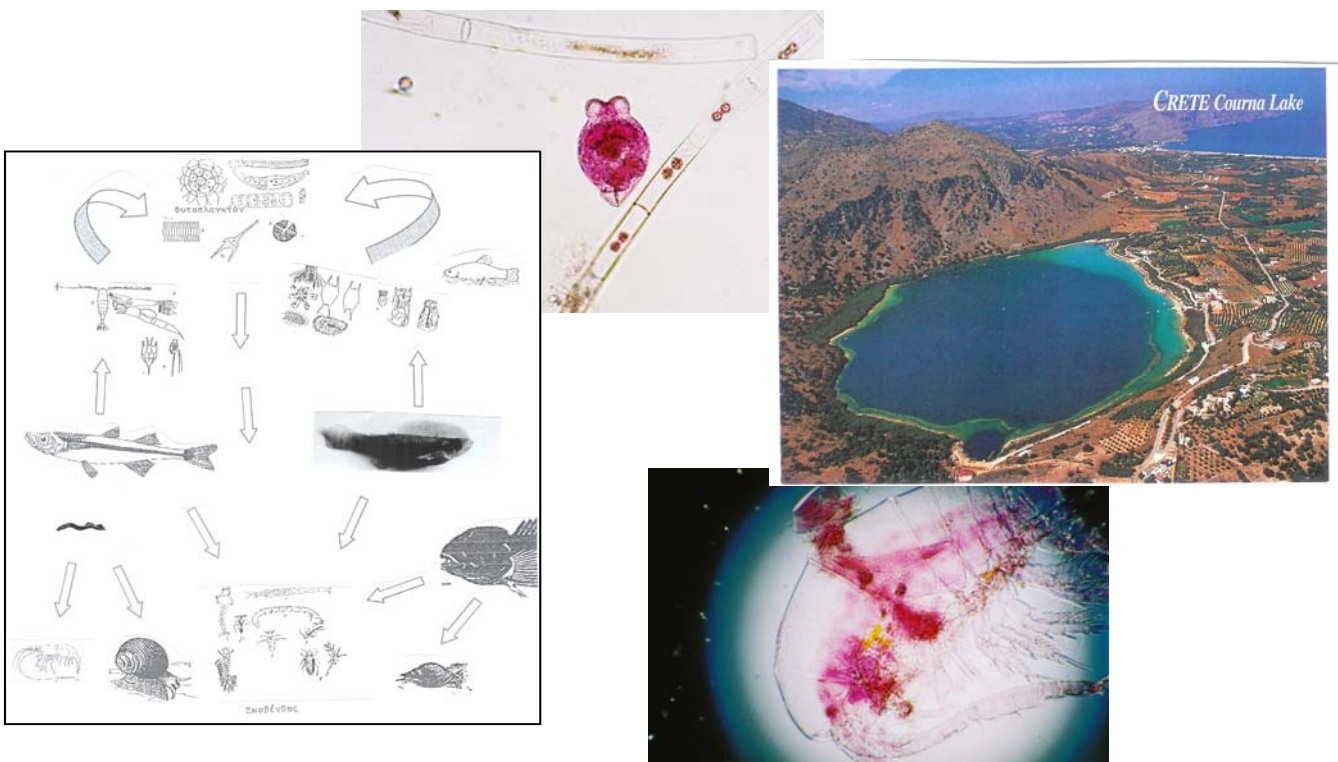


ΜΕΛΕΤΗ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΛΙΜΝΗΣ ΚΟΥΡΝΑ ΧΑΝΙΩΝ
ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΟ ΠΛΑΓΚΤΟΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ

ΓΙΩΡΓΟΣ Ν. ΤΙΓΚΙΑΗΣ
ΒΙΟΛΟΓΟΣ



ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΠΟΥ ΥΠΟΒΛΗΘΗΚΕ ΣΤΟ ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2007

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ**

**ΓΙΩΡΓΟΣ Ν. ΤΙΓΚΙΑΗΣ
ΒΙΟΛΟΓΟΣ**

**ΜΕΛΕΤΗ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΛΙΜΝΗΣ ΚΟΥΡΝΑ
ΧΑΝΙΩΝ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ
ΣΤΟ ΠΛΑΓΚΤΟΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ.**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΠΟΥ ΥΠΟΒΛΗΘΗΚΕ ΣΤΟ ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ**

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2007

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αφιερωμένο

Στην αγαπημένη μου γυναίκα και συνάδελφο Αθηνά

*Στις γλυκιές μου κόρες,
φοιτήτριες Κάλλια και Όλγα*

Και στους άξιους γονείς μου Νίκο και Όλγα

Να είστε όλοι καλά

ΜΕΛΗ ΤΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΑΝ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ^{1,2}

Ομότιμος Καθηγητής Τμήματος Βιολογίας του Παν/μιου Κρήτης

Μ. ΜΥΛΩΝΑΣ^{1,3}

Καθηγητής Τμήματος Βιολογίας του Παν/μιου Κρήτης

Μ. ΚΕΝΤΟΥΡΗ³

Καθηγήτρια Τμήματος Βιολογίας του Παν/μιου Κρήτης

ΑΘ. ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ –ΑΜΙΛΛΗ³

Καθηγήτρια Τμήματος Βιολογίας του Εθνικού Καποδιστριακού Παν/μιου Αθηνών.

ΕΥΡ. ΣΤΕΦΑΝΟΥ³

Καθηγητής Τμήματος Χημείας του Παν/μιου Κρήτης

ΑΝ. ΤΣΕΛΕΠΙΔΗΣ³

Καθηγητής Σχολής Ναυτιλιακών Σπουδών του Παν/μιου Πειραιά.

Ι. ΚΑΡΑΚΑΣΗΣ³

Αναπληρωτής Καθηγητής Τμήματος Βιολογίας του Παν/μιου Κρήτης

Μ. ΠΑΥΛΙΔΗΣ³

Επίκουρος Καθηγητής Τμήματος Βιολογίας του Παν/μιου Κρήτης

ΑΛ. ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ^{1,3}

Ερευνητής Α΄ Ινστιτούτου Εσωτερικών Υδάτων του Ελληνικού Κέντρου Θαλάσσιων Ερευνών (ΕΛΚΕΘΕ).

¹ Μέλη της τριμελούς επιτροπής

² Επιβλέπων Καθηγητής

³ Μέλη της εξεταστικής επιτροπής

Πρόλογος

Η διατριβή αυτή πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Θαλάσσιας Οικολογίας του Τομέα Περιβαλλοντικής και Πληθυσμιακής Βιολογίας του Βιολογικού Τμήματος της Σχολής Θετικών επιστημών του Πανεπιστημίου Κρήτης από το 2002 μέχρι το 2007. Τμήματα της ερευνητικής εργασίας που αποτέλεσε την βάση για την διατριβή έγιναν επίσης σε εργαστήρια του Ελληνικού Κέντρου Θαλάσσιων Ερευνών (ΕΛΚΕΘΕ) και των Ινστιτούτων που έχουν την έδρα τους στη Κρήτη.

Η ερευνητική αυτή δουλειά αποτέλεσε κατά κάποιο τρόπο συνέχεια της καθαρά ιχθυολογικής έρευνας στα πλαίσια της μεταπτυχιακής μου διατριβής στον ίδιο τόπο και στα Εργαστήρια Ιχθυολογίας του Παν/μίου Κρήτης και Αριστοτέλειου Παν/μιου Θεσσαλονίκης με την καθοδήγηση των εκλεκτών Καθηγητών μου κ.κ Ν. Τσιμενίδη και Π. Οικονομίδη.

Κατά το 2002 υπήρξε μικρή χρηματοδότηση για την έρευνα από τον Δήμο Γεωργιούπολης στα πλαίσια ενός προγράμματος καταγραφής και διαχείρισης του πληθυσμού χρυσόψαρων που είχαν εισαχθεί τυχαία στην λίμνη, σε συνεργασία με το ΤΕΙ Χανίων και την Δ/ση Αλιείας της Νομαρχίας Χανίων. Τα επόμενα χρόνια η χρηματοδότηση δυστυχώς δεν συνεχίστηκε, παρότι είχε εγκριθεί σχετικό πρόγραμμα στα πλαίσια του ΕΤΕΡΠΣ από το ΥΠΕΧΩΔΕ. Το γεγονός αυτό δυσκόλεψε σημαντικά την υλοποίηση του αρχικού σχεδιασμού της μελέτης με έμφαση στο σύνολο της ιχθυοπανίδας της λίμνης του Κουρνά και ήταν η κύρια αιτία που στη πορεία η αλιευτική-ιχθυολογική έρευνα επικεντρώθηκε αφενός στα δύο πλαγκτοφάγα είδη της αθερίνας και του κουνουπόψαρου, αφετέρου στην ποιοτική και ποσοτική ανάλυση του πλαγκτού της λίμνης με την βοήθεια 2 μεθόδων. Η πρώτη μέθοδος αφορούσε την λήψη δειγμάτων νερού για την μέτρηση των φυσικοχημικών παραμέτρων και παράλληλα την λήψη δειγμάτων για την ποιοτική ανάλυση κύρια του φυτοπλαγκτού. Η δεύτερη μέθοδος αφορούσε την χρήση πλαγκτικού διχτυού για την ποιοτική και ποσοτική ανάλυση κύρια του ζωοπλαγκτού και δευτερευόντως του φυτοπλαγκτού (νηματοειδών taxa) αλλά και άλλων αιωρούμενων φερτών υλικών.

Ευχαριστίες

Από την θέση αυτή θα ήθελα καταρχήν να ευχαριστήσω θερμά τον **Καθηγητή μου κ. Αναστάσιο Ελευθερίου** για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, αναλαμβάνοντας ως επιβλέπων την υλοποίηση της διατριβής αυτής και δίνοντάς μου κουράγιο να προχωρήσω το δύσκολο αυτό εγχείρημα. Ιδιαίτερα σημαντικές και καθοριστικές ήταν οι συμβουλές και η συμπαράστασή του σε στιγμές δύσκολες που η συνέχιση και ολοκλήρωση της έρευνας φαινόταν αδύνατη. Η εποικοδομητική κριτική επίσης πάνω στο τελικό κείμενο της διατριβής ήταν καταλυτική για το ξεπέρασμα των τελικών δυσκολιών.

Θερμά ευχαριστώ και τον **Καθηγητή μου κ. Μουσή Μυλωνά**, μέλος της τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής, για την αμέριστη συμπαράσταση και εμπιστοσύνη που μου έδειξε καθ' όλη την διάρκεια της έρευνας και την σημαντική τεχνική υποστήριξη που μου παρείχε όποτε την χρειάστηκα από το Μουσείο Φυσικής Ιστορίας του Παν/μιου (ΜΦΙΚ), το οποίο διευθύνει.

Τέλος πολλά ευχαριστώ οφείλω στο τρίτο και νεαρότερο μέλος της Συμβουλευτικής Επιτροπής, τον **Δρ. Άλκη Οικονόμου**, Ερευνητή Α΄ του Ινστιτούτου Εσωτερικών Υδάτων ΕΛΚΕΘΕ, που δέχτηκε με μεγάλη προθυμία να συμβάλλει στην διατριβή μου αυτή, όντας ειδικός στην ιχθυοπανίδα των εσωτερικών υδάτων. Η επιστημονική του βοήθεια σε θέματα βιβλιογραφίας και εμπειρίας στην αντιμετώπιση προβλημάτων κατά τις δειγματοληψίες σε λίμνες ήταν ανεκτίμητες. Οι παρατηρήσεις του καθ' όλη την διάρκεια της έρευνας και η εποικοδομητική κριτική του στο αρχικό κείμενο της διατριβής ήταν καθοριστικές στην ολοκλήρωση της συγγραφής.

Ιδιαίτερη αναφορά θα ήθελα επίσης να κάνω για την ανιδιοτελή προσφορά της συναδέλφου βιολόγου-ιχθυολόγου **Μαργαρίτας Garbo-Μπαρμπούνη** της Δ/σης Αλιείας Χανίων κατά την διάρκεια των περισσότερων δειγματοληψιών μου. Επίσης ευχαριστώ τον συνάδελφο και φίλο **Γιώργο Παναγιωτάκη**, Δ/ντη της παραπάνω υπηρεσίας για την αμέριστη υποστήριξη της ερευνητικής αυτής δουλειάς .

Η μελέτη αυτή επίσης δεν θα ήταν δυνατό να ολοκληρωθεί, αν δεν υπήρχε υποστήριξη από σημαντικό αριθμό ερευνητών, επιστημονικών και τεχνικών συνεργατών του ΕΛΚΕΘΕ Κρήτης (πρώην ΙΘΑΒΙΚ).

Οφείλω όμως ένα μεγάλο ευχαριστώ στον Δ/ντη του ΕΛΚΕΘΕ, **Καθηγητή κ. Χρόνη**, γιατί ενέκρινε την διεξαγωγή των δαπανηρών χημικών αναλύσεων των

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

δειγμάτων νερού στο Χημικό Εργαστήριο Κρήτης και στο επιστημονικό προσωπικό του, τη Χιονάτη **Sn. Zivanovic** και την **Ελένη Δαφνομήλη**, που μου παρείχαν την εμπειρία τους και με εκπαίδευσαν στις αναλύσεις θρεπτικών αλάτων, χλωροφυλλών και σωματιδιακού άνθρακα.

Επίσης ευχαριστώ την **Δρ. Βιβή Πίττα** και **Δρ. Στέλλα Ψαρρά** για τις χρήσιμες συμβουλές τους, την βιβλιογραφία και την διευκόλυνση στην χρήση του ανάστροφου μικροσκοπίου, κατά την μελέτη των πλαγκτικών δειγμάτων. Επίσης ευγνώμων είμαι για την διευκόλυνση που μου παρείχε ο Δ/ντης του Ινστιτούτου Υδατ/γειών **Δρ. P.Divanack** και ο υπεύθυνος Ερευνητής των εγκαταστάσεων στο λιμάνι, **Δρ. Ντίνος Μυλωνάς**, προκειμένου να χρησιμοποιήσω το διαθέσιμο ανάστροφο μικροσκόπιο για κάποιο χρονικό διάστημα.

Ακόμη ευχαριστώ τον **Δρ. Κώστα Ντούνα** για τις συνεχείς συμβουλές του και την προμήθεια δειγματοληπτικού εξοπλισμού για τις ανάγκες της έρευνας. Σημαντική η προσφορά του **Δρ. Χρήστου Αρβανιτίδη** στην εξοικείωση των στατιστικών προγραμμάτων για ανάλυση δεδομένων, τον ευχαριστώ θερμά.

Ευχαριστώ επίσης τους συνάδελφους και πλέον δόκτορες ερευνητές στο ΕΛΚΕΘΕ και το ΜΦΙΚ, **Κατερίνα Σεβαστού, Νίκο Λαμπαδαρίου, Γιολάντα Κουλούρη, Γιώργο Πετυχάκη και Στέλιο Σημιαϊάκη**, καθώς και τα κορίτσια του εργαστηρίου την **Ναυσικά Παπαγεωργίου και Ιωάννα Καλαντζή** υποψήφιες διδάκτορες για την πάσης φύσεως βοήθεια και συμπαράσταση σε διάφορες φάσεις της μελέτης.

Επίσης ευχαριστίες οφείλω στην **Καθηγήτρια Αθηνά Οικονόμου-Αμίλλη** του Εργαστηρίου Συστηματικής Βοτανικής του Ε.Κ.Παν/μιου Αθηνών για την παροχή χρήσιμης βιβλιογραφίας, την δυνατότητα αξιοποίησης της βιβλιοθήκης του εργαστηρίου για το λιμναίο φυτοπλαγκτόν και την προθυμία της να συμμετάσχει στην Επιτροπή Αξιολόγησης. Οφείλω επίσης ιδιαίτερες ευχαριστίες στον παλιό συμφοιτητή μου και σήμερα Λέκτορα Παν/μιου Αθηνών **Δανιήλ Δανηλίδη** για την σημαντική του βοήθεια στον προσδιορισμό αρκετών φυτοπλαγκτικών ειδών. Επίσης ευχαριστώ και τους πανεπιστημιακούς **Δρ. Λεμονιά Κουμπλή-Σοβατζή, Δρ. Μαρία Ρουσομουστακάκη και Δρ. Μπάρμπαρα Μοντεσάντο**, που συνέβαλαν στον προσδιορισμό βιολογικού υλικού κατά τις επισκέψεις μου στο παραπάνω Εργαστήριο του Παν/μιου Αθηνών.

Ανάλογη προσφορά και βοήθεια μου παρείχε η **Δρ. Λίτσα Μιχαλούδη** από το Εργαστήριο Ζωολογίας του Αριστοτέλειου Παν/μιου Θεσσαλονίκης. Η χορήγηση

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

αντίτυπου της διδακτορικής εργασίας της και οι συμβουλές της στην αναγνώριση αρκετών ειδών ζωοπλαγκτού ήταν πολύτιμες, την ευχαριστώ θερμά. Επίσης από το Α.Π.Θ και το Εργαστήριο Βοτανικής, ευχαριστώ την **Δρ. Μαρία Μουστάκα** για την χορήγηση αντίτυπου από την διδακτορική της εργασία, στοιχείο παρά πολύ χρήσιμο στην φάση της συγγραφής του τμήματος σχετικά με το φυτοπλαγκτόν της παρούσας διατριβής.

Τέλος ιδιαίτερα χρήσιμη ήταν η συμβολή των στελεχών του ΜΦΙΚ **Δρ. Κ. Βορεάδου, Δρ. Κ. Βαρδινογιάννη και Δρ. Π. Λυμπεράκη** με την χορήγηση αδημοσίετων στοιχείων έρευνας για το βένθος της λίμνης και του συναδέλφου υποψήφιου διδάκτορα **Μιχάλη Δρετάκη** για την ορνιθοπανίδα. Τους ευχαριστώ όλους θερμά.

Δεν μπορώ ακόμη να παραλείψω την προσφορά πολύτιμων στοιχείων από διάφορους φορείς και υπηρεσίες που συνέβαλλαν στην ολοκληρωμένη περιγραφή των φυσικοχημικών και οικονομικών δεδομένων της λίμνης. Αυτοί ήταν ο συναδέλφος γεωπόνος **Δημ. Παπαδημητράκης**, υπεύθυνος Γραφείου Κτηνοτροφίας Δ/σης Αγροτικής Ανάπτυξης Χανίων, και οι υπεύθυνοι στο ΙΓΜΕ Κρήτης, στο Ρέθυμνο **κ.κ Ι. Κνιθάκης και Σ. Παυλίδου**. Τους ευχαριστώ θερμά.

Ευχαριστώ επίσης τον **Καθηγητή Γ. Σταυρουλάκη** στο Τμήμα Διαχείρισης Φυσικών Πόρων του ΤΕΙ Κρήτης (Χανιά) και την ομάδα σπουδαστών του για την καλή συνεργασία και ανταλλαγή απόψεων και στοιχείων κατά τον πρώτο χρόνο της έρευνας στα πλαίσια του προγράμματος παρακολούθησης της λίμνης με χρηματοδότηση του τοπικού Δήμου.

Επίσης καθοριστικής σημασίας στην εμπρόθεσμη ολοκλήρωση της έρευνας αυτής ήταν η έγκριση χορήγησης εκπαιδευτικής άδειας διάρκειας ενός έτους το 2005 από μέρους του αρμόδιου υπηρεσιακού συμβουλίου με την σύμφωνη γνώμη του προηγούμενου **Νομάρχη Ηρακλείου κ. Δημήτρη Σαρρή**. Τους ευχαριστώ πολύ όλους καθώς και τον **πρ. Αναπληρωτή Νομάρχη κ. Βαγγέλη Μαμαλάκη** για την συμπαράστασή του στη φάση των προβλημάτων που δημιουργήθηκαν με την υπηρεσία μου λόγω της άδειας αυτής.

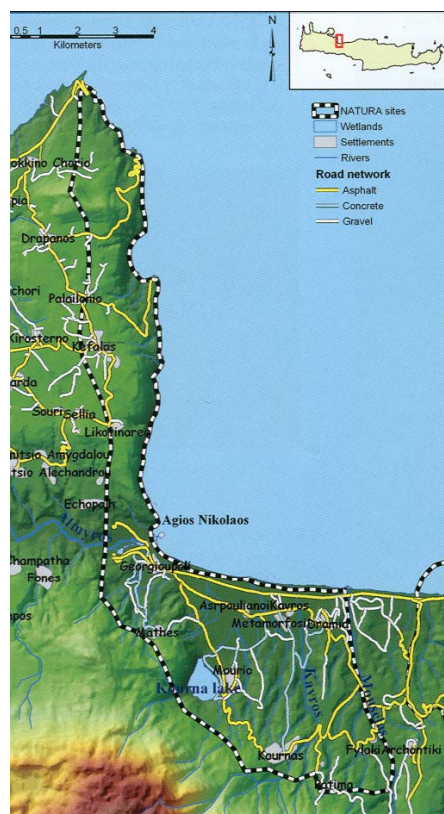
Τέλος σημαντική ήταν η βοήθεια που μου παρείχε ο Δήμος Γεωργιούπολης, με την ηθική συμπαράσταση του **Δήμαρχου κ. Παπαδάκη** και ιδιαίτερα μέσω του αρμόδιου υπάλληλου και συναδέλφου Δασολόγου Msc. **Θανάση Καραθανάση**, που θεώρησε από την αρχή ως προσωπική του υπόθεση την υλοποίηση της υδροβιολογικής μελέτης της λίμνης. Τον ευχαριστώ θερμά για όλη του την προσφορά.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή	1
Κεφάλαιο 1 Περιγραφή περιοχής μελέτης	
Ιστορικό μελέτης λίμνης	3
Γεωλογία	6
Υδρολογία	6
Μορφομετρία	10
Κλιματικές Συνθήκες	14
Οικονομικά & Παραγωγικά στοιχεία περιοχής	21
Κεφάλαιο 2 Υλικά και Μέθοδοι	
Δειγματοληψίες	24
Μετρήσεις πεδίου	30
Επεξεργασία δειγμάτων στο εργαστήριο	31
Ποιοτική & ποσοτική ανάλυση φυτοπλαγκτού-περίφυτου φυτοβένθους	32
Ποιοτική & ποσοτική ανάλυση ζωοπλαγκτού	35
Αλιευτική δειγματοληψία	38
Στατιστική ανάλυση δεδομένων	44
Κεφάλαιο 3 Αποτελέσματα (Μέρος Α)	
A. Αβιοτικά χαρακτηριστικά	
1. Φυσικοχημικοί παράγοντες	
Θερμοκρασία νερού	46
Διαλυμένο οξυγόνο και κορεσμός του	48
Διαφάνεια & θολρότητα νερού	51
Ενεργός οξύτητα (pH) νερού	55
Αλκαλικότητα (Alk)	57
Ηλεκτρική αγωγιμότητα	59
Αλατότητα & χλωριόντα	61
Θειικά ιόντα & Υδρόθειο	64
Θρεπτικά άλατα	64
Φωσφόρος, Άζωτο, Πυρίτιο	
1.10 Αιωρούμενα στερεά	82
Κεφάλαιο 3 Αποτελέσματα (Μέρος Β)	
B. Βιοτικά χαρακτηριστικά	
I. Φυτοπλαγκτόν	
1. Εισαγωγή	87
2. Αποτελέσματα έρευνας φυτοπλαγκτού	
2.1 Σύνθεση & κατάλογος ειδών	89
2.2 Φυτοπλαγκτόν διχτυού & νανοπλαγκτόν	90
2.3 Περιγραφή ειδών κατά ομάδα	91
2.4 Αφθονία και βιομάζα	95
II. Χλωροφύλλες	129
III. Σωματιδιακός Οργανικός Άνθρακας (POC)	135
IV. Τροφικότητα λίμνης	136
V. Υδρόβια βλάστηση - Φυτοβένθος	140
VI. Ζωοπλαγκτόν	
1. Εισαγωγή	143

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η λίμνη Κουρνά εκτός από την μοναδικότητά της σε μία νησιωτική περιοχή, όπως η Κρήτη στο νοτιότερο σημείο της Ευρώπης, βρίσκεται στην ζώνη με κωδικό GR 4340010 «Ακρωτήριο Δράπανο- Παραλία Γεωργιούπολης- Λίμνη Κουρνά» του Δίκτυου «Natura 2000». Συνεπώς ανήκει στις προστατευόμενες περιοχές, σύμφωνα με την Κοινοτική Οδηγία 92/43 /EE και την αντίστοιχη Εθνική Νομοθεσία. Επιπρόσθετα απαιτεί ειδική διαχείριση και στα πλαίσια της Κοινοτικής Οδηγίας 2000/60 και του Ν. 3199/2004 για την «Διαχείριση των Ευρωπαϊκών Υδάτων» (Irvine *et al.* 2001)



Εικόνα 1: Τοποθεσία λίμνης στη ζώνη Natura με κωδικό GR 4340010 – Κλίμακα 1/133000 (Από φυλλάδιο Δήμου Γεωργιούπολης & ΜΦΙΚ /Life Δυτ.Κρήτης.

Το κύριο μέρος της μελέτης αυτής αφορά το φυτοπλαγκτόν, το ζωοπλαγκτόν και την ιχθυοπανίδα της λίμνης. Ιδιαίτερη προσπάθεια γίνεται για τη συσχέτιση των 3 αυτών βιοτικών παραγόντων μέσα από το πρίσμα των φυσικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή. Συνεπώς η μελέτη της δομής, οργάνωσης και λειτουργίας υδάτινων οικοσυστημάτων όπως η φυσική λίμνη του Κουρνά, έχει ιδιαίτερη σημασία γιατί θα μπορεί να επιτρέψει την καλύτερη αξιοποίησή τους αλλά συγχρόνως και την προστασία τους (Wetzel 1983).

Στα λιμναία και τα ποτάμια οικοσυστήματα μάλιστα, η στενή ενεργειακή αλληλεξάρτηση με τα όμορα χερσαία έχει ιδιαίτερη σημασία. (Roy *et al.* 2003, Wotton 1995) και το επισημαίνουν οι Wipfli *et al.* (1998), Konishi *et al.* (2001), Nakano & Murakami (2001), Bastow *et al.* (2002) (από Fausch *et al.* 2002). Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότεροι οικολόγοι ερευνητές (Pimm *et al.* 1991, Polis & Hurd 1996, Polis *et al.* 1997 (από Fausch *et al.* 2002) εξετάζουν τον βαθμό

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

εξάρτησης των δύο αυτών τύπων οικοσυστημάτων. Όσο πιο μικρή η έκταση και ο όγκος του υδάτινου οικοσυστήματος τόσο πιο έντονη εμφανίζεται η εξάρτηση από την ροή ενέργειας μέσω των χερσαίων οικοσυστημάτων και αντίστροφα.

Στα λιμναία οικοσυστήματα και στη βάση του τροφικού πλέγματός τους είναι γνωστό ότι την κυρίαρχη θέση κατέχουν οι φυτοπλαγκτικοί πληθυσμοί (Odum 1980). Συνεπώς κάθε μεταβολή που συμβαίνει στο φυτοπλαγκτόν της λίμνης μεταβάλλει την ισορροπία του.

Η ποσότητα του φυτοπλαγκτού, από άποψη αφθονίας αλλά και βιομάζας, είναι επίσης γνωστό ότι εξαρτάται α) από την ένταση της φωτοσύνθεσης, η οποία με την σειρά της εξαρτάται από την ένταση της φωτεινής ενέργειας που φτάνει στην επιφάνεια και μέχρι κάποιο βάθος κάθε λίμνης, β) από την συγκέντρωση των ανόργανων θρεπτικών αλάτων (νιτρικών, αμμωνιακών, φωσφορικών, πυριτικών κλπ), γ) από την θερμοκρασία, δ) το pH, ε) την διαφάνεια και άλλους παράγοντες όπως ορισμένα ιχνοστοιχεία κ.λπ

Οι φυτοπλαγκτικοί οργανισμοί όντας στη βάση της τροφικής πυραμίδας διαμορφώνουν το τελικό παρεχόμενο ενεργειακό ποσό στην κορυφή της, που συνίσταται από τους φυσικούς πληθυσμούς ιχθυοπανίδας. Σε μία λίμνη μάλιστα που αλιεύεται το θέμα αποκτά αλιευτικό κοινωνικο-οικονομικό ενδιαφέρον. Στην προκείμενη όμως περίπτωση, η μικρή λίμνη Κουρνά, δεν αλιεύεται, αλλά η ιχθυοπανίδα της φαίνεται να επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τους πληθυσμούς της παρυδάτιας και υδρόβιας ορνιθοπανίδας. Είναι όμως και τόπος επίσκεψης μεγάλου αριθμού τουριστών, για αναψυχή και κολύμβηση και συνεπώς η γνώση της δομής και λειτουργίας της λίμνης αποκτά και άλλης μορφής κοινωνικο-οικονομικό ενδιαφέρον.

Τέλος παρότι έχουν γίνει ορισμένες έρευνες σε κάποιες λίμνες του ελλαδικού χώρου [Μπεκάκου-Κόντου (1971), Οικονομίδης (1974), Καρβουνάρης (1979), Anagnostidis & Economou-Amilli (1980), Νταουλάς (1981), Σίνης (1981), Economidis & Sinis (1982), Koussouris & Puch-Thomas (1982), Anagnostidis *et al.* (1985), Μουρκίδης (1985), Anagnostidis *et al.* (1988), Μουστάκα-Γουνή (1988), Zarfdjian & Economidis (1988), Ζαρφτζιάν (1989), John & Economou-Amilli (1990a, 1990b), Τάφας (1991), Τρύφων (1994), Δανηλίδης (1991), Danielidis *et al.* (1996), Μουρκίδης *και συν.* (1996), Koumpli-Sovantzi (1997), Tafas *et al.* (1997a, 1997b), Μιχαλούδη (1997), Kagalou *et al.* 2001, Tryfon (2001)] εντούτοις η γνώση για τα λιμναία οικοσυστήματα της χώρας μας θεωρείται ακόμη ελλιπής και περιορισμένη, συγκρινόμενη με άλλες χώρες, κύρια ευρωπαϊκές. Την σημαντικότερη σύνοψη της

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

παραπάνω ελληνικής υδροβιολογικής έρευνας σε εσωτερικά νερά αποτέλεσε η μονογραφία του Κουσουρή (1998).

Οι έρευνες στο ζωοπλαγκτόν των εσωτερικών νερών της Ελλάδας μέχρι πρόσφατα είχαν ταξινομικό χαρακτήρα και τα αποτελέσματά τους συνοψίστηκαν από τους Zarfdjian & Economidis (1989). Μόνο την τελευταία 10ετία του 20ου αιώνα έγιναν οι πρώτες αναλυτικές έρευνες σχετικά με την σύνθεση και αφθονία της κατηγορίας αυτής υδρόβιων μικροοργανισμών σε δύο λίμνες της Μακεδονίας, την Βόλβη, (Ζαρφντζιάν 1989) και την Μικρή Πρέσπα (Μιχαλούδη 1997, Michaloudi *et al.* 1997). Πρόσφατα έγιναν και οι πρώτες αναφορές για το ζωοπλαγκτόν της μεγαλύτερης σε έκταση ελληνικής λίμνης, της Τριχωνίδας στη Δυτική Στερεά (Ντούλκα και συν. 2005).

Συνεπώς αντικείμενο της μελέτης αυτής είναι η διερεύνηση των βιοτικών στοιχείων (πλαγκτού, ιχθυοπανίδας κ.ά) καθώς και των διαφόρων οικολογικών παραμέτρων της λίμνης (pH, θερμοκρασία κ.ά) με σκοπό τον προσδιορισμό των υδροβιολογικών χαρακτηριστικών της για την εξαγωγή συμπερασμάτων που θα συμβάλλουν στην ορθή διαχείριση της περιοχής. Παράλληλα θα συμβάλλει και στην άμεση αντιμετώπιση τυχόν προβλημάτων, όπως ευτροφικά επεισόδια, υπερανάπτυξη τοξικών Κυανοφυκών, όπως το *Microcystis aeruginosa* και το *Aphanizomenon flos-aquae*. Δευτερογενώς θα αποφευχθούν φαινόμενα όπως η μη ποσιμότητα του νερού, τυχόν μαζικοί θάνατοι ειδών ιχθυοπανίδας, η μείωση αποδημίας ή διαχείμανσης πτηνών, η μείωση της τουριστικής αξίας της λίμνης ή απειλή ευαίσθητων ψαριών, όπως το είδος της σαλιάρας του γλυκού νερού (*Blennius fluviatilis*). Φαινόμενα και καταστάσεις δηλαδή που θα εμφανιστούν πιθανότατα στο μέλλον εξ αιτίας της αυξανόμενης ανθρώπινης πίεσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

I. ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΜΕΛΕΤΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ

Τις πρώτες αναφορές σχετικά με την ιχθυοπανίδα (χέλια), το χρώμα και την μορφολογία της λίμνης αναφέρει ο Ενετός περιηγητής Buondelmondi στο ταξίδι του στην Κρήτη την περίοδο της Ενετοκρατίας (1385), σύμφωνα με τον Μιχελάκη (1994) και τους Rackham & Moodey (1996/2003).

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αρκετά χρόνια αργότερα οι Brehm (1955), Lindberg (1956) και Chappuis (1956) αναφέρονται σε λεπτομερή περιγραφή καρκινοειδών ειδών της λίμνης και ιδιαίτερα ορισμένων Καλανοειδών. Τα παραπάνω στοιχεία συνοψίζονται στην εργασία σύνοψης των Zarfdjian & Economidis (1989) για την σύνταξη προσωρινών καταλόγων ομάδων ζωοπλαγκτού στα εσωτερικά νερά της χώρας μας..

Η εταιρία ΥΔΡΟΓΑΙΑ (Παυλάκης και συν. 1972) δίνει σημαντικές πληροφορίες για την υδρογεωλογία της περιοχής στα πλαίσια έρευνας για την αξιοποίηση του υδατικού δυναμικού της Δυτικής Κρήτης. Ακόλουθα οι Παπαπέτρου-Ζαμάνη & Βερούκιος (1977) στα πλαίσια της μελέτης των καρστικών φαινομένων της Ελλάδας δίνουν στοιχεία για την τεκτονική προέλευση της λίμνης Κουρνά (ή αλλιώς Κορησία).

Σύνοψη υδρογεωλογικών και μορφολογικών πληροφοριών για την λίμνη μέχρι το 1975, αποτελεί η έκθεση της ερευνητικής αποστολής της Σχολής Βιολογικών Επιστημών του Βρετανικού Παν/μιου East Anglia (Kitching *et al.* 1976). Η εργασία μετά από συλλογή στοιχείων πεδίου τον Αύγουστο '74, περιέχει για πρώτη φορά αναλυτικά στοιχεία για την φυσικοχημεία του νερού, την οικολογία καθώς και την άγρια πανίδα και χλωρίδα. Ενδιαφέροντα αλλά αποσπασματικά φυσικοχημικά στοιχεία και πληροφορίες για την πανίδα της περιοχής, μας δίδει ο Malicky (1977) σε καλοκαιρινό ταξίδι του στα νησιά του Αιγαίου και την Κρήτη.

Ο Sioulas (1980) μας πληροφορεί για την ιζηματογένεση στη λίμνη στα πλαίσια διπλωματικής εργασίας του. Ιδιαίτερα αναφέρεται στο βιογενές υλικό που καθιζάνει στη λίμνη (γαστερόποδα, διάτομα, τρηματοφόρα κ.ά). Ακόμη αναφορές των Sioulas (1980) και Stanley & Sheng (1986) για κατάλοιπα της θηραϊκής ηφαιστιακής τέφρας στο ίζημα των λιμνών (όπως ο Κουρνάς) αλλά και εκείνες της περιοχής του Νείλου προσθέτουν πολύτιμες πληροφορίες στην γεωλογική ιστορία της περιοχής.

Συνέχεια των πανδικών στοιχείων των Kitching *et al.* (1976) και του Malicky (1977), ο Κατσαδωράκης (1985) σε οικολογική μελέτη μας πληροφορεί για την ορνιθοπανίδα και ιδιαίτερα την υδρόβια πανίδα της περιοχής. Στη συνέχεια οι Malakou & Catsadorakis (1992) δίνουν πρόσθετες πληροφορίες για την κατάσταση των Κρητικών υγροτόπων και της ορνιθοπανίδας τους. Την ορνιθοπανιδική εικόνα της περιοχής συμπληρώνει τα τελευταία χρόνια, ο Δρετάκης μέσα από την μακροχρόνια καταγραφή της υδρόβιας και παρυδάτιας ορνιθοπανίδας στο νησί στα πλαίσια εκπόνησης της διδακτορικής διατριβής (Δρετάκης 2000, Dretakis & Mylonas 2002, Δρετάκης 2006 αδημοσίευτα στοιχεία).

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στοιχεία για την κατάσταση του φυτοπλαγκτού της λίμνης κατέγραψαν, για 2 εποχές (φθινόπωρο-καλοκαίρι) οι Βαλλιάνος και συν.(1987) το διάστημα 1984-'85. Επιπρόσθετα οι John & Economidou-Amilli (1990,1991) προχώρησαν σε διερεύνηση των διατόμων που κυριαρχούν στη λίμνη και δημοσίευσαν πληροφορίες για 2 είδη του γένους *Cyclotella*, από τα οποία το ένα θεωρείται ενδημικό.

Όσον αφορά το μακροασπόνδυλο λιμναίο βένθος, ο Schuett (1986) δίνει σε σχετική ανακεφαλαιωτική δημοσίευση βιογεωγραφικές πληροφορίες για το γένος *Theodoxus* υδρόβιων γαστερόποδων και το είδος *Th. saulkii*, που εντοπίσαμε εκ νέου. Αρκετά αργότερα έχουμε συγκριτικά στοιχεία για την δομή και σύνθεση της μακροασπόνδυλης πανίδας του βένθους της λίμνης σε σχέση με άλλους τεχνητούς υγροτόπους από την Αντωνοπούλου (2005) βασισμένα σε αδημοσίευτα πανιδικά στοιχεία που συλλέχθηκαν μεταξύ 1997-'98, (Βορέαδου και συν. 2006) στα πλαίσια προγράμματος LIFE του Περιφερειακού Επιχειρησιακού Προγρ/τος (ΠΕΠ) Κρήτης.

Το διαχειριστικό σχέδιο της περιοχής Κουρνά-Γεωργιούπολης που συνέταξαν οι ΟΑΔΥΚ, Παν/μιο Κρήτης και ΜΑΙΧ (1998) μας δίνει πρόσθετες πληροφορίες για την γεωλογία, τις ανθρώπινες κοινωνίες και την άγρια ζωή. Για την άγρια χλωρίδα μάλιστα, οι Karavas (1996) και η Boteva (2000) δίνουν επιπρόσθετα σημαντικά στοιχεία.

Η συστηματική υδροβιολογική και ιχθυολογική έρευνα που διεξάχθηκε την περίοδο 1999-2001 στα πλαίσια μεταπτυχιακής διατριβής και συνεχίστηκε την περίοδο 2002-2005, στα πλαίσια της παρούσας διδακτορικής διατριβής συνέβαλε σημαντικά στην καλύτερη γνώση των ιχθυοπανιδικών στοιχείων της λίμνης (Τίγκιλης 1999, 2000,2001α, 2001β, 2005).

Τέλος αναφέρουμε και την επί σειρά ετών καταγραφή υδρολογικών & καιρικών συνθηκών, από τις κρατικές υπηρεσίες και οργανισμούς της περιοχής (Υπηρεσία Εγγείων Βελτιώσεων Νομαρχιακή και Περιφερειακή, ΙΓΜΕ, ΟΑΔΥΚ (ΥΕΒ Κρήτης 2005).

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

II. ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Η φυσική λίμνη του Κουρνά, τοποθετείται στους πρόποδες των Λευκών Ορέων του Νομού Χανίων στη Δυτική Κρήτη και σε απόσταση 2,5Km από την θάλασσα, οριζόμενη γεωγραφικά από τις συντεταγμένες $35^{\circ} 20' \text{B}$ και $24^{\circ} 16' \text{A}$ (εικ.1). Στα βορειοδυτικά και δυτικά της λίμνης επικρατούν ασβεστόλιθοι, σε πολλά σημεία κατακερματισμένοι τεκτονικά. Τα παραπάνω γεωλογικά δεδομένα είναι εμφανή στο ακόλουθο απόσπασμα του γεωλογικού χάρτη της Κρήτης του ΙΓΜΕ (εικ.2). Οι ασβεστολιθικοί αυτοί σχηματισμοί συνεπώς εμφανίζουν υδατοπερατότητα, ενώ στα ανατολικά και νοτιοανατολικά επικρατούν οι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι και μάργες (Νεογενή πετρώματα) που είναι υδατοστεγή (εικ.3).

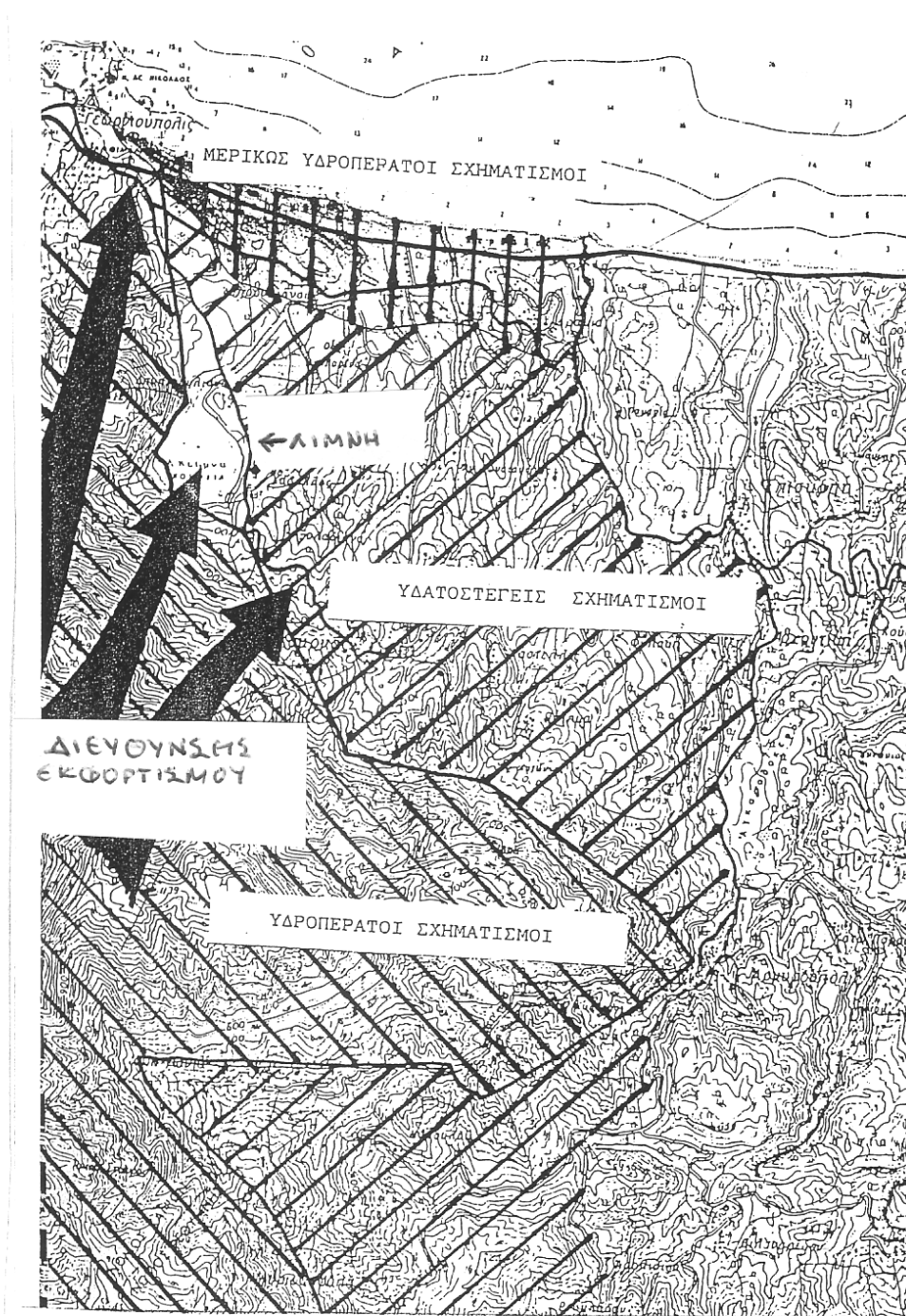
Οι φυλλίτες και χαλαζίτες πλούσιοι σε πυρίτιο, συναντώνται πάνω από τους ασβεστόλιθους. Τέλος αλλούβιες αποθέσεις παρατηρούνται κύρια στο βόρειο και δυτικό τμήμα και στην παράλιο ρηγή περιμετρική ζώνη της λίμνης (Φωτ.1 και εικ. 2).



Φωτογραφία 1: Δορυφορική φωτογραφία λίμνης (από φυλλάδιο Δήμου Γεωργιούπολης /ΜΦΙΚ)

III. ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ

Σύμφωνα με την μελέτη της Υδρογαία (1972) η καρστική ασβεστολιθική γεωμορφολογία των Λευκών Ορέων έχει διαμορφώσει 3 υπολεκάνες εκφόρτωσης των βρόχινων νερών και των τηκόμενων χιονών στα ορεινά. Η πρώτη αφορά την λίμνη Κουρνά, η δεύτερη τις πηγές του Αλμυρού Γεωργιούπολης στα βόρεια της λίμνης και πλησίον της παραλίας και η τρίτη τις Πηγές Αργυρούπολης ανατολικότερα. Ο κύριος τροφοδότης της λίμνης είναι οι υποβρύχιες πηγές στο νότιο τμήμα, όπου η ανάβλυση σημαντικών ποσοστώσεων νερού έχει δημιουργήσει μία



Εικόνα 3 Διευθύνσεις εκφορτισμού υδροφόρου ορίζοντα ασβεστόλιθων Λευκών Ορέων στη περιοχή Κουρνά-Γεωργιούπολης (από Βαλλιάνο et al. 1987)
Figure 3 Discharge directions of underground water through Lefka Ori (White Mountains) limestones at the Kourna-Georgioupolis area. (from Vallianos et al. 1987)

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η λεκάνη απορροής της λίμνης χρησιμοποιείται κύρια ως βοσκοτόπια και λιγότερο για γεωργικές καλλιέργειες (ελαιόδεντρα) και ημιαστική αγροτο-τουριστική ανάπτυξη. Εκτός από τα νερά που εισρέουν από τις πηγές στη ΝΝΑ εσωτερική θέση, οι υπόλοιπες εισροές στο υδάτινο οικοσύστημα προέρχονται από πλημμυρικές απορροές των γύρω ορεινών όγκων της λεκάνης που αποπλένουν τα εδάφη (Τίγκιλης 2001). Οι μέγιστες κι ελάχιστες παροχές στις πηγές υπολογίζονται σε 129 και 41 εκατομμύρια m^3 νερού αντίστοιχα (Παπαπέτρου-Ζαμάνη & Βερούκιος 1977). Το νερό αυτό φυσιολογικά θα απέρρευε από τις καταβόθρες που υπάρχουν στα δυτικά της λίμνης με ταχύτητες ανάλογες του υψόμετρου και της στάθμης της λίμνης, οι οποίες έχουν μετρηθεί από 7,5 m^3/sec (σε μέγιστη φόρτιση δηλ. +21m πριν την κατασκευή του φράγματος) μέχρι 1,1 m^3/sec στην ελάχιστη παρατηρηθείσα κατά την παραπάνω έρευνα στάθμη (+16m). Το γεγονός αυτό αξιοποίησε ο Οργανισμός Ανάπτυξης Δυτικής Κρήτης (ΟΑΔΥΚ) για την απόληψη του νερού αυτού προς όφελος των υδρευτικών και αρδευτικών αναγκών της περιοχής υλοποιώντας σχετικό έργο. Σύμφωνα με στοιχεία του ΟΑΔΥΚ (1994) η ποσότητα των 1500-2000 m^3 νερού που αντλείται, ισοδυναμεί με την ελάχιστη ποσότητα των 2000 m^3 που έχει υπολογιστεί ότι εισρέει και εκρέει την θερινή περίοδο απ' την λίμνη.

Την χειμερινή περίοδο που έχουμε τελευταία πλημμυρικές βροχοπτώσεις, παρατηρείται το φαινόμενο υπερχειλίσης της λίμνης στο σημείο του μικρού τσιμέντινου φράγματος ύψους 3,5m που κατασκευάστηκε από την Υπηρεσία Εγγείων Βελτιώσεων Χανίων (ΥΕΒ) το 1962. Το φράγμα πρόσφατα ενισχύθηκε με επιχωμάτωση, με αποτέλεσμα σήμερα να έχουμε υπερχειλίση, όταν η στάθμη φθάνει σε υψόμετρο + 23.5m (φωτ.4, εικ.4) οπότε το νερό ρέει προς την θάλασσα μέσω της κοίτης του χείμαρρου Δέλφινα.

Τέλος σημαντικό ρόλο στην συγκράτηση του νερού κατακρήμνισης παίζει η πυκνή βλάστηση που υπάρχει στο μεγαλύτερο μέρος της λεκάνης απορροής, γεγονός που έχει περιοριστεί σε ένα ποσοστό στην ανατολική όχθη όπου έχουν αναπτυχθεί οι περισσότερες ανθρώπινες δραστηριότητες (τουριστικές, οικιστικές και αγροτικές) και έχουν κατασκευαστεί υποδομές που διευκολύνουν την απόπλυση νερών με θρεπτικά..

Οι ιδιόρρυθμες υδρογεωλογικές συνθήκες της περιοχής προκαλούν αξιοσημείωτη μεταβολή της στάθμης (5-6m) κατά την διάρκεια του χρόνου και σε περίοδο έντονης ξηρασίας περισσότερο. Αυτό οφείλεται κατά πρώτον στο γεγονός ότι την ξηρή περίοδο γίνονται οι μεγαλύτερες απολήψεις νερού για αρδευτικές και

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

υδρευτικές ανάγκες και κατά δεύτερον έχουμε εκροή νερού μέσω των καταβοθρών που εντοπίζονται στις ΒΒΔυτικές όχθες της λίμνης (Υδρογαία 1972, Παπαπέτρου-Ζαμάνη & Βερούκιος 1977, Βαλλιάνος και συν.1987)

Τα στοιχεία μεταβολών της στάθμης φαίνονται στην εικόνα 11α σύμφωνα με μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν από το ΙΓΜΕ Κρήτης την περίοδο 1981-1995 (Κνιθάκης & Παυλίδου 2001) με την παρατήρηση ότι ο σταθμηγράφος βρισκόταν στη βάση του καναλιού απορροής και σε υψόμετρο +21m. Ενώ από τον γράφοντα τα υψόμετρα που ελήφθησαν την περίοδο 1999-2005 καταγράφηκαν οπτικά με την βοήθεια κλίμακας που έχει τοποθετηθεί επί του φράγματος στη άκρη του καναλιού απορροής της λίμνης (Φωτ.3, εικ.11β).

IV. ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΑ

Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία, η λίμνη σήμερα διαθέτει χαρακτηριστικά όπως αναφέρονται στον ακόλουθο πίνακα 1 (Βαλλιάνος και συν.1987, ΟΑΔΥΚ και συν. 1998, Κατσαδωράκης 1985, Τίγκιλης 2001).

Πίνακας 1: Φυσιογεωγραφικά χαρακτηριστικά λίμνης

Θέση γεωγραφική	35 ⁰ 20'Β & 24 ⁰ 16'Α
Έκταση (α)	0,579 Km ²
μέγιστο μήκος	1080 m
μέγιστο πλάτος	880 m
μέγιστο βάθος (z max)	25 m
μέσο βάθος (z=V/a)	13 m
μήκος ακτής	3250 m
πλάτος ακτής	1,94 m
υψόμετρο	+ 22,5 m
όγκος νερού λίμνης (V)	7,5 X 10 ⁶ m ³
απόσταση από θάλασσα	2,5 km
κύριος άξονας	ΒΒΔ-ΝΝΑ
Ποσοστό υδάτινου όγκου Παράλιου ζώνης	4% περίπου
Ποσοστό υδ. όγκου λιμνικής-πελαγικής ζώνης	96% περίπου

Έχει σχήμα αχλαδιού και έκταση που κυμαίνεται ανάλογα με την υψομετρική στάθμη της περίπου 0.5-0.6km². Το υψόμετρο κυμαίνεται από +17.5 έως +23.5m, ενώ το μέγιστο βάθος (z max), μετά τις πρόσφατες παρεμβάσεις (δημιουργία πρόσθετου αναχώματος στο σημείο εκροής της λιμνολεκάνης) εκτιμάται

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

**Εικόνα 4 : Βυθομετρία λίμνης (Βαλλιάνος και συν. 1987 από ΥΕΒ)
Figure 4: Lake bathymetry (Vallianos et al. 1987)**

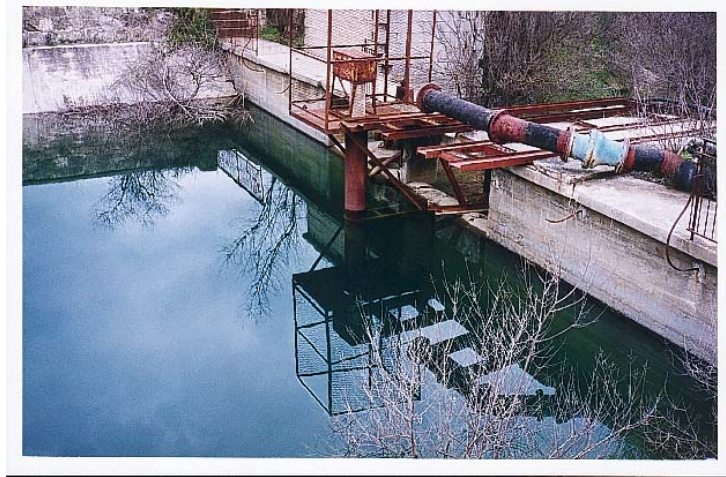


Φωτογραφία 2: Διακρίνεται η λίμνη με την περιφερειακή υδροχαρή βλάστησή της και η ρηχή παράλιος ζώνη.



Φωτογραφία 3: Διακρίνεται το σκοτεινό "μάτι" των πηγών της λίμνης (Τίγκλης 2001)

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

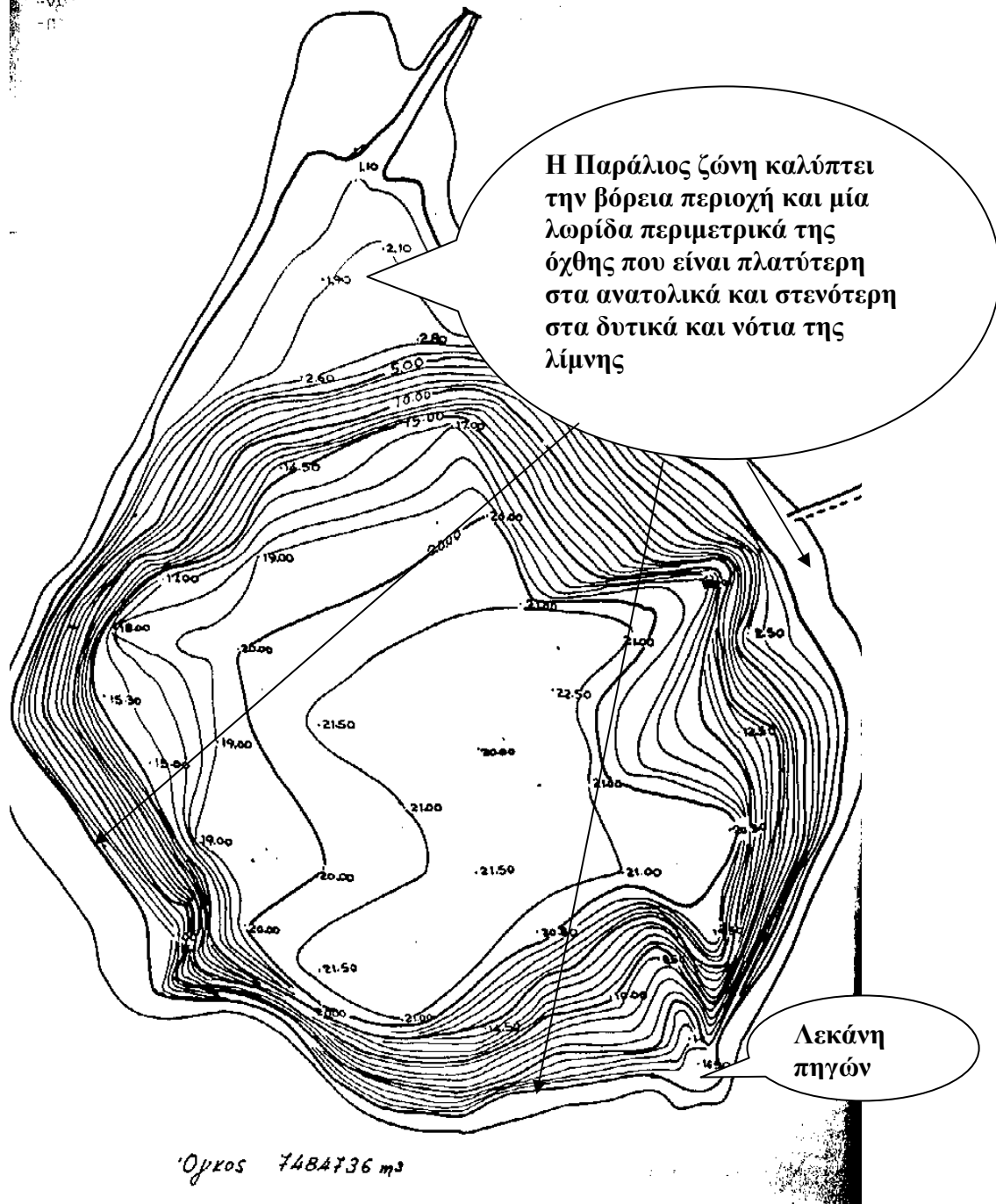


Φωτογραφία 4: Το μικρό φράγμα από σκυρόδεμα (ύψους 3.5 μ.) συγκρατεί τις περισσότερες φερτές ύλες που εισρέουν στην λίμνη (Τίγκιλης 2001).

Η Λίμνη σε κλίμακα 1: 5000

ΛΙΜΝΗ ΚΟΥΡΝΑ
ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΗ
Κ2. 1:5000

18.



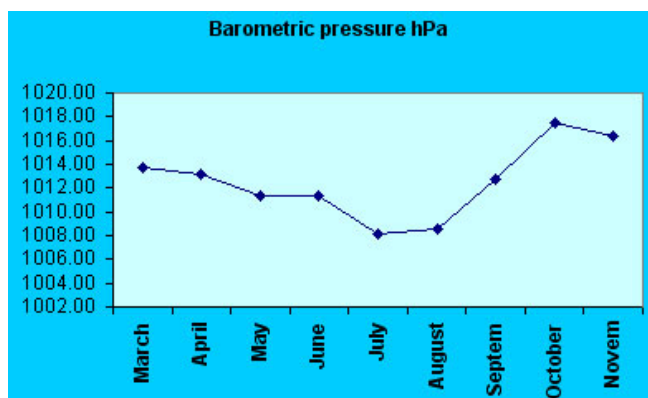
Εικόνα 5: Ανάγλυφο Λίμνης (από Βαλλιάνο και συν. 1987)
Fig. 5 : Lake bas-relief (from Vallianos et al. 1987)

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

V. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Η ευρύτερη περιοχή Γεωργιούπολης-Κουρνά έχει κλίμα μεσογειακό με κατά κανόνα θερμό και ξηρό καλοκαίρι και υγρό και ήπιο χειμώνα. Το κλίμα επηρεάζεται από τους ισχυρούς ή μέτριους βόρειους ή βορειοδυτικούς ανέμους που πνέουν τον περισσότερο χρόνο και τις υγρές μάζες από την περιοχή του Ιονίου, που προκαλούν τις χειμερινές ή ανοιξιάτικες βροχές. Το χιόνι που πέφτει στα ορεινά των Λευκών Ορέων και σπάνια στην περιοχή της λίμνης την περίοδο του Δεκεμβρίου τροφοδοτεί την άνοιξη τις υποβρύχιες πηγές με ψυχρό νερό.

Το καλοκαίρι αρχίζει από τα τέλη Μαΐου και διαρκεί μέχρι τα τέλη Σεπτεμβρίου. Το φθινόπωρο συνεχίζεται μέχρι αρχές ή μέσα Νοεμβρίου. Ο χειμώνας χαρακτηρίζεται από συχνές βροχοπτώσεις, η ένταση των οποίων τελευταία έχει αυξηθεί και από υψηλά βαρομετρικά (εικ.6) και διαρκεί μέχρι αρχές ή μέσα Μαρτίου. Τέλος η άνοιξη είναι σχετικά σύντομη (αρχές Μαρτίου μέχρι τα μέσα Μαΐου).



Εικόνα 6: Μέση μηνιαία βαρομετρική πίεση περιόδου 2005 (ΕΛΚΕΘΕ 2006)

Τα μετεωρολογικά στοιχεία της περιοχής προέρχονται κύρια από τον σταθμό της πρώην ΥΕΒ στο Μουρί, δηλ. τον οικισμό πλησίον της λίμνης και στην ίδια λεκάνη απορροής, σε υψόμετρο +24m καθώς και τον Μετεωρολογικό σταθμό του Ινστιτούτου Ελιάς & Υποτροπικών Φυτών στους Αρμένους Χανίων (ΥΕΒ 2006). Πρόσφατα (2005) τοποθετήθηκε νέος σταθμός κοντά στη λίμνη από το Ινστιτούτο Εσωτερικών Υδάτων του ΕΛΚΕΘΕ σε συνεργασία με το Μεσογειακό Αγρονομικό Ινστιτούτο Χανίων (ΜΑΙΧ) και τον τοπικό Δήμο (ΕΛΚΕΘΕ, 2006).

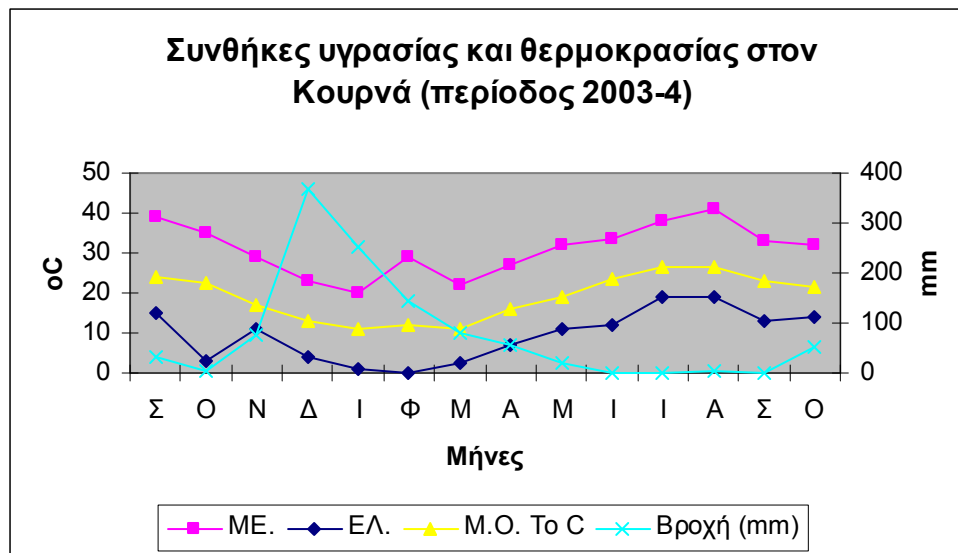
A. Θερμοκρασία αέρα (T_{atm})

Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία η T_{atm} στους παραπάνω 2 πρώτους σταθμούς παρουσιάζει μέση ετήσια τιμή $16,7^{\circ}\text{C}$, ελάχιστη $3,5^{\circ}\text{C}$ και μέγιστη $30,5^{\circ}\text{C}$.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η χαμηλότερη μέση μηνιαία T παρατηρείται τον Ιανουάριο ($9,8^{\circ}\text{C}$) και η υψηλότερη τον Ιούλιο ($24,4^{\circ}\text{C}$).

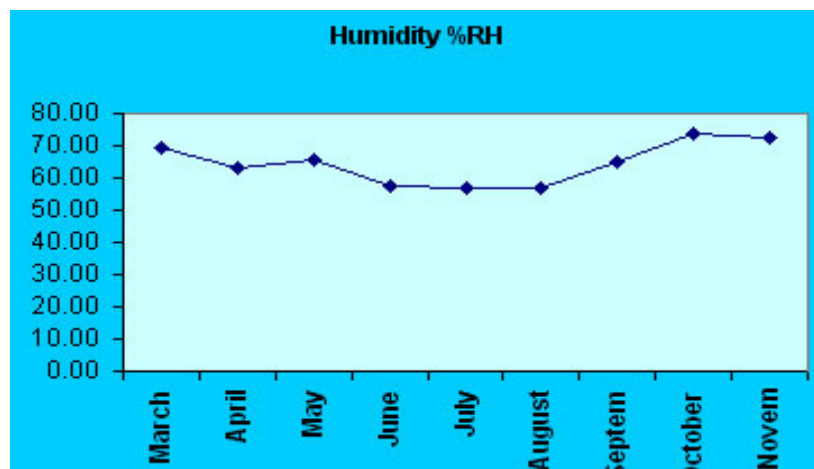
Το διάστημα υλοποίησης της παρούσας έρευνας καταγράφηκε η T_{atm} (κατά τις ώρες 10.00 π.μ -12.30 μ.μ) από $13-34,6^{\circ}\text{C}$. Οι χαμηλότερες μετρήθηκαν τον Φεβρουάριο και οι υψηλότερες στα μέσα του καλοκαιριού (15/7-15/8) (εικ.7).



Εικόνα 7: Οι ακραίες και μέσες τιμές θερμοκρασίας (Μέγιστη=ME) και (Ελάχιστη= EL) & βροχοπτώσεις του 2003-4.

Β. Υγρασία σχετική (%R.Humidity)

Αντίστοιχα η χαμηλότερη σχετική υγρασία παρατηρείται τους θερινούς μήνες Ιούνιο και Ιούλιο ($58,7\%$ και $58,3\%$ αντίστοιχα) και η υψηλότερη τους χειμερινούς μήνες Νοέμβριο και Ιανουάριο ($73,6\%$ και $73,8\%$ αντίστοιχα.). Ειδικά για το 2005 στο σταθμό του ΕΛΚΕΘΕ καταγράφηκαν οι ακραίες τιμές $59-74\%$ (εικ. 8).

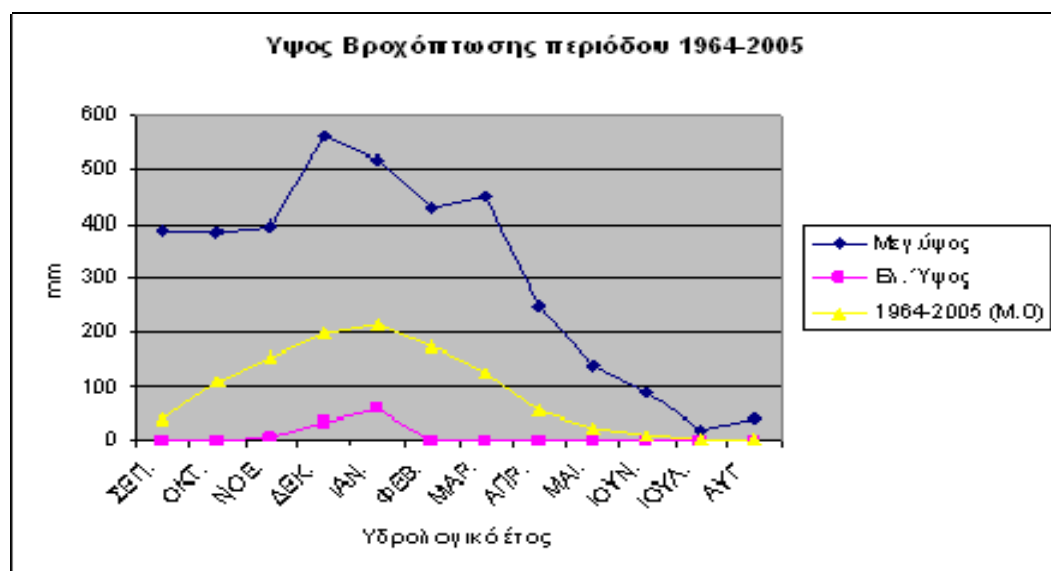
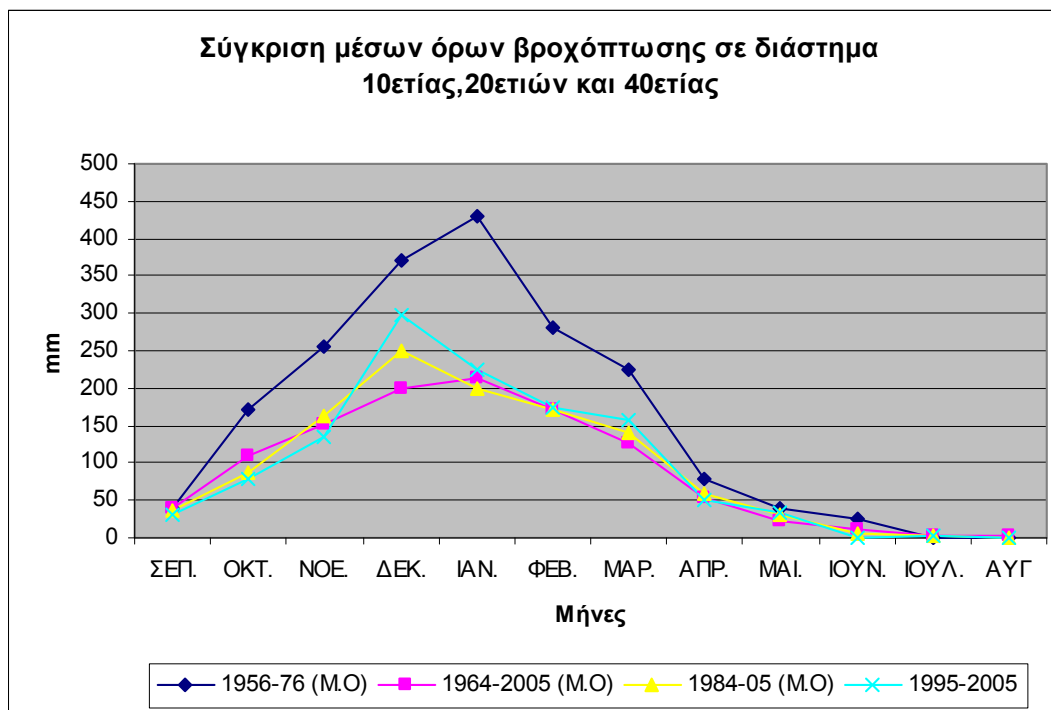


Εικόνα 8: Σχετική Υγρασία Κουρνά, περίοδου 2005 (ΕΛΚΕΘΕ 2006)

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Γ. Βροχοπτώσεις

Οι βροχοπτώσεις που καταγράφονται στην περιοχή επί σειρά ετών (από το 1964 και εντεύθεν) δίδονται στις εικόνες 9α & 9β. Αυτές εμφανίζονται σύμφωνα με το μέσο μηνιαίο ύψος κατά έτος, τη 10ετία (1994-2005), τις 20ετίες (1956-76) & (1985-05) και τη 40ετία (1964-2005) καθώς επίσης και σύμφωνα με το ελάχιστο και μέγιστο μηνιαίο ύψος 20ετίας (Kitching *et al* 1976, ΟΑΔΥΚ και συν.1998).



Εικόνα 9α= Βροχοπτώσεις 10ετίας, 20ετίας, 40ετίας (ΥΕΒ Κρήτης 2006, ΟΑΔΥΚ και συν1998)

Εικόνα 9β: Μέγιστο-Ελάχιστο ύψος και μέση τιμή βροχοπτώσεων περιόδου 1964-2005.

Παρατηρούμε ότι την περίοδο 1956-64 είχαμε έντονες βροχοπτώσεις οι οποίες επηρέασαν τον μέσο όρο της 20ετίας 1956-76 κι όχι τον μέσο όρο της 40ετίας 1964-

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

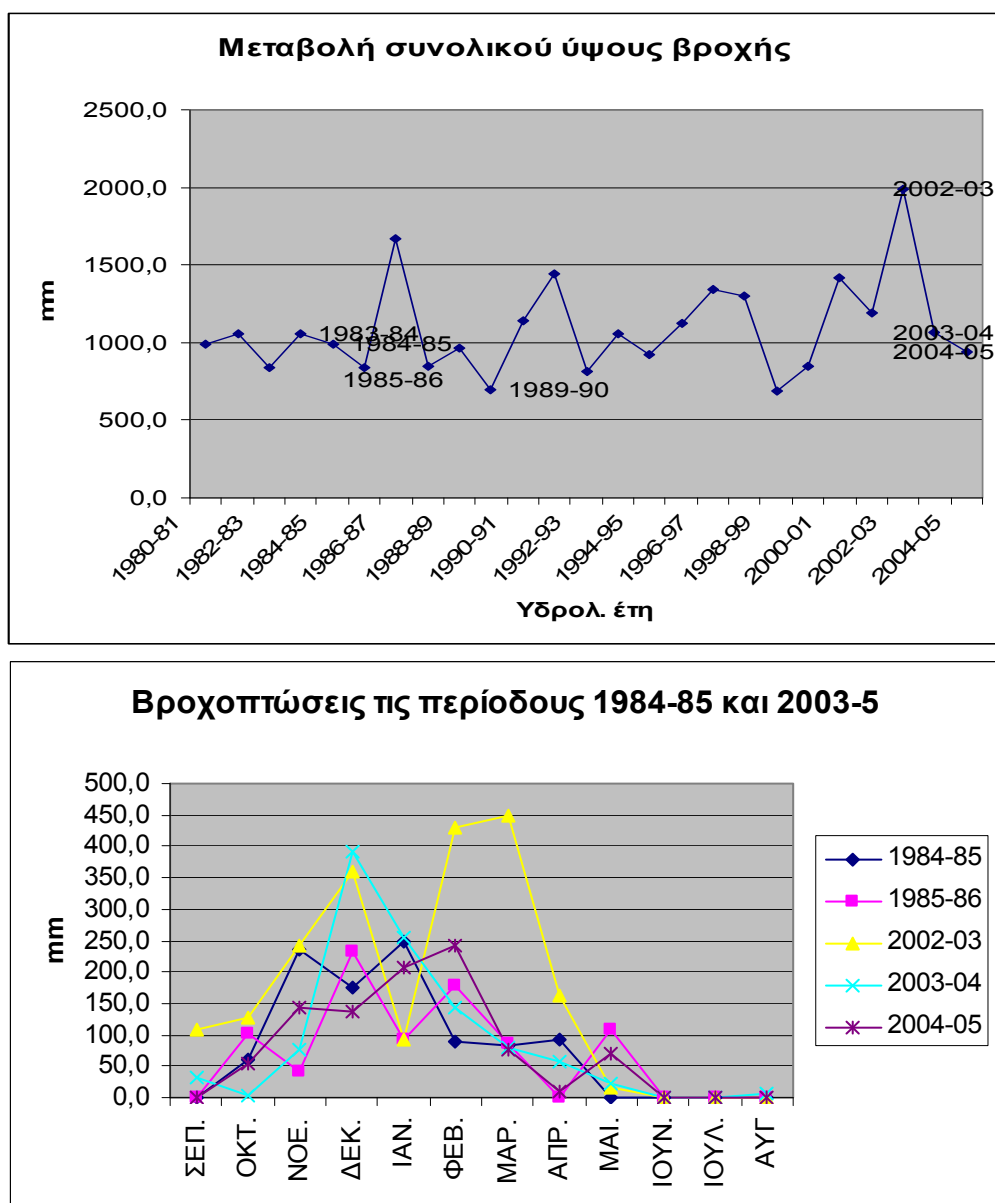
2004. Είναι φανερό δηλαδή ότι τα τελευταία υδρολογικά έτη το ύψος ήταν σαφώς χαμηλότερο. Ο ακόλουθος πίνακας 2, μας δίνει συνοπτικά την εποχιακή κατανομή των βροχοπτώσεων της ευρύτερης περιοχής. Είναι φανερό ότι τα τελευταία χρόνια έχουμε πιο πολλές κατακρημνίσεις τον χειμώνα και την άνοιξη και λιγότερες το καλοκαίρι και φθινόπωρο.

Πίνακας 2:: Ύψος βροχοπτώσεων και το ποσοστό τους κατά εποχή σε διάστημα 10ετίας, 20ετίας και 40ετίας.

Εποχές	mm βροχοπτώσεων & περίοδοι (1956-76/1964-2005/1984-05/1995-05)	%
Χειμώνας		
1956-76 (Μ.Ο)	1080	56,39687
1964-2005 (Μ.Ο)	583,8632	52,83102
1984-05 (Μ.Ο)	619,601	54,30114
1995-2005	695,41	58,58995
Άνοιξη		
1956-76 (Μ.Ο)	345	18,01567
1964-2005 (Μ.Ο)	203,8	18,4409
1984-05 (Μ.Ο)	227,3421	19,92401
1995-2005	240,49	20,26186
Καλοκαίρι		
1956-76 (Μ.Ο)	25	1,305483
1964-2005 (Μ.Ο)	15,42561	1,395791
1984-05 (Μ.Ο)	8,741053	0,766056
1995-2005	4,9	0,412837
Φθινόπωρο		
1956-76 (Μ.Ο)	465	24,28198
1964-2005 (Μ.Ο)	302,0634	27,33229
1984-05 (Μ.Ο)	285,3619	25,0088
1995-2005	246,11	20,73535

Επίσης παρατηρούμε ότι η 20ετία 1956-76 ήταν ιδιαίτερα υγρή. Συνεπώς κλιματικά έχουμε την τάση για υγρότερους χειμώνες και ξηρότερα καλοκαίρια. Επίσης δεν διαφέρει σημαντικά το μέσο μηνιαίο βροχομετρικό «προφίλ» το διάστημα 1984-2005 και 1994-2005 (εικόνα 9 α) που περιλαμβάνει την περίοδο της παρούσας έρευνας και εκείνης των Βαλλιάνου και συν.(1987)

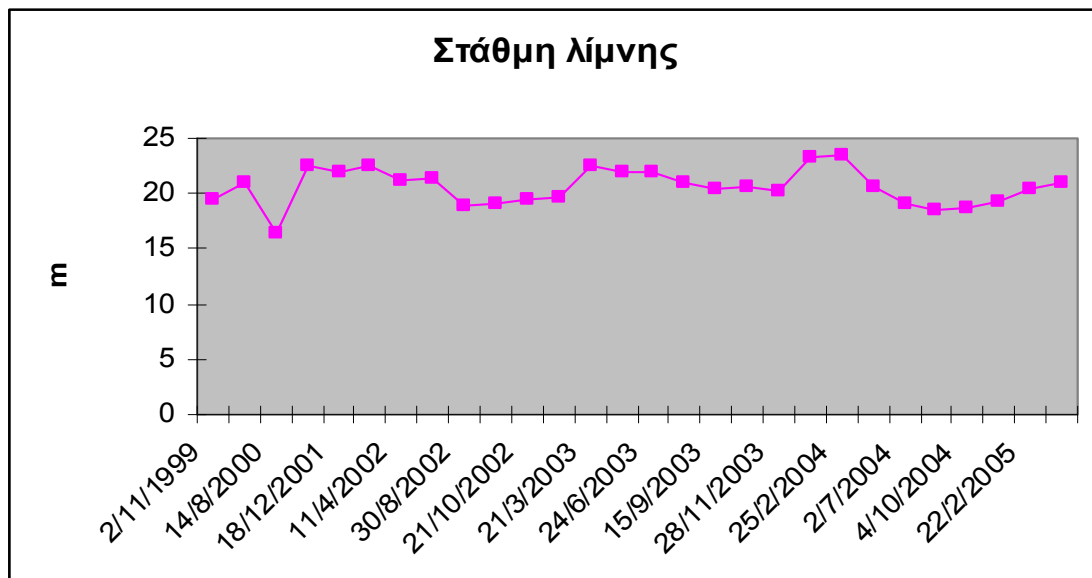
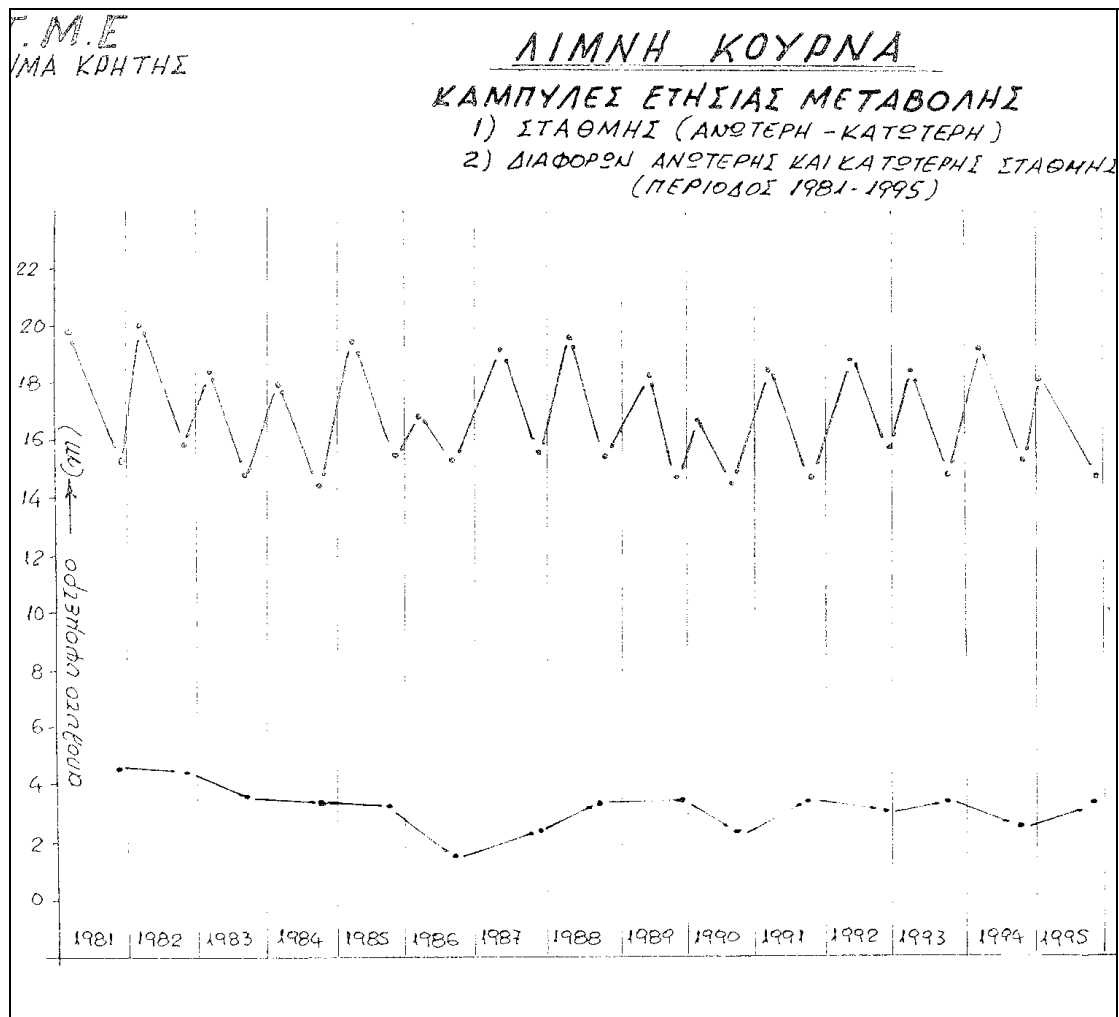
Εξετάζοντας περαιτέρω όμως τα βροχομετρικά στοιχεία της τελευταίας 20ετίας και της παρούσας ερευνητικής περιόδου 2003-2005 (εικόνες 10α,β), διαπιστώνουμε ότι οι κύριες διαφορές εντοπίζονται στο ύψος βροχής τους φθινοπωρινούς μήνες (Σεπτέμβριο-Οκτώβριο) και τον χειμώνα (Φεβρουάριο), γεγονός που επηρεάζει σημαντικά την πρωτογενή παραγωγικότητα ποιοτικά και ποσοτικά, όπως θα δούμε ακολούθως.



Εικόνα 10 α, β: Το ύψος βροχών κατά την τελευταία 20ετία (Τμήμα ΕΒ Περιφ.Κρήτης, 2006) & τα υδρολογικά έτη που εκτελέστηκε η παρούσα έρευνα και η συναφής της ομάδας Βαλλιάνου (Βαλλιάνος και συν. 1985)

Τα στοιχεία της στάθμης της λίμνης που δίνονται στις παρακάτω εικόνες (11 α & 11 β) προέρχονται από συστηματικές καταγραφές του ΙΓΜΕ Κρήτης (Κνιθάκης & Παυλίδου 1998, Τίγκιλης 2001) και προσωπικές καταγραφές κατά την παρούσα έρευνα στη περιοχή και ειδικά στο σημείο της υπερχειλίσης (θέση φράγματος) .

Σύμφωνα (α) με τις μέσες ετήσιες τιμές βροχοπτώσεων την δεκαετία του '70 (Kitching *et al.* 1976), (β) με τις αναφορές της μελέτης που έγινε στα πλαίσια του προγράμματος LIFE Δυτ.Κρήτης (ΟΑΔΥΚ και συν.1998) και (γ) με τα αναλυτικά κλιματικά στοιχεία των τελευταίων ετών της Περιφέρειας Κρήτης (ΥΕΒ Κρήτης 2006) παρατηρούνται τα ακόλουθα:



Εικόνα 11 α :Καμπύλες ετήσιας μεταβολής στάθμης (1981-95) (ΙΓΜΕ 1998)

Εικόνα 11 β: Στάθμη λίμνης σε τιμές υψομέτρου σε (+) m την περίοδο 1999-2005

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1^{ov}) Η καμπύλη διακύμανσης της στάθμης της λίμνης κάθε υδρολογικού έτους ακολουθεί την καμπύλη βροχοπτώσεων με υστέρηση 2 μηνών περίπου (ΟΑΔΥΚ και συν. 1998)

2^{ov}) Η εκκένωση της λίμνης από την βορειοδυτική δυτική ημιστεγανή ασβεστολιθική περιοχή (θέση καταβοθρών) γίνεται με ταχύτητα ανάλογη προς το ύψος της στάθμης και μάλιστα με επιβράδυνση της εκκένωσης μειούμενης της στάθμης αυτής. (Παπαπέτρου-Ζαμάνη & Βερύκιος 1977, ΟΑΔΥΚ και συν. 1998)

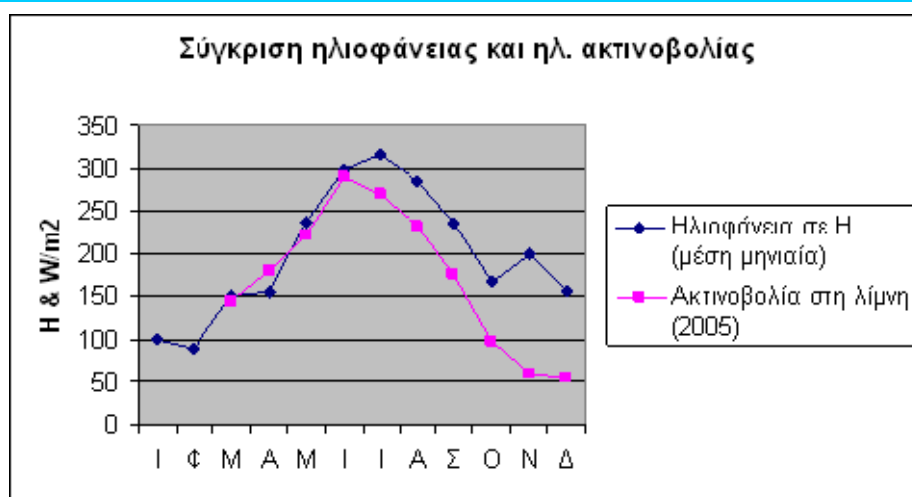
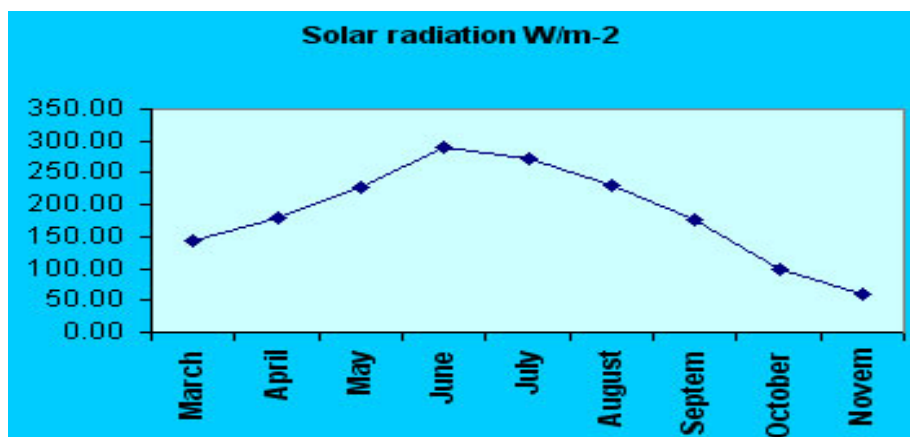
3ον) Η στάθμη της λίμνης σε σχέση με το απόλυτο υψόμετρο που αρχικά είχε καταγραφεί ήταν στο +19, με μέγιστο βάθος $Z_{max} = 22,5m$ στο κέντρο περίπου της λιμνολεκάνης (βλ. εικόνα 4). Συνεπώς το βαθύτερο σημείο του πυθμένα είναι 3,5m κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Όμως μετά την κατασκευή του φράγματος προστέθηκε ένα ύψος 3m. Συνεπώς το μέγιστο απόλυτο υψόμετρο της στάθμης της λίμνης σε πλήρη φόρτιση αυξήθηκε στο +22. Το 2003, λόγω αυθαίρετων επιχωματώσεων που έγιναν στο σημείο υπερχειλίσης, το «πραγματικό» ύψος του τοπικού φράγματος αυξήθηκε κατά 1,5m περίπου. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα τους μήνες των έντονων βροχοπτώσεων, η λίμνη να αυξήσει την μέγιστη στάθμη της στο υψόμετρο +23,5 περίπου.

4ον) Η διακύμανση της ανώτατης και κατώτατης στάθμης που συνήθως κυμαινόταν μεταξύ 2-4,5m με μέγιστο τα 5m τις χρονιές έντονης ξηρασίας, (Κνιθάκης & Παυλίδου 1998) πλέον αυξήθηκε κατά 1,5m, οπότε τώρα αυτή κυμαίνεται από 3,5-6 m με μέγιστη τα 6,5 m.

Δ. Ηλιοφάνεια και ηλιακή ακτινοβολία

Η ηλιοφάνεια παρουσιάζει μέγιστες τιμές το καλοκαίρι όπως αναμενόταν ενώ οι ελάχιστες τον χειμώνα. Η μεγαλύτερη παρατηρείται στη μέση του καλοκαιριού τον Ιούλιο (με 317H) και η ελάχιστη στα τέλη της χειμερινής εποχής τον Φεβρουάριο (με 89H). Η αύξηση κατά 50% της μέσης μηνιαίας ηλιοφάνειας τους 2 μήνες Μάρτιο και Απρίλιο, λειτουργεί ως διακόπτης για την έντονη φωτοσυνθετική δραστηριότητα σε συνδυασμό με την επαναφορά θρεπτικών από τον πυθμένα και την εισροή νέων θρεπτικών από τις βροχοπτώσεις και τις εκπλύσεις των εδαφών. Η απότομη αύξηση των ηλιόλουστων ημερών τον Μάιο, χαρακτηρίζει ουσιαστικά την έναρξη του καλοκαιριού. Αυτό φαίνεται να συνεχίζεται και τον Σεπτέμβριο, ενώ τον Οκτώβριο η απευθείας ηλιακή ακτινοβολία μειώνεται περισσότερο από 30% (εικ.12α).

ΕΙΣΑΓΩΓΗ



Εικόνα 12 α,β: Ηλιακή Μέση Φωτεινή Ενέργεια & ηλ. ακτινοβολία σε W/m² (κατά το 2005) και ώρες (H) ηλιοφάνειας (μέση 13 ετών 1978-90) (ΕΛΚΕΘΕ 2006, ΟΑΔΥΚ και συν.1998)

Συγκρίνοντας τις τιμές αυτές με τις τιμές ηλιακής ακτινοβολίας που μετρήθηκαν για πρώτη φορά στη λίμνη τον περασμένο χρόνο (2005), παρατηρούμε ότι η καμπύλη ακολουθεί την ίδια πορεία με μία διαφοροποίηση τους φθινοπωρινούς μήνες (εικ.12β). Εξ άλλου είναι χαρακτηριστική η καιρική αστάθεια των φθινοπωρινών μηνών στην Κρήτη. Συνεπώς η μεταβολή της ηλιοφάνειας αντανακλά και την μεταβολή της ακτινοβολίας που φτάνει στην επιφάνεια της λίμνης.

VI. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ-ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Η οικονομία της περιοχής γύρω από την λίμνη και στην ευρύτερη ζώνη της λεκάνης απορροής έχει αλλάξει τα τελευταία 15 χρόνια. Η κύρια απασχόληση της γεωργίας, κτηνοτροφίας και αλιείας στην περιοχή της πρώην κοινότητας Γεωργιούπολης έχει πλέον υποκατασταθεί από το «μοντέλο» της εναλλασσόμενης απασχόλησης, με αγροτικές εργασίες χειμώνα-άνοιξη και τουριστικά το καλοκαίρι-φθινόπωρο. Η τάση αυτή δεν παρατηρείται με την ίδια ένταση και στις άλλες δύο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

κοινότητες τον Κουρνά και τον Αλίκαμπο, που δραστηριοποιούνται στη λεκάνη απορροής και ζώνη επηρεασμού της λίμνης. Από αυτές η μεν πρώτη κοινότητα βρίσκεται στα ημιορεινά και ανατολικά, ενώ η δεύτερη στα ορεινά και δυτικά της λίμνης.

Παρατηρώντας την εξέλιξη της καλλιεργούμενης έκτασης και στις τρεις πρώην κοινότητες, βλέπουμε την ανάπτυξη της ελαιοκαλλιέργειας περισσότερο στις περιοχές εκτός λεκάνης απορροής και λιγότερο στις άλλες (πίνακας 3).

Αύξηση επίσης παρατηρείται στις αρδευόμενες εκτάσεις και μάλιστα με μη ορθολογικό τρόπο (π.χ διαβροχή τριφυλίων με «κανονάκια» ποτίσματος τις μεσημεριανές ημέρες). Οι εκτάσεις αυτές υπολογίζονται σε 4.500 περίπου στρέμματα με καλλιέργεια ελιάς, τριφυλλιού και υπαίθριων κηπευτικών, για την περίοδο 1995-1999 (Δ/ση Αγροτικής Ανάπτυξης Χανίων, 2001)

Πίνακας 3: Εξέλιξη ελαιοκαλλιέργειας στην ευρύτερη περιοχή λίμνης από 1995-99.

<i>Περιοχή</i>					
<i>Κουρνάς</i>	1995	1996	1997	1998	1999
Εκτάσεις σε στρεμ	2600	2600	2600	2600	2600
Ελαιόδεντρα	33000	33000	33000	33000	33000
Παραγωγή λαδιού σε τν.	1000	1000	1200	1200	600
<i>Γεωργιούπολη</i>	1995	1996	1997	1998	1999
Εκτάσεις σε στρεμ	2530	2535	2546	2690	2690
Ελαιόδεντρα	52600	52600	52300	61100	61100
Παραγωγή λαδιού σε τν.	1300	1600	1600	1850	1800
<i>Αλίκαμπος</i>	1995	1996	1997	1998	1999
Εκτάσεις σε στρεμ	630	644	654	660	665
Ελαιόδεντρα	16700	16700	16900	15600	17250
Παραγωγή λαδιού σε τν.	300	120	450	500	200
<i>Πηγή : Δ/ση Αγροτ. Ανάπτυξης Ν.Α.Χανίων</i>					

Το άλλο παραδοσιακό επάγγελμα στη περιοχή γύρω από την λίμνη αλλά και στους βοσκοτόπους της λεκάνης απορροής της, είναι η κτηνοτροφία, που στα πεδινά φθίνει ενώ στα ημιορεινά αναπτύσσεται σχετικά ή παραμένει σταθερή. Συνολικά όμως το ζωϊκό κεφάλαιο που εκτρέφεται στην περιοχή μειώνεται (πίνακας 4). Μόνο στην καθαρά κτηνοτροφική κοινότητα του Αλίκαμπου (Κάτω Σφακιά) είναι εμφανής η ανάκαμψη της δραστηριότητας. Ο επηρεασμός της κοινωνικοοικονομικής ζωής της Γεωργιούπολης από τη μείωση της κτηνοτροφικής δραστηριότητας είναι εμφανέστατος.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πίνακας 4: Εξέλιξη κτηνοτροφίας στην ευρύτερη περιοχή λίμνης από 2002-5.

Κουρνάς	2002	2003	2004	2005
Πρόβατα	3109	3180	3056	2813
αίγες	478	986	1020	1012
<i>Συνολικά</i>	<i>4087</i>	<i>4166</i>	<i>4076</i>	<i>3825</i>
Γεωργιούπολη	2002	2003	2004	2005
Πρόβατα	2723	2498	2388	1959
αίγες	670	609	582	525
<i>Συνολικά</i>	<i>3393</i>	<i>3107</i>	<i>2970</i>	<i>2484</i>
Αλίκαμπος	2002	2003	2004	2005
Πρόβατα	2377	2139	2126	2344
αίγες	1380	1165	1100	1245
<i>Συνολικά</i>	<i>3757</i>	<i>3304</i>	<i>3226</i>	<i>3589</i>
<i>Πηγή : Δ/ση Αγροτ. Ανάπτυξης Ν.Α.Χανίων</i>				

Η αλιεία στη λίμνη απαγορεύεται και συνεπώς τα ψάρια δεν αντιμετωπίζουν αλιευτική πίεση. Επίσης στην περιοχή από το παρελθόν δεν γινόταν συστηματική αλιεία, παρά μόνο ευκαιριακά και εποχιακά σύλληψη χελιών με παγίδες ή χρήση δηλητηριωδών για τα ψάρια φυτών (όπως το *Phlomis fruticosa*, κοινώς φλόμος ή αγκάραθος) τα οποία είναι άφθονα στην ευρύτερη υγροτοπική ζώνη κατά την Botena (2000). Μάλιστα η παρουσία του μέσα στην ζώνη του σκληρόφυλλου δάσους των πρίνων στη περιοχή της λίμνης, επιβεβαιώνει και την προϊούσα υποβάθμιση του οικοσυστήματος εξ αιτίας των ανθρώπινων δράσεων (Βαλλιάνος και συνλ. 1987). Η εν λόγω «ερασιτεχνική» αλιευτική δραστηριότητα συνεχίζεται και σήμερα σε πολύ μικρότερο βαθμό στα ποτάμια της περιοχής. Με την επαγγελματική αλιεία, απασχολούνται μόνο κάτοικοι της παραθαλάσσιας κοινότητας Γεωργιούπολης. Η αλιευτική όμως απασχόληση των κατοίκων της περιοχής, έχει περιοριστεί σημαντικά υπέρ άλλων επαγγελμάτων σχετικών με την τουριστική «βιομηχανία».

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

I. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ

Οι διερευνητικές αποστολές στη λίμνη έγιναν κατά το διάστημα 2001-2002, ενώ οι τακτικές αποστολές και δειγματοληψίες έγιναν από τα τέλη Χειμώνα (Μάρτιος) του 2003 έως και το καλοκαίρι (Ιούνιο για το πλαγκτόν και τον Αύγουστο για φυσικοχημικά) του 2005.

A. Συχνότητα

Η λήψη δειγμάτων για την παρακολούθηση του φυτοπλαγκτού και ζωοπλαγκτού της λίμνης έγινε σε μηνιαία ή διμηνιαία συχνότητα. Οι ακριβείς ημερομηνίες με τους συμβολισμούς τους δίδονται στον ακόλουθο πίνακα 5. Την κύρια χειμερινή περίοδο Δεκεμβρίου και Ιανουαρίου, που δεν υπήρχε διαθέσιμο, κατάλληλο πλωτό μέσο στη περιοχή δεν εκτελέστηκαν δειγματοληψίες.

Πίνακας 5: Συμβολισμοί και ημερομηνίες μηνιαίων δειγματοληψιών στη λίμνη Κουρνά το διάστημα 2003 -2005.

Έτος	Ημερομηνίες δειγματοληψίας πλαγκτού	Συμβολισμοί
2003	21/3/03	0
	11/5/03	1
	24/6/03	2
	1/8/03	3
	15/9/03	4
	17/10/03	5
2004	25/2/04	6
	21/5/04	7
	1/7/04	8
	10/9/04	9
	9/11/04	10
2005	18/3/05	11
	27/6/05	12

Οι δειγματοληψίες νερού με την βοήθεια φιάλης τύπου Niskin, χωρητικότητας 5 liters πραγματοποιήθηκαν από τον Μάρτιο'02 μέχρι και το Σεπτέμβριο'05 με την παραπάνω συχνότητα. Τα δείγματα νερού που συλλέχθηκαν χρησιμοποιούν κάθε φορά:

- (α) για τα δείγματα ανάλυσης θρεπτικών αλάτων, φυτοχρωστικών και POC.
- (β) για τα δείγματα μέτρησης φυσικοχημικών παραμέτρων (Tw, pH κλπ)
- (γ) για τον ποιοτικό και ποσοτικό προσδιορισμό του ολοπλαγκτού και μεροπλαγκτού.

Παράλληλα η δειγματοληψία ζωοπλαγκτού κλπ αιωρούμενου υλικού (φυτικά θρύματα, περίφυτο, ανόργανα στερεά σωματίδια κ.ά) με την βοήθεια πλαγκτονικού διχτυού ανοίγματος 250μm, με άνοιγμα στεφάνης 16,5cm και μήκους 1m διήρκησε από τον Μάρτιο του 2003 μέχρι τον Σεπτέμβριο του 2004.

Το τελικό μικρό δείγμα νερού που περιείχε το παραπάνω υλικό και συλλεγόταν κάθε φορά από την χοάνη του εργαλείου, χρησίμευε στον ποιοτικό και ποσοτικό προσδιορισμό του ευμεγέθους ολοπλαγκτού και μεροπλαγκτού,.

B. Τοπογραφία λίμνης και επιλογή σταθμών

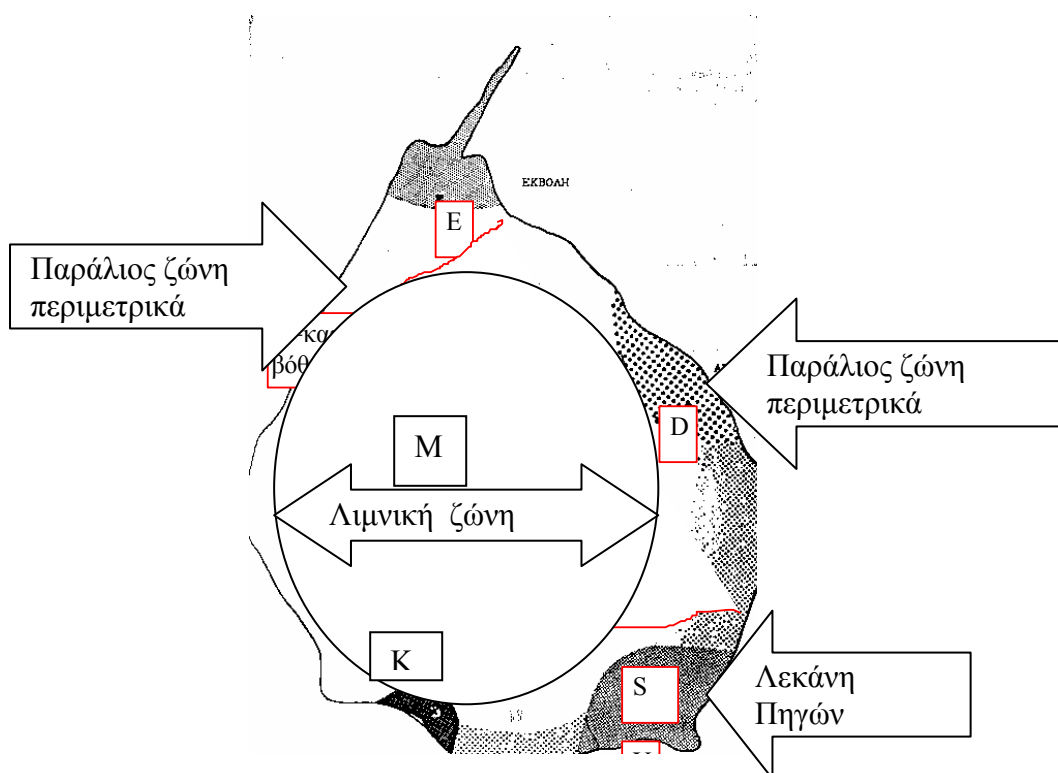
Το μέγεθος, σχήμα και γενικά η μορφολογία μιας λίμνης (π.χ ύπαρξη ή όχι εσωτερικών νησίδων ή άλλων φυσικών ή τεχνητών εμποδίων), η περιβαλλοντική ετερογένεια και η αφθονία του φυτοπλαγκτού καθορίζουν τον αριθμό των δειγμάτων που πρέπει να λαμβάνονται από το οριζόντιο επίπεδο (Μουστάκα 1988).

Ακόμη οι άνεμοι μπορούν να προκαλούν ανομοιόμορφη κατανομή του φυτοπλαγκτού στο οριζόντιο επίπεδο μεταφέροντας ορισμένα φύκη στις ακτές ή σε βαθύτερα στρώματα νερού (Willen, 1976). Η επίδραση στην παραπάνω ετερογένεια, από το νερό που εισρέει μέσω χειμάρρων, εικάζεται ότι επηρεάζει κυρίως τις παράκτιες ζώνες μεγάλων λιμνών, στις μικρότερες, όπως ο Κουρνάς, όμως ενδέχεται ο βαθμός επίδρασης να είναι μεγαλύτερος.

Συνεπώς ο καθορισμός των σταθμών δειγματοληψίας έγινε με βάση τα παρακάτω γνωρίσματα της λίμνης (εικ. 13 & 14):

- α) το σχήμα και την μικρή έκταση, το πρότυπο διάταξης των ισοβαθών και την απουσία νησίδων μέσα στη λίμνη.
- β) τις εισροές κύρια από τις υποβρύχιες πηγές στο «Μάτι»
- γ) την συγκέντρωση ανθρώπινων δραστηριοτήτων στην ανατολική πλευρά της λίμνης αλλά και την απουσία σημαντικών σημειακών πηγών ρύπανσης στη λεκάνη απορροής της λίμνης.
- ε) την εκροή νερού υποβρύχια από καταβόθρες ή με υπερχειλίση στο βόρειο άκρο της λίμνης

Ειδικά στην εικόνα 14 και τον πίνακα 6, διακρίνονται οι προκαταρκτικές και τελικές θέσεις των σταθμών δειγματοληψίας, τα βάθη και οι συμβολισμοί τους.



Εικόνα 13: Κάτοψη της λίμνης με τις θέσεις σταθμών στις επιμέρους ζώνες (Λιμνική , παράλιος και λεκάνη πηγών).

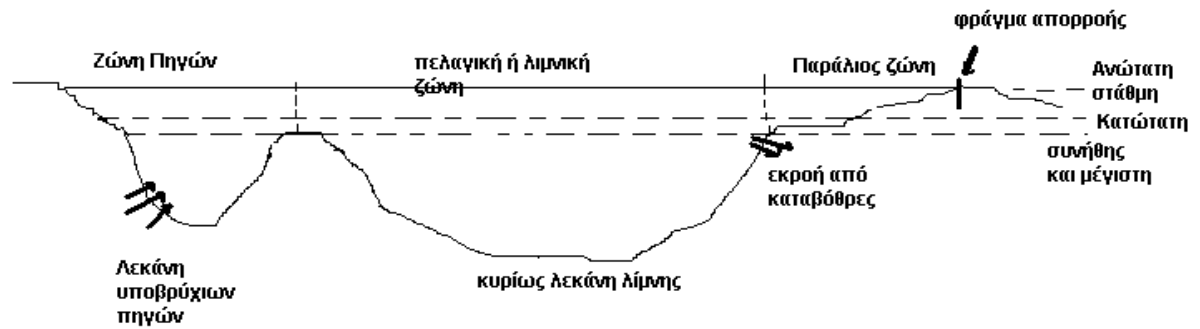
Πίνακας 6: Σταθμοί δειγματοληψίας και βάθη με αντίστοιχους συμβολισμούς.

Θέσεις	Ονομασία	Βάθη (m)	Συμβολισμός
Πηγές /Εισροή νερού (Springs)	Πηγή	0-½	S0
	Μεσόνερα πηγών	7	S7
	Πυθμένας πηγών	13-17	S13 /S17 ή Smax
Εκβολή λίμνης	Παράλιος ζώνη	0-½	E0
Αποβάθρα σκαφών αναψυχής (Dock)	Παράλιος ζώνη	0-½	D0
	Πυθμένας περιοχής αποβάθρας	4/7/10/Max	D4/D10 ή και Dmax
	καταβόθρες	0-½	B0
ΒΔ άκρη ΝΔ άκρη Κάβος (Kano)	Λιμνική-πελαγική ζώνη	0-½	K0
	μεσόνερα	7	K7
	Πυθμένας λίμνης	13-17 ή max	K17 ή Kmax
Μέση (middle) Λίμνης	Λιμνική-πελαγική ζώνη	0-½	M0
	Μεσόνερα	6-7	M6 ή M7
	Πυθμένας λίμνης	17-22 ή max	M17/M18/M22 ή Mmax

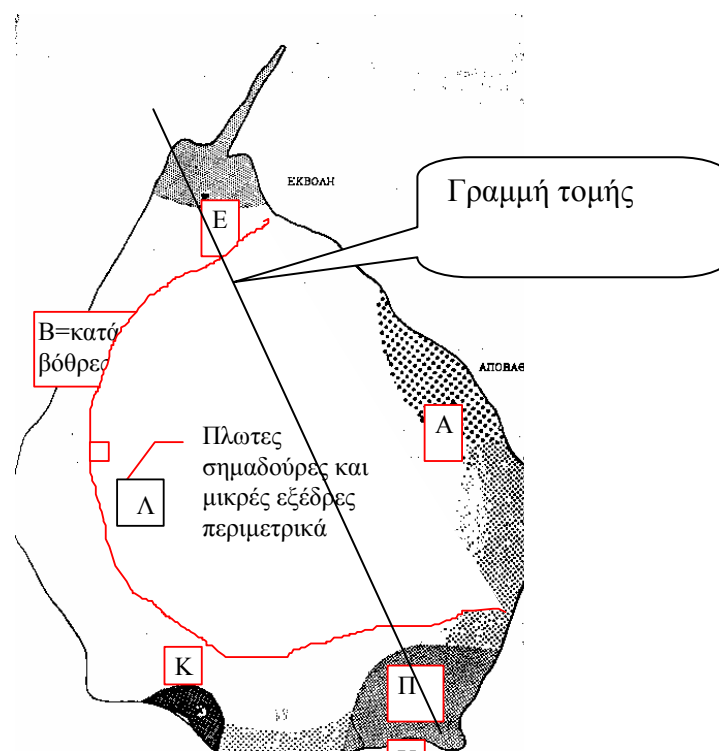
Όπως είναι φανερό επιλέχθηκε ένας κεντρικός σταθμός (M) χαρακτηριστικός για την λιμνική-πελαγική ζώνη, μαζί με ένα συμπληρωματικό (K), που παρουσιάζει το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της παρουσίας υδροθείου κοντά στον πυθμένα

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

συγκεκριμένη εποχή. Στην παράλιο ζώνη επιλέχθηκαν 2 σταθμοί (E, D), δεδομένου ότι ο δεύτερος φαίνεται να επηρεάζεται περισσότερο από μη σημειακές πηγές ρύπανσης και η διακύμανση του βάθους είναι εντονότερη από εκείνη του πρώτου. Τέλος επιλέχθηκε ο σταθμός των Πηγών που εμφανίζει σημαντική διαφοροποίηση από πλευράς φυσικοχημικών παραμέτρων από την υπόλοιπη παράλιο περιοχή.



Εικόνα 14: Σχηματική κατά προσέγγιση τομή λίμνης με τις επιμέρους ζώνες.



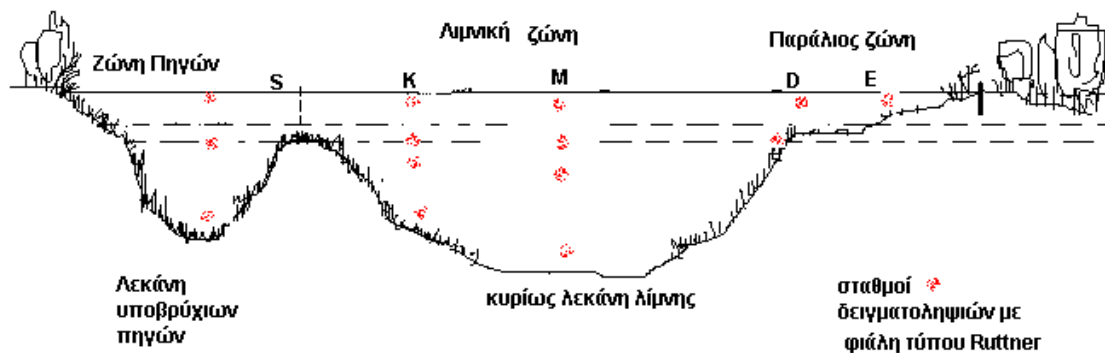
Εικόνα 15: Θέσεις δειγματοληψιών στη λίμνη : Σταθμοί Π (ή S) =πηγή, Α (ή M)=κέντρο λίμνης , Ε= περιοχή απορροής ή εκροής, Α (ή D) =περιοχή αποβάθρας, Β=καταβόθρες στο δυτικό τμήμα απέναντι από σταθμό Α και Κ=περιοχή Κάβος.

Γ. Επιλογή βαθών

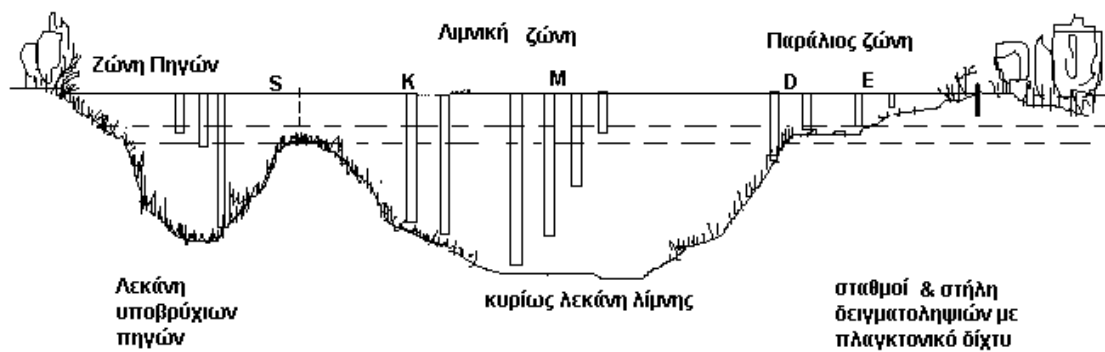
Σε κάθε σταθμό, η επιλογή βαθών δειγματοληψίας στηρίζεται στην κατανομή φωτός στο νερό και στη θερμική δομή του νερού (Μουστάκα 1988). Με δεδομένο ότι

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

την περίοδο της στρωμάτωσης, η λίμνη παρουσιάζει θερμοκλινές και οξυκλινές, επιλέχθηκαν τρία βάθη (ένα στην επιφάνεια του επιλίμνιου, ένα στα μεσόνερα δηλ. το μεταλίμνιο κι ένα κοντά στον πυθμένα, χαρακτηριστικό για το στρώμα του υπολίμνιου). Όσον αφορά τις δειγματοληψίες στο μεγαλύτερο κάθε φορά βάθος, αυτό μεταβαλλόταν εξ αιτίας της αυξομείωσης του όγκου του νερού και της εκάστοτε στάθμης. Έτσι ο σταθμός βυθού άλλοτε αναφέρεται ως M17 ή M18 ή M22, ή M max. (εικόνα 16).



Εικόνα 16: Σημεία και σταθμοί δειγματοληψίας με φιάλη τύπου Niskin σε σχέση με γραμμές στάθμης.



Εικόνα 17: Σημεία και σταθμοί δειγματοληψίας με ζωοπλαγκτονικό δίχτυ σε σχέση με τις γραμμές στάθμης.

Η μεθοδολογία αυτή που αφορά το φυτοπλαγκτό σε συνδυασμό με το γεγονός ότι το ζωοπλαγκτό που θηρεύει αυτό (κι όχι μόνο) θεωρείται ότι δεν έχει ομοιόμορφη κατανομή (Μιχαλούδη 1997) καθόρισε και τα διαφορετικά βάθη στήλης νερού που έγινε κάθετη σύρση πλαγκτικού δικτυού για να εντοπιστούν τυχόν διαφορές. Έτσι με το πλαγκτονικό δίχτυ «διηθήθηκαν» στήλες 0-5m (στο επιλίμνιο), 0-10m (δηλ. και του θερμοκλινούς συμπεριλαμβανομένου που εντοπίζεται σε βάθος 6-7m) και τέλος 0-15 ή 0-22m, δηλ. το σύνολο στήλης νερού μέχρι τον πυθμένα (εικ. 17).

Δ. Αριθμός δειγμάτων

Η δυσκολία εξεύρεσης κατάλληλων πλωτών μέσων περιόρισε τις δυνατότητες λήψης αρκετών δειγμάτων στη στήλη νερού κατά τις ημέρες εργασίας στο πεδίο. Έτσι για λόγους ομοιογένειας των συνθηκών δειγματοληψίας, αυτές πραγματοποιούνταν κάθε φορά κατά τις ώρες 10.00 π.μ έως 13.30 μ.μ. Για μεν το δείγμα νερού από την στήλη, η διαδικασία γινόταν μία φορά, ενώ οι κάθετες σύρσεις του πλαγκτ. διχτυού στη διαφορετική στήλη νερού (5m ή 10m και 15m ή την μέγιστη πραγματοποιούνταν ανά τρεις φορές/3 replicates). Η διαδικασία αυτή ήταν η καλύτερη δυνατή στα χρονικά περιθώρια που υπήρχαν για κάθε ημερήσια αποστολή από το Ηράκλειο. Σίγουρα οι περισσότεροι σταθμοί θα αντιμετώπιζαν το γεγονός της μωσαϊκότητας κύρια της ζωοπλαγκτικής βιομάζας (Watson *et al.* 1997, Wiebe 1971).

Ε. Δειγματολήπτες

Οι δειγματολήπτες που χρησιμοποιούνται συνήθως σε μελέτες φυτοπλαγκτού και ζωοπλαγκτού είναι τύπου Ruettner, Friedinger και Van Dorn (Μουστάκα 1988) ή τύπου Niskin ή δοχείο τύπου Nansen (Sournia 1978) καθώς και άλλων, πιο εξειδικευμένων, που σχεδιάζονται ανάλογα με τις περιστάσεις της έρευνας. Ιδιαίτερα σε λιμναίες περιοχές που είναι αβαθείς και που τα διαθέσιμα πλωτά μέσα είναι μικρά και ασταθή απαιτούνται πιο απλές και ελαφρύτερες κατασκευές.

Στον Κουρνά αντίστοιχα για το μεγαλύτερο διάστημα των δειγματοληψιών ήταν διαθέσιμες μόνο πλαστικές ποδοκίνητες βάρκες (πλωτά «ποδήλατα») τα οποία δεν διέθεταν ικανοποιητική ευστάθεια αλλά και βάρος, ούτε και επαρκή χώρο για την τοποθέτηση των διαφόρων εργαλείων και δοχείων συλλογής και αποθήκευσης των δειγμάτων. Παρ' όλες τις παραπάνω δυσκολίες χρησιμοποιήθηκε μία πλαστική φιάλη ελεύθερης ροής χωρητικότητας 5 λίτρων της Hydro-Bios, τύπου Niskin, με την βοήθεια μεταλλικού δρομέα για την συλλογή δειγμάτων νερού στα διάφορα βάθη.

Για τις ανάγκες συλλογής ζωοπλαγκτού και άλλων αιωρούμενων υλικών, κύρια περίφυτου, στη στήλη, χρησιμοποιήθηκε το διαθέσιμο πλαγκτικό δίχτυ τύπου Arstein της Hydro-Bios με άνοιγμα 250μm, αν και το προσφορότερο άνοιγμα για ποσοτικές μετρήσεις ζωοπλαγκτού είναι 50-100μm (για Τροχόζωα και Κωπήποδα αντίστοιχα) (Μιχαλούδη 1997)

Τέλος αναφέρουμε ότι πραγματοποιήθηκαν μεμονωμένες δειγματοληψίες για τη συλλογή βενθικών ζωικών οργανισμών με τη βοήθεια ενός δειγματολήπτη βυθού

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

τύπου Ekman-Birge, μεγέθους 15X15X20cm και βάρους 8 Kg, με δρομέα βάρους 400g της Hydro-Bios. Ακόμη αυτοσχέδια άγκιστρα χρησιμοποιήθηκαν για συλλογή τεμαχίων υδρόβιας βλάστησης, σύμφωνα με τις οδηγίες ειδικών του Εργαστηρίου Συστηματικής Βοτανικής του Παν/μιου Αθηνών.

ΣΤ. Δείγματα

Κατά την διάρκεια της εκάστοτε δειγματοληψίας με την 5λιτρη φιάλη νερού λαμβάνονταν υποδείγματα ως εξής:

- α) 500-600 ml , δηλ. περισσότερο από 200 ml, σύμφωνα με τον Edler (1979) για την ποσοτική ανάλυση του φυτοπλαγκτού,
- β) 1-1,5L για τον προσδιορισμό των θρεπτικών αλάτων, χλωροφυλλών και σωματιδιακού οργανικού άνθρακα (POC) και
- γ) 150 ml για μέτρηση του pH και της Αλκαλικότητας στο εργαστήριο ή επιτόπου με την βοήθεια ειδικού test kit της εταιρίας Red Sea Fish pHarm Ltd.

Το πρώτο υποδείγμα στερεωνόταν αμέσως με διάλυμα Lugol (Rott 1981, Κουσουρής 1998) που είχε προετοιμαστεί στο εργαστήριο. Τα υπόλοιπα μαζί με τα στερεωμένα υποδείγματα τοποθετούνταν σε ισοθερμικό φορητό δοχείο μαζί με παγοκύστες μέχρι την μεταφορά τους μέσα σε 3-4 ώρες στο ψυγείο και τον καταψύκτη του εργαστηρίου.

II. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ

Η διαφάνεια του νερού μετρήθηκε με δίσκο του Secchi των 20cm (χωρίς μαύρα ημικύκλια). Οι μετρήσεις θερμοκρασίας νερού και αέρα, του pH, της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου, και του κορεσμού του (σε %), έγινε αρχικά με το φορητό πολύμετρο της Δ/νσης Αλιείας Νομαρχίας Χανίων που είχε παραχωρηθεί στο Εργαστήριο Υδάτων του Τμήματος Διαχείρισης Φυσικών Πόρων του ΤΕΙ Κρήτης κι αργότερα με φορητό οξυγονόμετρο τύπου Handy Gamma της OxyGuard με ενσωματωμένο θερμομέτρο του Εργαστηρίου Θαλ.Οικολογίας του Παν/μιου.

III. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Για το κάθε υλικό ακολουθήθηκε διαφορετική διαδικασία επεξεργασίας. Η μέτρηση του pH στο δείγμα νερού, αν δεν είχε μετρηθεί επί τόπου, με την βοήθεια του φορητού οργάνου, γινόταν με την άφιξη των δειγμάτων στο εργαστήριο. Τα

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

υπόλοιπα δείγματα, αφού αρχικά καταψύχθηκαν, αποψύχθηκαν μετά από λίγο χρονικό διάστημα και διηθήθηκαν σε αντλία κενού μέσω ηθμών τύπου Whatman glass-fibre (0.47mm). Κατόπιν ακολουθήθηκε, ανάλογα με τις ιδιαιτερότητές του κάθε υλικού η εξής διαδικασία:

1. Ποσοτικός Προσδιορισμός θρεπτικών αλάτων

A. Ο ποσοτικός προσδιορισμός του φωσφόρου των διαλυτών φωσφορικών αλάτων($\text{PO}_4\text{-P}$) στο νερό έγινε σύμφωνα με τη μέθοδο ασκορβικού οξέος όπως περιγράφεται από τους Murphy & Riley (1962) και εφαρμόζεται στο Εργαστήριο Χημείας ΕΛΚΕΘΕ Κρήτης (IMBC 1997)

B. Ο ποσοτικός προσδιορισμός αζώτου στις διάφορες μορφές του στα διαλυτά νιτρικά και νιτρώδη άλατα ($\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$) στο νερό, έγινε με τη μέθοδο της αναγωγής νιτρικών αλάτων σε στήλη Cd-Cu, όπως περιγράφεται από τους Strickland & Parsons (1972) κι εφαρμόζεται στο Εργαστήριο Χημείας ΕΛΚΕΘΕ Κρήτης (IMBC 1997).

Γ. Ο ποσοτικός προσδιορισμός αζώτου στην μορφή αμμωνιακών αλάτων ($\text{NH}_4\text{-N}$) διαλυτών στο νερό έγινε με τη μέθοδο των Strickland & Parsons (1972) όπως τροποποιήθηκε από τους Ivancic & Degobbis (1984) κι εφαρμόζεται στο Εργαστήριο Χημείας ΕΛΚΕΘΕ Κρήτης (IMBC 1997).

Δ. Ο ποσοτικός προσδιορισμός της διαλυτής ένωσης του πυριτίου ($\text{SiO}_2\text{-Si}$) έγινε σύμφωνα με τη μέθοδο σχηματισμού συμπλόκου μολυβδενικού πυριτίου, όπως περιγράφεται από τους Strickland & Parsons (1972), συμπληρώθηκε από τους Grasshoff *et al.* (1983) κι εφαρμόζεται στο Εργαστήριο Χημείας ΕΛΚΕΘΕ Κρήτης (IMBC 1997).

Η τελική συγκέντρωση των θρεπτικών αλάτων στο νερό υπολογίστηκε φωτομετρικά σε φασματοφωτόμετρο στο ίδιο εργαστήριο του ΕΛΚΕΘΕ..

2. Ποσοτικός Προσδιορισμός χλωροφυλλών (Chl-a/ Φαιοχρωστικές/CPE)

Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης α και των φαιοχρωστικών έγινε με την μέθοδο των Yentsch & Menzel (1963) με τη χρήση φθορισμόμετρου τύπου Turner 112 (με λάμπα F 4T.5) και την βοήθεια διαλύματος ακετόνης όπως εφαρμόζεται στο Εργαστήριο Χημείας ΕΛΚΕΘΕ Κρήτης (IMBC 1997).

3. Ποσοτικός Προσδιορισμός σωματιδιακού οργανικού άνθρακα (POC)

Ο προσδιορισμός του σωματιδιακού οργανικού άνθρακα έγινε με την μέθοδο της υγρής οξειδωσης, όπως περιγράφεται από τους Strickland & Parsons (1972), τροποποιήθηκε από τους Parsons *et al.*(1984) και εφαρμόζεται στο Εργαστήριο Χημείας ΕΛΚΕΘΕ Κρήτης (IMBC, 1997).

IV. ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΥ-ΠΕΡΙΦΥΤΟΥ & ΦΥΤΟΒΕΝΘΟΥΣ

A. Ποιοτική ανάλυση

Η αναγνώριση των ειδών του φυτοπλαγκτού έγινε βάσει δειγμάτων νερού που συλλέχθηκαν από τον Μάρτιο 2003 μέχρι τον Ιούνιο 2005, σε 3 διαφορετικά βάθη που θεωρήθηκαν αντιπροσωπευτικά για την κατάσταση στο επιλίμνιο (σε βάθος 1/2 m), το μεταλίμνιο (σε βάθος 6-7m) και το υπολίμνιο (σε βάθος 1m πάνω από τον πυθμένα κάθε φορά), δηλαδή σε βάθη που κυμαίνονταν κάθε εποχή από 17-22m στη λιμνική ζώνη ή σε βάθη 4-10m στη παράλια ζώνη (littoral).

Τα δείγματα στερεώνονταν μόνο με δ. Lugol και φυλάσσονταν μέχρι τη μελέτη τους σε θερμοκρασία ψύξης. Δεν επιδιώχθηκε το φιλτράρισμα ή φυγοκέντρηση των δειγμάτων για την αποφυγή μηχανικών βλαβών στους πλαγκτικούς οργανισμούς. Η αναγνώριση των ειδών στηρίχθηκε κατά βάση στην παρατήρηση σε οπτικό ανάστροφο μικροσκόπιο τύπου Olympus IX70 PM-20, των εργαστηρίων του ΕΛΚΕΘΕ Κρήτης .

Για την αναγνώριση των ειδών χρησιμοποιήθηκαν τα ταξινομικά συγγράμματα των Tregouboff & Rose (1957), Αναγνωστίδη (1977, 1978, 1979a), Belzer & Swale (1978a,1978b), Steidinger & Tangem (1985), Ricard (1987) και πληθώρα εργασιών ταξινομικού χαρακτήρα απ' τις οποίες αναφέρονται παρακάτω οι σημαντικότερες: Economou-Amilli (1979), Economou-Amilli (1982), Anagnostidis *et al* (1985), Βαλλιάνος και συν. (1987), Anagnostidis *et al* (1988a, 1988b) Economou-Amilli & Spartinou (1989a,1989b), John & Economou-Amilli (1990, 1991) Spartinou (1991,1992), Reynolds (1991), Δανηλίδης (1991), Tafas (1991), Τρύφων (1994), Green (1995), Danielidis *et al.* (1996), Hillebrand *et al.* (1999), Μουστάκα-Γουνή (1998), Morabito & Oggioni (1999), Montesanto *et al.* (2000), Temponeras *et al.* (2000) και ταξινομικές πληροφορίες από το διαδίκτυο: Michael (2003).

Φωτογραφήσεις – Φυτολογική Συλλογή (Herbarium)

Η φωτογράφιση της πλειονότητας των πλαγκτικών οργανισμών με φωτογραφική μηχανή Olympus προσαρμοσμένη στο προαναφερθέν ανάστροφο μικροσκόπιο συνέβαλε στην καλύτερη μελέτη των δειγμάτων μέσω της συνεργασίας με εξειδικευμένα στο φυτοπλαγκτόν, μέλη ΔΕΠ του Τομέα Οικολογίας & Ταξινομικής του Παν/μιου Αθηνών (Δρ. Δ.Δαμηλίδη, Δρ. Μ. Ρουσσουστακάκη, Δρ.Β.Μοντεσάντο) και στο ζωοπλαγκτόν με την Δρ.Ε.Μιχαλούδη του Εργαστηρίου Ζωολογίας ΑΠΘ. Η διαδικασία αυτή συνέβαλε σημαντικά στην επιβεβαίωση της ταυτότητας της πλειονότητας των απροσδιόριστων πλαγκτικών taxa.

Κατά τις φωτογραφήσεις χρησιμοποιήθηκαν films KONICA & KODAK EKTACHROME 100 και 200 ASA.

Επίσης δείγματα υδρόβιων φυτών που συλλέχτηκαν, αποξηράνθηκαν και επικολλήθηκαν σε φύλλο χάρτου για τη δημιουργία δειγμάτων Herbarium. Τα δείγματα αυτά μελετήθηκαν σε συνεργασία με την Δρ.Λ.Κουμπλή-Σοβαντζή του Τομέα Οικολογίας & Ταξινομικής Παν/μιου Αθηνών και επιβεβαιώθηκε η ταυτότητά τους σε επίπεδο είδους ή γένους.

B. Ποσοτική ανάλυση φυτοπλαγκτού & περίφυτου (Τεχνική ανάστροφου μικροσκόπιου)

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε πριν την έναρξη των παρατηρήσεων βασίστηκε στην κλασική τεχνική του ανάστροφου μικροσκόπιου που έχουν περιγράψει οι Utermoehl (1958), Lund *et al.* (1958) και Margalef (1971). Έτσι αρχικά για την επιλογή μιας ενιαίας διαδικασίας έγινε δοκιμαστικά η χρήση 2 τύπων θαλάμων καθίζησης της HYDRO-BIOS όγκων 10 και 50ml. Τελικά επιλέχτηκε ο θάλαμος όγκου 10ml λόγω μεγάλης πυκνότητας των φυτοπλαγκτικών πληθυσμών. Σύμφωνα μάλιστα με τους Μουστάκα (1988) και Νικολαΐδη και συν.(1990), ο χρόνος των 12h και περισσότερο είναι επαρκής για την καθίζηση του φυτοπλαγκτού και ζωοπλαγκτού που βρίσκεται σε θάλαμο 10 ml, ενώ για θαλάμους 25 και 50ml απαιτείται χρόνος καθίζησης τουλάχιστον 24h. Με ειδική όμως προσαρμογή (plunger) ο χρόνος αυτός μπορεί να μειωθεί σημαντικά σε 2 ώρες (Paxinos & Mitchell 2000)

Το επόμενο στάδιο της μελέτης που αφορά την καταμέτρηση των φυτοπλαγκτικών ατόμων (κύτταρο, κοινόβιο, αποικία, νήμα) έγινε σε δύο στάδια.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Πρώτα σαρώθηκε το πεδίο όλου του θαλάμου σε χαμηλή μεγέθυνση (X100) για την καταμέτρηση και αναγνώριση των μεγάλων ατόμων κατά ομάδες οικογενειών ή γενών ή ειδών (π.χ Δινομαστιγωτά, νηματοειδή Χλωροφύκη, Τροχόζωα, Κλαδοκεραιωτά, Κωπήποδα). Κατόπιν αναγνωρίστηκαν τα πλέον άφθονα είδη και φωτογραφήθηκαν σε μεγαλύτερες μεγεθύνσεις (X150, X300 και X600). Επειδή παρατηρήθηκε ότι τα μεγαλύτερα άτομα καθιζάνουν ανομοιόμορφα στην περιφέρεια του οπτικού πεδίου, (όπως επισημαίνουν κι οι Sandgren & Robinson 1984) αυτά μετρήθηκαν σε όλη την επιφάνεια κι όχι σε επιλεγμένα οπτικά πεδία. Τέλος με την βοήθεια μικρομετρικού πλαισίου προσαρμοσμένου στον ένα προσοφθάλμιο φακό έγινε η καταμέτρηση των οργανισμών σε δύο (2) ζώνες του οπτικού πεδίου. Μία οριζόντια και μία κάθετη γνωστού εύρους (350 μ m) και μήκους (26mm), ίσου με την διάμετρο της ειδικής αντικειμενοφόρου πλάκας. Ο μέσος όρος των 2 μετρήσεων για κάθε ομάδα ή κατηγορία πλαγκτικού πληθυσμού, αποτέλεσε την πυκνότητα κάθε πληθυσμού για την επιφάνεια των ζωνών που σαρώθηκαν. Υπολογίζοντας μαθηματικά την σχέση συνολικής επιφάνειας καθίζησης και επιφάνειας ζώνης, έγινε η αναγωγή για τη ποσοτική εκτίμηση της πυκνότητας πλαγκτού σε όγκο 10 ml. Τέλος η διαίρεση της πληθυσμιακής αυτής πυκνότητας με το 10, μας έδωσε μέσω του λογισμικού του MS Excel σε PC την αφθονία κάθε ομάδας ή είδους στο 1 ml.

Πολλοί ερευνητές δίνουν εξ αρχής τον αριθμό των ατόμων που πρέπει να καταμετρηθούν προσδιορίζοντας έτσι το επίπεδο ακρίβειας της μεθόδου (Lund *et al.* 1958, Edler 1979, Rott 1981, Μουστάκα 1988, Νικολαΐδης και συν.1990). Στην έρευνα αυτή όμως για την στατιστικά αποδεκτή εκτίμηση της πληθυσμιακής πυκνότητας πλαγκτικών φυκών, καταμετρήθηκαν τουλάχιστον 100 άτομα από τα πλέον άφθονα είδη σε κάθε δείγμα και συνολικά τουλάχιστον 500 άτομα, με μέγιστο σφάλμα μέτρησης +/-20% για κάθε είδος και +/-10% για το σύνολο.

Μετρήσεις

Η πληθυσμιακή πυκνότητα (population density) των πλαγκτικών φυκών συνήθως εκφράζεται σε άτομα ανά ml (ind/ml) και αντιστοιχεί στον αριθμό των ατόμων που περιέχονται σε 1 ml δείγματος νερού. Στην περίπτωση των αποικιών η πυκνότητα εκφράζεται ως κύτταρα ανά ml (cells/ml). Η μεγάλη ποικιλία μεγέθους των κυττάρων μέσα στο πληθυσμό ή τη κοινωνία μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένη εκτίμηση της υπάρχουσας βιομάζας, όταν τα αποτελέσματα δίδονται μόνο ως αριθμός ατόμων. Γι' αυτό τον λόγο έγινε υπολογισμός των κυτταρικών όγκων και μετατροπή σε βιομάζα.

Υπολογισμός φυτοπλαγκτικής και περιφυτικής βιομάζας

Για την μετατροπή της πληθυσμιακής πυκνότητας των πλαγκτικών φυκών σε βιομάζα (υγρό βάρος) υπολογίστηκαν οι μέσοι κυτταρικοί όγκοι αυτών, αφού προηγουμένως μετρήθηκαν οι διαστάσεις των κυττάρων τους. Η διαδικασία προβλέπει την αντιστοίχιση του σχήματος κάθε είδους με ένα γνωστό γεωμετρικό σχήμα. Στη συνέχεια, ο όγκος που υπολογίζεται γεωμετρικά μετατρέπεται σε βάρος με τη παραδοχή ότι η μέση ειδική κυτταρική πυκνότητα ισούται με το 1g/cm^3 (Rott 1981). Έτσι μετρήθηκαν οι διαστάσεις τουλάχιστον 10 ατόμων κάθε άφθονου είδους από κάθε δειγματοληψία την περίοδο Μάρτιος '03-Ιούνιος '05. Η μέτρηση έγινε με την βοήθεια προσοφθάλμιας μικρομετρικής κλίμακας ακρίβειας $0.18\ \mu\text{m}$. Τέλος εφαρμόστηκαν οι γεωμετρικοί τύποι όπως δίνονται από τους Hillebrand *et al.* 1999. Ο αριθμός των κυττάρων των ειδών που σχηματίζουν αποικίες (π.χ *Microcystis spp.*, *Merismopedia spp.*, *Chlorococcus spp.*, κ.ά.), υπολογίστηκε προηγουμένως για κάθε αποικία. Τέλος η φυτοπλαγκτική βιομάζα αφορά το υγρό βάρος εκφρασμένο σε mg ή μg σε 1m^3 ή 1L νερού.

V. ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟΥ

Για την ποιοτική και ποσοτική ανάλυση του ζωοπλαγκτού χρησιμοποιήθηκαν αφ' ενός τα τριπλά δείγματα (δηλ. 3 replicates) από το δίχτυ πλαγκτού, για την αποφυγή σημαντικού στατιστικού λάθους, αφ' ετέρου από τα δείγματα νερού που λήφθηκαν σε διάφορα βάθη και θέσεις της λίμνης για τον προσδιορισμό του φυτοπλαγκτού.

Τα πρώτα δείγματα που λαμβάνονταν από διαφορετικές στήλες νερού σε 4 σημεία της λίμνης (S,M,D,E) συλλέγονταν σε μικρά δοχεία με λίγο νερό, αφού φυλάσσονταν σε θερμοκρασία ψύξης ($4-5^\circ\text{C}$) στερεώνονταν με δ. φορμόλης πυκνότητας 4-5% και χρώση Rose Bengal για τουλάχιστον ένα 24ωρο. Κατόπιν γινόταν φιλτράρισμα σε ηθμό της εταιρίας Analysensieb διατομής $45-49\ \mu\text{m}$ για την απομάκρυνση του νερού. Το περιεχόμενο του κόσκινου ξεπλενόταν με την βοήθεια υδροβολέα μέσα σε θάλαμο μέτρησης με «σαλίγκαρο» τύπου Rafter και διαστάσεων $8 \times 10\text{cm}$ για την καταμέτρηση των ατόμων κάθε ζωοπλαγκτικής ομάδας, των νημάτων φυκών (π.χ συζυγή χλωροφύκη) και άλλων ευμεγεθών αιωρούμενων σωματιδίων.

1. Ποιοτική ανάλυση- Αναγνώριση ειδών

Η αναγνώριση ειδών ζωοπλαγκτού γινόταν από τα παραπάνω δείγματα που αρχικά είχαν συντηρηθεί και κατόπιν εξεταστεί στον ελικοειδή μετρητή με την βοήθεια στερεοσκοπίου τύπου Zeiss (σε μεγεθύνσεις από 8X -50X) και μικροσκοπίου απλού (Olympus σε μεγεθύνσεις 40X-100X-400X). Ακόμη η αναγνώριση συμπληρώθηκε σε ορισμένες περιπτώσεις και από παρατηρήσεις δειγμάτων νερού σε ανάστροφο μικροσκόπιο Olympus μετά την καθίζηση υποδείγματος 10ml σε θαλάμους, τύπου Kolkwitz, παράλληλα με τις παρατηρήσεις φυτοπλαγκτού.

2. Ποσοτική ανάλυση

Υπολογισμός αφθονίας

Δεδομένου ότι η διήθηση της στήλης του νερού γινόταν με την βοήθεια πλαγκτονικού διχτυού, τύπου Arstein υπολογίστηκε η στήλη νερού που φιλτραριζόταν κάθε φορά βάσει της διατομής της στεφάνης του διχτυού και του βάθους από το οποίο ξεκινούσε κάθε φορά η κατακόρυφη σύρση του εργαλείου (Crossley & Shields 1999, Bottrel *et al* 1976) με V στήλης νερού διηθούμενης = $S * z$

όπου S η διατομή στεφάνης σε m^2 και z το βάθος στήλης σε m

Γνωρίζοντας ότι το συγκεκριμένο εργαλείο είχε άνοιγμα στεφάνης διαμέτρου $\delta=16,6cm$ και διατομής $S=\pi R^2$ (ή $\pi \delta^2/4$), ο παραπάνω τύπος μετατρέπεται σε

$$V = \pi * \delta^2 * z / 4$$

Η αφθονία των ειδών εκφράστηκε ως άτομα ανά κυβικό μέτρο (ind/m^3)

Υπολογισμός βιομάζας

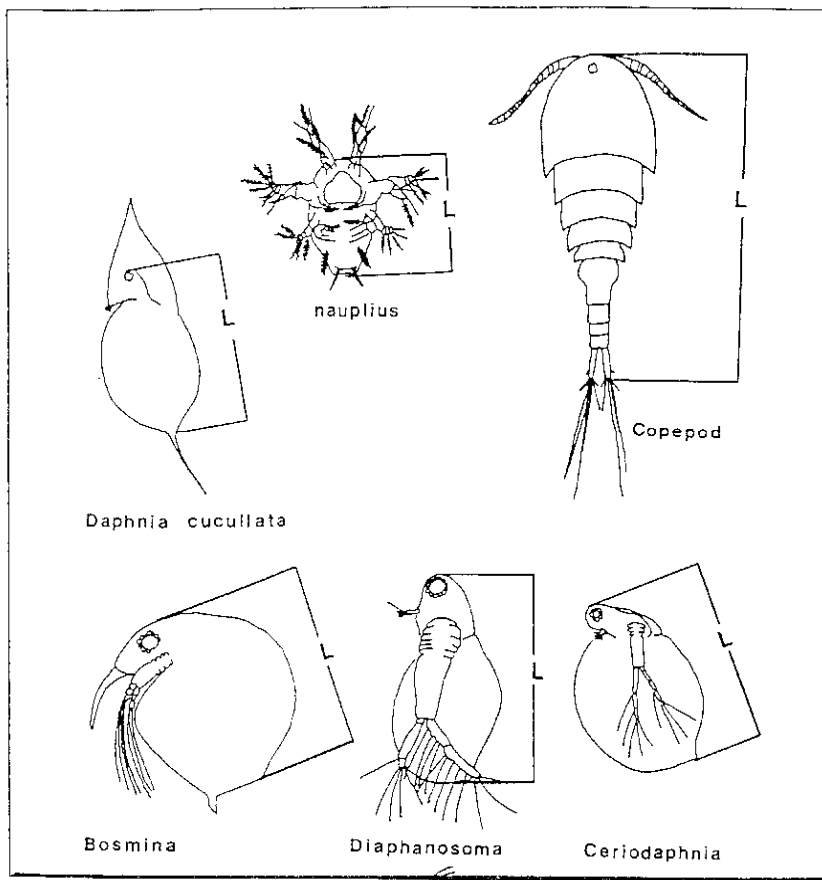
Στην εργασία μας προκειμένου να εκτιμηθεί η βιομάζα των διαφόρων ζωοπλαγκτονικών οργανισμών αξιοποιήθηκαν οι μετρήσεις του βάρους των ειδών που δίδονται για τα ίδια ή ανάλογα είδη από τις διδακτορικές εργασίες των Μιχαλούδη (1997) και Ζαρφτζιάν (1989) στις ελληνικές αντίστοιχα λίμνες της Βόλβης και Μικρής Πρέσπας.

Ειδικά για τα Τροχόζωα (Rotifers) όμως, εξαιτίας του μικρού τους μεγέθους συνηθίζεται ο υπολογισμός της βιομάζας να γίνεται μέσω του υπολογισμού του αντίστοιχου όγκου σύμφωνα με τους γεωμετρικούς τύπους. Η διαδικασία αυτή προβλέπει την αντιστοίχιση του σχήματος κάθε είδους με ένα γνωστό γεωμετρικό σχήμα. Στη συνέχεια ο όγκος που υπολογίζεται γεωμετρικά μετατρέπεται σε βάρος με την παραδοχή ότι το ειδικό βάρος ισούται με την μονάδα και ότι $1 \mu g = 1 \mu m^3$ (Bottrell *et al.* 1976). Έτσι μετρήθηκαν οι διαστάσεις τουλάχιστον 10 ατόμων κάθε

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

είδους από κάθε δειγματοληψία την περίοδο Μάρτιος'03 – Ιούνιος'05 και εφαρμόστηκαν οι γεωμετρικοί τύποι όπως δίνονται από τους Bottrell *et al* (1976), Ruettnner-Kolisko (1977) και περιγράφονται αναλυτικά από την Μιχαλούδη (1997) (εικ.17).

Η παραπάνω διαδικασία μας δίνει το υγρό βάρος. Η μετατροπή του σε ξηρό, για τα Τροχόζωα γίνεται με την παραδοχή των Dumont *et al.* (1975) και Bottrell *et al* (1976) ότι η αναλογία ξηρού/υγρού βάρους είναι 10% (0,01) με εξαίρεση το *Asplachna priodonta*, που εκτιμάται ότι είναι 4% (0,04).



Εικόνα 18 : Σχηματική παράσταση πλαγκτονικών καρκινοειδών όπου φαίνεται το μήκος L , που μετρήθηκε για καθένα (από Μιχαλούδη 1997)

Fig. 18 : Schematic presentation of the planctonic crustaceans where the measured length (L) for each of them can be seen (from Michaloudi 1997)

VI. ΑΛΙΕΥΤΙΚΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

1. Συλλογή υλικού

Παράλληλα με τη δειγματοληψία νερού έγινε και αλιευτική δειγματοληψία σε πληθυσμούς ψαριών με διαφορετική μεθοδολογία. Δείγματα ψαριών στη λίμνη συλλέχθηκαν κατά διαστήματα και μόνο τους μήνες που ήταν αυτό δυνατόν, από το Μάρτιο του 2001 μέχρι και το Μάρτιο του 2005. Επίσης αξιοποιήθηκαν τα δεδομένα που είχαν καταγραφεί για τους ιχθυοπληθυσμούς από τον γράφοντα το χρονικό διάστημα Νοέμβριου 1999 – Αυγούστου 2000.

Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα εργαλεία, ανάλογα με την εποχή και το είδος-στόχο ως εξής:

- **Αθερίνα:** αθερινόδιχτο , μήκους 50m με άνοιγμα ματιών 7mm
- **Κουνουπόψαρο:** απόχη χειρός ανοίγματος 2mm & το παραπάνω αθερινόδιχτο. Η επιλεκτικότητα όμως αυτού του διχτυού ήταν αρνητική για τα πολύ μικρά ιχθύδια αθερίνας. Όπως επίσης δεν είχε και καμία επιτυχία στη σύλληψη ατόμων οποιούδεποτε μεγέθους από το άλλο μικρό είδος ιχθυοπανίδας, την σαλιάρα του γλυκού νερού
- **Σαλιάρα γλυκού νερού :** η παραπάνω απόχη
- **Κέφαλος, χέλι, χρυσόψαρο:** 3 δίχτυα μανωμένα μήκους 200-250m με άνοιγμα ματιών 22 και 24mm.

Η χρήση μανωμένου διχτυού κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι δεν είχε καμία επιτυχία στη σύλληψη ατόμων αθερίνας και σαλιάρας, παρά μόνο χελιών και χρυσόψαρων.

Επίσης η δοκιμαστική χρήση γλωρίνης του εμπορίου, με σκοπό την αναισθητοποίηση ή δηλητηρίαση των ψαριών, δεν είχε καμία επιτυχία στη σύλληψη ατόμων σαλιάρας την περίοδο που αυτά βρίσκονταν στα ρηγά.

Η δυσκολία σύλληψης πολλών ατόμων με τα διαθέσιμα εργαλεία περιόρισε την συστηματική μελέτη κύρια στα πλαγκτοφάγα ψάρια, την αθερίνα και το κουνουπόψαρο. Ακόμη τα διαθέσιμα εργαλεία αδυνατούσαν να συλλάβουν τα νεαρά ιχθύδια των παραπάνω ειδών και έτσι περιορίστηκε η μελέτη κυρίως στα ενήλικα άτομα των ιχθυοπανιδικών βιοκοινοτήτων.

2. Επεξεργασία ιχθυολογικού υλικού

Τα δείγματα που λαμβάνονταν με την αλιεία αποθηκεύονταν σε φορητό ψυκτικό θάλαμο με παγοκύστες μέχρι την μεταφορά τους στο εργαστήριο και μετά

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

μονιμοποιούνταν με δ. φορμόλης 5-10%. Ακολούθως αποθηκεύονταν μέχρι την ημέρα επεξεργασίας τους.

Για τις μετρήσεις και παρατηρήσεις χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω εξοπλισμοί: α) ζυγός ακριβείας με ακρίβεια εκατοστού του γραμμαρίου, β) ζυγός ακριβείας Sartorius για την μέτρηση του βάρους των γονάδων, πεπτικού σωλήνα κλπ μέχρι υποδιαίρεσης $1/10^5$ του γραμμαρίου, γ) στερεοσκόπιο ή μεγεθυντικός φακός κατά περίπτωση για την αφαίρεση των γονάδων κλπ οργάνων καθώς και για την αναγνώριση και καταμέτρηση στομαχικού περιεχόμενου, δ) ιχθυόμετρο σε ξύλινη βάση με αρίθμηση σε υποδιαίρεση mm.

Επίσης έγιναν παρατηρήσεις για την παρουσία παρασίτων που συχνά σχετίζονται με αυξημένη φυσική θνησιμότητα καθώς και μετρήσεις του μεγέθους και αριθμού των ωοκυττάρων ορισμένου αριθμού θηλυκών ατόμων, προκειμένου να εκτιμηθεί η γονιμότητα και η περίοδος αναπαραγωγής των ψαριών αυτών.

2.1 Δείγματα ιχθύων αθερίνας και κουνουπόψαρου

Τα ψάρια συλλέχτηκαν από τον Νοέμβριο 1999 μέχρι και το Μάρτιο του 2005. Η σύλληψη δειγμάτων του είδους *Atherina boyeri*, με αθερινόδικο πραγματοποιήθηκε σε διάφορα σημεία της παραλιακής ζώνης της λίμνης (που είναι η ρηχότερη και ιδιαίτερα στα σημεία πλησίον των σταθμών Π, Α και Ε, (βλ. κεφ. εισαγωγής εικ.15) όπου είχε εντοπιστεί ότι συγκέντρωναν την προτίμηση σημαντικού αριθμού ατόμων του είδους για αναπαραγωγικούς και διατροφικούς σκοπούς (Τίγκιλης 1999, 2001).

2.2 Δείγματα ιχθύων λοιπών ομάδων και ειδών

Για τα υπόλοιπα είδη ιχθυοπανίδας η συλλογή έγινε ως εξής: (i) το διάστημα 1999-2000 για την σαλιάρα, (ii) το 2001 για τα κεφαλοειδή και (iii) το 2001-2003 για τα υπόλοιπα είδη. Η διαδικασία αυτή ξεκίνησε με την οικονομική στήριξη του Δήμου Γεωργιούπολης με σκοπό την καταγραφή της κατάστασης της ιχθυοπανίδας της λίμνης μετά την εισαγωγή του χρυσόψαρου. Μετά το 2002, η αλιευτική δειγματοληψία περιορίστηκε στα παραπάνω 2 είδη (αθερίνα, κουνουπόψαρο), λόγω των τεχνικών δυσκολιών που αντιμετωπίσαμε και την έλλειψη χρηματοδοτικών πόρων που δεν επέτρεψε την συνδρομή επαγγελματιών αλιέων της ευρύτερης περιοχής, που είχαν αρχικά εμπλακεί στο προαναφερθέν μικρό ερευνητικό πρόγραμμα.

Για τους παραπάνω λόγους η αλιευτική προσπάθεια για ορισμένα είδη όπως η σαλιάρα περιορίστηκε σε πολύ μικρό αριθμό ατόμων (περίπου 40) με την επίπονη και χρονοβόρα χρήση απόχης μικρού ανοίγματος. Ειδικά για τη σαλιάρα, ένα μέρος των συλληφθέντων ατόμων διατηρήθηκε ζωντανό σε ενυδρείο για τη μελέτη της συμπεριφοράς τους σε κατάσταση αιχμαλωσίας, λόγω της ανθεκτικότητας που επέδειξαν κατά τη μεταφορά τους στο εργαστήριο στο Ηράκλειο. Εξ άλλου το ψάρι αυτό αναφέρεται ως κατάλληλο είδος για χρήση σε ενυδρεία (Riehl & Baensch 1986). Σ' αυτή την προσπάθεια έγινε χρήση συμπληρωματικά φωτογραφικής μηχανής και κάμερας βίντεο.

3. Επεξεργασία ιχθυολογικού υλικού

Τα δείγματα των μικρών ψαριών στη πλειονότητά τους τοποθετήθηκαν άμεσα σε βασικό δ. φορμαλδεύδης 4-5%, για τη συντήρηση μέχρι την εξέταση. Τα μεγαλύτερα είδη όπως χέλια και χρυσόψαρα μεταφέρονταν και καταψύχονταν είτε στις εγκαταστάσεις της Ιχθυόσκαλας Χανίων, είτε απευθείας σε καταψύκτη του Παν/μιου. Πριν την κατάψυξη σε ορισμένα άτομα του δείγματος γινόταν αφαίρεση του πεπτικού και των γονάδων και στερέωσή τους σε δ. φορμαλδεύδης 10%.

Επίσης λόγω του ενδιαφέροντος που εκδηλώθηκε για την μελέτη και σύγκριση του γενετικού υλικού της αθερίνας σε σχέση με άλλες περιοχές της χώρας, ένα μέρος του δείγματος καταψύχθηκε άμεσα και στάλθηκε για εξέταση στο Εργαστήριο Μοριακής Βιολογίας & Γενετικής Παν/μιου Πατρών, με επιστημονικό υπεύθυνο τον καθηγητή κ. Κίλια, (Klossa-Kilia *et al.* 2002). Σε άλλες περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκε και δ.αλκοόλης (70%) για την μονιμοποίησή δειγμάτων αθερίνας και την παράλληλη σύγκριση των αποτελεσμάτων στα δύο αυτά χημικά μέσα συντήρησης ιχθύων.

Για τις μετρήσεις και παρατηρήσεις στο εργαστήριο, χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω εξοπλισμοί:

α) ζυγός ακριβείας Mettler PM6100 για τη μέτρηση του βάρους των ψαριών (νωπών ή/και συντηρημένων) και των 2 ειδών με ακρίβεια εκατοστού του γραμμαρίου.

β) ζυγός ακριβείας Sartorius-Research R 160 P-*F1 για τη μέτρηση του βάρους των γονάδων και στόμαχου (νωπών ή/ και συντηρημένων) και των 2 ειδών ιχθυοπανίδας αλλά και του ηπατικού βάρους μόνο για το είδος της σαλιάρας, *Blennius fluviatilis* (μέχρι υποδιαίρεση εκατομμυριοστού του γραμμαρίου).

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

γ) Στερεοσκόπιο Olympus B 071 με προσοφθάλμιο μικρομετρικό φακό 10X και αντικειμενικούς φακούς μεγέθυνσης 6.4X, 10X, 25X, 40X. Στο σώμα του στερεοσκόπιου ήταν προσαρμοσμένη φωτογραφική μηχανή τύπου Leica Wild MPS 48.

δ) Ιχθυόμετρο με ξύλινη βάση, αριθμημένο σε πλαστική κλίμακα με υποδιαίρεση χιλιοστόμετρου.

ε) Κλίβανος μικροκυμάτων Sharp για την προετοιμασία του ζεόλιθου για τις ανάγκες του ζυγού ακριβείας.

Στα συλλεγόμενα δείγματα έγιναν οι κατά περίπτωση μετρήσεις μορφομετρικών (πλαστικών) και μεριστικών χαρακτηριστικών:

α) Στην Αθερίνα, σαλιάρα, χρυσόψαρα, κέφαλο και γέλι

Μετρήσεις μηκών :

- σταθερό μήκος μέχρι βάση ουράς (SL) , ή/και
- ολικό μήκος μέχρι άκρη μεγαλύτερου ουραίου λοβού (TL),
- μήκος L_{pa} (μόνο στα χέλια και χρυσόψαρα, σαλιάρα)
- μήκη IO, Oh, EL, Lc (μόνο για σαλιάρα)

Μετρήσεις βάρους :

- ολικό βάρος
- βάρος γονάδων
- βάρος πεπτικού συστήματος (στομάχι και εντερικός σωλήνας μαζί) (Ws)
- βάρος στομαχικού περιεχομένου

β) στο κουνουπόψαρα

Μετρήσεις μηκών :

- σταθερό μήκος μέχρι βάση ουράς (SL)
- ολικό μήκος μέχρι άκρη μεγαλύτερου ουραίου λοβού (TL)

Μετρήσεις βάρους :

- ολικό βάρος (TW)
- βάρος γονάδων (Gw)
- βάρος πεπτικού συστήματος (στομάχι και εντερικός σωλήνας μαζί) (Ws)
- βάρος στομαχικού περιεχομένου

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Παρασιτισμός

Παράλληλα έγιναν παρατηρήσεις για την παρουσία παράσιτων καθώς και μετρήσεις μεγέθους των ωοκυττάρων από τις ωοθήκες ορισμένου αριθμού θηλυκών ατόμων, προκειμένου να γίνει μια πρώτη εκτίμηση της γονιμότητας κατά την περίοδο αναπαραγωγής της αθερίνας και του κουνουπόψαρου στη λίμνη.

Γονιμότητα

Η τεχνική που ακολουθήθηκε για την εκτίμηση της δυνητικής και πραγματικής γονιμότητας, περιλαμβάνει την μεθοδολογία των Tuck & Smith, όπως τις περιγράφει ο C.J.Smith (1997) και προσαρμόστηκε από τον γράφοντα, σύμφωνα με τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των ωοθηκών και του περιεχόμενου τους, στα 2 υπό εξέταση είδη ιχθυοπανίδας.

A) Δυνητική ή εν δυνάμει Γονιμότητα (Potential Fecundity - Fp)

Τεχνική (Από μετρήσεις ωοκυττάρων)

Η «σκλήρυνση» των ωοθηκών επιτυγχάνεται με την εμβάπτισή τους σε δ.φορμαλδεΐδης 4% τουλάχιστον για 24 H (και μετά προαιρετικά μεταφορά τους σε δ.αλκοόλης 70%). Η ζύγιση των νωπών ωοθηκών και του περιβλήματός (mesovarium) τους γίνεται με ακρίβεια χιλιοστού του γραμμαρίου. Κατόπιν διαχωρίζεται ένα τμήμα της ωοθήκης, και μετρώνται τα ωοκύτταρα (oocytes). Για λόγους αποφυγής λάθους επιδιώκεται η καταμέτρηση ανάλογου αριθμού ωοκυττάρων και η ζύγιση του κλάσματος (subsampling), που αργότερα ανάγεται στο συνολικό βάρος. Έτσι υπολογίζεται ο συνολικός αριθμός των ωοκυττάρων (total number of oocytes).

B. Πραγματική Γονιμότητα (Real Fecundity)

Ο υπολογισμός της πραγματικής γονιμότητας γίνεται από ανάλογες μετρήσεις του ποσοστού των ώριμων αβγών που είναι έτοιμα να εξέλθουν από το σώμα θηλυκών ατόμων (που ανάλογα με το είδος αποκαλούνται λεκιθικά ωοκύτταρα) και διαθέτουν μέγεθος άνω του 1 ή 1.4 mm στις αθερίνες.

Διατροφικές συνήθειες και τροφικά πλέγματα

Επίσης έγιναν συστηματικές παρατηρήσεις στο περιεχόμενο του στομάχου και του εντερικού σωλήνα σημαντικού αριθμού ατόμων αθερίνας και κουνουπόψαρου και σποραδικά σε άτομα χελιού, χρυσόψαρου και σαλιάρας από κάθε δειγματοληψία για εκτίμηση της διαίτας και των τροφικών προτιμήσεων των ειδών αυτών της ιχθυοπανίδας στη διάρκεια του έτους.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Ιδιαίτερα για την εκτίμηση του βάρους της τροφής και του δείκτη πληρότητας, απαιτήθηκε η ζύγιση ξεχωριστά του στομαχικού τοιχώματος, αφού είχε αφαιρεθεί η τροφή. Το εγχείρημα ομολογουμένως είχε σημαντικές δυσκολίες λόγω στερέωσης των στομάχων για μεγάλο χρονικό διάστημα., γεγονός που επηρέασε σημαντικά την εξέταση του περιεχόμενου του πεπτικού σωλήνα.

Ποιοτική σύνθεση οργανισμών τροφής

Το δείγμα των ψαριών από τα οποία εξετάστηκε το στομαχικό περιεχόμενο, λήφθηκε από ένα τυχαίο υποσύνολο (subsample) ή το σύνολο του δείγματος (στην περίπτωση που αυτό ήταν μικρό) των ατόμων που συλλέχτηκαν σε 3 θέσεις και διαφορετικούς μήνες των 4 εποχών.

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης των στομαχικών περιεχομένων της ιχθυοπανίδας έγινε με την μέθοδο του Blegvad (1928) με την χρησιμοποίηση των παρακάτω δεικτών κατά τους Hureau (1966) & Daniel (1975), όπως περιγράφονται από τους Καραγκίτσου & Τσιμενίδη (1977):

- Συχνότητα συνάντησης (frequency of occurrence) κάθε είδους τροφής σε στομάχια με f (ή f_o) = $N \cdot 100 / T - E$
- Δείκτης κενότητας V με $V = E \cdot 100 / T$
- Δείκτης σχέσεως βάρους σώματος και βάρους στομαχικού περιεχομένου (W_s) με $W_s = StW \cdot 100 / W$

όπου N = αριθμός εξετασθέντων στομάχων που περιέχουν κάποια λεία,

T = σύνολο εξετασθέντων στομάχων

E = αριθμός κενών στομάχων

StW = βάρος στομαχικού περιεχόμενου

W = Βάρος ψαριού

Προσδιορισμός φύλου

I. Αθερίνα

Η *A. boyeri* παρότι παρουσιάζει φυλετικό διμορφισμό, η αναγνώριση του φύλου από εξωτερικά γνωρίσματα είναι ιδιαίτερα δύσκολη. Γι' αυτό και ο προσδιορισμός του φύλου απαιτεί την εξέταση των γονάδων δηλ. των πρωτευόντων φυλετικών χαρακτηριστικών.

Οι γονάδες όπως προαναφέρθηκε και των δυο φύλων αποτελούνται από ένα ενιαίο αδένα . Οι όρχεις εμφανίζονται με λευκό χρώμα και όχι πολύ συμπαγή μάζα

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

και οι ωothήκες για όσο καιρό είναι ανώριμες επίσης λευκές.. Με την πάροδο του χρόνου καλύπτονται εξωτερικά με ένα περιτόναιο (mesovarium) που στην αρχή έχει μαύρες κηλίδες-σημάδια (χρωματοφόρα) και κατόπιν με την ωρίμανση αποκτούν το μαύρο χρώμα. (Gon & Ben-Tuvia 1983, Τίγκιλης 2001).

II. Κουνουπόψαρο

Το είδος αυτό, όπως αναφέρεται αναλυτικά και στο σχετικό κεφάλαιο είναι από τα χαρακτηριστικά είδη με εμφανή φυλετικό διμορφισμό και συγχρόνως είναι ωοζωotόκο. Αυτά τα χαρακτηριστικά διευκολύνουν σημαντικά στην επεξεργασία των δειγμάτων από φυλετική άποψη.(Muus & Dahlstroem 1986, Τίγκιλης 2001).

VII. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Για την στατιστική ανάλυση των αβιοτικών και βιοτικών δεδομένων που είχαμε στην διάθεσή μας με τις δειγματοληπτικές μεθόδους που περιγράφηκαν στο κεφάλαιο Υλικά και Μέθοδοι, εκτός από την περιγραφική στατιστική ανάλυση που έγινε μέσω κύρια σε μορφή διαγραμμάτων διασποράς (scatter diagrams), καμπυλών και ραβδογραμμάτων μέσω του προγράμματος Excel, απαιτήθηκε και η πολυμεταβλητή ανάλυση με την βοήθεια των στατιστικών Προγραμμάτων Primer 6 v. 6.1.5 και SPSS v. 14.0 για Windows XP.

Σκοπός αυτού το τύπου ανάλυσης ήταν η εξέταση των προτύπων των χρονικών και χωρικών μεταβολών αφενός του περιβάλλοντος, αφετέρου της πλαγκτονικής χλωρίδας και πανίδας, πάντα στο μέτρο του δυνατού, αφού έλειπαν δεδομένα βιοτικά από τους κυρίως χειμερινούς μήνες (Δεκεμβριο-Ιανουάριο).

Τα δεδομένα αυτά αφενός προέρχονταν από δείγματα φιάλης, το κύριο εργαλείο για την μέτρηση φυσικοχημικών παραμέτρων και για την ποιοτική και ποσοτική ανάλυση του φυτοπλαγκτού και δευτερευόντως για την ποιοτική ανάλυση ζωοπλαγκτού. Ακόμη τα δεδομένα προέρχονταν από τα δείγματα κατακόρυφης σύρσης με πλαγκτικό δίχτυ, το κύριο εργαλείο για την ποιοτική και ποσοτική ανάλυση του ζωοπλαγκτού, την εκτίμηση των αιωρούμενων στερεών και των φυτικών θρυμμάτων και επικουρικά για τα νηματοειδή βενθικά και μεροπλαγκτικά είδη μικροχλωρίδας,

Με το πρώτο πρόγραμμα η ομοιότητα (ή ανομοιότητα) μεταξύ βιοτικών δειγμάτων επηρεάζεται σημαντικά από την μεγάλη αφθονία των πιο κοινών ειδών.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Γι' αυτό εφαρμόστηκε κάποιος μετασχηματισμός στα πρωτογενή δεδομένα, έτσι ώστε όλα τα είδη ή ομάδες πανίδας και χλωρίδας εν προκειμένω, να συμμετέχουν στον υπολογισμό της ομοιότητας (similarity) ή ανομοιότητας (dissimilarity). Στην παρούσα μελέτη επιλέχτηκε ο μετασχηματισμός της τετραγωνικής ρίζας (square root) που μειώνει την επίδραση των πλέον άφθονων ειδών, χωρίς να αλλοιώνεται σημαντικά η φύση των δεδομένων. Με το πρόγραμμα αυτό, για τα βιοτικά στοιχεία, έγινε χρήση των μεθόδων Ανάλυσης Συστάδων (Cluster analysis), Ανάλυσης Ομοιότητας (Analysis of Similarity/ ANOSIM), Πολυδιάστατης Διαβάθμισης (Multi-Dimensional Scaling/ MDS), και για τα περιβαλλοντικά. Ανάλυσης Κύριων Συνιστωσών (Principal Component Analysis/ PCA).

Ακόμη χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος συσχέτισης περιβαλλοντικών παραμέτρων και βιοτικών συναθροίσεων, BIO-ENV (κατά Clark & Ainsworth 1993 από Clark & Warwick 1997). Στην μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται κι ο δείκτης ομοιότητας Bray-Curtis, ενώ οι αποστάσεις των περιβαλλοντικών παραμέτρων υπολογίζονται γεωμετρικά (Ευκλείδειες αποστάσεις). Η μέθοδος αυτή έχει ως μειονέκτημα την αλληλεξάρτηση των περιβαλλοντικών παραμέτρων. Γι' αυτό οι παράμετροι που συσχετίζονται, θα πρέπει να εξαιρεθούν από την ανάλυση πλην ενός. Συνεπώς πριν την εφαρμογή της μεθόδου απαιτείται έλεγχος συσχέτισης (Draftman correlation diagrams) και απαλειφής ορισμένων παραμέτρων. Εν προκειμένω ο έλεγχος έδειξε καλή συσχέτιση μεταξύ Tatm & Tw, D.O & Sat %, DIN & [NO₃-N], N/P & DIN, Si/P & [SiO₂-Si] και CPE & [Chl-a]. Κατόπιν τούτου εξαιρέθηκαν οι παράμετροι : Tatm, Sat%, DIN, [SiO₂-Si] και CPE.

Με το πρόγραμμα EXCEL του MS Office έγιναν γραμμικές συσχετίσεις (Correlations/Regretions) με την κλασσική μέθοδο της επεξεργασίας ανά δύο παραμέτρους (Elliot 1971, Τριχόπουλος 1974) όπου ορίζεται κάθε φορά ως ανεξάρτητη μεταβλητή η χ παράμετρος στον άξονα των χ και η ψ παράμετρος ως εξαρτημένη στον άξονα των ψ , υπολογίζοντας τον συντελεστή συσχέτισής τους (R ή R^2), ενώ με το πρόγραμμα SPSS, έγινε έλεγχος συσχέτισης τάξεων με την μέθοδο Spearman μεταξύ των τιμών (scores) που μας έδωσαν οι αναλύσεις PCA για τις πλέον αξιόλογες αβιοτικές παραμέτρους με $PC > 0,3$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ (ΜΕΡΟΣ Α)

Α. ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΙΜΝΗΣ

Σύμφωνα με τα στοιχεία που παρατίθενται στο εισαγωγικό κεφάλαιο έγινε προσπάθεια σχεδόν μηνιαίας παρακολούθησης των φυσικών και χημικών παραμέτρων αρχικά σε 6 διαφορετικούς σταθμούς, τέσσερεις (4) στην παράλιο ζώνη (Π ή S: πηγές, D ή A: αποβάθρα, E: θέση εκροής/υπερχείλισης και B ή K: καταβόθρες) και δύο (2) στην πελαγική-λιμνική ζώνη (M ή Λ: μέση λίμνης και Κ: κάβος). Στην πορεία σύμφωνα με τα προκαταρκτικά αποτελέσματα, αφαιρέθηκαν δύο (2), ένας στην παράλιο (B/K) και ένας στην πελαγική ζώνη (K) που έδιναν παρεμφερείς τιμές με τους υπόλοιπους. Επίσης ο σταθμός των πηγών, αν και παράλιος, διαχωρίστηκε από τους άλλους δύο, εξαιτίας των ειδικών χαρακτηριστικών του ως κύρια θέση εισροής νερού στην λίμνη.

Στις θέσεις αυτές μετρήθηκαν η θερμοκρασία και η διαφάνεια νερού ή θολρότητα, τα αιωρούμενα σωματίδια (οργανικά και ανόργανα). Σε κάθε ημέρα δειγματοληψίας καταγραφόταν η θερμοκρασία αέρα, η στάθμη λίμνης και οι επικρατούσες καιρικές συνθήκες (συνεφιά, ηλιοφάνεια, βροχή, άνεμοι κλπ) ενώ από τις χημικές παραμέτρους μετρήθηκε η επάρκεια οξυγόνου (D.O/ κορεσμός) κατά διαστήματα όμως λόγω βλάβης του οξυγονόμετρου και συστηματικά το pH, τα άλατα φωσφόρου, αζώτου και πυριτίου, οι χλωροφύλλες (CPE/ Chl-a /φαιοχρωστικές) και σποραδικά η αλατότητα. Τα στοιχεία εμπλουτίστηκαν κι από μετρήσεις που γίνονταν παράλληλα ή είχαν γίνει στο παρελθόν από άλλους φορείς (ΙΓΜΕ, ΤΕΙ Χανίων κλπ).

Στόχος να εντοπιστεί κατά πόσο στην μικρή αλλά βαθιά λίμνη Κουρνά, οι φυσικοχημικές και βιολογικές συνθήκες επηρεάζονται από την ασυμμετρία της λεκάνης ή άλλους εξωγενείς παράγοντες όπως οι ισχυροί άνεμοι ή οι βροχοπτώσεις, γεγονός που συμβαίνει σε πολλές άλλες λίμνες, σύμφωνα με τους Νταουλά και συν.(1987) και Κουσουρή (1998).

1. ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

1.1 Θερμοκρασία Νερού (Tw)

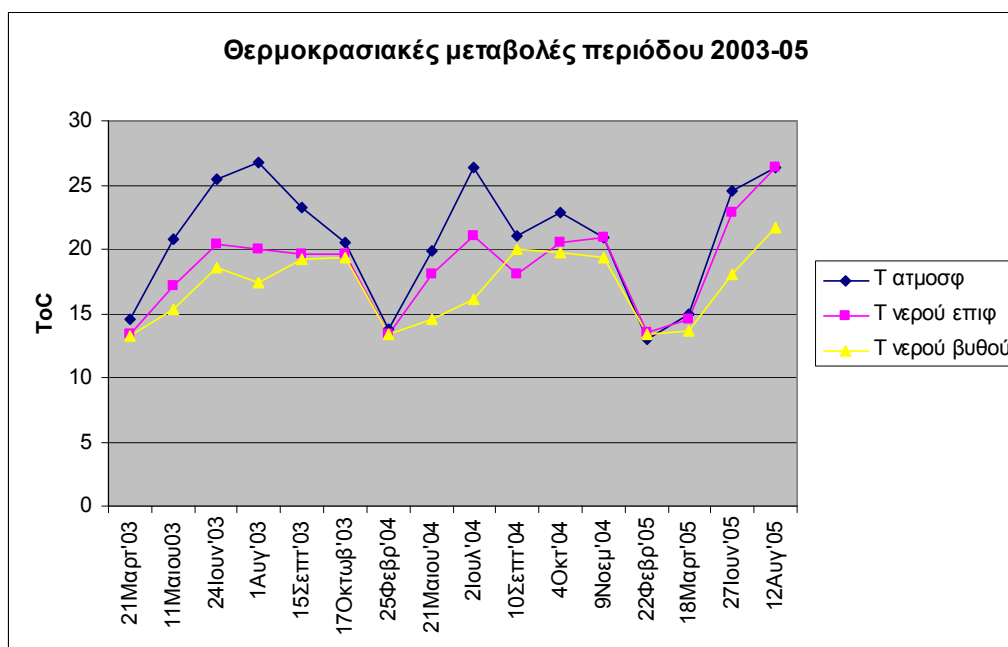
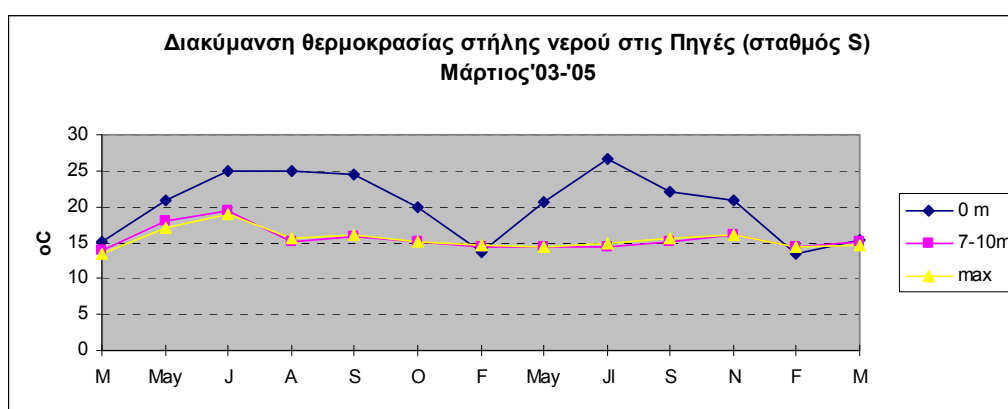
Η επίδραση της θερμοκρασίας του νερού στον γενικό χαρακτήρα και τις δομικές - λειτουργικές ιδιότητες κάθε λίμνης είναι καθοριστική. Επιπρόσθετα οι μεταβολές της

ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

επηρεάζουν σημαντικά τις αλλαγές άλλων φυσικοχημικών και βιολογικών παραμέτρων που πρόκειται να εξεταστούν παρακάτω.

Οι τιμές της στο επιφανειακό στρώμα της λίμνης διακυμάνθηκαν σημαντικά στη διάρκεια του έτους από 13-13.5°C (τον Ιανουάριο ή Φεβρουάριο) μέχρι 26-27°C (τον Ιούλιο ή Αύγουστο) ενώ στα βαθύτερα στρώματα πλησίον του πυθμένα μεταβλήθηκε από 13-13.4°C τον Ιανουάριο ή Φεβρουάριο μέχρι 18-19°C τον Ιούλιο και Αύγουστο.

Συνοπτικά οι χωρικές και χρονικές μεταβολές της θερμοκρασίας του νερού για την χρονική περίοδο Μαρτίου 2003 - Ιουνίου 2005 δίνονται στις ακόλουθες εικόνες 19 α,β για τη θέση των πηγών και την λιμνική ζώνη.



Εικόνα 19α : Διακύμανση T_w στη λεκάνη πηγών (θέση S) το 2003-5.

Εικόνα 19β: Διακύμανση T_w στήλης στη θέση Μ (ή Λ) το 2003-5.

ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

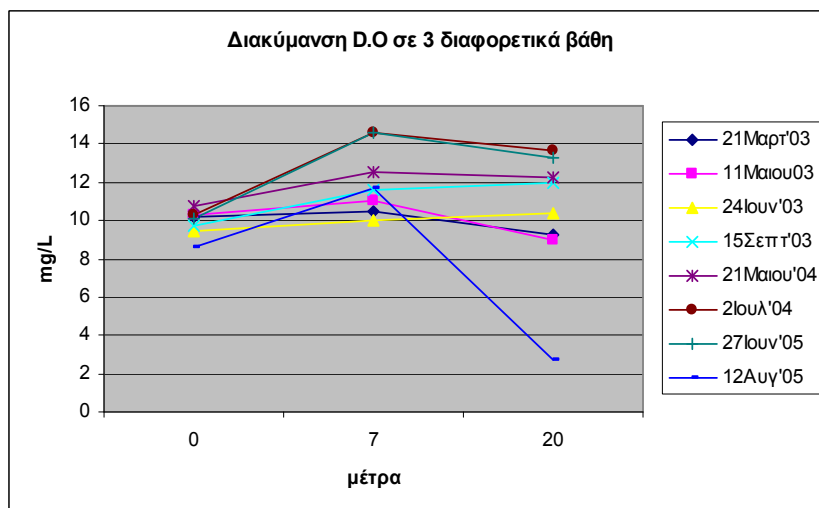
Στην διάρκεια του χρόνου παρατηρούμε τέσσερις (4) σημαντικές φάσεις μεταβολών. Στην πρώτη, από τις αρχές Άνοιξης (τέλη Μαρτίου) μέχρι αρχές καλοκαιριού (αρχές Ιουνίου) έχουμε απότομη αύξηση της θερμοκρασίας αέρα και νερού επιφανειακά. Τότε αρχίζει η θερμική στρωμάτωση με θερμοκλινές σε μικρά βάθη. Στη δεύτερη φάση έχουμε σταθεροποίηση της θερμικής στρωμάτωσης και δημιουργία θερμοκλινούς σε βάθος 5-7m. Χρονικά στη Κρήτη, η περίοδος αυτή συμπίπτει με τους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούνιο-Σεπτέμβριο). Στην τρίτη φάση, από μέσα Σεπτεμβρίου μέχρι τέλη Οκτωβρίου (ή μέσα Νοεμβρίου) έχουμε μια βραδεία πτώση της θερμοκρασίας νερού, παράλληλα με την αύξηση του βάθους της ομογενοποιημένης στήλης. Οι ισχυροί νοτιάδες και δευτερογενώς οι βροχοπτώσεις που επικρατούν συχνά την φθινοπωρινή περίοδο στη περιοχή πρέπει να συμβάλουν στην ανάδευση και την εισροή κρύων υδάτινων μαζών που συμβάλλουν στην ραγδαία ομογενοποίηση της στήλης του νερού. Η τέταρτη φάση περιλαμβάνει την χειμερινή ουσιαστικά περίοδο που ανάλογα με τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες της χρονιάς ξεκινά από τέλη ή μέσα Νοεμβρίου (και σπανιότερα αρχές Δεκεμβρίου) οπότε ο ομογενοποιημένος θερμικά υδάτινος λιμναίος όγκος ψύχεται προοδευτικά μέχρι τις ελάχιστες παρατηρούμενες θερμοκρασίες νερού (11-13°C). Οι θερμοκρασίες αυτές καταγράφονται συνήθως στα τέλη Ιανουαρίου με μέσα Φεβρουαρίου ενώ από τα τέλη Φεβρουαρίου με αρχές Μαρτίου αρχίζει ο νέος κύκλος φάσεων.

1.2 Διαλυμένο Οξυγόνο (D.O) και Κορεσμός του (%)

Η μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου (D.O σε mg/l ή ppm) αποτελεί διαδικασία απαραίτητη για τον άμεσο εντοπισμό των μεταβολών που τυχόν συμβαίνουν στην ποιότητα των νερών, αφού καθορίζει τις αναπνευστικές λειτουργίες των περισσότερων υδρόβιων οργανισμών.

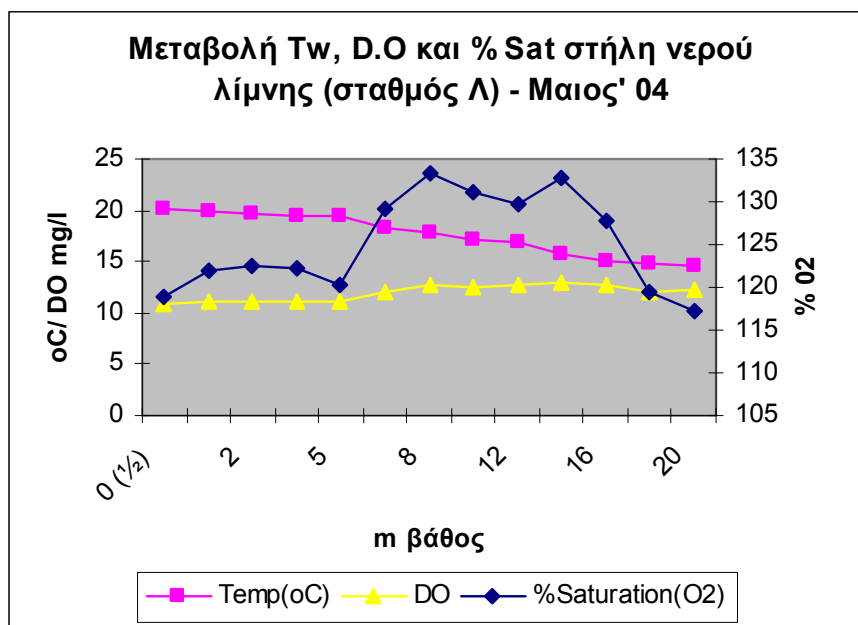
Η παράμετρος δεν μετρήθηκε συστηματικά λόγω βλαβών στα διαθέσιμα φορητά όργανα. Παρ'όλες τις δυσκολίες έγινε δυνατή η παρακολούθησή της σε μεγάλο βαθμό και η απεικόνιση των αποτελεσμάτων στις παρακάτω εικόνες. Στην επιφάνεια το D.O κυμάνθηκε από 8.5-11 ppm, στα μεσόνερα (7m) από 10-14.5 ppm και κοντά στον βυθό (1 m πάνω από τον πυθμένα) από 2.7-13.8 ppm. Συνεπώς κάποιες χρονιές προς το τέλος του καλοκαιριού, οι κλιματικές συνθήκες και η παραγωγικότητα προκαλούν ανοξικές καταστάσεις στον βυθό (βλ. εικόνα 20).

ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ



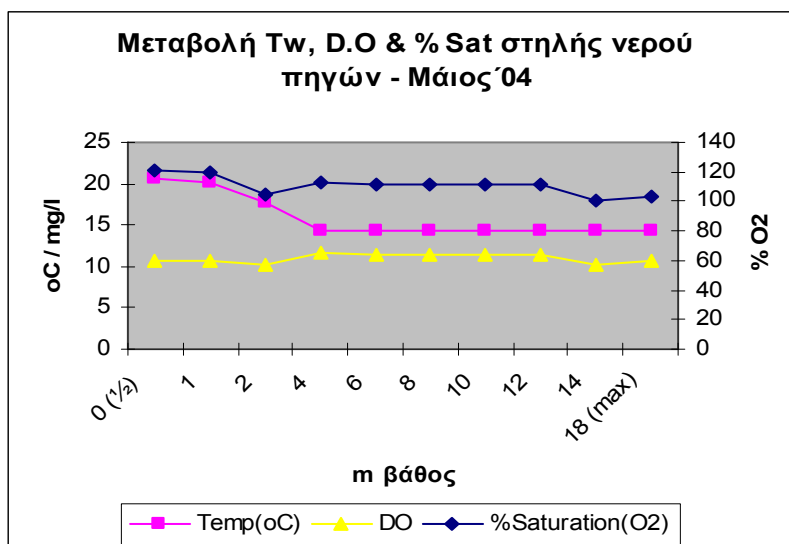
Εικόνα 20: Μεταβολή διαλυμένου οξυγόνου (D.O) σε 3 επίπεδα της στήλης την περίοδο 2003-05.

Η αναλυτική καταγραφή της παραμέτρου, την άνοιξη (Μάιος) και το καλοκαίρι (Ιούλιος) του 2004 την κρίσιμη περίοδο της στρωμάτωσης, μας δίνει την διαφοροποιημένη εικόνα της διαφορετικής κατάστασης που επικρατεί στην επιφάνεια, τα μεσόνερα και τον πυθμένα στο μέσο της λίμνης (εικόνες 21α,22α) αλλά και στη λεκάνη των πηγών (εικόνες 21β, 22β). Η 2^η θέση φυσικά επηρεάζεται άμεσα από την ποιότητα και ποσότητα των υδάτων που εισρέουν στη λίμνη.

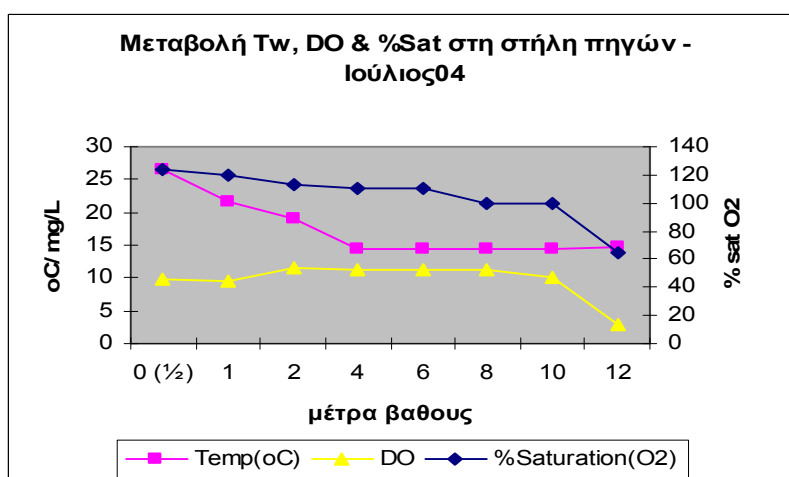
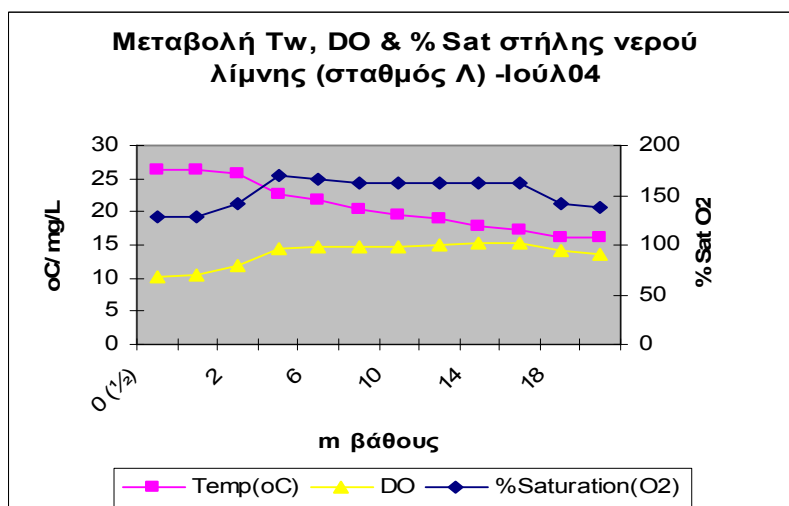


Εικόνα 21α: Μεταβολή Tw, D.O και κορεσμού οξυγόνου στήλης νερού σταθμός Λ(ή Μ) την άνοιξη του 2004.

ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ



Εικόνα 21β: Μεταβολή Tw, D.O και κορεσμού οξυγόνου στήλης νερού στη λεκάνη πηγών (θέση S) την άνοιξη του 2004.



Εικόνα 22α: Μεταβολή Tw, D.O και κορεσμού O₂ στήλης νερού στο σταθμός Λ (ή Μ) το καλοκαίρι του 2004.

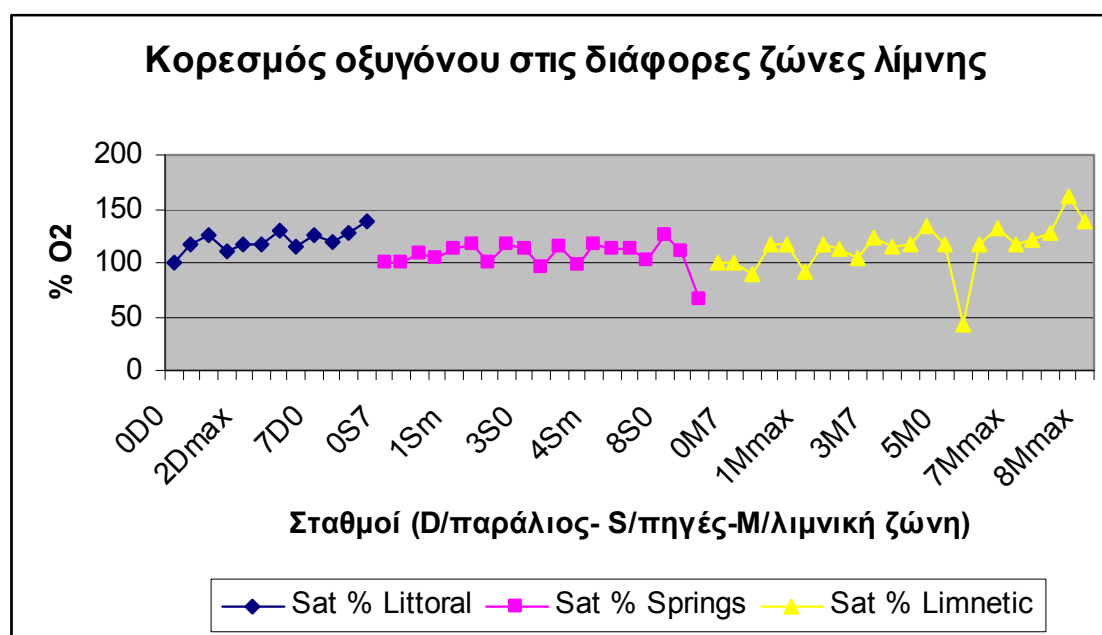
Εικόνα 22β: Μεταβολή Tw, D.O και κορεσμού στήλης νερού λεκάνης πηγών (σταθμός S) το καλοκαίρι του 2004.

ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Άλλη χρήσιμη παράμετρος σχετική με την παρουσία οξυγόνου είναι ο επί τοις % κορεσμός οξυγόνου. Όσο αυξάνεται αυτή υποδηλώνει υπερκορεσμό, επάρκεια οξυγόνου δηλ. εξαιτίας της έντονης φωτοσύνθεσης που συμβαίνει τους θερινούς μήνες. Αυτό στη συνέχεια προκαλεί την κατανάλωση των θρεπτικών.

Στον Κουρνά οι τιμές κορεσμού που μετρήθηκαν επιτόπου αποδείχτηκαν αρκετά υψηλές ($\geq 100\%$) σχεδόν καθ'όλο το διάστημα. Εξαιρέση αποτέλεσαν μεμονωμένες περιπτώσεις χαμηλού κορεσμού στο υπολίμνιο των πηγών τον Ιούλιο του 2004 (8Smax=62%) και της κυρίως λίμνης τον Οκτώβριο του 2003 (5Mmax=43%).

Οι καταγραφές από τις μετρήσεις κορεσμού οξυγόνου, παράλληλα με εκείνες του D.O στην παράλιο ζώνη (σταθμοί D,E), τη λιμνική ζώνη (σταθμός M) και την λεκάνη των πηγών (σταθμός S), το διάστημα του 2003 και 2004 δίνονται συνοπτικά στην εικόνα. 23. Παρατηρούμε ότι και στις 3 ζώνες έχουμε σχετικά χαμηλότερες τιμές κορεσμού το 2004 απ' ό τι το 2003.



Εικόνα 23: Διακύμανση κορεσμού % O₂ στις 3 ζώνες της λίμνης (με κωδ.0-5 οι τιμές 2003 και με κωδ. 6-9 οι τιμές του 2004).

1.3 Διαφάνεια και θολερότητα νερού.

Η διαφάνεια της λίμνης εκτιμήθηκε σύμφωνα με μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν με την βοήθεια δίσκου Secchi (20cm), ενώ η θολερότητα (Turbidity) με την βοήθεια ενός Πολύμετρου της Δ/σης Αλιείας Χανίων, που είχε

ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

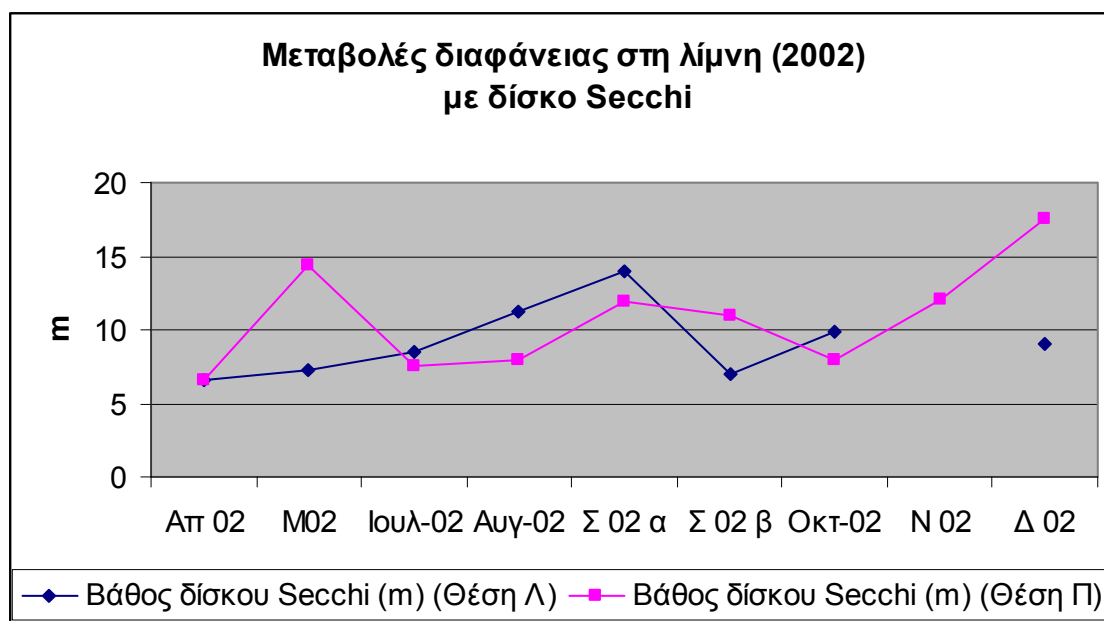
παραχωρηθεί στο Χημικό Εργαστήριο του ΤΕΙ Χανίων. Γι' αυτό και τα στοιχεία βασίζονται αφ' ενός σε προσωπικές μετρήσεις, αφ' ετέρου σε μετρήσεις που δεν έχουν δημοσιοποιηθεί και παραχωρήθηκαν ευγενικά για τις ανάγκες της διδακτορικής αυτής διατριβής.

Δεδομένου ότι ο δίσκος Secchi συμβάλλει στην εκτίμηση της μείωσης του βαθμού διείσδυσης του ηλιακού φωτός μέσα στη στήλη του νερού (Reynolds 1984, Μουστάκα 1988), η **διαφάνεια** ή **θολερότητα** αποτελούν στοιχεία απαραίτητα για την εκτίμηση της εύρωτης ζώνης. Ο Carlson (1977) μάλιστα αναφέρει ότι η διαφάνεια του νερού μέσω των τιμών βάθους όπου εξαφανίζεται ένας τέτοιος δίσκος στον υδάτινο χώρο, είναι αντιστρόφως ανάλογη με την συνολική απορρόφηση του φωτός από το νερό, τις διαλυμένες ουσίες και την συγκέντρωση σωματιδιακού υλικού. Υπολογίζοντας την διαφάνεια μπορεί να εκτιμηθεί το βάθος της εύρωτης ζώνης σ' ένα οικοσύστημα και κατ' επέκταση ο υδάτινος όγκος μέσα στον οποίο μπορεί να γίνει φωτοσύνθεση από πλαγκτονικούς οργανισμούς.

Ο υπολογισμός όμως της πραγματικής εύρωτης ζώνης γίνεται μέσω του πολλαπλασιασμού της τιμής διαφάνειας με ένα παράγοντα μετατροπής που κυμαίνεται από 1.2-5 και τον οποίο χρησιμοποίησαν κατά καιρούς διάφοροι ερευνητές (Reynolds, Talling κ.ά) και τους οποίους αναφέρει η Μουστάκα (1988). Η ίδια ερευνήτρια μάλιστα επιλέγει τελικά για τα ελληνικά δεδομένα της λίμνης Βόλβης ένα ενδιάμεσο παράγοντα ίσο με 2.5. Αν δεχτούμε ότι η λίμνη Βόλβη με την λίμνη Κουρνά διαφέρουν ουσιαστικά (α) στην συνολική έκταση (Κουρνάς 0,6 Km² και Βόλβη 68,6 Km² αντίστοιχα) και (β) στο γεωγραφικό πλάτος (Κουρνάς 35°20'Β-24°16'Α και 40°37'Β-23°21'Α), τότε μπορούμε να δεχτούμε ότι ο παράγον 2.5 πρέπει να ισχύει κατά προσέγγιση και στην Κρήτη, οπότε το βάθος εύρωτης ζώνης στη μικρή λίμνη του Κουρνά θα κυμαίνεται από 16,5-28m. Η μέση ετήσια τιμή αυτής εκτιμήθηκε κατά προσέγγιση σε 23m για τον σταθμό Μ και σε 24m για τον σταθμό Σ. Όμως το μέγιστο βάθος της λίμνης δεν ξεπερνά ποτέ τα 26-27m και συνεπώς την καλοκαιρινή περίοδο που έχουμε την μεγαλύτερη διαφάνεια (14 m) σύμφωνα με την μέτρηση δ. Secchi, το σύνολο της υδάτινης μάζας ταυτίζεται με την εύρωτη ζώνη, αφού αυτή φτάνει σε $14 \times 2,5 = 35m$ μέσω της παραπάνω μαθηματικής υπόθεσης. Κατ' αναλογία η μικρή υπολεκάνη των Πηγών, που δεν διαθέτει βάθος μεγαλύτερο των 19m σε πλήρη φόρτιση, παρουσιάζει, εύρωτη ζώνη 16,5-30m. Και εδώ δηλ. έχουμε εύρωτη ζώνη μέχρι τον πυθμένα. Μόνο κατά τους χειμερινούς μήνες και αρχή άνοιξης ή τις ημέρες που έχουμε βροχοπτώσεις και η διαφάνεια μειώνεται η εύρωτη

ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

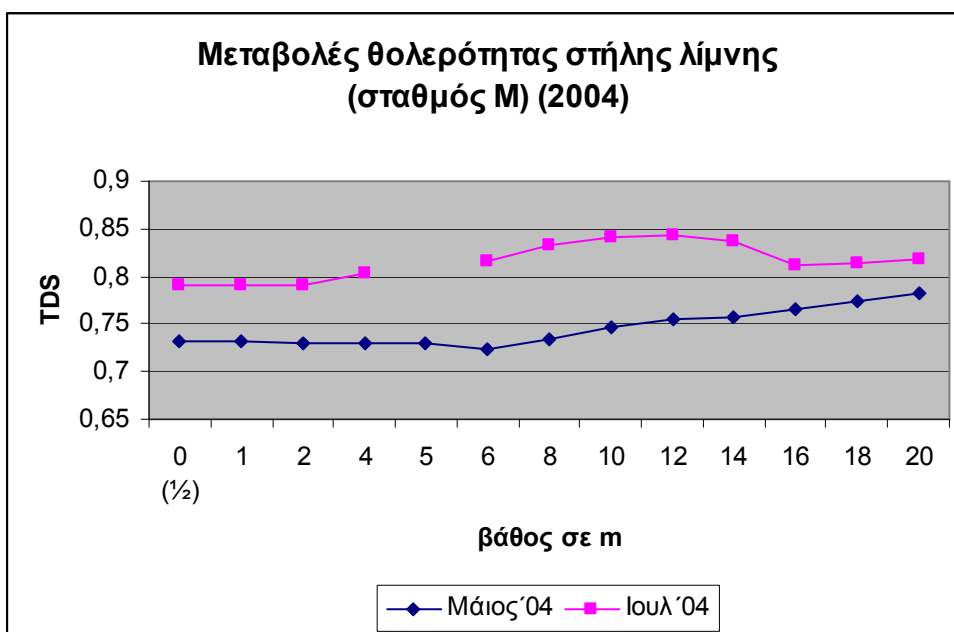
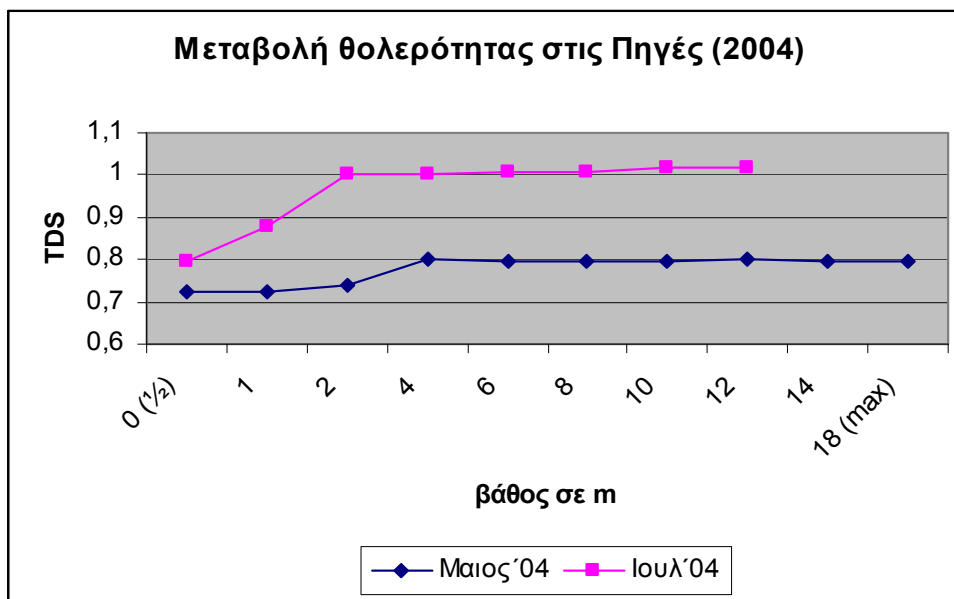
ζώνη φτάνει σε βάθος 16,5-18m. Συνεπώς η εύφωτη ζώνη περιλαμβάνει το σύνολο σχεδόν της λίμνης εκτός του κέντρου της δολινολεκάνης που εμφανίζει τα μεγαλύτερα βάθη. Σύμφωνα με την εικόνα 24, παρατηρείται αύξηση της διαφάνειας είτε τους χειμερινούς μήνες και προς το τέλος του καλοκαιριού. Μείωση διαφάνειας παρατηρείται την αρχή καλοκαιριού με την αύξηση του φυτοπλαγκτού και μετά από βροχές το φθινόπωρο, οπότε έχουμε μεταφορά οργανικού και ανόργανου υλικού.



Εικόνα 24: Τιμές διαφάνειας νερού λίμνης με δίσκο Secchi κατά το 2002.

Σύμφωνα με τις μετρήσεις διαφάνειας νερού που έγιναν σε συνεργασία με το Εργαστήριο Ελέγχου Ποιότητας Υδάτων του ΤΕΙ Χανίων, κατά το 2002, (Σταυρουλάκης και συν. αδημοσίευτα στοιχεία) αλλά και προσωπικές μετρήσεις που εκτελέστηκαν κατά διαστήματα την περίοδο 2002-05, η μέση ετήσια διαφάνεια νερού στον Κουρνά εκτιμάται για την στήλη στο κέντρο σε 9,2m και για την θέση των Πηγών σε 9,6m περίπου.

Οι αναλυτικές τιμές θολερότητας σε 2 χαρακτηριστικές εποχές (άνοιξη – καλοκαίρι) στη λίμνη μας αποδίδονται στις παρακάτω εικόνες 25 α,β, Στις πηγές η θολερότητα την άνοιξη κυμαίνεται από 0,72 -0,8 TDS, ενώ το καλοκαίρι από 0,8-1,02 TDS.



Εικόνες 25β: Μεταβολή θολερότητας (TDS) στήλης σταθμού M(ή Λ) τον Μάιο και Ιούλιο' 04.
Εικόνες 25 α: Μεταβολή θολερότητας (TDS) στήλης λεκάνης πηγών τον Μάιο και Ιούλιο' 04.

Στη στήλη της κυρίως λίμνης η θολερότητα κυμαίνεται από 0,72 -0,78 TDS περίπου την άνοιξη, ενώ το καλοκαίρι από 0,79-0,845 TDS.

Στις πηγές (εικ.25α) το στρώμα του κρύου νερού «εγκλωβίζει» τα αιωρούμενα κάτω από το επιφανειακό θερμοκλινές (πάχους 3-4m), ενώ στην στήλη της κυρίως λίμνης έχουμε σαφή αύξηση των αιωρούμενων και της θολερότητας κάτω από το βάθος που αρχίζει το θερμοκλινές, με μέγιστες τιμές στον βυθό, όπως αναμενόταν (εικ. 25β). Το καλοκαίρι στην κυρίως λίμνη ενώ υπάρχει σημαντική αύξηση της θολερότητας σε μικρότερο βάθος, πάλι ταυτιζόμενο με την αρχή του θερμοκλινούς, οι μέγιστες τιμές εμφανίζονται μεταξύ του βάθους 8-14m και μετά μειώνονται κατά τι.

ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Χαρακτηριστικό επίσης το ότι οι τιμές θολερότητας την άνοιξη και στους δύο σταθμούς (στη λεκάνη των πηγών και την κυρίως λίμνη) είναι σαφώς μικρότερες εκείνων του καλοκαιριού.

1.4 Ενεργός Οξύτητα του νερού (pH)

Στα φυσικά νερά η αλλαγή pH μπορεί να τροφοδοτήσει το υδάτινο περιβάλλον με ανόργανο C, γεγονός σημαντικό για την φωτοσύνθεση, χωρίς απαραίτητα να αλλάζει κι η αλκαλικότητα (Στεφάνου 1999). Συνεπώς έχει ιδιαίτερη σημασία η εξέταση του παράγοντα σε μία λίμνη αυτού καθ'εαυτού αλλά και σε σχέση με την αλκαλικότητα

Από τις μετρήσεις του pH παρατηρείται ότι το νερό της λίμνης εμφανίζει ουδέτερο έως ελαφρά αλκαλικό περιβάλλον (7,4-8,6). Σ'αυτού του τύπου τα περιβάλλοντα κυριαρχούν τα όξινα ανθρακικά ιόντα (Κουσουρής 1998, Στεφάνου 1999).

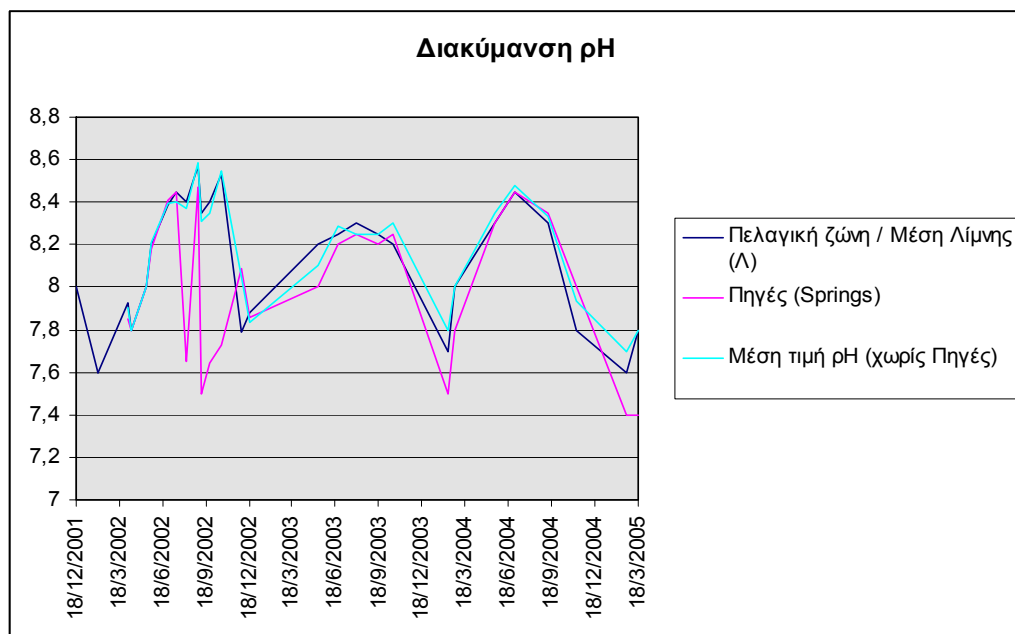
Το pH εξετάστηκε αφ'ενός στην επιφάνεια της λίμνης, αφ'ετέρου στα μεσόνερα και τον πυθμένα την περίοδο 2001-2005. Ακόμη έγινε δυνατή η ανά μέτρο βάθους μέτρηση στην στήλη, την περίοδο άνοιξης και θέρους.

Η διακύμανσή του αρχικά στο επιφανειακό νερό, δίνεται στην ακόλουθη εικόνα 26, με την σημείωση ότι επειδή δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στο pH λιμνικής και παράλιου ζώνης, οι μεταβολές αποδόθηκαν συνολικά για την λίμνη με τον μέσο όρο των τιμών (στους σταθμούς M, E και D). Ξεχωριστά αποδίδεται η μεταβολή του pH στην λεκάνη πηγών λόγω σημαντικών αποκλίσεων στο τέλος του καλοκαιριού και την φθινοπωρινή περίοδο, που συνοδεύεται με βροχές.

Στις πηγές είναι εμφανές ότι κάποιες εποχές και χρονιές η είσοδος νερού μεταφέρει ουσίες που επηρεάζουν απότομα το pH. Σε γενικές γραμμές όμως, οι χαμηλότερες θερμοκρασίες στη θέση αυτή, περιορίζουν την πλαγκτονική ανάπτυξη με αποτέλεσμα να έχουμε και κατά μέσο όρο χαμηλότερες τιμές pH.

Γενικά παρατηρείται αύξηση του pH στην εύρωτη ζώνη την περίοδο αύξησης της ακτινοβολίας και των θερμοκρασιών (περίοδος άνοιξης μέχρι τέλη φθινοπώρου. Είναι χαρακτηριστικές επίσης οι ακμές της καμπύλης διακύμανσης pH κατά το διάστημα 2002- 2004 περίπου στο μέσον του καλοκαιριού.

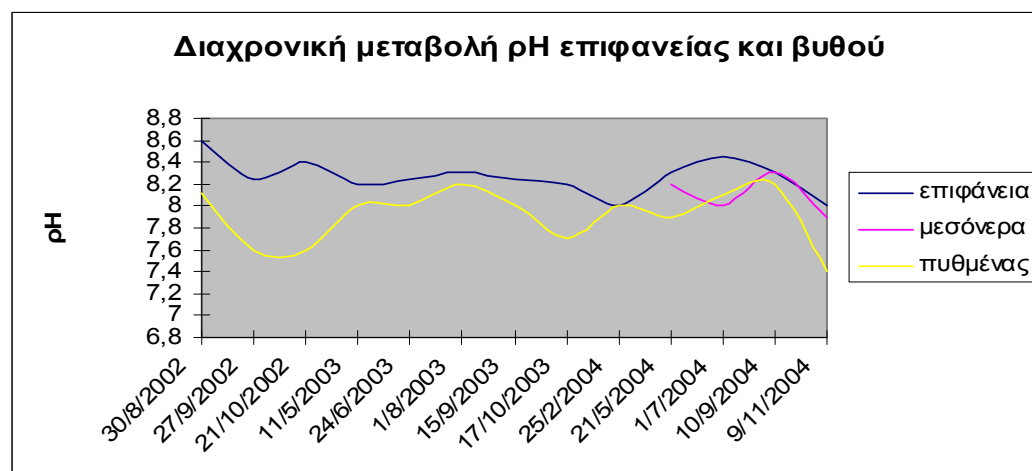
ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ



Εικόνα 26: Μεταβολή pH στην εύφωτη ζώνη της λίμνης την περίοδο 2002-5.

Χαρακτηριστικό επίσης το εύρος των τιμών από 7,4-8,4 στις πηγές, από 7,6-8,5 στην λιμνική ζώνη και από 7,65-8,6(κ.μ.ο) στο σύνολο της λίμνης (περιλαμβάνοντας και την παράλιο ρηχή ζώνη που καλύπτει το 4% της λιμναίας έκτασης).

Οι εποχιακές μεταβολές του pH α) στην επιφάνεια της λίμνης και β) πλησίον πυθμένα της (1m άνωθεν) αποδίδονται στην εικ. 27, για την περίοδο Αυγούστου'02 – Νοεμβρίου'04. Στην λίμνη (εξαιρουμένης της λεκάνης των Πηγών) το pH επιφανειακά παρέμεινε πάνω από 8, με μέγιστη τιμή 8,6 τον Αύγουστο'02. Γενικά έχουμε υψηλές τιμές (>8,3) την καλοκαιρινή περίοδο μέχρι τις αρχές φθινοπώρου, εποχή ιδιαίτερα ήπια στην Κρήτη, ενώ τη χειμερινή περίοδο πέφτει στην τιμή 8.



Εικόνα 27: Μεταβολή του pH το διάστημα 2002-4 σε 3 επίπεδα βάθους.

ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Οι τιμές στον βυθό εμφανίζουν ελάχιστες τιμές το φθινόπωρο (Οκτώβριος-Νοέμβριος) με την μικρότερη τον Νοέμβριο του 2004 (7,4). Η απότομη μείωση των τιμών, την περίοδο αυτή, πρέπει να αποδοθεί στην πρόσθεση ελεύθερου CO₂ στο σύστημα εξ αιτίας της αυξημένης αναπνοής σύμφωνα με τους Hemens & Stander όπως αναφέρει ο Κουσουρής (1998), αλλά και της εισαγωγής χουμικών οξέων στο νερό μέσω των αποπλύσεων των εδαφών με τις βροχοπτώσεις .

Είναι φανερό ότι την περίοδο της ανάμειξης του νερού οι διαφορές των τιμών μεταξύ επιφάνειας και πυθμένα σχεδόν μηδενίζονται. Οι μεγάλες αποκλίσεις των τιμών που παρατηρούνται περισσότερο αρχές φθινοπώρου παρά το καλοκαίρι, αν και η λίμνη παραμένει ακόμη στρωματοποιημένη, πρέπει να αποδοθεί στις έντονες βροχοπτώσεις που επηρεάζουν την στρωμάτωση παροδικά, εισάγοντας στο οικοσύστημα μεγάλα ποσά φερτών και κυρίως φυτικών θρυμμάτων.

1.5 Αλκαλικότητα (Alkalinity)

Η αλκαλικότητα ως δείκτης φανερώνει τη φύση των πετρωμάτων της λεκάνης απορροής και τον βαθμό αποσάθρωσής τους, που οδηγεί στον σχηματισμό διττανθρακικών διαλυμάτων. Η ικανότητα τελικά του νερού να εξουδετερώνει τις όξινες απορροές και απορρίψεις καταγράφεται στον δείκτη αυτό (Κουσουρής 1998). Επίσης ο ίδιος αναφέρει ότι σύμφωνα με τον Thomas (1969) η διαφορά της αλκαλικότητας ανάμεσα στον χειμώνα και το καλοκαίρι χαρακτηρίζει την τροφική κατάσταση της λίμνης.

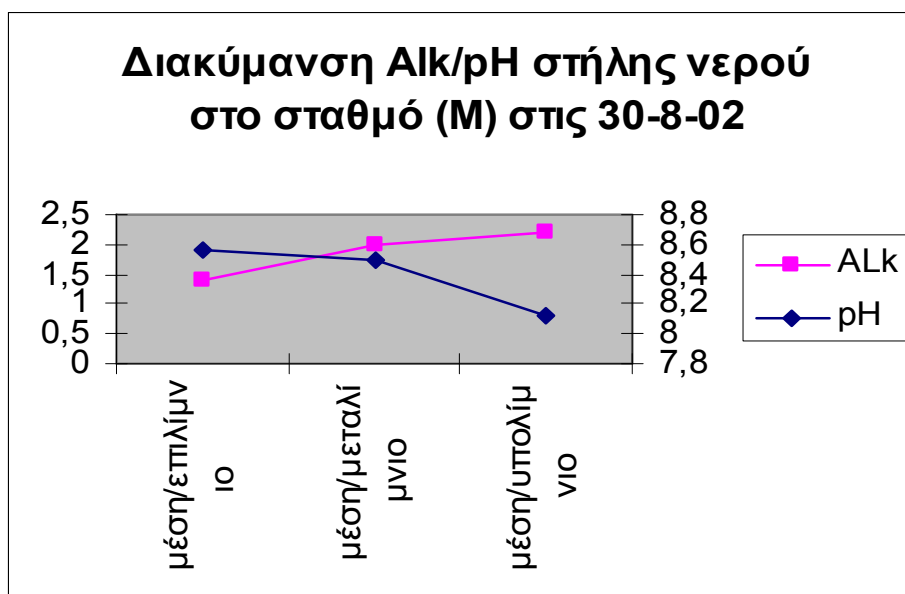
Η έλλειψη αντιδραστηρίων δεν μας επέτρεψε την τακτική καταγραφή του δείκτη καθ' όλη την διάρκεια της έρευνας, και περισσότερο ολοκληρωμένη εικόνα της επικρατούσας κατάστασης. Οι σποραδικές καταγραφές έγιναν και στις 3 περιοχές (ζώνες) την λιμνική, την παράλιο ζώνη και τη λεκάνη πηγών, κατά το διάστημα 1999-2005, μας έδωσαν τιμές από 1.2-2.7 με μεγαλύτερες τιμές στα βαθύτερα στρώματα (2.2-2.7) και μικρότερες στα ρηχά και επιφανειακά νερά (1.2-1.7). Επίσης οι τιμές ήταν αυξημένες στην παράλιο ζώνη παρά στην λιμνική. Επίσης οι βροχοπτώσεις που ξεπλένουν υλικά πετρωμάτων συνδέονται με τις αυξημένες τιμές που παρατηρούνται κατά διαστήματα, είτε αρχή φθινοπώρου, είτε αρχές άνοιξης.

Σύμφωνα με τον Στεφάνου (1999) για το εύρος τιμών pH που μετρήθηκε κατά το διάστημα της έρευνας, η **αλκαλικότητα** καθορίζεται κύρια από την συγκέντρωση των όξινων ανθρακικών αλάτων (HCO₃⁻) και λιγότερο από εκείνες του διοξειδίου (CO₂) και των διττανθρακικών (CO₃²⁻). Συνεπώς η μείωσή της οφείλεται στην

ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

κατανάλωση των (HCO_3^-) από τα φύκη και τα υδρόβια φυτά ως πηγή C. Οι τιμές της επιβεβαιώνουν την άποψη για υψηλή τιμή του δείκτη τον χειμώνα και μείωσή του τους θερινούς μήνες, γεγονός που αποδίδεται στο κυκλικό φαινόμενο χρησιμοποίησης και τελικά μείωσης των ανθρακικών ιόντων το καλοκαίρι λόγω έντονης βιολογικής δραστηριότητας και αργότερα το χειμώνα την επάνοδό τους στο υδάτινο οικοσύστημα μέσω των αναγωγικών δραστηριοτήτων (Forney από Κουσουρή 1998). Επίσης κατά τον Drever (1997) στον οποίο αναφέρεται η Κουτσάκη (2001) η έντονη θερινή εξάτμιση προκαλεί συμπύκνωση των ιόντων και καταβύθιση των δυσδιάλυτων μορίων CaCO_3 . Κατ' αυτόν τον τρόπο μειώνεται περαιτέρω η αλκαλικότητα, αφού απομακρύνονται από την στήλη τα ιόντα Ca^+ & CO_3^{2-} .

Ακολουθως εξετάστηκε η Alk σε σχέση με το pH σε διάφορες ημερομηνίες του 2002, 2004 και 2005 και παρατηρήθηκε ότι κατά την στρωμάτωση της λίμνης όταν αυξάνεται η αλκαλικότητα από το επιλίμνιο προς το υπολίμνιο, το pH μειώνεται ανάλογα. Συνεπώς παρατηρείται αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ των ιόντων που καθορίζουν τις τιμές τους. Στην εικόνα 28 δίδεται μία χαρακτηριστική μέτρηση σε περίοδο στρωμάτωσης την περίοδο του καλοκαιριού του 2002.



Εικόνας 28: Μηνιαία μεταβολή Alk/pH στα 3 κύρια στρώματα (επιλίμνιο, μεταλίμνιο, υπολίμνιο) της λίμνης στις 30-8-02

ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

1.6 Ηλεκτρική αγωγιμότητα (Conductivity)

Αυτή η παράμετρος αποτελεί το μέτρο της συγκέντρωσης του συνόλου των αλάτων στα φυσικά νερά. Κατά τον Ruttner στα γλυκά νερά, όσο μεγαλύτερη είναι η αγωγιμότητα τόσο μεγαλύτερη η βιολογική τους παραγωγικότητα (Μουστάκα 1988).

Οι μετρήσεις που έγιναν από κοινού με το Τμήμα Διαχείρισης Φυσικών Πόρων του ΤΕΙ Χανίων, τον Μάιο και Ιούλιο του 2004 παρατίθενται ακολούθως και είναι ενδεικτικές για την κατάσταση που επικρατεί στην λίμνη την περίοδο της στρωμάτωσης (εικόνες 30α,β & 31 α,β). Στο παρελθόν υπήρξαν μεμονωμένες καταγραφές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας που κυμαινόταν στα 1500 mS/cm περίπου (ΟΑΔΥΚ και συν.1998).

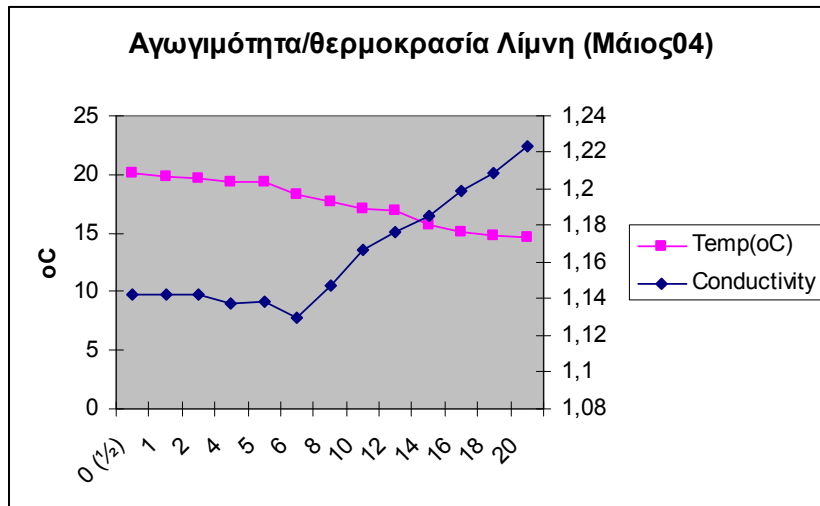
Είναι χαρακτηριστικό ότι η αγωγιμότητα στη λίμνη, αυξάνει σημαντικά από το εύρος των 1,11-1,22 S/cm την άνοιξη (εικ. 29α) σε 1,078-1,68 S/cm το καλοκαίρι (εικ. 29β) στη στήλη νερού. Την περίοδο δηλαδή που δεν υπάρχουν βροχοπτώσεις και παράλληλα έχουμε μείωση των εισροών από τις υποβρύχιες πηγές. Παρατηρείται μάλιστα την άνοιξη μεγαλύτερη αγωγιμότητα στον πυθμένα παρά στην επιφάνεια, ενώ στην θερμικά πλήρως στρωματοποιημένη λίμνη τον Ιούλιο οι μέγιστες τιμές παρατηρούνται λίγα μέτρα πάνω από τον βυθό σε βάθος 16m.

Είναι φανερό όμως ότι η δημιουργία θερμοκλινούς μετά τα 6m, την άνοιξη και από τα 4-14m το καλοκαίρι δημιουργεί τις προϋποθέσεις για «εγκλωβισμό» των διαλυμένων αλάτων σε βαθύτερα στρώματα.

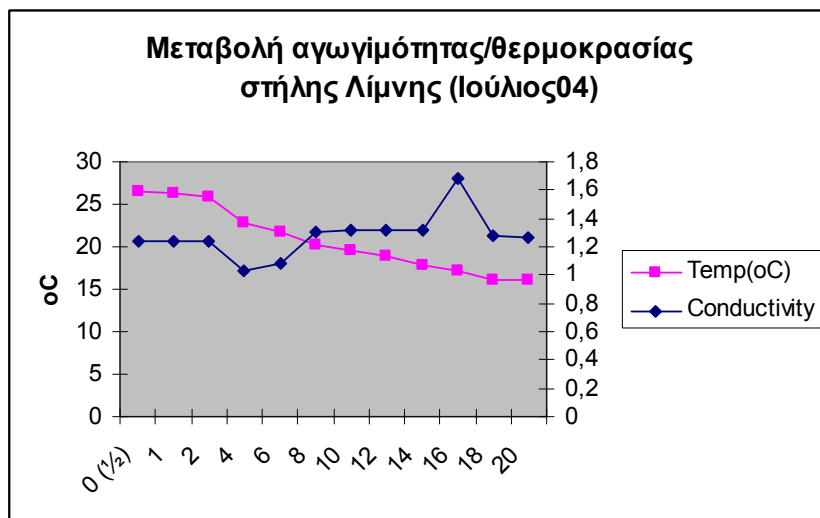
Στις πηγές την άνοιξη (εικ. 30α) που υπάρχει σημαντική εισροή νερού, παρατηρούνται τιμές από 1,13-1,25 S/cm που αντιστοιχούν σε 2 στρώματα νερού. Το επιφανειακό στρώμα (0-4m) με χαμηλότερη ηλ.αγωγιμότητα και ελάχιστα διαφοροποιημένες τιμές 1,134-1,153 S/cm και το υπόλοιπο στρώμα μέχρι τον βυθό με σταθερές τιμές 1,243-1,25 S/cm, μετά την απότομη αύξηση στο βάθος των 5m.

Το καλοκαίρι οι αυξημένες τιμές (εικ.30β) δεν ακολουθούν κάποια ομαλή διαβάθμιση από την επιφάνεια μέχρι τον βυθό, παρ'ότι θερμικά παραμένει ο διαχωρισμός μεταξύ θερμού (0-4m) και ψυχρού στρώματος (κάτω από τα 4m). Οι μέγιστες τιμές όμως (από 1,44-1,87 S/cm) τον Ιούλιο είναι στο υπολίμνιο των πηγών και πρέπει να σχετίζεται με φυτοπλαγκτικούς οργανισμούς ή άλλο φυτικό υλικό.

ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

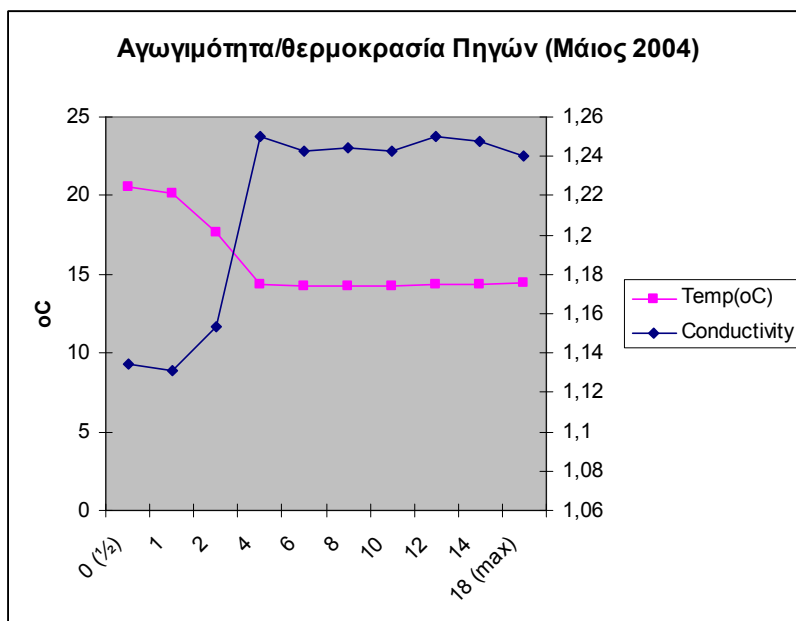


α

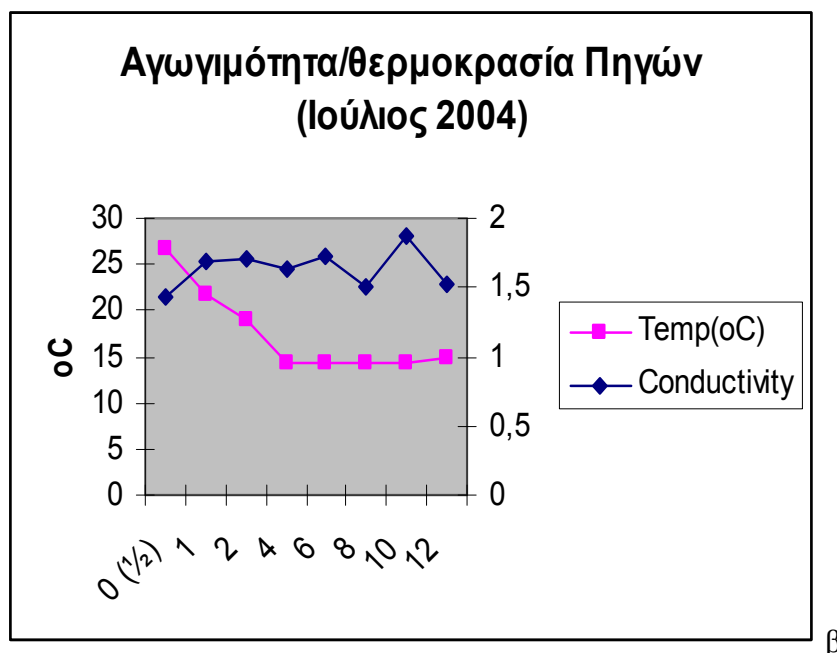


β

Εικ. 29 α,β: Κατακόρυφη μεταβολή αγωγιμότητας (σε S/cm) & T_w κατά βάθος στη λίμνη (άνοιξη και καλοκαίρι '04).



α



Εικ. 30 α, β: Μεταβολή αγωγιμότητας(σε S/cm) & T_w κατά βάθος στη λεκάνη πηγών (Άνοιξη και Καλοκαίρι' 04).

1.7 Αλατότητα & Χλωριόντα (So/oo)

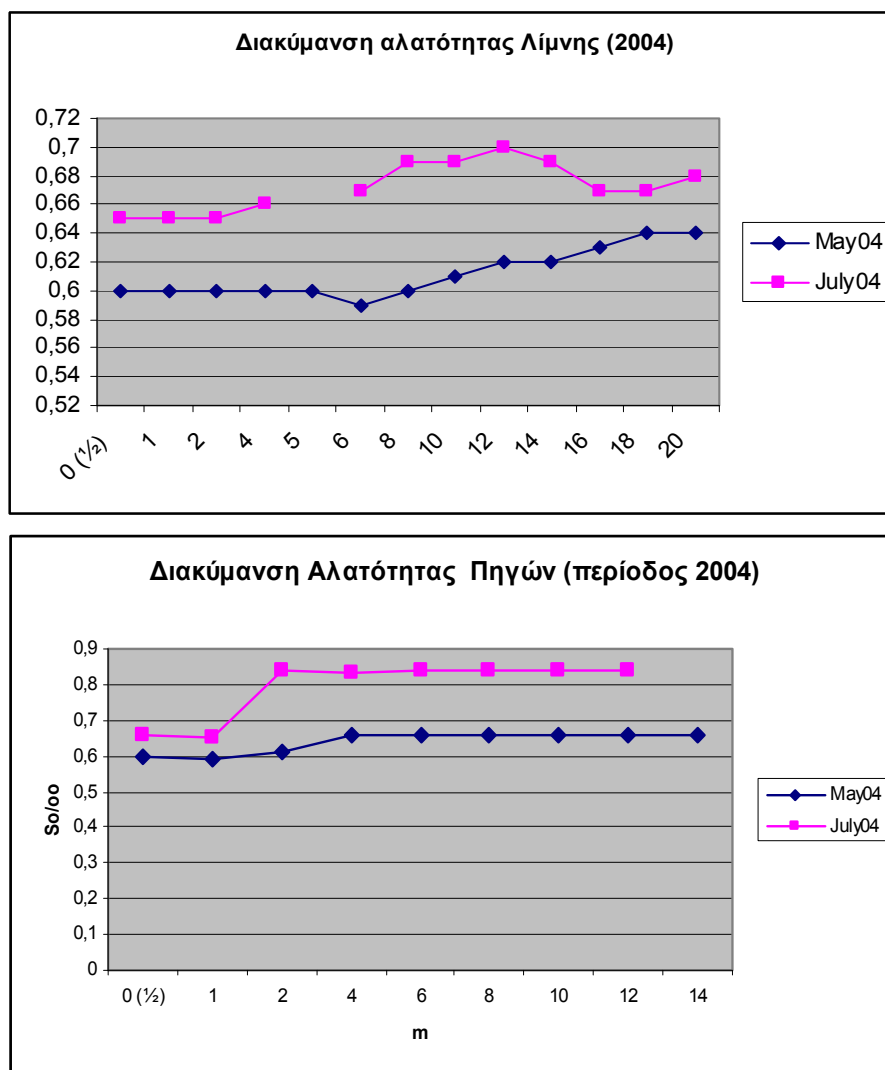
Η αλατότητα ως παράμετρος που συνδέεται με τους ηλεκτρολύτες και κύρια τα χλωριούχα ιόντα, επηρεάζει έμμεσα τους οργανισμούς λόγω αλλαγής της διαλυτότητας των αέριων και της κατανάλωσης ενέργειας για ωσμωρύθμιση.

Στην λίμνη η παρατηρούμενη αλατότητα ξεπερνάει το όριο του 0.5‰ καθ' όλο το έτος και συνεπώς τα νερά από βιολογική άποψη θεωρούνται οριακά ως υφάλμυρα (Κουσουρής 1998).

Σε μέτρηση μάλιστα που διενεργήθηκε με διαφορετικό όργανο (ένα φορητό διαθλασίμετρο τύπου HRS 16 της εταιρίας KRUSS) στις 21 Οκτωβρίου 2002 η επιφανειακή αλατότητα βρέθηκε 4‰ στις πηγές (σταθμός Π) και 1‰ στην κυρίως λίμνη (σταθμοί Μ και Β).

Ακόλουθα παρατίθενται οι ενδεικτικές αναλύσεις για τον μήνα Μάιο και Ιούλιο του 2004 στη μέση λίμνης και τις Πηγές (εικόνες 31 α, β) που εκτελέστηκαν σε συνεργασία με σπουδαστές του ΤΕΙ Χανίων. Είναι εμφανής η είσοδος αλάτων μέσω πηγών την άνοιξη, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από τις συστηματικές μετρήσεις από το ΙΓΜΕ κατά το παρελθόν. Επίσης είναι σαφής η αύξηση των αλάτων το καλοκαίρι, ελλείψει βροχών και έντονης επιφανειακής εξάτμισης.

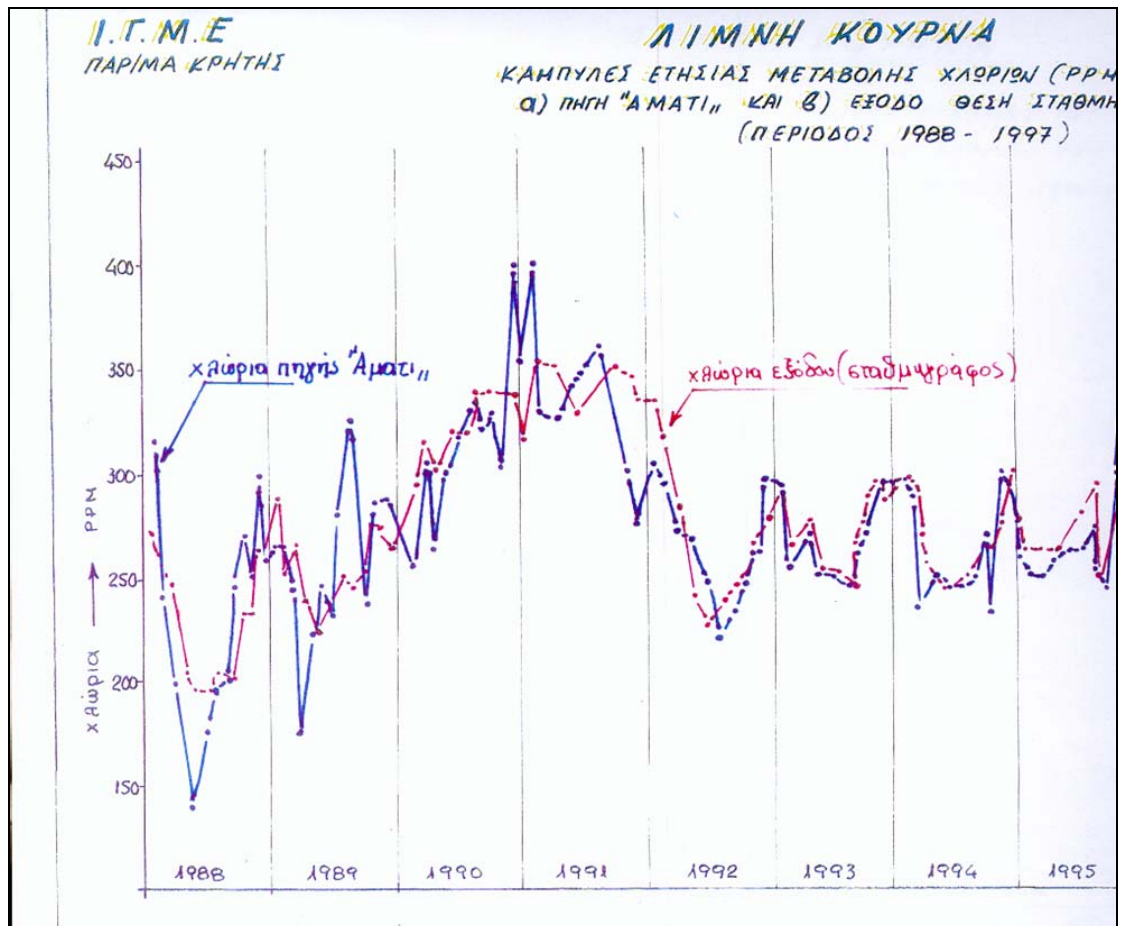
ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ



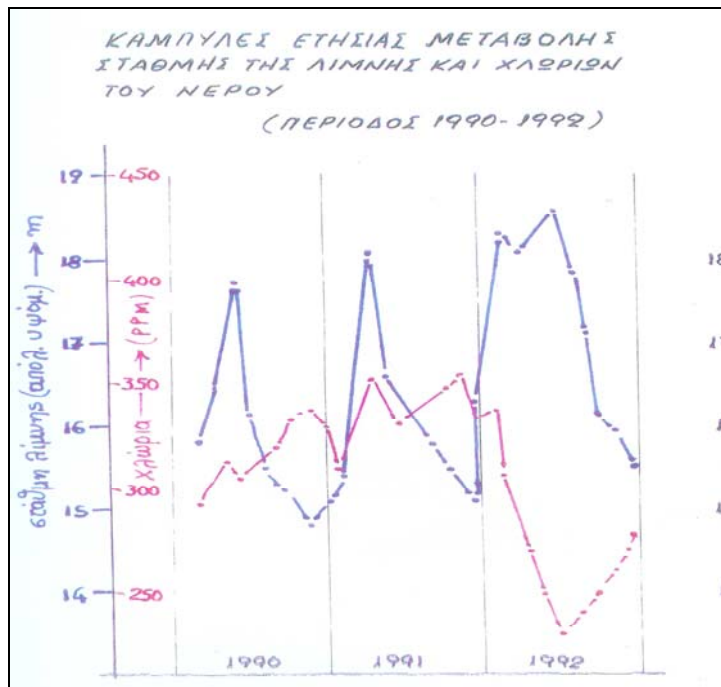
Εικ.31α, β: Διακύμανση κατά βάθος αλατότητας (α) στη κυρίως λίμνη & (β) λεκάνη Πηγών, 2 εποχές του 2004.

Την θερινή όμως περίοδο αλλά και τις χρονιές με έντονη ξηρασία όπως το 1986, το 1990, 1991 και το 1994 (από στάθμη λίμνης εικ. 11α), παρατηρούμε αύξηση της αλατότητας των νερών εκροής σε σχέση με τα εισρέοντα νερά, ενώ την χειμερινή περίοδο ή ακριβέστερα την περίοδο των έντονων βροχοπτώσεων η αλατότητα στις πηγές υπερέχει εκείνης των νερών εκροής. Επίσης την περίοδο 1990 η αλατότητα αυξάνει τους μήνες που έχουμε πτώση στάθμης μεγάλη σε αντίθεση με το πολύ βροχερό 1992 (εικ. 32,33).

ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ



Εικόνα 32: Μεταβολή χλωριότητας στις πηγές (S) και την έξοδο λίμνης (E) την περίοδο 1988-95 (ΙΓΜΕ Κρήτης)



Εικ. 33: Διακύμανσή χλωριότητας σε σχέση με τη στάθμη το διάστημα 1990-92 (ΙΓΜΕ Κρήτης).

1.8 Θεϊκά ιόντα και Υδροθείο

Συστηματικές μετρήσεις των θεικών ιόντων δεν έγιναν κατά την διάρκεια της έρευνας, όμως η παρακολούθηση αναγωγικών διεργασιών σε θεικά ιόντα μέσω της παρουσίας αέριου υδροθείου με την χαρακτηριστική οσμή μας ήταν απλή, δεδομένου ότι λαμβάνονταν δείγματα και από τον πυθμένα της λίμνης.

Κατόπιν τούτου επιβεβαιώθηκε στις 9/11/04, η παρουσία υδροθείου μέσω της χαρακτηριστικής οσμής που είχαν τα δείγματα νερού από βάθος 12m, πλησίον του πυθμένα στο σταθμό Κ της λιμνικής ζώνης πλησίον θέσης Κάβος Η έλλειψη δυνατότητας συνέχισης των δειγματοληψιών μέσα στον χειμώνα δεν επέτρεψε τον εντοπισμό της χρονικής περιόδου που παύει να παράγεται υδροθείο στην θέση αυτή της λίμνης. Το γεγονός μάλιστα πιθανής ύπαρξης κοινωτών με θειοβακτήρια (*sulfuretum*) στη λίμνη αναφέρεται και από τους Βαλλιάνο και συν. (1987) ανάμεσα στους σταθμούς Π(S) και Κ αλλά και ανάμεσα στον σταθμό δειγματολήψιών Π (S) και Α (D) στις δειγματοληψίες 28-30/11/84 (!) δηλ. στα τέλη του ίδιου φθινοπωρινού μήνα.

1.9 Θρεπτικά άλατα

Η βιολογική παραγωγικότητα στο νερό και σε μια λίμνη ειδικότερα, εξαρτάται από το ποσό των διαλυμένων θρεπτικών αλάτων που περιέχουν στοιχεία όπως τον Ρ, το Ν και το Si, αλλά και ορισμένων μικροστοιχείων και βιταμινών (Κουσουρής, 1998). Συνεπώς η κατανομή των αλάτων αυτών, έχει ιδιαίτερη σημασία για την οικολογία του συστήματος.

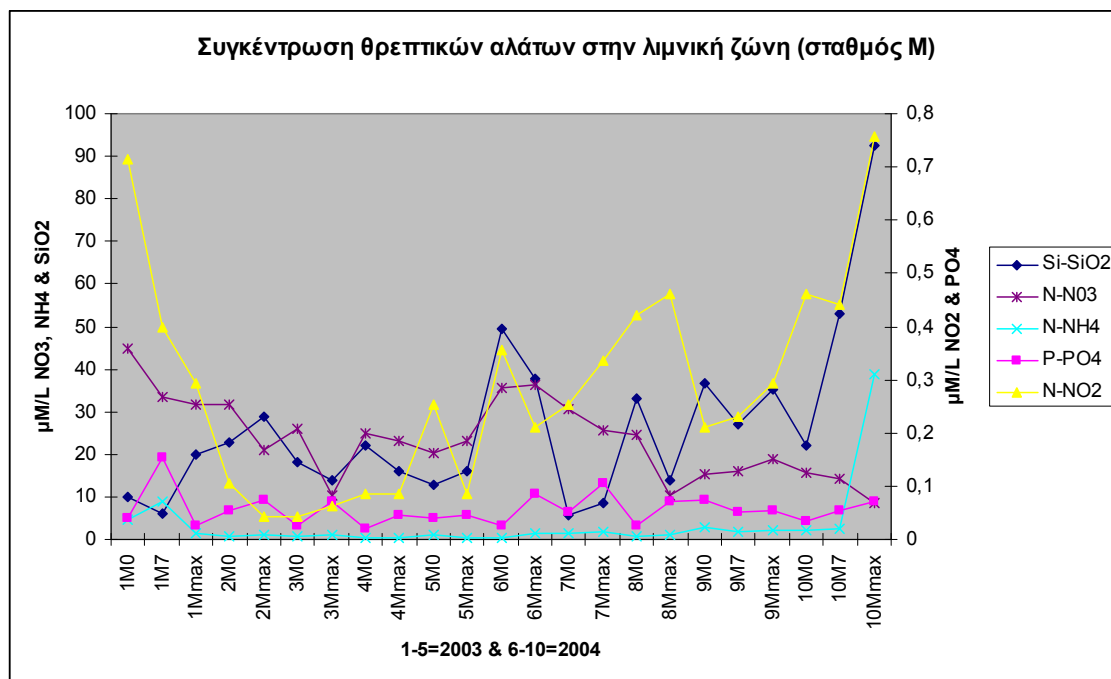
Στις ακόλουθες συνοπτικές εικόνες 34,35,36,37, παρατηρούμε τις συγκεντρώσεις των ιόντων που περιέχουν τα βασικά αυτά στοιχεία σε διάφορες ζώνες της λίμνης.

Στην λιμνική ζώνη (σταθμός Μ) μετρήθηκαν τιμές $[\text{NH}_4]^+$ από 0,43-38,85 $\mu\text{M/L}$ περίπου, τιμές $[\text{NO}_3]^-$ από 10,4-45 $\mu\text{M/L}$, τιμές $[\text{NO}_2]^-$ από 0,04-0,76 $\mu\text{M/L}$, τιμές $[\text{PO}_4]^{3-}$ από 0,02-0,16 $\mu\text{M/L}$ και $[\text{SiO}_2]^{-2}$ από 5,85-92,43 $\mu\text{M/L}$.(εικ. 34)

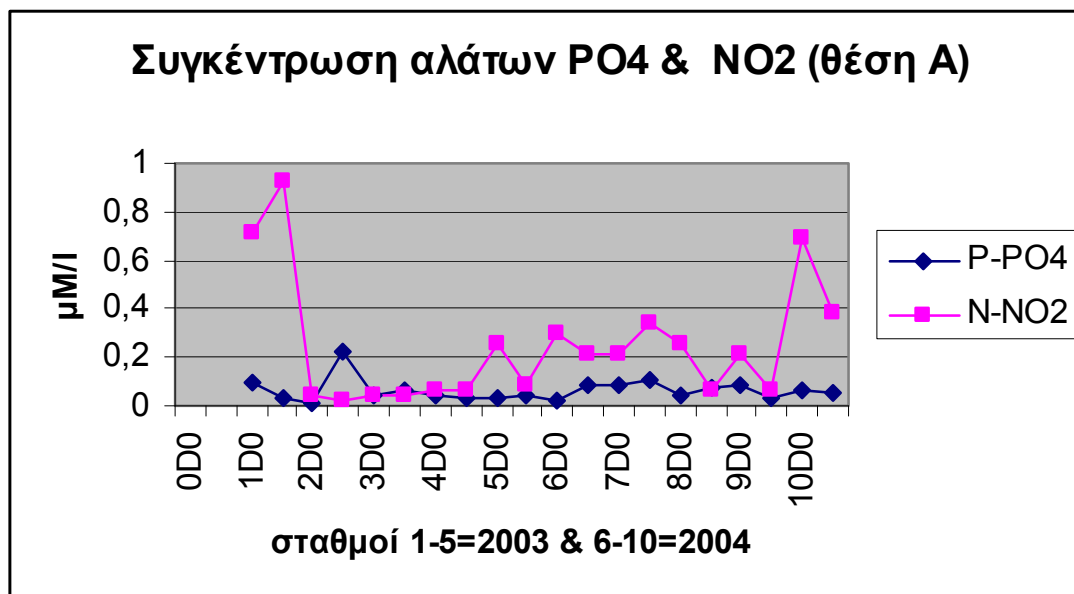
Στην παράλιο ζώνη καταγράφηκαν α) στον σταθμό D τιμές $[\text{NH}_4]^+$ από 0,36-4,4 $\mu\text{M/L}$ περίπου, $[\text{NO}_3]^-$ από 10,39-61,92 $\mu\text{M/L}$, $[\text{NO}_2]^-$ από 0,02-0,92 $\mu\text{M/L}$, $[\text{PO}_4]^{3-}$ από 0,01-0,22 $\mu\text{M/L}$ και $[\text{SiO}_2]^{-2}$ από 4,59-51,48 $\mu\text{M/L}$ (εικόνες 35α και 36α) και β) στον σταθμό Ε τιμές $[\text{NH}_4]^+$ από 0,54-4,17 $\mu\text{M/L}$, $[\text{NO}_3]^-$ από 13,1-31,1 $\mu\text{M/L}$,

ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

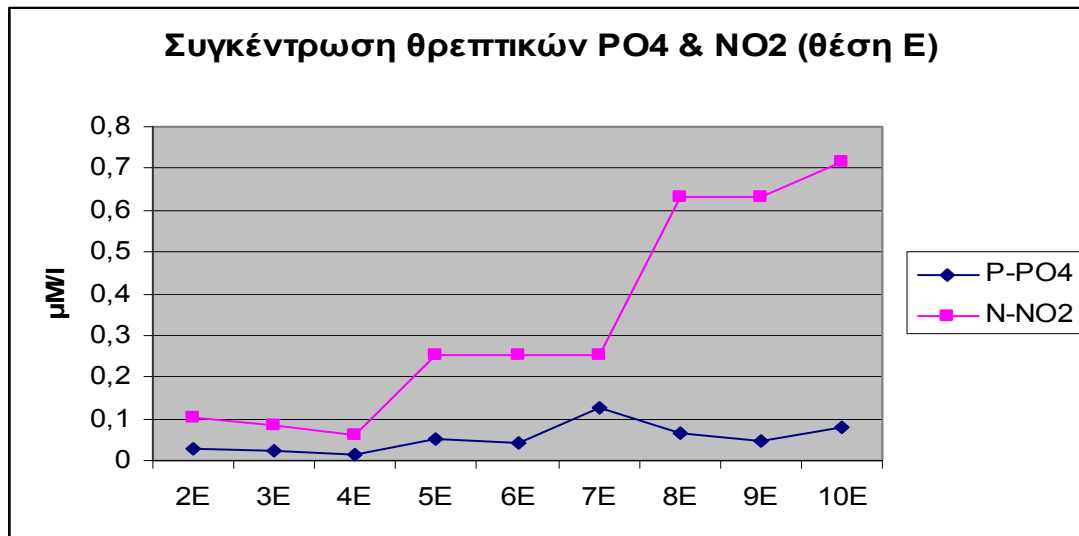
$[\text{NO}_2]^-$ από 0,06-0,71 $\mu\text{M/L}$, $[\text{PO}_4]^{3-}$ από 0,015-0,125 $\mu\text{M/L}$ και $[\text{SiO}_2]^{-2}$ από 7,83-46,35 $\mu\text{M/L}$ (εικόνες 35β και 36β).



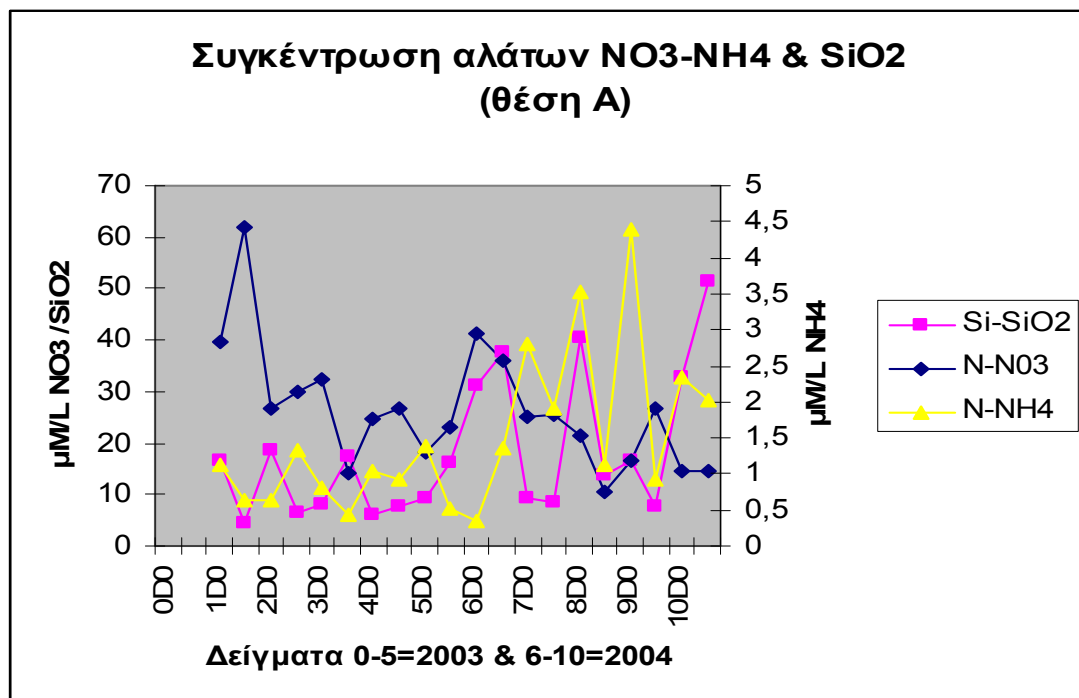
Εικόνα 34 : Συγκεντρώσεις θρεπτικών αλάτων λιμνικής ζώνης (σταθμός M) την περίοδο Μαΐου 2003-Νοεμβρίου 2004.



Εικόνα 35α : Συγκεντρώσεις σε $\mu\text{M/L}$ αλάτων $[\text{PO}_4]^{3-}$ & $[\text{NO}_2]^-$ αλάτων παραλίου ζώνης, στη θέση D (ή A) την περίοδο Μαΐου 2003-Νοεμβρίου 2004.

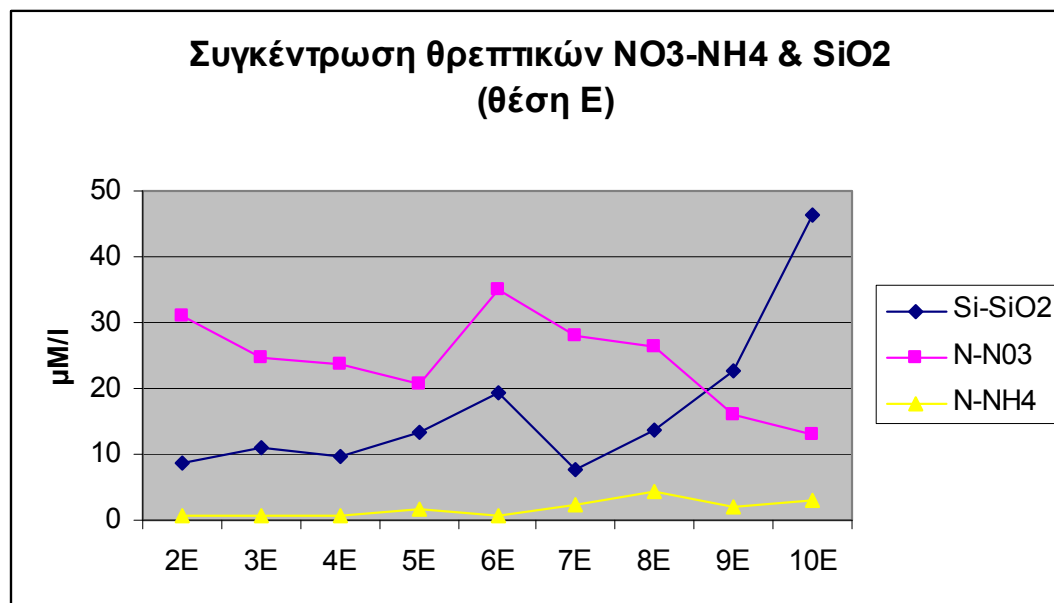


Εικόνα 35β : Συγκεντρώσεις σε μM/L αλάτων $[PO_4]^{-3}$ & $[NO_2]^{-}$ αλάτων παραλίου ζώνης, στη θέση E την περίοδο Μαΐου'03 - Νοεμβρίου'04.



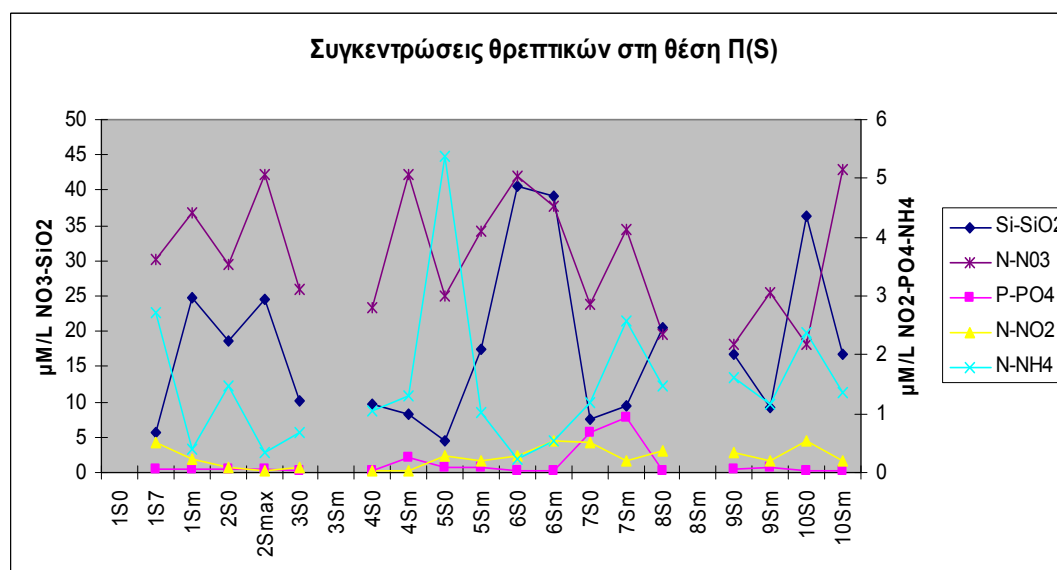
Εικόνα 36α : Συγκεντρώσεις σε μM/L υπόλοιπων αλάτων N & Si παραλίου ζώνης, στη θέση D (ή A) την περίοδο Μαΐου'03-Νοεμβρίου'04.

ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ



Εικόνα 36β : Συγκεντρώσεις σε μM/L υπόλοιπων αλάτων N & Si παραλίου ζώνης, στη θέση E την περίοδο Μαΐου'03-Νοεμβρίου'04.

Στην λεκάνη Πηγών (σταθμός S) παρατηρήθηκαν τιμές [NH₄]⁺ από 0,23-5,38 μM/L, [NO₃]⁻ από 18,13-42,95 μM/L, [NO₂]⁻ από 0,04-0,52 μM/L, [PO₄]⁻³ από 0,025-0,94 μM/L και [SiO₂]⁻² από 4,5-40,6 μM/L (Εικ. 37) .



Εικόνα 37: Συγκεντρώσεις σε μM/L θρεπτικών αλάτων στις Πηγές (επιφάνεια), την περίοδο Μαΐου 2003 -Νοεμβρίου 2004 (Κωδ.1-10)

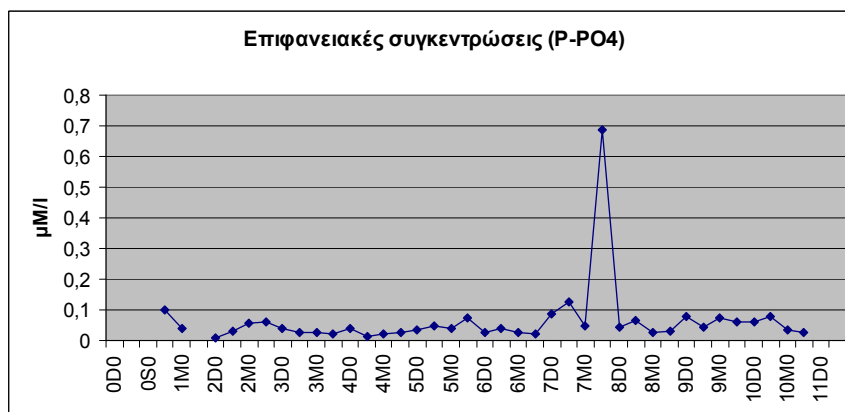
Α. Φωσφόρος

Ο Ρ είναι διαθέσιμος με την μορφή διαλυμένων ορθοφωσφορικών (PO₄⁻³). Η συγκέντρωση αυτών (ανάλογα με την μορφή και τον τύπο της λίμνης) εξαρτάται

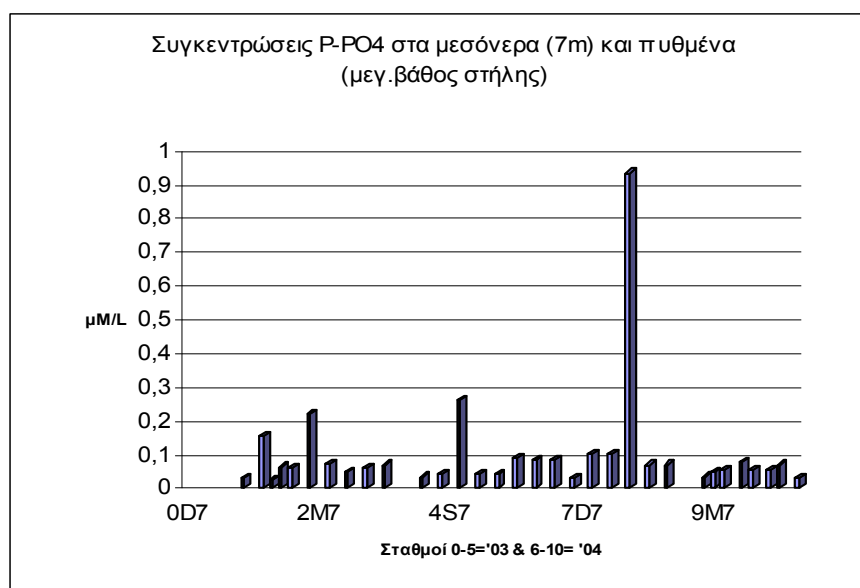
ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

εποχιακά από τις μεταβολές εξωτερικής και εσωτερικής τους τροφοδοσίας, τον βαθμό της βιολογικής τους πρόσληψης και τις χημικές και βιολογικές μετατροπές που υφίστανται στο υδάτινο περιβάλλον (Αναγνωστίδης 1979, Σίνης 1999)

Για την περίοδο Μαΐου 2003 έως και Νοεμβρίου 2004, οι διακυμάνσεις της συγκέντρωσης των φωσφορικών διαχρονικά στο σύνολο των σταθμών (D,E,S,M) αφενός επιφανειακά, αφετέρου στα βαθύτερα (στα μεσόνερα και άνωθεν του πυθμένα στη στήλη νερού), δίνονται στην ακόλουθες εικόνες 38α και 38β .



Εικόνα 38α : Οι συγκεντρώσεις των φωσφορικών αλάτων επιφανειακά σε µM/l.



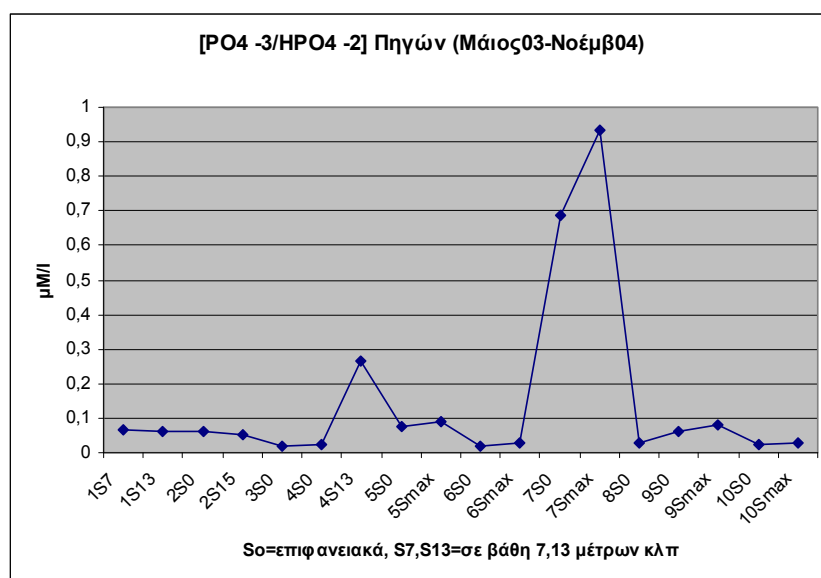
Εικόνα 38β: Οι συγκεντρώσεις των φωσφορικών αλάτων στα μεσόνερα και άνωθεν πυθμένα σε µM/l.

Παρατηρούμε ότι στην πλειονότητα των μετρήσεων, οι συγκεντρώσεις φωσφορικών δεν ξεπερνούν το 0,1 µM/l περίπου. Εξαίρεση αποτελούν οι αυξημένες τιμές 0,7-0,94 µM/l στις πηγές τον Μάιο 2004 (7So-7Smax) και οι τιμές που εμφανίζονται κοντά στον πυθμένα 0,22 µM/l (0,007 mg/l) στη παράλιο ζώνη την άνοιξη του 2003 (2D10)

ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

και στην είσοδο των υποβρύχιων πηγών 0,28 $\mu\text{M/l}$ (0,008 mg/l) τον Σεπτέμβριο 2003 (4Smax).

Στην εικόνα 4.3 επικεντρώνουμε στον σταθμό των Πηγών όπου παρατηρήθηκαν οι ασυνήθιστα μεγάλες τιμές φωσφορικών στην λίμνη. Στις πηγές διακρίνουμε κατά κανόνα μικρή είσοδο φωσφορικών ιόντων δηλ. <0,1 $\mu\text{M/L}$ (ή 0,003 mg/l), τον Μάιο '04 (7S0-7Smax) όμως έχουμε σημαντική εισροή υδάτων επιβαρυσμένων με φωσφορικά. Αυτό δεν παρατηρήθηκε την ίδια εποχή το προηγούμενο έτος (1S7,1S13). Επίσης έχουμε σχετική αύξηση των φωσφορικών την φθινοπωρινή περίοδο (4S13) με τις πρώτες βροχοπτώσεις του υδρολογικού έτους 2003-'04 (εικ.4.4) και ενδεχομένως αποπλύσεις γεωργικών λιπασμάτων. Κάτι τέτοιο όμως δεν παρατηρήθηκε την επόμενη χρονιά (9S0-9Smax) που δεν είχαν ξεκινήσει οι βροχές (Υδρολογικό έτος 2004-'05).



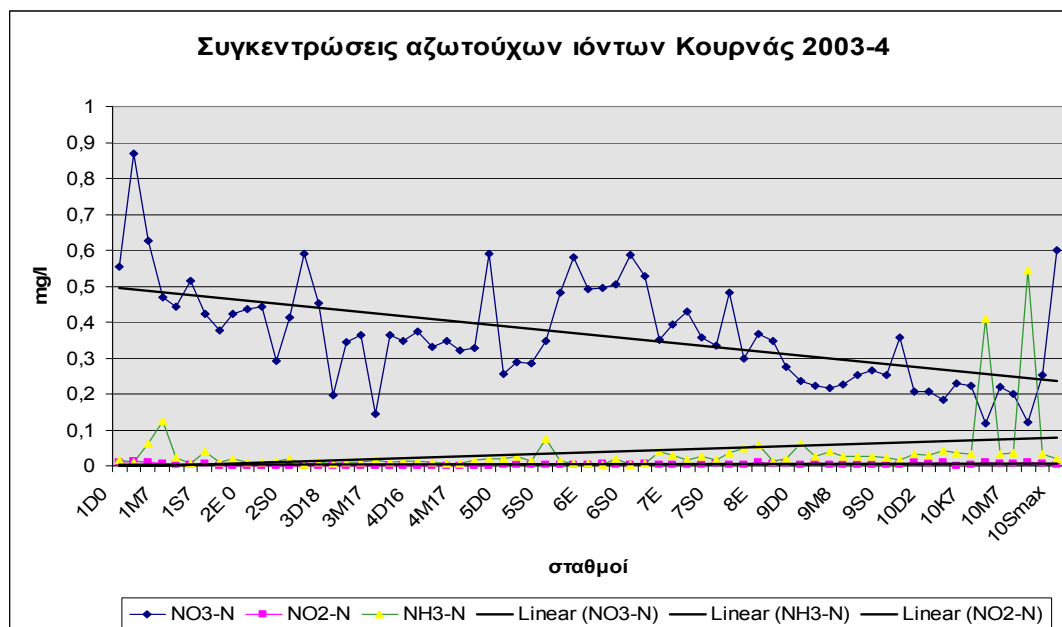
Εικόνα 39: Οι τιμές συγκέντρωσης των φωσφορικών αλάτων σε $\mu\text{M/L}$ στη λεκάνη πηγών.

Εν κατακλείδι το περισσότερο χρονικό διάστημα της έρευνας οι συγκεντρώσεις των μορφών φωσφόρου (P) ήταν 0.01-0.08 μM (PO_4) /L ή 0.3-2.48 $\mu\text{g P/L}$, δηλ. αρκετά χαμηλές. Οι μεγαλύτερες τιμές P κυμάνθηκαν από 0.155-0.27 μM (PO_4) /l και παρατηρήθηκαν (α) στο επιλίμνιο της παραλίου ζώνης την άνοιξη και το φθινόπωρο του 2004 και (β) στο υπολίμνιο, στα τέλη χειμώνα, την άνοιξη και το φθινόπωρο του 2004. Τέλος μεγάλη συγκέντρωση P που κυμάνθηκε από 0.685-0.935 $\mu\text{M}(\text{PO}_4)$ /L ή 21,22-28,96 $\mu\text{g P/L}$ είχαμε στις πηγές την άνοιξη του 2004 και τον Σεπτέμβριο του 2003 με 0,265 μM (PO_4) /L ή 8,21 $\mu\text{g P/L}$.

Β.Άζωτο

Τα άλατα του αμμωνίου, τα νιτρώδη και νιτρικά τροφοδοτούν το λιμναίο οικοσύστημα με άζωτο. Είναι γνωστό επίσης ότι οι διακυμάνσεις τους σχετίζονται αφενός με τη θερμοκρασία αφετέρου με τη διαθεσιμότητα οξυγόνου, παράγοντες που ελέγχουν σε μεγάλο βαθμό την δράση των βακτηρίων και την εποχή ανάπτυξης των υδρόβιων μακροφύτων και φυτοπλαγκτού. Δεδομένου ότι τα νιτρικά αποτελούν το τελικό στάδιο οξειδωμένης μορφής N, αυτά δεν απαντούν σε μεγάλες συγκεντρώσεις στα καθαρά φυσικά νερά. Απεναντίας οι συγκεντρώσεις τους αυξάνουν όταν εισρέουν στα νερά εξ αιτίας εξωγενών παραγόντων, συχνά μη σημειακών (non point pollution) (FAO 1998, Nielsen 2004, La Jennesse *et al.* 2002, Παπαδοπούλου-Μουρκίδου 2002). Τέτοιοι παράγοντες (λιπάνση γεωργικών εκτάσεων, διαρροές από σηπτικούς βόθρους με οικιακά λύματα, απόπλυση οδών και εδαφών με έντονη ανθρώπινη παρουσία κλπ) φαίνεται να επηρεάζουν τις εισροές αζωτούχων ενώσεων στις πηγές και την παράλιο βορειοανατολική και ανατολική περιοχή στους σταθμούς (D) και (E) με μη σημειακό τρόπο.

Οι συνολικές συγκεντρώσεις του N σε νιτρική/νιτρώδη/αμμωνιακή μορφή κυμάνθηκαν από 0,16-0,89 mg/L (ή 11.57-63.49 μM/L) με αυξημένες τιμές να παρατηρούνται κύρια στην παράλιο ζώνη (ιδιαίτερα στο σταθμό αποβάθρας D) και στις πηγές (S), (βλ.εικ.40).



Εικόνα 40: Τιμές συγκεντρώσεων σε mg/L αζωτούχων αλάτων στο σύνολο των σταθμών από Μάιο 2003-Νοέμβριο 2004.

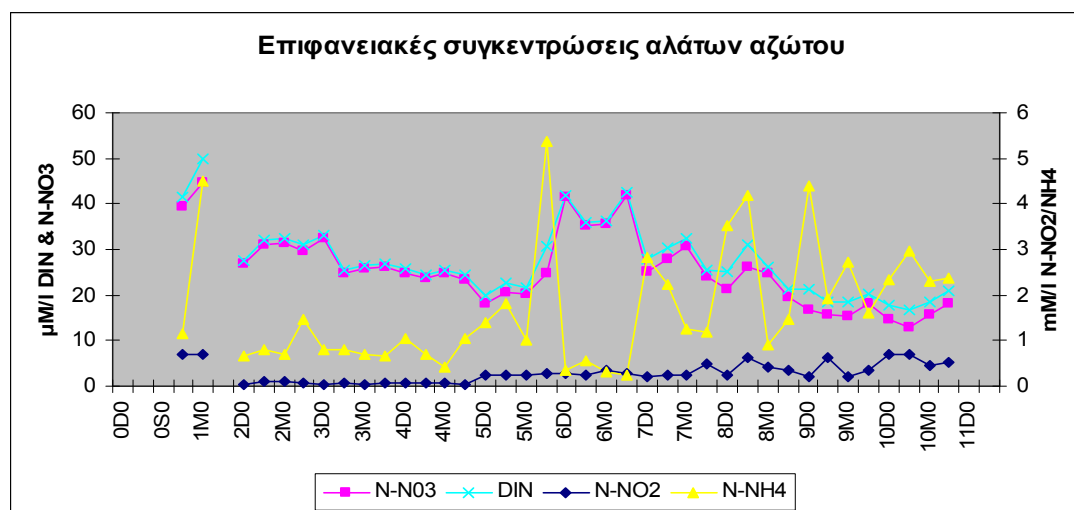
ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Οι τιμές αμμωνιακού αζώτου ($\text{NH}_4\text{-N}$) κυμάνθηκαν από 0,0032-0,544 mg/L (ή 0.23-38.85 $\mu\text{M/L}$), με μέγιστο το φθινόπωρο του 2004 στο υπολίμνιο (10Mmax, 10Kmax). Το νιτρικό άζωτο ($\text{NO}_3\text{-N}$) εμφάνιζε τιμές κυμαινόμενες από 0,12-0,87mg/l (ή 8.51-61.92 $\mu\text{M/L}$) δηλ. χωροχρονικά αντιστρόφως ανάλογες τιμές από τις αμμωνιακές τιμές. Οι συγκεντρώσεις νιτρώδους αζώτου ($\text{NO}_2\text{-N}$) κυμάνθηκαν από 0,59-12,94 $\mu\text{g/l}$ (ή 0.042-0.924 $\mu\text{M/L}$) σε εποχιακή (χρονική) αντιστοιχία με τα νιτρικά.

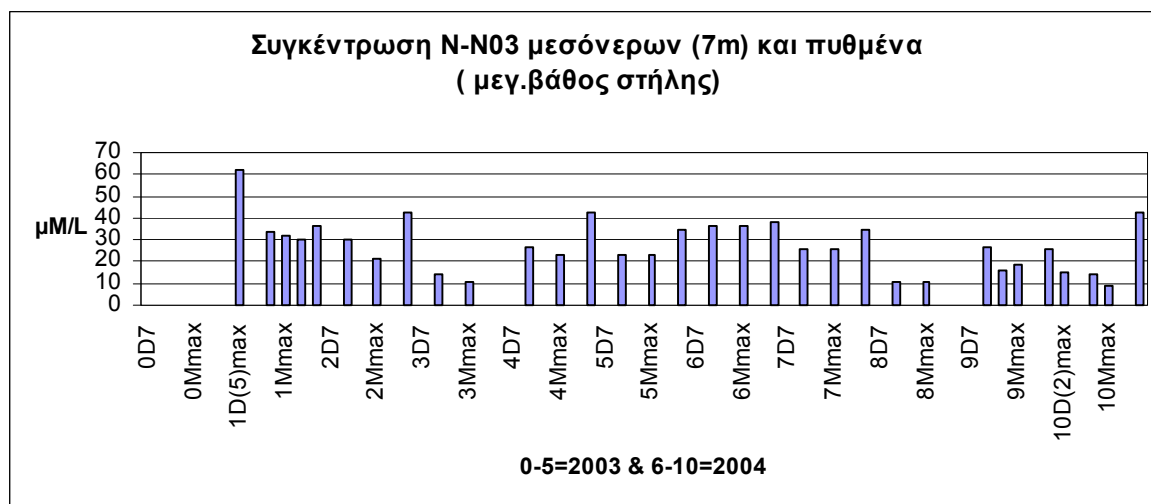
Ακολούθως περιγράφονται οι συγκεντρώσεις των επιμέρους ιοντικών μορφών του αζώτου.

B.1 Νιτρικό άζωτο

Σύμφωνα με τις χημικές αναλύσεις που προαναφέρθηκαν σε δείγματα από τη στήλη νερού, η συμμετοχή των νιτρικών αλάτων στο συνολικό ποσό αλάτων N κυμαίνεται από 18-99%. Επιφανειακά το N-NO_3 εμφανίζεται με συγκεντρώσεις από 13,07- 44,67 $\mu\text{M/l}$ το 2003 και από 13,97-42,39 $\mu\text{M/l}$ το 2004 (εικ.41). Στα βαθύτερα στρώματα (μεσόνερα σε βάθος περίπου 7m) και κυρίως πάνω από τον πυθμένα παρατηρούνται συγκεντρώσεις από 10-62 $\mu\text{M/l}$ το 2003 και από 9-42 $\mu\text{M/l}$ το 2004 περίπου (εικ. 42).



Εικόνα 41 : Τιμές επιφανειακών συγκεντρώσεων αζωτούχων αλάτων σε $\mu\text{M/L}$ από Μάρτιο 2003-Νοέμβριο 2004 (Δείγματα 0-5=2003 & 6-10=2004).



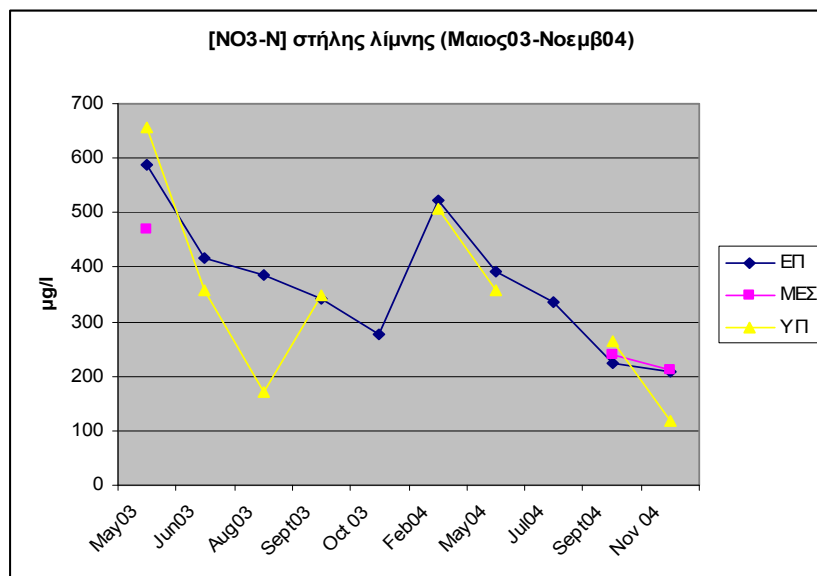
Εικόνα 42: Τιμές συγκεντρώσεων σε μM/L νιτρικών αλάτων στα βαθύτερα στρώματα από Μάιο 2003-Νοέμβριο 2004 (Δείγματα 1-5=2003 & 6-10=2004).

Ειδικότερα για την λιμνική ζώνη παρατηρούμε ότι οι υψηλότερες τιμές νιτρικού αζώτου καταγράφονται την περίοδο του χειμώνα (Φεβρουάριος) του 2004 (520 μg/L) και την άνοιξη, ιδιαίτερα τον Μάιο του 2003 και λιγότερο του 2004 με τιμές 400-660 μg/L (εικόνα 43α).

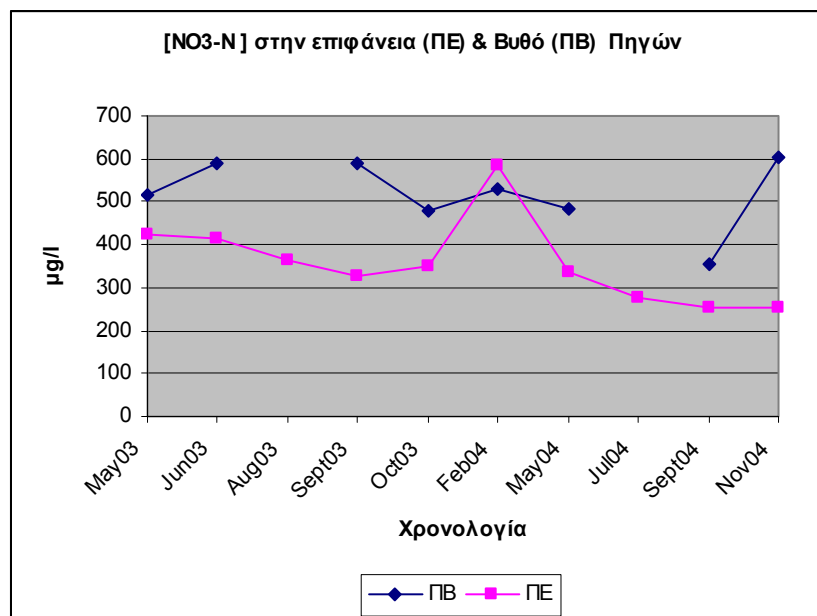
Η πτώση των συγκεντρώσεων νιτρικών από τον χειμώνα προς την άνοιξη και αργότερα το καλοκαίρι, πρέπει να αποδοθεί στην αυξανόμενη βιολογική κατανάλωση σε σχέση με την μειούμενη εξωτερική τροφοδοσία N στο νερό. Παράλληλα οι μεγάλες θερμοκρασίες του νερού μειώνουν την διαλυτότητα του O₂ και συνεπώς μειώνουν την βακτηριακή νιτροποιητική δράση. Γεγονός που αλλάζει θεαματικά το διάστημα από Αύγουστο σε Σεπτέμβριο του '03, οπότε έχουμε τις πρώτες βροχές και εισροή νιτρικών.

Επίσης υψηλές τιμές 350-600 μg/L έχουμε στις πηγές την άνοιξη, το φθινόπωρο και τον χειμώνα δηλ. τις εποχές που έχουμε τις μεγαλύτερες εισροές στις πηγές (εικ. 43β)

ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ



Εικόνα 43α: Κατακόρυφη κατανομή συγκεντρώσεων νιτρικών στη λιμναία ζώνη (σταθμός Μ).

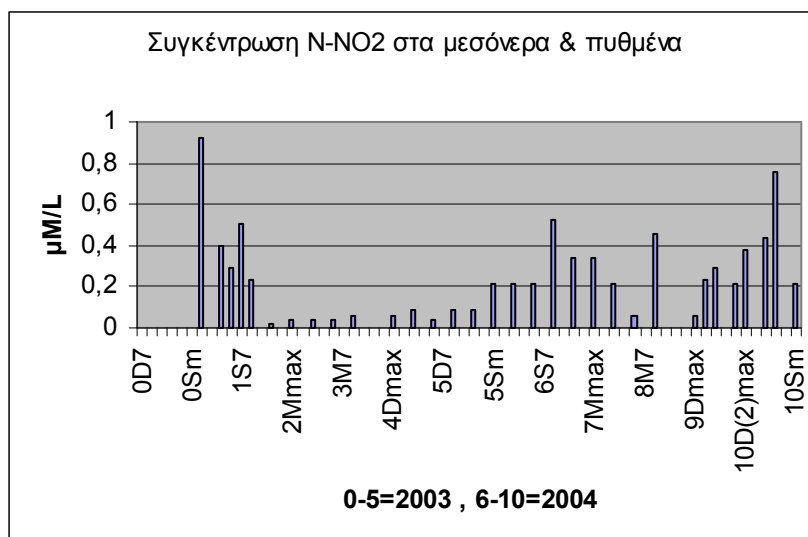


Εικόνα 43β: Κατακόρυφη κατανομή συγκεντρώσεων νιτρικών στην υπολεκάνη πηγών.

B.2 Νιτρώδες άζωτο

Στη λίμνη οι συγκεντρώσεις Ν των διαλυτών νιτρωδών ήταν γενικά σε χαμηλά επίπεδα (<10µg/l), με τις χαμηλότερες τιμές να παρατηρούνται την καλοκαιρινή περίοδο του 2003. Αναλυτικότερα επιφανειακά κυμάνθηκε από 0,042-0,714 µM/L το 2003 και από 0,21-0,714 µM/L (εικ.41) ενώ στα βαθύτερα από 0,021-0,924 µM/L το 2003 και 0,063-0,756 µM/L (εικ. 44).

ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ



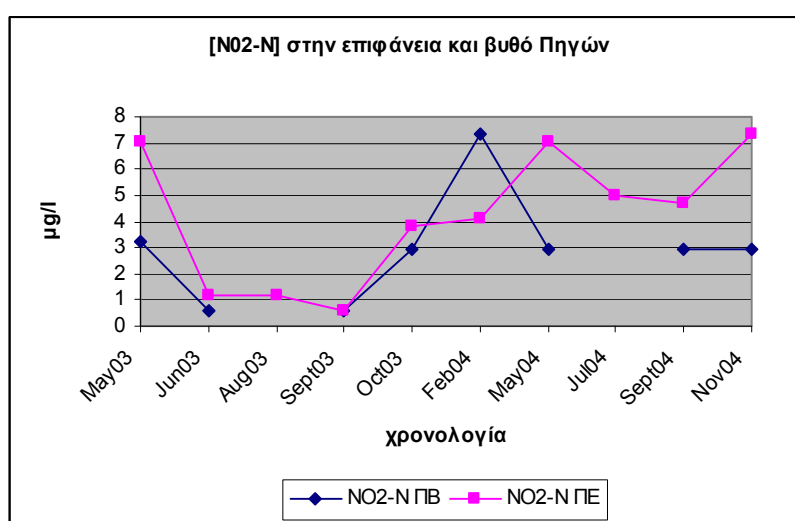
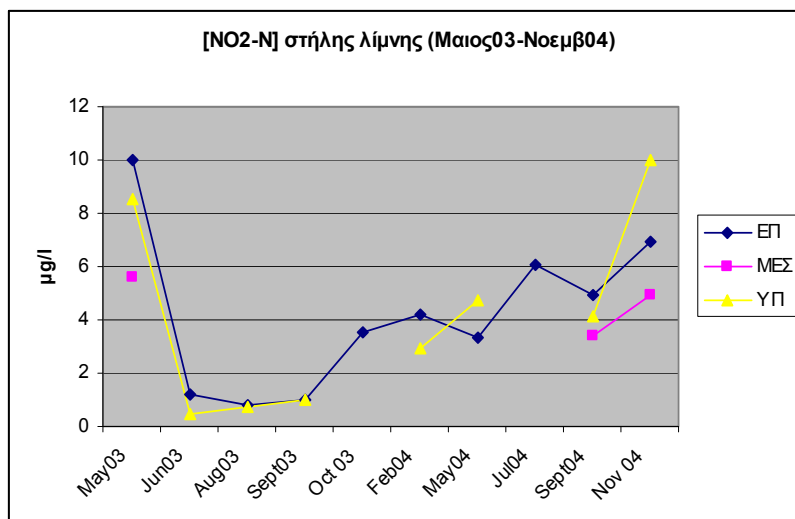
Εικόνα 44: Τιμές συγκεντρώσεων σε $\mu\text{M/L}$ νιτροδών αλάτων στα βαθύτερα στρώματα από Μάρτιο 2003-Νοέμβριο 2004 (δείγματα 0-5=2003 & 6-10=2004).

Ειδικότερα για την λιμνική ζώνη παρατηρούμε ότι οι υψηλότερες τιμές των νιτροδών καταγράφονται την περίοδο της άνοιξης (Μάιο) του 2003 (8-10 $\mu\text{g/L}$) και το φθινόπωρο (Νοέμβριο) του 2004 (5-10 $\mu\text{g/L}$) (εικόνα 45α)

Χαμηλότερες τιμές 0,5-7 $\mu\text{g/L}$ έχουμε στις πηγές με μέγιστα την άνοιξη, το φθινόπωρο και τον χειμώνα δηλ. τις εποχές που έχουμε τις μεγαλύτερες εισροές στις πηγές (εικ. 45β).

Την περίοδο του 2004 όμως επικράτησαν ηπιότερες καιρικές συνθήκες, με αποτέλεσμα και τα νερά να μην αναδεύονται στον ίδιο βαθμό και οι θερμοκρασίες να είναι υψηλότερες. Αυτό συνέβαλε στην επικράτηση περισσότερο αναγωγικών συνθηκών παρά οξειδωτικών. Αυτό αντανακλάται και στο ποσοστό συμμετοχής του νιτρώδους N επί του συνολικού ανόργανου N. Έτσι έχουμε συμμετοχή από 0.07-4.3%, με υψηλότερη συμμετοχή την παραπάνω περίοδο.

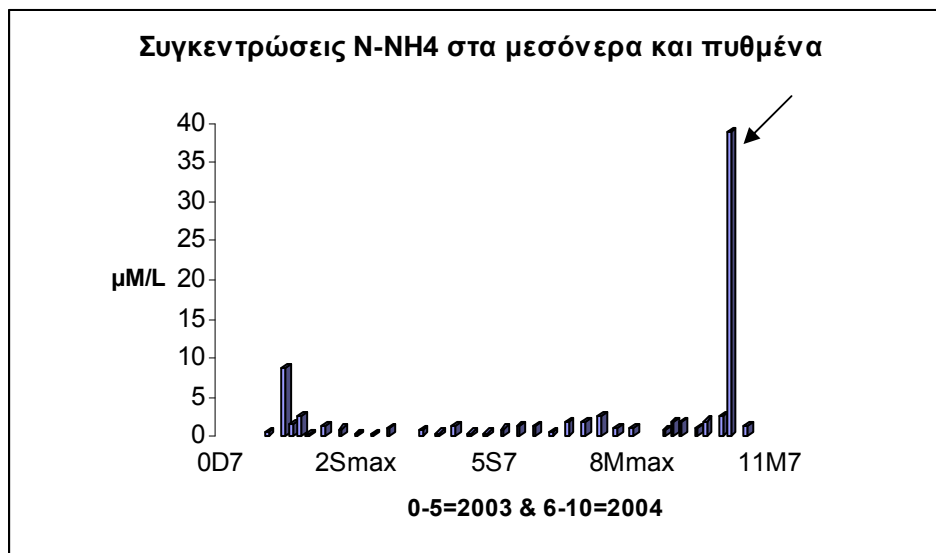
ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ



Εικόνα 45α,β : Τιμές συγκεντρώσεων νιτρωδών σε µg/L σε 3 επίπεδα βάθους στη λεκάνη πηγών και της κυρίως λίμνης.

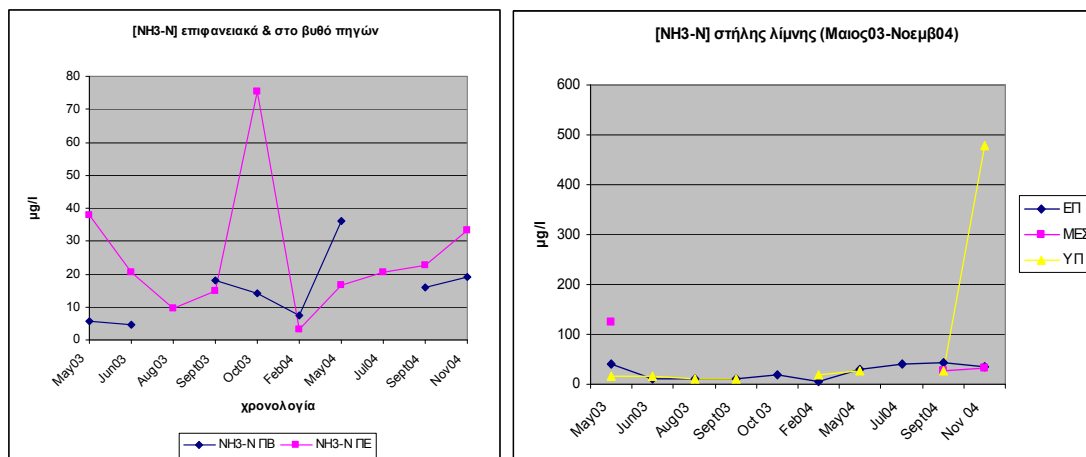
B.3 Αμμωνιακό άζωτο

Κύρια πηγή αμμωνιακών ιόντων αποτελεί η βακτηριακή αποικοδόμηση οργανικού υλικού και η άμεση ζωική απέκκριση (Μουστάκα 1988, Σίνης 1999). Κατά την έρευνα, στα περισσότερα δείγματα, οι τιμές αμμωνιακών δεν ξεπερνούσαν τα 5 µM/L. Αναλυτικότερα σε κατακόρυφο επίπεδο οι συγκεντρώσεις αμμωνιακών αλάτων κυμάνθησαν επιφανειακά από 0,42-5,38 µM/L το 2003 και 0,23-4,38 µM/L το 2004 (εικ. 41), ενώ άνωθεν του πυθμένα και στα μεσόνερα από 0,35-8,83 µM/L το 2003 και από **0,544-38,85 µM/L (!)** (Εικ. 46).



Εικόνα46: Τιμές συγκέντρωσης αμμωνιακών αλάτων σε $\mu\text{M/L}$ σε 2 επίπεδα βάθους στη λεκάνη πηγών (S) και της κυρίως λίμνης (D,M).

Ακόμη το αμμωνιακό N στη λίμνη δεν φαίνεται να συμμετέχει σε μεγάλο ποσοστό στο διαλυμένο συνολικά ανόργανο N, με εξαίρεση τα δείγματα από το υπολίμνιο τον Σεπτέμβριο του 2004 (εικ.46 βέλος), με τη συμμετοχή του σ' αυτό να κυμαίνεται από 0.5-80.5%. Οι χαμηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν επιφανειακά στη λίμνη κατά τους χειμερινούς μήνες (6M0,6D0) και στα σημεία των πηγών απ' όπου αναβλύζει ψυχρό νερό (2S15,6S0). Οι υψηλότερες τιμές παρατηρούνται στο υπολίμνιο την φθινοπωρινή περίοδο (10Mmax, 10Kmax) (Εικ. 47 α,β)



Εικόνα 47 α,β: Κατακόρυφη κατανομή συγκέντρωσης αμμωνιακών (σε $\mu\text{g/L}$) στη υπολεκάνη πηγών και στη λιμνική ζώνη.

Είναι φανερό ότι οι χαμηλές θερμοκρασίες εμποδίζουν την έντονη βακτηριακή αποικοδομητική δράση. Την άνοιξη οι αυξημένες τιμές αμμωνιακών πρέπει να αποδοθούν στην αύξηση των ζωικών πληθυσμών και την αντίστοιχη απεκκριτική λειτουργία τους. Χαρακτηριστικές οι αυξημένες τιμές που μετρήθηκαν στα μεσόνερα

ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

και στο επιλίμνιο των πηγών τον Μάιο '03 (εικ. 47 α,β). Οι αυξημένες πάλι τιμές τον Οκτώβριο '03, αποδίδονται στην αναγωγή αρκετού οργανικού υλικού που εισρέει στο οικοσύστημα επιφανειακά μέσω των αποπλύσεων των εδαφών μετά τις βροχοπτώσεις ή σε ενδεχόμενη ρύπανση του υδροφορέα με οικιακά ή άλλης φύσεως λύματα.

Τέλος η σημαντική παρουσία αμμωνιακών στο υπολίμνιο τον Νοέμβριο '04 πρέπει να αποδοθεί στην αποικοδόμηση μεγάλων ποσοτήτων νεκρού πλαγκτού που καταλήγει ως «βροχή» νεκρής ύλης στη τροφολυτική ζώνη προερχόμενη από την τροφογενή (Wetzel 1983). Το φαινόμενο αυτό ενώ περιγράφεται συνήθως για τη περίοδο θέρους μετατοπίζεται κι αργότερα στον Κουρνά, λόγω του ήπιου κλίματος και της μεγάλης ηλιοφάνειας που συνεχίζεται και τους φθινοπωρινούς μήνες (Οκτώβριο-Νοέμβριο) στην Κρήτη.

Γ. Πυρίτιο

Το στοιχείο απαντά στο νερό ως διαλυτό ορθοπυριτικό οξύ $[\text{Si}(\text{OH})_4]$ ή ως σωματιδιακό Si, προερχόμενο από τις αποπλύσεις πυριτικών ορυκτών και τέτοια υπάρχουν στην περιοχή. Το πρώτο είναι η μόνη πιθανή διαθέσιμη ένωση Si στα διάτομα και άλλα φύκη για την σύνθεση των θηκών τους (θυρίδων).

Οι συγκεντρώσεις *πυριτικών* $[\text{SiO}_2]^{-2}$ στη λίμνη κυμάνθηκαν από 4.5-92.43 $\mu\text{M/l}$ (ή 0.271-5,554 mg/l) με μέγιστες τιμές στο υπολίμνιο το φθινόπωρο (δείγματα με κωδ.10 εικόνας 48).

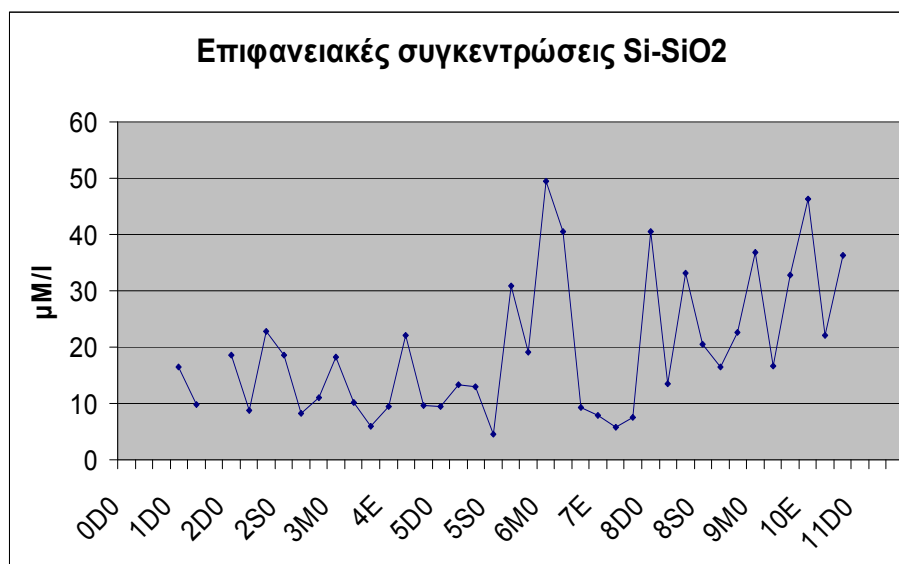


Εικόνα 48: Τιμές συγκέντρωσης πυριτικών σε $\mu\text{M/l}$ στο σύνολο των σταθμών.

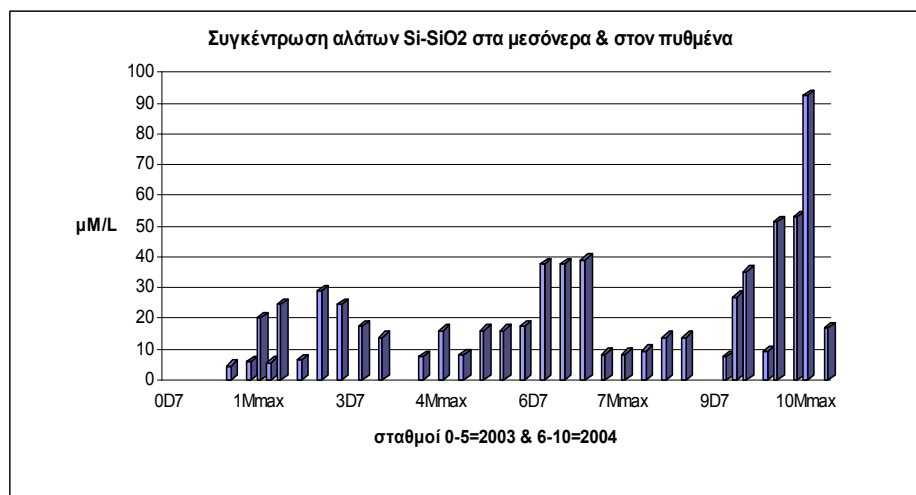
Η αυξημένη αυτή συγκέντρωση κοντά στον πυθμένα εξηγείται από την συσσώρευση πληθώρας θηκών νεκρών διατόμων που καθιζάνουν από την τροφογενή

ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

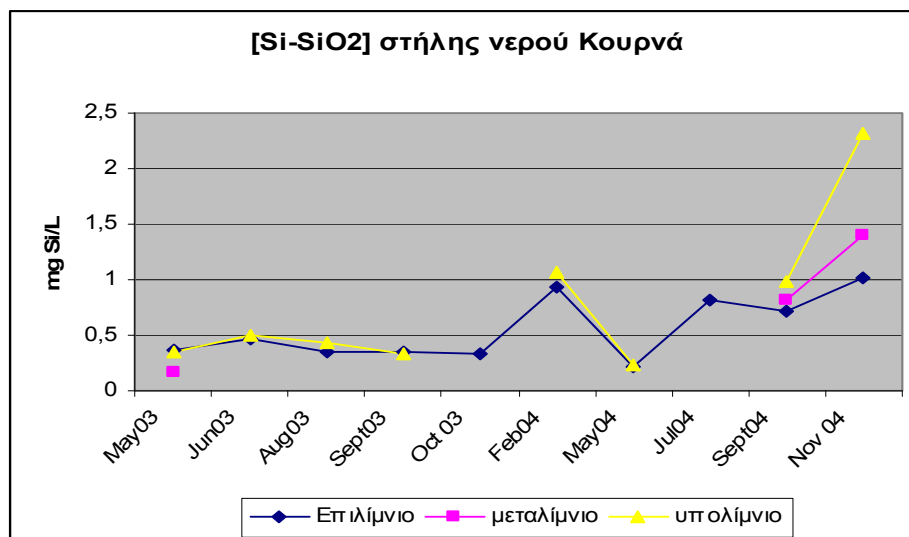
ζώνη το προηγούμενο διάστημα. Εκεί δεσμευόμενα από ιόντα Fe και Al επανέρχονται στη στήλη. Αναλυτικότερα οι συγκεντρώσεις πυριτικών $[\text{SiO}_2]^{-2}$ στη λίμνη κυμάνθηκαν επιφανειακά από 4,5-22,77 $\mu\text{M/l}$ το 2003 και 5,85-49,47 $\mu\text{M/l}$ το 2004, (Εικ.49). Στα βαθύτερα στρώματα επίσης των μεσόενερων και πάνω από τον πυθμένα κυμάνθηκαν από 4,59-28,98 $\mu\text{M/l}$ το 2003 και 7,65-92,43 $\mu\text{M/l}$ το 2004 (Εικ. 50).



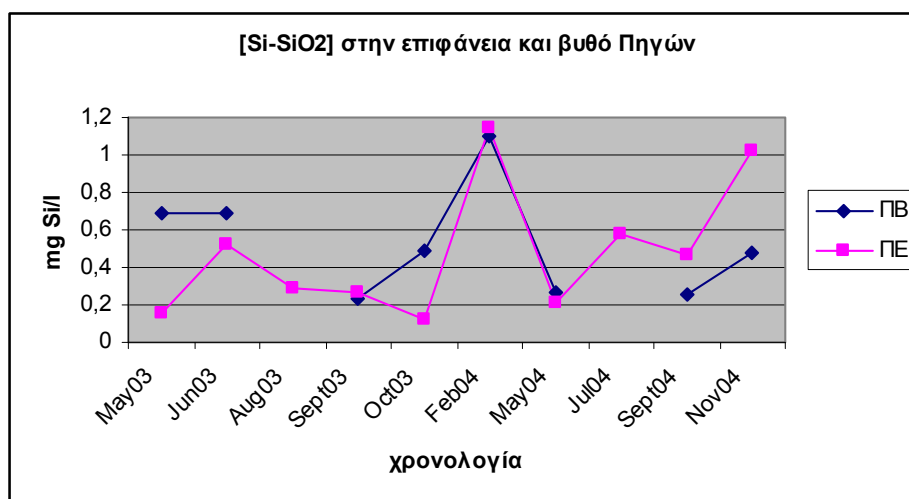
Εικόνα 49 : Τιμές συγκέντρωσης πυριτικών σε $\mu\text{M/l}$ επιφανειακά.



Εικόνα 50: Τιμές συγκέντρωσης πυριτικών σε $\mu\text{M/l}$ στα μεσόενερα και τον πυθμένα.



Εικόνα 51: Κατακόρυφη κατανομή συγκεντρώσεων Si (σε mg/l) στη λιμνική ζώνη.



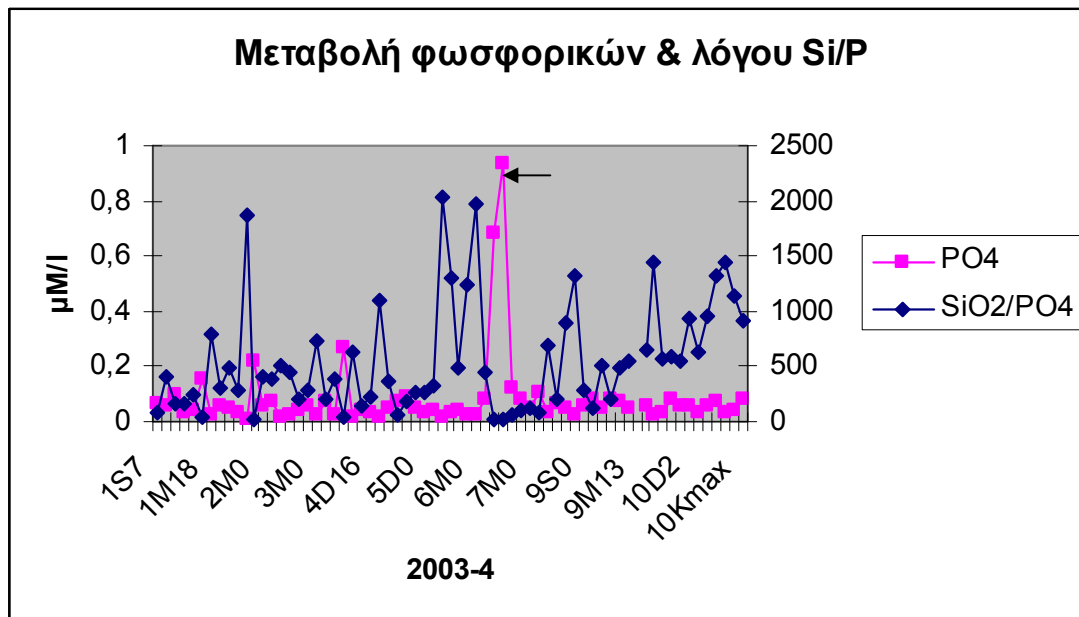
Εικόνα 52: Κατακόρυφη κατανομή συγκεντρώσεων Si (σε mg/l) στην υπολεκάνη πηγών

Οι τιμές Si στις πηγές (που υπάρχει σημαντική θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ επιφάνειας και βυθού) κυμαίνονται από 0.15-1.2 mg/l και στην υπόλοιπη λίμνη κυμαίνονται από 0.15-2.3 mgSi/l (εικ.51-52). Είναι επίσης εμφανής η κατά κανόνα αυξημένη συγκέντρωσή του στοιχείου κοντά στον πυθμένα παρά επιφανειακά. Εξαίρεση αποτελεί ο Νοέμβριος του 2004 στις πηγές όπου οι συγκεντρώσεις Si στον βυθό είναι μικρότερες των επιφανειακών.

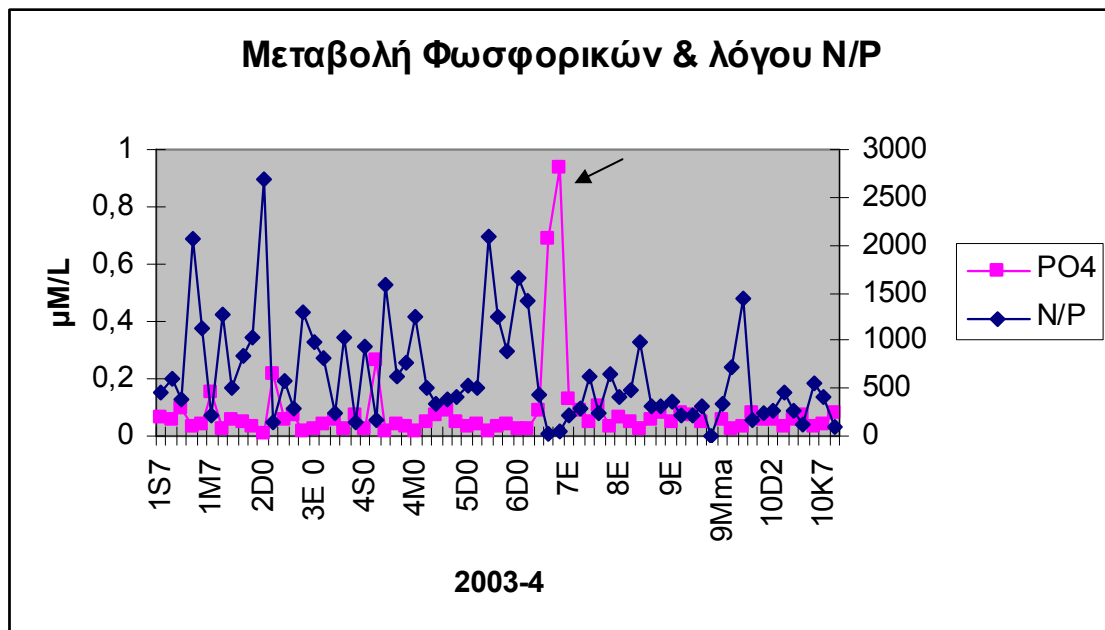
Μελετώντας τις αναλογίες των 3 βασικών στοιχείων παρατηρούμε στις εικόνες 53 και 54 ότι κατά την διάρκεια της διατροφής 2003-'04 έχουμε τάση αύξησης του διαθέσιμου Si σε σχέση με τον P και μείωσης του διαθέσιμου N σε σχέση με P, κι αυτό οφείλεται σε αύξηση των συγκεντρώσεων των αντίστοιχων θρεπτικών αλάτων Si και μείωση των αλάτων N, διότι η συγκέντρωση του [P] παρέμεινε σταθερή σε

ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

γενικές γραμμές τα χρόνια αυτά. Εξάιρεση ο μήνας Μάιος του 2004 στον σταθμό Πηγών (7S), όπου παρατηρείται αύξηση των φωσφορικών (βλ.εικ. 39 και βέλος στις εικόνες 53-54)



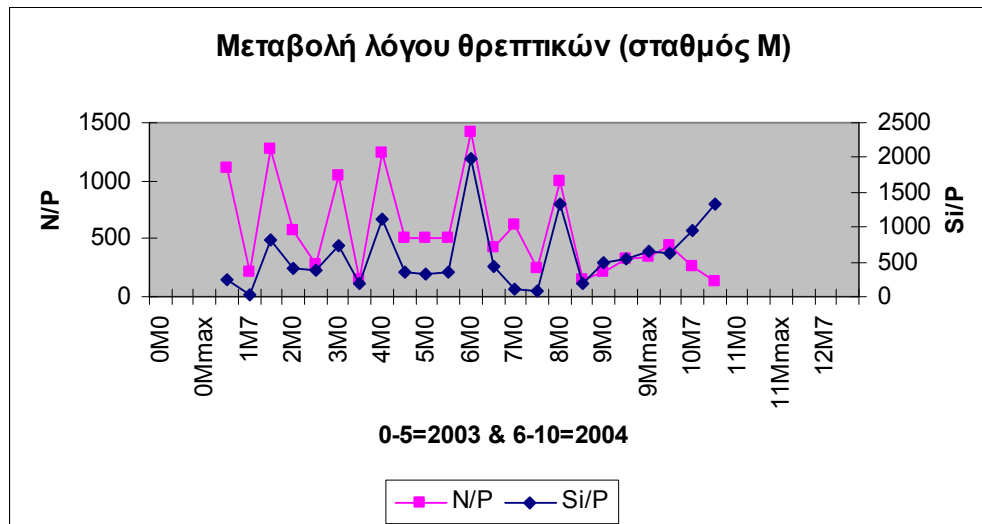
Εικ. 53: Μεταβολή του λόγου Si/P κατά την παρούσα έρευνα το 2003-‘04.



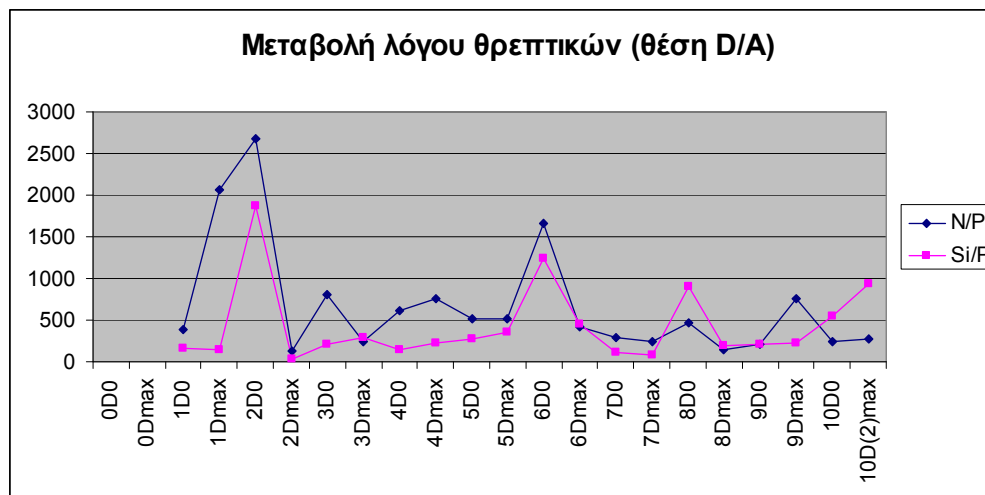
Εικ.54: Μεταβολή του λόγου N/P σε σχέση με P κατά την παρούσα έρευνα το 2003-‘04.

Η διακύμανση πάντως του λόγου N/P και Si/P βασικά ακολούθησε ανάλογη πορεία μεταβολής στο χώρο και τον χρόνο, με εξαίρεση την περίοδο τέλους φθινόπωρου το 2004, όπου υπήρξαν διαφοροποιήσεις με την αφομοίωση του Si από τα διάτομα. Οι μεταβολές αυτές αποδίδονται στις ακόλουθες εικόνες 55-58 και για τους 4 σταθμούς δειγματοληψίας (M,D,E,S).

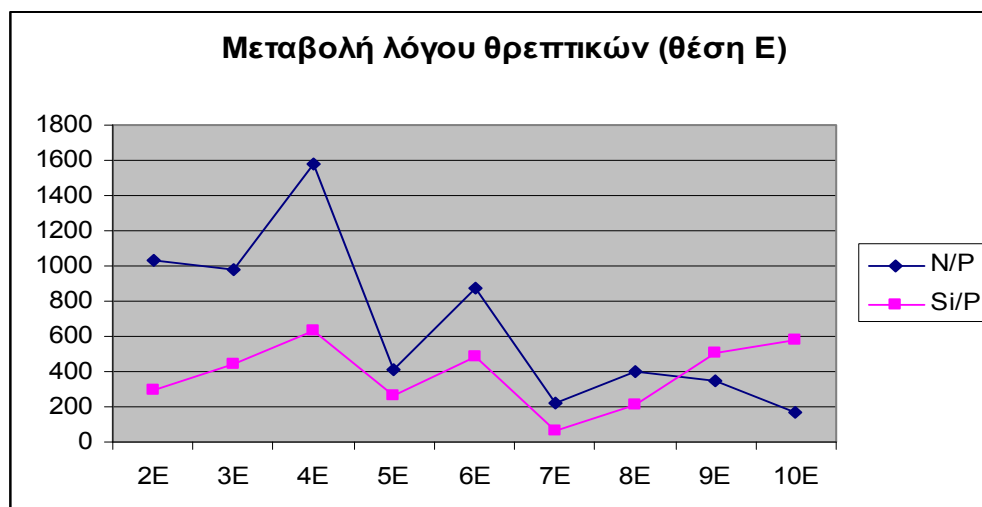
ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ



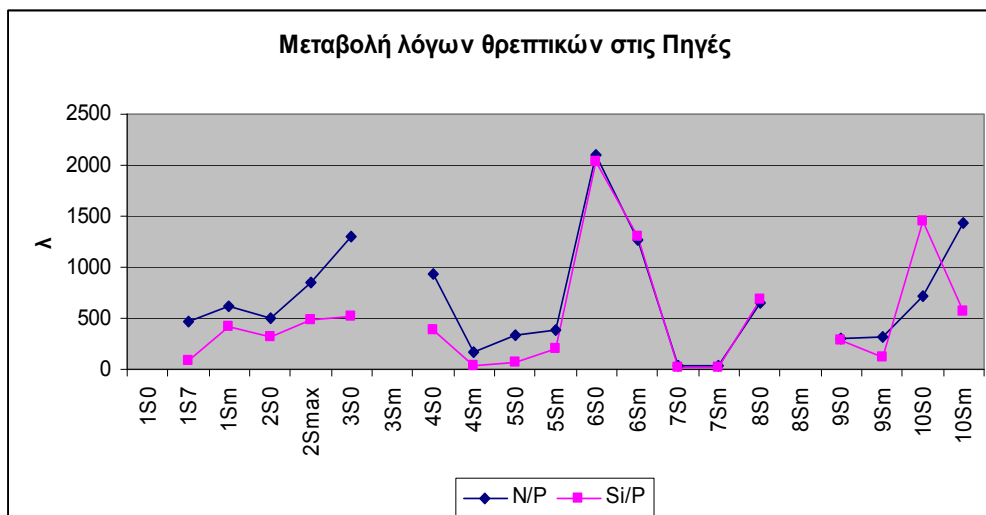
Εικ. 55: Μεταβολή της αναλογία N/P και Si/P στη λιμνική-πελαγική ζώνη.



Εικ. 56: Μεταβολή της αναλογία N/P και Si/P στο σταθμό Α (ή D) παράλιου ζώνης.



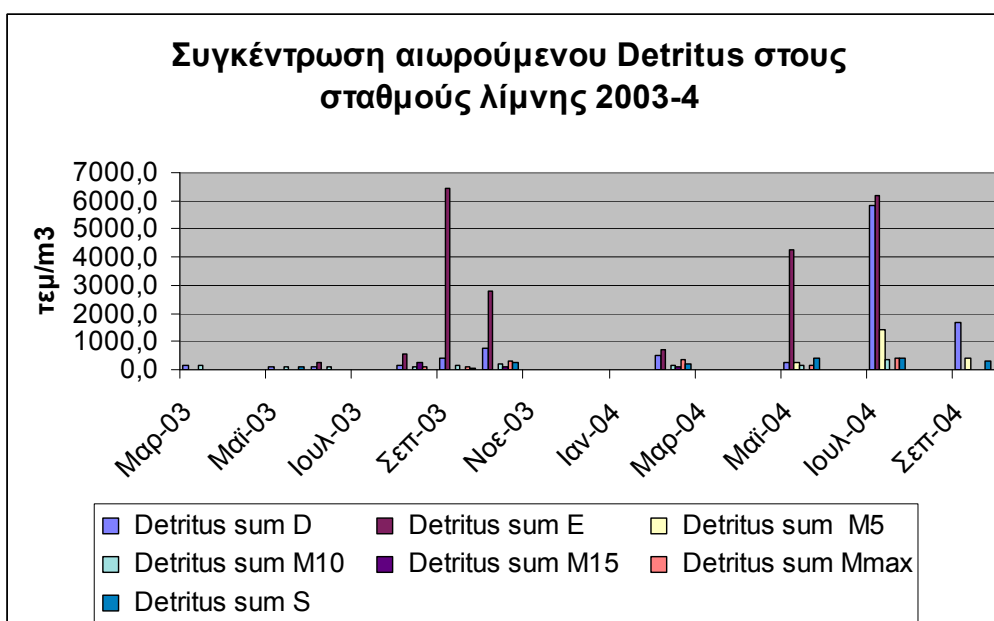
Εικ. 57: Μεταβολή της αναλογία N/P και Si/P στο σταθμό Ε παράλιου ζώνης.



Εικ. 58: Μεταβολή της αναλογία N/P και Si/P στο σταθμό S (Πηγές) παράλιου ζώνης.

1.10 Αιωρούμενα στερεά (φερτά ανόργανα και οργανικά υλικά)

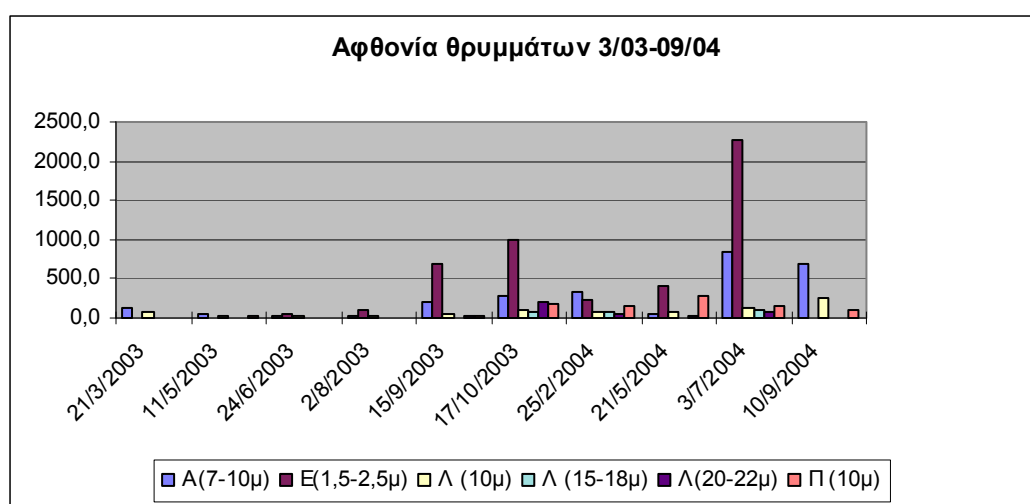
Κατά την διάρκεια των δειγματοληψιών με πλαγκτικό δίχτυ καταμετρήθηκαν και όλα τα φερτά και αιωρούμενα στη στήλη υλικά (θρύμματα ή ανόργανα υλικά). Αυτά τα οργανικά και ανόργανα υλικά που συναποτελούν την ύλη που συσσωρεύεται στον πυθμένα ως detritus καταμετρήθηκαν σε 3 κατηγορίες: τα φυτικά θρύμματα, τα ανόργανα στερεά και τα λοιπά αιωρούμενα οργανικής προέλευσης (π.χ θραύσματα ή θήκες τρηματοφόρων, γαστερόποδων κλπ). Το σύνολο του υλικού αυτού αναφέρεται στις εικόνες ως “Detritus sum”. Η συνοπτική χρονική κατανομή των υλικών αυτών στη στήλη νερού, δίνεται στην εικόνα 59.



Εικόνα 59 : Συνολικά Αιωρούμενα στερεά στους σταθμούς λίμνης και σε διαφορετικές στήλες.

ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

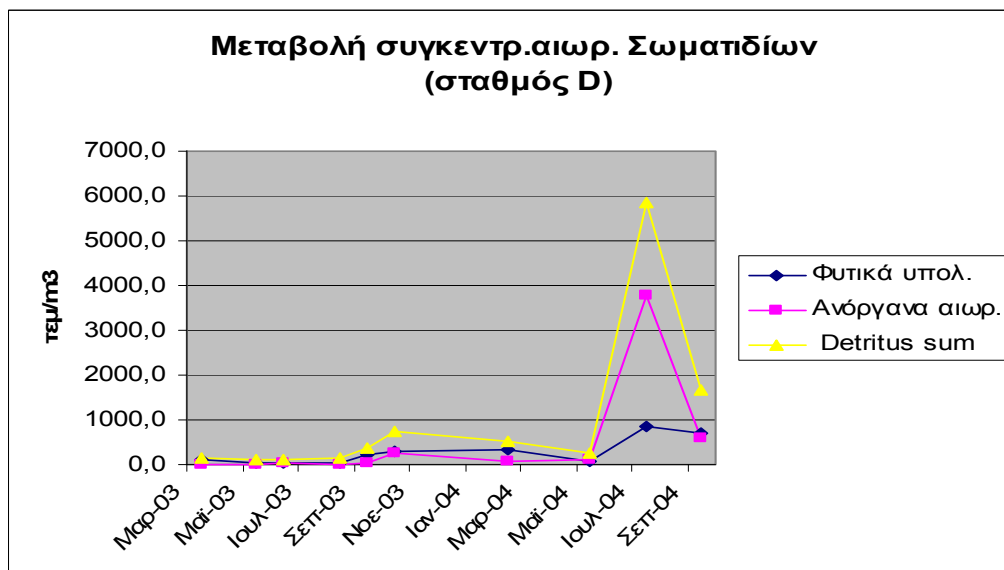
Επίσης στην εικ. 60 διακρίνεται η χρονική κατανομή φυτικών θρυμμάτων. Τα συνολικά αιωρούμενα, βλέπουμε να αυξάνουν απότομα τον Σεπτέμβριο του 2003 (6500 τεμαχια/m³) και να μειώνονται αργά τους επόμενους μήνες. Αύξηση της αφθονίας τους έχουμε και πάλι τον επόμενο Μάιο και ιδιαίτερα τον Ιούλιο του 2004 κύρια στην παράλιο ζώνη και τον ρηχό σταθμό E. Συγκρίνοντας τις τιμές αυτές με την αφθονία των φυτικών θρυμμάτων στην επόμενη εικόνα παρατηρούμε ότι τον μεν Σεπτέμβριο του 2003 (που είχαμε βροχόπτωση) οι αυξημένες τιμές, πρέπει να οφείλεται κύρια στα ανόργανα στερεά που ξεπλύθηκαν, ενώ τον Ιούλιο του 2004 στα αυξημένα φυτικά θρύμματα.



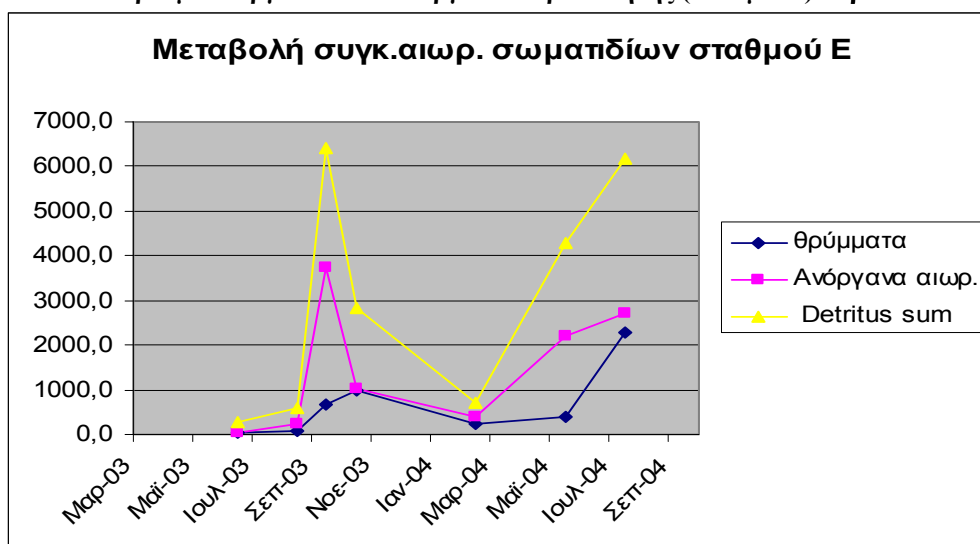
Εικόνα 60: Αιωρούμενα οργανικά στερεά (θρύμματα φυτικά) στήλης στους σταθμούς λίμνης την περίοδο Μαρτίου 2003-Σεπτεμβρίου 2004.

Επίσης οι συνθήκες του 2003 μέχρι την έναρξη των βροχών δεν ευνόησε την μεγάλη παρουσία αιωρούμενων υλικών στη στήλη της λίμνης εν αντιθέσει με το επόμενο έτος που οι τιμές κατά μέσο όρο και κάθε μήνα ήταν αυξημένες. Ακολούθως καταγράφονται τα αποτελέσματα της οριζόντιας κατανομής μεταξύ των 4 σταθμών (D,E, M & S) αλλά και της κατακόρυφης κατανομής στη στήλη νερού στη μέση της λίμνης (σταθμός M) .

ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ



Εικ.61: Αιωρούμενα οργανικά και ανόργανα στερεά στήλης (σε τεμ/μ3) παράλιου σταθμού D.



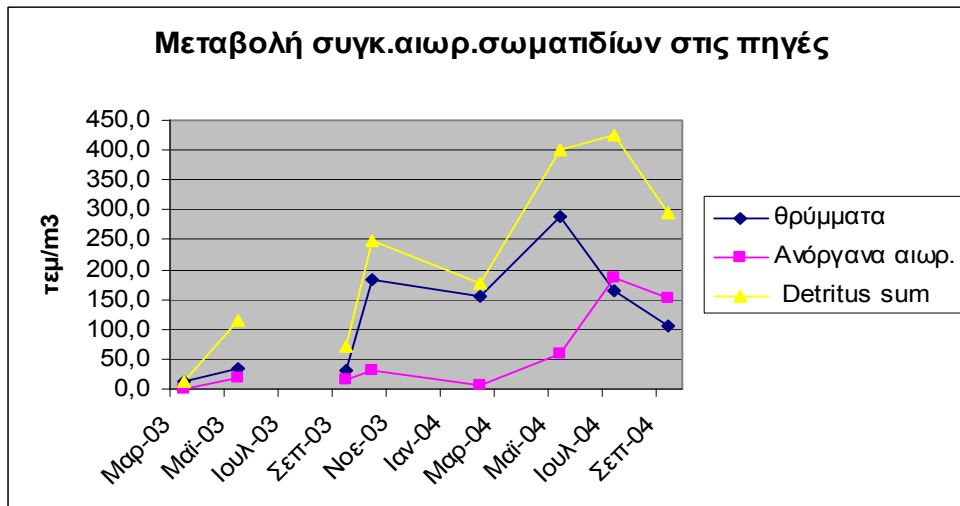
Εικ. 62: Αιωρούμενα οργανικά και ανόργανα στερεά στήλης (σε τεμ/μ3) παράλιου σταθμού E.

Από τις παραπάνω εικόνες 61-62 στην παράλιο ζώνη είναι εμφανής η συγκέντρωση των διάφορων φερτών στη περιοχή αυτή που γειτνιάζει με την χέρσο.

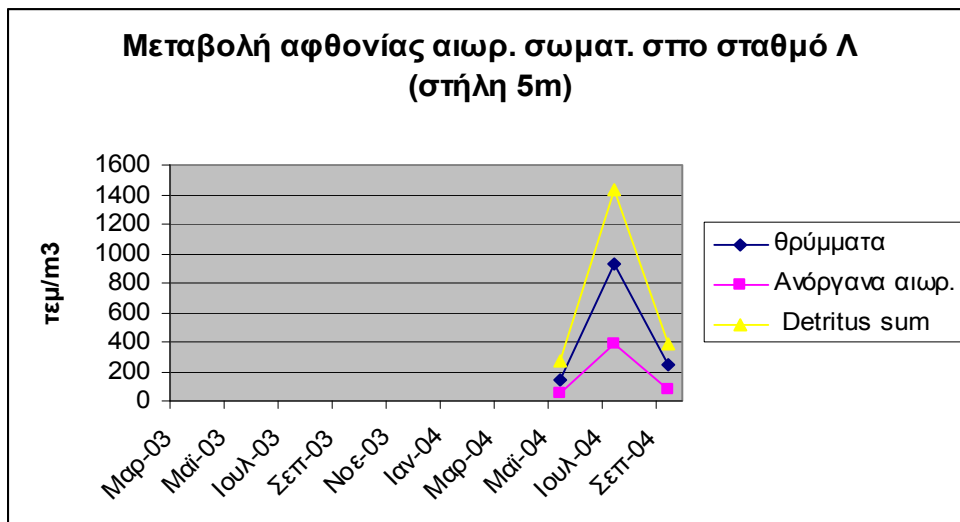
Στις πηγές φαίνεται να μειώνονται τα φυτικά έναντι των ανόργανων μετά την μέγιστη τιμή τον Μάιο του 2004 (εικόνα 63).

Στη στήλη του κέντρου της λίμνης (Μ ή Λ) που θεωρήθηκε ο αντιπροσωπευτικός σταθμός για το σύνολο της λιμνικής ζώνης παρατηρούμε στις εικόνες την κατάσταση των αιωρούμενων μέσω των δειγμάτων από σύρσεις σε 3 διαφορετικά βάθη 5 ή 10m, 15m & 17-22m (δηλ. το σύνολο της στήλης ανάλογα με την επικρατούσα στάθμη της λίμνης την κάθε εποχή).

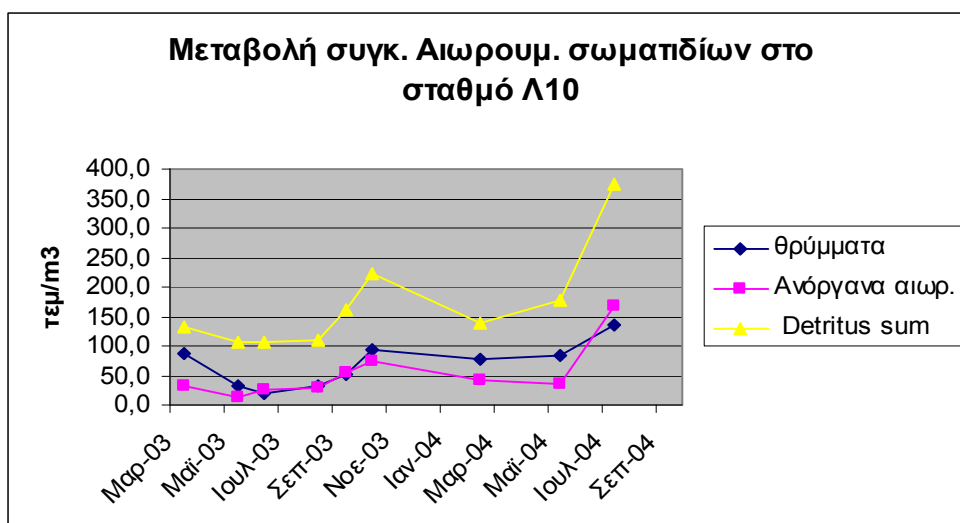
ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ



Εικόνα 63 :Αιωρούμενα οργανικά και ανόργανα στερεά στήλης (σε τεμάχια/μ3) σταθμού πηγών.

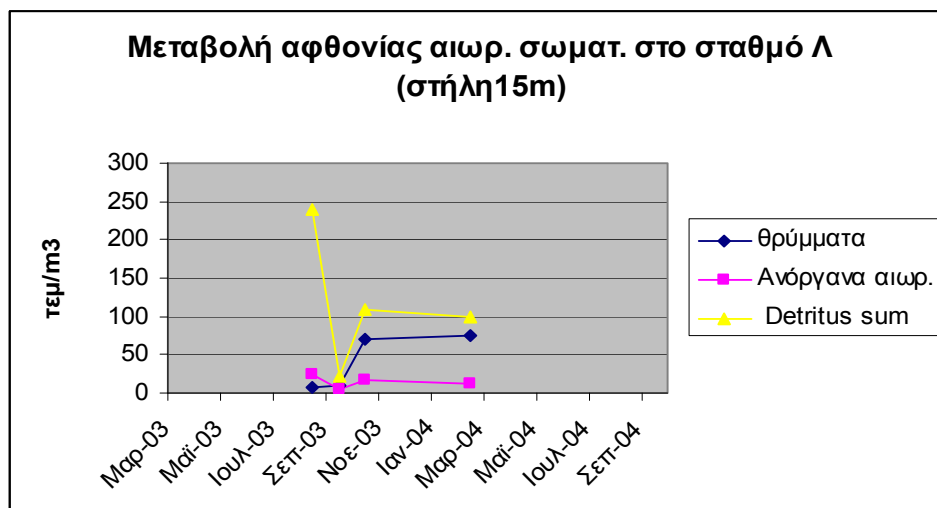


Εικόνα 64:Αιωρούμενα οργανικά και ανόργανα στερεά στήλης 5 m σταθμού Μ (ή Λ) .

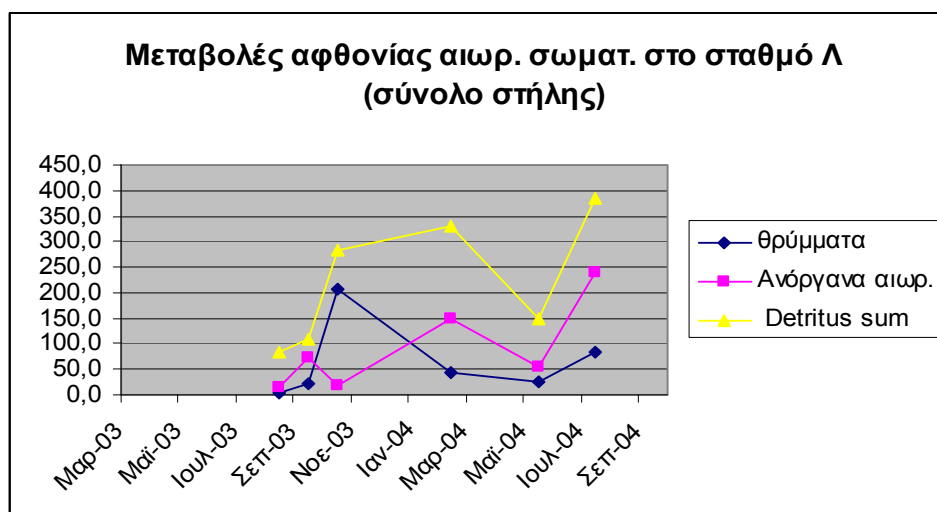


Εικόνα 65:Αιωρούμενα οργανικά και ανόργανα στερεά στήλης 10 m σταθμού Μ (ή Λ) .

ΑΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ



Εικόνα 66: Αιωρούμενα οργανικά και ανόργανα στερεά στήλης 15 m σταθμού Μ (ή Λ) .



Εικόνα 67: Αιωρούμενα οργανικά και ανόργανα στερεά στο σύνολο στήλης σταθμού Μ (ή Λ) .

Από τις 4 παραπάνω εικόνες διακρίνεται η υπερσυγκέντρωση των φερτών στο επιφανειακό στρώμα κύρια των 5 πρώτων μέτρων. Στα δείγματα μεγαλύτερου βάθους στήλης (10m, 15m και άνω) οι τιμές αφθονίας τους μειώνονται σημαντικά από τα 1400 περίπου στα 400-450 τεμάχια /m³.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ (ΜΕΡΟΣ Β)

Β. ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η ποιοτική και ποσοτική σύνθεση του φυτοπλαγκτού μιας λίμνης είναι συνάρτηση των ποικίλων αλληλεπιδράσεων μεταξύ αβιοτικών και βιοτικών περιβαλλοντικών παραγόντων. Ο βαθμός απόκρισης κάθε φυτοπλαγκτονικού είδους στο πλέγμα αυτών των αλληλεπιδράσεων καθορίζει τελικά την εποχιακή εμφάνιση και την πληθυσμιακή αύξησή του καθώς και το ποιο είδος τελικά θα επικρατήσει την δεδομένη στιγμή, θέση και εποχή. Οι φυσικοί (αβιοτικοί) παράγοντες που περιγράφηκαν αναλυτικά προηγουμένως και οι βιοτικοί, όπως ο βαθμός βόσκησης του πλαγκτού κι ο παρασιτισμός, δρουν με επιλεκτικό τρόπο κύρια στα πιο ανταγωνιστικά είδη.

Οι μεταβολές της σύνθεσης και της σχετικής αφθονίας των φυτοπλαγκτονικών ειδών της λίμνης έχουν συχνά, σύντομο ή ετήσιο χαρακτήρα και γενικά παρατηρείται να έχουν μία κυκλική διακύμανση ετήσια ή πολυετή κατ'αντιστοιχία με κυκλικά κλιματολογικά φαινόμενα. Η κατάσταση αυτή όμως μπορεί να ανατραπεί όποτε συμβαίνουν σημαντικά γεγονότα και αλλαγές, που μεταβάλλουν την μορφολογία της λίμνης ή τον ρυθμό εισροής θρεπτικών αλάτων από ανθρώπινες δραστηριότητες.

Μεταβολές στην σύνθεση και αφθονία επίσης μπορεί να παρατηρούνται και στον χώρο, ιδιαίτερα σε μεγάλης έκτασης λιμναία οικοσυστήματα. Στην λίμνη του Κουρνά όμως, παρότι διαθέτει μικρή έκταση παρατηρούνται διαφορές στον χώρο κύρια λόγω της ιδιόμορφης εισροής και απορροής υδάτων μέσω υποβρύχιων πηγών και καταβοθρών αλλά και της γεωμορφολογίας της που χαρακτηρίζεται από μία περιορισμένη παράλια ζώνη σε σχέση με τον συνολικό όγκο νερού. Υπολογίστηκε ότι η ζώνη αυτή αντιστοιχεί στο 4% περίπου του συνολικού υδάτινου όγκου και στο 23% περίπου της συνολικής υδάτινης έκτασης των 580 στρεμμάτων (κατά την πλήρη φόρτιση της λίμνης). Την περίοδο της ξηρασίας όμως, η λίμνη παρουσιάζει πτώση στάθμης μεγαλύτερη των 5m, οπότε η έκταση της παράλιου ζώνης περιορίζεται σημαντικά σε ποσοστό περίπου 5% της αρχικής συνολικής έκτασης (δηλ. μείωση κατά 78% περίπου).

Πρόσφατα μάλιστα η υπερύψωση του μικρού φράγματος (στο σημείο εκροής στη βόρεια όχθη) με πρόχειρη επιχωμάτωση περίπου κατά 1-1,5m, αύξησε αντίστοιχα την συνολική διακύμανση της στάθμης. Το γεγονός αυτό παίζει καθοριστικό ρόλο στα

αβιοτικά και βιοτικά χαρακτηριστικά της και κυρίως στο βένθος της παράλιου ζώνης (Νταουλάς και συν. 1987, Mezquita & Miracle 1997), το μεγαλύτερο μέρος της οποίας αποκαλύπτεται και σχηματίζει μία ξηραϊνόμενη ζώνη. Η μεγαλύτερη έκταση της αποκαλυπτόμενης παραλίας εντοπίζεται στο βόρειο και ανατολικό τμήμα της λίμνης κύρια που οι κλίσεις της όχθης είναι ομαλές.

I. ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη επιχειρεί να καταγράψει, μεταξύ άλλων, τις αποκρίσεις του φυτοπλαγκτού στην εκάστοτε ετερογένεια ή ομοιογένεια που παρατηρείται εποχιακά στη λίμνη, είτε σε οριζόντιο επίπεδο (θέση πηγών, μέσο λίμνης, παράλιες θέσεις με ανθρώπινη επίδραση ή όχι), είτε σε κατακόρυφο (επιφανειακό στρώμα, μεσόνερα και στρώμα πάνω από πυθμένα). Οι ασυνέχειες αυτές σε κατακόρυφο επίπεδο κατά τον Reynolds (1984) μπορούν να διατηρούνται για ώρες (σε σχέση με το φως) ή και για μέρες (σε σχέση με τα διαθέσιμα θρεπτικά).

Παράλληλα η γνώση των χαρακτηριστικών των φυτοπλαγκτονικών πληθυσμών μιας λίμνης, που αποτελούν, ως αυτότροφοι οργανισμοί, την βάση ενός βιολογικού συστήματος συμβάλλει σημαντικά στην γνώση των τροφικών αλυσίδων και πλεγμάτων που αναπτύσσονται σ' αυτήν. Ακόμη η τελική διασύνδεση των πλεγμάτων αυτών με τους κορυφαίους καταναλωτές όπως η ιχθυοπανίδα αλλά και παραπέρα με την υδρόβια ορνιθοπανίδα και τον άνθρωπο σαν μέρη του συστήματος μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στην συμπλήρωση των κομματιών του διαχειριστικού puzzle μιας μικρής και συνεπώς ευαίσθητης φυσικής λίμνης με ολοένα αυξανόμενη τουριστική και οικιστική πίεση.

2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΥ

2.1. Σύνθεση & Κατάλογος ειδών

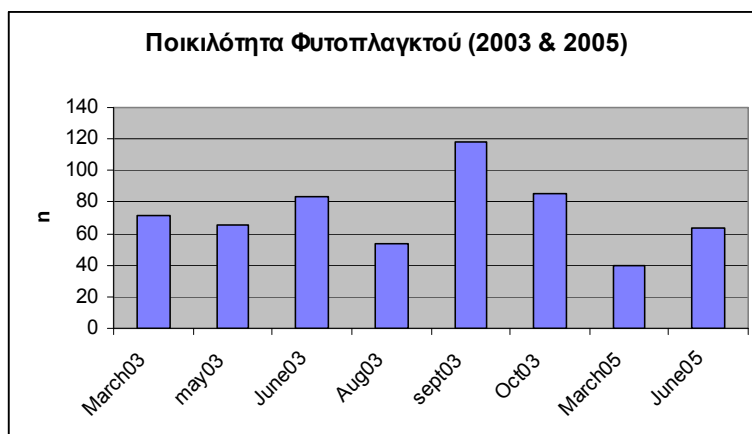
Στον πίνακα 1 του παραρτήματος I, δίνεται ο κατάλογος των ειδών που αναγνωρίστηκαν από τα δείγματα φυτοπλαγκτού κατά την περίοδο από άνοιξη 2003-

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΠΛΑΓΚΤΟΝ (ΜΕΡΟΣ Β)

καλοκαίρι 2005. Στον κατάλογο περιλαμβάνονται είδη με ολικό πλαγκτονικό τρόπο ζωής που κατατάσσονται στο Ολοπλαγκτόν, είτε με μερικό, το Μεροπλαγκτόν της λίμνης. Ακόμη περιλαμβάνει βενθικά φύκη, όπως τα Διάτομα της οικογένειας Pennales και τα Χλωροφύκη της οικογένειας Desmidiaceae, που παρασύρονται από το φυσικό περιβάλλον τους εξ αιτίας καιρικών συνθηκών (π.χ κυματισμός, βροχοπτώσεις), είτε λόγω ανάδευσης που προκαλούσε ο δειγματολήπτης κατά την εργασία πλησίον του πυθμένα.

Συνολικά βρέθηκαν 118 taxa πλαγκτικών και βενθικών φυκών (εικόνα 2.1), ο αριθμός των οποίων πιθανότατα να είναι μεγαλύτερος επειδή:

- 1^{ov}) σε αρκετά γένη δεν έγινε αναγνώριση των ειδών που περιέχουν και
- 2^{ov}) ορισμένος αριθμός ειδών μικρού μεγέθους περνά απαρατήρητος, αφού η πυκνότητά τους είναι κάτω από το όριο παρακολούθησης της μεθόδου καταμέτρησης



Εικόνα 2.1: Συνολική ποικιλότητα φυτοπλαγκτού στα δείγματα από φιάλη Niskin.

Κατά την διάρκεια των ετών 2003, 2004 και 2005 καταγράφηκαν 118 ταξινομικές μονάδες από τις οποίες τουλάχιστον οι 51 προέρχονται από την κλάση των Χλωροφυκών (Chlorophyceae), 31 των Διατόμων (Bacillariophyceae), 10 των Κυανοφυκών (Cyanophyceae), 7 των Δινοφυκών (Dinophyceae), 2 των Χρυσοφυκών (Chrysophyceae), 2 των Κρυπτοφυκών (Cryptophyceae), 1 των Ευγληνοφυκών (Euglenophyceae) και 1 των Ξανθοφυκών (Xanthophyceae).

Τα είδη που συνεισφέρουν σημαντικά στη βιομάζα του φυτοπλαγκτού του Κουρνά προέρχονται κύρια από την κλάση των Διατόμων (Centrales) και των Χλωροφυκών. Ειδικό ρόλο κατέχουν τα νηματοειδή φύκη των Zygnematales Συζυγών

Χλωροφυκών. Ορισμένες εποχές σημαντικό ρόλο παίζουν τα Δινοφύκη και τα Κρυπτοφύκη. Τέλος τα Ευγληνοφύκη και Ξανθοφύκη έχουν σποραδική εμφάνιση.

Από πλευράς αφθονίας κυρίαρχο ρόλο παίζουν τα Διάτομα και ορισμένες εποχές τα Κυανοφύκη και τα Χλωροφύκη.

2.2 Φυτοπλαγκτόν διχτυού και νανοφυτοπλαγκτόν.

Οι φυτοπλαγκτικοί οργανισμοί έχουν διαιρεθεί σε νανοπλαγκτόν (nanoplankton) και φυτοπλαγκτόν διχτυού (netplankton) βάσει των κλάσεων μεγέθους (Reynolds 1984). Όμως μεταξύ των ερευνητών χρησιμοποιήθηκε διαφορετικό όριο διάκρισης που κυμαίνεται από διαστάσεις 15-80μm για τις 2 αυτές κατηγορίες, γεγονός που δημιουργεί προβλήματα στην σύγκριση των αποτελεσμάτων διαφορετικών φυτοπλαγκτικών ερευνών.

Μάλιστα το όριο των 20μm, έχει ιδιαίτερη σημασία εφ'όσον σχετίζεται με κάποια διάσταση του οργανισμού, δεδομένου ότι δυνητικά καθορίζει τροφική σχέση με τους ζωοπλαγκτονικούς οργανισμούς του οικοσυστήματος. Επομένως εξετάζοντας συνολικά τις διαστάσεις των ειδών γνωρίζουμε ότι

1^{ov}) τα μικρά φύκη δηλ. όσα έχουν την μεγαλύτερη διάστασή τους κάτω των 20 μm, είναι θηρεύσιμα από το ζωοπλαγκτό (Sommer 2001, Τσέκος και συν.1992, Μουστάκα 1988) και

2^{ov}) τα είδη που έχουν τη μεγαλύτερη διάστασή τους, κάτω από 50 μm, αλλά τις υπόλοιπες διαστάσεις κάτω από 20 μm, είναι δυνητικά θηρεύσιμα από ζωοπλαγκτικά είδη (Μουστάκα 1988)

Συνεπώς έχει μεγάλη σημασία η γνώση των διαστάσεων των επιμέρους taxa προκειμένου να εκτιμηθούν οι τροφικές σχέσεις μέσα στο εξεταζόμενο οικοσύστημα. Τα όρια των διαστάσεων των κυττάρων, των νημάτων, των αποικιών και των αντίστοιχων κυτταρικών όγκων για όσα taxa έγινε δυνατή η ταυτοποίηση και η καταμέτρησή τους στα πλαίσια της μικροσκοπικής ανάλυσης, παρατίθενται στο Πίνακα 2 του Παραρτήματος I της παρούσας διατριβής.

2.3 Περιγραφή ειδών κατά ομάδα

2.3.1 Κυανοφύκη (Cyanophyta)

Κατά την εργασία αυτή παρατηρήθηκαν είδη Κυανοφυκών με διάφορες μορφές όπως καυοειδή (*Gomphosphaeria sp.*, *Chroococcus sp.*), νηματοειδή (*Aphanizomenon spp.*) κ.ά. Τα πλέον όμως χαρακτηριστικά περιγράφονται ακολούθως:

1. *Aphanizomenon sp.* ετεροκύστεις και αζωτοδέσμευση

Το πλέον χαρακτηριστικό είδος κυανοφύκους που εντοπίστηκε ήταν άτομα *Aphanizomenon sp.* με τις χαρακτηριστικές ετεροκύστεις του. Είναι γνωστό ότι η ικανότητα των κυανοφυκών να δεσμεύουν το N και μάλιστα στα σημεία των ετεροκύστεων, σε αερόβιες συνθήκες, τα καθιστά ιδιαίτερα σημαντικό παράγοντα στη δέσμευση ατμοσφαιρικού N, την περίοδο της έλλειψης ανόργανου αζώτου (Αναγνωστίδης 1978). Από μέτρηση ικανού αριθμού κυττάρων από νήματα του είδους, βρέθηκε ότι το 6.5-7% του αριθμού των βλαστητικών κυττάρων συνιστούν ετεροκύστεις.

Το είδος εντοπίστηκε στα περισσότερα δείγματα της λιμνικής ζώνης (2M0, 3M0, 4Mmax, 5M0, 11M0, 11M7, 11Mmax, 11Kmax), της παράλιου (3D0, 4D0, 4Dmax, 5D0, 5E0, 11 E0, 12 E0, 12D0), των πηγών (1Smax, 4Smax, 5S0) και σε όλη την στήλη νερού με προτίμηση τα επιφανειακά νερά.

2. Το αποικιακό *Merismopedia sp.*

Άτομα του είδους *Merismopedia sp.* εμφανίστηκαν κύρια την περίοδο Μαρτίου & Ιουνίου 2005 και στις 3 περιοχές της λίμνης. Στην παράλιο ζώνη απαντά και στους δύο σταθμούς E, D στο επιλίμνιο ή υπολίμνιο (δείγματα 11E0, 11Dmax). Στην λιμνική ζώνη απαντά σ'όλη την στήλη (11M0, 11M7, 11Mmax, 11Kmax, 12M0, 12Mmax). Κατά το 2003 παρατηρήθηκε μόνο τον Αύγουστο του 2003 στην παράλιο ζώνη και στον σταθμό D (δείγμα 3D0).

3. Το αποικιακό *Microcystis sp.*

Το είδος *Microcystis sp.* που ομοιάζει με το είδος *Microcystis aeruginosa* που είχε εντοπιστεί στην λίμνη κατά το παρελθόν (Βαλλιάνος και συν. 1987) στην παρούσα μελέτη καταγράφηκε σε ελάχιστα δείγματα και σε μικρή αφθονία. Η παρουσία του

εντοπίστηκε σε μεμονωμένα δείγματα της παραλίου ζώνης (4Dmax, 12E0) της λιμνικής (2M0) και των Πηγών (11Smax) σε διαφορετικές εποχές .

4. Το νηματοειδές *Oscillatoria sp.*

Άτομα από το είδος *Oscillatoria sp.* εντοπίστηκαν κυρίως στα παράλια νερά (1D5, 2Dmax, 4D0, 4Dmax, 5E0, 12D0, 12E0) και τις πηγές (0Smax, 1S7,2 2S0, 3S0,5S0). Επίσης σε μικρότερες ποσότητες στην λιμνική ζώνη (0M0, 0Mmax, 2M0, 3Mmax, 4Mmax) το 2003 και το 2005.

5. Τα καψοειδή *Chroococcus spp.*

Τα μικροσκοπικά αυτά είδη ήταν παρόντα σε διαφορετικές αφθονίες και σε καψοειδείς μορφές που περιείχαν 2-4 κύτταρα κατά κανόνα. Επικρατούσε σχεδόν πάντα το είδος με τα δύο (2) κύτταρα μέσα στην κάψα.

Στο παράρτημα ΙΙ, παραθέτονται φωτογραφίες των πιο χαρακτηριστικών ειδών της ομάδας.

2.3.2 Διάτομα (*Bacillariophyta*)

Στην λίμνη Κουρνά η μελέτη των Διατόμων κατέγραψε τουλάχιστον 2 είδη της πρώτης τάξης που έχουν περιγραφεί αναλυτικά από τους John & Economou-Amilli (1990, 1991). Το πρώτο είναι το ενδημικό *Cyclotella cretica*, μικρότερο σε μέγεθος με $\delta=3-22$ μm και περιγράφεται αναλυτικά στην πρώτη εργασία των παραπάνω συγγραφέων.

Το δεύτερο χαρακτηριστικό είδος της τάξης αυτής φυκών στη λίμνη είναι το κοσμοπολιτικό *Cyclotella distinguenda*. Το είδος αυτό εμφανίζει μεγαλύτερες διαστάσεις ($\delta=7-30$ μm) σύμφωνα με την αναλυτική περιγραφή των John & Economou-Amilli (1991) και εμφανίζεται ως κυρίαρχο φυτοπλαγκτόν στα δείγματα του Ιουλίου 1984. Ακόμη στην εργασία αυτή αναφέρεται ένας χαρακτηριστικός βιολογικός κύκλος του είδους με 2 μορφότυπους, ο ένας με μέση διάμετρο δίσκου θήκης τα 11 μm και ο άλλος με 22 μm . Το φαινόμενο αυτό εντοπίστηκε και στην παρούσα μελέτη. Όμως επειδή η μικροσκοπική παρατήρηση δεν επέτρεπε τον διαχωρισμό των μεγάλων ατόμων του πρώτου είδους από τα μεσαίου μεγέθους άτομα του δεύτερου είδους, οι καταμετρήσεις των Centrales ομαδοποιήθηκαν σε 3 εύρη μεγέθους, σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα .

Πίνακας 1 : Ομαδοποίηση ατόμων πληθυσμών της τάξης Centrales (*Cyclotella spp.*) στον Κουρνά.

Διαστάσεις Centrales	h μm	h μm	d μm	d μm	d μm
<i>C.cretica</i> ($d < 7$)	1.5	2.5	4	7	---
<i>C.cretica</i> / <i>C.distinguenda</i> ($8 < d < 19$)	2.5	4.5	8	10	17
<i>C.cretica</i> / <i>C.distinguenda</i> ($d > 19$)	6.2	6.5	19	20	21

Επίσης καταγράφηκαν πάνω από 25 είδη της τάξης των Pennales (βλ.πίνακα 1 του Παραρτήματος Ι). Η προηγούμενη πλαγκτονική έρευνα που είχε διενεργηθεί από τους Βαλλιάνο και συν. (1987) και περιλάμβανε 3 εποχιακές δειγματοληψίες την περίοδο 1984-1985, είχε καταγράψει 8 είδη (*Achnanthes spp.*, *Amphora ovalis*, *Cymbella spp.*, *Diatome vulgaris*, *Gomphonema olivaceum*, *Mastogloeia cf.smithii*, *Rhicosphaenia curvata*, *Synedra ulna*) συν τα 2 είδη της *Cyclotella* που προσδιορίστηκαν αργότερα από το ίδιο υλικό, (John & Economou-Amilli 1990,1991). Θεωρούμε ότι όλα τα παραπάνω είδη εντοπίστηκαν και στην παρούσα μελέτη.

Στο παράρτημα ΙΙ , παραθέτονται φωτογραφίες των πιο χαρακτηριστικών ειδών της ομάδας.

2.3.3 Χλωροφύκη (*Chlorophyta*)

Η ομάδα των Χλωροφυκών αποτέλεσε την πολυπληθέστερη από άποψη ποικιλότητας , χωρίς να επικρατούν συγκεκριμένα είδη. Αυτό αποτέλεσε τη βασική δυσκολία στον προσδιορισμό των περισσότερων taxa. Στον πίνακα 1 του Παραρτήματος καταγράφεται η παρουσία τους κατά σταθμό, εποχή και δειγματοληπτική μέθοδο.

Σαν ομάδα επικρατούν την εαρινή και θερινή κυρίως περίοδο ή μετά από βροχοπτώσεις στην αρχή του υδρολογικού έτους (Σεπτέμβριο-Οκτώβριο).

Από την Κλάση των Chlorophyceae, ξεχώρισαν είδη όπως το *Dictyosphaerium sp.* της οικογένειας Dictyosphaeriaceae (πιθανόν το *D. pulchellum* που είχε εντοπίσει και

η ομάδα Βαλλιάνου (1987) και του είδους *Tetraedron sp.* (πιθανόν το *T.minutum*) της οικογένειας των Chlorococaceae από την Τάξη των Chlorococcales. Από την τάξη επίσης των Chlorococcales αναφέρουμε ένα «μεγαλόσωμο» είδος του γένους *Ankistrodesmus*, πιθανόν το είδος *A. falcatus* με μήκος μέχρι 80µm (βλ. φωτογραφία), ένα *Scenedesmus sp.* και δύο ακόμη απροσδιόριστου taxa. Από την Τάξη των Ulotrichales εντοπίστηκε ένα είδος *Ulothrix sp.* κύρια τους θερινούς μήνες μαζί με τα άλλα νηματοειδή χλωροφύκη. Από την τάξη των Volvocales, της ίδιας κλάσης παρατηρήθηκε κι ένα είδος *Chlamydomonas sp.*

Από την Κλάση των Bryopsidophyceae, εντοπίστηκαν 2 είδη Cladophora (πιθανότατα το ένα είναι το *Cl. glomerata*) από την υποοικογένεια Cladophoroideae και ένα *Rhizoclonium sp.* από την υποοικογένεια των Rhizoclonioideae. Τα πρώτα βρέθηκαν σε μεγαλύτερη συχνότητα και διάρκεια (σχεδόν τους περισσότερους μήνες του 2003 και τον χειμώνα του 2004).

Από την κλάση των Oedogoniophyceae, ξεχώρισε το είδος *Oedogonium sp.* τους χειμερινούς μήνες στις πηγές και παράλιο ζώνη και την άνοιξη του 2003 στην λιμνική ζώνη.

Τέλος από την χαρακτηριστική κλάση των Συζυγών Φυκών (Conjugatophyceae) έχουμε μεμονωμένα άτομα σχετικά σπάνια 2-3 taxa από την τάξη Desmidiales, με πιο χαρακτηριστικά τα *Cosmarium sp.*, *Closterium sp.*, ένα συγγενές που ομοιάζει πολύ με το *Closteriopsis longissium* και ένα ή δύο είδη Desmidium .

Επίσης ειδική μνεία απαιτείται για την ξεχωριστή παρουσία των taxa της *Spirogyra spp.*, *Mougeotia sp.* & *Zygnema sp.* που αποτελούν τα πλέον χαρακτηριστικά είδη της Τάξης των Zygnemales της εν λόγω Κλάσης. Τα είδη, λόγω της νηματοειδούς μορφής, μπορούσαν να συλλεχθούν και με το πλαγκτικό δίκτυο και έτσι τα είχαμε παρόντα στα δείγματα και με τις 2 μεθόδους δειγματοληψίας. Τα νηματοειδή χλωροφύκη των Zygnemales που αναπτύσσονται ως περίφυτο και αιωρούνται κάτω από προϋποθέσεις στη στήλη του νερού, τα συναντούμε συνέχεια με ελάχιστη παρουσία τον χειμώνα, αύξηση το καλοκαίρι και μείωση το φθινόπωρο. Οι μέγιστες τιμές αφθονίας παρατηρήθηκαν τον Αύγουστο στον σταθμό E (300 cells/m³) και τον Σεπτέμβριο στις πηγές (270 cells/m³). Η παρουσία τους είναι μικρή στη λιμνική ζώνη έναντι της

παραλίου, όπου υπάρχει υδρόβια βλάστηση σε μικρό βάθος. Στο παράρτημα II, παρατίθενται φωτογραφίες των πιο χαρακτηριστικών ειδών της ομάδας.

2.3.4 Δινοφύκη (Dinophyceae)

Η κλάση του αθροίσματος των Πυρροφυκών αποτελεί πολύ σημαντική ομάδα φυτοπλαγκτού στην λίμνη με πιο χαρακτηριστικό το είδος *Ceratium hirundinella*.

Επίσης σημαντική παρουσία των ειδών *Peridinium spp.* και σε αναλογίες με το *C. hirundinella* έχουμε στην λίμνη εποχιακά. Παρόντα είναι και άτομα των ειδών *Peridiniopsis sp.* και σπανιότερα άτομα *Gonyalax sp.* και *Gymnodinium sp.* Στο παράρτημα II, παραθέτονται φωτογραφίες των πιο χαρακτηριστικών ειδών της ομάδας.

2.3.5 Κρυπτοφύκη (Cryptophyceae)

Κατά την έρευνα, παρατηρήθηκαν σε διάφορα δείγματα φιάλης άτομα από τα είδη *Cryptomonas spp.* *Rhodomonas sp.* που παρουσίαζαν ιδιαίτερη ανάπτυξη τον Οκτώβριο του 2003.

2.3.6 Λοιπά Φύκη (Euglenophyceae, Xanthophyceae, Chrysophyceae)

Οι ομάδες αυτές είχαν μικρή παρουσία σε είδη και αφθονία καθ'όλο το διάστημα της μελέτης. Ξεχώρισαν τα είδη Χρυσοφυκών, *Chroomonas sp.*, *Chromulina sp.* και άλλο ένα είδος αποικιακό ομοιάζον με το *Synura sp.*

Τα μεμονωμένα είδη από την ομάδα των Euglenophyceae που παρατηρήθηκαν, πρέπει να ανήκουν στο γένος *Euglena*.

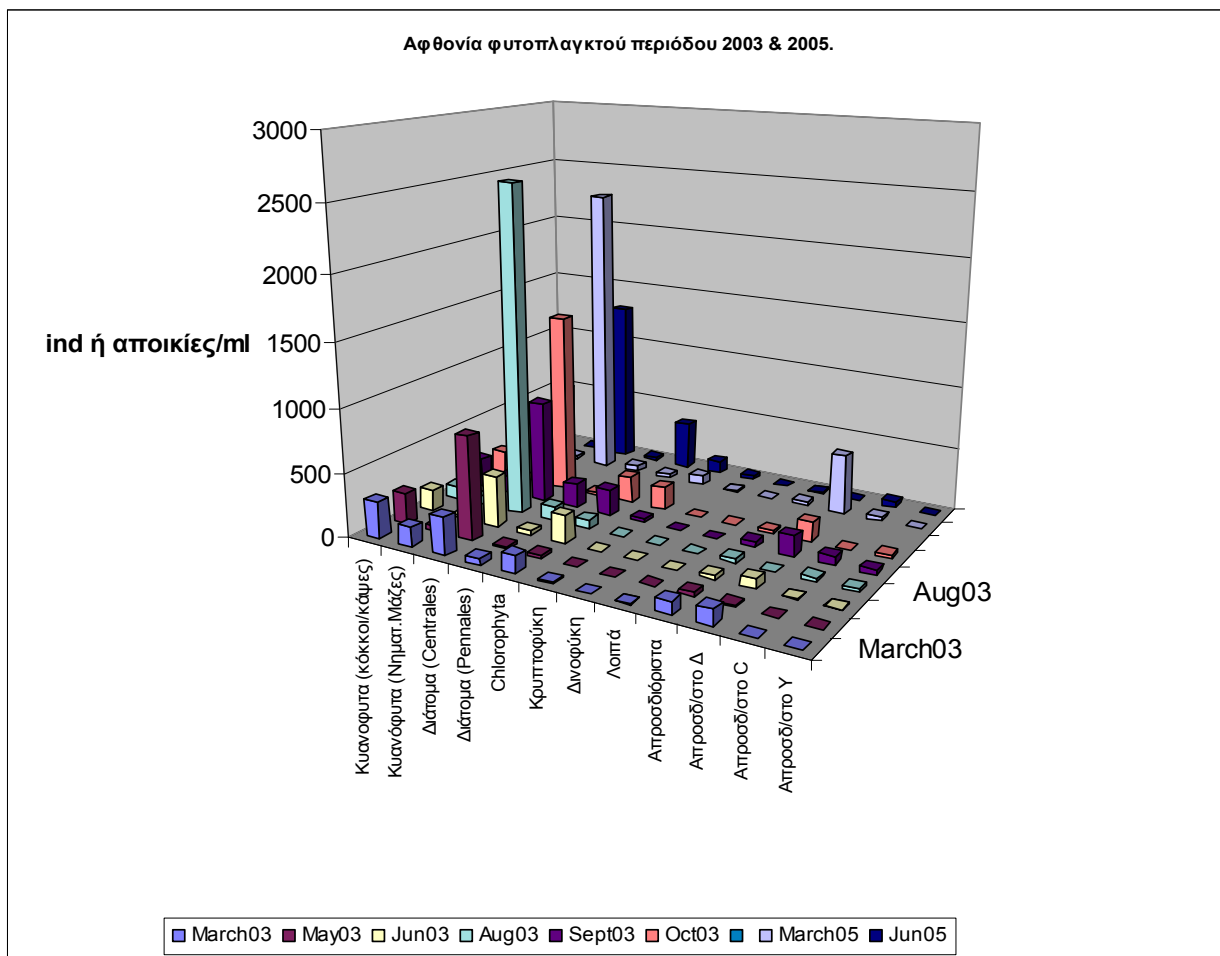
Τέλος με πολλές επιφυλάξεις παρατηρήθηκε ένα είδος που ομοιάζει στο ξανθοφύκος *Vaucheria sp.*

2.4 Αφθονία και βιομάζα

Η ποσοτική ανάλυση φυτοπλαγκτού στα δείγματα νερού φιάλης, οδήγησε κατά πρώτον στην εκτίμηση της αφθονίας (σε ind/ml δηλ. άτομα/ml ή αποικιακές μάζες κυανοφυκών/ml) των ομάδων που το απαρτίζουν στο χώρο και τον χρόνο και κατά δεύτερον της βιομάζας τους. Τα στοιχεία δίνονται αναλυτικά στους σχετικούς πίνακες αφθονίας και βιομάζας στο Παράρτημα της παρούσας μελέτης.

