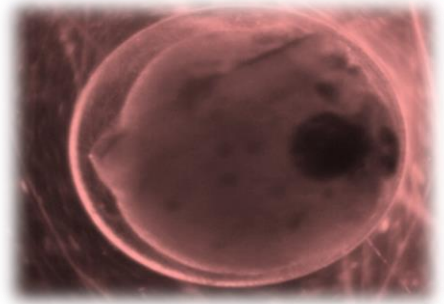


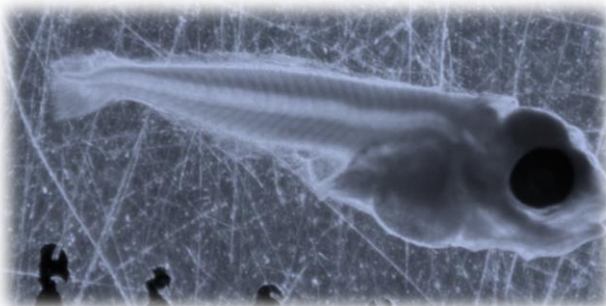
ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ-ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



**“ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΧΘΥΟΠΛΑΓΚΤΟΥ ΤΟ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ ΤΟΥ 2010
ΣΤΟ ΒΟΡΕΙΟ ΑΙΓΑΙΟ ΚΑΙ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΟΥ ΜΕ ΤΟΥΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ”**



ΡΟΚΑΝΑ ΧΡΥΣΟΥΛΑ

Επιβλέπουσα:

Μεγαλοφώνου, Καθηγήτρια Θαλάσσιας Βιολογίας ΕΚΠΑ

Ιούλιος 2019

ΑΘΗΝΑ



Περιεχόμενα

Abstract	4
Περίληψη.....	5
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο	7
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
1.1. ΓΕΝΙΚΑ	8
1.2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΙΧΘΥΟΠΛΑΓΚΤΟΥ	8
1.2.1 Αυγά.....	9
1.2.2 Ιχθυοπρονύμφες.....	10
1.3. Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΙΧΘΥΟΠΛΑΓΚΤΟΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ	12
1.4. ΣΤΟΧΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο	145
2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	16
2.1. ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	16
2.1.1 Το Βόρειο Αιγαίο.....	16
2.1.2 Το Θρακικό Πέλαγος.....	16
2.1.3 Υδρολογία του Θρακικού Πελάγους.....	16
2.1.4 Υδρογραφία του Θρακικού Πελάγους.....	17
2.1.5 Παραγωγικότητα.....	17
2.1.6 Ανεμολογικές Συνθήκες.....	20
2.1.7 Βροχόπτωση.....	20
2.2. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ	21
2.3. ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ	23
2.4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	24
2.4.1 Υπολογισμός αφθονίας δειγμάτων πλαγκτού.....	24
2.4.2 Εκτίμηση της βιοποικιλότητας.....	24
2.4.3 Πολυμεταβλητές αναλύσεις.....	25
2.4.4 Ανάλυση ποσοστιαίων ομοιοτήτων.....	26
2.4.5 Ανάλυση περιβαλλοντικών τιμών - Δημιουργία χαρτών.....	26

