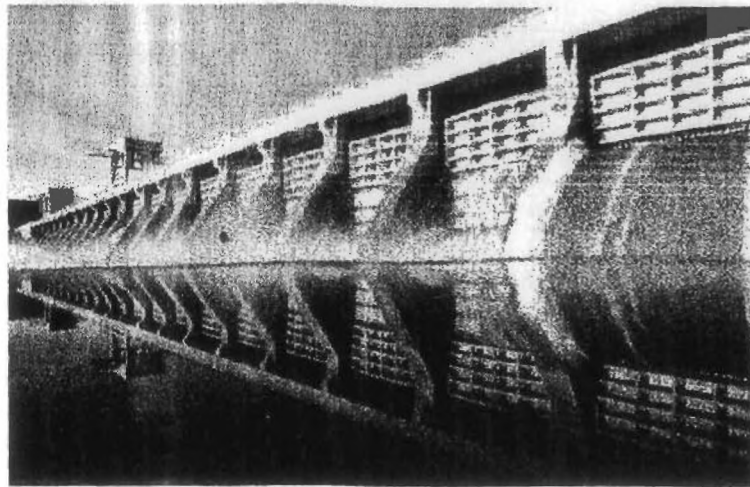


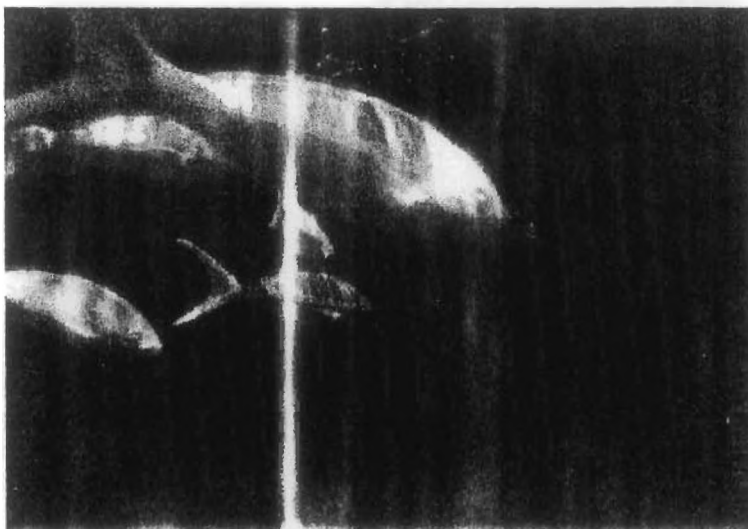
Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ Σ.Τ.Ε.Γ.
ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ

Αρ. 616

Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ Σ.Τ.Ε.Γ.
ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ
616



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ : ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ &
ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ
ΤΗΝ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΣΤΙΣ ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ



Εξυπνίζεται
[Signature]

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΒΛΑΧΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΜΗΛΙΩΤΑΚΗΣ Α. ΜΑΝΟΣ
ΜΕΣΣΟΛΟΓΓΙ, 1997

Αφιερώνεται στην Ζαχαρένια μου



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το βιβλίο αυτό έγινε μέσα στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας μου με σκοπό να ερμηνεύσει με τρόπο απλό και κατανοητό ένα πολύ μεγάλο θέμα όπως αυτό των επιπτώσεων που μπορούν να έχουν ένα πλήθος παραγόντων του νερού στον ευαίσθητο τομέα των Υδατοκαλλιεργειών.

Η ποιότητα του νερού έπαιξε και παίζει μεγάλο ρόλο στην ανάπτυξη των οργανισμών του φυτικού και ζωικό βένθους και αποτελεί το κορυφαίο γεγονός στον ολοένα αυξανόμενο ρυθμό των Υδατοκαλλιεργειών στην Ελλάδα.

Βέβαια ήταν ρεαλιστικό να ισχυριστώ ότι κάλυψα το θέμα σε όλο του το φάσμα μιας και κάτι τέτοιο προϋποθέτει πολύ περισσότερο χρόνο καθώς και πολλά συγγράμματα και έρευνες σε μεγαλύτερο βάθος σκοπός μου ήταν να επικεντρώσω τα πιο σημαντικά πράγματα όπως τα είδη των ρυπαντών, οι φορείς των ασθενειών και το βάρος Μέταλλα, πράγματα που η γνώση τους είναι απαραίτητη σε κάθε Ιχθυολόγο που θα ασχοληθεί με το αντικείμενο αυτό.

Τελειώνοντας θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Κώστα του Κούτση βιολόγο – ιχθυολόγο της Rio – Pesca για την πολύτιμη βοήθεια του, καθώς και την αδελφή μου Δέσποινα για την πολύτιμη στήριξη σε όλη την πορεία της εργασίας μου.



ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΝΕΡΟΥ

(Ποιότητα θαλασσινού νερού)

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

Η ποιότητα του θαλασσινού νερού απασχόλησε για χρόνια τους διάφορους μελετητές και ερευνητές μιας και από αυτή την μελέτη βγήκαν πολύτιμα συμπεράσματα, για διάφορους τομείς τις επιστήμης όπως η Ωκεανογραφία και η Βιολογία.

Το νερό σαν παράγοντας βιωσιμότητας παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον για τους ζώντες οργανισμούς της θάλασσας μιας και η **Οσμωτική πίεση** του θαλασσινού νερού καθορίζει το μέτρο προσαρμογής σε διαλύματα μεγαλύτερης ή μικρότερης οσμωτικής πίεσης, έτσι κατ' επέκταση ρυθμίζει το πόσο της αλατότητας στους οργανισμούς και κατ' επέκταση το πόσο Ευρύαλη ή Στενόαλοι είναι.

Επίσης η **διάχυση του νερού** παίζει μεγάλο ρόλο διότι βοηθάει στο ανακάτεμα του νερού των θαλασσών και των ποταμών.

Εκτός από τα παραπάνω χαρακτηριστικά του Θαλασσινού νερού έχουμε ακόμα την **διάδοση της Θερμότητας** που έχει να κάνει με αγωγή με μεταφορά και τέλος με ακτινοβολία.

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά αποτελούν ορισμένα από τα σπουδαία χαρακτηριστικά του θαλασσίου νερού.

ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΡΕΥΜΑΤΑ

Μιλώντας για νερό και ποιότητα θαλασσινού νερού πρέπει να αναφέρουμε τα ακόλουθα :



Α' ΕΝΟΤΗΤΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΕΡΟΥ

1.1 ΔΙΑΧΥΣΗ

Διάχυση ονομάζουμε την είσοδο ενός αερίου σε άλλο ή υγρό σε κάποιο άλλο υγρό. Η διάχυση για την ωκεανογραφία παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον διότι βοηθάει στο ανακάτεμα του νερού των θαλασσών και του νερού των ποταμών, ώστε να παρουσιάζεται ομοιόμορφα η αλατότητα. Επίσης με την διάχυση εξασφαλίζεται η οξυγόνωση του νερού των βυθών και η εξισορρόπηση των θρεπτικών συστατικών του θαλασσινού νερού.

Η διάχυση εξηγείται με την κίνηση BROWN όπου μόρια με διαφορετική θερμότητα (κινητική ενέργεια) εισχωρούν σε μόρια που έχουν μικρή κινητική ενέργεια.

1.2 ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Όταν δυο σώματα που βρίσκονται σε διαφορετική θερμοκρασία θ_1 και θ_2 , έστω $\theta_1 > \theta_2$, θα παρατηρήσουμε ότι η θερμοκρασία θ_1 του θερμότερου σώματος θα αρχίσει να ελαττώνεται, ενώ η θερμοκρασία θ_2 του ψυχρότερου σώματος θα αυξάνει. Η εσωτερική ενέργεια του πρώτου σώματος θα ελαττώνεται ενώ του δεύτερου θα αυξάνει.

Για να συμβεί αυτό πρέπει να ρέει ενέργεια από το σώμα της μεγαλύτερης θερμοκρασίας προς το σώμα της χαμηλότερης. Η ενέργεια αυτή



λέγεται **θερμότητα**. Άλλη περίπτωση που προσλαμβάνεται ενέργεια με μορφή θερμότητας είναι η θέρμανση με ακτινοβολία. Όταν όμως συμπιέζεται ένα αέριο τότε θερμαίνεται χωρίς να υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας. Έτσι υπάρχουν τρεις τρόποι που διαδίδεται η θερμότητα :

1. **Με αγωγή.** Μεταφορά θερμότητας από σημεία μεγαλύτερης θερμοκρασίας σε σημεία μικρότερης θερμοκρασίας και γίνεται στα στερεά, υγρά και αέρια.
2. **Με μεταφορά.** Γίνεται στα ρευστά δηλαδή στα υγρά και αέρια συνοδεύονται από συνοδεύονται από ροή της ύλης.
3. **Με ακτινοβολία.** Γίνεται χωρίς να μεσολαβεί ύλη και επομένως μπορεί να γίνεται και στο κενό.

1.3 ΠΑΓΩΜΑ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

Το καθαρό νερό παγώνει στους 0 βαθμούς Κελσίου ενώ το θαλασσινό παγώνει ανάλογα της αλατότητας, όση μεγάλη αλατότητα έχουμε τόσο χαμηλότερα παγώνει σύμφωνα με το νόμο του Raoult $\Delta\theta = K_m$ όπου K σταθερά πήξεως m τα moles της διαλυμένης ουσίας που υπάρχουν σε 1.000 gr. Διαλύτη.