2.4 .1 Αφθονία

Στη παρακάτω εικόνα 2.2 δίνονται οι αφθονίες του φυτοπλαγκτού κατά οικογένεια ή/και τάξη όπου απαιτήθηκε.

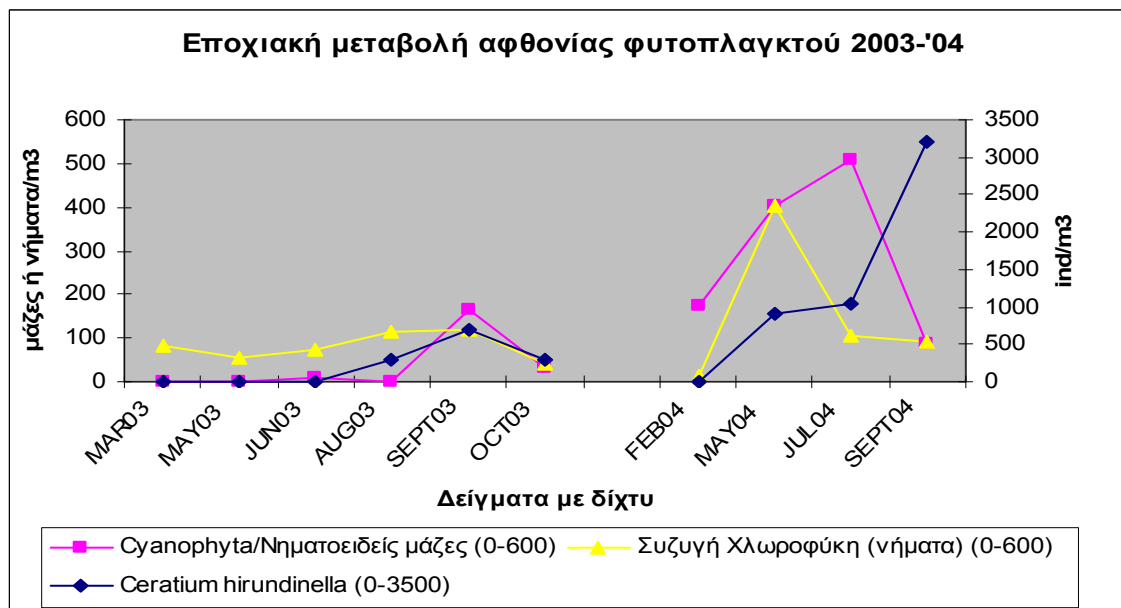


Εικόνα 2.2: Μέσες τιμές Αφθονίας ομάδων φυτοπλαγκτού το διάστημα 2003 & 2005 στα δείγματα φιάλης Niskin.

Η κυριαρχία των Διατόμων και λιγότερο των Κυανοφυκών είναι εμφανής έναντι των υπόλοιπων ομάδων σε επίπεδο αφθονίας για το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα των δειγματοληψιών. Η χωροχρονική κατανομή του φυτοπλαγκτού δίνεται ακολούθως για κάθε ομάδα ξεχωριστά.

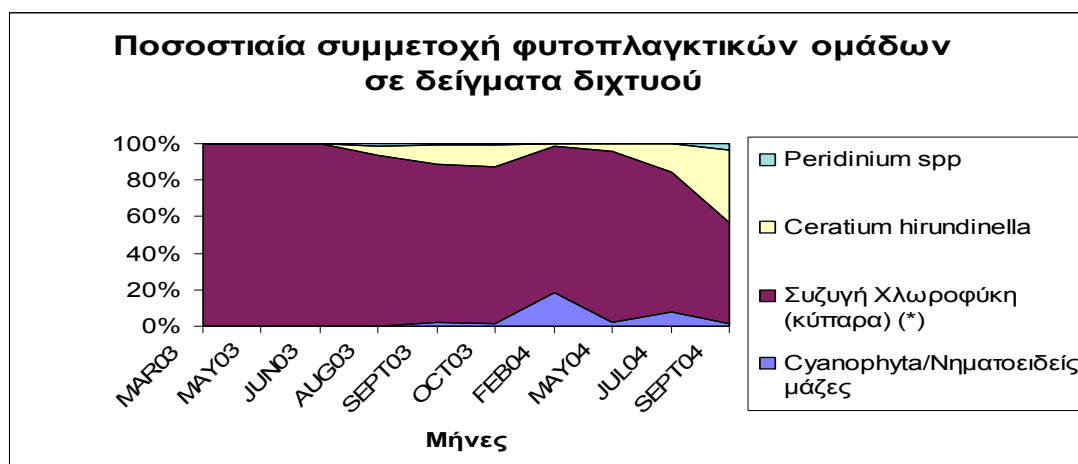
Στο δείγμα του διχτού που απουσιάζουν οι μικρότεροι σε διάμετρο οργανισμοί παρατηρείται σαφής μεταβολή στην αφθονία των 3 ομάδων φυτοπλαγκτού που ήταν δυνατόν να συλλεγούν, κατά τα έτη 2003 και 2004 (εικ. 2.3).

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΠΛΑΓΚΤΟΝ (ΜΕΡΟΣ Β)

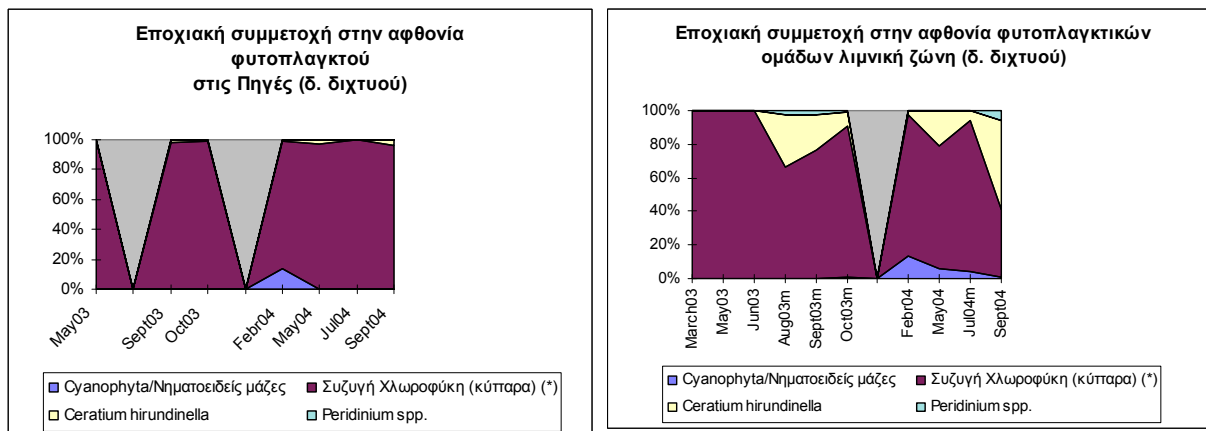


Εικόνα 2.3 : Διακύμανση φυτοπλαγκτικής αφθονίας σε δείγματα από πλαγκτικό δίκτυο.

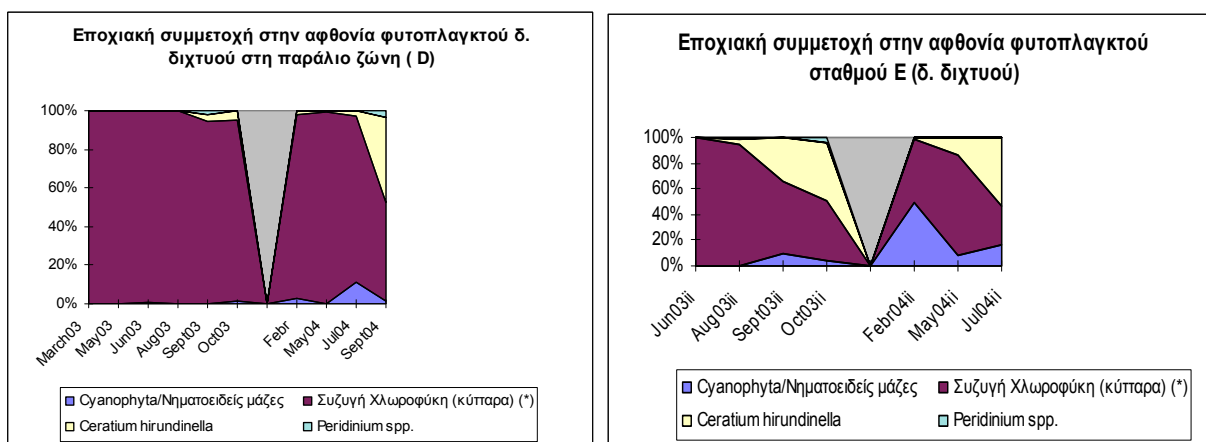
Η αφθονία αυτή (βάσει των μέσων μηνιαίων τιμών) σε ποσοστό συμμετοχής αποδίδεται με την εικόνα 2.4 για το σύνολο του πλαγκτικού δείγματος και τις ακόλουθες εικόνες 2.5 α,β,γ,δ για κάθε σταθμό (S,M,D,E) ξεχωριστά.



Εικόνα 2.4: Συμμετοχή % φυτοπλαγκτικών ομάδων με πλαγκτικό δίκτυο στο σύνολο λιμναίου χώρου.



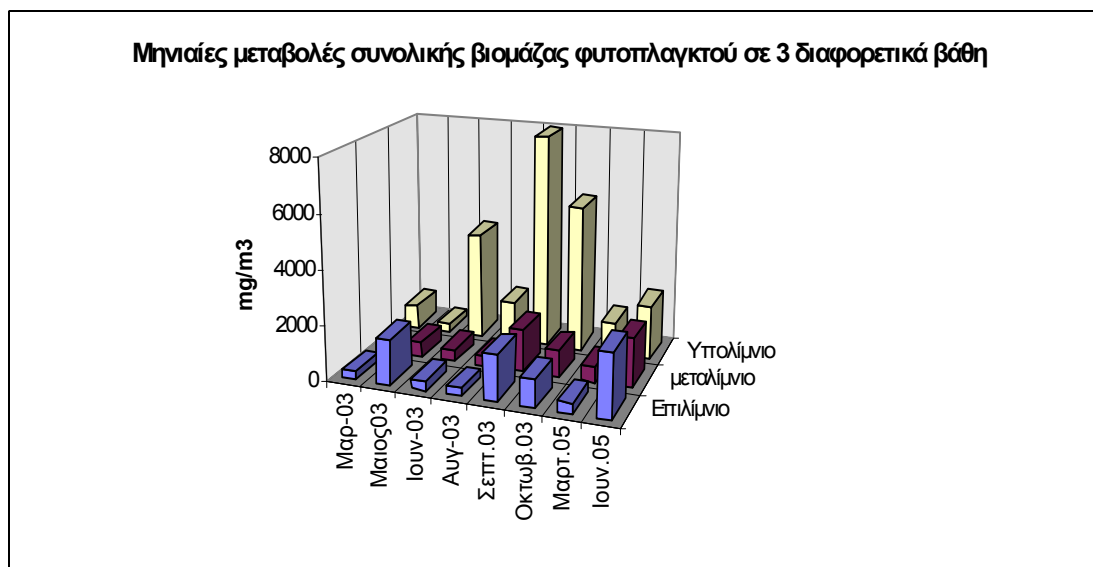
Εικόνα 2.5 α, β: Συμμετοχή συλληφθέντων ομάδων με πλαγκτικό δίχτυ α) στις Πηγές και β) στη λιμνική ζώνη.



Εικόνα 2.5 γ, δ: Συμμετοχή συλληφθέντων ομάδων με πλαγκτικό δίχτυ γ) στο σταθμό D και δ) στον Ε της παράλιου ζώνης.

2.4.2 Βιομάζα

Οι μηνιαίες μεταβολές της συνολικής βιομάζας φυτοπλαγκτού στα 3 στρώματα νερού που μελετήθηκαν μέσω δειγμάτων από φιάλη Niskin, παρουσιάζονται στην εικόνα 2.6.

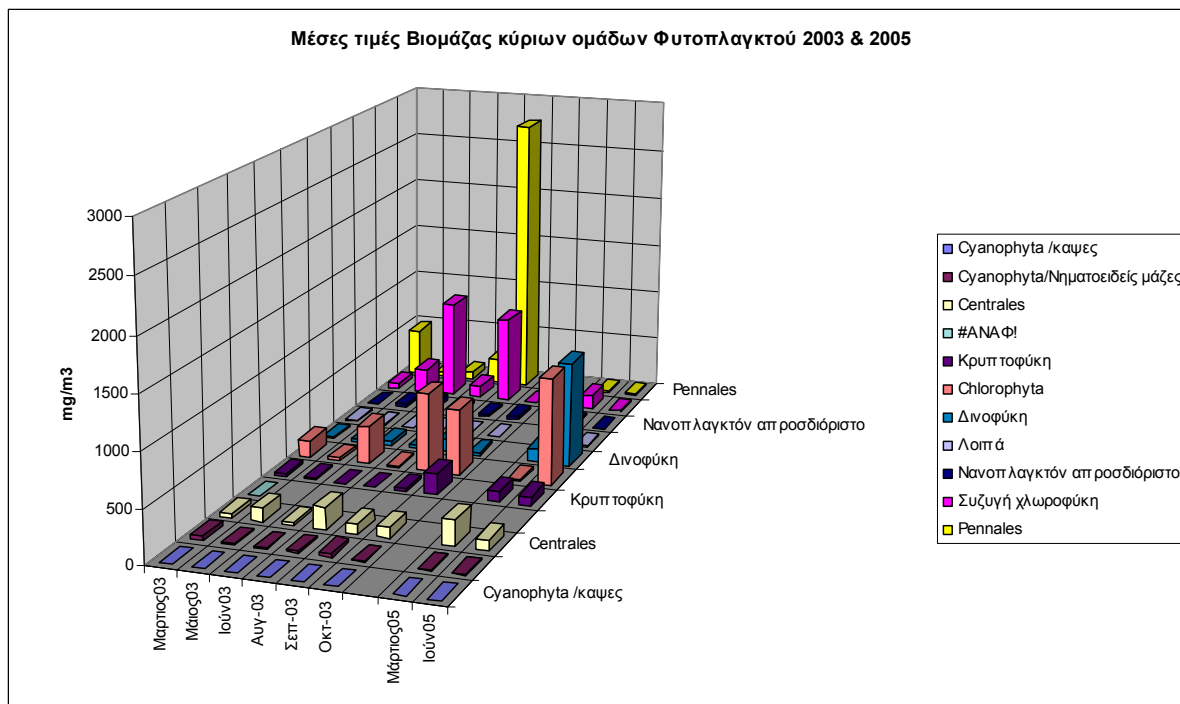


Εικόνα 2.6: Μέση τιμή βιομάζας φυτοπλαγκτού σε 3 επίπεδα βάθους που αντιστοιχούν στο επιλίμνιο, μεταλίμνιο και υπολίμνιο στη φάση στρωμάτωσης την περίοδο 2003 και 2005.

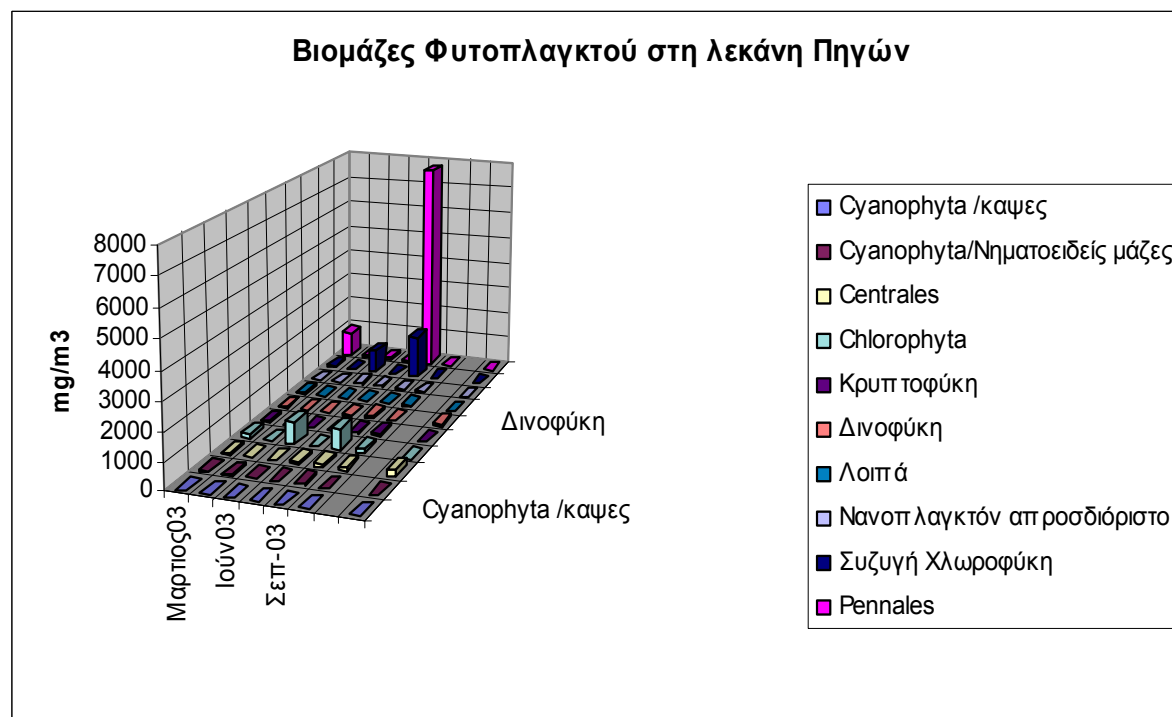
Το πρώτο στρώμα βρίσκεται σε βάθος (1/2-1m) και ισοδυναμεί με το επιφανειακό στρώμα, το δεύτερο σε ενδιάμεσα βάθη (5-7m) που αντιστοιχεί στα μεσόνερα και που ταυτίζεται με την ζώνη θερμοκλινούς την περίοδο της θερμικής στρωμάτωσης και το τρίτο σε βάθη (15-22m) που ταυτίζεται με το βαθύτερο κάθε φορά στρώμα, λόγω της εποχιακής αυξομειώσης της στάθμης της λίμνης. Σε γενικές γραμμές δηλαδή τα τρία αυτά στρώματα αντιπροσωπεύουν το επιλίμνιο, το μεταλίμνιο και το υπολίμνιο της λίμνης.

Επίσης στις ακόλουθες εικόνες 2.7 έως και 2.10 παρουσιάζονται οι μηνιαίες μεταβολές βιομάζας των σημαντικότερων ομάδων φυτοπλαγκτού στη στήλη της λίμνης για το διάστημα Μάρτιος 2003-Οκτώβριος 2003 και Μάρτιος 2005-Ιούνιος 2005. Στην εικόνα 2.7, δίνονται οι επιμέρους τιμές βιομάζας στο σύνολο της λίμνης (με βάση τις μέσες τιμές στο σύνολο των σταθμών) και στις εικόνες 2.8-2.9-2.10 χωρικά (κατά ζώνη σταθμών) για τα δείγματα φιάλης τύπου Niskin.

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΠΛΑΓΚΤΟΝ (ΜΕΡΟΣ Β)

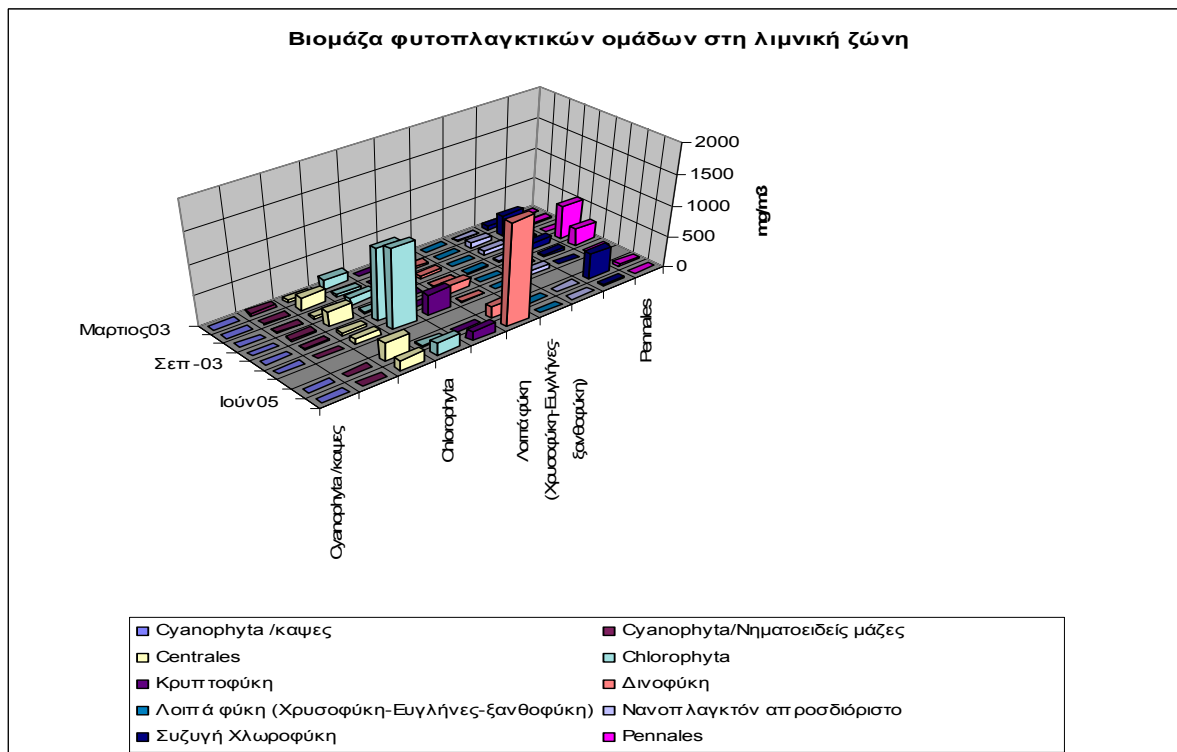


Εικόνα 2.7: Μέσες τιμές βιομάζας φυτοπλαγκτού το 2003 και 2005 (από δείγματα φιάλης Niskin).

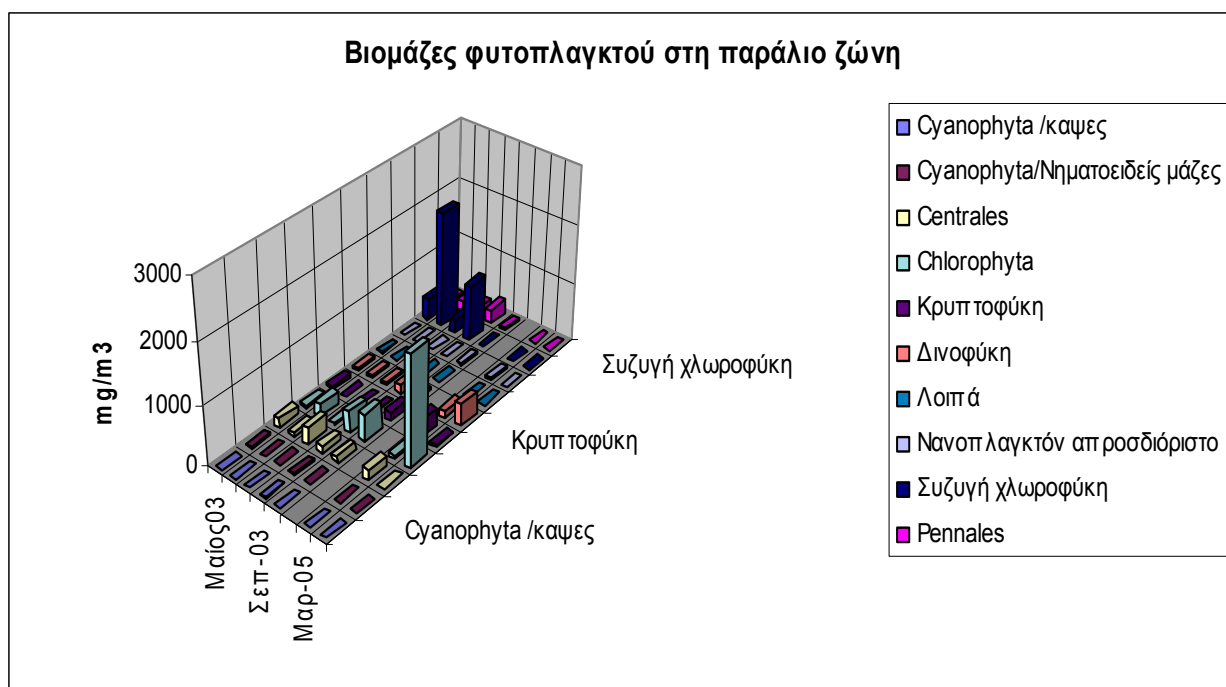


Εικόνα 2.8: Βιομάζα ομάδων φυτοπλαγκτού στις Πηγές (Μαρτ-Οκτ/2003 & Μάρτιος 2005).

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΠΛΑΓΚΤΟΝ (ΜΕΡΟΣ Β)



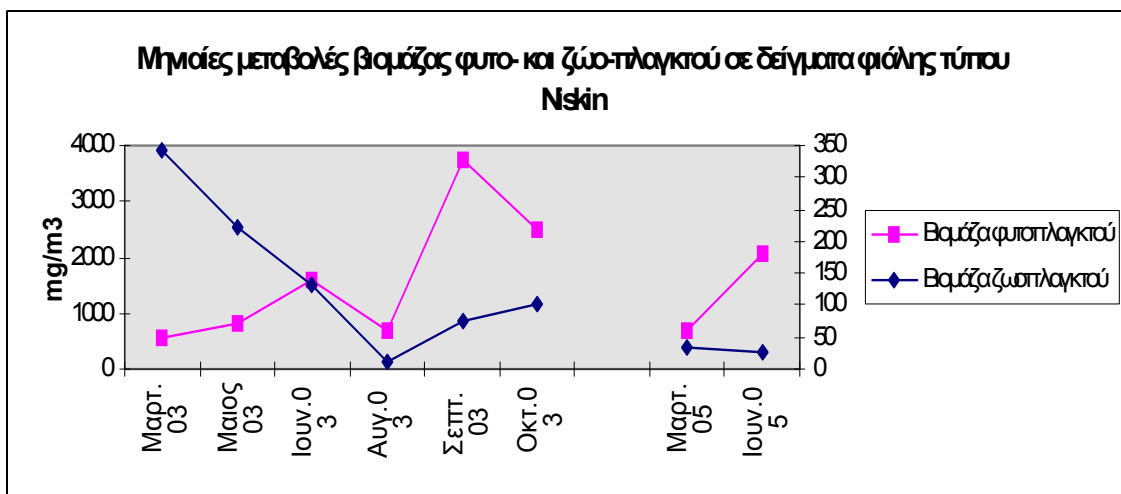
Εικόνα 2.9 : Βιομάζες ομάδων φυτοπλαγκτού στη λιμνική ζώνη την περίοδο 2003 και 2005.



Εικόνα 2.10: Βιομάζες ομάδων φυτοπλαγκτού στη παράλιο ζώνη την περίοδο 2003 και 2005.

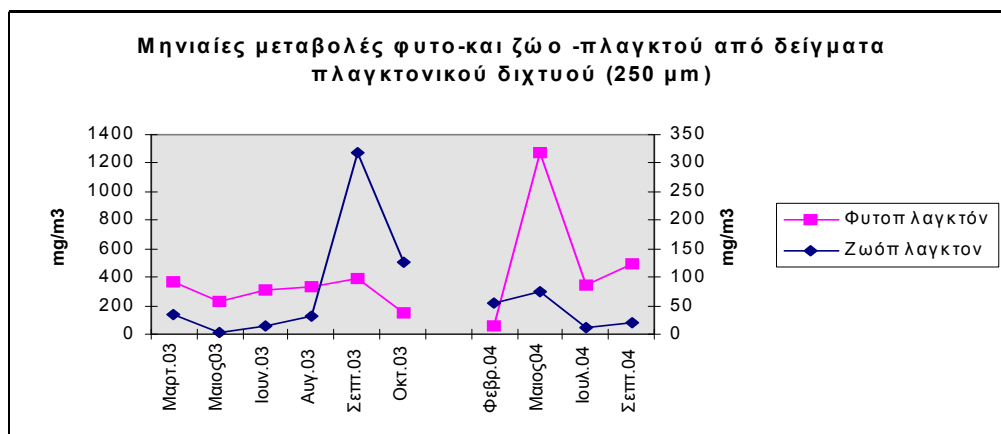
ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΠΛΑΓΚΤΟΝ (ΜΕΡΟΣ Β)

Η συνολική βιομάζα του φυτοπλαγκτού στα δείγματα που συλλέχθηκαν με την βοήθεια φιάλης τύπου Niskin, κυμάνθηκε από 552.6-3740 mg/m³ τον Μάρτιο και τον Σεπτέμβριο του 2003 αντίστοιχα, ενώ η βιομάζα του ζωοπλαγκτού από 12.5-342 mg/m³ τον Αύγουστο και τον Μάρτιο του 2003 αντίστοιχα (βλ. εικόνα 2.11).



Εικόνα 2.11: Διακύμανση πλαγκτικής βιομάζας σε δείγματα φιάλης τύπου Niskin.

Στην συνολική φυτοπλαγκτονική βιομάζα που καταγράφηκε με τη βοήθεια του πλαγκτικού δικτυού με άνοιγμα 250μm (δηλ. αρκετά μεγαλύτερη από την συνήθως χρησιμοποιούμενη των 50-100μm για σύλληψη φυτοπλαγκτού) περιλαμβάνονται ταξινομικές ομάδες α)νηματοειδών Κυανοφυκών, β) Νηματοειδών Συζυγών Χλωροφυκών (όπως η *Mougeotia sp.*, *Spirogyra sp.*, *Zygnema sp.*) ή άλλων λιγότερο άφθονων νηματοειδών Χλωροφυκών και γ) Δινομαστιγωτών (κύρια ατόμων του *Ceratium hirundinella* και ευμεγεθών ατόμων *Peridinium spp.*). Η συνολική βιομάζα αυτών κυμάνθηκε από 56.02-1278.15mg/m³ τον Φεβρουάριο και τον Μάιο του 2004 αντίστοιχα και από 143.61-386.76mg/m³ τον Οκτώβριο και Σεπτέμβριο του 2003 αντίστοιχα, με ενδιάμεσες τιμές τον Μάρτιο (364.3mg/m³) και τον Μάιο (233.6mg/m³) (βλ. εικόνα 2.12).



Εικόνα 2.12: Διακύμανση πλαγκτικής βιομάζας σε δείγματα από πλαγκτικό δίχτυ (αριστερός άξονας με τιμές για φυτοπλαγκτόν και δεξιός για ζωοπλαγκτόν).

2.4.3 Επικρατούντα είδη

Στην διάρκεια της μελέτης με την βοήθεια της φιάλης Niskin, που διήρκεσε από τον Μάρτιο 2003 έως τον Ιούνιο του 2005, τα επικρατούντα είδη και ομάδες φυκών ανήκαν στα Διάτομα, τα Χλωροφύκη και ιδιαίτερα στην τάξη των νηματοειδών Συζυγών Zygneemales (Conjugatorphyceae) και περιστασιακά στα Δινοφύκη.

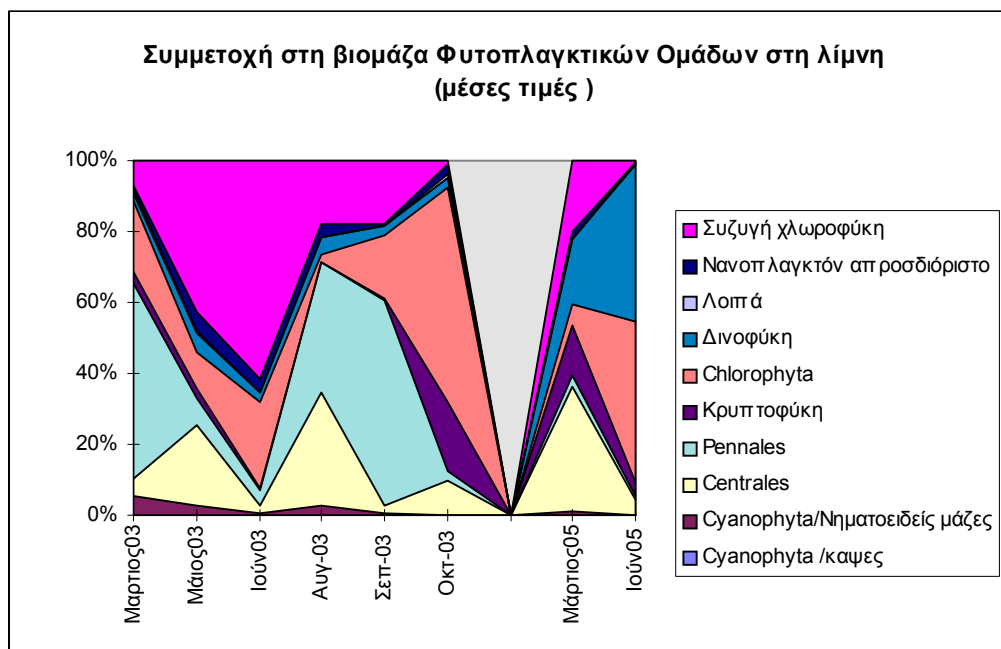
Η ποσοστιαία συμμετοχή των παραπάνω επιμέρους φυτοπλαγκτικών ομάδων στο σύνολο της λίμνης και την κάθε ζώνη χωριστά, βάσει των μέσων τιμών, αποδίδεται με τις ακόλουθες εικόνες 2.13 , 2.14, 2.15, 2.16.

Σύμφωνα με τις τιμές βιομάζας, τον Μάρτιο του 2003 επικρατούν τα Διάτομα των Pennales με συμμετοχή στη συνολική βιομάζα 55% περίπου και έπονται τα μικρά μονοκύτταρα Χλωροφύκη με 25% περίπου και τα Συζυγή νηματοειδή Χλωροφύκη με 10%. Τον Μάιο του 2003, επικρατούν τα Συζυγή νηματοειδή Χλωροφύκη (Zygneemales) με συμμετοχή 40% περίπου και έπονται τα μικρά Διάτομα των Centrales με 20% περίπου και τα υπόλοιπα μονοκύτταρα Χλωροφύκη με 10%. Τον Ιούνιο του 2003, επικρατούν τα Zygneemales Χλωροφύκη με συμμετοχή 60% περίπου και έπονται τα υπόλοιπα μονοκύτταρα Χλωροφύκη με 30%. Τον Αύγουστο του 2003, επικρατούν τα Διάτομα των Pennales με συμμετοχή 40% και έπονται τα μικρά Διάτομα των Centrales με 25% και τα Zygneemales Χλωροφύκη με 20% περίπου. Τον Σεπτέμβριο του 2003, επικρατούν τα Διάτομα των Pennales με συμμετοχή 55% περίπου και έπονται με 16% τα Zygneemales Χλωροφύκη και τα μονοκύτταρα Χλωροφύκη με 12%. Τέλος τον Οκτώβριο του 2003,

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΠΛΑΓΚΤΟΝ (ΜΕΡΟΣ Β)

επικρατούν τα μονοκύτταρα Χλωροφύκη με συμμετοχή 55% περίπου και έπονται τα Κρυπτοφύκη με 16% και τα Διάτομα Centrales με λιγότερο από 10%.

Τον Μάρτιο του 2005 επικρατούν τα Διάτομα Centrales με 30% περίπου και έπονται σχεδόν ισοδύναμα τα Zygnemales και τα Δινοφύκη με ποσοστά 19-20%. Σημαντική παρουσία εμφανίζουν και τα Κρυπτοφύκη με 13%. Τον Ιούνιο του 2005 αυξάνει θεαματικά το ποσοστό συμμετοχής των Δινοφυκών και επικρατούν με 40% περίπου και έπονται τα μονοκύτταρα Χλωροφύκη με 36% περίπου.



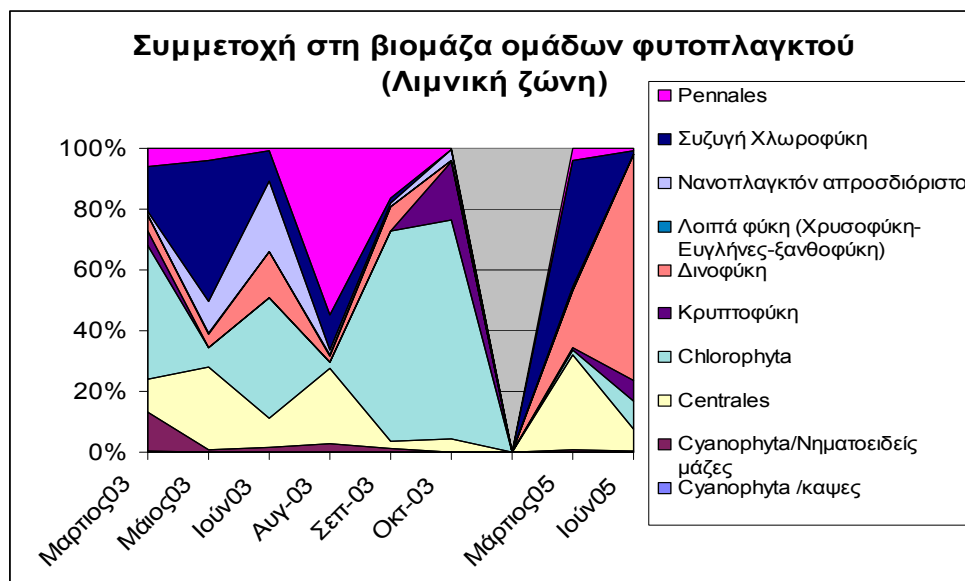
Εικόνα 2.13: Εποχιακή % συμμετοχή φυτοπλαγκτικών ομάδων στα δείγματα φιάλης Niskin

Στις επιμέρους θέσεις της λίμνης διακρίνουμε διαφοροποιήσεις όσον αφορά την συμμετοχή στην βιομάζα του φυτοπλαγκτού.

Κατά πρώτον στην λιμνική ζώνη τον Μάρτιο του 2003 επικρατούν τα μονοκύτταρα Χλωροφύκη με 37% περίπου και έπονται τα Zygnemales Χλωροφύκη με 13%, τα νηματοειδή Κυανοφύκη με 11% και τα Centrales Διάτομα με 9%. Τον Μάιο του 2003, επικρατούν τα Zygnemales Χλωροφύκη με 37% περίπου και έπονται τα Centrales με 15%. Αυτόν τον μήνα έχουμε ένα αξιοσημείωτο ποσοστό περίπου 7% απροσδιόριστων νανοπλαγκτικών οργανισμών που πιθανόν ανήκουν στα Χλωροφύκη, το ποσοστό των οποίων έχει μειωθεί στο 6%. Τον Ιούνιο του 2003, επικρατούν τα μονοκύτταρα Χλωροφύκη με 31% περίπου και έπονται σχεδόν ισοδύναμα τα Δινοφύκη με 11%, τα

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΠΛΑΓΚΤΟΝ (ΜΕΡΟΣ Β)

Zygnemales Χλωροφύκη με 10% και τα Centrales με 9%. Επισημαίνεται και πάλι το υψηλό ποσοστό (περίπου 20%) των απροσδιόριστων ναοπλαγκτικών οργανισμών. Τον Αύγουστο του 2003, επικρατούν τα μεγάλωσυμα Διάτομα των Pennales με 44% και έπονται τα μικρότερα Centrales με 20% και τα Zygnemales Χλωροφύκη με 11%. Τον Σεπτέμβριο του 2003, επικρατούν τα μονοκύτταρα Χλωροφύκη με 46% και έπονται τα Pennales με 15%. Τον Οκτώβριο του 2003, επικρατούν τα μονοκύτταρα Χλωροφύκη με 62% και έπονται τα Κρυπτοφύκη με 15% περίπου. Κατά το 2005 παρατηρήθηκε τον Μάρτιο η επικράτηση των Zygnemales με 35% και έπονται τα Centrales με 24% και τα Δινοφύκη με 13%. Ενώ τον Ιούνιο, επικράτησαν θεαματικά τα Δινοφύκη με 62% και με σαφώς μικρότερη συμμετοχή 7% περίπου τα Centrales.



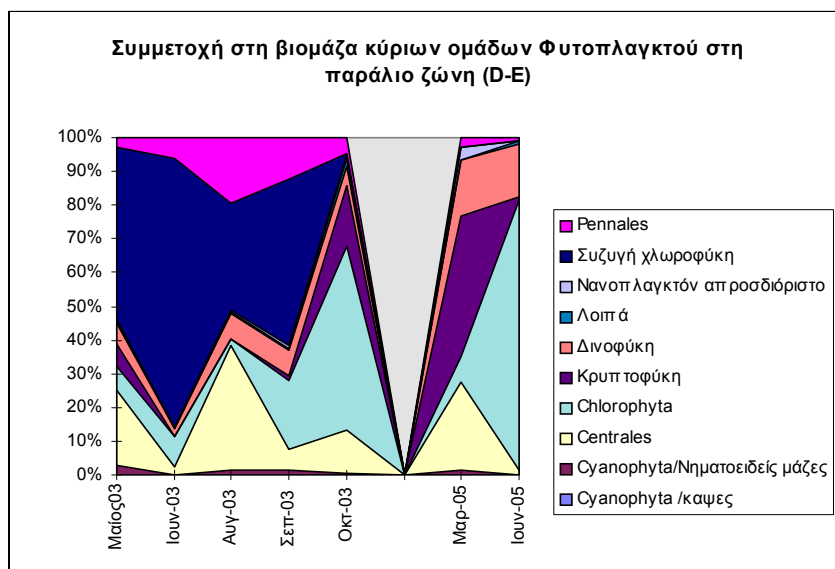
Εικόνα 2.14: Εποχιακή συμμετοχή φυτοπλ/κών ομάδων στη λιμνική ζώνη (δείγματα φιάλης Niskin).

Κατά δεύτερον στην παράλιο ζώνη παρατηρήθηκαν τα εξής (εικ. 2.15): Τον Μάιο του 2003, επικράτησαν τα Zygnemales Χλωροφύκη με 52% και σε δεύτερο ρόλο τα Centrales Διάτομα με 20%. Τον Ιούνιο του 2003, επικράτησαν και πάλι τα Zygnemales με 78% και έπονται με πολύ χαμηλά ποσοστά τα μονοκύτταρα χλωροφύκη με 9% περίπου και τα Pennales Διάτομα με 6%. Τον Αύγουστο του 2003, ισοεπικρατούν τα Zygnemales και τα Centrales με 35% περίπου και έπονται τα Pennales Διάτομα με 17%, ενώ τα Δινοφύκη εμφανίζουν σημαντική παρουσία με συμμετοχή 6% περίπου. Τον Σεπτέμβριο του 2003, επικράτησαν και πάλι τα Zygnemales με 50% περίπου και έπονται τα

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΠΛΑΓΚΤΟΝ (ΜΕΡΟΣ Β)

μονοκύτταρα Χλωροφύκη με 20% περίπου και τα Pennales με 14%. Σημαντική παρουσία εξακολουθούν να έχουν τα Δινοφύκη και τα διατόμα Centrales με συμμετοχή 6% περίπου. Τον Οκτώβριο του 2003, επικράτησαν τα μονοκύτταρα Χλωροφύκη με 52% και έπονται τα Κρυπτοφύκη με 20% και τα Centrales με 11%.

Κατά το 2005, παρατηρήθηκε τον Μάρτιο επικράτηση των Κρυπτοφυκών με 46% και σε δεύτερο ρόλο τα Centrales με 25% και τα Δινοφύκη με 16%, ενώ τον Ιούνιο του 2005 επικρατούν και πάλι τα μονοκύτταρα Χλωροφύκη με 72% περίπου και ακολουθούν τα Δινοφύκη με συμμετοχή 14%.

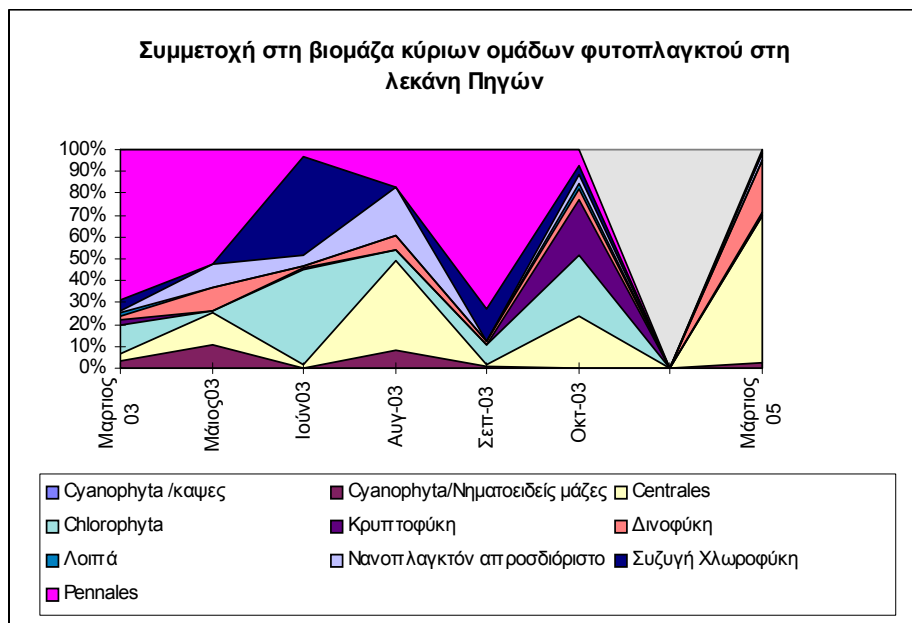


Εικόνα 2.15: Εποχιακή συμμετοχή φυτοπλ/κών ομάδων στη παράλιο ζώνη (δείγματα φιάλης Niskin).

Στην περιοχή των Πηγών (εικ.2.16) παρατηρήθηκε η ακόλουθη συμμετοχή στο σύνολο της φυτοπλαγκτικής βιομάζας. Τον μήνα Μάρτιο του 2003, επικράτησαν τα Διάτομα Pennales με 70% και έπονται τα μικρά Χλωροφύκη με 15%. Τον Μάιο του 2003, επικράτησαν και πάλι τα Διάτομα Pennales με 50% περίπου και έπονται τα Centrales με 15%, τα Δινοφύκη με 10% και τα Κυανοφύκη με λιγότερο από 10%. Αξιοσημείωτη η παρουσία νανοπλαγκτού απροσδιόριστου περίπου 7%. Τον Ιούνιο του 2003, επικράτησαν τα Χλωροφύκη με 55% τα Zygnemales και 50% τα υπόλοιπα μονοκύτταρα είδη. Τον Αύγουστο του 2003, επικράτησαν τα διάτομα με 40% τα Centrales και 20% τα μεγαλύτερα Pennales. Αξιόλογο το 25% συμμετοχής των απροσδιόριστων νανοπλαγκτικών οργανισμών. Τον Σεπτέμβριο του 2003, επικράτησαν τα Pennales με 75% και έπονται τα Zygnemales με 15% και τα μονοκύτταρα Χλωροφύκη με 10% περίπου.

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΠΛΑΓΚΤΟΝ (ΜΕΡΟΣ Β)

Τον Οκτώβριο του 2003, επικράτησαν τα μονοκύτταρα Χλωροφύκη με 30% και έπονται τα Κρυπτοφύκη και τα Centrales Διάτομα με εξίσου 15% περίπου. Τέλος τον Μάρτιο του 2005, στις Πηγές επικράτησαν τα Centrales με 75% και σε δεύτερο ρόλο ακολούθησαν τα Δινοφύκη με 15%.



Εικόνα 2.16: Εποχιακή συμμετοχή φυτοπλ/κών ομάδων στις Πηγές(δείγματα φιάλης Niskin).

Συνοπτικά στους ακόλουθους πίνακες δίνονται οι εκάστοτε επικρατούσες ομάδες φυκών στο φυτοπλαγκτόν της λίμνης.

Πίνακας 2: Επικρατείς φυτοπλαγκτικές ομάδες στην λίμνη (κατά σειρά επικράτησης)

A/a	Εποχή	Επικρατείς Ομάδες
1	Μάρτιος 2003	Διάτομα Pennales & Χλωροφύκη
2	Μάιος 2003	Χλωροφύκη Zygneemales & Διάτομα Centrales
3	Ιούνιος 2003	Χλωροφύκη Zygneemales & λοιπά Χλωροφύκη
4	Αυγουστος 2003	Διάτομα Pennales & Centrales
5	Σεπτέμβριος 2003	Pennales & Χλωροφύκη (γενικά)
6	Οκτώβριος 2003	Μη νηματοειδή Χλωροφύκη & Κρυπτοφύκη
7	Μάρτιος 2005	Διάτομα Centrales & Δινοφύκη- Zygneemales
8	Ιούνιος 2005	Δινοφύκη & Μη νηματοειδή Χλωροφύκη

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΠΛΑΓΚΤΟΝ (ΜΕΡΟΣ Β)

Πίνακας 3: Επικρατείς φυτοπλαγκτικές ομάδες στην λιμνική ζώνη (κατά σειρά επικράτησης)

<i>A/a</i>	<i>Εποχή</i>	<i>Επικρατείς Ομάδες</i>
1	Μάρτιος 2003	Μονοκύτταρα Χλωροφύκη & Zygnemales - Κυανοφύκη
2	Μάιος 2003	Χλωροφύκη Zygnemales & Διάτομα Centrales
3	Ιούνιος 2003	Χλωροφύκη & Δινοφύκη- Zygnemales
4	Αυγουστος 2003	Διάτομα Pennales & Centrales - Zygnemales
5	Σεπτέμβριος 2003	μονοκύτταρα Χλωροφύκη & Pennales
6	Οκτώβριος 2003	μονοκύτταρα Χλωροφύκη & Κρυπτοφύκη
7	Μάρτιος 2005	Zygnemales & Διάτομα Centrales - Δινοφύκη
8	Ιούνιος 2005	Δινοφύκη & Centrales

Πίνακας 4: Επικρατείς φυτοπλαγκτικές ομάδες στην παράλιο ζώνη(κατά σειρά επικράτησης)

<i>A/a</i>	<i>Εποχή</i>	<i>Επικρατείς Ομάδες</i>
1	Μάιος 2003	Χλωροφύκη Zygnemales & Διάτομα Centrales
2	Ιούνιος 2003	Χλωροφύκη Zygnemales & λοιπά χλωροφύκη
3	Αυγουστος 2003	Διάτομα Centrales - Zygnemales & Pennales
4	Σεπτέμβριος 2003	Zygnemales & μονοκύτταρα Χλωροφύκη - Pennales
5	Οκτώβριος 2003	μονοκύτταρα Χλωροφύκη & Κρυπτοφύκη- Centrales
6	Μάρτιος 2005	Κρυπτοφύκη & Διάτομα Centrales - Δινοφύκη
7	Ιούνιος 2005	Μονοκύτταρα Χλωροφύκη & Δινοφύκη

Πίνακας 5: Επικρατείς φυτοπλαγκτικές ομάδες στις Πηγές (κατά σειρά επικράτησης)

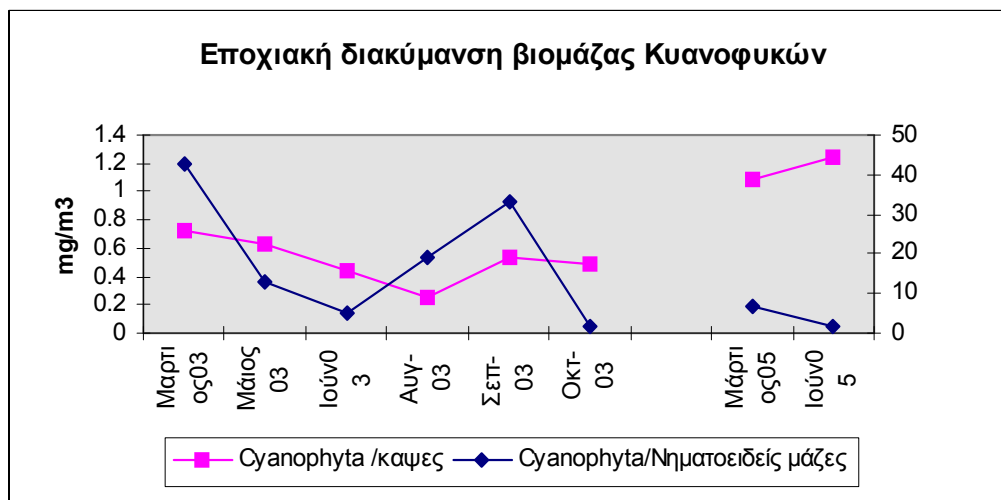
<i>A/a</i>	<i>Εποχή</i>	<i>Επικρατείς Ομάδες</i>
1	Μάρτιος 2003	Pennales & μονοκύτταρα Χλωροφύκη
2	Μάιος 2003	Pennales & Centrales – Δινοφύκη -Κυανοφύκη
3	Ιούνιος 2003	Χλωροφύκη μονοκύτταρα & Zygnemales
4	Αυγουστος 2003	Διάτομα Centrales & Pennales
5	Σεπτέμβρ. 2003	Pennales&Zygnemales-μονοκύτταρα Χλωροφύκη
6	Οκτώβριος 2003	Μονοκύτ.Χλωροφύκη & Κρυπτοφύκη-Centrales
7	Μάρτιος 2005	Διάτομα Centrales & Δινοφύκη

2.4.4 Μεταβολές αφθονίας και βιομάζας Κυανοφυκών (Cyanophyta)

Βιομάζα

Στην λίμνη Κουρνά η μελέτη κατέδειξε πολύ μικρή βιομάζα Κυανοφυκών και με τις δύο μεθόδους δειγματοληψίας, συνεπώς δεν εμφανίζουν επικράτηση στην φυτοπλαγκτική κοινωνία της λίμνης.

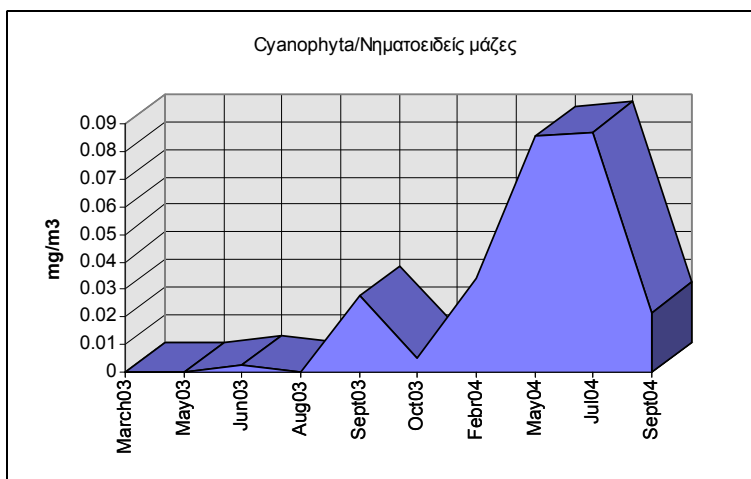
Η πρώτη μέθοδος (δείγματα νερού φιάλης Niskin) έδωσε βιομάζες: ι) στα Κυανοφύκη με κάψα (*Chroococcus spp.*, *Gloeocapsa sp.*, *Gloethece sp.*, *Gomphosphaeria sp.* *Merismopedia sp.* κ.ά) 0.25-0.7mg/m³ (για τον Μάρτιο-Οκτώβριο 2003) με ελάχιστη τιμή τον Αύγουστο του 2003 και 1-1.25mg/m³ (για τον Μάρτιο & Ιούνιο 2005), ιι) στα Κυανοφύκη που σχηματίζουν νηματοειδείς μάζες (όπως τα *Aphanizomenon spp.*, *Oscillatoria spp.* κ.ά) 1.5-44mg/m³ (για τον Μάρτιο-Οκτώβριο 2003) και 0-8 mg/m³ (για τον Μάρτιο& Ιούνιο 2005) με ελάχιστες τιμές τον Οκτώβριο 2003 και Ιούνιο 2005 αντίστοιχα. Τα αναλυτικά συνολικά αποτελέσματα δίνονται στην εικόνα (2.17). Επίσης στις εικόνες 2.7 έως 2.10 διαφαίνεται η μικρή συμμετοχή σε βιομάζα της κατηγορίας αυτής φυκών σε σχέση με τις υπόλοιπες φυτοπλαγκτικές ομάδες στο σύνολο της λίμνης αλλά και στις 3 περιοχές ξεχωριστά (λιμνική ζώνη, παράλιος και λεκάνη Πηγών) που εμφανίζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά.



Εικόνα 2.17: Μεταβολή βιομάζας 2 μορφών Κυανοφυκών σε δείγματα φιάλης Niskin.

Για το διάστημα Μαρτίου'03-Σεπτεμβρίου'04, η δεύτερη μέθοδος δειγματοληψίας (δείγματα με πλαγκτικό δίχτυ) έδωσε χαμηλές τιμές βιομάζας από 0-0.085mg/m³ στα

νηματοειδή Κυανοφύκη που σχηματίζοντας μάζες εγκλωβίζονταν στο δίχτυ με άνοιγμα 250 μ m. Τα αποτελέσματα δίνονται στην εικόνα (2.18). Το ενδιαφέρον αυτής της μέτρησης είναι η χρονική περίοδος που εμφανίζεται αύξηση της παρουσίας των Κυανοφυκών αυτών, η περίοδος Μαΐου-Ιουλίου 2004, ενώ κατά το 2003 η αύξηση παρουσιάστηκε μόνο τον μήνα Σεπτέμβριο, μετά από βροχόπτωση.

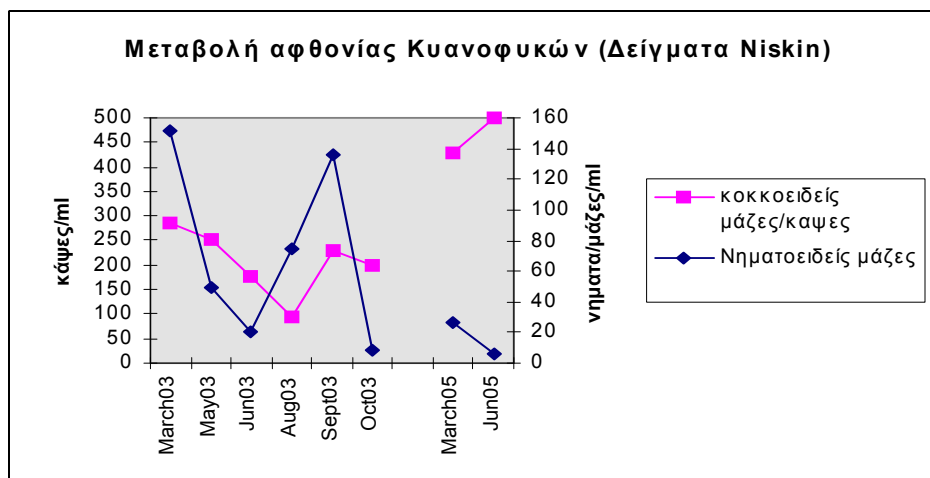


Εικόνα 2.18: Μεταβολή συνολικής βιομάζας Κυανοφυκών σε δείγματα φιάλης Niskin.

Οι εν λόγω βιομάζες (μέσες τιμές) αποδίδονται σε ποσοστό συμμετοχής στο σύνολο του φυτοπλαγκτού με την εικόνα 2.13 και τις εικόνες 2.14 έως 2.17 για κάθε ζώνη της λίμνης ξεχωριστά.. Σ' αυτές παρατηρούμε ότι μόνο στις πηγές υπάρχει αυξημένη παρουσία Κυανοφυκών έναντι των άλλων ομάδων φυτοπλαγκτού.

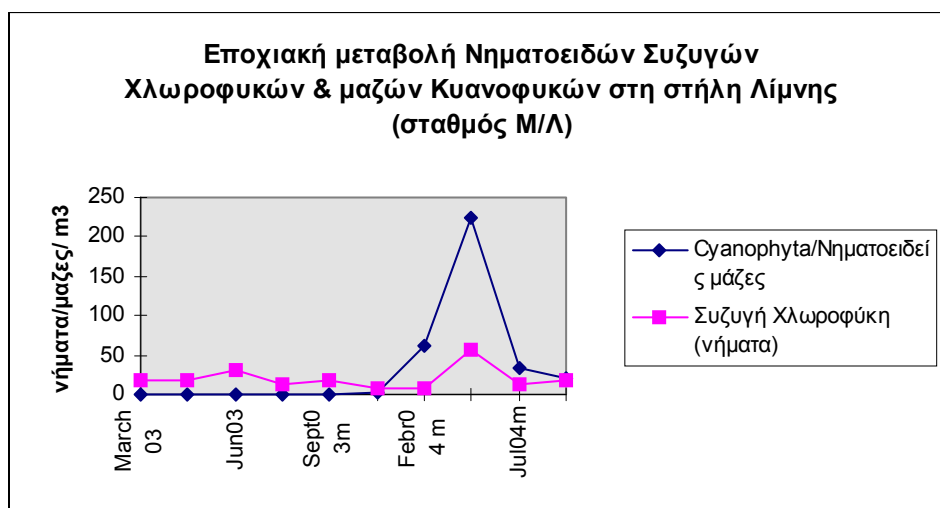
Αφθονία

Όσον αφορά στα δείγματα φιάλης, παρατηρούμε αφθονία 100-300 κοκκοειδών και καψοειδών μαζών/ml (για τον Μάρτιο-Οκτώβριο 2003) και 450-500 μαζών/ml (Μάρτιο-Ιούνιο 2005), ενώ οι νηματοειδείς μάζες παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις από 10-150/ml & 5-25/ml αντίστοιχα για τα παραπάνω χρονικά διαστήματα. Το συνολικό «προφίλ» των Κυανοφυκών αποδίδεται με την ακόλουθη εικόνα 2.19, που καταδεικνύει ότι κάποιος παράγοντας επέδρασε στην μεταβολή της κατάστασης από το 2003 στο 2005.

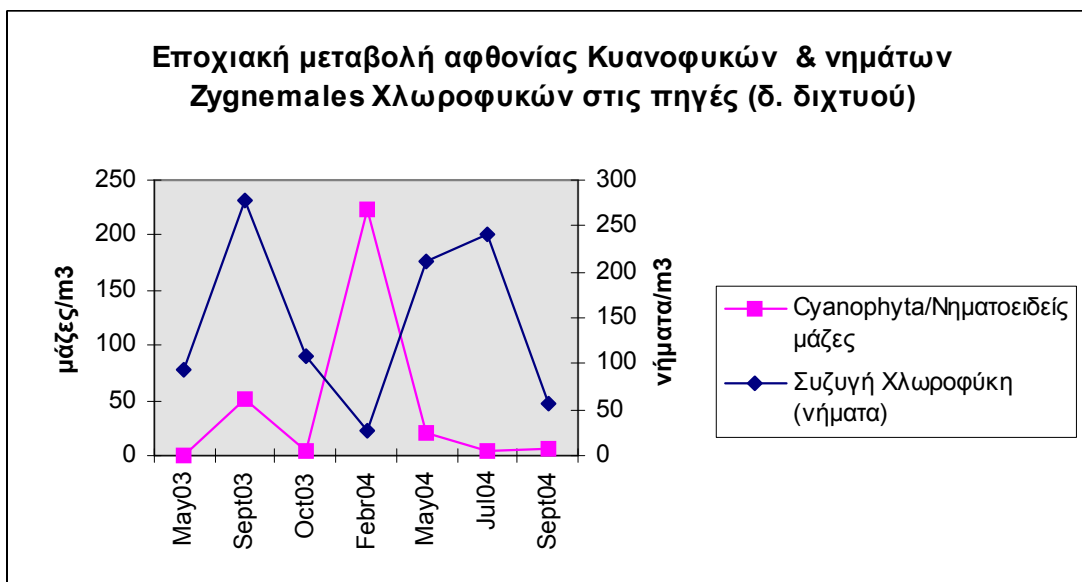


Εικόνα 2.19: Μεταβολή αφθονίας 2 μορφών Κυανοφυκών στο σύνολο λίμνης (δείγματα φιάλης).

Στα δείγματα διχτυού που αντιστοιχούν σε μεγαλύτερο όγκο νερού και συνεπώς είναι πιο αξιόπιστα για τα είδη που μπορούν να συλλεγούν με το εργαλείο αυτό, διακρίνουμε α) περιορισμένη παρουσία το περισσότερο διάστημα των παρατηρήσεων με τιμές που κυμαίνονται από 0-225 κυανοφυκικές μάζες/m³ στη λιμνική ζώνη και τις πηγές (εικόνες 2.20 και 2.21) και

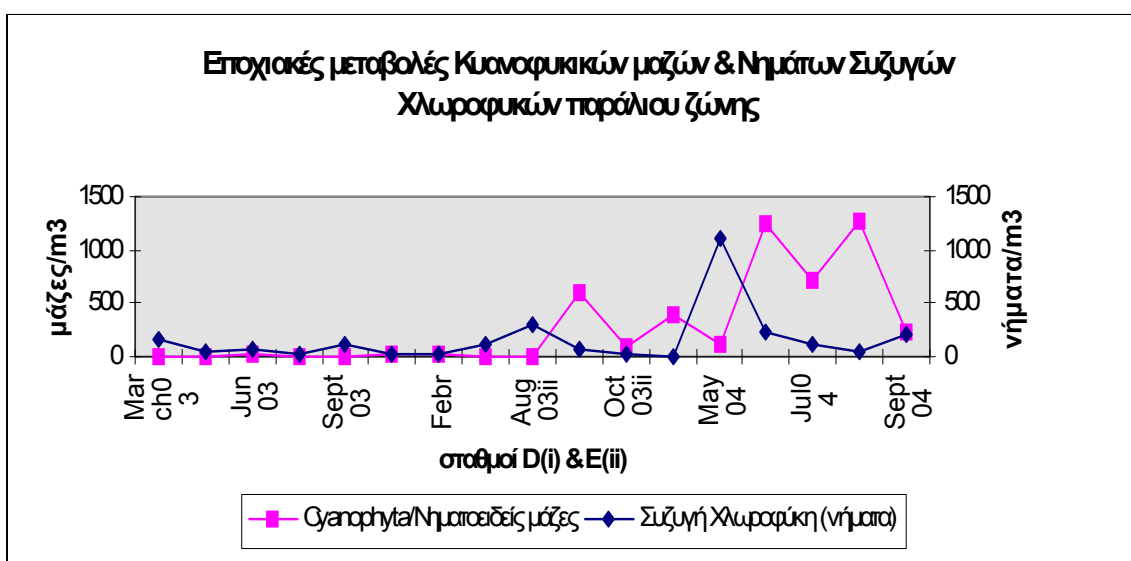


Εικόνα 2.20: Μεταβολή αφθονίας φυτοπλαγκ/κών ομάδων στήλης λιμνικής ζώνης (πλ. δίχτυ)



Εικόνα 2.21: Μεταβολή αφθονίας φυτοπλαγκτικών ομάδων στήλης λεκάνης πηγών (πλ. Δίχτυ).

β) στη παράλιο ζώνη η παρουσία των Κυανοφυκών κυμαίνεται επίσης σε χαμηλά επίπεδα. Εξάιρεση αποτελούν οι τιμές της τάξης των 800-1250 μαζών/m³ τον Μάιο και Ιούλιο 2004 στον σταθμό Ε (εικόνα 2.22). Επισημαίνεται ότι η ανάλυση αυτή αποτελεί ημιποσοτική προσέγγιση της αφθονίας για καθαρά τεχνικούς λόγους, εφόσον δεν μπορούσε να πραγματοποιηθεί ακριβής ποσοτική μέτρηση.



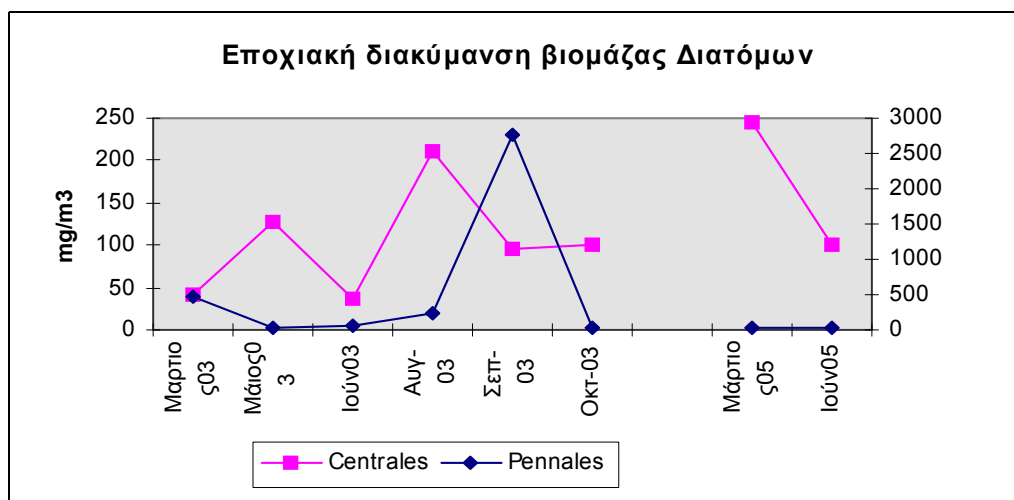
Εικόνα 2.22: Μεταβολή αφθονίας φυτοπλαγκτικών ομάδων στήλης παράλιου ζώνη (πλ. Διχτυού)

2.4.5. Μεταβολές αφθονίας και βιομάζας Διατόμων (Bacillariophyceae)

Η κλάση των Διατόμων χαρακτηρίζεται από 2 τάξεις, εκείνη των μικροσκοπικών Centrales με την χαρακτηριστική κεντρική συμμετρία και εκείνη των ευμεγεθών Pennales, που κατά κανόνα ανήκουν στα βενθικά φύκη κι όχι στο φυτοπλαγκτό. Τα φύκη αυτά όμως, επαναιωρούνται και εντάσσονται στο πλαγκτόν κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες και καταστάσεις, όπως οι ισχυροί άνεμοι που προκαλούν ρεύματα και οι έντονες βροχοπτώσεις, που προκαλούν με την σειρά τους την εισροή υδάτων διαφορετικής πυκνότητας και θερμοκρασίας και διαταράσσουν το σχετικά ήρεμο νερό.

Βιομάζα

Η ποσοτική ανάλυση των δειγμάτων νερού φιάλης Niskin, κατέδειξε την επικράτησή των Διατόμων, σε δεύτερο ρόλο, με σημαντική βιομάζα. Η πρώτη τάξη Διατόμων έδωσε βιομάζα από 35.6-211.7 mg/m³ (για τον Μάρτιο-Οκτώβριο 2003) και 99.4-245.5mg/m³ (για τον Μάρτιο & Ιούνιο 2005). Η δεύτερη τάξη έδωσε βιομάζες 41.5-2752.5 mg/m³ το 2003 και 18-22.2 mg/m³ το 2005 αντίστοιχα. Χαρακτηριστικές οι δύο ακμές των πλαγκτικών Centrales στην αρχή της άνοιξης και στη μέση του καλοκαιριού. Αντίθετα η σημαντική αύξηση της βιομάζας των Pennales παρουσιάζεται τον Σεπτέμβριο του 2003 μετά από βροχόπτωση. Η τιμή αυτή επιβεβαίωσε το γεγονός ότι τέτοια καιρικά φαινόμενα συμβάλουν στην επαναιώρηση των ευμεγεθών αυτών βενθικών φυκών. Τα αποτελέσματα της ποσοτικής ανάλυσης των Διατόμων δίνονται στην εικόνα 2.23.



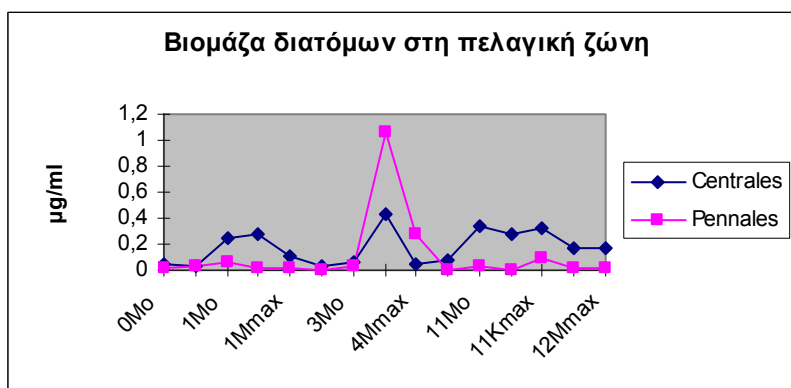
Εικ. 2.23: Χρονική κατανομή βιομάζας των 2 Τάξεων Διατόμων στα δείγματα φιάλης.

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΠΛΑΓΚΤΟΝ (ΜΕΡΟΣ Β)

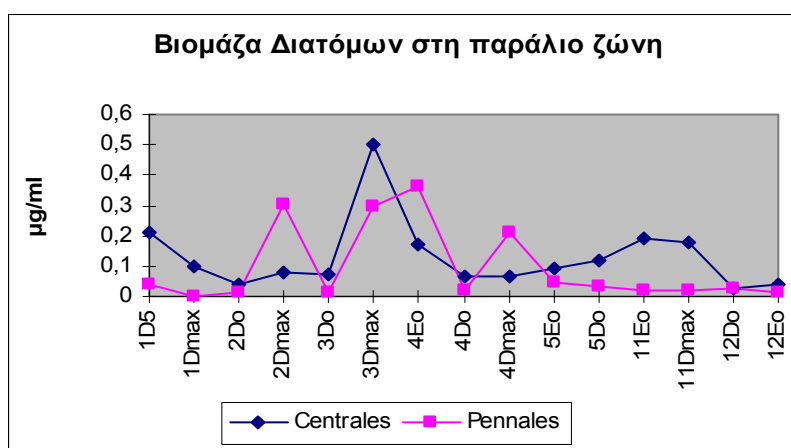
Επίσης στις αρχικές εικόνες 2.7 έως 2.10 (κεφαλαίου 2.6) διακρίνεται η σημαντική συμμετοχή σε βιομάζα της ομάδας αυτής φυκών σε σχέση με τις υπόλοιπες φυτοπλαγκτικές ομάδες στο σύνολο των δειγμάτων αλλά και στα επιμέρους δείγματα από τις τρεις περιοχές (λιμνική ζώνη, παράλιος και λεκάνη Πηγών) που εμφανίζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά.

Οι βιομάζες αυτές σε ποσοστό συμμετοχής στο σύνολο του φυτοπλαγκτού αποδίδονται με την εικόνα 2.13 και με τις εικόνες 2.14 έως 2.16 για κάθε σταθμό ξεχωριστά.

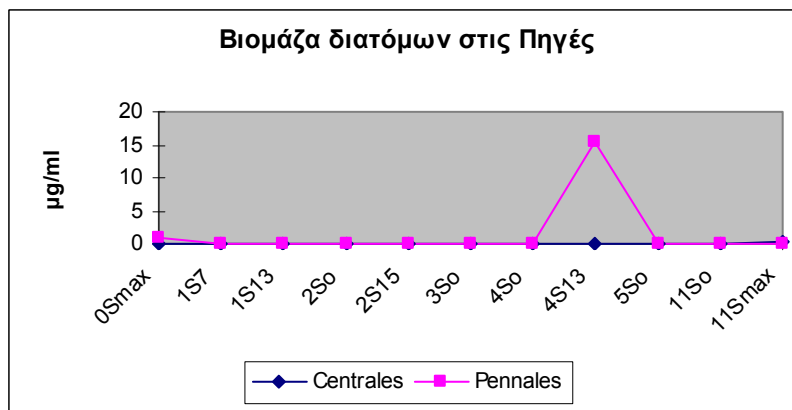
Ακόμη στις εικόνες 2.24.I,II,III δίνονται οι βιομάζες των 2 τάξεων Διατόμων για σύγκριση. Είναι εμφανής η μεγάλη συμμετοχή στη βιομάζα των Pennales λόγω του μεγάλου ατομικού μεγέθους των περισσότερων ειδών.



Εικ. 2.24.I



Εικ.2.24.II

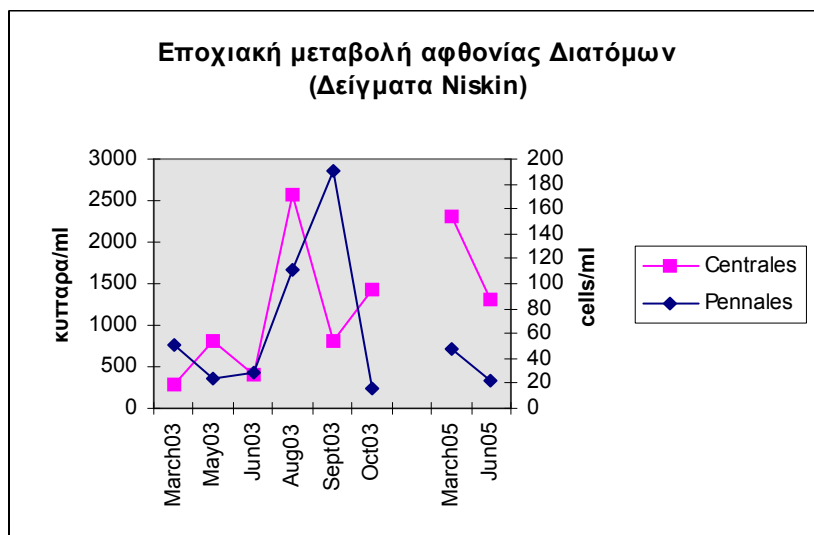


Εικ. 2.24.III

Επίσης από την παραπάνω εικόνα 2.24.III είναι εμφανής η έντονη επαναιώρηση στον βυθό των πηγών τον Σεπτέμβριο του 2003 (4S13).

Αφθονία

Όσον αφορά στα δείγματα φιάλης παρατηρούμε αφθονία των Centrales 293.5-2571.4 ind/ml (για το διάστημα Μαρτίου-Οκτωβρίου 2003) και 1301-2306.4 ind/ml (για τον Μάρτιο & Ιούνιο 2005) ενώ των Pennales 16-191.2 ind/ml το 2003 και 22.5-47.7 ind/ml το 2005. Η αφθονία (σε μέσες τιμές) των Διατόμων αποδίδεται στην εικόνα 2.25.



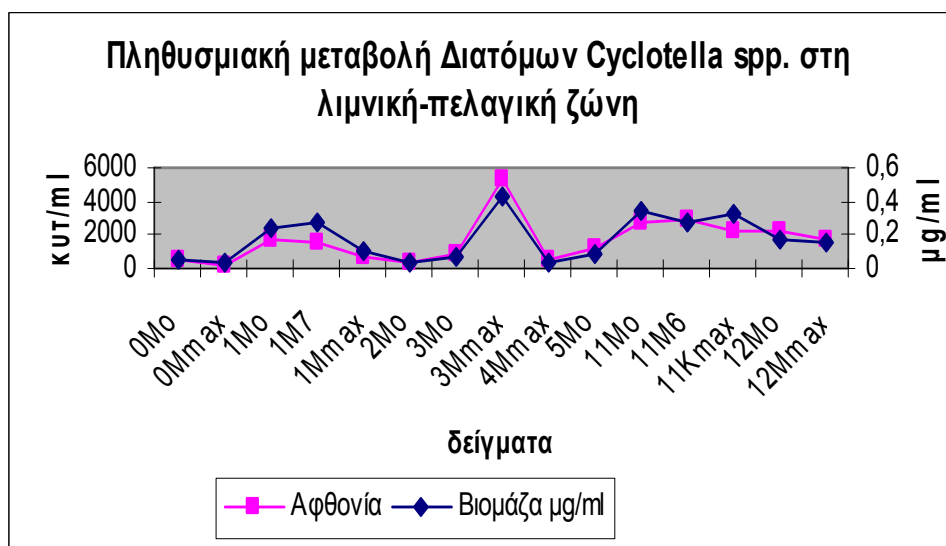
Εικ.2.25: Χρονική κατανομή της αφθονίας των Διατόμων κατά Τάξη από δείγματα φιάλης.

Για το διάστημα Μάρτιος 2003-Σεπτέμβριος 2004, οι δειγματοληψίες με δίχτυ πλαγκτού, δεν μας έδωσαν στοιχεία σχετικά με την βιομάζα Διατόμων λόγω του μικρού μεγέθους τους, που δεν επέτρεπε την σύλληψή τους. Σε ελάχιστες μόνο περιπτώσεις

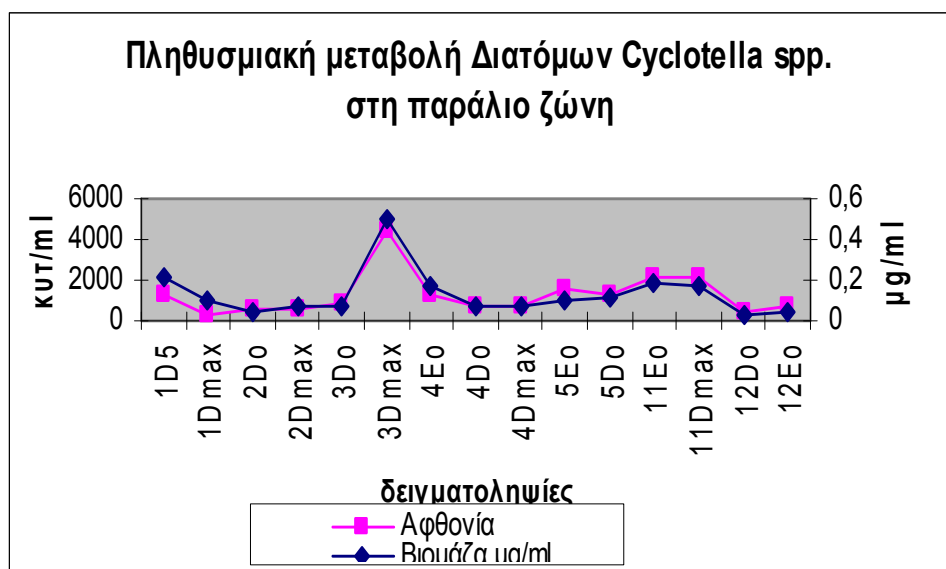
ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΠΛΑΓΚΤΟΝ (ΜΕΡΟΣ Β)

συλλέχθηκαν λίγα άτομα από είδη Pennales, προσκολλημένα σε νήματα Χλωροφυκών ή Κυανοφυκών.

Επίσης στις εικόνες 2.25 IV,V,VI δίνονται οι τιμές της αφθονίας και βιομάζας των Centrales στις 3 ζώνες δειγματοληψίας και κατά σταθμό επιλιμνίου, μεταλιμνίου και υπολιμνίου. Είναι εμφανής η επικράτησή των ατόμων *Cyclotella spp.* στο υπολίμνιο της παράλιου και λιμνικής ζώνης, την καλοκαιρινή περίοδο με την έντονη στρωμάτωση στα πρώτα 2 διαγράμματα.

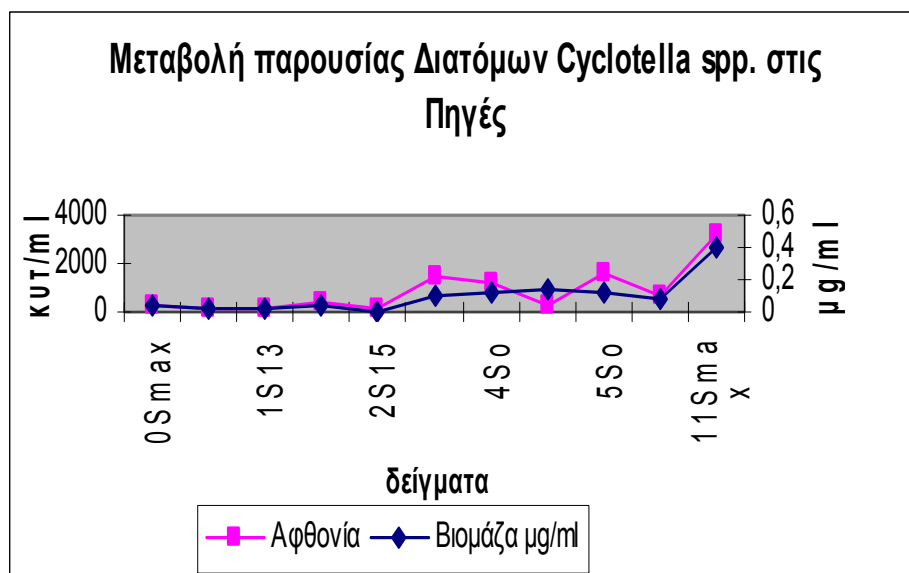


Εικ.2.25. IV



Εικ.2.25. V

Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες στη λεκάνη των πηγών δεν φαίνεται να ευνοούν την ανάπτυξη των πληθυσμών Centrales στον ίδιο βαθμό (εικ.2.25 VI)



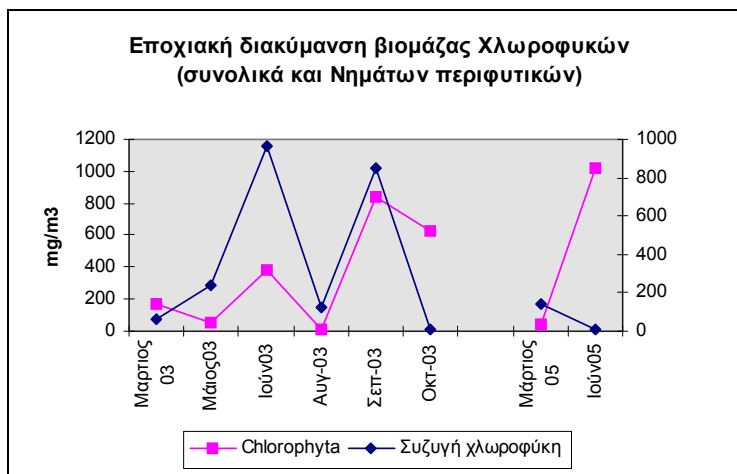
Εικ. 2.25.VI

2.4.6 Μεταβολές αφθονίας και βιομάζας Χλωροφυκών (Chlorophyceae).

Βιομάζα

Στην λίμνη Κουρνά η μελέτη των Χλωροφυκών κατέδειξε αξιόλογη βιομάζα και με τις δύο μεθόδους δειγματοληψίας.

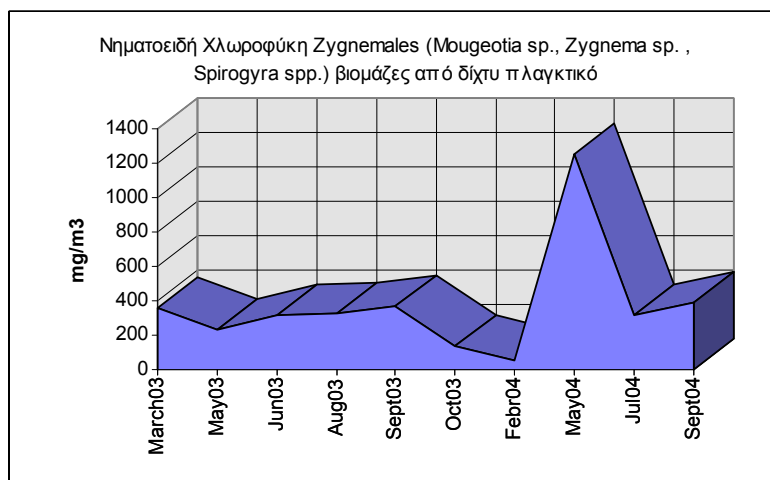
Η πρώτη μέθοδος (δείγματα νερού φιάλης Niskin) έδωσε βιομάζες Χλωροφυκών: ι) μονοκύτταρης μορφής, όπως τα *Chlamydomonas sp.*, *Ankistrodesmus sp.*, *Closterium spp.*, *Cosmarium spp.*, *Tetraedron sp.*, *Chlorococcus spp.*, κ.ά) που κυμάνθηκε από 0-800 mg/m³ (για το διάστημα Μαρτίου-Οκτωβρίου 2003) και από 20-1000 mg/m³ (για τον Μάρτιο & Ιούνιο 2005) με ελάχιστες τιμές τον Αύγουστο του 2003 και τον Μάρτιο του 2005 αντίστοιχα, ιι) με νηματοειδή μορφή, κύρια της τάξης των Zygnemales της κλάσης των Συζυγών Χλωροφυκών (Conjugatophyceae) όπως τα *Zygnema sp.*, *Mougetia sp.*, *Spirogyra spp.* και σπανιότερα άλλων taxa όπως *Cladophora spp.*, *Ulothrix sp.* κ.ά, από 0-960mg/m³ (Μάρτιο-Οκτώβριο 2003) και από 0-120mg/m³ (Μάρτιο & Ιούνιο 2005) με ελάχιστες τιμές τον Οκτώβριο 2003 και Ιούνιο 2005. Τα αναλυτικά αποτελέσματα για το σύνολο των Χλωροφυκών σε σχέση και με τα Zygnemales, που οι λιμνολόγοι θεωρούν σημαντικούς βιοδείκτες για την τροφικότητα της λίμνης δίνονται στην εικόνα 2.26.



Εικ. 2.26: Χρονική κατανομή βιομάζας των νηματοειδών χλωροφυκών σε σχέση με το σύνολο των χλωροφυκών σε δείγματα φιάλης.

Από την ποσοτική ανάλυση είναι εμφανής η σημαντική συμμετοχή σε βιομάζα της κατηγορίας αυτής φυκών σε σχέση με τις υπόλοιπες φυτοπλαγκτικές ομάδες, στο σύνολο της λίμνης. Στη λιμνική ζώνη τα Χλωροφύκη υπερέχουν το φθινόπωρο (Σεπτέμβριο-Οκτώβριο) του 2003, ενώ στη παράλιο η υπεροχή είναι περισσότερο τον Ιούνιο του 2005 και μειωμένη τους φθινοπωρινούς μήνες του 2003. Στις Πηγές η υπεροχή εμφανίζεται τον Ιούνιο του 2003. Τιμές Ιουνίου του 2005 για να γίνουν οι συγκρίσεις, δεν είναι διαθέσιμες, λόγω απώλειας των δειγμάτων. Επίσης τα χλωροφύκη επικρατούν και τον Σεπτέμβριο του 2003 με απότομη πτώση τον επόμενο Οκτώβριο. Οι βιομάζες αυτές σε ποσοστό συμμετοχής στο σύνολο του φυτοπλαγκτού αποδίδονται με την εικόνα 2.13 και τις εικόνες 2.14 έως 2.16 για κάθε σταθμό ξεχωριστά (παραγραφ. 2.6).

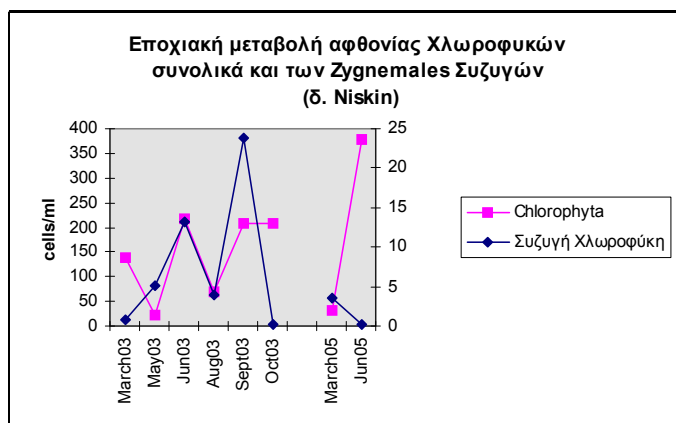
Για το διάστημα Μαρτίου 2003-Σεπτεμβρίου 2004, οι δειγματοληψίες με δίχτυ μας έδωσαν υψηλές τιμές βιομάζας στα νηματοειδή *Zygnemales*, από 120-480 mg/m³ το 2003 και 40-1240 mg/m³ το 2004, τα οποία σχηματίζοντας μάζες εγκλωβίζονταν στο εργαλείο. Τα αναλυτικά αποτελέσματα δίνονται στην ακόλουθη εικόνα 2.27. Το ενδιαφέρον αυτής της μέτρησης είναι η περίοδος που εμφανίζεται αύξηση της παρουσίας των Χλωροφυκών αυτών, δηλ. η περίοδος Μαΐου-Σεπτεμβρίου του 2004 με μέγιστο τον Μάιο. Επίσης η βιομάζα ήταν αξιόλογη στο περισσότερο διάστημα των παρατηρήσεων (Μάρτιος-Σεπτέμβριος 2003). Το ελάχιστο των τιμών βιομάζας εμφανίζεται τον χειμώνα (Φεβρουάριος 2004).



Εικ. 2.27: Χρονική κατανομή βιομάζας νηματοειδών χλωροφυκών στο πλαγκτικό δίχτυ.

Αφθονία

Στα δείγματα φιάλης, παρατηρούμε αφθονία συνολικά 22-217 κυττάρων/ml (για το διάστημα Μαρτίου-Οκτωβρίου 2003) και 31-377,5 κυτ/ ml (για τον Μάρτιο & Ιούνιο 2005), ενώ τα κύτταρα των νηματοειδών *Zygnemales* δεν ακολουθούν τις εποχιακές μεταβολές του συνόλου των Χλωροφυκών με 0.25-23.8 κυτ/ml το 2003 και 0.25-3.6 κυτ/ml, παρουσιάζοντας μεγάλες διακυμάνσεις το 2003 (οπότε διαθέτουμε τις περισσότερες μηνιαίες τιμές), παρά το 2005. Η αφθονία των Χλωροφυκών και των επιμέρους ομάδων σε σχέση με την κυρίαρχη ομάδα των *Zygnemales* αποδίδεται στην εικόνα 2.28. Παρατηρούμε ότι έχουμε άνθιση Χλωροφυκών τον Ιούνιο του 2003 και του 2005. Απεναντίας το διάστημα Μάρτιο προς Μάιο του 2003 και Μάρτιο προς Ιούνιο του 2005 έχουμε εμφανή διαφοροποίηση, που πιθανά να οφείλεται στην έλλειψη τιμής αφθονίας για τον Μάιο του 2005. Τέλος μετά τον Ιούνιο έχουμε μείωση τον Αύγουστο και επανάκαμψη των πληθυσμών το φθινόπωρο.



Εικ.2.28: Χρονική κατανομή αφθονίας Χλωροφυκών σε σχέση με τα Zygnematales (δείγματα φιάλης)

Συγκρίνοντας τις αφθονίες των Χλωροφυκών από την φιάλη Niskin (με την παραδοχή ότι κάθε νήμα των Συζυγών Zygnematales αποτελείται από 50 κύτταρα κ.μ.ο) και εκείνων των Κυανοφυκών στην εικόνα 2.20 της προηγούμενης παραγράφου είναι φανερή η σχεδόν ανάλογη εξέλιξη μεταξύ τους με κάποιες εξαιρέσεις συγκεκριμένες εποχές.

Στα δείγματα διχτυού που αντιστοιχούν σε μεγαλύτερο όγκο νερού και συνεπώς είναι πιο αξιόπιστα για τα είδη που μπορούν να συλληφθούν με το εργαλείο αυτό, διακρίνουμε αξιόλογη παρουσία των Zygnematales τον Μάιο του 2004 της τάξης των 400 νημάτων/ m^3 και τις άλλες εποχές σημαντική παρουσία της τάξης των 50-100 νημάτων/ m^3 . Η μεγάλη αφθονία τους σε σχέση με το υπόλοιπο πλαγκτό είναι εμφανής καθ'όλη σχεδόν την περίοδο και για τους 4 σταθμούς (M,D,E,S).

Η αφθονία των νηματοειδών Χλωροφυκών της τάξης των Zygnematales δίνεται στις προηγούμενες εικόνες 2.20 έως 2.22.

Επίσης η αφθονία αυτή σε ποσοστό συμμετοχής αποδίδεται με τις εικόνες 2.5 α,β,γ,δ για κάθε σταθμό και την εικόνα 2.4 για το σύνολο του πλαγκτικού δείγματος.

2.4.7 Μεταβολές αφθονίας και βιομάζας Δινοφυκών.

Η μελέτη των Δινοφυκών (Dinophyceae) στο Κουρνά κατέδειξε το φαινόμενο της άνθισης τους κατά διαστήματα χωρίς εποχιακή επανάληψη. Ιδιαίτερη σημασία στην παρουσία τους έχει η επικράτηση σε επίπεδο ειδών του *Ceratium hirundinella*. Επίσης είναι σίγουρο ότι τα είδη *Peridinium spp.* αναπτύσσονται τις ίδιες περιόδους με το *C.*

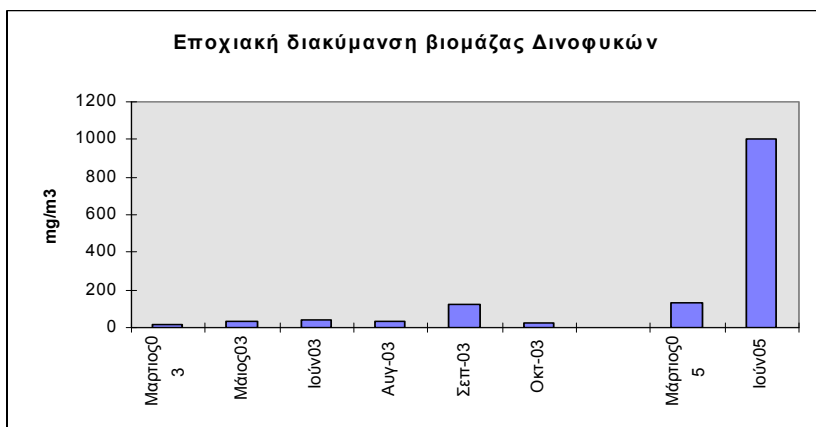
hirundinella, αλλά σε διαφορετική αναλογία κάθε εποχή. Φαινόμενο που παρατήρησαν και οι Βαλλιάνος και συν. (1987).

Βιομάζα

Η πρώτη μέθοδος δειγματοληψίας (δείγματα φιάλης Niskin) που μπορούσε να μας πληροφορήσει για το σύνολο των taxa της ομάδας αυτής έδωσε βιομάζα Δινοφυκών από 19-125 mg/m³ τον Μάρτιο-Οκτώβριο του 2003 με ελάχιστο τον Μάρτιο και μέγιστο τον Σεπτέμβριο και από 130-1002.8 mg/m³ τον Μάρτιο & Ιούνιο του 2005 αντίστοιχα. Είναι φανερό ότι το 2005 κάποιος παράγων ευνόησε θεαματικά την επικράτησή τους έναντι των άλλων φυκών.

Τα αποτελέσματα βιομάζας για το σύνολο της λίμνης (μέσες τιμές) με την ανάλυση δειγμάτων φιάλης, δίνονται στην παρακάτω εικόνα 2.29.

Για το σύνολο των σταθμών η μέση συμμετοχή σε ποσοστό των Δινοφυκών στη βιομάζα του φυτοπλαγκτού δίνεται από την εικόνα 2.13.



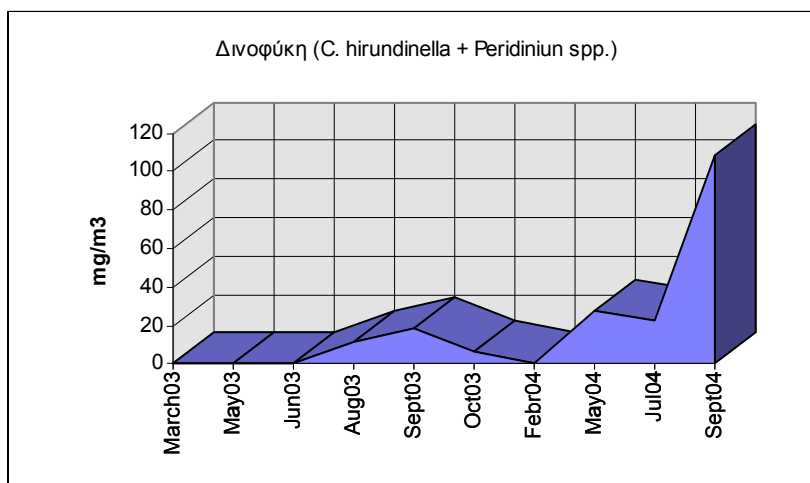
Εικ. 2.29 Χρονική κατανομή βιομάζας Δινοφυκών σε δείγματα φιάλης

Η ποσοστιαία συμμετοχή στη συνολική βιομάζα της κατηγορίας των Δινοφυκών, στο χώρο της λίμνης (λιμνική ζώνη, παράλιος και λεκάνη Πηγών) δίνεται στις εικόνες 2.14 έως 2.16. Στη λιμνική ζώνη τα Δινοφύκη συμμετέχουν με χαμηλό ποσοστό σχεδόν όλο το διάστημα παρατηρήσεων του 2003 με μέγιστο τον Ιούνιο(11%). Απεναντίας το 2005 έχουμε άνθιση με ποσοστά 13-62% τους μήνες Μάρτιο και Ιούνιο αντίστοιχα. Στη παράλιο ζώνη η συμμετοχή είναι της τάξης του 2-6 % το 2003, ενώ παρατηρείται άνθιση

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΠΛΑΓΚΤΟΝ (ΜΕΡΟΣ Β)

με ποσοστά 14-16% το 2005. Σχεδόν ανάλογη εικόνα εμφανίζεται και στην λεκάνη των Πηγών με συμμετοχή 1-10% το 2003 και 15% τον Μάρτιο του 2005.

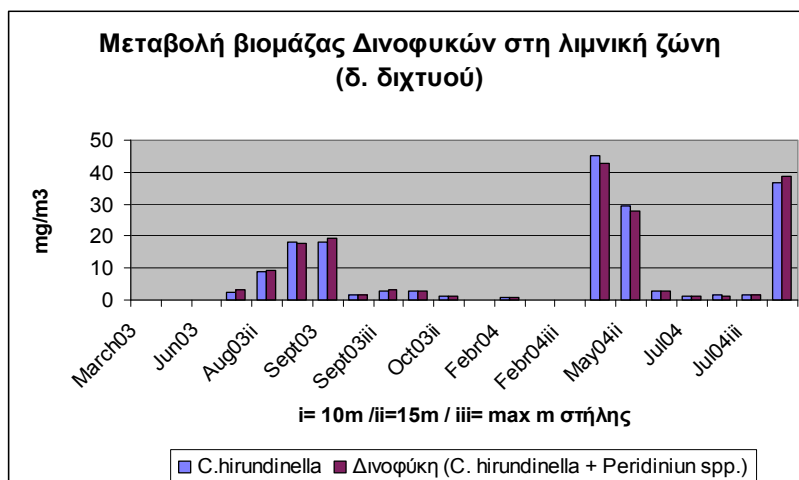
Για το διάστημα Μαρτίου'03-Σεπτεμβρίου'04, η δεύτερη μέθοδος δειγματοληψίας (με δίχτυ πλαγκτού) που συγκέντρωνε τα μεγαλύτερα σε διάμετρο άτομα (όπως τα *C. hirundinella* και μεγάλα άτομα των ειδών *Peridinium*) έδωσε χαμηλές τιμές βιομάζας το 2003, από 0-20 mg/m³ και πολύ υψηλές 0-104 mg/m³ το 2004. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης δίνονται στην ακόλουθη εικόνα 2.30.



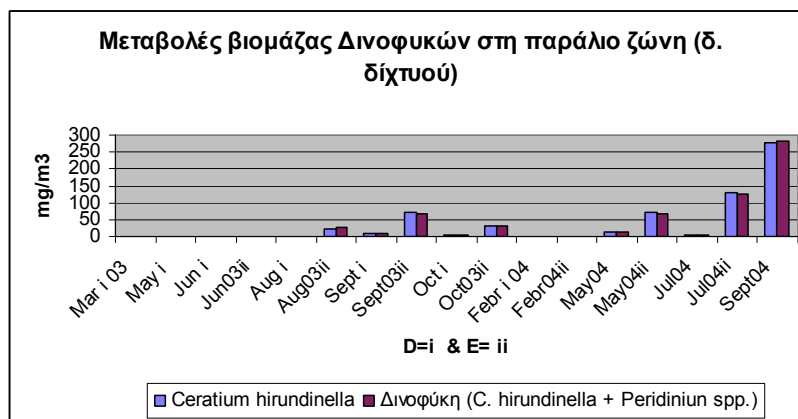
Εικ.2.30: Χρονική κατανομή συνολικής βιομάζας Δινοφυκών στο πλαγκτικό δίχτυ.

Επίσης στις εικόνες 2.31 α,β,γ, είναι εμφανής η διαφοροποίηση της βιομάζας των Δινοφυκών στον χώρο και τον χρόνο.

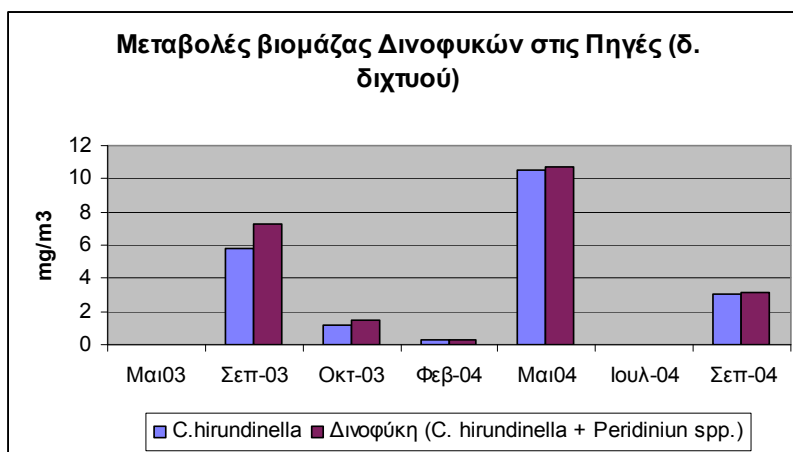
Το ενδιαφέρον αυτής της ανάλυσης είναι η χρονική περίοδος που εμφανίζεται αύξηση της παρουσίας του *C. hirundinella* και είναι η περίοδος Μαΐου-Σεπτεμβρίου του 2004 με μέγιστο τον Σεπτέμβριο, ιδιαίτερα στην παράλιο ζώνη (βλ. εικ.2.31β). Το γεγονός ότι δεν παρατηρείται περιοδικότητα στην άνθιση του είδους αυτού που αποτελεί το 90-100% της βιομάζας του συνόλου των Δινοφυκών που συνέλεξε το πλαγκτικό δίχτυ, καταδεικνύει την ευκαιριακή συμπεριφορά του.



Εικ. 2.31 α: Μεταβολή βιομάζας δινοφυκών στη λιμνική ζώνη



Εικ. 2.31 β: Μεταβολή βιομάζας δινοφυκών στη παράλιο ζώνη

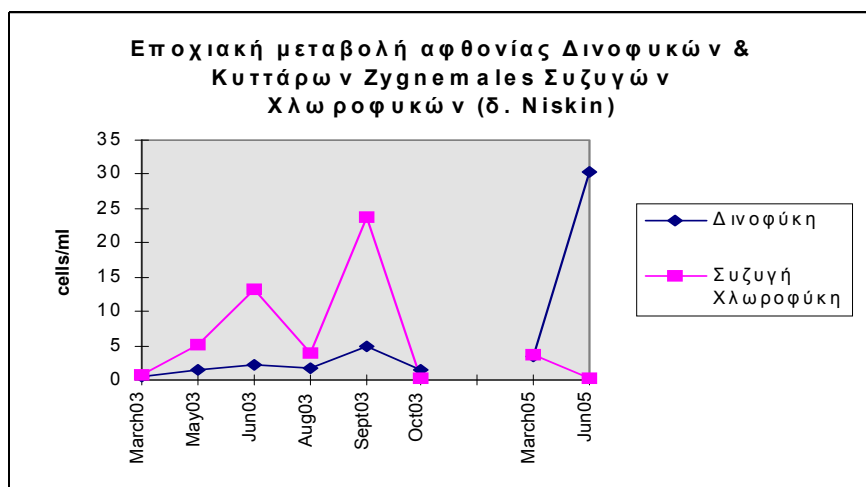


Εικ. 2.31 γ: Μεταβολή βιομάζας δινοφυκών στη ζώνη πηγών.

Οι βιομάζες στη λιμνική ζώνη κυμαίνονται από 0-45 mg/m³, στην παράλιο από 0-280 mg/m³ και στις πηγές σαφώς μειωμένες από 0-11 mg/m³ περίπου.

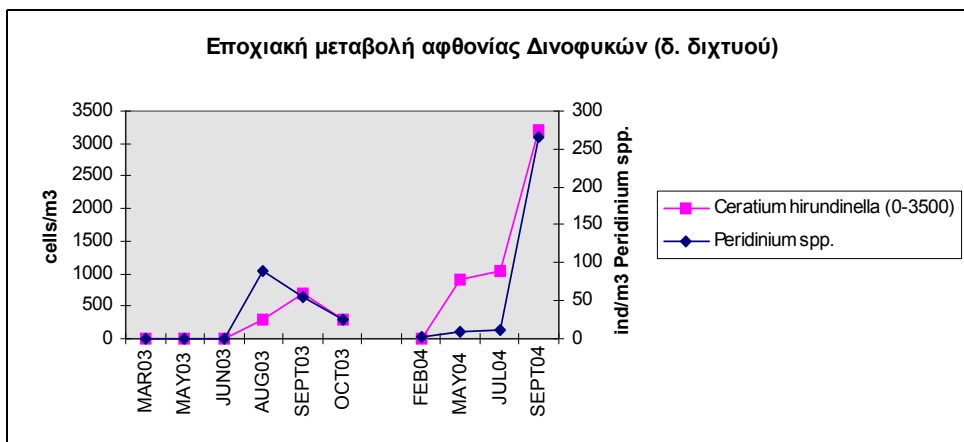
Αφθονία

Όσον αφορά στα δείγματα φιάλης παρατηρούμε αφθονία συνολικά 0.6-4.9 ind/ml (από Μάρτιο έως Οκτώβριο του 2003) με ακμή τον Σεπτέμβριο και 3.4 -30.3 ind/ml (τον Μάρτιο & Ιούνιο 2005) με ακμή τον Ιούνιο. Η συνολική αφθονία των Δινοφυκών αποδίδεται στην επόμενη εικόνα 2.32, με χαρακτηριστική την άνθιση που παρατηρείται τον Ιούνιο του 2005 σε σχέση με το καλοκαίρι του 2003.

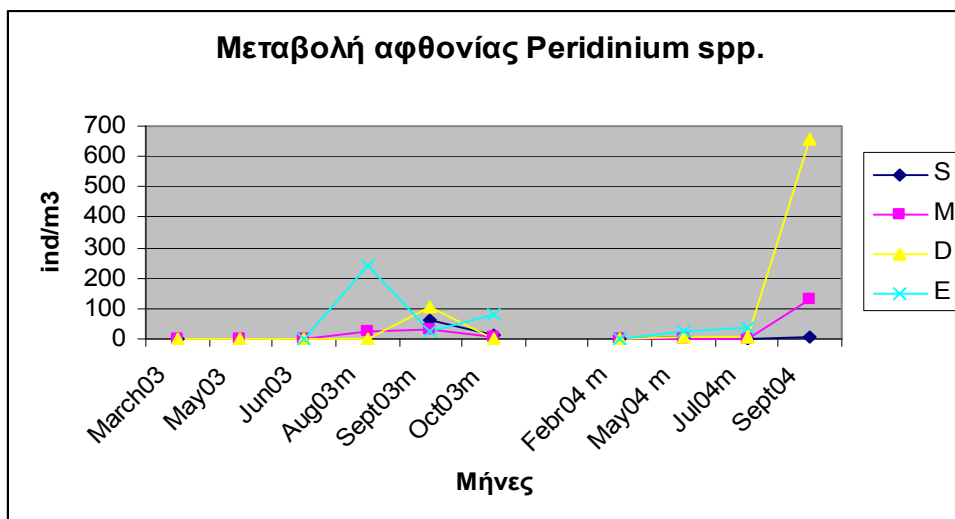
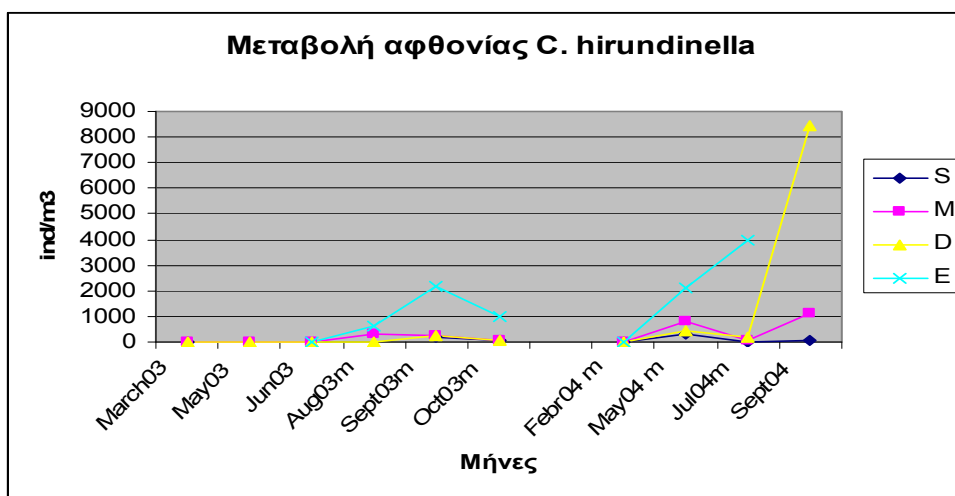


Εικ. 2.32 Χρονική κατανομή αφθονίας Δινοφυκών σε σχέση με τα Zygnematales Χλωροφύκη.

Το φαινόμενο αυτό επιβεβαιώσαν και οι αφθονίες από τα δείγματα με πλαγκτικό δίχτυ που αποδίδονται στην εικόνα 2.33. Στα δείγματα αυτά (για το διάστημα Μαρτίου 2003-Σεπτεμβρίου 2004) παρατηρούμε αυξημένη αφθονία του *C.hirundinella* το διάστημα Μαΐου-Ιουλίου-Σεπτεμβρίου 2004. Συνεπώς έχει προηγηθεί και πάλι το φαινόμενο της άνθισης των δινοφυκών το προηγούμενο έτος και επαναλαμβάνεται το 2005. Οι αφθονίες που καταγράφηκαν το διάστημα αυτό κυμαίνονται από 850-3250 ind/m³. Συνολικά καταγράφηκαν αφθονίες από 0-750 ind /m³ για το 2003 με μέγιστο τον Σεπτέμβριο και 0-3250 ind /m³ για το 2004 με μέγιστο επίσης τον Σεπτέμβριο. Συνεπώς, παρότι και οι δύο (2) μέθοδοι δειγματοληψίας αποτυπώνουν την τάση των πληθυσμών, στην περίπτωση του *C. hirundinella* τα δείγματα της φιάλης υπερεκτιμούν την πραγματική αφθονία.



Εικ. 2.33: Χρονική κατανομή αφθονίας των ειδών Δινοφυκών στο πλαγκτικό δίχτυ.



Εικόνα 2.34α: Μεταβολή αφθονίας C. hirundinella στους 4 σταθμούς (S= πηγές, M=λιμνική ζώνη, D=παράλιος ζώνη αποβάθρα, E=βόρεια παράλιος ζώνη) από δείγματα πλαγκτ. διχτυού.
 Εικόνα 2.34β: Μεταβολή αφθονίας Peridinium spp. στους 4 σταθμούς (S= πηγές, M=λιμνική ζώνη, D=παράλιος ζώνη αποβάθρα, E=βόρεια παράλιος ζώνη) από δείγματα πλαγκτ.διχτυού.

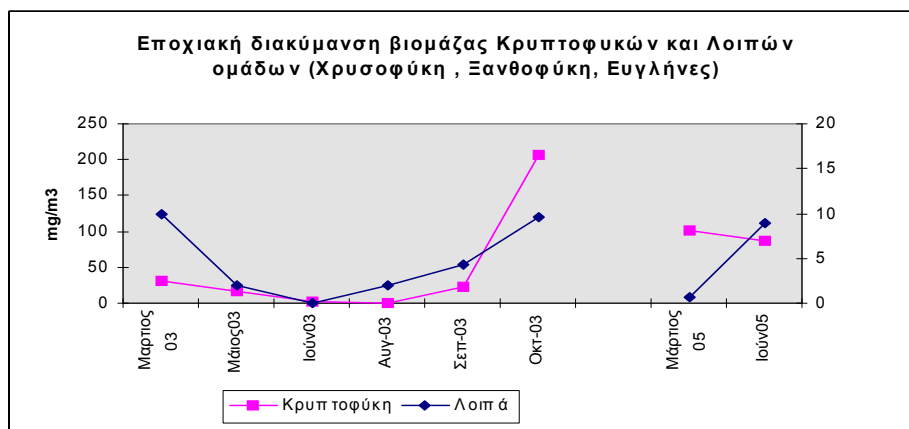
Τέλος καταγράφεται σαφώς η επικράτηση του *Ceratium hirundinella* μαζί με τα νήματα των Zygnemales από πλευράς μέσης μηνιαίας αφθονίας για μεγάλο μέρος της περιόδου και για τις 3 ζώνες. Οι μεταβολές αφθονίας στους επι μέρους σταθμούς και ζώνες δίνονται στις ακόλουθες εικόνες 2.34 α, β. Στη περιοχή των πηγών(S) όμως, παρ' ότι η μεταβολή της αφθονίας είναι παρόμοια, οι τιμές είναι σαφώς μειωμένες σε σχέση με τους υπόλοιπους σταθμούς.

2.4.8 Μεταβολές αφθονίας και βιομάζας Κρυπτοφυκών (Cryptophyceae).

Η κλάση των Κρυπτοφυκών φαίνεται να έχει περιορισμένη σε διάρκεια παρουσία στη λίμνη αλλά αξιοσημείωτη συγκεκριμένη εποχή.

Βιομάζα

Η ποσοτική ανάλυση των δειγμάτων νερού φιάλης Niskin, έδωσε βιομάζες από 0.14-205.8 mg/m³ (για το διάστημα Μάρτιου-Οκτώβριου 2003) με μέγιστη τιμή τον Οκτώβριο και από 86-100.8mg/m³ (για τον Μάρτιο & Ιούνιο του 2005). Δεν παρατηρείται δηλ. κάποια επανάληψη μεταξύ των δύο ετών. Τα αναλυτικά αποτελέσματα μεταβολής της βιομάζας για το σύνολο της λίμνης δίνονται στην εικόνα 2.35.



Εικ. 2.35: Χρονική κατανομή βιομάζας Κρυπτοφυκών σε σχέση με τα υπόλοιπα φύκη σε δείγματα φιάλης.

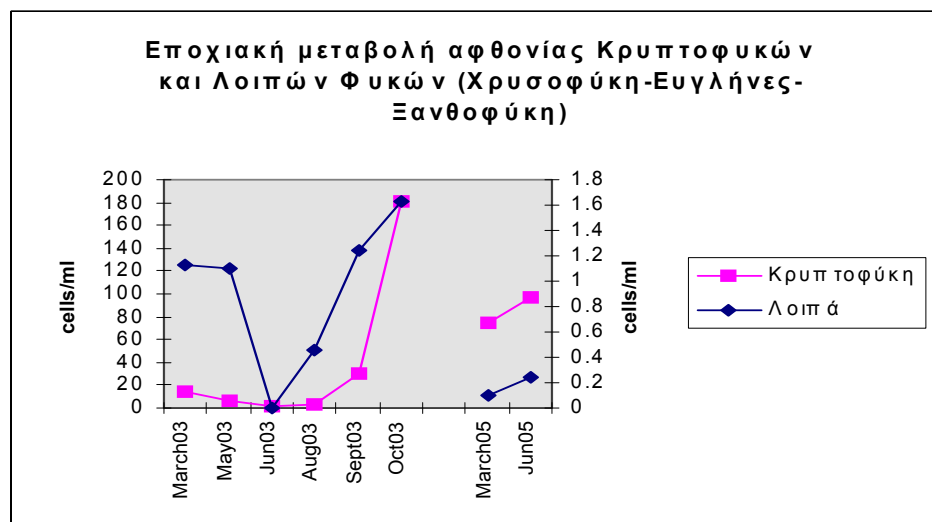
Επίσης στις προηγούμενες εικόνες 2.8 έως 2.10 διακρίνεται η σημαντική βιομάζα της κατηγορίας αυτής φυκών στις δύο από τις τρεις ζώνες Στην παράλιο δηλαδή ζώνη δεν παρατηρείται τόση βιομάζα Κρυπτοφυκών, όση στην λιμνική και λιγότερο στην λεκάνη των Πηγών.

Οι βιομάζες αυτές σε ποσοστό συμμετοχής στο σύνολο του φυτοπλαγκτού αποδίδονται με την προηγούμενη εικόνα 2.13 και τις εικόνες 2.14 έως 2.16 για κάθε σταθμό ξεχωριστά. Στην παράλιο ζώνη που η βιομάζα των Κρυπτοφυκών εμφανίζεται μικρότερη εκείνης των άλλων 2 ζωνών, η συμμετοχή κατά 46% τον Μάρτιο του 2005 είναι σημαντικότερη, αν συγκριθεί με την μέση μηνιαία συμμετοχή της ομάδας αυτής φυκών που κυμαίνεται από 0-20% τους υπόλοιπους μήνες δειγματοληψιών με την μέθοδο φιάλης.

Για το διάστημα Μάρτιος'03-Σεπτέμβριος'04, η δεύτερη μέθοδος δειγματοληψίας (με δίχτυ πλαγκτού) δεν απέδωσε για την ομάδα αυτή φυκών, λόγω των μικρών διαστάσεών τους (8-21μm).

Αφθονία

Στα δείγματα φιάλης, η αφθονία κυμάνθηκε από 2-180.3 ind/ml (για το διάστημα Μαρτίου-Οκτωβρίου 2003) και από 73.9-96.3 ind /ml (για τον Μάρτιο & Ιούνιο'05). Χαρακτηριστικά μέγιστα έχουμε κατ'αναλογία με την βιομάζα τον Οκτώβριο του 2003. Επίσης σταθερή παραμένει η παρουσία τους κατά τους μήνες δειγματοληψίας το 2005. Η μέση μεταβολή αφθονίας των Κρυπτοφυκών αποδίδεται στην εικόνα 2.36.



Εικ. 2.36: Χρονική κατανομή αφθονίας Κρυπτοφυκών και λοιπών φυκών σε δείγματα φιάλης

2.4.9 Μεταβολές αφθονίας και βιομάζας Λοιπών Φυκών

Οι υπόλοιπες ομάδες φυτοπλαγκτικών φυκών που αντιστοιχούν στα Χρυσοφύκη (Chrysophyceae), Ευγληνοειδή ή Ευγληνοφύκη (Euglenophyceae) και Ξανθοφύκη

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΠΛΑΓΚΤΟΝ (ΜΕΡΟΣ Β)

(Xanthophyceae) λόγω της μικρής σχετικά παρουσίας στα δείγματα από φιάλη, εξετάστηκαν ποσοτικά από κοινού σε ενιαία μεγέθη βιομάζας και αφθονίας. Επίσης λόγω του μικρού σχετικά μεγέθους των taxa που παρατηρήθηκαν, είτε σε μεμονωμένες κυτταρικές μορφές με διαστάσεις από 10-20 μm , είτε σε αποικιακές μορφές χρυσοφυκών με διάμετρο 25-50 μm , δεν καταγράφηκαν στα δείγματα από πλαγκτικό δίχτυ.

Βιομάζα

Η ποσοτική ανάλυση πλαγκτού από δείγματα νερού φιάλης, έδωσε βιομάζες των ομάδων αυτών συνολικά από 0.01-9.9 mg/m^3 (για το διάστημα Μαρτίου-Οκτωβρίου 2003) με ακμές τον Μάρτιο και τον Οκτώβριο. Η αύξηση αυτή αποδίδεται σε διαφορετικά είδη και ομάδα κάθε φορά. Επίσης για το 2005 η ανάλυση έδωσε 0.63 και 8.8 mg/m^3 για τον Μάρτιο και τον Ιούνιο αντίστοιχα. Οι μέσες τιμές βιομάζας της ενοποιημένης αυτής ομάδας φυκών, δίνονται στην παραπάνω εικόνα 2.35.

Οι βιομάζες εμφανίζονται πολύ μικρές και κατέχουν απειροελάχιστο ποσοστό συμμετοχής στο σύνολο του φυτοπλαγκτού.

Αφθονία

Με δεδομένη την μικρή παρουσία των ομάδων αυτών φυτοπλαγκτού, η αφθονία συνολικά στα δείγματα φιάλης κυμάνθηκε από 0-1.6 ind/ml (για το διάστημα Μαρτίου-Οκτωβρίου 2003) και από 0.1-0.25 ind/ml (για τον Μάρτιο & Ιούνιο 2005).

Η μέση μηνιαία αφθονία των Χρυσοφυκών, Ευγληνοφυκών και Ξανθοφυκών αποδίδεται στην προηγούμενη εικόνα 2.36.

Τέλος με την μέθοδο του πλαγκτικού διχτυού δεν είχαμε σύλληψη κανενός ατόμου από τις παραπάνω ομάδες φυτοπλαγκτού λόγω του μικρού μεγέθους τους.

II. ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΕΣ

Το σύνολο των φωτοσυνθετικών οργανισμών περιέχουν στους χλωροπλάστες των κυττάρων τους συγκεκριμένες χρωστικές (χλωροφύλλη α, φυκοκυανίνη κλπ). Αντίστοιχα η συγκέντρωση των χλωροπλαστικών χρωστικών αντανακλά την παρουσία φυτικού ή φυτοπλακτονικού υλικού και συνεπώς την πρόσφατη διαθεσιμότητα τροφής στο επίπεδο καταναλωτών. Οι φαιοχρωστικές προϊόν αποικοδόμησης της χλωροφύλλης αντιστοιχεί στην προγενέστερη φυτική μάζα. Επομένως την περίοδο άνθισης του φυτοπλακτού παρατηρούνται οι μέγιστες τιμές συγκέντρωσης χλωροφύλλης στη στήλη νερού. Συνεπώς η συγκέντρωση της χλωροφύλλης α, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κριτήριο της βιομάζας του φυτοπλακτού αλλά όχι ως αξιόπιστη μέτρησή της. Ο βασικός λόγος γι' αυτό είναι ότι το περιεχόμενο της χλωροφύλλης ανά μονάδα κυτταρικού όγκου εξαρτάται από πλήθος παραγόντων. Οι σημαντικότεροι από αυτούς έχουν σχέση με τις περιβαλλοντικές συνθήκες, την φυσιολογία του οργανισμού και την σύνθεση των ειδών που αναπτύσσονται στη περιοχή δειγματοληψίας (Τσέκος και συν. 1992).

Η Σεβαστού (2005) επίσης αναφέρει ότι η φυτική ύλη που προέρχεται από θρύμματα, νεκρό πλαγκτό και βενθικούς μακροφυτικούς οργανισμούς καταλήγει στον πυθμένα και εκεί μετασχηματίζεται με την δράση των βακτηρίων, πρωτοζώων και άλλων βενθικών οργανισμών που την καταναλώνει. Έτσι σύμφωνα με τον Currie (1962), οι ετερότροφοι αυτοί οργανισμοί μετατρέπουν την χλωροφύλλη σε φαιοχρωστικές. Επομένως οι συγκεντρώσεις των ουσιών αυτών όχι μόνο αντικατοπτρίζουν την ποσότητα τροφής και το «ιστορικό» της στο ίζημα μιας λίμνης, αλλά αποτελούν κι ένα δείκτη για την τροφή που διατίθεται στους μικρούς καταναλωτές του ιζήματος αυτού (Bianchi *et al.* 1991). Το γεγονός αυτό επηρεάζει σημαντικά το πρότυπο της χωρικής κατανομής κατά πρώτον του μειοβένθους και κατά δεύτερον του μακροβένθους, όπως η γαριδούλα, *Palaemonetes antennarius* και τα ψάρια της λίμνης.

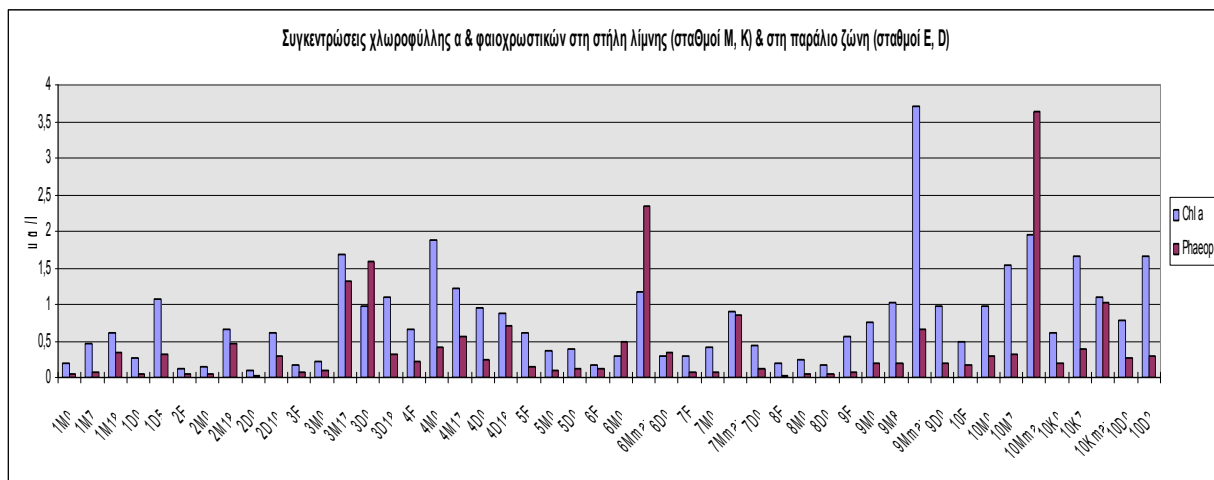
Συχνά όμως η αύξηση της φυτοπλακτικής μάζας και της χλωροφύλλης δεν συνοδεύεται και με αύξηση της συνολικής παραγωγής γιατί η ανάπτυξη των φυκών επιφανειακά δημιουργεί το φαινόμενο της αυτοσκίασης και τελικά του περιορισμού της φωτοσύνθεσης στα βαθύτερα στρώματα. Η μείωση της βιομάζας και της χλωροφύλλης επέρχεται συνήθως προς το τέλος της στρωμάτωσης της λίμνης και την πτώση της

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΠΛΑΓΚΤΟΝ (ΜΕΡΟΣ Β)

θερμοκρασίας του νερού ή/και μετά την έντονη βόσκηση του ζωοπλαγκτού και των πλαγκτοφάγων ψαριών.

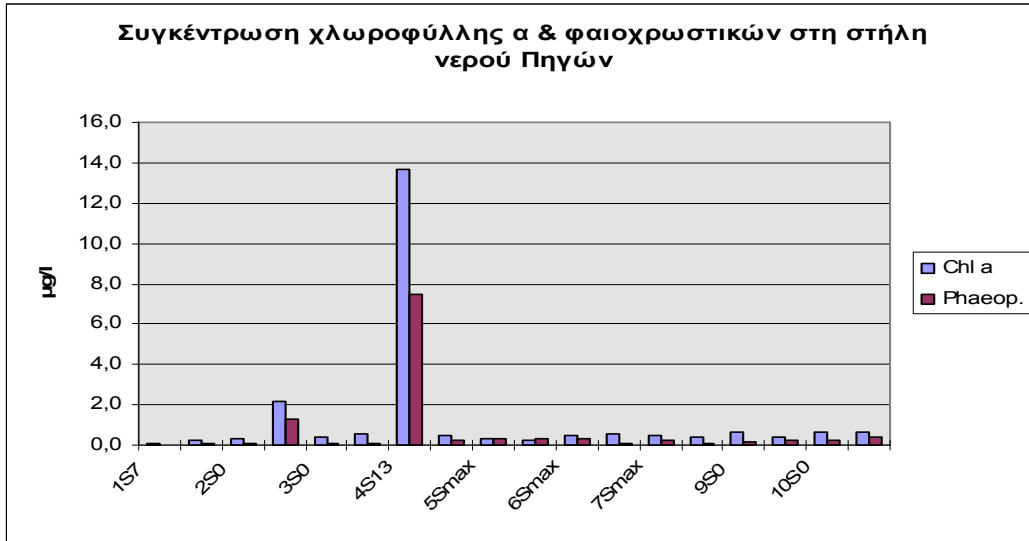
Ο υπολογισμός της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης a , των φαιοχρωστικών και του αθροίσματός τους που ονομάζεται Ισοδύναμο Χλωροπλαστικών Χρωστικών (Chloroplastic Pigment Equivalent (CPE), έγινε με την μέθοδο των Yentsch & Menzel (1963) και σε εφαρμογή του σχετικού πρωτοκόλλου του Χημείου του ΕΛΚΕΘΕ Κρήτης (IMBC 1997). Σύμφωνα με τα παραπάνω το CPE αποτελεί την ένδειξη της συνολικής φυτικής βιομάζας στο σταθμό δειγματοληψίας (πρόσφατης και προγενέστερης). Ο λόγος δε Chlor- a /CPE αποτελεί την ένδειξη της αποικοδόμησης της φυτικής βιομάζας. Επομένως οι χαμηλές τιμές του αντιστοιχούν σε έντονη αποικοδόμηση.

Από την μελέτη των αποτελεσμάτων στις ακόλουθες εικόνες, που δίνονται οι τιμές των χλωροπλαστικών χρωστικών στην παράλιο & λιμνική ζώνη, εικ. 2.37 και στις πηγές εικ. 2.38, επιβεβαιώνουμε την χαμηλή γενικά συγκέντρωση χλωροφύλλης ($< 4 \mu\text{g/l}$ ή mg/m^3) καθ' όλη την διάρκεια των δειγματοληψιών και στο σύνολο των σταθμών, με εξαίρεση τις πηγές, όπου καταγράφηκε η υψηλότερη τιμή ($\sim 14 \mu\text{g/l}$) τον Σεπτέμβριο του 2003 μετά από βροχή.

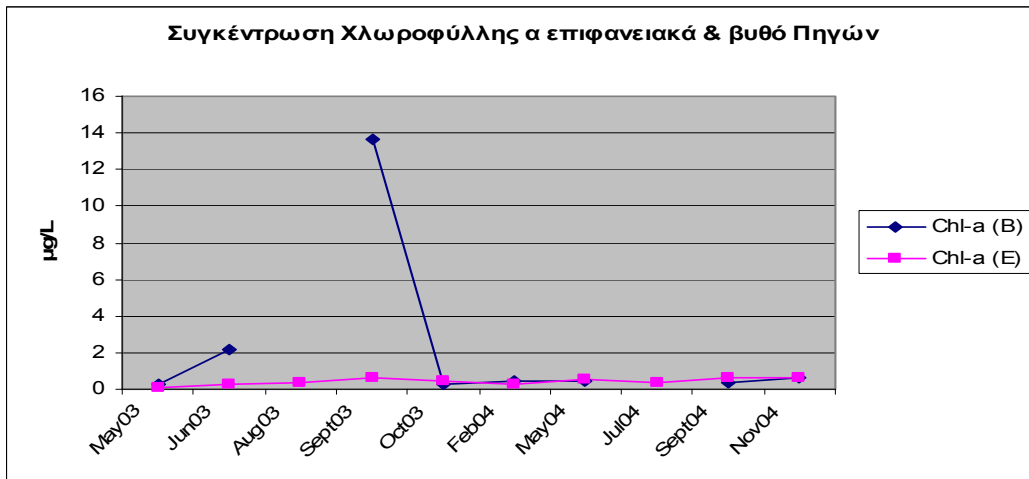


Εικόνα 2.37 : Συγκέντρωση σε $\mu\text{g/l}$ χρωστικών στη λιμνική (M,K) και παράλιο ζώνη (E,D)

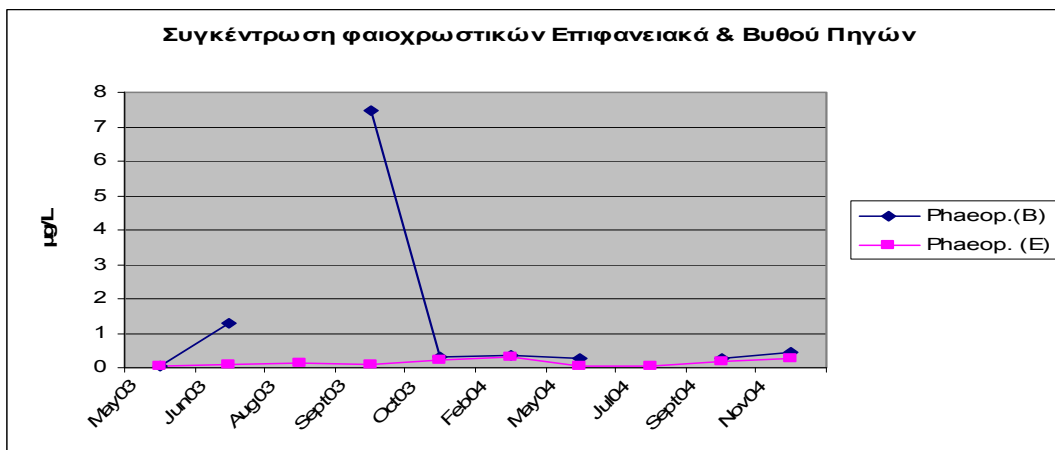
ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΠΛΑΓΚΤΟΝ (ΜΕΡΟΣ Β)



Εικόνα2.38 : Συγκέντρωση σε µg/l χρωστικών στο σταθμό πηγών.



Εικόνες 2.39: Διακύμανση τιμών [Chl-a] στις πηγές επιφανειακά και στον πυθμένα.



Εικόνες 2.40: Διακύμανση συγκέντρωσης φαιοχρωστικών στις πηγές επιφανειακά και στον πυθμένα.

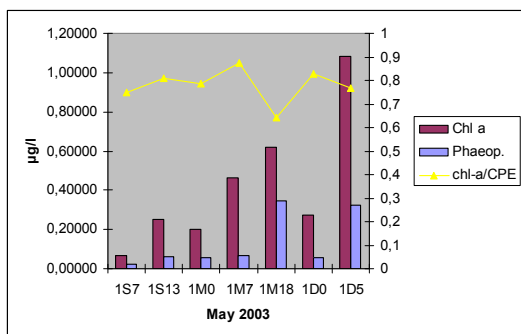
ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΠΛΑΓΚΤΟΝ (ΜΕΡΟΣ Β)

Οι τιμές συγκέντρωσης της Chl-a κυμάνθηκαν από 0.07-13.64 $\mu\text{g/l}$ με μέση τιμή 0.91(SD+/-1.7) και των φαιοχρωστικών από 0.023-7,459 $\mu\text{g/l}$, ενώ του συνόλου των χλωροφυλλών (CPE) από 0,09-21,1 με μέση τιμή 1,4+/- 2,67.

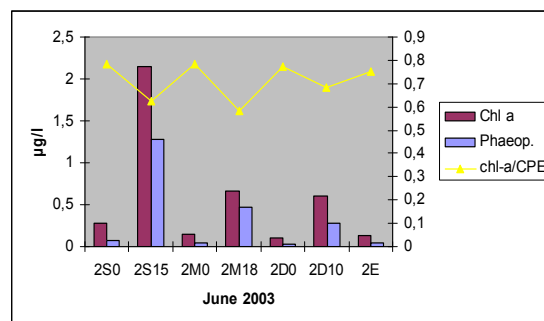
Η μέγιστη τιμή χλωροφύλλης α (13,64 $\mu\text{g/l}$) και φαιοχρωστικών (7,46 $\mu\text{g/l}$) παρατηρήθηκε στο υπολίμνιο των πηγών τον Σεπτέμβριο του 2003 (βλ. εικόνες 2.39 και 2.40). Στις ακόλουθες εικόνες 2.41α-κ δίνονται οι επιμέρους μηνιαίες τιμές της χλωροφύλλης α, των φαιοχρωστικών και του λόγου τους ($\alpha = \text{Chl-a/CPE}$) για την περίοδο Μαΐου 2003-Νοεμβρίου 2004.

Σύμφωνα με τις τιμές συγκέντρωσης χλωροφύλλης α κάθε εποχής και μηνιαίας δειγματοληψίας η διαθέσιμη φυτική βιομάζα εμφανίζεται αυξημένη, αφ' ενός στον σταθμό 2S15 (περίπου 2,2 $\mu\text{g/L}$), αφ' ετέρου στον σταθμό 9Mmax (3,5 $\mu\text{g/l}$). Απότομα αυξημένη εμφανίζεται η συγκέντρωσή της στον σταθμό 4S13 (14 $\mu\text{g/l}$).

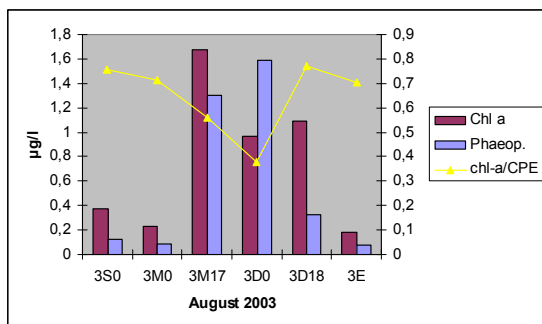
Ο χαμηλός λόγος α (<0,3) τους μήνες Αύγουστο 2003 (εικ. 2.41γ), Φεβρουάριο 2004 (εικ. 2.41ζ) και Νοέμβριο 2004(εικ. 2.41κ), επιβεβαιώνει την έντονη αποικοδόμηση στον πυθμένα μετά από την μεγάλη συσσώρευση οργανικού υλικού.



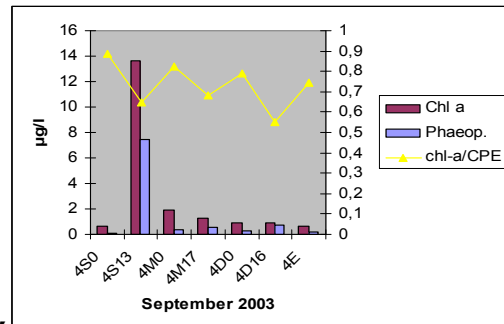
α



β

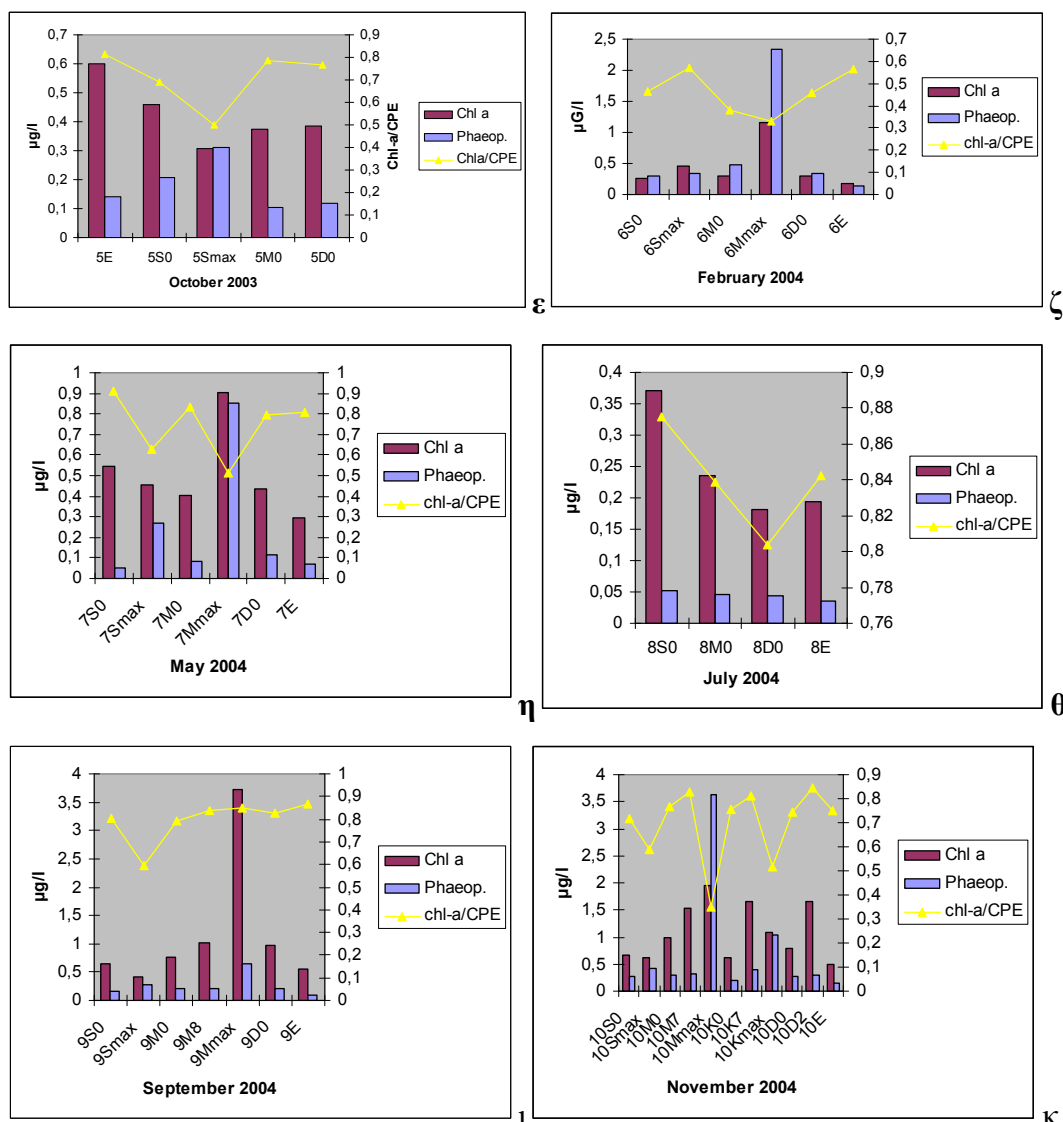


γ



δ

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΠΛΑΓΚΤΟΝ (ΜΕΡΟΣ Β)

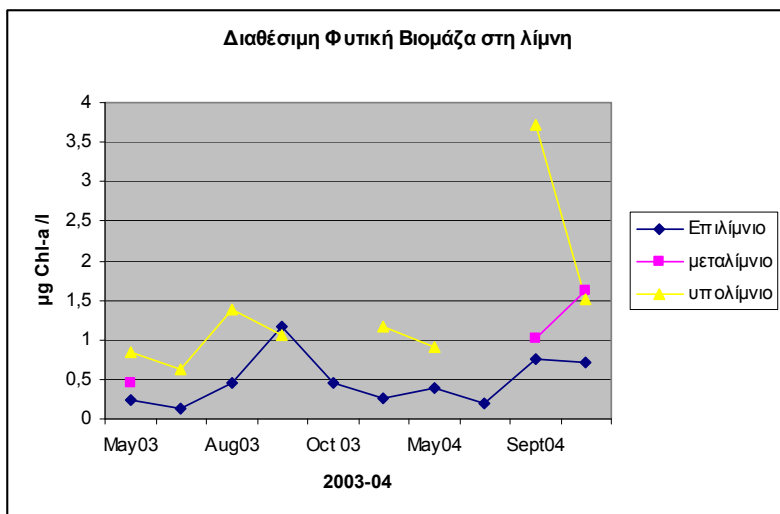


Εικόνες 2.41 α-κ: Διακύμανση συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α και φαιοχρωστικών και του λόγου τους, το διάστημα Μαΐου 2003 -Νοεμβρίου 2004 (κωδ.0-5=2003 & 6-10=2004)

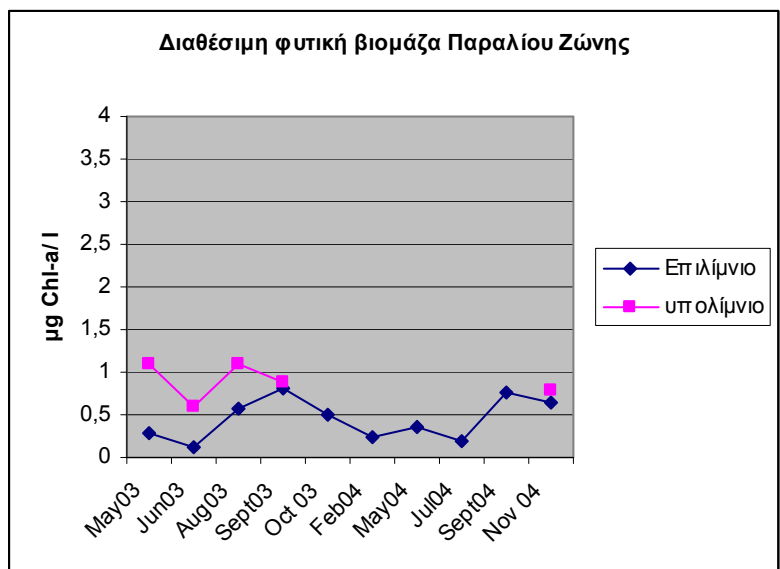
Σύμφωνα με τις μέσες τιμές συγκέντρωσης χλωροφύλλης α, αυτή εμφανίζει διακύμανση από 0,01-3,7 µg/l στη λιμνική στήλη και από 0,1-1,1 µg/l, στις στήλες της παραλίου ζώνης (εικόνες 2.42 α,β). Κι εδώ βλέπουμε την ακμή που εμφανίζεται σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό τον μήνα Σεπτέμβριο του 2003 και 2004. Η καταστροφή ορισμένων δειγμάτων δεν μας επιτρέπει να έχουμε ολοκληρωμένη άποψη σε όλα τα επίπεδα της λίμνης. Η αναμενόμενη όμως τάση συσσώρευσης μεγαλύτερης βιομάζας στο υπολίμνιο και κοντά στον βυθό είναι εμφανής σε όσους σταθμούς υπήρξε μέτρηση. Η αυξημένη συγκέντρωση χλωροφύλλης-α στα βαθύτερα στρώματα, πρέπει να συνδέεται

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΠΛΑΓΚΤΟΝ (ΜΕΡΟΣ Β)

με την καθίζηση και συσσώρευση φυτοπλαγκτικών οργανισμών και φυτικών θρυμμάτων. Επίσης την περίοδο του φθινοπώρου που έχουμε μείωση της διαφάνειας και σκίαση των βαθύτερων σημείων από τα αιωρούμενα υλικά, ενδέχεται να αυξάνει η συγκέντρωση της χλωροφύλλης ανά μονάδα κυτταρικού όγκου (Τσέκος και συν. 1992).



Εικόνα 2.41 α : Διαθέσιμη φυτική βιομάζα σε 3 επίπεδα στήλης νερού στην λιμνική ζώνη.



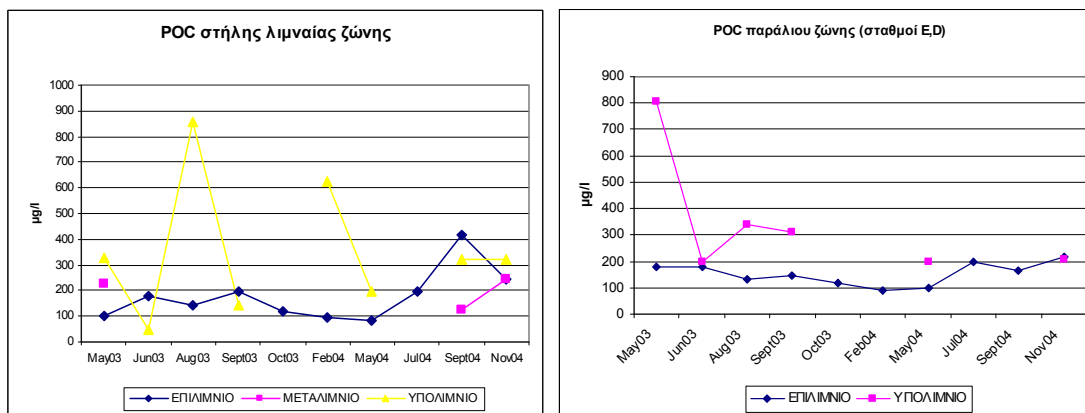
Εικόνα 2.41 β : Διαθέσιμη φυτική βιομάζα σε 3 επίπεδα στήλης νερού στη παράλιο ζώνη.

ΙΙΙ. ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΚΟΣ ΑΝΘΡΑΚΑΣ (POC)

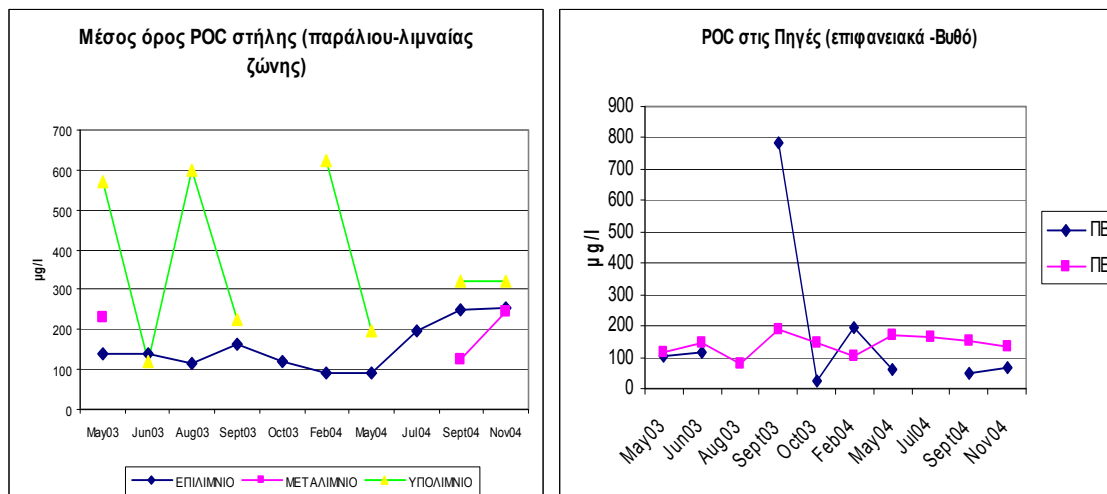
Όπως προαναφέρθηκε η οργανική ύλη που βρίσκεται στη στήλη του νερού και τελικά καταλήγει στον πυθμένα της λίμνης αποτελείται από βιογενή θρύμματα και ζωντανούς οργανισμούς. Ο υπολογισμός αυτής, που υποδηλώνει την παρουσία βιογενών θρυμμάτων και ζωντανής ύλης μια δεδομένη στιγμή στη στήλη νερού, που τελικά καταλήγει στο ίζημα γίνεται μέσω του Σωματιδιακού Οργανικού Άνθρακα (Particulate Organic Carbon/POC). Το οργανικό αυτό υλικό συλλέγεται με ειδικά φίλτρα, ενώ το μικρότερο υλικό, που τα διαπερνά, αποτελεί το διαλυμένο οργανικό υλικό (Disolved Organic Matter/ DOM).

Η εκτίμηση του POC έγινε εργαστηριακά με την μέθοδο της υγρής οξειδωσης των Parsons, Maita & Lalli (1984) όπως περιγράφεται στο πρωτόκολλο του Χημείου του ΕΛΚΕΘΕ Κρήτης (IMBC 1997).

Σύμφωνα με τις εργαστηριακές αναλύσεις ο POC, κυμάνθηκε από 24-858 µg/l με μέση τιμή 208.05(+/-178.28). Οι μεγαλύτερες τιμές μετρήθηκαν α) το καλοκαίρι και στις αρχές φθινοπώρου (Σεπτέμβριο) στο υπολίμνιο, β) την άνοιξη στην παράλιο ζώνη και γ) τον Σεπτέμβριο 2003 στις πηγές (βλ. εικ.2.43 α, β, γ και δ).



Εικόνες 2.43 α,β: Διακύμανση POC (µg/l) στη (α) λιμνική, (β) παράλιο ζώνη.



Εικόνες 2.43 γ, δ: Διακύμανση POC (µg/l) (γ) μέσος όρος στη κυρίως λίμνη, (δ) πηγές της λίμνης.

Το γεγονός ότι ο παράγων POC αυξάνεται στις πηγές την περίοδο του Σεπτεμβρίου 2003 (που είχαμε βροχοπτώσεις), υποδηλώνει την σημαντική εισαγωγή C μέσω των υπόγειων υδατικών εισροών. Επίσης οι μεγάλες τιμές στο υπολίμνιο της λίμνης την άνοιξη στα ρηχά παράλια νερά και τον Αύγουστο '03 στη μέση λίμνης φαίνεται να ανταποκρίνονται στη βύθιση σημαντικών ποσοτήτων οργανικού υλικού εξ αιτίας της αυξημένης παραγωγής στην τροφογενή ζώνη.

IV . ΤΡΟΦΙΚΟΤΗΤΑ ΛΙΜΝΗΣ

1. Φυτικοχημικοί παράγοντες και τροφική κατάταξη της λίμνης

Ο Carlson (1977) χρησιμοποιώντας τις συγκεντρώσεις (α) του ολικού P , (β) της χλωροφύλλης α και (γ) της διαφάνειας του νερού (μετρούμενης σε m με τον δίσκο Secchi) πρότεινε 3 δείκτες με το όνομα TSI (trophic state index), που να μπορούν να αποδώσουν την τροφική κατάσταση κάθε λίμνης και να την κατατάσσουν σε 7 κατηγορίες: από την κλασσική oligότροφη κατάσταση με δείκτες μικρότερους του 30 μέχρι την υπερεύτροφη με τιμές μεγαλύτερες του 80.

1.1 Τροφικότητα και φωσφόρος

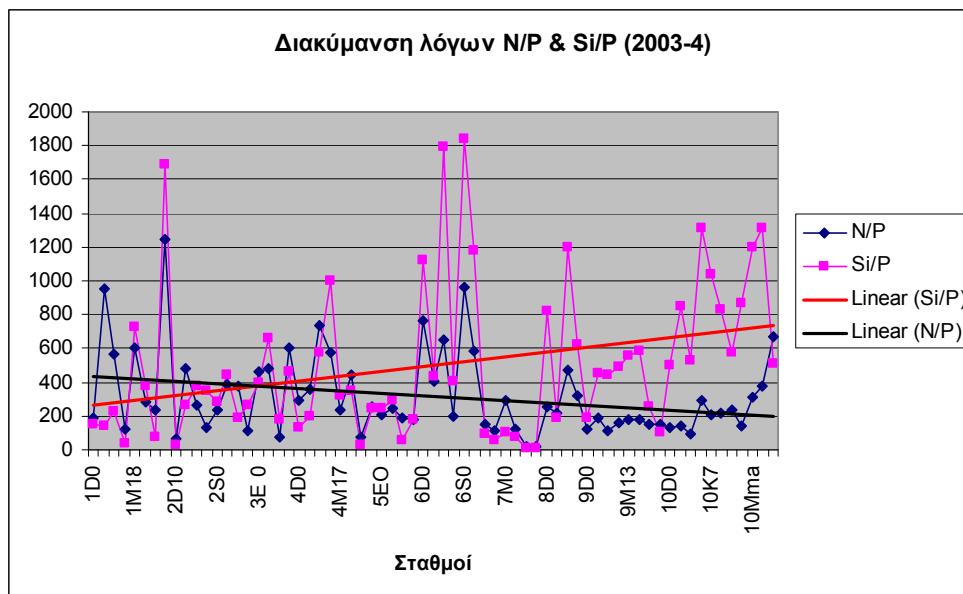
Ο Αναγνωστίδης (1978) επίσης αναφέρει ότι κατά τον Sakamoto, οι συγκεντρώσεις ολικού P της τάξης 0.002-0.020 mg/L αντιστοιχούν σε oligότροφη λίμνη ενώ σε συγκεντρώσεις 0.010-0.030 mg/L σε μεσότροφη. Συνεπώς συγκρίνοντας αυτές με τις διαθέσιμες τιμές του P που προέρχονται μόνο από τα ορθοφωσφορικά ιόντα βλέπουμε ότι οι συγκεντρώσεις του στοιχείου είναι χαμηλές καθ' όλο το έτος, με ελάχιστες παροδικές εξαιρέσεις.

Κατά τον Carlson (1977) και τον Αναγνωστίδη (1978) αν υποθέσουμε ότι οι τιμές του ολικού P στην λίμνη είναι χαμηλές, μπορούμε να προσεγγίσουμε την τροφικότητα μέσω των τιμών των φωσφορικών κι όχι του ολικού P. Χρησιμοποιώντας τον τύπο του δείκτη TSI (P) = $14,42 * [\ln (TP \text{ average})] + 4,15$ για τις ελάχιστες και μέγιστες τιμές συγκέντρωσης P στο σύνολο των δειγμάτων, ο TSI λαμβάνει τιμές από 2,016-44,11, δηλ. κατάσταση oligοτροφική προς μεσότροφη.

Ο Carlson (1977) αναφέρει επίσης ότι όταν ο λόγος N/P είναι μικρότερος του 10 το άζωτο είναι σε πολύ χαμηλά επίπεδα και λειτουργεί ως περιοριστικός παράγων της παραγωγής, ενώ όταν ο λόγος είναι μεγαλύτερος του 20, ο περιορισμός προέρχεται από τον φώσφορο. Συγκρίνοντας τις τιμές P και N που μετρήθηκαν στη λίμνη μέσω των διαλυμένων ιοντικών μορφών τους και του λόγου τους που κυμαίνεται πάντα πάνω από την τιμή 20 είναι φανερό ότι στον Κουρνά υπάρχει «έλλειψη» P κι όχι N. Εξαίρεση παρατηρήθηκε στα δείγματα 7S0 & 7Smax, που ο P εμφανίζει απότομη αύξηση με τιμές λόγου < 20 (βλ. εικόνα 2.44).

Σύμφωνα μάλιστα με νεότερες απόψεις σημαντικό ρόλο παίζει η αλληλεπίδραση των στοιχείων αυτών σε κάθε taxa. Συνεπώς η αναλογία με την οποία εμφανίζονται τα στοιχεία αυτά (κύρια P, N και Si) κι όχι οι επιμέρους συγκεντρώσεις τους καθορίζει το βαθμό ανάπτυξης κάθε φύκους και την δομή των φυκοκοινωνιών σε μια λίμνη (Bulgakov & Levich 2005).

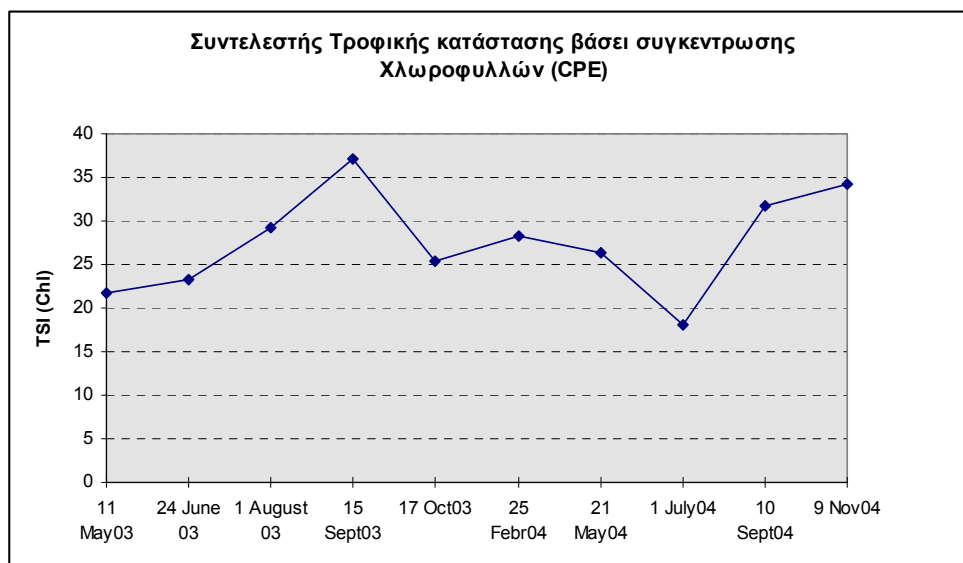
ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΠΛΑΓΚΤΟΝ (ΜΕΡΟΣ Β)



Εικόνα 2.44: Διακύμανση λόγων N/P και Si/P το διάστημα του 2003 και 2004.

1.2 Χλωροφύλλες και τροφικότητα.

Χρησιμοποιώντας τον τύπο του Carlson (1977) για την τροφικότητα με βάση την συγκέντρωση της χλωροφύλλης a , έχουμε τιμές δείκτη TSI_{Chl-a} , που κυμαίνονται από 18-37 (βλ. εικόνα 2.45).



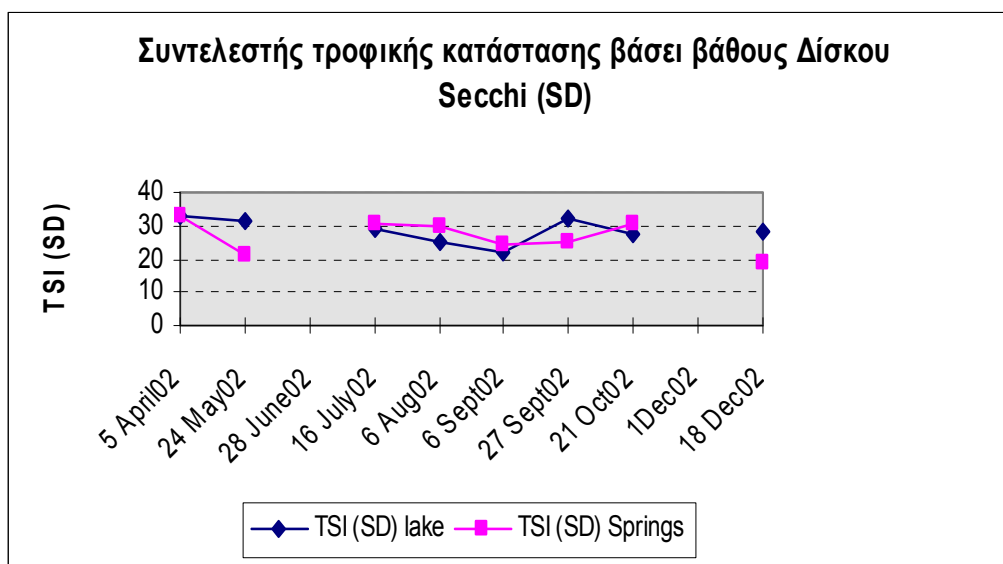
Εικόνα 2.45: Δείκτης τροφικότητας λίμνης βάσει τιμών χλωροφύλλης a στο νερό.

1.3 Διαφάνεια και τροφικότητα

Κατά τον τύπο του Carlson (1977) επίσης, οι λίμνες κατηγοριοποιούνται σε μία κλίμακα 0-100 βάσει του αριθμητικού δείκτη τροφικότητας (TS_{SDm}), που εξαρτάται από την διαφάνεια, μετρούμενη σε μέτρα με την βοήθεια του δίσκου του Secchi:

$$(TS_{SDm}) = 60 - 14,41 * \ln(SD) \text{ όπου } SD \text{ η διαφάνεια σε m του δίσκου Secchi.}$$

Ο δείκτης αυτός παίρνει στον Κουρνά μέση ετήσια τιμή περίπου 29 που χαρακτηρίζει τις oligότροφες λίμνες, με τάση προς mesότροφες καταστάσεις κάποιες εποχές του χρόνου (βλ.εικόνα 2.46). Γεγονός που επισημαίνεται και από τους Βαλλιάνο και συν. (1987)

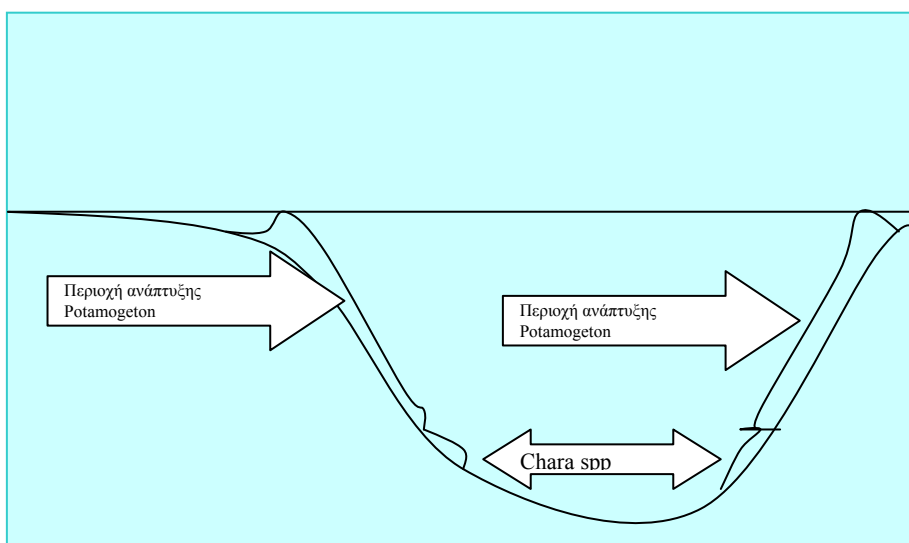


Εικόνα 2.46: Δείκτης τροφικότητας κατά Carlson, βάσει τιμών διαφάνειας νερού στη λεκάνη των πηγών και της κυρίως λίμνης.

Συνεπώς και με τις τρεις μεθόδους ο δείκτης κυμαίνεται στα επίπεδα oligοτροφισμού με τάσεις μετάπτωσης σε κατάσταση mesοτροφισμού την άνοιξη και το φθινόπωρο.

V. ΥΔΡΟΒΙΑ ΒΛΑΣΤΗΣΗ & ΦΥΤΟΒΕΝΘΟΣ

Η λίμνη περιβάλλεται από μία στενή λωρίδα υδρόφιλης βλάστησης αποτελούμενη από λυγαριές (*Vitex agnus-cactus*), πικροδάφνες (*Nerium oleander*) και ελόφυτα, όπως τα *Eleocharis sp.*, *Panicum repens* *Scirpus holoschoenus* κ.ά, που περιγράφονται λεπτομερώς στις μελέτες των Βαλλιάνου και συν.(1987) και της Botena (2000). Η σημασία των μακροφύτων και γενικά του φυτοβένθους σε μια λίμνη είναι ιδιαίτερα σημαντική λόγω της συμμετοχής τους στην ανακύκλωση θρεπτικών, γι' αυτό γίνεται παρακάτω περιορισμένη αναφορά στην υφιστάμενη κατάσταση και σε φαινόμενα που σχετίζονται με αυτήν. Μάλιστα οι Drake & Heaney (1987) οι Μουρκίδης και συν.(1996) και το IFE (1995) αναφέρουν ότι στις λίμνες η ανάπτυξη αυτών συμβαίνει κατά κανόνα την χειμερινή περίοδο της κυκλοφορίας, οπότε διαπιστώνεται αύξηση της συγκέντρωσης των ορθοφωσφορικών αλάτων στα νερά και πτώση του pH. Η αποκοπή και πτώση των φυτών στον πυθμένα τα προσθέτει στην οργανική ύλη του detritus. Από την φάση αυτή με τη βοήθεια των οργανισμών που καταναλώνουν και βιοδιασπούν το οργανικό αυτό υλικό, τα θρεπτικά επανέρχονται στη στήλη του νερού ή απορροφώνται από το ριζικό σύστημα των υδρόβιων φυτών (Ewel & Fontaine 1983, Rooney *et al.* 2003).



Εικόνα 2.47: Σκαρίφημα εξάπλωσης χαρακτηριστικών υδρόβιων μακροφύτων στην κύρια λεκάνη της λίμνης.

Παρατηρώντας την εικόνα 2.48, βλέπουμε ότι η υδρόβια βλάστηση στην υποπαράλιο ζώνη ακολουθεί μία περιμετρική εξάπλωση προσαρμοσμένη στη γεωμορφολογία και υδρολογία της λίμνης. Ανάλογη εξάπλωση παρατηρείται στις παρυφές των υποβρύχιων πρανών της λίμνης που τερματίζεται η ομαλή αμμώδης περιοχή και αρχίζει η απότομη κλίση προς το μέσον της δολίνης, αποτελούμενη από τα μακρόφυτα *Potamogeton pectinatus*, *Najas marina* και άλλα είδη σε μικρότερες ποσότητες σε βάθη από 4-7m. Το πρώτο είδος μάλιστα, φαίνεται να εξαπλώνεται και σε μεγαλύτερα βάθη 13-14m. Από το βάθος αυτό και μέχρι τα 17-18m οι Kitching. *et al.* (1976) παρατήρησαν ότι φύονται είδη του γένους *Chara* (εικόνα 2.47) όπως περιγράφεται και αλλού (Rataj & Horemann 1977). Εξ άλλου στη λίμνη Κουρνά μειώνεται δραστικά η στάθμη νερού το καλοκαίρι (υποβιβάζεται περί τα 4-5 m) και οι συστάδες αυτές σχεδόν αποκαλύπτονται. Σύμφωνα με τους Rataj & Horemann από τον Clayton (1998), το *Potamogeton pectinatus* έχει περιορισμένη ανθεκτικότητα στις υψηλές θερμοκρασίες και γι' αυτό παρατηρούμε το φαινόμενο της ξήρανσης και πτώσης των θαλλών το καλοκαίρι.

Στην παράλιο επίσης ζώνη και σε μικρό βάθος που καλύπτεται από μικρούς βράχους, εντοπίστηκε σε μικρές συστάδες το είδος *Myriophyllum spicatum* (εικ.2.48). Το είδος αυτό που χαρακτηρίζει εύτροφους υδάτινους βιοτόπους είχε ήδη εντοπιστεί από την ομάδα Βαλλιάνου σε ανάλογα σημεία (Βαλλιάνος και συν. 1987). Κατά την έρευνά μας το *M.spicatum* εντοπίστηκε ακόμη να φύεται σε μεγάλες ποσότητες σε πολύ μικρό βάθος γύρω από την λεκάνη των πηγών στα τέλη του καλοκαιριού του 2006. Αυξημένη επίσης υδρόβια βλάστηση παρατηρείται (1^{ov}) στο βόρειο τμήμα, που είναι το κανάλι απορροής και το φράγμα και (2^{ov}) στο νότιο τμήμα που βρίσκεται η λεκάνη των υποβρύχιων πηγών. Στα σημεία αυτά έχουν εντοπιστεί και δύο νέα είδη για την Κρήτη, το *Najas marina* και το *Ludwigia palustris* (Βαλλιάνος και συν.1987, Yannitsaros & Koupli-Souvatzi 1991).

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΠΛΑΓΚΤΟΝ (ΜΕΡΟΣ Β)

ΛΙΜΝΗ ΚΟΥΡΝΑ
ΠΟΚΡΩΝΑΣ ΧΑΝΙΩΝ



Συστάδες
Myriophyllum spicatum



Συστάδες *Chara spp.*



Συστάδες *Potamogeton pectinatus* & *Najas marina*

Εικόνα 2.48: Θέσεις ανάπτυξης υφυδατιών συστάδων υδρόβιας βλάστησης στην λίμνη.



Φωτογραφία: Τρία από τα πλέον χαρακτηριστικά είδη υφυδατικής μακροφυτικής χλωρίδας της λίμνης (α) *Potamogeton pectinatus*, (β) *Najas marina*, (γ) *Myriophyllum spicatum*.

VI. ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κατηγορία αυτή καταναλωτών, αποτελεί σημαντικό κρίκο ανάμεσα στους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς, τους παραγωγούς και τους ανώτερους οργανισμούς, όπως τα ψάρια σε μία λίμνη. Σημαντικό ρόλο επίσης παίζουν στην ανακύκλωση των θρεπτικών αλάτων και του άνθρακα μέσα στο περιβάλλον μετά τον μεταβολισμό και αποβολή τους σε μορφή αμμωνιακών κυρίως αλάτων (NH_4^+) και CO_2 .

Οι κυριότερες ομάδες ζωοπλαγκτονικών βιοκοινωνιών που συναντάμε στο λιμναίο φυσικό οικοσύστημα προέρχονται καταρχήν από το φύλο των Αρθρόποδων, α) η τάξη των Κλαδοκεραιωτών (Cladocera) της Κλάσης Βραχυπόδων, β) η τάξη των Κυκλοποειδών (Cyclopoida) και η τάξη των Καλιανοειδών (Calanoida) της Κλάσης Κοπηπόδων (Copepoda) και κατά δεύτερον από το φύλο των Τροχοζώων (Rotifera). Περιστασιακά ακόμη συμμετέχουν ως μεροπλαγκτόν προνύμφες εντόμων, μαλακίων, κοιλεντερωτών, δεκάποδων καρκινοειδών και ψαριών. Τέλος ιδιαίτερο ρόλο παίζουν τα πρωτόζωα. (Μιχαλούδη 1997).

Το μήκος των παραπάνω οργανισμών κυμαίνεται συνήθως μεταξύ του 0,5-1mm, με ελάχιστες εξαιρέσεις να ξεπερνούν τα 3 mm ή να είναι μικρότεροι του 0,1mm (Σίνης 1999). Συνεπώς η πλειονότητά τους ήταν δυνατόν να συλλεχθεί με το διαθέσιμο πλαγκτικό δίχτυ ανοίγματος 250μm, παρότι για την συλλογή του σύνολου απαιτούνται δίχτυα με άνοιγμα 100μm. (Αποστολοπούλου 1980, Κουσουρή 1998)

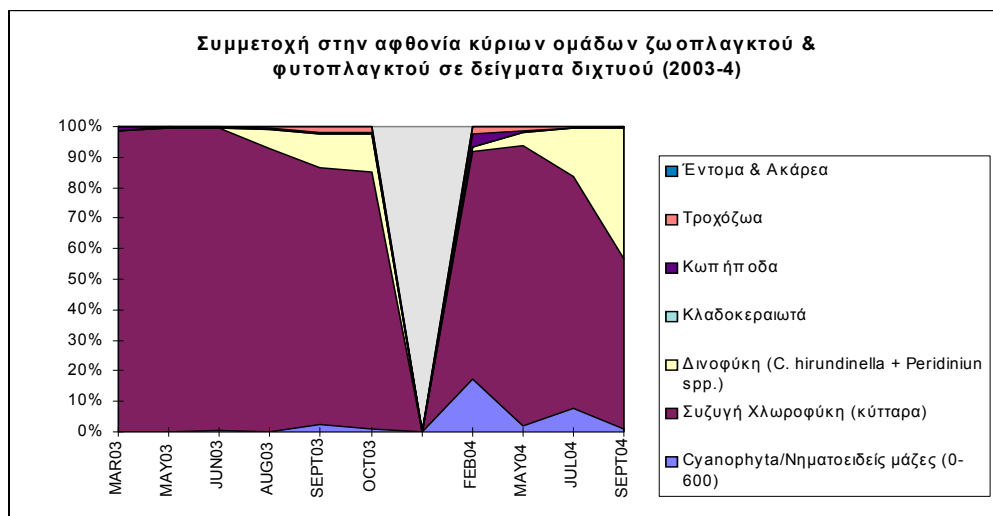
2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟΥ

2.1 Αφθονία και βιομάζα

Αφθονία

Στις περισσότερες λίμνες, η κοινότητα του ζωοπλαγκτού αποτελείται από 5-8 επικρατή είδη και πλειάδα άλλων σπανιότερων μορφών. Οι παράγοντες που φαίνεται να επηρεάζουν σημαντικά την αφθονία του είναι το φως, το O_2 , η θερμοκρασία, η τροφή και οι κινήσεις του νερού. Έτσι παρατηρείται μία εποχικότητα και διαδοχή στην εμφάνιση των ειδών και της συνολικής αφθονίας τους (Σίνης 1999).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών με πλαγκτικό δίχτυ και κάθετες σύρσεις από ορισμένα βάθη η αφθονία των συλλαμβανόμενων οργανισμών παρουσιάζει την ακόλουθη ποσοστιαία συμμετοχή (εικόνα 2.49).

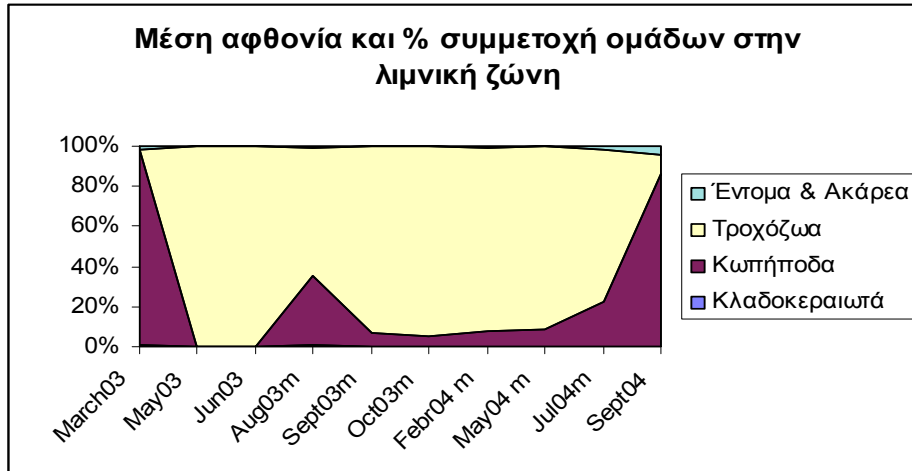


Εικόνα 2.49: % συμμετοχή στη συνολική αφθονία πλαγκτικών ομάδων (δ. πλαγκτικού δικτυού).

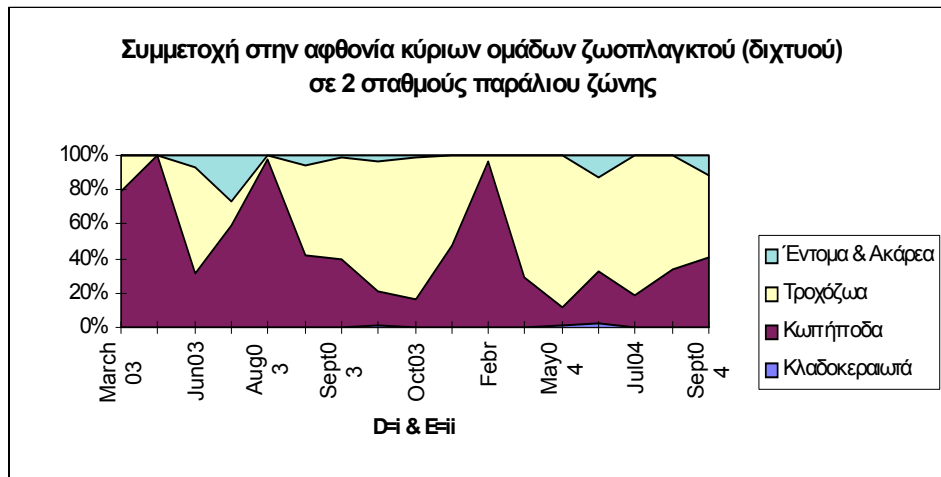
Είναι σαφές ότι το ποσοστό συμμετοχής του ζωοπλαγκτού είναι μικρό στο συνολικό δείγμα που περιλάμβανε και τους διάφορους ευμεγέθεις φυτοπλαγκτικούς οργανισμούς, όπως τα νηματοειδή Συζυγή Χλωροφύκη της τάξης των Zygnemales. Επίσης στον χώρο παρατηρούνται διαφορές σε σχέση με την συμμετοχή της κάθε ζωοπλαγκτικής ομάδας στην συνολική αφθονία.

Τα αποτελέσματα παρουσίας των ζωοπλαγκτικών οργανισμών από τα δείγματα πλαγκτικού δικτυού, δίνονται για τις θέσεις της λιμνικής ζώνης (σταθμοί Μ, Κ), της παραλίου ζώνης (σταθμοί D και E) και των Πηγών (Π) στις ακόλουθες εικόνες 2.50, 2.51 και 2.52.