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	27
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	28
3.1. ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ.....	28
3.2. ΑΒΓΑ-ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΕ ΕΙΔΗ,ΑΦΘΟΝΙΕΣ,ΕΞΑΠΛΩΣΗ.....	31
3.3. ΙΧΘΥΟΝΥΜΦΕΣ-ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΕ ΕΙΔΗ,ΑΦΘΟΝΙΕΣ,ΕΞΑΠΛΩΣΗ.....	34
3.4. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΦΘΟΝΟΤΕΡΩΝ ΕΙΔΩΝ.....	39
3.4.1 Γεωγραφική κατανομή αυγών και ιχθυονυμφών του είδους <i>Engraulis encrasicolus</i>	39
3.4.2 Γεωγραφική κατανομή αυγών και ιχθυονυμφών του είδους <i>Sardinella aurita</i>	40
3.4.3 Γεωγραφική κατανομή αυγών και ιχθυονυμφών του είδους <i>Scomber colias</i>	41
3.4.4 Γεωγραφική κατανομή ιχθυονυμφών των ειδών <i>Hegorhym benoiti</i> και <i>Ceratoscopelus maderensis</i>	42
3.4.5 Γεωγραφική κατανομή χθουονυμφών των ειδών <i>Chromis chromis</i> και <i>Gobiidae</i>	43
3.4.6 Γεωγραφική κατανομή του είδους <i>Serranus hepatus</i>	44
3.5.ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ.....	45
3.6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΟΛΥΠΑΡΑΓΟΝΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ.....	47
3.7. ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΩΝ ΟΜΟΙΟΤΗΤΩΝ- ΑΝΑΛΥΣΗ SIMPER.....	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο	59
4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	60
4.1. ΣΥΝΘΕΣΗ ΙΧΘΥΟΠΛΑΓΚΤΟΥ.....	60
4.2. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΥΓΩΝ ΚΑΙ ΙΧΘΥΟΝΥΜΦΩΝ- ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΕΙΣ ΣΕ ΟΜΑΔΕΣ.....	61
4.3. ΟΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ ΕΙΔΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	63
4.4. ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΔΥΟ ΜΑΤΙΩΝ ΤΟΥ BONGO NET.....	70
4.5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	72
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	75
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'	82
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'	91
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ'	93
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ'	110

ABSTRACT

This study presents the ichthyoplankton assemblages of the North Aegean Sea, and specifically the Thracian Sea during July 2010. The taxa synthesis of the area, in terms of eggs and larvae, is described as well as their distribution in space and the relation with the environmental factors of the area.

The study is based on samples collected with a bongo plankton net (mesh size 250 μ m and 335 μ m) and environmental data collected using a CTD sensor. 59 taxa of eggs and fish larvae were identified, that belong to 35 families. From them, 13 taxa of eggs belong to 13 families and 56 taxa of fish larvae belong to 34 families. Most of the eggs and the fish larvae that were identified, belonged to the species *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758), *Scomber colias* (Gmelin, 1789) and *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847,). The rest of them were fish larvae from the family Myctophidae (*Ceratospelus maderensis*, Lowe, 1839) και *Hygophum benoiti* (Cocco, 1838), and also some other species: *Chromis chromis* (Linnaeus, 1758), *Serranus Hepatus* (Linnaeus, 1758) and finally species from the family Gobiidae.

Multivariate analysis of sampling sites (Hierarchical Agglomerative Cluster analysis and Non-metric Multi-Dimensional Scaling) defined a clear geographical distinction of ichthyoplankton in two regions, which differed in ambient environmental parameters (depth, temperature, salinity and chlorophyll-a) as well as species composition. Group A is characterized by higher depths and higher salinity values and is predominantly composed of Myctophidae family. Group B is characterized by stations in which high temperature and chlorophyll-a values were measured. In this group there are mainly coastal species and small pelagics, as well as the reproductive fields of the anchovy, the *S. aurita* and the *S. Colias*.

A comparison was also made between the two types of nets of the Bongo tool being sampled. From the basic characteristics of the fish species of the predominant species that were harvested, fish-larvae length ratios were created in relation to the number of fish larvae. It was found that in the shorter lengths (1-2.5mm), there was a significant difference between the results of the Bongo 250 and the Bongo 335, as the Bongo 250 was able to collect more small fish larvae in the range of shorter lengths.

Subject area: Marine ecosystems and Fisheries

Keywords: Ichthyoplankton, North Aegean Sea, Thracian Sea, eggs, larvae, multivariate analysis.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αναλύθηκαν οι συναθροίσεις του ιχθυοπλαγκτού στο Βόρειο Αιγαίο, και συγκεκριμένα στο Θρακικό Πέλαγος του Ιουλίου 2010. Μελετήθηκε η σύνθεση σε ταξινομικές ομάδες αβγών και ιχθυοσυμφών, η κατανομή τους στο χώρο, ο προσδιορισμός των πεδίων ωτοκίας των μικρών πελαγικών ειδών καθώς και η συσχέτιση με τους περιβαλλοντικούς παράγοντες της περιοχής.

