξύλου και οξειδώνονται από τα βακτήρια σε διάστημα 15-30 ημερών. Σε αυτές περιλαμβάνονται και οι φενωλικές ενώσεις που σήμερα αποτελούν μια από τις σημαντικότερες αιτίες ρύπανσης ποταμών, λιμνών, αλλά και θαλασσών (κυρίως παραλιακών θαλάσσιων υδάτων). Οι ουσίες αυτές επιδρούν τοξικά σε κάθε είδους υδρόβιους οργανισμούς, προκαλώντας δυσμενές περιβάλλον διαβίωσης. Ιδιαίτερα στα ψάρια προκαλούν ανεπιθύμητες χρώσεις και οσμές στη σάρκα τους. Επίσης εξαιτίας της έντονης και εύκολης οξείδωσής τους, οι ουσίες αυτές αφαιρούν σημαντικές ποσότητες οξυγόνου από το νερό. Για την καταπολέμησή αυτών των ουσιών σε υδατοσυλλογές εκτροφής υδρόβιων οργανισμών απαιτείται η αύξηση της ποσότητας της παροχής του νερού ή συμπληρωματική παροχή οξυγόνου.
- Βαρέα μέταλλα. Τα μεταλλικά στοιχεία είναι λίγο τοξικά για τους υδρόβιους οργανισμούς, ενώ η τοξικότητα των αλάτων τους είναι πολύ ισχυρή. Βαρέα μέταλλα είναι τα μέταλλα που έχουν ειδικό βάρος μεγαλύτερο από εκείνο του σιδήρου (7,86), αυτά

είναι ο μόλυβδος (*Pb*), χρώμιο (*Cr*), νικέλιο (*Ni*), υδράργυρος (*Hg*) κλπ. Τα ιχνοστοιχεία χαλκός (*Cu*), ψευδάργυρος (*Zn*), μαγγάνιο (*Mn*) είναι απαραίτητα σε μικρές ποσότητες για τη ζωή. Κάποια άλλα όπως ο μόλυβδος, ο υδράργυρος το κάδμιο και το αρσενικό είναι επικίνδυνα για τον άνθρωπο, τα ζώα και τα φυτά. Για το λόγο αυτό αποφεύγουμε να χρησιμοποιούμε στην υδατοκαλλιέργεια υδραυλικούς σωλήνες που περιέχουν μόλυβδο. Η μείωση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό αυξάνει την τοξικότητα των βαρέων μετάλλων ενώ με τη αύξηση της σκληρότητας του νερού η τοξικότητα μειώνεται γιατί πολλά ιόντα μετάλλων καθιζάνουν ως ανθρακικά άλατα ή ενώσεις που αποδίδουν στο περιβάλλον ιόντα  $\text{OH}^-$ . Συνοπτικά η τοξική δράση των βαρέων μετάλλων στους υδρόβιους οργανισμούς εξαρτάται:

1. Από τις φυσικοχημικές συνθήκες του νερού (θερμοκρασία, pH, αλατότητα, οξυγόνο σκληρότητα κλπ.)
2. Από το είδος του εκτρεφόμενου οργανισμού (ψάρια,καρκινοειδές, μαλάκια, φυτοπλαγκτόν, ζωοπλαγκτόν κλπ.)
3. Από την ηλικία και την φυσιολογική κατάσταση των οργανισμών.
4. Από την παρουσία (είδος και ποσότητα) άλλων τοξικών ουσιών στο νερό.
5. Από το είδος και την ποσότητα του μεταλλικού στοιχείου.

Η σειρά τοξικότητας των βαρέων μετάλλων είναι:



Οι σημαντικότερες πηγές ρύπανσης του νερού σε διαλυτές μεταλλικές ενώσεις είναι τα αστικά λύματα, τα βιομηχανικά απόβλητα, τα λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα.