Στο νερό λίμνης έχουμε πλήρη κρυστάλλωση ενώ στο θαλασσινό πάντοτε υπάρχει ποσότητα νερού που υπάρχει στο εσωτερικό των κρυστάλλων χωρίς να στερεοποιείται. Σε θερμοκρασία -45 βαθμών Κελσίου το θαλασσινό νερό γίνεται πάγος συμπαγής και ομογενής. Επομένως ανάλογα με την ποσότητα των αλάτων θα έχουμε την πήξη του νερού. Επειδή η αλατότητα εκφράζεται σε ποσότητα χλωρίου άρα και την πήξη μπορούμε να εκφράσουμε συναρτήσει του περιεχόμενου χλωρίου.



Ο τρόπος αυτός βρέθηκε πειραματικά και δίνεται από την σχέση $\Delta\Theta = 0,0966 \text{ mg} - 0,0000052 \text{ mg}$.

Αν $m_g = 0$ τότε $\Delta\Theta = 0$ φυσικό νερό αν $m_g = 5/1000$ τότε $\Delta\Theta = -48^\circ \text{ C}$

Όταν το νερό παγώνει ελευθερώνεται ένα ποσό θερμότητας που δεσμεύεται όταν εξαερώνεται και είναι ίσο με $79,67 \text{ cal/gr}$. για $\Theta = 0^\circ \text{ C}$ και φυσικό νερό. Για το θαλασσινό νερό λόγω, της αλατότητας, η λανθάνουσα θερμότητα πήξεως είναι μικρότερη.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1 Αλατότητα συναρτήσει της λανθάνουσας θερμότητας

$5^\circ / 100$	0	2	4	6	8	10
-1	80	72	63	55	46	37
-2	81	77	72	68	63	59

Στον πίνακα αυτό υπάρχει η σχέση της λανθάνουσας θερμότητας σε σχέση με την αλατότητα.

Το σημείο της πήξης μεταβάλλεται με την πίεση όχι σε μεγάλα όρια. Σύμφωνα με τα δεδομένα της θερμοδυναμικής η σχέση δίνεται από την

εξίσωση Clausius – Clapeyron για την τήξη $\frac{dp}{dT} = \frac{\lambda}{T(\nu_{\text{υγρού}} - \nu_{\text{στερεού}})}$, λ

θερμότητα τήξεως, $\nu_{\text{υγρ.}}$ $\nu_{\text{στερ.}}$ Οι όγκοι που αντιστοιχούν σε 1 gr. Υγρού ή στερεού, T θερμοκρασία τήξεως.

Στο θαλασσινό νερό όταν η ψύξη γίνεται με αργό ρυθμό σχηματίζεται κρύσταλλος πάγου χωρίς άλατα οπότε τα άλατα καθιζάνουν και αυξάνουν την περιεκτικότητα του υπόλοιπου νερού σε άλατα. Επομένως θα παγώσει σε



μικρότερη ακόμη θερμοκρασία το υπόλοιπο νερό, διότι στη συνέχεια η θερμοκρασία του περιβάλλοντος θα έχει αλλάξει.

Η ειδική θερμότητα του πάγου εξαρτάται από την θερμοκρασία και την αλατότητα και είναι μικρότερη για τον καθαρό πάγο. Επομένως οι πάγοι που σχηματίστηκαν με μεγάλη ταχύτητα άρα περιέχουν και άλατα διαλύονται πιο δύσκολα.

Αποτέλεσμα να προσταιεύσει τα νερά που είναι πιο κάτω ώστε να μην παγώσουν.

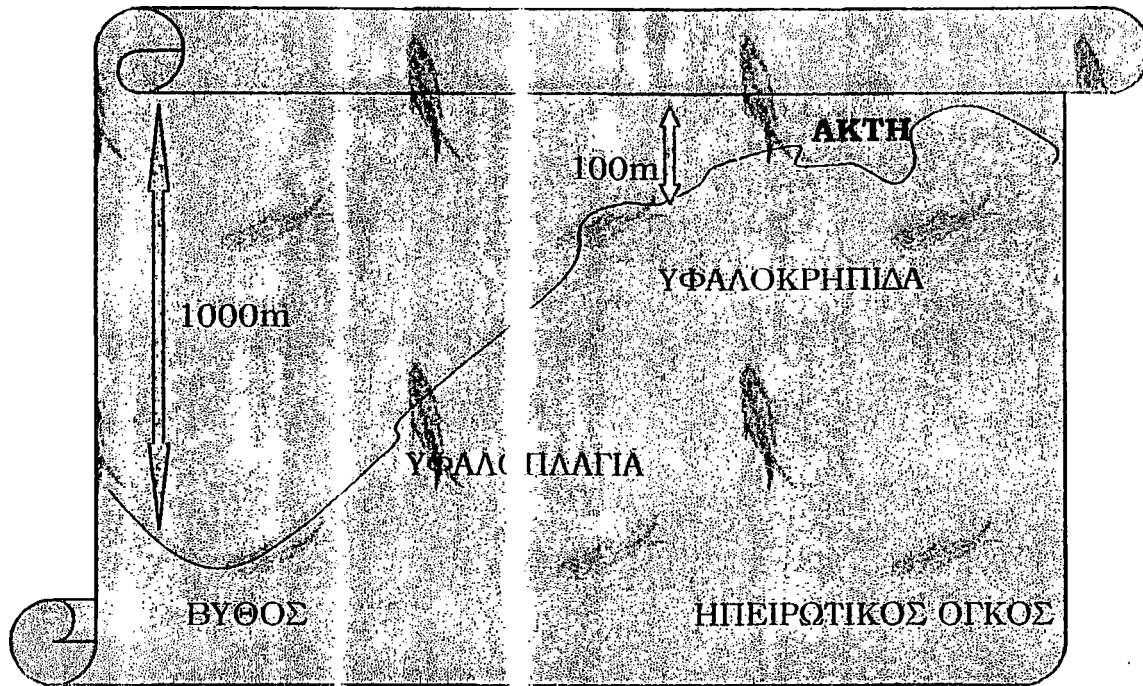
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2 Ειδική θερμότητα του πάγου σε συνάρτηση με την αλατότητα και τη θερμοκρασία.

θ °C/00	-2	-4	-6	-8	-12	-14	-16
0	0,48	0,48	0,48	0,48	0,47	0,47	0,47
2	2,47	1,00	0,73	0,63	0,55	0,54	0,53
4	4,63	1,50	0,96	0,76	0,59	0,57	0,57
6	6,70	1,99	1,20	0,88	0,64	0,61	0,60
8	8,76	2,49	1,43	1,01	0,68	0,64	0,64



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΔΙΑΛΥΜΕΝΑ ΑΕΡΙΑ



ΣΧΗΜΑ 2.1 Συγκέντρωση σφονδύλων Μαγγανίου στις υφαλοκρηπίδες

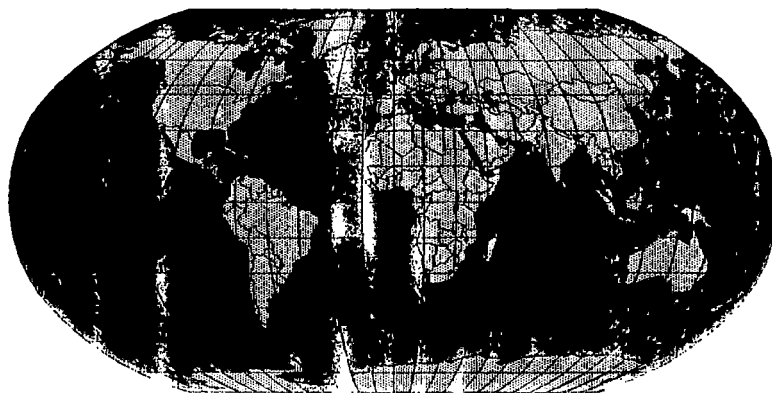
2.1 ΣΦΟΝΔΥΛΟΙ ΜΑΓΓΑΝΙΟΥ

Το μαγγάνιο είναι στοιχείο απαραίτητο στη βιολογική εξέλιξη πολλών θαλασσίων οργανισμών. Η συγκέντρωσή του είναι 5 mg / lt. Στο θαλασσινό νερό και απαντά με τη μορφή του δισθενούς μαγγανίου ($MnSO_4$) ή του τρισθενούς ($Mn(OH)_3$). Τα τελευταία χρόνια παρατηρήθηκαν στους βυθούς των Ωκεανών μεγάλες ποσότητες με την μορφή των σφονδύλων γνωστών σαν Mangese. Μεγάλη έκταση σφονδύλων παρατηρήθηκε κυρίως στον Ινδικό και Ειρηνικό Ωκεανό με μέγεθος από μερικά χιλιοστά διάμετρο έως δυο μέτρα. Βρίσκεται σε περιοχές αργής απόθεσης όπου υπάρχουν και σφόνδυλοι από πυρίτιο και ανθρακικά άλατα κυρίως δολομίτη.



