

**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ν. ΜΟΥΔΑΝΙΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ ΚΑΙ
ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΒΑΛΑΒΑΝΗΣ

**ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΑΡΙΝΗ –
ΘΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟ, ΣΤΟ ΑΛΙΕΥΤΙΚΟ ΚΑΤΑΦΥΓΙΟ ΤΩΝ Ν.
ΜΟΥΔΑΝΙΩΝ, ΧΑΛΚΙΔΙΚΗ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΕΛΙΣΑΒΕΤ ΒΑΡΔΑΚΑ

ΝΕΑ ΜΟΥΔΑΝΙΑ (2008)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	2
1.1 ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟ.....	2
1.1.1 Γενικά.....	2
1.1.2 Διάτομα.....	3
1.1.3 Δινοφύκη.....	4
1.2 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	5
1.2.1 Γενικά γνωρίσματα του αλιευτικού καταφυγίου των Ν. Μουδανιών.....	5
1.3 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	6
2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	7
2.1 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ ΠΕΔΙΟΥ.....	7
2.1.1 Συλλογή δειγμάτων.....	7
2.1.2 Χρονική περίοδος και συχνότητα δειγματοληψιών.....	7
2.1.3 Αβιοτικές συνθήκες περιοχής μελέτης.....	7
2.1.4 Συλλογή δειγμάτων.....	9
2.1.5 Μέτρηση θερμοκρασίας νερού.....	10
2.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ.....	10
2.2.1 Ποιοτική ανάλυση του φυτοπλαγκτού διχτυού.....	10
2.2.2 Ποσοτική ανάλυση του φυτοπλαγκτού.....	10
2.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ.....	11
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	12
3.1 ΦΥΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ.....	12
3.1.1 Θερμοκρασία νερού.....	12
3.2 ΣΥΝΘΕΣΗ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΥ.....	13
3.3 ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ ΤΩΝ ΤΑΧΑ.....	19
3.3.1 Συνολικός αριθμός γενών.....	19
3.3.2 Διάτομα.....	19
3.3.3 Δινοφύκη.....	20
3.3.4 Εν δυνάμει τοξικά.....	21
3.4 ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΥ.....	22

3.5 ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΤΙΚΩΝ ΧΡΩΣΤΙΚΩΝ...	25
3.6 ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ...	28
3.7 ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΦΑΣΕΙΣ.....	30
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	33
4.1 ΣΥΝΘΕΣΗ ΓΕΝΩΝ.....	33
4.1.1 Διάτομα.....	33
4.1.2 Δινοφύκη.....	34
4.1.3 Εν δυνάμει τοξικά γένη.....	34
4.2 ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ.....	35
4.2.1 Φωτοσυνθετικές χρωστικές	35
4.2.2 Αριθμός γενών	36
4.2.3 Σύνθεση γενών- χρονικές φάσεις.....	37
5. ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	39
6. SUMMARY.....	40
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	41
7.1 Ξενόγλωσση βιβλιογραφία.....	41
7.2 Ελληνική βιβλιογραφία.....	43

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε κατά τα ακαδημαϊκά έτη 2006-2008 στο Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας και Υδατοκαλλιεργειών και αφορά το αλιευτικό καταφύγιο των Ν. Μουδανιών.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ολόψυχα την επιβλέπουσα μου, καθηγήτρια κ. Βαρδάκα Ελισάβετ για την πολύτιμη βοήθεια που μου πρόσφερε στην αναγνώριση και ταυτοποίηση των φυτοπλαγκτικών οργανισμών καθώς επίσης και για την καθοδήγηση, την υπομονή και τις συμβουλές της, που βοήθησαν στην διεκπεραίωση της πτυχιακής μου. Θα ήταν σοβαρή παράβλεψη να μην ευχαριστήσω την κ. Ταυλαρίδου Μαρία για τη αμέριστη βοήθεια της και την υπομονή της καθ' όλη τη διάρκεια της ολοκλήρωσης της πτυχιακής.

Σημειωτέον είναι ότι ο τεχνολογικός εξοπλισμός που μου πρόσφερε το ΤΕΙ έπαιξε καταλυτικό ρόλο στην ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας, χωρίς τον οποίο θα ήταν αδύνατη η πραγματοποίησή της.

Τέλος θα ήθελα να αφιερώσω την πτυχιακή μου εργασία στους γονείς μου και στον αδερφό μου και να τους ευχαριστήσω για την στήριξη που μου προσέφεραν όλα αυτά τα χρόνια.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1.ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟ

1.1.1 Γενικά

Η πρώτη χρήση του όρου «πλαγκτό» έγινε από το Γερμανό Victor Hensen, ο οποίος κατά το δεύτερο μισό του 19^{ου} αιώνα άρχισε μια σειρά εξερευνήσεων για να καταγράψει τη σύνθεση την αφθονία και κατανομή των μικροσκοπικών οργανισμών στα ανοιχτά των ωκεανών. Είναι παράγωγο της ελληνικής λέξης «πλανάω» η οποία έχει την ίδια ετυμολογική ρίζα με τη λέξη πλανήτης (Μουστάκα – Γούνη 1997, Tait & Dipper 1998).

Το θαλάσσιο πλαγκτό είναι μια δυναμική κοινωνία που αποτελείται από ποικίλους μονοκύτταρους και πολυκύτταρους οργανισμούς οι οποίοι μπορούν να ταξινομηθούν σύμφωνα με τις διατροφικές τους διαφορές στις παρακάτω κατηγορίες: **φυτοπλαγκτόν** (μονοκύτταρα φωτοαυτότροφα φύκη), **ζωοπλαγκτόν** (ετερότροφα πρωτόζωα και μετάζωα), και **βακτηριοπλαγκτό** (προκαρυωτικά). Στις παραπάνω κατηγορίες προστέθηκαν πρόσφατα οι **μύκητες** και οι **ιοί** (Larink & Westheide 2006).

Οι διαστάσεις των οργανισμών του φυτοπλαγκτού σπάνια ξεπερνούν τα 70 εκατομμυριοστά του μέτρου (μm). Οι περισσότεροι έχουν μέγεθος γύρω στα 5 μm. Για να τους συλλέξουμε χρειαζόμαστε ειδικά δίκτυα πλαγκτού. Εξαιτίας της μεγάλης ποικιλίας των πλαγκτικών οργανισμών ο διαχωρισμός τους σε κατηγορίες ανάλογα με το μέγεθος τους, κρίθηκε αναγκαίος και έτσι καταλήγουμε στις εξής επτά (7) κατηγορίες (Tait & Dipper 1998).

1. το **Φεμτοπλαγκτόν** με οργανισμούς μεγέθους 0.02-0.2 μm (π.χ. ιοί.)
2. το **Πικοπλαγκτόν** με οργανισμούς μεγέθους 0.2-2.0 μm (π.χ. βακτήρια και κυανόφυτα)
3. το **Νανοπλαγκτόν** με οργανισμούς μεγέθους 2.0-20 μm (π.χ. μικρά φωτοτρόφα μαστιγωτά)
4. το **Μικροπλαγκτόν** με οργανισμούς μεγέθους 20-200 μm (π.χ. διάτομα και δινομαστιγωτά)
5. το **Μεσοπλαγκτόν** με οργανισμούς μεγέθους 0.2-20 mm (π.χ. κωπήποδα, πολλές προνύμφες και υδρόζωα)

6. το **Μακροπλαγκτόν** με οργανισμούς μεγέθους 2.0-20cm (π.χ. krill)
7. το **Μεγαπλαγκτόν** με οργανισμούς μεγέθους 0.2-2.0m (π.χ. μεγάλες μέδουσες και θαλάσσια ζώα) (Larink & Westheide 2006).

Από τις παραπάνω εφτά (7) κατηγορίες οι τέσσερις (4) τελευταίες δηλαδή το Μικρο-, Μεσο-, Μακρο- και Μεγαπλαγκτόν χαρακτηρίζονται και ως **πλαγκτό δικτύου** διότι μπορούν να συλληθούν με δίχτυ φυτοπλαγκτού (διάμετρος πόρων >20μm). Οι υπόλοιπες τρεις (3) κατηγορίες δηλαδή το φεμ-, πικο- και νανο-πλαγκτόν εξαιτίας του πολύ μικρού μεγέθους τους δεν μπορούν να συλληθούν με δίχτυα (Tait & Dipper 1998).

Θεωρείται ότι υπάρχουν περίπου 5000 είδη θαλάσσιου φυτοπλαγκτού (Μουστάκα-Γούνη 1997). Οι σημαντικότερες ομάδες με τους περισσότερους αντιπροσώπους στο θαλάσσιο φυτοπλαγκτό είναι το Κυανοφύκη, τα Προχλωρόφυτα, τα Διάτομα, τα Δινοφύκη, τα Κρυπτοφύκη, τα Πυριτιομαστιγωτά, τα Πρυμνεσιοφύκη, τα Ραφιδοφύκη τα Ευγληνοφύκη και τα Πρασσινοφύκη (Μουστάκα-Γούνη 1997). Από τις προαναφερθείσες ταξινομικές ομάδες, οι πληρέστερα μελετημένες είναι αυτές των Διατόμων και των Δινοφυκών (Nybakken 2001).

Από τα 5000 είδη θαλάσσιου φυτοπλαγκτού τα 300 έχουν αναφερθεί ότι μπορούν να αναπτυχθούν μαζικά, να παρουσιάσουν δηλαδή μια πληθυσμιακή έξαρση σε βαθμό που μπορούν να μεταβάλουν τον χρωματισμό των επιφανειακών υδάτων των θαλάσσιων περιοχών (π.χ. ερυθρά παλίρροια). Η μαζική αυτή ανάπτυξη μπορεί να είναι δείγμα ευτροφισμού των νερών. Παρόλα αυτά μόνο για σαράντα (40) από τα είδη αυτά είναι γνωστό ότι μπορούν να παράγουν τοξίνες, οι οποίες μπορεί να προκαλέσουν το θάνατο ζωικών οργανισμών και να καταλήξουν στον άνθρωπο μετά την κατανάλωση αλιευμάτων (Μουστάκα-Γούνη 1997).

1.1.2 Διάτομα (*Bacillariophyceae*)

Τα Διάτομα διαχωρίζονται εύκολα από τα Δινοφύκη γιατί περιβάλλονται από μια μοναδική υαλώδη θήκη και δεν διαθέτουν ευδιάκριτα όργανα μετακίνησης. Κάθε θήκη αποτελείται από δύο θυρίδες που προσαρμόζονται η μια πάνω στην άλλη. Το σώμα του Διατόμου βρίσκεται μέσα στις θυρίδες. Η θήκη αποτελείται από διοξείδιο του πυριτίου το ίδιο στοιχείο που αποτελεί που αποτελεί βασικό συστατικό του γυαλιού. Κάθε θήκη φέρει πολλές διακοσμήσεις, προεξοχές ή διατρήσεις που χαρακτηρίζουν το είδος (Nybakken 2001).

Τα Διάτομα μπορεί να ζουν μεμονωμένα με κάθε άτομο να καταλαμβάνει μια θήκη, ή να σχηματίζουν διαφόρων τύπων αλυσίδες οι οποίες προσθέτουν πολυπλοκότητα στη διακόσμηση που παρατηρείται στις ατομικές θήκες. Οι χλωροπλάστες έχουν ως κύριες φωτοσυνθετικές χρωστικές τη χλωροφύλλη a και c (Nybakken 2001).

Τα Διάτομα διακρίνονται σε δυο (2) τάξεις: τα Centrales και τα Pennales. Τα Centrales όταν παρατηρούνται από την πάνω επίπεδη επιφάνεια παρουσιάζουν κύρια δισκοειδές ή κυλινδρικό σχήμα και έχουν ακτινωτή συμμετρία. Τα Pennales όταν παρατηρούνται από την πάνω επίπεδη επιφάνεια παρουσιάζουν επιμηκυμένο σχήμα κυττάρου και έχουν αμφίπλευρη συμμετρία. Επίσης στις επίπεδες επιφάνειες της θήκης φέρουν μια χαρακτηριστική σχισμή που λέγεται ραφή. Η ραφή ενώνει τους δυο ακραίους πόλους και χωρίζει το κύτταρο σε δυο συμμετρικά μέρη (αμφίπλευρη συμμετρία). Στο κέντρο της ραφής βρίσκεται μια διόγκωση. Παρόμοιες διογκώσεις μικρότερου μεγέθους βρίσκονται στα άκρα της ραφής. Επίσης κατά μήκος της ραφής υπάρχουν σε κανονική διάταξη μικρότεροι πόροι. Δια μέσω των πόρων επιτυγχάνεται η είσοδος αερίων, θρεπτικών στο κύτταρο. Η ραφή φαίνεται να εξυπηρετεί την κίνηση των Διατόμων (Tait & Dipper 1998).

1.1.3 Δινοφύκη (*Dinophyceae*)

Το κύτταρο των Δινοφυκών καλύπτεται από μια ανάγλυφη θήκη από κυτταρίνη που αποτελείται από πολυγωνικές πλάκες. Σε κάθε κύτταρο υπάρχει μια εγκάρσια αύλακα η οποία χωρίζει το κύτταρο μορφολογικά σε δυο μέρη: την επιθήκη και την υποθήκη. Διαθέτουν δυο μαστίγια: ένα εγκάρσιο και ένα επιμήκες (*Dinoflagellates*). Το εγκάρσιο μαστίγιο κινείται περιφερειακά ενώ το επιμήκες κινείται κατά μήκος του κύτταρου. Ορισμένα είδη διαθέτουν οφθαλμική κηλίδα (στίγμα) ερυθρού χρώματος και παρουσιάζουν θετικό ή αρνητικό φωτοτακτισμό. Οι χλωροπλάστες έχουν ως κύριες φωτοσυνθετικές χρωστικές τη χλωροφύλλη a και c (Nybakken 2001).

Τα Δινοφύκη είναι συνήθως, μικροοργανισμοί που ζουν ως μονήρη, σπάνια δε σχηματίζουν αλυσίδες. Αναπαράγονται με απλή διαίρεση, όπως και τα Διάτομα. Σ' αυτή τη περίπτωση κάθε θυγατρικό κύτταρο κρατά το μισό από το αρχικό κάλυμμα από κυτταρίνη και σχηματίζει ένα νέο τμήμα που αντικαθιστά το μισό που του λείπει, χωρίς να παρατηρείται σμίκρυνση του μεγέθους του. Επομένως οι διαδοχικές γενεές

δεν παρουσιάζουν μεταβολή στο μέγεθος. Ορισμένα Δινοφύκη είναι επίσης ικανά να παράγουν τοξίνες τις οποίες αποβάλλουν στο θαλασσίνο νερό (Nybakken 2001).

Τα Δινοφύκη συμβιώνουν με ασπόνδυλα ζώα (μέδουσες, κοράλλια, πρωτόζωα), και ανάλογα με το χρώμα των χλωροπλαστών μπορούμε να διακρίνουμε δυο τύπους συμβιωτικών οργανισμών, τις ζωοξανθέλες και τις ζωοχλωρέλλες. Τέλος τα Δινοφύκη ευθύνονται για το φαινόμενο φωσφορισμού του θαλάσσιου νερού κατά τη διάρκεια της νύχτας εξαιτίας των απότομων κινήσεων των κύτταρων ορισμένων Δινοφυκών (π.χ. *Noctiluca*, *Gonyaulax*) (Μουστάκα-Γούνη 1997, Tait & Dipper 1998, Nybakken 2001)

1.2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

1.2.1. Γενικά γνωρίσματα του αλιευτικού καταφυγίου των Ν. Μουδανιών

Το αλιευτικό καταφύγιο των Ν. Μουδανιών βρίσκεται εντός των ορίων του Θερμαϊκού κόλπου (ΝΑ), ο οποίος βρίσκεται στο βορειοδυτικό Αιγαίο Πέλαγος και έχει επιφάνεια 5100 km² (Krestenitis et al. 2003 από Πολυκάρπου 2004). Τα όρια του Θερμαϊκού κόλπου αρχίζουν από το ακρωτήριο Δερματά (Κατερίνη) και φτάνουν έως το ακρωτήριο Ποσειδί (Χαλκιδική). Βόρεια ορειοθετείται από την ακτογραμμή της πόλης της Θεσσαλονίκης, δυτικά από την ακτογραμμή του Ν. Πιερίας, ανατολικά (όπου και βρίσκεται το αλιευτικό καταφύγιο των Ν. Μουδανιών) από την ακτογραμμή της χερσονήσου της Κασσάνδρας και νότια από την ισοβαθή των 200 m.