- Συνθετικές οργανικές ενώσεις. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα παρασιτοκτόνα και φυτοφάρμακα που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο και την καταπολέμηση ανεπιθύμητων φυτικών και ζωικών οργανισμών. Μερικά από αυτά είναι το *DDT*, *Aldrin*, *Lindan*, *Mirex*, *Malathion*, *Parathion*, *Baygon*, *Silvex*, *24.5-T*. Η βιοαποικοδόμησή τους είναι πολύ μικρή έχουν χρόνο ζωής από 9 ως 116 χρόνια, με αποτέλεσμα τα ιζήματα να λειτουργούν σαν μέσο αποθήκευσής τους. Η απορρόφηση των συνθετικών οργανικών

ενώσεων από τα υδροχαρή φυτά είναι μεγάλη και στη συνέχεια συσσωρεύονται στο λίπος των ψαριών. Οι ενώσεις αυτές είναι λιποδιάλυτες και επομένως διαλύονται στη μεμβράνη του λίπους που περιβάλλει τις ίνες των νεύρων και παρεμποδίζουν την μεταφορά ιόντων προς και από την ίνα.

- Θρεπτικά συστατικά. Τα άλατα φωσφόρου και αζώτου σε μικρές ποσότητες αποτελούν απαραίτητα θρεπτικά συστατικά των φυτοπλακτονικών οργανισμών που φωτοσυνθέτουν. Η παρουσία τους στο νερό οφείλεται στην αποσύνθεση των νεκρών οργανισμών στη θάλασσα ή των υπολειμμάτων τροφής στις υδατοκαλλιέργειες, όπου εκτός από διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) ελευθερώνεται άζωτο και φώσφορος, σε ανόργανη μορφή. Όταν ένα υδάτινο περιβάλλον περιέχει μεγάλες ποσότητες νιτρικών και φωσφορικών αλάτων, δημιουργείται ευτροφισμός. Οι συγκεντρώσεις αζώτου και φωσφόρου για να προκληθεί έκρηξη στην αύξηση των αλγών είναι 0,8mg/l και 0,1mg/l αντίστοιχα, οπότε τα νερά λόγω του ευτροφισμού γίνονται βρώμικα με δυσάρεστη οσμή και υποτυπώδη ζωή.
- Θερμά απόβλητα. Είναι τα απόβλητα κυρίως των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τα οποία χρησιμοποιούν το νερό φυσικών υδατοσυλλογών για την ψύξη των μηχανών τους και αποβάλλουν το θερμό νερό ξανά στις υδατοσυλλογές. Τα αποτελέσματα της αύξησης της θερμοκρασίας του νερού σε μια υδατοσυλλογή είναι η μείωση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό και ταυτόχρονα οι αυξημένες απαιτήσεις των υδρόβιων οργανισμών σε οξυγόνο. Επίσης παρατηρείται αυξημένος ρυθμός αποσύνθεσης των αποβλήτων των ψαριών καταναλώνοντας γρηγορότερα το οξυγόνο. Η αύξηση θερμοκρασίας του νερού μιας φυσικής υδατοσυλλογής που χρησιμοποιείται στους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι 8-11°C.
- Ραδιενεργά απόβλητα. Ραδιενεργά απόβλητα θεωρούνται όλα τα απόβλητα υλικά που εκπέμπουν κάποια μορφή ακτινοβολίας. Μιλώντας για ραδιενεργή ρύπανση αναφερόμαστε κυρίως στη ρύπανση των θαλάσσιων υδάτων διότι στη θάλασσα γίνονται οι περισσότερες πυρηνικές δοκιμές γιατί τα νερά των ωκεανών είναι η πιο εύκολη λύση



για να ξεφορτωθούν τα πυρηνικά εργοστάσια τα επικίνδυνα απόβλητά τους. Η ραδιενέργεια επίσης μπορεί να προέρχεται από τη φυσική διάσπαση ορισμένων ορυκτών αλλά και από την επίδραση της κοσμικής ακτινοβολίας.

Η ραδιενεργός ρύπανση επιδρά στο γενετικό υλικό έχει μεγάλη διάρκεια τοξικότητας και περνά μέσω της τροφικής αλυσίδας στον άνθρωπο. Οι βλάβες από τη ραδιενέργεια μπορεί να είναι οξείες ή και μακροχρόνιες. Στον άνθρωπο προσβάλλει τα μακρομόρια και κατόπιν παρατηρούνται χημικές αλλοιώσεις στο λεύκωμα και το DNA. Επιπλέον τα περισσότερα από τα ραδιενεργά απόβλητα διατηρούν τις βλαβερές ιδιότητές τους για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα, γεγονός που τα καθιστά διαχρονικά επικίνδυνα.