Η προέλευσή του κυρίως είναι από ηφαίστεια καθώς και από την διάβρωση των πετρωμάτων της ξηράς. Η χημική σύσταση ενός σφονδύλου περιλαμβάνει διάφορα οξείδια πυριτίου, αργίλου, σιδήρου καθώς και ανθρακικά άλατα ασβεστίου, μαγγανίου. Αυτή η συνύπαρξη δικαιολογείται από την συναπόθεση των αλάτων όταν φθάσουν στο σημείο του κορεσμού και ξεπεραστεί η σταθερά του γινομένου διαλυτότητας.

Τα άλατα και οξείδια του μαγγανίου και σιδήρου σχηματίζουν σύμπλοκα που βρίσκονται σε κολλοειδή μορφή μέσα στο θαλασσινό νερό, αυτή η ισορροπία καταστρέφεται από την παρουσία και άλλων συστατικών με αποτέλεσμα την απόθεση με πυρήνες κρυστάλλωσης τις ενώσεις του μαγγανίου και σιδήρου. Η απόθεση αυτή μπορεί να ποικίλει ανάλογα των συνθηκών που επικρατούν στους βυθούς των θαλασσών όμως η αύξηση της διαμέτρου των σφονδύλων είναι της τάξεως μερικών εκατοστών ανά εκατό χρόνια.



2.2 ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ

Από τα στοιχεία αυτά μόνο το μαγγάνιο, το βρώμιο και το NaCl προς το παρόν είναι οικονομικά συμφέρουσα η ανάκτηση. Μακροπρόθεσμα θα είναι δυνατή η ανάκτηση και άλλων στοιχείων όπως το θείο, κάλιο, ιώδιο, φθόριο, στρόντιο και βόριο. Το συνολικό δυναμικό του ορυκτού πλούτου της θάλασσας, που μπορεί να ανακτηθεί, είναι πάντως δύσκολο να προβλεφθεί. Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, πιστεύετε ότι στο μέλλον θα ανακτηθούν δυο και περισσότερα συστατικά και σε μεγάλες συγκεντρώσεις. Πολλά ροδοφύκη που υπάρχουν στις θάλασσες της νότιας και ανατολικής Ασίας, της Καλιφόρνιας περιέχουν μεγάλες ποσότητες μιας πηκτωματώδους ύλης γνωστής σαν άγαρ – άγαρ και χρησιμοποιείται στην μικροβιολογία σαν θρεπτικό υλικό. Ακόμη χρησιμοποιείται και σαν καθαρτικό. Το μουρουνέλαιο που εξάγεται από το συκώτι του ονίσκου είναι πλούσιο σε βιταμίνες A και D, χρησιμοποιείται ακόμη για την προφύλαξη από τη ραχίτιδα και την παραγωγή αλοιφών για δερματικές παθήσεις και εγκαύματα.

Η σημερινή σύσταση των θαλασσών προέρχεται από την αποκατάσταση μιας ισορροπίας μεταξύ των ευδιάλυτων ουσιών που προστίθενται στην θάλασσα από την ατμόσφαιρα και την ξηρά και των ουσιών που απομακρύνονται από την θάλασσα, λόγω αποθέσεων στα ιζήματα των βυθών και απελευθέρωσης τους στην ατμόσφαιρα.



2.3 ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ (Dissolved oxygen, Do)

Το διαλυμένο οξυγόνο διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στους ωκεανούς και κυρίως στις βιολογικές δραστηριότητες, όπως η φωτοσύνθεση και η αναπνοή των περισσότερων ζώντων οργανισμών. Η παραγωγή και ανάπτυξη των φυτών με τη φωτοσύνθεση, στις θάλασσες είναι τεράστιας σημασίας, όχι μόνο γιατί συμβάλλει στη διατήρηση της θαλάσσιας τροφικής αλυσίδας, αλλά και επειδή παράγει ισοδύναμες ποσότητες οξυγόνου που μπορούν να μεταφερθούν στην ατμόσφαιρα, συμβάλλοντας έτσι στη διατήρηση της ζωής στις ηπείρους.

Η συνεισφορά όμως του οξυγόνου στους ωκεανούς, σε αντίθεση με εκείνη στην ατμόσφαιρα, δεν είναι σταθερή, για το λόγο ότι επηρεάζεται τόσο από την εναλλαγή με τον αέρα που βρίσκεται πάνω από τις θάλασσες, όσο και από τη μίξη με τα βαθιά νερά όσο και στα ιζήματα. Οι παράγοντες που επηρεάζουν το οξυγόνο είναι πολύπλοκοι, εφόσον κάθε διεργασία συνδέεται με τις άλλες δημιουργώντας έτσι μια εύθραυστη ισορροπία που εύκολα ανατρέπεται.

Η κατανομή του οξυγόνου στις θάλασσες εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως ανθρωπογενείς δραστηριότητες στις θάλασσες, αλλαγή στη δομή των παράκτιων περιοχών, αλλαγή στη ποιότητα και ποσότητα των νερών που καταλήγουν με τους ποταμούς στις θάλασσες. Γενικά τα επιφανειακά νερά περιέχουν περισσότερο οξυγόνο, λόγω της εναλλαγής με τον αέρα. Στην επιφάνεια της θάλασσας υπάρχει μια στιβάδα που αναμειγνύεται καλά με τον αέρα και επεκτείνεται μέχρι τη θερμοκλίνη, όπου η συγκέντρωση του οξυγόνου είναι αρκετά ομοιόμορφη και μεγάλη. Η



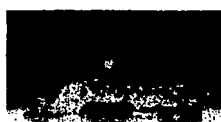
μεγαλύτερη συγκέντρωση παρατηρείται μέχρι τα 100μέτρα σαν αποτέλεσμα της παραγωγής οξυγόνου από την φωτοσύνθεση των άλλων.

Η συγκέντρωση του οξυγόνου ελαττώνεται αρκετά κάτω από αυτή τη ζώνη όπου η φωτοσύνθεση, επειδή σε αυτή την περιοχή γίνεται η οξειδωση της οργανικής ύλης. Γενικά η συγκέντρωση του οξυγόνου στο θαλασσινό νερό βρίσκεται από 0 – 8,5 mg / lt. . μεταβολές στην συγκέντρωση του οξυγόνου επιφέρουν το πετρέλαιο και τα προϊόντα του, συνθετικές ενώσεις, τα μέταλλα, η θερμική και πυρηνική ενέργεια, αλλά πιο επικίνδυνος παραμένει ο ευτροφισμός.

2.4 ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

Το διοξείδιο του άνθρακα που βρίσκεται στη θάλασσα είναι 60 φορές περισσότερο από αυτό της ατμόσφαιρας βρίσκεται σαν διαλυμένο αέριο ή με την μορφή ευδιάλυτων όξινων ανθρακικών ιόντων (HCO_3) και διαδραματίζει ένα σημαντικό ρόλο στη θαλασσινό νερό. Τα υδροχαρή φυτά και κυρίως το πλανκτόν παραλαμβάνουν άμεσα από το νερό το CO_2 που χρειάζονται για τη φωτοσύνθεση.

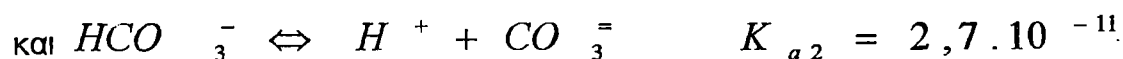
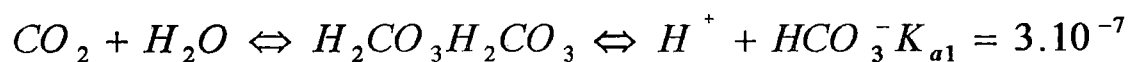
Πολύ λίγα είναι γνωστά για τις βιολογικές δράσεις που οδηγούν στην παραγωγή του CO_2 στους ωκεανούς αν και έχει αποδειχθεί ότι τουλάχιστον ένας τρόπος είναι η φωτόλυση διαλυμένης οργανικής ύλης. Σε σημαντικά μικρότερες συγκεντρώσεις βρίσκονται διαλυμένα στο θαλασσινό νερό και άλλα αέρια της ατμόσφαιρας. Οι συγκεντρώσεις τους κυμαίνονται για το άζωτο 8,4 – 15 mg / lt. το Ήλιο 0,000005 mg / lt.



2.5 pH ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

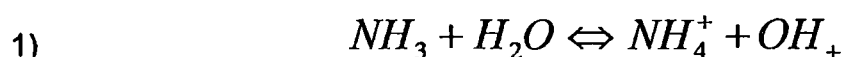
Το pH στα γλυκά νερά κυμαίνεται από 3 – 11, στο θαλασσινό το πλάτος είναι μικρότερο και κυμαίνεται από 7,5 – 8,3. Η σταθερότητα αυτή βοηθά στο να εξασφαλιστεί ένα σταθερό περιβάλλον για την ανάπτυξη της θαλάσσιας ζωής.