Ο λιμένας των Ν. Μουδανιών είναι χωροθετημένος στο δυτικό άκρο της πόλης των Ν. Μουδανιών απέχοντας 70 και 150 χιλιόμετρα από τους λιμένες Θεσσαλονίκης και Καβάλας αντίστοιχα. Επίσης είναι το πλησιέστερο στον μητροπολιτικό λιμένα της Θεσσαλονίκης, «οργανωμένο» λιμάνι, ικανό να φιλοξενήσει τόσο εμπορικά όσο και επιβατικά – οχηματαγωγά πλοία, αλλά και αλιευτικά καθώς και τουριστικά σκάφη αναψυχής (Δόβα-Χατζηνικολάου & Χριστόπουλος 2007). Αποτελεί μια πολυσύχναστη λιμενική υποδομή η οποία διαθέτει μια σειρά από εγκαταστάσεις και κοινόχρηστους ειδικούς χώρους. Η είσοδος του λιμανιού βρίσκεται στη δυτική πλευρά όπου διέρχεται η κύρια οδός πρόσβασης προς τις λιμενικές εγκαταστάσεις. Στο δυτικό μέρος του λιμανιού υπάρχει φύλαξη όπου γίνονται οι ανταλλαγές εμπορευμάτων. Το λιμάνι προστατεύεται από ισχυρούς ανέμους καθώς και από ισχυρό κυματισμό.

1.3. ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στην εργασία αυτή μελετήθηκε στο αλιευτικό καταφύγιο των Ν. Μουδανιών, κατά τη διάρκεια της περιόδου Μάρτιος – Ιούλιος του 2006:

α) η χρονική διακύμανση της σύνθεσης του φυτοπλαγκτού διχτυού. Το φυτοπλαγκτό διχτυού μελετήθηκε σε επίπεδο πληθυσμών (γένη) και έγινε έλεγχος παρουσίας εν δυνάμει τοξικών φυτοπλαγκτικών οργανισμών.

β) οι χρονικές μεταβολές της βιομάζας του φυτοπλαγκτού με βάση τον ποσοτικό προσδιορισμό των φωτοσυνθετικών χρωστικών.

γ) η απόκριση της σύνθεσης του φυτοπλαγκτού διχτυού και της βιομάζας του φυτοπλαγκτού στις μεταβολές παραμέτρων του περιβάλλοντος.

Το λιμάνι των Ν. Μουδανιών ως ένα παράκτιο σύστημα παρουσιάζει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, διότι: α) βρίσκεται σε στενή σχέση με την ξηρά και ταυτόχρονα σε συνέχεια με το ανοιχτό πέλαγος, β) είναι μικρού βάθους ώστε η αλληλεπίδραση ατμόσφαιρα – επιφάνεια θάλασσας – επιφάνεια ιζήματος είναι η μεγαλύτερη δυνατή, γ) η επίδραση κλιματικών παραγόντων είναι άμεση, δ) είναι ένα σύστημα όπου η ανθρωπογενής επίδραση είναι μακροσκοπικά εμφανής και ε) είναι μια περιοχή με υψηλή τουριστική δραστηριότητα.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ ΠΕΔΙΟΥ

2.1.1. Συλλογή δειγμάτων

Στο αλιευτικό καταφύγιο των Ν. Μουδανιών επιλέχθηκε ένας σταθμός δειγματοληψίας, Σ1 (Εικόνα1). Ο σταθμός Σ1 βρίσκεται εντός λιμανιού και το μέγιστο βάθος της στήλης του νερού είναι μικρότερο των τεσσάρων (4) μέτρων.



A



B

Εικόνα 1. (Α) Χάρτης της ευρύτερης περιοχής του Ν. Χαλκιδικής όπου σε τετράγωνο πλαίσιο δίνεται η τοποθεσία των Ν. Μουδανιών και (Β) Σταθμός δειγματοληψίας Σ1 (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης).

2.1.2. Χρονική περίοδος και συχνότητα δειγματοληψιών

Για την παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκαν εβδομαδιαίες δειγματοληψίες τη χρονική περίοδο από 16-03-2006 έως 27-07-06. Πραγματοποιήθηκαν συνολικά είκοσι (20) δειγματοληψίες.

2.1.3 Αβιοτικές συνθήκες περιοχής μελέτης

Στον πίνακα 1 περιγράφονται οι συνθήκες της ηλιοφάνειας, ανέμου και κυματισμού κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών για κάθε μια ημερομηνία ξεχωριστά. Η εκτίμηση του κάθε φαινομένου (ηλιοφάνεια, άνεμος, κυματισμός) έγινε με προσωπικές παρατηρήσεις (π.χ. όραση) και η ένταση του περιγράφηκε

ημιποσοτικά σε μια κλίμακα από 0 έως 3. Συγκεκριμένα για τη ηλιοφάνεια οι αριθμοί δηλώνουν: 0 = πολύ πυκνή νέφωση, 1 = πυκνή νέφωση, 2 = αραιή νέφωση, 3 = καθόλου νέφωση. Για τον άνεμο οι αριθμοί δηλώνουν: 0 = άπνοια, 1 = μικρής έντασης άνεμος, 2 = μέτριας έντασης άνεμος, 3 = ισχυρής έντασης άνεμος. Για τον κυματισμό οι αριθμοί δηλώνουν: 0 = καθόλου κυματισμός, 1 = μικρός κυματισμός, 2 = μέτριος κυματισμός και 3 = ισχυρός κυματισμός.

Παρατηρούμε ότι τις ημέρες 18/05/2006, 25/05/2006, 22/06/2006, 29/06/2006 20/07/2006 και 27/06/2006 υπήρχε υψηλή ηλιοφάνεια, άπνοια και καθόλου κυματισμός. Σε αντίθεση με τις ημέρες 16/03/2006, 01/06/2006 και 06/07/2006 όπου παρατηρούμε αραιή νέφωση με μικρής έντασης άνεμο και μικρό κυματισμό (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Αβιοτικές συνθήκες της περιοχής μελέτης.

Ημερομηνία	Ηλιοφάνεια	Άνεμος	Κυματισμός
16/3/2006	2	1	1
23/3/2006	1	1	2
30/3/2006	3	1	0
6/4/2006	1	2	1
13/4/2006	3	1	1
18/4/2006	2	0	0
28/4/2006	3	1	1
4/5/2006	3	2	2
11/5/2006	3	1	1
18/5/2006	3	0	0
25/5/2006	3	0	0
1/6/2006	2	1	1
8/6/2006	2	2	1
15/6/2006	3	1	1
22/6/2006	3	0	0
29/6/2006	3	0	0
6/7/2006	2	1	1
13/7/2006	3	1	0
20/7/2006	3	0	0
27/7/2006	3	0	0

2.1.4. Συλλογή δειγμάτων

Η συλλογή των δειγμάτων του φυτοπλαγκτού πραγματοποιούταν τις πρωινές ώρες από 8:00- 11:00 π.μ.

Ποιοτικός προσδιορισμός φυτοπλαγκτού

Δείγματα φυτοπλαγκτού συλλέχθηκαν από το επιφανειακό στρώμα νερού με δίχτυ φυτοπλαγκτού, διαμέτρου 20 μm και στη συνέχεια μεταφέρθηκαν σε πλαστικά μπουκάλια χωρητικότητας 0,50 L (Εικόνα 2). Τα δείγματα φυτοπλαγκτού στερεώνονταν *in situ* με διάλυμα Lugol (20 g, KI, 10 g I₂, 180 ml απεσταγμένο νερό), (Rott, 1981) και χρησιμοποιήθηκαν στον ποιοτικό προσδιορισμό των φυτοπλαγκτικών οργανισμών. Συνολικά συλλέχθηκαν είκοσι (20) δείγματα φυτοπλαγκτού. Τα δείγματα μετά τη συλλογή τοποθετούνταν σε σκοτεινό και δροσερό μέρος μέχρι την ημερομηνία εξέτασής τους.



Εικόνα 2. Δίχτυ για τη συλλογή φυτοπλαγκτού (διαμέτρου 20 μm) που χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας (Φώτο: Γ. Σκιαδάς).

Ποσοτικός προσδιορισμός φωτοσυνθετικών χρωστικών

Δείγματα νερού συλλέχθηκαν από το επιφανειακό στρώμα νερού με δοχείο μέγιστης χωρητικότητας 5 L. Το δοχείο βυθίζονταν αργά στο νερό έτσι ώστε να συλλεχθεί ομοιόμορφο δείγμα. Το παραπάνω δείγμα μεταγγίζονταν σε πλαστικά μπουκάλια χωρητικότητας 1,5 L και μεταφέρονταν στο εργαστήριο μέσα σε χρονικό διάστημα 30 min.

2.1.5. Μέτρηση θερμοκρασίας νερού

Η θερμοκρασία του νερού μετρήθηκε *in situ* από με υδραργυρικό θεرمόμετρο.

2.2. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

2.2.1. Ποιοτική ανάλυση του φυτοπλαγκτού διχτυού

Η αναγνώριση και η παρατήρηση των φυτοπλαγκτικών οργανισμών που συλλέχθηκαν με δίχτυ έγινε σε ανάστροφο μικροσκόπιο NIKON TE2000-U (Japan) από στερεωμένα με Lugol δείγματα

Για την ταυτοποίηση των φυτοπλαγκτικών οργανισμών χρησιμοποιήθηκαν τα ταξινομικά συγγράμματα των Tomas (1997) και Larink & Westheide (2006).

Ως εν δυνάμει τοξικά χαρακτηρίστηκαν οι φυτοπλαγκτικοί οργανισμοί τα οποία σύμφωνα με τη βιβλιογραφία έχει βρεθεί ότι μπορούν και παράγουν τοξίνες (Intergovernmental Oceanographic Commission 2006).

2.2.2. Ποσοτική ανάλυση του φυτοπλαγκτού

Η ποσοτική ανάλυση του φυτοπλαγκτού έγινε βάση τον ποσοτικό προσδιορισμό των φωτοσυνθετικών χρωστικών.

Διήθηση δειγμάτων νερού

Δείγματα νερού όγκου 500 mL διηθήθηκαν μέσω ηθμών Whatman GF/C σε κενό μέσα σε χρονικό διάστημα 1 h μετά τη συλλογή τους από το πεδίο. Οι ηθμοί χρησιμοποιήθηκαν για τον ποσοτικό προσδιορισμό των φωτοσυνθετικών χρωστικών χλωροφύλλης *a*, χλωροφύλλης *b*, χλωροφύλλης *c* και των καροτενοειδών. Οι ηθμοί διατηρήθηκαν στους -20 °C μέχρι το επόμενο στάδιο της εκχύλισής τους.

Ποσοτικός προσδιορισμός φωτοσυνθετικών χρωστικών

Οι φωτοσυνθετικές χρωστικές εκχειλίστηκαν από τους ηθμούς με υδατικό διάλυμα 90% ακετόνης (v/v) για 24 h στους -4 °C, στο σκοτάδι. Το εκχύλισμα φωτομετρήθηκε σε φασματοφωτόμετρο τύπου Helios a της Thermo Spectronic. Η συγκέντρωση των φωτοσυνθετικών χρωστικών υπολογίστηκε σε $\mu\text{g ml}^{-1}$ με βάση την απορρόφηση στα 750, 664, 647, 630, 510, και 480nm και σύμφωνα με τις ακόλουθες εξισώσεις:

$$C_a (\text{χλωροφύλλη } a) = 11.85A_{664} - 1.54A_{647} - 0.08A_{630}$$

$$C_b (\text{χλωροφύλλη } b) = 21.03 A_{647} - 5.43 A_{664} - 2.66 A_{630}$$

$$C_c (\text{χλωροφύλλη } c) = 24.52A_{630} - 1.67A_{664} - 7.60A_{647}$$

$$C_p (\text{καροτενοειδή}) = 7.6A_{480} - 1.49A_{510}$$

2.3. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Η χλωριδική ομοιότητα μεταξύ δύο βιοκοινοτήτων υπολογίστηκε βάση του συντελεστή ομοιότητας Sorensen (S) που δίνεται από τη σχέση $S = 2A/B + \Gamma$ όπου A= ο αριθμός των taxa που είναι κοινά, B= ο συνολικός αριθμός taxa της μίας βιοκοινότητας και Γ = ο συνολικός αριθμός taxa της άλλης βιοκοινότητας. Όταν ο συντελεστής Sorensen έχει τιμή 1 τότε οι δυο συγκρινόμενες βιοκοινότητες παρουσιάζουν μέγιστη ομοιότητα (100% ομοιότητα) (Λυκάκης 1999, Βαρδάκα 2001).

Για την αριθμητική περιγραφή των μεταβλητών χρησιμοποιήθηκε ως μέτρο κεντρικής τάσης η διάμεσος και ως μέτρα μεταβλητότητας το εύρος των μετρήσεων και τα ποσοστιαία σημεία (Πετρίδης 2000).

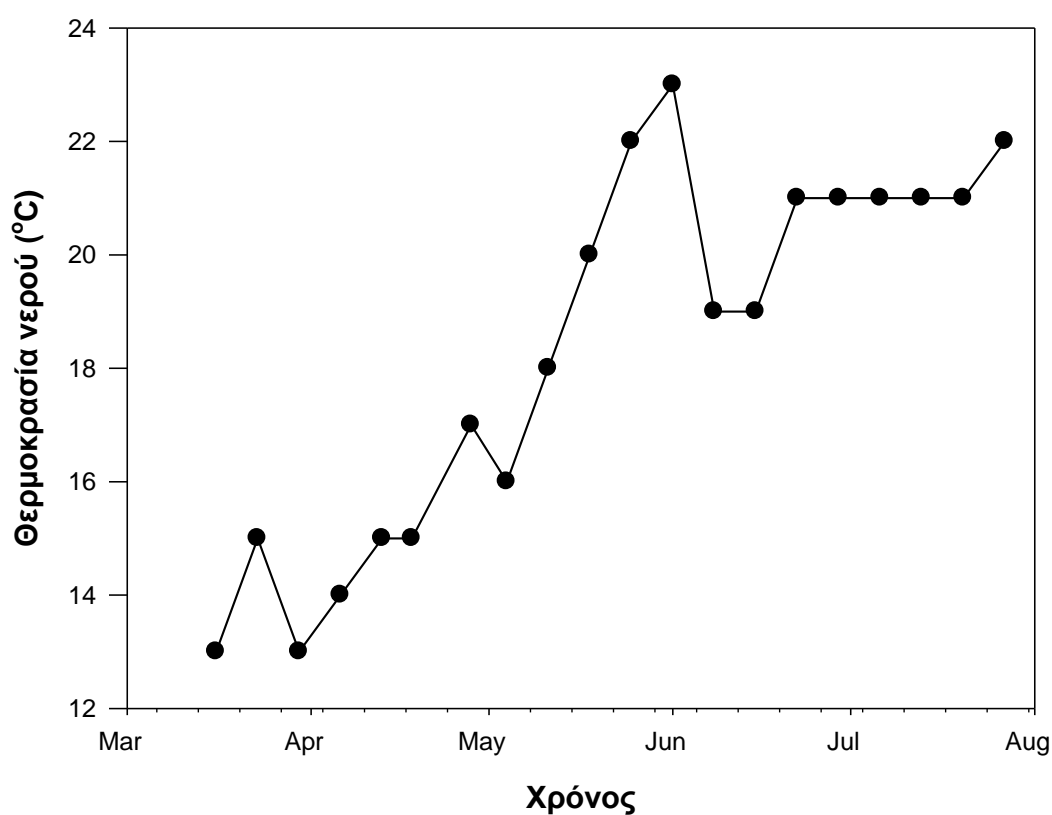
Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έγινε σε Η/Υ τύπου PC, με τη χρήση του προγράμματος SPSS 11.0.1. for Windows και περιελάμβανε έλεγχο με Ανάλυση Συσχέτισης (Correlation Analysis, Legendre & Legendre 1998) και έλεγχο με Ομαδοποιό Ανάλυση (Cluster Analysis, Legendre & Legendre 1998).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. ΦΥΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

3.1.1. Θερμοκρασία νερού

Οι χρονικές μεταβολές της θερμοκρασίας του νερού τη χρονική περίοδο από 16/3/2006 έως 27/7/2006, στο αλιευτικό καταφύγιο των Ν. Μουδανιών δίνονται στην Εικόνα 3.