Τα δείγματα συλλέχτηκαν με πλαγκτονικό δίχτυ τύπου Bongo (με μήκος-άνοιγμα ματιού 250μm και 335μm) και κατά τη δειγματοληψία έγινε καταγραφή των περιβαλλοντικών δεδομένων με τη χρήση θερμοσαλινογράφου. Συνολικά αναγνωρίστηκαν 59 *taxa* αβγών και ιχθυοσυμφών που ανήκουν σε 35 οικογένειες. Ταυτοποιήθηκαν 13 *taxa* αβγών που ανήκουν σε 13 οικογένειες και 56 *taxa* ιχθυοσυμφών που ανήκουν σε 34 οικογένειες. Τα αφθονότερα *taxa* αβγών, που αναγνωρίστηκαν και καταμετρήθηκαν, ήταν των ειδών *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758, Γαύρος), *Scomber colias* (Gmelin, 1789, Κολιός), *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847, Φρίσσα) και ιχθυονύμφες των Myctophidae (*Ceratoscopelus maderensis*, Lowe, 1839, Φανόψαρο της Μαδέρας) και *Hygophum benoiti* (Cocco, 1838, Φανόψαρο του Μπενουά), καθώς και των παράκτιων ειδών *Chromis chromis* (Linnaeus, 1758, Καλογριά), είδη της οικογένειας Gobiidae (Γωβιοί), και τέλος το βενθικό *Serranus hepatus* (Linnaeus, 1758, Καψομούλα).

Οι πολυπαραγοντικές αναλύσεις (ανάλυση ιεραρχικής προσθετικής ομαδοποίησης και η μη μετρική πολυδιάστατη διαβάθμιση) υπέδειξαν σαφή γεωγραφικό διαχωρισμό του ιχθυοπλαγκτού σε δύο κύριες ομάδες σταθμών. Οι περιοχές αυτές των δυο ομάδων εμφανίζουν διαφορές τόσο στους περιβαλλοντικούς παράγοντες (βάθος, τιμές επιφανειακής θερμοκρασίας, αλατότητας, συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α) όσο και στη σύνθεση των *taxa*. Η ομάδα Α χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερα βάθη και υψηλότερες τιμές αλατότητας και αποτελείται ως επί το πλείστον από είδη της οικογένειας Myctophidae. Η ομάδα Β χαρακτηρίζεται από σταθμούς στους οποίους μετρήθηκαν υψηλές τιμές θερμοκρασίας και χλωροφύλλης-α. Στην ομάδα αυτή παρατηρούνται κυρίως παράκτια είδη και μικρά πελαγικά, όπως επίσης και τα πεδία ωτοκίας του γαύρου, της φρίσσας και του κολιού.

Επίσης, πραγματοποιήθηκε σύγκριση μεταξύ των δυο τύπων δικτύων του εργαλείου Bongo με το οποίο έγινε η δειγματοληψία. Από τα βασικά χαρακτηριστικά των ιχθυοσυμφών των κυρίαρχων ειδών που συλλέχθηκαν, δημιουργήθηκαν διαγράμματα σχέσης μήκους ιχθυονύμφης –αριθμού ατόμων ιχθυοσυμφών. Διαπιστώθηκε πως στα μικρότερα μήκη (1-2,5mm), υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των αποτελεσμάτων του Bongo 250 και Bongo 335, καθώς το Bongo 250 μπόρεσε να συλλέξει περισσότερες ιχθυονύμφες στο φάσμα των μικρότερων μηκών.

Θεματική περιοχή: Θαλάσσια οικοσυστήματα και Αλιεία

Λέξεις - κλειδιά: Ιχθυοπλαγκτό, Βόρειο Αιγαίο, Θρακικό Πέλαγος, αβγά, ιχθυονύμφες, πολυπαραγοντική ανάλυση.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ τον κύριο Αποστόλη Σιαπάτη από το Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών, του οποίου η καθοδήγηση και συνεργασία έπαιξαν πολύ σημαντικό ρόλο, χάρη στις γνώσεις και την εμπειρία του σε δείγματα ιχθυοπλαγκτού και στην επεξεργασία δεδομένων. Ευχαριστώ για τη βοήθεια που μου προσέφερε, αλλά και για τη στήριξή του και τις συμβουλές του.