Στην σταθερότητα της τιμής του pH του θαλασσινού νερού, συμβάλλει κυρίως η ισορροπία της διαλυτότητας του CO₂ της ατμόσφαιρας στο νερό και η διάσπαση των ανθρακικών αλάτων με τον ενδιάμεσο σχηματισμό ανθρακικών ιόντων σύμφωνα με τις αντιδράσεις :



2.6 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΟΥ pH ΣΤΗΝ ΑΜΜΩΝΙΑ (NH₃)

Όταν πραγματοποιείται η νιτροποίηση (οξειδωση αμμωνίας σε νιτρώδη ή νιτρικά) στο θαλασσινό νερό έχουμε διαλυμένη αμμωνία. Σε 0° C διαλύονται 1176 όγκοι αμμωνίας σε 1 όγκο νερού και σε πίεση 1 At, η διαλυτότητα εξαρτάται από την αλατότητα, τη θερμοκρασία και την πίεση, έτσι παρατηρούμε ότι υπάρχει μεγάλη τιμή διαλυτότητας. Η ιονική μορφή (NH₄) και αδιάστατη (NH₃) έχουν μια δυναμική ισορροπία που καθορίζεται από την αντίδραση :



και

$$K\beta = \frac{[NH_4^+]}{[NH_3]} = \frac{\kappa\beta}{[OH^-]}$$

και

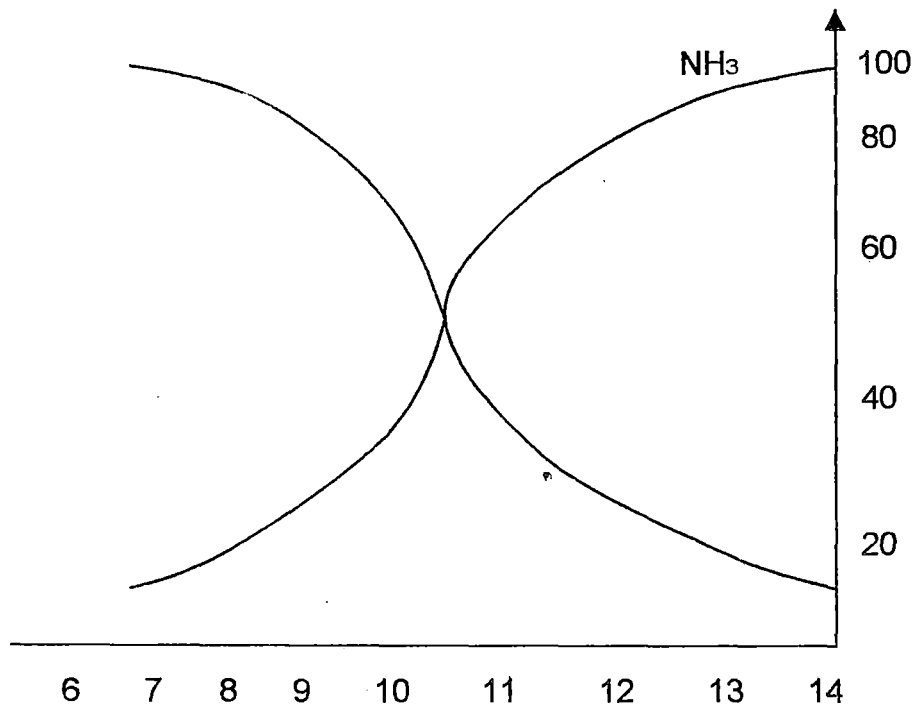
$$\log \frac{[NH_4^+]}{[NH_3]} = \log \kappa\beta - \log [OH^-]$$

για 25° C $\kappa\beta = 1,810^{-5}$ οπότε $\log \kappa\beta = 4,75$ και $-\log [OH^-] = POH$ αλλά $pH + POH = 14$ οπότε $POH = 14 - pH$ και η εξίσωση διαμορφώνεται :

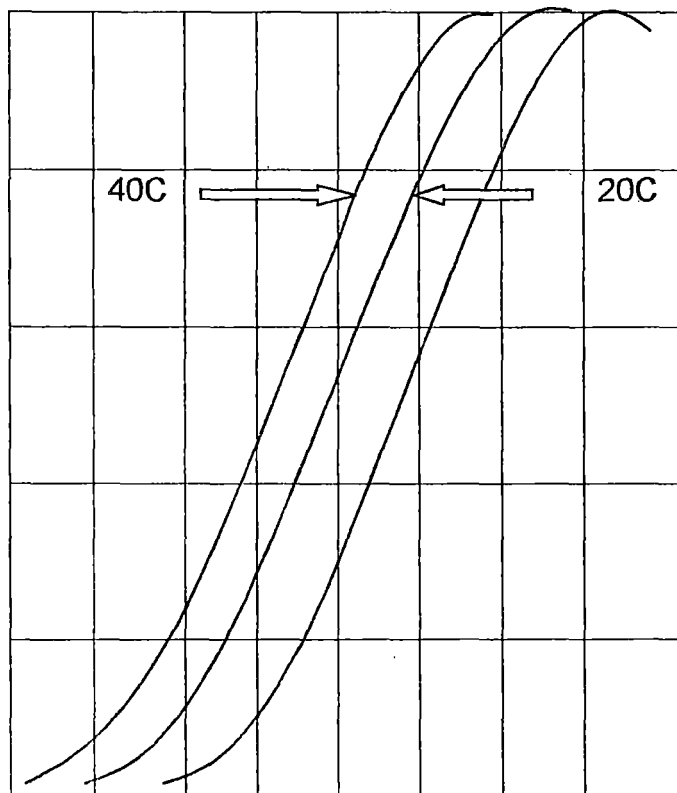
$$\log \frac{[NH_4^+]}{[NH_3]} = 4,75 + 14 - pH \Rightarrow \log \frac{[NH_4^+]}{[NH_3]} = 9,25 - pH$$

Με αύξηση της τιμής του pH η (1) μετατοπίζεται άριστα σύμφωνα με την αρχή Le Chateller οπότε η συγκέντρωση της NH_3 μεγαλώνει επομένως και η τοξικότητα των θαλασσινών νερών, καθότι η αδιάστατη μορφή είναι τοξική για τα ψάρια. Στα παρακάτω σχήματα παριστάτε η σχέση ιονισμένης και αδιάστατης αμμωνίας συναρτήση του pH και της θερμοκρασίας. Η ιονισμένη μορφή είναι σταθερή και αδρανής διότι περιβάλλεται από τα πολικά μόρια του νερού δημιουργώντας μια ιονική σφαίρα που εξωτερικά έχει μόρια νερού.





Σχήμα 2.2 Εκατοστιαία αναλογία αμμωνίας και ιόντος αμμωνίου με το pH



Σχήμα 2.3. Εκατοστιαία αναλογία αμμωνίας και ιόντος αμμωνίου με το pH και την θερμοκρασία.



2.7 ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ ΑΕΡΙΩΝ

Η ζωή στο υδατικό περιβάλλον εξαρτάται από την συγκέντρωση ορισμένων αερίων, όπως κυρίως του O₂ και του CO₂. Ειδικά το οξυγόνο (O₂) μας ενδιαφέρει περισσότερο διότι η δυνατότητα μπορεί να κυμαίνεται σε μεγάλα όρια λόγω των συνθηκών που επικρατούν στο υδάτινο περιβάλλον.

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τις διαλυτότητες μερικών αερίων στο θαλασσινό νερό στους 0° C και 25° C στην μερική τους πίεση, πράγμα που σημαίνει ότι σε κανονική πίεση (P = 1At) θα έχουμε και μεγαλύτερη διαλυτικότητα.