Εικόνα 3. Χρονικές μεταβολές της θερμοκρασίας νερού στο επιφανειακό στρώμα νερού, τη χρονική περίοδο από 16 Μαρτίου 2006 έως 27 Ιουλίου 2006, στο αλιευτικό καταφύγιο των Ν. Μουδανιών.

Η θερμοκρασία νερού στο επιφανειακό στρώμα της στήλης του νερού κυμάνθηκε στο από 13°C –23°C. Η χαμηλότερη τιμή παρατηρήθηκε το μήνα Μάρτιο, ενώ η υψηλότερη τιμή παρατηρήθηκε το μήνα Ιούνιο (Εικόνα 3).

3.2. ΣΥΝΘΕΣΗ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΥ

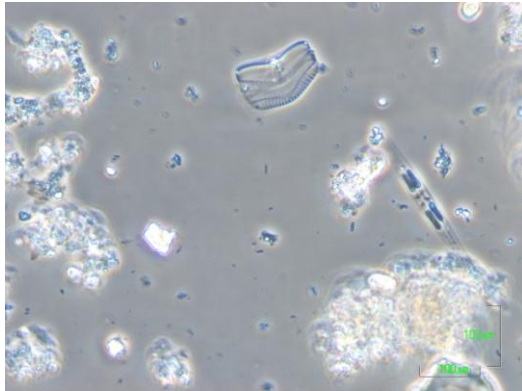
Κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας αναγνωρίστηκαν συνολικά 29 γένη φυτοπλαγκτικών οργανισμών (Πίνακας 2). Ειδικότερα, αναγνωρίστηκαν 20 γένη Διατόμων (*Bacillariophyceae*) και 9 γένη Δινοφυκών (*Dinophyceae*) (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Κατάλογος των φυτοπλαγκτικών οργανισμών που αναγνωρίστηκαν στο αλιευτικό καταφύγιο των Ν. Μουδανιών τη χρονική περίοδο από 16/3/2006 έως 27/7/2006.

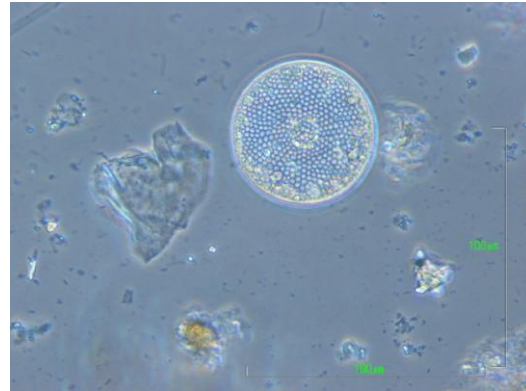
BACILLARIOPHYCEAE	DINOPHYCEAE
<i>Achnanthes</i>	<i>Alexandrium</i>
<i>Aulacodiscus</i>	<i>Ceratium</i>
<i>Asterionellopsis</i>	<i>Conyaulax</i>
<i>Chaetoceros</i>	<i>Cotius</i>
<i>Coscinodiscus</i>	<i>Dinophysis</i>
<i>Dactyliosolen</i>	<i>Dissodinium</i>
<i>Detonula</i>	<i>Gyrodinium</i>
<i>Diatoma</i>	<i>Prorocentrum</i>
<i>Hemiauallus</i>	<i>Protoperidinium</i>
<i>Lauderia</i>	
<i>Leptocylindrus</i>	
<i>Navicula</i>	
<i>Nitschia</i>	
<i>Odontella</i>	
<i>Pleurosigma</i>	
<i>Rhizosolenia</i>	
<i>Skeletonema</i>	
<i>Striatella</i>	
<i>Synedra</i>	
<i>Thalassiosira</i>	

Από τα συνολικά 29 γένη που αναγνωρίστηκαν, τα ακόλουθα τέσσερα *Alexandrium*, *Prorocentrum*, *Dinophysis* και *Protoperidinium* (Εικόνα 5),

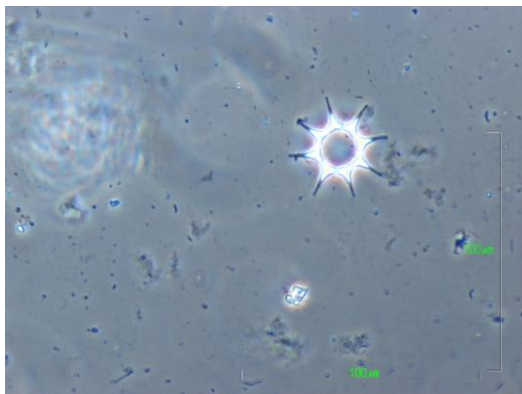
αναφέρονται στη βιβλιογραφία ως εν δυνάμει τοξικά (Intergovernmental Oceanographic Commission 2006).



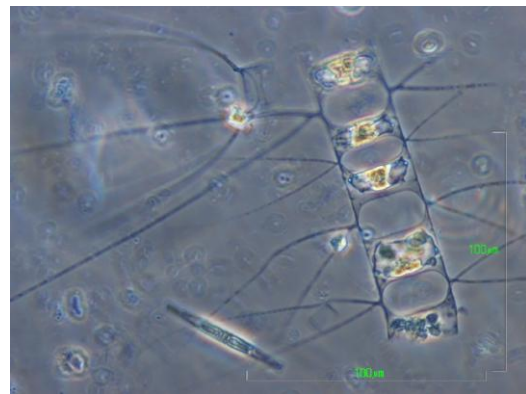
Achanthes (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)



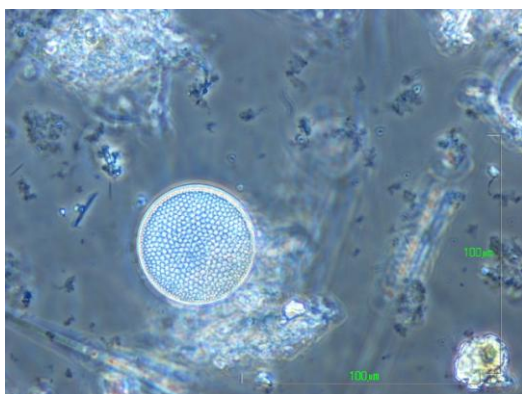
Aulacodiscus (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)



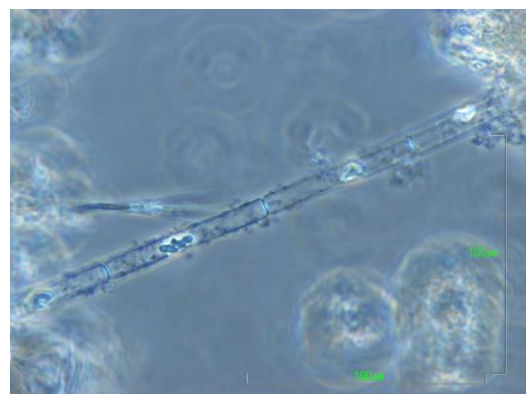
Asterionellopsis (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)



Chaetoceros (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)



Coscinodiscus (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)



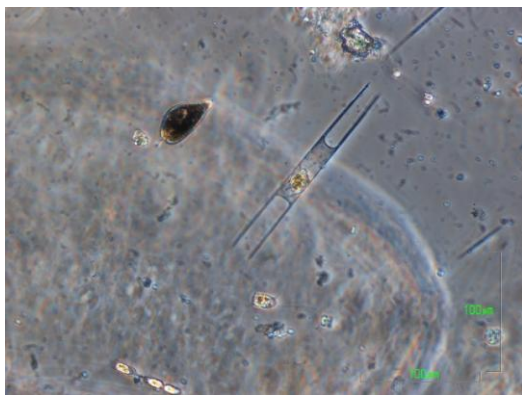
Dactyliosolen (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)



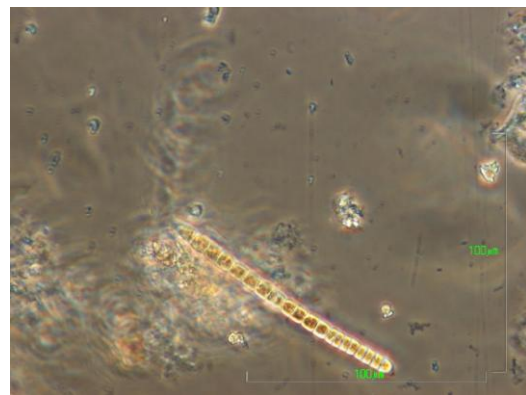
Detonula (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)



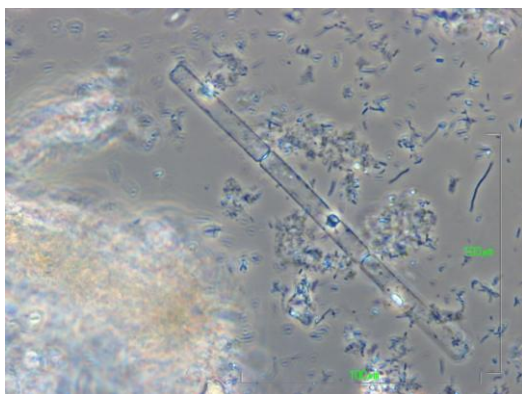
Diatoma (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)



Hemiauallus (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)



Lauderia (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)



Leptocylindrus (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)



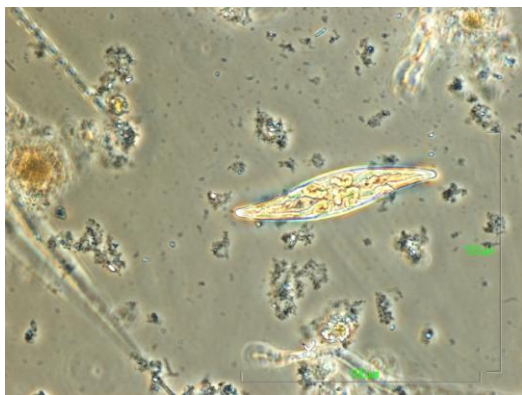
Navicula (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)



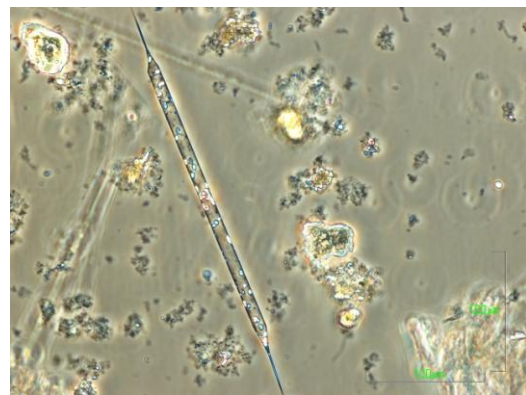
Nitschia (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)



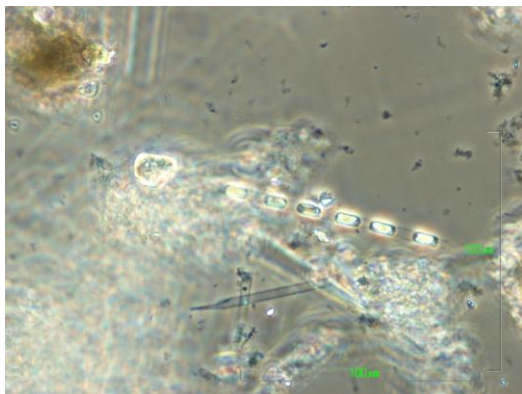
Odontella (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)



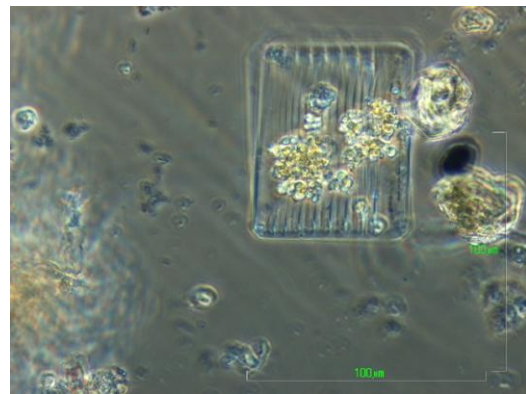
Pleurosigma (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)



Rhizosolenia (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)



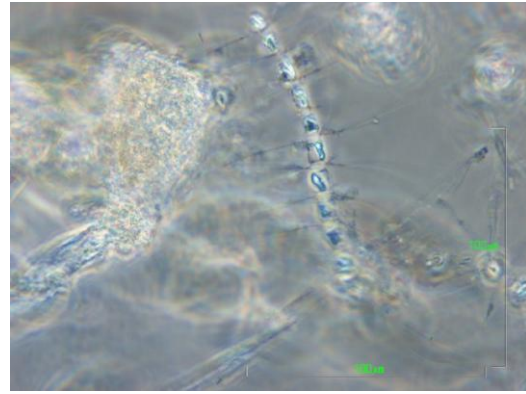
Skeletonema (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)



Striatella (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)

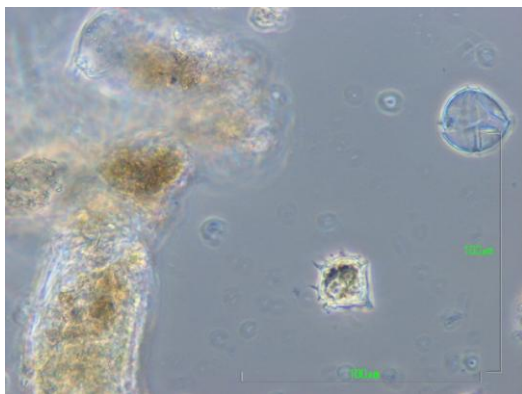


Synedra (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)

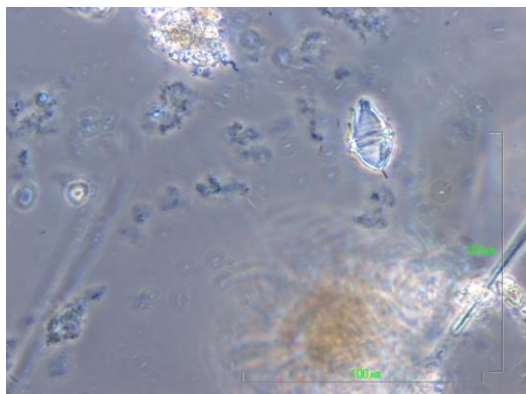


Thalassiosira (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)

Εικόνα 4. Γένη φυτοπλαγκτικών οργανισμών της ταξινομικής ομάδας των Διατόμων (*Bacillariophyceae*), που αναγνωρίστηκαν στο αλιευτικό καταφύγιο των Ν. Μουδανιών τη χρονική περίοδο από 16/3/06 έως 27/7/06.