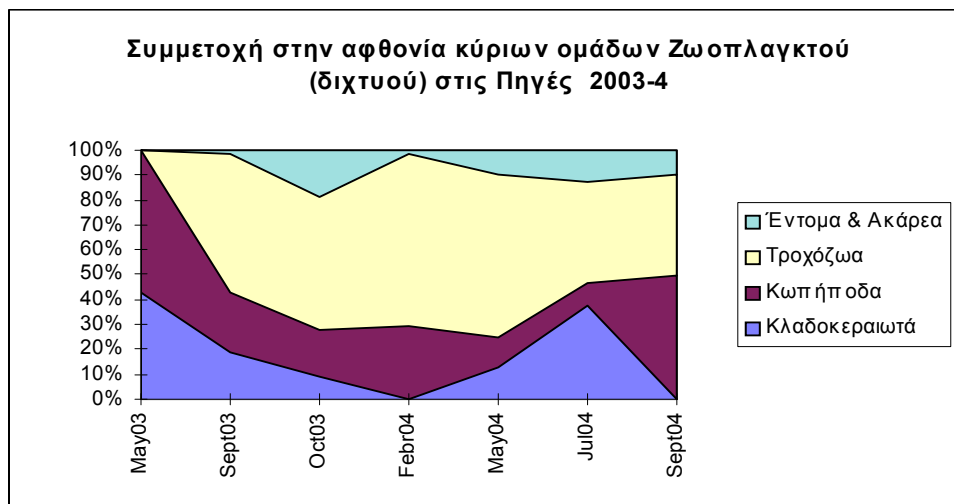
Κατά πρώτον στην λιμνική ζώνη (σταθμοί Μ και Κ) τον Μάρτιο'03 επικρατούν σχεδόν μόνο τα Κωπήποδα με 97% περίπου(!). Τον Μάιο'03, κυριαρχούν τα Τροχόζωα με 99%(!). Τον Ιούνιο'03 συνεχίζουν να επικρατούν τα Τροχόζωα με σχεδόν 100%. Τον Αύγουστο'03, επικρατούν και πάλι τα Τροχόζωα με 63% και έπονται τα Κωπήποδα με 35%. Τον Σεπτέμβριο και Οκτώβριο'03, συνεχίζεται η επικράτηση των τροχοζώων με ποσοστό 93% και 95% και έπονται τα Κωπήποδα με 7 και 5 % αντίστοιχα..



Εικόνα 2.50: Ποσοστιαία συμμετοχή μέσης αφθονίας ζωοπλαγκτού στη λιμνική ζώνη.



Εικόνα 2.51: Ποσοστιαία συμμετοχή αφθονίας ζωοπλαγκτού στους 2 σταθμούς παράλιου ζώνης.



Εικόνα 2.52 : Ποσοστιαία συμμετοχή Αφθονίας ζωοπλαγκτού στις πηγές

Τον Φεβρουάριο και Μάιο'04 τα Τροχόζωα συνεχίζουν να επικρατούν με 90% περίπου και έπονται τα Κωπήποδα με 8 και 9% αντίστοιχα. Τον Ιούλιο'04 μειώνεται η κυριαρχία των Τροχοζώων σε 78% και αυξάνεται η συμμετοχή των Κωπηπόδων σε 20%. Τέλος τον Σεπτέμβριο'04, επικρατούν τα Κωπήποδα με 80% και έπονται τα Τροχόζωα με 15% περίπου. Είναι φανερό ότι κάτι έχει μεσολαβήσει για να έχουμε αλλαγή του «σκηνικού» υπέρ των Κωπήποδων, όπως και τον Μάρτιο'03.

Στην παράλιο ζώνη παρατηρήθηκαν σημαντικές αποκλίσεις στις περισσότερες δειγματοληψίες μεταξύ των σταθμών D και E και γι'αυτό καταγράφονται ξεχωριστά στην εικόνα 2.51 (με τους συμβολισμούς i/- για τον D και ii για τον E) Αναφορικά με τον Μάρτιο του 2003 στον σταθμό D επικρατούν τα Κωπήποδα με 80% περίπου και έπονται τα Τροχόζωα με 20%. Τον Μάιο του 2003, συνεχίζεται η κυριαρχία τους με 99%!! Τον Ιούνιο του 2003, στον μεν σταθμό D έχουμε 60% περίπου Τροχόζωα και 30% Κωπήποδα ενώ στον σταθμό E 50% Κωπήποδα και 20% Τροχόζωα. Τον Αύγουστο του 2003, στον μεν σταθμό D έχουμε 97% περίπου Κωπήποδα και 3% Τροχόζωα ενώ στον σταθμό E επικρατούν και πάλι τα Τροχόζωα με 55% και έπονται τα Κωπήποδα με 40%. Τον Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο του 2003, η κατάσταση και στους 2 σταθμούς είναι όμοια. Στον μεν σταθμό D έχουμε 60% περίπου Τροχόζωα και 40% Κωπήποδα ενώ στον σταθμό E 75% περίπου Τροχόζωα και 20% Κωπήποδα. τον Σεπτέμβριο. Ενώ τον επόμενο μήνα του φθινοπώρου επικρατούν με 80% τα Τροχόζωα και έπονται με 20% τα Κωπήποδα (D) αντίστοιχα με 60-40% οι ίδιες ομάδες στον σταθμό E. Τον Φεβρουάριο του 2004 όμως στον D έχουμε επικράτηση των Κωπηπόδων με 95%, ενώ στον E έχουμε επικράτηση των Τροχοζώων με 70% και έπονται τα Κωπήποδα με 30%. Τον Μάιο του 2004, τα Τροχόζωα συνεχίζουν να επικρατούν με 90% περίπου και έπονται τα Κωπήποδα με 8 και 9%. Τον Ιούλιο του 2004 μειώνεται η κυριαρχία των Τροχοζώων σε 78% και αυξάνεται η συμμετοχή των Κωπηπόδων σε 20%. Τέλος τον Σεπτέμβριο του 2004, επικρατούν τα Κωπήποδα με 80% και έπονται τα Τροχόζωα με 15% περίπου.

Στη λεκάνη πηγών (εικ.2.52) παρατηρήθηκαν τα παρακάτω με την σημείωση ότι τα δείγματα Ιουνίου & Αυγούστου'03, δεν αναφέρονται λόγω καταστροφής τους κατά τη φάση αποθήκευσης.

Έτσι τον Μάιο'03, έχουμε επικράτηση των Κωπηπόδων κατά 60% της συνολικής βιομάζας και έπονται τα Κλαδοκεραιωτά με 40% περίπου. Χωρίς τα δείγματα του

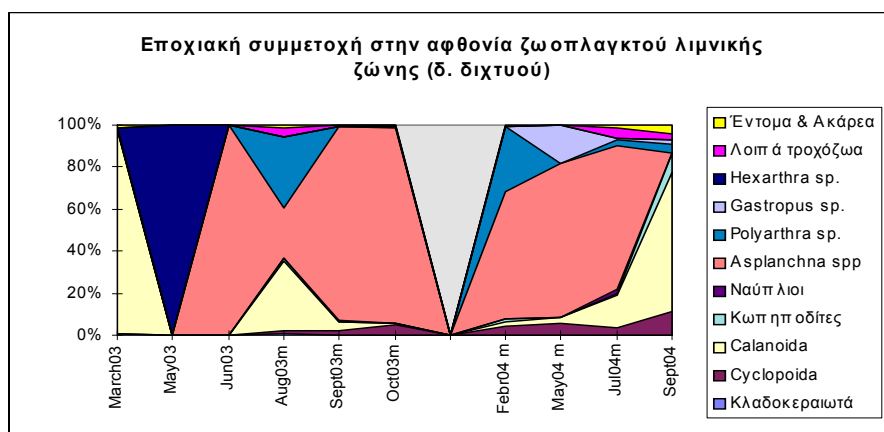
ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ –ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟΝ-ΖΩΟΒΕΝΘΟΣ

Ιουνίου και Αυγούστου, τον Σεπτέμβριο εμφανίζονται να επικρατούν τα Τροχόζωα με 55%, έπονται τα Κωπήποδα με 25% και ακολουθούν τα Κλαδοκεραιωτά με 20%. Τον Οκτώβριο του 2003, συνεχίζεται η επικράτηση των Τροχόζωων με 50% και έπονται τα Κωπήποδα με 20% σε ισοδυναμία με τα διάφορα Έντομα (20%). Τον Φεβρουάριο του 2004 το σκηνικό παραμένει το ίδιο με επικράτηση των Τροχοζώων με 65% και των Κωπηπόδων με 30%. Τον Μάιο '04 τα Τροχόζωα συνεχίζουν να επικρατούν με 65% περίπου και έπονται τα Κωπήποδα με 15%. Τον Ιούλιο '04 μειώνεται η κυριαρχία των Τροχοζώων σε 40% και αυξάνεται η σημαντικά η συμμετοχή των Κλαδοκεραιωτών σε 35%. Τέλος τον Σεπτέμβριο '04, επικρατούν τα Κωπήποδα με 50% περίπου και έπονται τα Τροχόζωα με 40% περίπου.

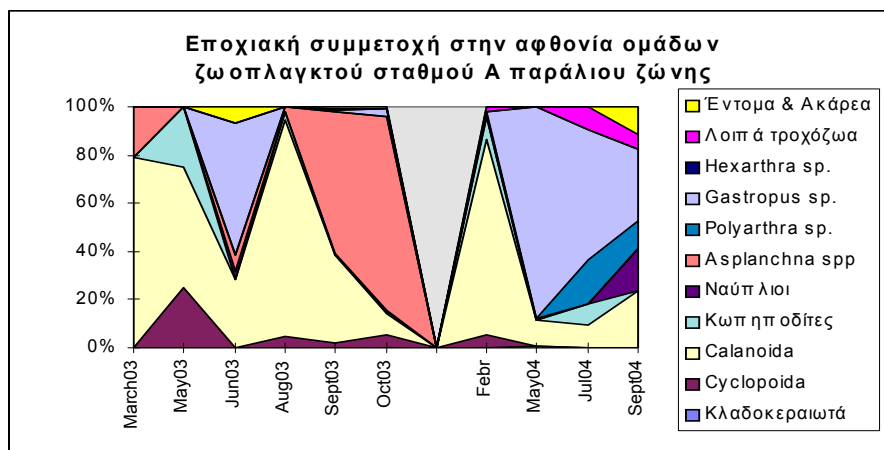
Από τα παραπάνω διαφαίνεται η αξιόλογη παρουσία Κλαδοκεραιωτών μόνο στον «ψυχρό» σταθμό των Πηγών.

Στο σύνολό τους τα στοιχεία αυτά επιβεβαιώνουν την κυριαρχία Τροχοζώων και των Κωπηπόδων έναντι άλλων ομάδων από άποψη αφθονίας. Επίσης φανερώνουν σχεδόν παντελή απουσία Κλαδοκεραιωτών από την λιμνική και παράλιο ζώνη.

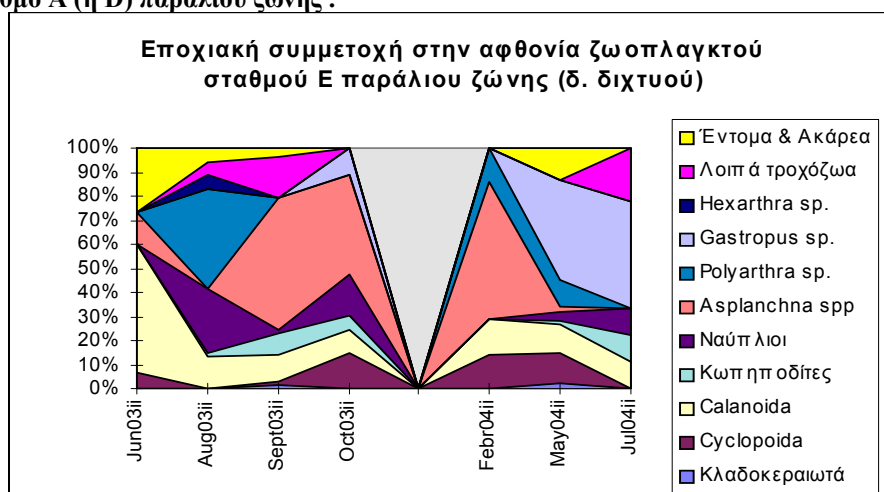
Ακολουθώς δίνονται τα αποτελέσματα της συμμετοχής στην αφθονία των επιμέρους ειδών ή Τάξεων για κάθε ομάδα ζωοπλαγκτού σε κάθε σταθμό (εικόνες 2.53, 2.54, 2.55, 2.56) όπου διαφαίνεται η κυριαρχία του Τροχόζωου *Asplanchna priodonda* και της τάξης των Καλανοειδών στα Κωπήποδα..



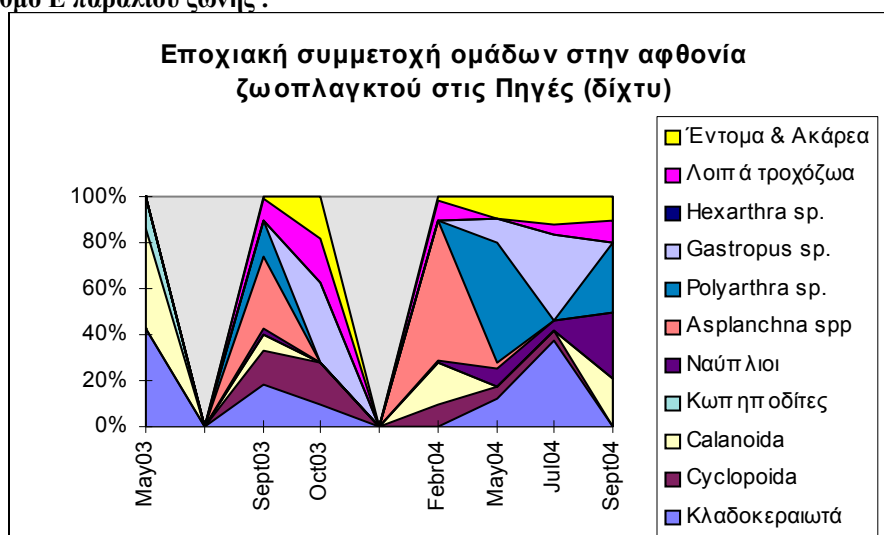
Εικόνα 2.53: Μεταβολές συμμετοχής στην αφθονία ζωοπλαγκτικών ομάδων σε δείγματα δικτυού από τον σταθμό λιμνικής ζώνης .



Εικόνα 2.54: Μεταβολές συμμετοχής στην αφθονία ζωοπλαγκτικών ομάδων σε δείγματα διχτού από τον σταθμό Α (ή D) παράλιου ζώνης .



Εικόνα 2.55: Μεταβολές συμμετοχής στην αφθονία ζωοπλαγκτικών ομάδων σε δείγματα διχτού από τον σταθμό Ε παράλιου ζώνης .

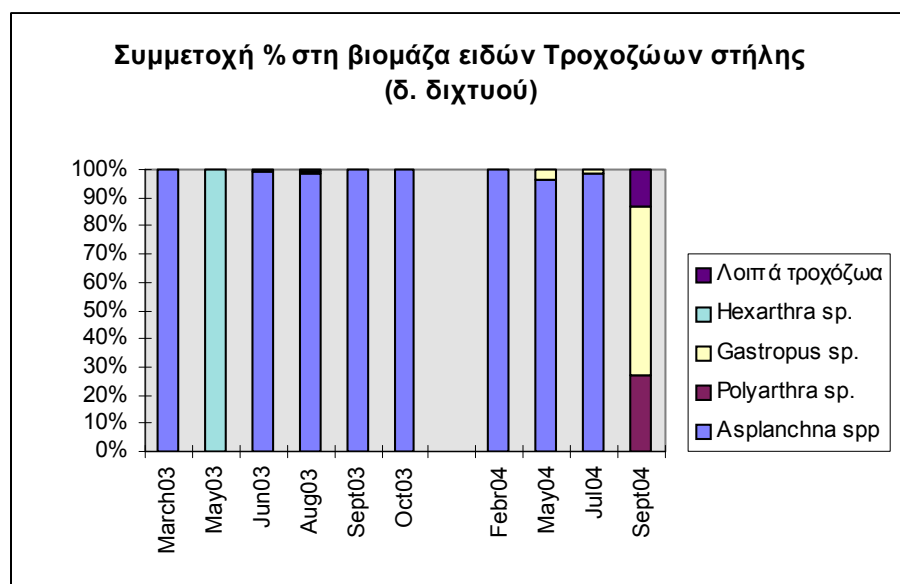


Εικόνα 2.56: Μεταβολές συμμετοχής στην αφθονία ζωοπλαγκτικών ομάδων σε δείγματα διχτού από τον σταθμό λεκάνης πηγών (Π).

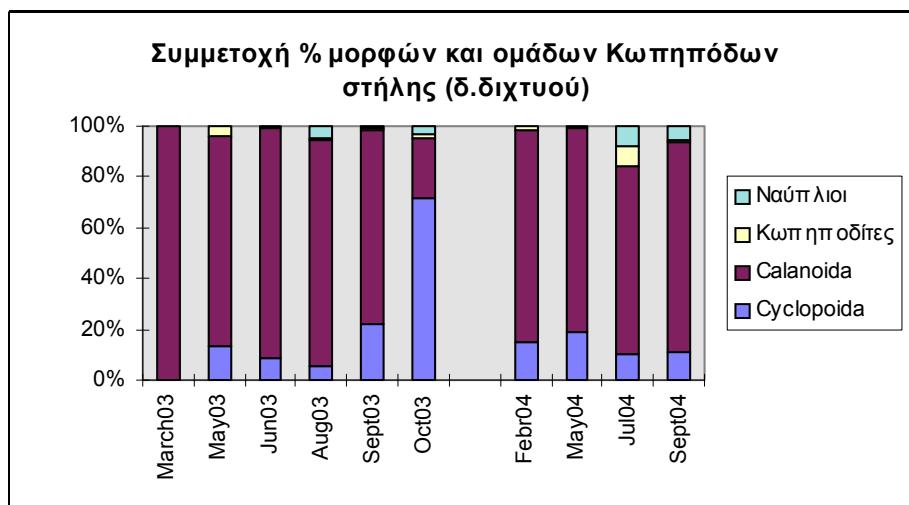
Στις παραπάνω εικόνες, παρατηρούμε επίσης ότι η ποικιλότητα του ζωοπλαγκτού βαίνει αυξανόμενη από την λιμνική προς την παράλιο ζώνη και την λεκάνη των πηγών. Επίσης αυξανόμενη εμφανίζεται η ποικιλότητα από τον βαθύτερο (D) προς τον ρηχότερο σταθμό (E) της παραλίου ζώνης (εικ. 2.54-55)

2.2 Επικρατή είδη και ομάδες

Όπως προαναφέρθηκε ο όρος «επικρατές είδος», αφορά εκείνα τα είδη που κατατάσσονται πρώτα ή δεύτερα σε σειρά βιομάζας σε κάθε δειγματοληψία. Τα είδη αυτά συγχρόνως αποτελούν αθροιστικά το σημαντικότερο ποσοστό στην συχνότητα της βιομάζας των ειδών. Κατά την διάρκεια της έρευνας με το πλαγκτικό δίχτυ (Μάρτιος’ 03-Σεπτέμβριος’04) τα επικρατή είδη και ομάδες ζωοπλαγκτού προέρχονταν από το φύλο των Τροχοζώων και την τάξη των Κωπήποδων. Ιδιαίτερα στα Τροχοζώα έχουμε επικράτηση διαφορετικών ειδών κατά εποχή αλλά και σταθμό. Έτσι άλλοτε παρατηρείται η υπερανάπτυξη του είδους *Asplanchna priodonta* και άλλοτε ενός είδους *Gastropus sp.* ή μόνο παρουσία *Hexarthra sp.* Σε σχέση όμως με την συνολική βιομάζα των Τροχοζώων, το είδος *Asplanchna priodonta* κυριαρχεί σχεδόν πάντα. (εικόνα 2.57). Από πλευράς Κλάσης Κωπηπόδων, η πολυπληθέστερη Τάξη ήταν σχεδόν πάντα εκείνη των Καλανοειδών. (βλ. εικόνα 2.58)

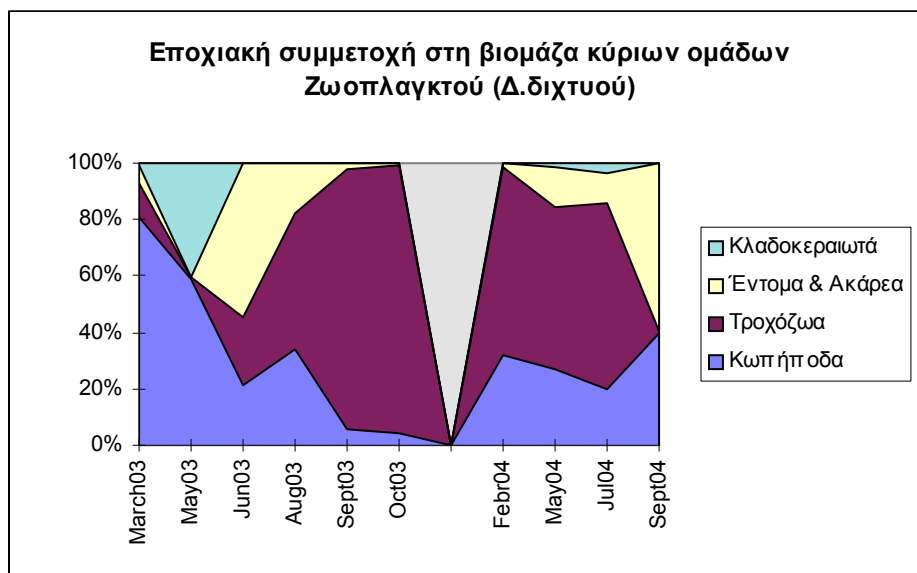


Εικόνα 2.57 : Ποσοστιαία συμμετοχή στη βιομάζα Τροχοζώων των επιμέρους ειδών.



Εικόνα 2.58: Ποσοστιαία συμμετοχή στη βιομάζα Κωπηηπόδων των επιμέρους ομάδων και σταδίων ανάπτυξης.

Η ποσοστιαία συμμετοχή των παραπάνω επιμέρους ζωοπλαγκτικών ομάδων στο σύνολο της λίμνης (μέσες τιμές) αλλά και την κάθε ζώνη χωριστά αποδίδεται παραστατικά στις ακόλουθες εικόνες 2.59, 2.60, 2.61 και 2.62.



Εικόνα 2.59: Χρονική κατανομή συμμετοχής ζωοπλαγκτικών ομάδων στην μέση βιομάζα της λίμνης (δείγματα διχτυού) το διάστημα Μάρτιος'03- Σεπτέμβριος'04.

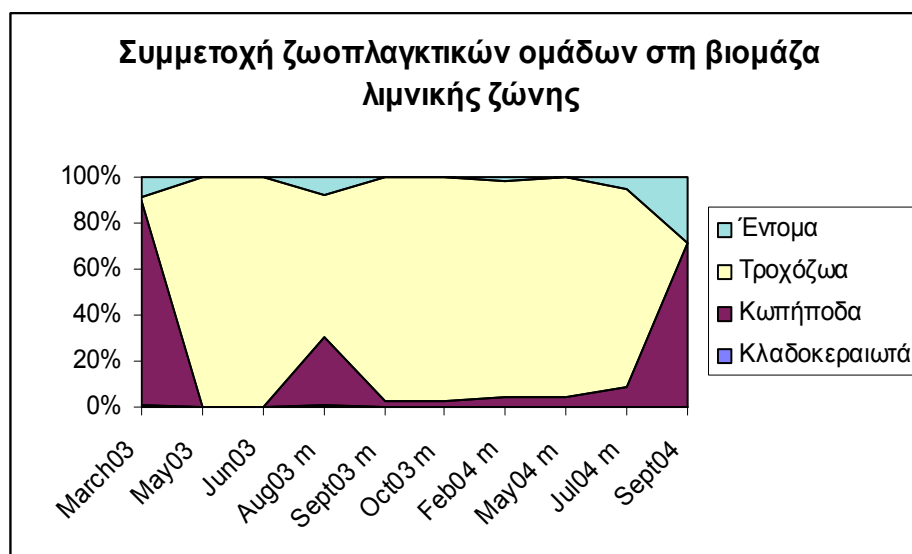
Σύμφωνα με τις μέσες τιμές βιομάζας που καταγράφηκαν στην λίμνη το διάστημα 2003-4, παρατηρούμε ότι τον Μάρτιο'03, επικρατούν τα Κωπήποδα με συμμετοχή στη συνολική βιομάζα 80% περίπου και έπονται τα μικρά Τροχόζωα με 12%. Τον Μάιο'03, επικρατούν τα Κωπήποδα με συμμετοχή 60% περίπου και έπονται τα Κλαδοκεραιωτά με

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ –ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟΝ-ΖΩΟΒΕΝΘΟΣ

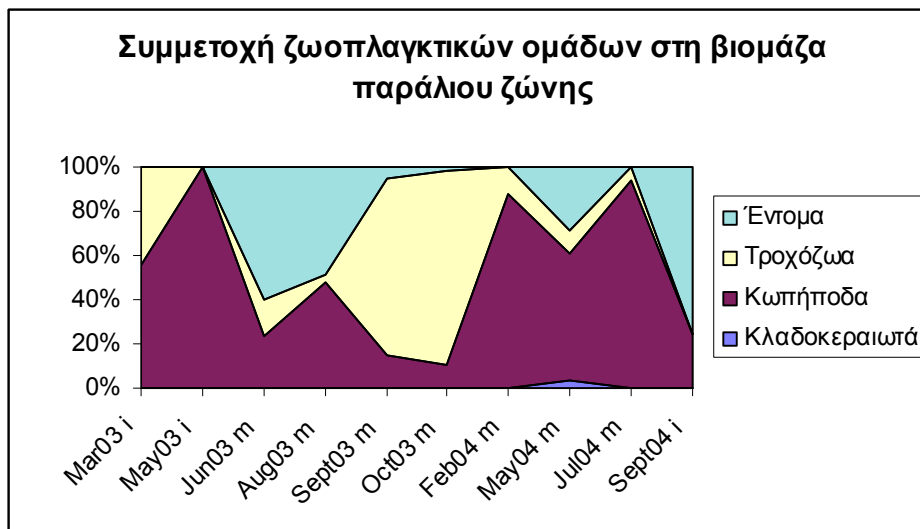
40% περίπου. Τον Ιούνιο '03, επικρατούν οι διάφορες μορφές εντόμων με συμμετοχή 50% περίπου και έπονται σχεδόν ισοδύναμα τα Τροχόζωα με 25% και τα Κωπήποδα με 22%. Τον Αύγουστο '03, επικρατούν και πάλι τα Τροχόζωα με συμμετοχή 50% και έπονται τα Κωπήποδα με 32% και τα Έντομα με 18% περίπου. Τον Σεπτέμβριο '03, κυριαρχούν τα Τροχόζωα με συμμετοχή 90% περίπου και έπονται με 8% τα Κωπήποδα. Τέλος τον Οκτώβριο '03, κυριαρχούν και πάλι τα Τροχόζωα με συμμετοχή 95% στη βιομάζα.

Τον Φεβρουάριο του 2004 η κυριαρχία των Τροχοζώων μετριάζεται αλλά και πάλι επικρατούν με 70% περίπου και έπονται τα Κωπήποδα με 30%. Τον Μάιο του 2004 συνεχίζεται η επικράτηση των Τροχοζώων με 55% περίπου και έπονται τα Κωπήποδα με 28% και τα Έντομα με 16% περίπου. Τον Ιούλιο του 2004 συνεχίζουν να επικρατούν τα Τροχόζωα με 67% και έπονται τα Κωπήποδα με 20% και τα Έντομα με 10%. Τον Σεπτέμβριο του 2004 όμως αλλάζει το σκηνικό και επικρατούν οι διάφορες μορφές Εντόμων με 58% και έπονται τα κωπήποδα με 40% περίπου, ενώ σχεδόν εξαφανίζονται τα Τροχόζωα.

Ακολούθως μελετήσαμε την χωρική κατανομή των ζωοπλαγκτικών ειδών μέσω των αποτελεσμάτων βιομάζας στις 3 χαρακτηριστικές περιοχές της λίμνης.



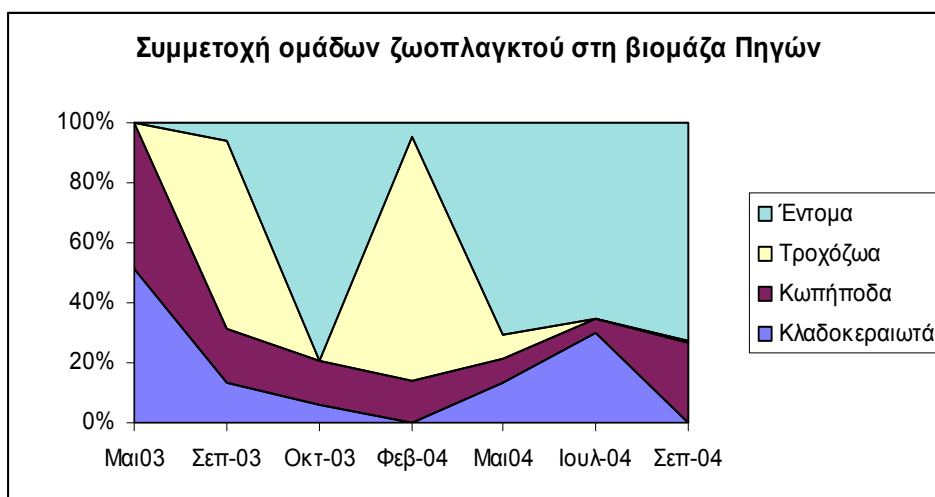
Εικόνα 2.60: Ποσοστιαία χρονική κατανομή ζωοπλαγκτικών ομάδων στη βιομάζα λιμνικής ζώνης.



Εικόνα 2.61: Ποσοστιαία χρονική κατανομή ζωοπλαγκτικών ομάδων στη βιομάζα παράλιου ζώνης.

Η διαφοροποίηση μεταξύ των σταθμών είναι εμφανής. Στην λιμνική ζώνη έχουμε κυριαρχία των τροχοζώων και λιγότερο των Κωπήπόδων (εικόνα 2.60). Στην παράλιο ζώνη με τα μικρότερα βάθη και την άμεση γειτνίαση-επικοινωνία με τα χερσαία οικοσυστήματα η αναλογία μετατοπίζεται υπέρ των εντόμων. Τα δε Κωπήποδα αναπτύσσονται σε βάρος της συμμετοχής των τροχοζώων (Εικόνα 2.61)

Τέλος στις Πηγές το σκηνικό αλλάζει σημαντικά υπέρ των Εντόμων και έχουμε σαφή ενίσχυση της παρουσίας των Κλαδοκεραιωτών και περιορισμό των Κωπήπόδων (εικόνα 2.62).



Εικόνα 2.62 : Ποσοστιαία χρονική κατανομή ζωοπλαγκτικών ομάδων στη βιομάζα ζώνης πηγών.

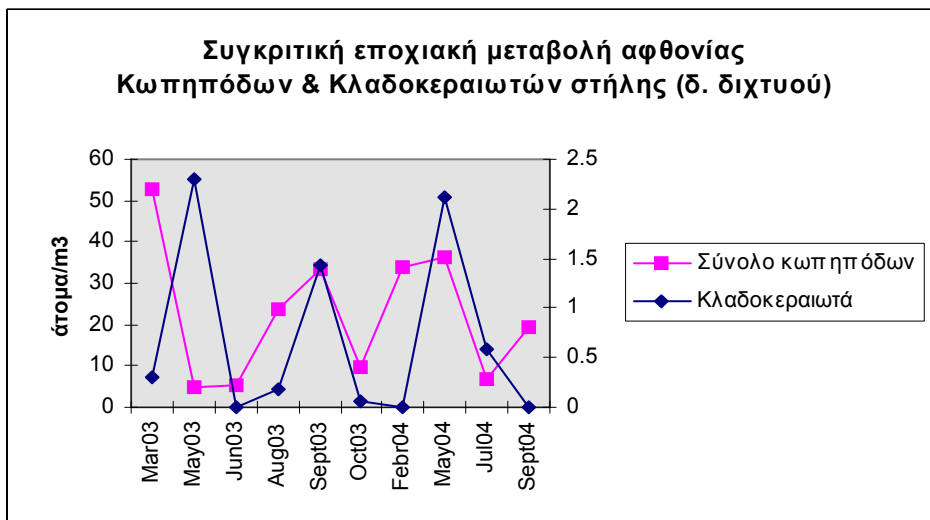
Ακολουθώς γίνεται περιγραφή της αφθονίας και βιομάζας των ζωοπλαγκτικών ομάδων αναλυτικά για κάθε είδος ή Τάξη ή ομάδα, ανάλογα με τον βαθμό ταυτοποίησης και κατάταξης των οργανισμών.

2.3 Κλαδοκεραιωτά

Τα είδη που έγινε δυνατόν να ταυτοποιηθούν και τα οποία αναφέρονται από προηγούμενους ερευνητές (Brehm 1955, Lindberg 1956), συνοψίζονται σε παλαιότερο κατάλογο ζωοπλαγκτικών οργανισμών ελληνικών εσωτερικών νερών από τους Zarfdjian & Economidis (1989). Αυτά ήταν τα *Bosmina longirostris*, *Alona rectangular*, *Chydorus sphaericus*. Τα υπόλοιπα είδη ανήκουν στην οικογένεια των Chydoridae και δεν προσδιορίστηκαν επακριβώς.

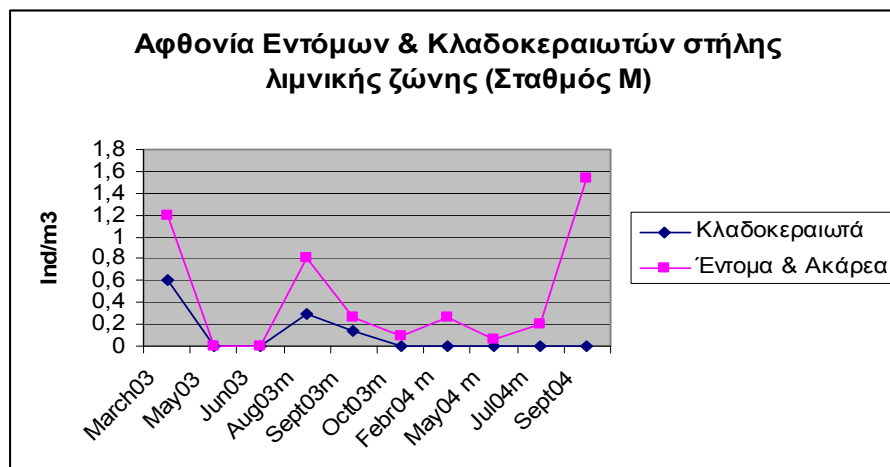
Αφθονία

Κατά μέσο όρο στη λίμνη η αφθονία των Κλαδοκεραιωτών κυμαίνεται από 0-2,5 ind/m³ περίπου. (βλ. εικ 2.63)

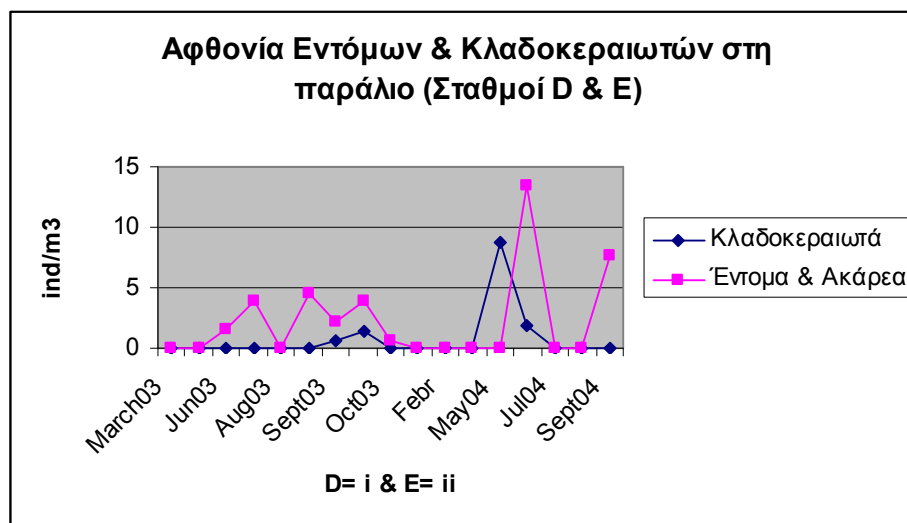


Εικόνα 2.63:Χρονική κατανομή μέσης αφθονίας Κλαδοκεραιωτών και Κωπηπόδων το 2003-‘04.

Χαρακτηριστικά στη στήλη του νερού της λιμνικής ζώνης η αφθονία δεν ξεπερνά τα 0,6 ind/m³ (βλ. εικόνα 2.64), ενώ στην παράλιο ζώνη κυμαίνεται από 0- 1,4 ind/m³ το 2003 και 0-8,8 ind/m³ το 2004 (βλ. εικόνα 2.65).

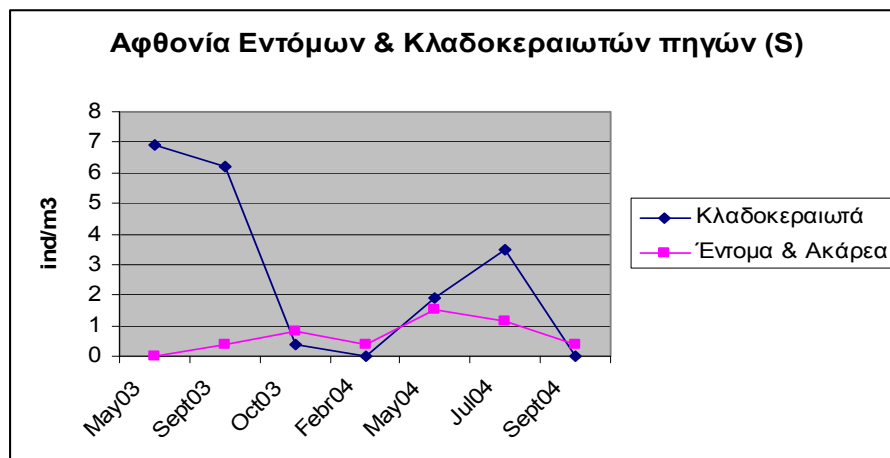


Εικόνα 2.64: Αφθονία κλαδοκεραιωτών και εντόμων στην λιμνική ζώνη.



Εικόνα 2.65: Αφθονία κλαδοκεραιωτών και εντόμων στους παράλιους σταθμούς (D & E)

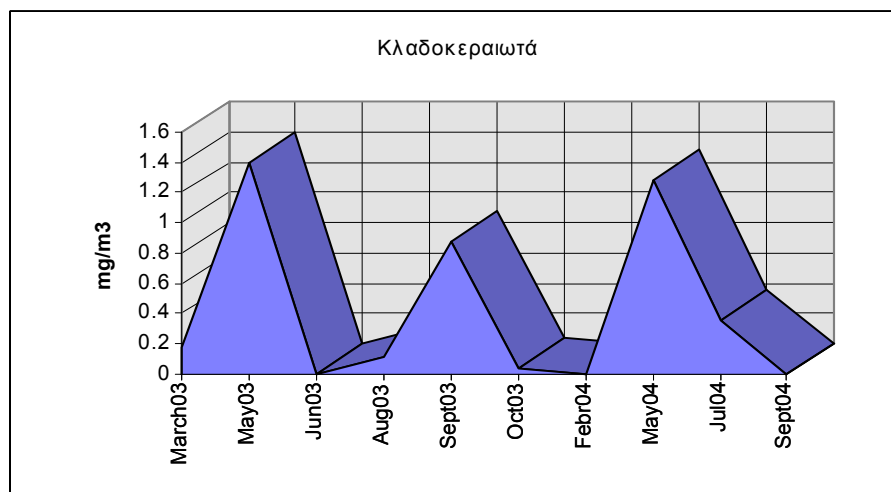
Την μεγαλύτερη αφθονία όμως έχουμε στις Πηγές(S) με τιμές που έφταναν περίπου τα 7 ind/m^3 (εικ. 2.66). Η κατάσταση αυτή πρέπει να αποδοθεί κύρια στην μικρότερη θήρευση, δεδομένου ότι οι χαμηλές θερμοκρασίες και οι μεγάλες ταχύτητες του υποβρύχιου ρεύματος των νερών που αναβλύζουν, αποθαρρύνουν την προσέγγιση των νεαρών πλαγκτοφάγων ψαριών στη περιοχή. Συγχρόνως η απουσία Κλαδοκεραιωτών από τις πηγές, τους ψυχρούς μήνες, ενδεχόμενα να οφείλεται στη περιορισμένη αντοχή τους, σε χαμηλές θερμοκρασίες.



Εικόνα 2.66: Αφθονία κλαδοκεραιωτών και εντόμων στη λεκάνη Πηγών.

Βιομάζα

Στο διάστημα 2003-‘04, η βιομάζα κλαδοκεραιωτών ακολούθησε ανάλογη χρονική κατανομή με την αφθονία τους στα δείγματα ζωοπλαγκτού από το δίχτυ. Στην εικόνα 2.67, διακρίνουμε ότι κ.μ.ο η βιομάζα ήταν περιορισμένη με τιμές από 0-1,4 mg/m³ και χαρακτηριστικές ακμές τον Μάιο ‘03, τον Σεπτέμβριο ‘03 και τον επόμενο Μάιο ‘04.



Εικόνα 2.67: Βιομάζα Κλαδοκεραιωτών στα δείγματα από πλαγκτονικό δίχτυ.

2.4 Κωπήποδα

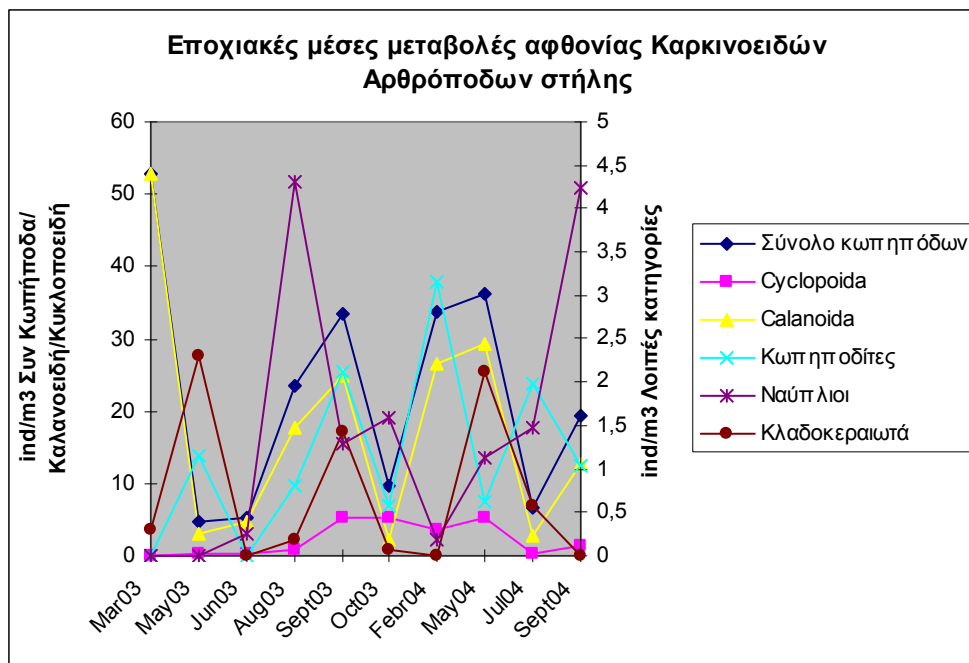
Στον Κουρνά καταγράφηκαν κυρίως άτομα από την Τάξη των Καλανοειδών και λιγότερο από εκείνη των Κυκλοποειδών, δεν έγινε όμως συστηματική εξέταση των δειγμάτων για ταυτοποίηση ειδών. Η μοναδική συστηματική πληροφορία των

ζωοπλαγκτικών ειδών αυτής της ομάδας, προέρχεται απ' τις αναφορές του Lindberg (1956), για το καλανοειδές *Calanipedia aquaedulcis* και για τα κυκλοποειδή *Mesocyclops albidus* και *Eucyclops serrulatus*.

Η ομάδα των Αρπακτικοειδών φαίνεται ότι απαντά στη λίμνη με βάση τις αναφορές του Chappuis (1956) και του Lindberg (1956), με τα είδη *Mesochra aestuarii* και *Onychocamptus mohammed* όμως δεν καταγράφηκαν με βεβαιότητα τέτοια άτομα στα δείγματα που συλλέχτηκαν κατά την παρούσα έρευνα. Τα άτομα που ενδεχομένως να ήταν Αρπακτικοειδή κατετάγησαν στην ομάδα των κωπηποδιτών, λόγω της ομοιότητας που παρουσίαζαν. Αναφέρουμε όμως την πιθανότητα να μην έχουμε σημαντικούς πληθυσμούς, αφού κατά την Σεβαστού (2005) όταν το ίζημα είναι λεπτόκοκκο, η ομάδα αυτή δεν ευδοκιμεί.

Αφθονία

Σύμφωνα με τις εικόνες 2.68,2.69,2.70,2.71, τα Κωπήποδα κυριαρχούν στα τέλη του χειμώνα και αρχές άνοιξης (Φεβρουάριος, Μάρτιος) με επικράτηση των 1-2 ειδών της οικογένειας των Καλανοειδών, με τιμές αφθονίας 8-160 άτομα/m³ και κ.μ.ο 5-53 ind/m³ (εικ. 2.68). Οι οργανισμοί αυτοί εντοπίζονται κατά κανόνα να «βόσκουν» πάνω σε επιπλέοντα νηματοειδή φύκη. Κατά την άνοιξη του 2003 παρατηρείται απότομη μείωσή τους και επανάκαμψη των πληθυσμών το καλοκαίρι του ίδιου έτους. Το επόμενο έτος όμως, φαίνεται να διατηρείται η αφθονία τους την άνοιξη και να μειώνεται το καλοκαίρι με μερική επανάκαμψη τον Σεπτέμβριο. Τη περίοδο αυτή τα Κωπήποδα εντοπίζονται κυρίως στα μεσαία και βαθύτερα στρώματα (>10m), πιθανόν για λόγους προστασίας ή λόγω έλλειψης τροφής στα ανώτερα στρώματα. Απεναντίας το φθινόπωρο και τον χειμώνα που οι θηρευτές είναι λιγότεροι και η τροφή επαρκής στην παράλιο ζώνη, η συγκέντρωσή τους εμφανίζεται μεγάλη.



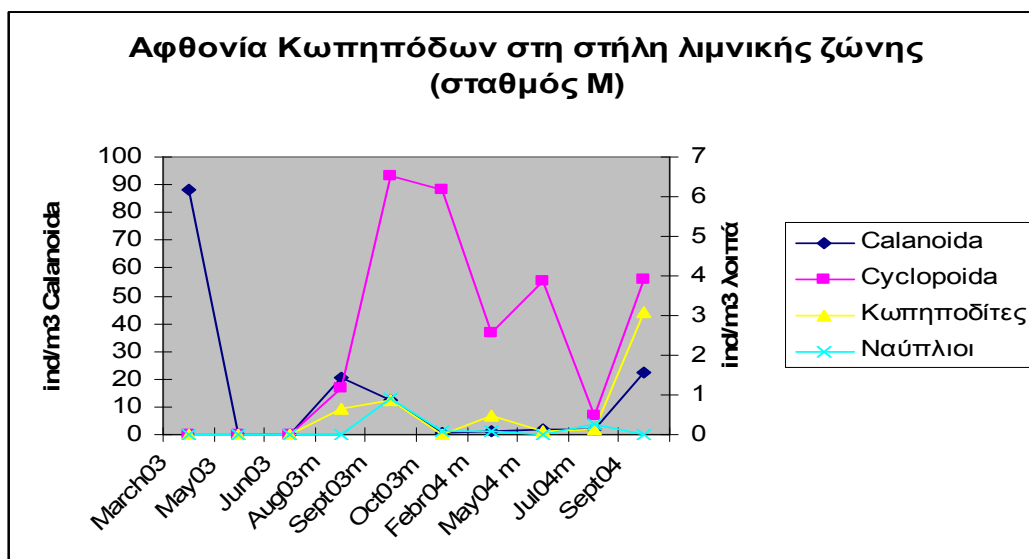
Εικόνα 2.68: Μεταβολές μέσης αφθονίας πλαγκτικών Καρκινοειδών Αρθροπόδων στα δείγματα από πλαγκτονικό δίχτυ.

Μεταξύ των Κωπηπόδων, είναι εμφανής η κυριαρχία των Καλανοειδών ($0-52 \text{ ind/m}^3$) σύμφωνα με τις μέσες εποχιακές τιμές αφθονίας. Η έντονη θήρευση Καλανοειδών λόγω μεγέθους, έναντι των υφιστάμενων Κυκλοποειδών που αξιοποιούν τους «δυσμενείς», για την πρωτογενή παραγωγή, μήνες του φθινοπώρου και του χειμώνα, φαίνεται να ευνοεί την ανάπτυξή τους ($0-6 \text{ ind/m}^3$) τότε. Η αύξηση της αναλογίας υπέρ των Κυκλοποειδών από τον Οκτώβριο και τον χειμώνα είναι επίσης εμφανής στην προηγούμενη εικόνα 2.68.

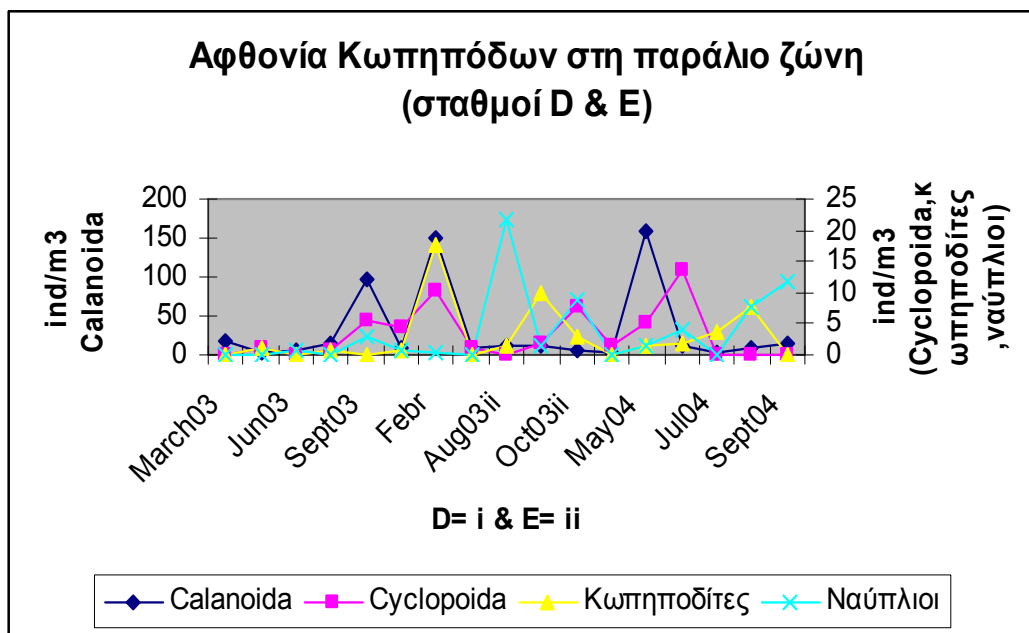
Η χωρική κατανομή των Κωπηπόδων καταγράφεται στις ακόλουθες εικόνες 2.69, 2.70 και 2.71. Παρατηρείται η αυξημένη πυκνότητα Κωπηπόδων στην παράλιο ζώνη έναντι της λιμνικής και σχεδόν μηδενική στις πηγές, όπου οι συνθήκες φαίνεται να μην τα ευνοούν.

Αναλυτικότερα στην λιμνική περιοχή (εικ.2.69), η αφθονία μεταβάλλεται σημαντικά μεταξύ των διαφόρων ομάδων το 2004 έναντι του 2003: τα Καλανοειδή από $0-90 \text{ ind/m}^3$, τα Κυκλοποειδή από $0-6,5 \text{ ind/m}^3$ και τα νεαρά στάδια από $0-3 \text{ ind/m}^3$. Ανάλογα στην παράλιο ζώνη (εικ. 2.70) έχουμε κυριαρχία των Καλανοειδών από $0-155 \text{ ind/m}^3$ έναντι $0-15 \text{ ind/m}^3$ των Κυκλοποειδών. Στην ίδια ζώνη, όπου οι συνθήκες αναπαραγωγής είναι ευνοϊκότερες είναι αυξημένη και η αφθονία ($0-20 \text{ ind/m}^3$) των νεαρών σταδίων. Η παρατηρούμενη αυξημένη παρουσία κωπηποδιτών τον Φεβρουάριο

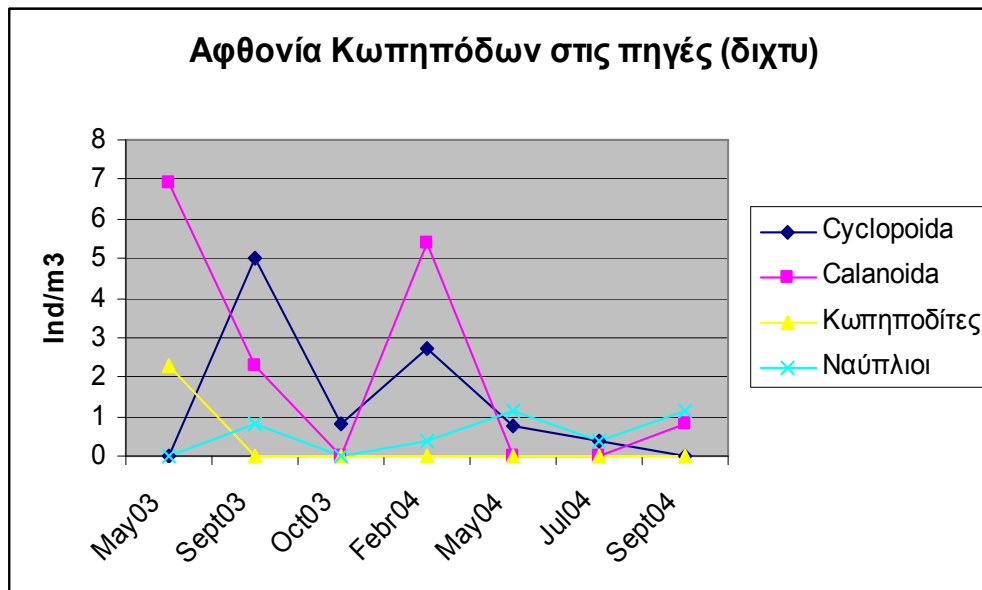
'04, πιθανά να οφείλεται σε λάθος εκτίμηση, επειδή αναφέρθηκε η προσμέτρηση τυχόν αρπακτικοειδών στην κατηγορία αυτή.



Εικόνα 2.69: Χρονική κατανομή αφθονίας Κωπηπόδων στη λιμνική ζώνη (δ. από δίχτυ).



Εικόνα 2.70: Χρονική κατανομή αφθονίας Κωπηπόδων στα δείγματα από πλαγκτονικό δίχτυ παραλίου ζώνης (σταθμοί D & E).

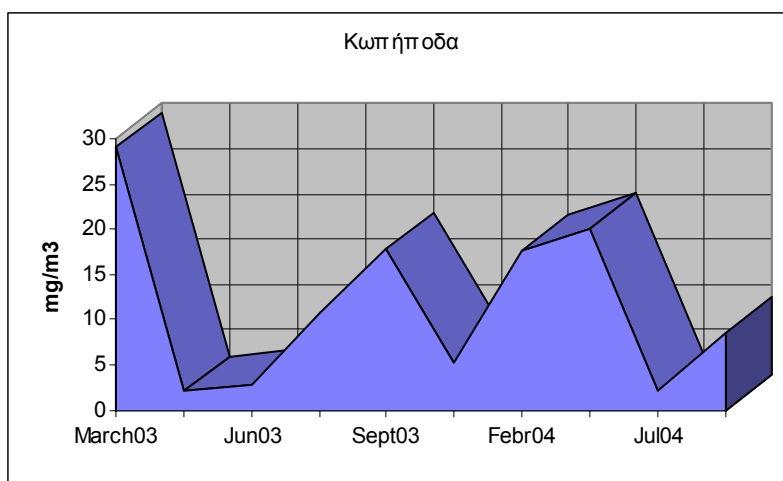


Εικόνα 2.71: Χρονική κατανομή αφθονίας Κωπηπόδων στις Πηγές (σταθμός S), στα δείγματα από πλαγκτονικό δίχτυ.

Τέλος η αφθονία των Κωπηπόδων στις πηγές (εικ. 2.71) χαρακτηρίζεται από πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις σε όλες τις μορφές τους με μέγιστες τιμές από 1-7 ind/m³.

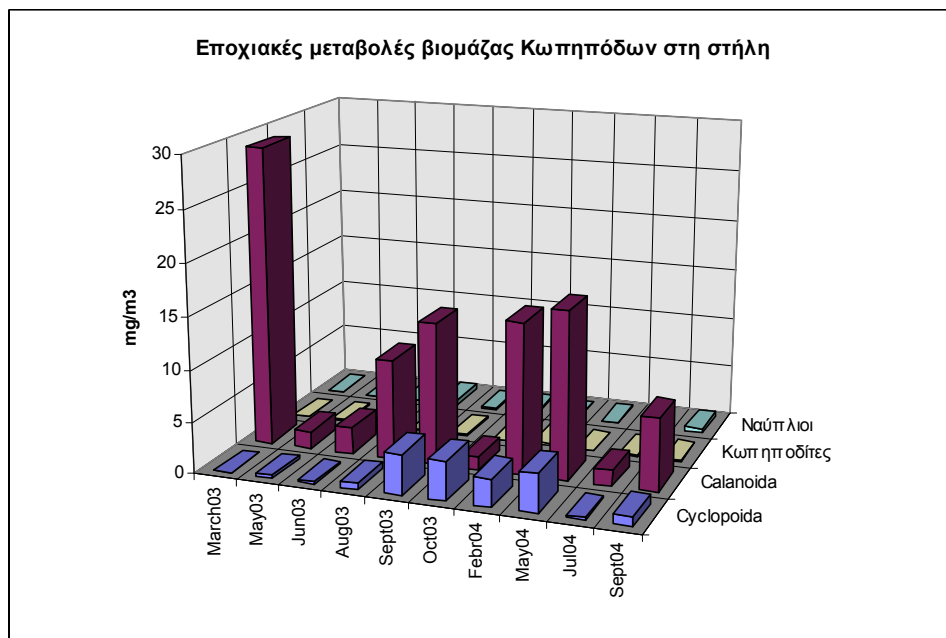
Βιομάζα

Κατ'αναλογία και οι μέσες τιμές βιομάζας των Κωπηπόδων ακολουθούν την χρονική κατανομή της αφθονίας τους κυμαινόμενη από 2-29 mg/ m³ (εικ. 2.72).



Εικόνα 2.78: Χρονική κατανομή μέσης βιομάζας Κωπηπόδων (δείγματα από πλαγκτονικό δίχτυ).

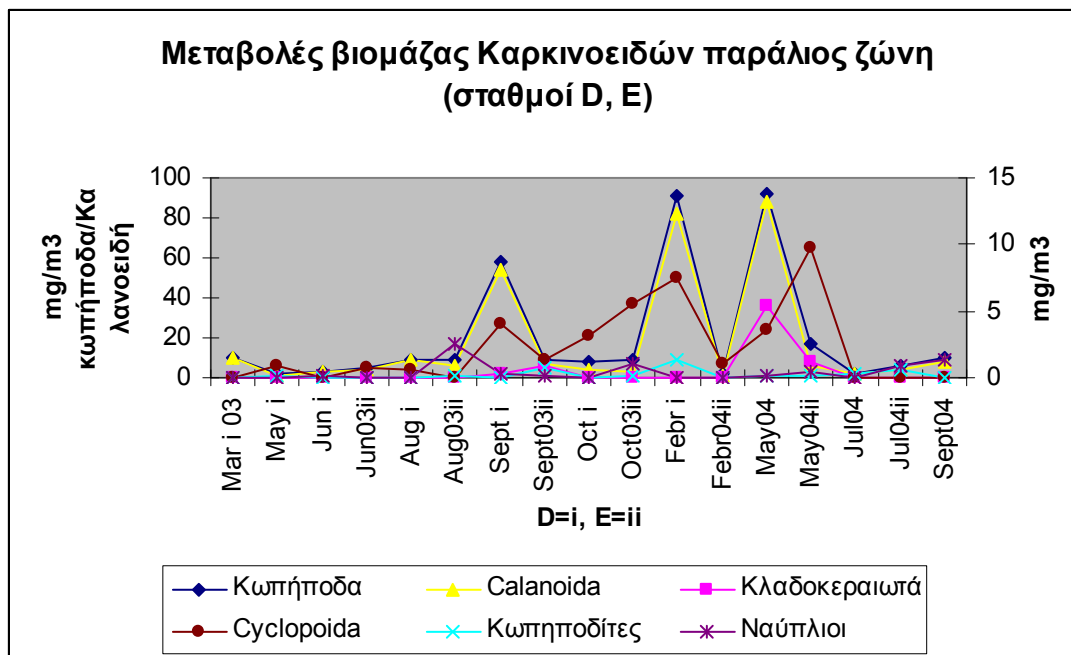
Παράλληλα οι επιμέρους Τάξεις Κωπηπόδων με τα νεαρά στάδια (ναύπλιοι και κωπηποδίτες / εικ. 2.73) ακολουθούν παρόμοιο μοντέλο διακύμανσης, που καθορίζεται από την κυρίαρχη ομάδα, την Τάξη των Καλανοειδών με βιομάζα από 1,56-29,07 mg/m³.



Εικόνα 2.73: Κατανομή βιομάζας μορφών Κωπηπόδων στον χρόνο (δείγματα από δίχτυ).

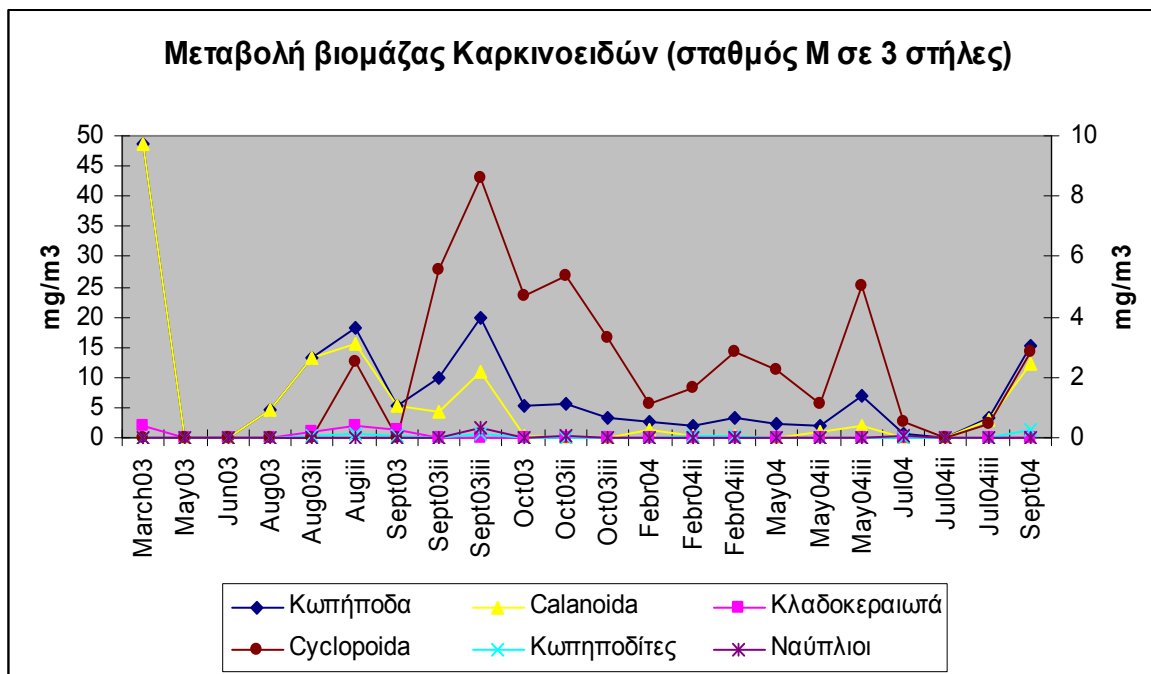
Τα Κυκλοποειδή με μικρότερο μέγεθος, που αναπτύσσονται κύρια στο τέλος φθινοπώρου και τον χειμώνα, εμφανίζουν βιομάζα από 0-3,87 mg/m³. Οι υπόλοιπες μορφές κυμαίνονται σε πολύ μικρές βιομάζες από 0-0,5 mg/m³ (εικ. 2.73).

Εξετάζοντας την χωρική κατανομή των Κωπηπόδων μέσω των εικόνων 2.74, 2.75 και 2.76, παρατηρούμε ότι η μεγαλύτερη βιομάζα Κωπηπόδων (κύρια Καλανοειδών) βρίσκεται στον σταθμό D της παράλιου ζώνης με τιμές που ξεπερνούν τα 90 mg/m³ τον Φεβρουάριο και Μάιο 2004 και κοντά στα 50 mg/m³ τον Σεπτέμβριο του 2003. Τα Κυκλοποειδή εμφανίζονται με χαμηλές βιομάζες που κυμαίνονται από 0-10 mg/m³ και μέγιστη τον Μάιο του 2004 στον σταθμό E. Σε χαμηλά επίπεδα και οι τιμές των νεαρών μορφών (εικ. 2.74).



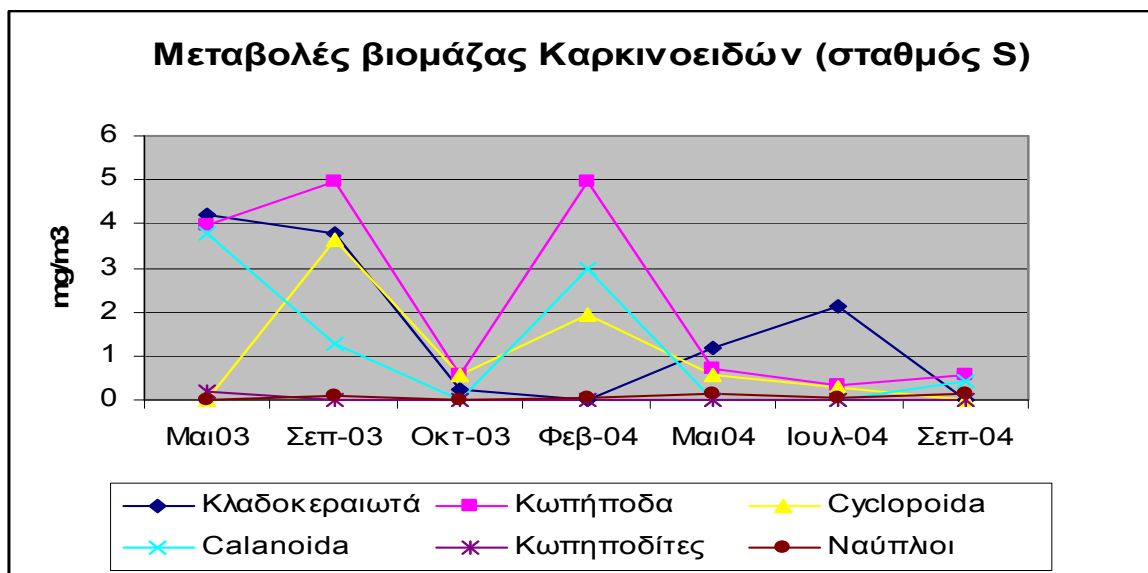
Εικόνα 2.74: Χρονική Κατανομή βιομάζας μορφών Κωπηπόδων στη παράλιο ζώνη (όπου i/=στήλη σταθμού D & ii= στήλη σταθμού E)

Στην λιμνική ζώνη (εικ. 2.75) οι βιομάζες του συνόλου των Κωπηπόδων και των Καλανοειδών αντίστοιχα εμφανίζονται μειωμένες, κυμαινόμενες από 0-20 mg/m³ με εξαίρεση στις αρχές άνοιξης (τέλη Μάρτιου) του 2003 με τιμή περίπου 50 mg/m³. Τα Κυκλοποειδή εμφανίζονται γενικά με χαμηλές βιομάζες (0-8 mg/m³) και μέγιστη τον Σεπτέμβριο. Οι νεαρές μορφές Κωπηπόδων απουσιάζουν το περισσότερο διάστημα των δειγματοληψιών. Στην ίδια εικόνα δίνονται ξεχωριστά οι μέσες τιμές βιομάζας στις διαφορετικές στήλες με τους κωδικούς i, ii,iii, όπου i=βάθος 10m , ii=βάθος 15m και iii=μέγιστο βάθος (μεταβαλλόμενου με την στάθμη λίμνης) που αντιστοιχεί στο συνολικό κάθε φορά βάθος της λίμνης στον σταθμό M. Οι κατά κανόνα μεγαλύτερες τιμές βιομάζας στη στήλη iii, επιβεβαιώνει την μεγαλύτερη παρουσία των οργανισμών αυτών πλησίον του βυθού.



Εικόνα 2.75: Κατανομή βιομάζας μορφών Κωπηπόδων στη λιμνική ζώνη και σε διαφορετικά βάθη στήλης (i=10m, ii=15m, iii=max m στήλης)

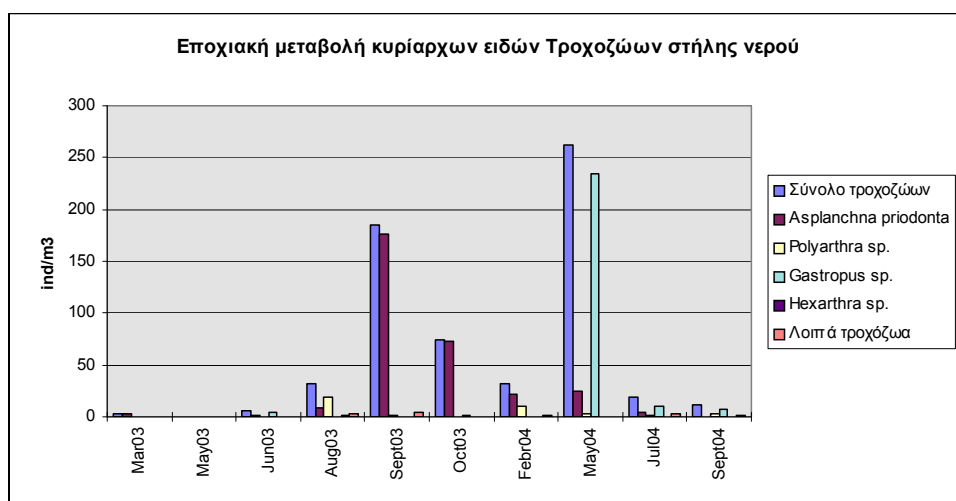
Στις Πηγές τα Κωπήποδα παρουσιάζουν πολύ χαμηλές τιμές βιομάζας (0,5-5 mg/m³). Κι εδώ τα Κυκλοποειδή αφθονούν περισσότερο τους χειμερινούς μήνες, ενώ απουσιάζουν οι νεαρές μορφές το περισσότερο διάστημα των δειγματοληψιών (εικ. 2.76).



Εικόνα 2.76: Κατανομή βιομάζας μορφών Κωπηπόδων στη λεκάνη πηγών (σταθμός S)

2.5 Τροχόζωα

Από τα τροχόζωα φαίνεται να επικρατούν διαφορετικά είδη, ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες εκμεταλλευόμενα την εκάστοτε ευνοϊκή συγκυρία. Έτσι παρατηρούμε τον μεγάλοςωμο θηρευτή *Asplanchna priodonta* να επικρατεί στα τέλη καλοκαιριού και το φθινόπωρο '03. Ένα άλλο είδος σαφώς μικρότερου μεγέθους (πιθανόν *Gastropus sp.*) αξιοποιεί κάποιες άλλες συνθήκες την άνοιξη του '04 και μετά μειώνεται, ενώ το 2003 δεν εμφανίζεται στα δείγματα με εξαίρεση τον μήνα Ιούνιο. Ένα επίσης μικρού μεγέθους είδος που κινείται πιο ενεργητικά (*Polyarthra sp.*) φαίνεται να ευνοείται κύρια τους θερινούς μήνες. (εικ. 2.77)

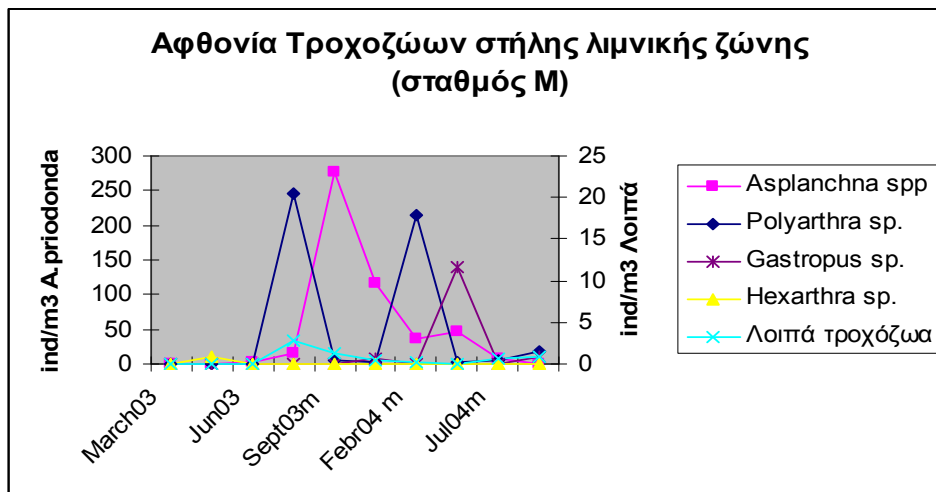


Εικόνα 2.77: Αφθονία των ειδών που ανήκουν στο φύλο των Τροχοζώων

Ακόμη από την ομάδα αυτή ζωοπλαγκτού εντοπίστηκαν κατά εποχές άτομα ενός είδους *Hexarthra sp.* (πιθανόν το *Hexarthra libica*), ενός είδους *Filinia sp.* (πιθανόν το *Filinia longiseta*), του είδους *Keratella quadrata* και μερικών ακόμη σε ελάχιστους αριθμούς, που δεν προσδιορίστηκαν επακριβώς.

Αφθονία του *Asplanchna priodonta*

Το *Asplanchna priodonta* που εμφανίζεται με φυλετικό διμορφισμό, το συναντούμε σε αφθονίες των 50-270 ind/m³ από τα μέσα καλοκαιριού και μέχρι τον χειμώνα. Στο διάστημα αυτό, άλλοτε επικρατούν τα αρσενικά και άλλοτε τα θηλυκά. Την άνοιξη το είδος περιέργως εξαφανίζεται.



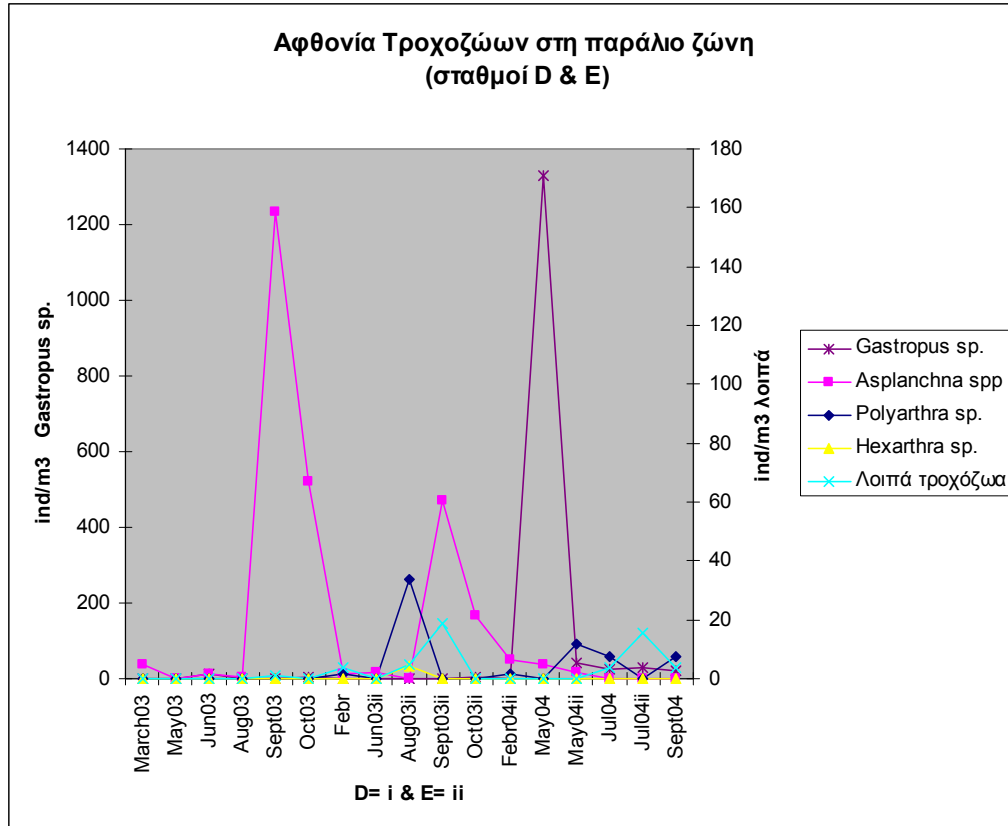
Εικόνα 2.78: Αφθονία τροχοζώων στη στήλη λιμνικής ζώνης (δ. διχτυού) .

Σε σχέση με την οριζόντια κατανομή του *A.priodonta*, παρατηρούμε ότι περισσότερη αφθονία έχει το είδος στη λιμνική ζώνη (με μέγιστο τα 270 ind/m³) το Σεπτέμβριο του 2003 Τα υπόλοιπα είδη είναι πολύ λιγότερα με αφθονίες μικρότερες των 20 ind/m³ (εικ. 2.78). Στις παράλιες θέσεις η αφθονία του θηρευτή *A.priodonta* μειώνεται, με μέγιστο τα 60 ind/m³ στον σταθμό E και τα 158 ind/m³ στον σταθμό D. Έχουμε όμως και την έντονη παρουσία του *Gastropus sp.* με την μέγιστη αφθονία των 1350 ind/m³ περίπου (εικ. 2.79). Στις Πηγές οι τιμές αφθονίας του *A. priodonta* αλλά και των υπολοίπων ειδών είναι σαφώς χαμηλότερες από 0-18 ind/m³ (εικ. 2.80).

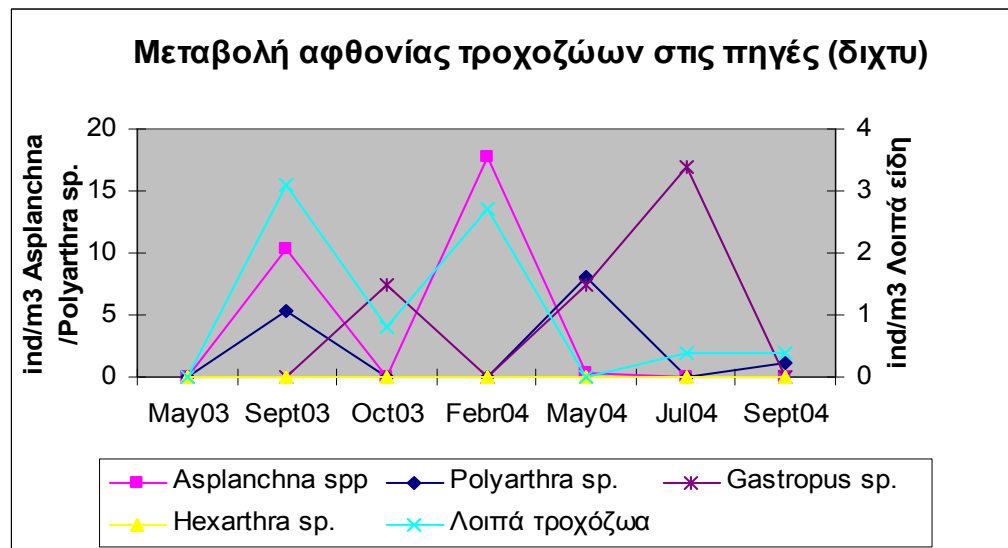
Όσον αφορά την κατακόρυφη κατανομή, το είδος προτιμά τα ανώτερα στρώματα την περίοδο με αυξημένη θολερότητα, ενώ το καλοκαίρι κατανέμεται ομοιόμορφα στην στρωματοποιημένη λίμνη και περισσότερο στα μεσόνερα. Η παραπάνω διαπίστωση βασίζεται στις τιμές αφθονίας από διαφορετικού βάθους σύρσεις (5m, 10m,15m, ή max=17,18,22 m) στην λιμνική ζώνη, όπως τις διακρίνουμε στην εικόνα 2.81.

Βιομάζα του *Asplanchna priodonta*

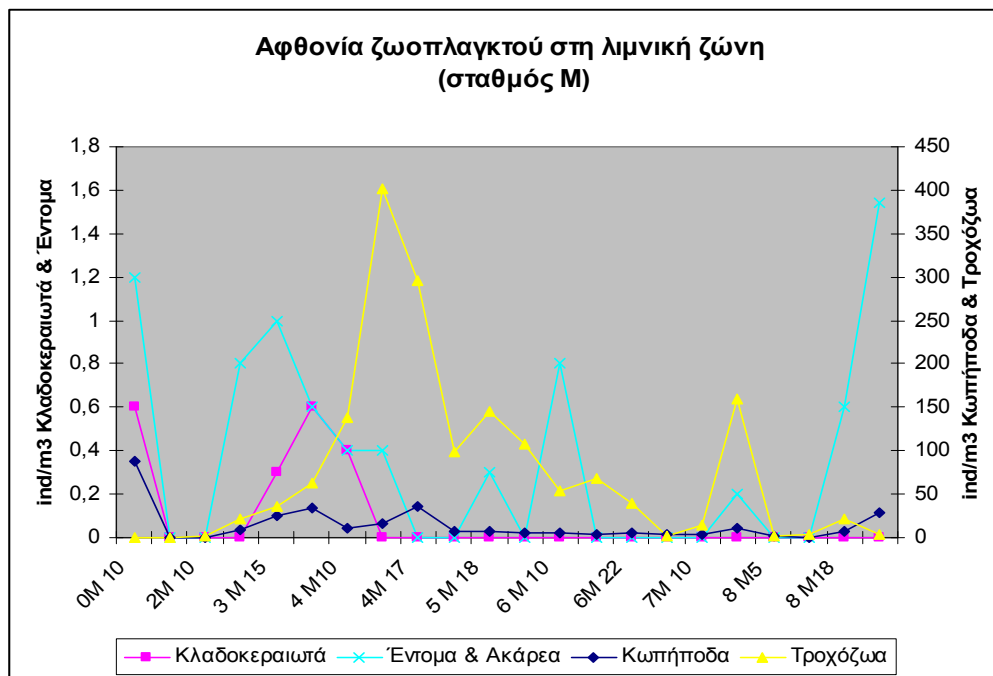
Η χρονική κατανομή της μέσης βιομάζας του είδους αποδίδεται στην ακόλουθη εικόνα 2.82. Τους φθινοπωρινούς μήνες παρατηρούμε ιδιαίτερα μεγάλες τιμές (120-295 mg/m³) και ιδίως μετά από βροχή τον Σεπτέμβριο'03. Αντίστοιχα τον άνομβρο Σεπτέμβριο του 2004 το είδος απουσιάζει.



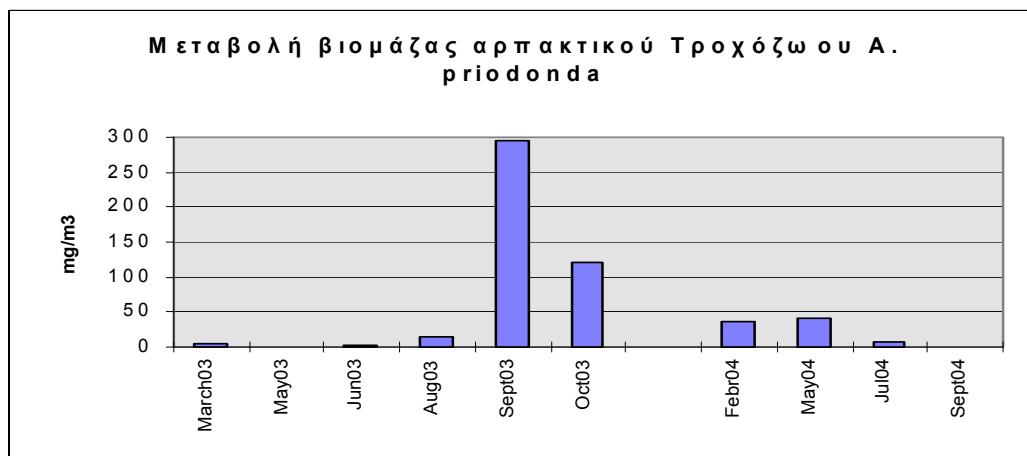
Εικόνα 2.79: Αφθονία τροχοζώων στη στήλη παράλιου ζώνης (σταθμοί D & E).



Εικόνα 2.80: Αφθονία τροχοζώων στη στήλη λεκάνης Πηγών.



Εικόνα 2.81: Αφθονίες των τροχόζωων σε στήλες διαφορετικού βάθους λιμνικής ζώνης

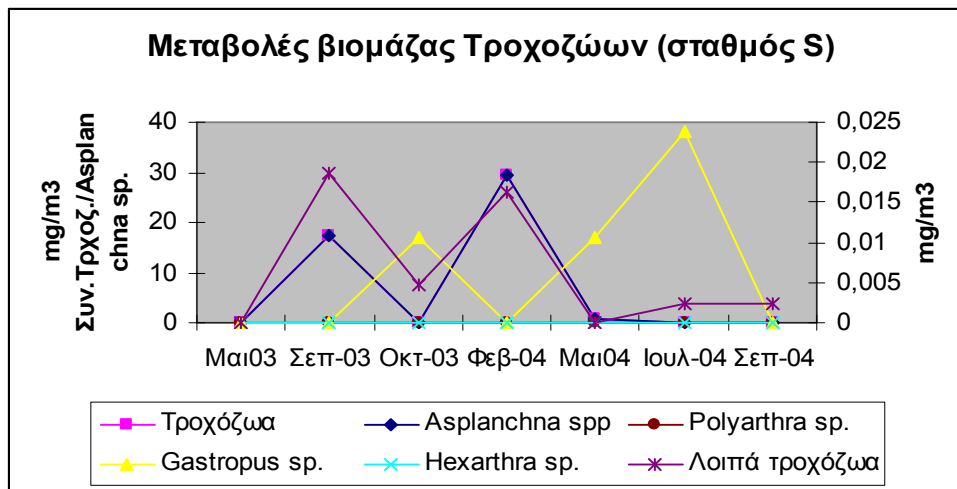


Εικ. 2.82: Χρονική κατανομή μέσης βιομάζας Τροχόζωου *A. priodonta* στη λίμνη.

Όσον αφορά την οριζόντια κατανομή της βιομάζας του τροχόζωου αυτού παρατηρούμε ότι αυτή κυμαίνεται στην λιμνική ζώνη από 0-700 mg/m³, με μέγιστη τιμή στη στήλη του Σεπτεμβρίου του 2003 (εικ.2.83).

Στην παράλιο ζώνη έχουμε βιομάζες που κυμαίνονται από 0-270 mg/m³ στον σταθμό D και 0-100 mg/m³ στον σταθμό E. Οι τιμές δίνονται στην εικόνα 2.84 με τους κωδικούς i/- για τον σταθμόD και ii για τον σταθμό E.

Τέλος στις Πηγές η βιομάζα είναι σαφώς μικρότερη κυμαινόμενη από 0-30 mg/m³ (εικ. 2.85).



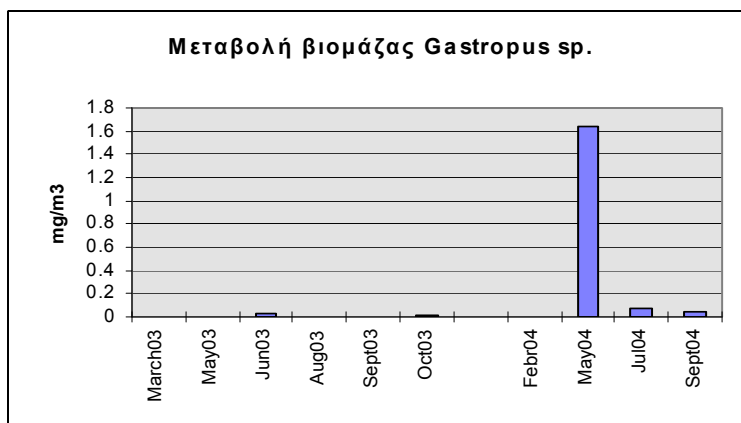
Εικόνα 2.85: Χρονική κατανομή βιομάζας Τροχοζώων στη λεκάνη Πηγών.

Αφθονία του *Gastropus sp.*

Αντίστοιχα η χρονική κατανομή του είδους που προαναφέραμε ότι ομοιάζει με *Gastropus sp.* (βλ. φωτογραφία - Παρ/τος II) αποδίδεται με την εικόνα 2.92. Το είδος παρουσιάζει μέση αφθονία από 0-240 ind/m³, με απότομη άνθιση την άνοιξη του 2004 με πολλή μεγάλη αφθονία, της τάξης των 1350 περίπου ind/m³, στην παράλιο ζώνη (βλ. προηγούμενη εικόνα 2.79).

Αναλυτικότερα σύμφωνα με τις εικόνες 2.78, 2.79, 2.80, 2.81 έχουμε την παρακάτω οριζόντια κατανομή του είδους στη λίμνη:

Στις πηγές η αφθονία κυμαίνεται από 0-3,5 ind/m³ (εικ. 2.80), στη λιμνική ζώνη από 0-12 ind/m³ (εικ. 2.78 & 2.81) και στην παράλιο από 0-1340 ind/m³ (εικ.2.79). Η άνθιση αυτή που συνέβη τον Μάιο'04 στον σταθμό D, λόγω του μικρού ατομικού μεγέθους του είδους αντιστοιχεί σε βιομάζα μόνο 9 mg/m³ περίπου, ενώ τους υπόλοιπους μήνες δεν εντοπίζεται στην στήλη σε σημαντικές ποσότητες ή απουσιάζει.



Εικόνα 2.86: Χρονική κατανομή μέσης βιομάζας Τροχόζωου *Gastropus sp.*(?) στη λίμνη.

Βιομάζα του *Gastropus sp.*

Η μικρή σχετικά βιομάζα του είδους κατανέμεται οριζόντια ως εξής: Στην λιμνική ζώνη , αυτή κυμαίνεται 0-0,24 mg/m³ (βλ. εικόνα 2.83) με παρουσία κυρίως την άνοιξη του 2004. Στην παράλιο ζώνη η βιομάζα κυμαίνεται από 0-9 mg/m³ (βλ. εικόνα 2.84) και στις Πηγές σχεδόν μηδενική , από 0-0,025 mg/m³ (βλ. εικόνα 2.85)

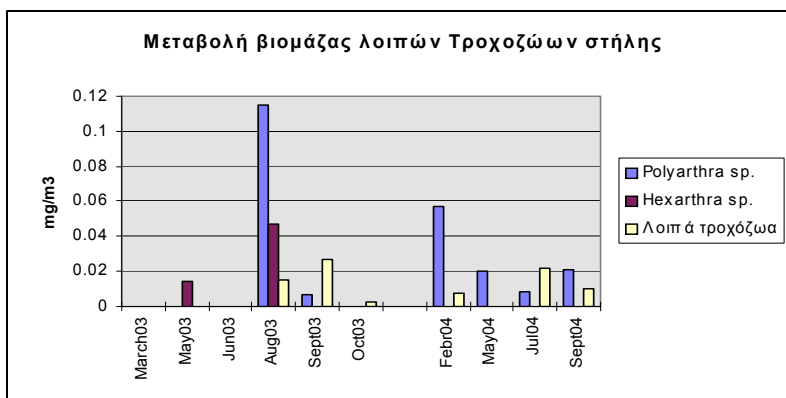
Αφθονία λοιπών Τροχοζώων.

Για τα υπόλοιπα είδη που εμφανίζονται αραιότερα και σπανιότερα, αναφέρουμε α) ένα είδος *Polyarthra sp.* με αφθονίες που κυμαίνονται από 0-34 ind/m³, β) ένα είδος *Hexarthra sp.* και γ) μερικά ακόμη απροσδιόριστα που το καθένα δεν ξεπερνά στην μηνιαία κατανομή του τα 4 ind/m³ και συνολικά τα 19 ind/m³ περίπου (βλ. εικ. 2.78, 2.79 και 2.80)

Όσον αφορά την οριζόντια κατανομή τους, παρατηρείται ότι: α) το *Polyarthra sp.* το συναντάμε κύρια στην παράλιο ζώνη σε αφθονία 0-34 ind/m³ (εικ.2.79) και στη λιμνική ζώνη από 0-21 ind/m³ (εικ. 2.78), ενώ στις πηγές σχεδόν απουσιάζει με 0-1,5 ind/m³ (εικ.2.80) με μέγιστο τον Αύγουστο'03, β) το *Hexarthra sp.*, έχει πολλή μικρή παρουσία στην λιμνική ζώνη την άνοιξη του 2003, σε σχέση με τα υπόλοιπα «σπάνια» είδη.

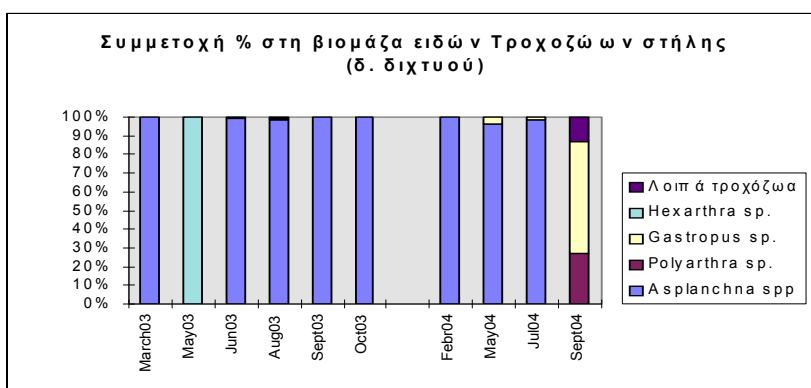
Βιομάζες λοιπών Τροχοζώων.

Κατ' αναλογία και τα υπόλοιπα είδη Τροχοζώων που συναντούμε στη λίμνη είναι μικροσκοπικά και διαθέτουν βιομάζες από 0,01-0,11 mg/m³ (εικόνα 2.87).



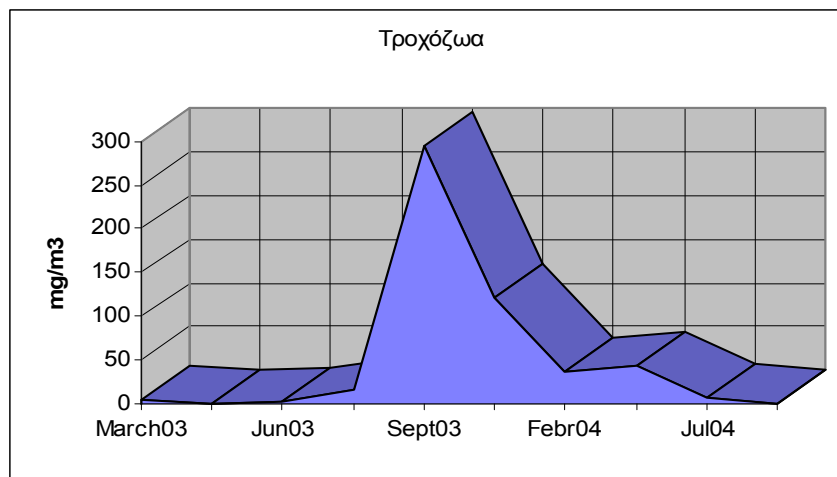
Εικόνα 2.87: Χρονική κατανομή μέσης βιομάζας Τροχοζώων στη λίμνη.

Σε ποσοστό συμμετοχής μεταξύ των Τροχοζώων, το *Asplanchna priodonta* επικρατεί το περισσότερο διάστημα, ακόμη κι όταν μειώνεται σημαντικά η αφθονία του λόγω του μεγάλου συγκριτικά ατομικού μεγέθους. Μόνο τους μήνες που απουσιάζει από το δείγμα εμφανίζονται επικράτηση τα άλλα είδη (εικόνα 2.88).



Εικόνα 2.88: Συμμετοχή μέσης βιομάζας των επιμέρους ειδών στο σύνολο Τροχοζώων .

Συνολικά η χρονική κατανομή της βιομάζας των τροχοζώων που καταγράφηκε στη στήλη νερού το διάστημα από Μάρτιο'03 μέχρι και Σεπτέμβριο'04, δίδεται στην εικόνα 2.89. Είναι εμφανές ότι το κύριο βάρος και ποσοστό κατέχει η βιομάζα του *A. priodonta*, όπως καταγράφηκε προηγουμένως (εικόνες 2.83-2.85).



Εικόνα 2.89: Βιομάζα Τροχοζώων στα δείγματα από πλαγκτονικό δίχτυ.

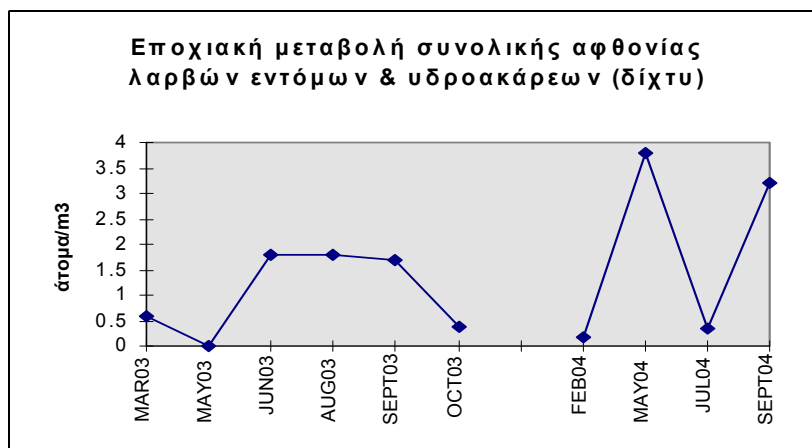
2.6 Έντομα & Υδροακάρεα

Οι δύο αυτές ομάδες που κατά κανόνα ανήκουν στο βένθος, συχνά μετακινούνται στη στήλη και έτσι δύνανται να συλληφθούν από το πλαγκτικό δίχτυ ή ακόμη σπανιότερα από μία φιάλη τύπου Niskin ή Ruttner. Κατά κανόνα όμως οι λάρβες και προνύμφες συγκεκριμένων ομάδων Εντόμων περιλαμβάνονται στο μεροπλαγκτόν μιας λίμνης. Ορισμένα επίσης ενήλικα άτομα βρίσκονται στην επιφάνεια του νερού, ως νευστόν. Για τους παραπάνω λόγους και η καταγραφείσα συχνότητα σύλληψής τους με τις παραπάνω διαδικασίες ήταν περιορισμένη.

Τέλος για λόγους πρακτικούς η αναφορά τους έγινε ενιαία, με την σημείωση ότι η συμμετοχή των υδροακάρεων στην συνολική αφθονία και βιομάζα ήταν σαφώς μικρότερη, εκείνης των εντόμων.

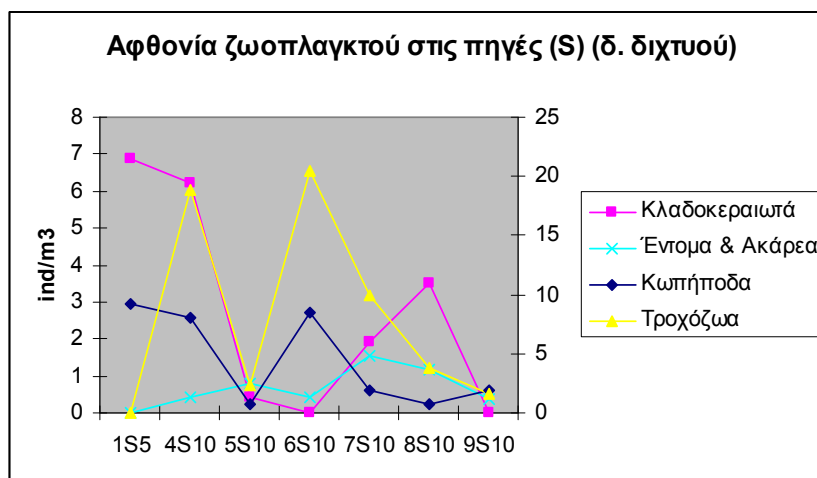
Αφθονία

Σύμφωνα με την εικόνα 2.90, η αφθονία των εν λόγω οργανισμών κυμάνθηκε από 0-4 ind/m³ περίπου. Σχετικά αυξημένη παρατηρείται το καλοκαίρι '03 (Ιούνιος-Αύγουστος-Σεπτέμβριος), ενώ υπερδιπλασιάζεται την άνοιξη (Μάϊος) του ίδιου έτους και στις αρχές του επόμενου φθινοπώρου (Σεπτέμβριος '04).



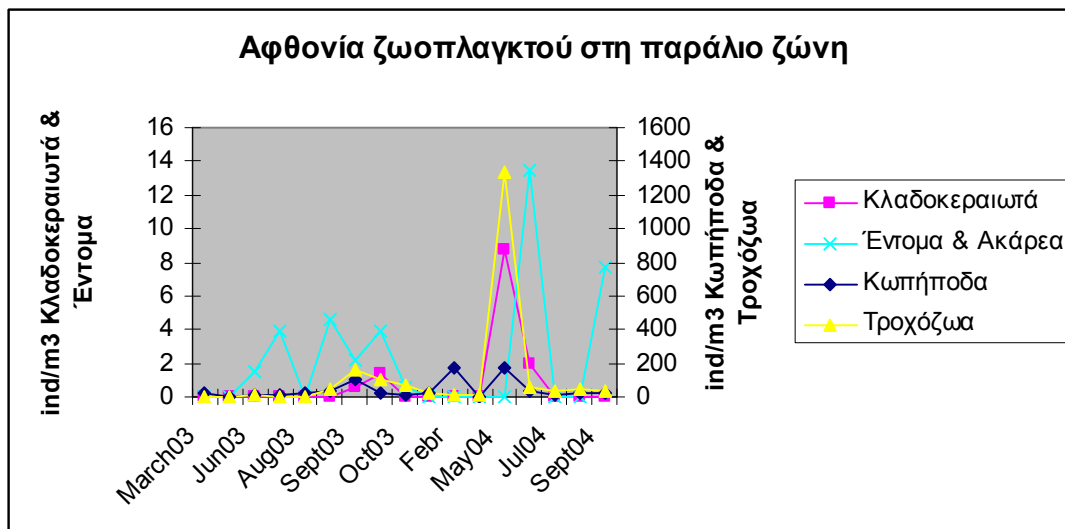
Εικόνα 2.90: Χρονική κατανομή αφθονίας εντόμων & υδροακάρεων στη στήλη νερού (δείγματα δικτυού)

Όσον αφορά την οριζόντια κατανομή των εντόμων παρατηρούμε ότι α) στις πηγές τα έντομα σπανίζουν, με αφθονία από 0-1,8 ind/m³ (εικ.2.91).



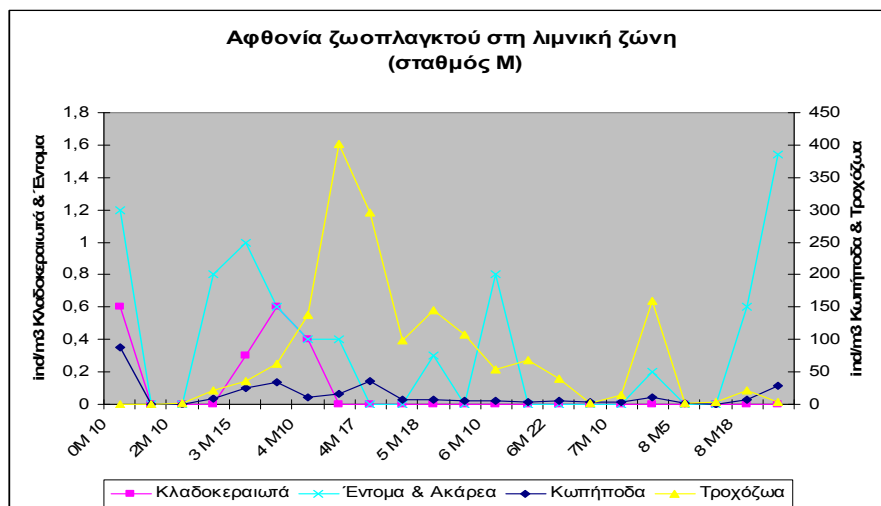
Εικόνα 2.91: Χρονική κατανομή αφθονίας εντόμων & υδροακάρεων στη στήλη λεκάνης Πηγών (δείγματα δικτυού)

β) Στην παράλιο ζώνη έχουμε σαφώς αυξημένη παρουσία 0-14 ind/m³, όπως αναμενόταν κυρίως όμως στον ρηχότερο σταθμό E. Στη θέση αυτή έχουμε σημαντική παρουσία έναντι του άλλου σταθμού D της ίδιας ζώνης (εικ. 2.92).



Εικόνα 2.92: Χρονική κατανομή αφθονίας εντόμων & υδροακάρων στη στήλη νερού παράλιο ζώνης (δείγματα διχτυού)

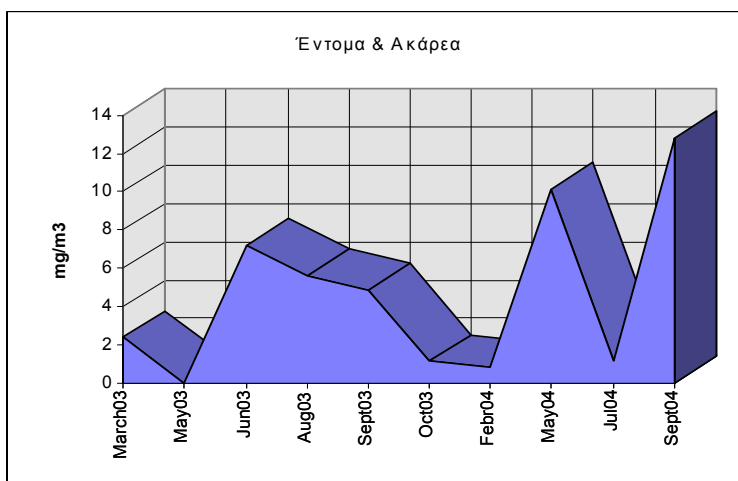
γ) Στη λιμνική ζώνη η αφθονία είναι επίσης περιορισμένη ($0-1,55 \text{ ind/m}^3$), στοιχείο που επιβεβαιώνει την σχέση των εντόμων με την παρόχθια χερσαία ζώνη (εικ.2.93). Μεγάλες τιμές συγκριτικά παρατηρούμε αρχές άνοιξης, κατόπιν τον Ιούνιο με φθίνουσα παρουσία μέχρι τον Οκτώβριο. Αύξηση εκ νέου έχουμε τον επόμενο χειμώνα, στα δείγματα απ'όλο το βάθος στήλης, δηλ. δείγματα που αντλούν άτομα και από τον πυθμένα (M17,M20 κλπ). Ακόμη ενδιαφέρον παρουσιάζει η μειωμένη παρουσία τον Σεπτέμβριο-Οκτώβριο του 2003 (με κωδικούς 4 και 5) με αφθονία από $0-0,5 \text{ ind/m}^3$ έναντι της τιμής $1,55 \text{ ind/m}^3$ του επόμενου Σεπτεμβρίου (κωδ. 9)



Εικόνα 2.93: Χρονική κατανομή αφθονίας εντόμων & υδροακάρων στη στήλη λιμνικής ζώνης (δείγματα διχτυού)

Βιομάζα

Κατ’ αναλογία η ίδια εικόνα παρατηρείται και στη συνολική βιομάζα εντόμων & υδρακάρων με μέσες μηνιαίες τιμές που κυμαίνονται από 0-12,5 mg/m³, με μέγιστα τον Ιούνιο’03, τον Μάιο’04 και τον Σεπτέμβριο’04 (εικόνα 2.94)



Εικόνα 2.94: Συνολική μέση βιομάζα εντόμων & υδρακάρων στη στήλη νερού (δείγματα διχτυού)

Εξετάζοντας την χωρική κατανομή των Εντόμων & Υδρακάρων στους διαφορετικούς σταθμούς, παρατηρούμε ότι η μεγαλύτερη βιομάζα συγκεντρώνεται στην παράλιο ζώνη. Ειδικότερα βρίσκεται στον σταθμό E της παράλιου ζώνης με τιμές που κυμαίνονται από 0-55 mg/m³ περίπου, με μέγιστο τον Μάιο’04 και λιγότερο στον σταθμό D με τιμές που κυμαίνονται από 0-31 mg/m³ και μέγιστο τον Σεπτέμβριο’04 (εικ. 2.95)

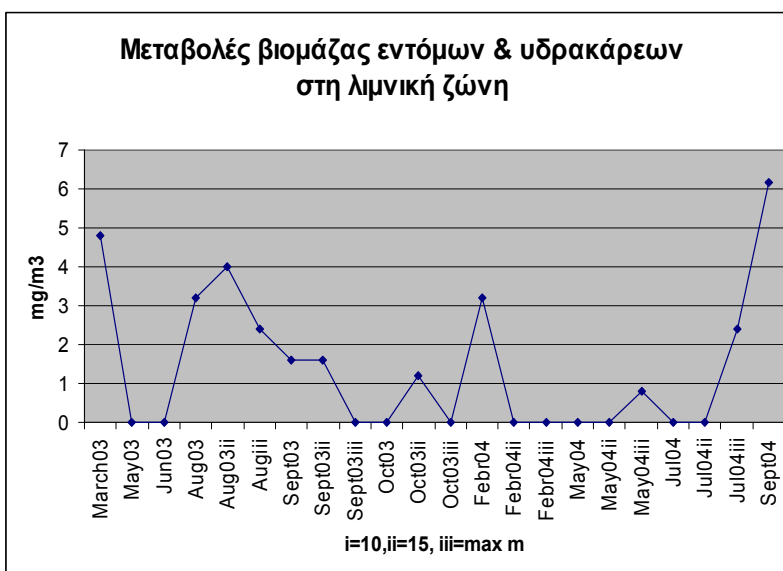


Εικόνα 2.95: Βιομάζα εντόμων & υδρακάρων στη στήλη παράλιου ζώνης και σε 2 σταθμούς (D=i) & (E=ii) (δείγματα διχτυού)

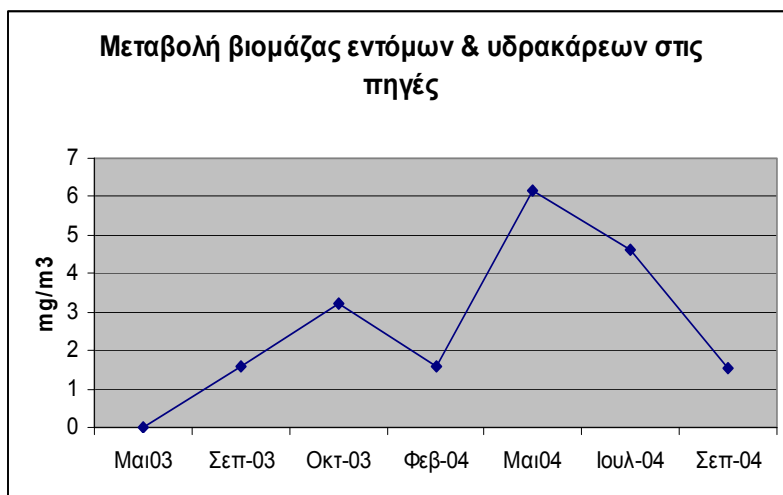
ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ –ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟΝ-ΖΩΟΒΕΝΘΟΣ

Στην λιμνική ζώνη η βιομάζα της ομάδας είναι περιορισμένη κυμαινόμενη 0-6 mg/m³ περίπου. Παρατηρούμε ότι ανάλογα με την εποχή και τον μήνα η βιομάζα είναι μεγαλύτερη στην επιφάνεια κι άλλοτε στον βυθό, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στην έντονη κινητικότητα των οργανισμών αυτών και στις επικρατούσες συνθήκες την ημέρα της δειγματοληψίας (εικ. 2.96)

Στις πηγές η βιομάζα της ομάδας είναι επίσης χαμηλή, κυμαινόμενη από 0-6,2 mg/m³ με μέγιστο τον Μάιο του 2004. (εικ. 2.97)



Εικόνα 2.96: Βιομάζα εντόμων & υδρακάρων στη στήλη λιμνικής ζώνης (δείγματα διχτυού)



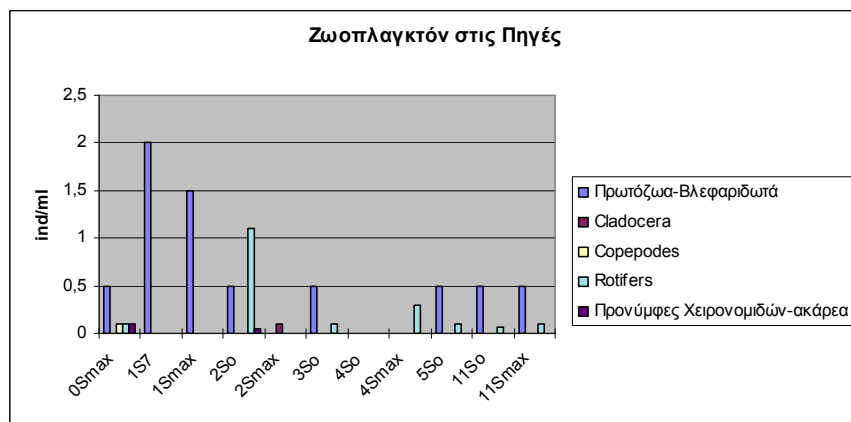
Εικόνα 2.97: Βιομάζα εντόμων & υδρακάρων στη στήλη λεκάνης Πηγών (δείγματα διχτυού)

2.7 Πρωτόζωα –Βλεφαριδωτά

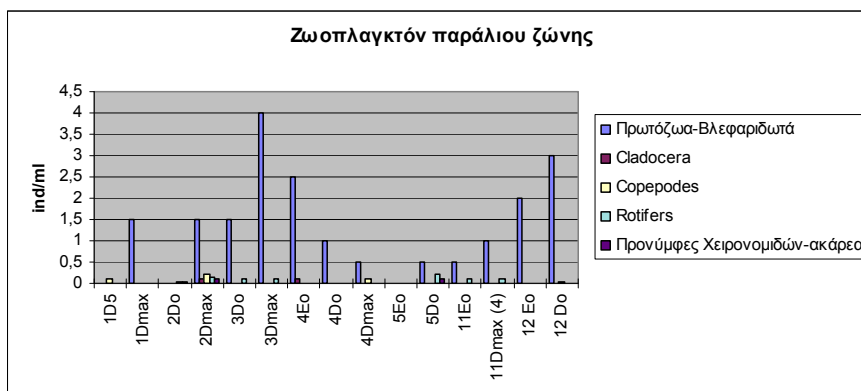
Η χαρακτηριστική αυτή ζωοπλαγκτονική ομάδα εμφανίζεται με 2 μορφές. Η μία μορφή φέρει βλεφαρίδες στο ένα τεταρτημόριο του κυκλικού σχήματός της, ενώ η άλλη διαθέτει βλεφαρίδες στο σύνολο του περιγράμματός της όπως διακρινόταν στο μικροσκόπιο (βλ.φωτογραφίες). Το μέγεθός τους δεν επέτρεπε την σύλληψή από πλαγκτικό δίκτυ και ο εντοπισμός τους έγινε μόνο στα δείγματα νερού από φιάλη.

Αφθονία

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αφθονίας των δειγμάτων με την παραπάνω μέθοδο στους 4 σταθμούς της λίμνης μας δίνουν την ακόλουθη οριζόντια κατανομή: α) Στις πηγές έχουμε 0-2,5 ind/ml με ακμή την άνοιξη (1S) του '03 (εικ. 2.98).



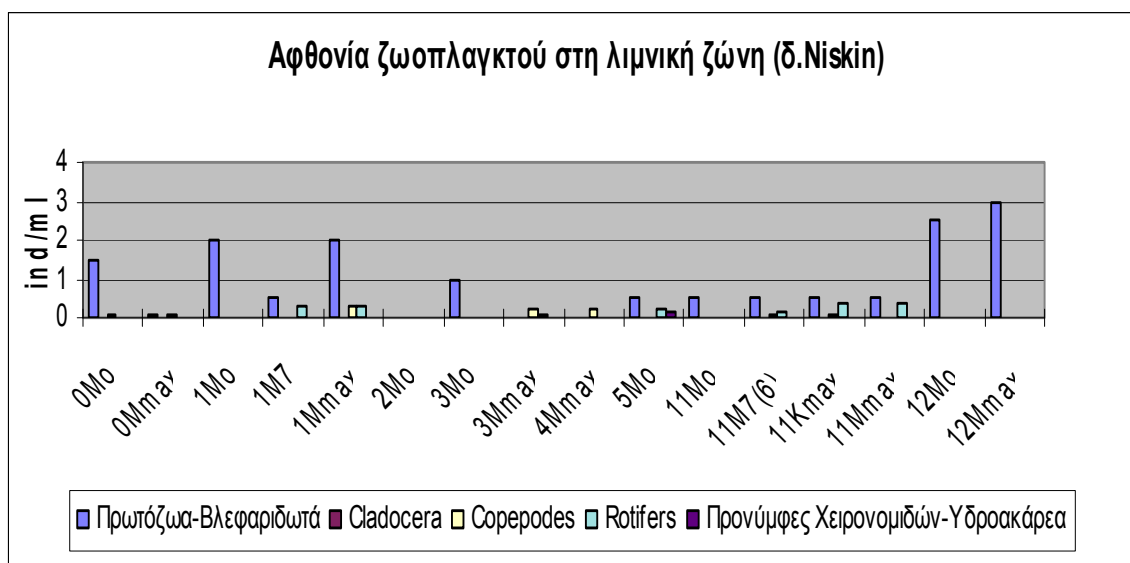
Εικ. 2.98: Αφθονία ζωοπλαγκτικών ομάδων στις Πηγές σε δείγματα φιάλης νερού.



Εικόνες 2.99: Αφθονία ζωοπλαγκτικών ομάδων στη παράλιο ζώνη σε δείγματα φιάλης νερού (με κωδ. 1-5=περίοδος 2003 και 11-12= 2005)

β) Στην παράλιο ζώνη (εικ.2.99) έχουμε μεγαλύτερη αφθονία 0-4ind/ml, στο περισσότερο χρονικό διάστημα με ακμές το καλοκαίρι του 2003 (κωδ.3D-4E) και του 2004 (κωδ.12D).

γ) Στην λιμνική ζώνη (εικ.2.100) παρατηρείται μία ενδιάμεση κατάσταση με τιμές αφθονίας κυμαινόμενες από 0-3 ind/ml και ακμές τον Μάιο'03 (κωδ.1M) και τον Ιούνιο'05 (κωδ.12M).

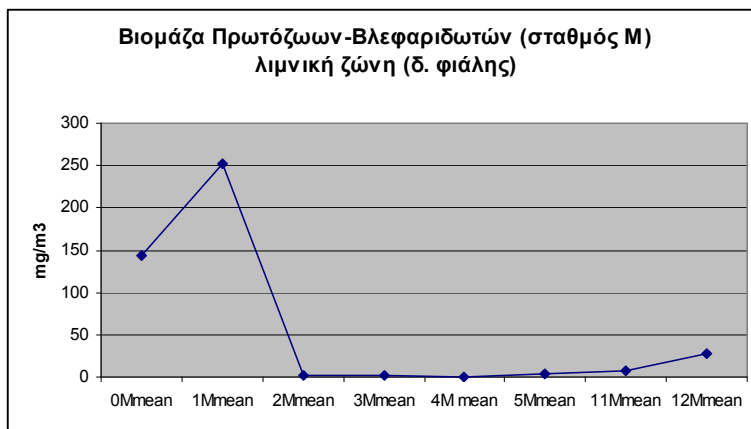


Εικόνες 2.100: Αφθονία ζωοπλαγκτικών ομάδων στη λιμνική ζώνη σε δείγματα φιάλης νερού (με κωδ. 1-5=περίοδος 2003 και 11-12= 2005)

Κατόπιν των παραπάνω, οι αναφερόμενες τιμές αφθονίας και η εξ αυτών οριζόντια κατανομή των Βλεφαριδωτών, μέσω της δειγματοληψίας αυτής, θα πρέπει να γίνουν δεκτές ως ενδεικτικές των τάσεων κι όχι ως απόλυτες. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η ελαχιστοποίηση της παρουσίας τον Σεπτέμβριο'03, οπότε είχαμε βροχόπτωση.

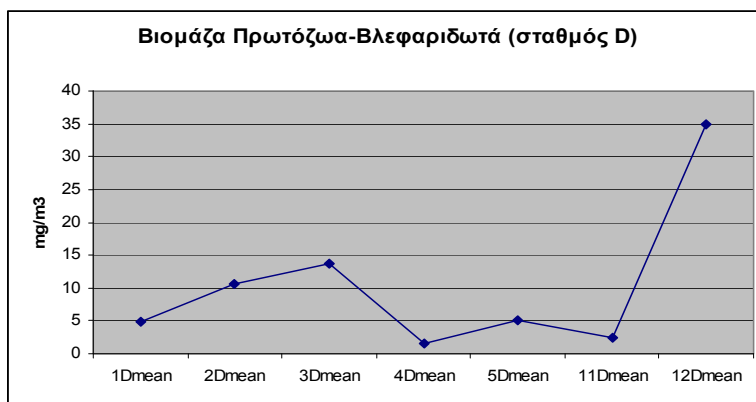
Βιομάζα

Επίσης οι βιομάζες που εκτιμήθηκαν μέσω των δειγμάτων φιάλης θα πρέπει να θεωρηθούν ενδεικτικές. Στις ακόλουθες εικόνες που αναφέρονται στην οριζόντια κατανομή της ομάδας, διαπιστώνουμε ότι στην λιμνική ζώνη έχουμε άνθιση των Βλεφαριδωτών την άνοιξη'03 με τιμές από 140-250mg/m³ (!) ενώ το υπόλοιπο διάστημα αυτή κυμαίνεται από 0-35mg/m³ περίπου (εικ. 2.101).

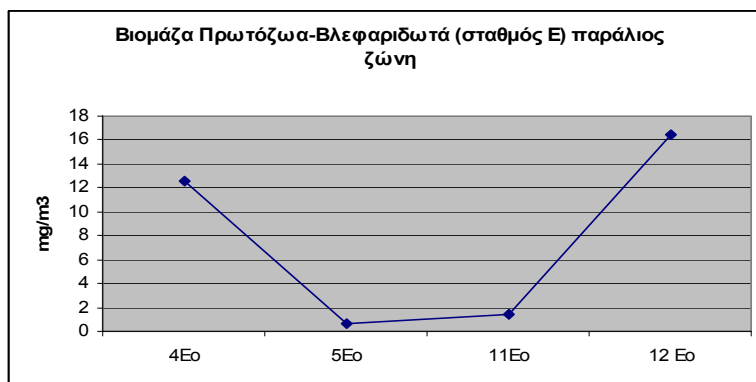


Εικόνα 2.101:Βιομάζα ζωοπλαγκτικών Βλεφαριδωτών λιμνικής ζώνης σε δείγματα φιάλης νερού.

Στους 2 παράλιους σταθμούς η βιομάζα κυμαίνεται από 1-35mg/m³ με κάποια αποκλίση. Ειδικότερα στον σταθμό D αυτή κυμάνθηκε από 1,5-35mg/m³ και στον E από 1-16mg/m³ (εικόνες 2.102-2.103). Επισημαίνεται ότι στον σταθμό E τα στοιχεία για αρκετούς μήνες της ερευνητικής περιόδου, δεν είναι συνεχή.



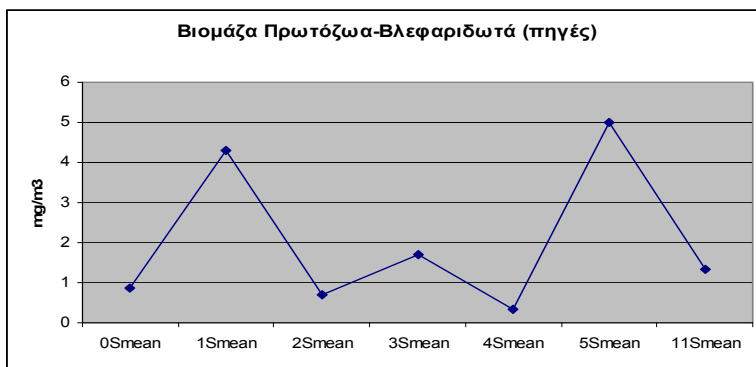
Εικόνα 2.102: Βιομάζα ζωοπλαγκτικών Βλεφαριδωτών στο παράλιο σταθμό D σε δείγματα φιάλης νερού.



Εικόνα 2.103: Βιομάζα ζωοπλαγκτικών Βλεφαριδωτών στον παράλιο σταθμό E σε δείγματα φιάλης νερού.

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ –ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟΝ-ΖΩΟΒΕΝΘΟΣ

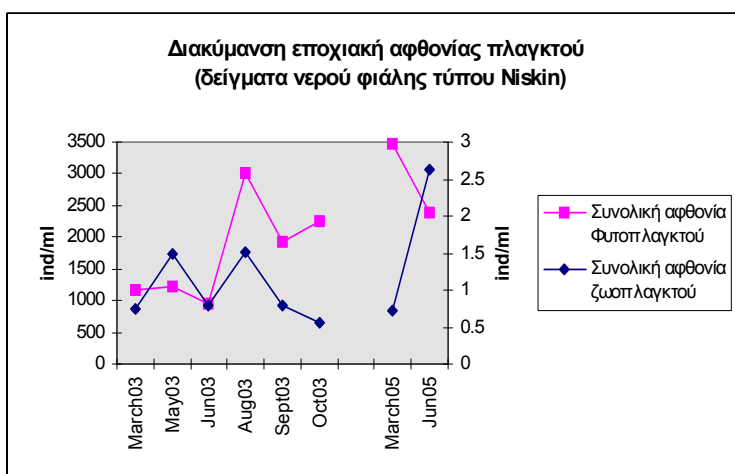
Τέλος στις πηγές (εικ. 2.104) η βιομάζα παρουσιάζει διακύμανση από 0,3-5mg/m³, παραμένοντας σε πολύ χαμηλά επίπεδα σε σχέση με τις υπόλοιπες θέσεις και με χαρακτηριστικές ακμές αύξησης τον Μάιο '03 (κωδ.1S) και τον Οκτώβριο '03(κωδ. 5S).



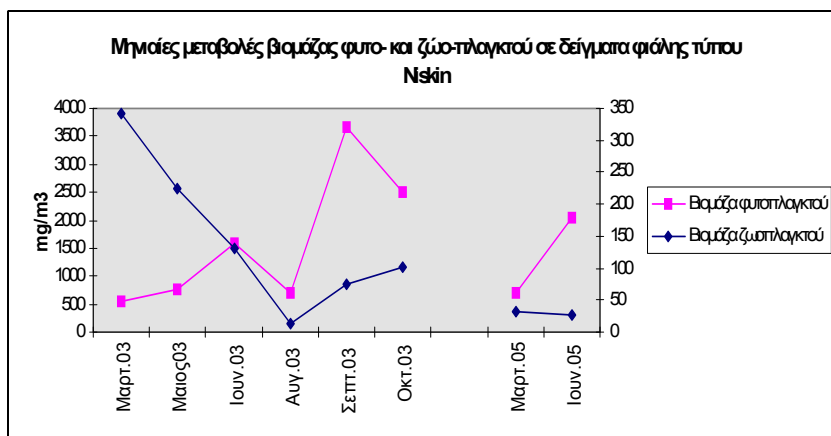
Εικόνα 2.104: Βιομάζα ζωοπλαγκτικών Βλεφαριδωτών στη λεκάνη πηγών σε δείγματα φιάλης νερού.

3. ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΠΛΑΓΚΤΟΥ

Μετά την παράθεση των αναλυτικών αποτελεσμάτων αφθονίας και βιομάζας των επιμέρους ομάδων και ειδών πλαγκτού, συνοψίζουμε αυτά για το διάστημα 2003, 2004 και 2005. Στις εικόνες 2.105, 2.106 και 2.107 δίνονται τα συνολικά αποτελέσματα αφθονίας & βιομάζας φυτοπλαγκτού και ζωοπλαγκτού στα δείγματα από φιάλη νερού και βιομάζας από πλαγκτικό δίχτυ.

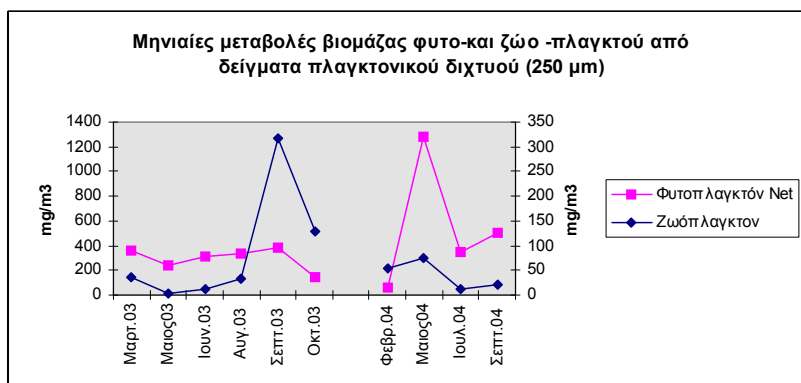


Εικόνα 2.105: Μέση μηνιαία αφθονία φυτοπλαγκτού & ζωοπλαγκτού σε δείγματα νερού από φιάλη νερού.



Εικόνα 2.106: Μέση μηνιαία βιομάζα φυτοπλαγκτού & ζωοπλαγκτού σε δείγματα νερού από φιάλη.

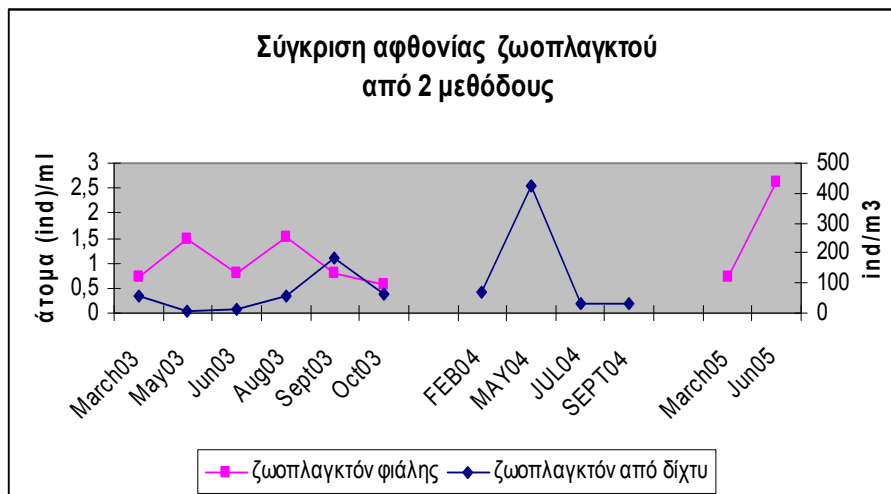
Είναι χαρακτηριστικό ότι τον Αύγουστο'03, στα δείγματα φιάλης (εικ.2.105 & 2.106). παρατηρείται να αυξάνεται η αφθονία του συνολικού πλαγκτού και η βιομάζα να μειώνεται. Συνεπώς επικρατούν περισσότεροι αλλά μικρότερου μεγέθους οργανισμοί, κύρια διάτομα της Τάξης των Centrales.



Εικόνα 2.107: Μέση μηνιαία βιομάζα πλαγκτού σε δείγματα από πλαγκτικό δίχτυ.

Αναλογικά οι τάσεις δεν διαφέρουν στην βιομάζα του φυτοπλαγκτού και του ζωοπλαγκτού που συλλέχτηκε με πλαγκτικό δίχτυ ανοίγματος 250 μm (εικ.2.107).

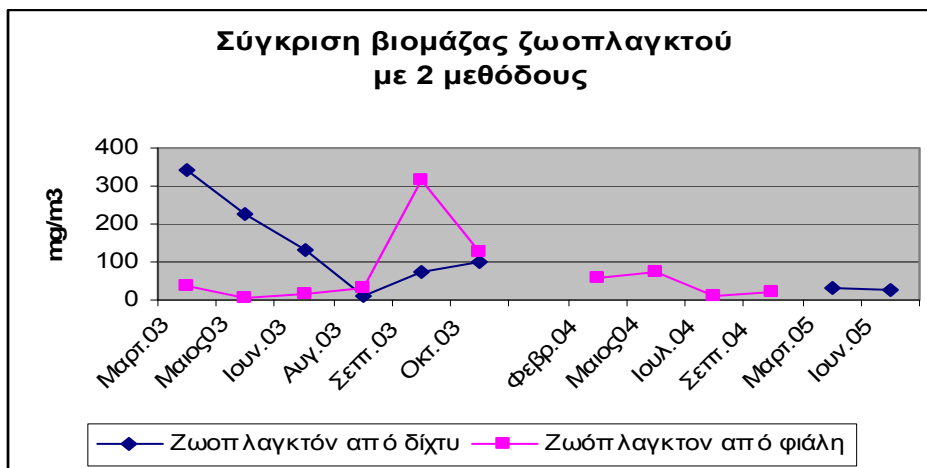
Ακόμη η εύκολη σύγκριση της αφθονίας του ζωοπλαγκτού μέσω των μονάδων ind/ml ή άτομα (ind)/m³ από τις δύο μεθόδους δειγματοληψίας, επιβεβαιώνει την υπερεκτίμηση του μεγέθους του πληθυσμού του στην περίπτωση της φιάλης. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα αφθονίας ζωοπλαγκτού στις διάφορες ζώνες, από τα δείγματα δίχτυου και φιάλης, για το έτος 2003 (εικ. 2.108), παρατηρούμε ότι με τη δεύτερη τεχνική έχουμε υπερεκτίμηση της παρουσίας των επιμέρους ομάδων σε όλες τις περιπτώσεις.



Εικ. 2.108: Σύγκριση συνολικής αφθονίας ζωοπλαγκτού με τις 2 δειγματοληπτικές μεθόδους.

Αναλυτικότερα το 2003 που είχαμε στην διάθεσή μας παράλληλα δείγματα παρατηρούμε τις εξής αφθονίες ζωοπλαγκτού: α) στις πηγές μέχρι 4-33,5 ind/m³ με το δίχτυ και 0,5-2 ind/ml με την φιάλη, β) στην παράλιο ζώνη οι αφθονίες με φιάλη φτάνουν μέχρι 4,5-270 ind/m³ στον σταθμό D και 14,5-129 ind/m³ στον σταθμό E ενώ με το δίχτυ 0,5-4 ind/ml αντίστοιχα, γ) στην λιμνική ζώνη οι αφθονίες φτάνουν μέχρι 1-300 ind/m³ περίπου και 0,5-3 ind/ml αντίστοιχα .

Η σύγκριση βιομάζας ζωοπλαγκτού για το 2003 δίνει για τα δείγματα φιάλης τιμές από σχεδόν 12,5-342 mg/m³ και για τα δείγματα δικτυού από 3,5-318,4 mg/m³ (εικ.2.109) δηλ. τιμές που διαφέρουν κατά μήνα εξ αιτίας σύλληψης μεγαλύτερου ή μικρότερου μεγέθους ατόμων και ειδών.



Εικ. 2.109: Σύγκριση συνολικής βιομάζας ζωοπλαγκτού με τις 2 δειγματοληπτικές μεθόδους.

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ –ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟΝ-ΖΩΟΒΕΝΘΟΣ

Τέλος στους πίνακες 6 και 7 δίνονται οι μέγιστες και ελάχιστες μέσες τιμές αφθονίας & βιομάζας φυτοπλαγκτού και ζωοπλαγκτού κατ' έτος, σε δείγματα από φιάλη νερού και οι αντίστοιχες ανά σταθμό δειγματοληψίας. Στον πίνακα 8 δίνονται οι μέγιστες και ελάχιστες μέσες τιμές αφθονίας & βιομάζας ζωοπλαγκτού κατ' έτος, σε δείγματα από παλγκτικό δίχτυ (τύπου Arstein) και οι αντίστοιχες ανά σταθμό δειγματοληψίας.

Πίνακας 6: Μέγιστες και ελάχιστες μέσες τιμές αφθονίας & βιομάζας φυτοπλαγκτού και ζωοπλαγκτού κατά έτος, σε δείγματα από φιάλη νερού (τύπου Niskin).

<i>Χρονολογία δειγματοληψίας</i>	<i>Φυτοπλαγκτόν</i>	<i>Ζωοπλαγκτόν</i>
2003	μέσες τιμές	μέσες τιμές
min αφθονία (άτομα -ind/ml)	958.9 (Ιούνιος)	0.56 (Οκτώβριος)
max -«-	3016.66 (Αύγουστος)	1.52 (Αύγουστος)
min βιομάζα (mg/m ³)	552.6 (Μάρτιος)	12.5 (Αύγουστος)
max -«-	3740.7 (Σεπτέμβριος)	342.2 (Μάρτιος)
2005		
min αφθονία (άτομα -ind/ml)	2387.8 (Ιούνιος)	0.72 (Μάρτιος)
max -«-	3459.7(Μάρτιος)	2.64 (Ιούνιος)
min βιομάζα (mg/m ³)	704.2 (Μάρτιος)	26.1 (Ιούνιος)
max -«-	2049.6 (Ιούνιος)	33.0 (Μάρτιος)

Αν παρατηρήσουμε τα αποτελέσματα κατά σταθμό δειγματοληψίας (S/Π=πηγές, E=εκροή, D/A=αποβάθρα στην παράλιο ζώνη και M/Λ=μέση λίμνης στη λιμνική ζώνη (βλ. κωδικοποίηση δειγματοληψιών με συμβολισμούς στον πίνακα 5 και 6 Κεφ.2: Υλικά και μέθοδοι), η βιομάζα πλαγκτού σε ξηρό βάρος παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση εποχιακή αλλά και τοπική.

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ –ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟΝ-ΖΩΟΒΕΝΘΟΣ

Πίνακας 7: Μέγιστες και ελάχιστες τιμές αφθονίας& βιομάζας φυτοπλαγκτού και ζωοπλαγκτού ανά σταθμό κατ' έτος, σε δείγματα από φιάλη νερού (τύπου Niskin).

Χρονολογία δειγματοληψίας	Φυτοπλαγκτόν	Ζωοπλαγκτόν	Σταθμός/σύμβολο
2003	ακραίες τιμές	ακραίες τιμές	Μέση Λίμνης
minimum αφθονία (άτομα -ind/ml)	648 (2M0)	0 (2M0)	M (ή Λ)
maximum -«-	6123 (3 Mmax)	2.6 (1 Mmax)	
min βιομάζα (mg/m3)	133.6 (3 M0)	0 (2 M0)	
Max -«-	1858.4 (3 Mmax)	665.93 (1 Mmax)	
2005			
min αφθονία (άτομα -ind/ml)	2809 (12 M0)	0.53 (11 M0)	
Max αφθονία	4367.2 (11 M6)	3 (12 Mmax)	
min βιομάζα (mg/m3)	537.3 (11 M6)	8.8 (11 M0)	
max -«-	2382.8 (12 M0)	94.9 (11 Kmax)	
2003		παράλιος ζώνη	D (ή A) & E
min αφθονία (άτομα -ind/ml)	492.5 (1 Dmax)	0.1 (5 E0)	
max -«-	4997.1 (3 Dmax)	4.1 (3 Dmax)	
min Βιομάζα (mg/m3)	221.83 (4 D0)	0.7 (5 E0)	
max -«-	3000.6 (4 Dmax)	278.1 (2 Dmax)	
2005			
min αφθονία (άτομα -ind/ml)	1306 (12 D0)	0.6 (11 E0)	
max -«-	4016.5 (11 Dmax)	3.05 (12 D0)	
min βιομάζα (mg/m3)	417.9 (11E0)	4.4 (11 E0)	
max -«-	2536.2 (12 E0)	38.3 (12 D0)	
2003		Πηγές	S (ή Π)
min αφθονία (άτομα -ind/ml)	302.5 (1 Smax)	0 (4 S0)	
max -«-	2928.5 (4 Smax)	2 (1 S7)	
min βιομάζα (mg/m3)	121.92 (1 Smax)	0.7 (4 S0)	
max -«-	19000.5 (4 Smax)	668.23(0 Smax)	
2005			
min αφθονία (άτομα -ind/ml)	1091 (11 S0)	0.57 (11 S0)	
max -«-	4616 (11 Smax)	0.6 (11 Smax)	
min βιομάζα (mg/m3)	194.25 (11 S0)	3.6 (11 S0)	
max -«-	534.96 (11 Smax)	85.85(11 Smax)	

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ –ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟΝ-ΖΩΟΒΕΝΘΟΣ

Πίνακας 8 : Μέγιστες και ελάχιστες τιμές αφθονίας και βιομάζας ζωοπλαγκτού ανά σταθμό κατ' έτος, σε δείγματα από πλαγκτικό δίχτυ (τύπου Arstein)

Χρονολογία δειγματοληψίας	Ζωοπλαγκτόν	Σταθμός/σύμβολο
2003	Λιμνική ζώνη	Μέση Λίμνης (Μ ή Δ)
minimum αφθονία (άτομα -ind/m ³)	0,8	1Mmean
maximum -«-	299,6	4Mmean
min βιομάζα (mg/m ³)	0,04	1Mmean
Max -«-	474,6	4Mmean
2004		
min αφθονία (άτομα -ind/ml)	12,1	8Mmean
Max αφθονία	64,63	7Mmean
min βιομάζα (mg/m ³)	15,98	8Mmean
max -«-	82,95	7Mmean
2003	παράλιος ζώνη	D (ή A) & E
min αφθονία (άτομα -ind/ml)	4,6/ 14,5 (*)	1Dmean/ 2E (*)
max -«-	270,1/ 128,97	4Dmean/ 4E
min Βιομάζα (mg/m ³)	2,19/ 23,75 (*)	1Dmean/2E (*)
max -«-	331,6/ 126,85	4Dmean/ 4E
2004		
min αφθονία (άτομα -ind/ml)	142,4 / 10,8	8Dmean/ 6Emean
max -«-	1510,5/ 102,1	7Dmean/ 7Emean
min βιομάζα (mg/m ³)	2,67/ 6,02	8Dmean/ 8E
max -«-	114,69/ 75,42	7Dmean/ 7E
2003	Πηγές	S (ή Π)
min αφθονία (άτομα -ind/ml)	4,3 (**)	5Smean
max -«-	33,6 (**)	4Smean
min βιομάζα (mg/m ³)	4,04 (**)	5Smean
max -«-	27,78 (**)	4Smean
2004		
min αφθονία (άτομα -ind/ml)	3,86	9Smean
max -«-	29,3	6Smean
min βιομάζα (mg/m ³)	2,14	9Smean
max -«-	36,15	6S mean
(*) στον σταθμό E απουσιάζουν οι τιμές άνοιξης' 03 (Μαρτίου-Μαΐου)	(**) στον σταθμό S απουσιάζουν οι τιμές του καλοκαιριού '03 (Ιούνιος – Αυγустος)	

VII. ΖΩΟΒΕΝΘΟΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι γνωστό ότι η μακρά περίοδος απουσίας νερού στην παράλιο ζώνη, σκοτώνει όλους τους βενθικούς οργανισμούς. Όταν όμως ο πυθμένας αποτελείται από αργιλλικά υλικά, η παροδική απουσία του νερού δεν είναι θανατηφόρα. Έτσι παρατηρούμε ότι οργανισμοί όπως ολιγόχαιτοι σκώληκες (Αννελίδες) και λάρβες Διπτέρων, κρύβονται βαθύτερα στο ίζημα .

Στη λίμνη υπάρχει μεγάλη αφθονία και ποικιλία βενθικών μαλάκιων της Κλάσης των Γαστερόποδων και παρουσία ενός Δίθυρου (Βορεάδου και συν.2006, αδημοσίευτα στοιχεία). Από τα Γαστερόποδα τα πιο χαρακτηριστικά είδη που εντοπίσαμε ή έχουν ήδη καταγραφεί είναι είδη του γένους *Lymnaea*, *Planorbis* και *Rotamopyrgus*, της οικογένειας *Neritidae* καθώς και το είδος *Radix aff. peregra* (Βορεάδου και συν.) και *Theodoxus saulkii* (Schuett 1986). Το χαρακτηριστικό σχεδόν κοσμοπολιτικό είδος της *Dreissena polymorpha* δεν βρέθηκε στον Κουρνά.

2. ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Στον Κουρνά, δεν έχουν γίνει μέχρι σήμερα συστηματικές έρευνες για το βένθος της λίμνης. Τα μοναδικά στοιχεία που έχουμε στη διάθεσή μας βασίζονται σε ανεπεξέργαστα στοιχεία που είχαν συλλεχθεί από ομάδα του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης (ΜΦΙΚ) στα πλαίσια προκαταρκτικής διαχειριστικής μελέτης (πρόγραμμα LIFE) σε συνεργασία με τον ΟΑΔΥΚ και το ΜΑΙΧ (1998).

Για τον λόγο αυτό επιχειρήθηκε η λήψη συμπληρωματικών δειγμάτων βένθους με την βοήθεια δειγματολήπτη άρπαγας τύπου Eckman- Birge, εργαλείο πολύ αποδοτικό για μελέτες αυτού του είδους (Αποστολοπούλου-Μωραΐτη 1980, Eleftheriou & Holme 1984, Eleftheriou & McIntyre 2005). Το εγχείρημα όμως δεν είχε συνέχεια λόγω της δυσκολίας δειγματοληψίας με τα διαθέσιμα ασταθή πλωτά μέσα και του σχετικά μεγάλου βάρους της συσκευής. Μόνο ένα δείγμα κατέστη δυνατόν να ληφθεί τον Οκτώβριο'02 από τον σταθμό Μ (ή Λ) στη μέση της λίμνης, απ' όπου δεν υπήρχε αναφορά κατά το παρελθόν.

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ –ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟΝ-ΖΩΟΒΕΝΘΟΣ

Κατά την μοναδική αυτή δειγματοληψία στον σταθμό ΛΦ22 (δηλ. το φθινόπωρο και σε βάθος 22 m περίπου της θέσης Λ , εικ.2.110) και σε ποσότητα ύλους επιφάνειας 225 cm² ή 0,0225 m²) είχαμε τα εξής ευρήματα:

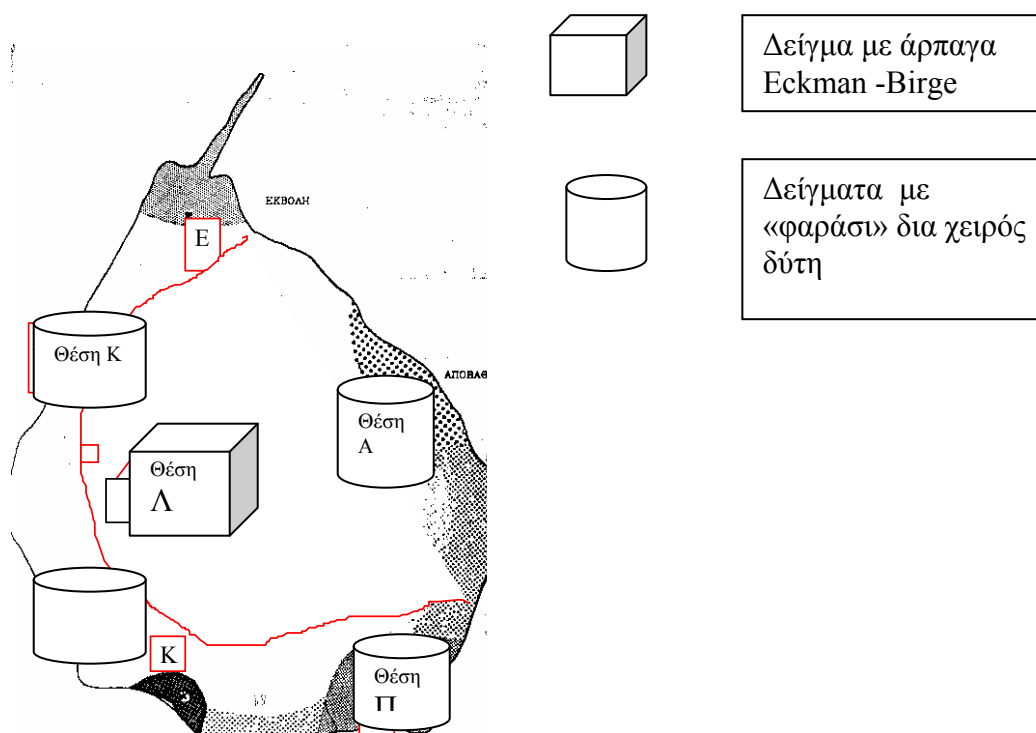
Πίνακας 9: Αφθονία βένθους στο ίζημα σταθμού Λ τον Οκτώβριο του 2002.

<i>βενθικές κατηγορίες</i>	<i>αφθονία (άτομα/ 0,0225 m²)</i>	<i>Αφθονία σε αντιστοιχία με αφθονίες έρευνας Βορεάδου et al. (δηλ. σε επιφάνεια 0.015 m²)</i>
Αννελίδες -Ολιγόχαιτοι	35	23,33
Αβγά σκωλήκων	10	8
Δίθυρα - Οστρακώδη	102	68
Μαλάκια - γαστερόποδα (<i>Planorbis sp.</i>)	58	38,67
Μαλάκια - γαστερόποδα (<i>Neritidae</i>)	10	6,67
Μαλάκια - γαστερόποδα (<i>Radix peregra.</i>)	22	14,67
Μαλάκια - γαστερόποδα (<i>άλλο</i>)	1	0,67
Προνύμφες Εντόμων (με L=20 mm)	2	1,3
Φυτικά θρύμματα και φυτικοί καρποί	πολλά	

Σύμφωνα με την επεξεργασία των στοιχείων του ΜΦΙΚ που μου παρασχέθηκαν ευγενικά από την Δρ.Κ.Βορεάδου, υπεύθυνη του Εργαστηρίου Υδροβιολογίας του Μουσείου (Βορεάδου *et al* 2006 υπό δημοσίευση) μέρος των οποίων αναφέρει και η Αντωνοπούλου (2005), έχουμε μία πρώτη εικόνα για το τι επικρατεί στο ίζημα τεσσάρων (4) σταθμών περιμετρικά της λίμνης (οι σταθμοί συμβολίζονται με τα γράμματα Π, Α, Κ και Δ σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα 10 και διακρίνονται στην εικόνα 2.110. Η δειγματοληψία στον κάθε σταθμό γινόταν με δύτη, σε τρία διαφορετικά βάθη κάθε φορά και σε κάθετες γραμμές προς την όχθη (transects).

Πίνακας 10: Συμβολισμοί σταθμών και θέσεων δειγματοληψίας κατά την δειγματοληψία βένθους από την ομάδα του ΜΦΙΚ (περίοδος 1996-97)

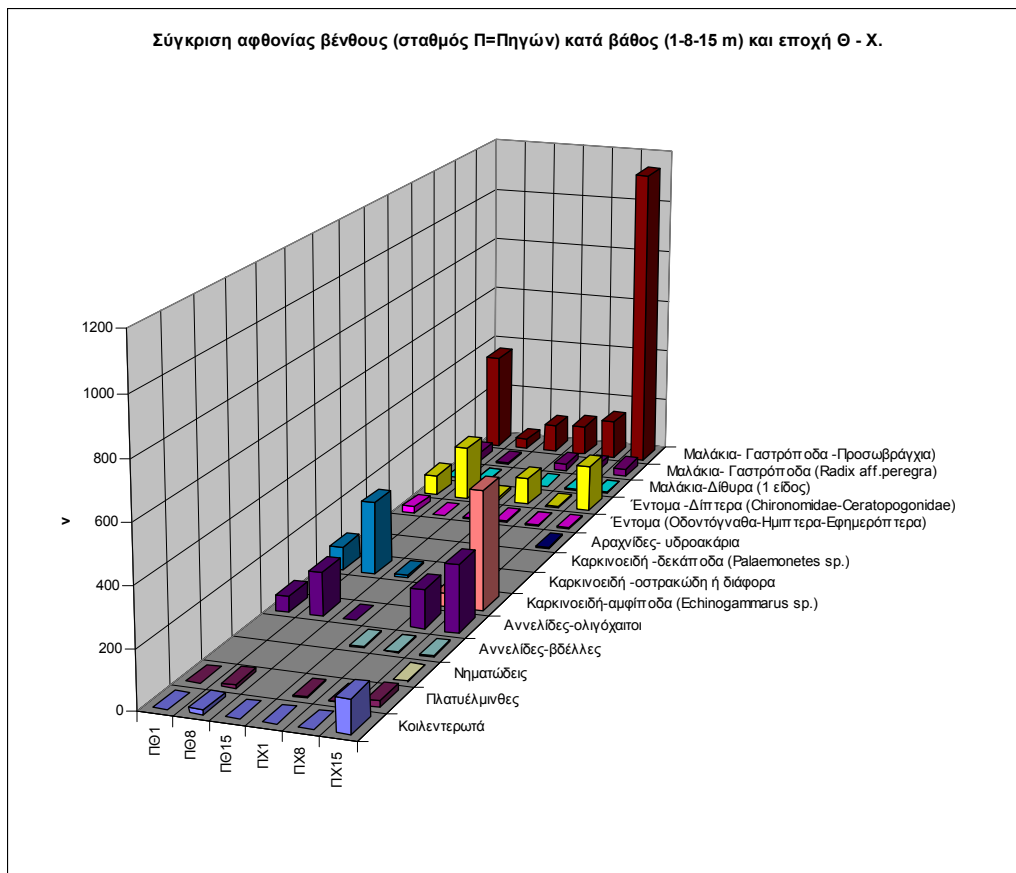
Σταθμοί	Βάθη (σε m)	Εποχή	Συμβολισμός
Σταθμός Πηγών (Π)	1, 8, 15	Θέρος (Θ)	ΠΘ1 ,ΠΘ8 ,ΠΘ15
-«-	1, 8, 15	Χειμώνας (X)	ΠΧ1, ΠΧ8, ΠΧ 15
Σταθμός (Α) Αποβάθρας	(0,5),(3,5), 15	Θέρος (Θ)	ΑΘ1 ,ΑΘ4 ,ΑΘ15
-«-	(0,5),(3,5),15	Χειμώνας (X)	ΑΧ1, ΑΧ4, ΑΧ 15
Σταθμός Δυτ. όχθης (Δ)	(0,5),(3,5),15	Θέρος (Θ)	ΔΘ1 ,ΔΘ4 ,ΔΘ15
-«-	(0,5),(3,5),15	Χειμώνας (X)	ΔΧ1, ΔΧ4, ΔΧ 15
Σταθμός (Κ) Καταβοθρών	1,(3.5),14	Θέρος (Θ)	ΚΘ1 ,ΚΘ4 ,ΚΘ14
-«-	1 , (3.5), 14	Χειμώνας (X)	ΚΧ1, ΚΧ4, ΚΧ 14



Εικόνα 2.110: Θέσεις που πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες στο ζωοβένθος της λίμνης την περίοδο 1996-97 (Α, Κ, Λ, Π) και 2002 (Λ).

Η διαδικασία δειγματοληψίας πραγματοποιήθηκε δύο (2) φορές, μία τον Αύγουστο '96 (Θέρος) και μία τον επόμενο Ιανουάριο '97 (Χειμώνας), με την χρήση αυτοσχέδιου δειγματολήπτη τύπου «φαράσι», με επιφάνεια ιζήματος 150cm^2 ή 0.015m^2 , από αυτοδύτη. Ο ίδιος δειγματολήπτης, χρησιμοποιήθηκε και σε ανάλογη έρευνα από την Κουτσάκη (2001) στην τεχνητή λίμνη των Μπραμιανών Ιεράπετρας.

Σύμφωνα με την στατιστική επεξεργασία των στοιχείων που συλλέχτηκαν και την ταυτοποίηση των βενθικών οργανισμών από τους Βορέαδου *et al* (2006) για κάθε σταθμό και ζώνη, αυτά αποδίδονται στις παρακάτω εικόνες 2.111-2.112-2.113 και 2.114. Αναλυτικά για κάθε σταθμό παρατηρήθηκαν τα εξής:



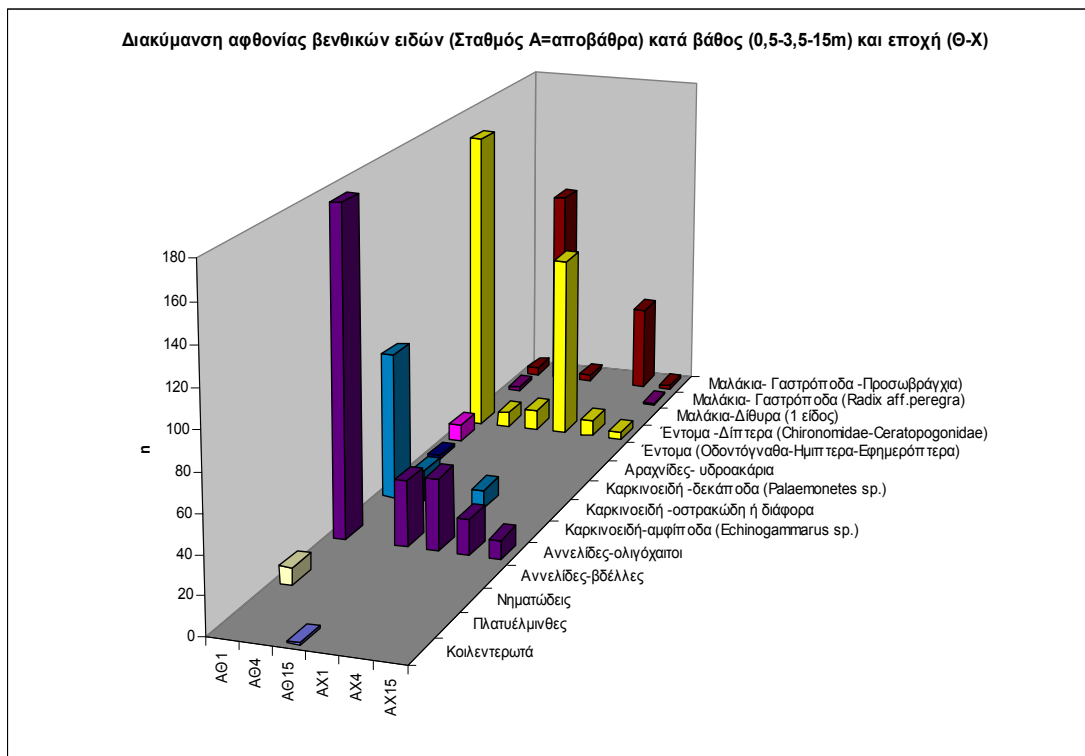
Εικόνα 2.111 : Αφθονία ζωοβένθους στις Πηγές (Π), Θέρος'96-χειμώνας'97, (από Βορεάδου *et al.*)

A. Στο σταθμό των Πηγών (Π ή S) (εικόνα 2.111)

- Η συνολική αφθονία είναι μεγαλύτερη τον χειμώνα σε σχέση με το καλοκαίρι με αναλογία 1,84:1. Η κατακόρυφη κατανομή (στη Παράλια-Βαθυπαράλια-Υποπαράλια ζώνη) αυξάνεται από τα ρηχά προς τα βαθύτερα τον Χειμώνα και αντίστροφα το καλοκαίρι, σύμφωνα με τις ακόλουθες αναλογίες : (1,44 : 1: 8,8) τον χειμώνα και (3,4: 3,25: 1) το καλοκαίρι.
- Στις επί μέρους βενθικές ομάδες όμως υπάρχουν διαφορές κι όχι ανάλογη τάση.

B. Στο σταθμό της αποβάθρας (A ή D) (εικόνα 2.112)

- Η συνολική αφθονία μειώνεται τον χειμώνα σε αναλογία 1:2,7 σε σχέση με το καλοκαίρι και στα 3 επίπεδα της παράλιου-υποπαράλιου ζώνης. Η κατακόρυφη κατανομή (στη Παράλια- Βαθυπαράλια-Υποπαράλια ζώνη) που παρατηρήθηκε είναι : (8,8:4,4:1) τον χειμώνα και (8,8:2,7:1) το καλοκαίρι.
- Κι εδώ παρατηρούνται διαφορετικές τάσεις στις επί μέρους βενθικές ομάδες

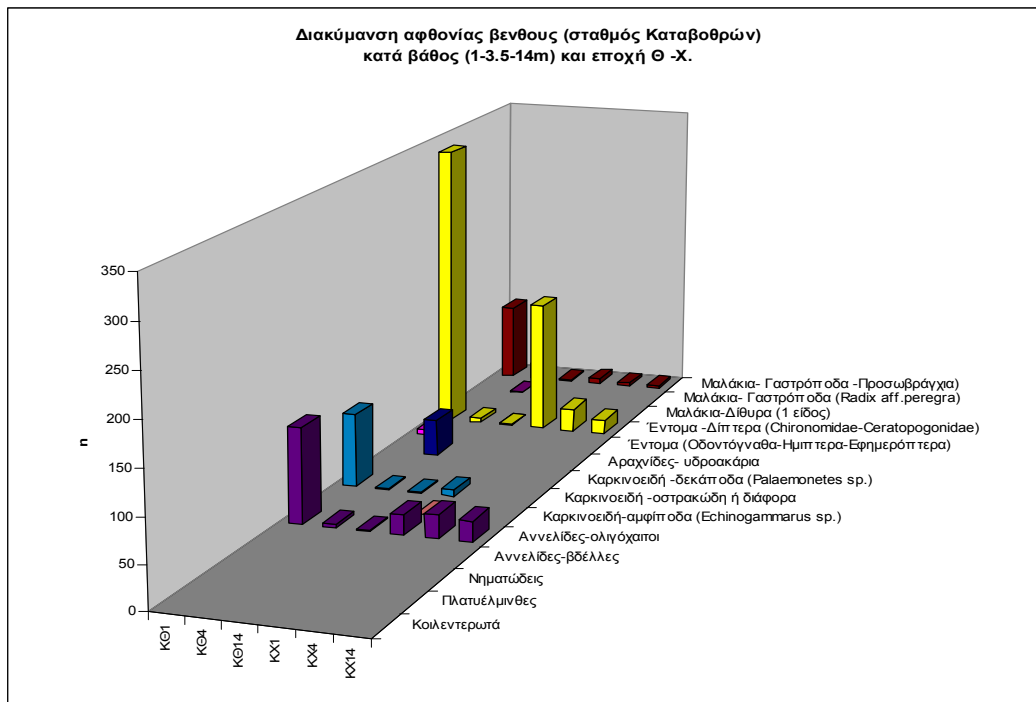


Εικόνα 2.112: Αφθονία ζωοβένθους στην ανατ.παράλιο & υποπαράλιο ζώνη (σταθμός Α) Θέρος'96-Χειμώνας'97 (από Βορεάδου και συν.)

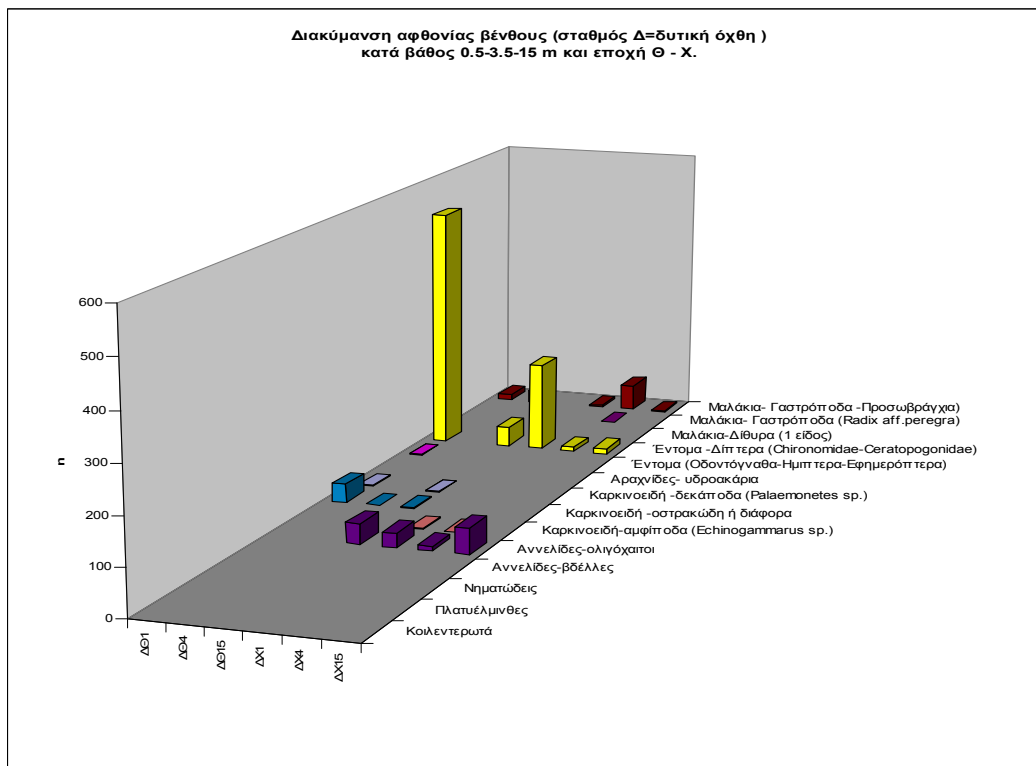
Γ. Στο σταθμό των καταβοθρών (Κ) (εικόνα 2.113)

- Η συνολική αφθονία μειώνεται τον χειμώνα σε σχέση με το καλοκαίρι όμοια με τον προηγούμενο σταθμό με σχέση 1:2,5 αλλά στα πιο ρηχά επίπεδα η αναλογία διατηρείται και τις 2 εποχές, ενώ στην υποπαράλια ζώνη έχουμε σαφή αύξηση τον χειμώνα. Οι αναλογίες της κατακόρυφης κατανομής στη Παράλια-Βαθυπαράλια-Υποπαράλια ζώνη που παρατηρήθηκαν ήταν (4:1,28:1) τον χειμώνα και **(157,5 :18:1) το καλοκαίρι!**
- Είναι εμφανής ο συνωστισμός οργανισμών στην παράλιο ζώνη του σταθμού, κύρια το καλοκαίρι. Το παραπάνω γεγονός πρέπει να συνδέεται με την αυξημένη ταχύτητα του νερού στη θέση που συμπαρασύρει και τροφή στο ανώτερο αυτό στρώμα λόγω της εκροής νερού προς τις παράκτιες πηγές.
- Κι εδώ παρατηρούνται διαφορετικές τάσεις στις επί μέρους βενθικές ομάδες.

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ –ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟΝ-ΖΩΟΒΕΝΘΟΣ



Εικόνα 2.113: Αφθονία ζωοβένθους στην βορειοδυτική παράλιο & υποπαράλιο ζώνη (σταθμός Κ), Θέρος '96- Χειμώνας '97 (από Βορεάδου και συν. 2006).



Εικόνα 2.114: Αφθονία ζωοβένθους στην δυτ.παράλιο & υποπαράλιο ζώνη (σταθμός Δ),Θέρος '96- Χειμώνας '97 (από Βορεάδου και συν. 2006)

Δ. Στο σταθμό της Δυτικής όχθης (Δ) (εικόνα 2.114)

■ Η συνολική αφθονία μειώνεται τον χειμώνα από καλοκαίρι με σχέση 1,8:1 και διατήρηση της αναλογίας στα ρηχά και βαθιά αλλά μεταστροφή της αφθονίας με αύξησή της στη μεσοπαράλιο τον χειμώνα. Οι αναλογίες που παρατηρήθηκαν είναι: Παράλια/Μεσοπαράλια/Βαθυπαράλια ζώνη (3,43:1,1:1) τον χειμώνα και (20,7:1:3,2) το καλοκαίρι.

■ Κι εδώ παρατηρούνται διαφορετικές τάσεις στις επί μέρους βενθικές ομάδες.

Η σημαντική διαφορά της ενδεικτικής αφθονίας των επιμέρους πανιδικών ομάδων, που κυμαίνονται από 0,67-68 ind/0,015m² στον σταθμό Δ στη μέση της λίμνης (μακριά από την χερσαία ζώνη) με εκείνη στους σταθμούς Π,Α,Κ, και Δ της παράλιου & υποπαράλιου ζώνης (από τα δεδομένα των Βορεάδου και συν.2006) που κυμαίνεται από 180-1130 ind/ 0.015m² είναι συντριπτική.

ΚΑΡΚΙΝΟΕΙΔΗ ΖΩΟΒΕΝΘΟΥΣ

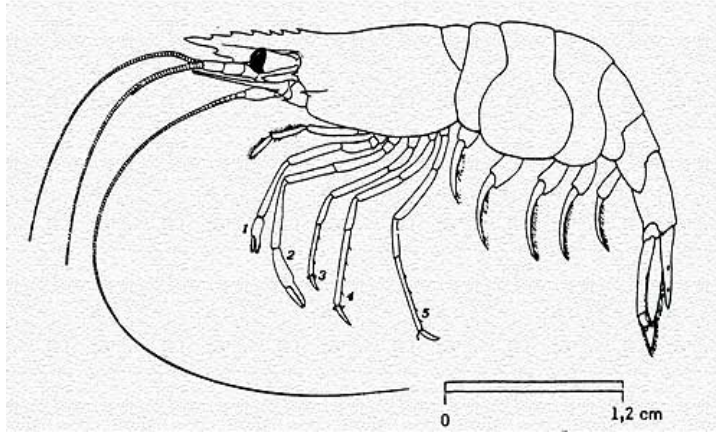
Οι οργανισμοί αυτοί που σχετίζονται με την ανακύκλωση της ενέργειας μέσα από τις τροφικές τους συνήθειες, φαίνεται να κυριαρχούν στην λίμνη, ιδιαίτερα το μικρό Δεκάποδο *Palaemonetes antennarius*, που το συναντάμε από τα βαθύτερα ως την ρηχή παράλιο ζώνη ανάλογα με την εποχή και την ώρα της ημέρας. Όμως σύμφωνα με τους Αναστασιάδου και συν.(2002 α,2002β) και Αναστασιάδου & Κούκουρα (2002) ενδέχεται να είναι κάποιο άλλο ενδημικό είδος του γένους που εξελίχτηκε στη λίμνη.

***A. Palaemonetes antennarius* (Milne-Edwards, 1837) (κοινώς γυαλογαριδούλα)**

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το είδος ανήκει στην οικογένεια Palaemonidae & το γένος Palaemonetes, μαζί με αρκετά είδη και γένη που είναι θαλάσσια. Το είδος έχει μικρό μέγεθος που δεν ξεπερνά το μήκος των 5cm. Αναπαράγεται πολύ εύκολα και αναπτύσσει μεγάλους πληθυσμούς σε περιοχές με γλυκά, υφάλμυρα και αλμυρά νερά που διαθέτουν βυθούς με πλούσια υδρόβια βλάστηση, όπως η λίμνη Κουρνά. Συχνά οι γαριδούλες της οικογένειας αυτής με την κοινή ονομασία γυαλογαριδούλες, χορτογαριδούλες ή γαρίδες «φάντασμα»

(glass-shrimps, grass-shrimps)(Moore 1979, Riehl & Baensch 1982/86, Anderson 1985) χρησιμοποιούνται ευρέως στα ενυδρεία ως ζωντανή τροφή ψαριών ή άλλων υδρόβιων.



Εικόνα 2. 115 : Σχέδιο της γυαλογαριδούλας (από www.ittiofauna.org)

Σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες η εξάπλωση των διαφόρων ειδών της οικογένειας και του γένους, φαίνεται να καθορίζεται σημαντικά από το εύρος του pH και της αλατότητας του βιότοπου. Έρευνες στην Ελλάδα επίσης κατέγραψαν την ύπαρξη μόνο 2 από τα 6 μεσογειακά είδη του γένους *Palaemonetes*, τα είδη *Palaemonetes varians* & *Palaemonetes antennarius*. Το πρώτο εντοπίζεται κυρίως σε εκβολικές περιοχές και θεωρείται ως η γαριδούλα των υπόαλων και ενάλατων νερών με μεγάλη εξάπλωση. Το δεύτερο που συναντάμε στην λίμνη Κουρνά (Holthuis 1961), είναι κάτοικος κυρίως ανάλατων νερών (η αλατότητα στην λίμνη δεν ξεπερνά το 1 ppt) έχει περιορισμένη εξάπλωση και διάσπαρτη διανομή, σε πολλές νησιωτικές περιοχές της Ελλάδας, στις νότιες ακτές Τουρκίας, σε περιοχές της πρώην Γιουγκοσλαβίας και κύρια σε περιοχές της Ιταλίας (Anastasiadou *et al.* 2002b).

Σε συστηματικότερη πρόσφατη μορφολογική εξέταση των δειγμάτων, αυτά κατατάχθηκαν σε τρεις διακριτές ομάδες: α) εκείνης της λίμνης Κουρνά, β) εκείνης του πληθυσμού στη Ρόδο και γ) εκείνης που περιλαμβάνει τους υπόλοιπους ελληνικούς πληθυσμούς και δείγματα από την Ιταλία. Όμως η ασυνέχεια που παρατηρείται στη διανομή του είδους, πιθανά να οφείλεται στη δυσκολία διάκρισης των ειδών μεταξύ τους και ενδεχομένως την ύπαρξη ενδημικών ειδών του γένους ή οικότυπων του είδους, στις παραπάνω περιοχές του ελληνικού νησιωτικού και παράκτιου παραμεσογειακού χώρου (Αναστασιάδου & Κούκουρας 2002, Anastasiadou *et al.* 2002a).

2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στην λίμνη δεν έγινε δυνατή η σύλληψη προνυμφών ή άλλων πλαγκτονικών μορφών της γαριδούλας με τα διαθέσιμα μέσα (δίχτυ, φιάλες Niskin). Το γεγονός αποδίδεται στην μικρή ταχύτητα με την οποία γινόταν η ανάσυρση του δίχτυου που επιτρέπει στους πιο ευκίνητους οργανισμούς (προνύμφες εντόμων, καρκινοειδών, ιχθύων κλπ) να διαφεύγουν.

Πολλά ενήλικα άτομα του είδους συλλέχτηκαν με την βοήθεια απόχης στον σταθμό (A /D), την περίοδο της άνοιξης που βρίσκονται σε αφθονία στα ρηχά της παραλίου ζώνης. Το γεγονός ότι η γυαλογαριδούλα (*Palaemonetes antennarius*) απουσίαζε παντελώς απ' όλα τα δείγματα της ομάδας Βορεάδου και συν. (με εξαίρεση την ισχνή παρουσία στους σταθμούς ΔΘ1 και ΔΘ15) αποτελεί έκπληξη και πρέπει να αποδοθεί στην ικανότητά της να διαφεύγει της σύλληψης (Ugolini *et al.* 1988, Fleminger & Clutter 1965). Ενδεχόμενα το ίδιο να συμβαίνει και με τα προνυμφικά στάδια εντόμων που έχουν ανάλογες ικανότητες στη φάση της υδρόβιας ζωής τους.

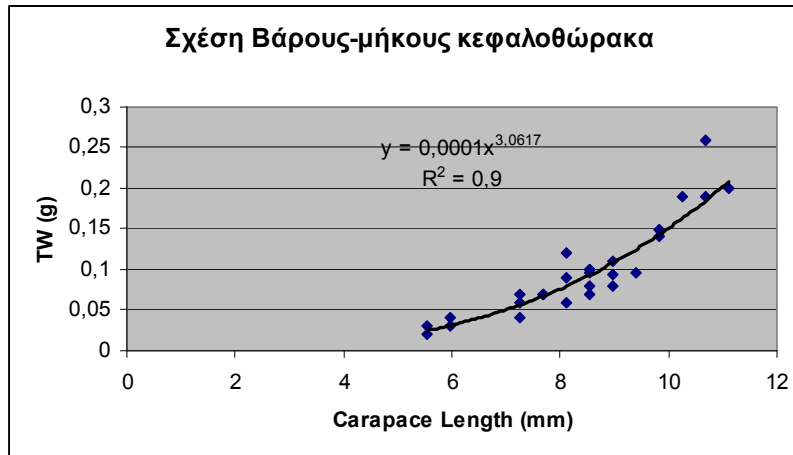
Νεαρά στάδια γαριδούλας δεν βρέθηκαν σε κανένα στομαχικό περιεχόμενο από τα είδη που εξετάστηκαν (αθερίνα, σαλιάρια, χέλια, κέφαλοι, χρυσόψαρα, κουνουπόψαρα). Εξαίρεση ένα άτομο αθερίνας όπου υπήρχε λεία που ομοίαζε με «ζωή» (zoe). Ενήλικα άτομα όμως καταγράφηκαν στο στομάχι χελιών αλιευμένων το καλοκαίρι (Ιούλιος'00) και τον χειμώνα (Φεβρουάριος'03) και υδρόβιων πτηνών του είδους μαυροβουτηχτάρι (*Podiceps nigricolis*) που ξεχειμωνιάζει σε μεγάλους αριθμούς (> 200) στη λίμνη (Δρετάκης 2006, αδημοσίευτα στοιχεία). Η τελευταία παρατήρηση έγινε μετά από ακούσια σύλληψη 3 τέτοιων πτηνών με τα μανωμένα αλιευτικά δίχτυα τον Δεκέμβριο'01.

A. Ανάπτυξη

Τα άτομα που συλλέχτηκαν την περίοδο της άνοιξης έχουν ολικό μήκος από 15-31 mm περίπου και αντίστοιχα μήκος κεφαλοθώρακα 5,6-11,1mm. Οι τιμές είναι παρόμοιες με εκείνες των Αναστασιάδου-Κούκουρα (2002) τον Μάιο'00 (7-8 mm).

Ακολουθώς δίνεται η σχέση μήκους-βάρους στα άτομα γυαλογαρίδας του Μαΐου'03, οπότε και έγινε η σύλληψη ικανού δείγματος (εικ. 2.126). Η σχέση $Y = a * X^b$, μας δίνει συντελεστή $b=3,062$. Συνεπώς το είδος φαίνεται να ακολουθεί σχεδόν

ισομετρική ανάπτυξη, την εποχή αυτή. Το θέμα έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και χρήζει περαιτέρω διερεύνησης, αφού η ανάπτυξη που εμφανίζουν οι γυαλογαριδούλες διαφέρει από είδος σε είδος δεδομένου ότι συχνά αυτές έχουν περισσότερες από 2 γενεές τον χρόνο.



Εικόνα 2.116: Σχέση μήκους κεφαλοθώρακα και ολικού βάρους σώματος στις γυαλογαριδές τον Μάιο 2003

Στον ευρωπαϊκό χώρο οι Dalla-Via (1983, 1987a, 1987b), Hofer *et al.* (1980) και Mura *et al.* (1995) αναφερόμενοι στην *P. antennarius* ορίζουν ως κύριους παράγοντες για το μέγεθος που φτάνουν τα άτομα του πληθυσμού καθώς και την αναλογία φύλου, την θερμοκρασία και την αλατότητα. Όσον χαμηλότερη η So/οο τόσο ικανοποιητικότερη ανάπτυξη των αβγών και περισσότερα θηλυκά στον πληθυσμό. Τα παρεμφερή είδη *Palaemonetes rugio*, που έχουν μελετηθεί από βιοενεργητικής άποψης, έχει υπολογιστεί ότι καταναλώνουν το 52% της ενέργειάς τους για αναπαραγωγή και μόνο το 14% για την σωματική ανάπτυξη σε ιδανικές συνθήκες θερμοκρασίας και αλατότητας (25°C και 28 ppt) (Piyatiratitivorakul 1988). Συνεπώς σε ψυχρότερη περίοδο θα δαπανάται λιγότερη ενέργεια για την ανάπτυξη.

B. Αναπαραγωγή

Οι γαρίδες του γένους αυτού φτάνουν σε ώριμο μέγεθος και μήκος περίπου 5 cm, σε διάστημα 2-4 μηνών, ακόμη και σε πυκνούς πληθυσμούς. Η παρουσία πολλών ατόμων στα ρηγά την περίοδο της άνοιξης και η ύπαρξη αβγών σε ορισμένα άτομα,

υποδηλώνουν την αναπαραγωγική δραστηριότητά τους τότε. Την καλοκαιρινή περίοδο του 1974, επίσης παρατηρήθηκαν ωφόρα θηλυκά άτομα (Kitching *et al.* 1976).

Γ. Διατροφή

Οι γαριδούλες είναι παμφάγα ζώα και τρέφονται με μεγάλη ποικιλία υδρόβιων οργανισμών, ανάλογα με τη διαθεσιμότητά τους. Έτσι άλλοτε είναι καταναλωτές φωτοσυνθετικών οργανισμών (κύρια φυκών), άλλοτε δευτερογενείς καταναλωτές ζωοπλαγκτού και μειοβένθους και άλλοτε καταναλώνουν detritus, πλούσιο σε οργανική ύλη. Ο Roberts (1995) και οι Constantini & Rossi (2001), θεωρούν ότι δεν είναι παμφάγα ζώα αλλά κυρίως βενθοφάγοι (ισόποδα), ζωοπλαγκτοφάγοι (λάρβες κουνουπιών) ή πτωματοφάγοι. Αναφέρονται επίσης και σε καννιβαλισμό από τα μεγαλύτερα σε περίοδοι όπου αυξάνει σημαντικά η αναλογία θηλυκών/αρσενικών υπέρ των πρώτων.

Η απορρόφηση διαλυμένου οργανικού υλικού (DOM) που έχει δεσμευτεί από το λεπτόκοκκο αργιλώδες ίζημα είναι η κύρια πηγή τροφής τους κατά τους Odum & Heald (1972). Ακόμη δεν φαίνεται να τρέφεται από τα υδρόβια φυτά του πυθμένα, αλλά από το άφθονο περίφυτο (μύκητες, νηματοειδή και μονοκύτταρα φύκη) και επιφυτικά ζωϊκά είδη που καλύπτουν τα φυτά (Morgan 1980). Το γεγονός ότι μπορούν να καταναλώνουν βενθικούς μικροοργανισμούς, μπορεί να επηρεάσει τις βιοκοινωνίες του βυθού.

Δ. Οικολογία

Το βασικότερο στοιχείο στην οικολογία της γυαλογαρίδας σε λίμνες είναι ο ρόλος της στην μεταφορά ενέργειας από τα επίπεδα των παραγωγών και αποικοδομητών σε υψηλότερα επίπεδα καταναλωτών (ψάρια, πτηνά ή και ερπετά). Στην λίμνη Κουρνά οι γαρίδες όπως καταγράφηκε είναι συχνά λεία των ψαριών (όπως τα χέλια) και άλλων υδρόβιων θηρευτών, (όπως πτηνά του είδους *Pondiceps nigricolis* κν. μαυροβουτηχτάρι) που διαχειμάζουν. Πιθανόν επίσης να αποτελεί και παράπλευρη λεία ειδών που τρέφονται με υδρόβια φυτά πάνω στα οποία ζούν (Lorenzoni 1999, Τίγκιλης 2005). Συχνά όμως όταν απομακρύνονται από τις συστάδες των υδρόβιων φυτών, εκτίθενται κι είναι πιο ευάλωτες στους θηρευτές που προαναφέρθηκαν και τα νερόφιδα (*Natrix tessellata*) που έχουν θεαθεί να θηρεύουν μικρά ψάρια και γαρίδες στα ρηχά (Kitching *et al.* 1976).

Σύμφωνα με μελέτη των Antheunisse *et al.* που αναφέρει ο Anderson (1985), οι κινήσεις των γαρίδων και η κατανομή τους σε μία λίμνη επηρεάζονται από την φωτοπερίοδο. Ανάλογα συμπεράσματα για την σημασία της θέσης του ήλιου και της πολωμένης ακτινοβολίας από τον ουρανό σχετικά με την έγκαιρη μετακίνηση του είδους, από τα ρηχά στα βαθύτερα προκειμένου να προστατευθεί, αναφέρουν οι Ugolini *et al.* (1988, 1989). Παρατηρήθηκε επίσης ότι το ευρωπαϊκό είδος γαρίδας γλυκού νερού, *P. varians*, κολυμπά σε μεγαλύτερα σμήνη το πρωί και το απόγευμα. Η αναφορά αυτή παρομοιάζει με την συμπεριφορά της γαρίδας του Κουρνά, που την αναφέρουν ως *P. varians*, οι άγγλοι ερευνητές που διεξήγαγαν έρευνα τον Αύγουστο του 1974 (Kitching *et al.* 1976). Σύμφωνα με την έκθεση της αποστολής αυτής η γαρίδα της λίμνης βρισκόταν σε βάθος 20 m, ενώ το βράδυ απαντούσε σε αφθονία στα ρηχά.