- Πετρέλαιο. Η ρύπανση από πετρέλαιο και υποπροϊόντα αυτού, είναι ίσως η πιο γνωστή περίπτωση θαλάσσιας ρύπανσης. Η ρύπανση της θάλασσας από πετρέλαιο προέρχεται από τα βιομηχανικά λύματα και τα πετρελαιοφόρα πλοία. Πιο συγκεκριμένα από το άδειασμα των νερών έρματος καθώς και από τα θαλάσσια ατυχήματα των πλοίων αυτών. Μερικές από τις βλάβες που προκαλεί το πετρέλαιο στα ψάρια είναι η αλλαγή στην αναπαραγωγή, τον μεταβολισμό την συμπεριφορά την ανάπτυξη και την ιστολογία.

Οι υδρογονάνθρακες σε χαμηλές συγκεντρώσεις προκαλούν στα ψάρια αναισθησία και νάρκωση, ενώ σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις προκαλούν αλλοίωση του αναπνευστικού συστήματος και νέκρωση των κυττάρων. Η αναπνευστική αλλοίωση των οργανισμών είναι πολύ έντονη μετά την επίδραση των υδρογονανθράκων, ενώ σχετικά σύντομα επανέρχεται με την μεταφορά των οργανισμών σε καθαρά νερά.

Το γεγονός αυτό οφείλεται στην άμεση πρόσληψη αλλά και σχετικά σύντομη αποβολή των υδρογονανθράκων από τους ιστούς των οργανισμών. Οι επιπτώσεις της μόλυνσης του νερού από πετρέλαιο είναι και βραχυπρόθεσμες. Η στιβάδα του πετρελαίου μειώνει την διαπερατότητα του φωτός που μπορεί να φτάσει μείωση

μέχρι 90% σε βάθος 2 μέτρων, οπότε αναστέλλεται η φωτοσύνθεση. Επίσης μειώνεται η δυνατότητα διάλυσης ατμοσφαιρικού οξυγόνου στο νερό και δημιουργούνται ασφυκτικές καταστάσεις για την βιοκοινωνία.

Οι υδρογονάνθρακες του πετρελαίου έχουν επίδραση και στους υδρόβιους φυτικούς οργανισμούς. Για ποσότητα αργού πετρελαίου 30-200mg/l παρατηρείται ελάττωση του φυτοπλαγκτού από 90-100% σε διάστημα 5 ημερών. Ακόμη μέσω της τροφικής αλυσίδας συσσωρεύεται σε ανώτερους ζωικούς οργανισμούς.

#### **4.2. Έλεγχος της μόλυνσης του νερού**

Ο έλεγχος της μόλυνσης του νερού στην υδατοκαλλιέργεια γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο ελέγχεται η μόλυνση του νερού που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στην υδατοκαλλιέργεια και στο δεύτερο στάδιο γίνεται έλεγχος του νερού που αποβάλλεται από αυτήν.

Το νερό που χρησιμοποιείται σε κάθε υδατοκαλλιέργεια πρέπει να είναι καθαρό από κάθε είδους μόλυνση που επηρεάζει την ανάπτυξη των ψαριών και τα κάνει μη βρώσιμα για τον άνθρωπο. Η μόλυνση του νερού οφείλεται κυρίως στα απόβλητα βιομηχανιών και στα αστικά λύματα που χύνονται σε αυτό. Ακόμα και το νερό των γεωτρήσεων μπορεί να είναι μολυσμένο από τη χρήση γεωργικών φαρμάκων. Μικρότερες πιθανότητες μόλυνσης έχουν τα νερά των φυσικών πηγών, των οποίων η χρήση αποφεύγεται λόγω της χαμηλής τους θερμοκρασίας.

Όπως το νερό ελέγχεται για μόλυνση πριν χρησιμοποιηθεί στη μονάδα, με τον ίδιο τρόπο πρέπει ελέγχεται και κατά την έξοδό του από αυτήν. Διότι το νερό που αποβάλλεται από την μονάδα περιέχει υπολείμματα τροφής, απόβλητα ψαριών, υπολείμματα χημικών ουσιών, νεκρά ψάρια. Το νερό αυτό καταλήγοντας στις λίμνες και στα ποτάμια προκαλεί μόλυνση του περιβάλλοντος. Ο καθαρισμός αυτού του νερού με φίλτρα είναι ασύμφορος οικονομικά και για το λόγο αυτό κατακρατείται σε μια μεγάλη δεξαμενή για λίγες ημέρες ώστε να καθιζάνουν οι αιωρούμενες ουσίες.