Alexandrium (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)

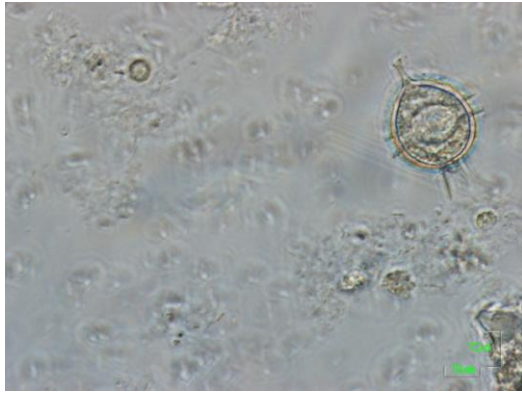


Conyaulax (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)

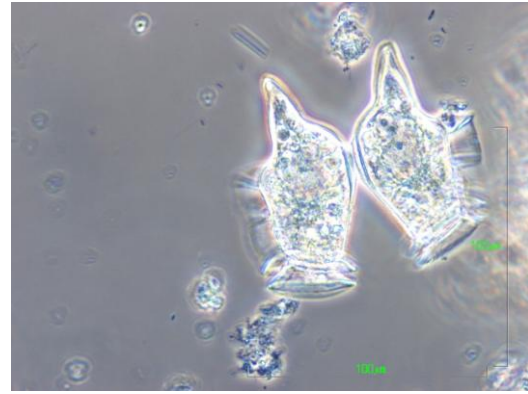


Ceratium spp. (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)

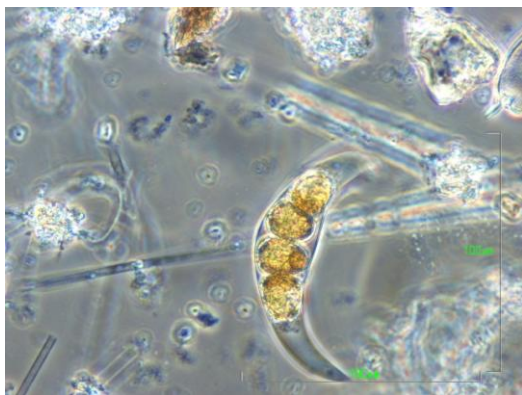




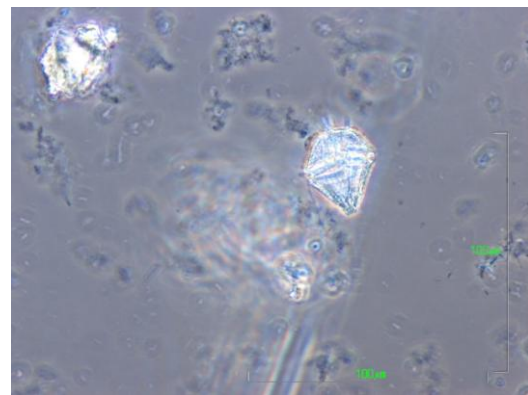
Cotius (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)



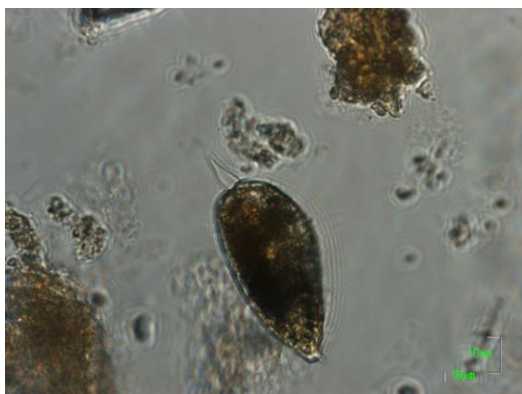
Dinophysis (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)



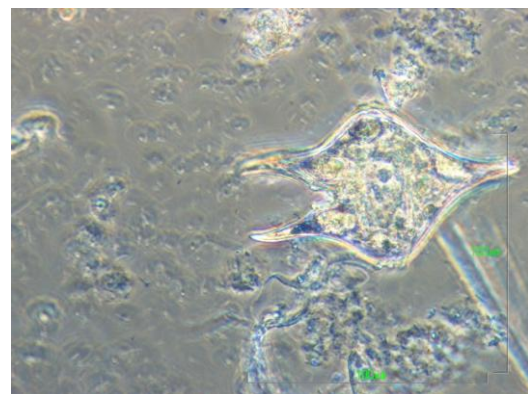
Dissodinium (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)



Gyrodinium (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)



Prorocentrum (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)



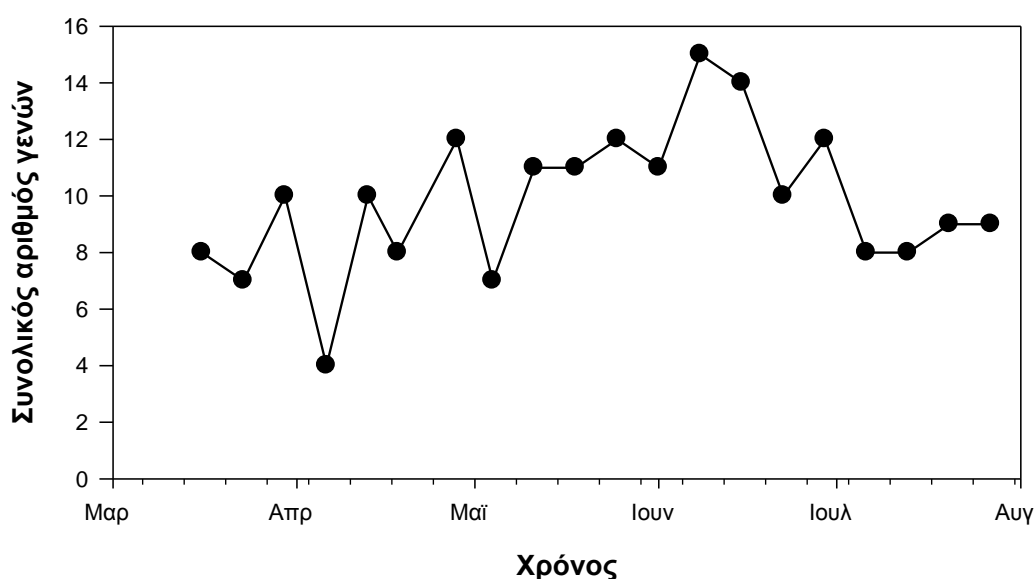
Protoperidinium (Φώτο: Κ. Βαλαβάνης)

Εικόνα 5. Γένη φυτοπλαγκτικών οργανισμών της ταξινομικής ομάδας των Δινοφυκών (*Dinophyceae*), που αναγνωρίστηκαν στο αλιευτικό καταφύγιο των Ν. Μουδανιών τη χρονική περίοδο από 16/3/06 έως 27/7/06.

3.3. ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ ΤΩΝ ΤΑΧΑ

3.3.1. Συνολικός αριθμός γενών

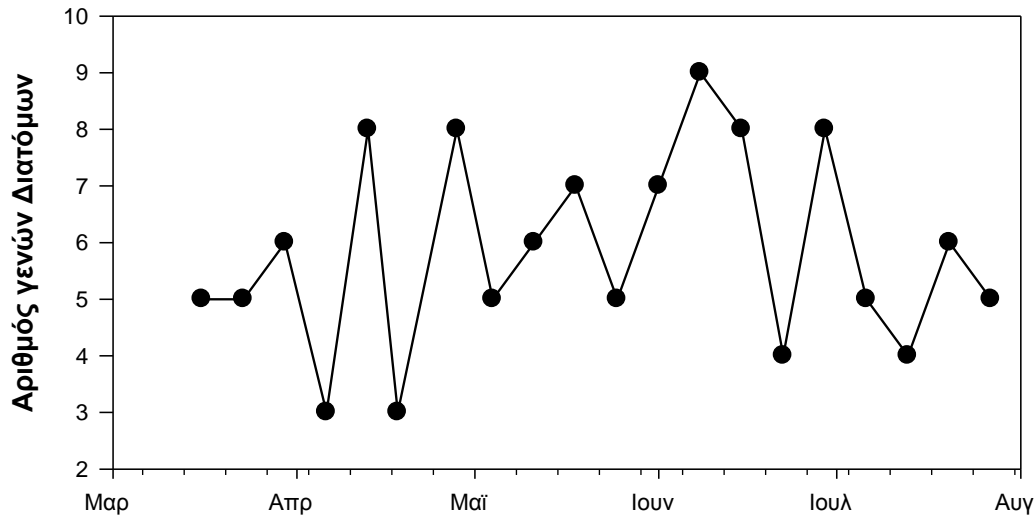
Το πρότυπο μεταβολής του συνολικού αριθμού γενών (*Bacillariophyceae* και *Dinophyceae*) κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας δίνεται στην Εικόνα 6. Ο συνολικός αριθμός γενών εμφάνισε συνεχείς αυξομειώσεις. Χαμηλότερες τιμές του συνολικού αριθμού των γενών παρατηρήθηκε τον Απρίλιο (6/04/2006) με 4 γένη και η υψηλότερη τιμή του συνολικού αριθμού των ειδών παρατηρήθηκε τον Ιούνιο (8/06/2006) με 15 γένη.



Εικόνα 6. Χρονικές μεταβολές του συνολικού αριθμού των γενών όλων των ταξινομικών ομάδων που αναγνωρίστηκαν στο αλιευτικό καταφύγιο των Ν. Μουδανιών τη χρονική περίοδο από 16/3/06 έως 27/7/06.

3.3.2. Διάτομα (*Bacillariophyceae*)

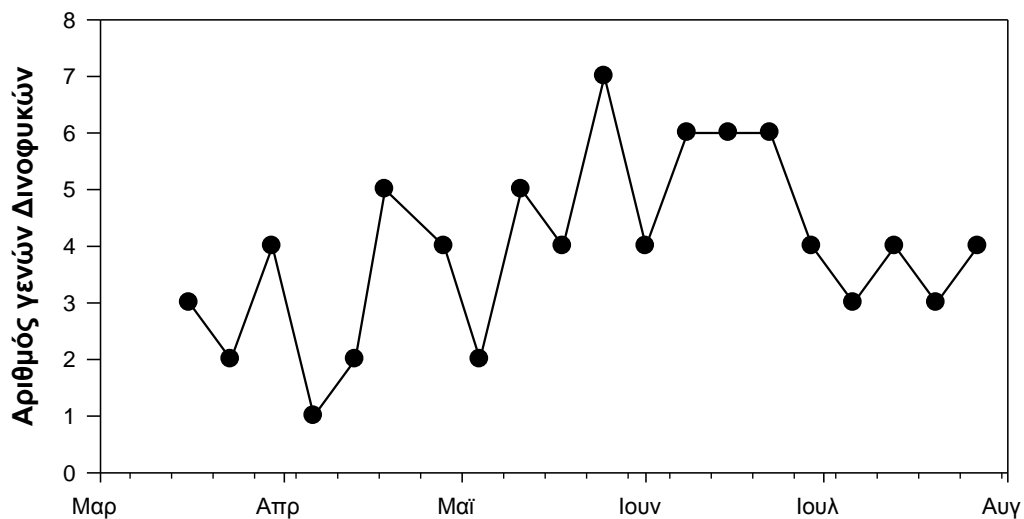
Το πρότυπο μεταβολής του αριθμού γενών των Διατόμων κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας δίνεται στην Εικόνα 7. Ο αριθμός γενών των Διατόμων εμφάνισε συνεχείς αυξομειώσεις κατά τη χρονική περίοδο από 16/3/06 έως 27/7/06. Η χαμηλότερη τιμή του αριθμού των γενών της ταξινομικής ομάδας των Διατόμων, παρατηρήθηκε το μήνα Απρίλιο με 3 γένη, και η υψηλότερη τιμή παρατηρήθηκε το μήνα Ιούνιο με 9 γένη (Εικόνα 7).



Εικόνα 7. Χρονική μεταβολή του αριθμού των γενών της ταξινομικής ομάδας των Διατόμων (*Bacillariophyceae*), που αναγνωρίστηκαν στο αλιευτικό καταφύγιο των Ν. Μουδανιών τη χρονική περίοδο από 16/3/06 έως 27/7/06.

3.3.3. Δινοφύκη (*Dinophyceae*)

Το πρότυπο μεταβολής του αριθμού γενών των Δινοφυκών κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας δίνεται στην Εικόνα 8.



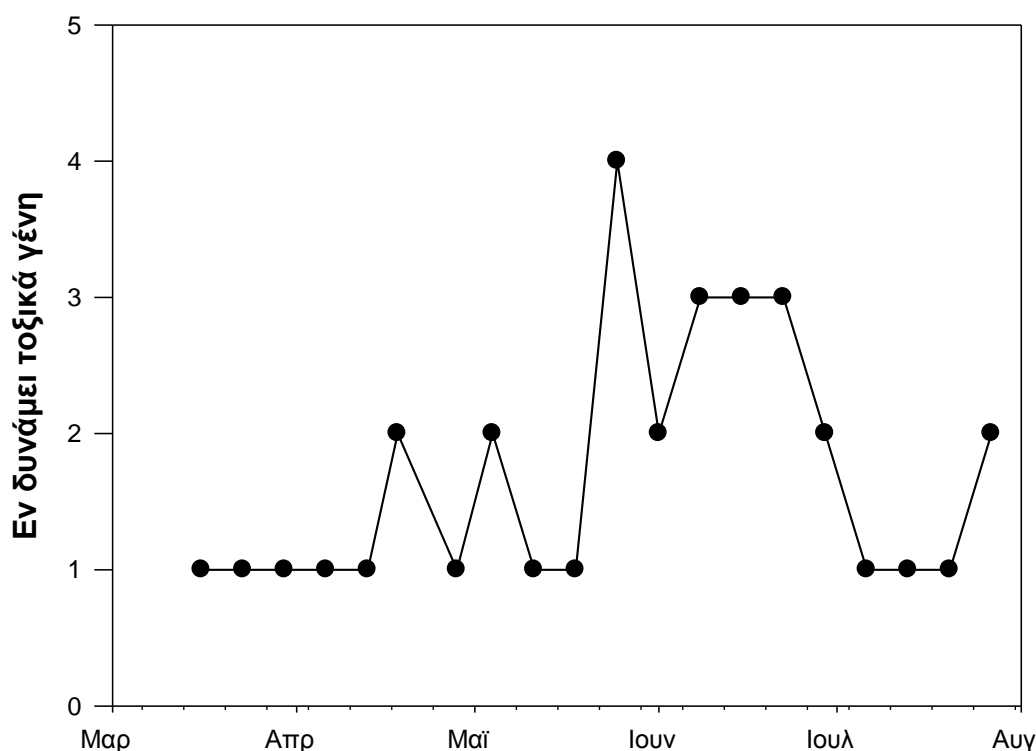
Εικόνα 8. Χρονική μεταβολή του αριθμού των γενών της ταξινομικής ομάδας των Δινοφυκών (*Dinophyceae*), που αναγνωρίστηκαν στο αλιευτικό καταφύγιο των Ν. Μουδανιών τη χρονική περίοδο από 16/3/06 έως 27/7/06.

Ο αριθμός γενών των Δινοφυκών εμφάνισε συνεχείς αυξομειώσεις κατά τη χρονική περίοδο από 16/3/06 έως 27/7/06. Η χαμηλότερη τιμή του αριθμού των γενών της ταξινομικής ομάδας των Δινοφυκών, παρατηρήθηκε το μήνα Απρίλιο με 1 γένος και η υψηλότερη τιμή παρατηρήθηκε το μήνα Μάιο με 7 γένη (Εικόνα 8).

3.3.4 Εν δυνάμει τοξικά

Καθόλη τη διάρκεια της παρούσας έρευνας, γένη με εν δυνάμει τοξικά είδη ήταν παρόντα στη στήλη του νερού.

Στην Εικόνα 9 δίνεται η χρονική μεταβολή του αριθμού των εν δυνάμει τοξικών γενών. Κατά τη χρονική περίοδο από 16/3/06 έως 27/7/06, η χαμηλότερη τιμή του αριθμού των εν δυνάμει τοξικών γενών παρατηρήθηκε τους μήνες Μάρτιο Απρίλιο και Μάιο με 1 γένος και η υψηλότερη τιμή παρατηρήθηκε το μήνα Ιούνιο με 4 γένη (Εικόνα 9).



Εικόνα 9. Χρονική μεταβολή του αριθμού των γενών της ταξινομικής ομάδας των εν δυνάμει τοξικών γενών που αναγνωρίστηκαν στο αλιευτικό καταφύγιο των Ν. Μουδανιών τη χρονική περίοδο από 16/3/06 έως 27/7/06.

3.4. ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΥ

Στο Πίνακα 3 δίνεται αναλυτικά η παρουσία – απουσία του κάθε είδους όλων των ταξινομικών ομάδων σε κάθε ημέρα δειγματοληψίας. Παρατηρούμε ότι η παρουσία - απουσία των γενών εμφανίζει μεταβολές κατά τη χρονική περίοδο της παρούσας έρευνας.

Με βάση τη συχνότητα εμφάνισης των γενών διακρίθηκαν τρεις ομάδες φυτοπλαγκτικών οργανισμών, τα «σπάνια», τα «ενδιάμεσα» και τα «κυρίαρχα» γένη.

Ειδικότερα :

1. Ως σπάνια γένη, χαρακτηρίστηκαν εκείνα τα γένη των οποίων το ποσοστό εμφάνισης τους κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας ήταν κάτω του 20%. Ειδικότερα παρατηρήθηκαν 14 σπάνια γένη τα οποία ήταν τα *Achnanthes*, *Asterionelopsis*, *Coscinodiscus*, *Dactyliosolen*, *Detonula*, *Hemiauallus*, *Lauderia*, *Odontella*, *Skeletonema*, *Striatella*, *Synedra*, *Thalassiosira*, *Dissodinium* και *Gyrodinium* (Πίνακας 3), (Εικόνες 4, 5).
2. Ως ενδιάμεσα γένη, χαρακτηρίστηκαν εκείνα τα γένη των οποίων το ποσοστό εμφάνισης τους κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας κυμάνθηκε από 21-80%. Στην περιοχή έρευνας παρατηρήθηκαν 13 ενδιάμεσα γένη. Αυτά ήταν τα *Aulacodiscus*, *Chaetoceros*, *Diatoma*, *Leptocylindrus*, *Navicula*, *Nitschia*, *Rhizosolenia*, *Alexandrium*, *Ceratium*, *Conyaulax*, *Cotius*, *Dinophysis* και *Protoperidinium*. Χαρακτηριστικό είναι ότι τα γένη *Alexandrium*, *Cotius* και *Dinophysis* είναι εν δυνάμει τοξικά. (Πίνακας 3), (Εικόνες 4, 5).
3. Ως κυρίαρχα γένη, χαρακτηρίστηκαν εκείνα τα γένη των οποίων το ποσοστό εμφάνισης τους κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας ήταν πάνω από 80%. Στη περιοχή έρευνας παρατηρήθηκαν 2 κυρίαρχα γένη. Αυτά ήταν τα *Pleurosigma* και το *Prorocentrum*. Χαρακτηριστικό είναι ότι το γένος *Prorocentrum* είναι εν δυνάμει τοξικό (Πίνακας 3) , (Εικόνες 4, 5).