Ακόμη έχει παρατηρηθεί θετική συσχέτιση της αφθονίας των γαρίδων με την αύξηση της θολερότητας στο νερό. Αυτή η παρατήρηση αποδίδεται στην προστασία που παρέχει η περιορισμένη ορατότητα, αφού μειώνεται η πιθανότητα θήρευσης. Ανάλογο φαινόμενο παρατηρήσαμε στον Κουρνά, τον μήνα Νοέμβριο '04 σε κατάδυση σε βάθη 18-20m, όπου η βλάστηση αντικαθίσταται από ένα λασπώδες τοπίο. Εκεί το λεπτόκοκκο ίζημα αιωρείται σε ύψος 1-2m πάνω από τον βυθό, περιορίζοντας την ορατότητα με φακό στα 2m περίπου. Στα σημεία αυτά καταγράφηκε μεγάλη παρουσία γαρίδων μαζί με μικρά σμήνη αθερίνας και μεμονωμένα χέλια.

Οι Nielsen & Hagerman μελετώντας 2 είδη γαρίδων *Palaemonetes* επιβεβαίωσαν την ικανότητα του *P. varians* να προσαρμόζεται καλύτερα σε καταστάσεις υποξείας έναντι του άλλου είδους. Με δεδομένο ότι το είδος του Κουρνά, το συναντάμε σε περιοχές με μεγαλύτερες θερμοκρασίες και λιγότερο διαλυμένο O₂, αντιλαμβανόμαστε ότι το φαινόμενο αυτό ανταποκρίνεται στις ακραίες απαιτήσεις που μπορεί να έχει η επιβίωση σε ανάλογα περιβάλλοντα, όπως οι νότιες λίμνες της Ευρώπης.

B. Potamon (Potamon) potamios (Oliver) (κοινός κάβουρας γλυκού νερού)

Το άλλο σημαντικό Δεκάποδο Καρκινοειδές της λίμνης., που το συναντάμε στα περισσότερα μέρη με εσωτερικά νερά στη Κρήτη, είναι το είδος *Potamon (Potamon) potamios*, ο κοινός κάβουρας των γλυκών νερών. Το είδος φαίνεται να έχει προέλευση ασιατική και γι' αυτό δεν το συναντάμε στην ηπειρωτική Ελλάδα, αλλά στην Κρήτη, την Κύπρο και νησιά του Αιγαίου (Tuerkay 1987, Rathbun 1965). Αναλυτικές πληροφορίες για τον πληθυσμό του στη λίμνη δίνουν οι Kitching *et al.* (1976). Το καβούρι αυτό πολλοί το θεωρούν ότι αποτελεί ξεχωριστή ενδημική ποικιλία, το *P. potamios kriteon*



Φωτογραφία: Ο κάβουρας του Κουρνά (ΜΦΙΚ)

Κατά την παρούσα έρευνα δεν έγιναν συστηματικές καταγραφές προκειμένου να εκτιμηθεί η κατάσταση του πληθυσμού. Η παρουσία του όμως ήταν αισθητή κατά τις απογευματινές ώρες κι από τα χαρακτηριστικά ίχνη του στον αμμώδη πυθμένα της παράλιου ζώνης. Τα ελάχιστα δείγματα που συνελλήφθησαν, προσφέρθηκαν στο Εργαστήριο Βιοχημείας του Παν/μιου Κρήτης για την συνέχιση έρευνας για τις λεκτίνες του αίματος των οργανισμών αυτών, με ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην ιατρική. Τα χαρακτηριστικά των ατόμων αυτών δεν διέφεραν από την γενική σχέση που αναφέρουν οι Kitching *et al.* (1976) για θηλυκά και αρσενικά άτομα ξεχωριστά.

Τα καβούρια παίζουν σημαντικό ρόλο στην αποικοδόμηση της πληθώρας οργανικής φυτικής ύλης των εσωτερικών υδάτινων οικοσυστημάτων των εύκρατων περιοχών λόγω της περιορισμένης βιομάζας εντόμων για ανάλογη δράση (Nisikawa 2000). Συνεπώς η περαιτέρω μελέτη των πληθυσμών κάβουρα στην λίμνη, όπως και της γυαλογαριδούλας έχει ιδιαίτερη σημασία για την γνώση της ροής ενέργειας στο οικοσύστημα αυτό.

VIII. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.

Αξιοποιώντας τα στατιστικά προγράμματα που περιγράφηκαν προηγουμένως έγινε προσπάθεια στατιστικής επεξεργασίας και συσχέτισης των αβιοτικών και βιοτικών πλαγκτικών στοιχείων.

1. Κατανομή φυτοπλαγκτού και αβιοτικοί παράγοντες

Πρώτα έγινε έλεγχος με την απλή γραμμική συσχέτιση με το EXCEL μεταξύ αφθονίας φυτοπλαγκτού και T_w , θρεπτικών, του λόγου τους καθώς και της στάθμης του νερού και μας έδωσε ικανοποιητικές τιμές συντελεστή συσχέτισης (R) σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 1: Συντελεστές γραμμικής συσχέτισης σε ανάλυση διασποράς.

Παράμετροι συσχέτισης με αφθονία φυτοπλαγκτού	R (*)
T_w	+ 0,33
$[NO_3-N]$	-0,37
N/P	-0,34
Στάθμη νερού λίμνης (Level w)	-0,46
(*) Συντελεστής Γραμμικής συσχέτισης (Τριχόπουλος 1975)	

Κατά δεύτερον έγινε έλεγχος στατιστικός με την μέθοδο BIOENV μεταξύ των διαθέσιμων περιβαλλοντικών δεδομένων και των τιμών αφθονίας (ή βιομάζας) φυτοπλαγκτού και διαπιστώθηκε ότι:

A) **σε επίπεδο οριζόντιας κατανομής στο επιφανειακό επίπεδο** το φυτοπλαγκτό έχει θετική συσχέτιση με την θερμοκρασία αέρα (T_{atm}) ή/και νερού (T_w) το ύψος των βροχών (H), την στάθμη της λίμνης (Level w) και λιγότερο με το pH και τις ώρες ηλιοφάνειας (s_h) σύμφωνα με τις ακόλουθες τιμές για ανάλυση και τις 6 παρακάτω παραμέτρους (πίνακας 2, στήλη A) ή με περισσότερες (16) παραμέτρους όπου περιλαμβάνονται και οι τιμές θρεπτικών, οι λόγοι τους, οι συγκεντρώσεις χλωροφυλλών και ο POC, σε μικρότερη ομάδα δειγμάτων (Πίνακας 2, στήλη B). Επίσης καλή συσχέτιση παρουσιάζει με την συγκέντρωση νιτρωδών ή/και νιτρικών, νιτρικών και βροχοπτώσεων, πυριτικών και νιτρωδών

B) **σε επίπεδο οριζόντιας κατανομής στο επίπεδο πυθμένα** με τις 6 παρακάτω παραμέτρους (πίνακας 3, στήλη A) ή με περισσότερες παραμέτρους (15) όπου περιλαμβάνονται και οι τιμές θρεπτικών, οι λόγοι τους, οι συγκεντρώσεις χλωροφυλλών και ο POC, σε μικρότερη ομάδα δειγμάτων (Πίνακας 3, στήλη B), το φυτοπλαγκτό

παρουσιάζει ισχυρή συσχέτιση με την θερμοκρασία αέρα και την συγκέντρωση της χλωροφύλλης α ή των φαιχρωστικών, pH και χλωροφυλλών .

Γ) Μέσω των μέσων τιμών (mean values) της στήλης με 6 ή με 16 παραμέτρους (πίνακας 4, στήλη A και B) το φυτοπλαγκτό δεν εμφανίζει ισχυρή συσχέτιση, που σημαίνει ότι παίζει σημαντικό ρόλο η στρωμάτωση στην κατανομή των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών και της εξάπλωσης και ανάπτυξης του φυτοπλαγκτού.

Πίνακας 2: Αποτελέσματα μεθόδου BIOENV για 6-16 παραμέτρους (επιφανειακές τιμές)

Στήλη A	Στήλη B
Variables 1 Tatm 2 T w 3 pH 4 Lev w 5 H 6 s_h Best results No.Vars Corr. Selections 2 0,330 1;4 1 0,314 4 3 0,311 1;4;5 2 0,276 1;5 1 0,272 1 4 0,250 1;4-6 3 0,223 1;2;4 4 0,223 1;3-5 3 0,223 1;4;6 4 0,222 1;2;4;5 Rank correlation method: Weighted Spearman Method: BIOENV (Maximum number of variables: 5) Resemblance: Analyse between: Samples Resemblance measure: D1 Euclidean distance	Variables 1 Tatm 2 T w 3 pH 4 Lev w 5 H 6 s_h 7 P-PO4 8 Si-SiO2 9 N-NO3 10 N-NO2 11 N-NH4 12 N/P 13 Si/P 14 POC 15 Chl a 16 Phaeop. Best results No.Vars Corr. Selections 2 0,554 1;10 3 0,538 1;2;9 3 0,533 1;2;10 2 0,526 1;2 1 0,521 1 4 0,506 1;2;9;10 3 0,492 1;9;10 4 0,460 1;2;5;9 4 0,455 1;2;8;10 2 0,454 1;6

Πίνακας 3: Αποτελέσματα μεθόδου BIOENV για 6-15 παραμέτρους (για τιμές υπολίμνιου)

Στήλη A	Στήλη B
Variables 1 Tatm 2 T w 3 pH 4 Lev w 5 H 6 s_h	Variables 1 Tatm 2 T w 3 pH 4 Lev w 5 H 6 s_h

<p><i>Best results</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.Vars</th> <th>Corr.</th> <th>Selections</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0,297</td><td>4</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,236</td><td>3;4</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,208</td><td>3-5</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,182</td><td>1;3-5</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,175</td><td>4;5</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,167</td><td>1;3;4</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,166</td><td>1;3;5</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,162</td><td>3-6</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,157</td><td>2-5</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,152</td><td>1;3-6</td></tr> </tbody> </table> <p>Rank correlation method: Weighted Spearman Method: BIOENV (Maximum number of variables: 5) Resemblance: Analyse between: Samples Resemblance measure: D1 Euclidean distance</p>	No.Vars	Corr.	Selections	1	0,297	4	2	0,236	3;4	3	0,208	3-5	4	0,182	1;3-5	2	0,175	4;5	3	0,167	1;3;4	3	0,166	1;3;5	4	0,162	3-6	4	0,157	2-5	5	0,152	1;3-6	<table border="1"> <tbody> <tr><td>7</td><td>P-PO4</td></tr> <tr><td>8</td><td>N-NO3</td></tr> <tr><td>9</td><td>N-NO2</td></tr> <tr><td>10</td><td>N-NH4</td></tr> <tr><td>11</td><td>N/P</td></tr> <tr><td>12</td><td>Si/P</td></tr> <tr><td>13</td><td>POC</td></tr> <tr><td>14</td><td>Chl a</td></tr> <tr><td>15</td><td>Phaeop.</td></tr> </tbody> </table> <p><i>Best results</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.Vars</th> <th>Corr.</th> <th>Selections</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2</td><td>0,568</td><td>1;14</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,543</td><td>1;15</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,535</td><td>1;14;15</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,507</td><td>1;3;15</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,505</td><td>1;3;14</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,504</td><td>1;4;14;15</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,492</td><td>1;3;14;15</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,488</td><td>1;4;7;14;15</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,484</td><td>1;4;15</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,482</td><td>1;3;4;15</td></tr> </tbody> </table>	7	P-PO4	8	N-NO3	9	N-NO2	10	N-NH4	11	N/P	12	Si/P	13	POC	14	Chl a	15	Phaeop.	No.Vars	Corr.	Selections	2	0,568	1;14	2	0,543	1;15	3	0,535	1;14;15	3	0,507	1;3;15	3	0,505	1;3;14	4	0,504	1;4;14;15	4	0,492	1;3;14;15	5	0,488	1;4;7;14;15	3	0,484	1;4;15	4	0,482	1;3;4;15
No.Vars	Corr.	Selections																																																																																			
1	0,297	4																																																																																			
2	0,236	3;4																																																																																			
3	0,208	3-5																																																																																			
4	0,182	1;3-5																																																																																			
2	0,175	4;5																																																																																			
3	0,167	1;3;4																																																																																			
3	0,166	1;3;5																																																																																			
4	0,162	3-6																																																																																			
4	0,157	2-5																																																																																			
5	0,152	1;3-6																																																																																			
7	P-PO4																																																																																				
8	N-NO3																																																																																				
9	N-NO2																																																																																				
10	N-NH4																																																																																				
11	N/P																																																																																				
12	Si/P																																																																																				
13	POC																																																																																				
14	Chl a																																																																																				
15	Phaeop.																																																																																				
No.Vars	Corr.	Selections																																																																																			
2	0,568	1;14																																																																																			
2	0,543	1;15																																																																																			
3	0,535	1;14;15																																																																																			
3	0,507	1;3;15																																																																																			
3	0,505	1;3;14																																																																																			
4	0,504	1;4;14;15																																																																																			
4	0,492	1;3;14;15																																																																																			
5	0,488	1;4;7;14;15																																																																																			
3	0,484	1;4;15																																																																																			
4	0,482	1;3;4;15																																																																																			

Πίνακας 4: Αποτελέσματα μεθόδου BIOENV (για μέσες τιμές στήλης)

Στήλη A	Στήλη B																																																																		
<p><i>Variables</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Tatm 2 T w 3 pH 4 Lev w 5 H 6 s_h <p>Rank correlation method: Weighted Spearman Method: BIOENV</p> <p><i>Best results</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.Vars</th> <th>Corr.</th> <th>Selections</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2</td><td>0,180</td><td>1;5</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,177</td><td>1;3;5</td></tr> <tr><td>1</td><td>0,163</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,150</td><td>3;5</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,134</td><td>1;3-5</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,134</td><td>1;3</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,123</td><td>1-3;5</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,122</td><td>1;5;6</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,116</td><td>1;4</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,116</td><td>1;3;5;6</td></tr> </tbody> </table>	No.Vars	Corr.	Selections	2	0,180	1;5	3	0,177	1;3;5	1	0,163	1	2	0,150	3;5	4	0,134	1;3-5	2	0,134	1;3	4	0,123	1-3;5	3	0,122	1;5;6	2	0,116	1;4	4	0,116	1;3;5;6	<p><i>Variables</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Tatm 2 T w 3 pH 4 Lev w 5 H 6 s_h 7 P-PO4 8 Si-SiO2 9 N-NO3 10 N-NO2 11 N-NH4 12 N/P 13 Si/P 14 POC 15 Chl a 16 Phaeop. <p><i>Best results</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.Vars</th> <th>Corr.</th> <th>Selections</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0,290</td><td>1</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,252</td><td>1-4</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,246</td><td>1;11</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,237</td><td>1;4;11</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,236</td><td>1;2</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,235</td><td>1-4;11</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,231</td><td>1;2;11</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,231</td><td>1-3</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,228</td><td>1;2;4</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,226</td><td>1;3;4;11</td></tr> </tbody> </table>	No.Vars	Corr.	Selections	1	0,290	1	4	0,252	1-4	2	0,246	1;11	3	0,237	1;4;11	2	0,236	1;2	5	0,235	1-4;11	3	0,231	1;2;11	3	0,231	1-3	3	0,228	1;2;4	4	0,226	1;3;4;11
No.Vars	Corr.	Selections																																																																	
2	0,180	1;5																																																																	
3	0,177	1;3;5																																																																	
1	0,163	1																																																																	
2	0,150	3;5																																																																	
4	0,134	1;3-5																																																																	
2	0,134	1;3																																																																	
4	0,123	1-3;5																																																																	
3	0,122	1;5;6																																																																	
2	0,116	1;4																																																																	
4	0,116	1;3;5;6																																																																	
No.Vars	Corr.	Selections																																																																	
1	0,290	1																																																																	
4	0,252	1-4																																																																	
2	0,246	1;11																																																																	
3	0,237	1;4;11																																																																	
2	0,236	1;2																																																																	
5	0,235	1-4;11																																																																	
3	0,231	1;2;11																																																																	
3	0,231	1-3																																																																	
3	0,228	1;2;4																																																																	
4	0,226	1;3;4;11																																																																	

Στη περίπτωση της λίμνης Κουρνά χρησιμοποιώντας τις απόλυτες τιμές των επιλιμνικών και υπολιμνικών δειγμάτων (από φιάλη) αποδείχτηκε και στατιστικά με την βοήθεια της μεθόδου MDS και ANOSIM ότι η αφθονία φυτοπλαγκτού:

A. Επιφανειακά

- 1) διαφέρει σημαντικά μεταξύ 2003 και 2005 (MDS: 3D stress 0,06<0,1 και ANOSIM: R=0,121 , S.L=9,4%<10% ή P<0,1) και
- 2) Δεν διαφέρει σημαντικά μεταξύ των 3 εποχών Άνοιξη-Καλοκαίρι και Φθινόπωρο, αφού τιμές χειμώνα δεν διαθέταμε, σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα:

ANOSIM:	R Value	Significance Level (%)
<u>συνολικά</u>	<u>0,086</u>	<u>12,4</u>
A/ K	-0,026	50,9
K/Φ	0,036	26,9
<i>A/Φ</i>	<i>0,305</i>	<i>1,7 !!!</i>

Υποθέτουμε ότι κι ο χειμώνας θα διέφερε σημαντικά. Αν πάλι θεωρήσουμε ότι ο Σεπτέμβριος κατατάσσεται στους θερινούς μήνες (λόγω των κλιματολογικών συνθηκών που επικρατούν στην Κρήτη συνήθως), τότε έχουμε καλύτερη στατιστικά εικόνα εποχιακά:

ANOSIM:	Global R	Significance Level (%)
<u>συνολικά</u>	<u>0,102</u>	<u>11,3</u>
A/ K	0,066	21,5
K/Φ	0,07	28,4
<i>A/Φ</i>	<i>0,31</i>	<i>6,1 !!!</i>

- 3) δεν διαφέρει καθόλου στατιστικά σε επίπεδο σταθμών στο χώρο! (R= -0,18 & S.L= 99,9%!) Γεγονός που επιβεβαιώνει ότι το φυτοπλαγκτό εμφανίζει ομοιογένεια στον χώρο κι όχι στον χρόνο.

B. Στο υπολίμνιο κατά την στρωμάτωση :

- 1) Διαφέρει σχετικά μεταξύ των ετών 2003 και 2005 (MDS: 3D stress 0,09<0,1/ και ANOSIM: R=0,294 , S.L=2,4%<5% ή P<0,05) και
- 2) Δεν διαφέρει στατιστικά μεταξύ των 3 εποχών Άνοιξη-Καλοκαίρι και Φθινόπωρο, αφού τιμές χειμώνα δεν διαθέταμε

(ι) είτε θεωρήσουμε τον μήνα Σεπτέμβριο ως φθινοπωρινό, (βλ.ακόλουθο πίνακα):

ANOSIM:	Global R	Significance Level (%)
συνολικά	<u>0,046</u>	<u>24,7</u>
A/ K	0,04	39,6
K/Φ	-0,029	54,4
A/Φ	<i>0,179</i>	<i>6,9 !!!</i>

(ιι) είτε τον θεωρήσουμε ως καλοκαιρινό, (βλ.ακόλουθο πίνακα):

ANOSIM:	Global R	Significance Level (%)
συνολικά	<u>-0,036</u>	<u>63,1</u>
A/ K	-0,005	46,2
K/Φ	-0,212	84,1
A/Φ	<i>0,102</i>	<i>24,2 !!!</i>

Συνεπώς ουσιαστικά στον βυθό οι συνθήκες δεν διαφέρουν ιδιαίτερα παρά την περίοδο του χειμώνα υποθέτουμε που αλλάζουν τα δεδομένα λόγω ανάμειξης του νερού.

3) δεν διαφέρει επίσης στατιστικά σε επίπεδο σταθμών στο χώρο! Γεγονός που επιβεβαιώνει ότι το φυτοπλαγκτό εμφανίζει μεγαλύτερη ομοιογένεια και στον υπολιμνικό χώρο (R = 0,02 & S.L= 34,8% >>5%).

Χρησιμοποιώντας τις μέσες τιμές των δειγμάτων φυτοπλαγκτού (από φιάλη) των επιμέρους σταθμών (M,D,S) οι διαφορές αμβλύνονται και δεν παρατηρούνται στατιστικά αξιόλογες τιμές των συντελεστών R & S.L σε έλεγχο ANOSIM, ούτε χρονολογικά (2003/2005), ούτε εποχιακά (A/K/Φ).

Χρησιμοποιώντας όμως τα δείγματα της φυκογλωρίδας από το πλ.δίχτυ, που συλλαμβάνει ορισμένες ομάδες αυτής (Κυανοφύκη, Χλωροφύκη Zygnemales και Δινοφύκη των ειδών *C.hirundinella* και *Peridinium spp.*) παρατηρήθηκαν τα εξής:

- 1) Μεταξύ των ετών 2003 και 2004 έχουμε διαφορά με τιμές R=0,197 και S.L= 0,8% <1% ή P<0,01 αν και το R παραμένει αρκετά χαμηλό (και μικρότερο του στατιστικά αποδεκτού R>=0,8)
- 2) Χωρικά και οριζόντια δεν έχουμε καμία σημαντική διαφορά: (ι)είτε κατατάξουμε τους σταθμούς σε 3 κατηγορίες λιμνική-παράλιο-πηγές (M-L-S) με R=-0,032 & S.L-68,7%, (ιι) είτε σε 4 αντίστοιχα με τους

σταθμούς (M,D,E,S) με $R = -0,006$ & $S.L = 48,2\%$, αν και η στατιστική διαφορά αυξήθηκε.

- 3) Χωρικά και κατακόρυφα στο σύνολο των δειγμάτων δεν έχουμε καμία σημαντική διαφορά με $R = 0,082$ & $S.L = 7,8\%$, εντούτοις η κατανομή αφθονίας παρουσιάζει αξιόλογη διαφορά μεταξύ επιφανειακών (S) & υπολιμνικών (B) δειγμάτων χλωρίδας με $R = 0,091$ & $S.L = 3,5\% < 5\%$ ή $P < 0,05$. Σε αντίθεση με τα δείγματα των μεσόνερων (M).

ANOSIM:	Global R	Significance Level (%)
συνολικά	0,082	7,8
<i>S – B</i>	<i>0,091</i>	<i>3,5 !!</i>
S – M	0,093	27,5
M – B	-0,036	57,3

- 4) Εποχιακά επίσης ανάλογα με την εποχιακή κατάταξη των μηνιαίων δειγμάτων φυκοχλωρίδας παρατηρούνται τα εξής :

Υποπερίπτωση 1^η (Φεβρουάριος=X, Μάρτιος,Απρίλιος-Μαιος=A, Ιουνιος-Ιούλιος-Αυγουστος-Σεπτέμβριος=K και Οκτώβριος=Φ) σημαντική διαφορά με $R = 0,116$ & $S.L = 4,2\% < 5\%$ ή $P < 0,05$. Δηλ. ουσιαστικά διαφοροποίηση μεταξύ χειμώνα και άνοιξης και κυρίως του χειμώνα έναντι του φθινοπώρου (βλ. ακόλουθο πίνακα).

ANOSIM:	Global R	Significance Level (%)
συνολικά	0,116	4,2 !
A/ K	0,102	6,6
K/Φ	-0,217	99,9!
A/Φ	0,152	14
<i>A/ X</i>	<i>0,362</i>	<i>1,8!!</i>
<i>Φ/ X</i>	<i>0,698</i>	<i>2,9!!</i>
K/X	0,235	3,2!!

Υποπερίπτωση 2^η (όπως η 1^η με την διαφορά ότι ο μήνας Σεπτέμβριος θεωρείται φθινοπωρινός) αξιόλογη διαφορά με $R = 0,283$ & $S.L = 0,1\% < 1\%$ ή $P < 0,01$.

ANOSIM:	Global R	Significance Level (%)
συνολικά	0,283	0,1!!

A/ K	-0,023	46,9
K/Φ	0,27	1,1
A/Φ	0,396	0,4
A/X	0,362	1,8
Φ/X	0,781	0,1
K/X	0,139	14,5

Η περίπτωση αυτή θεωρούμε ότι αποδίδει καλύτερα την πραγματικότητα, αλλά ελλείπει του συνόλου φυκοχλωρίδας από το δείγμα λόγω μεθοδολογίας, δεν εκφράζονται στατιστικά οι αναμενόμενες τιμές (ώστε το $R > 0,8$).

Συγκρίνοντας τις παραπάνω στατιστικές επεξεργασίες με τα στοιχεία των ίδιων ομάδων φυκοχλωρίδας από τα δείγματα φιάλης παρατηρούμε ότι όντως έχουμε:

- 1) σημαντική διαφορά μεταξύ των ετών 2003 και 2005 με $R=0,352$ και $S.L=0,4\% < 1\%$ ή $P < 0,01$.
- 2) Καμία στατιστική διαφορά μεταξύ των σταθμών (M,D,S) με $R = -0,119$ & $S.L=99,3\%$.
- 3) Καμία στατιστική διαφορά εποχιακά (ι) είτε θεωρηθεί ο μήνας Μάρτιος ως χειμερινός ($R=0,092$ & $S.L=15,6\%$), (ιι) είτε ως ανοιξιάτικος ($R=0,099$ & $S.L=7,3\% < 10\%$).
- 4) Καμία επίσης στατιστική διαφορά δεν παρουσιάζουν οι βιομάζες για την υπόθεση (ι) με $R=0,059$ & $S.L=26,7\%$ ή για την υπόθεση (ιι) με $R=0,074$ & $S.L=13,4\%$.
- 5)

2. Κατανομή ζωοπλαγκτού στο χώρο και τον χρόνο

1. Οριζόντια: Κατά κανόνα οι φυσικοχημικοί παράγοντες και το φυτοπλαγκτό κατανέμονται ομοιόμορφα σε οριζόντιο επίπεδο σε μία λίμνη. Απεναντίας στο ζωοπλαγκτό η κατάσταση είναι ανομοιογενής και οι οργανισμοί που το συνθέτουν, δημιουργούν μικρά ή μεγάλα σμήνη, ανάλογα με την έκταση της λίμνης, είτε για λόγους αναπαραγωγικούς, είτε για προστασία έναντι των θηρευτών. Η ανομοιογένεια πιστεύεται ότι επηρεάζεται από παροδικά φαινόμενα (άνεμοι, εισροή όμβριων απορροών κ.ά) και από μόνιμα (ρυθμοί ανάπτυξης, θνησιμότητα κ.ά) και δεν καθορίζεται από την ομοιογένεια της φυτοπλαγκτικής λείας. Η φυσική θνησιμότητα που οφείλεται κύρια στη θήρευση, παρατηρούμε ότι είναι αυξημένη σε θέσεις που αφθονούν εποχιακά οι βασικοί

θηρευτές. Έτσι στην παράλιο ζώνη έχουμε την άνοιξη πολλές προνύμφες εντόμων και νεαρά πλαγκτοφάγα ψάρια (αθερίνες, κουνουπόψαρα) που τον χειμώνα μετακινούνται στα βαθύτερα, (Βορεάδου *et al.* 1998 αδημοσίευτα στοιχεία), δεν κινούνται αρκετά και τρέφονται λιγότερο (Bohl 1980 & Jacobsen 1988 από Μιχαλούδη 1997, Wetzel 1983)

2. **Κατακόρυφη**: Η κατανομή αυτή καθορίζεται από τον βαθμό στρωμάτωσης της λίμνης και των κύριων αβιοτικών παραγόντων (όπως η Tw και το D.O) στο υπολίμνιο, τον βαθμό διεύδυσης του φωτός, τη θήρευση και την επάρκεια διαθέσιμης τροφής (Orcutt & Porter 1983, Radwan *et al.* 1989, 2003, Gorphen 1977 & 2003).

Κάνοντας στατιστικό έλεγχο στα πανιδικά στοιχεία ζωοπλαγκτού από το πλαγκτικό δίχτυ παρατηρούμε τα εξής:

- 1) Καταρχήν δεν υπάρχει στατιστική διαφορά μεταξύ των ετών 2003 και 2004 με (R=-0,05 και S.L= 86,7%) από άποψη αφθονίας, άρα δεν έχουμε απόκριση στο φυτοπλαγκτό. Το ίδιο συμπέρασμα αφορά και τον έλεγχο βιομάζας (R=-0,044 & S.L= 76,9%)
- 2) Αξιόλογη διαφορά έχουμε στην αφθονία και μεταξύ των σταθμών (M,D,S) με R=-0,177 & S.L=0,9%<1% (P<0,01) και στη βιομάζα με R=0,263 & S.L=0,3%<1% (P<0,01) αλλά όχι στατιστικά αποδεκτή αφού το R απέχει σημαντικά από την τιμή 0,8.

ANOSIM:	Global R Αφθονία/βιομάζα	Significance Level (%) Αφθονία/βιομάζα
συνολικά	<u>0,177/ 0,263</u>	<u>0,9/ 0,3</u>
<i>S/M</i>	<i>0,289/ 0,315</i>	<i>1,1/ 1,2</i>
<i>S/D</i>	<i>0,198/ 0,281</i>	<i>3,5/ 1,2</i>
M/D	0,092 / 0,23	11,2 / 2,4

Δηλ. έχουμε στον χώρο σημαντική διαφοροποίηση όπως αναμενόταν, λόγω της ανομοιογένειας στην κατανομή του ζωοπλαγκτού και μάλιστα με σημαντική διαφοροποίηση στο «ψυχρό» και με έντονο ρεύμα σημείο εισροής των υδάτων (σταθμός S), έναντι των παράλιων (D) και πελαγικών (M) θέσεων. Σε επίπεδο βιομάζας έχουμε διαφορά και μεταξύ παραλίου και πελαγικής ζώνης.

- 3) Δεν διαφέρουν επίσης στατιστικά οι εποχιακές αφθονίες και βιομάζες σε επίπεδο ομάδων κι όχι ειδών.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ (ΜΕΡΟΣ Γ)

ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μέχρι στιγμής έχουν εντοπιστεί σε ιστορικά κείμενα λιγοστές αναφορές για την ιχθυοπανίδα και την υδρόβια πανίδα της λίμνης, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι έχει γίνει εξονυχιστική έρευνα προς αυτή την κατεύθυνση σε Ενετικές ή Οθωμανικές πηγές. Μάλιστα οι Rackham & Moody (1996) σε βιβλίο τους που πρόσφατα μεταφράστηκε και στα ελληνικά από τις Παν/κές Εκδόσεις Κρήτης (2003) εντοπίζουν σημαντικές πληροφορίες για ψάρια του γλυκού νερού που υπήρχαν στο νησί την περίοδο της Ενετοκρατίας, από Ενετικά κείμενα.

Επίσης οι περιγραφές του Buondelmondi από περιήγηση στην Κρήτη το 1415, και αναφέρει ο Μιχελάκης (1994) επιβεβαιώνουν το σημαντικό απόθεμα σε χέλια της λίμνης, από ιστορικούς χρόνους. Την περίοδο Βενιζέλου (1923), η τότε κυβέρνηση θέλησε να αξιοποιήσει το απόθεμα των χελιών αλιευτικά και προωθήθηκε η συνεργασία με αλιείς των Ιωαννίνων, χωρίς όμως συνέχεια.

Στην λίμνη σήμερα απαντώνται αρκετά είδη ιχθυοπανίδας που τα κατατάσσουμε :

- ✓ α) στα αυτόχθονα είδη όπως η αθερίνα , *Atherina boyeri* και η σαλιάρα του γλυκού νερού ή ποταμοσαλιάρα *Blennius (Salaria) fluviatilis*, σύμφωνα με τον Οικονομίδη (1974, 1999). Σημειωτέον ότι η αθερίνα καταρχήν λειτουργούσε ως διάδρομο είδος μεταξύ λίμνης και των εκβολών του Δέλφινα ποταμού στη θάλασσα, αλλά τελικά προσαρμόστηκε στη μόνιμη λιμναία ζωή.
- ✓ β) στα διάδρομα είδη όπως το ευρωπαϊκό χέλι, *Anguilla anguilla* και το κεφαλοειδές μαυράκι , *Liza ramada* και
- ✓ γ) στα εισαγόμενα ή αλλόχθονα όπως το κουνουπόψαρο, *Gambusia (affinis) holbrooki* και το κοινό χρυσόψαρο, *Carassius auratus*.

Από τα παραπάνω είδη ιδιαίτερα διαδεδομένοι είναι οι πληθυσμοί της αθερίνας και του κουνουπόψαρου και έπονται εκείνοι της σαλιάρας και του χελιού. Οι κέφαλοι που δεν αναπαράγονται μέσα στη λίμνη έχουν πολύ μικρή παρουσία .Το δε χρυσόψαρο, που εισήχθηκε πρόσφατα, άγνωστο πως, δεν φαίνεται ακόμη να εξαπλώνεται σημαντικά όπως αναμενόταν. Μάλιστα οι πρώτες αναφορές (Τίγκιλης και συν. 2001) το ανέφεραν ως την ποικιλία πεταλούδα (*Carassius auratus gibelio*)

που ομοιάζει αρκετά με το κοινό είδος που παράγεται μαζικά από εκτροφεία διακοσμητικών ψαριών της Άπω Ανατολής και εισάγεται για τις ανάγκες της αγοράς κατόχων ενυδρείων.

Τέλος οι πέστρες που διαβιούσαν στο πρόσφατο παρελθόν μετά από δύο εμπλουτισμούς, φαίνεται ότι μάλλον έχουν εξαφανιστεί, αφού δεν μπόρεσαν να προσαρμοστούν και να αναπαραχθούν στον λιμναίο αυτό βιότοπο, όπως αλλού στην Κρήτη (Νεοφύτου και συν. 1994)

Το πλέον ενδιαφέρον όμως είδος από βιογεωγραφική αλλά και ιχθυολογική άποψη αποτελεί η σαλιάρα του γλυκού νερού, *Blennius (Salaria) fluviatilis* (Asso 1801) που περιλαμβάνεται και στον κατάλογο των απειλούμενων ειδών της Ευρώπης και της χώρας μας (Cambrey 2000, Cote *et al.* 1999, Elvira 1995 & 2001, ΥΧΟΠ 1983). Το είδος αυτό, αν και δεν απειλείται άμεσα στην Ελλάδα (Economidīs 1995, Οικονομίδης και συν.1997) στον Κουρνά θα απειληθεί σύντομα, λόγω της διαφαινόμενης περαιτέρω απόληψης νερού για υδρευτικές ανάγκες. Η πτώση της στάθμης σε περίπτωση που γίνει μεγαλύτερη άντληση νερού για τις ανάγκες υδροδότησης της πόλης του Ρεθύμνου, τους θερινούς μήνες, θα προκαλέσει αποξήρανση των θέσεων αναπαραγωγής του ψαριού με δυσάρεστα οικολογικά επακόλουθα.

Τα σημαντικότερα πάντως γεγονότα από ιχθυοπανιδική άποψη, που σίγουρα συνέβαλαν στην διαταραχή της οικολογικής ισορροπίας της λίμνης ήταν οι δύο εμπλουτισμοί. Ο πρώτος που εξελίχτηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1930 στη λίμνη και αφορούσε την εισαγωγή του κουνουπόψαρου της Κεντρικής Αμερικής ή αλλιώς γαμβούσια (*Gambusia holbrooki*, Girard, 1859) που συγγέεται συχνά βιβλιογραφικά και μορφολογικά με το συγγενικό είδος *Gambusia affinis* (Kitching *et al.* 1976, Κατσαδωράκης 1984, Τίγκιλης 2000) και το οποίο στο παρελθόν αναφερόταν ως *Gambusia patruelis* (Linadas-Sphangos 1941).

Σύμφωνα με τις αναφορές των Οικονομίδη (1986), Crivelli (1995), Ferrito & Tígano (1996) και Οικονομίδη και συν. (1997) η τυχόν άλλη ενδημική ιχθυοπανίδα, που προυπήρχε ή υπάρχει σε μικρούς θώκους και δεν έχει εντοπιστεί ακόμη, σίγουρα έχει επηρεαστεί σε σημαντικό βαθμό μέχρι εξαφάνισης από την εισαγωγή του παραπάνω ξενικού είδους. Κι αυτό διότι οι πληθυσμοί του κουνουπόψαρου ανταγωνίζονται έντονα τα ενδημικά είδη ιχθυοπανίδας της οικογένειας των Cyprinodontidae (όπως τα είδη *Aphanius fasciatus*, *A. iberus*, *Valencia hispanica* & *V. letourneuxi*) τα οποία συναντάμε σε πολλά από τα λιμνοποτάμια συστήματα της

Ευρώπης και της χώρα μας (Οικονομίδης κα συν.1997, Casal *et al.* 2005). Ουσιαστικά η πολλά υποσχόμενη πρώτη βιολογική καταπολέμηση με ψάρια των κουνουπιών, για περιορισμό της ελονοσίας, δεν αποδείχτηκε και τόσο επιτυχής.

Ακόμη σε βιβλιογραφία σχετική με την ιχθυοπανίδα της Ευρώπης υπάρχει αναφορά σε ένθετο χάρτη, για παρουσία του ενδημικού μεσογειακού είδους *A. fasciatus* σ'όλη την παράκτια ζώνη της Κρήτης αλλά και σε άλλες περιοχές της ανατολικής λεκάνης της Μεσογείου (Muus & Dahlstroem 1971, Lotan & Ben-Tuvia 1996). Με δεδομένη λοιπόν την εξάπλωση του *G. holbrooki* στις περιοχές που μεταφέρθηκε όπως η λίμνη Κουρνά, έχουμε σημαντικές υπόνοιες για την εξαφάνισή των παραπάνω ενδημικών ειδών ή την ενδεχόμενη παρουσία τους στη λίμνη σε πολύ περιορισμένους θώκους.

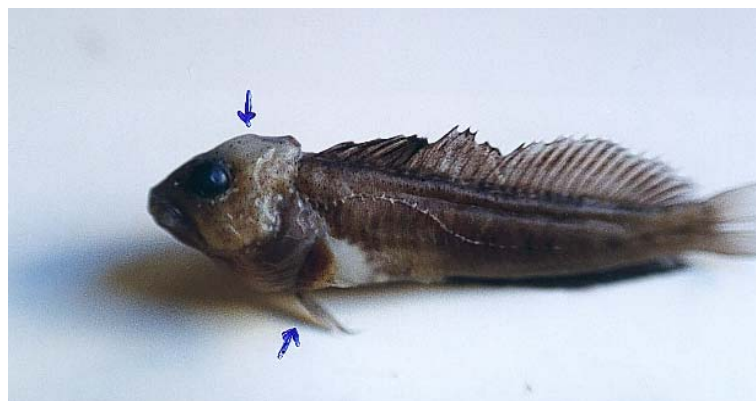
2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΙΔΩΝ ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑΣ

Τα είδη ιχθυοπανίδας που έχουν καταγραφεί μέχρι σήμερα στη λίμνη, ομαδοποιημένα κατά προέλευση, περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω:

A. ΑΥΤΟΧΘΟΝΑ ΕΙΔΗ

- *Blennius (Salaria) fluviatilis (Asso 1801) (κοινώς ποταμοσαλιάρια ή σαλιάρια γλυκού νερού)*

1. ΓΕΝΙΚΑ



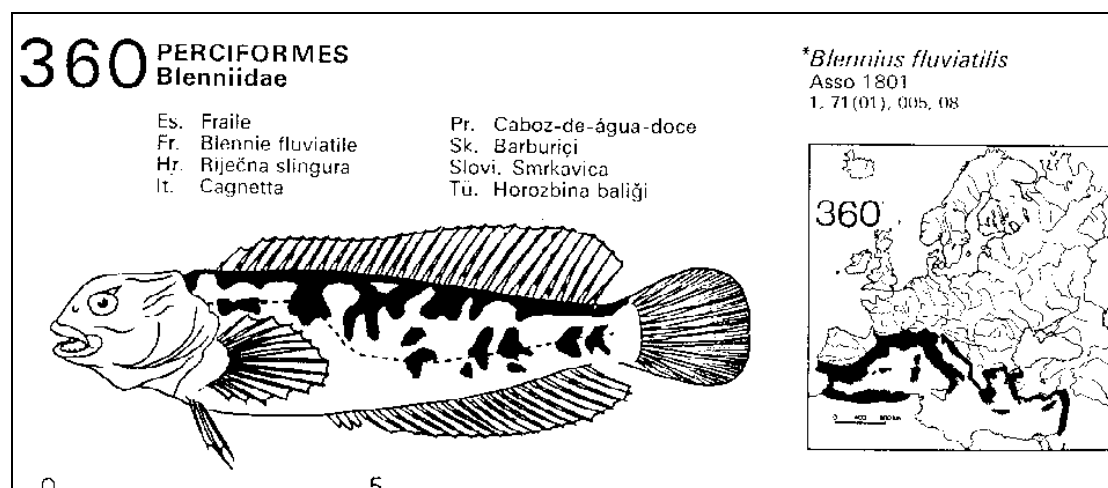
Φωτογραφία: Αρσενικό άτομο σαλιάριας του Κουρνά.

Το είδος αυτό του γένους *Blennius* (ή *Salaria* κατά τον Bath,1977) είναι το μοναδικό της οικογένειας των

Blenniidae, που διαβιεί σε καθαρά γλυκά νερά (Οικονομίδης 1973, Persat 2000). Περιλαμβάνεται στα προστατευόμενα είδη άγριας πανίδας της Ευρώπης σύμφωνα με το Παράρτημα III της Διεθνούς Σύμβαση της Βέρνης (ΥΧΟΠ 1983).

Η εξάπλωσή του αποτελεί ιδιαίτερο βιογεωγραφικό πρόβλημα (εικόνα 1) επειδή διαβιεί σε γλυκά νερά, όντας ευρύαλο, όπως διαπιστώθηκε από πολλά πειράματα μεταβολισμού & ωσμωρύθμισης (Muller *et al.* 1973, Plaut 1998 & 1999, Plaut & Afik 2001) και με χαρακτηριστική περιμεσογειακή παρουσία σε ποτάμια και λίμνες που επικοινωνούσαν ή επικοινωνούν σήμερα με ποτάμια (Blanc *et al.* 1971, Muus & Dahlstroem 1971, Perdices *et al.* 2000).

Σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες, ενδέχεται να προέρχεται από ένα προγονικό συγγενές θαλάσσιο είδος που μετακινήθηκε προς τα άναπτη των ποταμών από τις εκβολές και να προσαρμόστηκε στα εσωτερικά νερά κάποια γεωλογική εποχή. Αυτό πιθανά να συνέβη κατά τη Μεσσήνιο φάση της Μειοκαίνου Περιόδου, πριν από περίπου 5 εκατομμύρια χρόνια. Τότε τα παλαιοντολογικά γεωλογικά στοιχεία συνηγορούν ότι η Μεσόγειος σχεδόν αποξηράνθηκε (Breder-Rosen, 1966, Perdices *et al.* 2000) και εξανάγκασε όσα ήδη είχαν την ικανότητα να προσαρμοστούν σε υφάλμυρα και γλυκά νερά. Προτιμά το μέσο και κατώτερο τμήμα των ποταμών, κύρια ρηχά νερά με πετρώδη βυθό και μέτρια έως μεγάλη ροή (Freeman *et al.* 1990, Elvira 1995, Cote *et al.*, 1999, Persat 2000). Στη λίμνη Κουρνά εντοπίζεται στα ρηχά παρόχθια νερά τους εαρινούς και θερινούς μήνες (Τίγκιλης 2001).



Εικόνα 1 : Η σαλιάρια του γλυκού νερού και η παραμεσογειακή εξάπλωσή της (από Blanc *et al.*, 1971)

Στη χώρα μας, εκτός από την λίμνη Κουρνά (Τίγκιλης, 2000) την συναντάμε σε ποτάμια και λίμνες της Πελοποννήσου (ποτ. Μύρας), της Αιτωλοακαρνανίας (Αχελώος & Τριχωνίδα), της Ηπείρου, της Μακεδονίας (Δοϊράνη) και της Θράκης (Οικονομίδης 1973, Economides 1995, Ψαρράς και συν. 1997, Perdices *et al.* 2000). Οι

μόνες εγχώριες αναλυτικές αναφορές προέρχονται από τις λίμνες Τριγωνίδας (Ψαρράς και συν. 1997) και Κουρνά (Τίγκιλης 2001)

Το χαρακτηριστικό του είδους είναι ο φυλετικός διμορφισμός και η μεγάλη προσαρμογή στο χρωματισμό του περιβάλλοντος (Muus & Dahlstroem 1971, Persat 2000).

2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στη μελέτη αυτή αξιοποιήθηκαν τα αποτελέσματα σχετικά με την βιολογία και οικολογία του είδους αυτού στην λίμνη στο διάστημα 1999-2000 και 2002 .

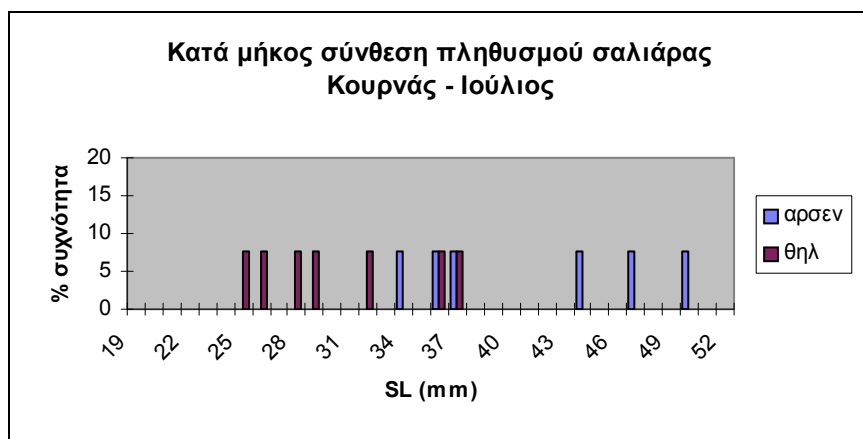
A. Δομή των ιχθυοπληθυσμών

Κατά μήκος σύνθεση

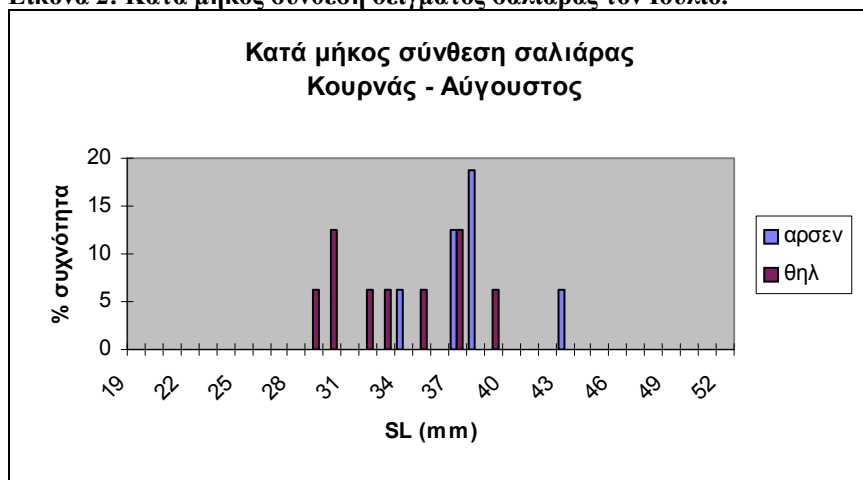
Για την μελέτη της δομής των πληθυσμών χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της κατά μήκος σύνθεσής τους, βάσει της % συχνότητας των μεγεθών (μήκους) όπως περιγράφεται από τον Petersen. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στην τεχνική της ταξινομήσης των μηκών των δειγμάτων σε κλάσεις μεγέθους , με αποτέλεσμα να εντοπίζονται οι κορυφές (peaks) δηλ. τα μεγέθη εκείνα που εμφανίζουν την μεγαλύτερη συχνότητα.(Τσιμενίδης 1993 & 1999) .

Η εφαρμογή της μεθόδου Petersen κατά μήνα, επιβεβαίωσε το γεγονός ότι τα μικρότερα άτομα είναι θηλυκά. Το μέγιστο μήκος που παρατηρήθηκε: TL_{max} = 60mm, ενώ στη βιβλιογραφία αναφέρεται να κυμαίνονται από 80-150mm.

Στον Κουρνά εξαιτίας σύλληψης μικρού αριθμού ψαριών καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου δίνονται μόνο οι επιμέρους κατά μήκος συνθέσεις για τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο. Το φθινόπωρο (Οκτώβριος-Νοέμβριος) το δείγμα αφορούσε λίγα άτομα. απροσδιόριστου φύλου, πιθανά ανώριμα και μικρού μεγέθους (TL=24-26mm) Είναι όμως χαρακτηριστικό επειδή την περίοδο αυτή παρατηρήθηκαν μόνο τέτοιου μεγέθους ψάρια (βλ.εικόνες 2,3) στη περιοχή. Στη πρώτη μορφομετρική αναφορά του είδους στη λίμνη, από ομάδα Άγγλων επιστημόνων το 1974 (Kitching *et al.* 1976), την περίοδο Αύγουστου 1974, τα ψάρια εμφάνιζαν ολικό μήκος (πιθανά SL) από 36-60mm .Στην βιβλιογραφία αναφέρονται ως επικρατή τα μήκη 40-43mm και βάρη από 0,47-0,51g (Muus & Dahlstroem 1971, Persat 2000)



Εικόνα 2: Κατά μήκος σύνθεση δείγματος σαλιάρας τον Ιούλιο.



Εικόνα 3: Κατά μήκος σύνθεση δειγμάτων σαλιάρας τον Αύγουστο.

Σύνθεση κατά φύλο :

Στην πλειονότητα των ειδών η αναλογία των δύο φύλων είναι κοντά στην αναλογία 1:1, όμως στην πραγματικότητα ανάλογα με το είδος, την περιοχή που διαβιεί ο πληθυσμός του και την χρονική περίοδο παρατηρούνται διαφορές από τον πιο πάνω γενικό κανόνα (Μαχιάς 1999).

Η αναλογία του φύλου στον Κουρνά είναι υπέρ των θηλυκών (0.81/1) με όχι στατιστικά σημαντική διαφορά στον έλεγχο χ^2 (πίνακας 1)

Πίνακας 1 : Αναλογία φύλου σαλιάρας

Δείγματα	αρσενικά άτομα	θηλυκά άτομα	σύνολο ατόμων	αναλογία ΑΡΣ/ΘΗΛ	Τιμή χ^2
Κουρνάς Καλοκαίρι	39	48	87 (*)	0.81	0.31

(*) Η σύλληψη έγινε απογευματινές ώρες κύρια με απόχη.

B. Αύξηση

Αύξηση κατά τα μήκη

Τα αποτελέσματα των μορφομετρικών παρατηρήσεων σχετικά με την σχέση των ακόλουθων μηκών : α) ολικού και σταθερού (TL/SL), β) του σταθερού και μήκους κεφαλής, γ) σταθερού και του μήκους από ρύγχος μέχρι εδρική οπή (Lpa), δ) του σταθερού μήκους και ύψους (H), ε) του σταθερού μήκους και της απόστασης των οφθαλμών (IO), στ) του σταθερού και της διαμέτρου των οφθαλμών (Oh) και ζ) του σταθερού και του μήκους της βλεφαρίδας (EL), δίνονται συνοπτικά στον ακόλουθο πίνακα. 2.

Πίνακας 2: Αυξητικές σχέσεις στη σαλιάρα.

<i>Σχέση</i>	<i>εξίσωση</i>	<i>r²</i>
<i>SL/TL</i>		
(Αρ+θηλ)	TL= 1.1714 SL + 0.8088	0.98
<i>SL/Lc</i>		
αρσενικά	Lc=0.1547 SL ^{1.1798}	0.65
θηλυκά	Lc=0.3116 SL ^{0.9737}	0.784
<i>SL/Lpa</i>		
αρσενικά	Lpa=0.5628SL-1.8824	0.95
θηλυκά	Lpa=0.3798SL+ 4.0795	0.745
<i>SL/ H</i>		
αρσενικά	H=0.2737SL -2.3965	0.84
θηλυκά	H=0.1188SL +2.2783	0.17
<i>SL/Oh</i>		
αρσενικά	Oh=0.0053SL +0.2367	0.62
θηλυκά	Oh=0.0095SL +0.1079	0.52
<i>SL / EL</i>		
αρσενικά	EL=0.0651SL ^{0.1333}	0.0013
θηλυκά	EL=0.0128SL ^{0.5259}	0.125
<i>SL/ IO</i>		
αρσενικά	IO=0.0003SL ^{1.7565}	0.86
θηλυκά	IO=0.0032SL ^{1.1014}	0.32

- Η συσχέτιση των μεγεθών σταθερού και ολικού μήκους (SL & TL) έδωσε σ' όλες τις περιπτώσεις πολλή καλή γραμμική προσαρμογή
- Η συσχέτιση SL/Lpa ήταν αρκετά ικανοποιητική σε γραμμική προσαρμογή με συντελεστή R² 94.8% & 74.5% για τα αρσενικά και θηλυκά άτομα αντίστοιχα.
- Η συσχέτιση SL/Lc ήταν αρκετά ικανοποιητική σε δυναμική προσαρμογή αλλά με διαφορά ως προς το φύλο, με συντελεστή R² 64.7% & 78.4% για τα αρσενικά και θηλυκά άτομα αντίστοιχα.

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ (ΜΕΡΟΣ Γ)

- Η συσχέτιση SL/Oh έδωσε περιορισμένη προσαρμογή με R^2 61.6%-51.9% για τα αρσενικά και θηλυκά άτομα αντίστοιχα.
- Η συσχέτιση SL/EL δεν έδωσε καθόλου ικανοποιητικά αποτελέσματα Αυτό ενισχύει την υπόθεση ότι ο χαρακτήρας αυτός συσχετίζεται περισσότερο με την περίοδο αναπαραγωγής σε κάθε φύλο παρά με την ηλικία και το μέγεθος του ατόμου.
- Η συσχέτιση SL/IO έδωσε μερική ικανοποιητική δυναμική προσαρμογή (με R^2 85.7%-65% αρσ/θηλ). Αυτό το στοιχείο ενδεχόμενα σε σχέση με τις παρατηρήσεις για το είδος στην λίμνη Τριχωνίδα (Τίγκιλης 2001) πιθανά να αποτελεί ένδειξη για κάποια οικολογική προσαρμογή των πληθυσμών του είδους σε διαφορετικά περιβάλλοντα.
- Η συσχέτιση SL/H ήταν ικανοποιητική σε γραμμική προσαρμογή μόνο στα αρσενικά κι όχι τα θηλυκά. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί στην διαφοροποίηση λόγω της αναπαραγωγικής διαδικασίας που συντελείται την περίοδο των δειγματοληψιών, παρά στο μικρό αριθμό δείγματος ($R^2=$ 83.74 αρσ/ 16.95% θηλ).

Αύξηση κατά βάρος

Η σχέση μήκους-βάρους σώματος των ψαριών μπορεί να εκφραστεί πολύ ικανοποιητικά με την εκθετική συνάρτηση $W = a L^b$ σύμφωνα με τον Le Green, όπου a =σταθερά εξαρτώμενη από τη φυσική κατάσταση του ψαριού. Η ίδια σχέση χρησιμοποιείται συχνά και με την λογαριθμοποιημένη μορφή της, $\log W = \log a + b \log L$, όπου b ο συντελεστής παλινδρόμησης της εξίσωσης αυτής (Τσιμενίδης 1993, Αποστολοπούλου 1980).

Στον πίνακα 3 δίνονται συνοπτικά οι αριθμητικές τιμές της παραπάνω εκθετικής εξίσωσης σε δείγματα μικτού βάρους σώματος (TW) και καθαρού (NW) στο σύνολο του πληθυσμού και ξεχωριστά κατά φύλο.

Από την παραπάνω ανάλυση είναι φανερό ότι το πολύ μικρό δείγμα σαλιάρων δεν είναι ικανοποιητικό για την εξαγωγή ακριβών συμπερασμάτων. Πάντως στα αρσενικά έχουμε καλύτερη προσαρμογή, με σχεδόν ισομετρική ανάπτυξη για το ολικό βάρος και αλλομετρική με το καθαρό βάρος. Επισημαίνεται ότι στην έρευνα της Τριχωνίδας τον Ιανουάριο '00 (Τίγκιλης 2001), τα ψάρια εμφανίζουν αλλομετρική ανάπτυξη με συντελεστή $b=3,2$ και για τα 2 φύλα. Ενώ στο μικτό δείγμα

του 1974 η ανάπτυξη είναι σχεδόν ισομετρική ($b=3,1$). Επίσης στην πρώτη μορφομετρική αναφορά του είδους στη λίμνη την περίοδο Αύγουστου '74) (Kitching *et al.* 1976), 30 ψάρια μήκους (πιθανά SL) από 36-60mm εμφάνιζαν ατομικό ολικό βάρος (TW) από 0,34- 2,03g.

Πίνακας 3: Κατά βάρος αύξηση σαλιάρας 2 δειγμάτων (1974 & 2000).

<u>Δείγματα</u>	Καλοκαίρι 2000	Κουρνάς		
$W=a L^b$	SL/TW		SL/NW	
	Αρσεν	Θηλ	Αρσεν	θηλ
πλήθος ατόμων	33	36	32	20
b	2.987	2.261	3.424	0.417
a	$2 * 10^{-5}$	0.0002	$3 * 10^{-6}$	0.206
R2 (%)	90.11	51.24	21.62	4.04
$W=a L^b$	SL/TW		SL/NW	
	Αυγ 1974	Αρσ.+θηλ		
b	3,1			
a	$5 * 10^{-6}$			
R2 (%)	89			

Γ. Αναπαραγωγή

Στα ψάρια του Κουρνά η **πραγματική γονιμότητα (Fr)** φαίνεται να έχει εκθετική συσχέτιση με το σταθερό μήκος : $Fr= 3.9903 e^{0.0919 SL}$ με $r^2=0.9346$ και με μέγιστο τα **90-100 αβγά /ωοθήκη** (διαμέτρου 0.2-1.1mm), με αρχική **δυναμική γονιμότητα (Fr)** με $Fr=1.2038e^{0.1645 SL}$ με $r^2=1$ και με **μέγιστο τα 350-400 οοκύτταρα/ωοθήκη**. Δηλαδή αναλογία περίπου 1:4.

Ακόμη οι παρατηρήσεις για το είδος με βάση το βάρος των γονάδων και τον γοναδοσωματικό δείκτη (εικόνα 4) επιβεβαίωσε ότι όντως έχουμε αναπαραγωγή το καλοκαίρι μέχρι αρχές Φθινοπώρου (Bath 1986, Richtarski & Patzner 2000, Vila-Gisbert *et al.* 1998).

Επίσης την θερινή περίοδο έχουμε φώλιασμα των αρσενικών σε εσοχές των βράχων στη ρηχή παράλιο ζώνη της λίμνης, προκειμένου προστατευθούν τα γονιμοποιημένα αβγά που είναι προσκολλημένα στα τοιχώματά τους (Oliveira *et al.* 2000, Freeman *et al.* 1990) Όμως η αναπαραγωγή στη ζώνη αυτή της λίμνης με διάσπαρτα βραχάκια επηρεάζεται σημαντικά από τις ανθρώπινες δραστηριότητες όπως αναφέρουν κι άλλοι ερευνητές (Cote *et al.* 1999, Freeman *et al.* 1990).



Εικόνα 4: Μεταβολή γοναδοσωματικού δείκτη σαλιάρας σε 2 ελληνικές λίμνες τον χειμώνα και το καλοκαίρι.

Α. Διατροφή

Όσον αφορά την ποιοτική σύνθεση της τροφής τα αποτελέσματα της έρευνας συνοψίζονται στους Πίνακες 3,4,5. Στους πίνακες 4 & 5, τα δεδομένα παρατίθενται σύμφωνα με την μέθοδο Blegvad και τους δείκτες κατά Hureau & Daniel (από Καραγκίτσου & Τσιμενίδη 1977).

Παρατηρούμε ότι την καλοκαιρινή περίοδο που τα ψάρια προσεγγίζουν τα ρηχά νερά για την αναπαραγωγή τους, παρατηρούνται αυξημένα ποσοστά κενότητας ($V = 34.8\%$) σε ίση αναλογία θηλυκών-αρσενικών.

Πίνακας 4: Αριθμός εξετασθέντων στομάχων και δείκτης κενότητας (V) το καλοκαίρι

	<i>n</i>	κατά φύλο
Εξετασθέντες στομάχοι	69	
Κενοί στομάχοι	24	12 + 12
Στόμαχοι περιέχοντες τροφή	45	
	V (%)	%
Ποσοστό % κενών στομάχων (V)	34.8	50+50
Ποσοστό % στομάχων μετά τροφής	65.2	

Όσον αφορά την σύνθεση της τροφής το καλοκαίρι βλέπουμε ότι έχουμε υψηλό σχετικά ποσοστό κανιβαλισμού σε αβγά ($f_0 = 22.2\%$) κύρια από αρσενικά άτομα, γεγονός που αναμενόταν σύμφωνα με προγενέστερες έρευνες (Vinyoles *et al* 1999, Cote *et al.* 1999, Godinho *et al.* 1997). Ακόμη έχουμε λεία από μικρά ιχθύδια ($f_0 = 6.7\%$) πιθανόν μικρά κουνουπόψαρα.

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ (ΜΕΡΟΣ Γ)

Πίνακας 5 : Ποιοτική σύνθεση τροφής σαλιάρας στη Λίμνη Κουρνά κατά κατηγορία τροφής και εποχή σε δείκτες κατά Hureau (1966)

<i>Είδος τροφής</i>	<i>N</i>	<i>f</i>
αβγά	10	22,2
διάτομα	20	44,4
ψάρια	3	6.66
προνύμφες εντόμων	7	15,55
γαστερόποδα	3	6.66
οστρακώδη	2	4,44
διάφορα απροσδιόριστα είδη	28	62,2

Κύριο ρόλο στη διατροφή πρέπει να παίζουν μικροσκοπικοί οργανισμοί , όπως τα διάτομα (44%), οστρακώδη (4,5%) κ.ά, που δεν κατέστη δυνατός ο προσδιορισμός τους (62,2%) εξαιτίας της μικρής διακριτικής ικανότητας του διαθέσιμου στερεοσκοπίου (μέγιστη μεγέθυνση 400X) και της κατάστασης του υλικού. Παρούσες στη λεία ήταν πάλι οι προνύμφες εντόμων (f=15,6%) και τα γαστερόποδα (f=6.7 %) όχι όμως στο βαθμό που αναμενόταν.

Πίνακας 6: Κατανομή λείας κατά μέγεθος των ατόμων που την κατανάλωσε.

<i>Είδος λείας</i>	<i>Ατομα με μήκος από 30-35mm</i>	<i>από 35,1-40</i>	<i>από 40,1-45</i>	<i>από 45.1-50</i>	<i>από 50,1-55</i>	<i>από 55,1-60</i>
γαστερόποδα						3
ψάρια			3			
προνύμφες εντόμων			3	1		3
αβγά ψαριών	3	1	6		3	
οστρακώδη						2
διάτομα	3	8	3	3	3	
διάφορα απροσδιόριστα μικροσκοπικά (*)	3	6	8	6	3	2

(*) εδώ περιλαμβάνονται πολύ μικροσκοπικοί οργανισμοί (πιθανόν τροχόζωα, τριματοφόρα, διάτομα, πυροφύκη, ξανθοφύκη κ.ά) που δεν ήταν ιδιαίτερα ορατοί στη μέγιστη μεγέθυνση (400X) του στερεοσκοπίου

Επίσης ο περιορισμένος αριθμός ατόμων του δείγματος δεν μας επιτρέπει να βγάλουμε σημαντικά συμπεράσματα από τον τελευταίο πίνακα 6, σχετικά με την σχέση μεγέθους λείας και θηρευτή. Η γενική εικόνα απλώς δείχνει ότι μικρο-οργανισμοί, όπως τα διάτομα, είναι παρόντα, σε όλο το εύρος μηκών του διαθέσιμου δείγματος. Το ίδιο παρατηρείται και με τα αβγά στα περισσότερα μεγέθη μήκους (30-35mm) και (40-45mm).

Επίσης υπολείμματα από γαστερόποδα, που είναι άφθονα στη λίμνη, βρέθηκαν στο στομάχι 3 μεγάλων ψαριών του είδους (55-60mm). Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την διατροφή του είδους τον χειμώνα σε μεγάλο ποσοστό με μύδια του γλυκού νερού (*Dreissena polymorpha*) στην Τριχωνίδα, ενισχύει την πεποίθηση ότι οι ώριμες σαλιάρες τρέφονται με τα διαθέσιμα στον Κουρνά γαστερόποδα, που μπορούν και καταπίνουν ή να σπάνε με τα ισχυρά δόντια τους. Όσον αφορά την συμπεριφορά κατά την διατροφή του είδους παρατηρήθηκε να μην υφίσταται ιδιαίτερη συσχέτιση μεταξύ σταθερού μήκους (SL) και στομαχικού βάρους (Ws). Υπάρχουν όμως ενδείξεις ότι τα αρσενικά ακολουθούν διαφορετική συμπεριφορά από τα θηλυκά, συγκρίνοντας και τα στοιχεία από τον πληθυσμό της Τριχωνίδας (Ψαρράς και συν. 1997, Τίγκιλης 2001) Η πατρική συμπεριφορά κατά την περίοδο της εκκόλαψης των αβγών είναι λογικό να διαφοροποιεί την συμπεριφορά των αρσενικών έναντι των θηλυκών στο θέμα της διατροφής.

➤ ***Atherina boyeri* (Risso, 1810) (κοινώς αθερίνα ή σουβλίτης)**

1. ΓΕΝΙΚΑ

Το αυτό είδος ανήκει στην οικογένεια των Atherinidae και είναι θαλάσσιας προέλευσης. Η οικογένεια των *Atherinidae* περιλαμβάνει 29 γένη και περίπου 150 μικρόσωμα είδη σύμφωνα με τον Nelson (1976) με παγκόσμια κατανομή, αλλά με πολύ λίγους αντιπροσώπους στις εύκρατες περιοχές. Μερικά απαντούν τόσο σε λιμνοθάλασσες, όσο και σε εκβολικά συστήματα, λίμνες και ποτάμια. (Gon & Bentuvia, 1983).

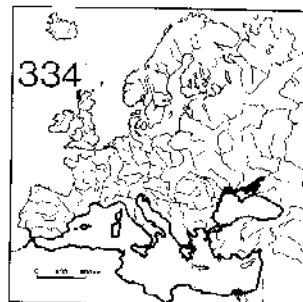
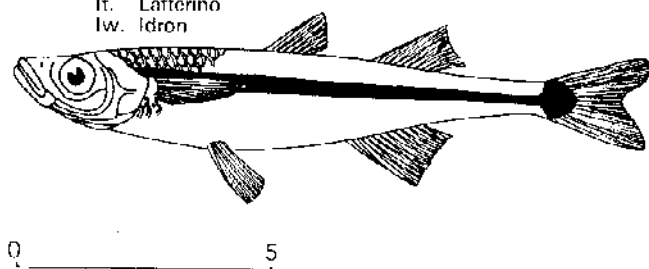
Η *A.boyeri* αποτελεί χαρακτηριστικό αντιπρόσωπο ευρύαλου διάδρομου είδους. Είναι ένα μικρό, βραχύβιο, τελεόστεο πελαγικό είδος με κατανομή που καλύπτει όλες τις παράκτιες περιοχές της Μεσογείου και της Μαύρης Θάλασσας. Είδος κοινό στις παράκτιες περιοχές του ανατολικού Ατλαντικού, της Μεσογείου, της Μαύρης Θάλασσας και της λίμνης Αράλης σχηματίζοντας τοπικά υποείδη (Muus & Dahlstroem 1971, Blanc *et al.* 1971, Οικονομίδης 2000). Ακόμη απαντά σε γλυκά νερά ποτάμιων και λιμναίων οικοσυστημάτων της Σαρδηνίας (Bianco & Taraborelli, 1988). Στην Κρήτη και τον Κουρνά καταγράφεται για πρώτη φορά από τους Kitching *et al.* (1976) και αργότερα από τον Κατσαδωράκη (1985) και Τίγκιλη (1999, 2000).

Αναφορά για το είδος δεν υπάρχει μέχρι στιγμής από άλλη περιοχή του νησιού με γλυκό νερό.

334 MUGILIFORMES Atherinidae

Bu. Aterina	Pr. Piarda
Es. Pejerrey	Ro. Aterinã
Fr. Joël	Ru. Aterinka
He. Souvlitis	Tü. Gümüs baliği
Hr. Gavun	
It. Latterino	
Iw. Idron	

Atherina (Hepsetia) boyeri
Risso 1810
(= *Atherina mochon* Cuvier
1829)
and sub-species
1, 65(02), 003, 01



Εικόνα 5: η αθερίνα του Boyer & η εξάπλωσή της (από Blanc *et al*, 1971)

Όντας ψάρι ευρύαλο, συχνά εισέρχεται σε λιμνοποτάμια συστήματα και σε απομονωμένα υδάτινα οικοσυστήματα που αναπτύσσεται δημιουργώντας μεγάλους πληθυσμούς (Λεονάρδος και συν. 1993). Κατά τους Γρηγορίου & Περδικάρη (1996) ο Marfin (1982) διακρίνει βάσει μορφολογικών χαρακτηριστικών διαφορών, 2 τύπους αθερίνας του είδους, τον θαλάσσιο και τον λιμνοθαλάσσιο. Σύμφωνα με τα παραπάνω ο Τίγκιλης (2001) κατατάσσει τον πληθυσμό της αθερίνας του Κουρνά στο λιμνοθαλάσσιο.

Στα ανατολικά της Μεσογείου δεν υπάρχουν αναλυτικές αναφορές παρά μόνο από περιοχές της Αιγύπτου, όπως η παράκτια περιοχή Bardawil στο Σινά (Gon & Ben-Tuvia 1983) και τη λίμνη Karoun (El Zarka 1968) καθώς και μέσα στο κανάλι του Σουέζ μέχρι τις Πικρές λίμνες (Bitter Lakes) με περιοριστικό παράγοντα την μεγάλη αλατότητα που κυμαίνεται από 44 ppt μέχρι 110 ppt (Fouada 1995).

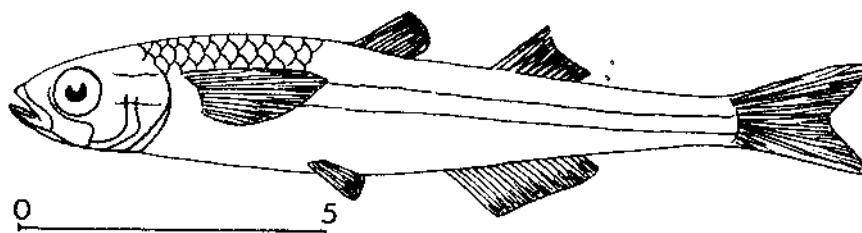
Έρευνες για την βιολογία του είδους έχουν γίνει στη περιοχή κόλπου Βενετίας, από τον Boscolo (1970), στο Arcachon Ν.Γαλλίας από τον Castel *et al.* (1977), σε υφάλμυρες λίμνες και λιμνοθάλασσες στη περιοχή Hérault από Kohler (1976), στη λίμνη Αράλης από τον Markevich (1977), στη λίμνη Trasimeno Ιταλίας από τους Moretti *et al.* (1959), τον υδροβιότοπο της Camargue στη ΝΑ Γαλλία από τους Rossecchi & Crivelli (1992) καθώς και στην υπέραλη λιμνοθάλασσα Bardawil του Σινά από τους Gon & Ben-Tuvia (1983).

Αυτό που συμπεραίνει κανείς από το σύνολο των ερευνών είναι ότι οι τοπικοί πληθυσμοί εμφανίζουν υψηλό βαθμό πολυμορφισμού αλλά και διαφορετικούς τύπους και βαθμό παρασιτισμού (Beverbi *et al.* 1980).

Ο πολυμορφισμός της Atherina boyeri και τα σχετικά προβλήματα.

Σύμφωνα με τις έρευνες των Marfin(1982), Tortonese(1975), Kiener & Spillmann (1962) που αναφέρει ο Τίγκιλης (2001) το είδος σχηματίζει πληθυσμούς των οποίων τα βιομετρικά χαρακτηριστικά ποικίλουν από τόπο σε τόπο. Ο πολυμορφισμός αυτός είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με τα τοπικά χαρακτηριστικά. Σχετικές έρευνες από την Κορσική (Γαλλία) και τις ακτές της Τυνησίας (Trabelsi *et al.* 1994) και τη Δυτική Ελλάδα. (Χρυσάφη και συν. 2001).

Από την άλλη στην περιοχή της Μεσογείου αλλά και τα ανατολικά παράλια του Ατλαντικού, εκτός από το υπό μελέτη είδος της *A. boyeri*, συναντάμε την *Atherina hepsetus* (Linnaeus) και την *Atherina presbyter* (Valenciennes), (βλ.εικ.6). Για την τελευταία, τα συμπεράσματα μορφομετρικών ερευνών σε ώριμα άτομα και λάρβες υποστηρίζουν το ενδεχόμενο να ταυτίζεται με την *A. boyeri* (Bamber & Henderson 1985, Daoulas *et al.* 1996), ενώ άλλοι υποστηρίζουν το αντίθετο μετά από ηλεκτροφορητικές αναλύσεις ενζύμων αλλά και πολυπαραγοντική ανάλυση πολλών μορφομετρικών στοιχείων (Creech 1991, 1992).



Εικόνα 6: Η *Atherina presbyter* ή ένας οικότυπος της *A. boyeri* ; (από Blanc *et al.* 1971)

Έτσι σε περιοχές που εκβάλλουν ζεστά νερά από Ηλεκτρικούς Σταθμούς της Βρετανίας, αναπτύσσονται ικανοποιητικά πληθυσμοί της *A.boyeri* ή/και *A. presbyter*. Ακόμη στον Ατλαντικό την συναντάμε από τα παράλια του Μαρόκου, την Νήσο Μαδέιρα, την Πορτογαλία και βορειότερα μέχρι τις δυτικές ακτές της Αγγλίας και Ουαλίας (Muus & Dahlstroem 1971, Palmer *et al.* 1979, Gon & Ben-Tuvia 1983, Creech 1992). Ακόμη έχουν καταγραφεί οι ποικιλίες: *Atherina mochon* (Cuvier), *A. presbyter pontica* (Eichwald) ή *A. pontica* , *A.lacustris* (Bonaparte) *A. boyeri caspia*

καθώς και άλλες που πιστεύεται ότι αποτελούν οικότυπους ή υποείδη του ίδιου είδους (*A. boyeri*) σε διαφορετικά περιβάλλοντα (Μεσόγειο, Μαύρη Θάλασσα και Κασπία) (Gon & Ben-Tuvia, 1983, Daoulas *et al.* 1996)

2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

A. Δομή πληθυσμού

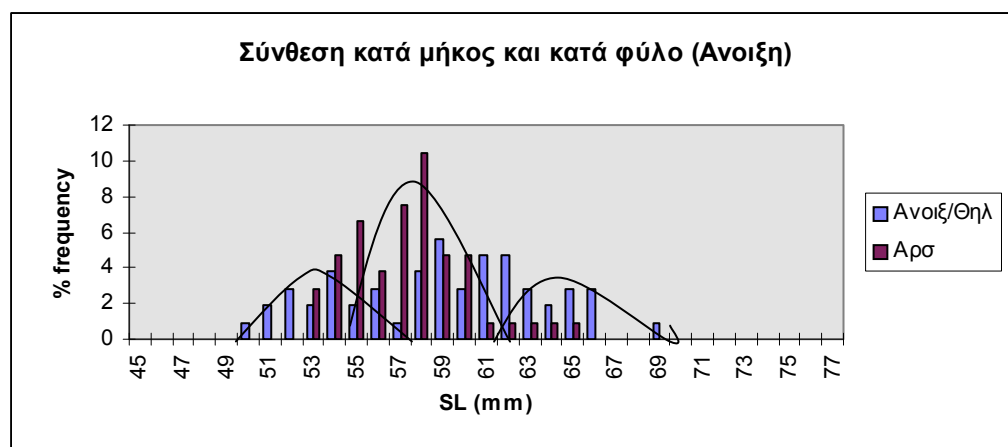
1. Κατά μήκος σύνθεση

Για την μελέτη της δομής των πληθυσμών χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της κατά μήκος σύνθεσής τους, βάσει της % συχνότητας των μεγεθών (μήκους) όπως περιγράφεται στο προηγούμενο είδος. Με την διαδικασία αυτή μπορούμε να εξετάσουμε τις μεταβολές του ιχθυοπληθυσμού, διότι είναι εμφανείς οι διαδικασίες στρατολόγησης και θνησιμότητας. Ακόμη μπορούν να διασταυρωθούν με αυτή τη μέθοδο τα αποτελέσματα ηλικίας των δειγμάτων με την ανάγνωση των λεπιών ή ωτολίθων.

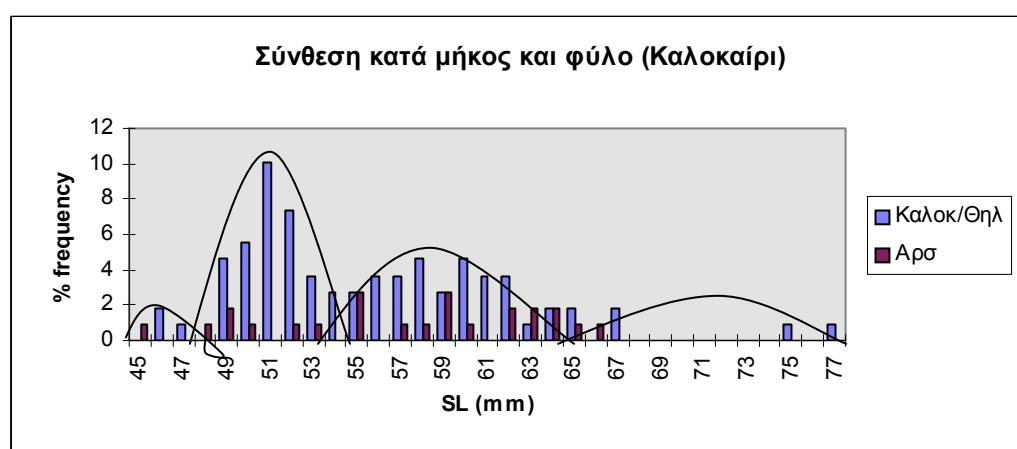
Οι αδυναμίες της μεθόδου εστιάζονται :

- ✓ στην περίπτωση που η επιλεκτικότητα του αλ/κου εργαλείου είναι μικρή
- ✓ στην περίπτωση που τα άτομα οργανώνονται σε σμήνη με συγκεκριμένη ηλικία κατά εποχές με σκοπό την αναπαραγωγή ή την ανεύρεση τροφής.
- ✓ όταν η περίοδος ωοτοκίας είναι παρατεταμένη και η απόθεση των αβγών ή ωαρίων τμηματική.
- ✓ όταν έχουμε μικρού μεγέθους μεταναστευτικά ψάρια
- ✓ όταν εξετάζονται άτομα μεγάλων ηλικιών , οπότε έχουμε αλληλεπικαλύψεις.
- ✓ κι όταν υπάρχει μεγάλη διακύμανση στο εύρος του μήκους του ατόμου στην ίδια κλάση ηλικίας (Τσιμενίδης 1993).

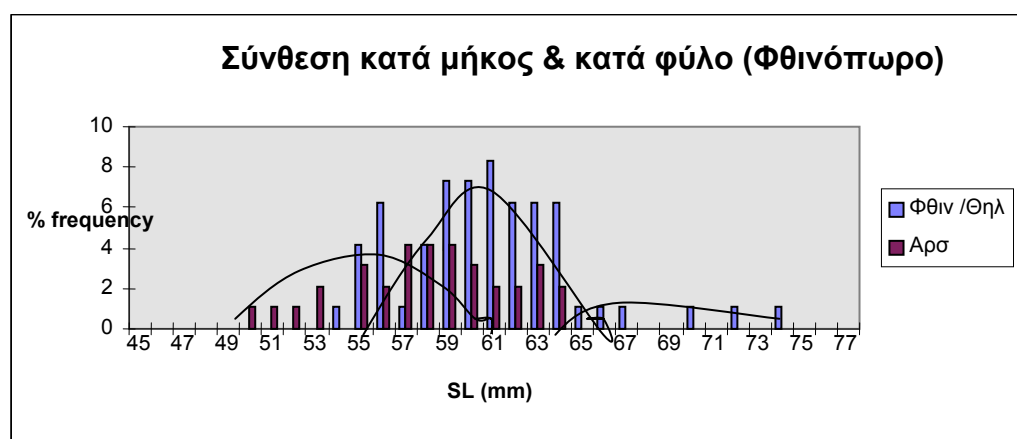
Στην ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν σταθερά μήκη (SL) από τα συλλεγόμενα άτομα. Αυτά ταξινομήθηκαν σε κλάσεις μηκών με μεσοδιάστημα 1mm. Ακολούθως δίνονται τα διαγράμματα της σύνθεσης του πληθυσμού κατά φύλο και εποχή.



Εικ 7. Εκτίμηση κλάσεων ηλικίας από την κατά μήκος σύνθεση της αθερίνας την άνοιξη .



Εικ 8.: Εκτίμηση κλάσεων ηλικίας από την κατά μήκος σύνθεση της αθερίνας το καλοκαίρι .



Εικ.9: Εκτίμηση κλάσεων ηλικίας από την κατά μήκος σύνθεση της αθερίνας το φθινόπωρο.

Σύνθεση κατά φύλο

Σύμφωνα με παρατηρήσεις που έγιναν για το φύλο κατά την έρευνα και σε διαφορετικές εποχές είχαμε τις ακόλουθες αναλογίες στον συλληφθέντα πληθυσμό:

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ (ΜΕΡΟΣ Γ)

Πίνακας 7: Αναλογίες φύλου αθερίνας από τον Κουρνά σε διαφορετικές εποχές.

	Ιανουρ	Μάρτιος	Απρίλ	Μαιος	Ιουνιος	Σεπτεμ	Νοεμβρ
Θήλεα	252	110	670	865	345	260	390
Άρρενα	90	66	100	195	108	40	180
Αναλογία	2,8	1,667	6,7	4,436	3,194	6,5	2,167
Αναμενόμενη	1	1	1	1	1	1	1
χ^2	38,36	11	421,94	423,5	123,98	80,66	38,68
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

Είναι εμφανές ότι το περισσότερο διάστημα του χρόνου που έχουμε αναπαραγωγή και προσέγγιση στην παράλιο ζώνη των θηλυκών ατόμων, η αναλογία αυτών υπερσχύει στο συνολικό δείγμα. Μόνο την περίοδο που μειώνεται η αναπαραγωγική δραστηριότητα ή διακόπτεται (χειμώνας) η αναλογία στον πληθυσμό εμφανίζεται πλησίον της μονάδας, που είναι η αναμενόμενη (1:1).

Από την μελέτη της κατά μήκος σύνθεσης συνολικά (αρσενικά και θηλυκά) και για κάθε φύλο του πληθυσμού στη λίμνη του Κουρνά είναι φανερό ότι:

1^{ov}) την άνοιξη περιορίζονται τα μεγάλα μήκους θηλυκά άτομα

2^{ov}) μετά την ανοιξιάτικη αναπαραγωγική περίοδο το καλοκαίρι αυξάνεται η παρουσία μικρών ατόμων (μήκους από 45-53mm). Η ομάδα αυτή πρέπει να αντιπροσωπεύει την κλάση ηλικίας I.

3^{ov}) η μικρή σε ποσότητα φθινοπωρινή γενιά που στρατολογείται νωρίτερα από εκείνη της επόμενης άνοιξης, προλαβαίνει να αναπτυχθεί (μέχρι μήκη 58-65mm) και να δώσει αυξημένη συχνότητα σε αυτά τα μήκη αθροιζόμενα με τις προγενέστερες γενιές ή και μεγαλύτερης ηλικίας (II και ενδεχόμενα III κλάση ηλικίας).

4^{ov}) Η αυξημένη συχνότητα των θηλυκών έναντι της αναμενόμενης στατιστικά, σχεδόν στο σύνολο των εποχών πιθανά να υπονοεί κάποια αναπαραγωγική επιλογή του πληθυσμού στα πλαίσια της αυξημένης φυσικής θνησιμότητας.

Ηλικία

Η αθερίνα διαθέτει μικρά κυκλοειδή λέπια και ο προσδιορισμός της ηλικίας με αυτά είναι δύσκολος. Παρά ταύτα έγινε δειγματοληπτικός έλεγχος σε ένα δείγμα από τον αλιευμένο πληθυσμό και διαπιστώθηκε ότι στο σύνολο του ανήκει σε άτομα ηλικίας 1+ και 2+.

Αυτό το στοιχείο σε σχέση με προηγούμενα ευρήματα στον Κουρνά (Τίγκιλης 2001): α) για ψάρια με μέγιστο ολικό μήκος (TL) 81mm την άνοιξη, 90mm το καλοκαίρι και 85mm το φθινόπωρο, β) για ωτοκία μέχρι και το φθινόπωρο, μας

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ (ΜΕΡΟΣ Γ)

οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο πληθυσμός της αθερίνας που είναι αλιευτικά αδιατάρακτος, είναι πιο βραχύβιος.

Σύμφωνα με τα στοιχεία της παρούσας μελέτης (το 2002-2005) και προηγούμενων (Τίγκιλης 2001) εκτιμάται ότι το μέσο μήκος του πληθυσμού κυμάνθηκε για την κλάση 1+ από 49-71mm με μέση τιμή 65mm, για την κλάση 2+ από 63-76mm με μέση τιμή 70mm και για την κλάση 2,7+ από 79-91mm με μέση τιμή 85mm (πίνακας 8):

Πίνακας 8 : Μέσα μήκη ανά κλάση ηλικίας κατά την σύλληψη της αθερίνας στον Κουρνά με την μέθοδο της κατά μήκος σύνθεσης σε συνδυασμό με δειγματοληπτική εξέταση λεπιών πλευρικής γραμμής.

Ηλικία	1+	2+	2,7+
TL mean (mm)	65	70	85
TL max	71	76	91
TL min	49	63	79
TL oo=100			

Επίσης εξετάζοντας τα αποτελέσματα της μελέτης δυναμικής του πληθυσμού στην μεγαλύτερη ελληνική λίμνη Τριχωνίδα στη Δυτική Ελλάδα (πίνακας 9), παρατηρούμε ότι τα άτομα ηλικίας 1⁺ έχουν μέσο ολικό μήκος (TL mean) 69mm περίπου, τα άτομα ηλικίας 2⁺, 83mm περίπου, τα άτομα ηλικίας 3⁺, 93mm και τα ελάχιστα άτομα., ηλικίας 4⁺ περίπου 104mm. Το μέγιστο επίσης μήκος ήταν 109,53mm, ενώ η συγκριτική έρευνα του Τίγκιλη (2001) σε χειμερινό δείγμα αθερίνας από την Τριχωνίδα έδειξε TL max=103 mm, δηλ. ηλικίας 4⁺.

Πίνακας 9: Μέσα μήκη ανά κλάση ηλικίας κατά την σύλληψη της αθερίνας στη λίμνη Τριχωνίδα (από Λεονάρδος και συν. 1993)

Ηλικία	1+	2+	3+	4+
TL mean (mm)	68,65	83,26	93,14	104,06
TL max	86,74	96,9	101,12	109,53
TL min	54,85	63,42	81,25	100,65

Το φαινόμενο μπορεί να αποδοθεί στην μεγαλύτερη μέση ετήσια θνησιμότητα (M), την γρηγορότερη ωρίμανση και την παρατεταμένη αναπαραγωγική περίοδο. Αυτό σύμφωνα με τον εμπειρικό τύπο του Pauly (FAO 1987, Λεονάρδος και συν. 1993), συνδέεται με το μεγαλύτερο K (συντελεστής κλίσης εξίσωσης Von Bertalanffy), την μεγαλύτερη μέση ετήσια θερμοκρασία νερού στην επιφάνεια της λίμνης και

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΙΧΘΥΟΠΛΗΝΙΔΑ (ΜΕΡΟΣ Γ)

το μικρότερο θεωρητικά ασύμπτωτο μέγιστο μήκος ψαριού του ιχθυοπληθυσμού (L_{∞}) σε cm: $\ln M = - 0.0512 - 0.279 * \ln L_{\infty} + 0.6543 * \ln K + 0.463 * \ln T$

Η εξίσωση αυτή μετασχηματίζεται με τον συντελεστή 0,8 που αντιστοιχεί στην μειωμένη κατά 20% φυσική θνησιμότητα για είδη που σχηματίζουν σμήνη όπως η αθερίνα κυρίως στην νεαρή ηλικία. Συνεπώς με τιμές του $K=4,38$ και του $L_{\infty}=10\text{cm}$ όπως υπολογίστηκαν στο ακόλουθο κεφάλαιο της αύξησης και με δεδομένη την μεταβαλλόμενη μέση ετήσια T_w (επιφ) κάθε έτος, η M λαμβάνει υψηλές τιμές σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα 10 στην λίμνη:

Πίνακας 10: Τιμές φυσικής θνησιμότητας στον πληθυσμό αθερίνας Κουρνά (κατά Pauly).

<i>Χρονολογία</i>	<i>Μέση T επιφανείας</i>	<i>M</i>
2000	20,21	$4,88*0,8=3,90$
2002	21,69	$5,04*0,8=4,03$
2003	21,9	$5,06*0,8=4,05$
2004	20,4	$4,90*0,8=3,92$
Μέση 5ετίας	21,04	$4,97*0,8=3,98$

Συνεπώς να υποθέσουμε ότι η αθερίνα στην Κρήτη αυξάνεται με ταχύτατους ρυθμούς σε ένα θερμότερο περιβάλλον σε σχέση με την ψυχρότερη Δυτική Ελλάδα που βρίσκεται η Τριχωνίδα. Επίσης έχει αναπαραγωγική περίοδο μεγαλύτερης διάρκειας δηλ. από Μάρτιο-Νοέμβριο αντί Απρίλιο-Ιούλιο στην Τριχωνίδα.

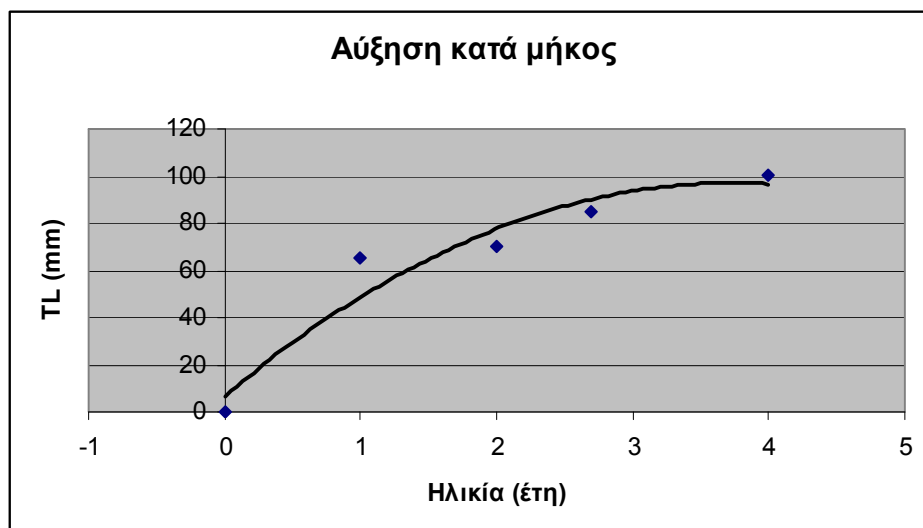
B. Αύξηση

Αύξηση κατά μήκος

Η μεταβολή του μήκους σε σχέση με τον χρόνο μελετήθηκε καταρχήν με τη σχέση του Von Bertalanffy, η ευρύτερα χρησιμοποιούμενη εξίσωση μοντέλου αύξησης στους ιχθυοπληθυσμούς (Λεονάρδος και συν. 1993, Τσερπές 1999):

$$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

Σύμφωνα με τους Kitching *et al.* (1976), Κατσαδωράκη (1985) και Τίγκιλη (2001) εκτιμάται ότι το μέγιστο αναμενόμενο μήκος (L_{∞}) στον Κουρνά είναι τα 100mm. Επίσης οι τιμές που λαμβάνει ο συντελεστής K (αρνητική κλίση ευθείας γραμμικής παλινδρόμησης) βάσει των τιμών μέσου μήκους στις ηλικιακές ομάδες 1+, 2+ και 2,7+ (βλ.πίνακα 8) υπολογίστηκαν με την βοήθεια της εξίσωσης του Von Bertalanffy σε $K= 6,5/ 3,5/ 3,15$ και μέση τιμή το $K=4,38$.



Εικόνα 10 : Κατά μήκος αύξηση της αθερίνας βάσει των μέσων ολικών μηκών των ηλικιακών κλάσεων

Αύξηση κατά βάρος

Εξετάζοντας τη σχέση ολικού μήκους και ολικού (TW) ή καθαρού (NW) βάρους του ψαριού διαπιστώθηκε ότι ισχύει η σχέση: $W = a * L^b$, με τον συντελεστή b, να λαμβάνει τιμές από 1,84-3,81 για το ολικό βάρος και από 2,01-3,72 για το καθαρό. Οι αναλυτικές τιμές αναφέρονται στον ακόλουθο πίνακα.11.

Ο ίδιος b συντελεστής διαφοροποιείται κατά φύλο, σύμφωνα με τον επόμενο πίνακα 12 από 2,01-3,62 για τα θηλυκά άτομα και από 1,9-4,5 για τα αρσενικά. Είναι φανερή η αλλομετρική ανάπτυξη του είδους και μάλιστα με έντονη επίδραση της γοναδικής αύξησης και της διατροφικής δραστηριότητας, που μεταβάλλουν τον συντελεστή b, ανάλογα με το μέγεθος της γονάδας και του στομαχικού βάρους, εφόσον μετράμε το ολικό κι όχι το καθαρό βάρος.

Πίνακας 11: Αριθμητικές τιμές της εκθετικής εξίσωσης $W = a * L^b$ σε μηνιαία δείγματα μικτού (ολικού) και καθαρού βάρους σώματος στο σύνολο του δείγματος (όπου N= αριθμός ατόμων, a, b σταθερές και R (συντελεστής συσχέτισης)

Εποχή	Μήνας	N	a	b	R ²	Βάρος
Χειμώνας	Ιανουαρ	342	2E (-5)	2,71	0,62	TW
			4E (-5)	2,54	0,56	NW
Τέλη χειμώνα	Μαρτιος	176	3E (-4)	2,12	0,62	TW
			7E (-5)	2,43	0,74	NW
Αρχές Άνοιξης	Απρίλιος	770	4 E (-4)	2,17	0,66	TW
			6E (-4)	2,01	0,73	NW

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ (ΜΕΡΟΣ Γ)

Μέσα Άνοιξης	Μάιος	1060	9,6 E (-4)	2,19	0,67	TW
			1,3 E (-4)	2,57	0,77	NW
Αρχές καλοκαιριού	Ιούνιος	453	3,4E (-3)	1,84	0,62	TW
			1,1E (-3)	2,11	0,67	NW
Μέσα θέρους	Ιούλιος	240	1E (-4)	2,32	0,58	TW
			2E (-4)	2,21	0,50	NW
Τέλη καλοκαιριού	Σεπτεμβ	300	1E (-7)	3,81	0,76	TW
			3E (-7)	3,72	0,77	NW
Αρχές φθινοπώρου	Οκτώβριος	110	3E (-6)	3,23	0,78	TW
			1E (-5)	2,87	0,8	NW
Φθινόπωρο	Νοεμβρ	570	1E (-5)	2,9	0,48	TW
			1E (-5)	2,84	0,56	NW

Πίνακας 12: Αριθμητικές τιμές συντελεστών για την κατά βάρος αύξηση πληθυσμού αθερίνας, κατά φύλο, μετρούμενοι με το καθαρό βάρος.

Εποχή	Φύλο	N	a	b	R ²
Χειμώνας	90 αρρ	342	4 E(-5)	2,4	0,75
	252 θηλ		4E (-5)	2,85	0,82
Τέλη χειμώνα	66 αρ	176	9 E (-4)	2,1	0,66
	110 θηλ		7 E (-6)	3,01	0,93
Αρχές Άνοιξης	670 αρ	770	9E (-4)	1,9	0,55
	100 θηλ		6 E(-4)	2,02	0,76
Μέσα Άνοιξης	195 αρ	1060	1,01E (-4)	2,96	0,71
	865 θηλ		1,6E (-4)	2,47	0,77
Αρχές καλοκαιριού	108 αρ	453	4,1E(-4)	2,32	0,57
	345 θηλ		6,5E(-4)	2,01	0,76
Τέλη καλοκαιριού	40 αρρ	300	7E(-9)	4,5	0,95
	260 θηλ		4E (-7)	3,62	0,75
Φθινόπωρο	85 αρ	270	1,6E (-5)	1,74	0,44
	185 θηλ		1E (-5)	2,84	0,55

Επίσης συγκρίνοντας τον συντελεστή αυτό (για το καθαρό βάρος) κατά την διάρκεια του χρόνου βλέπουμε ότι η ενέργεια την άνοιξη καταναλώνεται για την κατά μήκος κι όχι κατά βάρος αύξηση. Γι'αυτό και παρατηρούμε πολλά άτομα στενόμακρα. Ενώ στο τέλος του καλοκαιριού και ενόψει των δυσμενών συνθηκών του χειμώνα αναπτύσσεται η ευρωστία τους και η κατά βάρος ανάπτυξή τους. Χαρακτηριστική είναι η συσσώρευση λίπους στα άτομα που αλιεύθηκαν το φθινόπωρο.

Δείκτης ευρωστίας (K)

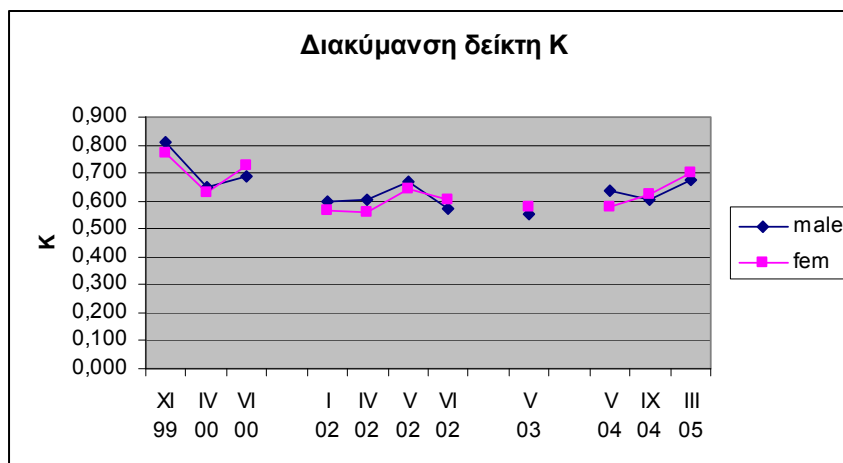
Στα ψάρια η σωματική κατάσταση περιγράφεται κατά τον Fulton ή κατά τον Clark (Nikolsky 1963) μέσω της γενικής εξίσωσης $K = NW * 100 / L^b$ ή τον τροποποιημένο τύπο $K = NW * 10^5 / L^3$ (Hile 1936 από Νταουλάς και συν. 1987). Σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο εκτιμήθηκε η ευρωστία των ψαριών στη λίμνη διάφορες εποχές αλλά και ίδιες εποχές διαφορετικές χρονιές και τα αποτελέσματα δίνονται στον ακόλουθο πίνακα 13:

Πίνακας13 : Τιμές K στον πληθυσμό αθερίνας Κουρνά, το διάστημα 1999-2005.

Μήνας/Ετος-Αρσενικά -Θηλυκά		
I 02	0,599	0,566
IV 02	0,602	0,558
V 02	0,666	0,641
VI 02	0,571	0,604
V 04	0,635	0,577
IX 04	0,603	0,622
III 05	0,672	0,701
V 02	0,666	0,641
V 03	0,553	0,581
V 04	0,635	0,577
XI 99	0,808	0,771
IV 00	0,650	0,629
VI 00	0,691	0,728

Είναι φανερό ότι κάποιες χρονιές οι συνθήκες διατροφής και αφομοίωσης τροφής ευνοούν την ευρωστία των ψαριών, χωρίς ιδιαίτερες στατιστικές διαφορές ανάμεσα στα 2 φύλα. Επίσης η ευρωστία γενικά αυξάνει τους φθινοπωρινούς μήνες ενόψει του χειμώνα και μειώνεται σημαντικά τους μήνες έντονης αναπαραγωγικής δράσης.

Διαφοροποίηση επίσης παρατηρείται στην ευρωστία σε σχέση με την θερμοκρασία και λοιπές κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν τους ίδιους μήνες κάθε χρόνο στη λίμνη, σύμφωνα με τις παρακάτω εικόνες και τις τιμές που λαμβάνει ο K για κάθε φύλο .



Εικ 11: Σύγκριση ευρωστίας αρσενικών & θηλυκών αθερινών Κουρνά την περίοδο 1999-2005.

Εξετάζοντας κατά εποχή τα παραπάνω δεδομένα παρατηρούμε τις μικρές ή μεγάλες διαφοροποιήσεις που συμβαίνουν στην ανάπτυξη των ψαριών τις διαφορετικές χρονιές. Ο δείκτης K εμφανίζει τιμές 0,65 και 0,63 για τα αρσενικά και θηλυκά τον Απρίλιο του 2000 και αντίστοιχα 0,6 και 0,56 τον Απρίλιο του 2002.

Επίσης ο δείκτης K εμφανίζει τιμές 0,69 και 0,73 περίπου για τα αρσενικά και θηλυκά άτομα τον Ιούνιο του 2000 και αντίστοιχα 0,57 και 0,6 για τον Ιούνιο του 2002. Συνεπώς είναι εμφανείς οι διαφορές στον K μεταξύ των ατόμων ίδιου περίπου μήκους (λόγω της επιλεκτικής μεθόδου αλίευσης των δειγμάτων) αλλά διαφορετικής χρονιάς $K_{00} > K_{02}$ την άνοιξη (Απρίλιος) και το καλοκαίρι (Ιούνιος) με σαφή μείωση και στα 2 φύλα το 2002. Συνεπώς την περίοδο του 2002 οι συνθήκες ήταν λιγότερο ευνοϊκές για την ανάπτυξη των ψαριών.

Τα συνεχόμενα έτη 2002-2003-2004 ο δείκτης K τον Μάιο κυμάνθηκε από 0,55-0,67 στα αρσενικά και 0,58-0,64 στα θηλυκά. (βλ. προηγούμενο πίνακα 13). Από την εικόνα 11 είναι εμφανής η σχετικά σταθερή ευρωστία που παρουσιάζουν τα ψάρια του Μαΐου τριών συνεχόμενων ετών.

Γ.Αναπαραγωγή

Σε ψάρια όπως η αθερίνα με σύντομο κύκλο ζωής, οι πληθυσμοί αποτελούνται από λίγες κλάσεις ηλικίας και είναι προσαρμοσμένοι να ζουν κάτω από συνθήκες υψηλής και μεταβαλλόμενης θνησιμότητας. Η αναπαραγωγική συμπεριφορά του πληθυσμού έχει τέτοια μορφή (δηλ. πρώιμη ωοτοκία και αναπαραγωγή από τον 1^ο χρόνο ζωής), ώστε να εξασφαλίζεται η γρήγορη αποκατάσταση του ιχθυοαποθέματος εάν και εφ'όσον διαταραχθεί η ισορροπία του. Γι'αυτό και στις περιπτώσεις τέτοιων πληθυσμών τα νεοεισερχόμενα άτομα αποτελούν ίσως το

μεγαλύτερο μέρος τους (Λεονάρδος και συν. 1993, Daoulas *et al.* 1997, Στουμπούδη και συν. 1997, Leonardos-Sinis 2000, Λεονάρδος 2001, Τίγκιλης 2001).

Σύμφωνα με τις μελέτες που έγιναν σε θηλυκά άτομα της *A. boyeri* στην Τριχωνίδα, η αναπαραγωγική περίοδος αρχίζει τέλη Μαρτίου με μέγιστο τον Απριλομή και επαναλαμβάνεται σε μικρότερο βαθμό (λιγότερη απόθεση αβγών) τον Σεπτέμβριο (Στουμπούδη και συν. 1997, Daoulas *et al.* 1997). Επίσης καταγράφηκε στρατολόγηση νεαρών ιχθυδίων την περίοδο μεταξύ Μαΐου και Οκτωβρίου, στο Αιτωλικό Μεσολογγίου γεγονός που ταιριάζει με το προαναφερθέν μοντέλο αναπαραγωγής αθερίνας στην Τριχωνίδα. (Leonardos & Sinis 2000).

Οι λάρβες στον Κουρνά. μετά την εκκόλαψη των αβγών, παρουσιάζουν όπως και αλλού πελαγική εξάπλωση (Daoulas *et al.* 1997) και τις συναντάμε σε σμήνη κοντά στην όχθη και στα πιο ρηχά και ζεστά νερά όπου αφθονεί η τροφή.

Α. Διατροφή

Από την μελέτη της βιβλιογραφίας πάνω στην διατροφή του είδους, βλέπουμε ότι υπάρχει παντού ως κοινός παρονομαστής η παρουσία *ζωοπλαγκτού* και *ζωοβένθους*. Οι διαφορές που παρουσιάζονται αφορούν διαφορές στα ποσοστά συμμετοχής των παραπάνω 2 ομάδων στο διαιτολόγιο της αθερίνας, ανάλογα με την εποχή και τον τύπο του οικοσυστήματος αλίευσης των δειγμάτων. Έτσι στην περίπτωση του λιμνοθαλάσσιου τύπου (περιοχή Σινά) έχουμε διατροφή με ζωοπλαγκτόν (με κύριο αντιπρόσωπο τα *κωπήποδα*) και με ζωοβένθος (με κύριο αντιπρόσωπο τα *αμφίποδα*). Αξιόλογη επίσης η παρουσία εντόμων Chironomidae στο πεπτικό σύστημα, καθώς επίσης και φυτικών σπόρων οι οποίοι θεωρούνται ότι καταναλώθηκαν τυχαία σε ένα περιβάλλον με πλούσια υδρόβια βλάστηση (Gon & Ben-Tuvia 1983). Ακόμη παρατηρήθηκαν περιπτώσεις καννιβαλισμού (σε ποσοστό 5% περίπου) Στην παρεμφερή περίπτωση του λιμναίου τύπου (περιοχή Αλμυρών λιμνών Σουέζ) επικρατούν τα *κωπήποδα* σ' ένα πληθυσμό ηλικίας επίσης 1-2 ετών (Fouda 1995).

Σε τενάγη που γειτονεύουν με εκβολικά συστήματα και υγροβιότοπους όπως η περιοχή του Etang du Vaccare (NA Γαλλία) με πολλά υδρόβια μακρόφυτα και μικρότερη ιχθυοφόρτιση απ' ότι τα κανάλια με το γλυκό νερό, παρατηρήθηκε διατροφή με μεγάλες μορφές ζωοπλαγκτονικών οργανισμών. Γεγονός που αποδόθηκε στην ευχέρεια των μικροοργανισμών αυτών να προλάβουν να αναπτυχθούν πριν καταναλωθούν (Rosecchi & Crivelli, 1992).

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ (ΜΕΡΟΣ Γ)

Στην Ελλάδα οι μέχρι σήμερα έρευνες στην Τριγωνίδα έδειξαν ότι κύριο ρόλο στη διατροφή παίζει το ζωοπλαγκτόν και δευτερευόντως τα βενθικά ασπόνδυλα. (Daoulas *et al.* 1997- Στουμπούδη και συν.1997).

Είναι φανερό ότι οι κλιματολογικές και περιβαλλοντικές συνθήκες γενικότερα καθορίζουν την ποιότητα και ποσότητα της διατιθέμενης τροφής κάθε φορά.

Ποιοτική σύνθεση τροφής

Το δείγμα των ψαριών από τα οποία εξετάστηκε το στομαχικό περιεχόμενο, λήφθηκε από ένα τυχαίο υποσύνολο (subsample) των ατόμων που συλλέχτηκαν σε 3 θέσεις της λίμνης και διαφορετικούς μήνες των 4 εποχών. Τα αναλυτικά στοιχεία της έρευνας στη διαίτα της αθερίνας δίνονται στους ακόλουθους πίνακες 14 ,15.

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων αυτής της ανάλυσης έγινε με την μέθοδο του Blegvad (1928) με την χρησιμοποίηση των δεικτών V και f κατά Hureau (1966) και Daniel (1975), όπως περιγράφονται από τους Καραγκίτσου & Τσιμενίδη (1977).

Είναι καταρχήν φανερό ότι σε όλες δειγματοληψίες με εξαίρεση τον Μάιο του 2003, έχουμε χαμηλό δείκτη κενότητας (V) που κυμαίνεται κ.μ.ο περίπου στο 6,51% με $(\sigma)=\pm 4,33$. Ιδιαίτερα την άνοιξη που διενεργείται η αναπαραγωγή περιορίζεται η διατροφή των ατόμων αθερίνας που «βόσκουν» στη περιοχή.

Πίνακας 14: Αριθμός εξετασθέντων στομάχων και δείκτες κενότητας (V) κατά εποχή.

	Nov 99	April 00	Jun 00	May 02	May 03	May 04	Jul 04	Sept 04	Oct 04	Nov 04	Marc 05
Εξετασθέντες στόμαχοι	49	19	29	88	70	68	50	30	44	64	64
Κενοί στόμαχοι	3	1	0	2	18	0	2	2	4	8	0
Στόμαχοι περιέχον- τες τροφή	46	18	29	86	52	68	48	28	40	56	64
Ποσοστό % κενών στομά-χων (V)	6,12	5,26	0	2,3	25,7	0	4	6,67	9,09	12,5	0
Ποσοστό % στομά- χων μετά τροφής	93,9	94,7	100	97,7	74,3	100	96	93,3	90,9	87,5	100

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ (ΜΕΡΟΣ Γ)

Πίνακας 15: Ποιοτική & Ποσοτική σύνθεση τροφής αθερίνας στη Λίμνη Κουρνά κατά κατηγορία τροφής και εποχή σε δείκτες κατά Hureau την περίοδο 2000-5.

	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας	Μέση ετήσια	
Κατηγορία τροφής	<i>f</i> +/- <i>sd</i>	<i>f</i> +/- <i>sd</i>	<i>f</i> +/- <i>stdev</i>	<i>f</i> +/- <i>stdev</i>	<i>f</i>	+/- <i>stdev</i>
Νηματοειδή Φύκη	5,19+/- 1,97	2,3+/-3,98	2,17+/-3,76	0	3,11	3,22
Πυροφύκη/ δινωμαστιγωτά	0	3,43+/-5,95	0	0	0,94	3,11
Διάτομα+ Detritus	3,59+/- 2,54	3,91+/-4,19	0	0	2,37	3,00
Απροσδιόριστα	15,69+/- 17,5	31,25+/- 50,57	6,73+/-6,53	1+/-1,14	16,07	27,08
Φυτικά	0,96+/- 1,92	0	0	0	0,35	1,16
Πλατυέλμινθες	41,67+/- 34,42	51,98+/- 47,06	39,05+/- 33,85	71,5+/- 4,95	46,80	33,82
Τροχόζωα	31,86+/- 20,84	16,45+/- 8,95	6,01+/-5,52	5,88+/- 0,53	18,28	16,94
Κλαδοκεραιωτά (Chydoridae)	36,92+/- 27,68	23,99+/- 8,36	30,64+/- 47,02	92,88+/- 1,24	36,85	32,73
Οστρακώδη	9,27+/- 7,26	11,29+/- 9,78	0,72+/-1,25	11,25+/- 1,77	7,78	7,55
Κωπήποδα	17,48+/- 9,69	9,24+/- 10,61	2,17+/-3,76	7,63+/- 1,94	10,04	9,79
Αβγά κωπηπόδων/ κλαδοκερ.	4,41+/- 8,82	1,39+/-2,41	0	0	1,98	5,34
Αμφίποδα- ιστόποδα	2,05+/- 2,78	6,21+/-5,47	1,45+/-2,51	4,63+/-2,3	3,40	3,82
Προνύμφες εντόμων	43,09+/- 12,72	41,78+/- 20,54	30,33+/- 35,62	45,88+/- 3,01	39,31	20,50
Ωριμα έντομα	35,38+/- 23,56	56,58+/- 12,89	52,6+/-6,5	26,5+/- 2,12	44,91	18,51
Pupae εντόμων	9,56+/- 19,12	27,38+/- 41,39	6,67+/- 11,55	16,88+/- 2,66	14,47	23,64
Ανελίδες	2,21+/- 4,41	0	17,14+/- 15,45	1,5+/-2,12	5,48	10,52
Υδρακάρεια	0,74+/- 1,47	0	0	0,5+/-0,71	0,27	0,89
Αβγά ιχθύων	17,32+/- 12,12	7,6+/-6,67	3,62+/-6,28	0	9,36	10,28
Ιχθείς	0,58+/- 1,16	1,13+/-1,96	0	0	0,52	1,18
Δίθυρα	0,96+/- 1,92	0	0	0	0,35	1,16
Γαστερόποδα	0	2,3+/-3,98	0,72+/-1,25	0	0,82	2,12
Καρκινειδή (Γαριδούλα)	2,33+/- 4,65	0	0	0	0,85	2,80

Από τον πίνακα 15 συχνοτήτων λείας φαίνεται ότι βασική τροφή αποτελούν από το ζωοβένθος, οι πλατυέλμινθες (46,8+/-33,82), και τα έντομα είτε ώριμης μορφής (44,91+/-18,51), είτε προνύμφες των Χειρονομιδών (Chironomidae) (39,31+/- 20,5).

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ (ΜΕΡΟΣ Γ)

Από το ζωοπλαγκτόν, τα κλαδοκεραιωτά της οικογένειας Chydoridae έχουν σημαντική συμμετοχή στο διαιτολόγιο (36,85 +/-32,73) και λιγότερο τα Τροχόζωα με συχνότητα $f=18,28(+/-16,94)$. Επίσης αυξημένη συμμετοχή στη λεία, παρουσιάζουν οι πούπες εντόμων (14,47 +/- 23,64), τα κωπήποδα (10,04 +/-9,79) και τα αβγά ιχθύων (9,36+/-10,28) κατά κανόνα αθερίνας, προϊόν καννιβαλισμού, την περίοδο αναπαραγωγής.

Εποχιακή διατροφή

Εξετάζοντας τον πίνακα 15 διακρίνουμε τις αλλαγές της διαθέσιμης ή προτιμητέας τροφής ανάλογα με την εποχή.

Η αθερίνα την **άνοιξη** τρέφεται κύρια με προνύμφες Χειρονομιδών (43,09+/-12,72), πλατυέλμινθες (41,67+/-34,42), ενήλικα έντομα (35,38+/- 23,56). Παράλληλα καταναλώνει από το ζωοπλαγκτόν, κύρια κλαδοκεραιωτά (36,92+/- 27,68) και Τροχόζωα (31,86+/- 20,84). Επίσης αξιόλογο ποσοστό λείας αποτελούν τα κωπήποδα (17,48+/- 9,69), οι προνύμφες εντόμων (9,56 +/-19,12) και τα οστρακώδη (9,27+/- 7,26). Αξιοσημείωτη η παρουσία στη λεία αβγών ψαριών (17,32+/- 12,12) και μικρών ιχθύιδων, πιθανότατα αθερίνας (0,58+/- 1,16) και νεαρών καρκινοειδών, πιθανότατα της γαριδούλας (*P. antennarius*) (2,33+/-4,65).

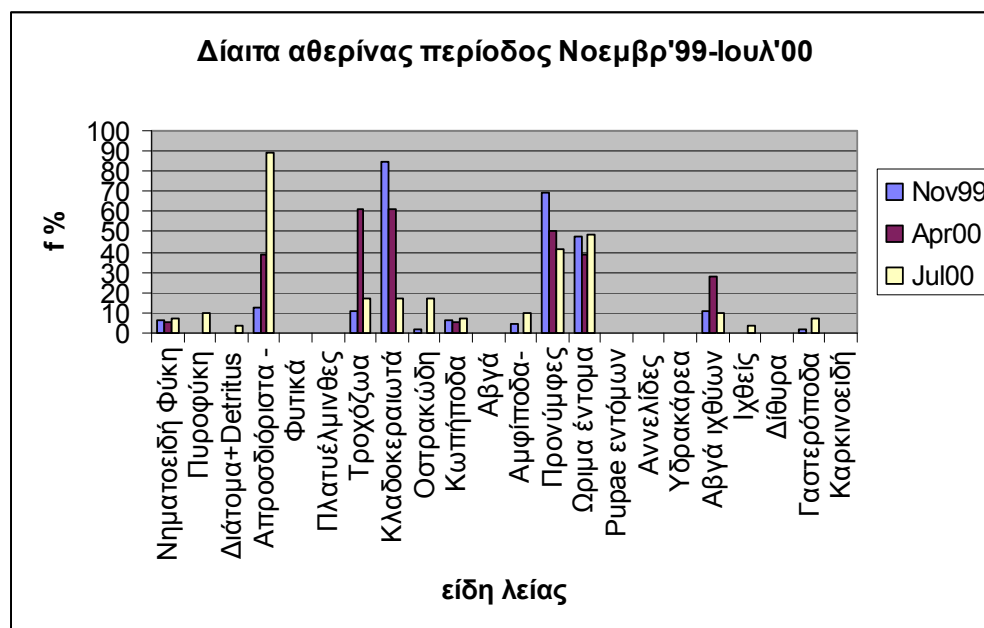
Το επόμενο **καλοκαίρι**, παρατηρείται ανάλογη σχεδόν δίαιτα. Κυριαρχούν τα ενήλικα έντομα (56,58+/- 12,89), οι προνύμφες Χειρονομιδών (41,78+/- 20,54), οι πλατυέλμινθες (51,98+/- 47,06) και ακολουθούν σε συχνότητα οι πούπες εντόμων (27,8+/- 41,39), τα κλαδοκεραιωτά (23,99+/- 8,36), τα Τροχόζωα (16,45+/- 8,95), τα οστρακώδη (11,29+/- 9,78) και τα κωπήποδα (9,24+/- 10,61). Αξιοσημείωτη η παρουσία απροσδιόριστων μικροσκοπικών οργανισμών, πιθανότατα διατόμων κλπ φυκών (31,25+/-50,57) και η παρουσία αβγών ιχθύων (7,6+/- 6,67) και μικρών ιχθυιδίων (1,13+/-1,96). Τέλος ενδιαφέρουσα παρουσιάζεται η μοναδική εμφάνιση την εποχή αυτή στο διαιτολόγιο ατόμων της ομάδας των Δινομαστιγωτών (3,43+/- 5,95).

Το **φθινόπωρο** έχουμε μεταβολή στις κυρίαρχες ομάδες λείας με εξής συχνότητες: α) ενήλικα έντομα (52,6+/-6,5), β) πλατυέλμινθες (39,05+/- 33,05), γ) Κλαδοκεραιωτά (30,64+/- 47,02), δ) προνύμφες εντόμων (30,33+/- 35,62). Αξιόλογη και εποχιακή η ύπαρξη βενθόβιων σκωλήκων (Αννελίδων) με $f= 17,14 (+/-15,45)$. Σαφώς μειωμένη το φθινόπωρο η ποσότητα των καννιβαλισμένων αβγών αθερίνας (3,62+/- 6,28).

Τα στοιχεία που αντιστοιχούν στον **χειμώνα** προέρχονται από δειγματοληψίες στα τέλη Φεβρουαρίου και αρχές Μαρτίου. Δεν ανευρέθησαν αβγά στη λεία καθώς και φυτικά καταλοίπα ή φύκη, τροφή και υλικά δηλ. που φαίνεται να καταναλώνονται τυχαία κατά την φάση της «βόσκησης», μαζί με τους βενθικούς και πλαγκτικούς περιφυτικούς μικροοργανισμούς .

Αναλυτικότερα στη τροφή κυριαρχούν τα κλαδοκεραιωτά με $f= 92,88 \pm 1,24$, οι πλατυέλμυνθες με $f=71,5 \pm 4,95$ και οι προνύμφες των Χειρονομιδών με $f=45,88 \pm 3,01$. Σε μικρότερο ποσοστό συναντάμε στον πεπτικό σωλήνα της αθερίνας τα ενήλικα έντομα ($26,5 \pm 2,12$), τις προνύμφες τους ($16,88 \pm 2,66$), τα οστρακώδη ($11,25 \pm 1,77$) και τα κωπήποδα ($7,63 \pm 1,94$).

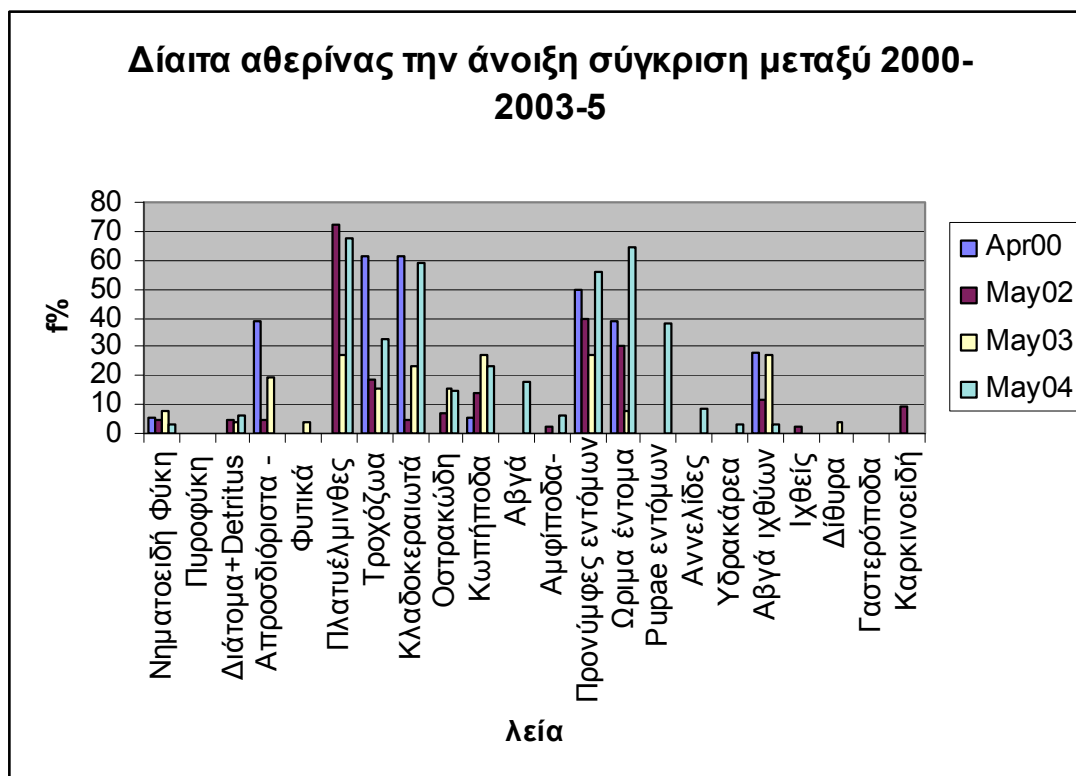
Εξετάζοντας τις διατροφικές συνήθειες της αθερίνας κατ'έτος παρατηρούμε ότι την περίοδο 1999-2000 (εικ.12), απουσιάζουν οι πλατυέλμυνθες, ενώ σημαντική συχνότητα παρουσιάζουν τα κλαδοκεραιωτά και τροχόζωα από το ζωοπλαγκτόν και τα ενήλικα έντομα και οι προνύμφες Χειρονομιδών. Ακόμη παρατηρείται σημαντικό ποσοστό κανιβαλισμού αβγών. Γεγονός που πρέπει να σχετίζεται με τον ανταγωνισμό και την επάρκεια τροφής τις χρονιές αυτές.



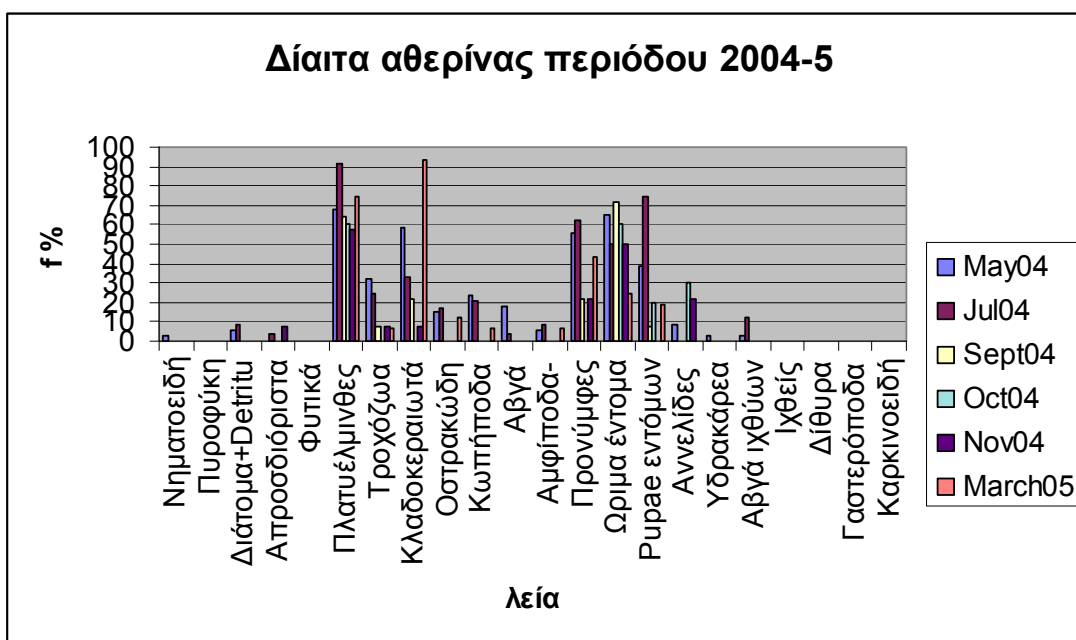
Εικόνα 12: Συχνότητα παρουσίας ομάδων λείας στη δίαιτα της αθερίνας το διάστημα Νοέμβριος 1999- Ιούλιος 2000.

Σε αντιδιαστολή την περίοδο 2004-5 (εικόνα 13), παρατηρούμε μεγάλη συχνότητα παρουσίας στη τροφή πλατυέλμυνθων. Σημαντική συχνότητα παρατηρούμε και πάλι σε προνύμφες Χειρονομιδών, Κλαδοκεραιωτά και ενήλικα άτομα εντόμων. Την ίδια περίοδο με μεγάλο ποσοστό εμφανίζονται στη λεία οι προνύμφες

κάποιου εντόμου, καθώς και οι Ανελίδες σκόλης. Μειωμένη εμφανίζεται η καταβρόχθιση αβγών. Τέλος μειωμένη συχνότητα εμφανίζουν και τα τροχόζωα.



Εικόνα 13: Συχνότητα παρουσίας ομάδων λείας στη δίαιτα της αθερίνας την άνοιξη σε διαφορετικά έτη (2000-4)



Εικόνα 14: Συχνότητα παρουσίας ομάδων λείας στη δίαιτα της αθερίνας το διάστημα Μάιος 2004- Μάρτιος 2005.

Ενδοπαρασιτισμός

Ιδιαίτερα για την αθερίνα έχουν γίνει κατά καιρούς μελέτες σχετικά με τα ενδοπαρασίτα καθώς έχει παρατηρηθεί σε συγκεκριμένους πληθυσμούς σημαντική προσβολή τους που τελικά επηρεάζουν τον βαθμό φυσικής θνησιμότητας (Γρηγορίου & Περδικάρης 1996).

Στη λιμνοθάλασσα του Bardawil (Σινά Αιγύπτου), οι αθερίνες του είδους αυτού, βρέθηκαν να παρασιτίζονται από ενδοπαρασιτικά Τρηματώδη, Ακανθοκέφαλους και Νηματώδεις με παρουσία μετακερκάριων στο μεσεντέριο και το συκώτι. Το δείγμα αποτελούνταν από ψάρια μήκους άνω των 22 mm κι ο παρασιτισμός αφορούσε το 100% του πληθυσμού από Ακανθοκέφαλους και 80% από Τρηματώδεις. Ενώ μόνο στο 4.4% του πληθυσμού παρατηρήθηκαν Νηματώδεις (Gon & Ben-Tuvia 1983).

Κατά το διάστημα της έρευνας στον Κουρνά εντοπίστηκε παρασίτωση κυρίως Νηματωδών (τύπου *Anisakis* spp.) και λιγότερο Κεστωδών στις ίδιες περιοχές του σώματος των ψαριών. Το τελευταίο είχε εντοπιστεί και σε προκαταρκτική έρευνα τον Αύγουστο του 1974. Συγκεκριμένα αναφέρεται η παρουσία προνυμφικών στάδιων (post-larval) Κεστώδους, ενδεχομένως του *Bacciger* sp. που έχει παρατηρηθεί και σε άλλα μέρη της Μεσογείου (Kitching *et al.* 1976).

Οι νηματώδεις σκώληκες, ως παράσιτα εντοπίζονται προσκολλημένοι στον πεπτικό σωλήνα και εμφανίζονται με υψηλό ποσοστό $f=26,66\%$ και σημαντική διακύμανση $\pm 24,77\%$. Το εύρος παρουσίας τους κυμάνθηκε από 0-62,5% Εξετάζοντας την συχνότητα αυτή κατά εποχή, παρατηρούμε αυξημένο παρασιτισμό το καλοκαίρι και φθινόπωρο και μικρότερη την άνοιξη και τον χειμώνα. Τα εποχιακά ποσοστά ενδοπαρασιτισμού δίνονται στον ακόλουθο πίνακα 16:

Πίνακας 16 : Συχνότητα ενδοπαρασιτισμού στην αθερίνα κατά εποχή.

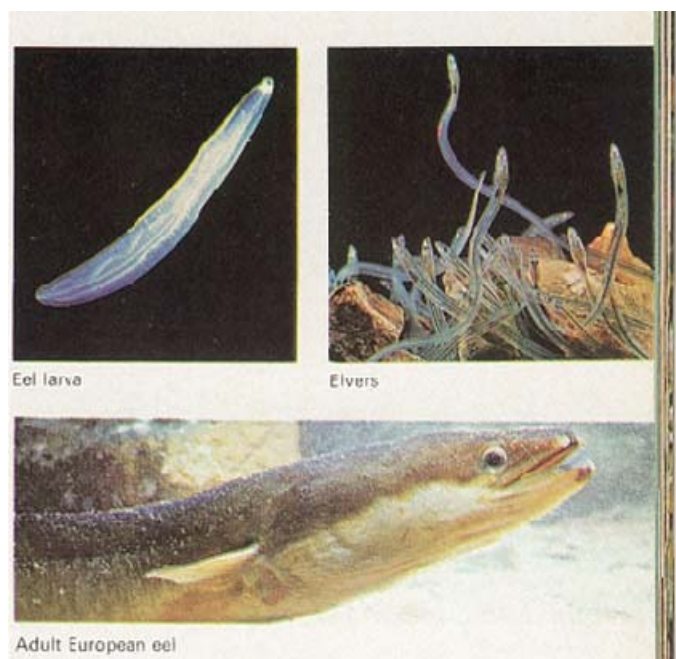
Εποχή	f	stdev
Άνοιξη	8,16	+/-12,31
Καλοκαίρι	40,91	+/-29,81
Φθινόπωρο	41,78	+/-22,78
Χειμώνας	11,25	+/-1,77
Μέση εποχική	26,656	+/-24,767

Β. ΔΙΑΔΡΟΜΑ (ΚΑΤΑΔΡΟΜΑ) ΕΙΔΗ

➤ *Anguilla anguilla* (Linnaeus 1758) (κοιν. Ευρωπαϊκό Χέλι)

1. ΓΕΝΙΚΑ

Το ευρωπαϊκό χέλι ανήκει στην οικογένεια των Anguillidae. Αν και πρόσφατες έρευνες βασισμένες σε ανάλυση μικροδορυφορικού DNA προτείνουν την εκδοχή γενετικών διαφοροποιήσεων μέσα στο συνολικό ιχθυαπόθεμα, μέχρι στιγμής θεωρείται ένα πανμεικτικό θαλάσσιο είδος, σύμφωνα με τη θεωρία που διατύπωσε ο Δανός Schmidt το 1923 (Ciccotti-Fontenelle 2001). Σύμφωνα με αυτήν έχουμε στη Μεσόγειο, το ευρωπαϊκό (*Anguilla anguilla*) και στον Ατλαντικό, το αμερικάνικο, (*Anguilla rostrata*) (Jones 1968). Υπάρχουν όμως πολλά ερωτηματικά ακόμη για την βιολογία και οικολογία του ευρωπαϊκού αποθέματος (McCleave *et al.* 1998, Wirth & Bernatchez 2001). Το χέλι έχει εξάπλωση στις περισσότερες ακτές και τα εσωτερικά νερά της Ευρώπης καθώς και στις βόρειες αφρικανικές ακτές. Στην Ελλάδα το συναντάμε σ'όλα σχεδόν τα ποτάμια και τις λίμνες που επικοινωνούν με την θάλασσα (Νεοφύτου 1990). Επίσης είναι γνωστό ότι ο άνθρωπος με τα εγχειοβελτιωτικά έργα του έχει επηρεάσει σημαντικά τα αποθέματα της διάδρομης ιχθυοπανίδας. Γι'αυτό και τα σύγχρονα φράγματα σχεδιάζονται με παράλληλες υποδομές διευκόλυνσης της κίνησης των ψαριών αυτών όπως το κατάδρομο χέλι (Santos *et al.* 2002).



Φωτογραφίες:Φάσεις μεταμόρφωσης του χελιού (α) λεπτοκέφαλος, (β) γυαλόχελο και (γ) κιτρινόχελο (από Harrison-Matthews *et al.* 1971).

Όμως τα τελευταία χρόνια οι εισηγήσεις των διεθνών επιστημονικών οργανισμών (AFCM, ICES, EIFAC κ.ά) συμφωνούν ότι το απόθεμα του ευρωπαϊκού χελιού είναι κάτω από τα ασφαλή βιολογικά όρια (Deadler 1984, Ciccotti & Fontenelle 2001, Lecomte-Finiger 2001, Matthews *et al.* 2002, Dekker 2003). Το γεγονός αυτό οδήγησε την Ευρωπαϊκή Ένωση στην ανάληψη πρωτοβουλιών για την προστασία του αποθέματος (Ευρωπ. Συμβούλιο 2004). Επίσης στη χώρα μας γίνεται προσπάθεια για ορθολογική διαχείριση των φυσικών αποθεμάτων σε περιοχές (κύρια λιμνοθάλασσες) που παραδοσιακά ψαρεύεται μαζί με άλλα είδη ιχθυοπανίδας (Ζόμπολας και συν. 2001).

Το χέλι είναι από τα πλέον διαδεδομένα κατάδρομα είδη που συναντάμε στα εσωτερικά νερά της Κρήτης (Νεοφύτου 1990, Παναγιωτάκης και συν.1993). Οι πιο εκτενείς αναφορές είναι εκείνες που έγιναν στη περιοχή της λίμνης Κουρνά από τους Kitching *et al.* (1976), Κατσαδωράκη (1985) και πρόσφατα από τον Τίγκιλη (2000, 2001) και τους Τίγκιλη και συν. 2001 & 2005).

Η αλιεία χελιών στην Κρήτη και τα περισσότερα μέρη της Ελλάδας γίνεται σε ερασιτεχνική ή ημιεπαγγελματική βάση. Γι'αυτό και τα διαθέσιμα στατιστικά στοιχεία της ΕΣΥΕ δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα.

Αναλυτική αναφορά για την μελέτη ανοδικών χελιών της ευρύτερης περιοχής κοντά στον Κουρνά γίνεται από τους Παναγιωτάκη και συν.(1993), Τίγκιλη και συν. (2005). Μελετήθηκαν τέσσερα ποτάμια συνεχούς ροής, εκ των οποίων τα δύο αφορούσαν την περιοχή Γεωργιούπολης που γειτνιάζει με την λίμνη την περίοδο Νοέμβριος'93- Μάιος'94. Έτσι επιβεβαιώθηκε και με επιστημονική μέθοδο α) η παρουσία γυαλόχελων μήκους 6-10cm τον χειμώνα στις εκβολές των ποταμών και β) η άνοδος ατόμων μήκους 10-15cm στα άναντη και την λίμνη του Κουρνά την άνοιξη, μετά την μεταμόρφωσή τους σε σκουρόχρωμα χελάκια.

Η λίμνη Κουρνά που βρίσκεται στη περιοχή Γεωργιούπολης και σε απόσταση 2,5km από την ακτή επικοινωνεί με την θάλασσα μόνο όταν έχουμε πλημμυρικά φαινόμενα και υπερχείλιση του μικρού φράγματος στη θέση απορροής. Συνεπώς τα χέλια που καταφέρνουν να φτάσουν στη λίμνη εγκλωβίζονται και αναπτύσσονται εκεί μέχρι την ωρίμανσή τους, αναμένοντας τις ευνοϊκές συνθήκες για να μεταναστεύσουν προς την θάλασσα.

Την περίοδο Απρίλιος'00-Φεβρουάριος'03 έγιναν δειγματοληψίες στη λίμνη Κουρνά με τη χρήση τριών μανωμένων διχτύων (μήκους 200-250m περίπου και άνοιγματος ματιού 20-24mm). Η αλιευτική προσπάθεια κατά την έρευνα ήταν

σταθερή και αντιστοιχούσε στην τοποθέτηση των διχτυών σε 3 διαφορετικά σημεία της λίμνης κατά τις νυχτερινές ώρες.

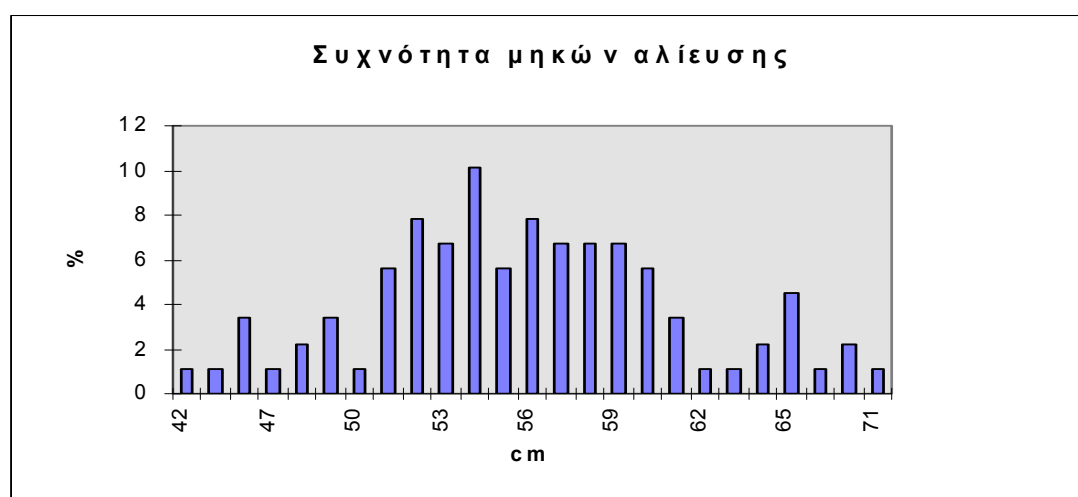
Τα συλληφθέντα άτομα ήταν 137 εν συνόλω και από ένα μικρό μέρος τους (n=33) αφαιρέθηκαν τα εντόσθια και συντηρήθηκαν σε διάλυμα φορμόλης 4-10% για εξέταση του στομαχικού περιεχόμενου και άλλες παρατηρήσεις.

2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- ΣΥΖΗΤΗΣΗ

A. Δομή Πληθυσμού

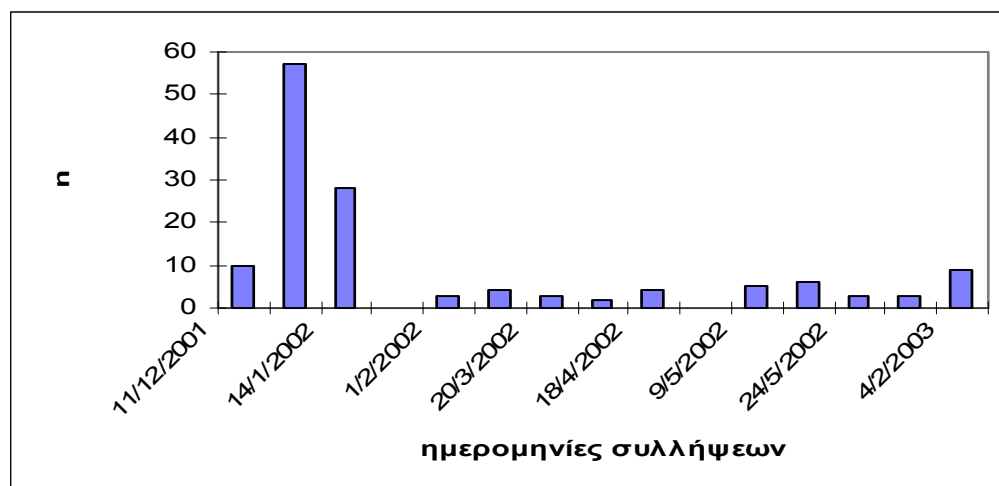
Κατά μήκος σύνθεση

Η κατά μήκος σύνθεση των συλληφθέντων ατόμων του είδους για το παραπάνω χρονικό διάστημα δειγματοληψίας, δίνεται στην εικόνα 15 με το σύστημα συχνοτήτων ομάδων μηκών όπως καθιερώθηκε από τον Petersen και περιγράφει αναλυτικά ο Τσιμενίδης (1993) και ο King (1995).



Εικόνα 15 : Κατά μήκος σύνθεση ολικού δείγματος χελιών βάσει TL στη λίμνη Κουρνά κατά το διάστημα 2000-2003.

Ο κύριος όγκος των συλλήψεων πραγματοποιήθηκε το πρώτο διάστημα των αλιευτικών προσπαθειών όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα 16.



Εικόνα 16: Χρονική κατανομή των συλλήψεων χελιών με δίχτυα στον Κουρνά (2001-2003) .

Ο πληθυσμός των κιτρινόχελων (yelloweels) της λίμνης για το σύνολο του δείγματος καθ' όλη την περίοδο έρευνας εμφανίζει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά : TL=42-71cm με μέσο ολικό μήκος που κυμαινόταν από 50,6cm (τον Μάιο'02) έως 58,77 cm (τον Δεκέμβριο'01) και TW=140-810g. Μεγαλύτερη συχνότητα σύλληψης (10,11%) είχαν τα ψάρια με ολικό μήκος TL=54 cm.

Σύνθεση κατά φύλο

Στο δείγμα δεν έγινε γοναδική ανάλυση, προκειμένου να διαχωριστούν τα συλληφθέντα άτομα βάσει του φύλου. Έμμεσα όμως μέσω της σχέσης του ολικού μήκους και του μήκους L_{pa} (δηλ. από την άκρη του ρύγχους μέχρι το σημείο του εδρικού πτερυγίου) αφενός και το ολικό βάρος αφετέρου μπορέσαμε να υποθέσουμε ποια άτομα ήταν θηλυκά και ποια όχι. Η υπόθεση αυτή βασίζεται στο γεγονός ότι τα θηλυκά αναπτύσσονται σε μεγαλύτερο μέγεθος και είναι πιο εύρωστα από τα αρσενικά, ιδιότητα που απαιτεί την συνεχή διαλογή των κιτρινόχελων κατά την εκτροφή τους σε μονάδες πάχυνσης (FAO 1988, Παναγιωτάκης και συν. 1993 Poole & Reynolds 1996). Συνεπώς τα άτομα που έχουν διαφορετική σχέση TL/L_{pa} και συγχρόνως μικρότερο βάρος θεωρούμε ότι είναι αρσενικά και τα υπόλοιπα θηλυκά. Βάσει αυτού του διαχωρισμού έγινε προσέγγιση και στην κατά βάρος αύξηση των χελιών της λίμνης. Συνεπώς το 13,33% των ατόμων που είχαν μήκος μεγαλύτερο των 62cm και πιθανότατα είναι θηλυκά με μεγάλο ρυθμό ανάπτυξης, σύμφωνα με αναλυτικές μελέτες σε χέλια των νερών της Ιρλανδίας (Poole & Reynolds 1996 & 1998).

Η αλιευτική προσπάθεια (CPUE) κατά την έρευνα απέδωσε 0-8,65 Kg ψάρια/δίχτυ/ νύχτα που αντιστοιχούσε σε 0-19 ψάρια. Οι μεγαλύτερες αποδόσεις (9,3

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ (ΜΕΡΟΣ Γ)

και 19 ψάρια/δίχτυ/νύχτα) παρατηρήθηκαν στις 14/1/02 και 18/12/01 αντίστοιχα, δηλαδή 12 και 13 ημέρες μετά την πανσέληνο. Την δεύτερη ημερομηνία παρατηρήθηκε επίσης αυξημένη θολερότητα μετά από έντονη βροχόπτωση. Μηδενικές αποδόσεις παρατηρήθηκαν τις μέρες της πανσέληνου (30/1/02 και 25/4/02).

B. Αύξηση

Αύξηση κατά μήκος

Εξετάζοντας την σχέση του ολικού μήκους (TL) και του μήκους Lpa, παρατηρούμε ότι αυτό συμβάλλει στην διάκριση των ατόμων που έχουν έντονη κατά μήκος ανάπτυξη από τα υπόλοιπα. Γι' αυτό επιχειρήθηκε η ανάλυση των διαθέσιμων στοιχείων σε αυτή την κατεύθυνση. Στην προκείμενη περίπτωση έγινε έλεγχος στο σύνολο του δείγματος και μετά έγινε διαχωρισμός στα άτομα που είχαν διαφορετική ανάπτυξη θεωρώντας, όπως προαναφέρθηκε, ότι αφορούν άτομα διαφορετικού φύλου και βρέθηκαν οι ακόλουθες γραμμικές σχέσεις, βάσει της συνάρτησης $Y = a + b X$, όπου X το μήκος Lpa και b ο συντελεστής διεθύνσεως, που εκφράζει την σταθερή σχέση, σε cm ή mm, μεταξύ των δύο μηκών κάθε φορά:

Πίνακας 17 : Κατά μήκος αύξηση γελιών βάσει γραμμικής σχέσης TL/Lpa.

Σχέση TL → Lpa	Φύλο	εξίσωση	Εποχή (μήνας)
TL= 48-68 cm	Αρσενικά	TL=0,524* Lpa-6,011	Δεκεμβ01
TL= 51-71 cm	Θηλυκά	TL=0,371* Lpa-4,071	
TL= 42-65 cm	Αρσενικά	TL=0,224* Lpa+ 6,224	Ιαν 02
TL= 49-67 cm	Θηλυκά	TL=0,366* Lpa+3,40	
TL= 43-54 cm	Αρσενικά	TL=1,036* Lpa+ 15,062	άνοιξη 02
TL= 51-65 cm	Θηλυκά	TL=0,86* Lpa-10,991	

Το εύρος των μηκών των ψαριών που αλιεύτηκαν δίνεται επίσης στον παραπάνω πίνακα. Έχοντας υπόψη τις έρευνες των Han *et al.*(2001) σε ευρωπαϊκά χέλια που αναφέρουν ότι αυτά είναι ώριμα σε μήκος 35-41cm (για τα αρσενικά) και 54-61cm (τα θηλυκά) και σε ηλικίες 6-9 και 8-12 ετών αντίστοιχα, διακρίνουμε ότι αφενός τα αρσενικά του Κουρνά κατά πάσα πιθανότητα ανήκουν όλα στα ώριμα

άτομα, ενώ στα θηλυκά, τα μικρότερα (<54cm) ίσως να μην έχουν φτάσει σε γεννητική ωριμότητα.

Αύξηση κατά βάρος

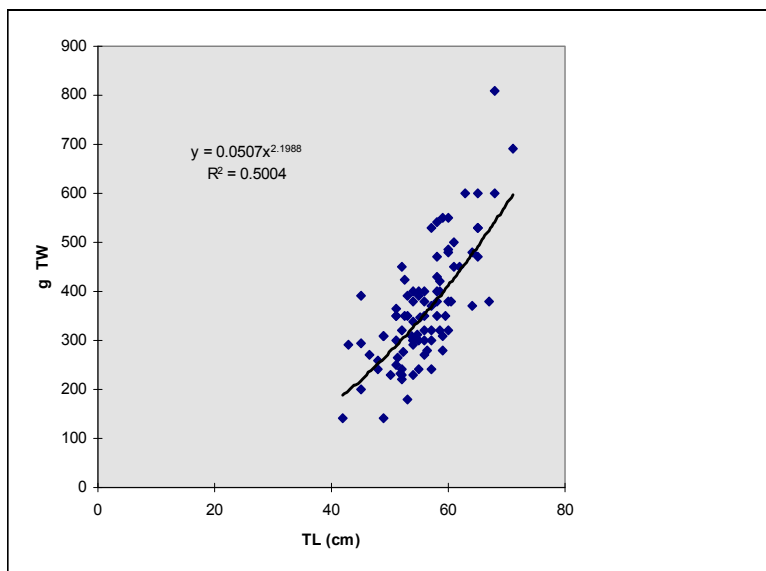
Η σχέση μήκους - βάρους σώματος των ψαριών μπορεί να εκφραστεί πολύ ικανοποιητικά με την εκθετική συνάρτηση $W = a L^b$ σύμφωνα με τον Le Green, όπου a =σταθερά εξαρτώμενη από τη φυσική κατάσταση του ψαριού. Η ίδια σχέση χρησιμοποιείται συχνά και με την λογαριθμοποιημένη μορφή της,

$\log W = \log a + b \log L$ όπου b ο συντελεστής παλινδρόμησης της εξίσωσης αυτής (Τριχοπούλος 1975, Τσιμενίδης 1993, Αποστολοπούλου 1980).

Στον πίνακα 18 δίνονται συνοπτικά οι αριθμητικές τιμές της παραπάνω εξίσωσης σε δείγματα κατά εποχή με τιμές ολικού βάρους (TW) στο σύνολο πληθυσμού και ξεχωριστά κατά φύλο.

Η σχέση μήκους-βάρους για όλο το δείγμα (n=137) ήταν $TW = 0,0507 * TL^{2,1988}$ με $R^2 = 50\%$ (εικόνα 17).

Συνεπώς όλα τα εξαλιευθέντα άτομα ήταν είτε ώριμα και δεν μπορούσαν να μεταναστεύσουν λόγω φυσικών εμποδίων, είτε καθυστερούσε η ωρίμανση ή η σωματική τους ανάπτυξη λόγω του κλίματος και των τροφικών συνθηκών που επικρατούν στη λίμνη.



Εικόνα 17 : Σχέση TW/TL για το σύνολο του διαθέσιμου δείγματος γελιών

Σύμφωνα όμως με την υπόθεση με την οποία διαχωρίστηκαν τα δείγματα κατά φύλο, τα δεδομένα αποκτούν διαφορετική εικόνα αύξησης. Επισημαίνεται ότι η

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ (ΜΕΡΟΣ Γ)

ανάλυση για τα δείγματα Μαρτίου, Απριλίου και Μαΐου'02 έγινε ενιαία λόγω του μικρού αριθμού των ατόμων. Δεδομένου του μικρού αριθμού συλλήψεων, ο αριθμός των αρσενικών αποδεικνύεται πολύ μικρός για αξιόπιστη ανάλυση. Γι'αυτό παρατηρείται ο συντελεστής b να είναι πολύ χαμηλότερος από το αναμενόμενο(<<2):

Πίνακας 18 : Τιμές συντελεστών a & b της κατά βάρος αύξησης κατά εποχή και μήνα.

Εποχή	φύλο		a	b	R ²
Χειμώνας 2001-2					
Δεκ01	Αρσ.+ θηλ.	TW	0,0438	2,263	0,61
	Αρσεν.	TW	0,0151	2,542	
	Θηλυκά	TW	0,0024	2,948	
Ιαν 02	Αρσ.+ θηλ.	TW	0,0016	3,001	0,75
	Αρσεν.	TW	0,026	2,89	
	Θηλυκά	TW	0,0006	3,262	
Άνοιξη 02	Αρσ.+ θηλ.	TW	2,275	1,278	0.428
(Μαρτιος-Απρίλιος-Μάιος (*))	Αρσεν.	TW	3,3198	1,2051 (**)	
	Θηλυκά	TW	0,0013	3.1107	
Απρίλιος '00	Αρσ.+ θηλ.	TW	0,0978	2,073	0.70
Σύνολο δείγματος	Αρσ.+ θηλ.	TW	0,051	2,199	0.50
(*)- (**) μικρό n					

Από την παραπάνω ανάλυση (πίνακα 18), παρατηρούμε ότι ο διαχωρισμός των ατόμων με την θεωρία του έμμεσου προσδιορισμού του φύλου των δειγμάτων, έχει πιο λογική αλλομετρική αύξηση με τις τιμές του b να κυμαίνονται από 2,54-2,89 τον χειμώνα στα αρσενικά και 2,95-3,26 στα θηλυκά. Την άνοιξη που η συμπεριφορά των ατόμων διαφοροποιείται διατροφικά και αναπαραγωγικά έχουμε σαφή αλλομετρική ανάπτυξη με τιμές του b πολύ χαμηλές 1,28-2,07 στην ανάλυση του μικτού δείγματος. Όταν γίνεται όμως ο διαχωρισμός των φύλων βάσει του έμμεσου προσδιορισμού που περιγράψαμε, τότε στο δείγμα των θηλυκών με τον ικανό αριθμό η τιμή του β είναι 3,11 δηλ. κοντά στο 3 της ισομετρικής ανάπτυξης.

Γ. Διατροφή

Στη λίμνη η ανάλυση των στομαχικών περιεχομένων σε μικρό δείγμα κιτρινόχελων (n=33) από συλλήψεις κατά την διάρκεια της άνοιξης (Απρίλιος'00) και του Χειμώνα (Φεβρουάριος'03) κατέγραψε ως κύρια τροφή 3 είδη γαστερόποδων,

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ (ΜΕΡΟΣ Γ)

την γαριδούλα της λίμνης (*P. antennarius*) και πλατυέλμινθες (*Turbelaria*) μαζί με υπολείμματα φυτικής ύλης και νηματοειδών φυκών.

Αναλυτικά η ποιοτική σύνθεση της τροφής δίνεται στον ακόλουθο πίνακα 19:

Πίνακας 19: Αριθμός εξετασθέντων στομάχων και δείκτης κενότητας (Άνοιξη του 2000)

	<i>n</i>	κατά φύλο
Εξετασθέντες στομάχοι	15	A/Θ
Κενοί στομάχοι	3	2+1
Στόμαχοι περιέχοντες τροφή	15	
	V (%)	%
Ποσοστό % κενών στομάχων (V)	20	15 +5
Ποσοστό % στομάχων μετά τροφής	80	

Πίνακας 20 : Αριθμός εξετασθέντων στομάχων και δείκτης κενότητας (Χειμώνα' 03)

	<i>n</i>	κατά φύλο
Εξετασθέντες στομάχοι	18	A/Θ
Κενοί στομάχοι	0	
Στόμαχοι περιέχοντες τροφή	18	
	V (%)	%
Ποσοστό % κενών στομάχων (V)	0	0
Ποσοστό % στομάχων μετά τροφής	100	

Πίνακας 21: Ποιοτική σύνθεση τροφής χελιών στη λίμνη Κουρνά κατά κατηγορία τροφής και εποχή σε δείκτες κατά Hureau (1966)

ΕΠΟΧΗ	ΑΝΟΙΞΗ	<i>n=18</i>	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	<i>n=12</i>
Είδος τροφής	<i>N</i>	<i>f</i>	<i>N</i>	<i>f</i>
Γαρίδα (<i>P. Antennarius</i>)	14	66,7	6	50
Φυτικά τμήματα- φύκη	12	55,5	9	75
Αβγά από ψάρια (πιθανόν χρυσόψαρου)	2	11	0	0
<i>Turbelaria</i>	8	44,4	0	0
Γαστερόποδα <i>Theodoxus</i> <i>saulkii</i>)κ.ά	6	33,3	6	50
Οστρακώδη	0	0	6	50
Ισόποδα/αμφίποδα	2	11,1	0	0
Νηματώδεις	2	11,1	2	16,66
Απροσδιόριστη χωνεμένη τροφή	6	33,3	3	25

Παρατηρώντας τα στοιχεία της ποιοτικής σύνθεσης της λείας των χελιών, διαπιστώνουμε ότι ο κύριος και πιο εύκολος στόχος είναι αφενός οι γαριδούλες, αφ' ετέρου τα διάφορα είδη γαστερόποδων που ενδημούν στην λίμνη, προσκολλημένα κυρίως στην υδρόβια υφυδάτια βλάστηση. Αυτό εξηγεί και το μεγάλο ποσοστό φυτικών υπολειμμάτων ή επιφυτικών και περιφυτικών νηματοειδών χλωροφυκών στο στομάχι τους.

Δ. Οικολογία

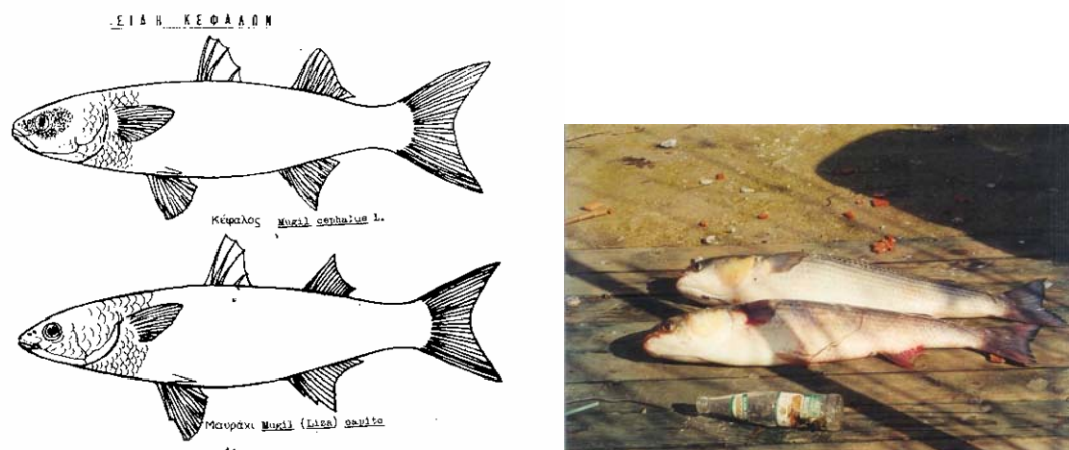
Συμπερασματικά τα χέλια που φτάνουν στην δυτική Κρήτη σε μέγεθος περίπου 60mm ανεβαίνουν τα ποτάμια, όταν αυξηθεί η θολερότητα του νερού, προσελκυσμένα πιθανά από γαιώδεις οσμές που αποκτά αυτό από τις εκπλύσεις των εδαφών (Sola 1995), από τα τέλη φθινοπώρου μέχρι την άνοιξη (περίοδος βροχοπτώσεων). Ακόμη τυχόν οσμές από ρύπους ελαιουργείων ή άλλες τοξικές ουσίες αποθαρρύνουν εντελώς την άνοδο ή και παραμονή των χελιών στα ποτάμια αυτά της περιοχής Γεωργιούπολης, με αποτέλεσμα να μειώνεται σημαντικά το απόθεμα που φτάνει τελικά στην λίμνη (Τίγκιλης και συν. 2005). Στις εκβολές των ποταμών αυτών αφού τραφούν και αναπτυχθούν μέχρι τα 15cm κινούνται ανάντη, γεγονός που έχει εντοπιστεί κι αλλού (Νταουλάς και συν. 2000).

Η αναχώρησή τους για την θάλασσα στην Κρήτη συμβαίνει μέρες βροχερές (Τίγκιλης 1999). Η παρατήρηση αυτή φαίνεται να σχετίζεται με τις έντονες αλλαγές στην ατμοσφαιρική πίεση τις βροχερές ημέρες, όπως αναφέρουν οι Okamura *et al.* (2002). Αυτό εξηγεί και τον μεγαλύτερο αριθμό συλλήψεων στην λίμνη τις μέρες που είχαν προηγηθεί βροχές.

➤ *Liza ramada* (L.) (Mugilidae) κοινός κέφαλος ή μαυράκι ή γεράνι ή λάφκινος

1. ΓΕΝΙΚΑ

Το είδος ανήκει στην οικογένεια των Κεφαλοειδών (Mugilidae). Αν και γνωρίζουμε την ύπαρξη της οικογένειας αυτής στα νερά και τις λιμνοθάλασσες της Μεσογείου (Blanc *et al.* 1971, Muus & Dahlstroem 1971) προ πολλού, εντούτοις συστηματικές καταγραφές για την παρουσία των επιμέρους ειδών δεν έχει γίνει μέχρι τώρα στα εσωτερικά νερά της Κρήτης. Πρόσφατα μόνο στα πλαίσια μιας μελέτης για την επίδραση περιβαλλοντικών παραγόντων στην ανάπτυξη παρασιτώσεων σε ψάρια από μεσογειακές χώρες (Ιταλία, Ελλάδα, Ισραήλ και Αίγυπτο), γίνεται μια έμμεση πρώτη καταγραφή κάποιων Κεφαλοειδών (Τίγκιλης 1999, από Plaitou *et al.* 1995). Επίσης σύμφωνα με την ίδια βιβλιογραφική ανασκόπηση και τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν για τα εσωτερικά νερά της βόρειας Κρήτης αναφέρεται η παρουσία των ειδών 1) *Liza ramada* κν. μαυράκι 2) *Liza aurata* κν. μυξινάρι 3) *Liza saliens* κν. γάστρος ή ψωμόνι 4) *Chelon labrosus* κν. βελάνιτσα ή χειλονάρι σε εκβολικά συστήματα ποταμιών ή χειμάρων (Τίγκιλης 2000).



Εικόνα 18: Τα 2 είδη κεφαλοειδών που επιβιώνουν σε γλυκά νερά για μακρύ διάστημα. Πάνω ο κοινός κέφαλος και κάτω το μαυράκι (από Ανανιάδη 1978) Φωτο γραφία: κέφαλοι – μαυράκια από την λίμνη (Δεκ. 2001)

Κατά την επικρατούσα άποψη τα είδη της οικογένειας αυτής δεν αναπαράγονται μέσα σε γλυκά ή υφάλμυρα νερά αλλά στα ρηχά παράκτια νερά μετά την σεξουαλική τους ωρίμανση σε ηλικία 5-8 ετών, απελευθερώνοντας πελαγικά αβγά. Τα είδη αυτά ως διάδρομα, τα συναντάμε το καλοκαίρι συνήθως σε εκβολικά

οικοσυστήματα ή λιμνοθάλασσες με πυκνή βλάστηση και μαλακό υπόστρωμα, την περίοδο που το νερό έχει θερμοκρασίες 8-24°C (Muus & Dahlstroem 1971, Ανανιάδης 1979, Μπαλτάς και συν. 2000, Χώτος και συν. 2000, Βιδάλης και συν. 2001, Blanco *et al.* 2003).

2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σύμφωνα με πληροφορίες που συλλέχτηκαν από αλιείς της περιοχής Γεωργιούπολης, στις αρχές της δεκαετίας του '80, μεταφέρθηκαν από τον ποταμό που εκβάλλει στη περιοχή σημαντικός αριθμός κεφαλόπουλων. Σύμφωνα με τις ίδιες μαρτυρίες ένα σημαντικό ποσοστό εξ αυτών επέζησε και συνέχισε να διαβιεί στη λίμνη. Την παρουσία Κεφαλοειδούς βάρους 1,9 Kg επιβεβαιώνει κι ο Κατσαδωράκης (1985). Στην ίδια έρευνα γίνεται αναφορά για την ύπαρξη κεφάλων μεγάλου βάρους (μέχρι και 8 Kg) στη λίμνη, προ του 1945.

Όμως σχετικά με την παρουσία ατόμων της οικογένειας αυτής έχουμε να παρατηρήσουμε ότι ανάλογα με την εποχή που έχουμε σημαντικές βροχοπτώσεις στην περιοχή, τότε ενδέχεται να έχουμε υπερχειλίση του μικρού φράγματος στη θέση εκροής της λίμνης. Έτσι επιτυγχάνεται και η επικοινωνία της λίμνης με την θάλασσα, για όσο διάστημα υπάρχει συνεχής ροή του χείμαρρου Δέλφινα. Την υπόλοιπη περίοδο κεφαλόπουλα παρατηρήθηκαν μόνο σε απόσταση 500m από την θάλασσα, σε παραπόταμους με τρεχούμενα νερά από αναβλύσεις. Αν αυτό συνδυαστεί και με την εποχή που παρατηρείται αυξημένη αφθονία γόνου κεφαλοειδών στα παράλια της Ανατολικής Μεσογείου, τότε εύκολα μπορούμε να συμπεράνουμε τα είδη κεφάλων που αναμένεται να βρεθούν μέσα στη λίμνη, αλλά και να επιβιώσουν για πολλά χρόνια. Κι αυτό διότι μόνο το μαυράκι (*Liza ramada*) κι ο κοινός κέφαλος (*Mugil cephalus*) μπορούν να επιβιώσουν επί μακρόν σε νερά μικρής αλατότητας όπως το νερό της λίμνης (S= 0.5-1 ppt) (Ρογδάκης & Δημητρίου 2000, Μίνος και συν. 2000) (εικ.18).

Στην λίμνη όμως επιβεβαιώθηκαν και τα εξής:

- Την περίοδο από 1999-2004 υπήρχαν λιγοστά Κεφαλοειδή βάρους άνω των 2 Kg εκ των οποίων έγινε σύλληψη 3 ατόμων τον Δεκέμβριο του 2001 με δίχτυ μανωμένο και ανοίγματος 22-24 mm.
- Τα δείγματα αυτά μετά από τον μορφολογικό έλεγχο των πυλωρικών τυφλών και των εξωτερικών χαρακτηριστικών σύμφωνα με τις κλειδές του Cambrony

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ (ΜΕΡΟΣ Γ)

(1984) διαπιστώθηκε ότι ανήκουν μόνο στο είδος *Liza ramada* (βλ. φωτογραφία)

➤ Τα ψάρια είχαν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

FL (cm)	TL (cm)	H (cm)	Lc (cm)	Lpa (cm)	Oh (cm)	TW (g)	Ηλικία (y) (*)
54.5	58	11	11	33.5	1.5	1900	12?
67.5	71	14.5	14.7	41	2	3840	12-14?
68	70.5	13	14.5	41.5	2.2	3200	16-18?
							(*) οι δακτύλιοι στα λέπια δεν ήταν εντελώς διακριτοί

➤ Την άνοιξη του 2004 ήταν αισθητή η παρουσία κεφαλόπουλων στη ρηχή ζώνη, τα οποία μετά από 2 μήνες «εξαφανίστηκαν» και δεν επανεμφανίστηκαν.

Στην λίμνη όμως επί σειρά ετών και μετά το 1962 που ολοκληρώθηκε η κατασκευή του μικρού φράγματος η επικοινωνία αυτή είχε διακοπεί. Κι αυτό εξ αιτίας των περιορισμένων σε διάρκεια βροχοπτώσεων, που δεν επέτρεπαν για μακρό χρονικό διάστημα την υπερχειλίση και ροή νερού από την λίμνη προς την θάλασσα. Έτσι τα ψάρια δεν είχαν τον επαρκή χρόνο να «ανέβουν» τον χείμαρρο, ώστε να εισέλθουν στη λίμνη. Τον χειμώνα όμως του 2004 (Φεβρουάριο-Μάρτιο) είχαμε πλημμυρικές βροχοπτώσεις με αποτέλεσμα να δοθεί ο απαιτούμενος αυτός χρόνος ανόδου στα κεφαλόπουλα. Έτσι εξηγείται η παρουσία κοπαδιών νεαρών κεφάλων στην παράλιο ζώνη (σταθμός A/D) τον Απρίλιο και Μάιο '04 μετά από πολλά χρόνια.

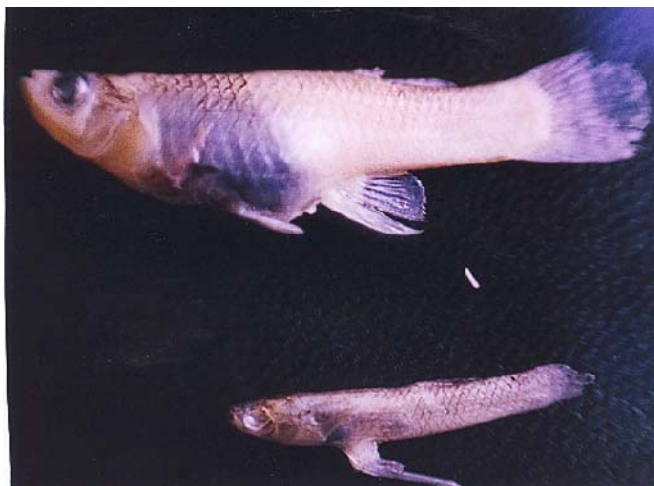
Διατροφή

Σε όλα τα άτομα η στομαχική ανάλυση έδωσε μεγάλη παρουσία : i) τεμαχίων υδρόβιας βλάστησης με detritus, ii) μεγάλων Διατόμων της οικογένειας Pennales (που κατά κανόνα τα συναντάμε ως περίφυτο), iii) μεμονωμένων ατόμων κωπηπόδων και ισοπόδων ή αμφίποδων.

Το εύρημα αυτό συμφωνεί με τις βιβλιογραφικές αναφορές για διατροφή άλλοτε με νηματοειδή φύκη και μεγάλα διάτομα περίφυτου και detritus (χειμώνα), κι άλλοτε με μικρούς πλαγκτονικούς ή βενθικούς οργανισμούς και προνύμφες εντόμων (Odum 1967, Gilbert *et al.* 1996, Torras *et al.* 2000, Kraiem *et al.* 2001, Blanco *et al.* 2003, Murenu *et al.* 2004).

Γ. ΕΙΣΑΧΘΕΝΤΑ ΕΙΔΗ

- *Gambusia (affinis) holbrooki* (Girard 1859) (κοινώς Γαμβούσια ή Κουνουπόψαρο)



Φωτογραφία : Διακρίνεται άτομο θηλυκό (άνω) και αρσενικό (κάτω) κουνουπόψαρων.

1. ΓΕΝΙΚΑ

Το είδος ανήκει στην οικογένεια των Poeciliidae και έχει προέλευση την περιοχή Φλόριδας Β. Αμερικής (ΗΠΑ). Στην Ελλάδα εισάχθηκε από την Ιταλία, όπου είχε μεταφερθεί στις αρχές 20^{ου} αι. Από την Ιταλία ήρθε στην Ελλάδα με πρωτοβουλία των Κρατικών Υγειονομικών Αρχών το 1927 πρώτα στη περιοχή Μακεδονίας και Θράκης και κατόπιν νοτιότερα.

Στην Κρήτη εισήχθηκε το 1937 από την Επιθεώρηση Καταπολέμησης της Ελονοσίας που είχε δημιουργηθεί από την Υγειονομική Σχολή Αθηνών. Γι' αυτό τον λόγο κατασκευάστηκαν σε τρεις πόλεις της Κρήτης (Χανιά, Ρέθυμνο και Ηράκλειο) ειδικές δεξαμενές για την διατήρηση πληθυσμών του είδους και την συνεχή διασπορά τους σε περιοχές με έλη και τενάγη, όπου ενδημούσαν οι ανωφελείς κώνωπες (Livadas & Sphangos 1941).

Η διασπορά του είδους εφαρμόστηκε κυρίως σε περιοχές γύρω από πόλεις ή κομποπόλεις που μαστίζονταν μέχρι τότε από την ελονοσία. Μετά το 1945, η χρήση του DDT στην καταπολέμηση των κουνουπιών, οδήγησε σε εγκατάλειψη της αξιοποίησης του κουνουπόψαρου. Διατηρήθηκε όμως μικρός πληθυσμός στην Υγειονομική Υπηρεσία Ηρακλείου μέχρι το 1997. Στη περιοχή Χανίων εμπλουτισμοί έγιναν μετά βεβαιότητας στο έλος της Αγιάς και στη περιοχή της λίμνης Κουρνά και

στα νερά Αλμυρού Γεωργιούπολης, όπου το συναντάμε μέχρι και σήμερα (Livadas & Sphangos 1941, Τίγκιλης 1999 & 2000).

Το μικρόσωμο αυτό είδος εμφανίζει χαρακτηριστικό φυλετικό διμορφισμό με σαφή σωματική υπεροχή του θηλυκού (βλ. φωτογραφία). Στη βιβλιογραφία αναφέρεται με μέγιστο μήκος (TL) θηλυκού τα 8cm και αρσενικού τα 3,5cm. Θεωρείται ποταμόδρομο ψάρι των υφάλμυρων και γλυκών νερών, με αντοχή σε pH=6-8,8 και Tw=15-35°C. Εξαπλώνεται στα εύκρατα κλίματα με μεγάλη και πολλαπλή αναπαραγωγική ικανότητα, όντας ωζωοτόκο (Page & Burr 1991, Riehl & Baensch 1991). Όμως η προσαρμογή του στον Κουρνά που το χειμώνα η Tw κυμαίνεται από 11-13°C, επιβεβαιώνει την ικανότητα επιβίωσης του και σε χαμηλότερες θερμοκρασίες.

Συχνά το είδος στην βιβλιογραφία συγγέεται με το συγγενές και σχεδόν όμοιο *G. affinis*. Τα 2 είδη παλαιότερα θεωρούνταν υποείδη του ίδιου είδους και γι' αυτό αναφέρονταν όλα ως *G. affinis*. (Garcia-Berthou 1999).

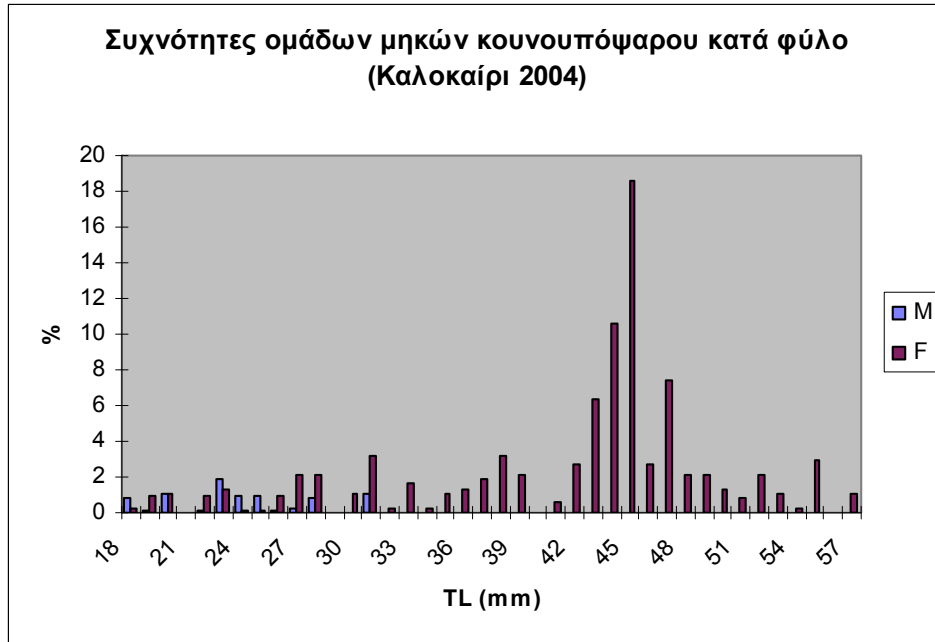
Κατά την παρούσα έρευνα διευκρινίστηκε ότι κανένα άτομο κουνουπόψαρου της λίμνης δεν ανήκει στο *G. affinis*. Η διακρίβωση έγινε με το πλέον εύκολο κριτήριο που προτείνουν οι Κούτσικος & Κομματάς (2005) και βασίζεται στην ύπαρξη ακάνθων στην άκρη του γονοπόδιου της *G. holbrooki*. Το χαρακτηριστικό αυτό σε συνδυασμό με την εύκολη επιλογή των αρσενικών ατόμων λόγω του παρατηρούμενου έντονου διμορφισμού στην οικογένεια αυτή (Parker 1992), οδηγεί στην ταχύτατη ταυτοποίηση και διόρθωση των προγενέστερων αναφορών (Muus & Dahlstroem 1971, Kitching *et al* 1976, Κατσαδωράκης 1985, Τίγκιλης 2000).

2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

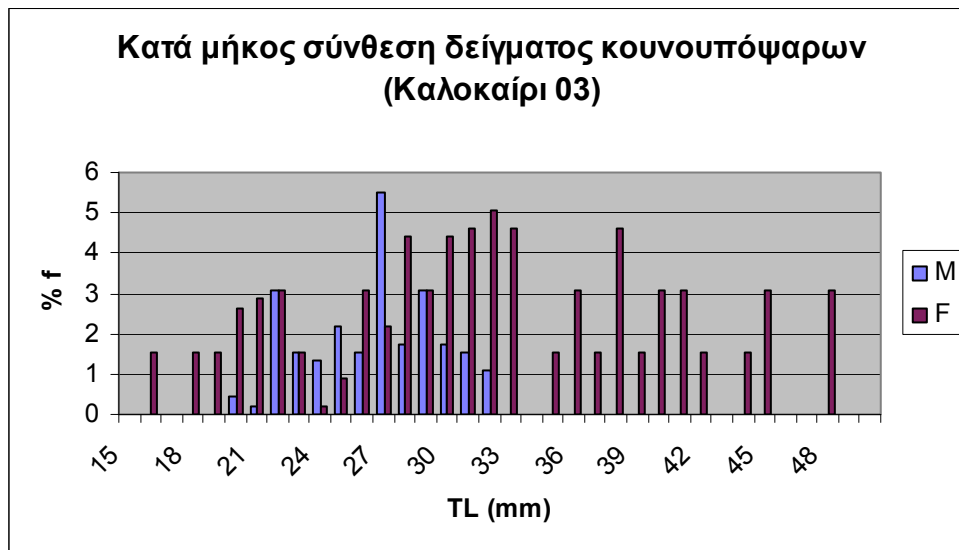
Α. Δομή πληθυσμού

Κατά μήκος σύνθεση

Η κατά μήκος σύνθεση των αρσενικών και θηλυκών ατόμων του είδους για δύο εποχές δειγματοληψίας και με 2 διαφορετικά εργαλεία συλλογής, δίνεται στις εικόνες 19,20,21 με το σύστημα συχνοτήτων ομάδων μηκών όπως καθιερώθηκε από τον Petersen και περιγράφουν οι Τσιμενίδης (1993) και King (1995).



Εικόνα 19: Καλοκαιρινή κατά μήκος σύνθεση δείγματος από κουνουπόψαρο (2004).



Εικόνα 20: Καλοκαιρινή κατά μήκος σύνθεση δείγματος από κουνουπόψαρο (2003).

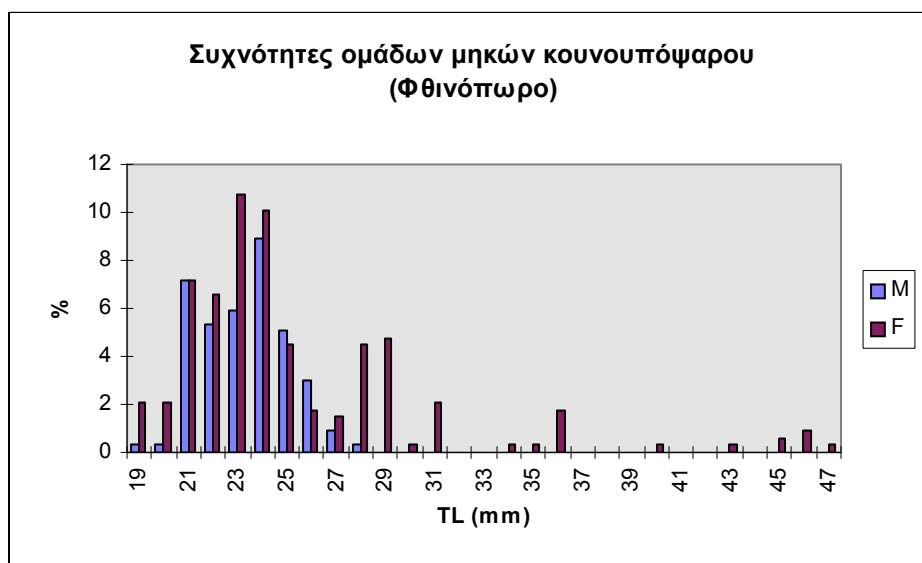
α) Την περίοδο του καλοκαιριού με τις υψηλότερες θερμοκρασίες , παρατηρούμε τα εξής :

- Περιορισμό των αρσενικών σε μικρά μεγέθη (μήκη 19-28 mm), που ήταν αναμενόμενο λόγω του διαφορετικού μεγέθους των 2 φύλων.

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ (ΜΕΡΟΣ Γ)

- Η παρουσία των αρσενικών ατόμων είναι εξ ίσου κατανομημένη στα μικρά μεγέθη, με συχνότητες 0.5-2 %.
- Τα θηλυκά άτομα που προσεγγίζουν τα ρηγά την περίοδο αυτή, εμφανίζουν μεγέθη όχι όμοια κατανομημένα με συχνότητες από 0.5-19%. Τα πλέον πολυπληθή είναι τα άτομα με μήκη από 43-47 mm, με συχνότητες από 7-19%.
- Την περίοδο αυτή συναντάμε αρκετά ευμεγέθη άτομα με μήκη μεγαλύτερα των 40 mm, και γενικά τα μήκη εμφανίζουν μεγάλο εύρος (18-57 mm).

β) Την περίοδο του φθινοπώρου (τέλη Σεπτεμβρίου-Νοέμβριο) παρατηρούμε ότι:



Εικόνα 21: Φθινοπωρινή κατά μήκος σύνθεση δείγματος από κουνουπόψαρο (2002)

- Τα αρσενικά διατηρούν την παρουσία τους στο ίδιο εύρος μηκών (19-28 mm) αλλά αυξάνεται σημαντικά η σχετική συχνότητά τους (0.5-9%).
- Αντίθετα στα θηλυκά το εύρος μηκών περιορίζεται σε μικρότερα μεγέθη (19-48mm). Παράλληλα μειώνεται δραστικά η παρουσία μεγάλων ατόμων με TL>40mm και συχνότητες 0.5-1% και αυξάνονται οι συχνότητες των μικρότερων θηλυκών σε 4-11%.
- Είναι εμφανές ότι λόγω του έντονης ανάπτυξης που εμφανίζει το είδος, αφενός ιχθύδια που γεννιούνται στην αρχή της άνοιξης, στρατολογούνται στα σμήνη της παράλιου ζώνης και συλλαμβάνονται σε μεγαλύτερα ποσοστά το φθινόπωρο που η θήρευση έχει μειωθεί.

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ (ΜΕΡΟΣ Γ)

- Τα μεγαλύτερα και συγχρόνως γηραιότερα θηλυκά, την περίοδο αυτή ενδέχεται να έχουν αποβάλλει όλα τα αβγά τους και για λόγους προστασίας να απομακρύνονται από την παράλιο ζώνη για τα βαθύτερα.
- Το γεγονός ότι η γεννητικότητα μειώνεται την εποχή αυτή επιβεβαιώνεται έμμεσα και από τα στοιχεία της αύξησης κατά βάρος.

Σύνθεση κατά ηλικία

Δεν κατέστη δυνατή η μελέτη της σύνθεσης κατά ηλικία του πληθυσμού του κουνουπόψαρου, λόγω της σύντομης διάρκειας ζωής του είδους που δεν ξεπερνά τα 1,5-2 έτη (Garcia-Berthou 1999).

Αναλογία των φύλων

Από την εξέταση της αναλογίας των δύο φύλων στα δείγματα του καλοκαιριού και του φθινοπώρου παρατηρήθηκαν τα εξής:

- Τα θηλυκά άτομα είναι πάντα περισσότερα των αρσενικών με αναλογίες που διέφεραν της θεωρητικής αναλογίας (1:1), γεγονός που ελέγχεται και με την στατιστική μέθοδο του χ^2 ($P < 0,001$)
- Τα θηλυκά κυριαρχούν την θερινή περίοδο έναντι της φθινοπωρινής, όπως περιγράφηκε προηγούμενα κατά εποχή με αναλογίες 1:1.69 και 1:10,75 (ή 1:3) σύμφωνα με τον πίνακα 22.

Πίνακας 22 : Αναλογίες φύλου σε δείγματα πληθυσμού γαμβούσιας 3 διαφορετικές χρονιές και 2 εποχές.

Εποχή	Αριθμός ατόμων (n)	(n)	αναλογία σε απόλυτες τιμές	σε %	έλεγχος χ^2
	Αρσενικά (A)	θηλυκά (Θ)	A/Θ	A/Θ	
Θέρος 2004	64	688	1/10.75	8.5:91.5	517.8 (*)
Θέρος 2003	114	341	1/3.063	25: 75	15,75 (*)
Φθινόπωρο	125	211	1/1.69	37.2:62.8	22.01 (*)
* P< 0.001					

Η επικράτηση των θηλυκών ήταν αναμενόμενη, αφού κατά τους Haynes & Cashner (Garcia-Berthou 1999), τα άτομα στην οικογένεια των Poeciliidae,

εμφανίζουν έντονο διμορφισμό με τα θηλυκά να είναι μακροβιότερα και συνεπώς με δυσαναλογία υπέρ αυτού του φύλου στους εξεταζόμενους πληθυσμούς.

Ο Garcia-Berthou επίσης αναφέρεται στην μείωση και εξαφάνιση των θηλυκών ατόμων ηλικίας 1+, από την παράλιο ζώνη το φθινόπωρο, μετά την αναπαραγωγική περίοδο, σε μία μεγάλη λίμνη της Καταλωνίας (Ισπανία), όπου μελέτησε το είδος.