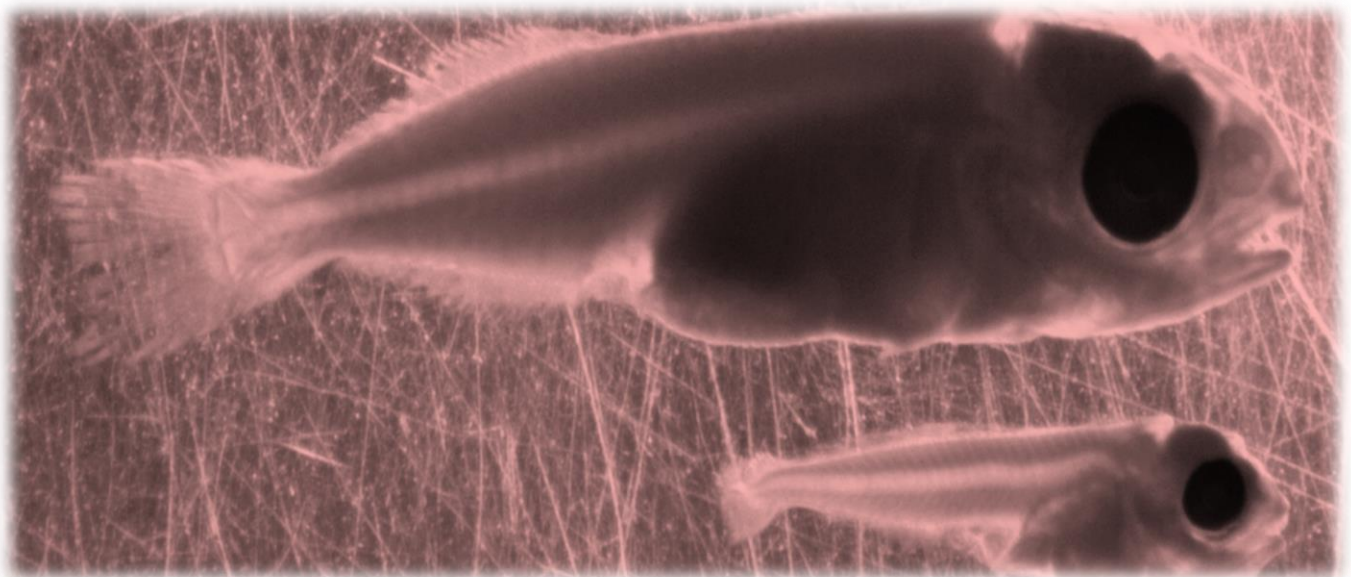
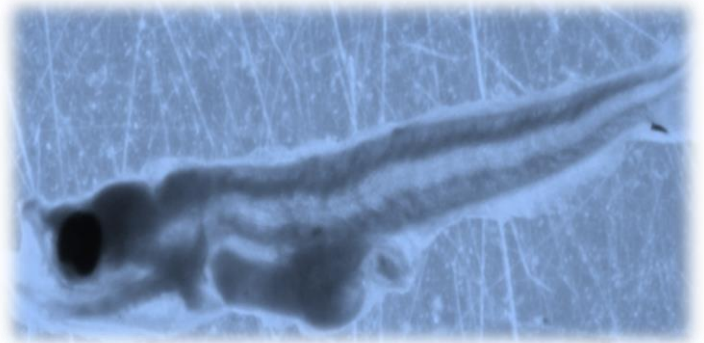
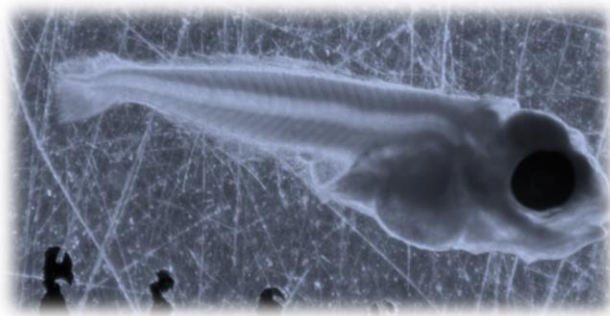
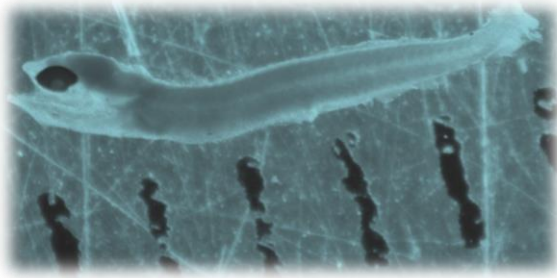
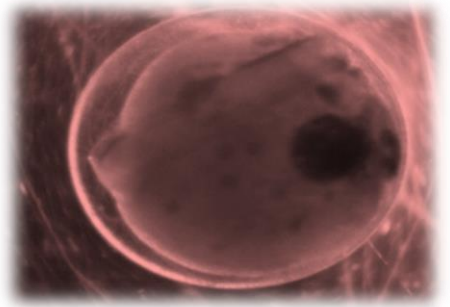