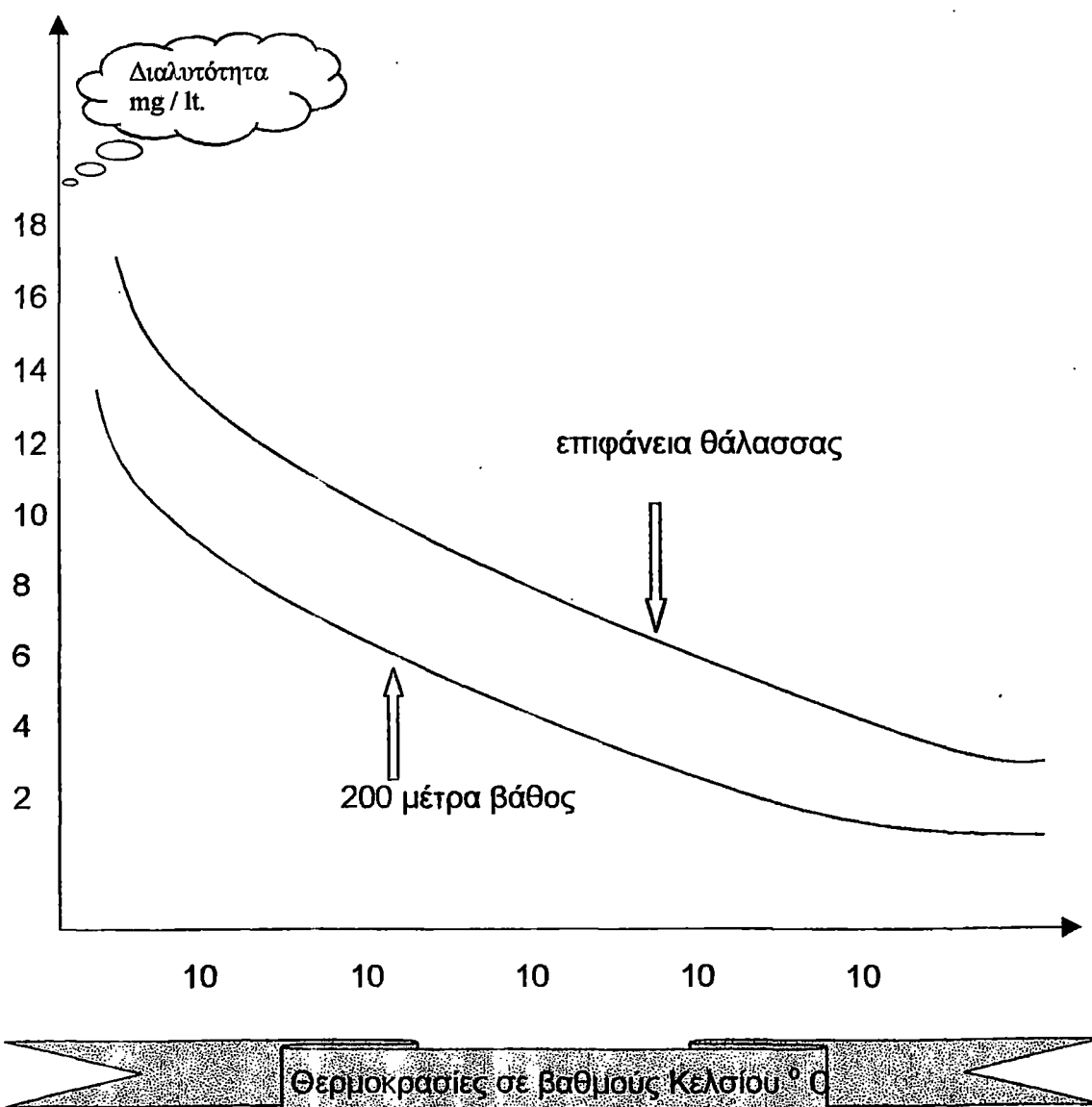
ΠΙΝΑΚΑΣ 2,1

Διαλυτότητα αερίων σε επιφανειακό θαλασσινό νερό

Αέριο	Συγκέντρωση αερίου σε 0° C	Mg / et 25° C
O ₂	12,6	8,3
N ₂	17,5	11,3
Ar	0,64	0,39
CO ₂	0,92	0,47
Ne	1,510 ⁻⁴	1.3.10 ⁻⁴
He	7,310 ⁻⁶	6,1.10 ⁻⁶



Η διαλυτότητα του οξυγόνου (O_2) στο νερό εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως η θερμοκρασία, αλατότητα, τα βακτήρια που υπάρχουν καθώς το φυτικό ζωικό πληθυσμό, ακόμη και από την ροή των νερών που όταν συναντούν εμπόδια γίνεται τυρβώδης. Η διαλυτότητα του οξυγόνου (O_2) ανάλογα τις θερμοκρασίες και το βάθος παρίσταται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 2.4 Διαλυτότητα οξυγόνου σε διάφορες θερμοκρασίες και βάθη



Η συγκέντρωση του οξυγόνου σε καθαρά νερά είναι περίπου 9 mg / lt. σε 20° C, τα ψάρια χρειάζονται περίπου 6 mg / lt. για να ζήσουν.

Η διαλυτότητα του οξυγόνου O₂ μικραίνει καθώς αυξάνει η αλατότητα και η θερμοκρασία του νερού, ακόμη ελαττώνεται και με το βάθος, επειδή δεν υπάρχει δυνατότητα διάχυσης από την ατμόσφαιρα.



Β' ΕΝΟΤΗΤΑ

(ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΕΠΙΒΛΑΒΕΙΣ ΡΥΠΑΝΤΕΣ)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΓΕΝΙΚΑ

Οι θάλασσες αποτελούν τον τελικό αποδέκτη πολλών ουσιών που ρυπαίνουν το περιβάλλον και που προέρχονται από τις ανθρώπινες 4κυρίως δραστηριότητες. Επομένως ρύπανση θα ονομάζουμε κάθε μεταβολή η οποία προκαλεί μακροπρόθεσμα ή βραχυπρόθεσμα, αλλοίωση ή φθορά στον άνθρωπο και στην υλική ή πολιτιστική περιουσία.

Κατά τον Κουστό στα τελευταία είκοσι (20) χρόνια, έχει καταστραφεί το 30% - 50% της πανίδας και της χλωρίδας στη θάλασσα μέχρι βάθος πεντακοσίων (500) μέτρων. Στον βυθό των θαλασσών, με την εναπόθεση της λάσπης των πετρελαιοειδών, καταστρέφεται ένα μέρος της πανίδας με αποτέλεσμα να ελαττώνονται σημαντικά αποθέματα τροφής για τα ψάρια.

Η εμφάνιση τεράστιων μεδουσών, η δηλητηρίαση και ο μαζικός θάνατος οστρακοειδών σε πολλές ακτές, αποτελούν μια έντονη προειδοποίηση για την συνεχώς αυξανόμενη ρύπανση των θαλασσών. Σοβαρός κίνδυνος προκύπτει για τις θάλασσες από την δηλητηρίαση των διατόμων. Τα φυτά αυτά δεν είναι μόνο η πιο σημαντική πηγή τροφής για τα ψάρια αλλά παράγουν και το οξυγόνο κατά την φωτοσύνθεση.

Όσον αφορά την Μεσόγειο θάλασσα, πρόκειται για την μεγαλύτερη κλειστή θάλασσα του κόσμου και περικλείει μια επιφάνεια περίπου τρία εκατομμύρια (3.000.000) τετραγωνικά χιλιόμετρα. Η ποσότητες νερού που



εισρέουν από τον Ατλαντικό Ωκεανό μέσω του Γιβλαρτάρ είναι σχετικά μικρές, αν λάβουμε υπόψη την μεγάλη εξάτμιση. Γι αυτό η ολική ανανέωση του νερού της Μεσογείου διαρκεί 75 – 80 χρόνια.

Η εγκατάσταση σε παράκτιες περιοχές βιομηχανικών μονάδων χωρίς τον απαραίτητο βιολογικό και χημικό καθαρισμό, τα αστικά λήμματα των μεγαλουπόλεων καθώς και των τουριστικών εγκαταστάσεων συνετέλεσαν στην αύξηση της ρύπανσης. Όπου αποτέλεσμα είναι η μείωση της αλιείας, ο αφανισμός μερικών ειδών θαλασσίων οργανισμών καθώς και απαγόρευση αλιείας οστρακοειδών και κολύμβησης σε ορισμένες περιοχές.



3.1 ΕΙΔΗ ΡΥΠΑΝΤΩΝ

Έχει υπολογιστεί ότι το μεγαλύτερο ποσοστό του νερού που βρίσκεται πάνω στη γη είναι στις θάλασσες 97,3% , οι πάγοι αντιπροσωπεύουν το 2,1% τα επιφανειακά νερά (λίμνες, ποτάμια) καλύπτουν το 0,017% και τα υπόγεια νερά το 0,6 % . Για αυτό η μόλυνση των θαλασσών είναι η συνισταμένη όλων των ρυπάνσεων, είτε σαν αποδέκτης είτε λόγω της μεγάλης επιφάνειας 2/3 του πλανήτη. Η κατάταξη των ρυπαντών γίνεται με πολλούς τρόπους, εδώ θα χρησιμοποιηθεί η παρακάτω κατάταξη.

1. Οργανικές αποδομήσιμες ενώσεις . Αυτές προέρχονται από τα αστικά λύματα και ορισμένες βιομηχανίες και οξειδώνονται από τα βακτήρια σε διάστημα 15 – 30 ημερών.
2. Φορείς ασθενειών. Είναι οι διάφοροι παθογόνοι μικροοργανισμοί που προέρχονται από τα ανθρώπινα λύματα.
3. Βαρέα μέταλλα. Τα τοξικά μέταλλα είναι ο μόλυβδος, ο υδράργυρος, το κάδμιο, χαλκός και ψευδάργυρος.
4. Συνθετικές οργανικές ενώσεις. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα φυτοφάρμακα, απορρυπαντικά και διάφορες συνθετικές χημικές ενώσεις όπως το DDT.
5. Θρεπτικά συστατικά . Σε αυτά ανήκουν ενώσεις του Αζώτου και Φωσφόρου που προέρχονται από τα γεωργικά λιπάσματα και τα αστικά λύματα.
6. Θερμά απόβλητα. Προέρχονται από τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
7. Ραδιενεργά απόβλητα. Προέρχονται από ραδιενεργά ορυκτά από δοκιμές ατομικών όπλων και πυρηνικούς αντιδραστήρες.



8. Πετρέλαια . Προέρχονται από ναυάγια πετρελαιοφόρων ή θραύση υποβρυχίων αγωγών πετρελαίου.
9. Φερτές ύλες . Προέρχονται από την διάβρωση της ξηράς και από βιομηχανικές δραστηριότητες.