Στην λίμνη Κουρνά, η υπέρμετρη αναλογία των θηλυκών έναντι των αρσενικών το καλοκαίρι οφείλεται, εκτός των άλλων λόγων, αφενός στην επιλεκτικότητα του εργαλείου που χρησιμοποιήθηκε σε μεγαλύτερα άτομα παρά σε μικρά, αλλά και στην συγκέντρωση πολλών θηλυκών την κύρια αναπαραγωγική περίοδο στη ρηχή παρόχθια ζώνη. Αυτό διαφαίνεται και στην διαφορά της αναλογίας φύλου μεταξύ του έτους 2003 και 2004.

B. Αύξηση

Κατά τους Bisazza *et al.* (1996) από τον Schultz, τα αρσενικά σταματούν να αναπτύσσονται όταν ωριμάσουν γενετικά και το μέγιστο μέγεθος εξαρτάται από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Όσο αυξάνει ο ανταγωνισμός των αρσενικών ατόμων τόσο αυξάνει και το μέγεθός τους, ενώ ασθενής ανταγωνισμός οδηγεί σε αυξημένη θνησιμότητα και στειρότητα (Parker 1992). Το μεγαλύτερο μήκος των 8cm σε θηλυκό άτομο έχει καταγραφεί σε λίμνη της Αυστραλίας και στο ιρανικό τμήμα της Κασπίας Θάλασσας (Riehl & Baensch 1991).

Σχέση ολικού -σταθερού μήκους

Επειδή πολλοί ερευνητές χρησιμοποιούν άλλοτε το ολικό μήκος (TL) και άλλοτε το σταθερό (SL), δεν είναι εύκολο να συγκρίνονται τα αποτελέσματα. Γι'αυτό σκόπιμο είναι να δίδεται η σχέση μεταξύ αυτών των μεγεθών και οι συντελεστές μετατροπής τους. Σύμφωνα με τον έλεγχο σε μέρος του δείγματος και ξεχωριστά για κάθε φύλο και βρέθηκαν οι ακόλουθες γραμμικές σχέσεις, βάσει της γραμμικής συνάρτησης $Y = a + b X$, όπου X το σταθερό μήκος και b ο συντελεστής διευσθύνσεως, που εκφράζει την σταθερή σχέση μεταξύ των 2 μηκών κάθε φορά:

Αύξηση κατά βάρος

Χρησιμοποιώντας τη σχέση μήκους-βάρους σώματος των ψαριών εκφρασμένη με την εκθετική συνάρτηση $W = a L^b$, (Τριχόπουλος 1975, Τσιμενίδης 1993,

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ (ΜΕΡΟΣ Γ)

Αποστολοπούλου 1980) δίνονται συνοπτικά οι αριθμητικές τιμές της παραπάνω εξίσωσης σε 2 εποχιακά δείγματα μικτού (TW) και καθαρού βάρους (NW) σώματος στο σύνολο του πληθυσμού και ξεχωριστά κατά φύλο στον ακόλουθο πίνακα 24:

Πίνακας 23: Σχέσεις ολικού και σταθερού μήκους στη γαμβούσια Κουρνά.

Σχέση	Φύλο	$Y=a + b X$	R^2
TL/ SL	αρσενικά	$Y= 3.7786 +1.066 X$	0.95
σε mm	θηλυκά	$Y= 0.548 + 1.2263 X$	0.99
	Αρσεν.+ θηλυκά	$Y=1.0132+1.2048 X$	0.97

Πίνακας 24: Αριθμητικές τιμές συντελεστών για την κατά βάρος αύξηση πληθυσμού γαμβούσιας, κατά φύλο και μικτά, μετρούμενοι με το καθαρό ή ολικό βάρος.

Εποχή	φύλο		a	b	R^2	παρατηρηση
Φθινόπωρο 2002	Αρσεν.	TW	$3 * 10^{-6}$	3.3688	0.787	
	Θηλυκά	TW	$8 * 10^{-6}$	3.0366	0.96	
	Αρσ.+ θηλ.	TW	$8 * 10^{-6}$	3.049	0.947	
Ιούνιος 2003	Αρσεν	TW	$3 * 10^{-8}$	4,666	0,661	$\eta \ll$
	Θηλυκά	TW	$2 * 10^{-7}$	4,0423	0,955	
	Αρσ+θηλ.	TW	$2 * 10^{-7}$	4,0413	0,949	
Αύγουστος 2003	Αρσεν.	NW	$4 * 10^{-6}$	3,24	0,92	
	Θηλυκά	NW	$8 * 10^{-6}$	3,1	0,9815	
	Αρσ.+ θηλ.	NW	10^{-5}	2,936	0,923	
Μάιος 2004	Αρσεν	TW	$3 * 10^{-5}$	2,62	0,914	$\eta \ll$
	Θηλυκά	TW	$2 * 10^{-6}$	3,44	0,98	
	Αρσ+θηλ.	TW	$5 * 10^{-6}$	3,19	0,955	
Ιούλιος 2004	Αρσεν.	TW	$3 * 10^{-4}$	1,878	0,99	$\eta \ll$
	Θηλυκά	TW	$2 * 10^{-6}$	3,485	0,981	
	Αρσ + θηλ.	TW	$4 * 10^{-6}$	3,16	0,975	
-«-	Αρσεν.	NW	$7 * 10^{-4}$	1,52	0,84	$\eta \ll$
	Θηλυκά	NW	$3 * 10^{-6}$	3,3	0,987	
	Αρσ.+ θηλ.	NW	$5 * 10^{-6}$	3.2356	0.965	
Αύγουστος 1974	Αρσ + θηλ.	TW	$7 * 10^{-6}$	3,119	0,883	
Αύγουστος 1999	Αρσ + θηλ.	TW	$3 * 10^{-6}$	3,363	0,951	

Το καλοκαίρι που τα περισσότερα θηλυκά έχουν πρόσθετο βάρος από τις γονάδες, η σχέση μεταξύ ολικού μήκους (TL) και βάρους (TW) είναι αλλομετρική (με

τιμή $b > 3$) υπέρ των βαρύτερων ατόμων. Όμως όσο περισσότερα μικρά άτομα συμμετέχουν στο δείγμα (κυρίως αρσενικά), τόσο η ανάπτυξη τείνει σε ισομετρία. Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώνεται συγκρίνοντας και τα καλοκαιρινά δείγματα παλαιότερων ετών (1974, 1999) από τις έρευνες των Kitching *et al.* (1976) και του γράφοντος (1999), όπου διακρίνουμε ότι ο συντελεστής b παίρνει τιμές από 3,12 – 3,36 σε σχέση με τις παραπάνω τιμές στον πίνακα. για τα έτη 2002 και 2004. Το φθινόπωρο όμως η σχέση αυτή μετατρέπεται σε ισομετρική

Γ. Διατροφή

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία το είδος τρέφεται κύρια με χερσαία έντομα του νευστού, μικρό ζωοπλαγκτόν και κουνουποειδή (ώριμα άτομα και λάρβες). Με διαφορετική συμμετοχή της αφθονίας της λείας που σχετίζεται με το περιβάλλον και την εποχή (Page & Burr 1991, Garcia-Berthou 1999). Πάντως πολλοί ερευνητές όπως οι Miura *et al.*, Crivelli & Boy που τους αναφέρει η Garcia (1999) και οι Nagdale & Gupta (2002) θεωρούν το είδος γενικό θηρευτή, με προτίμηση στο ζωοπλαγκτό και εποχιακή θερινή προτίμηση στα έντομα του νευστού. Η απομάκρυνσή του μάλιστα από ένα οικοσύστημα, επηρεάζει θετικά σε μεγάλο βαθμό την αφθονία του ζωοπλαγκτού (Nagdale & Gupta 2002)

Επίσης στα πρώιμα στάδια του γόνου το είδος ανταγωνίζεται άλλα πλαγκτοφάγα ψάρια (όπως η αθερίνα) που συναντώνται στον ίδιο βιότοπο, στην διατροφή με το μικρό ζωοπλαγκτόν (ναύπλιους κωπηπόδων, κωπηποδίτες και τροχόζωα) (Gisbert *et al.* 1995). Ακόμη η Garcia-Berthou (1999) αναφέρει οντογενετική τάση στην διατροφή του από μικρότερη σε μεγαλύτερη λεία (κύρια ώριμα άτομα και λάρβες Chironomus ή Chaoborous).

Ένταση τροφοληψίας

Η ένταση τροφοληψίας, στο είδος αυτό κουνουπόψαρου, εκτιμήθηκε με βάση τις μέσες τιμές που παρουσίασε ο δείκτης πληρότητας (Fullness Index), όπως τον όρισε ο Ricker (1971) και περιγράφουν οι Καραγκίτσου & Τσιμενίδης (1977).

Οι τιμές προέρχονται από τα δείγματα καλοκαιριού (Κ) και τα δείγματα του φθινοπώρου (Φ). Μεταξύ των αρσενικών και θηλυκών οι τιμές δεν διέφεραν σημαντικά. Οι μεγαλύτερες τιμές του δείκτη πληρότητας (FI) παρατηρήθηκαν το καλοκαίρι (100-

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ (ΜΕΡΟΣ Γ)

793) και οι μικρότερες το φθινόπωρο (95-312). Σημειωτέον ότι και οι 2 εποχές ήταν περίοδοι αναπαραγωγής για τα κουνουπόψαρα της λίμνης. Δεν παρατηρήθηκε σημαντική απόθεση λίπους στην εξωτερική επιφάνεια του πεπτικού σωλήνα, φαινόμενο έντονο σε ψάρια εσωτερικών υδάτων (Νταουλάς και συν.1987).

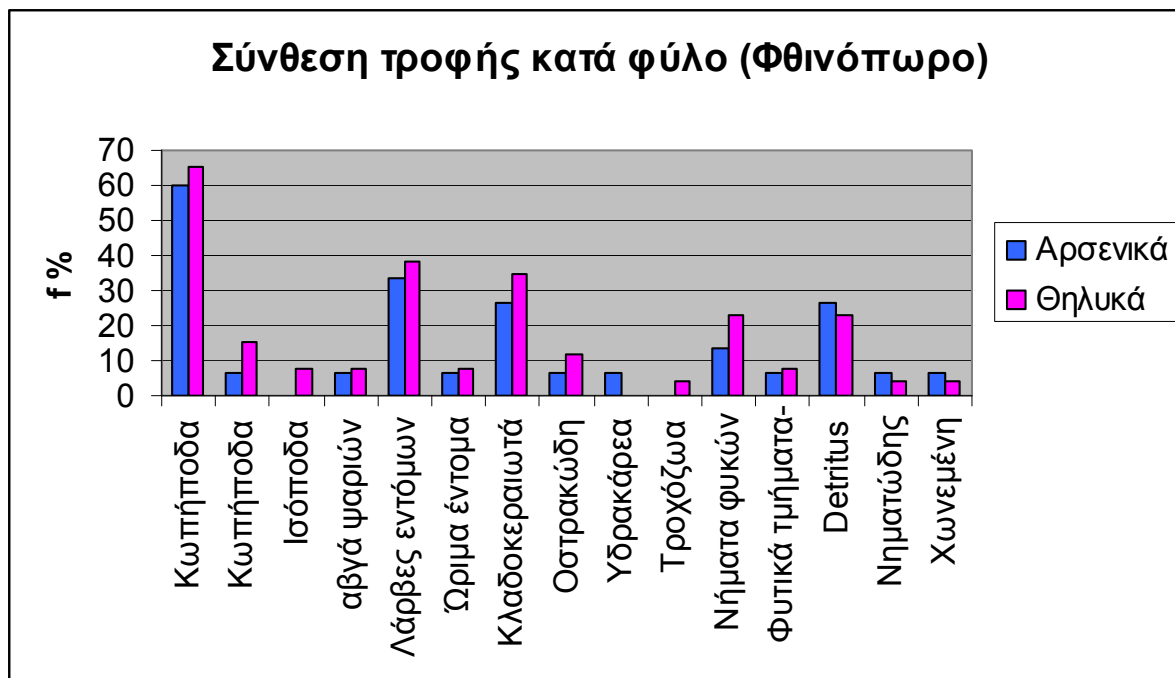
Ποιοτική και ποσοτική σύνθεση ειδών διατροφής

Το φάσμα διατροφής του κουνουπόψαρου που παρατηρήθηκε στη λίμνη Κουρνά ήταν ευρύ. Η ανάλυση στομαχικού περιεχομένου έγινε σε άτομα θηλυκά και αρσενικά ολικού μήκους 18-53mm (βλ. πίνακα 25) δηλ. σε προχωρημένο στάδιο ανάπτυξης, αφού σύμφωνα με την βιβλιογραφία το παρατηρηθέν μέγιστο μήκος (TL max) στα αρσενικά είναι 35mm και στα θηλυκά 80mm (Page & Burr 1991).

Πίνακας 25 : Μέγεθος κατά μήκη ατόμων για στομαχική και γοναδική ανάλυση

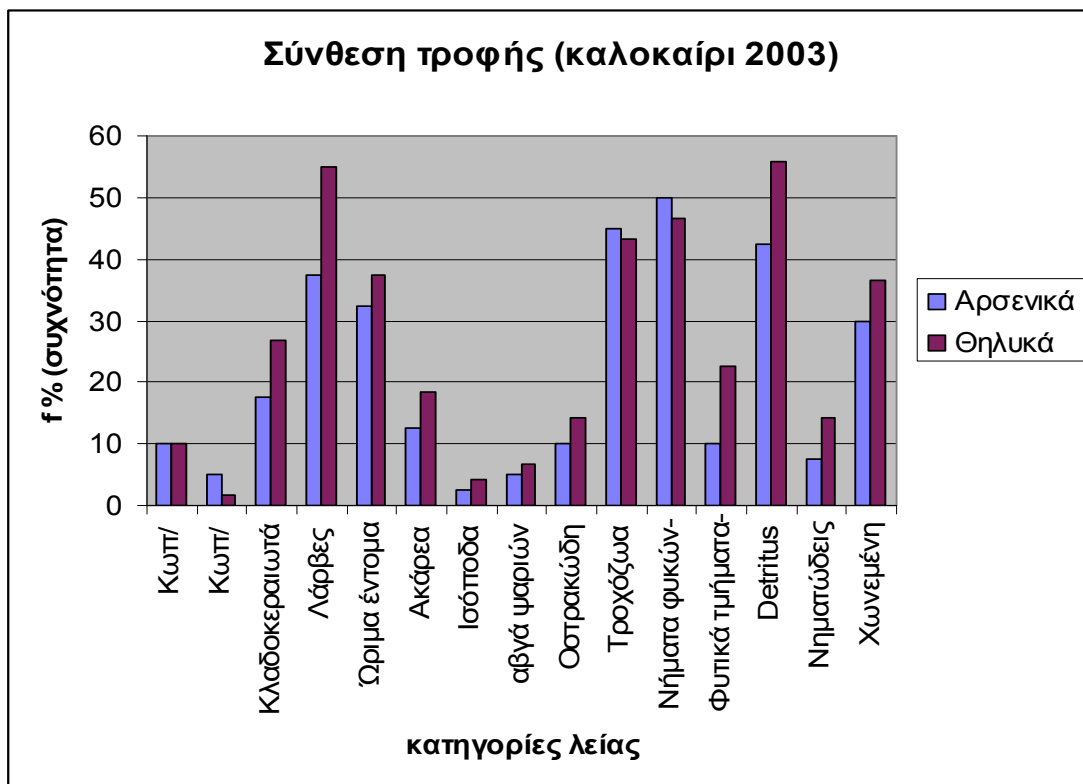
<i>Φύλο</i>	<i>TL (mm)</i>	<i>Εποχή</i>
Θηλυκά	31-53	Καλοκαίρι
Αρσενικά	18-24	-«-
Θηλυκά	19-47	Φθινόπωρο
Αρσενικά	21-27	-«-

Το φάσμα αυτό περιλάμβανε αφενός λείες φυτικές, όπως νήματα κυανοφυκών & χλωροφυκών, διάφορα σπόρια φυκών και φυτών και αφ' ετέρου ζωϊκές όπως κωπήποδα, κλαδοκεραιωτά, οστρακώδη και έντομα.

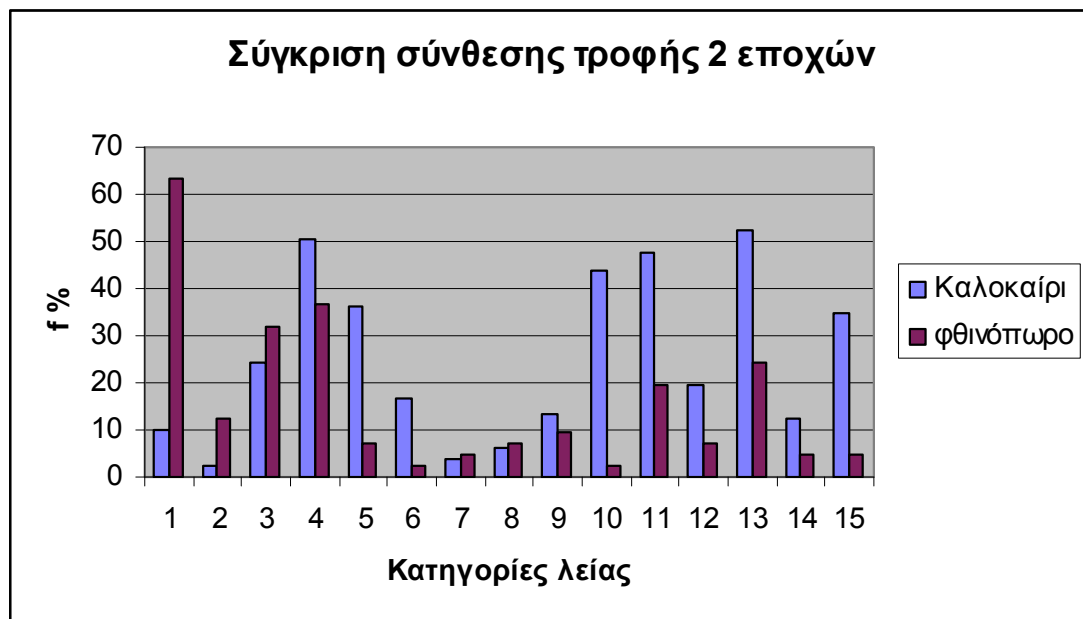


Εικόνα 22: Σύνθεση διατροφής ανά φύλο στο δείγμα γαμβούσιας Φθινοπώρου 2002.

Η τροφή αυτή είναι μεγάλης θρεπτικής αξίας και συνεπώς επαρκής ακόμη κι όταν καταναλώνεται σε μικρά ποσοστά (Νταουλάς και συν.1987 από Ermolin 1981 & Halco 1981). Τα έντομα ήταν είτε σε στάδιο λάρβας, είτε ώριμου ατόμου. Το διατροφικό αυτό «προφίλ» ομοιάζει αρκετά με όσα αναφέρονται στην βιβλιογραφία για κατανάλωση μικρών χερσαίων εντόμων που βρίσκει στην παράλιο, ρηχή ζώνη και ανάμεσα σε υδρόβια φυτά, καθώς και για καταβρόχηση λαρβών κουνουποειδών. (Kitching et al. 1976, Arthington 1989).



Εικόνα 23: Σύνθεση διατροφής ανά φύλο στο δείγμα γαμβούσιας Καλοκαίρι 2003.



Εικόνα 24: Σύγκριση συχνότητας εμφάνισης λείας σε δείγματα καλοκαιρινά και φθινοπωρινά. Κατηγορίες λείας: Κωπήποδα Καλαν=1, Κωπηπ. Αρπακτικ.=2, Κλαδοκερ.=3, Προνομφ εντόμων=4, Ωριμα εντομα=5, Ακάρεια=6, Ισόποδα=7, αβγά ιχθυων=8, Οστρακώδη=9, Τροχόζωα=10, Διάφορα άλγη=11, Φυτικά σπόρια=12, Detritus=13, Νηματούδεις=14, Χωνεμένη τροφή=15.

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ (ΜΕΡΟΣ Γ)

Λόγω σχετικής ομοιότητας της διατροφής μεταξύ των δύο φύλων στην εργασία εξετάζεται συνολικά το ποσοστό συχνότητας ($f\%$), της κάθε λείας κατά Hureau (1966) (από Καραγκίτσου & Τσιμενίδης 1977).

Παρατηρούμε ότι το καλοκαίρι υπάρχει προτίμηση στα έντομα και τις προνύμφες τους, τα τροχόζωα, τα φύκη και το detritus, ενώ κατά το φθινόπωρο γίνεται στροφή προς το μεγάλο ζωοπλαγκτόν (Κλαδοκεραιωτά και Κωπήποδα). Συνολικά παρατηρούμε προτίμηση στις διάφορες μορφές εντόμων με μεγαλύτερη προτίμηση στα προνυμφικά στάδια ($f=43,61\pm 9,93\%$) απ'ότι στα ώριμα άτομα ($f=21,78\pm 20,46\%$). Επίσης παρατηρείται υψηλή συχνότητα των ζωοπλαγκτικών κωπηπόδων, κύρια των Καλανοειδών (ή/και Κυκλοποειδών) ($f=36,7\pm 37,8\%$), των Κλαδόκερων ($f=28,04\pm 5,19$) και των τροχόζωων ($f=23,1\pm 29,2\%$). Το detritus επίσης ($f=38,45\pm 19,9\%$), τα φυτικά ($f=13,35\pm 8,5\%$) και τα φυτοπλαγκτικά ή φυτοβενθικά είδη ($f=33,5\pm 19,8\%$). φαίνεται να παίζουν σημαντικό ρόλο στην διατροφή του είδους.

Πίνακας 26: Μέση συχνότητα λείας στο στομάχι κουνουπόψαρου

Είδος λείας	F	
	mean	stdev
Κωπ/ Καλανοειδή	36,71	37,77
Κωπ/ Αρπακτι/δή	7,348	6,855
Κλαδοκεραιωτά (Chydoridae)	28,04	5,185
Λάρβες εντόμων	43,61	9,928
Ωριμα έντομα	21,78	20,46
Υδρακάρια	9,657	10,21
Ισόποδα	4,314	0,798
αβγά ψαριών (αθερίνας?)	6,784	0,755
Οστρακώδη	11,44	2,382
Τροχόζωα	23,09	29,21
Νήματα φυκών	33,51	19,79
Φυτικά τμήματα-σπόρια	13,35	8,526
Detritus	38,45	19,88
Νηματώδεις (παράσιτο?)	8,689	5,39
Χωνεμένη απροσδιόριστη τροφή	19,94	21,3

Δ. Αναπαγωγή

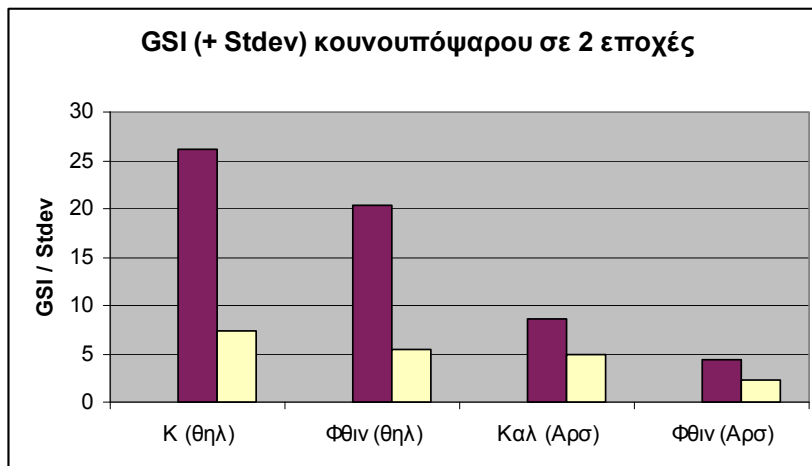
Καθ'όλη την διάρκεια των δειγματοληψιών από τις αρχές καλοκαιριού μέχρι και το φθινόπωρο τα θηλυκά είχαν μέσα τους αβγά. Ιδιαίτερα το καλοκαίρι που η αναλογία

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ (ΜΕΡΟΣ Γ)

των θηλυκών ήταν ιδιαίτερα υψηλή 1/11 η πλειονότητα των ατόμων αυτών ήταν γεννητικά ώριμη .

Τα έτοιμα για εκκόλαψη αβγά έχουν μέγεθος 2 mm περίπου με εμφανή τα μάτια των έμβρυων. Τα δε έμβρυα που πρόκειται να γεννηθούν εμφανίζουν μήκος 5mm.

Στην ανάλυση των γονάδων μέρους του δείγματος διαπιστώθηκε ότι τα θηλυκά άτομα κατά την διάρκεια του καλοκαιριού και φθινοπώρου (μέχρι και Οκτώβριο) έφεραν από 19-44 αβγά/άτομο που βρίσκονταν σε διαφορετικά στάδια ωρίμανσης. Από τον παραπάνω αριθμό τα ώριμα αβγά (τελικό στάδιο), όπου διακρίνονταν οι οφθαλμοί των εμβρύων, αποτελούσαν το 5-100% του συνόλου των αβγών. Οι τιμές αυτές δυνητικής γονιμότητας συμφωνούν με άλλες αναφορές για δυνατότητα παραγωγής 40-60 αβγών περίοδο/άτομο (Page & Burr 1991, Riehl & Baensch 1991).



Εικόνα 25: Τιμές γοναδοσωματικού δείκτη (GSI) σε κάθε φύλο την περίοδο καλοκαιριού & φθινοπώρου.

Υπολογίζοντας τον γοναδοσωματικό δείκτη για τις 2 εποχές και για κάθε φύλο ξεχωριστά, παρατηρούμε ότι :

- 1^{ov}) το καλοκαίρι παίρνει τιμές 26,22 +/- 7,36 για τα θηλυκά και 8,68 +/- 4,87 για τα αρσενικά άτομα.
- 2^{ov}) το φθινόπωρο παίρνει τιμές 20,3 +/- 5,5 για τα θηλυκά και 4,3 +/- 2,3 για τα αρσενικά άτομα..

Τα παραπάνω αποτελέσματα δίνονται στην παραπάνω εικόνα 25, όπου διακρίνουμε μία φθίνουσα πορεία στην αναπαραγωγική δυνατότητα του πληθυσμού, από το καλοκαίρι προς το φθινόπωρο.

➤ ***B. Carassius auratus auratus* (L.) (κοινώς χρυσόψαρο)**



Φωτογραφία: Ωριμο άτομο από δείγμα Μαΐου 2000 στη λίμνη.

1. ΓΕΝΙΚΑ

Το είδος ανήκει στην οικογένεια Cyprinidae με Ιαπωνική προέλευση καλλιεργείται ευρέως σε πολλά μέρη του κόσμου. Τελευταία και στη χώρα μας έχει αναπτυχθεί η έρευνα για την εκτροφή διακοσμητικών ψαριών και ποικιλιών χρυσόψαρου με εντυπωσιακά χαρακτηριστικά. (Βλάχος και συν.2000, Πάσχος και συν.2000). Η μεγάλη προσαρμοστικότητα του είδους σε συνδυασμό με την εύκολη επιβίωσή του σε συνθήκες ενυδρείου, το έχει καταστήσει παγκόσμια μάλιστα των φυσικών υγροτόπων. Σε πολλά μέρη του κόσμου έχει εισαχθεί τυχαία, εξ αιτίας απελευθέρωσης ατόμων από κατόχους ενυδρείων, με αποτέλεσμα σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα στα υδάτινα αυτά οικοσυστήματα (Merrick 1997). Όπως αναφέρουν οι Richarson *et al.* (1995) από τους Walter & Johanson και τους Scott & Crossman, το είδος διαθέτει μεγάλες αντοχές σε έλλειψη οξυγόνου, παρατεταμένη ανοξία και είναι παμφάγο.

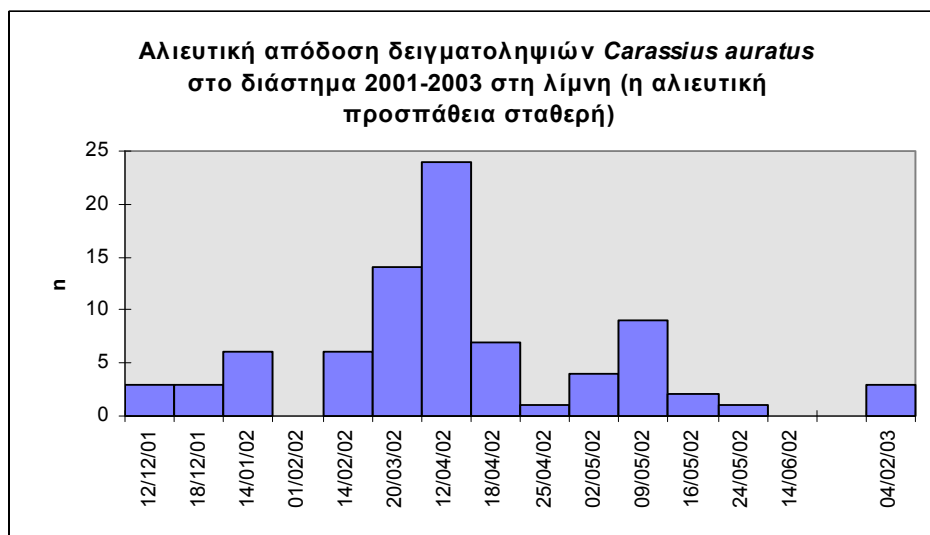
Η παρουσία του στη λίμνη είχε εντοπιστεί περίπου την περίοδο 1997-98, από κατοίκους της περιοχής, αλλά επίσημα επιβεβαιώθηκε με συλλήψεις ατόμων το έτος 2000 (Τίγκιλης και συν. 2001).

2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Κατά το διάστημα Δεκεμβρίου'01-Ιουνίου'02, προκαταρκτική έρευνα για τον προσδιορισμό της δυναμικής του πληθυσμού του είδους και την λήψη μέτρων ελέγχου, έδωσε τα εξής αποτελέσματα:

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ (ΜΕΡΟΣ Γ)

- Προς το παρόν το ψάρι δεν εμφανίζει ιδιαίτερη εξάπλωση, όπως αναμενόταν, διότι φαίνεται ότι ελέγχεται σημαντικά από τον πληθυσμό των χελιών αλλά και τους πληθυσμούς της ψαροφάγου ορνιθοπανίδας όπως ο κορμοράνος (*Phalacrocorax carbo*). Οι επόμενες γενιές όμως που θα προσαρμοστούν στην άγρια ζωή, ενδέχεται να μειώσουν την φυσική θνησιμότητά τους.
- Την υπόθεση της αυξημένης φυσικής θνησιμότητας από τα υδρόβια πτηνά την βασίζουμε στην αύξηση της παρατηρούμενης παρουσίας κορμοράνων στη λίμνη την τελευταία δετία, που συμπίπτει και με την εισαγωγή το είδους αυτού (Δρετάκης 2006, αδημοσίευτα στοιχεία)
- Η αλίευση του χρυσόψαρου είναι επιτυχής τους θερμούς μήνες της άνοιξης που ανέρχεται στα ανώτερα στρώματα για αναπαραγωγικούς λόγους (Λεονάρδος και συν. 2001, Πάσχος και συν. 2000)
- Τις ημέρες 30/1/02 και 25/4/2002 με πανσέληνο, οι συλλήψεις ήταν μηδαμινές όπως και στο χέλι..
- Η αλιευτική δειγματοληψία δεν συνεχίστηκε το καλοκαίρι για προληπτικούς λόγους, επειδή την περίοδο αυτή πολλοί επισκέπτες κολυμβούν την νύχτα, οπότε η χρήση διχτυών κρίθηκε επικίνδυνη.



Εικόνα 26 : Χρονική κατανομή συλλήψεων χρυσόψαρου το διάστημα 2001-2003.

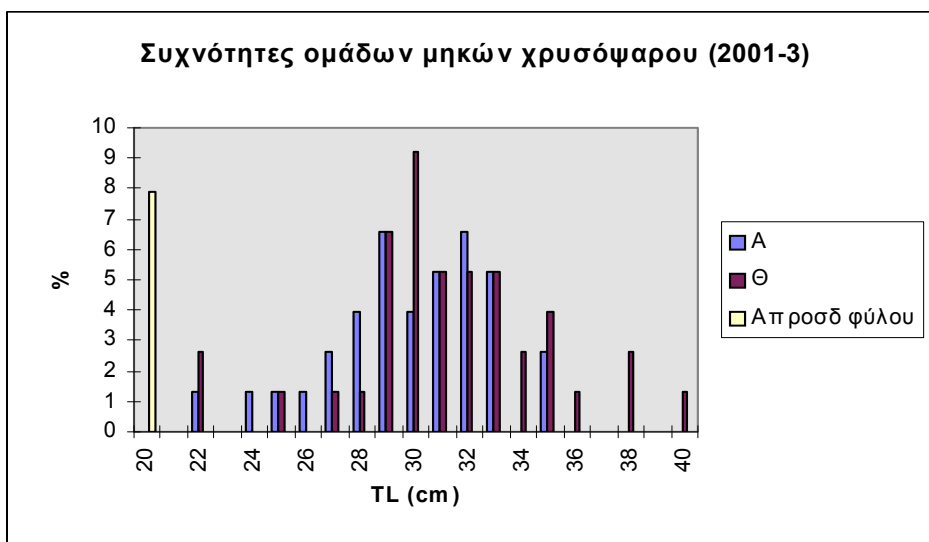
- Τα άτομα κινούνται μεμονωμένα κι όχι σε σμήνη. Μόνο την περίοδο που γίνεται αναπαραγωγή συναντάμε ομάδες των 2-3 ατόμων στα ρηχά της λίμνης

- Τα άτομα κατά κανόνα «βόσκουν» στα σημεία με πλούσια υδρόβια βλάστηση, κύρια του είδους *Potamogeton pectinatus*, γεγονός που αναφέρεται και στην βιβλιογραφία σε βαθμό τόσο που να εκριζώνει τελείως τα φυτά, να αυξάνει την θολερότητα. Συγχρόνως προστατεύεται εκεί από τυχόν θηρευτές του.

Α. Δομή ιχθυοπληθυσμού

Κατά μήκος σύνθεση

Η κατά μήκος σύνθεση των αρσενικών και θηλυκών ατόμων του χρυσόψαρου με την μέθοδο Petersen αποδίδεται στην εικόνα 27 .



Εικόνα 27: Κατά μήκος σύνθεση συνολικού δείγματος χρυσόψαρων την περίοδο 2001-‘03.

Η εικόνα όμως λόγω λίγων ατόμων κατά εποχή δεν μπορεί να αποδώσει με αξιοπιστία τις διαφορές. Όμως είναι εμφανή τα εξής:

- επικράτηση των θηλυκών ατόμων στα μεγαλύτερα μήκη
- τα νεαρά άτομα με μικρό μήκος (<20cm) είναι ανώριμα..
- τα μήκη των ατόμων του μικρού σχετικά δείγματος χαρακτηρίζεται από TL= 20-40 cm και TW= 250-1750g.
- στο δείγμα περιλαμβάνεται μεγάλο ποσοστό ευμεγεθών ατόμων που ξεπερνάει το σύνθητες μέγιστο μήκος των 36cm (Grant 1997).

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ (ΜΕΡΟΣ Γ)

- τα μικρότερα άτομα (TL<26cm) τα συναντάμε και τις 2 εποχές δειγματοληψίας (χειμώνα, άνοιξη) αλλά σε μικρότερα ποσοστά (13%) από τα μεγαλύτερα (87%). Τα άτομα αυτά αναμενόταν να είναι αφθονότερα, δεδομένου ότι δεν υφίσταται αλιεία και άρα η αλιευτική θνησιμότητα (F) είναι μηδενική. Προφανώς αυτό να οφείλεται στην επιλεκτικότητα των μανωμένων διχτυών που χρησιμοποιήθηκαν και στην συμπεριφορά των νεαρών ατόμων (διαφορετικοί τύποι συγκέντρωσης κλπ)

Σύνθεση κατά ηλικία

Στην βιβλιογραφία αναφέρεται ότι τα χρυσόψαρα ζουν συνήθως 9-10 έτη με μέγιστο τα 30 έτη και φτάνουν σε σεξουαλική ωρίμανση σε ηλικία 3 ετών περίπου (Breder & Rosen 1966, Riehl & Baensch 1982/86, Gram 1997). Χρωματισμό αποκτούν μετά τους 8 μήνες. Συνεπώς τα σκούρα μικρά άτομα είναι μικρής ηλικίας και ανώριμα. Τέτοια άτομα ψαρεύτηκαν μόνο κατά την πρώτη δοκιμαστική αλιεία (μέσα Απριλίου'00).

Η εξακρίβωση της ηλικίας ενός αριθμού ατόμων με την εξέταση των μεγαλύτερων λεπιών από τη μέση πλευρική θέση, έδωσε ηλικίες 2-5 ετών, με ερωτηματικά λόγω της ασάφειας των δακτυλίων σε ορισμένα ψάρια. Συνεκτιμώντας το διάγραμμα συχνότητας ομάδων μηκών (εικόνα 26), εικάζεται ότι στη λίμνη έχουμε τρεις ηλικιακές ομάδες.

Η πρώτη ομάδα με μήκη μικρότερα των 26cm και συχνότητα 13.15%, αντιστοιχεί σε ηλικίες (1+, 2+). Η δεύτερη και πολυπληθέστερη, με μήκη μεταξύ 26 και 32 ή 33cm και συχνότητα 62-70%, αντιστοιχεί σε ηλικίες (3+, 4+ ή και 5+). Τέλος η τρίτη ομάδα που τα κατώτερα όριά της δεν είναι ξεκάθαρα, με μήκη από 32 ή 33cm έως και 40cm, αντιστοιχεί στα γηραιότερα άτομα, κύρια θηλυκά με συχνότητα παρουσίας 17-25%. Αν δεχτούμε τις πληροφορίες των κατοίκων της περιοχής για εμφάνιση του είδους περί το 1997 ή 1998, είναι λογική η διαπίστωση ότι τα συλληφθέντα άτομα από τον Δεκέμβριο του 2001 μέχρι τον Φεβρουάριο'03 θα πρέπει να είχαν ηλικίες από 2-5 ή και 6 ετών.

Αναλογία φύλων

Ο αριθμός των ατόμων κατά εποχή δεν ήταν επαρκής για εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων σχετικά με την παρατηρούμενη αναλογία φύλου στον πληθυσμό του

ΒΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ - ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ (ΜΕΡΟΣ Γ)

είδους. Ενδεικτικά μόνο αναφέρουμε ότι στο σύνολο των συλληφθέντων χρυσόψαρων από τον Δεκέμβριο '01 μέχρι τον Φεβρουάριο '03 είχαμε αναλογία Θηλυκών/Αρσενικών 1.19, που ο έλεγχος χ^2 (Nikolsky 1963, Λύκα 1999) δίνει τιμή 0.15. Συνεπώς δεν υφίσταται σημαντική στατιστική διαφορά.

B. Αύξηση

Σχέσεις: ολικού-σταθερού και μεσουραίου-σταθερού μήκους σώματος

Στην οικογένεια των Cyprinidae χρησιμοποιείται συνήθως το μεσουραίο μήκος σώματος (FL), εν τούτοις πολλοί ερευνητές χρησιμοποιούν το ολικό (TL) και σταθερό μήκος (SL). Γι' αυτό δίνονται ακολούθως οι συντελεστές μετατροπής των μηκών αυτών (a και b) μέσω των αντίστοιχων γραμμικών συναρτήσεων του τύπου $Y = b \cdot X + a$.

Πίνακας 25 : Αύξηση κατά μήκος χρυσόψαρων στο σύνολο δείγματος .

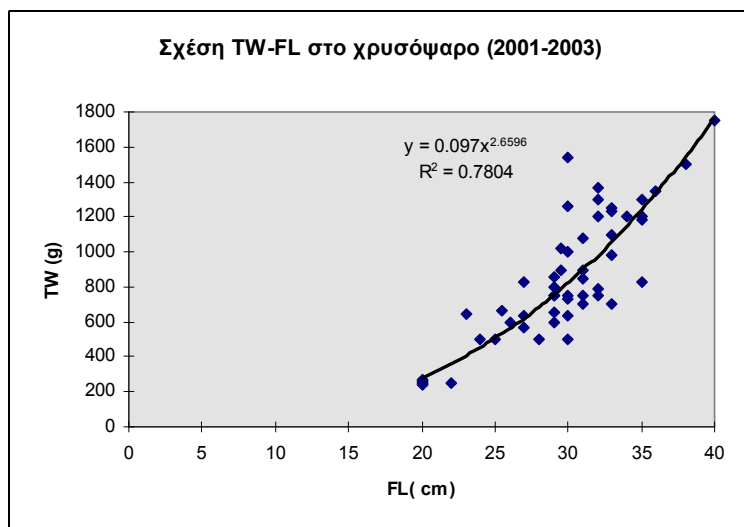
Σχέση	Φύλο	Εξίσωση	R²
TL ---SL	Αρσεν + θηλ.	TL=1,144* SL + 2,495	0,97
FL --- SL	Αρσεν + θηλ.	FL = 1,122* SL-0,365	0,99

Αύξηση κατά βάρος

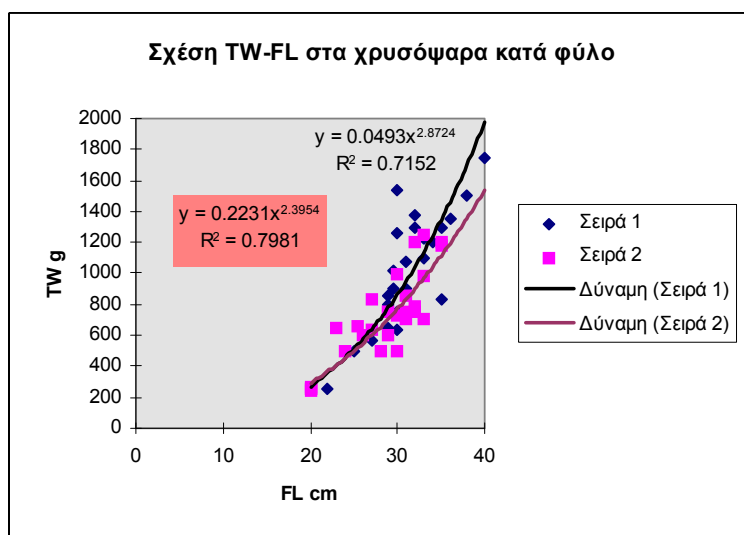
Ο πληθυσμός του χρυσόψαρου στη λίμνη εμφανίζει αλλομετρική ανάπτυξη με τιμή συντελεστή $b=2,66$, άρα <3 και συντελεστή συσχέτισης $R^2 = 0.78$ βάσει της σχέσης μεσουραίου μήκους -βάρους : $TW = 0.097 \cdot FL^{2.6596}$, όπου TW=ολικό βάρος σε g και FL=μεσουραίο μήκος σε cm. Ενώ κατά φύλο η συσχέτιση έχει τάση για ισομετρική ανάπτυξη των θηλυκών όπου ο b παίρνει τιμή 2,87, σχεδόν 3 δηλαδή, ενώ στα αρσενικά αυτός παίρνει τιμή 2,39 δηλ. αλλομετρική ανάπτυξη.

Πίνακας 26 : Αύξηση κατά βάρος χρυσόψαρων στο σύνολο δείγματος .

Συσχέτιση ολικού βάρους και μήκους	Εξίσωση	Συντελεστής (R²)
σύνολο πληθυσμού χρυσόψαρων (n= 76)	$TW = 0.097 \cdot FL^{2.6596}$	0.78
σύνολο θηλυκών (n= 38)	$TW = 0.0493 \cdot FL^{2.8724}$	0.7152
σύνολο αρσενικών (n= 32)	$TW = 0.2231 \cdot FL^{2.3954}$	0.7981



Εικόνα 28: Διάγραμμα διασποράς μεταξύ TW/FL για το σύνολο δείγματος χρυσόψαρων.



Εικόνα 29 : Δυναμική Σχέση TW/FL για κάθε φύλο χωριστά.

Γ. Διατροφή

Η στομαχική ανάλυση περιορισμένου αριθμού ατόμων, κατέδειξε ότι :

- ✓ 1ον) τον χειμώνα το χρυσόψαρο «βόσκει» περισσότερο στο περίφυτο (κύρια νήματα χλωροφυκών *Zygnema sp.*, *Cladophora sp.* κ.ά) και το ζωπλαγκτόν (κλαδοκεραιωτά, τροχόζωα, οστρακώδη) που αναπτύσσεται πάνω στην μακροφυτική υδρόβια χλωρίδα του πυθμένα,
- ✓ 2^{ον}) την άνοιξη και προτού αναπτυχθεί ιδιαίτερα ο νηματοειδής χλωροφυκικός πληθυσμός, τρέφεται σε αυξημένα ποσοστά με detritus και πολλά βενθικά διάτομα της τάξης των Pennales (*Synedra sp.*, *Nitzschia sp.* κ.ά) που βρίσκονται

πάνω στο λεπτόκοκκο ίζημα ή αιωρούνται στη στήλη νερού κοντά στον πυθμένα..

- ✓ 3ον) σε ορισμένα άτομα εντοπίστηκαν και αβγά αθερίνας που την άνοιξη προσκολλώνται με νημάτια στην υδρόβια βλάστηση μέχρι την εκκόλαψή τους. Η παραπάνω διατροφική συμπεριφορά φαίνεται να επιβεβαιώνεται και με τα ευρήματα των ερπετολόγων Monello & Wright (2001), για καταβρόχθιση αβγών ακόμη και ερπετών (σαλαμάνδρες).

Από τις παραπάνω διαπιστώσεις επιβεβαιώνεται ότι το είδος έχει ευρύ διατροφικό φάσμα (φυτά, μικρά καρκινοειδή, έντομα, detritus) και με χαρακτηριστικό τρόπο τροφοληψίας, δηλ. «βόσκιση» σε λάσπη και αποβολή απ'το στόμα του «άχρηστου» ανόργανου υλικού μετά την επιλογή της λείας. Αυτή η διατροφική συνήθεια φαίνεται να το ενοχοποιεί για την αύξηση της θολερότητας και τη μείωση της φωτεινής ενέργειας που φτάνει στον πυθμένα των λιμνών. Γεγονός που προκαλεί ευτροφικά φαινόμενα. (Crivelli 1995, Crivelli *et al.* 1997, Richardson *et al.* 1995).

Δ. Αναπαραγωγή

Στα χρυσόψαρα της λίμνης έγινε καταρχήν γοναδοσωματικός έλεγχος για τον προσδιορισμό των θηλυκών και κατόπιν ο υπολογισμός της γονιμότητάς τους, όπως περιγράφεται στην μεθοδολογία (Smith 1997).

Η ανάλυση αυτή μας έδωσε τα εξής στοιχεία γονιμότητας :

- ✓ 1^{ov}) Τα θηλυκά φέρουν στις γονάδες τους περίπου 340.000-350.000 αβγά από τα οποία το 50-55% είναι σε τελικό στάδιο ωρίμανσης.
- ✓ 2^{ov}) Ο γοναδοσωματικός δείκτης των θηλυκών την άνοιξη υπολογίζεται σε 43,28 +/- 5,62 και των αρσενικών σε 19,60 +/- 0,24 με την χρήση του καθαρού βάρους.
- ✓ 3^{ov}) Αν η εκτίμηση της ηλικίας των ατόμων (που έγινε με την βοήθεια των λεπιών της πλευρικής γραμμής) ήταν ορθή και κυμαινόταν από 2-5 έτη, διαπιστώθηκε ότι όσο νεαρότερο το θηλυκό άτομο τόσο πιο παραγωγικό σε αβγά.

4^{ov}) Εκτιμήθηκε ότι σε ψάρια θηλυκά που φέρουν αβγά στο προτελευταίο στάδιο, έχουν γονιμότητα που κυμαίνεται από 2592-4328 αβγά/ cm ή 147-186 αβγά /g με κολλώδη υφή που προσκολληόμενα στην υδρόβια βλάστηση, εκκολάπτονται μετά από 5-6 ημέρες. (Breder & Rosen 1966, Riehl & Baensch 1982/86, Grant 1997).

➤ ***Oncorhynchus mykiss* (Wahlbaum 1792) ή *Salmo gairdneri* var. *irideus* (Gibbons 1855) (κοινώς ιριδίζουσα πέστροφα ή αμερικανική)**

Τέλος αναφερόμαστε στο είδος *Oncorhynchus mykiss* ή *Salmo gairdneri* και κατά ορισμένους υποείδος *var.irideus* της ιριδίζουσας πέστροφας της οικογένειας Σολομοειδών. Το είδος εισάχθηκε και χρησιμοποιήθηκε κατά κόρον από τις υπηρεσίες του Υπουργείου Γεωργίας, αφ' ενός σε εντατικές εκτροφές, αφ' ετέρου σε εμπλουτισμούς υδατοσυλλογών τις δεκαετίες του '60 και '70.

Στα πλαίσια αυτά μεταφέρθηκε επιτυχώς με γονιμοποιημένα αβγά δύο χρονικές στιγμές στη λίμνη Κουρνά (το 1978 και αργότερα το 1984) (Τίγκιλης 2000). Δεν καταγράφηκε όμως κανένα άτομο, κατά την διάρκεια της παρούσας έρευνας (2002-2005), ούτε την προγενέστερη περίοδο από τον γράφοντα (Τίγκιλης 2000, 2001). Η τελευταία επίσημη αναφορά έγινε από τον Κατσαδωράκη (1985) και αφορά την σύλληψη 6 ατόμων βάρους = 190-800g και μήκους = 24-40cm, γεννητικά ανώριμων.

Το είδος συνεπώς δεν μπόρεσε να προσαρμοστεί και να αναπαραχθεί στην λίμνη, όπως και στην υπόλοιπη Ελλάδα που έχει εισαχθεί, παρότι οι Νεοφύτου *et al.* (1994) αναφέρουν την παρουσία νεαρών ατόμων σε ποτάμι της Κρήτης, που τροφοδοτείται από κοντινές πηγές στη γειτονική περιοχή Αρμένων Χανίων και έμεσσα την επιτυχή αναπαραγωγή του είδους. Ιδιαίτερα κοντά στις πηγές Ζούρμπου, η παρουσία μικρών ιχθυδίων συνεχίζεται μέχρι πρόσφατα (Αρνέλλος 2004, προφορική ενημέρωση). Η περιοχή φαίνεται να διαθέτει εκείνα τα χαρακτηριστικά Τw, σύστασης πυθμένα και κατάλληλης βλάστησης που να επιτρέπουν την αποβολή αβγών και γονιμοποίηση σε αντίθεση με την λίμνη. Υποθέτουμε ότι το ψάρι δεν ζει πλέον στην λίμνη, μετά την πάροδο 20 ετών από την εισαγωγή του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

4.1. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σύμφωνα με τα στοιχεία που παρατίθενται στο εισαγωγικό κεφάλαιο και στο πρώτο μέρος των αποτελεσμάτων έγινε στη λίμνη παρακολούθηση φυσικοχημικών παραμέτρων και βιοτικών στοιχείων (φυτοπλαγκτόν–ζωοπλαγκτόν και ιχθυοπανίδα) σε 4 τελικά διαφορετικούς σταθμούς σε μηνιαία σχεδόν συχνότητα: τρεις (3) στην παράλιο ζώνη (πηγές, αποβάθρα και θέση εκροής/υπερχείλισης) και ένα (1) στη πελαγική-λιμνική ζώνη.

4.1.1 Φυσικοχημικές παράμετροι

Σύμφωνα με τις φυσικοχημικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή και περιγράφονται στο εισαγωγικό κεφάλαιο, η λίμνη Κορρησία ή Κουρνά κατατάσσεται στις *θερμές μονομεικτικές λίμνες* (Παπαπέτρου-Ζαμάνη & Βερύκιος 1977, Guess *et al.* 1999, Τσέκος και συν.1992, Tafas *et al.* 1997) με το *θερμοκρασιακό εύρος νερού* να κυμαίνεται από 12-27°C και με ελαφρώς αλκαλικό χαρακτήρα.

Το γεγονός όμως ότι πριν από 20-30 χρόνια περίπου οι μετρήσεις του pH παλαιότερων ερευνητών, μας έδιναν τιμές από 7-8 (Βαλιάνος και συν.1987, Kitching *et al.* 1976, Malicky 1977) ενώ σήμερα το εύρος έχει ανέβει σε 7,4-8,6 πρέπει να μας προβληματίσει για την εξελισσόμενη κατάσταση του οικοσυστήματος.

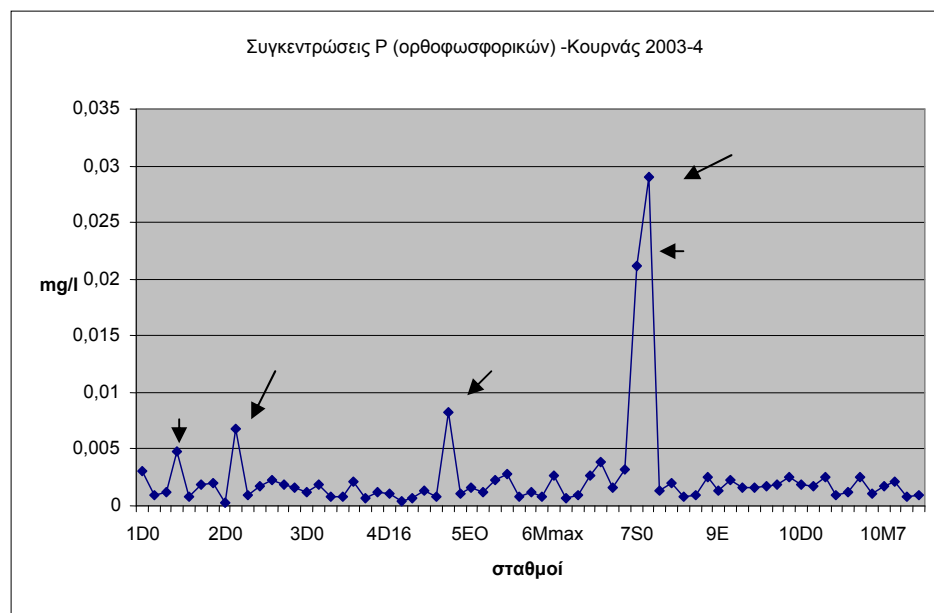
Επίσης η στήλη νερού της λίμνης εμφανίζεται καλά οξυγονωμένη εξαιτίας του ότι η εύρωτη ζώνη καλύπτει σχεδόν το σύνολό της καθ'όλο το έτος. Έτσι εξηγείται και γιατί δεν παρατηρούνται συχνά ανοξικά φαινόμενα, παρά μόνο ορισμένες χρονιές που έχουμε αυξημένη καλοκαιρινή θολρότητα σε συνδυασμό με την μειωμένη διαλυτότητα του αερίου τους ζεστούς μήνες.

Θρεπτικά

Διαπιστώσαμε ότι τα θρεπτικά στοιχεία του P και του N, είναι κατά κανόνα σε μικρές συγκεντρώσεις (εικόνες 34-47), γεγονός που δημιουργεί συνθήκες χαμηλού τροφισμού. Στο συμπέρασμα αυτό οδηγήθηκαμε χρησιμοποιώντας και τους διάφορους δείκτες τροφικότητας του Carlson (εικ. 2.45-2.46) με την αξιοποίηση των τιμών διαφάνειας και των τιμών συγκέντρωσης χλωροφύλλης α. Ειδικά οι συγκεντρώσεις P, με την μορφή *φωσφορικών* που διαπιστώθηκε ότι εισέρχεται στο οικοσύστημα είτε μέσω των υποβρύχιων πηγών, είτε από τις αποπλύσεις και εκπλύσεις των γεωργικών εδαφών στην παρόχθια ανατολική πλευρά (σταθμός A/D),

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

όπου διαδραματίζεται η πλειονότητα των ανθρώπινων δράσεων τους, δεν ξεπερνούν το 0,1 $\mu\text{M/l}$ (ή 0,005 mg/l) στην πλειονότητα των μετρήσεων. Συνεπώς σε γενικές γραμμές ο *P* πρέπει να αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για την πρωτογενή παραγωγή της λίμνης.



Εικόνα 4.1: Οι τιμές συγκέντρωσης των φωσφορικών αλάτων σε mg/l στο σύνολο σταθμών (D,E,S,M) το 2003 (κωδ.1-5) και το 2004 (κωδ.6-10).

Η αύξηση φωσφορικών την άνοιξη του 2004, σε συνδυασμό με τις περιορισμένες εισροές φωσφορικών που παρατηρήθηκαν κατά τα έτη με έντονες βροχοπτώσεις (2003) και τα αποτελέσματα επιβαρυσμένων μικροβιολογικών αναλύσεων στο αντλούμενο από τις πηγές νερό που διεξήγαγε την ίδια περίοδο το Εργαστήριο Ποιοτικού Ελέγχου Υδάτων του ΤΕΙ Χανίων (Σταυρουλάκης και συν. 2003, αδημοσίευτα στοιχεία) πρέπει να αποδοθεί σε ανθρώπινες μη γεωργικές δράσεις που επηρέασαν τον υδροφορέα της περιοχής. Επίσης η αυξημένη συγκέντρωση φωσφορικών στα μεσόνερα την άνοιξη του 2003 (1M7) πρέπει να αποδοθεί σε βιολογικές διεργασίες στο λιμναίο πλαγκτόν (εικ.4.1). Μάλιστα η σύγκριση της αφθονίας των φυτοβενθικών ομάδων που αιωρούνται στο νερό κατά διαστήματα ως φυτοπλαγκτό δίνει πολύ καλή γραμμική συσχέτιση με τις συγκεντρώσεις φωσφορικών (βλ. ακόλουθο πίνακα).

Στην λίμνη Κουρνά τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν το γεγονός ότι οι βροχοπτώσεις που διέφεραν από χρόνο σε χρόνο (εικόνα10.α), επηρέασαν και τις συγκεντρώσεις των θρεπτικών αλάτων (βλ. παρ. 1.9 Κεφ.3) .

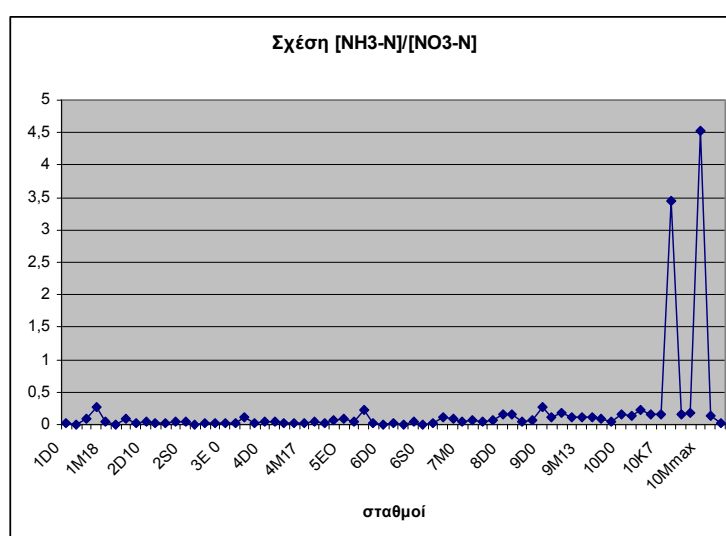
Πίνακας 1: Τιμές συντελεστή συσχέτισης μεταξύ αφθονίας ομάδων πλαγκτού & φωσφορικών

Κατηγορία φυτοβένθους/φυτοπλαγκτού	R (αφθονία χλωρίδας) / [PO ₄]
Διάτομα Pennales	+ 0,67
Χλωροφύκη Zygnemales (<i>Spirogyra sp.</i> , <i>Zygnema sp.</i> , <i>Mougeotia sp.</i>)	+ 0,73
Νηματοειδή Cyanophyta	+0, 44

Αυτό επιβεβαιώνει και τη σημαντική επίδραση των συσσωρευμένων στο ίζημα αλάτων P, που επανέρχονται στη στήλη κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες pH και οξυγόνωσης. Γι'αυτό και οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις καταγράφονται πλησίον βυθού ή στα μεσόνερα και πρέπει να σχετίζονται με βροχές που έχουν προηγηθεί και έχουν αποπλύνει φωσφορικά λιπάσματα της ελαιοκαλλιέργειας.

Σύμφωνα επίσης με τα αποτελέσματα, τα μεν νιτρικά παρουσίασαν αυξημένες τιμές το 2003 έναντι του 2004, ενώ το θερμό 2004 με τις πιο αναγωγικές συνθήκες είχαμε αυξημένες τιμές των νιτρωδών και των αμμωνιακών.

Στα **νιτρικά** άλατα την χαμηλότερη συμμετοχή παρατηρούμε την φθινοπωρινή περίοδο στο υπολίμνιο όπου αυξάνει αντιστρόφως ανάλογα η συγκέντρωση και συμμετοχή των **αμμωνιακών** αλάτων. Αντίθετα μεγαλύτερη συμμετοχή νιτρικών έχουμε τους χειμερινούς μήνες σ'όλους τους σταθμούς και την άνοιξη ή το φθινόπωρο στον σταθμό των πηγών όπου εισρέει νερό από την τήξη χιονιού ή βρόχινο νερό (βλ. εικόνες 40-& 43 α,β).



Εικόνα 4.2 : Τιμές αναλογίας συγκεντρώσεων αμμωνιακών και νιτρικών αλάτων.

Επίσης είναι γνωστό ότι η αναλογία $[\text{NH}_4]/[\text{NO}_3]$ αντικατοπτρίζει την τροφική κατάσταση της λίμνης. Από την εικόνα 4.2 παρατηρούμε ότι κατά κανόνα η αναλογία ήταν $<0,3$ (δηλ μικρότερη του 1 και μεγαλύτερη 0,04), εκτός από την περίπτωση των δειγμάτων υπολίμνιου τον Νοέμβριο'04 (με κωδ.10Kmax & 10Mmax), όπου η αναλογία γίνεται 3,5 και 4,5, κατάσταση δηλ. που τείνει να γίνει ευτροφική (Κουσου-ρής 1998, Αλμαλιώτης & Παρούσης 1993). Δεν είναι τυχαίο ότι στον ίδιο σταθμό την εποχή αυτή εντοπίστηκε η παρουσία H_2S .

Το ότι τα αμμωνιακά εμφανίζονται ιδιαίτερα αυξημένα στον πυθμένα στη μέση της λίμνης κι όχι στη παράλιο ζώνη την περίοδο του φθινοπώρου'04 (Νοέμβριος) πρέπει να αποδοθεί κυρίως στην έντονη αποικοδόμηση οργανικού υλικού (φυτοπλαγκτό) κι όχι σε άλλης προέλευσης οργανική ύλη που καθιζάνει και συσσωρεύεται στο βυθό καθ'όλη την προηγούμενη περίοδο (Μουστάκα 1988, Κουσουρής 1998, Σίνης 1999). Η εξήγηση ενισχύεται κι από τις τιμές χλωροφύλλης-α και φαιοχρωστικών τη περίοδο Σεπτεμβρίου και Νοεμβρίου 2004 (εικ. 2.41). Συνεπώς η λίμνη εμφανίζεται άλλοτε πλούσια σε νιτρικά κι άλλοτε φτωχή δημιουργώντας ανταγωνιστικές τάσεις μεταξύ των ειδών του φυτοπλαγκτού.

Όσον αφορά το Si, οι προαναφερθείσες τιμές πυριτικών, που καταγράφηκαν και αντιστοιχούν σε 0.13-2.6 mg Si/l είναι κοντά στα αναμενόμενα όρια των 0.56-5.6 mg Si/l, που έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία για άλλες εύκρατες λίμνες (Μουστάκα 1988), αλλά σε χαμηλότερα επίπεδα. Αυτό υποδηλώνει την επικράτηση των Διατόμων στη λίμνη το μεγαλύτερο διάστημα του χρόνου με εξαίρεση τους χειμερινούς μήνες και τα τέλη φθινοπώρου. Τότε παρατηρούνται και οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις αφού δεν απορροφάται το Si από τα Διάτομα.

Σχέση N, P, Si και αναλογίας τους

Είναι γνωστό ότι όταν η Tw αυξάνεται επιταχύνεται η διάσπαση οργανικής ύλης, με αποτέλεσμα να αυξάνονται τα επίπεδα συγκέντρωσης κυρίως των φωσφορικών και αμμωνιακών ιόντων στη στήλη και το ίζημα. Σύμφωνα με τις μετρήσεις θρεπτικών στη στήλη του Κουρνά, αυτό δεν φαίνεται να είναι ιδιαίτερα αισθητό. Η σημαντική αύξηση όμως των $[\text{PO}_4]$ την άνοιξη του 2004 στις Πηγές, αποδόθηκε στις βροχοπτώσεις που προηγήθηκαν λίγες μέρες πριν τη δειγματοληψία. Μικρότερη αύξηση επίσης παρατηρήθηκε στο δείγμα βυθού την προηγούμενη άνοιξη (1M18-Μάιος'03). Επίσης αυξημένες συγκεντρώσεις παρατηρήθηκαν και στις θέσεις

της παραλίου ζώνης (D και E) την ίδια εποχή τον επόμενο χρόνο (Μάιος'04), τον Σεπτέμβριο και τον Νοέμβριο'04. Με δεδομένο ότι η λίπανση των ελαιοκαλλιεργειών που υπάρχουν στην βορειοανατολική και ανατολική πλευρά της λίμνης, διεξάγεται το διάστημα από τέλη χειμώνα έως αρχές άνοιξης, μετά την συλλογή του ελαιόκαρπου (που γίνεται όσιμα στη περιοχή) οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι όντως η εαρινή αύξηση των φωσφορικών και των αμμωνιακών (σε μικρότερο βαθμό) οφείλεται στην απόπλυση λιπασμάτων στη λίμνη. Τον Σεπτέμβριο'04 όμως είχαμε απότομη θερμοκρασιακή πτώση και έντονους ανέμους. Αυτό αφενός προκάλεσε πρόιμη ανάδευση των υδάτινων στρωματοποιημένων μαζών και απελευθέρωση των φωσφορικών στη στήλη από τα λεπτόκοκκα ιζήματα στα ρηχά που είχαν αποκαλυφθεί, μετά την θερινή πτώση της στάθμης και των οξειδωτικών συνθηκών από την παρουσία του άφθονου ατμοσφαιρικού οξυγόνου (Caraco *et al.* 1989, Gauchter & Mueller 2003). Κατ'αυτόν τον τρόπο μειώθηκε κι ο λόγος N/P κι ο Si/P στα σημεία αυτά τις συγκεκριμένες ημερομηνίες. (εικ.53-54 Κεφ.Β). Η διακύμανση πάντως των παραπάνω λόγων, ακολούθησε ανάλογη πορεία στον χώρο και τον χρόνο με εξαίρεση το φθινόπωρο του 2004 όπου υπήρξαν διαφοροποιήσεις σε σχέση με την αφομοίωση του Si από τα διάτομα (βλ. εικόνες 55-58 Κεφ.Β).

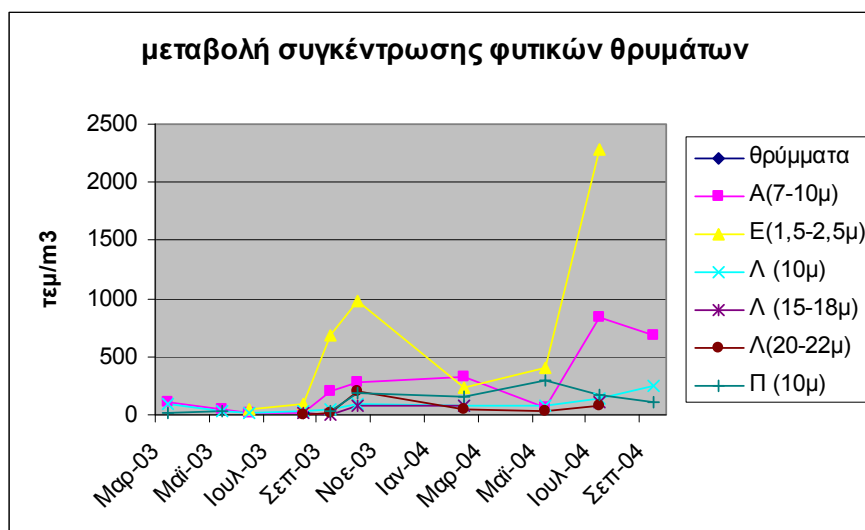
Εδώ θα πρέπει να αναφέρουμε ότι στην περιοχή πνέουν τον περισσότερο χρόνο ισχυροί βορειοδυτικοί άνεμοι που μεταφέρουν ανόργανο άζωτο (Kouvarakis *et al.* 2001). Πολύ έντονες καιρικές συνθήκες όμως παρατηρούνται, όταν πνέουν ισχυρότατοι νότιοι άνεμοι, που προκαλούν κυματισμό στη λίμνη και συνήθως την άνοιξη ή το φθινόπωρο μεταφέρουν σκόνη και χόμα αφρικανικής προέλευσης. Το φαινόμενο αυτό της μεταφοράς κοκκινοχώματος από την Σαχάρα, πλούσιου σε φωσφορικά παρακολουθείται τα τελευταία χρόνια στη Μεσόγειο (Herut *et al.* 2000) και τη Κρήτη ειδικά (Μαρκάκη 2004). Δυστυχώς το φαινόμενο λασποβροχής παρότι καταγράφηκε την περίοδο του 2004, δεν έγινε δυνατή η δειγματοληψία τις αμέσως επόμενες ημέρες, ώστε να διαπιστωθεί το μέγεθος της επίδρασης.

Ακόμη οι υψηλές συγκεντρώσεις **θεικών ιόντων** στο νερό της λίμνης. εξηγούνται από το δεδομένο ότι στη περιοχή μεταξύ λίμνης και οικισμού Επισκοπής, υπάρχουν μάργες και μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι (με θειικά άλατα) που παρουσιάζουν έντονη καρστική διάβρωση (ΟΑΔΥΚ και συν.1998, Υδρογαία 1972, ΟΑΔΥΚ και συν.1998, ΙΓΜΕ 1990-1992 από Τίγκιλη 2001), Ενδεχομένως κοιτάσματα γύψου να τροφοδοτούν την λίμνη με θειικά ιόντα, σύμφωνα και με ανάλογες αναφορές (Caraco *et al.*1989). Την υπόθεση αυτή ενισχύουν και οι διαθέσιμες χημικές αναλύσεις που

δίνουν ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις αυτών των ανιόντων στη λίμνη και άλλα υδάτινα οικοσυστήματα της Κρήτης (Σκουλικίδης & Γκρίτζαλης 2007).

Η παρουσία αυξημένων θειικών σε σχέση με τη παρουσία *υδρόθειου* κάποιες χρονιές το φθινόπωρο σε συγκεκριμένες θέσεις του υπολίμνιου (σταθμός Κ), μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες που καθορίζουν την υδροδυναμική της λίμνης και μεταφέρουν οργανική ύλη άλλοτε προϊόν εσωτερικής παραγωγής κι άλλοτε εξωγενούς (φερτά φυτικά κλπ θρύμματα) επηρεάζουν τις βιολογικές και χημικές διεργασίες στον πυθμένα και κατ'επέκταση την κατανάλωση ή όχι του O₂ την περίοδο της στρωμάτωσης.

Το στοιχείο αυτό σε συνδυασμό με τις αναφορές για τα φυσικοχημικά δεδομένα το διάστημα 2003-2005 μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι υδροβιολογικές συνθήκες που επικράτησαν την διετία 2004-'05 ήταν διαφορετικές εκείνων του 2003. Αυτό εκφράστηκε κυρίως μέσω των τιμών αφθονίας (εικ.2.2) & βιομάζας (εικ.2.7) του φυτοπλαγκτού, της συγκέντρωσης χλωροφύλλης α (εικ.2.42), των αιωρούμενων φυτικών θρυμμάτων στη στήλη (κεφ 3, παρ. 1.10) και έμμεσα μέσω των τιμών του POC (εικ.2.43) και των τιμών των θρεπτικών αλάτων N και Si (εικ.34-52).



Εικ. 4.3: Συνοπτική μεταβολή φυτικών θρυμμάτων στους σταθμούς λίμνης την περίοδο 2003-4.

Η οργανική ύλη που συνδέεται με την αφθονία κυανοφυκικών συσσωματωμάτων ή άλλων μικροφυκών (χλωροφυκών και κρυπτοφυκών) φαίνεται να επηρεάζεται σημαντικά την περίοδο εισόδου στο οικοσύστημα φερτών οργανικών και ανόργανων υλικών (περίοδος βροχοπτώσεων άνοιξης και φθινοπώρου). Επίσης η παρουσία τους συσχετίζεται στα ανώτερα στρώματα με την ομογενοποίηση της στήλης νερού και την επαναφορά θρεπτικών από τον πυθμένα τον χειμώνα

(Φεβρουάριο), όπως αναφέρει κι ο Reynolds (1984). Η δε οργανική ύλη που συνδέεται με την παρουσία και μεταφορά φυτικών θρυμμάτων φαίνεται να επηρεάζεται σημαντικά την περίοδο ανομβρίας και σφοδρών νοτιάδων (Αύγουστος-Σεπτέμβριος '03 και Ιούλιος '04) (εικόνα 4.3)

4. 1.2 Σύνθεση φυτοπλαγκτού

Στον Κουρνά καταγράφηκε μια σχετικά πλούσια φυτοπλαγκτική ποικιλότητα (τουλάχιστον 118 taxa). Τα είδη που επικράτησαν σε αφθονία το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα της έρευνας στην φυτοπλαγκτική κοινωνία ήταν κυρίως τα 2 είδη Διατόμων του γένους *Cyclotella* της τάξης των Centrales. Όσον αφορά όμως την επικράτηση σε βιομάζα η κυριαρχία μεταβαλλόταν από μήνα σε μήνα και από θέση σε θέση (βλ. κεφ. 2.4.3, πίνακες 2-5), με πλουσιότερη κλάση εκείνη των Χλωροφυκών, μετά των Διατόμων και τέλος των Κυανοφυκών και Δινοφυκών.

Συνολικά τα Χλωροφύκη αποτελούν το 41% περίπου των ειδών (6% Συζυγή + 35,2% λοιπά μικροφύκη). Το υπόλοιπο ποσοστό καλύπτουν, τα Διάτομα με 26,3% , τα Κυανοφύκη με 8,5%, τα Δινοφύκη με 5,9%, τα Χρυσοφύκη και τα Κρυπτοφύκη με 2% περίπου και τα Ευγληνοφύκη και Ξανθοφύκη με 1% περίπου του συνολικού αριθμού ειδών. Το υπόλοιπο 11% περίπου αντιστοιχεί σε απροσδιόριστα είδη, που πιθανότατα ανήκουν σε Διάτομα 1%, σε Χρυσοφύκη 1%, σε Κρυπτοφύκη 1%, σε Απτοφύκη ή Κρασπεδοφύκη 2,5%, σε Χλωροφύκη 3,5% και σε Κυανοφύκη 2%.

Συγκρίσεις με άλλες περιοχές της Ελλάδος & της μεσογειακής ζώνης.

Το φυτοπλαγκτό του Κουρνά περιλαμβάνει γένη κοινά στην χλωρίδα των γλυκών νερών της Ελλάδας (Τρύφων 1994, Μουστάκα 1988, Βαλιάνος και συν.1987) και της εγγύς Ανατολής (Ισραήλ) (Berman & Pollinger 1974, Berman & Wynne 2004) καθώς και φύκη όπως το *Aphanizomenon* που έχουν ιδιαίτερο συστηματικό ενδιαφέρον (Anagnostidis *et al.*1988a, 1988b). Η συστηματική κατάταξη των περισσοτέρων ειδών που παρατηρήθηκαν κατά την έρευνα, απαιτούσε εξέταση των δειγμάτων σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης καθότι ενδέχεται να αποτελούν ενδημικά είδη ή ποικιλίες όπως αποδείχτηκε π.χ με το διάτομο *Cyclotella cretica* (John & Οικονόμου-Αμίλλη 1990).

Από τα κοσμοπολιτικά λιμναία είδη βρέθηκαν το δινοφύκος *Ceratium hirundinella* και τα διάτομα *Synedra spp.*, *Nitzschia spp.*, *Navicula spp.*, ενώ διάτομα

του γένους *Asterionella*, *Tabellaria*, *Fragillaria* ή το χρυσοφύκος του γένους *Dinobryon* απουσιάζουν από τον Κουρνά και την Βόλβη Ν.Θεσ/νίκης αν και κοινά σε άλλες ελληνικές λίμνες όπως η Παμβώτις (Ιωαννίνων), η Τριχωνίς, η Βεγορίτις, η τεχνητή λίμνη Ταυρωπού (Αναγνωστίδης & Οικονόμου-Αμίλλη 1980, Μουστάκα 1988, Δανηλίδης 1991, Τάφας 1991).

Φυτοπλαγκτονική ποικιλότητα και τροφισμός υδάτινων οικοσυστημάτων

Είναι γνωστό ότι το φυτοπλαγκτόν ανταποκρίνεται στην ανθρωπογενή επίδραση πολύ πριν μεταβληθούν σημαντικά οι παράμετροι του λιμναίου οικοσυστήματος (Odum 1980, Anagnostidis & Economou-Amilli 1980, Zohary 2004). Γι' αυτό τα τελευταία χρόνια αναπτύσσονται συστήματα έγκαιρης πρόγνωσης αλλαγών των οικολογικών συνθηκών μέσω συγκεκριμένων βιολογικών δεικτών του φυτοπλαγκτού ή της μακροφυτικής χλωρίδας (Panagiotidis *et al.* 2004, Ορφανίδης και συν. 2005, Ορφανίδης & Παναγιωτίδης 2005, Ρεϊζοπούλου και συν. 2005).

Συνεπώς από τις ομάδες φυκών που συμμετέχουν στο φυτοπλαγκτόν του Κουρνά, εκείνα που χρησιμοποιήθηκαν περισσότερο μέχρι τώρα για την εκτίμηση της τροφικής κατάστασης των λιμναίων οικοσυστημάτων είναι από τα Χλωροφύκη, τα Συζυγή Φύκη (*Conjugatophyceae*) που αποτελούν το 6% περίπου, τα Χρυσοφύκη το 2% περίπου και τα Κυανοφύκη το 8,5% περίπου του συνολικού αριθμού ειδών. Οι δύο (2) πρώτες ομάδες που χαρακτηρίζουν oligοτροφικά οικοσυστήματα αποτελούν το 8% του συνολικού αριθμού taxa και τα Κυανοφύκη που η ανάπτυξή τους στα λιμναία συστήματα συσχετίζεται με εύτροφα νερά αποτελούν επίσης μικρό ποσοστό. Τα Χρυσοφύκη που δεν έχουν «λέπια» Si και παρατηρήθηκαν σε μικρές ποσότητες ορισμένους μήνες, χαρακτηρίζονται ως δείκτες oligοτροφών νερών ενώ τα «λεπιδωτά» όπως το γένος *Mallomonas* που βρύθουν σε εύτροφα νερά όπως η Λ. Βόλβη (Μουστάκα, 1988), δεν εντοπίστηκαν στον Κουρνά.

Πίνακας 2: Λίμνες που έχει μελετηθεί ο τροφισμός σε σχέση με τον αριθμό ειδών φυτοπλαγκτού.

<i>Λίμνη</i>	<i>Τροφική κατάσταση</i>	<i>Αριθμός ειδών</i>
Vitalampa (Ramberg '76 από Μουστάκα 1988)	Ολιγότροφη	84
Οχρίδα (Stancovic 1960)	Ολιγότροφη	>37

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Geneva (Anneville <i>et al.</i> 2002)	Μεσο-εύτροφη	>50
Κουρνάς (παρούσα μελέτη)	Ολιγότροφη προς μεσότροφη	>110
Βόλβη (Μουστάκα 1988)	Εύτροφη	> 140
Μικρή Πρέσπα (Τρύφων 1994)	Εύτροφη	138
Kinneret, Ισραήλ (Pollinger 1981)	Εύτροφη	222
Donghua, China (Lei <i>et al.</i> 2005)	Εύτροφη	260
Erken, Σουηδία (Nauwerk 1963)	Εύτροφη	151
Norrsviken, Σουηδία (Ramberg 1976)	Υπέρτροφη	51

Αν και αναμένεται σε εύτροφα συστήματα μείωση της ποικιλότητας εντούτοις αυτό το μοντέλο ισχύει μόνο για τις υπέρτροφες (ή υπερεύτροφες) καταστάσεις και σε έντονα ρυπαινόμενα οικοσυστήματα. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα ερευνών σε περιοχές με διαφορετικές τροφικές καταστάσεις παρατηρούμε ότι η ποικιλότητα αυξάνει με την τροφικότητα αλλά μειώνεται σε υπέρτροφα υδάτινα οικοσυστήματα. (βλ. πίνακα 2). Επιπροσθέτως από τα στοιχεία των Μουστάκα (1988), Dodson *et al.* (2000), Anneville *et al.* (2002) και Lei *et al.* (2005) σε σχέση με τον αριθμό και την κατανομή των ειδών του φυτοπλαγκτού σε διάφορες λίμνες, παρατηρούμε ότι κατά κανόνα τα χλωροφύκη και ακολούθως τα Κυανοφύκη και Διάτομα παίζουν σημαντικό ρόλο στις εύτροφες λίμνες παρά στις ολιγότροφες.

Εποχιακές Διακυμάνσεις και ετήσια περιοδικότητα φυτοπλαγκτονικών πληθυσμών (Απόκριση Φυτοπλαγκτού)

Σε λίμνες όπως ο Κουρνάς αναμένεται ο ανταγωνισμός μεταξύ των ειδών στη προσπάθεια για προσαρμογή στις εκάστοτε συνθήκες, που μπορεί να σχετίζονται με υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες, με συνθήκες στρωμάτωσης ή όχι, με λίγο ή πολύ φως, με μικρές ή μεγάλες ποσότητες τροφής υπό μορφή διαθέσιμων θρεπτικών αλάτων N και P και μεγάλες ή μικρές ποσότητες Si, για την σύνθεση των θυρίδων των Διατόμων ή των «λεπιών» ορισμένων Χρυσοφυκών.

Κατά την Μουστάκα (1988) τα πλαγκτονικά φύκη που αυξάνονται την άνοιξη (Μάιο) και ευνοούνται από την στρωμάτωση και τις υψηλές θερμοκρασίες αλλά και τις χαμηλές συγκεντρώσεις N και Si, αναμένεται να είναι τα Κυανοφύκη που είναι προσαρμοσμένα σε αζωτοδέσμευση με τα αεροτόπια, (βλ. φωτ. *Aphanizomenon sp.* παραρτήματος), αυξάνουν με αργό ρυθμό και δεν έχουν απαιτήσεις σε Si. Αυτά

επίσης δεν καταναλώνονται από το ζωοπλαγκτόν. Τα Διάτομα απεναντίας μειονεκτούν λόγω μεγέθους και σχήματος, διότι θηρεύονται έντονα ή/και βυθίζονται ταχύτατα στη στρωματοποιημένη στήλη. Συγχρόνως έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε Si για τον πολλαπλασιασμό και τελικά την αύξηση του πληθυσμού τους.

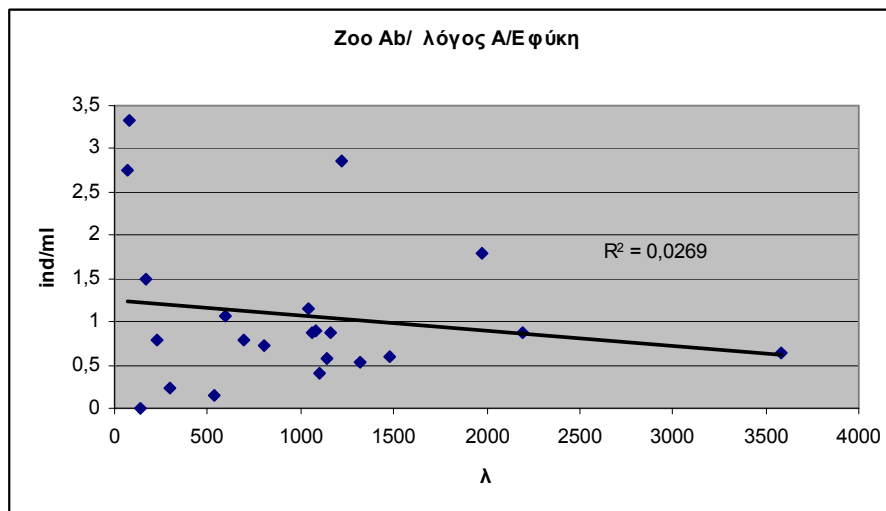
Παρατηρούμε ότι την περίοδο που αρχίζει το N να μην είναι περιοριστικός παράγων, φύκη που δεν μπορούν να το δεσμεύσουν, αναπτύσσονται ευνοημένα από άλλους παράγοντες. Έτσι τα μεγάλα Δινομαστιγωτά που έχουν την ικανότητα να κινούνται προς διάφορες αποκρίσεις ευνοούνται από την επικρατούσα στρωμάτωση και την διαφορετική συγκέντρωση των διαθέσιμων θρεπτικών (N,P) στα διάφορα στρώματα.

Τα μικρόσωμα Διάτομα και Χλωροφύκη καθώς και τα μικρά μαστιγωτά (Δινοφύκη, Κρυπτοφύκη και Χρυσοφύκη), που αντέχουν σε χαμηλές σχετικά θερμοκρασίες και ευνοούνται από υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών, αποκτούν πλεονέκτημα το φθινόπωρο και την αρχή χειμώνα (που είναι ήπιος στην Κρήτη). Τότε η μείωση της φωτεινής ακτινοβολίας σε τμήμα της στήλης προκαλεί τον περιορισμό της αφθονίας των ειδών και δευτερογενώς την επικράτηση ειδών όπως τα μικρά Χλωροφύκη που ευνοούνται από το περιορισμένο βάθος της εύφωτης ζώνης.

Σύμφωνα με τα δεδομένα της φυτοπλαγκτικής βιοποικιλότητας (εικόνα 2.1 κεφ.Β), από τα δείγματα φιάλης, ο συνολικός αριθμός ειδών παρουσίασε περιοδικότητα με μέγιστα αρχές καλοκαιριού και αρχές φθινοπώρου που υπήρξε βροχόπτωση. Μείωση παρατηρείται στα τέλη χειμώνα και αρχές άνοιξης. Από τα δείγματα επίσης πλαγκτικού διχτυού, συλλαμβάνονταν μόνο τα νηματοειδή φύκη (κύρια Κυανοφύκη και Χλωροφύκη Συζυγή) που δημιουργούν συσσωματώματα και τα Δινοφύκη (το *C.hirundinella* και τα ευμεγέθη *Peridinium spp.*) που φέρουν μακρυές άκανθες, παρατηρούμε σαφή διαφοροποίηση μεταξύ των ετών 2003 και 2004.

Εξετάζοντας επίσης την αναλογία αυτότροφων και ετερότροφων (Autotrophic)/(Heterotrophic) δηλ. [A/H], όταν αυτή είναι μεγαλύτερη της μονάδας, τότε αναπτύσσονται τα Βλεφαριδωτά (Ciliates), ενώ όταν η αναλογία μειώνεται τότε κι η αφθονία των Βλεφαριδωτών μειώνεται κι αυξάνεται το ευμεγέθες ζωοπλαγκτό (εικ. 4.4), φαινόμενο που διαπιστώθηκε και στην ολιγοτροφική λίμνη (La Caldera) της Ισπανίας Medina-Sanchez *et al.* (1999). Το φαινόμενο στηρίζεται στη θεωρία του ανταγωνισμού μεταξύ φυκών και βακτηρίων που καθορίζεται από την κατανάλωση των βακτηρίων από το μικρο-ζωοπλαγκτόν (microzooplankton) και τα μιξότροφα φύκη, όπως τα δινομαστιγωτά (π.χ το *Ceratium*) και το οποίο περιγράφεται αναλυτικά

στις εργασίες των Rothhaupt (1992) και των Nyggard & Tobiesen (1993) [από Medina-Sanchez *et al.* 1999].



Εικόνα 4.4 : Συσχέτιση λόγου A/H και αφθονίας ζωοπλαγκτού (σε δείγματα φιάλης)

Συνεπώς η κατάσταση του ολιγοτροφικού χαρακτήρα που επικρατεί επιβεβαιώνεται και μέσα από την παρατήρηση του παραπάνω φαινομένου που προκαλείται από την έλλειψη θρεπτικών (Reynolds 1984, Medina-Sanchez *et al.* 1999). Στον Κουρνά, στο τέλος της θερινής περιόδου (όταν έχει επέλθει εξάντληση θρεπτικών) η φυτοπλαγκτική βιομάζα μειώνεται σημαντικά ή παρουσιάζονται είδη βενθικής προέλευσης (όπως Διάτομα Pennales του γένους Navicula, Amphora, Diatoma, γλωροφύκη του γένους Spirogyra, Mougeotia και το δινοφύκος *C.hirundinella*).

Παρουσία των Κυανοφυκών

Για τα Κυανοφύκη, τα αποτελέσματα της πλαγκτικής ανάλυσης από τα δείγματα του διχτυού για το διάστημα 2003-04, έδωσε αφενός αυξημένη αφθονία σε ποσοστό συμμετοχής (εικ.2.3-2.6) κυρίως το χειμώνα (Φεβρ.'04), αφετέρου βιομάζα που αυξάνεται μετά την ανοιξιιάτικη ζωοπλαγκτική αφθονία (εικ. 2.18 και 2.22, 2.108).

Οι παραπάνω παρατηρήσεις εξηγούνται πρώτον από την ικανότητα των φυκών αυτών να προσαρμόζουν την φυσιολογία τους σε δυσμενείς συνθήκες φωτός και τροφής, έναντι άλλων φυτοπλαγκτονικών ειδών. Δεύτερον από το γεγονός ότι δεν προτιμώνται ως λεία από ζωοπλαγκτικούς θηρευτές και τα ψάρια, αλλά και η δημιουργία συσσωματωμάτων, εμποδίζει τους θηρευτές τους να τα καταβροχθίσουν

(Gliwicz & Lampert από Bouvy *et al.* 2001) Κατ' αναλογία τα Κυανοφύκη φαίνεται να ωφελούνται κι από την παρουσία ζωοπλαγκτού που καταβροχθίζει άλλα φύκη που τα ανταγωνίζονται.

Στον Κουρνά τα μικρά κοκκοειδή Κυανοφύκη συνυπάρχουν με ευρύοικα είδη διατόμων των μικρών μορφών *Cyclotella* που επικρατούν καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και χωρίς σημαντική παρουσία των νηματοειδών κυανοφυκών με ετεροκύστες για την αζωτοδέσμευση. Κάτι ανάλογο περιγράφεται και στο ολιγότροφο περιβάλλον της λίμνης Huron (Kentucky, ΗΠΑ) από τους Stevenson *et al.* (1980). Ακόμη έχουν χαρακτηριστική αφθονία το φθινόπωρο σε πολλές αμερικανικές λίμνες, παράλληλα με την ελάχιστη παρουσία της αποικιακής μορφής της *Asterionella formosa*, όπως συμβαίνει και στον Κουρνά.

Σύμφωνα με τους Κουσουρή (1998), Τρύφων (1994) και Μουστάκα (1988). αρκετές μελέτες έχουν επιβεβαιώσει τη σχέση χαμηλών συγκεντρώσεων N στο περιβάλλον με την παραγωγή ετεροκύστεων για αζωτοδέσμευση από τα Κυανοφύκη, ενώ όταν οι συγκεντρώσεις είναι μεγαλύτερες των 300μg/l, τότε παρατηρείται περιορισμός της διαδικασίας (Reynolds,1972). Οι τιμές των νιτρικών μειώνονται ελάχιστα κάτω του όριου αυτού μόνο τον Οκτώβριο το 2003 και μετά από τον Ιούλιο το 2004 (εικ.42-43),οπότε κι έχουμε ανάπτυξη κυανοφυκών (εικ. 2.18). Σε σχέση μάλιστα με το είδος *Merismopedia sp.* που προτιμά συνθήκες ανοξικές στο υπολίμνιο σε συνδυασμό με ελάχιστο φως και υψηλές τιμές αμμωνιακού N και P το καταγράψαμε κυρίως το διάστημα Μαρτίου-Ιουνίου'05 που δεν έγινε χημική ανάλυση του νερού. Από αυτό συμπεραίνουμε ότι στο υπολίμνιο είχαμε και αυτή την (άνομβρη) χρονιά αυξημένες τιμές αμμωνιακών και φωσφορικών και μειωμένη διαφάνεια, πιθανόν εξαιτίας της καταγραμμένης φυτοπλαγκτικής ανάπτυξης(εικ. 2.11). Το *Microcystis aeruginosa*, καταγράφεται ως σπάνιο στον Κουρνά από τον Βαλλιάνο και συν. (1987) και συνέχισε να είναι σπάνιο,κατά την παρούσα έρευνα , έχει ιδιαίτερη σημασία καθότι σε περίπτωση αύξησης του πληθυσμού του, δύναται να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα στη μελλοντική χρήση του νερού από την τοξική δράση του (Reynolds 1991, Viridimian 2001, Cook *et al.* 2004). Η διαδικασία αυτή ενεργοποιείται από την μείωση του διαλυμένου οξυγόνου στο υπολίμνιο και το ίζημα. (Reynolds 1973, Reynolds & Rogers 1976).

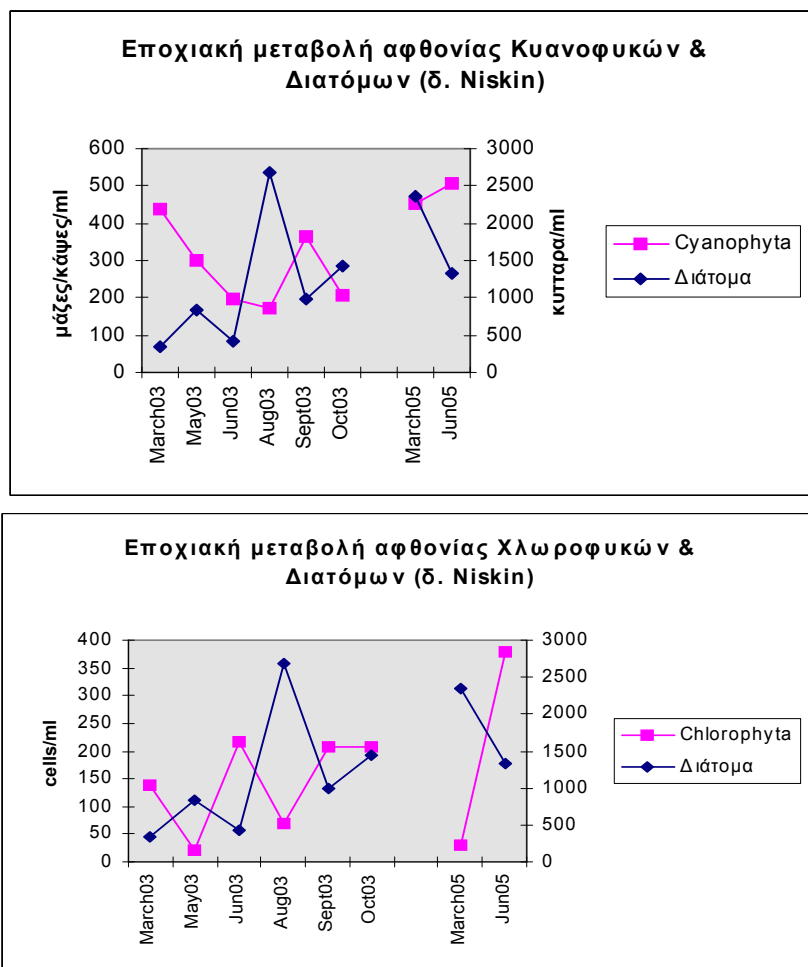
Παρουσία Διατόμων

Η ομάδα των Διατόμων χαρακτηρίστηκε κυρίως από την Τάξη των Centrales και 2 είδη Cyclotella, το ένα μικρότερο (*Cyclotella cretica*) από το άλλο (*Cyclotella distinguneda*). Το δεύτερο μάλιστα αναφέρεται από τους John & Economou-Amilli (1991) ως κυρίαρχο είδος του φυτοπλαγκτού στα δείγματα Νοεμβρίου 1988 και συνεπικρατές με 2 είδη Δινοφυκών (το *C.hirundinella* και κάποιο είδος *Peridinium sp.*) σε δείγματα τον Ιούλιο '84.

Οι εκπρόσωποι της ομάδας εμφανίζονται ιδιαίτερα άφθονοι και ανάλογα με την κατάσταση που επικρατεί κάθε χρόνο φαίνεται να παρουσιάζουν μέγιστη ανάπτυξη από τέλη χειμώνα έως τα μέσα άνοιξης και εκ νέου στα μέσα καλοκαιριού (βλ.εικ.2.23-2.25). Οι αυξημένες τιμές ανόργανου αζώτου (κύρια $\text{NO}_3\text{-N}$) σε συνδυασμό με τις χαμηλές τιμές Si , φωτός και θερμοκρασιών ευνοούν την ομάδα έναντι άλλων διατόμων. Παράλληλα όσο εξαντλούνται τα πυριτικά αποθέματα εντείνεται ο ανταγωνισμός και των ευμεγεθών Pennales, σύμφωνα με τα πειράματα των Tilman *et al.*(από Βερεσόγλου 2002/4) αλλά και παύει η αύξηση των πληθυσμών διατόμων, όταν ξεπεραστεί το κατώφλι των 30 $\mu\text{g/l}$ (Reynolds 1984). Έτσι στον Κουρνά φαίνεται να επικρατούν είδη του γένους *Synedra* και *Cyclotella* ενώ απουσιάζει το *Asterionella* (χαρακτηριστικό είδος για άλλες λίμνες (Reynolds 1984, Tilman & Kilham 1976). Εξ άλλου επικρατεί πλέον η αντίληψη ότι η επικράτηση των μικρών ειδών *Cyclotella* των Centrales καθώς επίσης και τα Pennales χαρακτηρίζουν ολιγότροφο περιβάλλον. Απεναντίας τα ευμεγέθη Centrales (όπως τα είδη *Stephanodiscus*), που απουσιάζουν από τον Κουρνά) είναι εκείνα που χαρακτηρίζουν τελικά εύτροφα οικοσυστήματα κι όχι το σύνολο των Centrales (Nyggard 1949 & Foged 1954, από Lei *et al* 2005).

Επίσης τα Διάτομα Pennales που λόγω μεγέθους βυθίζονται γρηγορότερα επικρατούν στην βιομάζα των υπολιμνικών δειγμάτων και κατά την περίοδο των υδάτινων εισροών ή ανάμιξης επαναιωρούνται στη στήλη, γι' αυτό και είναι αυξημένη η αφθονία τους κυρίως τους χειμερινούς και τους πρώτους ανοιξιάτικους μήνες μέχρι τον Ιούνιο.

Συγκρίνοντας την αφθονία της ομάδας αυτής με εκείνη των Κυανοφυκών στην ακόλουθη εικόνα 4.5α και των Χλωροφυκών στην εικόνα 4.5β, διακρίνουμε ότι αυτές ακολουθούν αντιστρόφως ανάλογη μεταβολή. Όταν αυξάνεται η μία ομάδα μειώνονται οι 2 άλλες και αντίστροφα.



Εικ. 4.5 α,β: Σύγκριση εποχιακής μεταβολής αφθονίας Διατόμων με τα Κυανοφύκη & Χλωροφύκη.

Παρουσία Χλωροφυκών

Τα Χλωροφύκη, όπως προαναφέρθηκε συμμετέχουν με σημαντικό ποσοστό στην αφθονία του φυτοπλαγκτού της λίμνης τις εποχές, που παρατηρείται στρωμάτωση και είσοδος θρεπτικών από βροχές. Ιδιαίτερα ευνοούνται τα νηματοειδή Χλωροφύκη που επιπλέουν και δεν βυθίζονται γρήγορα εξ αιτίας του αυξημένου λόγου επιφάνειας/όγκου (SA/V) που παρουσιάζουν.

Τα μονοκύτταρα νανοπλαγκτικά όμως χλωροφύκη με μικρότερες απαιτήσεις σε θρεπτικά και κυρίως P, αναπτύσσονται γρήγορα με τις πρώτες έντονες βροχές τον Οκτώβριο, μαζί με τα μικρά Κρυπτοφύκη αλλά κυρίως την άνοιξη '05 (εικ.2.2 & 2.28) που οι συνθήκες τα ευνόησαν έναντι των νηματοειδών *Zygnemales* που απαιτούν περισσότερο P που δεν ήταν διαθέσιμος στη στήλη και το ίζημα. Η ισχυρή μάλιστα σχέση της αφθονίας τους με την συγκέντρωση φωσφορικών αποδίδεται από την πολύ καλή γραμμική συσχέτιση τους ($R=+0,73$) και έμμεσα από την κακή συσχέτιση με τους λόγους N/P ($R=-0,2$) και Si/P ($R=-0,28$).

Παρουσία Δινοφυκών

Η τέταρτη χαρακτηριστική ομάδα φυτοπλαγκτού τα Δινοφύκη, με κύριο αντιπρόσωπο το *C.hirundinella*, εμφανίζεται να αυξάνει τη παρουσία της, από τα μέσα καλοκαιριού μέχρι τα τέλη του και τις αρχές φθινοπώρου. Ιδιαίτερα τις χρονιές 2004 και 2005 (εικ. 2.29 και 2.30 κεφ.2) τα Δινοφύκη αυξάνονται από την άνοιξη. Αυτό αποδίδεται στην επικράτηση ηπιότερων καιρικών συνθηκών τότε, τις χρονιές αυτές έναντι του 2003, με αποτέλεσμα να εξαντλούνται γρηγορότερα τα θρεπτικά και να μειώνονται τα Διάτομα και Χλωροφύκη έναντι των Δινοφυκών, που διαθέτουν μαστίγια για την μετακίνησή τους και έχουν προσαρμοστεί σε μικτοτροφία (συνδυασμός φωτοτροφικής και φαγοτροφικής θρέψης) σε oligότροφα συστήματα προκειμένου να θηρεύουν βακτήρια και ναοπλαγκτόν που συσσωρεύουν στα κύτταρά τους τον P (Stibor & Sommer 2003, Heaney *et al.* 1988, Berman & Pollingher 1974, Talling 1971).

Τα παραπάνω επιβεβαιώνονται και από τη σύγκριση των συντελεστών γραμμικής συσχέτισης μεταξύ της συνολικής αφθονίας των δινοφυκών και του *C.hirundinella* ξεχωριστά με ουδέτερη έως ελαφρά αρνητική συσχέτιση με τα φωσφορικά ($R=-0,05$ για το δείγμα δινοφυκών από δίχτυ & $R=-0,20$ για το δείγμα από φιάλη) αλλά αξιόλογη αρνητική συσχέτιση με τα νιτρικά ($R=-0.37$) ή το λόγο N/P ($R=-0,24$) για το δείγμα *C.hirundinella+Peridinium spp.* και ουδέτερη συσχέτιση ($R=-0,07$). για το σύνολο των δινοφυκών από φιάλη

Το γεγονός ότι το *C.hirundinella* αναπτύσσεται σημαντικά το καλοκαίρι και μειώνεται πάλι το φθινόπωρο στη λιμνική ζώνη αλλά αυξάνεται στην παράλιο ζώνη, ενδεχομένως να συσχετίζεται με την έντονη ανθρώπινη παρουσία στον σταθμό αυτό και ειδικά από την έντονη παρουσία πλωτών ποδηλάτων που ο «παφλασμός» τους εικάζεται ότι προκαλεί ευνοϊκές συνθήκες στην αφθονία των Δινοφυκών (Βαλλιάνος *et al.* 1987). Επίσης μπορεί να σχετίζεται με την T_w και τον μεγαλύτερο ρυθμό ανάπτυξής τους. Τον χειμώνα περιορίζεται σημαντικά και εξαφανίζεται την άνοιξη. Το εύρημα αυτό έρχεται σε αντίθεση με τα στοιχεία που αναφέρουν οι Βαλλιάνος και συν. (1987) για αφθονία των ειδών *C.hirundinella & Peridinium spp.* αρχές χειμώνα (Νοέμβριος 1984) και μείωσή τους το καλοκαίρι (Ιούλιος 1985), όταν ακόμη στην λίμνη οι ανθρώπινες δράσεις ήταν περιορισμένες. Πιθανόν η αλλαγή της φυσικοχημικής κατάστασης, όπως το pH να συμβάλλει στο φαινόμενο αυτό. Πάντως στη Τιβεριάδα λίμνη του Ισραήλ, ανάλογου θερμοκρασιακού εύρους αλλά μεγαλύτερου όγκου, με ευτροφικές συνθήκες, παρατηρείται παρατεταμένη άνθιση ενός είδους

Peridinium από τον Ιανουάριο έως Ιούνιο, συνοδευόμενη από υψηλές τιμές φυτοπλαγκτικής βιομάζας και χλωροφύλλης, ενώ το υπόλοιπο διάστημα επικρατούν τα χλωροφύκη (Berman & Pollinger 1974). Επίσης όπως περιγράφεται από τους Philips *et al.* (2004) σε λιμνοθάλασσα της Φλόριδας (ΗΠΑ), ο εμπλουτισμός της στήλης με Ρ οδηγεί σε έξαρση ειδών Δινοφυκών ή/και βενθικών διατόμων.

Επίσης παρατηρήθηκε ότι τα Δινοφύκη μειώνονται σημαντικά υπέρ των Κρυπτοφυκών, τον Οκτώβριο του '03. Το γεγονός αυτό κατά τους Lei *et al.* (2005) και Reynolds (1984) δείχνει τάση για ευτροφισμό.

Τέλος τα Δινοφύκη συχνά είναι τοξικά και αποτελούν χαρακτηριστικά παραδείγματα φυτοπλαγκτού που ακολουθεί k- ή r-στρατηγική ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες (Fryxell *et al.* 1997). Γεγονός που ενισχύει την άποψή μας, για την ευκαιριακή (οπορτουνιστική) επικράτηση των δινομαστιγωτών και ιδιαίτερα των *C.hirundinella* και *Peridinium spp.* από την άνοιξη με μέγιστο στα τέλη του καλοκαιριού του '04, όπου έχουν εξαντληθεί σημαντικά τα διαθέσιμα θρεπτικά.

Τέλος, παρατηρούμε ότι η συνολική φυτοπλαγκτική αφθονία και βιομάζα ακολούθησε σε γενικές γραμμές διακριτικό πρότυπο, όπως και σε άλλες ελληνικές και ευρωπαϊκές λίμνες (εικ. 2.11). Η πρώτη ακμή σχηματίζεται την άνοιξη με αρχές καλοκαιριού, κυρίως από μεγάλα Διάτομα και Χλωροφύκη ή από μικρά Διάτομα και Δινοφύκη, ενώ η δεύτερη σχηματίζεται στις αρχές φθινοπώρου με την έναρξη βροχών, κυρίως από Χλωροφύκη, Κρυπτοφύκη ή μεγάλα Διάτομα (Pennales). Η εναλλαγή αυτή στον Κουρνά σε σχέση και με τις μικρές τιμές των μέγιστων (ακμών-peaks) της βιομάζας και την μικρή παρουσία των Κυανοφυκών, καθ' όλη την διάρκεια του έτους, κατατάσσουν την λίμνη στις oligότροφες λίμνες.

4.1.3 Σύνθεση Ζωοπλαγκτού

Μεταξύ των 4 ζωοπλαγκτικών ομάδων (περιλαμβανόμενης και της ομάδας των μεροπλαγκτικών προνυμφών των εντόμων) παρατηρήθηκε εποχιακά σημαντική μεταβολή της βιομάζας των Τροχοζώων και των Κωπηπόδων με αξιόλογη απόκλιση και στη συμμετοχή τους στη συνολική αφθονία, από 3-99% και από 5-95% αντίστοιχα. Εξαιρέση παρατηρείται στη θέση Πηγών όπου η σχετική συμμετοχή των ομάδων ήταν σχετικά σταθερή. Το γεγονός αποδίδεται στην σταθερότητα των συνθηκών που επικρατούν στο σταθμό το περισσότερο διάστημα και την ενδεχόμενη περιορισμένη θήρευση από ανώτερους οργανισμούς.

Αξιολογώντας επίσης τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας και των προγενέστερων αναφορών (Brehm 1955, Chappuis 1956, Lindberg 1956) εκτιμάται ότι απαντούν 11-14 πελαγικά είδη ζωοπλαγκτού.

Κλαδοκεραιωτά

Οι συστηματικές αναφορές των Brehm (1955), Lindberg (1956) που ανακεφαλαιώθηκαν σε κατάλογο των Zarfdjian & Economidis (1989), μας ενημερώνουν για την παρουσία των ειδών *Alona affinis*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Ceriodaphnia reticulata* και *Chydorus sphaericus*, από τη δεκαετία του '50. Με την ανάλυση του στομαχικού περιεχόμενου ψαριών εντοπίστηκαν επίσης τα είδη *Chydorus sphaericus*, ένα είδος που μοιάζει σημαντικά με το *Bosmina longirostris* και 1 ή 2 ακόμη είδη της οικογένειας Chydoridae μικρού μεγέθους. Η εναλλαγή μάλιστα της αφθονίας μεταξύ ειδών της οικογένειας των Chydoridae έχει παρατηρηθεί να συνδέεται με την Tw και την διακύμανση της στάθμης σε βαθιά λίμνη της Ισπανίας (Mezquita & Miracle 1997).

Από τα Κλαδοκεραιωτά έχουμε ελάχιστους αντιπροσώπους και αραιούς (μέγιστη αφθονία 8 ind/m³ περίπου, στις πηγές την περίοδο άνοιξης και καλοκαίρι του 2003 και 2004). Στην πελαγική ζώνη η ομάδα είναι απύσα, ενώ στην παράλιο ζώνη καταγράφεται μόνο τον Μάιο '04. Η βιομάζα τους ήταν πολύ μικρή (μέχρι 1,4 mg/m³) και με 3 ακμές που αντιστοιχούσαν στα τέλη Άνοιξης του 2003 και 2004 και τον Σεπτέμβριο του 2003 που καταγράφηκε σημαντική αύξηση της αφθονίας Χλωροφυκών και Κρυπτοφυκών εκμεταλλευόμενα την φθινοπωρινή «άνθιση» μετά από βροχή το 2003, που ανακόπτεται όμως κατά τον Οκτώβριο. Τον χειμώνα η απουσία τους είναι χαρακτηριστική. Γενικά δηλ. η αφθονία τους εμφανίζεται περιορισμένη το περισσότερο διάστημα και στο μεγαλύτερο τμήμα της λίμνης

Τα παραπάνω σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα της στομαχικής ανάλυσης σε πλαγκτοφάγα ψάρια, όπως η αθερίνα και το κουνουπόψαρο, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα Κλαδοκεραιωτά δέχονται ισχυρή θηρευτική πίεση από τα υφιστάμενα είδη υδρόβιας πανίδας και ιδιαίτερα της ιχθυοπανίδας την θερινή περίοδο. Το γεγονός αποδεικνύει την σημαντική θηρευτική πίεση που ασκούν πλαγκτοφάγα ψάρια στα εύσωμα αυτά είδη ζωοπλαγκτού. Στον Κουρνά επίσης, άλλοι πιθανοί θηρευτές της ζωοπλαγκτικής αυτής Τάξης, που καταγράφηκαν σε αφθονία ήταν κυρίως οι προνύμφες Chironomidae και το είδος του *A. priodonta* κι όχι τα άλλα

είδη όπως του γένους *Chaoborus*, ή το κλαδοκεραιωτό *Leprodora kindtii* (Culver *et al.* 1984, De Bernardi *et al.* 1987).

Η σχετικά αυξημένη αφθονία τον Μάιο του 2004, μπορεί να αποδοθεί σε μειωμένη θήρευση λόγω αυξημένων ποσοστών θνησιμότητας στην πλαγκτοφάγο νεαρή ιχθυοπανίδα ή σε καθυστέρηση στρατολόγησης των ιχθυδίων την περίοδο αυτή ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες. Ακόμη η αυξημένη παρουσία των νηματοειδών φυκών, τους περισσότερους μήνες, που φράσσουν τις συλληπτικές συσκευές των Κλαδοκεραιωτών συμβάλλει στη μείωση της τροφοληψίας και την αυξημένη θνησιμότητά τους (Μιχαλούδη 1997).

Στη μικρή ολιγοτροφική λίμνη Κουννά, που οι εξωτερικές επιδράσεις μπορούν να επηρεάσουν εύκολα τις υδροβιολογικές συνθήκες, η παραπάνω εικόνα κρίνουμε ότι δεν έρχεται σε αντίθεση με την θεωρία του ο Allan (1976). Ο ερευνητής θεωρεί την ομάδα αυτή οργανισμών ως ευκαιριακά είδη που αναπτύσσονται, μόλις δημιουργηθούν ευνοϊκές συνθήκες, αλλά σε μικρότερο βαθμό από τα Τροχόζωα και γι' αυτό έπονται της ανάπτυξης αυτών συνήθως. Ακόμη είναι χαρακτηριστικό ότι επειδή συσσωρεύεται στο RNA των κυττάρων τους μεγάλη ποσότητα P, η ανάπτυξη του πληθυσμού δρα ως ανασταλτικός παράγων στην ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού αφού προκαλείται έλλειψη του στοιχείου αυτού (Power & Matthews 1983).

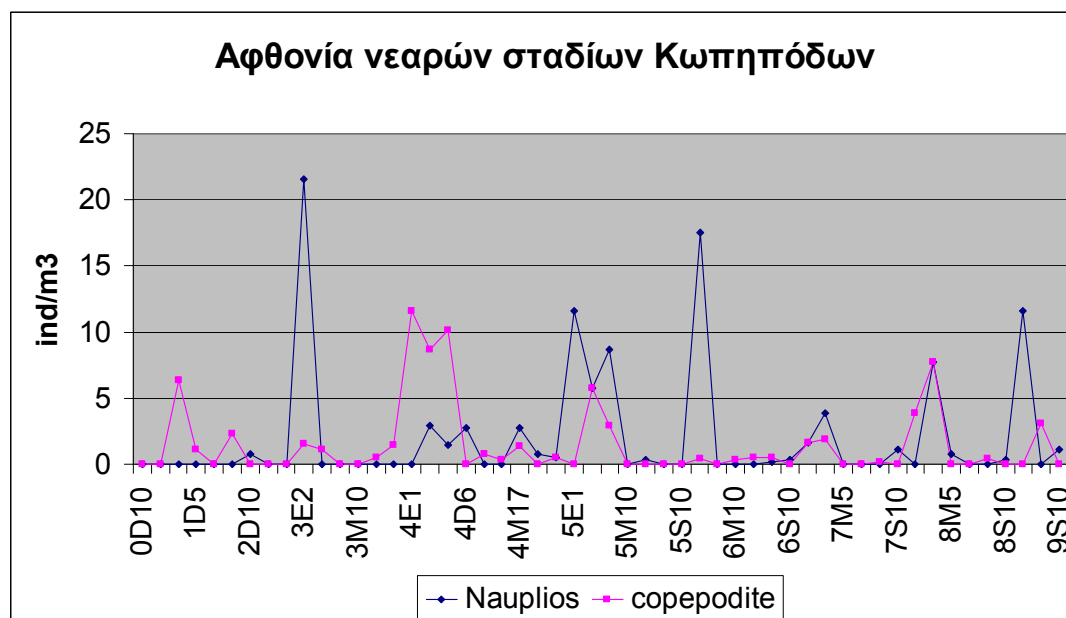
Η παρουσία μάλιστα του *B.longirostris*, εφ' όσον επιβεβαιωθεί, έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καταρχήν επειδή θεωρείται ότι χαρακτηρίζει ευτροφικά συστήματα με μέγιστα όμως που διαφέρουν από λίμνη σε λίμνη και κατά δεύτερον επειδή η παρουσία του συσχετίζεται περισσότερο με την διαθέσιμη τροφή (μικροφύκη διαμέτρου μέχρι 15 μm) παρά με την θερμοκρασία, αν και ορισμένες μελέτες συνηγορούν υπέρ της άποψης ότι προτιμά θερμοκρασίες σχετικά χαμηλές από 6-14°C (Vijverberg, 1980, Μιχαλούδη 1997).

Ακόμη οι Geller & Mueller (1981), οι Kerfoot *et al.* (1985) και άλλοι (από Μιχαλούδη 1997) αναφέρουν ότι το *B.longirostris* σε αντιδιαστολή με τα υπόλοιπα Κλαδοκεραιωτά, εφαρμόζει ενεργητική διατροφή αναζητώντας την λεία του, σε περιόδους έλλειψης επαρκούς τροφής από Χλωροφύκη και Κρυπτοφύκη και δεν στηρίζεται στην παθητική διηθητική τροφοληψία. Αυτή η ιδιότητα του παρέχει το πλεονέκτημα να προσαρμόζεται καλύτερα από άλλα είδη των Daphniidae σε δύσκολες περιόδους. Αυτή η συμπεριφορά εξηγεί γιατί εμφανίζεται αφθονότερο την άνοιξη πριν την αύξηση των άλλων ειδών και στη θέση πηγών, την οποία φαίνεται να αποφεύγουν τα νεαρά ψάρια. Συνεπώς η παρουσία και αφθονία των κλαδοκεραιωτών

και ιδιαίτερα του εύσωμου *B. longirostris* είναι σε άμεση συσχέτιση με την επάρκεια τροφής και τον βαθμό θήρευσης του.

Κωπήποδα

Τα Κωπήποδα διαφέρουν από τα Τροχόζωα και τα Κλαδοκεραιωτά, εξ αιτίας του μικρού ρυθμού αύξησης και της μη παρθενογενετικής αναπαραγωγής. Ως αντιστάθμισμα έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής (Allan 1976). Από τα μέχρι σήμερα αναγνωρισμένα είδη κωπηπόδων στη λίμνη παρατηρούμε ότι δεν περιλαμβάνονται τα πολύ κοινά είδη των Κυκλοποειδών *Mesocyclops leuckartii* και *Cyclops vicinus*, που συναντάμε σε άλλες ευρωπαϊκές λίμνες, όπως η Βόλβη και η Μικρή Πρέσπα. Απεναντίας όμως έχουμε το Καλανοειδές *Calanipedia aquadulcis* και τα Κυκλοποειδή *Ellaphoidella (Eucyclops) serrulatus* & *Macrocyclus albidus* (Brehm 1955, Lindberg 1956).



Εικ. 4.8: Αφθονία νεαρών σταδίων κωπηπόδων στο σύνολο σταθμών (όπου κωδ. 0-5=δείγματα 2003 και 6-10= δείγματα 2004).

Η επικράτηση των Καλανοειδών κατά το μεγαλύτερο διάστημα δειγματοληψιών, πιθανόν να σχετίζεται με το διηθηματοφάγο τρόπο λήψης τροφής και τον ενδημισμό τους, σε αντίθεση με τα Κυκλοποειδή που συνήθως είναι κοσμοπολιτικά είδη και θηρευτές (Τσέκος και συν. 1992).

Τα νεαρά στάδια των Κωπηπόδων αποτελούνται από την φάση ναύπλιου (5-6 στάδια) και την φάση κωπηποδίτη (5 στάδια). Όσο πιο μεγάλη η μέση θερμοκρασία της λίμνης την περίοδο της αναπαραγωγής, τόσο πιο σύντομα τα στάδια των ναυπλίων και κωπηποδιτών. Στον Κουρνά (εικ.4.8) παρατηρούμε ακμές στην αφθονία των ναυπλίων στην παράλιο ζώνη το καλοκαίρι (σταθμός 3E) και το

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

φθινόπωρο(5E) του 2003 και πάλι στα τέλη του χειμώνα τον Φεβρουάριο του 2004 (6D) και επανάληψη το καλοκαίρι (8E) και το φθινόπωρο του 2004 (9D). Ενδιάμεσα παρατηρούμε ότι υπάρχουν ναύπλιοι και την άνοιξη και στις αρχές φθινοπώρου σε μικρότερες ποσότητες. Αυτό πιθανότατα να σχετίζεται με την θηρευτική πίεση των ψαριών και κυρίως από το κουνουπόψαρο (Κεφ.Γ/εικ.23-24) και λιγότερο από την αθερίνα (Κεφ.Γ/εικ.12-14). Αντίστοιχα παρατηρούμε ανάλογη εξέλιξη και στην παρουσία κωπηποδιτών με διαφορά φάσης, που πρέπει να αποδοθεί αφενός στην έλλειψη συχνών δειγματοληψιών (π.χ 15νθημερων), αφετέρου στην έντονη θήρευσή τους. Συνεπώς οι ακμές αφθονίας ναυπλίων το καλοκαίρι (μέχρι και Σεπτέμβριο) και την άνοιξη ενδεχομένως να αντιστοιχούν στα Καλανοειδή και η ακμή του φθινοπώρου και του χειμώνα στα Κυκλοποειδή. Αυξημένη παρουσία κωπηποδιτών καταγράφηκε επίσης στο σταθμό D παράλιου ζώνης τον Φεβρουάριο'04 (βλ. εικ.2.70). Αυτό επιβεβαιώνει την αναπαραγωγική περίοδο νωρίτερα του Φεβρουαρίου. Η διαδικασία αυτή φαίνεται να συνεχίζεται και το καλοκαίρι, οπότε και παρατηρούμε περιορισμένους αριθμούς ναυπλίων τον Αύγουστο του 2003 και κωπηποδιτών τον Σεπτέμβριο'03 και τον Ιούλιο'04. Συνεπώς συμπεραίνουμε ότι έχουμε παρατεταμένη αναπαραγωγική περίοδο στα Κωπήποδα, που πιθανόν να διακόπτεται μόνο την κυρίως χειμερινή περίοδο (Δεκέμβριος-Ιανουάριος) που δεν εκτελέστηκαν δειγματοληψίες.

Τέλος τα Καλανοειδή εφαρμόζουν μία στρατηγική απομάκρυνσης από την ακτή και πελαγικής διαβίωσης, αποφεύγοντας την παράλιο ζώνη και την θήρευση από τα ψάρια. Σε αντίθεση με τα Κυκλοποειδή που αναπτύσσονται κύρια στα παράλια (Hutchinson 1967, από Μιχαλούδη 1997). Επιπρόσθετα τα Κυκλοποειδή προσαρμόζονται καλύτερα σε υψηλά παραγωγικά συστήματα.

Η στατιστική συσχέτιση με διαγράμματα διασποράς της αφθονίας των κωπηπόδων με την T_w , στους 4 σταθμούς, μας έδωσε συντελεστές άλλοτε αρνητικές (-0,50) κι άλλοτε θετικές (0,53) συσχετίσεις (βλ.ακόλουθο πίνακα 3). Τα ευρήματα αυτά τείνουν να επιβεβαιώσουν την επικρατούσα άποψη, ότι κύριοι παράγοντες που καθορίζουν την ποικιλότητα είναι η θήρευση και λιγότερο η T_w . Στην Μικρή Πρέσπα όμως που έχει μικρό βάθος, η T_w φαίνεται να σχετίζεται με την ανάπτυξη του νανοπλαγκτού και κατ'επέκταση του φυτοπλαγκτοφάγου ζωοπλαγκτού (Τρύφων 1994, Μιχαλούδη 1997).

Στον Κουρνά είναι χαρακτηριστική η μείωση της αφθονίας των τροχοζώων και η αύξηση των κωπηπόδων το καλοκαίρι (Αύγουστος) του 2003 και το καλοκαίρι

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

του επόμενου έτους (Ιούλιος- Σεπτέμβριος) στη πελαγική (λιμνική) ζώνη (βλ.εικ. 2.50). Στα τέλη του χειμώνα (Φεβρουάριος) του 2004 επίσης, στην παράλιο ζώνη (βλ. εικ. 2.51) που η θήρευση είναι ελάχιστη, παρατηρούμε αύξηση των κωπηπόδων που προσεγγίζουν για αναπαραγωγικούς σκοπούς.

Πίνακας 3: Συντελεστές συσχέτισης αφθονίας κωπηπόδων & Tw.

<i>Κατηγορία ζωοπλαγκτού</i>	<i>Τιμές συσχέτισης με παράγοντα Tw</i>	<i>R</i>		
Σταθμοί	S	E	D	M
Κλαδοκεραιωτά	0,72	-0,1	...0	-0,3
Κωπήποδα	-0,1	0,53	-0,50	-0,50
Τροχόζωα	-0,42	0,26	...0	0,13
Προνύμφες εντόμων κ.ά έντομα	-0,05	0,04	0,17	-0,2

Οι τροφικές συνήθειες δεν είναι ιδιαίτερα γνωστές στα Καλανοειδή, αν και εκτιμάται ότι διηθούν νανοπλαγκτόν (Allan 1976) με αποτέλεσμα να ανταγωνίζονται τα Κλαδοκεραιωτά. Η Μιχαλούδη (1997) επίσης αναφέρει ότι ο ανταγωνισμός αυτός καθορίζεται στον τρόπο λήψης της τροφής, με τα Καλανοειδή να έχουν την ικανότητα να επιλέγουν την τροφή, ενώ τα Κλαδοκεραιωτά καταναλώνουν ανεξέλεγκτα λεία, με μεγάλη απώλεια ενέργειας. Αυτό τα κάνει μειονεκτικά σε ολιγότροφες συνθήκες ή σε πολύ εύτροφες, οπότε επικρατούν τα Κυανοφύκη (φτωχά σε ενέργεια). Έτσι εξηγείται κι ο περιορισμένος αριθμός Κλαδοκεραιωτών σε σχέση με τα Κωπήποδα σ'όλη την διάρκεια των δειγματοληψιών (βλ.εικ..2.68) που επικρατούν ολιγοτροφικές συνθήκες. Τα παραπάνω συμφωνούν και με την άποψη των Andersen-Hessen (1991) ότι ο P ως περιοριστικός παράγων, φαίνεται να επηρεάζει θετικά τα Καλανοειδή έναντι των Κλαδοκεραιωτών που θηρεύονται σε μεγαλύτερο βαθμό από την ιχθυοπανίδα. Μάλιστα περισσότερες απαιτήσεις σε φωσφορικά έχουν οι νεαρές μορφές κωπηπόδων (ναύπλιοι) από τις γηραιότερες (κωπηποδίτες-ώριμα άτομα) σύμφωνα με τους Carillo *et al.* (1996) και τους Medina-Sanchez *et al.* (1999).

Η θηρευτική επίσης πίεση φαίνεται να ασκείται κύρια από τα ψάρια και λιγότερο από άλλα αρπακτικά Κλαδοκεραιωτά (που δεν εντοπίστηκαν στον Κουρνά) και pronύμφες διπτέρων Chaoborus ή Chironomidae. Ακόμη η θήρευση από ψάρια φαίνεται να μεταβάλλεται ανάλογα με την διαθεσιμότητα της ζωοπλαγκτικής λείας κάθε εποχή. Έτσι διακρίνουμε μεταβολή της συμμετοχής των Κλαδοκεραιωτών στην

τροφή της αθερίνας τον ίδιο μήνα διαφορετικό χρόνο (βλ. εικόνες 12-14 Μέρος Γ) και διαφορετικές εποχές την ίδια χρονιά (βλ. πίνακα 12). Βλέπουμε ότι την περίοδο Νοέμβριου'99-Ιουλίου'00, η αθερίνα τρέφεται με περισσότερα Κλαδοκεραιωτά τον Νοέμβριο (f=84%) και λιγότερα τον Ιούλιο (f=17%), ενώ την ίδια περίοδο η συμμετοχή των Κωπήποδων στην λεία είναι σταθερά περιορισμένη (f=7-8%). Επίσης την περίοδο Μάιος'04–Μάρτιος'05, η αθερίνα τρέφεται με περισσότερα Κλαδοκεραιωτά τον Μάρτιο (f=94%) και με λιγότερα τον Νοέμβριο. (f=8%), ενώ την ίδια περίοδο η συχνότητα των Κωπήποδων στην λεία είναι σταθερά περίπου 20-22%, μηδενίζεται το φθινόπωρο και αυξάνει πάλι στο 6% περίπου τον Μάρτιο του επόμενου έτους. Συνολικά δηλ. κυμαίνεται σε f=6-22%.

Εξετάζοντας τώρα την συχνότητα των δύο αυτών ομάδων στην λεία της αθερίνας, την ίδια εποχή (Άνοιξη) διαφορετικών ετών (2000,2002,2003,2004) παρατηρούμε σημαντικές αποκλίσεις από χρόνο σε χρόνο. Η συχνότητα των κλαδοκεραιωτών κυμαίνεται από το 5-62% και των Κωπήποδων από 4-26%.

Τροχόζωα

Η Κρήτη είναι γνωστό ότι έχει εξελιχτεί γεωλογικά ομοιόμορφα με την ΒΔ Ηπειρωτική Ελλάδα και Δυτική Πελοπόννησο (Δερμιτζάκης 1989, 1990). Το στοιχείο αυτό κατά τον Koussouris (1979) πρέπει να συνδέεται και με την παρουσία όμοιων ειδών Τροχοζώων στα εσωτερικά νερά των περιοχών αυτών. Στη λίμνη η περιορισμένη συστηματική ανάλυση που έγινε και ανέδειξε μια ομάδα τροχοζώων που εναλλάσσεται κατά εποχή και ζώνη, μάλλον συνηγορεί προς αυτή την κατεύθυνση.

Στη Λ.Κουρνά, που εμφανίζει ολιγοτροφικό χαρακτήρα το περισσότερο διάστημα, τα τροχόζωα φαίνεται να περιορίζονται όταν δεν επαρκεί η τροφή (εικόνες 2.50-2.51-2.52). Μάλιστα εμφανίζουν μεγαλύτερη ποικιλότητα στην παράλιο ζώνη και τη θέση των πηγών και μικρότερη στην πελαγική ζώνη, που ασκείται λιγότερη θηρευτική πίεση από τα ψάρια.(εικ. 2.53, 2.54, 2.55 2.56). Η συμμετοχή μάλιστα των τροχοζώων αυξάνεται από τον βαθύτερο (D) στον ρηχότερο σταθμό (E) της παράλιου ζώνης (εικ. 2.54 και 2.55) Όπως και σε άλλες λίμνες, η επικράτηση τροχοζώων στον Κουρνά είναι σε επίπεδο αφθονίας κι όχι βιομάζας (Μιχαλούδη 1997, Τρύφων 1994, Ζαρφτζιάν 1989). Στις πηγές το ιδιόμορφο περιβάλλον, με τις χαμηλές θερμοκρασίες και το έντονο ανοδικό ρεύμα τον περισσότερο χρόνο, δεν επιτρέπει την ανάπτυξη των Κλαδόκερων και Κωπήπόδων οπότε η συμμετοχή στην βιομάζα των τροχοζώων είναι ιδιαίτερα υψηλή (εικ. 2.62). Επίσης στη λιμνική ζώνη η ανάπτυξη του γιγαντόσωμου

τροχοζώου *A. priodonta* επηρεάζει σημαντικά την συμμετοχή της βιομάζας της ομάδας, το περισσότερο διάστημα (εικ. 2.60).

Επίσης χαρακτηριστικές ανθίσεις α) του είδους *Asplanchna priodonta* παρατηρήθηκαν κύρια στην πελαγική (λιμνική) ζώνη στις αρχές του φθινοπώρου μετά από βροχόπτωση και β) ενός άλλου είδους πιθανότατα *Gastropus sp.* σαφώς μικρότερου μεγέθους του πρώτου στην παράλιο ζώνη την άνοιξη. Αυτό εξηγείται και από άλλες έρευνες που υποστηρίζουν ότι τα μεγαλύτερα είδη απομακρύνονται από την ρηχή παράλια ζώνη, προκειμένου να αποφύγουν την θήρευση, ιδιαίτερα από τα νεαρά ψάρια που συγκεντρώνονται εκεί. Απεναντίας τα μικρότερα είδη επιβιώνουν περισσότερο στις θέσεις αυτές. Στις πηγές όμως η παρουσία τους ελαχιστοποιείται.

Επίσης παρατηρήσαμε έντονα το φαινόμενο του πολυμορφισμού στο είδος *A. priodonta* αλλά και τον καννιβαλισμό των μικρότερων αρσενικών από τα μεγαλύτερα άτομα, συνήθως θηλυκά (Gilbert 1977,1980 και Gilbert *et al.* 1985). Μάλιστα το ποσοστό των ατόμων που εμφανίζουν καννιβαλισμό αυξάνεται σε περίοδο έλλειψης άλλης τροφής (πιθανόν διάτομα *Cyclotella*). Έτσι παρατηρείται αύξηση του ποσοστού καννιβαλισμού από 1,1% τον Σεπτέμβριο '03 σε 7,49% τον Οκτώβριο '04. Το φαινόμενο υποχωρεί τον χειμερινό Φεβρουάριο '04 σε ποσοστό 3,26% και αυξάνεται εκ νέου σε 7,28% την άνοιξη (Μάιο) του 2004.

Αξιοποιώντας αναφορές της Μιχαλούδη (1997) για τους όγκους ορισμένων Τροχοζώων και συγκρίνοντας με τα ευρήματα της παρούσας έρευνας (βλ. πίνακα 4) διαπιστώνονται μεγάλες διακυμάνσεις, με τάση τα περισσότερα είδη να είναι μεγαλύτερα σε όγκο στα ολιγότροφα ή και μεσότροφα νερά και μικρότερα σε εύτροφα. Τον κανόνα αυτό δεν ακολουθούν όλα τα είδη. Αντίθετη τάση ακολουθούν είδη όπως η *A.priodonta* και η *Synchaeta spp.* Το πρώτο είδος εμφανίζει σημαντικό μέσο ατομικό όγκο ($5,86 \cdot 10^6 \mu\text{m}^3$) δηλ. σαφώς μικρότερο εκείνων του ίδιου είδους από άλλες λίμνες εύτροφες. Από το δεύτερο γένος που θεωρείται ότι περιλαμβάνει κυρίως ψυχρόφιλα είδη, δεν εντοπίστηκαν με βεβαιότητα άτομα στην παρούσα έρευνα..

Τα είδη του γένους *Polyarthra* απαντούν μαζί, σε πολλές λίμνες, αλλά με διαφορετικούς χρόνους εμφάνισης, όπως περιγράφεται από τους Miracle (1977), Bogdam & Gilbert (1982). Στην πελαγική ζώνη του Κουρνά έχουμε παρουσία αυτών τον Αύγουστο '03 με μείωση το φθινόπωρο και επανεμφάνιση στα τέλη χειμώνα με διατήρηση της αφθονίας σε χαμηλότερα επίπεδα σε όλο σχεδόν το υπόλοιπο διάστημα (Φεβρουάριος-Σεπτέμβριος '04). Στις υπόλοιπες θέσεις (S,D,E) τα τροχοζώα

είναι αραιά. Η εικόνα αυτή συμπίπτει με αναφορές που αφορούν την εξάπλωση του *Polyarthra vulgaris* σε καλά οξυγονωμένα νερά, μορφή που ομοιάζει αρκετά με τα άτομα που παρατηρήθηκαν στην παρούσα έρευνα. Τα είδη *Polyarthra spp.* τρέφονται κυρίως με κρυπτοφύκη (*Cryptomonas spp.*, *Rhodomonas spp.*), το μονοκύτταρο χλωροφύκος *Chlamydomonas* και με Chlorococcales. Τα Κυκλοποειδή και οι προνύμφες εντόμων που αυξάνουν την χειμερινή περίοδο και τα ψάρια την άνοιξη και αρχές θέρους φαίνεται να επιδρούν αρνητικά στους πληθυσμούς των *Polyarthra spp.* σύμφωνα με τους Stenson (1982), Williamson (1983), Andrew & Fitzsimons (1992) και ιδιαίτερα από την θήρευση του τροχόζωου *A. priodonta* και του κυκλοπειδούς *Cyclops vicinus* στη τεχνητή λίμνη Ταυρωπού (Τσέκος και συν. 1992). Το τελευταίο είδος δεν είναι σίγουρο ότι υπάρχει στον Κουρνά.

Από τα είδη Keratella, καταγράφηκε το *K. quadrata* την άνοιξη και αρχές θέρους του '05 και καθόλου το '03 που είχαμε διαφορετικές καιρικές συνθήκες. Παράγοντας μάλιστα που επηρεάζει το παρεμφερές είδος της *K. cochlearis* σε σημαντικό βαθμό αρνητικά είναι η παρουσία νημάτων κυανοφυκών που μπλοκάρουν την τροφική ικανότητά τους μέχρι θανάτου (μηχανική παρεμπόδιση). Το είδος τρέφεται κύρια με θρύμματα, κρυπτοφύκη ή/και βακτήρια ανάλογα με τη διαθεσιμότητά τους διαφορετικές εποχές. Εμφανίζουν χαρακτηριστική ακμή (peak) ένα μήνα μετά την ακμή των Κρυπτοφυκών, ενώ θηρεύονται σε μεγάλο βαθμό απ' το *A. priodonta* (Ejsman-Karabin 1974, Dummont 1977, Hoffman 1983) και πιθανότατα από κωπήποδα και προνύμφες εντόμων, σύμφωνα με τους Nauwerck (1963) και Williamson (1983), (από Μιχαλούδη 1997).

Το είδος της *Filinia longiseta* καταγράφηκε στα δείγματα του 2005 κι όχι του 2003, γεγονός που επιβεβαιώνει το θερμοφίλο χαρακτήρα και τη μη εμφάνισή του σε περιβάλλον με θερμοκρασίες κάτω από 15°C (Ruttner-Kolisko 1974). Είδος που τρέφεται με νανοπλαγκτόν (κύρια θρύμματα και βακτήρια) και λιγότερο με τα Chlorococcales (Τρύφων 1994, Μιχαλούδη 1997).

Ετερότροφα βλεφαριδωτά πρωτόζωα

Στον Κουρνά, τα βλεφαριδωτά πρωτόζωα διαπιστώθηκε ότι παρουσιάζουν μέγιστο συνήθως στην μέση του καλοκαιριού (εικ.2.98-2.100), γεγονός που έχει επισημανθεί σε αρκετές έρευνες για τους ετερότροφους οργανισμούς (όπως δινοφύκη, βλεφαριδωτά βακτήρια και πρωτόζωα) εξαιτίας της μείωσης των θηρευτών τους (μεγάλο ζωοπλαγκτόν) τις ξηρές εποχές (Μιχαλούδη 1997, Ζαρφτζιάν 1989).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά είδη Τροχοζώων και οι όγκοι τους σε διαφορετικά τροφικά περιβάλλοντα.

Είδος	Όγκος ($\mu\text{m}^3 \cdot 10^{-6}$)	Λίμνη	Τροφισμός	Πηγή
<i>Asplanchna priodonta</i>	57,16	Μικρή Πρέσπα	Εύτροφη	Μιχαλούδη 1997
	33,6	Βόλβη	-«-	Ζαρφτζιάν 1989
	37,5	(Kinneret) Ισραήλ	-«-	Gophen 1973
	200	Windermere	-«-	Ruttner-Kolisko 1977
	5,44-6,28	Κουρνάς	Ολιγότροφη— μεσότροφη	Παρούσα έρευνα
<i>Filinia longiseta</i>	0,24	Μικρή Πρέσπα	εύτροφη	Μιχαλούδη 1997
	0,17-0,24	Lough Neagh (Ireland)	-«-	Andrew & Fitzsimons 1992
	0,32	Lucerne (Germany)	Μεσότροφη	Buergi <i>et al.</i> 1985
	0,52	Λίμνες ELA (ΗΠΑ)	Ολιγότροφες	Malley <i>et al.</i> 1989
	0,09-0,39	Κουρνάς	Ολιγοτροφη- μεσότροφη	
<i>Polyarthra spp.</i>	0,9	Μικρή Πρέσπα	Εύτροφη	Μιχαλούδη 1997
	1,1	Βόλβη	-«-	Ζαρφτζιάν 1989
	0,3	Τιβεριάδα Ισραήλ (Kinneret)	-«-	Gophen 1973
	0,14	Lucerne Γερμανίας	Μεσότροφη	Buergi <i>et al.</i> 1985
	0,04-0,39	Κουρνάς	Ολιγότροφη- μεσότροφη	Παρούσα έρευνα
<i>Keratella cochlearis</i>	0,05	Μικρή Πρέσπα	Εύτροφη	Μιχαλούδη 1997
	0,05	Erken Σουηδίας	Εύτροφη	Nauwerck 1963
	0,1	Τιβεριάδα Ισραήλ (Kinneret)	-«-	Gophen 1973
	0,04	Lucerne Γερμανίας	Μεσότροφη	Buergi <i>et al.</i> 1985
	0,7-0,15	Λίμνες ELA	Ολιγότροφες	Από Μιχαλούδη 1997
<i>Keratella quadrata</i>	0,07-0,12	Κουρνάς	Ολιγότροφη εως μεσότροφη	Παρούσα έρευνα

Ζωοπλαγκτονική ποικιλότητα και τροφισμός.

Ο τροφισμός θεωρείται ότι αντανακλάται όπως και στο φυτοπλαγκτό στον αριθμό των ειδών ζωοπλαγκτού. Μάλιστα ο Dodson (1991, 1992) και η Serafimova

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

(1958) (από Μιχαλούδη 1997) συσχετίζουν τον βαθμό τροφισμού με το βάθος και την έκταση κάθε λίμνης, ο πρώτος μάλιστα αποκλείει τα παραλιακά και βενθικά είδη από τις συγκρίσεις. Σύμφωνα με τον πίνακα 5 και τις αναφορές από άλλες ευρωπαϊκές λίμνες, διαφορετικού τροφισμού, καταρχήν υπάρχει καλή συσχέτιση με τον όγκο ($R^2=0,68$) και καλύτερη με την έκταση ($R^2=0,72$) στις εύτροφες, ενώ δεν φαίνεται να

Πίνακας 5 : Σύγκριση αριθμού πελαγικών ζωοπλαγκτικών ειδών σε διάφορες ευρωπαϊκές και ελληνικές λίμνες .

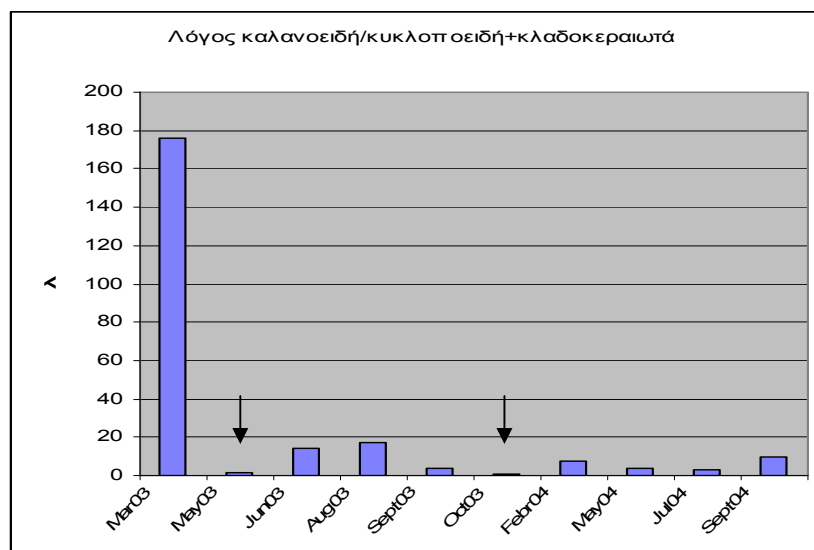
Λίμνη	Βάθος (m)	Έκταση (Km ²)	Τροφική κατάσταση	Αριθμός ειδών	πηγή
Οχρίδα (FYROM)	286	348	Ολιγότροφη	14	Stankovic 1960
Μεγ. Πρέσπα	52	275,4	-«-	25	Jakovljevic 1935
Κουρνάς	25	0,6	Ολιγότροφη προς μεσότροφη	11-14 (?)	Παρούσα έρευνα
Βεγορίτιδα	45	43	Μεσότροφη	28	Ζαρφτζιάν (από Μιχαλούδη 1997)
Monterosi (Κεντρ.Ιταλία)	6,2	0,32	Εύτροφη	22	Bazzanti <i>et al</i> 1988
Βόλβη	23	68,6	-«-	33	Zarfdjian <i>et al</i> 1990
Μικρή Πρέσπα	7	48	-«-	34	Μιχαλούδη 1997
Δοϊράνη	9,5	127	-«-	40	Stankovic 1931
Skadar (Balkania)	8,3	370	-“-	45	Gannon & Stemberger 1981

επιβεβαιώνεται η παραπάνω θεωρία στις ολιγότροφες όπως ο Κουρνάς με 11(-14) πελαγικά είδη στη ζωοπλαγκτική σύνθεσή του. Η ανάλυση περιλάμβανε μόνο τις νότιες ευρωπαϊκές λίμνες, θεωρώντας το γεωγραφικό πλάτος καθοριστικό παράγοντα.

Μάλιστα σύμφωνα με τους Radwan (1976,2003), Gannon & Stemberger (1978), Geller & Mueller (1981) (από την Μιχαλούδη 1997), όταν οι συνθήκες γίνουν ευνοϊκές για ευτροφικά φαινόμενα, εμφανίζονται μεγάλοι πληθυσμοί ειδών όπως η *Filinia longiseta* ή της *Bosmina longirostris* και του *Chydorus sphaericus* που θεωρούνται δείκτες ευτροφισμού. Την παραπάνω διαπίστωση την καταγράψαμε σύμφωνα με την ποιοτική ανάλυση του φυτοπλαγκτού και ζωοπλαγκτού της λίμνης το έτος 2005. Επίσης, αν και παρόντα τα είδη Κυκλοπειδών Κωπηπόδων, απουσιάζουν τα Diaptomidae, ενώ έχουμε ολίγα είδη Κλαδοκεραιωτών.

Σύμφωνα επίσης με το γεγονός ότι οι 3 ομάδες των ζωοπλαγκτικών καρκινοειδών εμφανίζουν επικράτηση συνήθως κάποια χαρακτηριστική εποχή, χρησιμοποιείται κι ένας άλλος δείκτης που συνδέει την τροφικότητα κάθε λίμνης με

το ζωοπλαγκτόν. Ο δείκτης του λόγου αφθονίας μεταξύ των Καλανοειδών και του αθροίσματος Κλαδοκεραιωτών και Κυκλοποειδών, εξελίσσεται αντιστρόφως ανάλογα του τροφισμού (Gliwicz 1969, Gannon & Stremberger 1978).



Εικόνα 4.9: Διακύμανση του λόγου αφθονίας Καλανοειδών/Κυκλοποειδών + Κλαδοκεραιωτών

Στην λίμνη Κουρνά τα αποτελέσματα (από τα δείγματα του πλαγκτικού δικτυού που ανταποκρίνονται καλύτερα στην αφθονία του ζωοπλαγκτού), δίνουν τον λόγο αυτό να κυμαίνεται από 0,4 -179 (εικόνα 4.9). Παρατηρούμε δηλ. τάση για μείωση του λόγου και αύξηση του τροφισμού τον Μάιο του 2003 που η τιμή είναι περίπου στο 1, αλλά κυρίως τον Οκτώβριο'03 με τιμή $\lambda=0,4$, δηλ. την περίοδο που η στρωμάτωση τερματίζεται και η ανάδευση μεταφέρει στοιχεία και υλικό από τον πυθμένα προς τα ανώτερα στρώματα. Οι χρονικοί αυτοί περίοδοι σχεδόν ταυτίζονται, με την ανάλυση τροφισμού βάσει των δεικτών του Carlson (1977), αφού παρατηρούμε την αύξηση των τιμών προς μεσότροφες συνθήκες το φθινόπωρο (ιδιαίτερα τον Σεπτέμβριο) και την άνοιξη (2003). Διακρίνουμε δηλ. ότι αυτή η τάση εκφράζεται με διαφορά φάσης τον επόμενο μήνα από την αύξηση της φυτοπλαγκτικής μάζας. Συμπέρασμα λογικό αφού καθυστερεί ο ρυθμός ανάπτυξης των ζωοπλαγκτικών καρκινοειδών.

Κατανομή ζωοπλαγκτού στο χώρο και τον χρόνο

Σύμφωνα με την στατιστική ανάλυση (σελ. 44-45), η οριζόντια κατανομή στο ζωοπλαγκτό είναι ανομοιογενής σε αντίθεση με το φυτοπλαγκτό και οι οργανισμοί που το συνθέτουν, δημιουργούν μικρά ή μεγάλα σμήνη, ανάλογα με την έκταση της λίμνης, είτε για λόγους αναπαραγωγικούς, είτε για προστασία έναντι των θηρευτών.

Η κατακόρυφη κατανομή, αν και καθορίζεται από τις κύριες φυσικοχημικές παραμέτρους, που επιδρούν στην στρωμάτωση ή ομογενοποίηση του νερού, δεν

φαίνεται να διαφέρει στο χρόνο, στοιχείο που υπονοεί ότι συνέβαλλαν άλλοι βιολογικοί παράγοντες όπως η θήρευση και η επάρκεια διαθέσιμης τροφής (Orcutt & Porter 1983, Radwan *et al.* 1989, 2003, Gophen 1977 & 2003). Η όποια απόκριση στην φυτοπλαγκτική ανάπτυξη δεν καταγράφεται σε κατακόρυφο επίπεδο αλλά σε οριζόντιο δηλ. στον χώρο έχουμε διαφοροποίηση όπως αναμενόταν και μάλιστα σημαντική στο «ψυχρό» και με έντονο ρεύμα σημείο εισροής των υδάτων σταθμών Πηγών, έναντι των παράλιων και πελαγικών θέσεων. Σε επίπεδο βιομάζας έχουμε διαφορά και μεταξύ παραλίου και πελαγικής ζώνης.

4.1.4 Τροφικά πλέγματα και αλληλεξάρτηση πλαγκτού και ιχθυοπανίδας

Η δημιουργία φυτοπλαγκτικών ανθίσεων (blooms) σε λιμναία οικοσυστήματα, απασχολεί τους διαχειριστές τα τελευταία χρόνια, εξαιτίας της αλλοίωσης των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού (γεύση, οσμή κ.ά) που συχνά προορίζεται, πέραν της άρδευσης, για ύδρευση ή/και για ψυχαγωγία (τουρισμός).

Σύμφωνα λοιπόν με τη θεωρία όπου η πρωτογενής παραγωγή ελέγχεται από κάτω προς τα πάνω (bottom-up) (Bulagakov & Levich 1993, Chappman & Green 1999, Cottingham 1999, Lei *et al.* 2005), στο τέλος του χειμώνα στην λίμνη η επάρκεια θρεπτικών και η ικανοποιητική ηλιοφάνεια επιτρέπουν την απεριόριστη ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού. Την ίδια εποχή τα ζωοπλαγκτονικά είδη αυξάνουν λόγω εκκόλαψης των αβγών διαρκείας και της διαθέσιμης φυτοπλαγκτονικής βιομάζας. Τα τροχόζωα με τον μικρό χρόνο γενιάς αναπτύσσονται πρώτα και έπονται από τα Κοπήποδα και Κλαδοκεραιωτά που αναπτύσσονται με βραδύτερους ρυθμούς. Αυτό οδηγεί στη «φάση της διαύγειας του νερού» για τον Κουρνά τις αρχές άνοιξης, από την κατανάλωση του φυτοπλαγκτού (εικ.2.106) και στην αναδραστική μείωση της βιομάζας του ζωοπλαγκτού. Επιπρόσθετα η θηρευτική πίεση των ψαριών την άνοιξη και το καλοκαίρι, κύρια στην παράλιο ζώνη, συμβάλλει στην περαιτέρω μείωση των πληθυσμών και μία στροφή προς μικρότερου μεγέθους άτομα και είδη. Έτσι σύμφωνα με την εικόνα 2.63 τα ευμεγέθη ζωοπλαγκτικά Καρκινοειδή αντικαθίστανται από τα μικρότερα είδη της ομάδας αλλά και μικρά τροχόζωα (εικ.2.78). Τα τελευταία είναι λιγότερο ευάλωτα στην θηρευτική πίεση των ψαριών και την παρουσία μη εδωδιμων φυτοπλαγκτικών ειδών (κυανοφύκη) που αναπτυσσόμενα τότε, φράσσουν την συλλεκτική συσκευή του ζωοπλαγκτού κατά την τροφοληψία. (Brooks & Dodson 1965, Burns 1969, Blanco 2002, Blanco *et al.* 2003, Brandl 2003). Το καλοκαίρι η σύνθεση του ζωοπλαγκτού, κύρια καθορίζεται από την

θερμοκρασία και την στρωμάτωση της λίμνης. Η έναρξη της ανάμειξης και της ανακύκλωσης των θρεπτικών από τα βαθύτερα στρώματα του υπολιμνίου, οδηγεί σε μία φθινοπωρινή φυτοπλαγκτική κοινωνία που συντίθεται από μεγάλα Διάτομα (Pennales) και μία ποικιλία μικροσκοπικών εδώδιμων άλλων φυκών. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την περιορισμένη ιχθυοπανιδική θήρευση οδηγεί σ'ένα νέο μέγιστο ζωοπλαγκτικής αφθονίας που περιλαμβάνει μεγαλύτερα άτομα και είδη. Η μειωμένη φυτοπλαγκτική βιομάζα του χειμώνα οδηγεί στο αντίστοιχο ζωοπλαγκτικό ελάχιστο. Τότε παρατηρείται και μία αύξηση σε μερικά είδη Κυκλοπειδών που ζυπνούν από την διάπασή τους και συμβάλλουν στην χειμερινή ζωοπλαγκτική βιοκοινωνία. Το παραπάνω συμπέρασμα στηρίζεται και στο ποσοστό συμμετοχής των επιμέρους ομάδων στη βιομάζα των Κωπηπόδων και του ζωοπλαγκτού συνολικά (βλ.εικ. 2.58-2.59 και 2.73). Η παραπάνω διαδοχή φαινομένων στο πλαγκτό θεωρούμε ότι ταιριάζει με το μοντέλο της εποχικότητας γνωστού *ως PEG model (Plankton Ecology Growth)*, όπως έχει διατυπωθεί από τους Sommer *et al.* (από Μιχαλούδη (1997)).

Στη λίμνη η επαναφορά της ενέργειας απ' την οργανική ύλη (DOM) γίνεται με διάφορους δρόμους άλλοτε με την αύξηση των βλεφαριδωτών πρωτοζώων και των Δινοφυκών (κύρια του *C.hirundinella*), όταν αυτά καθίστανται ετερότροφα, άλλοτε με την επικράτηση διαφορετικής ομάδας Τροχοζώων κι άλλοτε με την επικράτηση των Καλανοειδών, που έχουν καταναλώσει προηγούμενα τη διαθέσιμη καλοκαιρινή βακτηριακή βιομάζα (POM). Όταν όμως οι συνθήκες δεν επιτρέπουν την κατανάλωση του POM, τότε έχουμε συσσώρευση οργανικού υλικού στον πυθμένα. Αν αυτό συμπέσει με θερμές χρονιές όπως το 2005 που έχουμε λιγότερο D.O στη στήλη νερού, τότε δημιουργούνται ανοξικές συνθήκες στον πυθμένα. Αντίθετα στην παράλιο εύφωτη ζώνη η αυξημένη θερμοκρασία ευνοεί την παραγωγικότητα, χωρίς να προκαλείται ανοξία.

Την διαδικασία συμπληρώνουν οι διηθηματοφάγοι οργανισμοί του βένθους όπως οι γυαλογαριδούλες (*P.antennarius*), που θηρεύμενες από τα ανώτερα σαρκοφάγα χέλια, ολοκληρώνουν τους κρίκους της τροφικής αλυσίδας. Παράλληλα οι ζωοπλαγκτονικοί οργανισμοί, εφαρμόζοντας ειδικές συμπεριφορές και αξιοποιώντας τα καταφύγια που προσφέρει η πλούσια υφυδατική βλάστηση περιμετρικά του ανάγλυφου της δολινολεκάνης, μειώνουν τις πιθανότητες θήρευσής τους. Ανάλογες συμπεριφορές αναφέρονται από τους Orcutt & Porter 1983, Huntingford & Metcalfe 1986, Wissel & Boeing 2003.

Συνεπώς αυξανόμενης της ιχθυοπανιδικής ποικιλότητας αυξάνεται κι η ζωοπλαγκτική. Συχνά μάλιστα παρατηρείται το φαινόμενο της έντονης θήρευσης των μεγαλόσωμων ζωοπλαγκτικών ειδών απ'τα πλαγκτοφάγα ψάρια, όταν δεν υπάρχουν πολλοί ανώτεροι αρπακτικοί θηρευτές που να ελέγχουν τους πληθυσμούς των προηγούμενων θηρευτών (Brooks & Dodson 1965, Ζαρφτζιάν 1989, Zarfjian *et al* 1995, Chapman & Green 1999, Gophen 2003, Mueller-Solger *et al.* 1996, Σαλβαρίνα και συν. 2005). Το σενάριο αυτό φαίνεται να ισχύει για τον Κουρνά, από τότε που εισάχθηκε το κουνουπόψαρο (προ 70ετίας), το οποίο ελέγχεται πληθυσμιακά κύρια από τα χέλια, το απόθεμα των οποίων παγκόσμια αντιμετωπίζει σοβαρό πρόβλημα. Κατά δεύτερον υποθέτουμε ότι ελέγχεται κι απ'τα νερόφιδα (*Natrix tessellata*) (ΟΑΔΥΚ *et al.* 1998). Επιπρόσθετα έχει επιβεβαιωθεί σε ορισμένα ποτάμια της περιοχής, ότι η παρουσία ρύπων αποκλείει την άνοδο των γυαλόχελων (Τίγκιλης και συν.2005).

Έτσι παρότι τα διαθέσιμα κάθε φορά θρεπτικά της λίμνης καθορίζουν το δυναμικό μέχρι του οποίου θα μπορεί να αναπτυχθεί η πρωτογενής παραγωγή, το τι ποσότητα τελικά θα παραχθεί καθορίζεται από την δομή του τροφικού πλέγματος και του τροφικού καταρράκτη που την ελέγχει (θεωρία top-down). Επειδή όμως πολλά είδη είναι συχνά παμφάγα, τα τροφικά πλέγματα είναι πολύπλοκα και στην πράξη δεν ισχύει απόλυτα η θεωρία αυτή (Οικονόμου 1984).

Τροφικός ανταγωνισμός ιχθυοπανίδας

Σύμφωνα με την έρευνα των Gisbert *et al.* (1996) θεωρούμε ως δεδομένο τον τροφικό ανταγωνισμό (diet overlap) των νεαρών σταδίων της αθερίνας και του κουνουπόψαρου από τότε που εγκαταστάθηκε το τελευταίο στη λίμνη, πριν από 70 χρόνια. Έτσι είναι σίγουρο ότι τις χρονιές με έλλειψη ζωοπλαγκτικής τροφής στον Κουρνά, κάποιο είδος από τα παραπάνω, θα αντιμετωπίζει πρόβλημα διατροφής και τελικά επιβίωσης. Το γνωστό φαινόμενο της στενωπού νεαρών ιχθυδίων (juvenile bottleneck).

Από τα ιχθυολογικά δεδομένα που συγκεντρώθηκαν, θεωρούμε ότι το κουνουπόψαρο έχει το πλεονέκτημα να τρέφεται με νήματα κυανοφυκών και μεγάλων διατόμων (Pennales) παράλληλα με ζωοπλαγκτόν. Σε ένα ολιγοτροφικό περιβάλλον με ελάχιστα νήματα και μάζες κυανοφυκών, αυτό το πλεονέκτημα χάνεται έναντι της αθερίνας, που ο λιμνοθαλάσσιος οικοτυπός της φαίνεται να έχει προσαρμοστεί στο λιμναίο περιβάλλον (Τίγκιλης 2001), έτσι ώστε να μεγαλώνει

γρήγορα και να αποκτά ένα μέγεθος που της επιτρέπει να τρέφεται περισσότερο με τα μακροασπόνδυλα της παράλιου ζώνης (προνύμφες εντόμων, πλατυέλμινθες, νηματώδεις, οστρακάδη και έντομα νευστού). Ενδεχομένως την ίδια συμπεριφορά να ακολουθεί κι η σαλιάρα, η οποία κατά τη διαδικασία οντογένεσης, αποκτά ισχυρά δόντια που της επιτρέπουν να τρέφεται με γαστερόποδα ή και δίθυρα μαλάκια (όπως το μύδι γλυκού νερού) γεγονός που έχει διαπιστωθεί σε άλλες ελληνικές λίμνες (Ψαρράς *et al.* 1997, Τίγκιλης 2001). Ανάλογο φαινόμενο ανταγωνισμού σε ευρωπαϊκές λίμνες περιγράφουν οι Persson & Greenberg (1990) και Okun & Mehner (2005) μεταξύ του λιμναίου πληθυσμού πέρκας (*Perca fluviatilis*) και του κυπρινοειδούς (*Rutilus rutilus*).

Σε αντίθετη περίπτωση η στρατολόγηση ιχθυδίων στον ενήλικο πληθυσμό δεν θα είναι επιτυχής και θα οφείλεται σε αυξημένη θνησιμότητα λόγω πείνας ή παρασιτισμού. Οι αιτίες αυτές οδηγούν σε ελλιπή αποθήκευση λίπους ή αργή ανάπτυξη ή μειωμένη ευρωστία (βλ.εικ.11-12-13,Μέρος Γ) στοιχεία αρνητικά για την αντιμετώπιση των δυσμενών χειμερινών συνθηκών ή την αυξημένη τρωτότητα από θηρευτές, αφού γνωρίζουμε ότι σε εύκρατα κλίματα (όπως του Κουρνά), η παρατεταμένη περίοδος ανάπτυξης, αυξάνει τους κινδύνους θήρευσης των ευάλωτων ιχθυδίων (Rice *et al* 1987).

Από την άλλη, λίμνες σαν τον Κουρνά με μεγάλο ποσοστό υφυδατικών μακροφύτων εξαιτίας της επάρκειας θρεπτικών στο ίζημα που τροφοδοτούν την ανάπτυξή τους διαθέτουν περισσότερες θέσεις προστασίας (καταφύγια) σε ευάλωτους οργανισμούς όπως το ζωοπλαγκτό και τις γαριδούλες, μειώνοντας την θήρευσή τους και το φαινόμενο του τροφικού καταρράκτη (top-down). Συνεπώς η υδρόβια βλάστηση μπορεί να προσφέρει πολλές οικοθέσεις γεγονός που δείχνει ότι η τροφικότητα από μόνη της δεν είναι ο καθοριστικός παράγων για την διαμόρφωση της ιχθυοκοινωνίας (Radke 1998, Okun & Mehner 2005).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ζωοπλαγκτικής ανάλυσης τα μεγάλα Κλαδοκεραιωτά είναι άφαντα. Δεν παρατηρήθηκαν άτομα *Diatomus*, ούτε *Daphnia* spp. Απεναντίας, όπου καταγράφηκαν Κλαδοκεραιωτά (κυρίως στις πηγές, που ίσως λόγω έντονων ρευμάτων και θερμοκρασίας τα πλαγκτοφάγα νεαρά ψάρια είναι απόντα) αυτά είχαν διαστάσεις μήκους $L=0,1-0,4\text{mm}$, είτε της οικογένειας Chydoridae (πιθανόν τα *Alona affinis* & το *Ceriodaphnia quadrangula* ή το *Bosmina longirostris*). Επίσης δεν παρατηρήθηκαν μεγάλα Κυκλοποειδή όπως το *Cyclops vicinus* αλλά μικρότερα με μήκη από $L=0,4-0,6\text{mm}$. Ταυτοποίηση των ατόμων δεν

επιτεύχθηκε, παρότι ο Lindberg (1956) αναφέρεται σε τουλάχιστον 2 είδη, το *Eucyclops serrulatus* και το *Macrocylops albidus*.

Επίσης στην λιμνική κυρίως ζώνη επικράτησε το τροχοζωο-θηρευτής *Asplanchna priodonta* (με μήκη L=300-400μm περίπου) τις ίδιες εποχές που παρατηρήθηκε αύξηση του νανοπλαγκτού (κυρίως διάτομα) και με υστέρηση το ετερότροφο *Ceratium hirundinella* και τα άλλα Δινομαστιγωτά τις εποχές που παρατηρείται σημαντική αύξηση του φυτοπλαγκτού (Σεπτέμβριος'03, Ιούλιος-Σεπτέμβριος'04 και Ιούνιος 2005. Το γεγονός της περιορισμένης παρουσίας του στην παράλιο ζώνη, πρέπει να αποδοθεί στην θήρευσή του, από ψάρια ή Κωπήποδα - αν και δεν εντοπίστηκε σε στομάχια ενήλικων ψαριών. Πάντως είναι γνωστό ότι τα είδη τροχοζώων που φέρουν ακίδες ή εξωτερικές δομές (Iorica) όπως το *A.priodonta*, θηρεύονται σε μικρότερο βαθμό (Brandl 2003).

Από πλευράς συμμετοχής στην μέση βιομάζα (εικ. 2.59) παρατηρούμε ότι τα τροχοζωα επικρατούν στο ζωοπλαγκτό τους μήνες Ιούνιο μέχρι Οκτώβριο'03 που είναι λίγα τα μεγαλύτερα πλαγκτικά είδη καθώς και στα τέλη χειμώνα με αρχές άνοιξης, εφόσον επικρατούν ήπιες συνθήκες, τότε αναπτυσσόμενα γρήγορα επικρατούν (Φεβρουάριος και Μάιος'04). Τον Σεπτέμβριο'04, όμως που οι συνθήκες ήταν διαφορετικές και είχαμε έντονη θήρευση των Κλαδοκεραιωτών (εικ.2.67) και μεγάλων Τροχοζώων όπως το *A.priodonta* (εικ. 2.82-2.89), επικράτησαν σε επίπεδο βιομάζας τα έντομα (2.94) και τα μικρά Καλανοειδή Κωπήποδα (εικ.2.73). Αυτό εξηγείται και με την αλλαγή της σύνθεσης των Τροχοζώων σε μικρότερα είδη (όπως το *Keratella quadrata*, το *Filinia longiseta* κ.ά) το 2004 και 2005. Επίσης η αυξημένη παρουσία προνυμφών οδοντόγναθων κατά την Μιχαλούδη (1997) συμβάλλει στον περιορισμό των Κλαδοκεραιωτών.

Η χωρική κατανομή όμως μας δείχνει διαφοροποίηση της γενικής εικόνας που μας δίνουν οι μέσες τιμές (βλ.εικ.2.60,2.61,2.62). Έτσι στην λιμνική ζώνη επικρατούν κατά κανόνα τα τροχοζωα και έπονται τα κωπήποδα που τα ανταγωνίζονται θηρευτικά όταν ενηλικιωθούν. Στην παράλιο ζώνη όμως που η θήρευση των τροχοζώων εντείνεται, είτε από τα μικρά ενήλικα κωπήποδα (Brandl 2003) και τα πλαγκτοφάγα ψάρια (όπως το κουνουπόψαρο και οι νεαρές αθερίνες) αυξάνει το ποσοστό των Κωπήπόδων και πλαγκτικών μορφών εντόμων (εικ. 2.61-2.62). Στις πηγές τέλος που έχει διαπιστωθεί ότι αφθονούν οι βενθικές μορφές των εντόμων (βλ. εικ. 2.111-2.114) παρατηρείται επικράτηση των πλαγκτικών μορφών εντόμων και σημαντική παρουσία τροχοζώων τον Σεπτέμβριο'03 και τον χειμώνα

(Φεβρουάριος '04). Ανάλογη κατάσταση περιγράφεται σε βορειοαμερικάνικη λίμνη από τους τους Brooks & Dodson (1965), όταν άλλαξε η σύνθεση του ζωοπλαγκτού με την είσοδο ενός πλαγκτοφάγου ψαριού, της λιπαριάς (*Alosa pseudoharengus*).

Ανακεφαλαιώνοντας θεωρούμε ότι η παρατεταμένη αναπαραγωγική περίοδος στα επικρατούντα πλαγκτοφάγα ψάρια (αθερίνα, κουνουπόψαρο) συμβάλλει καθοριστικά στον διαμορφούμενο κάθε φορά τροφικό καταρράκτη, με αποτέλεσμα να επηρεάζει σημαντικά την αφθονία του μεγάλου ζωοπλαγκτού, ευνοώντας την επικράτηση το περισσότερο χρονικό διάστημα μικροζωοπλαγκτικών οργανισμών όπως πολλά είδη τροχοζώων και των Καλανοειδών μικρόσωμων Κωπηπόδων.

Το «σκηνικό» αυτό μεταβάλλεται ουσιαστικά τον χειμώνα που η δράση των ψαριών και η παρουσία νεαρών ατόμων (ηλικίες 0+) περιορίζεται. Τα περισσότερα μάλιστα ψάρια στοχεύουν στην αφθονία της βενθικής μικροπανίδας ή μειοπανίδας η οποία εμφανίζει ανισοκατανομή στον οριζόντιο και κατακόρυφο χώρο της λίμνης (Βορέαδου και συν. 1998, αδημοσίευτα στοιχεία)

Οι ανώτεροι θηρευτές στη λίμνη.

Η εισηγμένη ποικιλία πέστροφας (*O. mykiss* ή *S. Gairdneri*), αν υφίσταται ακόμη κάποιος μικρός πληθυσμός, θεωρούμε ότι δεν έχει επίδραση στο οικοσύστημα. Συνεπώς οι ανώτεροι θηρευτές ουσιαστικά είναι τα χέλια. Γι' αυτό η κατάσταση του τοπικού αποθέματος έχει ιδιαίτερη σημασία στη λειτουργία του τροφικού καταρράκτη στο αλιευτικά αδιατάρακτο λιμναίο περιβάλλον. Την θήρευση όμως έρχονται να συμπληρώσουν εποχιακά και τα διαχειμάζοντα ψαροφάγα πτηνά που διαμένουν στην περιοχή μέχρι αρχές άνοιξης.

Οι έρευνες διατροφής στο χέλι αναφέρουν, ότι καταναλώνει όλα τα είδη υδρόβιας πανίδας (ψάρια, βατράχια, γαστερόποδα, αμφίποδα, προνύμφες εντόμων) που είναι διαθέσιμα στον τόπο διαβίωσής του και σε κάθε φάση της ζωής του, χωρίς να αποκλείεται και η πανίδα χειρσαίας προέλευσης όπως οι σκώληκες (Deedler 1984, Νεοφύτου 1990 Kangur & Kangur 2001).

Σύμφωνα με έρευνες των Poole & Reynolds στην Ιρλανδία (1996, 1998) στη σχέση μήκους-ηλικίας σημαντικό ρόλο παίζει η έλλειψη αλιευτικής πίεσης. Το γεγονός ότι σε κάποιες ηλικίες τα χέλια αναπτύσσονται με μεγαλύτερους ή μικρότερους ρυθμούς αποδίδεται και στην αλλαγή της διαίτας από ασπόνδυλα σε ψάρια. Για τον λόγο αυτό παρατηρείται γραμμική ανάπτυξη σε άτομα ολικού μήκους

άνω των 62cm, σε αντίθεση με την πλειονότητα των μικρότερων ατόμων (<62cm) βάσει των καμπύλων von Bertalanffy.

Έχοντας υπόψη τις έρευνες των Han *et al.*(2001) σε ευρωπαϊκά χέλια που αναφέρουν ότι αυτά είναι ώριμα σε μήκος 35-41cm (για τα αρσενικά) και 54-61cm (τα θηλυκά) και σε ηλικίες 6-9 και 8-12 ετών αντίστοιχα, διακρίνουμε ότι αφενός τα συλληφθέντα αρσενικά του Κουρνά κατά πάσα πιθανότητα είναι όλα ώριμα άτομα, ενώ από τα θηλυκά, τα μικρότερα (< 54cm) ίσως να μην έχουν φτάσει σε γεννητική ωριμότητα. Συνεπώς στην λίμνη με αφθονία τροφής (γαστερόποδων και δεκάποδων) και ελάχιστους ή καθόλου ανταγωνιστές, η ωρίμανση των ατόμων καθυστερεί, όπως άλλωστε συνάγεται από το μεγάλο ποσοστό των ατόμων με μήκος >62cm (βλ.εικ.15, Μέρος Γ).

Υποθέτουμε ότι τις χρονιές που η είσοδος γυαλόχελων και ο πληθυσμός των χελιών στη λίμνη είναι μικρότερος, η λεία τους (κύρια τα μικρά πλαγκτοφάγα όπως η αθερίνα & κουνουπόψαρο και ενδεχομένως τα νεαρά χρυσόψαρα) θα έχουν μικρότερη φυσική θνησιμότητα. Αντίστοιχα το μεγαλόσωμο ζωοπλαγκτόν που αποτελεί την λεία αυτών των ψαριών, θα δέχεται μεγαλύτερη θήρευση και το φυτοπλαγκτόν θα καθιζάνει και θα πεθαίνει χωρίς να υπάρχει χρόνος για να καταναλωθεί σε μεγάλο βαθμό. Η αντίστροφη κατάσταση (δηλ. η αύξηση των εύσωμων ζωοπλαγκτικών οργανισμών με την απομάκρυνση των κουνουπόψαρων σε λίμνη της Ινδία, ανταποκρίνεται σ'ένα τέτοιο τροφικό καταρράκτη (Nagdale & Gupta 2002). Ανάλογα οι Attayde & Hansson (2001) περιέγραψαν τη θετική επίδραση των πλαγκτοφάγων ψαριών σε ομάδες φυτοπλαγκτού (Κυανοφύκη, Κρυπτοφύκη και Χλωροφύκη) στο οικοσύστημα μιας μικρής σε έκταση και ρηχής λίμνης ($\alpha=0,5\text{Km}^2/z_{\max}=5\text{m}$) στην Σουηδία, περισσότερο ελέγχοντας τους πληθυσμούς του ζωοπλαγκτού και λιγότερο μέσω της απέκκρισης.

Την έμμεση επίδραση των ψαριών στο φυτοπλαγκτόν μέσω της απομάκρυνσης των μεγαλύτερων ζωοπλαγκτονικών οργανισμών και την αύξηση των μικρότερων που ανακυκλώνουν γρήγορα τα θρεπτικά στην υδάτινη μάζα περιγράφουν και οι Vanni (1997), Attayde & Hansson (2001) στηριζόμενοι στις εργασίες των Gulati *et al.*, των Vanni & Findlay, Rancharan *et al.* και Vanni. O Sommer (1989) και οι Sommer *et al.* (2001) μάλιστα υπεισέρχονται στην σπουδαιότητα του λόγου N/P για την απελευθέρωση θρεπτικών από τα Κλαδοκεραιωτά και αναφέρει τον ρόλο των ψαριών στην μεταβολή του. Επίσης οι Lamara και Smith (από Attayde & Hansson 2001) αναφέρονται στην ανάπτυξη

φυτοπλαγκτού εξ αιτίας της αύξησης των θρεπτικών από τα απεκκρίματα των ιχθύων. Όταν όμως αυτά έχουν χαμηλό λόγο N/P, τότε ευνοείται απευθείας η ανάπτυξη Κυανοφυκών, που προσαρμόζονται στο φτωχό σε N περιβάλλον. Ακόμη ο Lazzaro (1999) αναφέρεται στον ρόλο που παίζει στην ανακύκλωση των θρεπτικών και την επάρκεια ή όχι N (α) η αφθονία παμφάγων ιχθύων, (β) η συνεχής στρατολόγηση νεαρών ψαριών (ηλικίας 0+) λόγω συνεχούς αναπαραγωγικής ικανότητας και (γ) η παρουσία μικρόσωμων τροχοζώων στο ζωοπλαγκτόν. Τέλος στον Κουρνά η καθ'οιονδήποτε τρόπο συσσώρευση οργανικής ύλης στον πυθμένα, λειτουργεί ως τροφή σε πολλούς μικροοργανισμούς του ιζήματος και σε είδη ψαριών που τρέφονται εναλλακτικά με detritus, όπως το κουνουπόψαρο, η σαλιάρα και οι κέφαλοι.

Επίσης η απουσία Κλαδοκεραιωτών ειδών *Daphnia spp.* στον Κουρνά και το μικρού μεγέθους ζωοπλαγκτόν ταιριάζει στις αναφορές από τροπικές φυσικές ή τεχνητές λίμνες (Dumont *et al.* 1994, Dodson *et al.* 2000) Γεγονός που την διαφοροποιεί από τις βόρειες λίμνες. Η απουσία αυτή από ορισμένους αποδίδεται στην περιορισμένη αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες ή στην χαμηλής ποιότητας προσφερόμενη τροφή από τα αναπτυσσόμενα σε τέτοιες λίμνες κυανοφύκη που όμως δεν συμβαίνει πάντα (Repka *et al.* 1998). Η πιο πιθανή εξήγηση συνδέεται με την αναπαραγωγική προσαρμογή των ψαριών της λίμνης. Έτσι στις εύκρατες και βόρειες λίμνες η αναπαραγωγή γίνεται μία φορά τον χρόνο και ο πλαγκτοφάγος γόνος εμφανίζεται την άνοιξη ή το θέρος, παρέχοντας επαρκή χρόνο στο ζωοπλαγκτόν για να αναπτυχθεί και να βοσκήσει το φυτοπλαγκτόν. Τουναντίον στις θερμές και υποτροπικές λίμνες η αναπαραγωγή συνεχίζεται σχεδόν όλο τον χρόνο (Lazzaro 1997, Fernando 1994). Στον Κουρνά πάντως τα δεδομένα συνηγορούν ότι τουλάχιστον στην αθερίνα και το κουνουπόψαρο έχουμε παράταση της αναπαραγωγής μέχρι το φθινόπωρο (Οκτώβριο-Νοέμβριο).

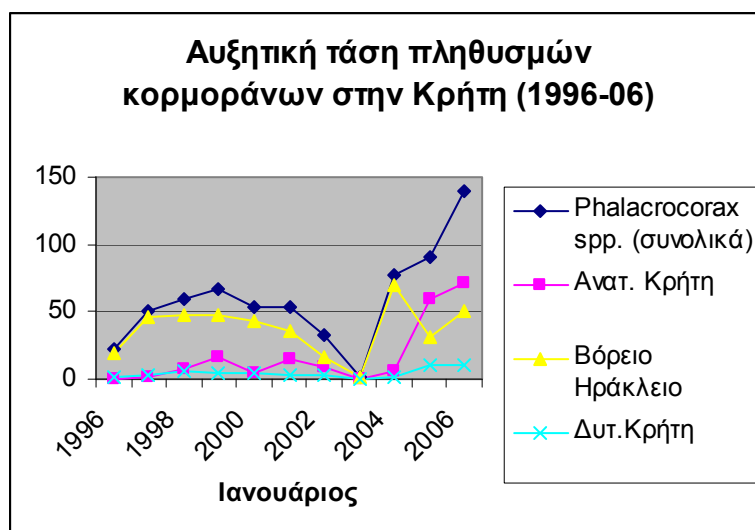
Όσον αφορά τα Κεφαλοειδή, συσχετίζοντας τα ευρήματα στη περιοχή και τις αναφορές από άλλες νότιες και νοτιοανατολικές Μεσογειακές περιοχές, συμπεραίνουμε ότι η εμφάνιση γόνου (των επί μέρους Κεφαλοειδών) στις ακτές της Γεωργιούπολης και τις εκβολές του ποταμού Δέλφινα, ακολουθεί σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις την παρακάτω ακολουθία: 1^{ov}) Το είδος *L. aurata* εμφανίζεται κυρίως την άνοιξη με ιδιαίτερη αφθονία τον Μάρτιο έως και Μάιο. 2^{ov}) Το *L. ramada* εμφανίζεται κυρίως την άνοιξη με ιδιαίτερη αφθονία τον Φεβρουάριο έως Απρίλιο. 3^{ov}) Το *Ch. labrosus* εμφανίζει ιδιαίτερη αφθονία στα τέλη άνοιξης με αρχές καλοκαιριού (Απρίλιο-Μάιο έως Ιούνιο-Ιούλιο). 4^{ov}) Το *L. saliens* εμφανίζει μέγιστο το καλοκαίρι

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

και γενικά παρουσία μέχρι τα τέλη φθινοπώρου.5^{ov}) Το *M.cephalus* εμφανίζεται το καλοκαίρι με μέγιστο τα τέλη φθινοπώρου (Νοέμβριο-Δεκέμβριο) (από Σίνη και συν. 1993) & Μίνος και συν.2000)

Συνεπώς η λογική εξήγηση είναι ότι από την παρατεταμένη υπερχειλίση της λίμνης το χειμώνα, μόνο όταν αυτή συμπέσει με την άφιξη του είδους *L. ramada*, θα έχουμε επιτυχή εποικισμό από κεφαλοειδή, σε αντίθετη περίπτωση τα υπόλοιπα είδη που προσεγγίζουν, θα «ανέβουν» στην λίμνη αλλά δεν θα επιβιώσουν. Η εκδοχή αυτή εξηγεί και το γεγονός ότι δεν εντοπίστηκε ο κοινός κέφαλος στη λίμνη μέχρι στιγμής, αφού ο γόνος του είναι κοντά στις ακτές μόνο τους ξηρούς μήνες, που δεν επικοινωνεί η λίμνη με την θάλασσα.

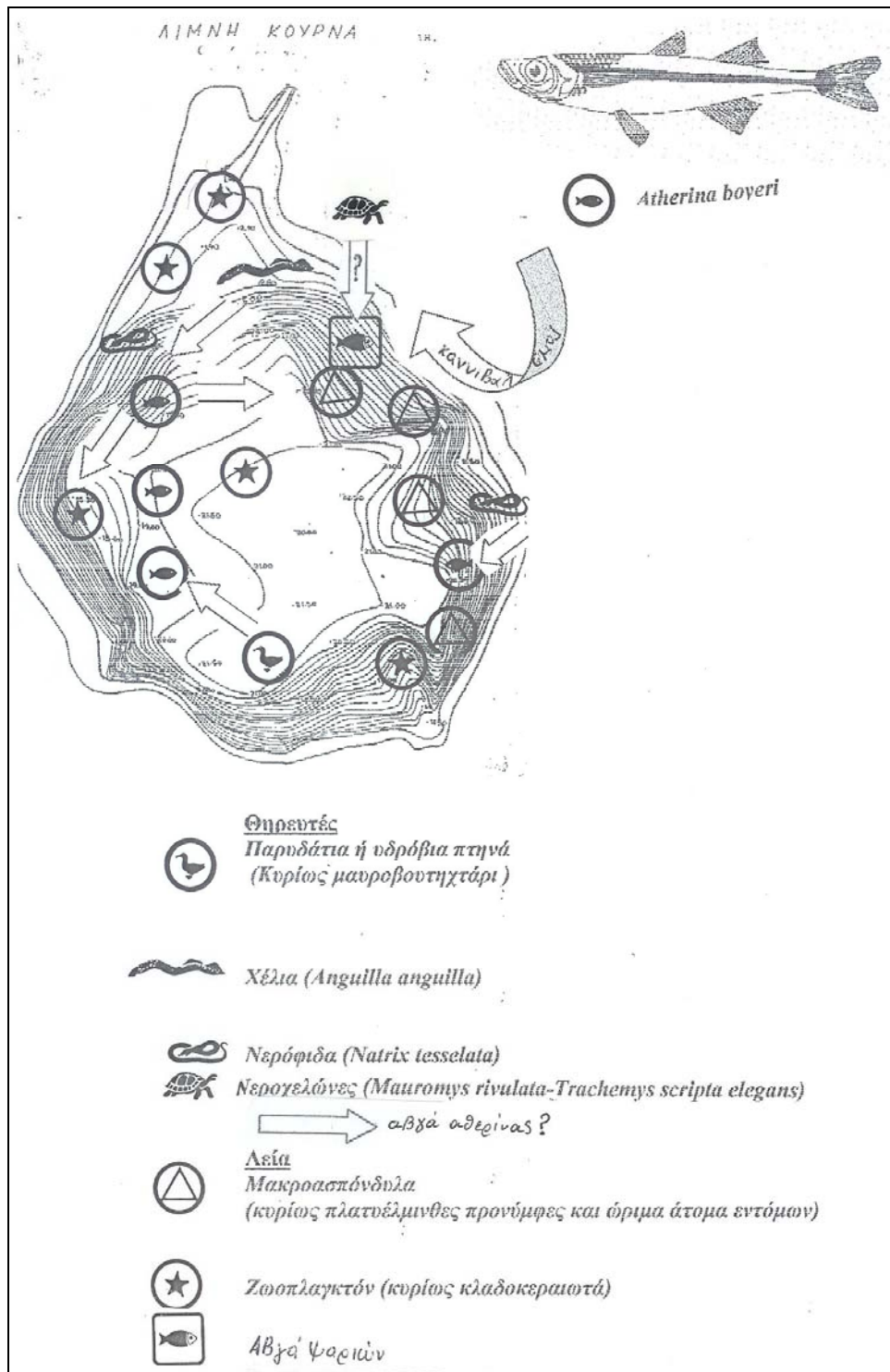
Τέλος ο νέος ένοικος της λίμνης το χρυσόψαρο δεν εμφανίζει μέχρι στιγμής ιδιαίτερη εξάπλωση, όπως αναμενόταν, διότι φαίνεται ότι ελέγχεται σημαντικά από τον πληθυσμό των χελιών αλλά και τους πληθυσμούς της ψαροφάγου ορνιθοπανίδας όπως ο κορμοράνος (*Phalacrocorax carbo*). Την συμβολή των υδρόβιων πτηνών ως εποχιακών ανώτερων θηρευτών, στην αυξημένη φυσική θνησιμότητα του είδους, την βασίζουμε στην αύξηση της παρουσίας κορμοράνων στη λίμνη την τελευταία δετία, που συμπίπτει και με την εισαγωγή του είδους αυτού (Δρετάκης 2006, αδημοσίευτα στοιχεία) (βλ. εικόνα 4.10). Σε αντίθετη περίπτωση το είδος που εισήχθη τυχαία στη λίμνη περί το 1998, εκτιμάται ότι μπορεί να προκαλέσει μακροπρόθεσμα φαινόμενα ευτροφισμού μέσω του τρόπου διατροφής του (Crivelli 1995, Crivelli *et al.* 1997).