Πίνακας 3. Κατάλογος και χρονική παρουσία (1) των γενών των φυτοπλαγκτικών οργανισμών που αναγνωρίστηκαν στο αλιευτικό καταφύγιο των Ν. Μουδανιών τη χρονική περίοδο από 16/3/06 έως 27/7/06. Με σκίαση σημειώνονται τα γένη με εν δυνάμει τοξικά είδη.

	16/3/2006	23/3/2006	30/3/2006	6/4/2006	13/4/2006	18/4/2006	28/4/2006	4/5/2006	11/5/2006	18/5/2006	25/5/2006	1/6/2006	8/6/2006	15/6/2006	22/6/2006	29/6/2006	6/7/2006	13/7/2006	20/7/2006	27/7/2006	Ποσοστό (%)	Κατηγορία	
BACILLARIOPHYCEAE																							
<i>Achnanthes</i>											1									1		10	Σ
<i>Aulacodiscus</i>					1		1			1	1		1									25	E
<i>Asterionellopsis</i>				1		1		1	1													20	Σ
<i>Chaetoceros</i>			1							1	1	1	1	1	1	1	1				1	50	E
<i>Coscinodiscus</i>			1			1			1													15	Σ
<i>Dactyliosolen</i>					1																	5	Σ
<i>Detonula</i>							1															5	Σ
<i>Diatoma</i>	1	1			1		1		1				1	1				1	1			45	E
<i>Hemiauallus</i>													1	1		1						15	Σ
<i>Lauderia</i>	1						1					1										15	Σ
<i>Leptocylindrus</i>										1				1	1	1				1		25	E
<i>Navicula</i>	1		1		1		1	1	1	1		1	1			1	1	1	1	1	1	70	E
<i>Nitzschia</i>			1	1	1		1	1	1	1		1		1		1	1		1	1	1	65	E
<i>Odontella</i>													1									5	Σ

	16/3/2006	23/3/2006	30/3/2006	6/4/2006	13/4/2006	18/4/2006	28/4/2006	4/5/2006	11/5/2006	18/5/2006	25/5/2006	1/6/2006	8/6/2006	15/6/2006	22/6/2006	29/6/2006	6/7/2006	13/7/2006	20/7/2006	27/7/2006	Ποσοστό (%)	Κατηγορία	
<i>Pleurosigma</i>	1	1	1		1		1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	85	Κ	
<i>Rhizosolenia</i>	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1		1	1	1	1			1	1		80	Ε
<i>Skeletonema</i>		1																		1		10	Σ
<i>Striatella</i>		1												1								10	Σ
<i>Synedra</i>					1							1										10	Σ
<i>Thalassiosira</i>											1	1	1			1						20	Σ
DINOPHYCEAE																							
<i>Alexandrium</i>											1	1	1	1	1							25	Ε
<i>Ceratium</i>	1		1			1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	80	Ε
<i>Conyaulax</i>			1		1	1	1		1	1	1	1	1	1	1				1			60	Ε
<i>Cotius</i>								1			1		1				1	1				25	Ε
<i>Dinophysis</i>						1					1			1	1	1				1	1	35	Ε
<i>Dissodinium</i>			1																			5	Σ
<i>Gyrodinium</i>									1													5	Σ
<i>Prorocentrum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1		85	Κ
<i>Protoperdinium</i>	1	1				1	1		1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	75	Ε

3.5. ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΤΙΚΩΝ ΧΡΩΣΤΙΚΩΝ

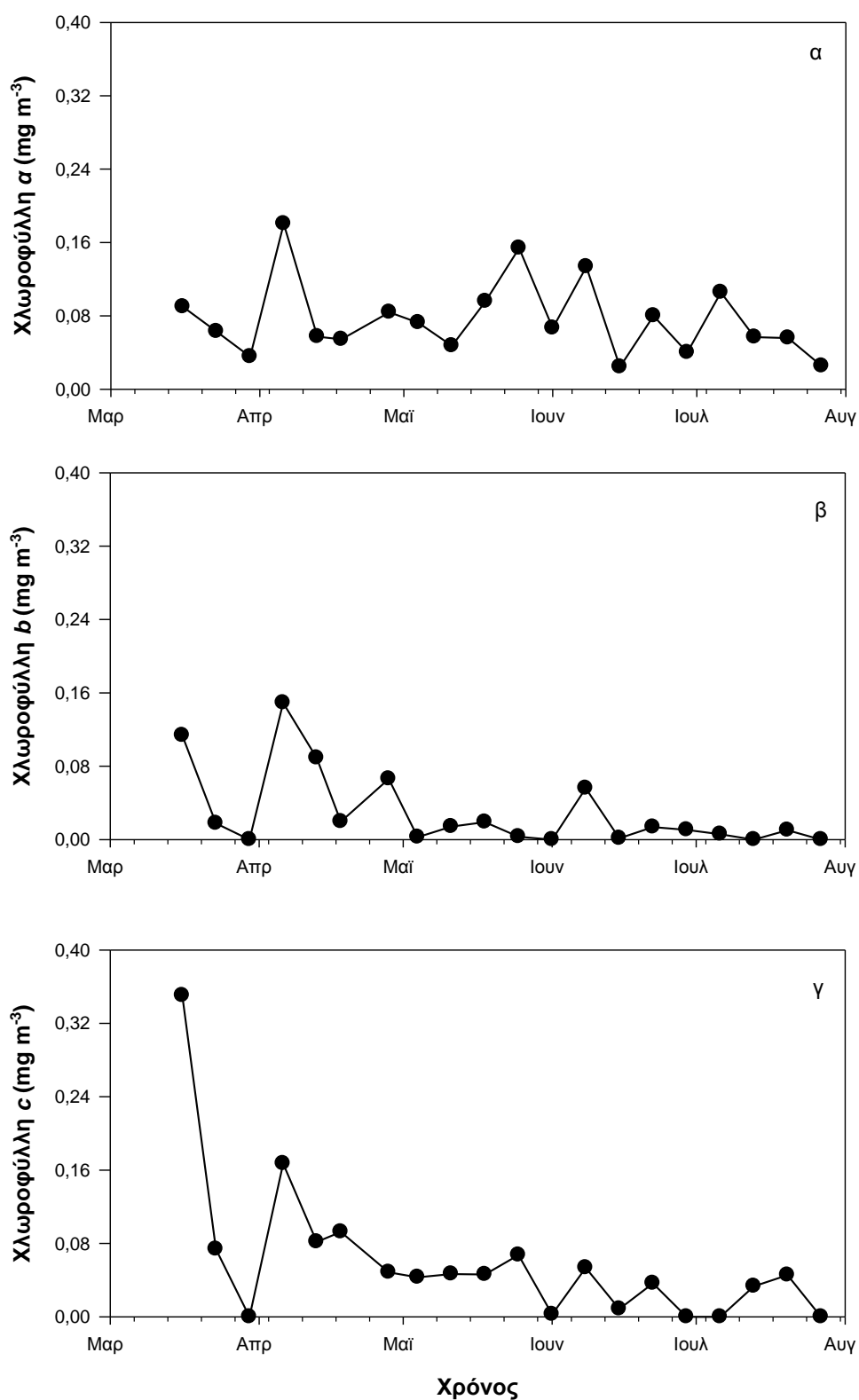
Το πρότυπο μεταβολής της χλωροφύλλης *a* κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας δίνεται στην Εικόνα 10α. Οι τιμές της χλωροφύλλης *a* κυμάνθηκαν από 0.0254 mg m⁻³ έως 0.18 mg m⁻³. Χαμηλότερη τιμή της χλωροφύλλης *a* παρατηρήθηκε τον μήνα Ιούνιο (15/06/2006) ενώ η υψηλότερη τιμή παρατηρήθηκε το μήνα Απρίλιο (6/04/2006).

Το πρότυπο μεταβολής της χλωροφύλλης *b* κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας δίνεται στην Εικόνα 10β. Οι τιμές της χλωροφύλλης *b* κυμάνθηκαν από 0 mg m⁻³ έως 0.1492 mg m⁻³. Χαμηλότερες τιμές της χλωροφύλλης *b* παρατηρήθηκαν στις 30/03/2006, 04/05/2006, 01/06/2006, 15/06/2006, 13/07/2006 και στις 27/07/2006. Η υψηλότερη τιμή της χλωροφύλλης *b* παρατηρήθηκε στις 06/04/2006.

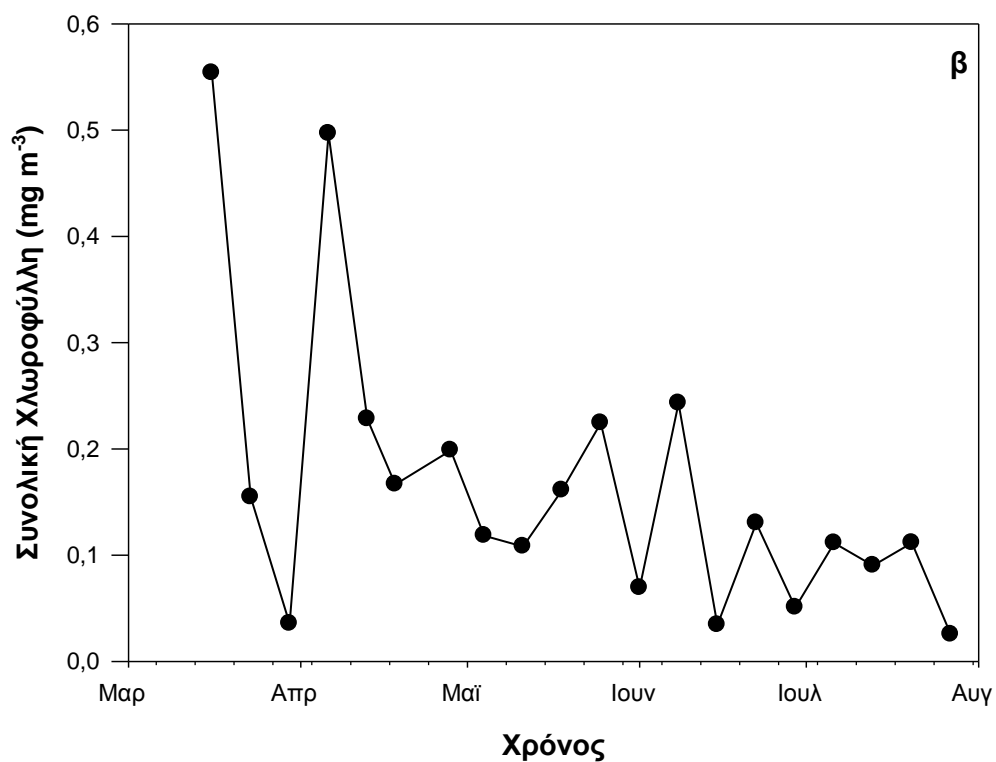
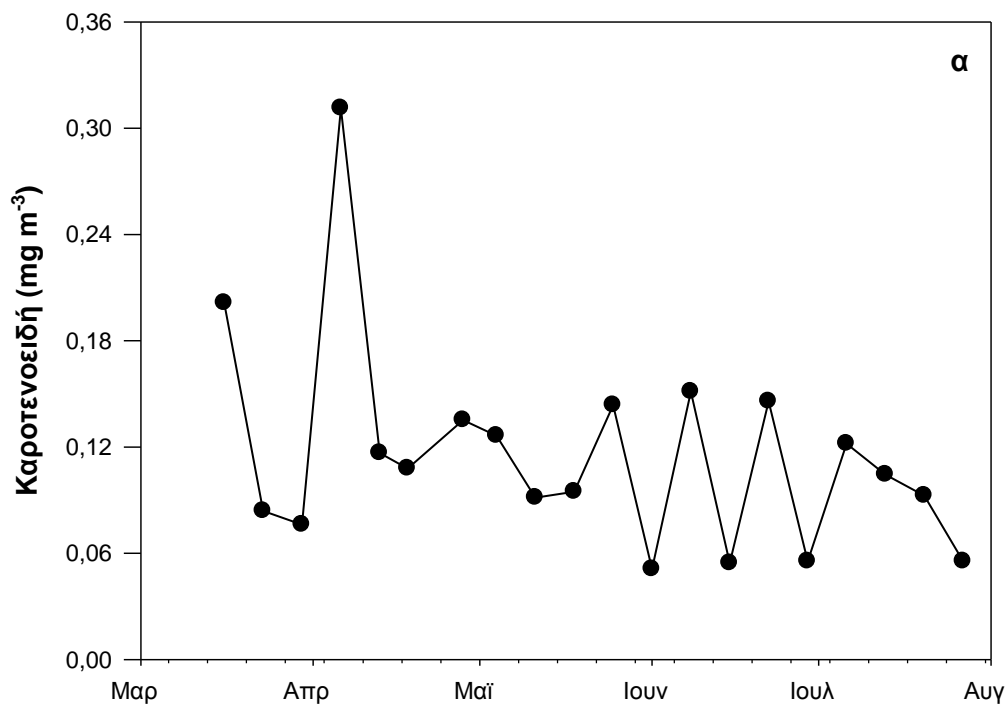
Το πρότυπο μεταβολής της χλωροφύλλης *c* κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας δίνεται στην Εικόνα 10γ. Οι τιμές της χλωροφύλλης *c* κυμάνθηκαν από 0 mg m⁻³ έως 16.71 mg m⁻³. Χαμηλότερες τιμές της χλωροφύλλης *c* παρατηρήθηκαν στις 30/03/2006, 29/06/2006, 06/07/2006 και στις 27/07/2006. Η υψηλότερη τιμή της χλωροφύλλης *c* παρατηρήθηκε στις 16/03/2006.

Το πρότυπο μεταβολής των καροτενοειδών κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας δίνεται στην Εικόνα 11α. Οι τιμές των καροτενοειδών κυμάνθηκαν από 0.051 mg m⁻³ έως 31.13 mg m⁻³. Η συγκέντρωση των καροτενοειδών εμφανίζει δύο μέγιστα ένα στις αρχές Μαρτίου (16/03/06) και ένα δεύτερο στις αρχές Απριλίου (06/04/2006). Χαμηλότερη τιμή στη συγκέντρωση των καροτενοειδών παρατηρήθηκε τον Ιούνιο (01/06/2006).

Το πρότυπο μεταβολής της συνολικής χλωροφύλλης κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας δίνεται στην Εικόνα 11β. Οι τιμές της συνολικής χλωροφύλλης κυμάνθηκαν από 0.025 mg m⁻³ έως 0.4967 mg m⁻³. Η συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης εμφανίζει δύο μέγιστα (όπως και η συγκέντρωση των καροτενοειδών), ένα στις αρχές Μαρτίου (16/03/06) και ένα δεύτερο στις αρχές Απριλίου (06/04/2006). Χαμηλότερη τιμή παρατηρήθηκε τέλος Ιουλίου (27/07/2006).



Εικόνα 10. Χρονικές μεταβολές της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης *a* (α), της χλωροφύλλης *b* (β) και χλωροφύλλης *c* (γ), στο λιμάνι των Ν. Μουδανιών τη χρονική περίοδο από 16/3/06 έως 27/7/06.



Εικόνα 11. Χρονικές μεταβολές της συγκέντρωσης των καροτενοειδών (α) και της συνολικής χλωροφύλλης (β), στο λιμάνι των Ν. Μουδανιών τη χρονική περίοδο από 16/3/06 έως 27/7/06.