Πίνακας 12. Πηγές τοξικών μεταλλικών στοιχείων (O' Connor, 1974)

Τοξικά μεταλλικά στοιχεία	Κύριες μορφές ιόντων στο νερό	Πηγές	
		Πετρώματα	Ανθρώπινες δραστηριότητες
As	$\text{AsO}_2^-$ $\text{AsO}_4^{3-}$	$\text{FeAsS}$ $\text{As}_2\text{S}_3$ $\text{AsO}_2$ $\text{FeAs}_2$ $\text{As}_4\text{S}_4$	Ζιζανιοκτόνα Λιπάσματα Απορρυπαντικά
Cd	$\text{Cd}^{2+}$	$\text{CdCO}_3$ $\text{CdS}$ $\text{CdO}$	Χρωματισμός Φωτογραφία Γαλβανοπλαστική
Cr	$\text{Cr}^{3+}$ $\text{CrO}_4^{2-}$ $\text{CrO}_7^{2-}$	$\text{FeCr}_2\text{O}_4$	Μεταλλουργία Βιομηχανία χρωμάτων, Μελάνι
Pb	$\text{Pb}^{2+}$	$\text{PbO}$ , $\text{PbS}$ $\text{PbCO}_3$ $\text{PbSO}_4$	Καύσιμα αυτοκινήτων και σκαφών Βιομηχανία πυρομαχιών
Hg	$\text{Hg}_2^{2+}$ , $\text{Hg}^{2+}$	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ $\text{HgS}$ , $\text{HgO}$	Βιομηχανίες χλωρίου Ηλεκτρονικά Εντομοκτόνα Μυκητοκτόνα
Se	$\text{SeO}_3^{2-}$ $\text{SeO}_4^{2-}$	Μικρή ποσότητα σε θειούχα μεταλλεύματα	Χυτήρια χαλκού
Ag	$\text{Ag}^+$	$\text{Ag}_2\text{O}$ , $\text{AgCl}$ $\text{AgS}$ , $\text{AgF}$	Βιομηχανίες τροφίμων και ποτών Γαλβανοπλαστική

**Πίνακας 13.** Κυριότεροι ρύποι που εισάγονται στους ωκεανούς από ανθρώπινες δραστηριότητες και φυσικές πηγές.

Κατηγορία Ρύπων	Προέλευση από φυσικές πηγές	Προέλευση από ανθρώπινες δραστηριότητες
Υδρογονάνθρακες πετρελαίου	Ποτάμια, νερά βροχής, ηφαίστεια, διαρροές πετρελαίων, ατμόσφαιρα, βακτηρία στην υδάτινη στήλη.	Μεταφορικά μέσα, παραγωγή αεροζόλ, έκπλυση αστικών περιοχών από νερά βροχής
Αιωρούμενα σωματίδια	Ποτάμια, νερά βροχής, θολερά ρεύματα, νεφελοειδείς στιβάδες, υψηλή βιολογική παραγωγή, ατμόσφαιρα	Κτηνοτροφία, αλιεία, λιμάνια, ποτάμια, κανάλια, αστικά και βιομηχανικά απόβλητα, γεωκτήσεις
Βαρέα μέταλλα	Ηφαίστεια, ποτάμια, νερά βροχής, ιζήματα, αποπύκνωση οργανικών	Βιομηχανικά και αστικά απόβλητα
Ραδιενεργά υλικά	Ποτάμια, νερά βροχής, ατμόσφαιρα, μεταλλοφόρα κοιτάσματα	Βιομηχανικά και αστικά απόβλητα, εργαστήρια πυρηνικής ενέργειας, πυρηνικές δοκιμές
Θρεπτικά υστατικά	Ποτάμια, νερά βροχής, ιζήματα πυθμένα που ανέρχονται στην επιφάνεια, βιολογική ανακύκλωση, ατμόσφαιρα	Αστικά λύματα, λιπασματα από γεωργικές καλλιέργειες
Θερμική αλλοίωση	Ηφαίστεια, υπερθέρμες τροφές, λιμνοθάλασσες ή εμβολές ποταμών	Απόβλητα τύργων ψύξης, μετατροπή/χρησιμοποίηση της θερμικής ενέργειας των ωκεανών
BOD	Αποπύκνωση, ευτροφισμός, κόκκινη παλίρροια (Red-tide)	Αστικά και βιομηχανικά απόβλητα, απόβλητα κονσερβοποιίας
Αλατιότητα	Ρηχές λιμνοθάλασσες, ποτάμια, «θόλοι άλατος» (salt-flats)	Βιομηχανικά απόβλητα που περιλαμβάνουν απόθεση άμλης από κοιλότητες αποθήκευσης και «θόλοι άλατος».