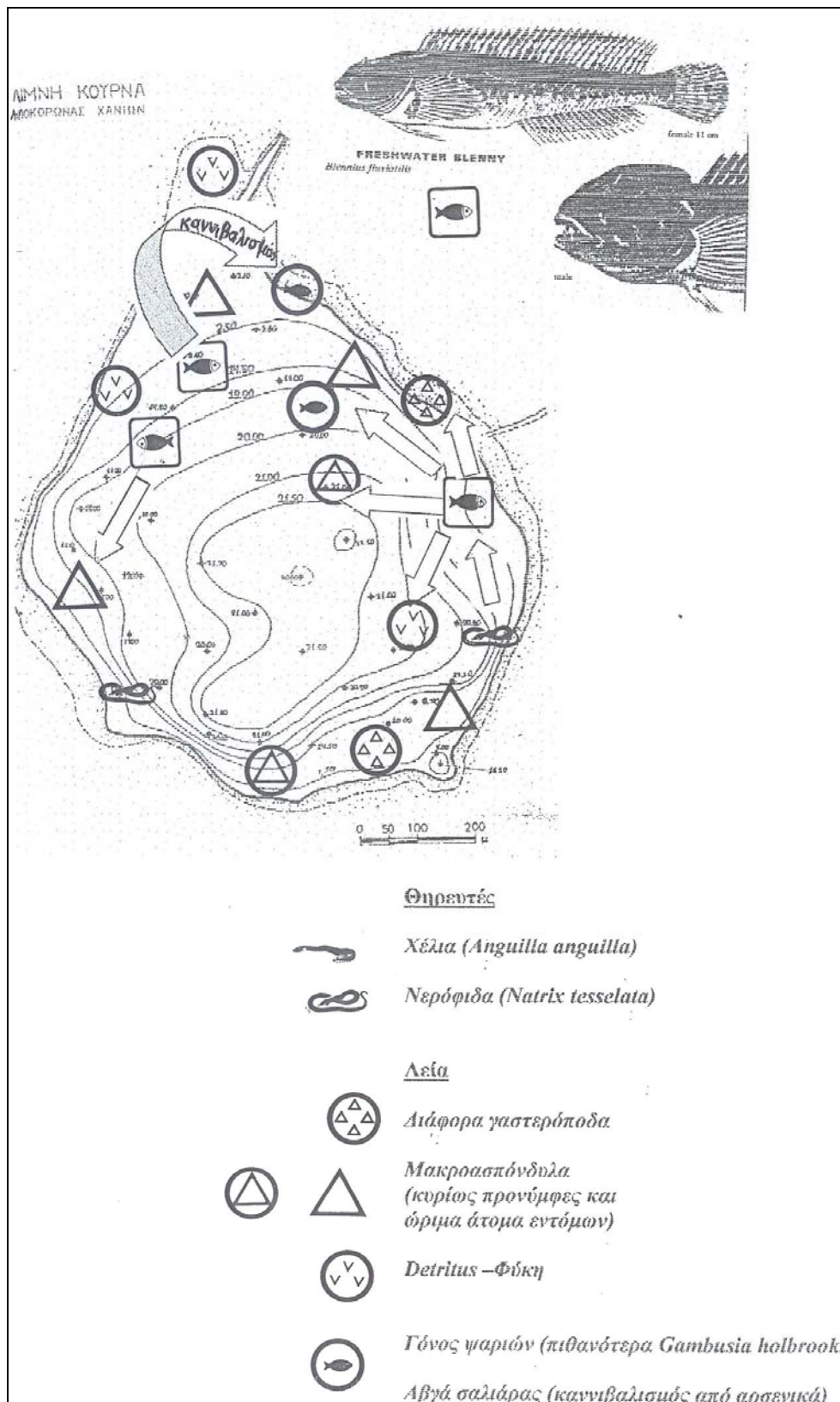
Εικόνα 4.10: Μεταβολή μεσοχειμωνιάτικης παρουσίας κορμοράνων στην Κρήτη (περίοδος 1996-2006) (από Δρετάκη 2006, αδημοσίευτα στοιχεία)

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

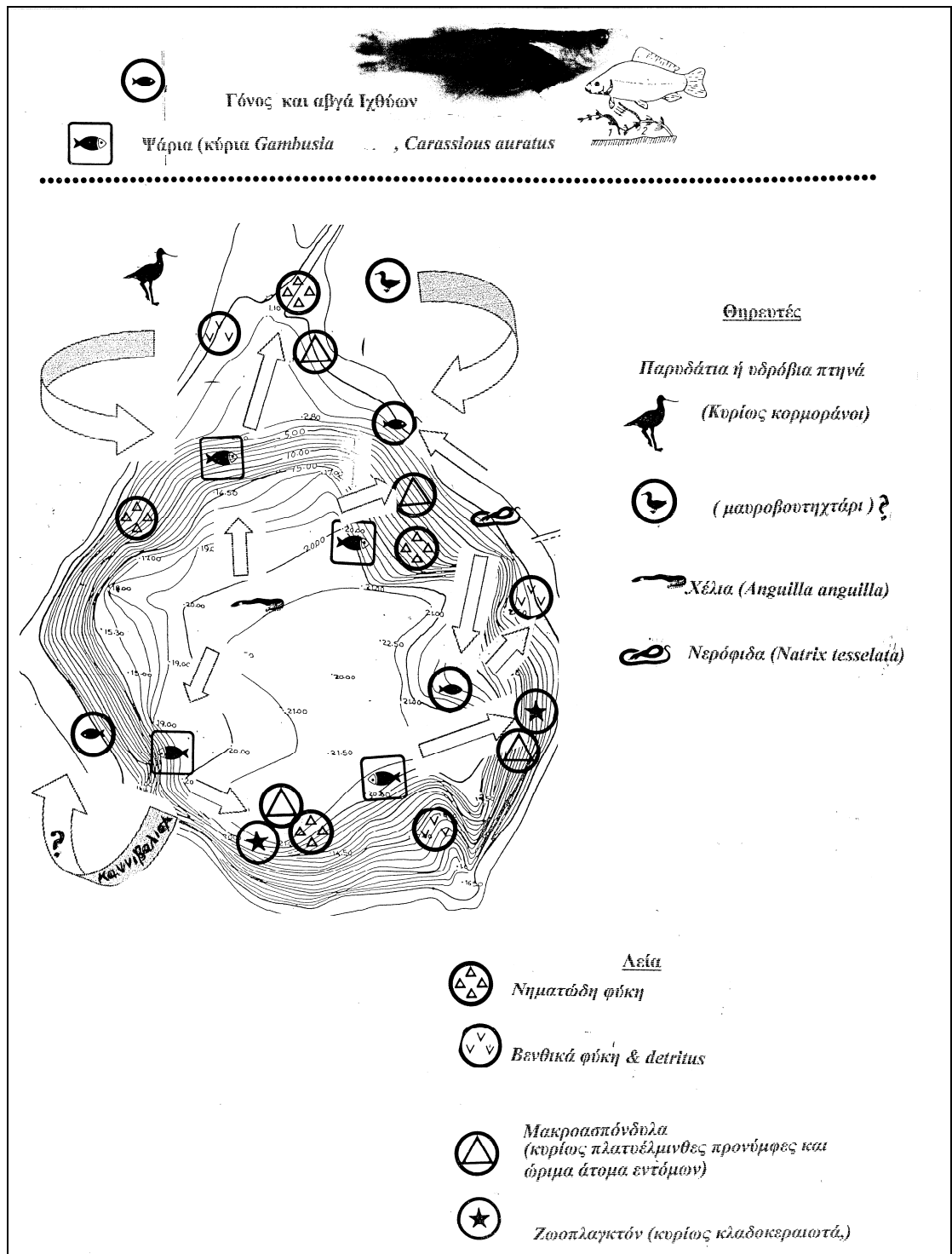
Ακολούθως παρατίθενται με σχηματική απεικόνιση τα σημαντικότερα τροφικά πλέγματα που παρατηρούνται στην λίμνη μεταξύ της κυρίαρχης ιχθυοπανίδας και της υπόλοιπης καταγεγραμμένης υδρόβιας ή παρυδάτιας πανίδας και χλωρίδας: (α) το τροφικό πλέγμα της αθερίνας (εικ.4.11), της σαλιάρας (εικ.4.12), του κουνουπόψαρου και του χρυσόψαρου (εικ.4.13) και του χελιού (εικ.4.14). Τέλος στην εικόνα 4.15 απεικονίζεται συνοπτικά το λιμναίο τροφικό πλέγμα στο οποίο συμμετέχει η ιχθυοπανίδα.



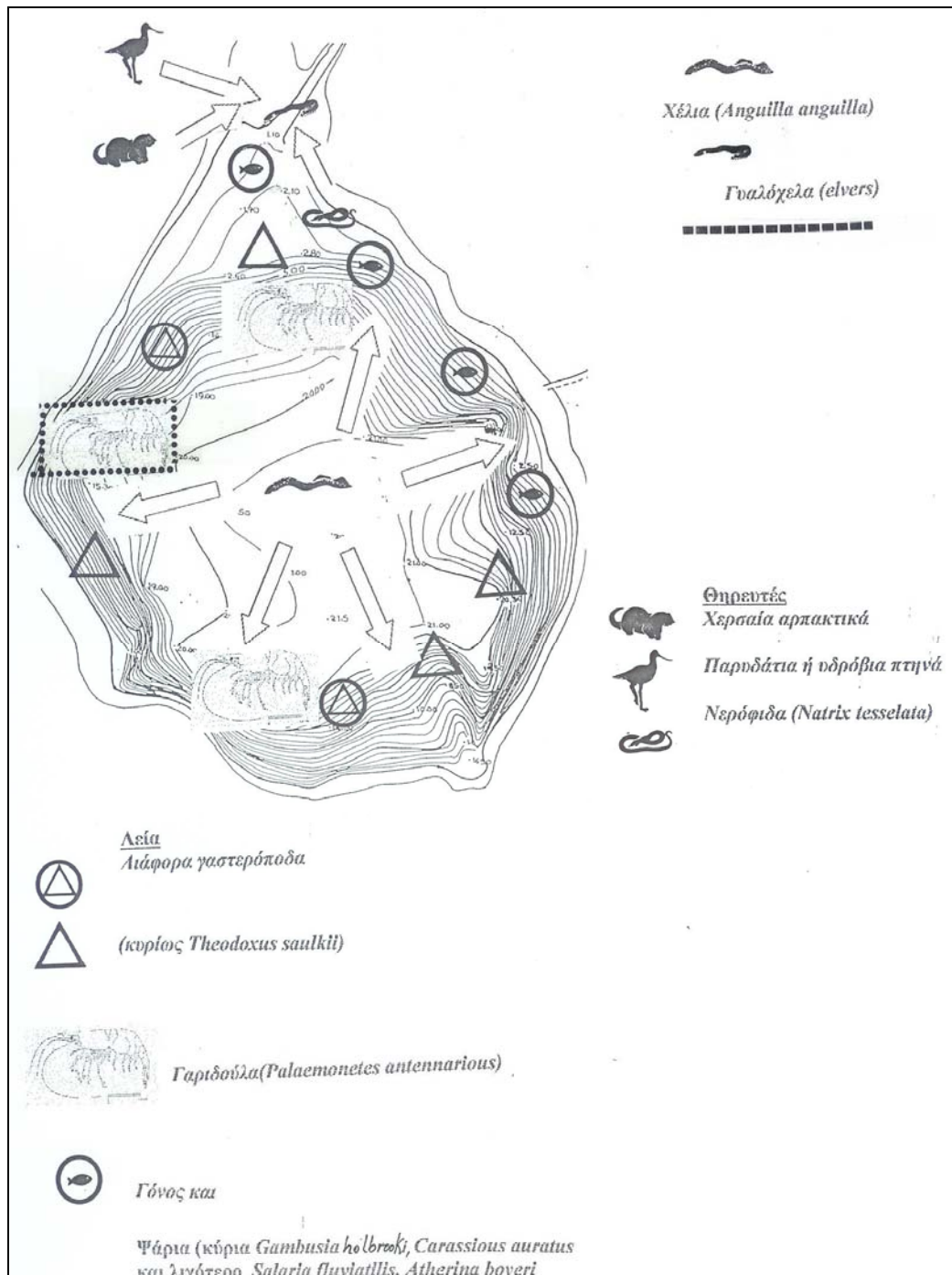
Εικόνα 4.11: το τροφικό πλέγμα της αθερίνας.



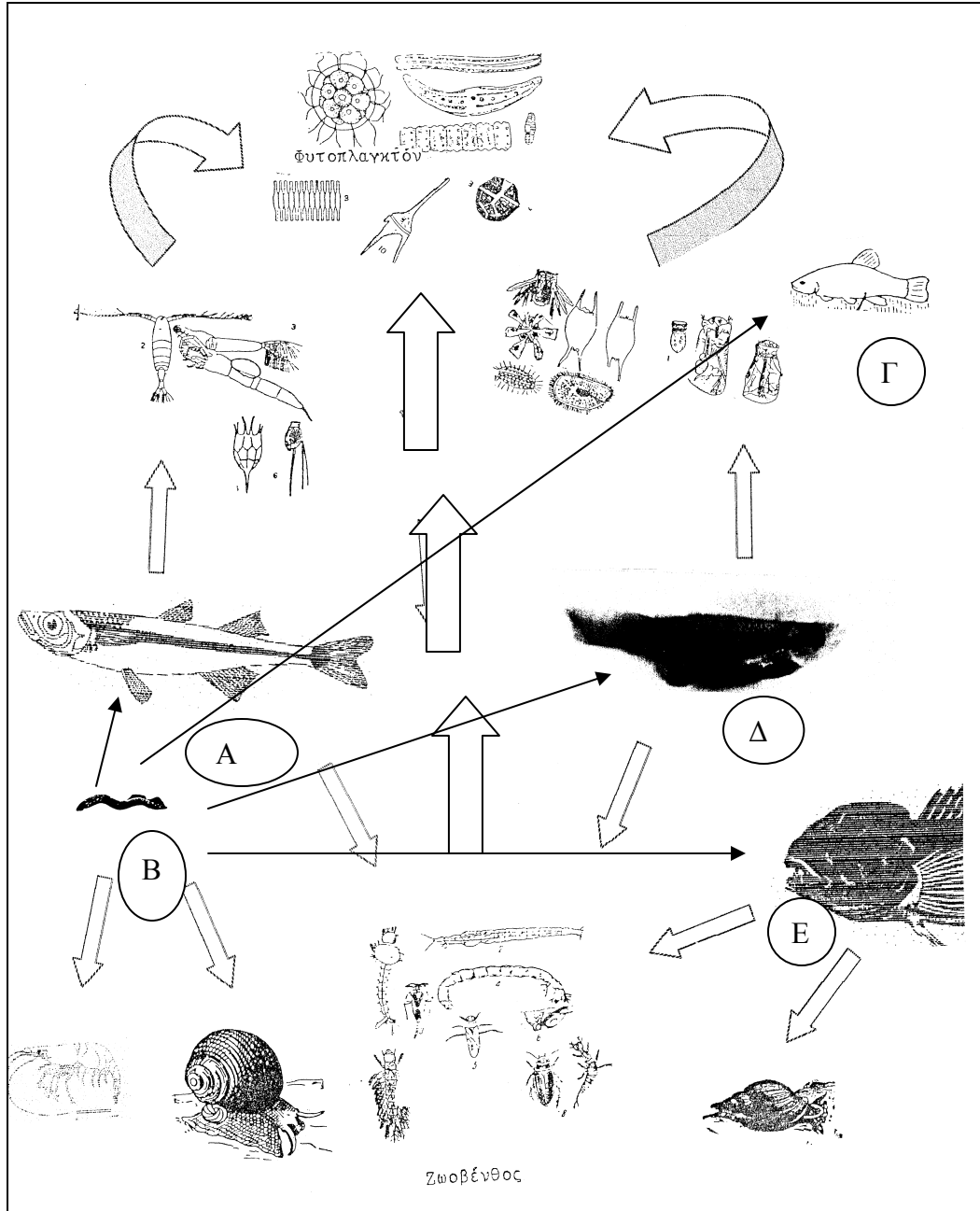
Εικόνα 4.12: το τροφικό πλέγμα της σαλιάρων.



Εικόνα 4.13: το τροφικό πλέγμα του κουνουπόψαρου και του χρυσόψαρου.



Εικόνα 4.14: το τροφικό πλέγμα του χελιού.



Εικ. 4.15: Συνοπτική αναπαράσταση τροφικών σχέσεων της ιχθυοπανίδας στη λίμνη όπου (α) αθερίνα, (β) χέλι, (γ) χρυσόψαρο, (δ) κουνουπόψαρο, (ε) σαλιάρια.

4.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Φυσικοχημικά

Κατά το διάστημα της μελέτης η λίμνη Κουρνά παρουσίασε θερμοκρασιακό εύρος από 12-27°C και μία φορά κάθε χρόνο μείξη του νερού, κατά τον χειμώνα. Το υπόλοιπο διάστημα η λίμνη είναι θερμικά στρωματοποιημένη, γι' αυτό και κατατάσσεται στις θερμές μονομεικτικές λίμνες.

Η στήλη του νερού εμφανίζεται καλά οξυγονωμένη και μόνο κατά το μέσο της καλοκαιρινής περιόδου ορισμένες χρονιές (2004 & 2005) σημειώθηκε σημαντικά ελαττωμένη η συγκέντρωση του O₂ στον πυθμένα (στο τελευταίο μέτρο βάθους). Αντίστοιχα παρατηρήθηκε παρουσία υδρόθειου κοντά στον πυθμένα το φθινόπωρο '04.

Η διαφάνεια κυμάνθηκε από 6,6-17m και βρέθηκε να επηρεάζεται κυρίως από την φυτοπλαγκτική μάζα και λιγότερο από τις φερτές ύλες από τις βροχοπτώσεις. Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώνει ότι η εύφωτη ζώνη επεκτείνεται στο μεγαλύτερο μέρος του υδάτινου όγκου της λίμνης με εξαίρεση το κεντρικό και βαθύτερο τμήμα της, το περισσότερο διάστημα του χρόνου.

Το pH της λίμνης εμφανίζεται αλκαλικό (7,4-8,6) με ιδιαίτερες μεταβολές εποχιακά και ειδικά την περίοδο βροχοπτώσεων. Σε κατακόρυφο επίπεδο το pH διαφοροποιείται κατά το φθινόπωρο, ενώ μειώνεται σε όλη στη στήλη την περίοδο της μείξης του χειμώνα. Η αλκαλικότητα επίσης εμφανίζει αύξηση τον χειμώνα και μείωση το καλοκαίρι, που ο C στις διάφορες μορφές του χρησιμοποιείται για την βιοσύνθεση.

Το νερό που εισρέει στη λίμνη από τις υποβρύχιες πηγές, μεταφέρει σημαντικές ποσότητες αλάτων, που επηρεάζουν την αλατότητα (0,5-1ppt ή μέχρι 4ppt) και ηλεκτρική αγωγιμότητά του.

Από τα θρεπτικά άλατα εκείνο που εμφανίζεται να αποτελεί περιοριστικό παράγοντα ανάπτυξης του φυτοπλαγκτού είναι τα φωσφορικά., με ιδιαίτερα χαμηλές συγκεντρώσεις (0,01-0,935 μM PO₄ /l ή 0,3- 28,96 μg P /l) που εισρέουν κατά καιρούς στη λίμνη και όχι με σταθερό πρότυπο περιοδικότητας.

Τα αζωτούχα άλατα επηρεαζόμενα κύρια από την συμμετοχή των νιτρικών (120-870 μg/l ή 8.51-61.92 μM/L.) κυμάνθηκαν από 160-890 μg/L (ή 11.57-63.49 μM/L) εμφανίζονται αυξημένα κύρια την χειμερινή περίοδο και την άνοιξη. Τα νιτρώδη άλατα με συγκεντρώσεις από 0,59-12,94 μg/l (ή 0.042-0.924 μM/L) και τα αμμωνιακά από 3,2-

544 $\mu\text{g/L}$ (ή 0.23-38.85 $\mu\text{M/L}$), συμμετέχουν με μικρό ποσοστό στα αζωτούχα, με εξαίρεση περιόδους με έντονες αναγωγικές συνθήκες που αυξάνει θεαματικά το ποσοστό τους (80% στο υπολίμνιο φθινόπωρο'04). Ανακεφαλαιώνοντας, τα μεν νιτρικά παρουσίασαν αυξημένες τιμές το 2003 έναντι του 2004, ενώ το θερμό 2004 με τις πιο αναγωγικές συνθήκες είχαμε αυξημένες τιμές των νιτρωδών και των αμμωνιακών.

Ακόμη συμπεραίνουμε ότι ο άνθρωπος με τις δράσεις του, συμβάλλει σημαντικά στις αυξημένες τιμές συγκέντρωσης αζώτου στη λίμνη, αφού αυτές παρατηρούνται κύρια στην παράλιο ζώνη (ιδιαίτερα στο σταθμό αποβάθρας D) και τις πηγές (S).

Το πυρίτιο μέσω των πυριτικών και εμφανίζεται επαρκές κατά περιόδους με τιμές που κυμαίνονται από 271-555,4 $\mu\text{g (SiO}_2\text{) / l}$ ή 4,5-92,4 $\mu\text{M/l}$, χωρίς σταθερό πρότυπο περιοδικότητας.

Επίσης σημαντικό ρόλο πρέπει να παίζουν τα διάφορα φερτά οργανικά υλικά που παρατηρούνται κατά διαστήματα ανάλογα με τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες (π.χ αυξημένα ποσοστά με τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές ή περιόδους ξηρασίας, που οδηγεί σε αυξημένη πτώση φύλλων και μεταφορά τους στο νερό με ισχυρούς ανέμους).

Φυτοπλαγκτόν

Κατά την διάρκεια της παρούσας έρευνας καταγράφηκαν 118 ταξινομικές μονάδες από τις οποίες τουλάχιστον οι 51 προέρχονται από την κλάση των Χλωροφυκών (Chlorophyceae), 31 των Διατόμων (Bacillariophyceae), 10 των Κυανοφυκών (Cyanophyceae), 7 των Δινοφυκών (Dinophyceae), 2 των Χρυσοφυκών (Chrysophyceae), 2 των Κρυπτοφυκών (Cryptophyceae), 1 των Ευγληνοφυκών (Euglenophyceae) και 1 των Ξανθοφυκών (Xanthophyceae).

Η φυτοπλαγκτική βιομάζα χαρακτηρίστηκε κυρίως από τα νήματα των Χλωροφυκών της ομάδας Zygnemales, ιδιαίτερα των ειδών Mougeotia & Spirogyra, καθώς επίσης από τις θήκες των Διατόμων του γένους Cyclotella, από τις μικροσκοπικές κάψες Κυανοφυκών του γένους Chroococcus και από τα άτομα του ακανθώδους είδους *Ceratium hirundinella* των Δινοφυκών.

Το 2004 με την παρατεταμένη ξηρασία, παρατηρήθηκαν υψηλότερες τιμές βιομάζας, στα νηματοειδή κυανοφύκη παρά το 2003. Τα Centrales διάτομα εμφανίζουν υψηλότερες τιμές βιομάζας την άνοιξη και το καλοκαίρι, ενώ τα Pennales επικρατούν κυρίως το φθινόπωρο (επισημαίνοντας ότι δεν αναλύθηκε δείγμα στο μέσο της

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

χειμερινής περιόδου τον Δεκέμβριο-Ιανουάριο). Κατά το υγρό 2003, τα Zygnemales Χλωροφύκη και τα υπόλοιπα νανοπλαγκτικά χλωροφύκη ακολουθούν όμοιο πρότυπο, ενώ το ξηρό 2005 παρατηρείται αντίστροφο πρότυπο. Στα Δινοφύκη και ιδιαίτερα τα Ceratium & Peridinium παρατηρήθηκαν υψηλότερες τιμές βιομάζας κατά κανόνα προς το τέλος του καλοκαιριού και αρχές φθινοπώρου, με μεγαλύτερη ένταση κατά το ξηρό 2004 έναντι του 2003, ενώ το καλοκαίρι του 2005 εμφανίζουν ασυνήθιστη άνθιση. Τα Κρυπτοφύκη εμφανίζουν τις υψηλότερες τιμές βιομάζας το φθινόπωρο του 2003 με την έναρξη των έντονων βροχοπτώσεων.

Σύμφωνα με το πρότυπο των θερμών μονομεικτικών λιμνών παρατηρούνται και τα αντίστοιχα στάδια διαδοχής του φυτοπλαγκτού στον Κουρνά. Ο ετήσιος κύκλος ξεκινά με την αποστρωμάτωση της στήλης στα τέλη φθινοπώρου και ολοκληρώνεται με την δημιουργία της θερμικής στρωμάτωσης την περίοδο άνοιξης (Απρίλιο–Μάιο) που παραμένει καθ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει την μεταφορά θρεπτικών στα επιφανειακά στρώματα μετά τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές αλλά και την επαναφορά θρεπτικών από το ίζημα που έχει αποκαλυφθεί κατά την θερινή περίοδο με την εκ νέου άνοδο της στάθμης. Η ομάδα που ευνοείται περισσότερο είναι τα Χλωροφύκη ιδιαίτερα του νανοπλαγκτού και δευτερευόντως τα νηματοειδή (Zygnemales) και τα διάτομα Pennales που επαναιωρούνται στη στήλη από το βυθό. Το δεύτερο στάδιο που παρατηρείται τον Οκτώβριο ή Νοέμβριο με την περαιτέρω ανάμειξη της στήλης και την επάρκεια θρεπτικών, φαίνεται να ευνοεί και τα Κρυπτοφύκη, πέραν των μονοκύτταρων Χλωροφυκών και διαρκεί μέχρι το τέλος χειμώνα. Το τρίτο στάδιο περιλαμβάνει την άνοιξη κατά την οποία η σημαντική μείωση των θρεπτικών και η απότομη αύξηση της θερμοκρασίας ευνοεί την επικράτηση αφενός των μικρών διατόμων της ομάδας των Centrales (είδη Cyclotella) και εν μέρει ορισμένα Κυανοφύκη που αξιοποιούν το πλεονέκτημα της έλλειψης N. Τέλος κατά το 4^ο και τελευταίο στάδιο αυξάνεται η παρουσία των δινομαστιγιωτών (*C. hirsundinella*, *Peridinium spp.*) που αξιοποιούν την παράταση της έλλειψης θρεπτικών, της αυξημένης θερμοκρασίας και φωτισμού και τον έλεγχο της ανάπτυξης των διατόμων λόγω μείωσης των πυριτικών συγκεντρώσεων. Επίσης διαπιστώθηκε ότι η διαδοχή αυτή ανάλογα με τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες (ξηρασία, αυξημένη θερμοκρασία και ηλιοφάνεια) μπορεί να μετατοπίσει το 4^ο

στάδιο πολύ νωρίτερα κατά την άνοιξη. Η διαδοχή αυτή δεν ισχύει όμως για την υπολεκάνη των πηγών όπου επικρατεί διαφορετικό θερμοκρασιακό και χημικό «προφίλ» την άνοιξη και το καλοκαίρι.

Όσον αφορά την διαδοχή των ειδών, αυτή φαίνεται να χαρακτηρίζεται από την εναλλαγή δύο κλάσεων μεγέθους, με επικράτηση άλλοτε των μικρών ειδών, όπως τα είδη *Cyclotella*, r-στρατηγικής, κι άλλοτε των μεγαλόσωμων ειδών, k-στρατηγικής που όμως δεν είναι σταθερά τα ίδια είδη, αλλά μεταβάλλονται ανάλογα με τις επικρατούσες φυσικοχημικές συνθήκες. Έτσι βλέπουμε την άνοιξη ή το φθινόπωρο να επικρατούν τα *Pennalles* Διάτομα με τα Χλωροφύκη *Zygnemales* (με κυρίαρχη παρουσία των *Mougeotia sp.* και *Spirogyra sp.* κι άλλοτε τα Δινοφύκη με κυρίαρχη παρουσία του *C. hirundinella*.

Επίσης η διαδικασία διαδοχής του φυτοπλαγκτού παρουσιάζει μεγαλύτερη ομοιότητα με τη διαδοχή που παρατηρείται σε ολιγότροφες λίμνες, σύμφωνα με τα γενικευμένα πρότυπα που διατύπωσε ο Reynolds (1984).

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων αφθονίας/ή βιομάζας φυτοπλαγκτού από τα δείγματα με φιάλη τύπου Niskin και από το πλαγκτικό δίκτυο μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι αυτό αναπτύσσεται ομοιόμορφα στον χώρο με σημαντικές διαφοροποιήσεις κατά χρονιά, γεγονός που εκφράστηκε και στην μειωμένη ποικιλότητα το 2005 έναντι του 2003 και μεταξύ των ετών 2003 και 2004.

Στην ανάλυση με τα δείγματα από το δίκτυο παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά και μεταξύ των 4 εποχών (και ανάλογα με την κατάταξη των μηνιαίων τιμών: 1^η υπόθεση όπου ο Σεπτέμβριος συγκαταλέγεται στο καλοκαίρι ($R=0,116$ & $S.L=4,2\% < 5\%$) και 2^η υπόθεση όπου ο Σεπτέμβριος θεωρείται φθινόπωρο ($R=0,283$ & $S.L=0,1\% < 1\%$). Το γεγονός συμπεραίνουμε ότι σχετίζεται με το είδος των ομάδων της δεύτερης δειγματοληψίας που ουσιαστικά συντίθεται αφενός από νηματοειδή κυανοφύκη και χλωροφύκη που επιπλέον μετά την απομάκρυνσή τους από τον πυθμένα ή τα τμήματα φυτών της παράλιου ζώνης., δηλ. είδη που έχουν την ικανότητα να ανταποκρίνονται στις περιβαλλοντικές καταστάσεις του βυθού και αφετέρου των δινομαστιγωτών, που είναι ετερότροφα και έχουν την ικανότητα να κινούνται πιο ενεργητικά από τα υπόλοιπα είδη φυτοπλαγκτού προς την λεία τους (βακτήρια, άλγη, detritus).

Επίσης χαρακτηριστική είναι η διαφοροποίηση του δείγματος 1Smean από τα υπόλοιπα (με τις μεθόδους ανάλυσης συστάδων και MDS) και αποδίδεται στην απόκριση του πλαγκτού στην είσοδο μεγάλων ποσοτήτων θρεπτικών εκείνη την εποχή σε συνδυασμό και με άλλα ευρήματα μικροβιολογικά (Σταυρουλάκης και συν., αδημοσίευτα στοιχεία).

Τέλος η κατακόρυφη κατανομή της φυκοχλωρίδας παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ επιφανειακών και υπολιμνικών δειγμάτων (ελλείπει και μεσοχειμωνιάτικων δειγμάτων).

Ζωοπλαγκτόν

Η ποιοτική σύνθεση της ζωοπλαγκτικής κοινότητας των πελαγικών ειδών (11-14) μοιάζει με αντίστοιχες σε oligότροφες λίμνες της Ευρώπης. Αναγνωρίστηκαν τουλάχιστον 11 Τροχόζωα, 4 Κλαδοκεραιωτά, 1 Καλανοειδής και 2 Κυκλοποειδή Κωπήποδα και 2 βλεφαριδωτά πρωτόζωα, δηλ. συνολικά 20 είδη πλαγκτικών ασπονδύλων χωρίς να υπολογίζονται τα μεροπλαγκτικά προνυμφικά στάδια των εντόμων.

Η σαφέστατη επικράτηση των Καλανοειδών Κωπηπόδων ($0-52 \text{ ind/m}^3$) έναντι των Κυκλοποειδών ($0-6 \text{ ind/m}^3$) το περισσότερο διάστημα χαρακτηρίζει το οικοσύστημα ως oligοτροφικό. Παράλληλα η εξίσου μικρή αφθονία Κλαδοκεραιωτών ($0,6-8,8 \text{ ind/m}^3$), σε συνάρτηση με την επικράτηση συγκεκριμένων ειδών και η μεγάλη συχνότητά τους στην λεία που καταγράφηκε κατά εποχές και χρονιές στα στομάχια των πλαγκτοφάγων ψαριών ενισχύει την άποψη ότι ο πληθυσμός τους ελέγχεται απόλυτα από την θήρευση στη λίμνη.

Στο ίδιο συμπέρασμα οδηγεί το γεγονός της επικράτησης του γιγαντόσωμου τροχοζώου, θηρευτή, του *Asplanchna priodonta* ($0-270 \text{ ind/m}^3$) που δεν εμφανίζεται να θηρεύεται από τα πλαγκτοφάγα ψάρια και της παράλληλης μικρής αφθονίας Κλαδόκερων.

Επίσης η τάση για αύξηση του τροφισμού στη λίμνη συγκεκριμένες εποχές και έτη ταυτίζεται με τις μικρές τιμές που λαμβάνει ο λόγος καλανοειδή/κυκλοποειδή + κλαδοκεραιωτά.

Το ζωοπλαγκτόν δεν εμφανίζει ομοιογένεια στον χώρο της λίμνης, όπως το φυτοπλαγκτο. Η κατακόρυφη επίσης κατανομή εμφανίζει διαφορές τις εποχές έντονης

στρωμάτωσης (καλοκαίρι κυρίως) αξιολογώντας τις ζωοπλαγκτικές αφθονίες στα δείγματα του πλαγκτικού δικτυού από τις σύρσεις διαφορετικού βάθους.

Επίσης σύμφωνα με την στατιστική επεξεργασία των δεδομένων δεν φαίνεται να ανταποκρίνεται στις μεταβολές του φυτοπλαγκτού κατ' έτος, αλλά να επηρεάζεται κύρια από τον βαθμό θήρευσης. Σ' αυτό το συμπέρασμα οδηγούμαστε και από την διαφορά βιομάζας που παρατηρείται μεταξύ του πελαγικού σταθμού (Μ ή Λ) και των παράλιων (D,E) έναντι εκείνου των πηγών (S), που φαίνεται να μην «ευνοεί» την παρουσία των νεαρών πλαγκτοφάγων ψαριών.

Σε επίπεδο αφθονίας επικρατέστερη ομάδα ήταν κατά κανόνα τα τροχόζωα (μέχρι και 99% συμμετοχή στην συνολική αφθονία), ενώ σε επίπεδο βιομάζας το περισσότερο διάστημα ήταν τα Κωπήποδα (μέχρι και 80% συμμετοχή στην συνολική βιομάζα). Από τον κανόνα αυτό όμως παρατηρήθηκε διαφοροποίηση, όταν αυξάνει η παρουσία του μεγαλόσωμου *Asplanchna*, οπότε τα Τροχόζωα επικρατούν και κατά βιομάζα. Η κατάσταση αυτή φαίνεται να διαρκεί περισσότερο το ξηρό έτος 2004 παρά το 2003.

Ιχθυοπανίδα

Στην λίμνη επιβεβαιώθηκε η παρουσία 6 ειδών ιχθυοπανίδας. Τα δύο ανήκουν στα αυτόχθονα είδη (αθερίνα, *Atherina boyeri* σαλιάρα *Blennius (Salaria) fluviatilis*), άλλα δύο ανήκουν στα διάδρομα είδη (χέλια, *Anguilla anguilla* κέφαλοι, *Liza ramada*) και τα υπόλοιπα είδη ανήκουν στα εισαγόμενα (ξενικά). Στα τελευταία συγκαταλέγονται το κουνουπόψαρο, *Gambusia (affinis) holbrooki* που έχει προσαρμοστεί στη λίμνη από την μεταφορά του πριν από 70 έτη και το πρόσφατα εισαχθέν χρυσόψαρο *Carassius auratus*. Οι πέστροφες, *Onkorhynchus mykiss* ή *Salmo gairdneri* που είχαν εισαχθεί προ 20ετίας, πιθανότατα έχουν αφανιστεί.

Από τα αυτόχθονα είδη, η σαλιάρα είναι το μόνο είδος που θεωρούμε ότι πιθανόν να απειληθεί στο άμεσο μέλλον, εφόσον η υπέρμετρη υδροληψία το καλοκαίρι, χαμηλώσει την στάθμη σε βαθμό που να αποξηράνει όλες τις αναπαραγωγικές θέσεις (βραχάκια με εσοχές) στη παράλιο ζώνη.

Από τα διάδρομα το σημαντικότερο και πολυπληθέστερο είδος είναι το χέλι που όμως φαίνεται να αντιμετωπίζει προβλήματα στην προσέγγιση της λίμνης. είτε από αυτοσχέδια αναχώματα που προστέθηκαν στην εκροή της λίμνης, είτε από ρύπανση των χειμαρικών και ποτάμιων εκβολικών συστημάτων της περιοχής Γεωργιούπολης, απ'

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

όπου εισέρχεται στα εσωτερικά νερά. Το θέμα χρήζει περαιτέρω έρευνας. Η επισήμανση όμως ότι αποτελεί τον μοναδικό ανώτερο θηρευτή μέσα στη λίμνη, συνεπικουρούμενο τον χειμώνα και αρχές άνοιξης από τα ψαροφάγα αποδημητικά πτηνά, προσδίδει στον πληθυσμό θέση κλειδί στην λειτουργία του τροφικού καταρράκτη και την τελική κατάσταση του πλαγκτού και της οργανικής ύλης που δεν θα καταναλωθεί και θα καταλήξει στον πυθμένα ή θα αξιοποιηθεί από τα βακτήρια και τα βλεφαριδωτά πρωτόζωα.

Από τη μελέτη των ψαριών της οικογένειας των Κεφαλοειδών, διαπιστώθηκε ότι μόνο το είδος *Liza ramada* μπορεί να εισέλθει με φυσικό τρόπο στη λίμνη, την περίοδο των πλημμυρικών εκροών και να επιβιώσει επί μακρόν σε νερό ελαφρά αλμυρό (0,5-1 ppt).

Η μελέτη των πλαγκτοφάγων ειδών, κύρια της αθερίνας και του κουνουπόψαρου μας οδήγησε στο συμπέρασμα ότι αυτά σε νεαρή ηλικία ανταγωνίζονται για την διατροφή τους με ζωοπλαγκτικά είδη. Το πλεονέκτημα όμως των κουνουπόψαρων, έναντι των αθερινών στο να τρέφονται και με νήματα από κυανοφύκη ή άλλα φύκη ($f=33,5\pm 19,8\%$) και detritus ($f=38,45\pm 19,9\%$), σε ολιγό-τροφα συστήματα όπως ο Κουρνάς, δεν υφίσταται. Σε περίπτωση όμως που κάποια χρονιά αυτό συμβεί, θεωρούμε ότι μπορεί να το ξεπεράσει η αθερίνα με τη γρήγορη ανάπτυξη που της επιτρέπει να θηρεύει περισσότερο μακρο-ασπόνδυλα παρά ζωοπλαγκτόν.

Η θηρευτική πίεση ακόμη και από τα ενήλικα άτομα αθερίνας είναι εμφανής στα μεγαλύτερα Κλαδοκεραιωτά ($f=36,85\pm 32,73\%$) και λιγότερο στα Κωπήποδα ($f=10,09\pm 9,79\%$) εκτός από τα μακροασπόνδυλα με προτίμηση τους πλατυέλμυνθες ($f=46,8\pm 33,82\%$), τις προνύμφες ($f=39,31\pm 20,5\%$) και τα ώριμα άτομα ($f=44,91\pm 18,51\%$) των εντόμων.

Το ίδιο παρατηρούμε και στα κουνουπόψαρα με μεγαλύτερη προτίμηση στις μικρότερες μορφές είτε ζωοπλαγκτού (Κωπήπόδων, κύρια των Καλανοειδών με συχνότητα $f=36,7\pm 37,8$ των τροχοζώων με $f=23,1\pm 29,2\%$ και των Κλαδόκερων με $f=28,04\pm 5,19$], είτε μακροασπονδύλων (όπως τις διάφορες μορφές εντόμων, τα προνυμφικά στάδια με $f=43,61\pm 9,93\%$ και τα ώριμα άτομα με $f=21,78\pm 20,46\%$).

Ο πληθυσμός των νεόφερτων χρυσόψαρων, αν και αναμενόταν να αυξηθεί σημαντικά, φαίνεται προς το παρόν να ελέγχεται από τους θηρευτές της λίμνης, είτε σε

επίπεδο ιχθύδιων και ώριμων ατόμων, είτε σε επίπεδο αβγών. Οι πρόσφατες παρατηρήσεις ορνιθολόγων για αύξηση των κορμοράνων στη περιοχή, πιθανόν να σχετίζεται με τον καταγραφόμενο μέχρι στιγμής μικρό πληθυσμό τους.

Τέλος τις παραγωγικότερες χρονιές, η φυτοπλαγκτική βιομάζα και κατεπέκταση το πλεόνασμα ενέργειας που δεν αξιοποιείται από το ζωπλαγκτόν, εφόσον αυτό ελέγχεται σημαντικά από τους ιχθυοθηρευτές του, καταλήγει στον πυθμένα. Εκεί είναι σίγουρο ότι υποστηρίζει με ενέργεια πολυάριθμους πληθυσμούς γαστερόποδων (*Planorbis spp.*, *Radix spp.*, *Theodoxus saulkii κ.ά*) και μικρών καρκινοειδών (*Palaemonetes antennarius*) που λειτουργούν ως ο σημαντικότερος κρίκος επαναφοράς της ενέργειας στο οικοσύστημα.

Συμπεράσματα για τη διαχείριση της λίμνης

Είναι φανερό ότι η τουριστική ανάπτυξη της ευρύτερης περιοχής του Κουρνά την τελευταία 20ετία, έχει επηρεάσει την λίμνη. Όμως δεν φαίνεται να επιδρά τόσο η μη σημειακή ρύπανση της παρόχθιας ζώνης, όσο η εποχιακή ή ευκαιριακή ρύπανση μέσω του υδροφόρου ορίζοντα που καταλήγει στη λίμνη μέσω των υποβρύχιων πηγών. Η διαδικασία αυτή καταγράφεται δεδομένες εποχές και ορισμένες χρονιές, που παρατηρήθηκε χαμηλό ύψος βροχοπτώσεων. Ο τροφισμός δηλαδή εμφανίζεται αυξημένος τις θερμότερες και λιγότερο βροχερές χρονιές.

Η σχετικά μεγάλη πανιδική βιοποικιλότητα (είτε σε ασπόνδυλα, είτε σε ιχθυοπανίδα) που εμφανίζει το οικοσύστημα και υποστηρίζεται από την πληθώρα ενδαιτημάτων λόγω της πλούσιας υφδατικής βλάστησης, φαίνεται να είναι ο κύριος σταθεροποιητικός παράγων, στις μέχρι σήμερα εξωγενείς πιέσεις. Η θεωρία των τροφικών καταρρακτών φαίνεται να λειτουργεί καλά στη λίμνη Κουρνά. Ιδιαίτερα χαρακτηριστική είναι η περιορισμένη παρουσία των μεγαλόσωμων ζωπλαγκτικών οργανισμών αλλά και η εποχιακή ή ευκαιριακή πληθυσμιακή άνθιση ορισμένων ειδών του πλαγκτού, όπως του τροχόζωου *A. priodonta* και του μιζότροφου δινοφύκου *C. hirundinella*.

Η εσκεμμένη εισαγωγή του κουνουπόψαρου στη λίμνη πριν από 70 χρόνια, αναπροσάρμοσε το μερίδιο της τροφής που μοιράζεται η ιχθυοπανίδα και ιδιαίτερα η πλαγκτοφαγική, χωρίς όμως αυτό να γίνεται ιδιαίτερα φανερό στα στοιχεία που έχουν συλλεχθεί μέχρι σήμερα.

Παράλληλα η τυχαία εισαγωγή και εγκατάσταση στη λίμνη του χρυσόψαρου δεν φαίνεται να έχει επηρεάσει σημαντικά τις τροφικές σχέσεις εξαιτίας του διαφαινόμενου ελέγχου του πληθυσμού του από τα χέλια, τα νερόφιδα και την διαχειμάζουσα ορνιθοπανίδα. Γι' αυτό θα πρέπει με κάθε τρόπο να αρθούν τα εμπόδια που παρεμποδίζουν την είσοδο (άνοδο) των νεαρών χελιών στη λίμνη.

Η μελέτη όμως του οικοσυστήματος σε σχέση με το πλαγκτόν και την ιχθυοπανίδα, μας έδωσε αρκετές ενδείξεις για την ανάγκη της παρακολούθησης (monitoring), όπως επιβάλλει και η πρόσφατη νομοθεσία (Ν.3199/03 & Κοιν.Οδηγία 2000/60), ούτως ώστε να αντιμετωπιστούν έγκαιρα οι τυχόν δυσμενείς μεταβολές στη φυσικοχημεία και την πλαγκτική σύνθεση.

Ευτροφικά φαινόμενα και ανεπιθύμητες πλαγκτικές ανθίσεις κυανοφυκών ή δινοφυκών θα μπορούν να προληφθούν μέσα από την παρακολούθηση της αφθονίας οικολογικών δεικτών, όπως αυτά που έχουν εντοπιστεί στην παρούσα έρευνα αλλά και παλαιότερα (συζυγή χλωροφύκη, χρυσοφύκη ή κυανοφύκη). Στον παραπάνω έλεγχο θα πρέπει να περιλαμβάνεται και η ποιότητα του εισερχόμενου νερού, αφού εντοπίζονται εποχές με απότομη αύξηση της εισόδου φωσφορικών κυρίως αλάτων και αυξημένη παρουσία κολοβακτηριδίων.

Η πτώση της στάθμης επίσης αποτελεί ακόμη ένα σημαντικό εν δυνάμει πρόβλημα και μελλοντικό κίνδυνο για το μικρό αυτό φυσικό οικοσύστημα. Μέχρι σήμερα η πτώση δεν διαρκεί αρκετά ώστε να επηρεάσει την αναπαραγωγική δραστηριότητα και εκκόλαψη των αβγών της σαλιάρας. Δεν γνωρίζουμε όμως τον βαθμό που επηρεάζονται τα βενθικά ασπόνδυλα της παράλιου ζώνης. Γι' αυτό η φυσική πτώση της στάθμης λόγω ξηρασίας, δεν θα πρέπει να επιτείνεται με υπερβάσεις της αντλούμενης για αρδευτικούς ή υδρευτικούς σκοπούς ποσότητας νερού. Το στοιχείο αυτό κρίνουμε ότι θα πρέπει να επανεξεταστεί στα πλαίσια της απαίτησης της πόλης του Ρεθύμνου να υδροδοτηθεί από την λίμνη τους καλοκαιρινούς μήνες.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κατά το διάστημα της παρούσας έρευνας (Μάρτιος 2003- Αύγουστος 2005) στη λίμνη Κουρνά Χανίων, έγινε παρακολούθηση φυσικοχημικών παραμέτρων και βιοτικών στοιχείων (φυτοπλαγκτόν-ζωοπλαγκτόν και ιχθυοπανίδα) σε 4 διαφορετικούς σταθμούς με σχεδόν μηνιαία συχνότητα. Η λίμνη είναι η μοναδική φυσική στο νησί και παρουσίασε θερμοκρασιακό εύρος από 12-27°C με μείξη νερού τον χειμώνα. και εντάσσεται στις θερμές μονομεικτικές λίμνες. Η στήλη νερού εμφανίζεται καλά οξυγονωμένη και μόνο κατά το μέσο της καλοκαιρινής περιόδου ορισμένες χρονιές (2004 & 2005) σημειώθηκε σημαντική ελάττωση του διαλυμένου O₂ πλησίον πυθμένα (2,7 ppm). Ακόμη παρατηρήθηκε παρουσία υδρόθειου κοντά στον πυθμένα μόνο το φθινόπωρο του '04. Η διαφάνεια κυμάνθηκε από 6,6-17m και βρέθηκε να επηρεάζεται κυρίως από την φυτοπλαγκτική μάζα και λιγότερο από τις φερτές ύλες την περίοδο βροχοπτώσεων. Αυτό δημιουργεί μεγάλη εύφωτη ζώνη που επεκτείνεται στο μεγαλύτερο μέρος του υδάτινου όγκου της λίμνης με εξαίρεση το κεντρικό και βαθύτερο τμήμα της, το περισσότερο διάστημα του χρόνου. Το pH της λίμνης εμφανίζεται αλκαλικό (7,4-8,6) με ιδιαίτερες μεταβολές εποχιακά και ειδικά την περίοδο βροχοπτώσεων. Σε κατακόρυφο επίπεδο το pH διαφοροποιείται κατά το φθινόπωρο, ενώ μειώνεται σε όλη στη στήλη την περίοδο της μείξης του χειμώνα. Η αλκαλικότητα εμφανίζει αύξηση τον χειμώνα και μείωση το καλοκαίρι. Το νερό που εισρέει στη λίμνη από τις υποβρύχιες πηγές, μεταφέρει σημαντικές ποσότητες αλάτων, που επηρεάζουν την αλατότητα (0,5-1ppt ή μέχρι 4ppt) και ηλεκτρική αγωγιμότητά του.

Από τα θρεπτικά άλατα εκείνο που εμφανίζεται να αποτελεί περιοριστικό παράγοντα ανάπτυξης του φυτοπλαγκτού είναι τα φωσφορικά., με ιδιαίτερα χαμηλές συγκεντρώσεις (0,01-0,935 μM PO₄ /l ή 0,3- 28,96 μg P /l). Στη περιοχή την τελευταία 20ετία, ο άνθρωπος με τις δράσεις του, (κύρια τουριστική ανάπτυξη) συμβάλλει σημαντικά στις αυξημένες τιμές συγκέντρωσης αζώτου στη λίμνη, κύρια στην παράλιο ζώνη (ιδιαίτερα στο σταθμό αποβάθρας D) και τις πηγές (S). Τα αζωτούχα άλατα επηρεαζόμενα κύρια από την συμμετοχή των νιτρικών (120-870 μg/l ή 8.51-61.92 μM/L.) κυμάνθηκαν από 160-890 μg/L (ή 11.57-63.49 μM/L) εμφανίζονται αυξημένα κύρια την χειμερινή περίοδο και την άνοιξη. Τα νιτρώδη άλατα με συγκεντρώσεις από 0,59-12,94 μg/l (ή 0.042-0.924 μM/L) και τα αμμωνιακά από 3,2-544 μg/L (ή 0.23-38.85

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

μM/L), συμμετέχουν με μικρό ποσοστό στα αζωτούχα, με εξαίρεση περιόδους με έντονες αναγωγικές συνθήκες οπότε αυξάνει το ποσοστό τους (80% στο υπολίμνιο φθινόπωρο '04). Συνοπτικά τα νιτρικά παρουσίασαν αυξημένες τιμές το 2003 έναντι του 2004, ενώ το θερμό 2004 με πιο αναγωγικές συνθήκες είχαμε αυξημένες τιμές νιτρωδών και αμμωνιακών. Το πυρίτιο μέσω των πυριτικών εμφανίζεται επαρκές κατά περιόδους με τιμές που κυμαίνονται από 271-555,4 μg (SiO₂)/l ή 4,5-92,4 μM/l, χωρίς σταθερό πρότυπο περιοδικότητας.

Επίσης σημαντικό ρόλο πρέπει να παίζουν τα διάφορα φερτά οργανικά υλικά που παρατηρούνται κατά διαστήματα ανάλογα με τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες (π.χ αυξημένα ποσοστά με τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές ή περιόδους ξηρασίας, που οδηγεί σε αυξημένη πτώση φύλλων και μεταφορά τους στο νερό με ισχυρούς ανέμους).

Η βιοποικιλότητα της λίμνης εμφανίζεται ιδιαίτερα πλούσια με καταγραφή τουλάχιστον 118 φυτοπλαγκτικών και 20 ζωοπλαγκτικών ειδών.

Από τα φυτοπλαγκτικά τα 51 ανήκουν στα Χλωροφύκη (Chlorophyceae), τα 31 στα Διατόμα (Bacillariophyceae), τα 10 στα Κυανοφύκη (Cyanophyceae), τα 7 στα Δινοφύκη (Dinophyceae), τα 2 στα Χρυσοφύκη (Chrysophyceae), τα 2 στα Κρυπτοφύκη (Cryptophyceae), το 1 στα Ευγληνοφύκη (Euglenophyceae) και το 1 στα Ξανθοφύκη (Xanthophyceae). Η φυτοπλαγκτική βιομάζα χαρακτηρίστηκε κυρίως από τα νήματα των Χλωροφυκών *Mougeotia* & *Spirogyra*, της ομάδας *Zygnemales*, καθώς επίσης από τις θήκες των Διατόμων του γένους *Cyclotella*, τις Κυανοφυκικές κάμεις του γένους *Chroococcus* και από τα άτομα του δινοφύκου *Ceratium hirundinella*.

Όσον αφορά την διαδοχή των ειδών αυτή φαίνεται να χαρακτηρίζεται από την εναλλαγή δύο κλάσεων μεγέθους, με επικράτηση άλλοτε των μικρών ειδών, όπως τα είδη *Cyclotella*, r-στρατηγικής, κι άλλοτε των μεγάλωσμων ειδών, k-στρατηγικής Έτσι την άνοιξη ή το φθινόπωρο επικρατούν τα Pennalles Διάτομα με τα Χλωροφύκη *Zygnemales* κι άλλοτε τα Δινοφύκη με κυρίαρχη παρουσία του *C. hirundinella*.

Επίσης η διαδικασία διαδοχής του φυτοπλαγκτού παρουσιάζει μεγαλύτερη ομοιότητα με τη διαδοχή που παρατηρείται σε ολιγότροφες λίμνες, σύμφωνα με τα γενικευμένα πρότυπα που διατύπωσε ο Reynolds το 1984.

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων αφθονίας/ή βιομάζας φυτοπλαγκτού από τα δείγματα με φιάλης νερού και από το πλαγκτικό δίχτυ μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

αυτό αναπτύσσεται ομοιόμορφα στον χώρο με σημαντικές διαφοροποιήσεις κατά χρονιά, γεγονός που εκφράστηκε και στην μειωμένη ποικιλότητα το 2005 έναντι του 2003 και μεταξύ των ετών 2003 και 2004.

Τέλος η κατακόρυφη κατανομή της φυκοχλωρίδας παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ επιφανειακών και υπολιμνικών δειγμάτων (ελλείπει και μεσοχειμωνιάτικων δειγμάτων).

Από τα ζωοπλαγκτικά τα 11 είναι Τροχόζωα, τα 4 Κλαδοκεραιωτά, τα 3 Κωπήποδα (1 Καλανοειδές & 2 Κυκλοποειδή) και τα 2 βλεφαριδωτά πρωτόζωα, χωρίς να υπολογίζονται τα μεροπλαγκτικά προνυμφικά στάδια των εντόμων. Από αυτά τα 11-14 θεωρούνται πελαγικά είδη, ποιοτική σύνθεση ζωοπλαγκτικής κοινωνίας που ομοιάζει με αντίστοιχες σε oligότροφες λίμνες της Ευρώπης. Επίσης η τάση για αύξηση του τροφισμού στη λίμνη συγκεκριμένες εποχές και έτη ταυτίζεται με τις μικρές τιμές που λαμβάνει ο λόγος καλανοειδή/κυκλοποειδή + κλαδοκεραιωτά.

Σε επίπεδο αφθονίας επικρατέστερη ομάδα ήταν κατά κανόνα τα τροχόζωα (μέχρι και 99% συμμετοχή στην συνολική αφθονία), ενώ σε επίπεδο βιομάζας το περισσότερο διάστημα ήταν τα Κωπήποδα (μέχρι και 80% συμμετοχή στην συνολική βιομάζα). Από τον κανόνα αυτό όμως παρατηρήθηκε διαφοροποίηση, όταν αυξάνει η παρουσία του μεγάλοςωμου *Asplanchna*, οπότε τα Τροχόζωα επικρατούν και κατά βιομάζα. Η κατάσταση αυτή φαίνεται να διαρκεί περισσότερο το ξηρό έτος 2004 παρά το 2003.

Το ζωοπλαγκτόν δεν εμφανίζει ομοιογένεια στον χώρο της λίμνης, όπως το φυτοπλαγκτο. Η κατακόρυφη επίσης κατανομή εμφανίζει διαφορές τις εποχές έντονης στρωμάτωσης (καλοκαίρι κυρίως) αξιολογώντας τις ζωοπλαγκτικές αφθονίες. Επίσης δεν φαίνεται να ανταποκρίνεται στις μεταβολές του φυτοπλαγκτού κατ' έτος.

Τα Καλανοειδή Κωπήποδα επικρατούν έναντι των Κυκλοποειδών με αφθονίες (0-52 ind/m³ και 0-6 ind/m³ αντίστοιχα, ενώ τα Κλαδοκεραιωτά έχουν μικρή αφθονία (0,6-8,8 ind/m³), αλλά καταγράφονται με μεγάλη συχνότητα στην λεία συγκεκριμένων πλαγκτοφάγων ψαριών.

Στην λίμνη επιβεβαιώθηκε η παρουσία 6 ειδών ιχθυοπανίδας. Τα δύο ανήκουν στα αυτόχθονα είδη (αθερίνα, *Atherina boyeri* σαλιάρα *Blennius (Salaria) fluviatilis*), άλλα δύο ανήκουν στα διάδρομα είδη (χέλια, *Anguilla anguilla* κέφαλοι, *Liza ramada*) και τα υπόλοιπα είδη ανήκουν στα εισαγόμενα (ξενικά). Στα τελευταία συγκαταλέγονται

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

το κουνουπόψαρο, *Gambusia (affinis) holbrooki*, που έχει προσαρμοστεί στη λίμνη από την μεταφορά του πριν από 70 έτη και το πρόσφατα εισαχθέν χρυσόψαρο *Carassius auratus*. Οι πέστροφες, *Onkorhynchus mykiss*, που είχαν εισαχθεί πριν από 25 χρόνια, πιθανότατα έχουν αφανιστεί.

Η θηρευτική πίεση ακόμη και από τα ενήλικα άτομα αθερίνας είναι εμφανής στα μεγαλύτερα Κλαδοκεραιοτά ($f=36,85\pm 32,73\%$) και λιγότερο στα Κωπήποδα ($f=10,09\pm 9,79\%$) εκτός από τα μακροασπόνδυλα με προτίμηση τους πλατυέλμυνθες ($f=46,8\pm 33,82\%$), τις προνύμφες ($f=39,31\pm 20,5\%$) και τα ώριμα άτομα ($f=44,91\pm 18,51\%$) των εντόμων.

Το ίδιο παρατηρούμε και στα κουνουπόψαρα με μεγαλύτερη προτίμηση στις μικρότερες μορφές είτε ζωοπλαγκτού (Κωπήπόδων, κύρια των Καλανοειδών με συχνότητα $f=36,7\pm 37,8$ των τροχοζώων με $f=23,1\pm 29,2\%$ και των Κλαδόκερων με $f=28,04\pm 5,19$], είτε μακροασπονδύλων (όπως τις διάφορες μορφές εντόμων, τα προνυμφικά στάδια με $f=43,61\pm 9,93\%$ και τα ώριμα άτομα με $f=21,78\pm 20,46\%$).

Το νεόφερτο χρυσόψαρο, φαίνεται προς το παρόν να ελέγχεται από τους θηρευτές της λίμνης, είτε σε επίπεδο ιχθύδιων και ώριμων ατόμων, είτε σε επίπεδο αβγών. Οι πρόσφατες παρατηρήσεις ορνιθολόγων για αύξηση των κορμοράνων στη περιοχή, πιθανόν να σχετίζεται με τον καταγραφόμενο μέχρι στιγμής μικρό πληθυσμό τους.

Τέλος τις παραγωγικότερες χρονιές, η φυτοπλαγκτική βιομάζα και κατεπέκταση το πλεόνασμα ενέργειας που δεν αξιοποιείται από το ζωοπλαγκτόν, εφόσον αυτό ελέγχεται σημαντικά από τους ιχθυοθηρευτές του, καταλήγει στον πυθμένα. Εκεί είναι σίγουρο ότι υποστηρίζει με ενέργεια πολυάριθμους πληθυσμούς ασπονδύλων γαστερόποδων και μικρών καρκινοειδών που λειτουργούν ως ο σημαντικότερος κρίκος επαναφοράς της ενέργειας στο οικοσύστημα.

SUMMARY

This research took place in Kournas Lake (Chania, Crete) from March 2003 to August 2005. During that time specific physical-chemical parameters and biotic elements (phytoplankton, zooplankton and fishfauna) were monitored nearly monthly in 4 sample stations. Kournas is the only natural lake of Crete Island with temperature fluctuating from 12-27°C and water mixing only during winter months. This feature classifies the lake in the warm monomictic category. Water column is well oxidized. Only during middle summer time in specific years (2004 & 2005), diluted oxygen falls to anoxia levels near bottom (2,7ppm). Even H₂S was found at the bottom during the 2004 autumn. The water transparency fluctuated from 6,6-17m seeming to be defined mostly of the phytoplankton biomass than the terrestrial loading after rainfalls. This phenomenon determines a deep lake euphotic zone in almost the whole water volume except the deepest area in the centre most of the year. The pH was alkaline (7,4-8,6) with great fluctuations during seasons and after autumn first rains. In the vertical level the parameter differentiates strongly in the autumn and minimizes in the whole column during winter mixing. The entering water from the sub fountains contains significant salt quantities which influence the lake salinity (0,5-1 ppt or even 4 ppt) and electrical conductivity.

The most precious lake nutrient for the phytoplankton growth seems to be phosphates with very low concentrations (0,01-0,935 μM/l or 0,3-28,96 μg P /l). In the last 20 years, man activities over the lake area seem to have strong influence through the increase of nitrogen inputs in the littoral zone mainly and the sub fountains water area. The total nitrogen salts fluctuated from 160-890 μg/L (ή 11.57-63.49 μM/L) and are contributed mainly from nitrates (120-870 μg/l ή 8.51-61.92 μM/L). These nutrients increase mainly during the winter and the spring. The nitrites salts fluctuated from 0,59-12,94 μg/l (ή 0.042-0.924 μM/L) and ammonium salts from 3,2-544 μg/L (ή 0.23-38.85 μM/L). The last have low contribution in the nitrogen nutrients usually, except in periods with reduction conditions like the 2004 autumn when it topped to 80%. In general nitrate concentrations got higher values during 2003 than 2004. On the contrast in warm 2004 with more reduction conditions we measured higher values of nitrites and ammonium. Silicon in silicate salts seem to be sufficient for time to time for the diatom biosynthesis with no standard periodicity, fluctuating from 271-555,4 μg(SiO₂)/l or 4,5-92,4

µM/l. Organic loading from the area around the lake seem to play sufficient role depending to the weather conditions, like heavy autumn rains or long draught period and strong south winds.

Rich plankton biodiversity with at least 118 phytoplankton and 20 zooplankton taxa has been registered in Kournas. From the first category 51 belong to Chlorophyceae, 31 to Bacillariophyceae, 10 to Cyanophyceae, 7 to Dinophyceae, 2 to Chrysophyceae, 2 to Cryptophyceae and 1 to Euglenophyceae and Xanthophyceae. The phytoplankton biomass was characterized by the filaments of the greenalgae taxa, *Mougeotia* and *Spirogyra spp.* of the Zygnemales Order, the diatomic thecas of the *Cyclotella* taxa, the capsae of the bluegreen *Chroococcus* genus and the spiny cells of the dinoflanelate, *Ceratium hirundinella*.

According to the general patterns of the phytoplankton succeeding process (Reynolds 1984), quite good similarity seem to be between Kourna and other oligotrophic lakes. The succeed of the phytoplankton taxa seem to be characterized by alternation of two volume classes, with the prevalence of r-strategy small taxa like *Cyclotella spp.* or the prevalence of k-strategy big sized taxa in spring or autumn. The latter being Pennales diatoms and Zygnemales Chlorophyta or the dinoflanelate, *C. hirundinella*.

The statistical analysis of the richness and biomass phytoplankton data from the Niskin bottle and the plankton net specimens concludes that it grows in space homogeneity but with sufficient differences from year to year. This was clear also with the low biodiversity in 2005 in contrast with 2003 and between 2003 and 2004. Also the vertical distribution of the algae flora has significant differences between surface and bottom specimens (underlining the missing main winter data).

In zooplankton taxa, 11 belong to the Potifera Phylum, 4 to the Cladoceran Family, 3 to the Copepode Family (1 Calanoid and 2 Cyclopoid) and 2 to the flagellate Protozoa, without taking account to the meroplanktonic larvae of insects. 11-14 of them considered as pelagic taxa. Due to that consideration of the zooplankton synthesis Kournas is also similar to other oligotrophic European lakes. Also the increase of trophism in particular seasons and years is simultaneous with the low values of the quota (Calanoid/ Cyclopoid + Cladocera). In the richness level usually prevail the Rotifers

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

(99% max in total richness) and in biomass Copepodes prevail (up to 80%) most of the time. Exception to that the prevalence of the rotifer species *Asplanchna priodonta*, even in zooplankton biomass. This phenomenon has more longevity by the warm 2004 than in 2003.

Zooplankton doesn't have homogeneity in lake space. Also zooplankton richness has significant difference between surface and bottom during the stratification period (in summer mainly). Indeed it doesn't correspond with phytoplankton changes during the year. Calanoid Copepod Order seem to prevail the Cyclopoid order with richness of 0-52 ind/m³ and 0-6 ind/m³ respectively. Farther more Cladocerans have low richness of 0,6-8,8 ind/m³ but have significant frequency as a prey in planktonic fish.

During the research, 6 fish species has been registered. Two of them belonging to the autochthonous taxa (sand smelt, *Atherina boyeri* and river blenny, *Blennius (Salaria) fluviatilis*). Two other to the diadromous taxa (European eel, *Anguilla anguilla* and grey mullet, *Liza ramada*). The rest belong to introduced species. First the mosquitofish (*Gambusia (affinis) holbrooki*) which was transferred 70 years ago and the accidentally recently introduced goldfish (*Carassius auratus*). In the late years, there was no sign from the rainbow trout, *Onkorhynchus mykiss*, which has been introduced 25 years ago.

The predation pressure of the sand smelt fish (even young) is evident in big Cladocerans (f=36,85 +/- 32,73%) and less in Copepods (f= 10,09 +/- 9,79%) but also in macroinvertebrates with preference in Planaria (f= 46,8 +/- 33,82%) and insects larvae (f=39,31 +/- 20,5%) and adult individuals (f=44,91 +/- 18,51%).

The same prey frequency has been registered in mosquitofish but with greater preference in smaller life forms, neither zooplanktonic (Calanoid Copepods with frequency f= 36,7 +/- 37,8, Rotifers with f=23,1 +/- 29,2% and Cladocerans with f=28,04 +/- 5,19) nor macroinvertebrates (insects larvae with f=43,61 +/- 9,93% and adult individuals f=21,78 +/- 20,46%).

The newcomer goldfish seem to be in control by the high predators of the lake. Late studies ornithologists have registered increase of the cormorant population in the area.

As a conclusion, the phytoplankton biomass which is left over during the productive years sinks to the bottom. This could happen massively during predator

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

overpopulation in warm years through the trophic cascade, by the minimizing the zooplankton population. This phenomenon seems to backside the rich zoobenthos populations of the lake and mailly the numerous gastropods and small cetaceans, like glassshrimp, which play the key role in the energy food chain recycling in the Kournas lake ecosystem.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ

ΑΛΜΑΛΙΩΤΗΣ Δ.Δ.& Η. ΠΑΡΟΥΣΗΣ, 1993. Απώλειες αζώτου υπό μορφή αμμωνίας κατά την εφαρμογή στο έδαφος αμμωνιακών λιπασμάτων και ουρίας. *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα*:18-26.

ΑΝΑΓΝΩΣΤΙΔΗΣ Κ.,1977. Ασκήσεις Μικροβιολογίας. Κλειδές Προσδιορισμού Βακτηρίων, Κυανοφυκών, Φυκών. Εργαστήριο Συστ. Βοτανικής, Βιολογικό Τμήμα, Παν/μιο Αθηνών, 111σ.

ΑΝΑΓΝΩΣΤΙΔΗΣ Κ.,1978. Σημειώσεις μαθήματος Συστηματικής Μικροβιολογίας. Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής, Βιολογικό Τμήμα, Παν/μιο Αθηνών, Ιλίσσια, 114+22 σ.

ΑΝΑΓΝΩΣΤΙΔΗΣ Κ. 1979. Σημειώσεις μαθήματος Υδροβιολογίας. Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής, Βιολογικό Τμήμα, Παν/μιο Αθηνών, Ιλίσσια, 34+3 σελ.

ΑΝΑΓΝΩΣΤΙΔΗΣ Κ.,1979. Σημειώσεις μαθήματος Λιμνολογίας. Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής, Βιολογικό Τμήμα, Παν/μιο Αθηνών, Ιλίσσια, 20 σελ.

ΑΝΑΓΝΩΣΤΙΔΗΣ Κ., 1979. Σημειώσεις μαθήματος Οικολογίας. Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής, Βιολογικό Τμήμα, Παν/μιο Αθηνών, Ιλίσσια, 31 σελ.

ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΠΟΥΛΟΥ Μ. 2001. Διαχείριση υγροτόπων διεθνούς σημασίας και προοπτικές βελτίωσης της αλιευτικής διαχείρισης. 10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Χανιά 18-20/10/01, Πρακτικά: 309-312.

ΑΝΑΝΙΑΔΗΣ Κ. 1978. Υδατοκαλλιέργειες: Εφαρμοσμένη Υδροβιολογία. Καλλιέργειες Ζώων και Φυτών. Εκδ. Ανανάδης, Αθήνα, 351 σελ.

ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΟΥ Χ. & Α. ΚΟΥΚΟΥΡΑΣ, 2002. Ερωτήματα από τη διανομή των γενών των ειδών *Atyaephyra* (BRITO CAPELLO) & *Palaemonetes* (HELLER), στον ελλαδικό χώρο. Συνάντηση Βιολογικών Τμημάτων –Βιολογική Εταιρία, Χίος 2002, in <http://kyttariki2.biol.uoa.gr/wwwroot2/xios/ABSTRACTS/htm>

ΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΥ Μ.,2005. Πρακτικά περιλήψεων Συνάντησης Μεταπτυχιακών ΜΠΣ Περιβ.Βιολογίας Παν/μιου Κρήτης, Ιούλιος'05, Ίδρυμα Αγ.Σοφία Βρύσες Χανίων.

Anonymous Review Oct. 1998. Freshwater Algae and Cyanobacteria. *In Chapter 7 Coastal & Fresh-waters Draft 1*: 125-135.

ΑΠΟΣΤΟΛΟΠΟΥΛΟΥ-ΜΩΡΑΪΤΟΥ Μ.,1979.Σημειώσεις μαθήματος Ιχθυολογίας. Παν/μιο Αθηνών, 106 σελ.

ΑΠΟΣΤΟΛΟΠΟΥΛΟΥ-ΜΩΡΑΪΤΟΥ Μ., 1980. Οι ζωϊκοί θαλ. οργανισμοί & οι μέθοδοι μελέτης αυτών. Παν/μιο Αθηνών, Αθήνα,110 σελ.

ΒΑΛΛΙΑΝΟΣ ΧΡ.-ΘΕΟΔΟΡΑΚΗ Μ. -ΚΟΥΜΠΛΗ Λ.- ΜΟΥΡΤΖΑΣ Ν.-ΒΑΣΙΛΟΠΟΥΛΟΣ Π. & ΗΛ. ΚΑΙΝΑΔΑΣ 1985. Η λίμνη Κουρνά Χανίων.Μελέτη Μουσείου Κρητ.Εθνολογίας-Βώροι & Υφ.Ν.Γενιάς-Αθλητισμού-Πρόγραμμα Οικονομικής Ανάπτυξης Περιφερειών, 65 σελ..

ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ Α.,ΜΙΧΑΛΟΥΔΗ Ε.,ΜΠΟΜΠΟΡΗ Δ. & Π.ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ, 2000. Μαζική μεταφορά της αθερίνας της λίμνης Τριχωνίδας. 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Μεσολόγγι 20-23/1/2000, Πρακτικά, σελ. 97-100.

ΒΕΡΕΣΟΓΛΟΥ Α., 2002. Οικολογία. Εκδόσεις ΕΛΛΑ, Λάρισα.

ΒΙΔΑΛΗΣ Κ. & Α. ΜΠΑΛΤΑΣ, 2001. Εγκλιματισμός και αρχική ανάπτυξη άγριου γόνου τεσσάρων εμπορικών ειδών κεφαλοειδών σε συνθήκες εκτροφής. 10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Χανιά 18-20/10/01, Πρακτικά: 173-176.

ΒΛΑΧΟΣ Ν.Γ.,ΧΩΤΟΣ Γ.,ΒΛΑΧΟΣ Μ. & Χ. ΞΕΝΟΓΙΑΝΝΗ, 2000. Παραγωγή μικρής κλίμακας γόνου τροπικών και διακοσμητικών ψαριών. 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Μεσολόγγι 20-23/1/2000, Πρακτικά: 207-210.

ΔΑΝΙΗΛΙΔΗΣ Δ. 1991. Συστηματική και οικολογική μελέτη Διατόμων στις λιμνοθάλασσες Μεσολογίου, Αιτωλικού και Κλείσοβας. Διδακτορική Διατριβή, Παν/μιο Αθηνών, Βιολογικό Τμήμα, Αθήνα 320 σελ.

ΔΕΡΜΙΤΖΑΚΗΣ Μ.Δ., 1989. Ο Αποικισμός των νησιών του Αιγαίου σε σχέση με την Παλαιογεωγραφική του εξέλιξη. Μέρος Α'. *Biol. Gallo-hellenica* 14(2):99-121.

ΔΕΡΜΙΤΖΑΚΗΣ Μ.Δ., 1990. Ο Αποικισμός των νησιών του Αιγαίου σε σχέση με την Παλαιογεωγραφική του εξέλιξη. Μέρος Β'. *Biol. Gallo-hellenica* 17(2):99-130

ΔΡΕΤΑΚΗΣ Μ. 2000. Η υδρόβια ορνιθοπανίδα της Κρήτης. Παρουσίαση έργου ερευνητικού για απόκτηση Διδακτορικού τίτλου -Ιδρυμα Αγ.Σοφίας -Βρύσες . Τεύχος περιλήψεων.

ΕΛΚΕΘΕ, 2006. Πρόγραμμα Life παρακολούθησης ελληνικών υδροτόπων. www.lakenet.gr/metriseis.htm Υπεύθυνος Δρ. Ηλίας Δημητρίου.

ZANAKH K., 1996. Υδρόβια Φυτά στο Κεφ. 770 Σελ. 484-491. του Βιβλίου : *Έλεγχος Ποιότητας Νερού*, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα, 508 σελ..

ZARΦΤΖΙΑΝ Μ.Ε., 1989. Εποχιακές διακυμάνσεις και χωρική κατανομή πλαγκτικών ασπονδύλων λίμνης Βόλβης. Διδακτ. Διατριβή ΑΠΘ , 249+76 σ. <http://thesis.ekt.gr/thesisII>

ZACHARIAS I., ΜΠΑΡΜΠΕΡΙ Π., ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ Α., ΝΤΑΟΥΛΑΣ Χ., ΚΟΛΟΜΠΑΡΗ Ε., ΣΤΟΥΜΠΟΥΔΗ Μ. & Θ. ΚΟΥΣΟΥΡΗΣ, 2000. Η οικολογική κατάσταση της λίμνης Τριχωνίδας και οι δράσεις προστασίας της μέσω του προγράμματος «Life-Φύση, 1999». 9^ο Παν.Συν.Ιχθυολόγων, Μεσολόγγι 20-23/1/2000, Πρακτικά: 113-116.

ZOHARY T., 2004. Changes to the phytoplankton assemblage of Lake Kinneret after decades of a predictable, repetitive pattern. Abstract., *Freshwater Biology* 49 (10): 1355.

ZOHARY T., EREZ J., GOPHEN M., BERMANFRANK I. & M. STILLER, 1994. Seasonality of stable carbon isotopes with lake Kinneret pelagic foodwebs. *Limnology & Oceanography* 39 (5): 1030-1043.

ZOHARY T., GUDE H., POLLINGER U., KAPLAN B., PINKAS R. & O. HADAS, 2000. The role of nutrients in decomposition of a thecate dinoflagellate. *Limnology & Oceanography* 45 (1): 123-130.

ZOMΠΟΛΑ Σ., ΒΑΒΟΥΛΗΣ Δ., ΚΛΑΔΑΣ Ι., ΚΕΝΤΡΟΥ Α., ΠΑΓΩΝΗ Σ. & Κ. ΚΟΥΤΣΙΚΟΠΟΥΛΟΣ, 2001. Αλιευτική εκμετάλλευση των φυσικών αποθεμάτων χελιού (*Anguilla anguilla* L., 1758) στην Ελλάδα. 10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Χανιά 18-20/10/01, Πρακτικά: 237-240.

FAO (UN), 1988. Πρακτικές τεχνικές χελοκαλλιέργειας. Από *ΑΛΙΕΥΤΙΚΑ ΝΕΑ* 12 (1989) : 113-118 (αναδημοσίευση).

ΓΡΗΓΟΡΙΟΥ Π., ΠΕΡΔΙΚΑΡΗΣ Κ., 1996. Επίδραση του παράσιτου *Anisakis* sp. Στη δυναμική των πληθυσμών των ειδών της αθερίνας (*Ath. boyeri*, Risso 1810 & *Ath. hesperus*, Linnaeus, 1758) στη περιοχή Σίγρι Λέσβου. Πτυχιακή εργασία ΤΕΙ Μεσολογίου, Τμήμα Ιχθυοκομίας -Αλιείας.

ΙΓΜΕ ΚΡΗΤΗΣ, 1980. Γεωλογικός Χάρτης Κρήτης 1/5000.

ΚΑΜΑΡΙΑΝΟΣ Α., ΦΩΤΗΣ Γ., ΚΑΡΑΜΑΝΛΗΣ Ξ., ΚΟΥΣΟΥΡΗΣ Θ., ΛΑΜΠΡΟΠΟΥΛΟΥ-ΤΖΑΡΟΥ Α. & Σ. ΚΙΛΙΚΙΔΗΣ, 1992. Η επίδραση της λεκάνης απορροής στο οικοσύστημα της τεχνητής λίμνης Πολυφύτου Κοζάνης. *Γεωτεχνικά Επιστ. Θέματα* 3(2): 21-28.

ΚΑΡΑΓΚΙΤΣΟΥ Η. & ΤΣΙΜΕΝΙΔΗΣ Ν. , 1977. Τροφή του μπακαλιάρου (*Merluccius merluccius*) εις τον Σαρωνικό Κόλπο., *Θαλασσογραφικά*, 1(3) : 232-244.

ΚΑΡΑΚΑΣΗΣ Ι., 1999. Βιοποικιλότητα. Σημειώσεις Μεταπτυχιακού μαθήματος ΜΠΣ «Διαχείριση χερσαίων & θαλάσσιων βιολογικών πόρων», Παν/μιο Κρήτης, Βιολογικό Τμήμα, Ηράκλειο.

ΚΑΤΣΑΔΩΡΑΚΗΣ Γ., 1985. Προκαταρκτική Μελέτη πανίδας Λίμνης Κουρνά. ΥΧΟΠ.

ΚΛΑΔΑΣ Ι., ΚΑΣΠΙΡΗΣ Π., ΖΟΜΠΟΛΑ Σ., ΣΑΜΑΡΑ Α. & Κ. ΚΟΥΤΣΙΚΟΠΟΥΛΟΣ, 2000. Εκτροφή ιχθυδίων χελιού (*Anguilla anguilla*) που συλλέχθηκαν σε ποτάμια της Δυτ. Ελλάδας. 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Μεσολόγγι 20-23/1/2000, Πρακτικά: 219-222.

ΚΝΙΘΑΚΗΣ Γ., & Σ. ΠΑΥΛΙΔΟΥ, 1998. Έκθεση μεταβολών φυσικοχημικών παραμέτρων νερού λίμνης Κουρνά. ΙΓΜΕ Κρήτης, Ρέθυμνο.

ΚΟΚΚΙΝΑΚΗΣ Κ., ΣΙΝΗΣ Α., ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΗΣ Ε. & Ε. ΚΟΥΤΡΑΚΗΣ, 2001. Εποχές και περιοχές αναπαραγωγής των κυριότερων αλιευόμενων ψαριών της λίμνης Βόλβης. 10^ο Πανελ. Συν. Ιχθυολόγων, Χανιά 18-20/10/01, Πρακτικά: 269-272.

ΚΟΜΜΑΤΑΣ Δ., ΚΟΥΤΣΙΚΟΣ Ν., ΚΛΕΑΝΘΙΔΗΣ Π. & Γ. ΜΙΝΟΣ, 2005. Σχέσεις ολικού, σταθερού και μεσουραίου μήκους και ολικού μήκους -βάρους 6 παράκτιων ειδών ψαριών στη Λ. Βόλβη (Β.Ελλάδα). 12^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Δράμα 13-16/10/05, Πρακτικά: 193-196.

ΚΟΥΣΟΥΡΗΣ Θ., 1998. Το νερό στη φύση, στην ανάπτυξη, στην Προστασία του Περιβάλλοντος. Μονογραφίες Θαλάσσιων Επιστημών, ΕΚΘΕ, Αθήνα, 188σελ.

ΚΟΥΤΣΑΚΗ Ο. 2001. Καταγραφή και μελέτη μεταβολής φυσικοχημικών παραγόντων και Μακροασπόνδυλων σε σχέση με το χρόνο και το χώρο στη φραγμολίμνη Μπραμιανών Λασιθίου. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Παν/μιο Κρήτης, Τμήμα Χημείας, 141 σελ.

ΚΟΥΤΣΙΚΟΣ Ν. & Δ. ΚΟΜΜΑΤΑΣ, 2005. *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859) το είδος το οποίο έχει εισαχθεί στη λίμνη Βόλβη. 12^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Δράμα 13-16/10/05, Ενότητα Νέοι Επιστήμονες, Πρακτικά: 474.

ΛΕΝΤΖΑ-ΡΙΖΟΥ Χ., 1993. Έλεγχος και εφαρμογή της ανοσοδοκιμασίας Elisa για προσδιορισμό υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων σε νερά. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα : 17-22.

ΛΕΟΝΑΡΔΟΣ Ι.-ΠΕΤΡΙΔΗΣ Δ.-ΚΟΚΚΙΝΙΔΟΥ Α., 1993 «Δυναμική & Εκμετάλλευση πληθυσμού Αθερίνας, *A. boyeri*, στη λίμνη Τριχωνίδα» 6ο Παν. Συνέδριο Ιχθυολόγων, 4-6 Ιουνίου 1993 Ξάνθη, Πρακτικά.

ΛΕΟΝΑΡΔΟΣ Ι., ΚΑΘΑΡΙΟΣ Π. & Χ. ΧΑΡΙΣΗΣ, 2001. Ηλικία, αύξηση και θνησιμότητα του *Carassius auratus gibelio* (L., 1758) (Pisces: Cyprinidae) στη λίμνη Λυσιμαχία (Δυτ.Ελλάδα). 10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Χανιά 18-20/10/01, Πρακτικά: 257-260.

ΛΕΟΝΑΡΔΟΣ Ι., 2001. Μορφή εκμετάλλευσης των πληθυσμών της αθερίνας (*Atherina boyeri* Risso 1810) στη λίμνη Τριχωνίδα. 10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Χανιά 18-20/10/01, Πρακτικά: 277-279.

ΜΑΝΤΖΙΟΥ Γ. 2000. Σχετικά με το είδος χελώνας γλ. Νερού, *Mauremys caspica*. Εργασία στα πλαίσια Μ.Τ.Ε Περιβαλλοντικής Βιολογίας, Παν/μιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας, Ηράκλειο, 7 σελ.

ΜΑΡΚΑΚΗ Ζ., 2004. Προσδιορισμός και εποχική διακύμανση μορφών Ρ στην ατμόσφαιρα Ανατ. Μεσογείου. Διατριβή Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στις Επιστήμες & Μηχανική περιβάλλοντος. Παν/μιο Κρήτης, Τμήμα Χημείας, Ηράκλειο, σελ. 105.

ΜΑΧΙΑΣ ΑΘ. 1999. Σημειώσεις μαθήματος Δυναμική ιχθυοπληθυσμών - Μελέτη Κατανομής & Αφθονίας των Ψαριών. ΕΠΕΑΕΚ «Διαχείριση Χερσαίων & Θαλάσσιων Βιολογικών Πόρων» Διατμηματικό Βιολογίας Παν/μιου Κρήτης-ΑΠΘ.

- ΜΙΝΟΣ Γ., ΜΙΧΑΛΟΠΟΥΛΟΥ Α., ΧΡΥΣΟΒΕΡΓΗΣ Χ. & Ι. ΚΛΑΔΑΣ, 2000. Προκαταρκτικά αποτελέσματα της μελέτης εμφάνισης του γόνου Κεφαλοειδών (Pisces : Mugilidae) στις ακτές του νομού Θεσπρωτίας. 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Μεσολόγγι 20-23/1/2000, Πρακτικά: 141- 144.
- ΜΙΧΑΛΟΥΔΗ Ε., 1997. Σύνθεση των ειδών, αφθονία και βιομάζα των Ζωοπλαγκτονικών οργανισμών της Μικρής Πρέσπας. Διδακτορική Διατριβή Α.Π.Θ, 199 σελ.
- ΜΙΧΑΛΟΥΔΗ Ε., 1999. Σημειώσεις Μαθήματος Πανίδας Ελλάδας -Κλειδές Προσδιορισμού κυριότερων Λιμναίων Ζωοπλαγκτονικών Ειδών.-Π.Μ.Σ Διατμηματικό Βιολογικών Παν/μιου Κρήτης- Α.Π.Θ, 30σελ.
- ΜΙΧΑΛΟΥΔΗ Ε., 1999. Σημειώσεις Μαθήματος Πανίδας Ελλάδας - Λιμνοποτάμια πανίδα: Ασπονδυλα. Π.Μ.Σ Διατμηματικό Βιολογικών Παν/μιου Κρήτης- Α.Π.Θ , Θεσ/νικη 10 σελ.
- ΜΙΧΕΛΑΚΗΣ Σ., 1994. Η λίμνη Κουρνά, προστασία και αξιοποίησή της. Αναπτυξιακό Συνέδριο Αποκόρωνα Χανίων. Ίδρυμα Αγίας Σοφίας Βρύσες Χανιά. Από Περιοδικό ΓΕΩΤΕΕ Γεωτεχνική Ενημέρωση τ. Σεπτέμβριου: 64-69.
- ΜΟΥΣΤΑΚΑ-ΓΟΥΝΗ Μ. 1988. Εποχιακή διακύμανση, ετήσια περιοδικότητα και χωρική κατανομή φυτοπλαγκτονικών πληθυσμών λίμνης Βόλβης. Διδακτορική διατριβή Α.Π.Θ ,Επιστημονική Επετηρίς Σχολής Θετ. Επιστημών Παράρτημα αρ. 13. 118 σελ.
- ΜΟΥΡΚΙΔΗΣ Γ. ΦΑΧΑΝΤΙΔΗΣ Π., ΜΥΛΩΘΡΙΔΟΥ Α. & Ε. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ-ΜΟΥΡΚΙΔΟΥ, 1996. Το επιφανειακό ίζημα της Λίμνης Καστοριάς. Κλασμάτωση, προσρόφηση και έκλυση των φωσφορικών. Γεωτεχν. Επιστ. Θέματα Τομ. 7/96: 27-36.
- ΜΠΑΛΤΑΣ Α., ΚΑΠΑΡΕΛΙΩΤΗΣ Α. & Θ. ΜΠΙΟΤΑΣ, 2000. Εντατική εκτροφή κεφάλου (*Mugil cephalus*). Σύγκριση άγριου γόνου και γόνου εκκολαπτήριου. 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Μεσολόγγι 20-23/1/2000, Πρακτικά: 231-234.
- ΜΠΑΡΜΠΟΥΝΗ- GARBO Μ., ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΚΗΣ Γ. & Γ. ΤΙΓΚΙΔΗΣ 2003. Προκαταρκτική έκθεση αποτελεσμάτων υδροβιολογικής και ιχθυολογικής έρευνας στη λίμνη Κουρνά (2/2002-3/2003). Πρόγραμμα περιβαλλοντικής παρακολούθησης Δήμου Γεωργιούπολης – Παν/μιου Κρήτης – ΤΕΙ Χανίων –Δ/σης Αλιείας Νομ. Χανίων Καβρός Γεωργιούπολης, Νοέμβριος 2003
- ΜΠΕΚΑΚΟΥ-ΚΟΝΤΟΥ Θ., 1971. Υδροβιολογικά παρατηρήσεις επί των Ελληνικών Λιμνών. *Ελλην. Ωκεανολ. & Λιμνολογία* Τόμος Χ. ΙΩΚΑΕ σελ. 469-471.
- ΜΩΡΙΚΗ Α., 1993. Εφαρμογή πολυκριτηριακών μεθόδων για την εκτίμηση επίπεδων ευτροφισμού. Πρακτικά 4^ο Παν. Συμπόσιου Ωκεανογραφίας & Αλιείας, Ρόδος 26-29 Απριλίου 1993, σελ 340-343.
- ΝΕΟΦΥΤΟΥ Χ. Ν., 1990. Ιχθυοπονία. Β' έκδοση, University Studio Press , Θεσ/νικη, 336 σελ.
- ΝΕΟΦΥΤΟΥ ΧΡ. & ΑΛ-ΙΩΑΝ. ΓΙΑΠΗΣ, 1992. Μελέτη της Βιολογίας του Σπαρακιού, *Lepomis gibbosus* (L.) στη λ. Κερκίνη. *Γεωτ. Επιστ. Θέματα* 3(2): 12-20.
- ΝΕΟΦΥΤΟΥ ΧΡ., ΚΑΛΑΘΑ ΧΡ. & Ι. ΑΡΝΕΛΛΟΣ, 1994. Αναπαραγωγή και ανάπτυξη της ιριδίζουσας πέστροφας (*Oncorhynchus mykiss*) εκτός της φυσικής ζώνης εξάπλωσής της. *Γεωτεχνικά Επιστ. Θέματα* 5(2): 20-32.
- ΝΙΚΟΛΑΙΔΗΣ Γ., ΜΟΥΣΤΑΚΑ-ΓΟΥΝΗ Μ. & Σ. ΧΑΡΙΤΩΝΙΔΗΣ, 1990. Εργαστηριακές Ασκήσεις Ωκεανογραφίας, Α.Π.Θ., Τμήμα Βιολογίας Τομέας Βοτανικής, Θεσ/νικη , Οκτώβριος 1990, 62σελ.
- ΝΤΑΟΥΛΑΣ Χ., ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ Α. Ν., ΨΑΡΡΑΣ Θ., ΜΠΑΡΜΠΕΡΙ Ρ., ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ Β. & Α. Ι. ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ, 2000. Μελέτη γυαλόχελων (*Anguilla*

anguilla L.) και η διευκόλυνση της ανόδου τους στην ενδοχώρα. 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Μεσολόγγι 20-23/1/2000, Πρακτικά, 165-168.

ΝΤΑΟΥΛΑΣ Χ., ΚΟΥΣΟΥΡΗΣ Θ.& Θ.ΨΑΡΑΣ, 1987.Οικολογία και δυνατότητες αλιευτικής αξιοποίησης της τεχνητής λίμνης Κρεμαστών. ΕΚΘΕ, Ειδ. Έκδοση Νο12, 120σελ.

ΝΤΟΥΛΚΑ Ε. & Γ. ΚΕΧΑΓΙΑΣ, 2005. Μεταβολή της τροφικής κατάστασης Λίμνης Τριχωνίδα: Πρόσφατα φυσικοχημικά δεδομένα. 12^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Δράμα 13-16/10/05, Πρακτικά: 266-269.

ΝΤΟΥΛΚΑ Ε., ΚΕΧΑΓΙΑΣ Γ. & Ε.ΜΙΧΑΛΟΥΔΗ, 2005. Η ζωοπλαγκτική κοινωνία της Λίμνης Τριχωνίδα. 12^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Δράμα 13-16/10/05, Πρακτικά: 274-277.

ΟΑΔΥΚ , 1994 . Εγγραφο προς ΓΕΩΤΕΕ Παρ/μα Κρήτης για προβλήματα στο οικοσύστημα λίμνης. Αρχείο ΓΕΩΤΕΕ Κρήτης (18-5-94).

ΟΑΔΥΚ, ΠΑΝ/ΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ (ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ) & ΜΑΙΧ , 1998.Διαχειριστικό Σχέδιο για τη περιοχή Κουρνά –Γεωργιούπολης. Πρόγραμμα Life/ Δυτ.Κρήτης, Σεπτέμβριος 1998, 67σελ. +παραρτήματα.

ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ Π.1973. Κατάλογος Ιχθύων Ελλάδος. Ανάτυπον Ελληνικής Ωκεανολογίας & Λιμνολογίας , Πρακτικά ΙΩΚΑΕ , τ.ΧL, 1972 ,Αθήναι.

ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ Π.Σ.,1974.Μορφολογική, συστηματική και ζωογεωγραφική μελέτη των ιχθύων γλυκέων υδάτων της Α. Μακεδονίας και Δ.Θράκης. Διδακτορική Διατριβή Α.Π.Θ.

ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ Π.Σ.,1999. Κατάλογος Λιμνοποτάμιας Ελληνικής Ιχθυοπανίδας. ΕΠΕΑΕΚ «Διαχείριση Χερσαίων & Θαλάσσιων Βιολογικών Πόρων» Διατμηματικό Βιολογίας Παν/μιου Κρήτης- Α.Π.Θ .

ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ Π., ΜΠΟΜΠΟΡΗ Δ., ΒΟΓΙΑΤΖΗΣ Β., 1997. Ψάρια από έκδοση ΕΚΒΥ «Έργο Οικοτόπων στην Ελλάδα-Δίκτυο ΦΥΣΗ 2000».Θεσ/νικη σελ.613-617.

ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ Α.Ν, 1984. Η μελέτη του θαλάσσιου οικοσυστήματος και οι προοπτικές για την αξιοποίηση του υδάτινου δυναμικού. ΠΑΣΕΓΕΣ Υπηρεσία Δασικής Οικονομίας & Αλιείας, Αθήνα , σελ 48+6.

ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ Α.Ν., 2000. *Pseudophoxinus stymphalicus*: ένα «επιτυχημένο» ψάρι των γλυκών νερών της Ελλάδας. 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Μεσολόγγι 20-23/1/2000, Πρακτικά:169-172.

ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ Α.,ΣΤΟΥΜΠΟΥΔΗ Μ., ΜΠΑΡΜΠΙΕΡΙ Ρ., ΝΤΑΟΥΛΑΣ Χ.,ΨΑΡΑΣ Θ.,ΓΙΑΚΟΥΜΗ Σ.& Β.ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ, 2001. Εκτίμηση της οικολογικής ποιότητας των εσωτερικών νερών με ιχθυοδείκτες. 10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Χανιά 18-20/10/01, Πρακτικά: 297-300.

ΟΡΦΑΝΙΔΗΣ Σ. & Π. ΠΑΝΑΓΙΩΤΙΔΗΣ, 2005. Εφαρμογή της Οδηγίας Πλαίσιο για τα παράκτια ύδατα (WFD) με τη χρήση του «Δείκτη Οικολογικής Εκτίμησης» (Ecological Evaluation Index-EEI): η περίπτωση των κόλπων Καβάλας και Μαλιακού. 12^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Δράμα 13-16/10/05, Πρακτικά: 237-240.

ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΚΗΣ Γ,ΠΕΤΥΧΑΚΗΣ Γ. & Γ. ΤΙΓΚΙΛΗΣ 1993. Μελέτη ιχθυοτροφικής αξιοποίησης κατασκευασμένων ,υπό κατασκευή & σχεδίαση λιμνοδεξαμενών Κρήτης. ΓΕΩΤΕΕ\Παρ.Κρήτης, Τεύχος 2 , 188σελ.

ΠΑΝΤΙΔΟΥ Μ., 1979. Σημειώσεις μαθήματος Οικολογίας. Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής, Βιολογικό Τμήμα, Παν/μιο Αθηνών, Ιλίσσια , 93σελ.

ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ- ΜΟΥΡΚΙΔΟΥ Ε., 2002. Πρόγραμμα Ελέγχου Ποιότητας Επιφανειακών υδάτων στη Μακεδονία -Θράκη. Τελική Έκθεση. Εργαστ. Γεωργικών Φαρμάκων ΑΠΘ, Υπ.Γεωργίας σελ. 122-130 www.minagric.gr

ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ Κ., 1975. Συμβολή στη μελέτη του γένους *Blennius* L., της Μεσογείου Θάλασσας. Διδακτορική Διατριβή, Παν/μιο Αθηνών, Φυσικομαθηματική Σχολή, Φυσιολογικό Τμήμα, 231 σελ.

ΠΑΠΑΠΕΤΡΟΥ-ΖΑΜΑΝΗ Α. -ΒΕΡΥΚΙΟΣ ΕΥ., 1977. Καρστικά φαινόμενα Ελλάδας- Η λιμνοδολίνη Κουρνά (Κορήσια) Κρήτης. Δελτίο Ε.Σ.Ε, Αθήνα.

ΠΑΣΧΟΣ Ι., ΝΑΤΣΗΣ Λ., ΤΣΟΥΜΑΝΗ Μ., ΜΑΤΘΑΙΟΥ Θ., ΝΑΘΑΝΑΗΛΙΔΗΣ Κ. & Α. ΣΑΜΑΡΑ 2000. Μέθοδος μαζικής εκτροφής των Fancy Goldfish. 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Μεσολόγγι 20-23/1/2000, Πρακτικά: 243-246.

ΠΕΤΡΑΚΗΣ Π. & Β. ΡΟΥΣΣΗΣ, 2001. Η αξία των υδρόβιων Ετερόπτερων εντόμων σαν βιοδείκτες ελληνικών Υδροβιότοπων : Μια αλγοριθμική προσέγγιση. 10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Χανιά 18-20/10/01, Πρακτικά: 301-304.

ΠΕΤΡΑΚΗΣ Π. & Β. ΡΟΥΣΣΗΣ, 2001. Γενικό πλαίσιο ανάλυσης πολυπαραγοντικού Hutchinsonian ενδιαιτήματος υδρόβιων οργανισμών για χρήση στην βιοένδειξη υδροβιότοπων. 10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Χανιά 18-20/10/01, Πρακτικά: 305-308.

ΠΛΑΙΤΟΥ W. *et al.* 1995. Αδημοσίευτα στοιχεία δειγματοληψιών ατόμων οικ. Mugilidae σε παράκτιες περιοχές Βορ.Κρήτης», ΙΘΑΒΙΚ-Ηράκλειο

RACKHAM O. & J. MOODY 2003. Η δημιουργία του Κρητικού τοπίου. Παν/κες Εκδόσεις Κρήτης.

ΡΕΙΖΟΠΟΥΛΟΥ Σ., ΟΡΦΑΝΙΔΗΣ Σ. & Α. ΝΙΚΟΛΑΙΔΟΥ, 2005. Σύγκριση μεθόδων εκτίμησης της οικολογικής κατάστασης των Μεταβατικών Υδάτων με βάση την Οδηγία Πλαίσιο (WFD). 12^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Δράμα 13-16/10/05, Πρακτικά: 241-244.

ΡΟΓΔΑΚΗΣ Ι. & Ε. ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ, 2000. Εμπλουτισμοί της λίμνης Αμβρακίας με κεφαλοειδή. Εμπειρίες, αποτελέσματα και προοπτικές. 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Μεσολόγγι 20-23/1/2000, Πρακτικά, σελ. 185-188.

ΣΑΛΒΑΡΙΝΑ Ι., ΜΙΧΑΛΟΥΔΗ Ε. & Α. ΣΙΝΗΣ, 2005. Τι έχει αλλάξει στη ζωοπλαγκτική κοινωνία της Λίμνης Βόλβης τα τελευταία 18 χρόνια; 12^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Δράμα 13-16/10/05, Πρακτικά, σελ. 270-273.

ΣΙΝΗΣ Α., 1999. Λιμνολογία. Αριστοτέλειο Παν/μιο Θεσ/νίκης, Παν/μιακό Τυπογραφείο, 203 σελ.

ΣΕΒΑΣΤΟΥ Κ. 2005. Οικολογία του μειοβένθους σε αμμώδεις ακτές της Κρήτης: Πρότυπα κατανομής των μειοβενθικών Κωπηπόδων στο χώρο και στο χρόνο. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Βιολογίας, Παν/μιο Κρήτης, Ηράκλειο, 233 σελ.

ΣΚΟΥΛΙΚΙΔΗΣ Ν. & Κ. ΓΚΡΙΤΖΑΛΗΣ 2007. Εκτίμηση οικολογικής κατάστασης του ποταμοχείμαρου Αναποδάρη με βιολογικά και υδροχημικά κριτήρια. ΕΛΚΕΘΕ. Ημερίδα Δ/νσης Υδάτων Περιφέρειας Κρήτης, Ηράκλειο 28-2-07.

ΣΤΕΦΑΝΟΥ Ε. 1996. Σημειώσεις μαθήματος Χημείας Περιβάλλοντος Ι: Υδατική Χημεία. Μέρος 1. Ηράκλειο, Παν/μιο Κρήτης 158 σελ.

ΣΤΟΥΜΠΟΥΔΗ Μ., ΨΑΡΡΑΣ Θ. & Ρ. ΜΠΕΡΜΠΕΡΗ-ΤΣΕΛΙΚΗ 1997. Αναπαραγωγικοί κύκλοι της Αθερίνας (*Ather boyeri*, Risso 1810) στη λίμνη Τριχωνίδα. 5^ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας, Καβάλα 15-18/4/97.

ΤΑΦΑΣ Τ., 1991. Μικροχλωρίδα Λ. Τριχωνίδας: Ποιοτική και ποσοτική ανάλυση φυτοπλαγκτού. Εποχιακή Διαδοχή. Διδακτορική διατριβή, Παν/μιο Αθηνών, Βιολογικό Τμήμα, Ιλίσσια, Αθήνα.

ΤΙΓΚΙΔΗΣ Γ., 1999. Η Ιχθυοπανίδα εσωτερικών νερών Κρήτης. Έκθεση Εργασίας στα πλαίσια εργαστηριακής άσκησης ΜΠΣ – Παν/μιο Κρήτης / Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης.

- ΤΙΓΚΙΑΗΣ Γ., 1999. Το ευρωπαϊκό χέλι (*Anguilla anguilla* L.) στα νερά της Κρήτης και της Μεσογείου γενικότερα. Εργασία στα πλαίσια μεταπτυχιακού μαθήματος Πανίδας Ελλάδας. Βιολογικά Τμήματα Παν/μιου Κρήτης –ΑΠΘ, 23 σελ.
- ΤΙΓΚΙΑΗΣ Γ., 2000. Καταγραφή της ιχθυοπανίδας των εσωτερικών υδάτων (γλυκών και υφάλμυρων) της Κρήτης. 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Μεσολόγγι 20-23/1/2000, Πρακτικά, σελ.197-200.
- ΤΙΓΚΙΑΗΣ Γ., 2001. Βιολογικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά της αθερίνας (*Atherina boyeri* R.,1810) στη Λίμνη Κουρνά Χανίων. 10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Χανιά 18-20/10/01, Πρακτικά, σελ.285-288.
- ΤΙΓΚΙΑΗΣ Γ., ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΚΗΣ Γ. & Μ. ΜΠΑΡΜΠΟΥΝΗ, 2001. Η λίμνη Κουρνά Χανίων: Άμεση ανάγκη προστασίας και ορθολογικής διαχείρισης των φυσικών πόρων της. 10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Χανιά 18-20/10/01, Πρακτικά, σελ.249-252.
- ΤΙΓΚΙΑΗΣ Γ., GARBO-ΜΠΑΡΜΠΟΥΝΗ Μ., ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΚΗΣ Γ. & Θ. ΚΑΡΑΘΑΝΑΣΗΣ, 2005. Πρώτες αναφορές για τη βιολογία και οικολογία των χελιών (*Anguilla anguilla* L.) σε περιοχές της Δυτικής Κρήτης. 12^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Δράμα 13-16/10/05, Πρακτικά, σελ.185-188.
- ΤΡΑΜΠΑΣ Γ., 1984. Η χελοκαλλιέργεια στη Β.Δ. Ελλάδα. *Περιοδικό ΑΓΡΟΤΙΚΑ* Υπ. Γεωργίας, σελ. 63-65.
- ΤΡΙΧΟΠΟΥΛΟΣ Δ. 1975. Εγχειρίδιον βιοστατιστικής. Υγειονομική Σχολή, Αθήνα, σελ. 78+10 πίνακες.
- ΤΡΥΦΩΝ Ε., 1994. Δομή και δυναμική φυτοπλαγκτονικών πληθυσμών Λίμνης Μικρής Πρέσπας. Διδακτορική διατριβή Α.Π.Θ ,238σελ.
- ΤΣΕΚΟΣ Ι., ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ Π., ΧΑΡΙΤΩΝΙΔΗΣ Σ., ΣΙΝΗΣ Α. ΝΙΚΟΛΑΙΔΗΣ Γ., ΠΕΤΡΙΔΗΣ Δ., ΜΟΥΣΤΑΚΑ Μ., ΖΑΡΦΤΖΙΑΝ Μ-Ε.& Α. ΚΟΚΚΙΝΑΚΗΣ, 1992. Υδροβιολογική Μελέτη της Τεχνητής Λίμνης Ταυρωπού, Νομού Καρδίτσας. Υπουργείο Γεωργίας – Δ/ση Αλιείας, (Εργο 8586705/ΣΑΜ 086/1986), 257 σελ.
- ΤΣΕΛΕΠΙΔΗΣ Α., ΖΙΒΑΝΟΒΙΤΣ Σ.& Ε. ΔΑΦΝΟΜΗΛΗ, 1993. Κατακόρυφη κατανομή χλωροπλαστικών χρωστικών και θρεπτικών αλάτων κατά μήκος διατομής στο Κρητικό Πέλαγος: Οικολογικές Προέκτασεις. Πρακτικά 4^ο Παν. Συμποσίου Ωκεανογραφίας & Αλιείας ,Ρόδος 26-29/4/1993, σελ. 77-80.
- ΤΣΕΡΠΕΣ Γ. 1999. Ηλικία & αύξηση . Σημειώσεις μαθήματος Δυναμικής Ιχθυοπληθυσμών. ΠΜΣ ΑΠΘ-Παν/μιου Κρήτης, Ηράκλειο, 6 σελ.
- ΤΣΙΜΕΝΙΔΗΣ Ν. 1993. Αλιευτική Βιολογία. Σημειώσεις Παν/μιου Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας, Ηράκλειο, σελ.111+16 πίνακες.
- ΥΔΡΟΓΑΙΑ, (Π. Παυλάκης και συν.),1972. Γεωλογική και υδρογεωλογική έρευνα λίμνης Κουρνά και πηγών γεωργιούπολης. Στα πλαίσια μελέτης αξιοποίησης υδάτινου δυναμικού Δυτικής Κρήτης, Υπουργείο Δημοσίων Έργων, Αθήνα.
- ΥΕΒ (Υπηρεσία Εγγείων Βελτιώσεων) Περιφέρειας Κρήτης, 2006. Υδρολογικά και μετεωρολογικά στοιχεία περιοχών Κρήτης περιόδου 1995-2005.
- ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ (ΥΧΩΠ) 1983. Νόμος 1339/83 . Επικύρωση Διεθνούς Συμβάσεως Βέρνης για την διατήρηση άγριας ζωής και φυσικού περιβάλλοντος. ΦΕΚ 32^Α/14-3-83..
- ΧΡΥΣΑΦΗ Ε.,ΑΡΓΥΡΙΟΥ Α.,ΚΑΤΣΕΛΗΣ Γ.& Π.ΚΑΣΠΙΡΗΣ,2001. Πολυμορφισμός της αθερίνας (*Atherina boyeri*) σε διαφορετικούς βιότοπους της Δυτ. Ελλάδας,10^ο Πανελ. Συνέδριο Ιχθυολόγων, Χανιά 18-20/10/01, Πρακτικά:281-284.
- ΧΩΤΟΣ Γ.,ΒΛΑΧΟΣ Ν.,ΠΑΤΣΑΛΑΣ Α.& Ι. ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗΣ, 2000. Προκαταρκτικά αποτελέσματα της κατανάλωσης οξυγόνου από το γόνο δύο

κεφαλοειδών σε αναπνοόμετρο και σε πειραματικό κλειστό κύκλωμα. 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Μεσολόγγι 20-23/1/2000, Πρακτικά, σελ 271-274.

ΨΑΡΡΑΣ Θ.-ΜΠΑΡΜΠΕΡΙ-ΤΣΕΛΙΚΗ Ρ. -ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ Α.Ν, 1997. Τα πρώτα δεδομένα πάνω στη διατροφή και βιολογία αναπαραγωγής του *Salaria fluviatilis*. 5^ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας, Καβάλα 15-18/4/97.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

AIDLIN M., GASITH A. & M.GOREN 1994. Selected aspects in the biology and ecology of *Salaria fluviatilis* (Blenniidae) in the littoral zone of Lake Kinneret. *Israel.J. Zool.* 40 (1) p.91

ALLAN J.D.,1976. Life history patterns in zooplankton. *Amer. Natur.*, 110: 165-180.

ALVAREZ-COBELAS M., ROJO C. & D.G. ANGELER, 2005. Mediterranean limnology: current status, gaps and the future. *J. Limnol.* 64 (1): 13-29.

ANAGNOSTIDIS K. & ECONOMOU-AMILLI A. 1980. Limnological studies on Lake Pamvotis (Ioannina), Greece I.Hydroclimatology, phytoplankton-periphyton with special reference to the valency of some microorganisms from sulphureta as bioindicators. *Arch. Hydrobiol.*, 89:313-342.

ANAGNOSTIDIS K., ECONOMOU-AMILLI A. & J.OVERBECK 1988. *Anabaena azolle* (Str.)and the periphyton of *Azolla filiculoides* (Lam.) in lake Trichonis (Greece) and the lagoon of Aetolikon, Hellas. *Arch. Hydrobiol.* 113: 321-343.

ANAGNOSTIDIS K, ECONOMOU-AMILLI A. & T.TAFAS 1988. *Aphanizomenon sp.* from lake Trichonis. A taxonomic consideration in relation to morphological and ecological parameters. *Arch. Hydrobiol. Suppl.(80) (Algological Studies (50-53): 529-543.*

ANAGNOSTIDIS K., OVERBECK J., & DANIELIDIS D. 1985. *Oscillatoria cf.agardhii var. isothrix* SKUJA from the lakes of Amvrakia and Trichonis , Greece. A taxonomic consideration. *Arch. Hydrobiol.* 104 (2) : 205-217.

ANASTASIADOU CH., KOUKOURAS A.,CHARTOSIA N., MAVIDIS M-S. K.& I. KIRMITZOGLOU 2002.The genus *Palaemonetes* (Heller) (Decapoda: Palaemonidae) in Europe and neighboring areas. Crustacean Meeting.

ANASTASIADOU CH., KOUKOURAS A & MAVIDIS M., 2002. Contribution to the study of the geographical distribution of *Palaemonetes* species in Europe and neighboring areas. *Book of Abstracts, 8th Colloquium Crustacea Decapoda Mediterranea, Corfu, 2-6.9.2002.* pp.37-38.

ANDERSON G. & L. SHANKS, 1985. Life histories and Environmental Requirements of Coastal Fishes and Invertebrates (Gulf of Mexico) Grass shrimp. Biological Report, Coastal Ecology Group ,U.S Army Corps of Engineers & National Coastal Ecosystems Team – Fish & Wildlife Service ,U.S Dep of Interior, Washington DC, 20240, ps18.

ANDREW T.E & A.G FITZSIMONS,1992. Seasonality, population dynamics and production of planktonic rotifers in Lough Neagh,N.Ireland. *Hydrobiologia* 246: 147-164.

ANNEVILLE O.,GINOT V.,DRUART J-C.& N.ANGELI, 2002. Long-term study (1974-1998) of seasonal changes in the phytoplankton in Lake Geneva: a multi-table approach. *J.Plankt. Res.* 24(10): 993-1007.

- ARTHINGTON A.H, 1989. Diet of *Gambusia affinis holbrooki*, *Xiphophorus helleri*, *X. Maculatus*, *Poecilia reticulata* in streams of SE Australia. *Asian Fish. Sci.* 2:193-212.
- BAGENAL T.B & F. BRAUN 1978. Methods of assessment of fish production in fresh waters. LPB Handbook no 3. Blackwell Scientific Pbs.
- BATH H. 1986. Blenniidae, pp 355-357. In *Check-list of freshwater fish of Africa. Daget, Gose & Thys van den Audenaerde (eds). www.fishbase.org.*
- BATHRUN M. J., 1965. Les crabes d'eau douce, Potamonidae. Amsterdam, A.Asher & Co. Ltd.
- BAZZANTI M.,CHIAVARINI S.,CREMISINI C. & P.SOLDATI, 1997. Distribution of PCB congeners in aquatic ecosystems: A case study. *Environ. Int.* 23 (6): 799-813.
- BELCHER H. & E.SWALE, 1978. An illustrated guide to river phytoplankton. Inst. of Terrestrial Ecology, Cambridge,London, pp 81.
- BELCHER H. & E.SWALE, 1978. A beginner's guide to Freshwater Algae. Inst. of Terrestrial Ecology, NERC, pp.64
- BENIGNO- ELVIRA ,1995. Conservation status of endemic freshwater Fish in Spain» *Biology Conservation.* 72: 129-136.
- BERNINI F., et al. 1990. The diffusion of *Salaria fluviatilis* in the water of the Pavia Province. *Atti del.Soc.Ital. di Sc.Nat. e del Mus.Civico di St.Naturale di Milano*, 131(28): 441-4 (Generic).Abstract.
- BEN-YAKOV S & I.R. KAPLAN, 1969? PH-Temperature profiles in ocean and lakes using an in situ probe. *Limnol.Oceanogr.* 14?: 688-693.
- BERMAN T.& U. POLLINGER, 1974. Annual and seasonal variations of phytoplankton, chlorophyll and photosynthesis in the lake Kinneret. *Limn. Oceanogr.* 19:31-54.
- BERMAN T. & D.WYNNE, 2004. Assessing phytoplankton lysis in Lake Kinneret. *Limnol. Oceanogr.* October:526-537.
- BERZINS B., 1956. List des Rotiferes provenant du lac Kourna, ile de Crete (Grece). *Fragm. Balc.* I (26): 208.
- BIANCO G.,& TARABORELLI T., 1988, «Fresh water fishes from Mediterranean islands and presence of *Gasterosteus aculeatus* from Sardinia island» *Bull. Ecologia* v.19.n2-3 pp247-254. Abstract.
- BIANCO P.G,1986. The zoogeographic units of Italy and Western Balkans based on Cyprinid species ranges (Pisces). *Biologia gallo-hellenica* 12:291-299.
- BIANCO P.G. 1989. Some hypotheses on the origin of Primary freshwater Fishes in southern Europe. *Biologia Gallo-hellenica* 15:59-64.
- BINZER T.& K.SAND-JENSEN, 2002. Production in aquatic macrophyte communities : A theoretical and empirical study of the influence of spatial light distribution. *Limn. Oceanogr.* 47(6):1742-1750.
- BISAZZA A.,PILASTRO A.,PALAZZI R. & G.MARIN, 1996. Sexual behaviour of immature male eastern mosquitofish: a way to measure intensity of intra-sexual selection? *Journal of Fish Biology* 48:726-737.
- BLANC M., BANARESCU P.,GAUDET J.-L., HUREAU J.-C.,1971. European Inlandwater Fish- A multilingual catalogue. FAO, Fish. News (Books) Ltd. London ,UK
- BLANCO S., 2002. Fish communities and food web interactions in some shallow Mediterranean lakes. *Hydrobiologia* 506-509 (1-3):473-480.

- BLANCO S., ROMO S., VILLENA M.-J. & S. MARTINEZ, 2003. Fish communities and web interactions in some shallow Mediterranean lakes. *Hydrobiologia* 480:506-509.
- BLOMQUIST S., GUNNARS A. & R. ELMGREN, 2004. Why the limiting nutrient differs between temperate coastal seas and freshwater lakes: A matter of salt. *Limnol. Oceanogr.* 49(6): 2236-2241.
- BLUMENSHINE S.C., LODGE D.M. & J. R. HODGSON, 2000. Gradient of fish predation alters body size distributions of lake benthos. *Ecology* 81 (2): 374-386.
- BONACINA C. & A. PASTERIS, 2001. Zooplankton of lake Orta after liming: an eleven years study. *J. limnol.* 60 (1):101-109.
- BOTEVA D., 2000. Vegetation mapping and GIS evaluation of the conservation value and human threats in «Drapano» Natural 2000 Site, West Crete. Master thesis, MAICh., Chania, Greece, 162+8 p.
- BOUVY M., PAGANO M. & M. TROUSSELIER, 2001. Effects of a cyanobacterial bloom on bacteria and zooplankton communities in Ingazeira reservoir (northeast Brazil). *Aquatic Microbial Ecology* 25: 215-227.
- BRANDL Z., 2003. Copepods and rotifers: coexistence of predators and their prey. In *International Conference on Rotifers, Illmitz, Austria, 7-13 June 2003*, Herzig A. et al. (eds). Abstracts: 15.
- BREDER CH. & ROSEN D.E., 1966. Modes of reproduction in fishes. Amer. Mus. of Natural History publ./ Nat. Hist. Press, N.Y 1966., pp560-562.
- BREHM V., 1955. Calanoide Kopepoden und Cladoceren aus Kreta. *Fragm. Balc. I*: 149-156.
- BROOKS J. L. & S. DODSON, 1965. Predation, body size and composition of Plankton: The effect of a marine planktivore on lake plankton illustrates theory of size, competition and predation. *Science* 150 (3692): 28-35. Reprint from the American Association for the advancement of Science.
- BREHM V., 1955. Calanoide Kopepoden und Cladoceren aus Kreta. *Fragmenta Balcanica*. M.M.S.N. Tom I (17) : 149-156. Skopje 25-XI-1955.
- BULGAKOV N.G. & A. P. LEVICH, 1993. Environmental biogenic elements and the phytoplankton: the nitrogen to phosphorus ratio as an independent regulating factor. www.chronos.msu.ru/REPORTS/levich_envir_biogen/levich_envir_biogen.Htm
- BURGI H.R., WEBER P. & H. BACHMANN, 1985. Seasonal variations in the trophic structure of phytoplankton and zooplankton communities in lakes in different trophic states. *Schweiz.Z.Hydrol.* 47(2): 197-224.
- BURNS C.W. 1969 Relation between filtering rate, temperature and body size in 4 species of *Daphnia* *Limn. Oceanogr.* 14 :693-700.
- BYSTROM P., PERSSON L. & E. WAHLSTROM 1998. Competing predators and prey: juvenile bottleneck in whole-lake experiments. *Ecology* sept.98. :1-8.
- CAMACHO A., WURTSBAUGH W., MIRACLE M., ARMENGOL X. & E. VICENTE, 2003. Nitrogen limitation of phytoplankton in a Spanish karst lake with a deep chlorophyll maximum: a nutrient enrichment bioassay approach. *Journal of Plankton Research* 25 (4): 397-404.
- CAMBRAY J., 2000. Threatened fishes of the world' series, an update. *Envir. Biology of Fishes* 59:343-7.
- CAMBRONY M. 1984. Identification and recruitment periodicity of grey mullet fry in the mediterranean lagoons. *Vie Milieu* 34(4):221-227.

- CAMPOLMI M., *et al.* 1996. Investigations on the fish community of a Mediterranean coastal lagoon, during nyctemeral sampling cycles. *Biol.Mar.Mediterr.* 3(1): 499-500. Abstract.
- CARACO N.F., COLE J.J. & G.E.LIKENS, 1989. Evidence for sulphate-controlled phosphorus release from sediment of aquatic systems. *Nature* 341:316-318.
- CARAGITSOU E. & TSIMENIDES N., 1982. Seasonal changes of food spectrum and day-time rhythm of feeding of the red mullet (*Mullus barbatus*) in the Thracian Sea. *Thalassographica* 5 (2): 105-115.
- CARLSON R.E, 1977. A trophic state index for lakes. *Limnology & Oceanography* 22 (2): 361-369.
- CARR G., BOD S., DUTHIE H. & W. TAYLOR, 2003. Macrophyte biomass and water quality in Ontario rivers. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 22(2): 182-193.
- CARTER EWEL K. & T. FONTAINE, 1983. Structure and function of a warm monomictic lake. *Ecological Modelling* 19(2) :139-161.
- CASAL C-M., ΜΠΙΟΜΠΟΡΗ Δ. & Κ.ΣΤΕΡΓΙΟΥ, 2005. Είδη ψαριών που έχουν εισαχθεί στα εσωτερικά νερά των χωρών της Βαλκανικής: Μια προσέγγιση μέσω FishBase. 12^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Δράμα 13-16/10/05, Πρακτικά: 346-349.
- CENTRAL MICHIGAN UNIVERCITY, 2006. Zooplankton of the Great Lakes .World Wide Web. www.cst.cmich.edu/users/mcnaulas/zooplankton.
- CHAPMAN M.A. & J.D. GREEN, 1999. Crustacean zooplankton communities in a New Zealand lake during four decades of trophic change. *New Zealand J. Marine & Freshwater Research abstracts*. www.rsnz.org/publish/nzjmf/1999/31.php.
- CHAPPUIS P.A., 1956. Harpacticoides recoltés en Crete par M.K.Lindberg. *Folia Balcanica* . I.P.R.P.M Tom I (3), Skopje, 15 X 1956
- CHRISTENSEN D., CARPENTER S.R., COTTINGHAM K.L., KNIGHT S.E., LEBOUTON J.P., SCHINDLER D.E., VOICHICK N., COLE J. & M.PACE, 1996. Pelagic responses to changes in dissolved organic carbon following division of a seepage lake. *Limnol. Oceanogr.* 41(3):553-559.
- CICCOTTI E. & G. FONTENELLE, 2001. A review of eel *Anguilla anguilla* aquaculture in Europe: Perspectives for its sustainability. *J. Taiwan Fish. Res.* 9 (1&2):27-43.
- CLARKE K.R & R.M. WARWICK 1994/97. Change in marine communities. An approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory, UK, 144pp.
- CLAUSEN P., NOLET B., FOX A.D. & M. KLAASSEN, 2002. Long-distance endozoochorous dispersal of submerged macrophyte seeds by migratory waterbirds in northern Europe. A critical review of possibilities and limitations. *Acta Oecologica* 23(3):191-203.
- CLOERN J.F. 1977. Effects of light intensity and temperature on *Cryptomonas ovata*, growth and nutrient uptake. *J. Phycol.* 13:389-395.
- CONSTANTINI M.L. & L. ROSSI, 2001. Laboratory study of the grass shrimp feeding preferences. *Hydrobiologia* 443 (1-3):129-136.
- COOK C., VARDAKA E. & T. LANARAS, 2004. Toxic Cyanobacteria in Greek Freshwaters, 1987-2000: Occurrence, toxicity and impacts in the Mediterranean region. *Acta hydrochimica et hydrobiologica* 32 (2):107-124.
- COTE IS., VINYOLES D., REYNOLDS J.D, DOADRIO I & PERDICES AN. , 1999. Potential impacts of gravel extraction on Spanish populations of river blennies *Salaria fluviatilis* (Pisces Blenniidae)» *Biol. Conservation* 87: 359-367.

- COTTINGHAM K., 1999. Nutrients and zooplankton as multiple stressors of phytoplankton communities: Evidence from size structure. *Limn. Oceanogr.* 44 (3, part 2) : 810-827.
- CREECH S. 1992. Morphometric investigation of *Atherina sp.*, *J.Fish Biol.*, 41(2): 341-353.
- CREECH S., 1992. A study of the population of *Atherina boyeri*, Risso, 1810, in Aderthaw Lagoon, on the Bristol Channel, in South Wales. *J. Fish Biology* 41:277-285.
- CRIVELLI A.J., 1995. Are fish introductions a threat to endemic freshwater fishes in the northern mediterranean region? *Biological conservation* ,72 (2): 311-319.
- CRIVELLI A., CATSADORAKIS G., MALAKOU M. & ROSECCHI 1997. Fish and fisheries in Lake Prespa. *Hydrobiologia* 351(1-3):107-125.
- DALLA -VIA G.J., 1983. Ecological studies on the freshwater shrimp *Palaemonetes antennarius* of Laguna di Lesina (Gargano, Italy). *Arch. Hydrobiol.* 97 (2): 227-239.(ASFA)
- DALLA-VIA G.J., 1987. Salinity responses in brackish water populations of the freshwater shrimp *Palaemonetes antennarius* 1.Oxygen consumption. *Comp. Biochem. Physiol.* 87A (2): 471-478.(ASFA)
- DALLA -VIA G.J 1987. Effects of salinity and temperature on oxygen consumption in a freshwater population of *Palaemonetes antennarius* (Crustacea, Decapoda). *Comp.Biochem.Physiol.* 88A(2): 299-305.
- DANIELIDIS D., SPARTINOY M. & A. ECONOMOU-AMILLI, 1996. Limnological survey of Lake Amvrakia, western Greece. *Hydrobiologia* 318:207-218.
- DANNEWITZ J., 2003. Genetic and ecological consequences of fish releases. *Acta Universitatis Upsaliensis*, Uppsala 2003. Abstract.
- DAOULAS CH., ECONOMOU ALK., STOUMBOUDI M., PSARRAS TH. & BARBIERI -TSELIKI R., 1997. Larvae development in a landlocked population of *Atherina boyeri* in Lake Trichonis-Greece. *Israel Journal Of Zoology* 43: 159-166.
- DEELDER C.L., 1984. Synopsis of biological data on the eel, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758). *FAO Fish. Synop.* (80, Rev.1): 73p. www.fishbase.com.
- DEKKER W., 2003. Did lack of spawners cause the collapse of the European eel, *Anguilla anguilla*? *Fisheries Management & Ecology* 10: 365-376.
- DEE GADY & J. FISCHER, 2003. UV effects on zooplankton. Internet.
- DeSILVA P.K., 1996. Limnological aspects of three man-made lakes in Sri Lanka. *Freshwater Forum* 6: 39-56.
- DODSON S.I, ARNOTT S.E & K.L. COTTINGHAM., 2000. The relationship in lake communities between primary productivity and species richness. *Ecology* 81(10): 2662-2679
- DODSON S. 1992. Predicting crustacean zooplankton species richness. *Limn. Oceanogr.*, 37 (4): 848-856.
- DONALD D.B., VINEBROOKE R.D., ANDERSON R.S., SYRGIANNIS J. & M.D.GRAHAM, 2001. Recovery of zooplankton assemblages in mountain lakes from the effects of introduced sportfish. *Canad. J.Fish. & Aq. Sciences* 58(9):1822-1830.
- DOUGLAS H.N & G .MEFFE 1993. Cannibalism frequencies in wild population of the eastern mosquitofish (*Gambusia holbrooki*) in South Carolina. *Copeia* (3): 867-870.
- DRAKE J. & I. HEANEY, 1987. Occurrence of phosphorus and its potential remobilization in the littoral sediments of a productive English lake. *Freshw. Biol.* 17: 513-523.

- DRETAKIS M. & M. MYLONAS, 2002. Anatidae wintering in small sized wetlands on the island of Crete, Greece: activity patterns, habitat-site preference and departure dates. *Book of abstracts, 9th International Congress on the Zoogeography and Ecology of Greece and adjacent regions. Thessaloniki, 22-25.5.2002.* p.33.
- EASTON J. & M. GOPHEN, 2003. Diel variation in the vertical distribution of fish and plankton in Lake Kinneret. A 24-h study of ecological overlap. *Hydrobiologia* 491 (1-3): 91-100 (ASFA)
- ECONOMIDIS P., 1995. Endangered freshwater fishes of Greece. *Biolog. Conservation* 72:201-211.
- ECONOMOU-AMILLI A., 1979. Two new taxa of *Cyclotella* Kuetzing from Lake Trichonis, Greece. *Nova Hedwigia* 31: 467-477.
- ECONOMOU-AMILLI A., 1982. SEM studies on *Cyclotella trichonidea* (Bacillariophyceae). *Archiv fuer Hydrobiologie, Supplement, 63.1: Algological studies*, 30: 25-34. Stuttgart, Germany.
- EDLER L., 1979. Recommendation for marine biological studies in the Baltic Sea. Phytoplankton and chlorophyll. *The Baltic Marine Biologists. Dep. of Mar. Bot., Un. Lund, Sweden* 5: 5-38.
- E.E(EU), 2004. Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Υπουργών Αλιείας, Απόφαση 19^{ης}/7/04, στην αλιευτική επιθεώρηση *ΑΛΙΕΥΤΙΚΑ ΝΕΑ* (9):19-22.
- ELEFThERIOU A. & N.A. HOLME, 1984. Macrofauna techniques. in *Methods for the study of marine benthos*. Holme & McIntyre A.D. eds. 2nd edition, Blackwell Scientific Pds., p.140-217
- ELEFThERIOU A. & A. McINTYRE, 2005. *Methods for the Study of Marine Benthos*. 3rd ed. Blackwell Scientific Pds, 440p. +86 ils.
- ELSER J.J. & R.P. HASSETT, 1994. The stoichiometric analysis of the zooplankton-phytoplankton interaction in marine and freshwater ecosystems. *Nature* 370: 211-213.
- ELVIRA B., 2001. Identification of non-native freshwater fishes established in Europe and assessment of their potential threats to the biological diversity. *Document for the Standing Committee for the 21st meeting, Strasbourg for the Convention on the Conservation of the European Wildlife & Natural Habitats*.
- ENGELHARDT & M. RITCHIE, 2001. Effects of macrophyte species richness on wetland ecosystem functioning and services. *Nature* 411: 687-689.
- ZARFDJIAN M., ECONOMIDIS P. & A.SINIS, 1995. Large zooplankton predation by fish in Lake Volvi (Macedonia, Greece). *Proceedings of the 1st World Fisheries Congress, Theme 1*, 267-278.
- ZARFDJIAN M.H. & P.S.ECONOMIDIS, 1989. Listes provisoires des Rotiferes, Cladocers et Copoepodes des eaux continentales Grecques. Προσωρινοί κατάλογοι Τροχοζώων, Κλαδοκέρων και Κοπήποδων Εσωτερικών Υδάτων Ελλάδας. *Biologia Gallo-hellenica* 15: 129-146.
- FAO (UN), 1998. Water for sustainable inland fisheries and aquaculture. Symposium Report, EIFAC, Praia do Carvoeiro, Portugal, 23/6-1/7/1998. www.fao.org/docrep/006/x0304e/x0304e00.htm
- FAO (UN) Estimation of mortality rates in introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. In technical paper 306/1, rev. 2. www.ftp.fao.org
- FAUSCH K., POWER M.E. & M. MURAKAMI, 2002. Linkages between stream and forest food webs: Shigeru Nakano's legacy for ecology in Japan. *Rw. Trends in Ecol. & Evol.* 17(9): 429-434.

- FERRITO V., TIGANO C., 1996. Decline of *Aphanius fasciatus* and *Salarias fluviatilis* populations in freshwater of eastern Sicily. *Ichthyol.-Explor.-Freshwater* 7(2): 181-184 .Abstract.
- FLEMINGER A. & R. CLUTTER, 1965. Avoidance of towed nets by zooplankton. *Limn. & Oceanogr.* 10: 96-104. Reprinted In R. Ford – W. Hazen editors. Readings in Aquatic Ecology 1972, p.68-75
- FLYNN K., R. FASHAM & J. MICHAEL, 2002. A modeling exploration of Vertical Migration by Phytoplankton. *J. Theor. Biol.* 218 : 471-484.
- FOSTER D., WOOD A. & M. GRIFFITHS, 2001. The EC Water framework Directive and its implications for the Environment Agency. *Freshw. Forum* 16: 4-28.
- FREEMAN M. VINOLAS D., GROSSMAN G., DE SOSTOA A., 1990. Microhabitat use by *Blennius fluviatilis* in the Rio Matarrana., Spain. *Freshw. Biol.* 24 :335-345.
- FRETWELL S., 1987. Food chain dynamics: the central theory of ecology? *Oikos* 50:291-301.
- FROESE R. & D. PAULY (eds), 2005. *Fish Base*. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org.
- FRYER G., 1987. Quantitative and qualitative: numbers and reality in the study of living organisms. *Freshwater Biology* 17: 177-189.
- FOUDA M.M, 1995. Life history strategies of 4 small-size fishes in the Suez Canal-Egypt. *J.Fish.Biol.* ,46(4) :687-702.
- FUJIMOTO N., SUDO R., SOGIURA N. & Y. INAMORI, 1997. Nutrient - limited growth of *Microcystis aeruginosa* and *Phormidium tenue* and competition under various N:P supply ratios and temperatures. *Limn. Oceanogr.* 42(2): 250-256.
- GAECHTER R. & B. MUELLER 2003. Why the phosphorus retention of lakes does not necessarily depend on the oxygen supply to their sediment surface. *Limnol. Oceanogr.* 48(2): 929-933.
- GARCIA-BERTHOU, 1999. Food of introduced mosquitofish: ontogenetic diet shift and prey selection. *J.Fish Biol.* 55: 135-147.
- GELLER W. & H. MUELLER, 1981. The filtration apparatus of Cladocera: Filter mesh sizes and their implications on food selectivity. *Oecologia*, 49: 316-321.
- GEORGE G., 1991? The influence of global warming on freshwater plankton communities in Britain. *Freshwater Forum* : 204-214.
- GERALDES A-M. & M-J. BOAVIDA, 2005. Seasonal water level fluctuations: Implications for reservoir limnology and management. *Lakes & Reservoirs* 10 (1) : 59-66.
- GILBERT J.J., 1977. Defenses of males against cannibalism in the rotifer *Asplanchna*: size, shape and failure to elicit tactile feeding responses. *Ecology* 58: 1128-1135.
- GILBERT J.J., 1980. female polymorphism and sexual reproduction in the rotifer *Asplanchna priodonta*: evaluation of their relationship and control by dietary tocopherol. *Am. Naturalist* 116: 409-431.
- GILBERT J.J. & STEMBERGER 1985. The cost and benefits of gigantism in polyporphic species of the rotifer *Asplanchna priodonta*. *Ergebnisse der Limnologie, Archiv.fur Hydrobiologie, Beiheft* 21: 185-192.
- GISBERT E., CARDONA L. & f. CASTELLO, 1996. Resource partitioning among planktivorous fish larvae and fry in a Mediterranean coastal lagoon. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 43: 723-735.

- GODINHO F.N, *et al.* 1997. Composition and spatial organization of fish assemblages in the lower Guadiana basin ,southern Iberia. *Ecol.-Freshwater Fish.* 6(3):134-43. Abstract.
- GON.O.& BEN-TUVIA A. ,1983, «The biology of Boyer's sand smelt, *Atherina boyeri*,Risso, in the Bardawil Lagoon on the Mediterranean coast of Sinai» , *J.Fish Biology* 22:537-547.
- GOPHEN M., 1972. Zooplankton distribution in Lake Kinneret (Israel (1969-70). *Israel J. Zool.*, 21: 17-27.
- GOPHEN M., 1977. Food and feeding habits of *Mesocyclops leuckarti* (Claus) in L.Kinneret (Israel). *Freshwater Biology* 7 : 513-518.
- GOPHEN M.,2003. Rotifer ecology in Lake Kinneret (Israel) long-term (1969-2002) record. In *International Conference on Rotifers, Illmitz, Austria, 7-13 June 2003* , Herzig A. *et al.* (eds). Abstracts: 44.
- GOREN M., 1974. The freshwater fishes in Israel. Generic. Reference in species. *J. of Zool.* ,23:67-118
- GORDON R.F, Jr. *et al.*, 1997.Conservation under the Endangered Species Act. *Environm.International* , 23 (3):359-419.
- GRADSTEIN S.R & J.H.SMITTENBERG, 1977. The hydrophyllus vegetation of Western Crete. *Vegetatio* 34(2):65-86.
- GRANT E.M, 1997. Grant's Guide to Fishes. Grant Pty Ltd.Brisbane
- GREEN J., 1995 Groundwater abstraction and plankton in the Druze pool of Azraq Oasis, Jordan. Brief Notes. *Freshwat.Forum* 5(3): 157-160.
- GRIMPE G.,1929. Die Tierwelt der Nord und Ostsee. Akademische Verlagsgesellschaft m.b.H. Leipzig.
- GROEE R.P & C. MEIER-BROOK, 1990? Suesswassermollusken. DJN, 90p.
- GROSSART H-P. & M. SIMON, 1998. Significance of limnetic organic aggregates (lake snow) for the sinking flux of particulate organic matter in a large lake. *Aquatic Microbial Ecology* 15 (2): 115-125.
- GUESS S., ALBRECHT D.,KRAMBECK H-J.,MUELLER-NAVARRA D. & H. MUMM, 1999. Impact of the weather in a lake ecosystem. *Ecology* 81 (6): 1720-1735.
- HAKANSON L.& V.BOULION, 2003. Modelling production and biomasses of herbivorous and predatory zooplankton in lakes. *Ecolog.Modelling* 161(1-2):1-33.
- HAN Y-S.,TZENG W-N., HUANG Y-S & I-C. LIAO 2001.Silvering in the eel: Changes in morphology, body fat content and gonadal development. *J.Taiwan Fish. Res.*,9 (1 &2): 119-127.
- HARRISON –MATTHEWS L. & R. CARRINGTON (EDS), 1970/71. Inland waters p.278-279.In *The living world of animals*.Reader's Digest Ltd.,Capetown, Pp.428.
- HECKY R.& P. KILHAM, 1974. Environmental control of phytoplankton cell size. *Limnol. Oceanogr.* 19:361-366.
- HEANEY S.I, LUND J.W.G., CANTER H.M, & K.GRAY 1988. Population dynamics of *Ceratium spp.* in 3 English lakes (1945-1985). *Hydrobiologia* 161(1): 133-148.
- HERUT B., STARINSKY A., KATZ A. & D.ROSENFELD. Relationship between the acidity and chemical composition of rainwater and climatological conditions along a transition zone between large deserts and Mediterranean climate, Israel.

- HILLERBRAND H., DUERSELEN C.-D., KIRSCHTEL D., POLLINGER U. & T. ZOHARY, 1999. Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *J. Phycology* 35 : 403-424.
- HOFER R., DALLA-VIA J. & B. OBERMUELLER, 1980. Ecological studies on *Palaemonetes antennarius* of Lago di Garda. *Arch. Hydrobiol.* 90 (2):197-209 (ASFA).
- HOLCIK J., 1975. The freshwater fishes of Europe- General Introduction. Vol.1, part II, AULA Verlag Wiesbaden publ, p. 38-83.
- HOLTHUIS L.B., 1961. Report on a collection of Crustacea Decapoda and Stomatopoda from Turkey and the Balkans. *Zool. Verh. Leiden* 47: 1-67.
- HUNTINGFORD F. & N.METCALFE, 1986. The evolution of anti-predatory behaviour in zooplankton. *Nature* 320: 682.
- IFE (Inst. of Freshwater Ecology) 1995 Management of lakes and reservoirs: Phosphorus. *Freshw.Forum* 5(2): 86-101.
- INSTITUTE OF MARINE BIOLOGY OF CRETE (IMBC), 1997. Handbook of Method Protocols. Chemistry Lab.
- IRVINE K., FREE G., DE EYTO E., WHITE J., ALLOT N. & P. MILLS, 2001. The E.C water Framework. Monitoring of lakes in the Republic of Ireland. *Freshwater Forum* 16: 48-64.
- JACKSON L., 1997. Piscivores, predation and PCBs in lake Ontario's pelagic food web. *Ecol. Appl.* 7:991
- JOHN J. & A. ECONOMOU-AMILLI, 1990. *Cyclotella cretica*, a new species of Diatom from the island of Crete, Greece. *Diatom Research* 5 (1):43-50.
- JOHN J. & A. ECONOMOU-AMILLI, 1991. Morphology and ultrastructure of the centric diatom *Cyclotella distinguenda*. *Diatom Research* 6 (2):307-315.
- JORCIN A. & M. NOGUEIRA, 2005. Temporal and spatial patterns based on sediment and sediment-water interface characteristics along a cascade of reservoirs (Parapanema River, SE Brazil). *Lakes & Reservoirs* 10(1):1-5.
- KAGALOU I., TSIMARAKIS G. & I. PASCHOS, 2001. Water chemistry and biology in a shallow lake (Lake Pamvotis-Greece). Present state and perspectives. *Global Nest: The Int. J.* 3(2):85-94.
- KANGUR A. & K. KANGUR, 2001? Condition of European Eel, *Anguilla anguilla*(L.) and its trophic interactions in a large eutrophic lake. (Estonia). Institute of Zoology & Botany at the Estonian Agricultural University. Abstract. in *Internet*
- KARAVAS N., 1996. Spatial and temporal changes in land uses and their impacts on landscape of Kournas-Georgioupolis area. Msc.Thesis, MAICh, 121pp.
- KECKEIS S., BARANYI C., HEIN TH., HOLAREK C., RIEDLER P. & F.SCHIEMER 2003. The significance of zooplankton grazing in floodplain system of the river Danube. *J. Plankton Research* 25(3): 243-253.
- KERFOOT W.C. 1977. Implications of copepod predation. *Limnol. & Oceanogr.* V 22(2): 316-325.
- KING M., 1995. Fisheries Biology, assessment and management. Fishing News Books, Oxford, London, 341 pp.
- KITCHING J.A, GREEN J.J., LOCKWOOD S. & A.J.DAVY 1976. Report of the 1974 expedition to Crete - A preliminary biological survey of Lake Kourna, Un.of East Anglia, Biology Faculty, UK, 54 pp.
- KLOSSA-KILIA E., PRASSA M., PAPASOTIROPOULOS V., ALACHIOTIS S. & G.KILIAS, 2002. Mitochondrial DNA diversity in *Atherina boyeri* populations as determined by RFLP analysis of 3 mtDNA segments. *Heredity* (Nature) 88:2-8.

- KOUMPLI-SOVANTZI L., 1997. The charophyte flora of Greece, I. *Flora Mediterranea* 7:173-179.
- KOUSSOURIS TH., 1979. Dominating planktonic Rotatoria in some lakes of western Greece. 1r Symposium International sur la Zoogeographie et l'ecologie de la Grece et des regions avoisinantes, Athenes, Avril 1978. *Biologia Gallo-hellenica* VIII 135-140.
- KOUVARAKIS G., MIHALOPOULOS N., TSELEPIDES A. & S.STAVRAKAKIS, 2001. On the importance of atmospheric inputs of inorganic nitrogen species on the productivity of the eastern Mediterranean Sea. *Global Bioch.Cycles* 15 (4): 805-818.
- KOUTSAKI O., VOREADOU C. & M. DRETAKIS 2002. Spatial and temporal variation of benthic macroinvertebrates in Bramiana damlake of Crete-Greece. *Book of abstracts, 9th International Congress on the Zoogeography and Ecology of Greece and adjacent regions. Thessaloniki, 22-25.5.2002* :82.
- KRAIEM M., BEN HAMZA C., RAMDANI M., FATHI A.A, ABDELZAHER H.M.A & R.J.FLOWER, 2001. Some observations on the age and growth of thin -lipped grey mullet, *Liza ramada* Risso, 1826 (Pisces, Mugilidae) in three North African wetland lakes: Merja Zerga (Morocco), Garâat Ichkeul (Tunisia) and Edku Lake (Egypt). *Aquatic Ecoogy* 35: 335-345.
- KURATA A. 2006. World Lakes Database: Lake Volvi. www.ilec.or.jp/database/eur/eur-40.html
- LANSAC-TOHA F., MACHADO-VELHO L.F., ZOLIN-PERENHA M.C., GOELDNER-PEREIRA D. & DELISE DOS SANTOS V. 2004. Abundance of planktonic ciliates in a cascading reservoirs of the Paranapanema River, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*. Maringa 26 (4):407-413.
- LA JEUNESSE I. , DESLOUS-PAOLI J.M, XIMENES M.C, CHEYLAN J.P, MENDE C., BORRERO C. & L.SCHEYER, 2002. Changes in point and non-point sources phosphorus loads in the Thau catchment over 25 years (Mediterranean Sea-France). *Hydrobiologia* 475/476:403-411.
- LASS S. & P.SPAAK, 2003. Chemically induced anti-predator defences in plankton: a review. *Hydrobiologia* 491:221-239.
- LAZZARO X. 1997. PROJECT : Effects of climate, nutrients and vegetation on the trophic cascade in lakes. <http://narcis.onderzoekinformatie.nl/oi/nod/onderzoek/OND1303429>
- LEAVITT P.R., FINDLAY D.L., HALL R.I. & J.P. SMOL, 1999. Algal responses to dissolved organic carbon loss and pH decline during whole-lake acidification: Evidence from paleolimnology. *Limnol.Oceanogr.* 44(3 part 2):757-773.
- LECOMPTE-FINIGER R., 2001. The eel *Anguilla anguilla* an endangered species in Europe. *J.Taiwan Fish. Res.* 9 (1 & 2): 273-274.
- LE CREN, 1972. Fish production in freshwaters. *Symp.Zool.Soc.Lond.* 29:115-133.
- LEI A-P., HU Z-L., WANG J., SHI Z-X & F-Y N. TAM, 2005. Structure of the phytoplankton community and its relationship to water quality in Donghu Lake, Wuhan, China. *J. of Interactive Plant Biology (Formerly Acta Sinica)* 47 (1): 27-37.
- LEIGHT A., SCOTT G., FULTON M. & J. DAUGOMAH, 2005. Long term monitoring of grass shrimps *Palaemonetes spp.* Population metrics at sites with agricultural runoff influences. *Integrative & Comparative Biology* 45 (1): 143-150.
- LEMKE A.M. & A.C.BENKE, 2004. Growth, reproduction and production dynamics of a littoral microcrustacean, *Eurycercus vernalis* (Chydoridae) from a southeastern wetland, USA. *J.N.Americ.Benth.Society* 23 (4):806-823.

LEONARDOS I., SINIS A. 2000. Age, growth and mortality of *Atherina boyeri*, (R.1810) in the Mesolongi & Etolikon lagoons (W.Greece). *Fish.Research* 45: 81-91.

LEVI CAMMACK W. KALF J, PRAIRIE Y., & E. M. SMITH, 2004. Fluorescent dissolved organic matter in lakes: Relations with heterotrophic metabolism. *Limnol.Oceanogr.* 49(6): 2034-2045.

LINDBERG K., 1956. Cyclopides (Crustacea Copepodes) de Crete. Avec une liste de Crustacea divers requerris dans le lac de Kourna. *Acta Musei Macedonici Scientarium Naturalium* 4: 97-120

LIVADAS GR. & SPHANGOS J., 1941. Malaria in Greece (1930-40), Research Control. V. 1-2, Athens, (ed.) Pyrsos Press Ltd.

LOEFFLER H., SCHILLER E., KUSEL E. & H.KRAILL, 1998. Lake Prespa, a European natural monument, endangered by irrigation and eutrofication? *Hydrobiologia* 384: 69-74.

LONGHURST A., 1959. The sampling problem in Benthic Ecology. Reprint p 100-103 from *Proceedings of the New Zealan Ecological Society* 6: 8-12.

LORENZO J.M & PAJUELO J.G, 1999. Age & growth of the sand smelt *Atherina (Hepsetia) presbyter*, (Cuvier 1829) in the Canary Islands (Central-east Atlantic). *Fish.Research* 41: 177-182.

LORENZONI M., DOERR A., ERRA R., GIOVINAZZO G., SELVI S. & M. MEARELLI, 1999. Sovrapposizione alimentare fra *Micropterus salmoides* (Lacepede) ed *Esox lucius* (Linnaeus) nel lago Trasimeno (Umbria, Italia) Atti VII Convegno A.I.I.A.D, Quaderni ETP/28/1999 :179-183.

MAEDA M. & PH. CAREY, 1984? Illustrated guide to the species of the families Halteriidae and Strobilidiidae (Oligotrichida, Ciliophora) free swimming Protozoa, common in the aquatic environment. *Bull.Ocean Research Institut*, Univ. of Tokyo.

MALAKOU & G.CATSADORAKIS, 1992. Past and present situation of the wetland of Crete with special reference to their birds. *Biologia Gallo-hellenica* 19 (2): 59-72 (143-156).

MALINSKY-RUSHANSKY N., BERMAN T, BERNER T., YACOBI Y. & Z.DUBINSKY, 2002. Physiological characteristics of picophytoplankton, isolated from Lake Kinneret: responses to light and temperature. *J. Plankt. Res.* 24 (11): 1173-1183.

MALICKY H., 1977. Binnenwassertiere der Agaeischen Inseln. *Biologia Gallo-hellenica* VI (2): 213-220.

MANCINELLI G., CONSTANTINI M.L. & L. ROSSI, 2002. Cascading effects of predatory fish exclusion on the detritus-based food web of a lake littoral zone (lake Dico, central Italy). *Oecologia* 133: 402-411.

MANDAVILLE S.M, 2000. Eutrophication of Lakes in *Limnology-Eutrophication and Chemistry, Carrying capacities, Loadings, Benthic Ecology and comparative data-A compendium of Synopses. World Wide Web.*

MARGARITORA F., FERRARA O. & D. VAGAGGINI 2001. Predatory impact of the mosquitofish, (*Gambusia holbrooki* Girard) on the zooplanktonic populations in a pond at Tenuta di Castelporziano (Rome, Central Italy). *J. Limn.* 60 (2) : 189-193.

MARTIN J.P., 1982, «Feeding and condition of the silverside *Atherina boyeri*, R.1810, during one annual cycle» *J. Rech. -Oceanogr.* V.7 (n.2-4) pp 12-40 Abstract

MATSUOKA K. & Y. FUKUYO, 2000. Technical guide for modern dinoflagellate cyst study. Nagasaki Un. & Un. Of Tokyo. October 2000. www.dinos.anesc.u-tokyo.ac.jp/technical-guide/main.pdf.

MATTHEWS A.M., D.W.EVANS, C.A.MCCLINTOCK & C. MORIARTY, 2002. Age ,growth and catch-related data of Yellow eel, *Anguilla anguilla* (L.) from lakes of the Erne Catchment, Ireland. *American Fish.Soc. Symp.* XX: 1-9.

MATTHEWS BL. & A. MAZUMBER, 2003.Compositional and interlake variability of zooplankton affect baseline stable isotope signatures. *Limnol.& Oceanogr.* 48(5):1977-1987.

MATVEEV V.F.& L.K MATVEEVA, 1997. Food web interactions and biomanipulation in Australian reservoirs. *Comment. Freshwater Forum* 8 :65-68.

MEDINA-SANCHEZ J.M.,VILLAR-ARGAIZ M.,SANCHEZ-CASTILLO P.,CRUZ-PIZARRO & P.CARRILLO, 1999. Structural changes in a planktonic food web : Biotic and abiotic controls. *Journal of Limnology* 58 (2): 213-222.

McCLEAVE J.D.,BRICKLEY P.J. & K.O.BRIEN, 1998. Do leptocephali of the European eel swim to reach continental waters? Status of the question. *Oceanographic Literature Review* 45 (9): 1594.

McKAY N. &J.ELSER, 1998. Factors potentially preventing trophic cascades: Food quality , invertebrate predation and their interaction. *Limnol. Oceanogr.* 43(2): 339-347.

MEZQUITA F. & M.R., MIRACLE, 1997. Chydorid assemblages in the sedimentary sequence of Lake La Cruz (Spain) subject to water level changes. *Hydrobiologia* 360 (1-3): 277-285.

MICHAEL R. MARTIN, 2003. Phytoplankton Image Library. Cedar Eden Environmental LLC. www.cedareden.com/phyto.html

MICHALOUDI E.,ZARFDJIAN M. & P.S.ECONOMIDIS, 1997. The zooplankton of Lake Mikri Prespa. *Hydrobiologia* 351 (1-3): 77-94.

MICHAUD M., DUTIL J-D & DODSON J. 1988. Determination of the age of young American eels, *Anguilla rostrata*, in fresh water, based on otolith surface area and microstructure. *J.Fish.Biology* 32: 179-189.

MIR S.,1990.Taxonomical studies & the geographical distribution of freshwater fishes of Jordan. *Bangladesh Journal of Zool.* V.18 (2):157-176.

MITTIKA S., 2001. Monitoring and classification of lakes in Finland. *Freshwater Forum* 16: 29-32.

MICHALOUDI E., 2002. Dry weight of the zooplankton of lake Mikri Prespa (Macedonia, Greece). *Book of abstracts, 9th International Congress on the Zoogeography and Ecology of Greece and adjacent regions. Thessaloniki, 22-25.5.2002.* p.101.

MOHAN M.V & T.M SANKARAN, 1988. Two new indices for stomach content analysis of fishes. *J. Fish.Biol.* 33: 289-292.

MONELLO M.&W.WRIGHT , 2001. Predation by goldfish on eggs and larvae of eastern long-toed salamanders. Abstract. *J. Herpetol.* 35:350-353.

MONTESANTO B.ZILLER ST.,DANIELIDIS D & A. ECONOMOU-AMILLI, 2000. Phytoplankton community structure in the lower reaches of a Mediterranean river (Aliakmon ,Greece). *Arch. Hydrobiol.* 147 (2): 171-191.

MOONEY H.A & E.E. CLELAND, 2000. The evolutionary impact of invasive species. *Proceedings of the National Academy of sciences of the USA.* Review Pp 11. www.pnas.org/cgi

MOORE 1979. Warm-water shrimps and their biology. USA

- MORABITO G. & A. OGGIONI., 1999. Long term evolution (1986-98) of the phytoplankton communities in a shallow manipulated lake (L. Candia, Northern Italy) *Proc. 2nd European Phycological Congress, Montecatini Terme (Italy) Sept. 20-26, 1999.*
- MORRIS D. & W. LEWIS, 1992. Nutrient limitation of bacterioplankton growth in lake Dillon, Colorado. *Limnol. Oceanogr.* 37(6): 1179-1192
- MORRIS D. & B. HARGREAVES, 1997. The role of photochemical degradation of dissolved organic carbon of three lakes on the Pocono Plateau. *Limnol. & Oceanogr.* 42(2): 239-249.
- NAGDALI SUNEDRA S. & P.K. GUPTA, 2002. Impact of mass mortality of a mosquito fish, *Gambusia affinis* on the ecology of a fresh water eutrophic lake (Lake Naini Tal, India). *Hydrobiologia* 468: 45-52.
- NAUWERCK A., 1963. Die Beziehungen zwischen Zooplankton und Phytoplankton im See Erken. *Symb. Bot. Upsal.* 17(5):164p.
- NIELSEN M.G., (Ed.) 2004. Agricultural fertilizers as freshwater pollutants: Principle, problems, restoration and management. Environmental studies, Spring 2004, 88p. www.miljolare.au.dk/publika/f2004agriculture.pdf
- NJIRU M., WAITHAKA E., MUCHIRI M., VAN KNAAP M & G. COWX, 2005. Exotic introductions to the fishery of Lake Victoria: What are the management options? *Lakes & Reservoirs* 10(3) : 147-150.
- NIKOLSKY A. 1963. The ecology of fishes. N.Y Academic Press.
- NISIKAWA U., 2000. Effects of crayfish on the leaf processing and invertebrate colonization of leaves in a headwater stream: decoupling of a trophic cascade. *Oecologia* 124: 608-614.
- ODUM W., 1967. The ecological significance of fine particle selection by the striped mullet, *Mugil cephalus*. *J. Marine Freshwater Res.* 5?: 92-98.
- OEKTEM P. & D. ENGIN, 1987. L' effet de la pollution sur certaines Dinoflagelles du Golf d'Izmir. 4e Congres International sur la Zoogeographie et l'ecologie de la Grece et des regions avoisinantes, Kammena Vourla Avril 1987. *Biologia Gallo-hellenica* 13 :35-40.
- OKAMURA A., YAMADA Y., TANAKA S., HORIE N., UTOH T., MIKAWA N., AKAZAWA A. & H. OKA 2002. Atmospheric depression as the final trigger for the seaward migration of the Japanese eel *Anguilla japonica*. *Marine Ecology Progress Series* 234 : 281-288.
- OKUN N. & T. MEHNER, 2005. Distribution and feeding of juvenile fish on invertebrates in littoral reed (*Phragmites*) stands. *Ecol. Freshw. Fish* 14(2): 139 .
- OLIVEIRA R.F -MIRANDA J.A - CARVALHO -CONZALVES E.J - GROBER M.S -SANTOS R.S , 2000. Male mating success in the Azorean rockpool blenny ; the effects of body size , male behaviour and nest characteristics. *Journal of Fish Biology* 57:1416-1428.
- OLSON M., 2003. UV effects on Fish. From www.lehigh.edu/~inuvlake/UVecology/fish.html
- ORCUTT D. & K. PORTER, 1983. Diel vertical migration by zooplankton. Constant and fluctuating temperature effects on the life history parameters of *Daphnia*. *Limnol. Oceanogr.* 28 (4):720-730.
- ORCUTT D. & M.L PACE, 1984. Seasonal dynamics of rotifer and crustacean zooplankton populations in a eutrophic monomictic lake with a note on rotifer sampling techniques. *Hydrobiologia* 119: 73-80.
- PAILLISSON J.M. & L. MARION, 2001. Interaction between coot (*Fulica atra*) and waterlily (*Nymphaea alba*) in a lake: the indirect impact of foraging. *Aquatic Botany* 71 (3): 209-216.

- PALMER M., 2001. An approach to the use of macrophytes for monitoring standing waters. *Freshwater Forum* 16:82-90.
- PALMER C. J., CULLEY M.B & P.N.CLARIDGE 1979. A further occurrence of *Atherina boyeri*, Risso 1810, in north-eastern Atlantic waters. *Environ.-Biol.Fish.*, 4(1) :71-75.
- PANAYOTIDIS P., MONTESANTO B. & S. ORFANIDIS, 2004. Use of low-budget monitoring of macroalgae to implement the European Water framework Directive. *J.Applied Phycology* 16 (1):49-59.
- PARKER G.A., 1992. The evolution of sexual size dimorphism in fish. *Journal of Fish Biology* 4 (supplement B): 1-20.
- PAXINOS R. & G. MITCHELL, 2000. A rapid Utermoehl method for estimating algal numbers. *J. of Plankton Research* :2255-2261.
- PERDICES A, DOADRIO I.,COTE I.M, MACHODROM A.,ECONOMIDIS P. & J.D.REYNOLDS, 2000.Genetic divergence and origin of Mediterranean Populations of the River Blenny *Salaria fluviatilis* (Teleostei:Blennidae)*Copeia*,3:723-731.
- PEREZ-MARTINEZ C. & P.SANCHEZ-CASTILLO,2002.Winter dominance of *Ceratium hirundinella* in a southern temperate reservoir. *J. of Plankton Research* 24 (2):89-96.
- PERSAT H. 2001. La Blennie fluviatile. In: *Atlas des poissons d'eau douce de France*.Keith et Allardi (coord.)
- PERSSON L & L.GREENBERG, 1990. Juvenile bottleneck: the perch (*Perca fluviatilis*)-roach(*Rutilus rutilus*) interaction. *Ecology* 71 (1): 44-56.
- PHLIPS E.J.,BADYLAK S.,YOUN S.& K.KELLEY, 2004.The occurrence of potentially toxic dinoflagellates and diatoms in a subtropical lagoon, the Indian River Lagoon, Florida, USA. *Harmful Algae* 3: 39-49.
- PITTS J., 1976. Relationships between aquatic plants and reproduction of fishes.*American Currents*, Jan.-Feb., reprinted. www.nanfa.org/articles/acplants.shtml
- PIYATIRATITIVQRAKUL S., 1988. The life history and bioenergetics relations in the grass-shrimp, *Palaemonetes pugio* Holthuis. Phd dissertation, Univ.of S.Carolina. From www.lib.umi.com/dissertations/fullcit/8817583
- PLAUT I., 1998. Comparison of salinity tolerance and osmoregulation in two closely related species of blennies from different habitats. *Fish.Physiol.Biochem.* 19:181-188.
- PLAUT I., 1999. Effects of salinity on survival ,osmoregulation and oxygen consumption in the intertidal Blenny,*Parablennius sanguinolentus*.*Copeia*3:775-779.
- PLAUT I.,1999. Effects of salinity acclimation on oxygen consumption in the freshwater blenny, *Salaria fluviatilis*, and the marine peacock blenny, *S.pavo*. *Mar. Freshwater Res.* 50:655-659.
- PLAUT I. & D.AFIK, 2001.Effect of salinity acclimation on routine activity rate in two closely related species of Blennies from different habitats. *Isr.J.of Zool.*, 47:79-86.
- POIZAT G.& CRIVELLI A.J.,1997. Use of seasonally flooded marshes by fish in a mediterranean wetland ; Timing and demographic consequences. *J.Fish.Biol.* 51(1):106-119.
- POOLE W.R & J.D., REYNOLDS, 1996. Growth rate and age at migration of *Anguilla anguilla*. *J. of Fish Biology* 48: 633-642.
- POOLE W.R. & J.D REYNOLDS,1998. Variability in growth rate in european eel, *Anguilla anguilla*(L.) in a western Irish catchment. *Biol. & Environm.: Proc.of Royal Irish Ac.* 98B(3):141-145.
- POURRIOT R.,1977.Food and feeding habits of rotifera. *Arch.Hydrobiol. Beih.*,8:243-260.

- RACKHAM O. & J. MOODY 1996. The making of the cretan landscape. Manchester, University press, 237p.
- RADKE R. 1998. Processes structuring for assemblages in mesotrophic lakes of NE Germany. Phd Thesis, Univ. Konstanz, Germany, 139 pp. Abstract.
- RADWAN S., DEMETRAKI-PALEOLOG A. & W. WOJCIECHOWSKA, 2003. The relation between planktonic rotifers and phytoplankton in lakes of different trophic status in the Polesie Region of Eastern Poland. In *International Conference on Rotifers, Illmitz, Austria, 7-13 June 2003*, Herzig A. et al. (eds). Abstracts: 76.
- RANGPAN V., 2001. Effects of water quality on community structure, species diversity and biomass of periphyton in Pattani River: case study in the area of Yala Municipality, Thailand. www.riy.ac.th/research/vichit3.html
- RAMDANI M., FLOWER R., ELKHIATI N., BIRKS H., KRAIEM M. & A. FATHI, 2001. Zooplankton (Cladocera, Ostracoda), Chironomidae and other benthic faunal remains in sediment cores from nine North African wetland lakes: The CASSARINA Project. *Aquat. Ecol.* 35: 389-403.
- REPKA S., VAN DER VLIES M. & J. VIJVERBERG 1998. Food quality of detritus derived from the filamentous cyanobacterium *Oscillatoria limnetica* for *Daphnia galeata*. *J. of Plankton Research* 20 (11): 2199-2205.
- REYNOLDS C.S., 1984. Phytoplankton periodicity: the interactions of form, function and environmental variability. *Freshwater Biology* 14: 111-142.
- REYNOLDS C.S., 1991. Toxic blue-green algae: The "problem" in perspective. *Freshwater Forum* 1 (1): 29-39.
- RICARD M., 1987. Atlas du Phytoplankton Marin. Diatomophycees. Vol.2, CNRS, Paris.
- RICE J., CROWDER L.B. & F.P. BINKOWSKI 1987. Evaluating potential sources of mortality for larval bloater: Starvation vs. predation. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44: 467-472.
- RICHARDSON M.J., WHORISKEY F.G. & L.H. ROY 1995. Turbidity generation and biological impacts of an exotic fish *Carassius auratus*, introduced into shallow seasonally anoxic ponds. *Journal of Fish Biology* 47:576-585.
- RICHTARSKI U. & PATZNER R.A., 2000. Comparative morphology of male reproductive systems in Mediterranean blennies (Blenniidae). *J. Fish. Biol.* 56(1):22-36.
- RICKER W.E., 1954. Stock and Recruitment. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 11:559-586. Reprinted In R. Ford – W. Hazen editors. Readings in Aquatic Ecology 1972, p.609-623.
- RICKER N.T., 1971. Methods of assessment of fish production in Fresh Waters. 2nd ed. Blackwell Sc. Publs.
- RIDAME C., MOUTIN T. & C. GUIEU, 2003. Does phosphate adsorption onto Saharan dust explain the unusual N/P ratio in the Mediterranean Sea? *Oceanologica Acta* 26: 629-634.
- RIEHL R. & BAENSCH H.A 1982/86. Aquarium Atlas. Buensch, Melle, W. Germany, 992 pp.
- RIMMER A., AOTA Y., KUMAGAI M. & W. ECKERT, 2005. Chemical stratification in thermally stratified lakes: A chloride mass balance model. *Limn. Oceanogr.* 50 (1): 147-157.
- RINGUELET R., 2000? Biogeographie des Copepodes d'eau douce de l'Argentine. *Biologie de l' Amerique Australe* 4 :261-267.
- RIPPEY B., DOE S., GIRVIN J., HALE P., McELARNEY Y., NEALE M. & J. PRESTON, 2001. A preliminary classification of lake types in northern Ireland. *Freshwater Forum* 16:39-47.

- ROBERTS G.M.,1995.Salt-march crustaceans,*Gammarus duebeni* and *Palaemonetes antennarius* as predators of mosquito larvae and their reaction to *Bacillus thuringiensis subsp.israelensis* (Bti).*Biocontrol Sci.Technology* 5 (3):379-385.
- ROMARE P.& L-A. HANSSON, 2003. A behavioral cascade: Top-predator induced shifts in planktivorous fish and zooplankton. *Limn. Oceanogr.* 48(5): 1956-1964.
- ROONEY N., KALFF J. & C. HABEL, 2003. The role of submerged macrophyte beds in phosphorus and sediment accumulation in Lake Memphremagog, Quebec, Canada . *Limn.Oceanogr.* 48(5): 1927-1937.
- ROSELL R., 2001. Monitoring fish populations in Lower Lough Erne, N.Ireland:Applicability of current methods and implications for future monitoring under the EC Water Framework Directive. *Freshwater Forum* 16:65-81.
- ROSECCHI E.,CRIVELLI A.J, 1992. Study of a sand smelt (*Atherina boyeri*, R.1810) population reproducing in fresh water. *Ecol. & Freshwater Fish.* V. 1(2) :77 Abstract.
- ROTT E.,1981. Some results from phytoplankton counting intercallibrations. *Schweiz. Z. Hydrol.* 43: 34-62.
- ROY H. A, ROSEMOND A.,LEIGH D.,PAUL M. & B.WALLACE, 2003. Habitat-specific responses of stream insects to land cover disturbance: Biological consequences and monitoring implications.*J.North.Am.Benthol.Society*22(2):292-307.
- RUTTNER-KOLISKO A.,1974.Plankton Rotifers. Biology and Taxonomy. *Die Binnengewässer* 26: suppl. Schweizerbartsche verlag., Stuettgart, 146pp.
- RUTTNER-KOLISKO A.,1977. Suggestions for biomass calculation of plankton rotifers. *Arch. Hydrobiol. Beih.*, 8:71-76.
- SANDERS B. ,2003. Protozoa and UV Radiation. Internet..
- SANTOS J.M.,FERREIRA M.T.,GODINHO F.N.& J.BOCHECHAS, 2002. Performance of fish lift recently built at the Touvedo Dam on the Lima River, Portugal. *J.Applied Ichthyology* 18 (2): 118.
- SALMASO N.,2005. Effects of climatic fluctuations and vertical mixing on the interannual trophic variability of Lake Garda.(Italy).*Limnol.Oceanogr.*50(2):553-565.
- SALONEN K.,KAIRESALO T.& R.I. JONES, 1992. Dissolved Organic Matter in lacustrine ecosystems: Energy source and System regulator. *Hydrobiologia* 229. Abstract . Kluwer Ac. Pbs. *Www.wkap.nl/prod/b/0-7923-1652-5*.
- SAUNDERS P.,PORTER K.& B.TAYLOR 1999. Population dynamics of *Daphnia* spp. and implications for trophic interactions in a small monomictic lake. *J. Plankton Research* 21(10):1823-1845.
- SIOULAS A. 1980. Sedimentologische Untersuchungen an Sedimenten aus dem Kurna-See Kreta. Eingereicht als Diplomarbeit zur Diplom -Mineralogen - Hauptprüfung - Heidelberg.
- SCHUETT H., 1986.The dissemination of Theodoxus species in Greece including the islands (Moll.Prosobranch.). *Biologia Gallo-hellenica* 12: 283-290.
- SMITH C.J. 1997. Protocol for *Nephrops norvegicus* survey. IMBC/ FRI.
- SOLA C.,1995.Chemoattraction of upstream migrating glass eels (*A. anguilla*) to earthy and green odorants. *Environmental Biology of Fishes*, 43 (2):179-185.
- SOMMER U. 1981.The role of r- and k-slection in the succession of phytoplankton in lake Constance. *Acta Oecologica* 2: 327-342.
- SOMMER U., SOMMER F., SANTER B., JAMIESON C., BOERSMA M., BECKER C. & T.HANSEN 2001. Complementary impact of copepods and cladocerans on phytoplankton. *Ecology Letters* 4: 545-550.

- STAEHL-DELBANCO A.& L.A. HANSSON, 2002. Effects of bioturbation on recruitment of algal cells from the «seed bank» of lake sediments. *Limnol. Oceanogr.* 47(6): 1836-1843.
- STEIDINGER K & K.TANGEM, 1985. Dinoflagellates. Seminar, Stazione Zoologica Napoli ,Naples/ Italy, 58p.
- STEVENSON J., STOERMER & KREIS, 1980. Phytoplankton- Composition, abundance and distribution in Lake Huron in www.epa.gov/glnpo/monitoring/publications/reports/lake_huron_phytoplankton.html
- STIBOR H. & U. SOMMER, 2003. Mixotrophy of a photosynthetic flagellate viewed from an optimal foraging perspective. *Protist*, Apr.154 (1): 91-98.
- STONE L.,BERMAN T., BONNER R.,BARRY S.& S.W.WEEKS, 1993. Lake Kinneret: A seasonal model for carbon flux through the planktonic biota. *Limnol. Oceanogr.* 38(8):1680-1695.
- SUKENIK A., ESHKOL R., LIVNE A. HADAS O.,ROM M.,TCHERNOV, VARDI A.& A.KAPLAN, 2002. Inhibition of growth and photosynthesis of the dinoflagellate *Peridinium gatunense* by *Microcystis* sp. (Cyanobacteria) : A novel allelopathic mechanism. *Limnol. Oceanogr.* 47 (6) : 1656-1663.
- TAFAS T.,DANIELIDIS D.,OVERBECK J.& A.ECONOMOU-AMILLI, 1997. Limnological survey of the warm monomictic lake of Trichonis (central western Greece). *Hydrobiologia* 344: 129-139.
- TALLING J.F. 1971. The underwater light climate as a controlling factor in the production ecology of freshwater phytoplankton. *Mitt.Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.* 19:214-243.
- TEMPONERAS M.,KRISTIENSEN J.& M.MOUSTAKA-GOUNI,2000. Seasonal variation in phytoplankton composition and physical –chemical features of a shallow Lake Doirani, Macedonia, Greece. *Hydrobiologia* 424 (1-3):109-122.
- THOMSEN U., THAMDRUP B.,STAHL D. & D.CANFIELD, 2004. Pathways of organic carbon oxidation in a deep lacustrine sediment , Lake Michigan. *Limnol.Oceanogr.* 49(6):2046-2057.
- TILMAN D. & S.S.KILHAM 1976. Phosphate and silicate growth and uptake kinetics of the diatoms *Asterionella formosa* and *Cyclotella meneghiniana* in batch and semicontinuous culture. *J.Phycol.* 12: 375-383.
- TORRAS X.,CARDONA L. & E. GISBERT, 2000. Cascading effects of the flathead grey mullet, *Mugil cephalus* in freshwater eutrophic microcosmos. *Hydrobiologia* 429 (1-3):49-57.
- TRABELSI M.,GUIGNARD J.,& F.KARTAS,1994.*Atherina boyeri*, premiere mention en Mediterranee de deux populations marines sympatriques.*Cybium* 18(4): 457-459.
- TREGOUBOFF G. & M. ROSE, 1957. Manuel de Planctonologie Mediterraneenne. Tom I ,Texte 587p. & Tome II, Illustrations. CNRS, Paris.
- TRYFON E., 2001. Chlorophyll-a distribution in the shallow lake Mikri Prespa, Greece. *Biologia Bratislava* 56: 17-23.
- TUERKAY M., 1987. Freshwater crab records of the Northern Sporades (Crustacea: Decapoda: Potamidae). 4e Congres International sur la Zoogeographie et l'ecologie de la Grece et des Regions avoisinantes, Kamma Vourla , Avril 1987. *Biologia Gallo-hellenica* (13) :47-50.
- TURNER J., 2002. Zooplankton fecal pellets, marine snow and sinking phytoplankton blooms. *Aquatic Microbial Ecology* 27 (1): 57-102.
- TUZUN I. & O. INCE, 2006. Relationship between water flow volume and in-lake total phosphorus concentrations via dissolved oxygen concentrations and

temperature in a warm temperate reservoir: Implications by path analysis. *Lakes & Reservoirs: Res.& Manag.* 11(2) :83-89.

TWOMBLY S.,CLANCY N.& C. BURNS, 1998. Life history consequences of food quality in the freshwater copepod *Boeckella triarticulata*. *Ecology* 79(5) : 1711-1724.

YANNITSAROS A.& L.KOUMPLI-SOVANTZI, 1991. A contribution to the hydrophilus flora of Crete. *Botanika Chronika* 10:579-586.

UGOLINI A.,TALLURI P. & M.VANNINI, 1989. Astronomical orientation and learning in the shrimp *Palaemonetes antennarius*. *Mar. Biol.* 103(4):489-493.

UGOLINI A.,BEUGNON G. & M. VANNINI 1988. Orientation and escape reaction in *Palaemonetes antennarius* (Milne Edwards) (Natantia Palaemonidae). Meeting of the Italian Society for the study of Animal Behavior, Catania (Italy) 28 Sept-1 Oct 1988. *Monit. Zool. Ital.* 22 (1) :105-109.

USTAAGLU M.R 1986.Zooplankton (Metazoa) of the Karagoel (Yalanmar, Izmir-Turkey).3^oCongres International sur la Zoogeographie et l' ecologie de la Grece et des regions avoisinantes. Patras, Avril 1984. *Biologia-Gallohellenica* 12: 273-281.

VANDER-ZANDEN .J, CABANA G.& J.B. RASMUSSEN,1997. Comparing trophic position of freshwater fish calculated using stable nitrogen isotope ratios ($\delta^{15}N$) and literature dietary data. *Can.J.Fish.Aquat.Sci.* 54:1142-1158.

VANNI M.,1987. Effects of nutrients and zooplankton size on the structure of a phytoplankton community. *Ecology* 68(3): 625-635.

VAN NES E.H.,LAMMENS E.H.R.R & M.SCHEFFER, 2002. PISCATOR, an individual-based model to analyze the dynamics of lake fish communities. *Ecological Modelling* 152 (2-3): 261-278.

VERHOEVEN J.T.A 1993 Vegetation as a resource in wetlands with special reference to the wetlands in Greece, p.79-108. In Verhoeven J., Kemmers R.&W. Koerselman.*Conservation and management of Greek wetlands*,IUCN,Gland, Switzerland.

VILA-GISPERT A.-MORENO-AMICH.R,1998. Seasonal abundance and depth distribution of *Blennius fluviatilis* and introduced *Lepomis gibbosus* in lake Banyoles (Catalonia ,Spain). *Hydrobiologia*:386-95.

VINYOLES D. COTE I.M & A. DE SOSTOA, 1999. Egg cannibalism in river blennies: the role of natural prey availability» *J.Fish.Biology* 55(6):1223-1232.

VIRDIMIAN E., 2001. The role of ecotoxicology for monitoring ecosystem health. *Freshwater Forum* 16: 91-97.

VOIGT M.& W.KOSTE, 1978. Rotatoria. Die Radertiere Mitteleuropa. Ed. Geb. Borntrager, Berlin, vol.I, 673pp., vol II 476pp.

VOROS L.,OLDAL I.,PRESING M. & K.V.BALOGH 1997. Size-selective filtration and taxon-specific digestion of plankton algae by silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.). *Hydrobiologia* 342/343: 223-228.

WACKER-McCOLLUM E.,CROWDER L.B.& S.A McCOLLUM,1998. Complex interactions of fish,snails and littoral zone periphyton.*Ecology* 79(6):1980-1994.

WATSON S.,McCAULEY & J.DOWNING, 1997. Patterns in phytoplankton taxonomic composition across temperate lakes of differing nutrient status. *Limn. Oceanogr.* 42(3): 487-495.

WELCH H., 1969? Use of modified diurnal curves for the measurement of metabolism in standing water. *Limn. Oceanogr.* 14?: 679-687

WETZEL R. G.,1983. Limnology. 2nd ed., Sanders College Publishing, 753pp.

WHITE S. DUIVENVOORDEN L.& L.FABBRO, 2005. A decision making framework for ecological impacts associated with the accumulation of cyanotoxins (cylindrospermopsin and microcystin). *Lakes & Reservoirs* 10(1).

WIEBE P.H, 1971. A computer model study of zooplankton patchiness and its effects on sampling error. *Limn. & Oceanogr.*16: 29-38. Reprinted *In R. Ford – W. Hazen editors. Readings in Aquatic Ecology*, 1972.

WILLEN E. 1976. A simplified method of phytoplankton counting. *Br.Phycol.J.* 11:265-376.

WILLIAMSON CR., METZGAR S.L., LOVERA P.A. & R.MOELLER, 1997. Solar ultraviolet radiation and the spawning habitat of yellow perch, *Perca flavescens*. Abstract, *Ecol. Appl.*: 1017.

WILLIAMSON CR., MORRIS D., PACE M.L.& O.G. OLSON, 1999. Dissolved organic carbon and nutrients as regulators of lake ecosystems: Resurrection of a more integrated paradigm. *Limn. Oceanogr.* 44(3 part 2): 795-803.

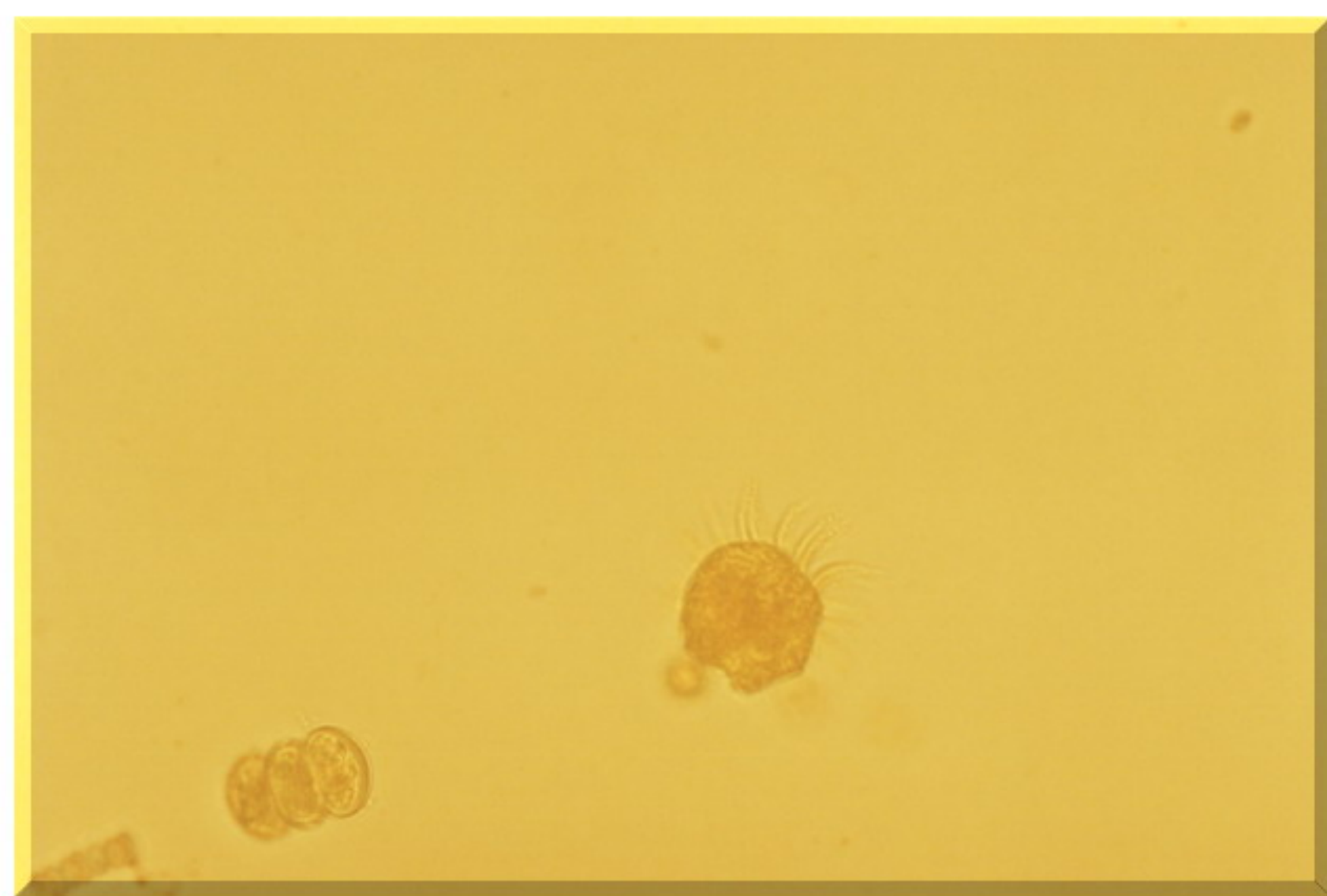
WIRTH T. & L. BERNATCHEZ, 2001. Genetic evidence against panmixia in the European eel. *Nature* 409 (6823):1037-40.

WISSEL B.&W.J.BOEING, 2003. Effects of water color on predation regimes and zooplankton assemblages in freshwater lakes. *Limnol.Oceanogr.*48(5):1965-1976.

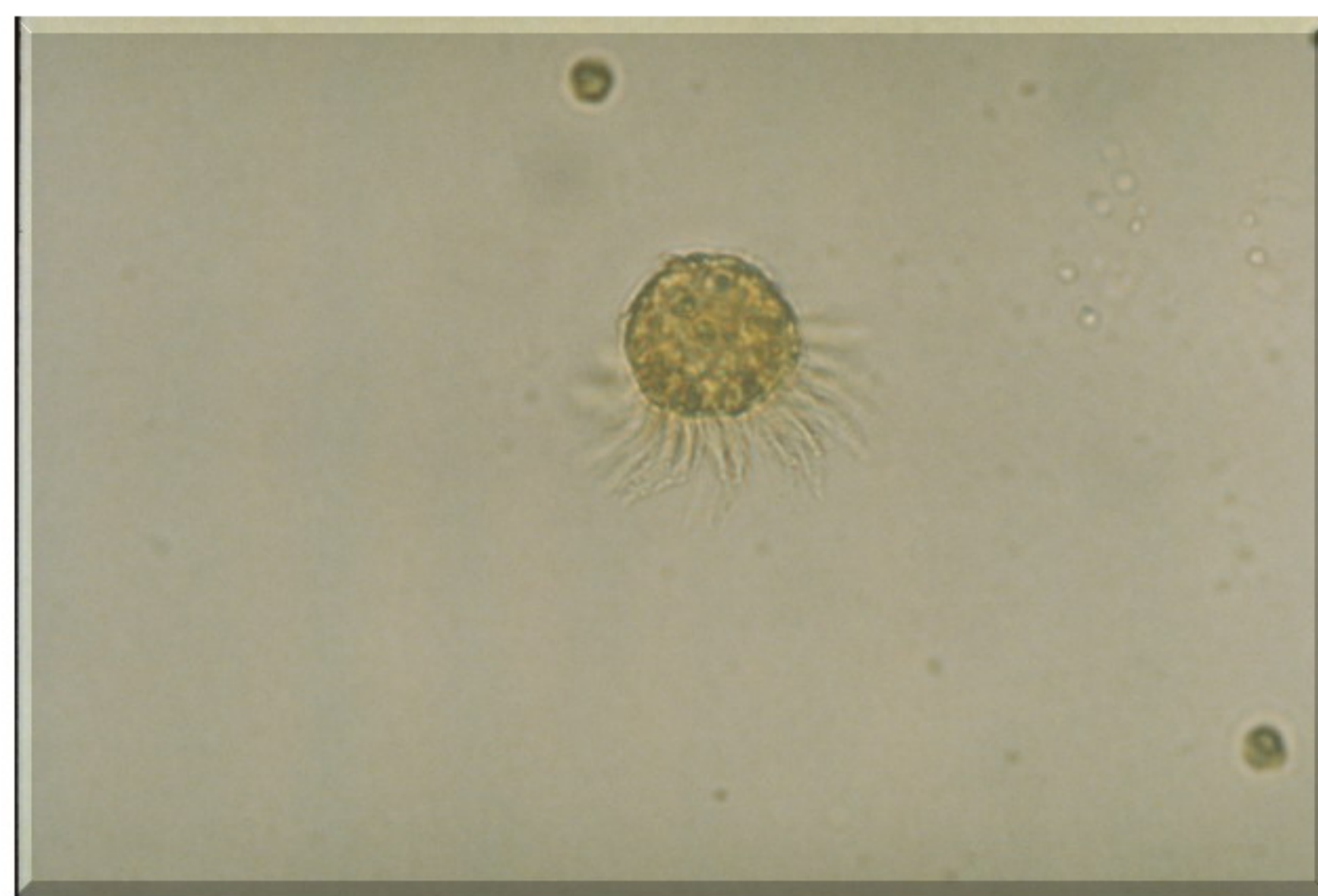
WOTTON R., 1995? Temperature, organic matter and the sustainability of aquatic systems. *Freshwater Forum*:39-47.