3.6. ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας οι συσχετίσεις που παρατηρήθηκαν μεταξύ της θερμοκρασίας του νερού, των φωτοσυνθετικών χρωστικών, του συνολικού αριθμού γενών όλων των ταξινομικών ομάδων, αριθμού γενών των Διατόμων, Δινοφυκών και εν δυνάμει τοξικών μικροφυκών φαίνονται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4. Γραμμική συσχέτιση μεταξύ θερμοκρασίας του νερού (**Θ**), χλωροφύλλης *a* (**Xa**), χλωροφύλλης *b* (**Xb**), χλωροφύλλης *c* (**Xc**), συνολικής χλωροφύλλης (**TX**), καροτενοειδών (**Καρ.**), αριθμού γενών Διατόμων (**Διατ.**), αριθμού γενών Δινοφυκών (**Διν.**), Συνολικού αριθμού γενών όλων των ταξινομικών ομάδων (**Σγεν.**) και αριθμού γενών με εν δυνάμει τοξικά είδη (**Τοξ.**) κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας. Για κάθε μεταβλητή δίνεται η τιμή του συντελεστή γραμμικής συσχέτισης Pearson (*r*) και εντός παρενθέσεως η τιμή του επιπέδου σημαντικότητας (*p*). Με έντονα γράμματα σημειώνονται οι στατιστικά σημαντικότερες συσχετίσεις.

	Θ	Xa	Xb	Xc	TX	Καρ.	Διατ.	Διν.	Σγεν.
Xa	-0,056 (0,814)								
Xb	-0,586 (0,007)	0,543 (0,013)							
Xc	-0,580 (0,007)	0,382 (0,096)	0,754 (0,000)						
TX	-0,528 (0,017)	0,682 (0,001)	0,898 (0,000)	0,915 (0,000)					
Καρ.	-0,437 (0,054)	0,811 (0,000)	0,823 (0,000)	0,676 (0,001)	0,879 (0,000)				
Διατ.	0,173 (0,466)	-0,207 (0,382)	-0,047 (0,845)	-0,297 (0,204)	-0,245 (0,298)	-0,409 (0,073)			
Διν.	0,473 (0,035)	-0,051 (0,830)	-0,454 (0,044)	-0,293 (0,210)	-0,322 (0,167)	-0,309 (0,185)	0,207 (0,381)		
Σγεν.	0,405 (0,077)	-0,171 (0,470)	-0,308 (0,187)	-0,379 (0,099)	-0,362 (0,117)	-0,465 (0,039)	0,804 (0,000)	0,748 (0,000)	
Τοξ.	0,431 (0,058)	0,180 (0,448)	-0,306 (0,189)	-0,216 (0,361)	-0,163 (0,491)	-0,090 (0,707)	0,101 (0,673)	0,751 (0,000)	0,524 (0,018)

Η θερμοκρασία του νερού εμφάνισε σημαντική αρνητική συσχέτιση με τις παρακάτω μεταβλητές οι οποίες με φθίνουσα σειρά υψηλότερου συντελεστή συσχέτισης ήταν η συγκέντρωση της Χλωροφύλλης *b* ($r = -0,586, p < 0,05, n = 20$) < η συγκέντρωση της Χλωροφύλλης *c* ($r = -0,580, p < 0,05, n = 20$) < η συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης ($r = -0,528, p < 0,05, n = 20$) < συγκέντρωση καροτενοειδών

($r = -0.437, p < 0,05, n = 20$) και θετική σημαντική συσχέτιση με τον αριθμό γενών των Δινοφυκών ($r = 0.473, p < 0,05, n = 20$), (Πίνακας 4).

Η χλωροφύλλη a (Xa) εμφάνισε θετική σημαντική συσχέτιση με τις παρακάτω μεταβλητές οι οποίες με φθίνουσα σειρά υψηλότερου συντελεστή συσχέτισης ήταν η συγκέντρωση της Χλωροφύλλης b ($r = 0,543, p < 0,05, n = 20$) < η συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης (TX) ($r = 0,682, p < 0,05, n = 20$) < η συγκέντρωση καροτενοειδών ($r = 0,811, p < 0,05, n = 20$), (Πίνακας 4).

Η χλωροφύλλη b (Xb) εμφάνισε θετική σημαντική συσχέτιση με τις παρακάτω μεταβλητές οι οποίες με φθίνουσα σειρά υψηλότερου συντελεστή συσχέτισης ήταν η συγκέντρωση της Χλωροφύλλης c ($r = 0,754, p < 0,05, n = 20$) < συγκέντρωση καροτενοειδών ($r = 0.823, p < 0,05, n = 20$) < η συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης ($r = 0,898, p < 0,05, n = 20$) και αρνητική σημαντική συσχέτιση με τον αριθμό γενών των Δινοφυκών ($r = -0.454, p < 0,05, n = 20$), (Πίνακας 4).

Η χλωροφύλλη c (Xc) εμφάνισε θετική σημαντική συσχέτιση με τις παρακάτω μεταβλητές οι οποίες με φθίνουσα σειρά υψηλότερου συντελεστή συσχέτισης ήταν η συγκέντρωση καροτενοειδών ($r = 0.676, p < 0,05, n = 20$) < η συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης ($r = 0,915, p < 0,05, n = 20$), (Πίνακας 4).

Η συνολική χλωροφύλλη (TX) εμφάνισε θετική σημαντική συσχέτιση με τη συγκέντρωση των καροτενοειδών ($r = 0.879, p < 0,05, n = 20$), (Πίνακας 4).

Η συγκέντρωση των καροτενοειδών ($Kαρ.$) εμφάνισε σημαντική αρνητική συσχέτιση με τις παρακάτω μεταβλητές οι οποίες με φθίνουσα σειρά υψηλότερου συντελεστή συσχέτισης ήταν η συγκέντρωση του συνολικού αριθμού γενών όλων των ταξινομικών ομάδων ($\Sigma γεν.$) ($r = -0,465, p < 0,05, n = 20$) < η συγκέντρωση των Διατόμων ($\Deltaιατ.$) ($r = -0,409, p < 0,05, n = 20$), (Πίνακας 4).

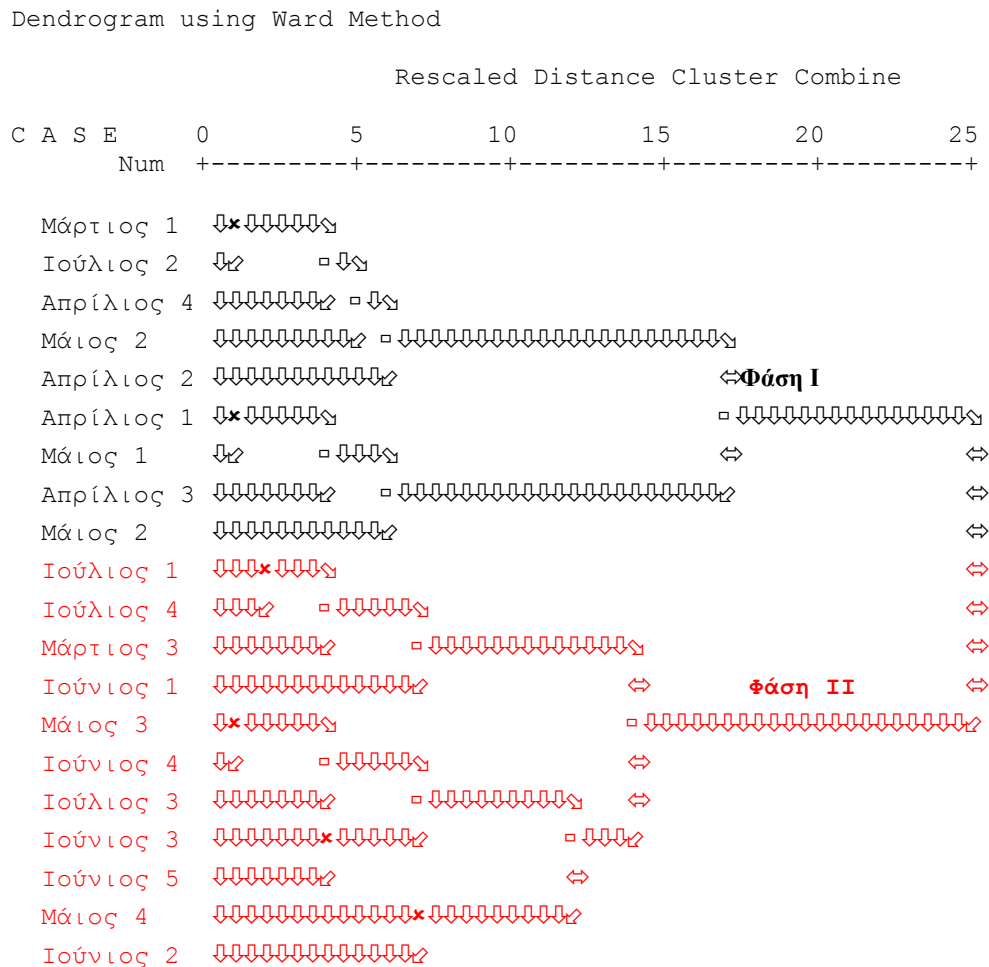
Η συγκέντρωση του αριθμού γενών των Διατόμων ($\Deltaιατ.$) εμφάνισε θετική σημαντική συσχέτιση με το συνολικό αριθμό όλων των ταξινομικών ομάδων ($\Sigma γεν.$) ($r = 0,804, p < 0,05, n = 20$), (Πίνακας 4).

Η συγκέντρωση του αριθμού γενών των Δινοφυκών ($\Deltaιν.$) εμφάνισε θετική σημαντική συσχέτιση με τις παρακάτω μεταβλητές οι οποίες με φθίνουσα σειρά υψηλότερου συντελεστή συσχέτισης ήταν η συγκέντρωση του συνολικού αριθμού γενών όλων των ταξινομικών ομάδων ($\Sigma γεν.$) ($r = 0,748, p < 0,05, n = 20$) < η συγκέντρωση του αριθμού γενών με εν δυνάμει τοξικά είδη ($Τοξ.$) ($r = 0,751, p < 0,05, n = 20$), (Πίνακας 4).

Ο συνολικός αριθμός γενών όλων των ταξινομικών ομάδων (**Σγεν.**) εμφάνισε θετική σημαντική συσχέτιση με το συνολικό αριθμό γενών με εν δυνάμει τοξικά είδη (**Τοξ.**) ($r = 0,524$ $p < 0,05$, $n = 20$), (Πίνακας 4).

3.7. ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΦΑΣΕΙΣ

Εφαρμόστηκε η Ομαδοποιός Ανάλυση (Cluster Analysis) για να ελεγχθεί εάν είναι δυνατή η ομαδοποίηση των ημερών δειγματοληψίας με βάση την παρουσία – απουσία των γενών των Διατόμων και των Δινοφυκών (Εικόνα 12).



Εικόνα 12. Δενδρόγραμμα των 20 ημερών δειγματοληψίας στο λιμάνι των Ν. Μουδανιών, που προέκυψε μετά την εφαρμογή της Ομαδοποιούς Ανάλυσης.

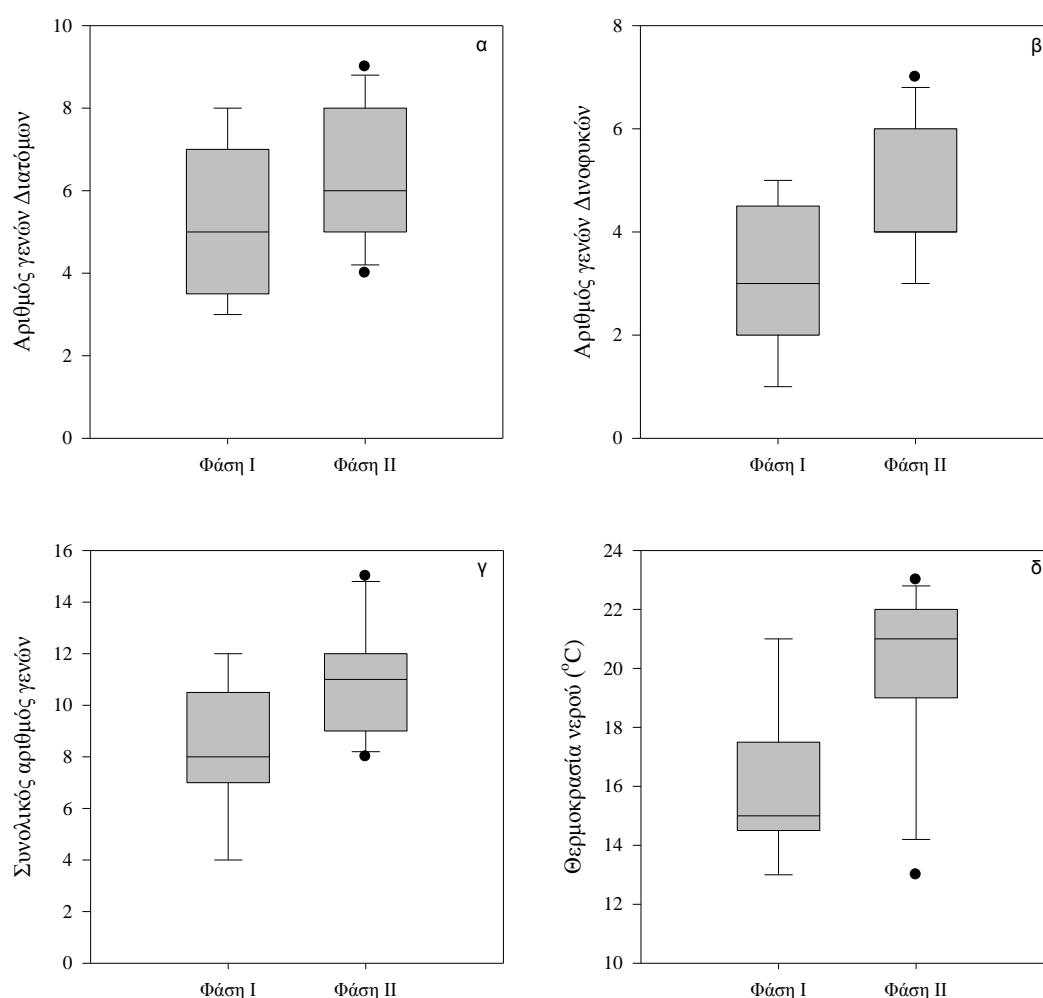
Στο δενδρόγραμμα που προέκυψε (Εικόνα 12) παρατηρήθηκαν δύο ομάδες δεδομένων (Φάση I και II) όπου οι ημέρες δειγματοληψίας φαίνεται να ακολουθούν μία χρονική σειρά. Η Φάση I φαίνεται να διαρκεί από το Μάρτιο έως μέσα Μαΐου

2006, ενώ τόσο η Φάση II από μέσα Μαΐου έως τέλος Ιουλίου. Εξαιρέση αποτελούν:

α) η ημέρα δειγματοληψίας με τον κωδικό Ιούλιος 2 (13/7/2006) η οποία αν και χρονικά ανήκει στη Φάση II εντούτοις ομαδοποιείται με τις ημέρες της Φάσης I και

β) η ημέρα δειγματοληψίας με τον κωδικό Μάρτιος 3 (30/3/2006) η οποία αν και χρονικά ανήκει στη Φάση I εντούτοις ομαδοποιείται με τις ημέρες της Φάσης II.

Προκειμένου να ακολουθηθεί η χρονική σειρά των ημερών δειγματοληψίας, η ημέρα δειγματοληψίας Μάρτιος 3 εντάχθηκε στη Φάση I και η ημέρα δειγματοληψίας Ιούλιος 2 εντάχθηκε όχι στη Φάση II.



Εικόνα 13. Διάμεσος, 10^ο, 25^ο, 75^ο και 90^ο ποσοστιαίο σημείο και ακραίες τιμές (Box και whisker plot) των τιμών: α) του αριθμού γενών των Διατόμων β) του αριθμού γενών των Δινοφυκών, γ) του συνολικού αριθμού των γενών του φυτοπλαγκτού διχτυού και δ) της θερμοκρασίας του νερού, που παρατηρήθηκε στο λιμάνι των Ν. Μουδανιών κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας.

Τα γένη που διαφοροποιούν με την παρουσία τους τις δύο Φάσεις είναι τα ακόλουθα: α) στη Φάση I τα διάτομα *Asterionellopsis*, *Coscinodiscus*, *Dactyliosolen* και *Detonula* και τα δινοφύκη *Dissodinium* και *Gyrodinium* (Πίνακας 3), β) στη Φάση II τα διάτομα *Achnanthes*, *Chaetoceros*, *Leptocylindrus*, *Hemiaulax*, *Odontella* και *Thalassiosira* και τα δινοφύκη *Alexandrium*, *Dinophysis*, και *Cotius* (Πίνακας 3).