Πίνακας 14. Βαρέα μέταλλα χρησιμοποιούμενα από τις κυριότερες βιομηχανίες (Dean et al., 1972)

Βιομηχανία	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Pb	Ni	Sn	Zn
Χάρτου		+	+		+			+		+
Οργανικών χημικών, πετροχημικών	+	+		+	+			+		+
Αλκαλικών, χλωρίου, ανόργανων χημικών	+	+		+	+			+		+
Αιπασμάτων	+	+	+	+	+	+	+	+		+
Διυλιστήρια πετρελαίου	+	+	+	+				+	+	+
Σιδήρου	+	+	+	+	+			+	+	+
Μεταλλουργείων (εκτός σιδήρου)	+	+	+		+			+		+
Αυτοκινήτων - αεροσκαφών	+	+	+		+				+	
Υάλου, τσιμέντου, ασβεστίου		+								
Υφασμάτων		+								
Δερμάτων		+								
Παραγωγής, με ατμό, ηλεκτρικού ρεύματος		+								

Πίνακας 15. Μέταλλα σε απόνερα βιομηχανιών (Klein et al., 1974)

Βιομηχανία	Μέση συγκέντρωση mg/l				
	Cu	Cr	Ni	Zn	Cd
Κρέατος	150	150	70	460	11
Απολιπώσεως	220	210	280	3890	6
Ιχθυοκομικών προϊόντων	240	230	140	1590	14
Αρτοποιίας	150	330	430	280	2
Διάφορων τροφίμων	350	150	110	1100	6
Ζυθοποιίας	410	60	40	470	5
Αναψυκτικών	2040	180	220	2990	3
Παγωτών	2700	50	110	780	31
Χρώσεως υφασμάτων	37	820	250	500	30
Γουνοποιίας	7040	20140	740	1730	115
Διαφόρων χημικών	160	280	100	800	27
Πλυντηρίων	1700	1220	100	1750	134
Πλυντηρίων αυτοκινήτων	180	140	190	920	18

**Πίνακας 16.** Απαιτούμενη ποιότητα των υδάτων για οστρακοειδή (Οδηγία του Συμβουλίου της 30ης Οκτωβρίου 1979, περί της απαιτούμενης ποιότητας των υδάτων για οστρακοειδή, 79/923/ΕΟΚ)

Παράμετρος	G	I	Πρότυπη μέθοδος ανάλυσης	Ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψίας και μέτρησης
1 pH μονάδα pH		7-9	-Πλεκτρομετρία Η μέτρηση πραγματοποιείται επί τόπου συγχρόνως με τη δειγματοληψία	Τριμηνιαία
2 Θερμοκρασία °C	Η διαφορά θερμοκρασίας που προέρχεται από μια απορριφή δεν πρέπει στα ύδατα για οστρακοειδή που εληρειαζονται από αυτή την απορριφή, να ξεπερνά περισσότερο από 2 °C τη θερμοκρασία που μετρείται στα ύδατα που δεν εληρειαζονται.		-Θερμομετρία Η μέτρηση πραγματοποιείται επί τόπου συγχρόνως με τη δειγματοληψία	Τριμηνιαία
3 Χρωματισμός (μετά από διήθηση) mg Pt/l		Το χρώμα του ύδατος μετά από διήθηση, το οποίο προέρχεται από απορριφή, δεν πρέπει για τα ύδατα για οστρακοειδή που εληρειαζονται από αυτή την απορριφή, να διαφέρει περισσότερο από 100 mg Pt/l από το χρώμα που	-Διήθηση με διηθητική μεμβράνη με διάμετρο πόρου 0,45 μm Φωτομετρική μέθοδος, στα πρότυπα της κλιμακίας λευκοχρυσουκοβαλτίου	Τριμηνιαία