3.2 ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ

Βαρέα μέταλλα είναι τα μέταλλα που έχουν ειδικό βάρος μεγαλύτερο από εκείνο του Σιδήρου (7,86) και είναι ο μόλυβδος, το χρώμιο, το νικέλιο, ο υδράργυρος, το βανάδιο, κ.λπ.. Τα ίχνοστοιχεία (Cu, Zn, Mn) είναι απαραίτητα σε μικρές ποσότητες για την ζωή, πολλά όμως είναι επικίνδυνα, στον άνθρωπο στα ζώα και στα φυτά όπως ο Pb, Hg, Cd και άλλα είναι τοξικά όπως το σελίνιο, τελούριου και αρσενικό.

Ο κυριότερος μηχανισμός της τοξικής δράσης των βαρέων μετάλλων είναι η δηλητηρίαση των ενζυμικών συστημάτων κατά το σχηματισμό χημικών ενώσεων των μεταλλοίωντων με τις ενεργές ομάδες των οργανικών μορίων των ενζύμων.

Τοξικά στοιχεία που εμφανίζονται με την μορφή ανιόντων όπως αρσενικά, αντιμονιακά, σεληνιακά και βορικά ιόντα μπορούν να δράσουν σαν αντιμεταβολιτές δηλαδή παίρνουν την θέση των φωσφορικών ή νιτρικών ιόντων. Μπορούν να σχηματίσουν με τα κύρια προϊόντα του μεταβολισμού σταθερά ιζήματα ή χημικές ενώσεις, ακόμη αντιδρούν με τις μεμβράνες των κυττάρων περιορίζοντας την διαπερατότητα όπως είναι τα μέταλλα Cd, Cu, Hg, Pb με αποτέλεσμα να περιορίζεται η μεταφορά Na, K και Cl. Οι οργανομεταλλικές ενώσεις όπως αιθυλοχλωριούχος υδράργυρος $Hg(C_2H_5)Cl$ είναι περισσότερο τοξικός και άλλοτε λιγότερο όπως η σαλικυλική αλδοξίμη του χαλκού.

Η τοξικότητα του υδράργυρου Hg στον άνθρωπο εκδηλώνεται με τρεμούλιασμα και κούραση, σοβαρή όμως δηλητηρίαση καταστρέφει τα



εγκεφαλικά κύτταρα. Ο μεθυλικός υδράργυρος έχει χρόνο ημιζωής (για να αποβληθεί η μισή ποσότητα) 70 ημέρες.

Στην Μεσόγειο η ρύπανση με βαρέα μέταλλα Hg, Pb, και Cd έχει φθάσει σε κρίσιμα επίπεδα και αυτό οφείλεται στα αστικά και βιομηχανικά απόβλητα. Τα μύδια *Mytilus* χρησιμοποιούνται σαν δείκτες ρύπανσης πολλών παράκτιων νερών, γι αυτό οι περισσότερες πληροφορίες για τα επίπεδα συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στην Μεσόγειο αναφέρονται σε αυτούς τους οργανισμούς. Η σειρά τοξικότητας των βαρέων μετάλλων είναι :



Βιοσυσσώρευση ονομάζουμε την ιδιότητα ορισμένων χημικών ουσιών να συσσωρεύονται σε διάφορα μέλη της τροφικής αλυσίδας σε συνεχώς αυξανόμενες συγκεντρώσεις. Αν μια ουσία έχει συγκέντρωση α στην θάλασσα, σε ένα θαλάσσιο οργανισμό μπορεί να φθάσει μέχρι $10^6 \alpha$ ανάλογα με τη θέση στην τροφική αλυσίδα που έχει αυτός ο οργανισμός.



Πίνακας 3.1Συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων (mg / gr ξηρού βάρους) σε μύδια *Mytilus*

διαφόρων περιοχών της Μεσογείου.

Περιοχή	Cd	Cu	Zn	Pb	Hg	Cr	Fe
Β.Δ. Μεσόγειος	0,4 – 5,9	2,4 – 154	97 – 644	2,4 – 117	0,18 – 0,96	0,5 – 28,8	149 – 2200
Αδριατική Κόλπος Τεργέστης	1,4 – 1,7	6,2 – 9,8	87 – 137	3,8 – 15	0,28 – 1,3	-	167 – 219
Αιγαίο Σαρωνικός Κόλπος	0,06 – 0,08	4,5	12 – 87	-	0,06 – 0,2	0,11 – 7,8	17 – 32
Τουρκία	6,6 – 12	36 - 64	336 – 452	83 – 110	0,89 – 1,1	2,6 – 55	308 – 356
Αλγερία Ν. Δ. Μεσόγειος	0,3	-	7,2 - 71	-	0,25 – 0,63	-	-



ΑΛΙΕΥΤΙΚΑ ΝΕΑ

ΧΑΛΚΟΣ (Cu)

Ο χαλκός είναι από τα μέταλλα που υπόκεινται σε έντονη συσσώρευση ειδικότερα στα ψάρια των αλμυρών νερών. Σε μολυσμένα ύδατα η συγκέντρωση του μετάλλου στους μυϊκούς ιστούς φτάνει στα 0,5 – 6mg / Kg υγρού βάρους και 0 – 1mg / Kg υ.β. σε αλμυρά και γλυκά νερά αντίστοιχα, τιμές που γενικά κρίνονται χαμηλές.

Η τροφική αλυσίδα είναι πιθανός η περισσότερη σημαντική πηγή απορρόφησης του μετάλλου από τα ψάρια από ότι το ίδιο το νερό. Οι περισσότερες ερευνητικές εργασίες έχουν δείξει ότι το φορτίο του μετάλλου στους μυϊκούς ιστούς μειώνεται με την αύξηση της ηλικίας και του μεγέθους του ψαριού ενώ θεωρείται ότι η ανάλυση του συκωτιού παρουσιάζει μια καλύτερη εικόνα στην υγεία του πληθυσμού των ψαριών από αυτής των μυών. Ο βαθμός προσέγγισης της μέγιστης συγκέντρωσης του μετάλλου σε μη αναστρέψιμη κατάσταση σχετίζεται με την παρουσία ανόργανων ιόντων στο νερό και κυρίως με την περιοδική έκθεση και συγκέντρωση.

Ο χαλκός είναι περισσότερο τοξικός στα μικρότερα σε ηλικία ψάρια. Η τοξικότητά του εκφρασμένη σαν LC 50 κυμαίνεται από 0.017 – 1.0 mg / l για 96h στις περισσότερες συνθήκες και εξαρτάται από την θερμοκρασία, το διαλυμένο οξυγόνο και την σκληρότητα του νερού. Συνδυασμός του μετάλλου με άλλες τοξικές ουσίες όπως Cu / Cd / Zn, Cu / Zn, Cu / Zn / Ni, Cu / Zn / φαινολών, Cu / φαινολών χαρακτηρίζονται ως συνεργατικές ενώ η παρουσία οργανικών ουσιών μικρής τοξικής δράσεως στα ψάρια όπως το EDTA, το κιτρικό οξύ, τα χουμικά οξέα καθώς και μερικά από τα αμινοξέα χαρακτηρίζονται ως ανταγωνιστές.



Οι επιπτώσεις που επιφέρει ο χαλκός είναι :

1. Μείωση επιβίωσης, ανάπτυξης και συχνότητα αναπαραγωγής.
2. Πιθανή αύξηση της κατανάλωσης οξυγόνου, του pH του αίματος, της κατανάλωσης ενέργειας και πιθανή μείωση της συχνότητας διατροφής.
3. Αλλαγή στην συμπεριφορά.
4. Θάνατος από ασφυξία λόγω της συγκέντρωσης βλέννας και της καταστροφής των βραγχιακών ελασμάτων.
5. Αύξηση της τιμής του αιματοκρίτη.
6. Νέκρωση του νεφρού, λιπώδη εκφυλισμό του συκωτιού, εγκεφαλική αιμορραγία και
7. Αλλαγές στη μορφή και λειτουργία των επιθηλιακών κυττάρων.



ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ (Zn)

Οι τιμές συσσώρευσης του μετάλλου κυμαίνονται από 3 – 80mg / Kg υ.β. στα γλυκά και αλμυρά νερά αντίστοιχα.

Οι τροφικές συνήθειες είναι οι κυρίως πηγές συσσώρευσης του μετάλλου στους ιστούς των ψαριών. Η συγκέντρωση είναι μικρότερη στους μυϊκούς ιστούς από τα υπόλοιπα όργανα. Οι τροφικές συνήθειες, η ηλικία και το μέγεθος του ψαριού δεν επηρεάζουν τις συγκεντρώσεις του μετάλλου. Έχει όμως παρατηρηθεί ότι τα νεαρά ψάρια είναι πιο ευάλωτα στο να δεσμεύουν οριακές συσσωρευτικές τιμές του μετάλλου από ότι τα μεγαλύτερα ψάρια. Το φορτίο συσσώρευσης εξαρτάται δευτερευόντως από την διάρκεια έκθεσης, τον βαθμό συγκέντρωσης καθώς και τη παρουσία οργανικών και ανόργανων ιόντων στο νερό.

Η επίτευξη μιας κατάστασης ισορροπίας του μεταλλικού φορτίου επιτυγχάνεται σε πολλά είδη ψαριών.

Αυτό αντανακλά μια ισορροπία μεταξύ αύξησης ψαριού και οριακά υψηλών συγκεντρώσεων του φορτίου.