WRIGHT J., 1959. Limnology of Canyon Ferry Reservoir II.Phytoplankton standing crop and Primary production. *Limnol. & Oceanogr.* 4 : 235-245. Reprinted *In R. Ford – W. Hazen editors. Readings in Aquatic Ecology*, 1972.

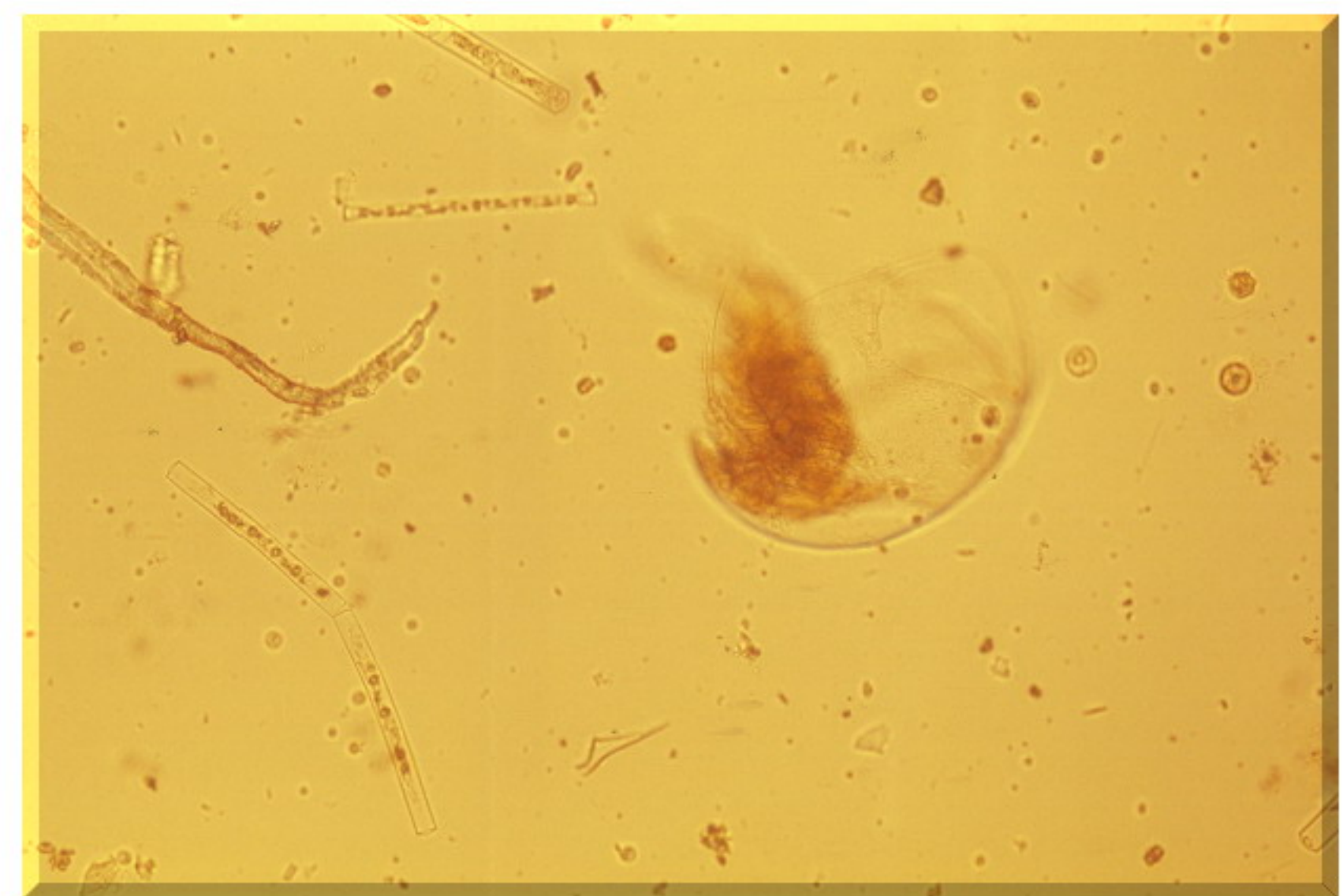
WU J-T. & J-W CHOU, 1998. Dinoflagellate associations in Feitsui Reservoir, Taiwan. *Bot. Bull. Acad. Sinica* 39:137-145.



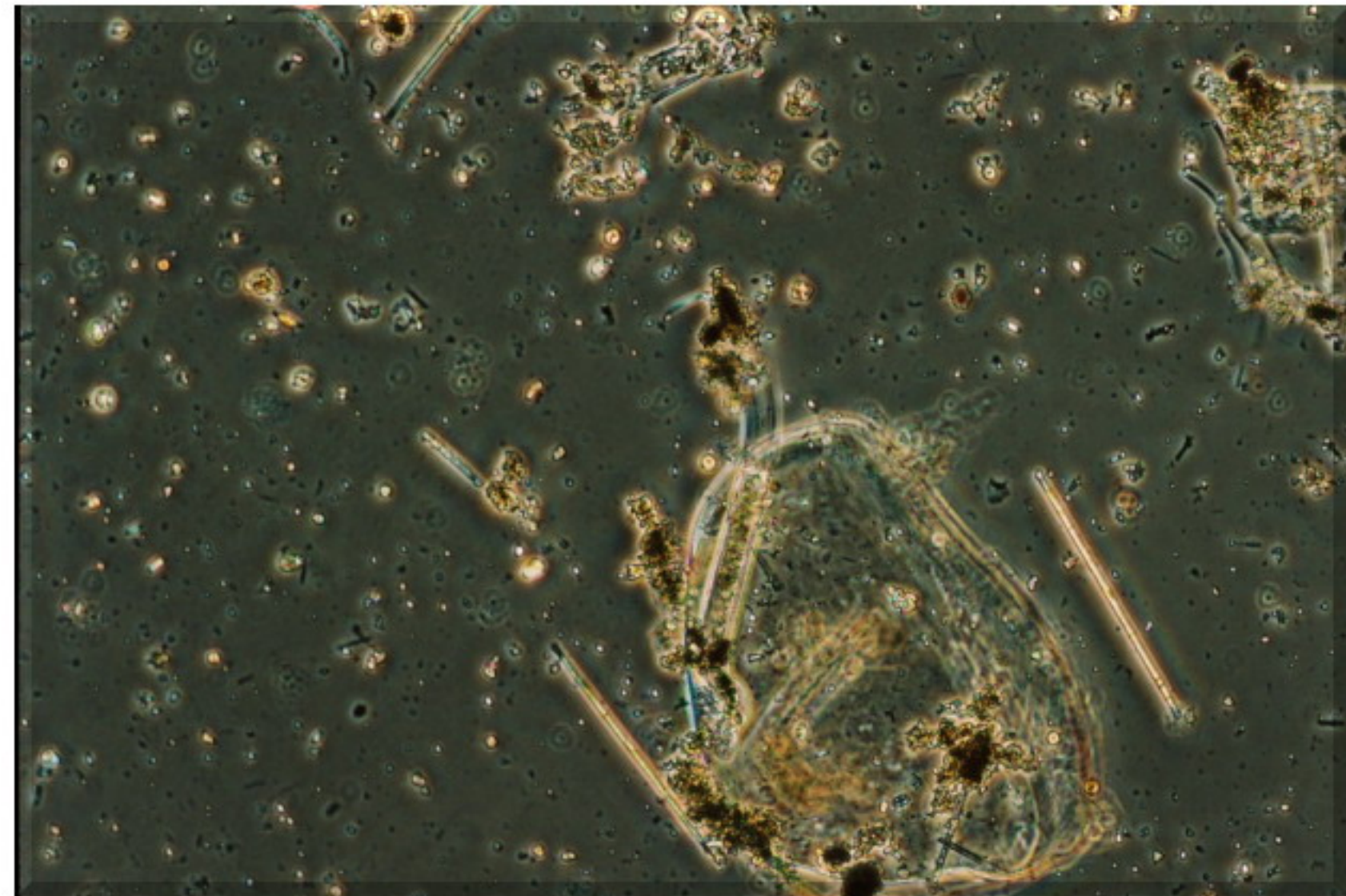
Ciliate 1



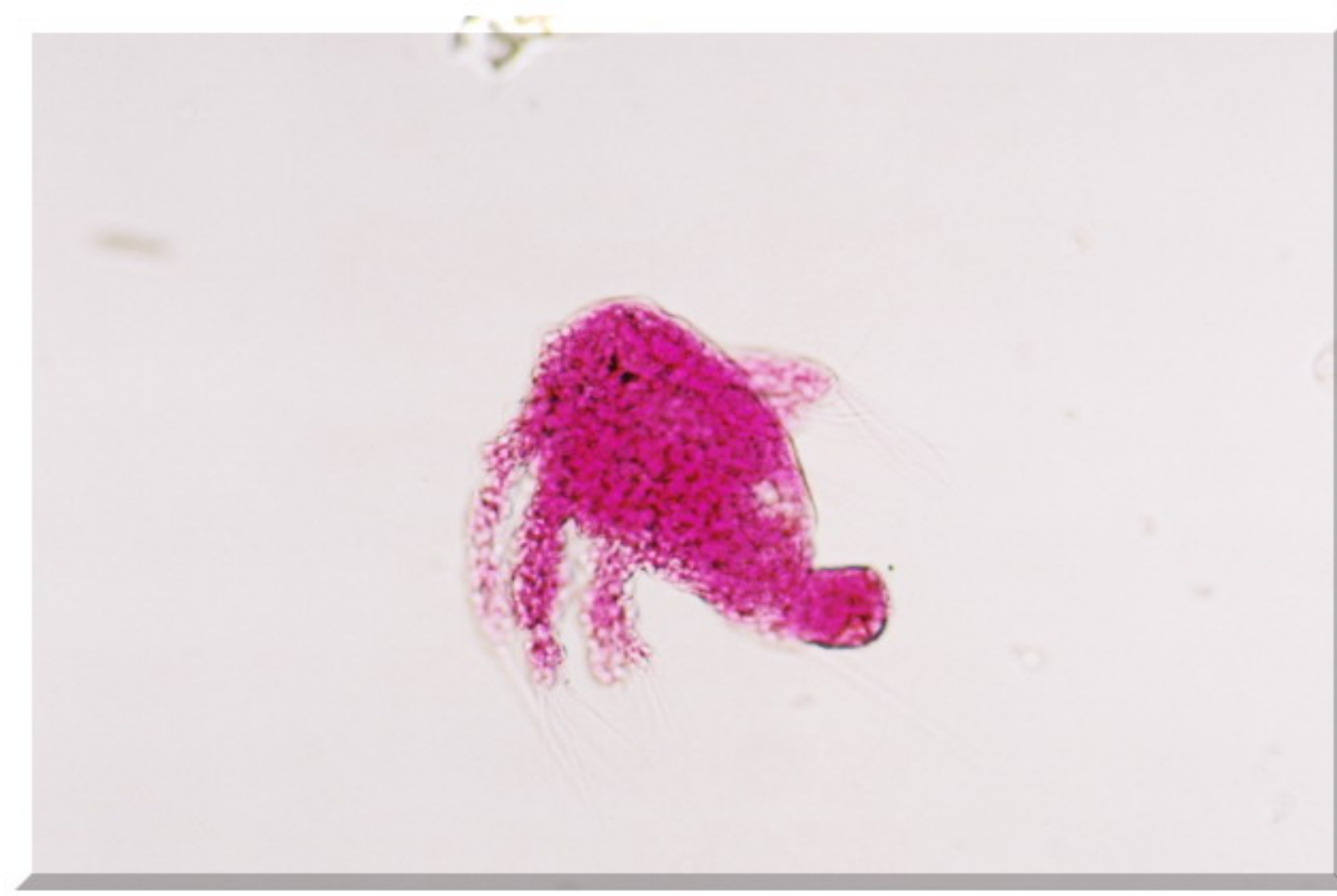
Ciliate 2



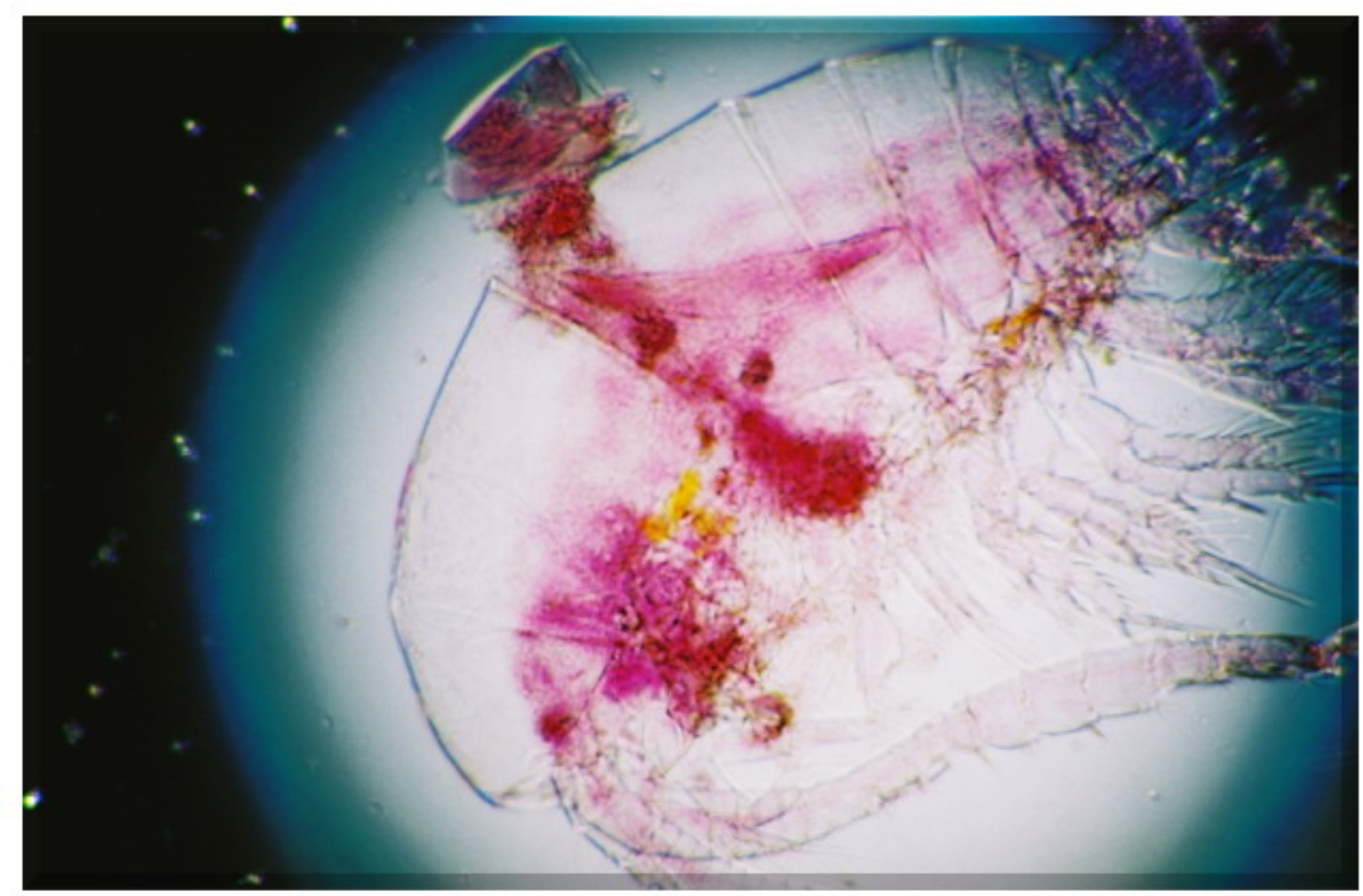
Cladoc Chydorus sp



Cladocera



Copepode nauplios



Copepode



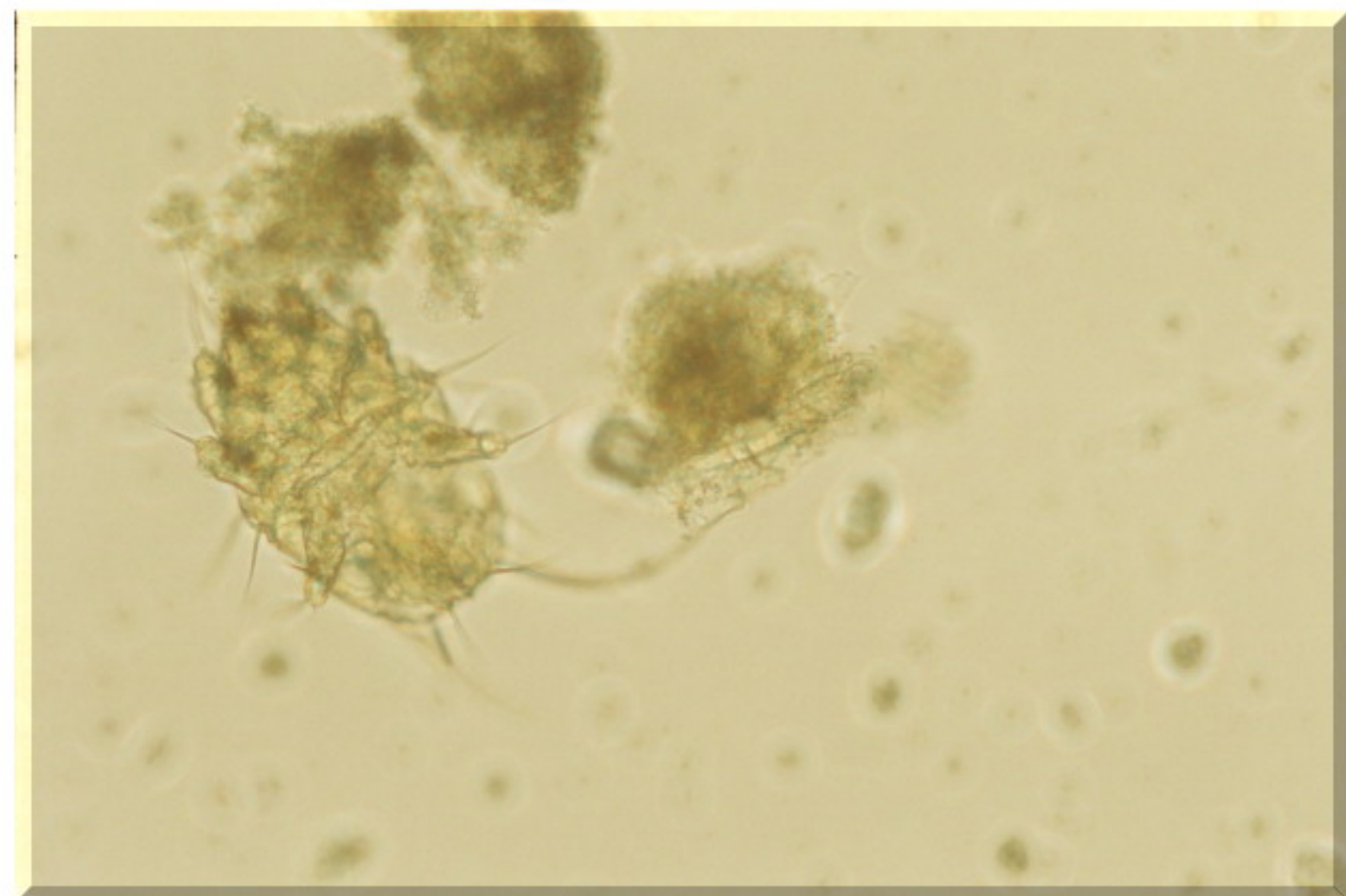
copepodite



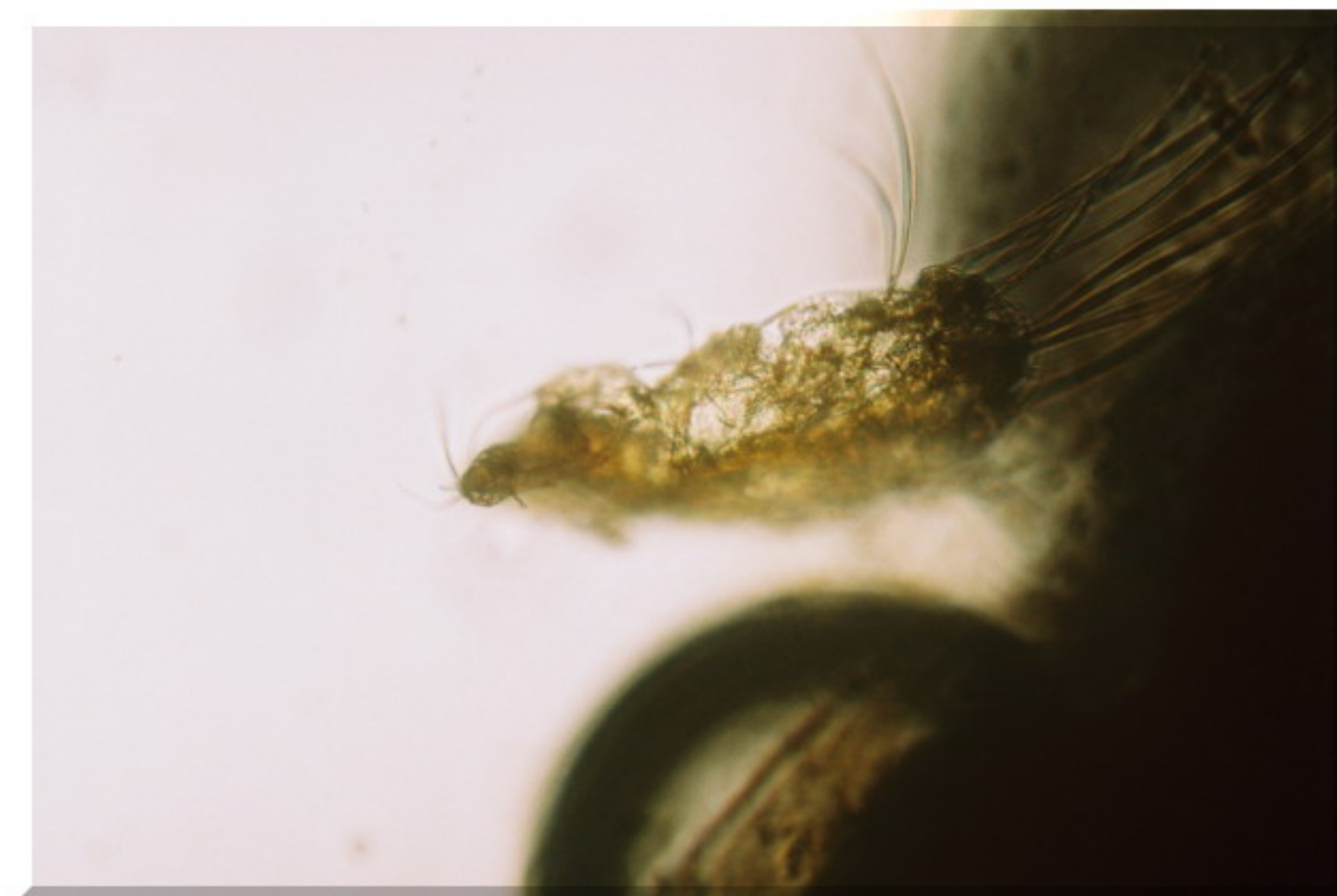
copepodite2



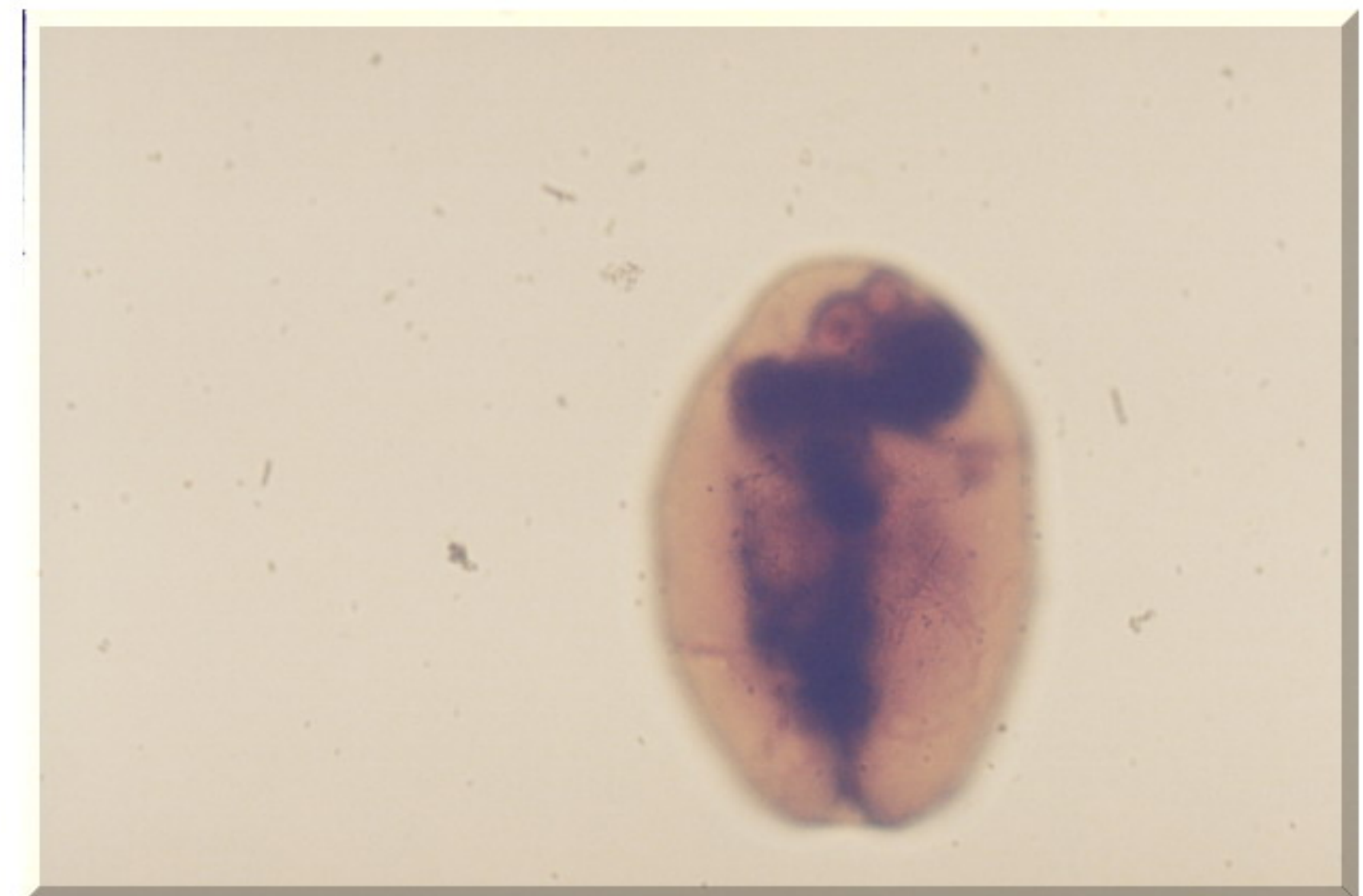
Insect Chironomid



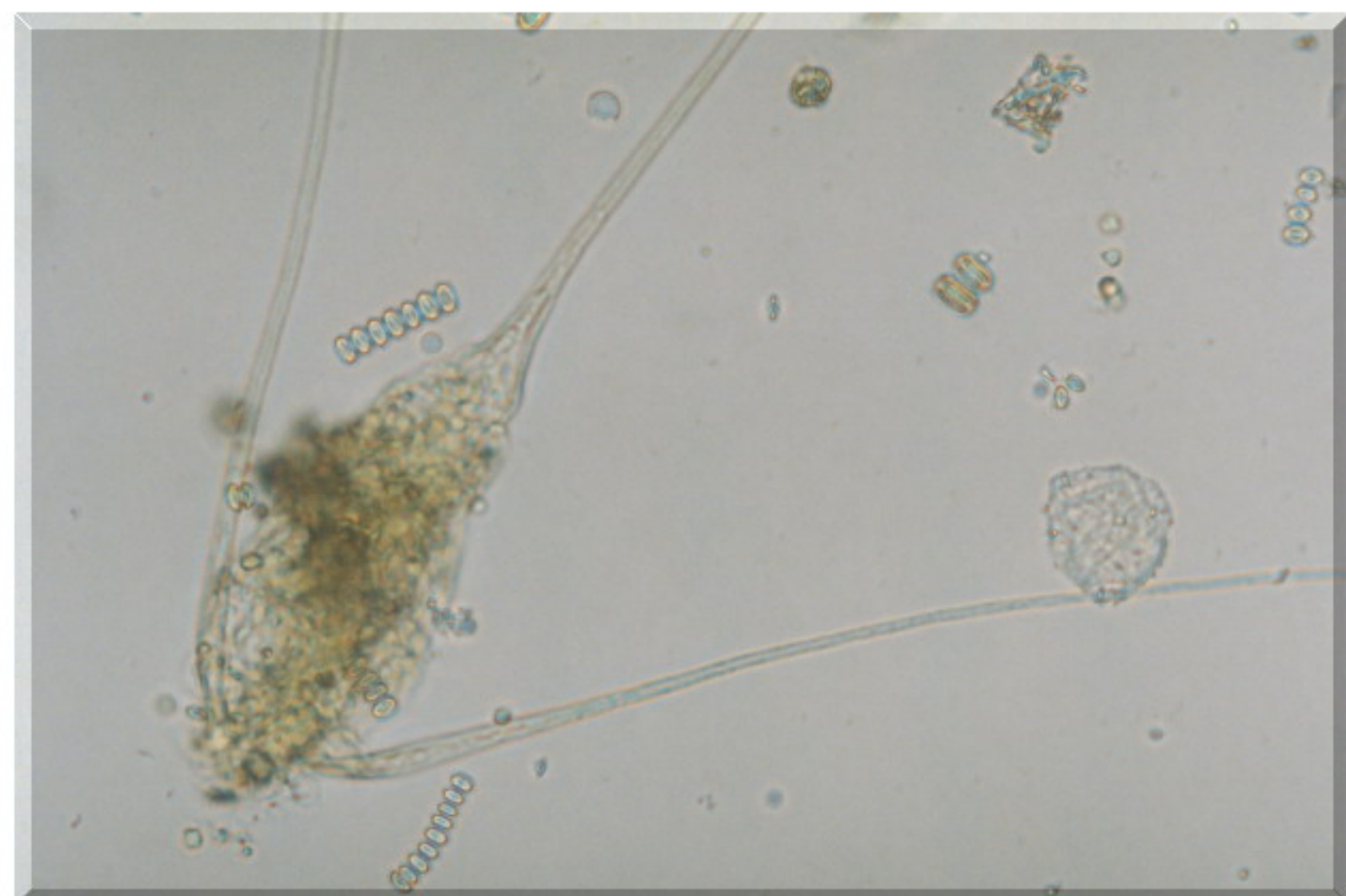
Insect larvae



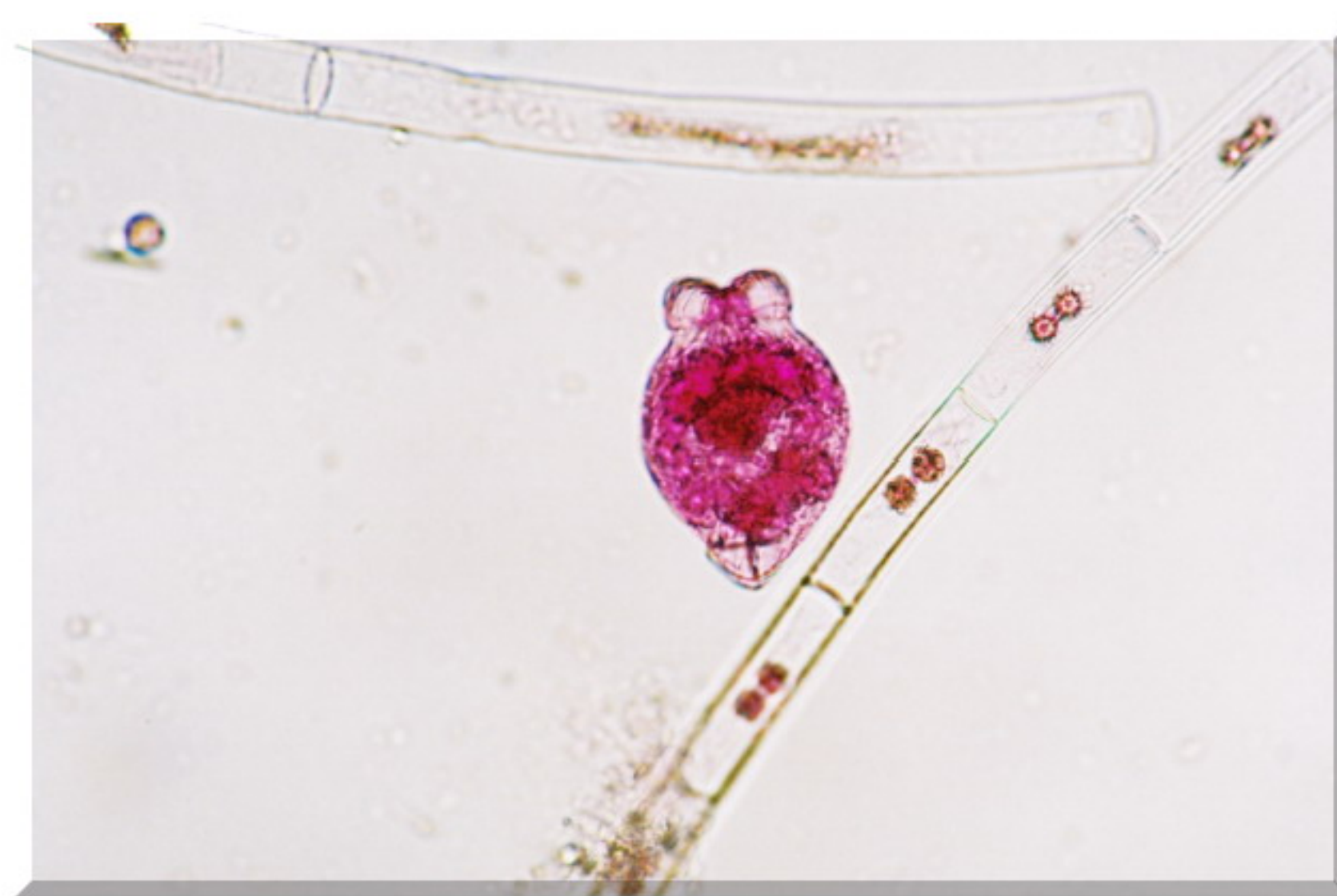
Insect larvae2



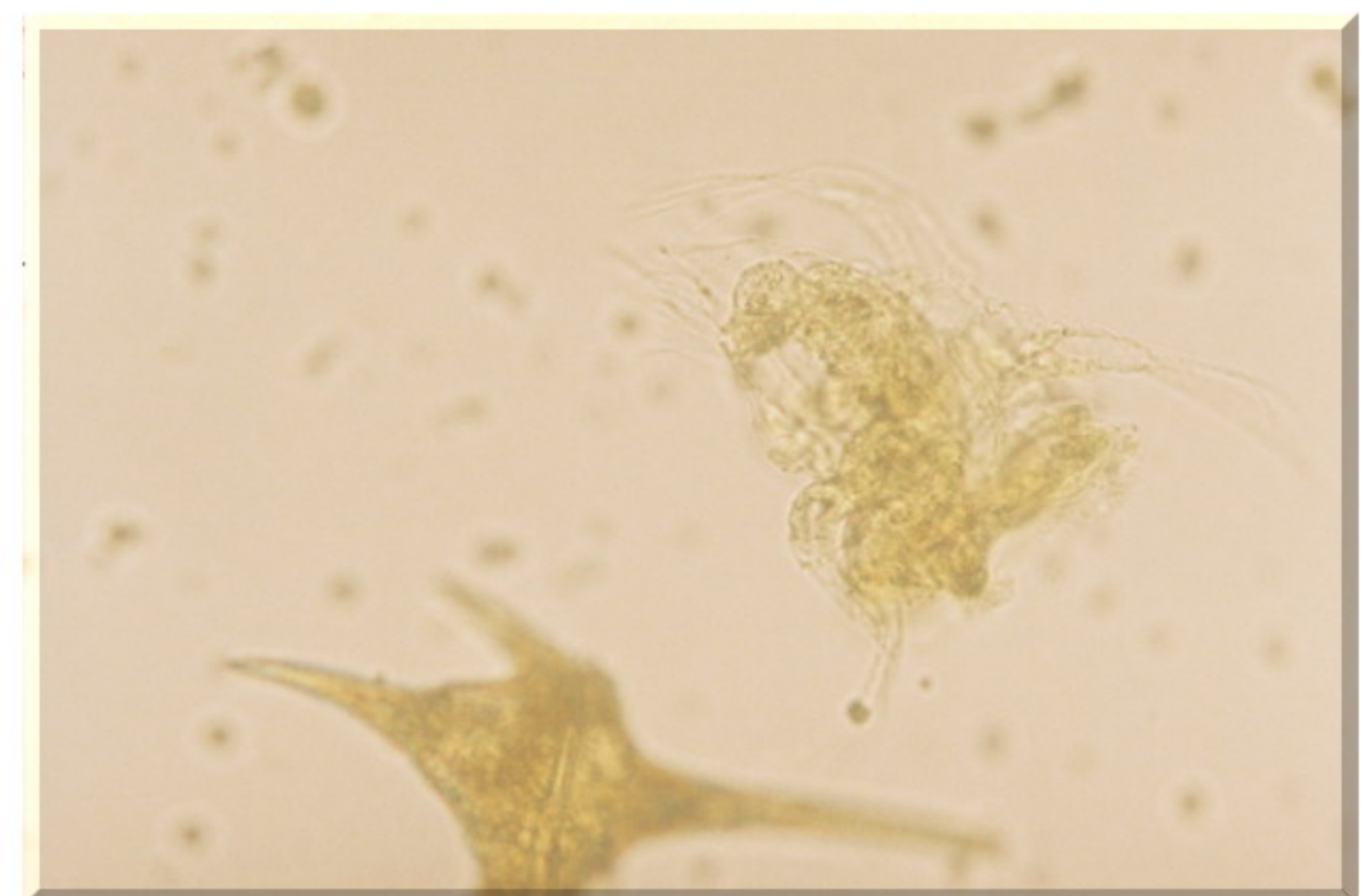
Rotif Aspl. priodonta



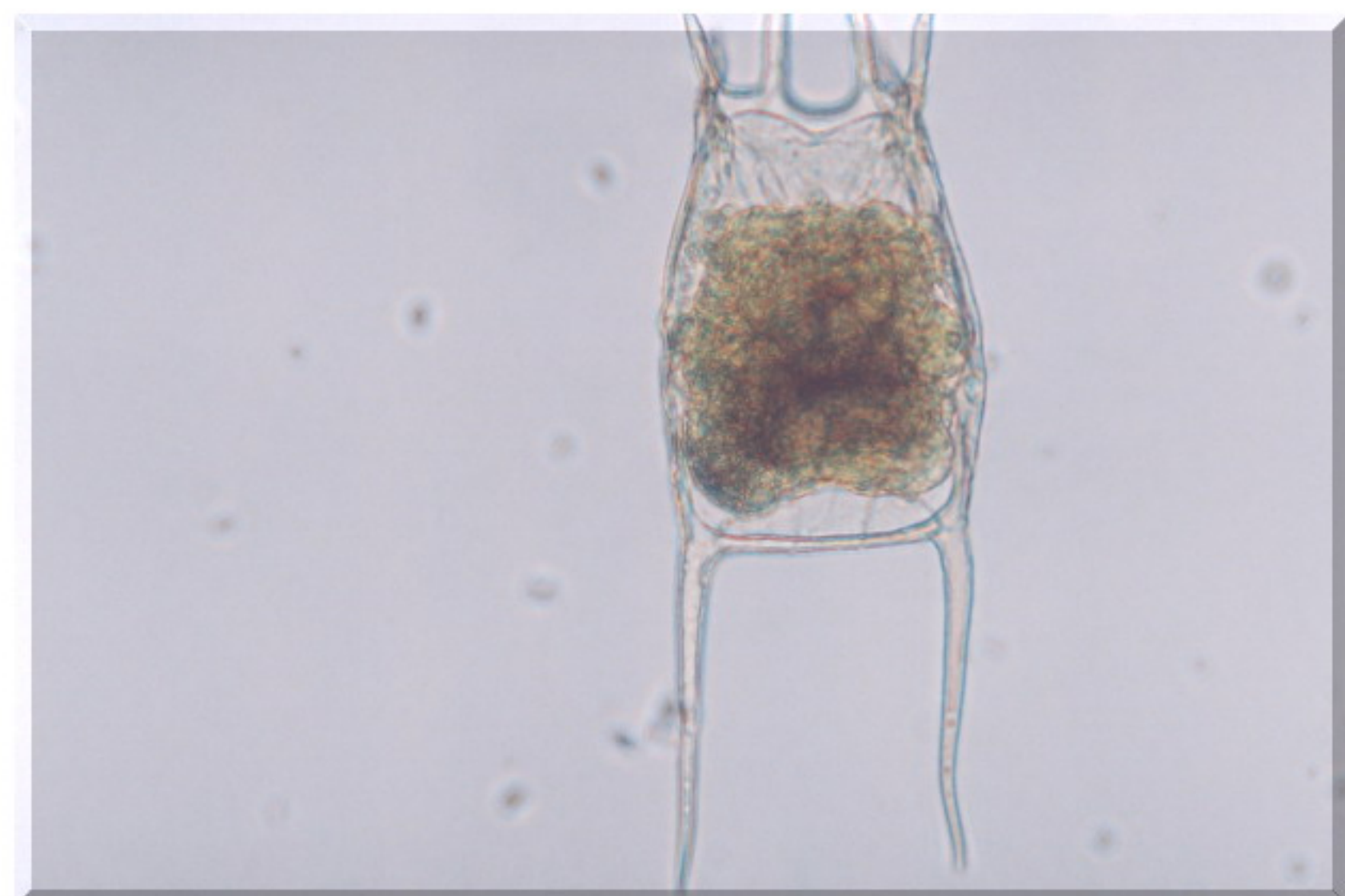
Rotif Filinia sp2



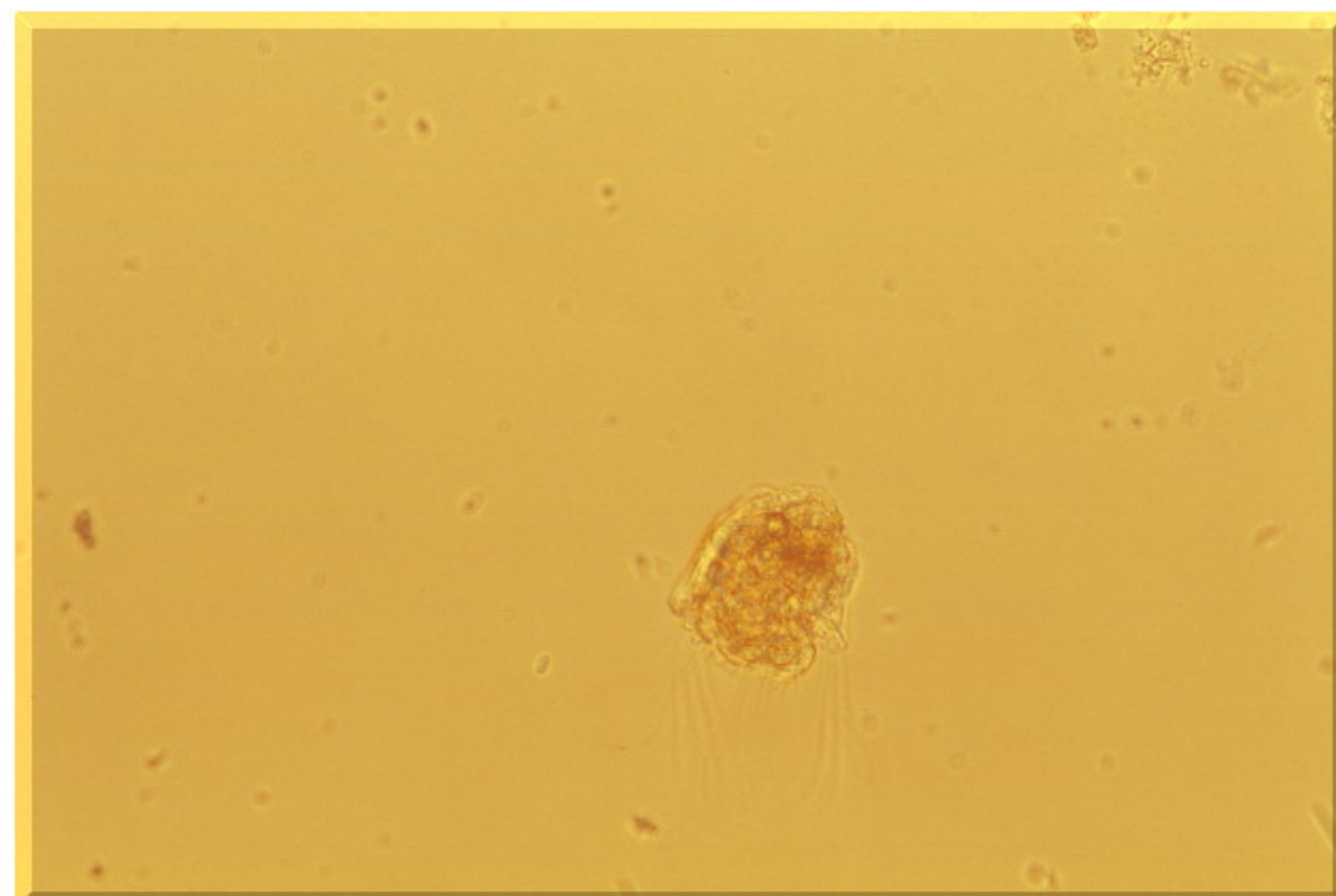
Rotif Gastropus sp



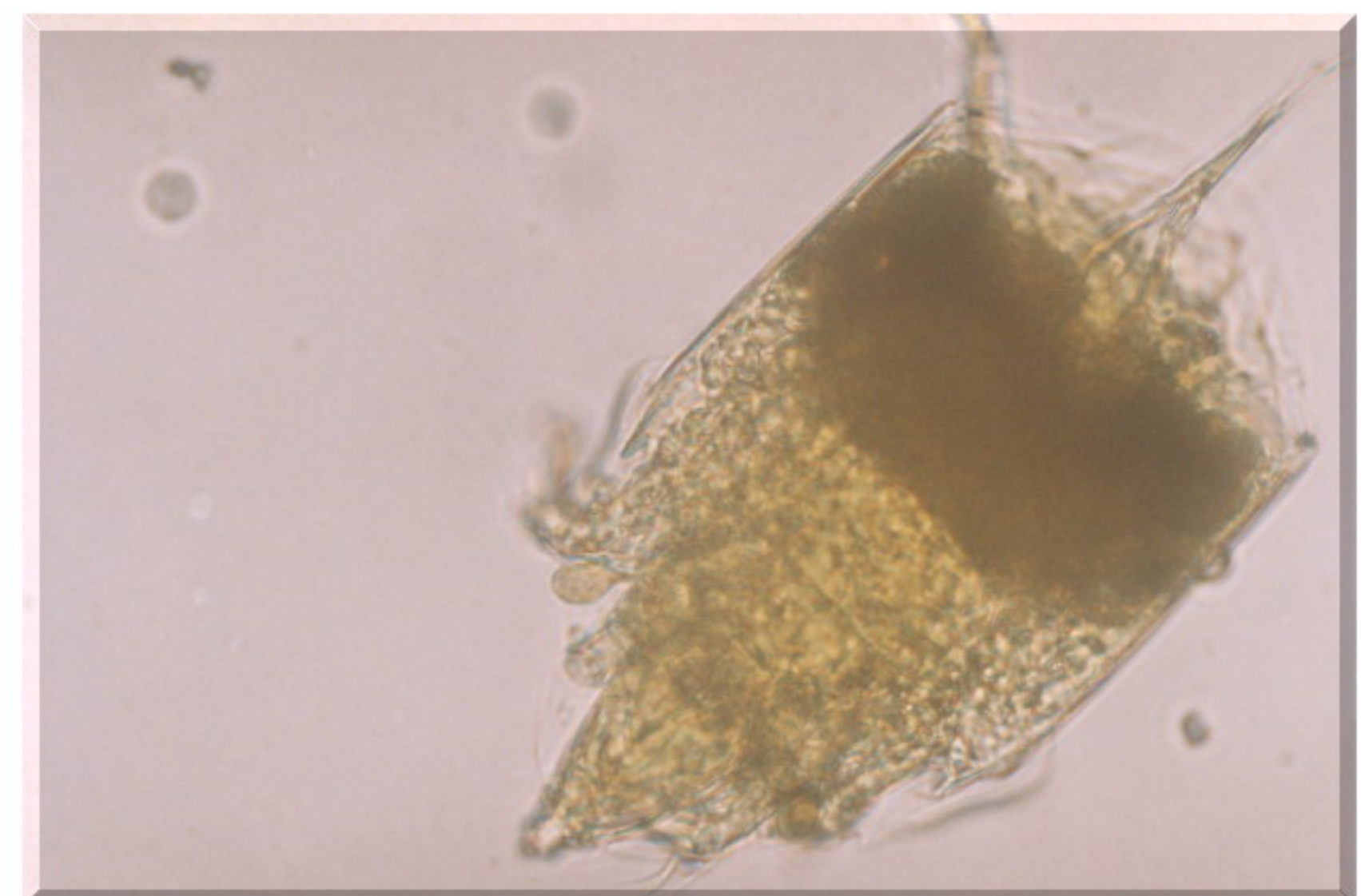
Rotif Hexarthra sp2



Rotif Kerat. quadrata 2



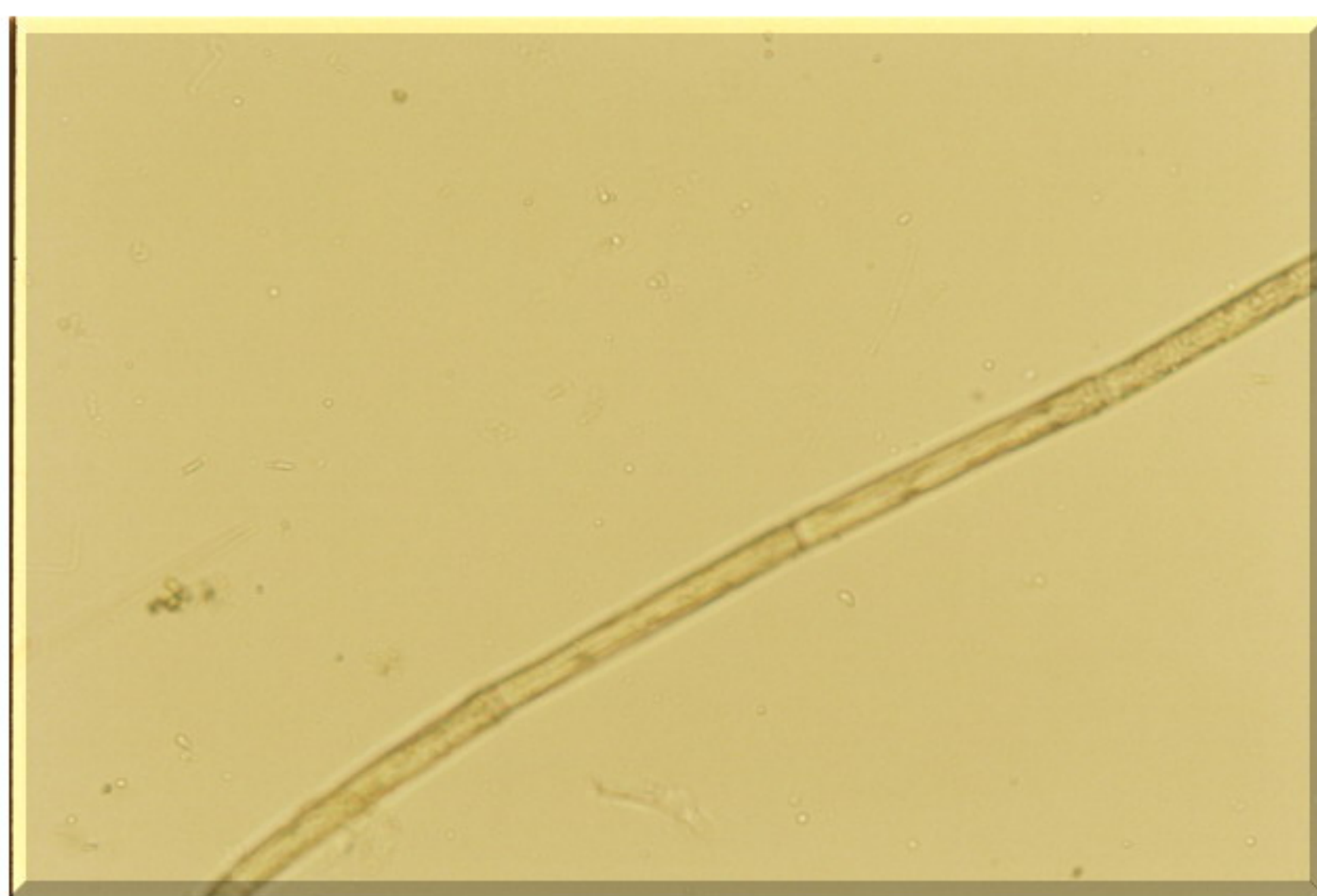
Rotif Polyarthra sp



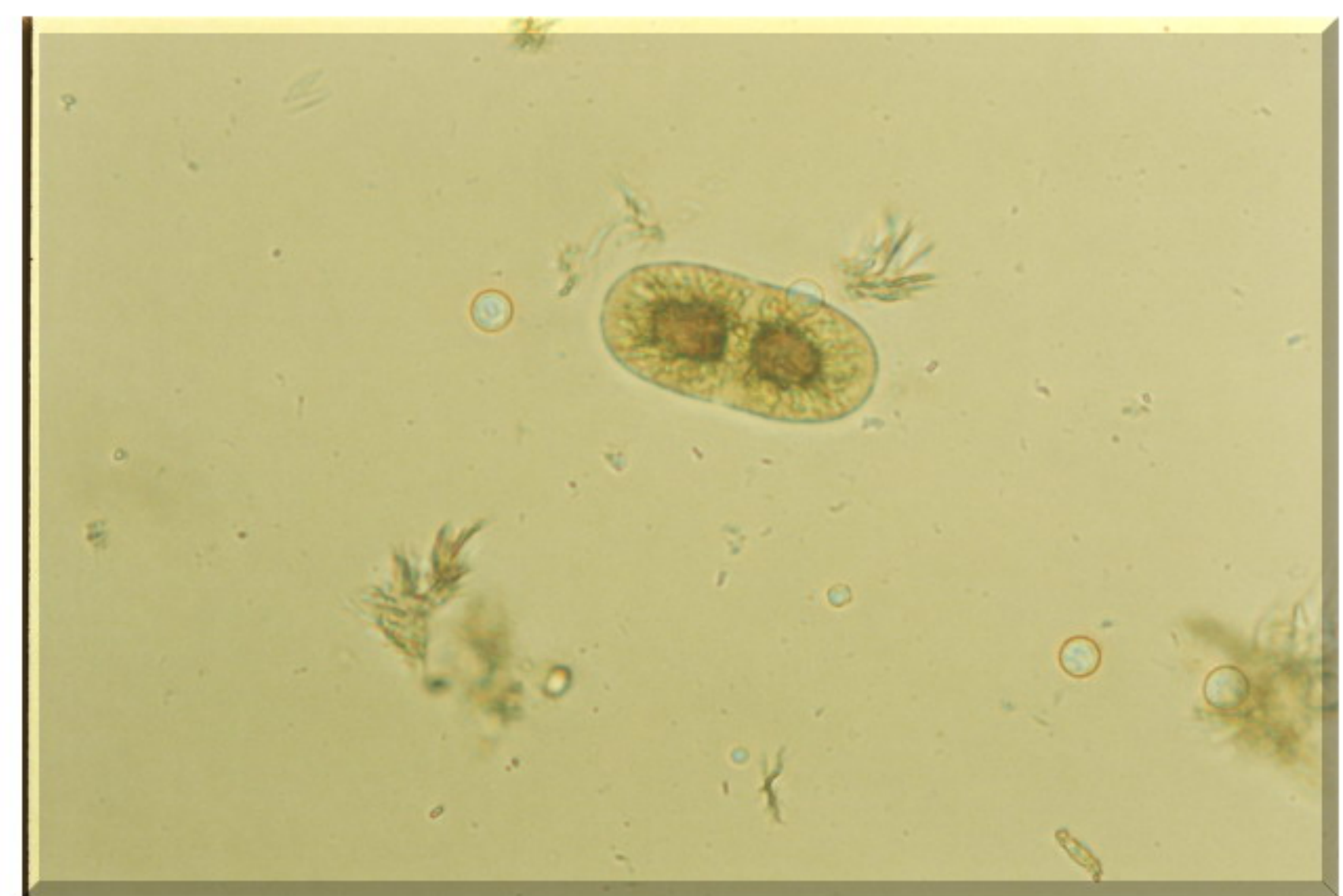
rotifer



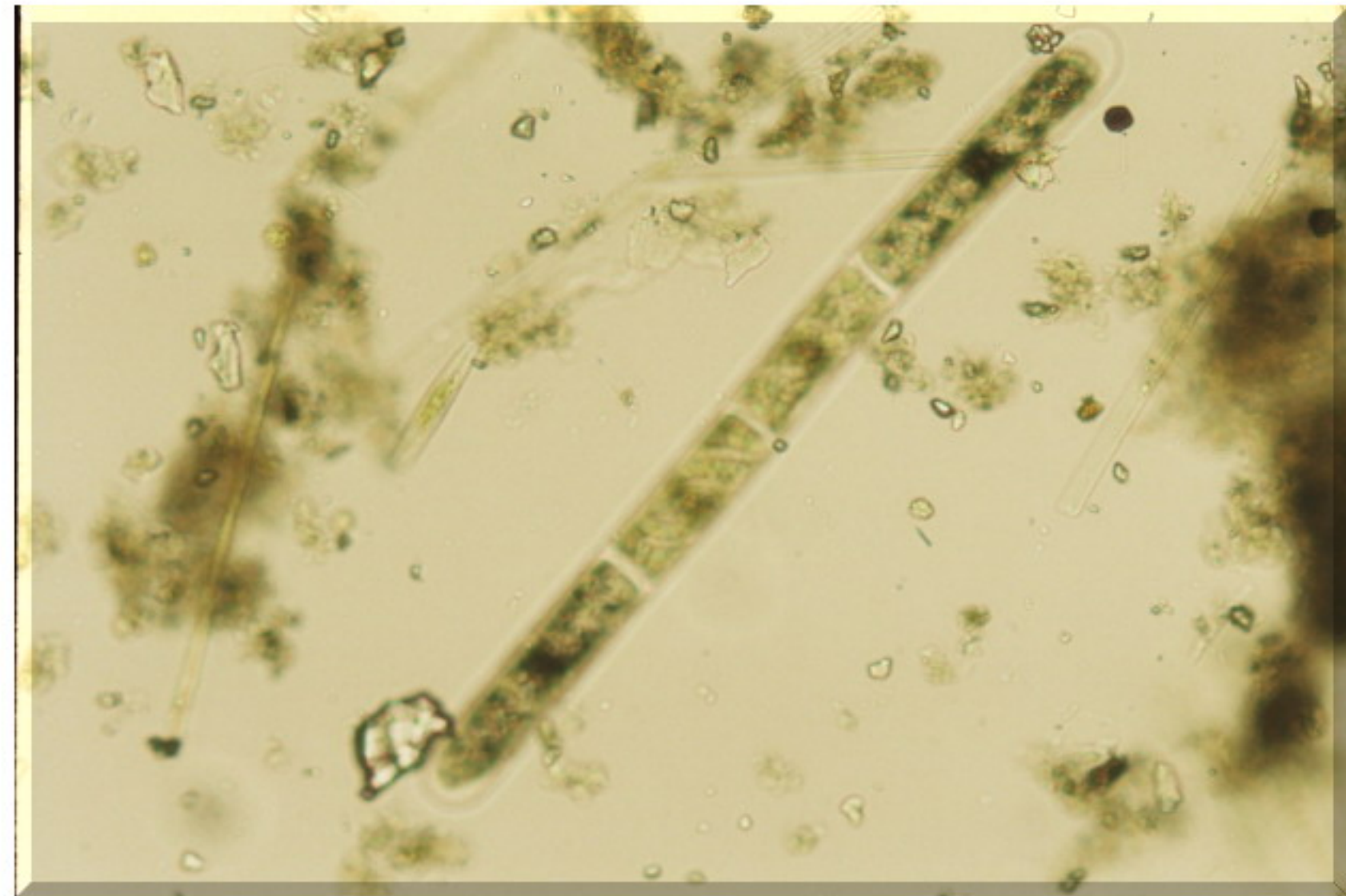
Chlor Ankistrodesmus sp.



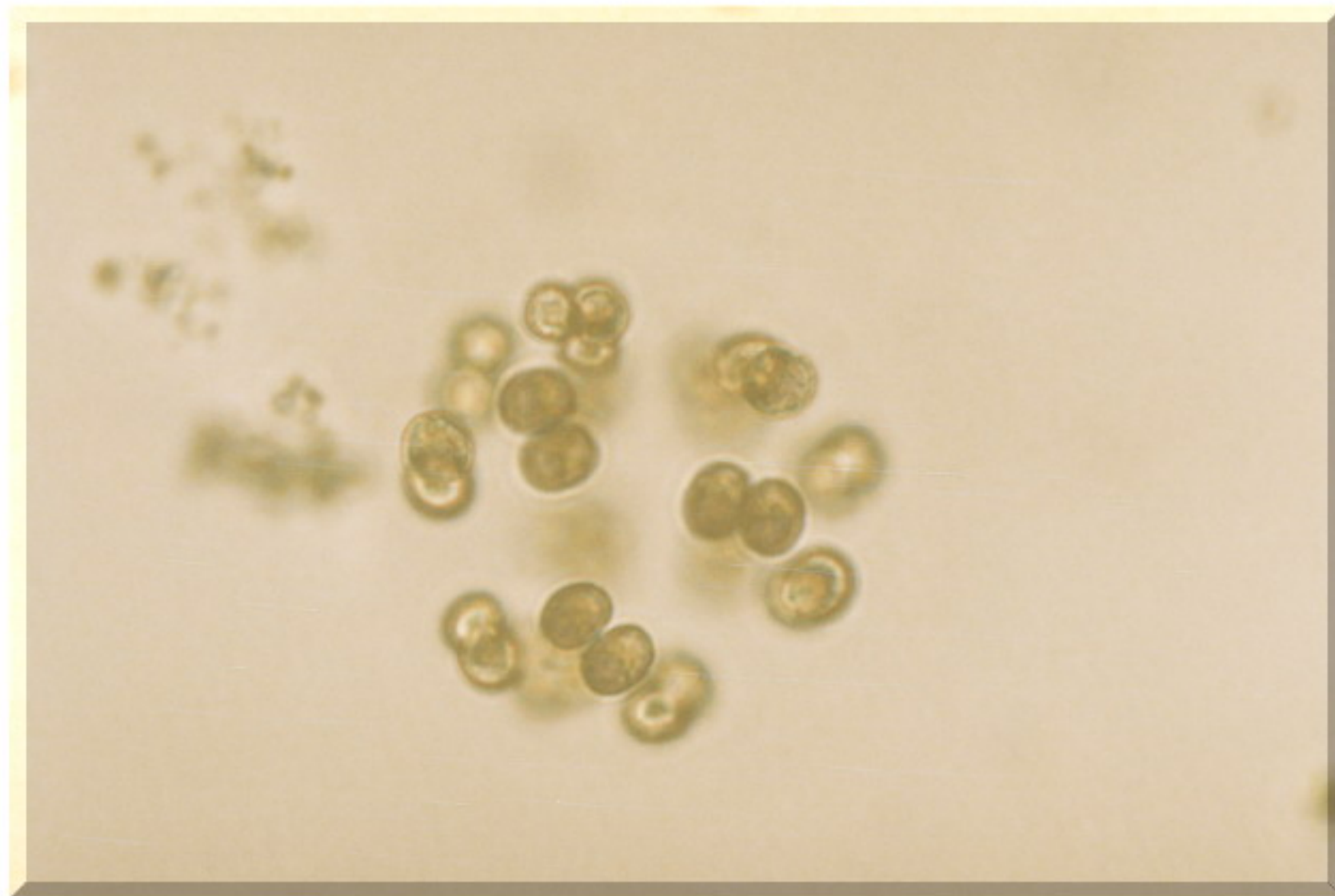
Chlor Cladophora sp



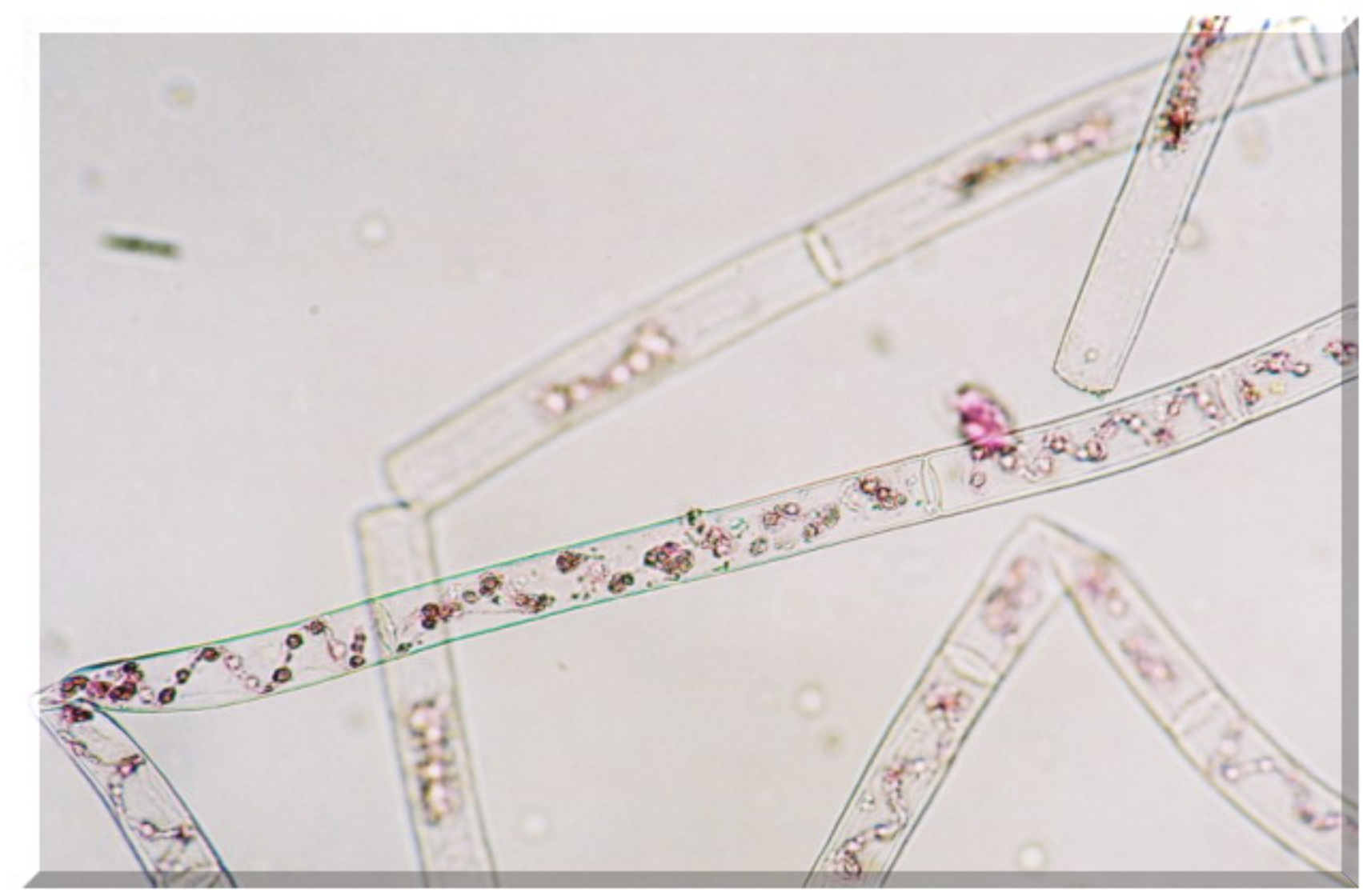
Chlor Desmidiatales 1



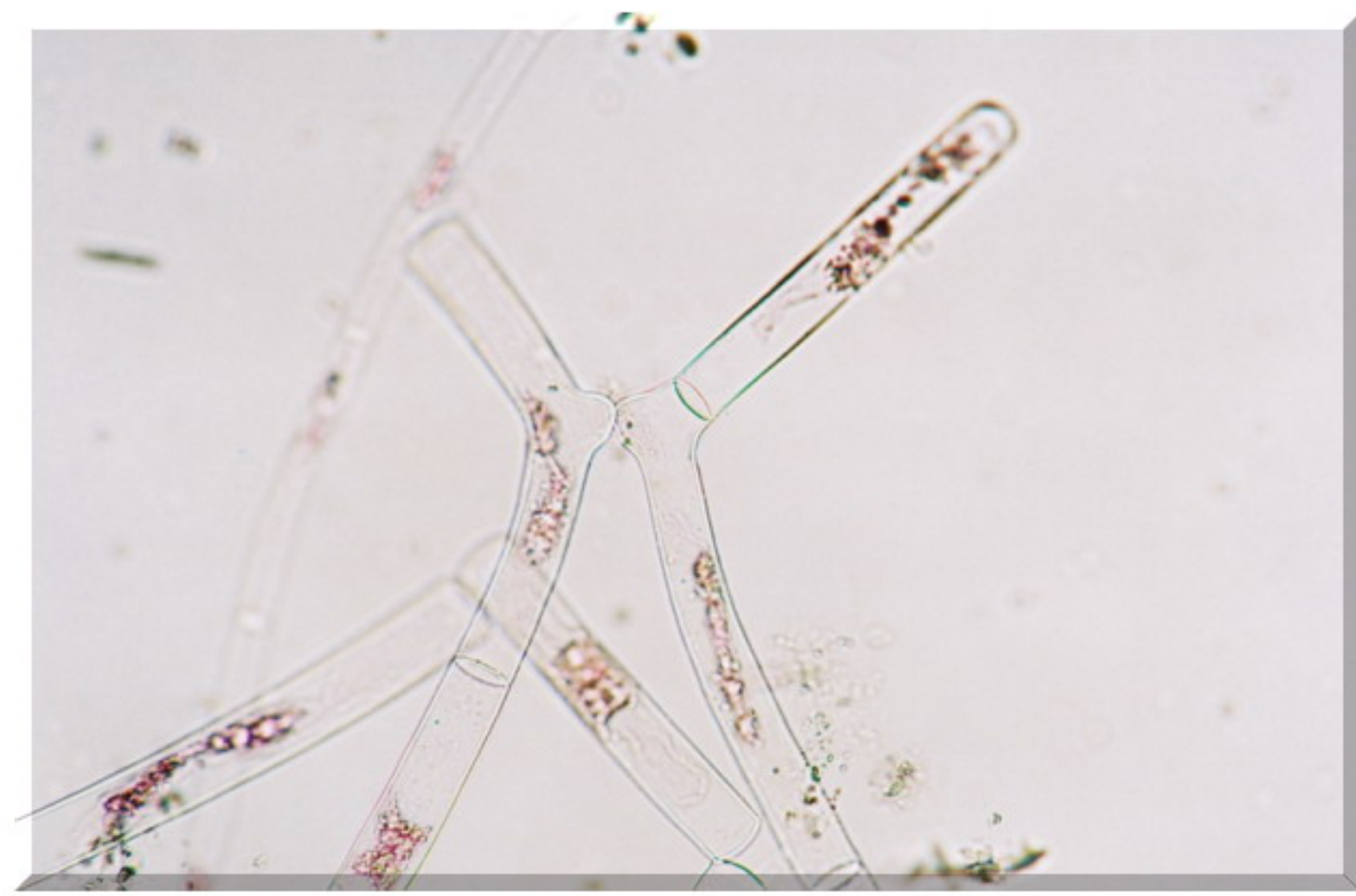
Chlor Desmidiatales 2



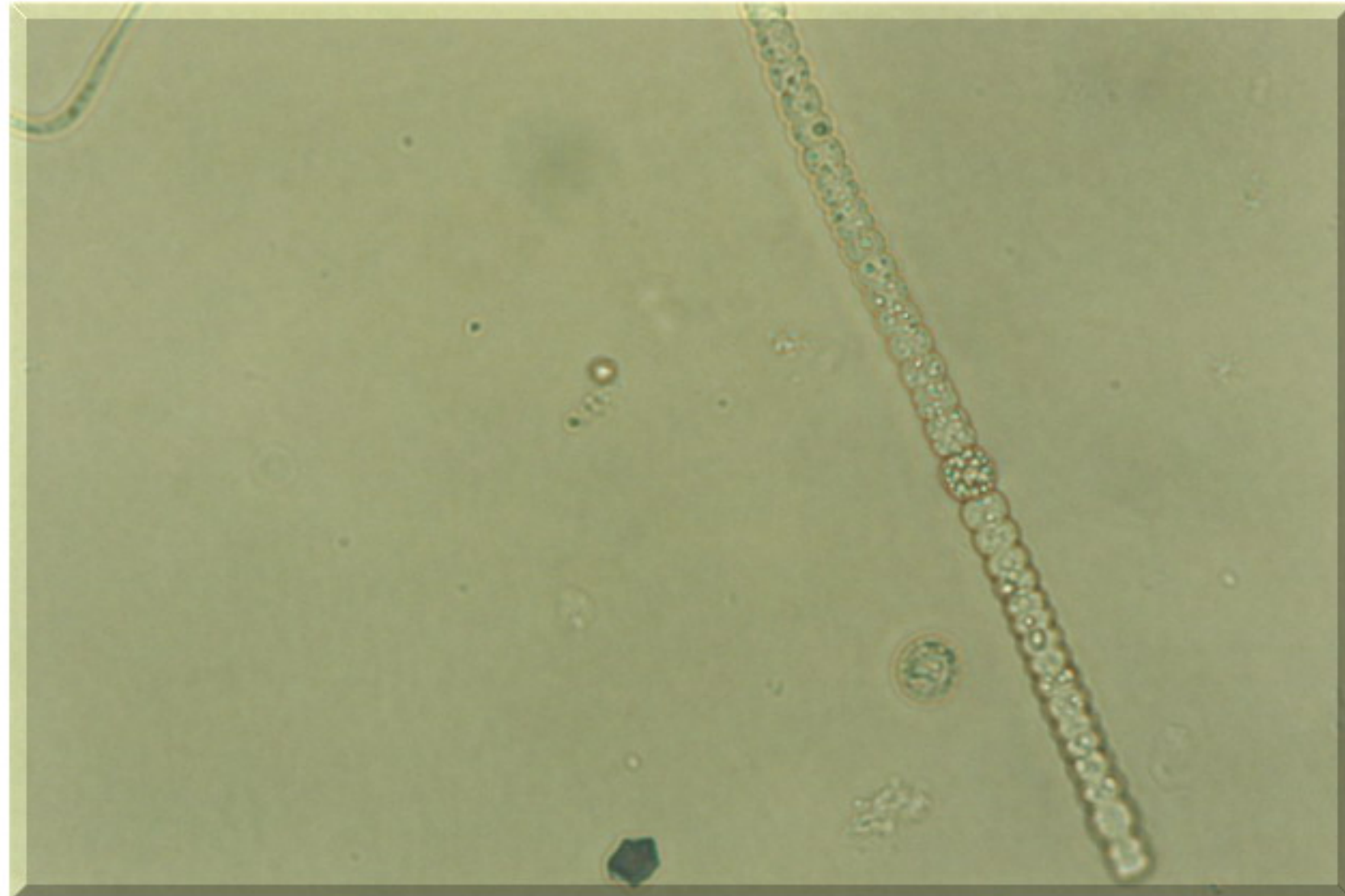
Chlor Diplococcus sp



Chlor Spirogyra sp



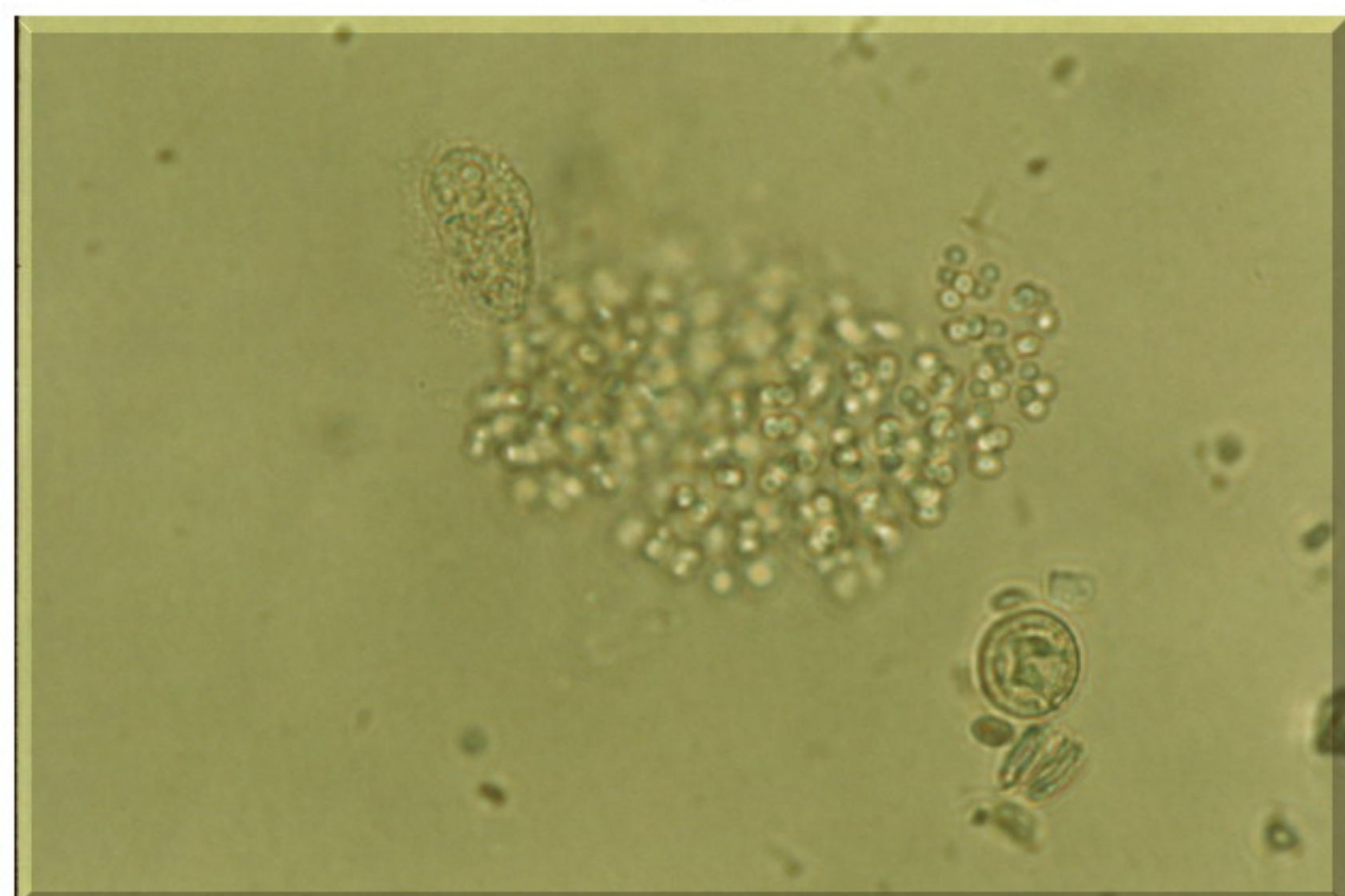
Chor Mougeotia sp



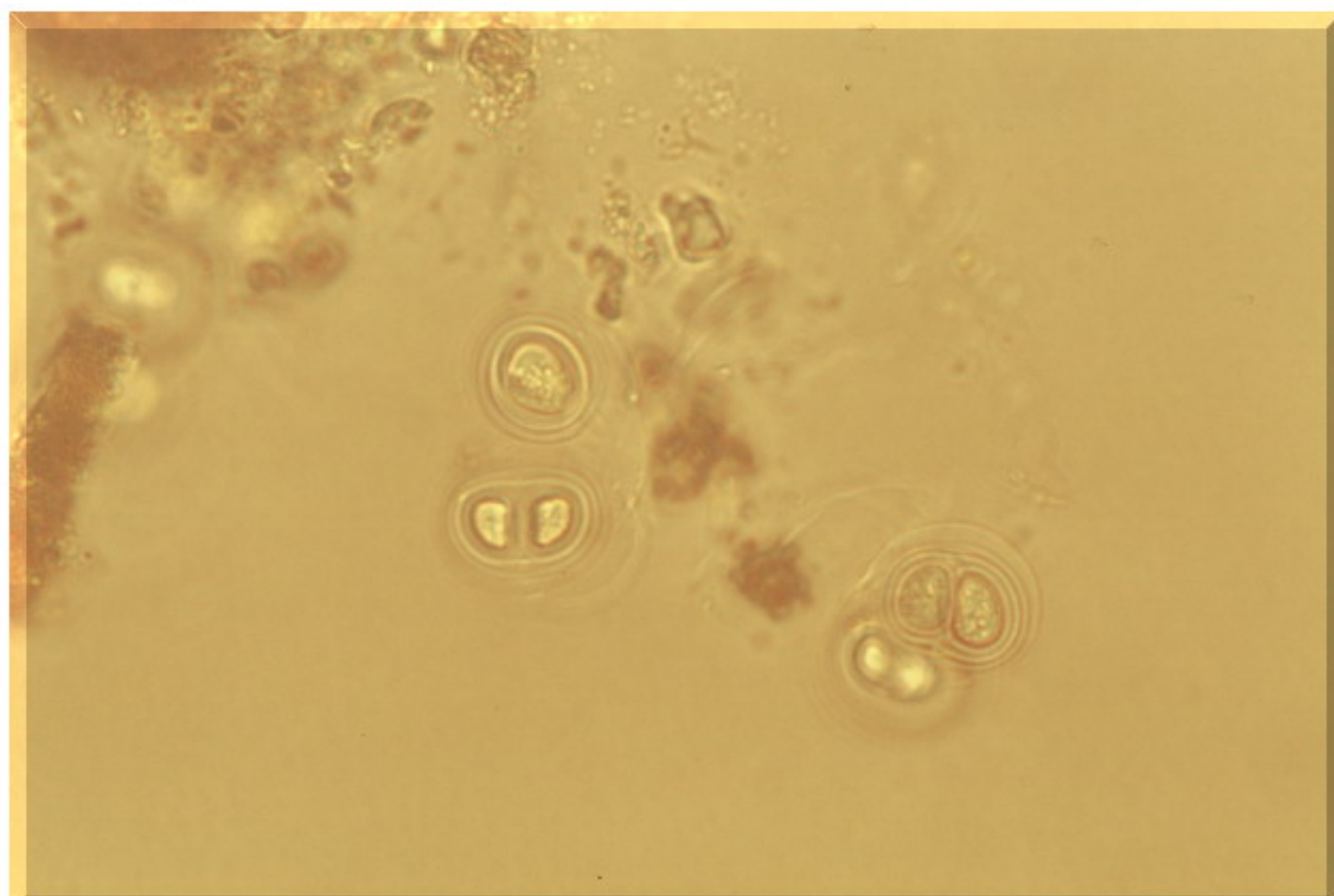
Cyan Aphanizomenon sp.5



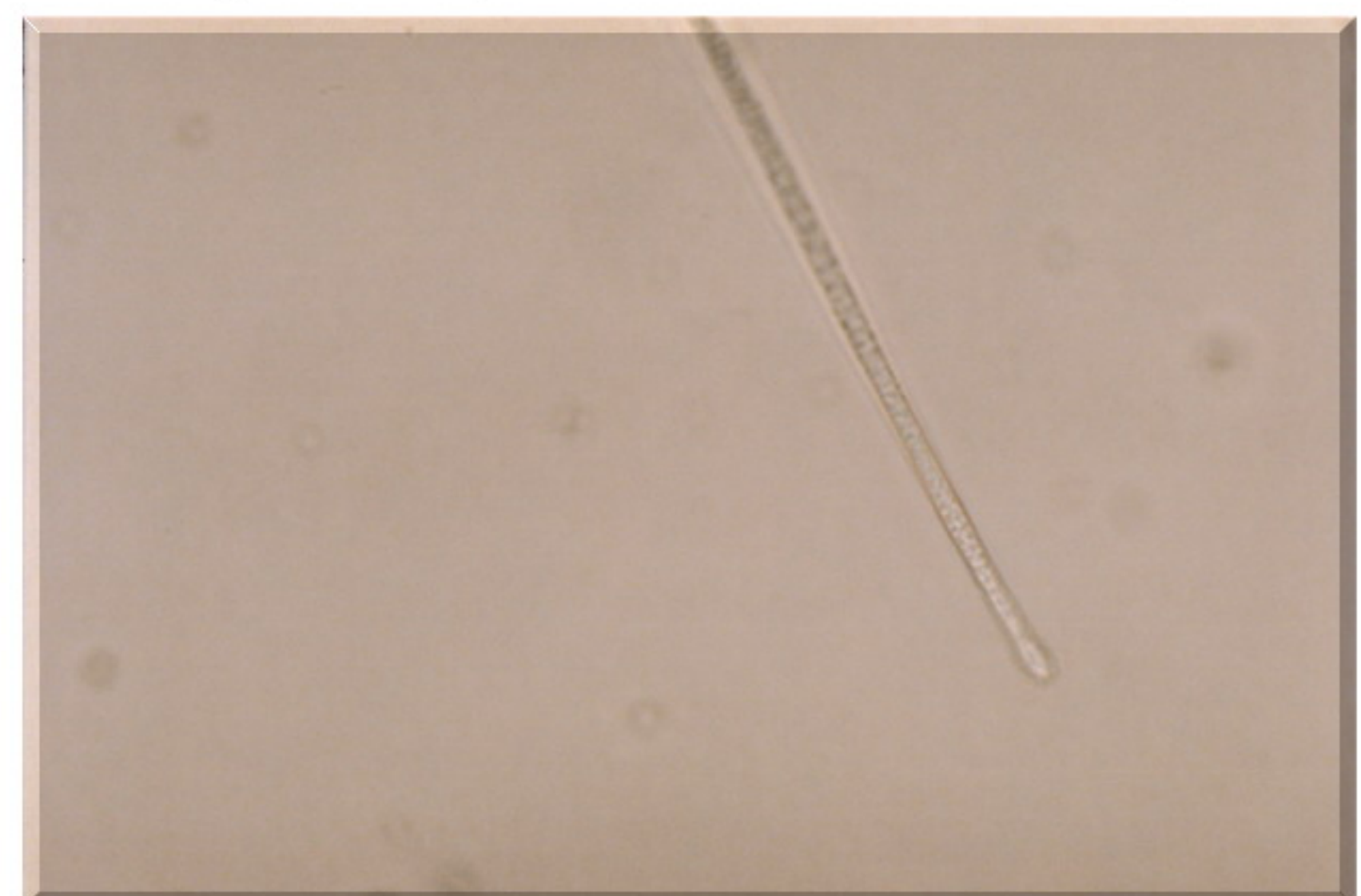
Cyan Aphanizomenon sp



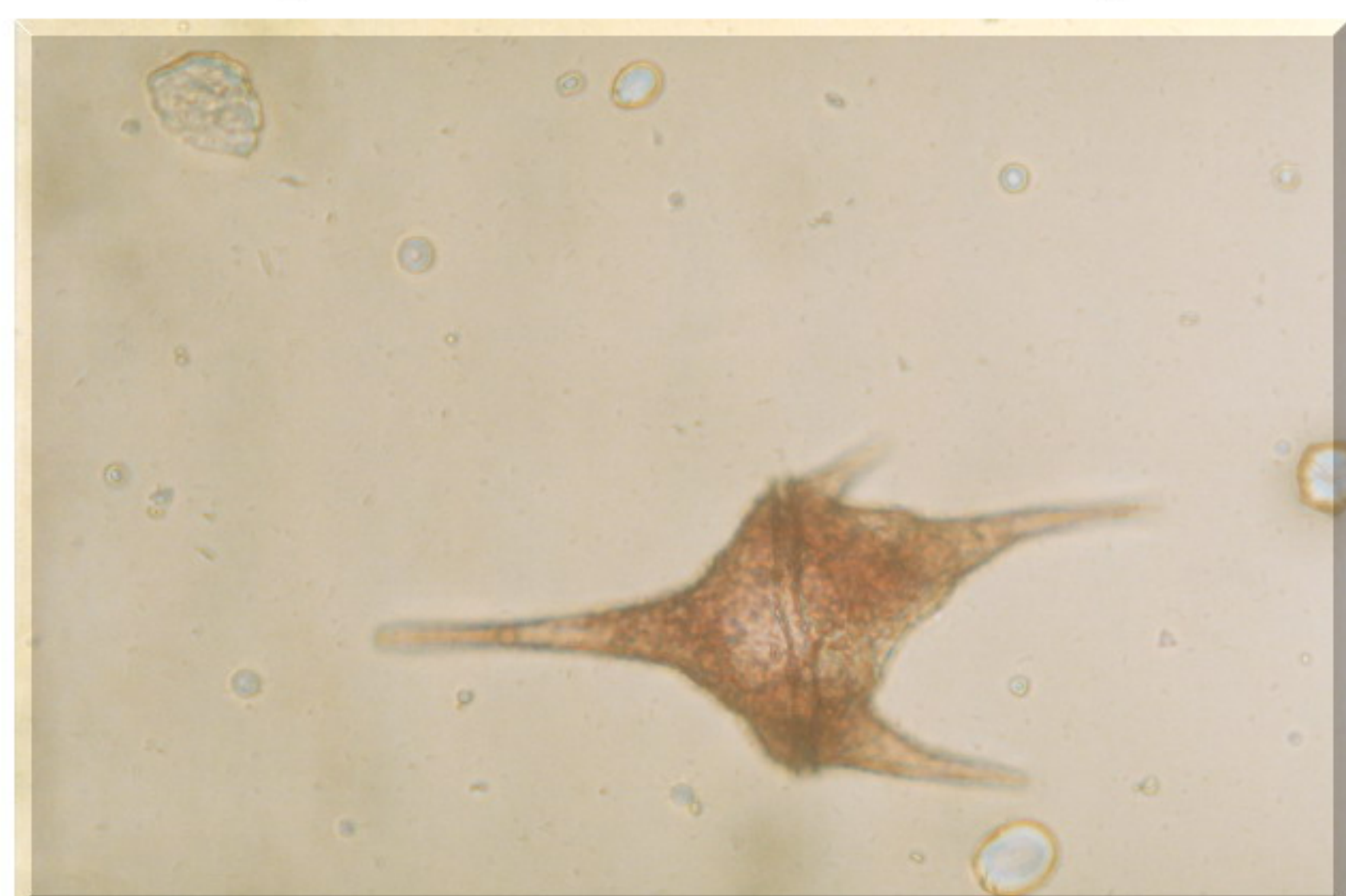
Cyan Chroococcus sp



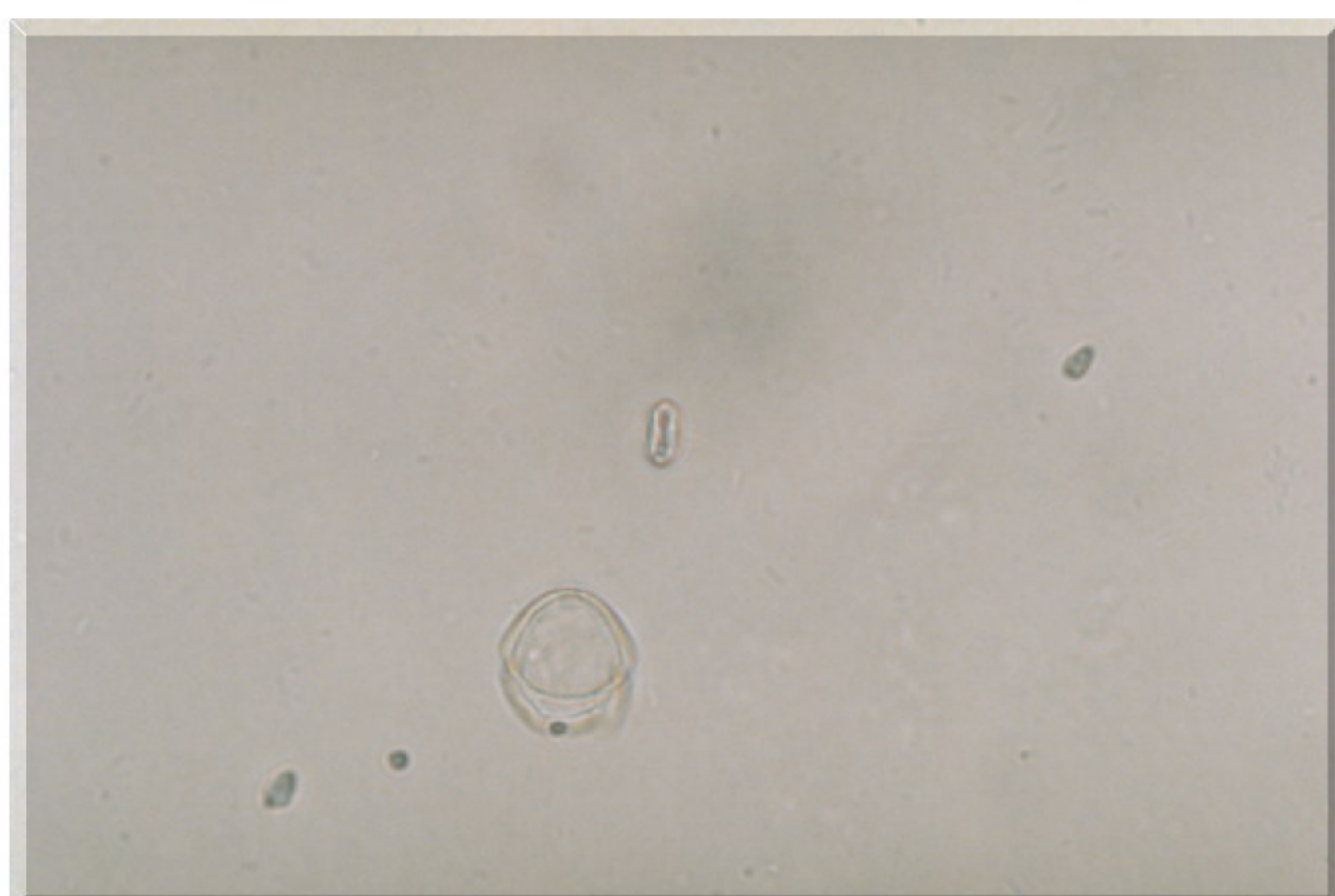
Cyan Chroococcus sp1



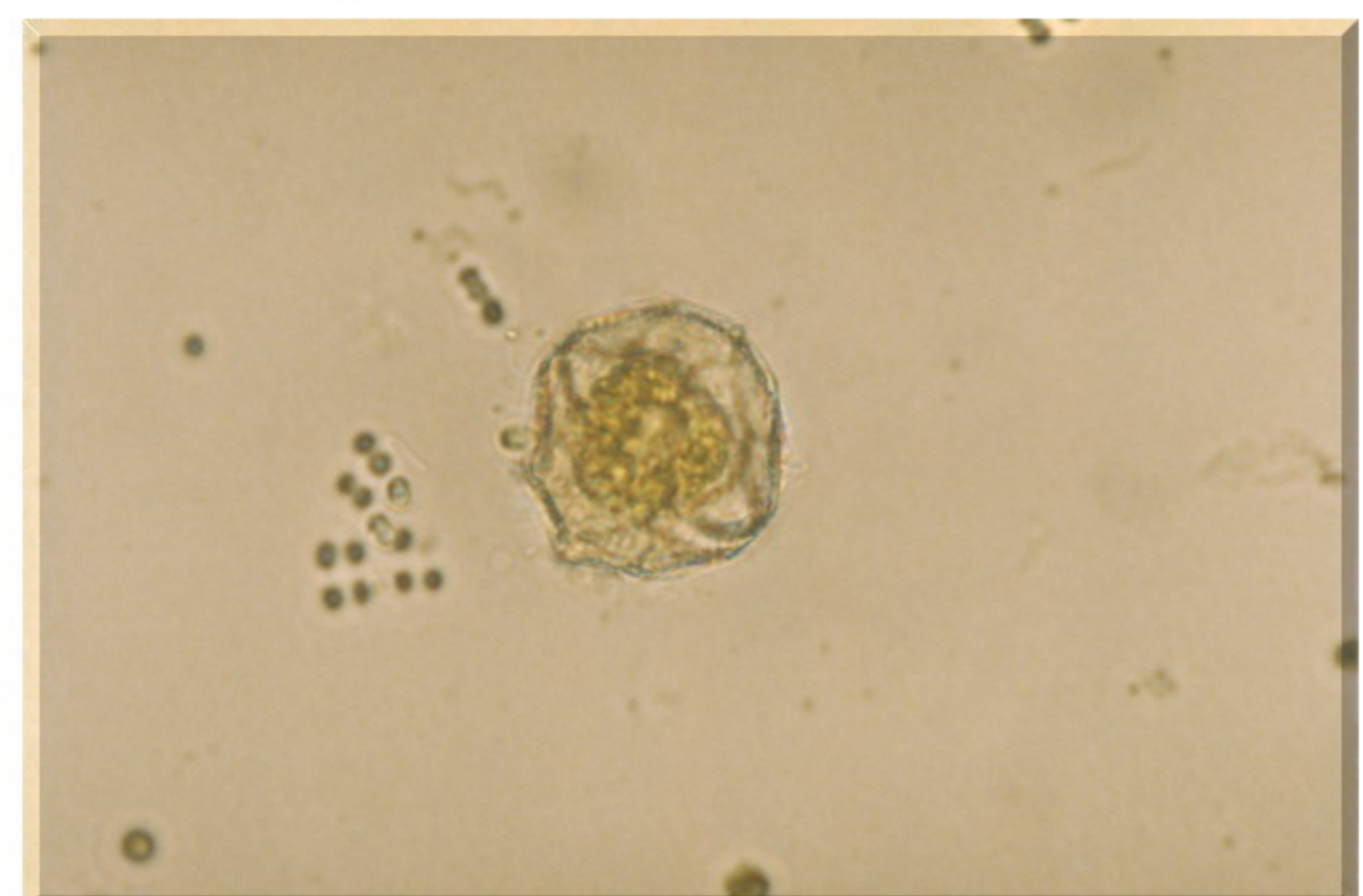
Cyan Oscillatoria sp



Dino Ceratium hirundinella (2)



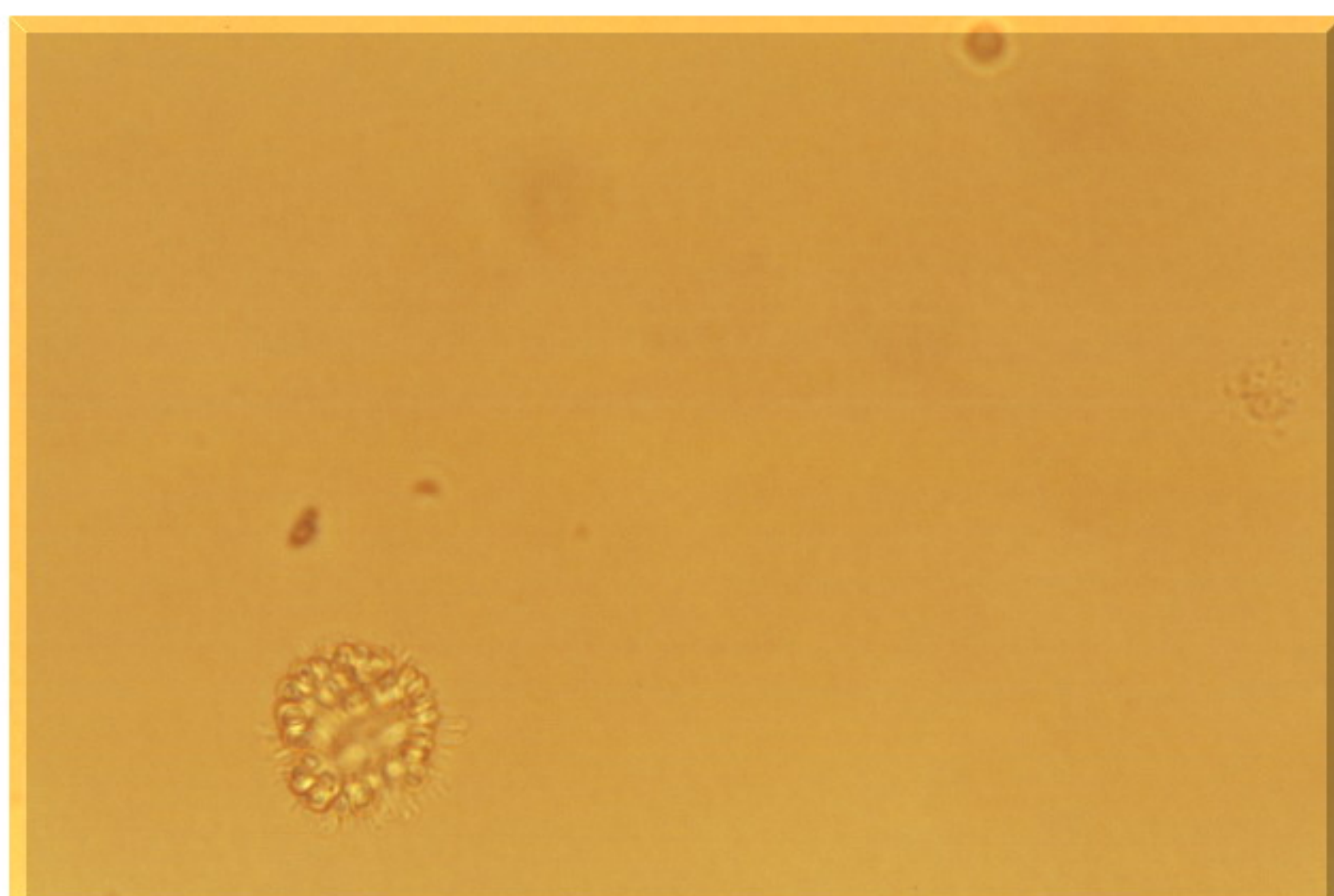
Dino Peridinium sp



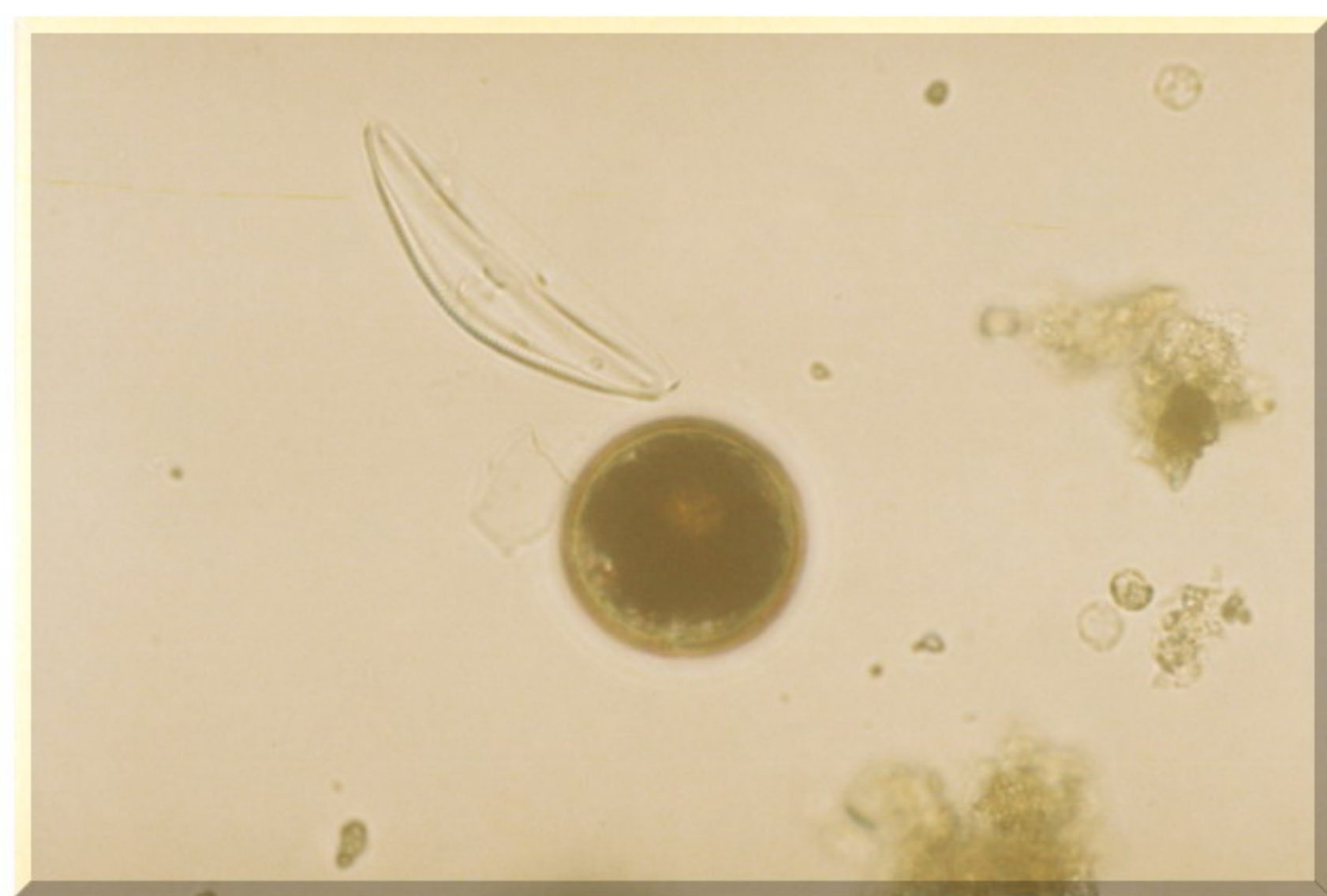
Dino Peridinium sp2



Dino Peridinium sp3



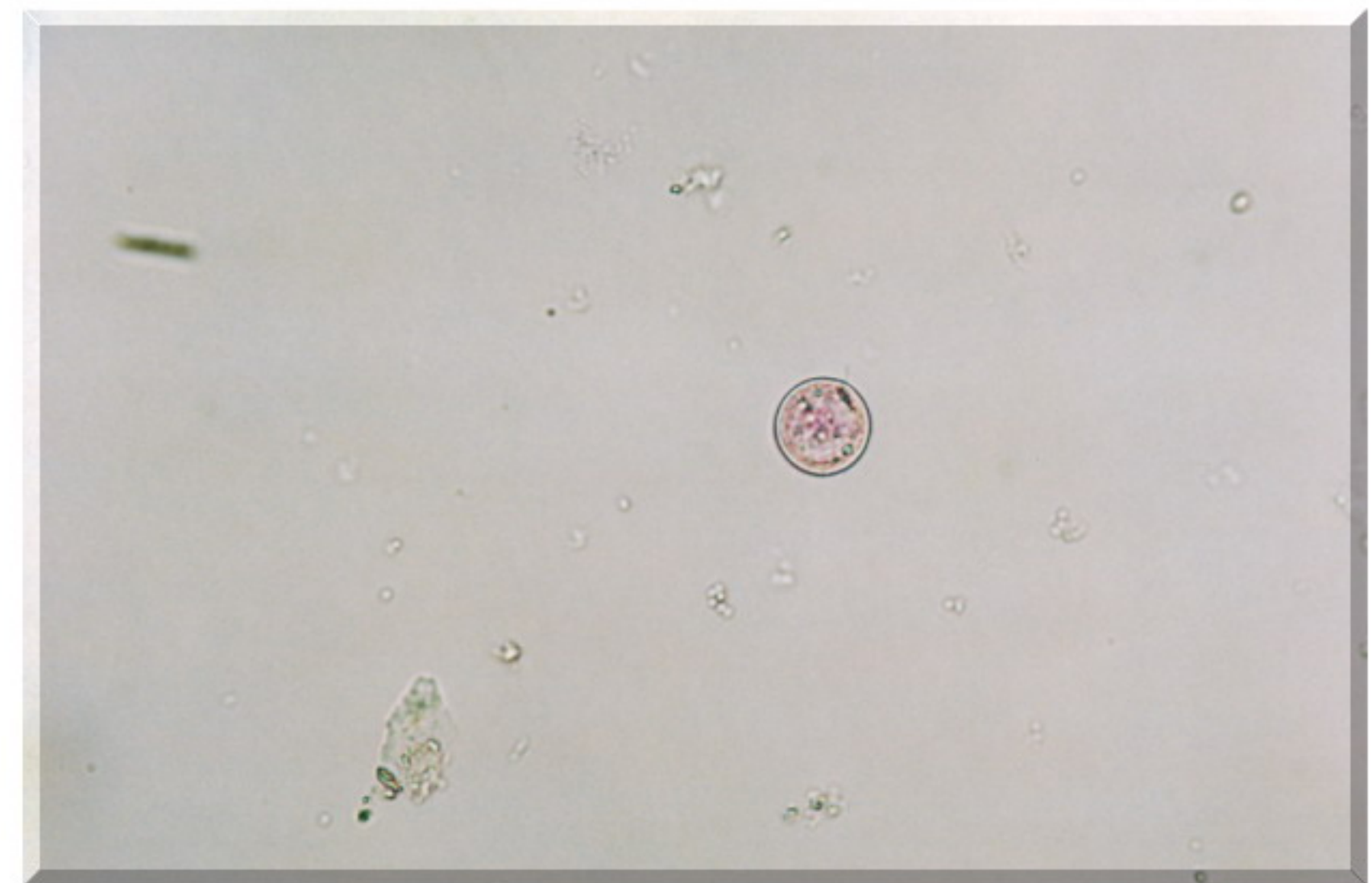
Chrysophyta



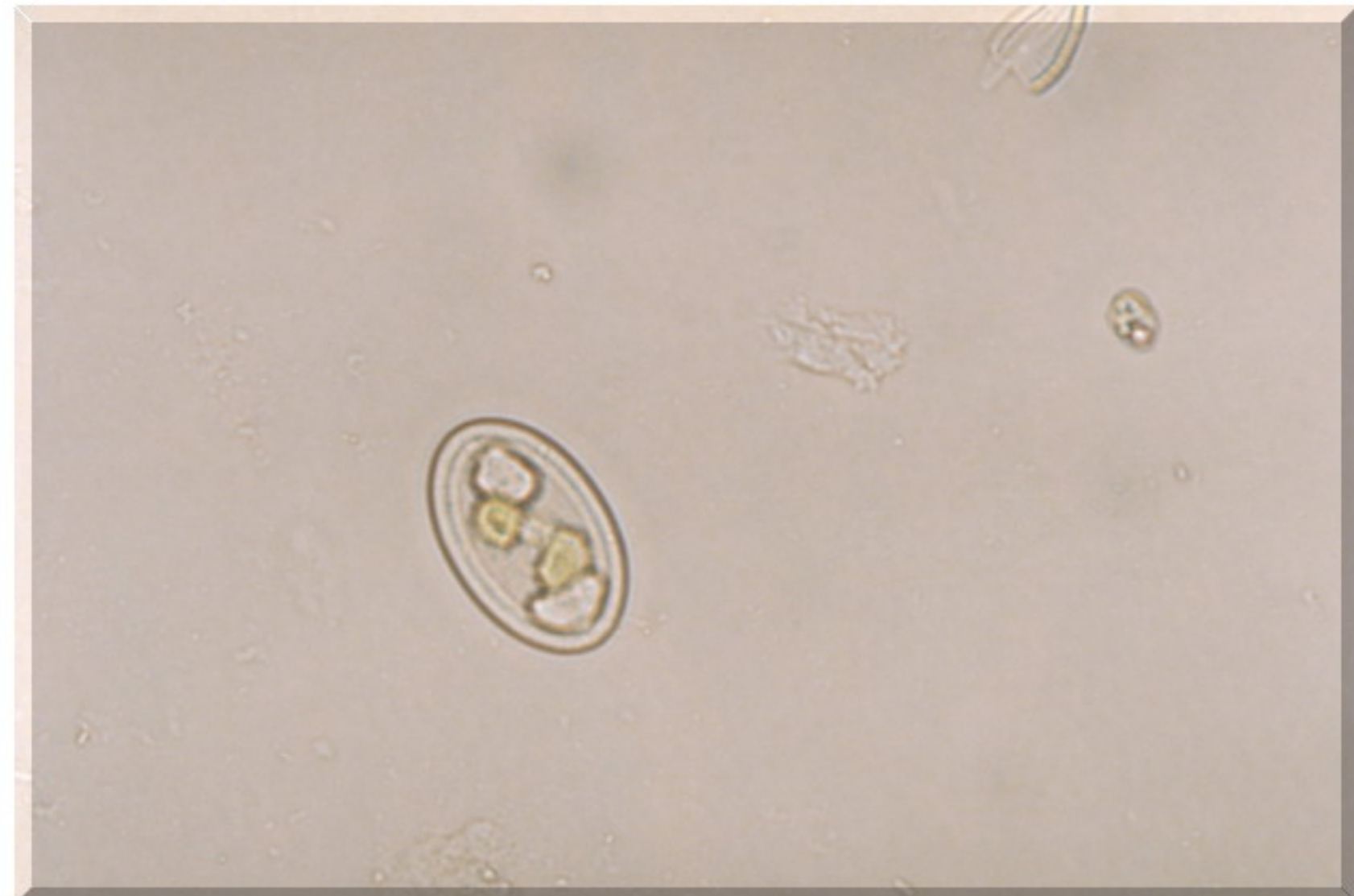
Diat Amphora ovalis



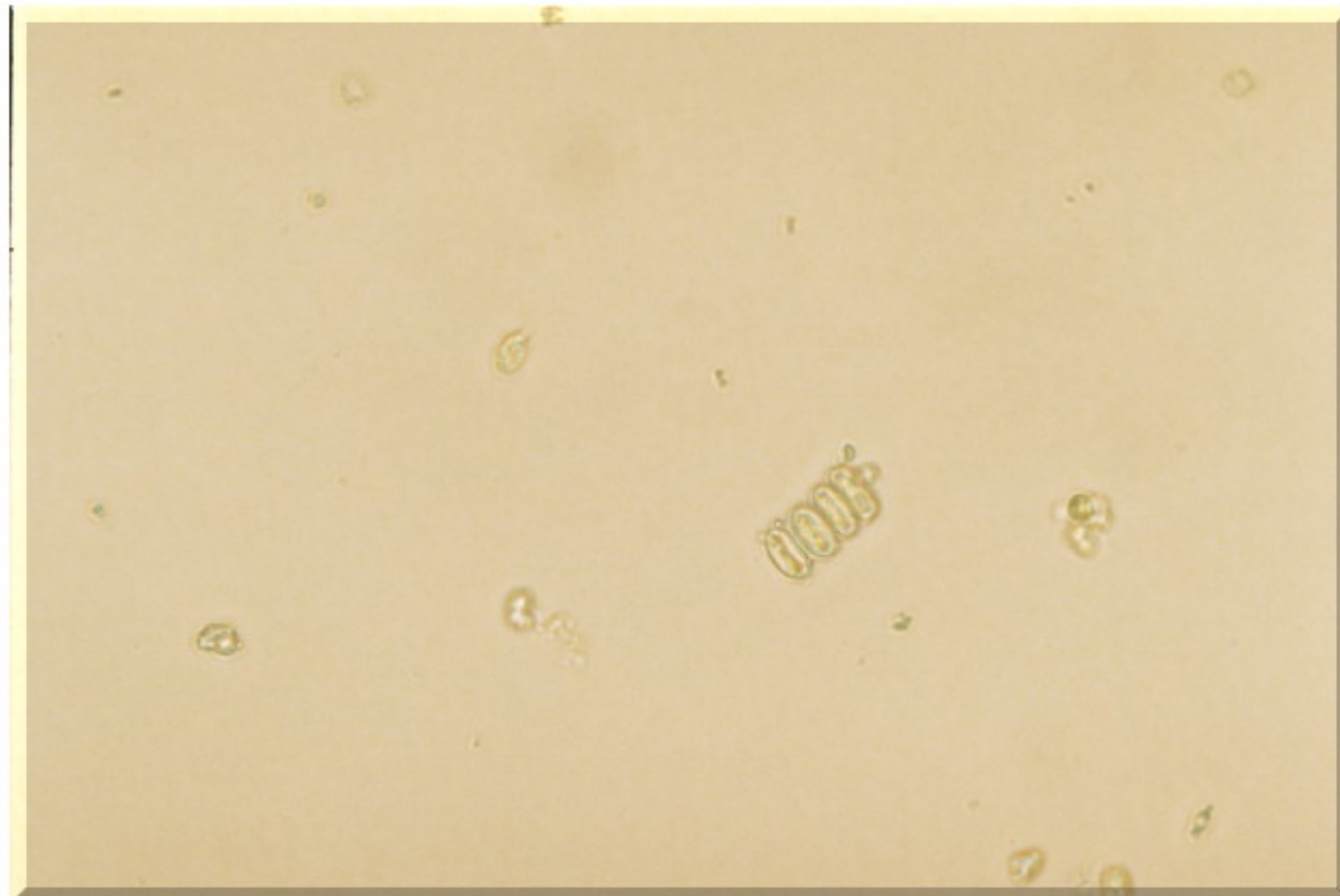
Diat Amphora sp



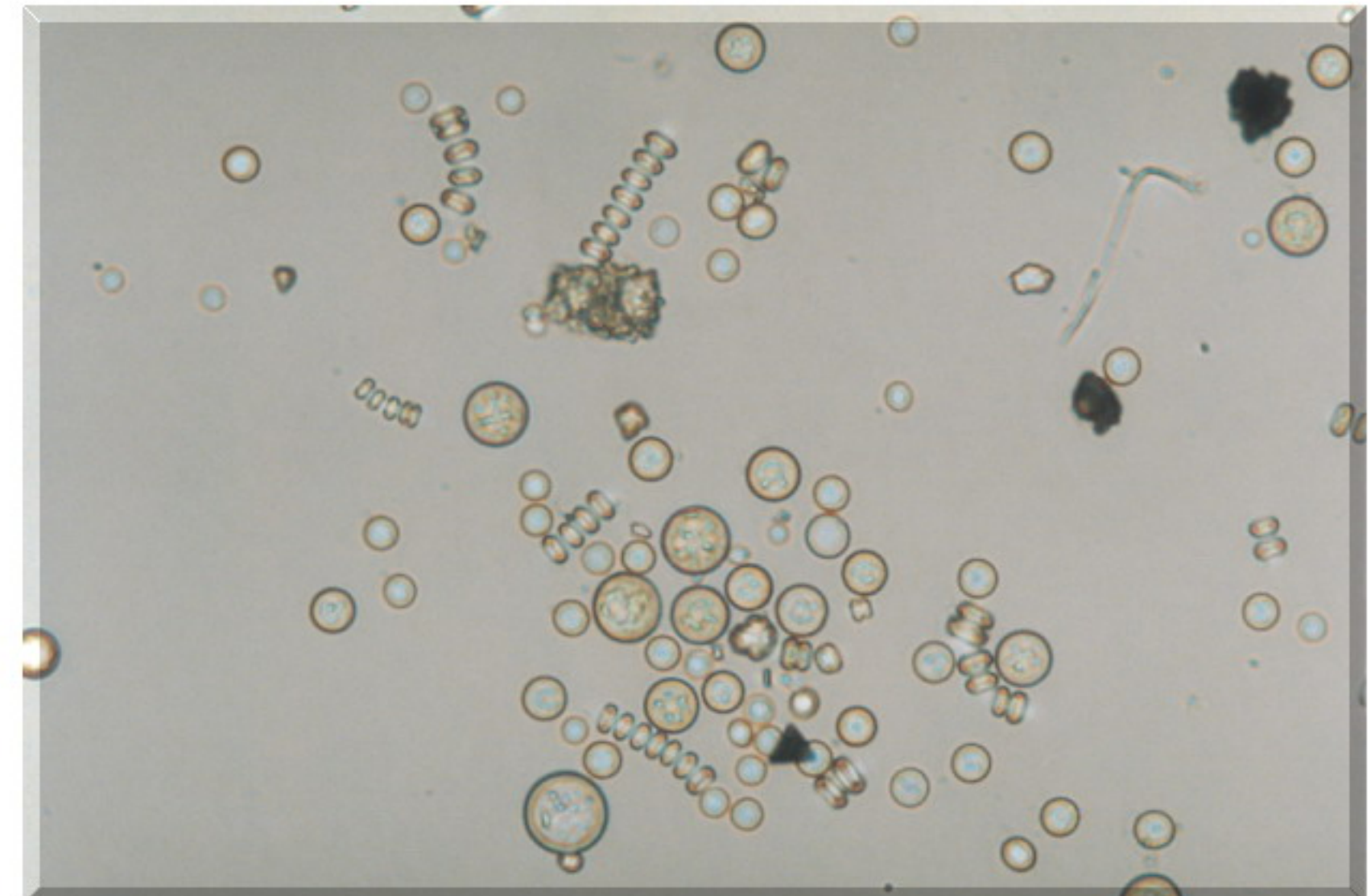
Diat C. distinguenda



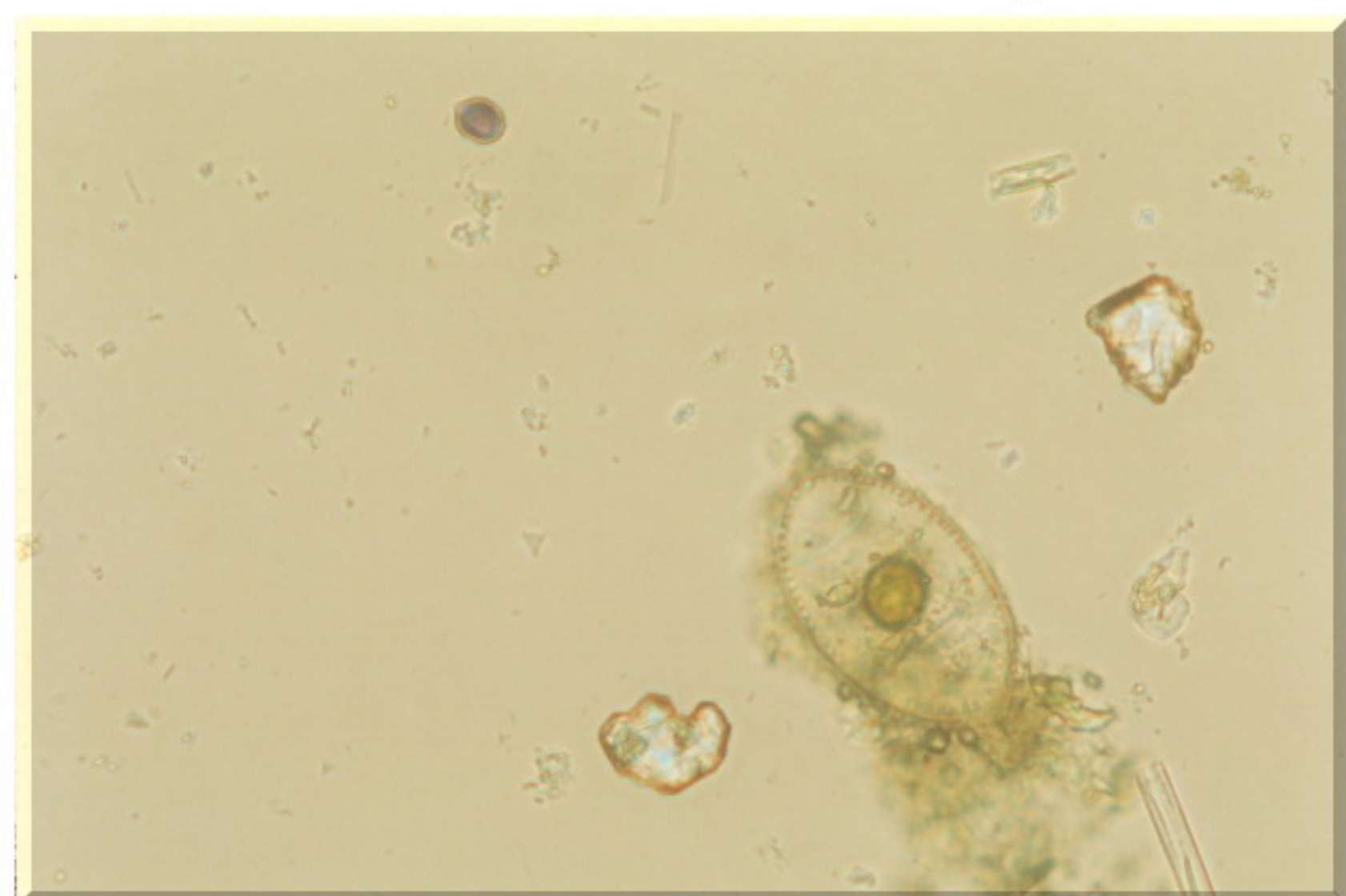
Diat Cocconeis sp



Diat Cyclotella cretica



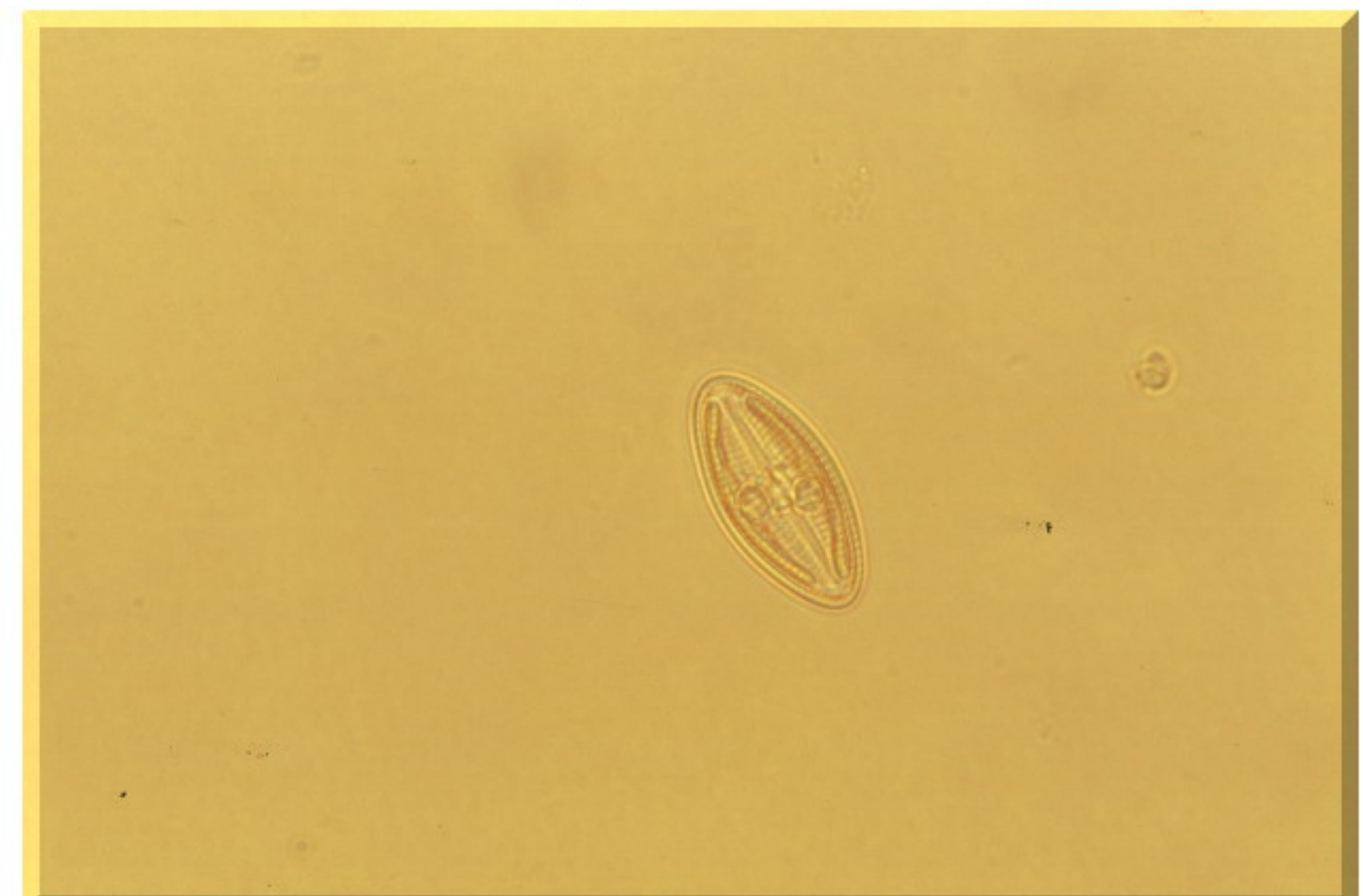
Diat Cyclotella spp



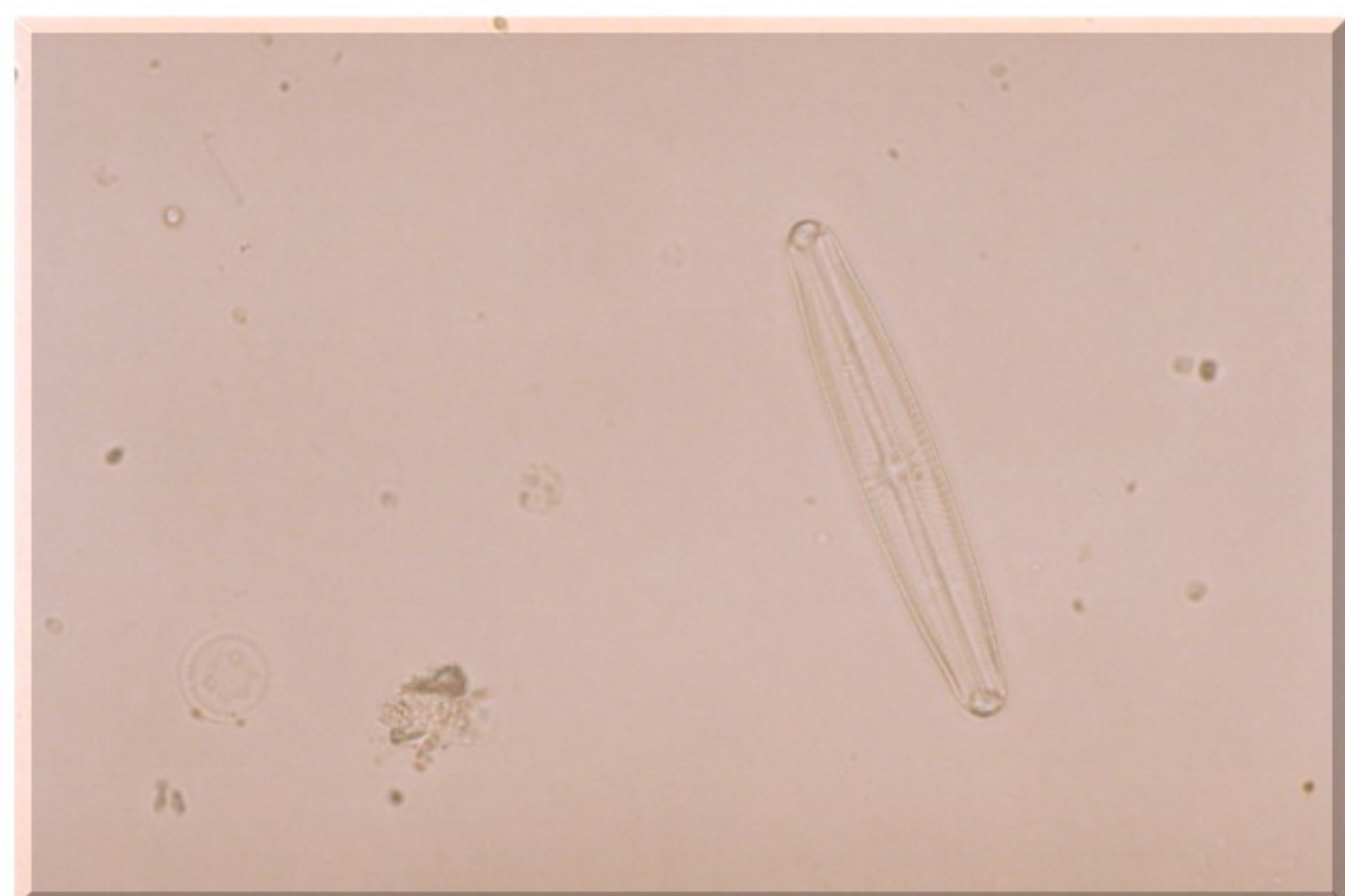
Diat Cymatopleura sp.



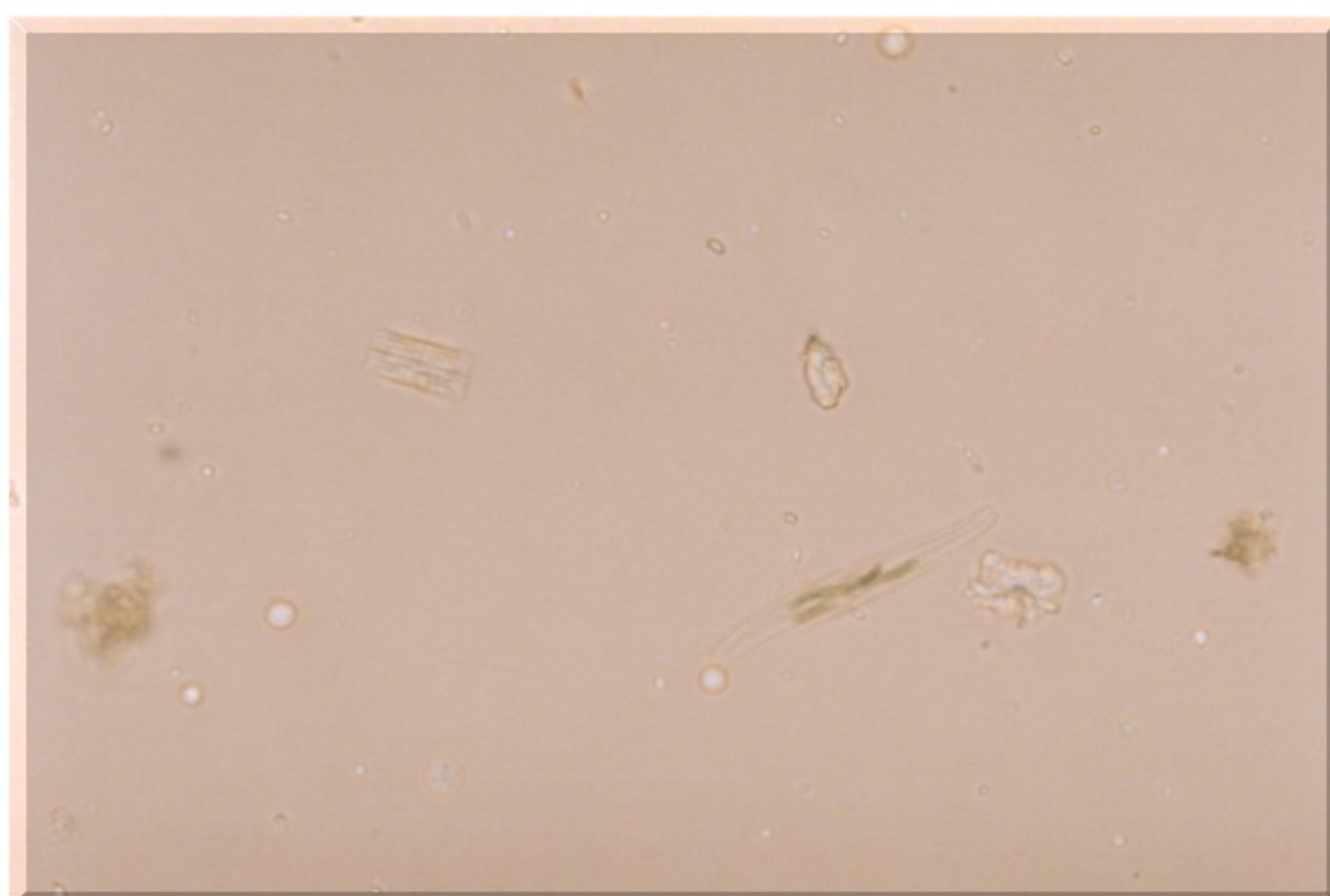
Diat Gomphonema olivaceum



Diat Navicula sp1



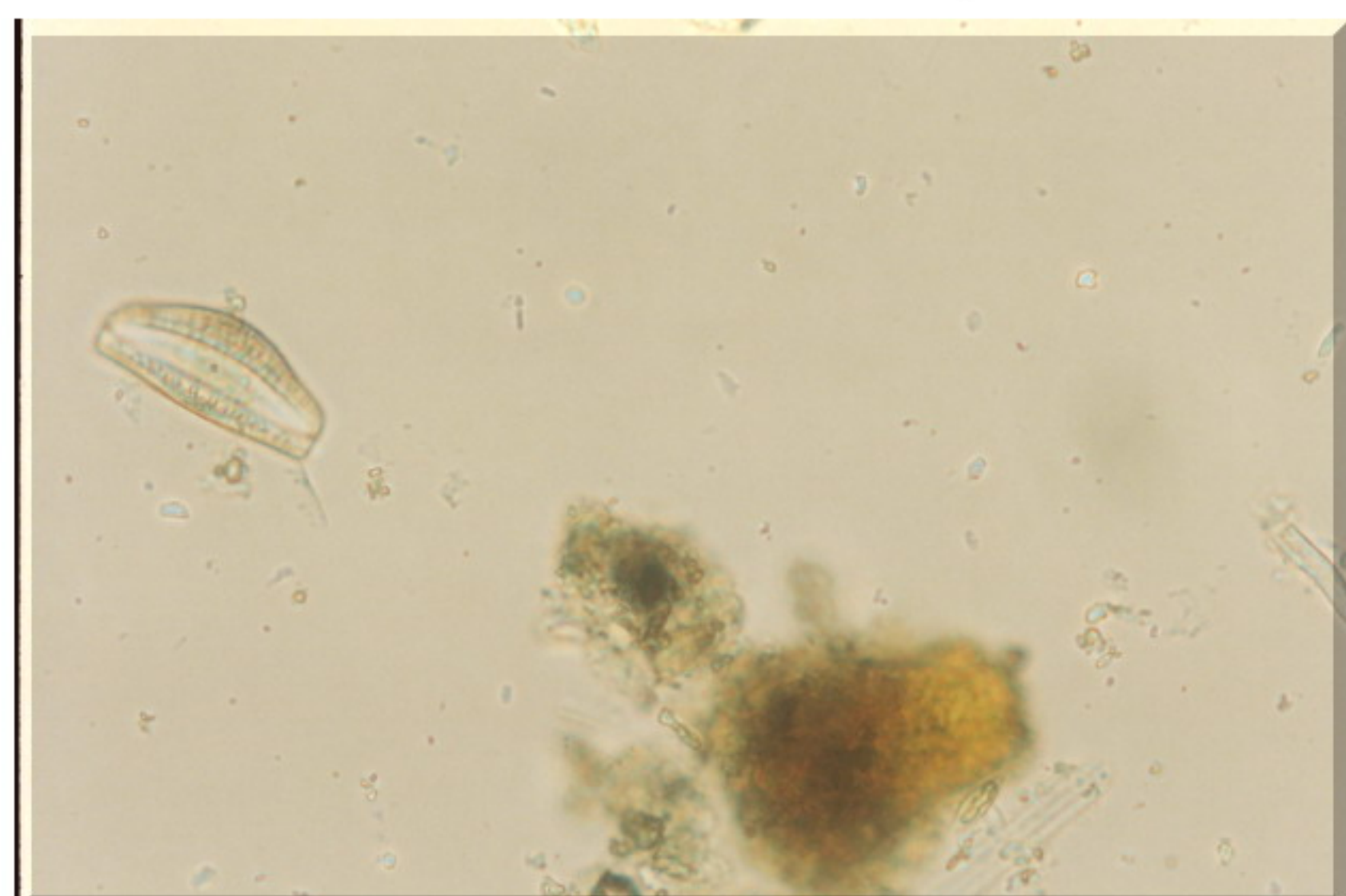
Diat Navicula sp3



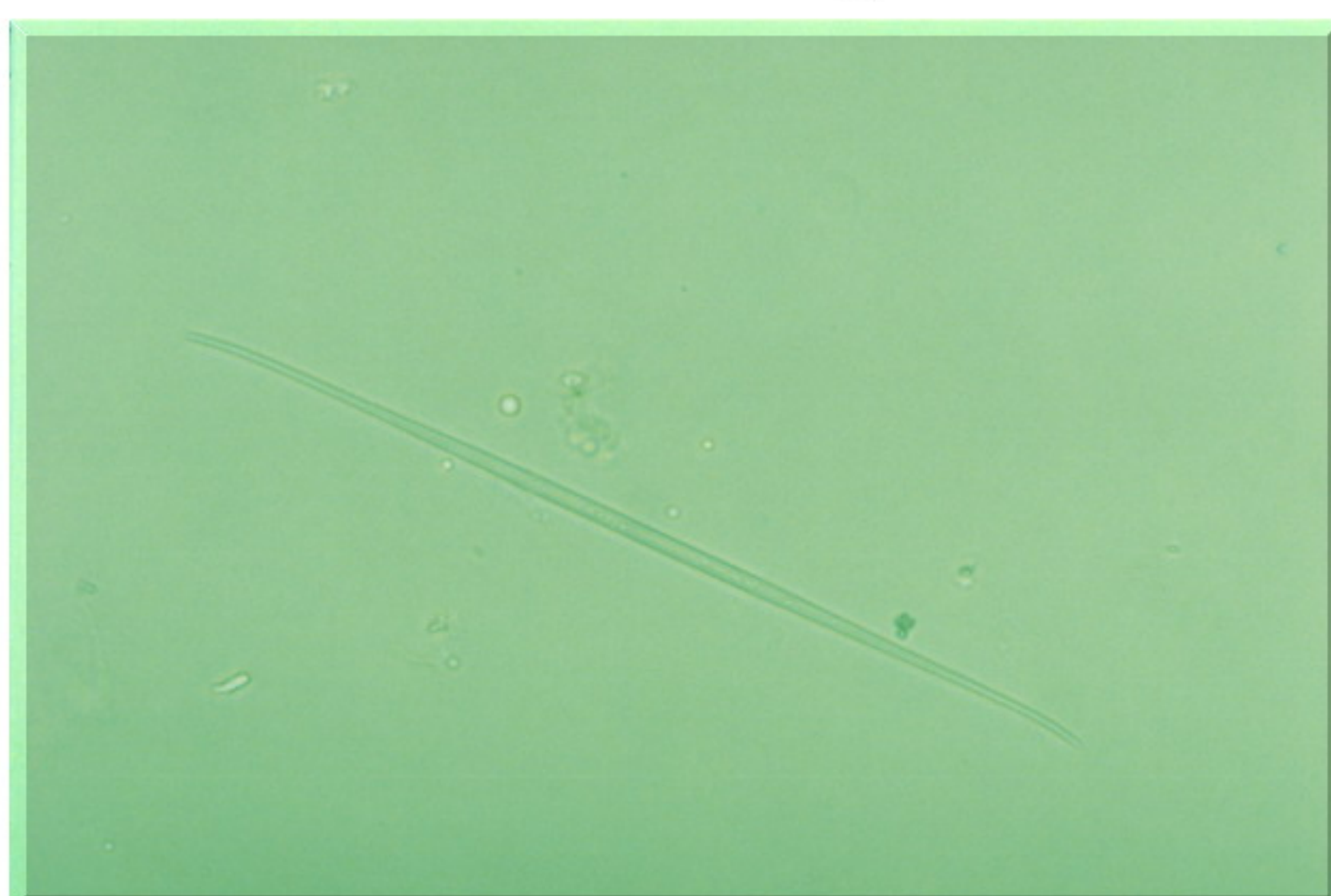
Diat Nitzschia sigmoides



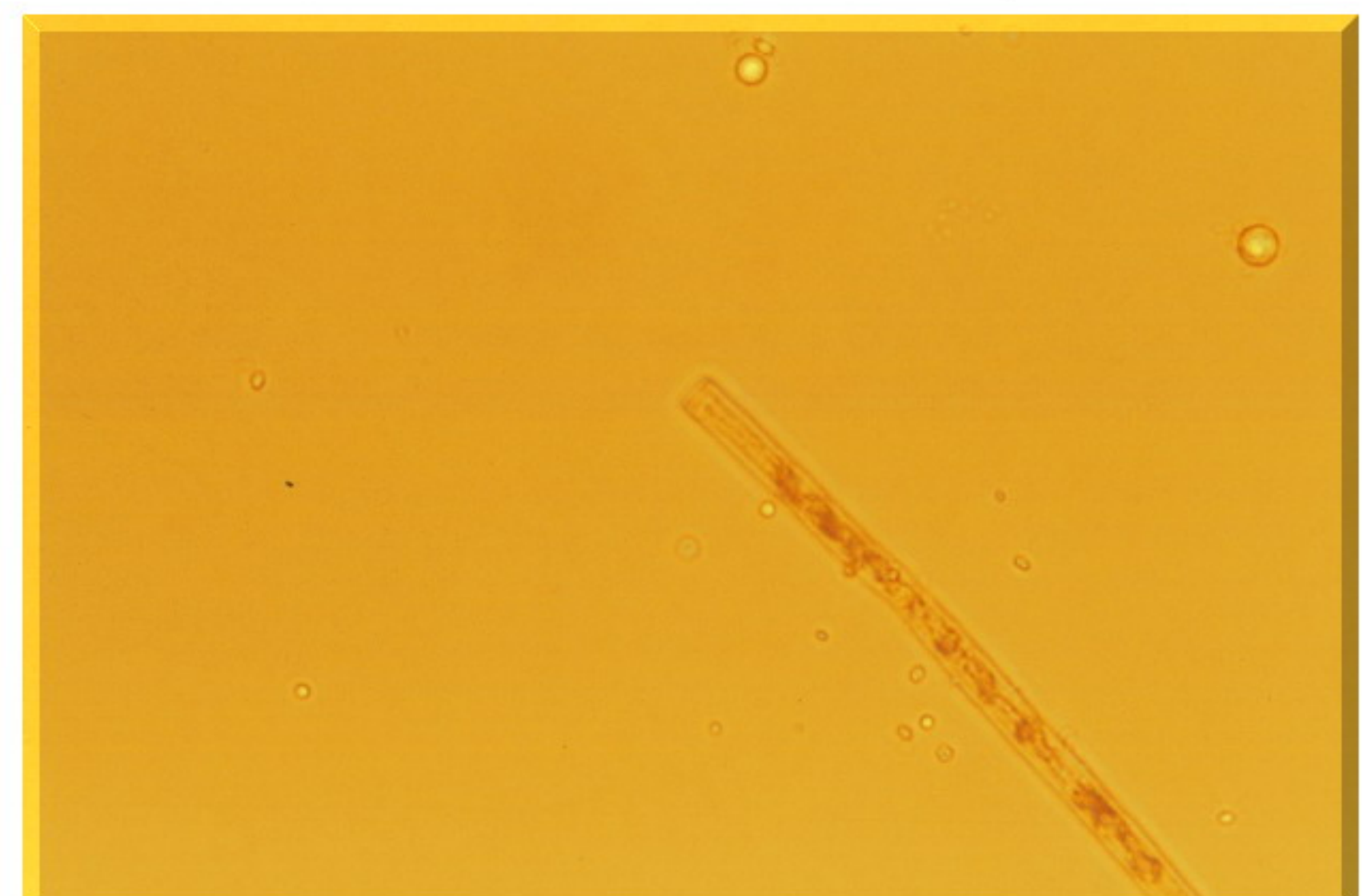
Diat Nitzschia sp



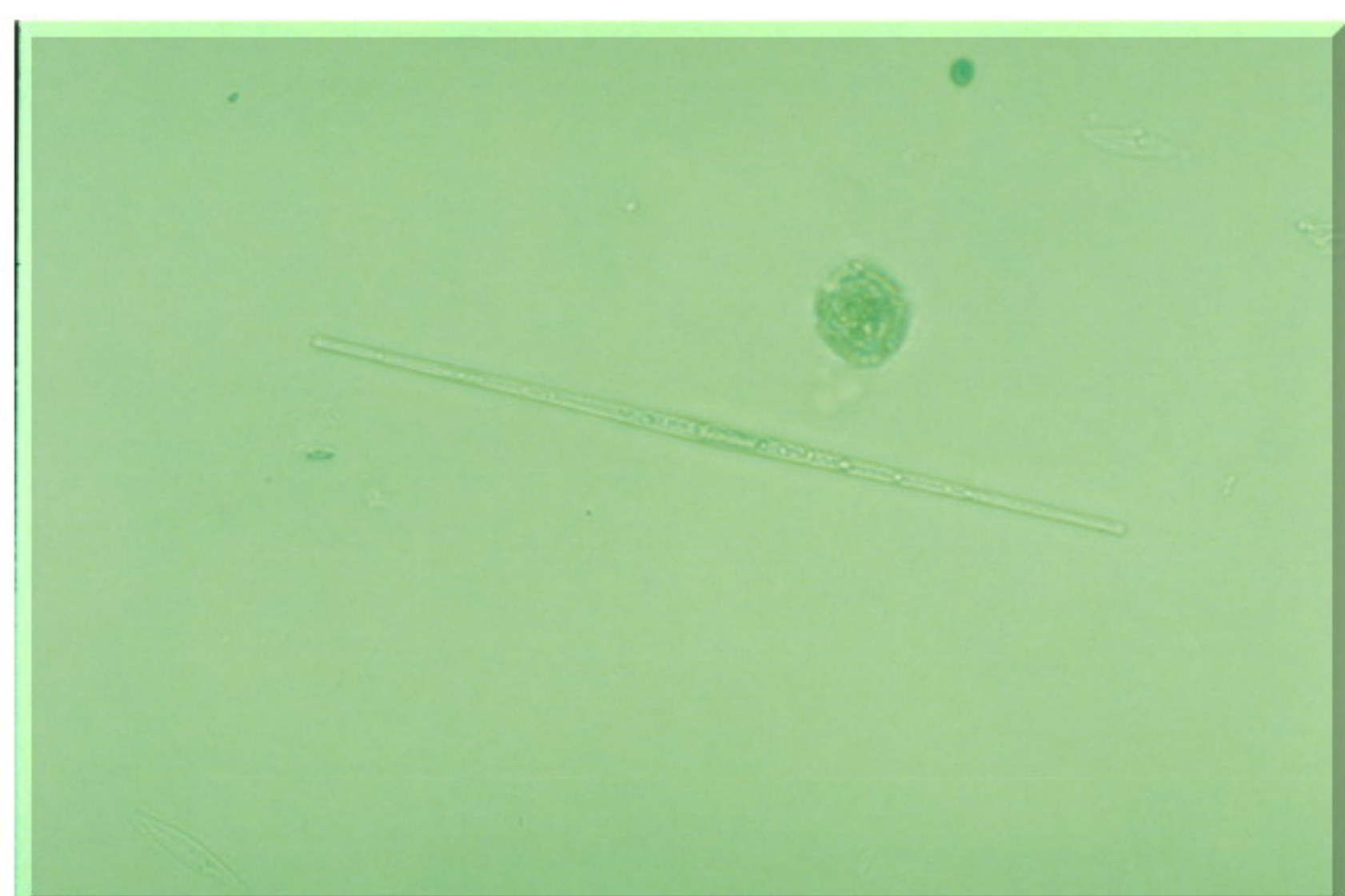
Diat Rhopalodia sp



Diat Synedra acus



Diat Synedra sp.3



Diat Synedra sp.4

Sample cor	12Mmean	12Dmean	11Smean	11Mmean	11Dmean	5Smean	5Mmean	5Dmean
Zoo Ab	2,75	3,325	0,585	0,726667	0,875	0,4	0,525	1,15
Phyt Ab	3365	1181,5	2853,5	3628,233	3709,75	1384,5	1986	1558,5
Cyan cap/ε	897,5	67,5	355,5	395,33	530,5	96,5	184	204,5
Cyan F/ab	10,5	7	27	22,33	26	13	2,5	4,5
Diat C/ab	1970	473,5	1966	2652,67	2105	875,5	1078	1054
Diat P/ab	8	46,5	31,5	80,67	38	46	37	15,5
chl-var ab	170	313	18,5	19	52,5	135	231	90,5
Chl Conj/at	0,5	227,5	0	8,33	0	6,5	0,5	0,5
Crypt/ab	162,5	21	41,5	67	105,5	91	273,5	42
Dino/ab	48,5	14	2,5	4,5	3,5	1,25	1,5	1,5
others ab	0	1,5	0	0,067	0,25	1,75	0,5	1,5
Zoo biom	28,338	43,575	44,725	39,542	6,85	7,025	6,825	253,75
Phyt biom	2197,15	1691,105	364,605	1000,83	703,795	580,25	1578,83	394,9275
Cyan Caps	2,24	0,16875	0,8885	0,99	1,32625	0,24	0,46	0,51125
Cyan Filarr	2,625	1,75	6,75	5,58	6,5	3,25	0,625	1,125
Diat Centr l	166,256	25,24303	239,22	313,36	181,7695	62,853	66,84678	98,82308
Diat Penn t	14,98	15,81	6,325	41,114	15,93263	132,25	9,435	85,44625
Chl-var bio	25	25	0,536	416,67	0	104,96	17,5	20,405
Chl-conj bic	197,37	1080	0	18,19	56,065	156	1155	53,56
Cry biom	146,6	21	5,44	5,695	263,75	77,35	232,475	71,4
Dino biom	1639,66	473,0465	84,035	188,358	140,92	16,78	10,77	35,915
others bion	0,015	48,15	0	0,93	0,965	8,4	0	21

4Smean	4Mmean	4Dmean	3Smean	3Mmean	3Dmean	2Smean	2Mmean	2Dmean
0,15	0,225	0,8	0,9	0,65	2,85	0,875	0	1,075
2814,75	891,75	1350,75	1624,1	3584	3053,3	871,25	560,5	1202
397,5	105	174,5	158	77	91,5	206,5	170,5	154
228,5	37,5	88	87	103,5	44	23	18	19
762,5	429	734,5	1229	3068,5	2621	237	205,5	611
460,5	18,5	56,5	67,5	128	118	16	14	49,5
320,5	196,5	70	31,5	83	77	229,5	90,5	237,5
55,5	1	10,5	4,5	4,5	5,5	7	1,5	25,5
48	2,5	17	0,5	0	7	5	0	0
5,25	3	6	1,5	1	2,5	0,75	4	2
1,5	0,75	0,75	0,35	0,75	0,3	0	0	0
217,45	235,78	19,09	13,125	13,78	17,15	222,85	0	189,36
10610,2	1474,786	1737,47	888,515	995,9628	777,085	1910,025	290,6237	2518,52
0,994	0,2625	0,439	0,395	0,1925	0,229	0,515	0,4265	0,385
57,125	9,375	22	21,75	25,875	11	5,75	4,5	4,75
124,92	35,31957	66,14	80,36808	249,4425	289,03	18,7	26,6375	58,9
7742,455	159,544	115,645	45,41725	546,48	152,28	54,735	2,8	158,75
734,2	31	1089,375	44,90125	113,625	246,5	777,235	45,47	2014,125
1563,7	1082,9	205,985	612	18,21	12,43	836,35	123,684	207,25
48	0	39,6	0,445	0	0,42	6,75	0	0
101,305	137,82	180,025	24,18	20,84	58,7	23,15	36,48	59,3
0,55	2,1	7,2	0,1225	4,7	1,15	0,0215	0	0

1Smean	1Mmean	1Dmean	0Smean	0Mmean
1,75	1,8	0,8	0,6	0,875
391,75	1646	1400	664,7	1649,5
118	231,3333	413	29	545
58,5	27,333333	72,5	117,5	186,5
128	1307	763	257,5	210
20	14,66667	39,5	47,5	54
6	18,333333	27	57	216,5
0	8,833333	4,5	0,5	1
0	1	22	18,5	11,5
1,75	0,833333	2	0,45	0,75
0,5	0,566667	2,5	1,75	0,5
4,3	361,975	99,975	636,895	200,015
153,945	837,77	693,55	901,815	369,0565
0,2965	0,578667	1,0325	0,0715	1,3625
14,625	6,833333	18,125	29,375	46,625
21,125	208,8425	155,5612	39,29	39,9035
73,865	29,83552	20,98125	543,07	21,59
1,1225	356,4333	358,2	164,115	54,695
0	47,471	42,96	31	163,2
0	0,906667	47,3	38,85	18,055
14,875	35,11889	43,0188	17,18	18,9
0,175	0,309	5,325	16,89	0,55

Sample cor	0Mmean	1Mmean	2Mmean	3Mmean	4Mmean	5Mmean	6Mmean	7Mmean
Tatm	16	22,7	24,5	30	22	20	13	20
T w	13,86667	17,73333	21,63333	21,4	19,8	18,96667	13,63333	17,16667
pH	7,966667	8,066667	8,033333	8,166667	8,066667	8,033333	7,966667	8,2
D.O	9,966667	10,03333	10,03333	9,266667	10,76667	7,1		11,86667
Sat %	97,33333	108	116,3333	113,6667	124,3333	80,5		122
Lev w	22,5	22	21,9	21	20,5	20,55	23,5	20,6
H	449,5	17,3	0	0	27	0	142,8	56
s_h	142,4	297	325,3	327,45	214,36	218,3	166,33	264,21
P-PO4		0,073333	0,065	0,0475	0,0325	0,0425	0,055	0,0775
Si-SiO2		11,97	25,875	16,02	19,08	14,49	43,605	7,155
N-N03		36,58778	26,21768	18,15013	23,9327	21,6154	35,80568	28,1707
N-NO2		0,469	0,0735	0,0525	0,084	0,168	0,2835	0,294
N-NH4		4,964267	0,8512	0,9024	0,4672	0,7584	0,8352	1,5936
DIN		42,02105	27,14238	19,10503	24,4839	22,5418	36,92438	30,0583
N/P		865,854	425,9332	592,4174	877,6044	508,4819	921,867	429,4193
Si/P		362,8742	400,2	463,7571	731,5	340	1210,553	98,78571
POC		219	111	501	169,5	129	358,5	139,5
Chl a		0,429399	0,406031	0,950828	1,55916	0,802578	0,730466	0,655367
Phaeop.		0,155763	0,255988	0,69814	0,488641	0,335609	1,407142	0,467696
CPE		0,585162	0,662019	1,648968	2,047801	1,138187	2,137608	1,123063

8Mmean	9Mmean	10Mmean	11Mmean	12Mmean
27	23	21	18,5	25
20,66667	18,66667	20,46667	14,26667	
8,2	8,266667	7,766667	7,866667	
12,86667				
142,6667				
19	18,5	19,2	20,9	
21	0	95	70	0
313,21	284,42	243,35		
0,0475	0,06	0,053333		
23,445	33,03	55,8		
17,55808	16,80892	12,86537		
0,2415	0,245	0,552667		
1,0048	2,199253	14,58907		
18,80438	19,25317	28,00833		
568,7354	290,4576	276,9388		
760,7571	557,4182	970,8701		
526,5	288	415		
0,955765	1,834588	1,489171		
0,675428	0,350503	1,41596		
1,631193	2,185091	2,905131		

Spring stat

Sample code	Tatm	T w	pH	D.O	Sat %	Lev w	H	s_h	P-PO4	Si-SiO2	N-N03	N-NO2	N-NH4	DIN	N/P	Si/P	POC	Chl a	Phaeop	CPE	Sample
0S0	16	15	7,85			22,5	449,5	142,4													0S0
0S7	16	13,8	7,8	10,4	100	22,5	449,5	142,4													0S7
0Sm	16	13,4	7,8	10,5	100	22,5	449,5	142,4													0Sm
0Smean	16	14,07	7,817	10,5	100	22,5	449,5	142,4													0Smean
1S0	22,7	21	8,3	9,3	108	22	17,3	297													1S0
1S7	22,7	18,1	8	9,6	104	22	17,3	297	0,065	5,67	30,17	0,504	2,7136	33,39	464,2	87,23	117	0,068	0,023	0,091	1S7
1Sm	22,7	17	8	10,7	112	22	17,3	297	0,06	24,66	36,71	0,231	0,3968	37,33	611,8	411	105	0,25	0,0596	0,31	1Sm
1Smean	22,7	18,7	8,1	9,87	108	22	17,3	297	0,0625	15,165	33,44	0,368	1,5552	35,36	538	249,1	111	0,159	0,0413	0,2	1Smean
2S0	24,5	25	8,2	9,4	116	21,9	0	325,3	0,06	18,54	29,57	0,084	1,472	31,13	492,8	309	144	0,2838	0,078	0,362	2S0
2S7	24,5	23	7,4	9,6	99	21,9	0	325,3													2S7
2Smax	24,5	18,9	7,5	8,8	117	21,9	0	325,3	0,05	24,48	42,24	0,042	0,3328	42,61	844,7	489,6	114	2,1399	1,284	3,424	2Smax
2Smean	24,5	22,3	7,7	9,27	110,67	21,9	0	325,3	0,055	21,51	35,9	0,063	0,9024	36,87	668,8	399,3	129	1,2119	0,681	1,893	2Smean
3S0	30	25	8,25	9,5	113	21	0	327,45	0,02	10,17	26	0,084	0,672	26,75	1300	508,5	78	0,3716	0,1198	0,491	3S0
3S7	30	16	7,7	8,5	95	21	0	327,45													3S7
3Sm	30	15,3	7,6			21	0	327,45													3Sm
3Smean	30	18,77	7,85	9	104	21	0	327,45													3Smean
4S0	22	24,5	8,2	9,3	114	20,5	27	214,36	0,025	9,63	23,44	0,042	1,0592	24,54	937,4	385,2	189	0,6024	0,0768	0,679	4S0
4S7	22	16,5	7,4	9,5	98	20,5	27	214,36													4S7
4Sm	22	16,2	7,6	9,8	117	20,5	27	214,36	0,265	8,19	42,21	0,042	1,296	43,55	159,3	30,91	786	13,636	7,4593	21,1	4Sm
4Smean	22	19,07	7,733	9,53	109,67	20,5	27	214,36	0,145	8,91	32,82	0,042	1,1776	34,04	548,3	208,1	487,5	7,1193	3,768	10,89	4Smean
5S0	20	19,8	8,25			20,55	0	218,3	0,075	4,5	24,92	0,273	5,3792	30,57	332,2	60	147	0,4602	0,2059	0,666	5S0
5S7	20	15	7,7			20,55	0	218,3													5S7
5Sm	20	15,2	7,5			20,55	0	218,3	0,09	17,37	34,3	0,21	1,0144	35,52	381,1	193	24	0,3087	0,31	0,619	5Sm
5Smean	20	16,67	7,817			20,55	0	218,3	0,0825	10,935	29,61	0,242	3,1968	33,05	356,7	126,5	85,5	0,3845	0,2579	0,642	5Smean
6S0	13	13,6	7,9			23,5	142,8	166,33	0,02	40,59	41,87	0,294	0,2304	42,4	2094	2030	105	0,2609	0,3007	0,562	6S0
6S7	13	14	7,8			23,5	142,8	166,33													6S7
6Sm	13	14,6	8			23,5	142,8	166,33	0,03	39,06	37,75	0,525	0,5376	38,81	1258	1302	195	0,4581	0,3414	0,8	6Sm
6Smean	13	14,07	7,9			23,5	142,8	166,33	0,025	39,825	39,81	0,41	0,384	40,6	1676	1666	150	0,3595	0,3211	0,681	6Smean
7S0	20	20,6	8,3	10,5	112	20,6	56	264,21	0,685	7,47	23,92	0,504	1,2	25,63	34,92	10,91	171	0,5436	0,0526	0,596	7S0
7S7	20	14,3	7,5	11,5	113	20,6	56	264,21													7S7
7Sm	20	14,4	7,6	10,8	103	20,6	56	264,21	0,935	9,54	34,4	0,21	2,5888	37,2	36,79	10,2	60	0,4574	0,2673	0,725	7Sm
7Smean	20	16,43	7,8	10,9	109,33	20,6	56	264,21	0,81	8,505	29,16	0,357	1,8944	31,41	35,86	10,55	115,5	0,5005	0,16	0,66	7Smean

Spring stat

Zoo Ab	Cla Ab	Cop Ab	Rot Ab	Ins Ab	Phyt Ab	Zyg ab	Cerat+Peric	Zoo biom	Clad bior	Cop Bio	Rot bior	Ins biom	Phyt biom	Zyg biom	Cerat+ Peric	Sample code
																0S0
																0S7
																0Sm
																0Smean
																1S0
																1S7
																1Sm
16,1	6,9	9,2	0	0	4625	4625	0	7,583	4,21	3,37	0	0	402,38	402,38	0	1Smean
																2S0
																2S7
																2Smax
																2Smean
																3S0
																3S7
																3Sm
																3Smean
																4S0
																4S7
																4Sm
33,6	6,2	8,1	18,9	0,4	14104,6	13870	234,6	14,93	3,78	2,971	6,581	1,6	1213,98	1206,7	7,27	4Smean
																5S0
																5S7
																5Sm
4,3	0,4	0,8	2,3	0,8	5464	5415	49	4,54	0,244	0,29	0,8	3,2	472,62	471,1	1,52	5Smean
																6S0
																6S7
																6Sm
29,3	0	8,5	20,4	0,4	1359,3	1350	9,3	11,82	0	3,12	7,1	1,6	117,7943	117,5	0,29	6Smean
																7S0
																7S7
																7Sm
15,4	1,93	1,93	10	1,54	10916,5	10594	322,5	11,53	1,18	0,71	3,48	6,16	932,3831	921,68	10,7	7Smean

Spring stat

Zoo biom	Phyt biom	Cyan Caps bic	Cyan Filamb	Diat Centr b	Diat Penn bic	Chl-var biom	Chl-conj bior	Cry biom	Dino biom	others bior	Sample code	Zoo Ab
605,56	459,75	0,06	19,5	34,93	171	158	0	35,7	15,21	14,48	0S0	0,4
											0S7	
668,23	1325,9	0,083	39,25	43,65	915,14	170,23	62	42	19,15	19,3	0Sm	0,8
636,895	892,825	0,0715	29,375	39,29	543,07	164,115	31	38,85	17,18	16,89	0Smean	0,6
											1S0	
4,4	167,508097	0,293	19	22,25	88,33	0,825	0	0	18	0,35	1S7	2
4,2	112,517692	0,3	10,25	20	59,4	1,42	0	0	11,75	0	1Sm	1,5
4,3	140,012895	0,2965	14,625	21,125	73,865	1,1225	0	0	14,875	0,175	1Smean	1,75
337,7	434,222168	0,47	3,5	30,1	21,17	224,12	39	8,4	28,5	0,043	2S0	1,65
											2S7	
108	3170	0,56	8	7,3	88,3	1330,35	1633,7	5,1	17,8	0	2Smax	0,1
222,85	1802,11108	0,515	5,75	18,7	54,735	777,235	836,35	6,75	23,15	0,0215	2Smean	0,875
8,75	236,7	0,35	19,75	96,65	40,37	11,4	0	0	16,3	0,07	3S0	0,6
											3S7	
17,5	1540,33	0,44	23,75	64,08617	50,4645	78,4025	1224	0,89	32,06	0,175	3Sm	1,2
13,125	888,515	0,395	21,75	80,368085	45,41725	44,90125	612	0,445	24,18	0,1225	3Smean	0,9
0,7	2153,1	1,24	29	116,49	147,07	788,9	864,5	6	188,66	0,8	4S0	0
											4S7	
434,2	18632,2	0,748	85,25	133,35	15337,84	679,5	2262,9	90	13,95	0,3	4Sm	0,3
217,45	10392,65	0,994	57,125	124,92	7742,455	734,2	1563,7	48	101,305	0,55	4Smean	0,15
9,35	511,96	0,34	1,5	114,576	34,5	136,06	24	125,8	26,85	12	5S0	0,6
											5S7	
4,7	648,54	0,14	5	11,13	230	73,86	288	28,9	6,71	4,8	5Sm	0,2
7,025	580,25	0,24	3,25	62,853	132,25	104,96	156	77,35	16,78	8,4	5Smean	0,4
											6S0	
											6S7	
											6Sm	
											6Smean	
											7S0	
											7S7	
											7Sm	
											7Smean	

Spring stat

sample code	Tatm	T w	pH	D.O	Sat %	Lev w	H	s_h	P-PO	Si-SiO	N-N0	N-NC	N-NH4	DIN	N/P	Si/P	POC	Chl a	Phaeo	CPE	le code
0S0	16	15	7,85			22,5	450	142													0S0
0S7	16	14	7,8	10	100	22,5	450	142													0S7
0Sm	16	13	7,8	11	100	22,5	450	142													0Sm
1S0	22,7	21	8,3	9,3	108	22	17	297													1S0
1S7	22,7	18	8	9,6	104	22	17	297	0,07	5,67	30	0,5	2,714	33	464	87,2	117	0,07	0,02	0,09	1S7
1Sm	22,7	17	8	11	112	22	17	297	0,06	24,66	37	0,23	0,397	37	612	411	105	0,25	0,06	0,31	1Sm
2S0	24,5	25	8,2	9,4	116	21,9	0	325	0,06	18,54	30	0,08	1,472	31	493	309	144	0,28	0,08	0,36	2S0
2S7	24,5	23	7,4	9,6	99	21,9	0	325													2S7
2Smax	24,5	19	7,5	8,8	117	21,9	0	325	0,05	24,48	42	0,04	0,333	43	845	490	114	2,14	1,28	3,42	2Smax
3S0	30	25	8,25	9,5	113	21	0	327	0,02	10,17	26	0,08	0,672	27	###	509	78	0,37	0,12	0,49	3S0
3S7	30	16	7,7	8,5	95	21	0	327													3S7
3Sm	30	15	7,6			21	0	327													3Sm
4S0	22	25	8,2	9,3	114	20,5	27	214	0,03	9,63	23	0,04	1,059	25	937	385	189	0,6	0,08	0,68	4S0
4S7	22	17	7,4	9,5	98	20,5	27	214													4S7
4Sm	22	16	7,6	9,8	117	20,5	27	214	0,27	8,19	42	0,04	1,296	44	159	30,9	786	13,6	7,46	21,1	4Sm
5S0	20	20	8,25			20,6	0	218	0,08	4,5	25	0,27	5,379	31	332	60	147	0,46	0,21	0,67	5S0
5S7	20	15	7,7			20,6	0	218													5S7
5Sm	20	15	7,5			20,6	0	218	0,09	17,37	34	0,21	1,014	36	381	193	24	0,31	0,31	0,62	5Sm
6S0	13	14	7,9			23,5	143	166	0,02	40,59	42	0,29	0,23	42	###	2030	105	0,26	0,3	0,56	6S0
6S7	13	14	7,8			23,5	143	166													6S7
6Sm	13	15	8			23,5	143	166	0,03	39,06	38	0,53	0,538	39	###	1302	195	0,46	0,34	0,8	6Sm
7S0	20	21	8,3	11	112	20,6	56	264	0,69	7,47	24	0,5	1,2	26	35	10,9	171	0,54	0,05	0,6	7S0
7S7	20	14	7,5	12	113	20,6	56	264													7S7
7Sm	20	14	7,6	11	103	20,6	56	264	0,94	9,54	34	0,21	2,589	37	37	10,2	60	0,46	0,27	0,72	7Sm
8S0	27	26	8,5	10	125	19	21	313	0,03	20,52	20	0,36	1,459	21	654	684	165	0,37	0,05	0,42	8S0
8S7	27	16	7,6	10	110	19	21	313													8S7
8Sm	27	17	7,7	2,8	65	19	21	313													8Sm
9S0	23	22	8,4			18,5	0	284	0,06	16,65	18	0,34	1,621	20	302	278	153	0,65	0,16	0,81	9S0
9S7	23	15	7,8			18,5	0	284													9S7
9Sm	23	16	7,8			18,5	0	284	0,08	9,18	25	0,21	1,148	27	318	115	48	0,41	0,28	0,68	9Sm

Spring stat

Zoo Ab	Cla Ab	Cop Ab	Rot	Ins Ab	Phyt A	Zyg al	Cerat+P	Zoo bic	Clad bi	Cop B	Rot bic	Ins bio	Phyt bi	Zyg bi	Cerat+ P	Sample code
																0S0
																0S7
																0Sm
																1S0
																1S7
																1Sm
																2S0
																2S7
																2Smax
																3S0
																3S7
																3Sm
																4S0
																4S7
																4Sm
																5S0
																5S7
																5Sm
																6S0
																6S7
																6Sm
																7S0
																7S7
																7Sm
																8S0
																8S7
																8Sm
																9S0
																9S7
																9Sm

Spring stat

Zoo biom	Phyt bion	Cyan Caps	Cyan Fila	Diat Cen	Diat Penn	Chl-var bi	Chl-conj k	Cry biom	Dino bion	others	sample code	Zoo Ab
605,56	459,75	0,06	19,5	34,93	171	158	0	35,7	15,21	14,48	0S0	0,4
											0S7	
668,23	1343,88	0,083	39,25	43,65	915,14	170,23	62	42	19,15	19,3	0Sm	0,8
											1S0	
4,4	185,97	0,293	19	22,25	88,33	0,825	0	0	18	0,35	1S7	2
4,2	121,92	0,3	10,25	20	59,4	1,42	0	0	11,75	0	1Sm	1,5
337,7	515,9	0,47	3,5	30,1	21,17	224,12	39	8,4	28,5	0,043	2S0	1,65
											2S7	
108	3304,15	0,56	8	7,3	88,3	1330,35	1633,7	5,1	17,8	0	2Smax	0,1
8,75	288,8	0,35	19,75	96,65	40,37	11,4	0	0	16,3	0,07	3S0	0,6
											3S7	
17,5	1540,33	0,44	23,75	64,086	50,4645	78,4025	1224	0,89	32,06	0,175	3Sm	1,2
0,7	2219,9	1,24	29	116,49	147,07	788,9	864,5	6	188,66	0,8	4S0	0
											4S7	
434,2	19000,5	0,748	85,25	133,35	15337,84	679,5	2262,9	90	13,95	0,3	4Sm	0,3
9,35	511,96	0,34	1,5	114,576	34,5	136,06	24	125,8	26,85	12	5S0	0,6
											5S7	
4,7	648,54	0,14	5	11,13	230	73,86	288	28,9	6,71	4,8	5Sm	0,2
											6S0	
											6S7	
											6Sm	
											7S0	
											7S7	
											7Sm	
											8S0	
											8S7	
											8Sm	
											9S0	
											9S7	
											9Sm	

Spring stat

10S0	21	19	8			19,2	95	243	0,03	36,27	18	0,53	2,381	21	723	1451	132	0,67	0,26	0,93	10S0								
10S7	21	21	7,4			19,2	95	243														10S7							
10Sm	21	16	7,4			19,2	95	243	0,03	16,83	43	0,21	1,357	45	###	561	66	0,62	0,43	1,05	10Sm								
11S0	18,5	15	7,4			20,9	16	166														11S0							
11S7	18,5	15	7,7			20,9	16	166														11S7							
11Sm	18,5	15	7,8			20,9	16	166														11Sm							
12S0	25					20	0	338														12S0							
12S7	25					20	0	338														12S7							
12Sm	25					20	0	338														12Sm							
average									0,14	17,74	31	0,26	1,492	32	688	495	156	1,25	0,65	1,91									
stdev									0,25	11,39	8,7	0,17	1,213	8,2	545	560	165	3,12	1,72	4,84									
									<i>P-PO</i>	<i>Si-SiO</i>	<i>N-N0</i>	<i>N-NC</i>	<i>N-NH4</i>	<i>DIN</i>	<i>N/P</i>	<i>Si/P</i>	<i>POC</i>	<i>Chl a</i>	<i>Phae</i>	<i>CPE</i>									
Station									Parameters																				Station
and date	T mean				in p	%	Water	Rainf	Sunsh	Abiotic			Nutrient			Ratic	Patio	Si/P					and dat						
	Atmosph	Wat	Acidit	Diss	Oxyge	Water	level (m)	Phosp	Silicon		Total Inorganic N			Partic	Chloro	Phaeophytin	Biotic												
								µM	µM	µM	µM	µM									Total chloroph								
sample code	Tatm	T w	pH	D.O	Sat %	Lev w	H	s_h	P-PO	Si-SiO	N-N0	N-NC	N-NH4	DIN	N/P	Si/P	POC	Chl a	Phae	CPE	le code								
0Smean	16	14	7,82	10	100	22,5	450	142														0Smean							
1Smean	22,7	19	8,1	9,9	108	22	17	297	0,06	15,17	33	0,37	1,555	35	538	249	111	0,16	0,04	0,2	1Smean								
2Smean	24,5	22	7,7	9,3	111	21,9	0	325	0,06	21,51	36	0,06	0,902	37	669	399	129	1,21	0,68	1,89	2Smean								
3Smean	30	19	7,85	9	104	21	0	327														3Smean							
4Smean	22	19	7,73	9,5	110	20,5	27	214	0,15	8,91	33	0,04	1,178	34	548	208	488	7,12	3,77	10,9	4Smean								
5Smean	20	17	7,82			20,6	0	218	0,08	10,94	30	0,24	3,197	33	357	127	85,5	0,38	0,26	0,64	5Smean								
6Smean	13	14	7,9			23,5	143	166	0,03	39,83	40	0,41	0,384	41	###	1666	150	0,36	0,32	0,68	6Smean								
7Smean	20	16	7,8	11	109	20,6	56	264	0,81	8,505	29	0,36	1,894	31	36	10,6	116	0,5	0,16	0,66	7Smean								
8Smean	27	20	7,93	7,6	99,8	19	21	313														8Smean							
9Smean	23	18	8			18,5	0	284	0,07	12,92	22	0,27	1,384	23	310	196	101	0,53	0,22	0,75	9Smean								
10Smean	21	19	7,6			19,2	95	243	0,03	16,83	43	0,21	1,357	45	###	561	66	0,62	0,43	1,05	10Smea								

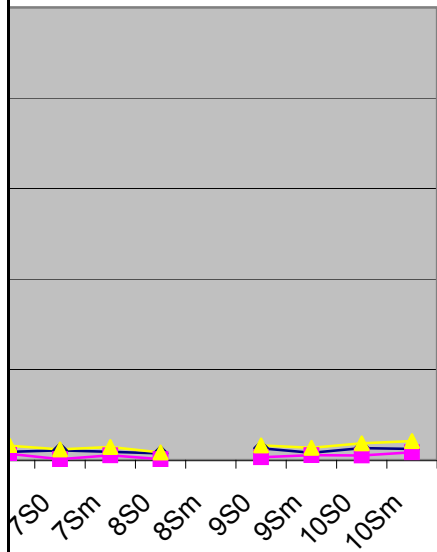
Spring stat

												10S0		
												10S7		
												10Sm		
3,6	194,25	0,327	5	84,15	9,1	0,112	0	4,25	64,67	0		11S0	0,57	
												11S7		
85,85	534,96	1,45	8,5	394,29	3,55	0,96	0	6,63	103,4	0		11Sm	0,6	
												12S0		
												12S7		
												12Sm		
163,767143	2205,06	0,485786	19,8036	83,7823	1228,302	261,01	457,0071	25,26214	40,215	3,737			0,7514	
241,773367	4919,26	0,409018	21,7676	98,958	4067,634	395,6074	744,2154	38,29065	49,82139	6,5314			0,6109	
Zoo biom	Phyt biom	Cyan Caps	Cyan Fila	Diat Cen	Diat Penn	Chl-var bi	Chl-conj l	Cry biom	Dino biom	others biom	sample code	Zoo Ab		
		Phytopl groups by bottle											Station	
		Cyanophyta		Diatoms		Chlorophyta		Cryptophy	Dinophytes			and date	total zo	
Zoo biom	Phyt biom	Cyan Caps	Cyan Fila	Diat Cen	Diat Penn	Chl-var bi	Chl-conj l	Cry biom	Dino biom	others biom	sample code	Zoo Ab		
636,895	892,825	0,0715	29,375	39,29	543,07	164,115	31	38,85	17,18	16,89		0Smean	0,6	
4,3	140,013	0,2965	14,625	21,125	73,865	1,1225	0	0	14,875	0,175		1Smean	1,75	
222,85	1802,11	0,515	5,75	18,7	54,735	777,235	836,35	6,75	23,15	0,0215		2Smean	0,875	
13,125	888,515	0,395	21,75	80,3681	45,41725	44,90125	612	0,445	24,18	0,1225		3Smean	0,9	
217,45	10392,7	0,994	57,125	124,92	7742,455	734,2	1563,7	48	101,305	0,55		4Smean	0,15	
7,025	580,25	0,24	3,25	62,853	132,25	104,96	156	77,35	16,78	8,4		5Smean	0,4	
												6Smean		
												7Smean		
												8Smean		
												9Smean		
												10Smean		

Spring stat

an																	11Smean
an																	12Smean
15,97	2,704	4,4657	8,1	0,67	7338	7235	102,44	8,799	1,65	1,637	2,832	2,68	632,76	629,5	3,27629	#DIV/0!	
11,67	2,915	3,9079	8,5	0,53	4951	4880	128,02	4,281	1,778	1,434	2,954	2,121	426,78	424,5	4,17251	#DIV/0!	

στις Πηγές

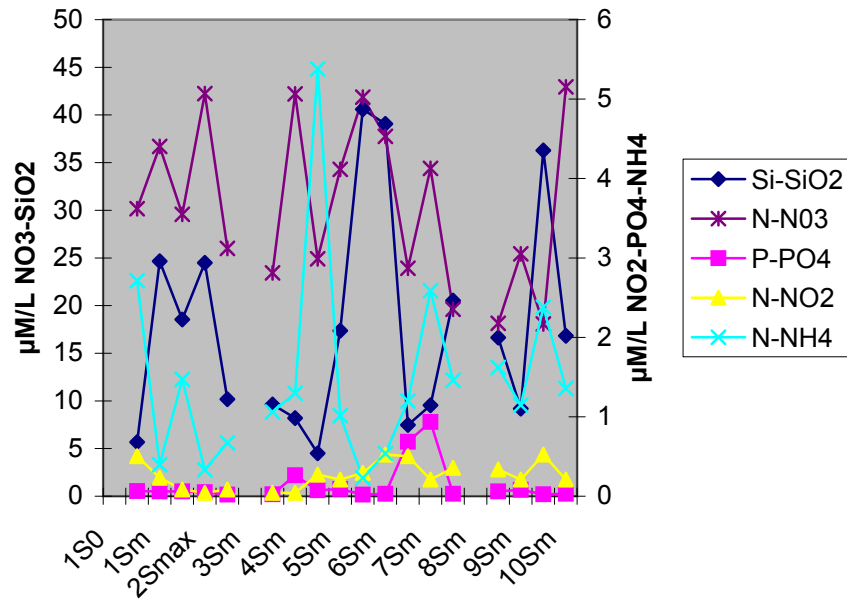


004

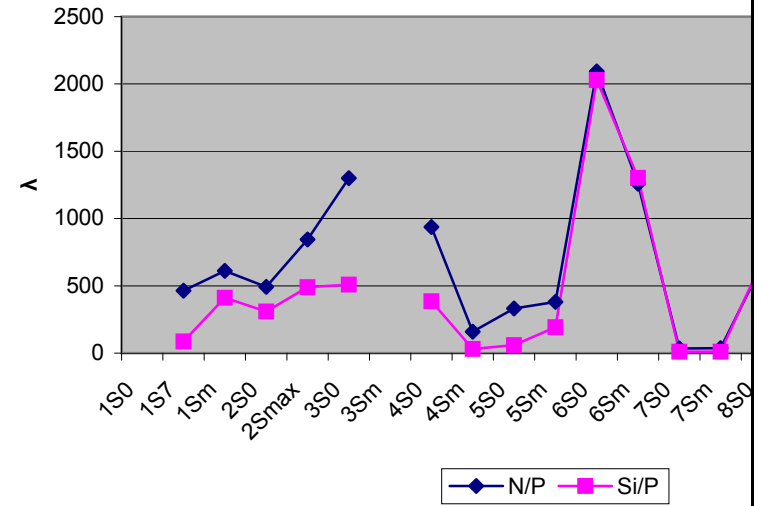
▲ CPE

11S7
11Sm

Συγκεντρώσεις θρεπτικών στη θέση Π(S)



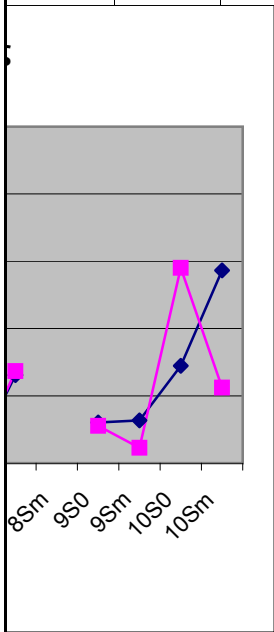
Μεταβολή λόγων θρεπτικών στις Πηγές



POC σταθμός Πηγών



Spring stat



Spring stat