Παράμετρος	G	I	Πρότυπη μέθοδος ανάλυσης	Ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψίας και μέτρησης
4	Λυοφύοιμενα στερεά mg/l	<p>μετρείται στα ύδατα που δεν επηρεάζονται</p> <p>Η αύξηση της περιεκτικότητας σε αλοφύοιμενα στερεά που προκαλείται από απόρριψη δεν πρέπει για τα ύδατα για οστρακοειδή που επηρεάζονται από αυτή την απόρριψη, να ξεπερνάσει περιακότιμο από 30% την περιεκτικότητα που μετρείται στα ύδατα που δεν επηρεάζονται</p> <p>- ≤ 40%</p> <p>Η μεταβολή της αλατινότητας που προκαλείται από μια απόρριψη δεν πρέπει για τα ύδατα για οστρακοειδή που επηρεάζονται από αυτή την απόρριψη, να ξεπερνάει περισσότερο από 10% την αλατινότητα που μετρείται στα ύδατα που δεν επηρεάζονται</p> <p>- ≥ 70 % (μέση τιμή)</p> <p>- Αν μια ξεχωριστή μέτρηση δείχνει μια τιμή αλατινότητας</p>	<p>-Αιθέρηση με διαθρηκτική μεμβράνη με διάμετρο πόρου 0,45 μm, ξήρανση στους 105 °C, και ζύγιση</p> <p>-Φυγοκέντρωση (ελάχιστος χρόνος 5 λεπτά, μέση επιτάχυνση 2.800 έως 3.200 g), ξήρανση στους 105 °C και ζύγιση</p>	Τριμηνιαία
5	Αλατινότητα ‰ 12-38‰		Αγορημομετρία	Μηνιαία
6	Διαλυμένο οξυγόνο (% κορεσμού)	≥ 80%	<p>- Μέθοδος Winkler</p> <p>- Ηλεκτροχημική μέθοδος II</p>	Μηνιαία, με ένα τουλάχιστον αναφανωμένο δείγμα χα-

Παράμετρος	G	1	Πρότυπη μέθοδος ανάλυσης	Ελάχιστη συγκέντρωση δειγματοληψίας και μέγεθός της
7	Υδρογονάνθρακες πετρελαϊκής προέλευσης	Οι υδρογονάνθρακες δεν πρέπει να υπάρχουν στο υ-δοφό για οξυακεϊδική σε ποσότητα τέτοια ώστε:	Οπτικός έλεγχος	μηνίως περιεχόμενους σε οξυγόνο που καθορίζεται την ημέρα της δειγματοληψίας. Ωστόσο, αν υπάρχει υποψία σημαντικών ημερήσιων μεταβολών, θα πραγματοποιηθούν τουλάχιστον δύο δειγματοληψίες την ημέρα Τμήματα
8	Ουσίες οργανοχλωρίνης	Οι υδρογονάνθρακες δεν πρέπει να υπάρχουν στο υ-δοφό για οξυακεϊδική σε ποσότητα τέτοια ώστε:	Χρωματογράφημα σε αέρια φάση μετά από εξαγωγή με κατάλληλα διαλύτεα και καθαρισμό	Εξαμηνιαία



Ποσότητα	Γ	Ι	Πρώτη μέθοδος ανάλυσης	Ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψίας και μέτρησης	
9	Μετάλλια Αζήμιος As Αρσενικό As Κόβριο Cu Χρυσό Cr Χαλκός Cu Υδρογόνας H <sub>2</sub> Νικέλιο Ni Μόλυβδος Pb Ψευδάργυρος Zn mg/l	να είναι τέτοιος ώστε να υπο- νεισφύρει σύμφωνα με το άρθρο 1 σε μια καλή ποιότη- τα των οστρακοειδών προϊ- όντων Ο περιεχόμενος της ουσίας ντρούσεως κάθε ουσίας στη όστρακα του οστράκου πρέπει να είναι τέτοιος ώστε να υπο- νεισφύρει σύμφωνα με το άρθρο 1, σε μια καλή ποιότη- τα των οστρακοειδών προϊόντων	Η συγκέντρωση κάθε ουσίας στο ύδωρο για οστρακοειδή δεν πρέπει να ξεπερνά μια πιτύθη που προορίζεται για αποτελέσματα στα όστρακα και στις προνήμιδες τους. Τα συνεργικά αποτελέσματα των μετάλλων αυτών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη	Φοσηματομετρία ατομικής απορ- ροήσεως, που ακολουθεί ενδε- χομένως συγκέντρωση ή και εξα- γωγή	Εξαιρητικά
10	Κομφανώδη Κοόβια ζωήμοια/η 100 ml	≤ 300 στη σάββα και οστρα- κόμ και στο εσωτερικό η- γάδι	Μέθοδος ακαούσεως με ξήωση σε υγρά υποστρώματα μέσα σε τρεις τουλάξιμον σωλήνες σε τρεις φαιώσεις. Μεταφορά των θετικών οσλήνων σε μέσο επιβε- βαιώσεως. Απαφήρηση κατά NPP (πίθανότερος αριθμός).	Τριμηνιαία	