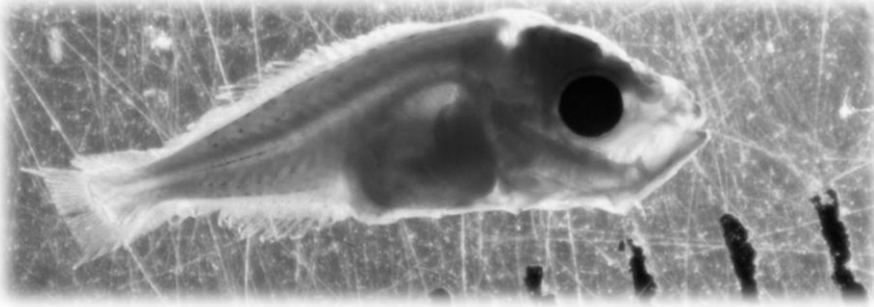
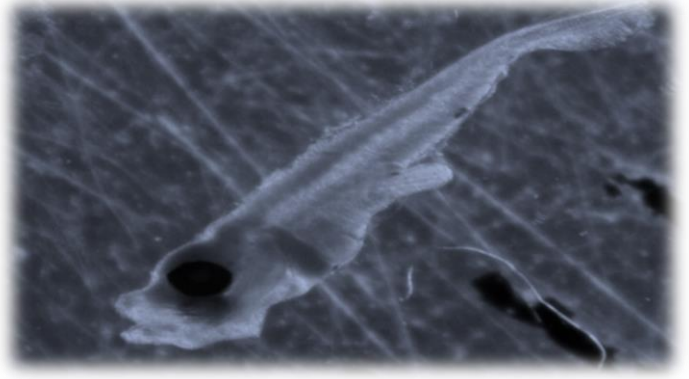
Την καθηγήτρια Περσεφόνη Μεγαλοφώνου για τη βοήθεια που μου παρείχε σε όλα τα στάδια της παρούσας εργασίας αλλά και για την εποικοδομητική κριτική της.