Η τοξικότητα του μετάλλου εκφρασμένη σαν LC 50 για 48 – 96h κυμαίνεται μεταξύ 0,5 – 5,0 mg / l εξαρτώμενη από φυσικοχημικούς και βιολογικούς παράγοντες όπως σκληρότητα, θερμοκρασία, αλατότητα, μέγεθος και ηλικία του ψαριού και επίπεδο του διαλελυμένου οξυγόνου.

Οι επιπτώσεις που επιφέρει το μέταλλο στο ψάρι είναι :

1. Καταστροφή των βραγχίων.
2. Μείωση του pH του αίματος.
3. Μείωση του ρυθμού αύξησης βάρους, μήκους και της γονιμότητας.
4. Αλλοιώσεις του νεφρικού ιστού και



5. Αλλαγή της αναπαραγωγής και της ομαδοποιημένης συμπεριφοράς.

ΝΙΚΕΛΙΟ (Ni)

Το νικέλιο συσσωρεύεται στους ιστούς των ψαριών διαμέσου των βραγχίων ενώ δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του συσσωρευτικού φορτίου και της τροφικής συνήθειας. Το επίπεδο συγκέντρωσης του μετάλλου στους μυϊκούς ιστούς των ψαριών στα γλυκά ή στα αλμυρά νερά σπανίως υπερβαίνει το 3,0 mg / Kg υ.β.

Οι συγκεντρώσεις στους μύες είναι γενικά χαμηλότερες από αυτές στο συκώτι, τα νεφρά, τα βράγχια και τις γονάδες. Επίσης έχει αποδειχθεί ότι τα νεαρά στάδια της ζωής ενός ψαριού είναι πιο ευαίσθητα στην τοξικότητα του νικελίου σε σχέση με τα ενήλικα άτομα.

Η τοξικότητα του μετάλλου εκφρασμένη σαν LC 50 κυμαίνεται από 5 – 100 mg / l 48 - 96h. Η ανταγωνιστική αλληλεπίδραση με τα κατιόντα και η αύξηση της σκληρότητας μειώνει την τοξικότητα του μετάλλου στο νερό ενώ οι συνδυασμοί Ni /Cu ή Ni / Cu / Zn επιφέρουν αύξηση αυτής.

Οι επιπτώσεις της τοξικότητας του μετάλλου είναι :

1. Πιθανή μείωση της γονιμότητας και του ποσοστού επιβίωσης των αυγών.
2. Αύξηση ποσοστού των τερατογεννήσεων.
3. Θάνατος από ασφυξία λόγω της υψηλής συγκέντρωσης φορτίου στα βράγχια.
4. Αύξηση των τιμών αιματοκρίτη, της αιμογλοβίνης και επιβράδυνση του ρυθμού καθίζησης των ερυθροκυττάρων και
5. Μείωση του αριθμού των μικρών λυμφοκυττάρων που πηγαίνουν στον εγκέφαλο.



ΜΟΛΥΒΔΟΣ (Pb)

Η συσσώρευση του μετάλλου στα ψάρια των θαλασσινών και γλυκών νερών είναι συχνά μικρή. Οι κανονικές συγκεντρώσεις στους μυϊκούς ιστούς κυμαίνονται από 0,08 – 1,5 mg / Kg υ.β. στα ψάρια των αλμυρών νερών αντίστοιχα.

Η προσρόφηση του μολύβδου στους ιστούς γίνεται διαμέσου των βραγχίων και δεν σχετίζεται με τις τροφικές συνήθειες, την ηλικία και το μέγεθος του ψαριού. Από τις ενώσεις δε του μολύβδου που συσσωρεύονται οι πιο σπάνιες είναι οι οργανικές.

Η τοξικότητα, εκφρασμένη σαν LC 50 για χρονικό διάστημα 96h κυμαίνεται από 0,5 – 10 mg / l και εξαρτάται από την αρχική συγκέντρωση, την διάρκεια έκθεσης, το pH, την σκληρότητα, την οργανική ύλη, την παρουσία άλλων μετάλλων καθώς και από την χημική μορφή του μολύβδου και την θερμοκρασία. Η έκθεση των αυγών σε υψηλές συγκεντρώσεις έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ευαισθησίας του γόνου σε ακατάλληλο περιβάλλον από ότι αντίστοιχο άλλο ψάρι χωρίς ιστορικό έκθεσης, ενώ η ευαισθησία αυτή παραμένει και στα ψάρια της δεύτερης και τρίτης γενεάς.

Γενικά οι επιπτώσεις του μετάλλου στον οργανισμό των ψαριών είναι :

1. Μαύρισμα του δέρματος στην θωρακική περιοχή.
2. Λόρδωση, σκολίωση, τρεμούλιασμα των μυών και νέκρωση των αισθητηρίων κυττάρων της πλευρικής γραμμής.
3. Αλλαγές στη λειτουργία των μιτοχονδρίων, αύξηση της πυκνότητας των ριβοσωματίων και μείωση της πυκνότητας των πολυριβοσωμάτων και
4. Μειωμένο ανοσοποιητικό σύστημα.



ΚΑΔΜΙΟ (Cd)

Η πρόσληψη του μετάλλου στο ψάρι πιστεύεται ότι γίνεται δια μέσου των βραγχίων και της τροφικής αλυσίδας. Η συσσώρευση στους μύες δεν σχετίζεται με την συγκέντρωση του μετάλλου στο νερό ούτε με τις τροφικές συνήθειες του κάθε είδους γι αυτό και η μη αναστρέψιμη κατάσταση της υψηλής συγκέντρωσης του μετάλλου μπορεί να προέλθει από πολλούς και ασταθείς παράγοντες.

Η συσσώρευση του μετάλλου στους μυϊκούς ιστούς είναι χαμηλότερη από ότι στους ιστούς των κύριων οργάνων (συκώτι, νεφρά). Οι κανονικές συγκεντρώσεις κυμαίνονται μεταξύ 0,5 – 1,4 mg / Kg υγρού βάρους και 0,5 – 2,5 mg / Kg υ.β. για τα ψάρια των γλυκών και αλμυρών νερών αντίστοιχα.

Η τοξικότητα του μετάλλου εκφρασμένη σαν LC 50 για το χρονικό διάστημα 96h κυμαίνεται από 0,09 – 105 mg / l και 8.0 – 85 mg / l για τα γλυκά νερά αντίστοιχα. Η τοξική δράση εξαρτάται από την θερμοκρασία, το διαεπιμένο οξυγόνο, την σκληρότητα και το pH του νερού. Όπως και στα άλλα μέταλλα έχει διαπιστωθεί ότι ο γόνος είναι πιο ευαίσθητος στο μέταλλο από τα ενήλικα άτομα ή τα αυγά.

Η τοξικότητα του μετάλλου μπορεί να επιφέρει τα εξής συμπτώματα :

1. Μείωση της ικανότητας ωσμωρύθμισης
2. Μείωση της δράσης των ενζύμων στο συκώτι και τα νεφρά
3. Πιθανή αιμορραγική νέκρωση των γεννητικών αδένων και μείωση του ρυθμού ωριμότητας αυτών καθώς και της παραγωγής των διάφορων ορμονών και



4. Νέκρωση και απόρριψη της βλέννας, του αναπνευστικού επιθηλίου και των βραγχίων.

Σημαντική επίδραση του μετάλλου στην επιβίωση, ανάπτυξη και διαμόρφωση των ιστών δεν έχει παρατηρηθεί.



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Πολλοί πίνακες συσσώρευσης και τοξικότητας των μετάλλων έχουν δημοσιευτεί με κάποιες διαφορές μεταξύ τους διότι :

- a) Οι ερευνητές εκτιμούν τις τιμές συσσώρευσης στους ιστούς συγκρίνοντάς τες με τιμές άλλων περιοχών με βάση το βαθμό ρύπανσης του κάθε οικοσυστήματος και
- b) Οι τιμές τοξικότητας εξαρτώνται από τις φυσικοχημικές παραμέτρους του κάθε οικοσυστήματος.