Ο συνολικός αριθμός των γενών, ο αριθμός γενών των Διατόμων και των Δινοφυκών και η θερμοκρασία του νερού διαφοροποιούνται σε κάθε μία χρονική Φάση ξεχωριστά (Εικόνα 13). Ειδικότερα, παρατηρούμε ότι η Φάση I, σε σχέση με τη Φάση II, χαρακτηρίζεται από: α) σχετικά χαμηλότερο αριθμό γενών Διατόμων (Εικόνα 13α), Δινοφυκών (Εικόνα 13β) και συνολικού αριθμού γενών (Εικόνα 13γ), και β) από σχετικά χαμηλότερες τιμές θερμοκρασίας νερού (Εικόνα 13δ).

Διαφοροποίηση παρατηρείται επίσης μεταξύ των συνθηκών ηλιοφάνειας, έντασης ανέμου και κυματισμού σε κάθε μία φάση ξεχωριστά (Πίνακας 1). Ειδικότερα στη Φάση I οι ημέρες με νέφωση, με μέτρια – ισχυρή ένταση ανέμου και μέτριο - ισχυρό κυματισμό ήταν πιο συνήθεις συνθήκες σε σχέση με τη Φάση II.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθεί στο αλιευτικό καταφύγιο των Ν. Μουδανιών κατά τη διάρκεια της περιόδου Μάρτιος – Ιούλιος του 2006: α) η χρονική διακύμανση της σύνθεσης του φυτοπλαγκτού διχτυού και να γίνει έλεγχος παρουσίας εν δυνάμει τοξικών φυτοπλαγκτικών οργανισμών, β) οι χρονικές μεταβολές της βιομάζας του φυτοπλαγκτού με βάση τον ποσοτικό προσδιορισμό των φωτοσυνθετικών χρωστικών και γ) η απόκριση της σύνθεσης του φυτοπλαγκτού διχτυού και της βιομάζας του φυτοπλαγκτού στις μεταβολές περιβαλλοντικών παραμέτρων.

4.1 ΣΥΝΘΕΣΗ ΓΕΝΩΝ

Στο φυτοπλαγκτό διχτυού του αλιευτικού καταφυγίου των Ν. Μουδανιών κατά την περίοδο διεξαγωγής της παρούσας έρευνας, συμμετείχαν γένη οργανισμών που έχουν αναφερθεί και σε προηγούμενες έρευνες, οι οποίες αφορούσαν τόσο την ευρύτερη περιοχή του Θερμαϊκού κόλπου (Nikolaidis and Moustaka- Gouni 1990, Michalatos and Moustaka- Gouni 2002, Koukaras and Nikolaidis 2004, Πολυκάρπου 2004, Χαραλαμποπούλου 2005, Ψωμάς 2006, Κολιός 2007) όσο και άλλων παράκτιων περιοχών (Loureiro et al. 2005).

Στη σύνθεση του φυτοπλαγκτού διχτυού αναγνωρίστηκαν συνολικά 29 γένη Διατόμων και Δινοφυκών (Πίνακας 2). Από τα 29 γένη τα 20 γένη ανήκουν στην τάξη των Διατόμων και τα 9 γένη ανήκουν στη τάξη των Δινοφυκών. Αυτό είναι λογικό, αφού τα Διάτομα είναι οργανισμοί που επικρατούν στο Θερμαϊκό Κόλπο (Nikolaidis and Moustaka- Gouni 1990, Michalatos and Moustaka- Gouni 2002, Koukaras and Nikolaidis 2004, Πολυκάρπου 2004, Χαραλαμποπούλου 2005, Ψωμάς 2006, Κολιός 2007) και στα εύκρατα κλίματα γενικότερα (Castro & Huber 1992).

4.1.1 Διάτομα

Από τα διάτομα που αναγνωρίστηκαν:

α) 16 γένη έχουν αναφερθεί προγενέστερα από την μικροχλωρίδα της παράκτιας ζώνης των Ν. Μουδανιών (Ψωμάς 2007), ενώ 4 γένη αναφέρονται για πρώτη φορά, (*Achnanthes*, *Aulacodiscus*, *Detonula*, *Striatela*).

β) 18 γένη έχουν αναφερθεί προγενέστερα από την μικροχλωρίδα τόσο της πελαγικής όσο και της παράκτιας ζώνης του Θερμαϊκού κόλπου (Nikolaidis and Moustaka-

Gouni 1990, Michalatu and Moustaka- Gouni 2002, Koukaras and Nikolaidis 2004, Πολυκάρπου 2004, Χαραλαμποπούλου 2005, Ψωμάς 2006, Κολιός 2007). Αντίθετα η παρουσία 2 γενών (*Achnanthes*, *Striatela*), αναφέρεται για πρώτη φορά στο Θερμαϊκό κόλπο.

4.1.2 Δινοφύκη

Από τα Δινοφύκη που αναγνωρίστηκαν:

α) 7 γένη έχουν αναφερθεί προγενέστερα από την μικροχλωρίδα της παράκτιας ζώνης των Ν. Μουδανιών (Ψωμάς 2007), ενώ 2 γένη αναφέρονται για πρώτη φορά, (*Dissodinium*, *Gyrodinium*).

β) 8 γένη έχουν αναφερθεί προγενέστερα από την μικροχλωρίδα τόσο της πελαγικής όσο και της παράκτιας ζώνης του Θερμαϊκού κόλπου (Nikolaidis and Moustaka-Gouni 1990, Michalatu and Moustaka- Gouni 2002, Koukaras and Nikolaidis 2004, Πολυκάρπου 2004, Χαραλαμποπούλου 2005, Ψωμάς 2006, Κολιός 2007). Αντίθετα η παρουσία 1 γένους (*Dissodinium*), αναφέρεται για πρώτη φορά στο Θερμαϊκό κόλπο.

4.1.3 Εν δυνάμει τοξικά γένη

Κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας διαπιστώθηκε ότι από τα 29 γένη φυτοπλαγκτικών οργανισμών που αναγνωρίστηκαν τα ακόλουθα 4: *Alexandrium*, *Cotius*, *Dinophysis* και *Prorocentrum* (Πίνακας 3) αναφέρονται στη βιβλιογραφία ως εν δυνάμει τοξικά (Intergovernmental Oceanographic Commission 2006).

Τα παραπάνω εν δυνάμει τοξικά γένη που αναβρέθηκαν στην περιοχή δειγματοληψιών μας (Ν. Μουδανιά, Χαλκιδικής), συγκαταλέγονται μεταξύ των ευρέως διαδεδομένων Δινοφυκών και έχουν αναφερθεί σε παράκτιες περιοχές τόσο της εύκρατης όσο και της τροπικής ζώνης (Thamm et al. 2004, Pavela-Vrancic and Marasovic 2004, Kideys et al. 2005, Loureiro et al. 2005). Στο λιμάνι των Ν. Μουδανιών η παρουσία των εν δυνάμει τοξικών γενών *Alexandrium*, *Cotius*, *Dinophysis* και *Prorocentrum* έχει αναφερθεί κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου (Ψωμάς 2007). Στην Ελλάδα, η παρουσία εν δυνάμει τοξικών οργανισμών έχει αναφερθεί σε πολλές περιοχές π.χ. Θερμαϊκός κόλπος, κόλπος της Ελευσίνας, Μαλιακός κόλπος, Αμβρακικός κόλπος, κόλπος της Καβάλας, σε παράκτια ύδατα της Λέσβου και της Θράκης (Nikolaidis et al. 2005), στο Σάνη Χαλκιδικής (Κοιλιός 2007).

Η παρουσία των τοξικών μικροφυκών σε θαλάσσια οικοσυστήματα που γειτνιάζουν με πόλεις και χρησιμοποιούνται για αναψυχή αντιμετωπίζεται σοβαρά σε παγκόσμια κλίμακα διότι επιφυλάσσουν κινδύνους τόσο για την ανθρώπινη υγεία όσο και για την οικονομία (Smayda 1997). Τα εν δυνάμει τοξικά Δινοφύκη ήταν παρόντα στη στήλη του νερού καθ' όλη τη χρονική διάρκεια της παρούσας έρευνας (Πίνακας 3), ωστόσο εκτιμώντας τα επίπεδα βιομάζας του φυτοπλαγκτού με βάση τη συγκέντρωση των φωτοσυνθετικών χρωστικών στο λιμάνι των Ν. Μουδανιών διαπιστώθηκαν πολύ χαμηλές τιμές (Εικόνες 10 και 11). Η παραπάνω διαπίστωση οδηγεί στη διαπίστωση ότι υπάρχει ασφάλεια των λουόμενων στην περιοχή των Ν. Μουδανιών σε ότι αφορά τους εν δυνάμει τοξικούς οργανισμούς, ωστόσο δεν αναιρεί την αναγκαιότητα για μία συστηματική και ολοκληρωμένη παρακολούθηση της περιοχής όχι μόνο σε επίπεδο οργανισμών αλλά πολύ περισσότερο με μετρήσεις που αφορούν αφενός την εκτίμηση των επιπέδων βιομάζας των εν δυνάμει τοξικών οργανισμών και αφετέρου των επιπέδων των τοξινών τους.

4.2 ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ

4.2.1 Φωτοσυνθετικές χρωστικές

Η συγκέντρωση των φωτοσυνθετικών χρωστικών κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας διατηρήθηκε σε σχετικά χαμηλές τιμές ($< 1 \text{ mg m}^{-3}$, Εικόνες 10 και 11). Οι χρονικές μεταβολές των χλωροφυλλών *b* και *c* καθώς και της συνολικής χλωροφύλλης και των καροτενοειδών ακολούθησαν ένα παρόμοιο πρότυπο μεταβολής (Εικόνες 10β,γ και 11) και η θετική συσχέτιση μεταξύ τους βρέθηκε στατιστικά σημαντική (Πίνακας 4). Μέγιστες τιμές για τις παραπάνω φωτοσυνθετικές χρωστικές παρατηρήθηκαν τους μήνες Μάρτιο και Απρίλιο (Εικόνες 10β,γ και 11). Το πρότυπο μεταβολής της της χλωροφύλλης *a* κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας ήταν πολυακμικό: πέραν της περιόδου Μάρτιος – Απρίλιος, υψηλές τιμές παρατηρήθηκαν και την περίοδο Μάιος – Ιούνιος (Εικόνα 10α).

Είναι γνωστό ότι ο Θερμαϊκός Κόλπος είναι ένας από τους πιο εύτροφους κόλπους της Ελλάδας (Stergiou et al. 1997). Τα τελευταία χρόνια είναι συχνή η εμφάνιση ερυθρών παλιρροιών στον εσωτερικό Θερμαϊκό Κόλπο (Γαληνού-Μητσούδη και Πετρίδης 2000), ενώ μέγιστη τιμή συγκέντρωσης της χλωροφύλλης *a* έχει μετρηθεί κατά την πληθυσμιακή έξαρση του φωτοσυνθετικού βλεφαριδωτού *Mesodinium rubrum* (487 mg m^{-3}) στην παραλία της Περαιάς (Ευαγγελόπουλος

1997). Οι Mihalatou and Moustaka-Gouni (2002) διαπίστωσαν ότι οι τιμές συγκέντρωσης χλωροφύλλης *a* κατά τη διάρκεια ενός ετήσιου κύκλου στο Όρμο της Θεσσαλονίκης ήταν υψηλές και μέγιστα παρατήρησαν τόσο το χειμώνα (έως 12,8 mg m⁻³) όσο και το καλοκαίρι (έως 56,4 mg m⁻³).

Οι χαμηλές τιμές χλωροφύλλης που παρατηρήθηκαν κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας υποδεικνύουν oligότροφες συνθήκες στο λιμάνι των Ν. Μουδανιών. Η διαπίστωση αυτή μπορεί να ερμηνευτεί από το γεγονός ότι ο Θερμαϊκός Κόλπος χαρακτηρίζεται από μια διαβάθμιση της συγκέντρωσης των θρεπτικών (από εύτροφες σε μεσοτροφικές ως oligοτροφικές συνθήκες) κατά μήκος τόσο του άξονα Βορρά – Νότου όσο και του άξονα Δύση - Ανατολή. Η διαβάθμιση αυτή οφείλεται στην κυκλοφορία των νερών εντός του κόλπου: δυτικά - εύτροφο σύστημα (λόγω εμπλουτισμού των νερών κυρίως με ανόργανα άλατα των γλυκέων νερών των ποταμών) ενώ ανατολικά (όπου βρίσκεται το λιμάνι των Ν. Μουδανιών) διαπιστώνονται oligότροφες συνθήκες λόγω της εισόδου του oligότροφου θαλασσινού νερού του Αιγαίου (Krestenitis et al. 2003 από Πολυκάρπου 2004, Nikolaidis et al. 2005).

4.2.2 Αριθμός γενών

Κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας ο συνολικός αριθμός γενών, ο αριθμός γενών των Διατόμων και των Δινοφυκών εμφάνισε συνεχείς χρονικές μεταβολές κατά τη διάρκεια της εαρινής- καλοκαιρινής περιόδου (Εικόνες 5, 6, 7). Το γεγονός αυτό μπορεί να ερμηνευτεί από το έντονο μεταβαλλόμενο περιβάλλον που χαρακτηρίζει το Θερμαϊκό Κόλπο και τα παράκτια οικοσυστήματα γενικότερα, λόγω της συνεχούς επίδρασης στην δυναμική του φυτοπλαγκτού διαφόρων εξωγενών παραγόντων όπως είναι η θερμοκρασία, η βροχόπτωση, η ταχύτητα ανέμου, οι απορροές ποταμών, η επίδραση ξηράς και η ανθρωπογενής επίδραση (Μουστάκα-Γούνη 1997, Mihalatou & Moustaka-Gouni 2002).

Οι παρατηρούμενες μεταβολές του συνολικού αριθμού γενών σχετίζονται θετικά τόσο με τις μεταβολές του αριθμού γενών των Διατόμων ($r=0,804$, $p<0,05$, $n=20$) όσο και των Δινοφυκών ($r=0,748$, $p<0,05$, $n=20$). Σημαντική συσχέτιση μεταξύ του αριθμού γενών των Διατόμων και των Δινοφυκών δεν παρατηρήθηκε, ωστόσο υπάρχει η τάση όταν αυξάνεται ο αριθμός γενών των Διατόμων να αυξάνεται και αυτός των Δινοφυκών ($r =0,207$, $p>0,05$, $n=20$), (Πίνακας 4). Χαρακτηριστικό επίσης είναι το γεγονός ότι σε κάθε χρονική στιγμή ο αριθμός γενών των Διατόμων ήταν

πάντοτε υψηλότερος από αυτόν των Δινοφυκών. Παρόμοιες παρατηρήσεις στο λιμάνι των Ν. Μουδανιών καταγράφηκαν και από τον Ψωμά (2006).

Είναι γνωστό ότι τα Διάτομα και τα Δινοφύκη αποκρίνονται στις μεταβολές του περιβάλλοντος με διαφορετικές στρατηγικές. Τα Διάτομα είναι πιο ανταγωνιστικά από τα Δινοφύκη σε συνθήκες ανάμειξης της στήλης και επικρατούν την χειμερινή-εαρινή περίοδο του έτους. Τα Δινοφύκη λόγω της ενεργούς κίνησής τους είναι πιο ανταγωνιστικά από τα Διάτομα σε υψηλότερες θερμοκρασίες όταν υπάρχει στρωμάτωση ή περιορισμένη τυρβώδης ανάμειξη της στήλης του νερού και επικρατούν κατά την καλοκαιρινή περίοδο του έτους (Μουστάκα-Γούνη 1997). Η μόνη σημαντική συσχέτιση που παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας ήταν μεταξύ του αριθμού γενών των Δινοφυκών και της θερμοκρασίας του νερού ($r = 0,473$ $p < 0,05$, $n = 20$), (Πίνακας 4). Αντίθετα οι αβιοτικές συνθήκες που καταγράφηκαν μακροσκοπικά ηλιοφάνεια, ένταση ανέμου και κυματισμού (Πίνακας 1) δεν φαίνεται να συσχετίζονται με τις αυξομειώσεις του αριθμού γενών. Φαίνεται ότι ο αριθμός γενών από μόνος του δεν μπορεί να αποτελέσει κριτήριο απόκρισης των Διατόμων ή των Δινοφυκών σε μεταβολές του περιβάλλοντος.