Ευχαριστώ επίσης την κυρία Κατερίνα Αναστασοπούλου, τον κύριο Δαμαλά Δημήτρη και τον κύριο Καββαδά Στέφανο από το Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών για την ευχάριστη παρουσία τους και το όμορφο περιβάλλον που μου προσέφεραν στο εργαστήριο κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των δειγμάτων.

Τον Καπετάνιο και το πλήρωμα του Ερευνητικού Αλιευτικού σκάφους ΦΙΛΙΑ για τη συλλογή των δειγμάτων.

Τέλος, ευχαριστώ ιδιαίτερα τον σύντροφό μου για τη συνεχή του στήριξη κατά τη διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών μου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΓΕΝΙΚΑ

Τα ωοτόκα θαλάσσια είδη ακτινοπτερυγίων ιχθύων παρουσιάζουν ιδιαίτερη ποικιλομορφία ως προς τον αριθμό, το μέγεθος και τη μορφολογία των αυγών που αποθέτουν, αλλά και ως προς το οντογενετικό πρότυπο που θα ακολουθήσουν μέχρι τη μεταμόρφωση σε ιχθύδια.

Το **ιχθυοπλαγκτό** (σύνθετη λέξη από το ιχθύς + πλαγκτόν) περιλαμβάνει τα πρώτα στάδια ζωής των ψαριών (αυγά και ιχθυονύμφες) τα οποία συνήθως απαντώνται κυρίως στα ανώτερα 200 μέτρα της στήλης του νερού (Σιαπάτης, 2017).

Τα αυγά και οι ιχθυονύμφες μεταφέρονται μέσω των ρευμάτων και αποτελούν τμήμα του ζωοπλαγκτού. Οι ιχθυονύμφες τρέφονται με μικρότερους πλαγκτονικούς οργανισμούς ενώ, όπως και τα αυγά, αποτελούν τροφή για πολλούς μεγαλύτερους οργανισμούς (Κουμουνδούρος, 2011).

1.2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΙΧΘΥΟΠΛΑΓΚΤΟΥ

Τα πλαγκτονικά στάδια των ψαριών είναι προσαρμοσμένα να επιβιώνουν σε ένα περιβάλλον το οποίο συνήθως διαφέρει από αυτό των ενήλικων ατόμων. Έχουν μικρό μέγεθος, εκτελούν κατακόρυφες μετακινήσεις σε ένα μέσο που μπορεί να κινείται πολύ γρηγορότερα από αυτά, και προσπαθούν να βρουν την τροφή τους, αλλά και να αποφύγουν τους θηρευτές τους. Η μορφολογία των ατόμων αλλάζει δραματικά κατά την πλαγκτονική φάση της ζωής τους, ενώ παράλληλα τα ίδια παραμένουν λειτουργικοί οργανισμοί στο περιβάλλον όπου διαβιούν (Isari, 2005).

Ο υψηλός ρυθμός θνησιμότητας των πρώιμων οντογενετικών σταδίων (φτάνει στο 95% μέχρι τη μεταμόρφωση των νυμφών σε ιχθύδια), είναι ενδεικτικός των προκλήσεων του πλαγκτονικού περιβάλλοντος. Αντισταθμίζεται δε από τη μεγάλη γονιμότητα των ειδών με πλαγκτονικά πρώιμα οντογενετικά στάδια.

Δεδομένου της ποικιλίας και της πολυπλοκότητας των πρώτων σταδίων ανάπτυξης των ψαριών, δεν είναι παράξενο ότι διάφορα ταξινομικά συστήματα αναπτύχθηκαν για να περιγράψουν αυτά τα στάδια, χρησιμοποιώντας διάφορες ορολογίες που μπορεί να διαφέρουν από λίγο έως πολύ μεταξύ τους. Η απλούστερη ταξινόμηση περιλαμβάνει το στάδιο του **αυγού** (το οποίο μετά την γονιμοποίηση περιέχει ένα αναπτυσσόμενο έμβρυο), το στάδιο της **ιχθυοπρονύμφης** που προκύπτει μετά την εκκόλαψη του αυγού και έως την απορρόφηση της λεκίθου, το στάδιο της **ιχθυονύμφης** που περιλαμβάνει την περίοδο από την απορρόφηση της λεκίθου έως την μεταμόρφωσή της στο το στάδιο του **νεαρού ιχθυδίου** (Σιαπάτης, 2017).

1.2.1 Αυγά

Τα περισσότερα είδη θαλάσσιων Οστεϊθύνων απελευθερώνουν αυγά που γονιμοποιούνται στο εξωτερικό περιβάλλον και αιωρούνται στα επιφανειακά ύδατα. Το μέγεθος των αυγών κυμαίνεται συνήθως από 0,5 έως και 5,5 mm. Το κύριο χαρακτηριστικό του αυγού είναι το εξωτερικό κάλυμμα (χόριο), η λέκιθος (ενιαία ή διαμερισματοποιημένη), κανένα ή ένα ή και περισσότερα σταγονίδια ελαίου και το έμβρυο που αναπτύσσεται περιφερειακά (Πικέα, 2015).