Παράμετρος	G	I	Πρότυπη μέθοδος ανάλυσης	Ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψίας και μέτρησης
11	Ουσίες που ε- πιθεύουν τη γεύση του ο- στράκου	Συγκέντρωση καλύτερη απο- σταση που μπορεί να υποβαθ- μίσει τη γεύση του οστράκου ειδικός	Θερμοκρασία επώασης 44±0,5 °C Γεωστικός έλεγχος των οστρακο- ειδών όταν υπάρχει υπόνοια για παρουσία τέτοιας ουσίας	
12	Σαξιτοξίνη (η οποία πια ά- γεται από δι- νομιστηγία)			

Συντομογραφίες

G = Οδηγός

I = ολοχρωακί

I = Ωστόσο, σε γενική περίπτωσης μιας οδηγίας περί προστασίας των καταναλωτών των οστρακοειδών προϊόντων, η τιμή αυτή θα πρέπει να τηρηθεί υπο-  
χρεωτικά για τα όρια όπου ζουν και καταναλώνονται ήρετα από τον άνθρωπο.

**Πίνακας 17.** Πρότυπα ποιότητας θαλάσσιων νερών για τη διάγνωση, καλλιέργεια και αλεία οστρακοειδών (ΦΕΚ. 438/3.7.86)

A/A	Παράμετρος	Επιθυμητό όριο	Ανώτατο επιτρεπόμενο όριο
1.	Θερμοκρασία, °C	Φυσική νερών	-1,5 <sup>ο</sup> πάνω από τη φυσική 7-9
2.	pH, μονάδες	7-8,5	- Επιτρεπόμενη μεταβολή ± 0,5 μονάδες του φυσικού pH των νερών
3.	Διαλυμένο Οξυγόνο (% κορεσμού)	≥ 80%	70-110%
4.	Αλατότητα, ‰	12-38‰	≤ 40‰ - Η διακύμανση της αλατότητας που προκαλείται από μια απόρριψη δεν πρέπει μέσα στα νερά οστρακοειδών που επηρεάστηκαν απ' αυτή την απόρριψη να υπερβαίνει πάνω από 10% την αλατότητα που μετρείται στα νερά που δεν επηρεάστηκαν
5.	Αιωρούμενα στερεά, mg/l SS		- Η αύξηση της περιεκτικότητας σε αιωρούμενα στερεά που προκαλείται από μια απόρριψη δεν πρέπει μέσα στα οστρακότροφα νερά που επηρεάστηκαν απ' αυτή την απόρριψη να υπερβαίνει το 30% την περιεκτικότητα που μετρείται μέσα στα νερά που δεν έχουν επηρεασθεί
6.	Χρωματισμός, mg/l κλίμακα Pt	10	100
7.	Κολοβακτηριοειδή/100 ml	70-300 μέσα στην σάρκα των οστρακοειδών και στο μεταξύ των θυρών υγρών στις περιπτώσεις της άμεσης κατανάλωσης των οστρακοειδών από τον άνθρωπο	700 με συνθήκες καθαρισμού των οστρακοειδών μετά την αλίευση τους σύμφωνα με το άρθρο 5 παρ. 2 της Υγ. Δ/ξης αρ. Γ1γ/6000/17-5-67