4.2.3 Σύνθεση γενών – Χρονικές Φάσεις

Είναι γνωστό ότι σε μεταβολές εξωγενών παραγόντων οι φυτοπλαγκτικοί οργανισμοί, κυρίως λόγω του μικρού χρόνου γενεάς τους, φαίνεται ότι μπορούν και αποκρίνονται άμεσα, με αποτέλεσμα την εμφάνιση αλλαγών σε επίπεδο σύνθεσης, αφθονίας ή βιομάζας (Μουστάκα-Γούνη 1997). Κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας, πέραν του αριθμού των γενών και η σύνθεση γενών των Διατόμων και των Δινοφυκών παρουσίασε μεταβολές (Πίνακας 3). Έγινε προσπάθεια να ελεγχθεί η υπόθεση εάν οι μεταβολές στη σύνθεση των γενών σε ένα έντονα μεταβαλλόμενο παράκτιο σύστημα όπως το λιμάνι των Ν. Μουδανιών, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κριτήριο απόκρισης των Διατόμων και των Δινοφυκών σε μεταβολές μεταβλητών του περιβάλλοντος.

Με βάση τη παρουσία – απουσία των γενών (Εικόνα 12) παρατηρήθηκαν 2 διακριτές χρονικές Φάσεις (Φάση I και II) με διάρκεια από μέσα Μαρτίου έως μέσα Μαΐου και από μέσα Μαΐου έως τέλος Ιουλίου, αντίστοιχα. Στη Φάση I όπου και σημειώνονται οι χαμηλότερες τιμές θερμοκρασίες νερού (Εικόνα 13δ) οι ημέρες με νέφωση, με μέτρια – ισχυρή ένταση ανέμου και μέτριο - ισχυρό κυματισμό ήταν πιο συνήθεις συνθήκες σε σχέση με τη Φάση II (Πίνακας 1). Η Φάση I σε σχέση με τη

Φάση II, χαρακτηρίζεται από σχετικά υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης φωτοσυνθετικών χρωστικών (Εικόνες 12,13) και από χαμηλότερο αριθμό γενών Διατόμων (Εικόνα 13α), Δινοφυκών (Εικόνα 13β) και συνολικού αριθμού γενών (Εικόνα 13γ).

Με βάση τη συχνότητα εμφάνισης των γενών διακρίθηκαν τρεις ομάδες οργανισμών, 2 γένη ήταν κυρίαρχα ενώ τα περισσότερα γένη ήταν είτε ενδιάμεσα (13 γένη) είτε σπάνια (14 γένη), (Πίνακας 3). Τα γένη που διαφοροποιούν με την παρουσία τους τις δύο Φάσεις ανήκουν είτε στα ενδιάμεσα είτε στα σπάνια. Αυτά είναι: α) Στη Φάση I τα διάτομα *Asterionellopsis*, *Coscinodiscus*, *Dactyliosolen*, *Detonula* και *Lauderia* και τα δινοφύκη *Dissodinium* και *Gyrodinium* (Πίνακας 3). Όλα τα παραπάνω γένη είναι σπάνια. β) Στη Φάση II τα διάτομα *Achnanthes*, *Chaetoceros*, *Hemiauallus*, *Leptocylindrus*, *Odontella* και *Thalassiosira* και τα δινοφύκη *Alexandrium*, *Dinophysis* και *Cotius* (Πίνακας 3). Από τα παραπάνω γένη τα 4 είναι σπάνια και τα 5 ενδιάμεσα.

Ο υψηλός αριθμός των ενδιάμεσων αλλά κυρίως των σπάνιων γενών υποδεικνύει ένα έντονα μεταβαλλόμενο περιβάλλον το οποίο σε συνδυασμό με το μικρό βάθος του σταθμού δειγματοληψίας επιτρέπουν την είσοδο στη στήλη του νερού Διατόμων και Δινοφυκών τα οποία είτε παραμένουν για μικρό χρονικό διάστημα στην επιφάνεια (ενδιάμεσα γένη, Φάση II) είτε εμφανίζονται ευκαιριακά (σπάνια είδη Φάση I και II). Από τα παραπάνω φαίνεται ότι οι μεταβολές που παρατηρούνται στη σύνθεση των γενών μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κριτήριο απόκρισης των οργανισμών στις μεταβολές εξωγενών παραγόντων.

5. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθεί στο αλιευτικό καταφύγιο των Ν. Μουδανιών κατά τη διάρκεια της περιόδου Μάρτιος – Ιούλιος του 2006: α) η χρονική διακύμανση της σύνθεσης του φυτοπλαγκτού διχτυού και να γίνει έλεγχος παρουσίας εν δυνάμει τοξικών φυτοπλαγκτικών οργανισμών, β) οι χρονικές μεταβολές της βιομάζας του φυτοπλαγκτού με βάση τον ποσοτικό προσδιορισμό των φωτοσυνθετικών χρωστικών και γ) η απόκριση της σύνθεσης του φυτοπλαγκτού διχτυού και της βιομάζας του φυτοπλαγκτού στις μεταβολές περιβαλλοντικών παραμέτρων.

Στη σύνθεση του φυτοπλαγκτού διχτυού αναγνωρίστηκαν συνολικά 29 γένη Διατόμων και Δινοφυκών. Από τα 29 γένη τα 20 γένη ανήκουν στην τάξη των Διατόμων και τα 9 γένη ανήκουν στη τάξη των Δινοφυκών. 4 γένη αναφέρονται για πρώτη φορά στη μικροχλωρίδα του λιμανιού των Ν. Μουδανιών και 2 γένη στη μικροχλωρίδα του Θερμαϊκού Κόλπου. Από τα 29 γένη φυτοπλαγκτικών οργανισμών που αναγνωρίστηκαν τα ακόλουθα 4: *Alexandrium*, *Cotius*, *Dinophysis* και *Prorocentrum* αναφέρονται στη βιβλιογραφία ως εν δυνάμει τοξικά.

Η συγκέντρωση των φωτοσυνθετικών χρωστικών κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας διατηρήθηκε σε σχετικά χαμηλές τιμές υποδεικνύοντας ολιγότροφες συνθήκες στο λιμάνι των Ν. Μουδανιών.

Ο συνολικός αριθμός γενών, ο αριθμός γενών των Διατόμων και των Δινοφυκών εμφάνισε συνεχείς χρονικές μεταβολές κατά τη διάρκεια της εαρινής-καλοκαιρινής περιόδου. Πέραν του αριθμού των γενών και η σύνθεση γενών των Διατόμων και των Δινοφυκών παρουσίασε μεταβολές. Οι μεταβολές που παρατηρήθηκαν στη σύνθεση των γενών μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κριτήριο απόκρισης των οργανισμών στις μεταβολές εξωγενών παραγόντων.

6. SUMMARY

The subject of this present work was the study in the fishing shelter of N. Moudania during the period from March to July 2006 of: a) the time fluctuation of phytoplankton net composition and to check for the presence of implicitly toxic phytoplanktic organisms, b) the temporal shifts of the phytoplankton biomass based on the quantitative determination of photosynthetic colouring and g) the response of phytoplankton net composition and biomass to the shifts of environmental parameters.

In total, 29 genuses of Diatoms and Dinoflagellates were identified in the phytoplankton net composition. Of the 29 genuses, the 20 genuses belong to the class of Diatoms and the 9 genuses belong to the class of Dinoflagellates. 4 genuses are reported for first time in the microflora of harbour of N. Moudania and 2 genuses in the microflora of the Thermaikos Gulf. Of the 29 genuses of phytoplanktic organisms identified the following 4: *Alexandrium*, *Cotius*, *Dinophysis* and *Prorocentrum* are reported in the bibliography as implicitly toxic.

The concentration of photosynthetic colouring in the duration of the present research was maintained in relatively low values indicating oligotrophic conditions in the harbour of N. Moudania.

The total number of genuses, the number of genuses of Diatoms and Dinoflagellates featured continuous temporal shifts during the spring -summer era. Alongside the number of genuses, the composition of genuses of Diatoms and Dinoflagellates also presented shifts. The shifts observed in the composition of genuses can be used as a response criterion of organisms to the shifts of external factors.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

Castro, P. & Huber, M. E. (1992). Marine Biology (Θαλάσσια Βιολογία). Ελληνική Έκδοση (1999), University Studio Press. Θεσσαλονίκη.

Heredia- Tapia, A., Arredondo –Vega, B. O., Nunez- Vasquez, E. J., Yasumoto, T., Yasuda, M. and Ochoa, J. L. (2002). Isolation of *Prorocentrum lima* (Syn. *Exaviaella lima*) and diaretic shellfish poisoning (DSP) risk assesment in the Gulf of California, Mexico. *Toxicon*. **40**, 1121-1127.

Johansson, N., Graneli, E., Yasumoto, T., Carlsson, P. & Legrand, C. (1996). Toxin production by *Dinophysis acuminata* and *D. Acuta* cells grown under nutrient sufficient and deficient conditions. In : Yasumoto, T., Oshima, Y. & Fukuyo, Y. (Eds.), Harmful and Toxic Algal Blooms. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, New York, pp. 277-280.

Kideys, A. E., Soydemir, N., Eker, E., Vladimirov, V., Soloviev, D. and Melin, F. (2005). Phytoplankton distribution in the Caspian Sea during march 2001, Turkey. *Hydrologia*. **543**, 159-168.

Koukaras K. And Nikolaidis G. (2004)Dinophysis blooms in Greek coastal waters (Thermaikos Gulf, NW Aegean Sea), Thessaloniki. *Journal of plankto research*. **26**, 445-457.

Langlois, G. W., Danielson, R. E., Perera, S. K. and Pickering M. V. (1991). Toxins of the half shell: Shellfishmonitoring along California coast. USA . *LG-GC*. **9**, 838-844.

Larink, O. & Westheide, W.(2006). Coastal Plankton. Photo Guide for European Seas, p. 18-33 München

Legendre, P. and Legendre, L. (1998). Numerical ecology, 2nd English Edition.

Developments in Environmental Modeling 20, p. 870 *Elsevier*, Amsterdam.

Loureiro, S., Newton, A. And Icely, J. (2005). Effects of nutrient enrichments on primary production in Ria Formosa coastal lagoon (Southern Portugal) , Portugal *Hydrobiologia*. **550**, 29-45

Michalidou, H. And Moustaka Gouni, M.(2002) Pico-, Nano-, Microplankton Abundance and Primary Productivity in a Eutrophic Coastal Area of the Aegean Sea, Mediterranean, Thessaloniki. *Internat. Rev. Hydrobiol.* **87**, 439-456

Morono, A., Arevalo, F., Fernandez, M. L., Maneiro J., Pazos, Y., Salgado, C. and Blanco, J. (2003). Accumulation and transformation of DSP toxins in Mussel *Mytilus galloprovincialis* during a toxic episode caused by *Dinophysis acuminata*. *Aquatic Toxicology*. **62**, 269-280.

Nikolaides, G. & Moustaka-Gouni, M. (1990). The structure and dynamics of phytoplankton assemblages from inner part of the Thermaikos Gulf , Greece. I. Phytoplankton composition and biomass from May 1988 to April 1989. *Helgolander Meeresunters*, 44: 487-501.

Nybakken, W. J. (2001). *Marine biology an ecological approach*, Vol. I (ed. Dutton, H.) p. 516. Benjamin Cummings. San Francisco.

Pavela- Vrancic, M. and Marasovic, I. (2004). Paralytic shellfish poisoning (psp) in the central Adriatic Sea, Croatia. *Croatica Chemica Acta*.**77**, 631-637.

Rott, E. (1981). Some results from phytoplankton counting intercalibrations. *Schweiz. Z. Hydrol.* 43, 34 – 62

Smayda, T. J. (1997). Harmful algal blooms: Their ecophysiology and general relevance to phytoplankton blooms in the sea. *Limnology and Oceanography*, 42: 1137-1153.

Stergiou K.I., Christou E.D., Georgopoulos D., Zenetos A. and Souvermezoglou C. (1997). The Hellenic sea: physics, chemistry, biology and fisheries. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 35: 415-538.

Sournia, A. (1995). Red tide and toxic marine phytoplankton of the world ocean: an inquiry into biodiversity. In: Lassus, P., Arzul, G., Erard, E., Gentien, P. & Marcaillou, C. (Eds), *Harmful marine algal blooms*. Paris, pp. 103-112.

Tait, R. V., Dipper, F. A. (1998). *Elements of marine ecology*. Vol. I, p. 462 Butterworth Heinemann. Oxford.

Thamm, R., Shernewski, G., Wasmund, N. and Neumann, T., (2004). Spatial phytoplankton pattern in the Baltic Sea, Germany. *Coastline reports*. 4, 85-109.

Tomas, C. R. (1997). *Identifying Marine phytoplankton*. Vol. I, p. 858. Academic Press. London

Ελληνική βιβλιογραφία

Αναγνώστου, Χ., Γεωργακοπούλου, Ε., Ζενέτου, Α., Καμπέρη, Ε., Καραγεώργης, Κοντογιάννης, Α. Χ., Πάγκου, Κ., Παναγιωτίδης, Π., Pancacci, Α., Σιάκου, Ι., Σιμπούρη, Ν., Χατζηανέστης, Ι. και Ψυλλίδου-Γιουράνοβιτς, Ρ. (1997). Η κατάσταση του θαλάσσιου οικοσυστήματος του κόλπου και του όρμου της Θεσσαλονίκης και οι παράμετροι που συνιστούν τους βασικούς παράγοντες του δυναμικού αυτοκαθαρισμού του. Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου συνεδρίου Ωκεανογραφίας, 55-61.

Βαρδάκα, Ε. (2001). Τοξικά κυανοβακτήρια και κυανοβακτηριακές τοξίνες στη λίμνη της Καστοριάς και σε άλλα υδάτινα οικοσυστήματα της Ελλάδας. Διδακτορική διατριβή, σελ. 251. Θεσσαλονίκη.

Γαληνού-Μητσούδη Σ. και Πετρίδης Δ. (2000). Συσχέτιση μετεωρολογικών δεδομένων και δυσμενών βιολογικών φαινομένων για τη μυδοκαλλιέργεια.

Πρακτικά 6^{ου} Πανελληνίου Συμποσίου Ωκεανογραφίας και Αλιείας. Χίος 23-26 Μαΐου 2000. ΕΚΘΕ, σελ. 76-81.

Δόβα, Ε., Χατζηνικολάου, Α. και Χριστόπουλος, Σ. (2007). Επικαιροποίηση master-plan Λιμένα Ν. Μουδανιών. Αριθμός Μελέτης 206/2007, σελ.31. Ν. Μουδανιά.

Ευαγγελόπουλος Α. (1997). Σύνθεση και εποχιακές διακυμάνσεις του φυτοπλαγκτού στον Όρμο της Θεσσαλονίκης. Διπλωματική Εργασία Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην Υδροβιολογία-Υδατοκαλλιέργειες. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Βιολογίας.

Κολιός, Γ. (2007). Χαρακτηρισμός φυτοπλαγκτού στο λιμένα αναψυχής Σάνη, Χαλκιδική. Πτυχιακή εργασία, σελ. 37, Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Νέα Μουδανιά.

Λυκάκης, Σ. (1999). Οικολογία, Τρίτη έκδοση σελ. 452. Εκδόσεις Συμμετρία. Πάτρα.

Μουστάκα – Γούνη, Μ. (1997). Ωκεανογραφία μια βιολογική προσέγγιση, σελ. 325, Εκδόσεις EXIN, Θεσσαλονίκη.

Πετρίδης, Δ. (2000). Εφαρμοσμένη Στατιστική (με έμφαση στην επιστήμη των τροφίμων). *Όμηρος Εκδοτική*, Θεσσαλονίκη.

Πολυκάρπου, Π. Χ. (2004). Επίδραση παραγόντων του μεσογειακού κλίματος της δυναμική του φυτοπλαγκτού στον Όρμο της Θεσσαλονίκης. Διπλωματική εργασία, σελ. 90, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Χαραλαμποπούλου, Α. (2005). Ταξινομικές και λειτουργικές ομάδες πλαγκτού στο Θερμαϊκό κόλπο. Διπλωματική εργασία, σελ. 68, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Ψωμάς, Γ. (2006). Μεταβολές της σύνθεσης πλαγκτού σε θαλάσσιο σύστημα. Πτυχιακή εργασία, σελ.47, Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Νέα Μουδανιά.