Σύμφωνα με τα παραπάνω ένας τέτοιος πίνακας που **δίνει τις συνήθεις τιμές συσσώρευσης και τοξικότητας γενικά** είναι ο ακόλουθος :



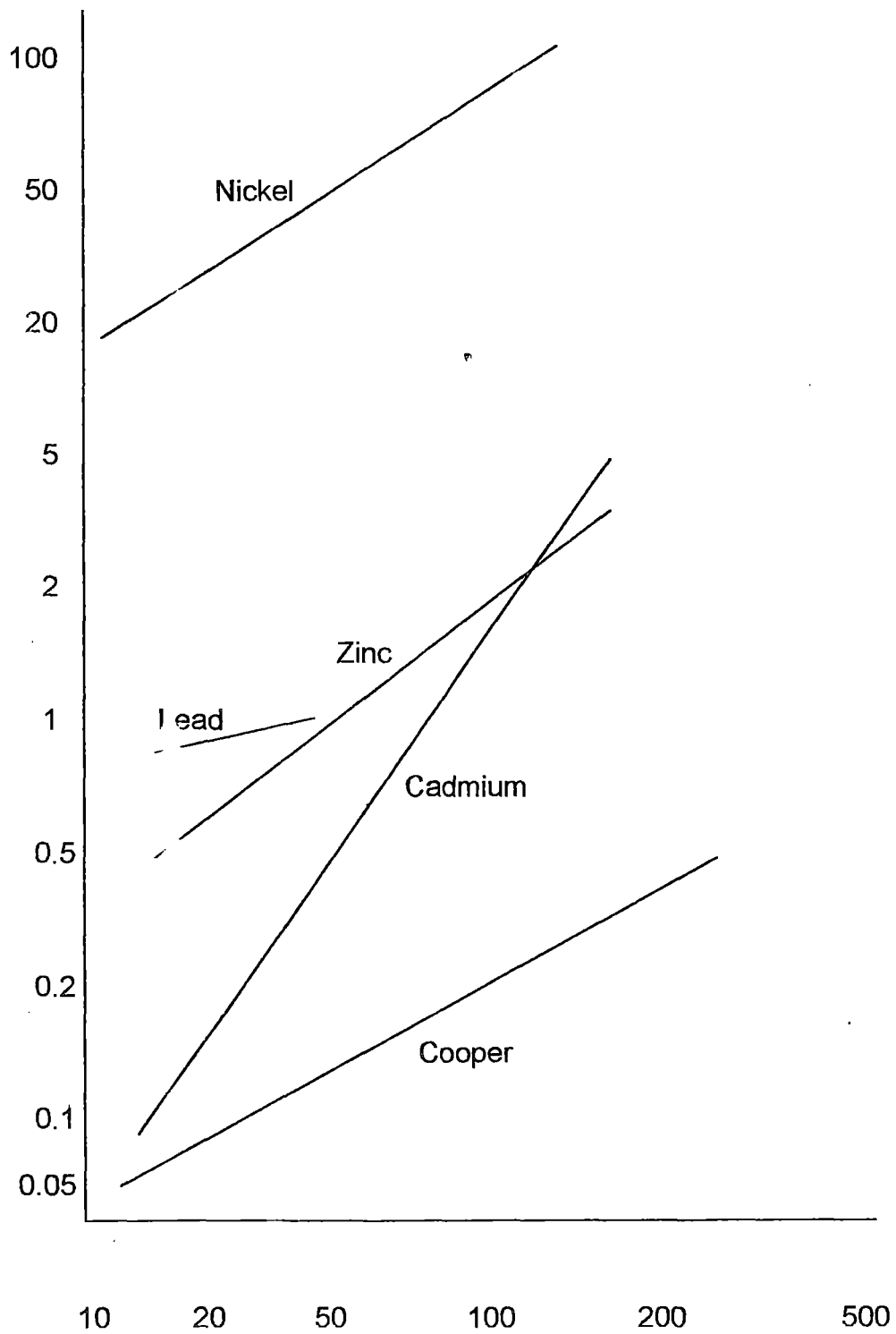
ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Εύρος τιμών συσσώρευσης βαρέων μετάλλων στους μυϊκούς ιστούς ψαριών (σε mg / Kg υ.β.) στη θάλασσα και στα γλυκά νερά και τοξικότητας (σε mg / lit).

Βαρέα	Συσσώρευση στους μυϊκούς ιστούς (mg / Kg υ.β*.)		Τοξικότητα LC 50 (mg / lit)		
	Μέταλλα	(Αλμυρά νερά)	(Γλυκά νερά)	Χρονικό διάστημα (h)	Εύρος τιμών
Hg		0.5 – 1.5	0.5 – 1.5	24	0.1 – 1.0
Cu		0.5 – 6.0	0.1 – 1.0	96	0.02 – 1.0
Zn		0.5 – 84.0	2.0 – 80.0	48 – 96	0.5 – 5.0
Ni		1.0 – 3.0	1.0 – 3.0	48 – 96	5.0 – 100.0
Pb		0.1 – 1.5	0.5 – 1.0	96	0.5 – 10.0
Cd		0.5 – 2.5	0.5 – 1.4	96	0.1 – 100.0
As		0.5 – 3.0	0.5 – 2.0	96	1.0 – 50.0
Cr		0.25 – 3.0	0.25 – 3.0	96	3.5 – 118.0

* Υγρό βάρος = 75%





Total Hardness, mg l⁻¹ as CaCO₃





ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

- 📖 **Βαλλιανάτος Ν. (1988).** Χημική ωκεανογραφία ΙΙ. Σημειώσεις Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου.
- 📖 **Ν. Βαλλιανάτου.** Σημειώσεις χημ. Ωκεανογραφίας ΙΙ
- 📖 **Βασιλικιώτης Γ.Σ.** χημεία περιβάλλοντος Θεσ/νικη 1986.
- 📖 **Βασιλικιώτης Γ.Σ. Φυτιάνος Κ.Κ.** Μέθοδοι ελέγχου ρύπανσης περιβάλλοντος Θεσ/νικη 1986.
- 📖 **Ενημερωτικό δελτίο Ελληνικής Εταιρείας Έρευνας Ελέγχου ρύπανσης υδάτων – εδάφους – αέρος. Οκτώβριος – Νοέμβριος – Δεκέμβριος 1997.**
- 📖 **Ενημερωτικό δελτίο ΕΡΥΕΑ Μάιος 1997.**
- 📖 **Κουμτζή Θ. Φυτιάνου Κ. Σαμαρά Κ.** χημεία περιβάλλοντος. Θεσ/νικη 1987.
- 📖 **Μαρκαντωνάτος Γ.** Επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων. Αθήνα 1986.
- 📖 **Σκούλλος Μ.** Χημική ωκεανογραφία – Μια εισαγωγή στη χημεία του θαλασσίου περιβάλλοντος. Αθήνα 1978.




- 📖 **Σταθόπουλος Γ. Α.** εισαγωγή στην υγιεινή. Θεσ/νικη 1985.
- 📖 **Τριανταφυλλίδης Σ.Α.** Οικολογία – Υγειονομική μηχανική.
Πανεπιστημιακή έκδοση 1972.
- 📖 **Φριλίγκος Ν. Κουσούρης Θ.** Υδροβιολογικές παρατηρήσεις στην
κατανομή θρεπτικών αλάτων και φυτοπλαγκτού στο Θερμαϊκό κόλπο.
Υδροτεχνικά 1983.
- 📖 **Φερεντίνος** Φυσικές ιδιότητες θαλασσινού νερού. Σημειώσεις

ΑΓΓΛΙΚΗ

- 📖 **Bei F., Castiki V. A. and Papathanassiou E (1992).** Cooper and
calcium levels in fish from the Greek waters (Aegean and Ionian seas).
CIESM Vol. 33 p. 167.
- 📖 **Beritic T. Zidar – Sikic j., Prpic – Majic D. and Tudor M. (1977).**
Some morphological and biochemical hematological parameters of
abnormal lead absorption in fish. In: Lead in the marine environment,
Marko Branica and Zdenka Konrad, Pergamon Press, Oxford – N. York
– Toronto – Sydney – Paris – Frankfurt pp. 263 – 269.
- 📖 **Catsiki V. A. et Flotou H. (1984)** Bioaccumulation des meteyx Cr, Cd,
Ni, et Cu dans le golfe de Geras, ile de Lesbos, mer Egee, Greece.
CIESM, pp. 317 – 320.
- 📖 **Bockris J.O.M.,** Environmental Chemistry Plenum Press. New York –
London 1997



 **Jenkins S.H Ires K.J.** Phosphorus in fresh waters and the Marine Environment Pergamon Press – Oxford N.Y. – Torino – Sydney – Braunchweig 1973.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΝΕΡΟΥ	
(ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ)	2
Α' ΕΝΟΤΗΤΑ	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο	
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΕΡΟΥ	3
1.1 ΔΙΑΧΥΣΗ	3
1.2 ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο	
ΔΙΑΛΥΜΕΝΑ ΑΕΡΙΑ	7
ΣΧΗΜΑ 2.1	
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΣΦΟΝΔΥΛΩΝ ΜΑΓΓΑΝΙΟΥ ΣΤΙΣ ΥΦΑΛΟΚΡΗΤΙΔΕΣ	7
2.1 ΣΦΟΝΔΥΛΟΙ ΜΑΓΓΑΝΙΟΥ	7
2.2 ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ	9
2.3 ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ (DISSOLVED OXYGEN, Do)	10
2.4 ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	11
2.5 ΡΗ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ	12
2.6 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΟΥ ΡΗ ΣΤΗΝ ΑΜΜΩΝΙΑ (NH₃)	12



2.7 ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ ΛΕΡΙΩΝ	15
Β' ΕΝΟΤΗΤΑ	
(ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΕΠΙΒΛΑΒΕΙΣ ΡΥΠΑΝΤΕΣ)	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο	18
ΓΕΝΙΚΑ	18
3.1 ΕΙΔΗ ΡΥΠΑΝΤΩΝ	20
3.2 ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ	22
ΑΛΙΕΥΤΙΚΑ ΝΕΑ	25
ΧΑΛΚΟΣ (Cu)	25
ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ (Zn)	27
ΝΙΚΕΛΙΟ (Ni)	28
ΜΟΛΥΒΔΟΣ (Pb)	29
ΚΑΔΜΙΟ (Cd)	30
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>	35