A/A	Παράμετρος	Επιθυμητό όριο	Ανώτατο επιτρεπόμενο όριο
8.	Πετρελαιοί υδρογονάνθρακες		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Οι υδρογονάνθρακες στα νερά της κατηγορίας αυτής δεν πρέπει να διατίθενται σε ποσότητες ώστε:</li> <li>- να μπορούν ν' ανιχνευθούν σαν ορατός υμένας ή χρωματισμός της επιφάνειας ή οσμή</li> <li>- να μπορούν να δηλητηριάσουν τα εδάφιμα οστρακοειδή</li> <li>- να μην σχηματίζουν αποθέσεις στις ακτές ή στα βυθιά</li> </ul>
9.	Οργανολογόνες ουσίες		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Η συγκέντρωση κάθε ουσίας μέσα στα νερά ή τη σάρκα των οστρακοειδών δεν πρέπει να υπερβαίνει το επίπεδο που προκαλεί βλαβερές επιδράσεις στα οστρακοειδή και τις νύμφες τους</li> </ul>
10	Μέταλλα Άργυρος Ag Αρσενικό As Κάδμιο Cd Χρόμιο Cr Χαλκός Cu Υδράργυρος Hg Νικέλιο Ni Μόλυβδος Pb Ψευδάργυρος Zn mg/l		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Η συγκέντρωση κάθε μετάλλου στο νερό ή στη σάρκα του οστρακοειδούς δεν πρέπει να υπερβαίνει το επίπεδο που προκαλεί βλαβερές επιδράσεις στα οστρακοειδή και τις νύμφες τους λαμβανομένων υπόψη και των αποτελεσμάτων συνέργειας επί της παρουσίας περισσότερων του ενός από τα μέταλλα που αναφέρονται</li> </ul>
11.	Ουσίες που επηρεάζουν τη γεύση του οστρακοειδούς		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Η συγκέντρωση αυτών πρέπει να είναι κατώτερη από αυτή που μπορεί να αλλοιώσει τη γεύση του οστρακοειδούς</li> </ul>
12.	Σαξιτοξίνη (που παράγεται από τα δινομαστιγωτά)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- απουσία</li> </ul>

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Lee, J. and Newman, M. (1992): Aquaculture. Instestute Publishers.
2. Lewis, G. (1998): Using chemicals in pond management. Warnell school of forest resources. The university of Georgia. <http://www.forestry.uga.edu/warnell/service/library/>
3. Lewis, G. (1999): Identification and control of weeds in southern ponds. Warnell school of forest resources. The university of Georgia. <http://www.forestry.uga.edu/warnell/service/library/>
4. Pillay, T.V.R. (1990): Aquaculture: Principles and Practices. Fishing News Books: Oxford, 575p.
5. Poxton, M.G. & Allouse, S.B. (1982): Water quality criteria fir marine fisheries. Aquacultural Engineering.
6. Διεύθυνση υδατοκαλλιέργειών και εσωτερικών υδάτων, (2000): Ιχθυοκαλλιέργειες και θαλάσσιο περιβάλλον. Υπουργείο Γεωργίας .
7. Κεχαγιάς, Γ. (1997): Σημειώσεις θαλάσσιας βιολογίας . ΑΤΕΙ Μεσολογγίου.
8. Κιτσάκη, Κ. (1996): Ρύπανση υδάτων. ΑΤΕΙ Μεσολογγίου.
9. Κουσουρής, Θ. , Φώτης, Γ. , Κονίδης, Ι. (1995): Περιβάλλον και υδατοκαλλιέργεια. Αγρωτική Τράπεζα της Ελλάδος.
10. Μεγαφώνου, Π. (1995): Σημειώσεις θαλάσσιας βιολογίας. ΑΤΕΙ Μεσολογγίου.
11. Νεοφύτου, Χ. (1990): Ιχθυοπονία. University studio press.
12. Παρπούρα, Α., Ντζούφρα, Β. (1993): Θαλάσσια βιολογία, εργαστηριακές σημειώσεις. ΑΤΕΙ Μεσολογγίου.
13. Περγαντής, Φ. (1990): Εκπαιδευτικό βοήθημα στο μάθημα της υδροβιολογίας. ΑΤΕΙ Μεσολογγίου.
14. Παπουτσόγλου, Σ. (1997): Εισαγωγή στις υδατοκαλλιέργειες, Τόμος Α. Εκδόσεις Σταμούλης.
15. Ρογδάκης, Ι. (1999): Σημειώσεις υδροβιολογίας. ΑΤΕΙ Μεσολογγίου.
16. Φυτιάνου, Κ. (1996): Η ρύπανση των θαλασσών. Β΄ Έκδοση. University Studio Press.