Η πλειονότητα των ειδών έχει σφαιρικά αυγά με περίπου 1mm διάμετρο. Σε ορισμένες ομάδες υπάρχουν ελλειψοειδή αυγά (π.χ. *Engraulidae*) ή σφαιρικά πεπιεσμένα (π.χ. *Carapidae*, *Scorpaenidae*). Στην εικόνα 1.1 δίνονται διάφορα είδη αυγών που αναγνωρίστηκαν στην παρούσα εργασία. Το χόριο μπορεί να είναι λείο η διακοσμημένο με αγκάθια ή νημάτια, εξαγωνικά ή πολυγωνικά δίκτυα ή τέλος, να εμφανίζουν μια προεκβολή ή διεύρυνση.



Sardinella aurita

Scomber colias

Engraulis encrasicolus



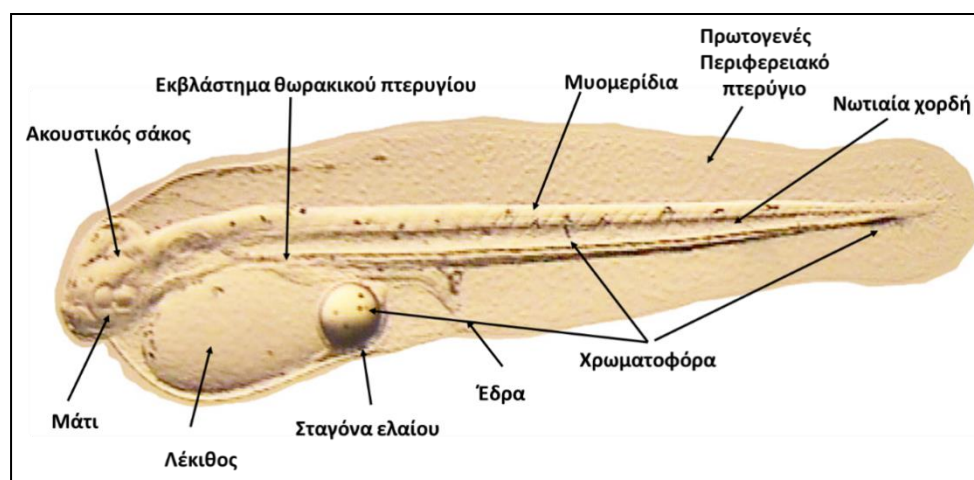
Uranoscopus scaber

Maurolicus muelleri

Εικόνα 1.1 Διάφορα είδη αυγών (Βάση δεδομένων ΕΛΚΕΘΕ, Σιαπάτης Αποστόλης)

1.2.2.Ιχθυοπρονύμφες

Αμέσως μετά την εκκόλαψη το έμβρυο εμφανίζεται με μια χαρακτηριστική μορφή, που ονομάζεται ιχθυοπρονύμφη, της οποίας μια τυπική μορφή φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Εικόνα 1.2 Χαρακτηριστική μορφή ιχθυοπρονύμφης.

Κύριο χαρακτηριστικό της νεοεκκολαφθής ιχθυοπρονύμφης (Εικόνα 1.2) είναι η παρουσία του λεκιθικού σάκου. Ο ρόλος του είναι απαραίτητος στα πρώτα κρίσιμα στάδια ζωής της ιχθυοπρονύμφης, μιας και αποτελεί την μοναδική πηγή τροφής. Συνήθως σ' αυτό το στάδιο, το στόμα δεν έχει ακόμα διαφοροποιηθεί και η έδρα δεν έχει ανοίξει. Ο σάκος βρίσκεται στο μπροστινό κοιλιακό τμήμα του σώματος και η έκταση που καταλαμβάνει καθώς και το σχήμα του, διαφέρουν ανάλογα με το είδος της ιχθυοπρονύμφης (Σιαπάτης, 2017).

Μετά την απορρόφηση της λεκίθου, η ιχθυοπρονύμφη περνά στο στάδιο της ιχθυονύμφης. Από τη στιγμή της απορρόφησης της λεκίθου μέχρι την μεταμόρφωση, έχουμε μια σειρά από μορφολογικές αλλαγές στο σώμα των ιχθυονυμφών, που τείνουν στο τέλος να αποκτήσουν την αντίστοιχη μορφή των ενήλικων ατόμων. Οι ιχθυονύμφες κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής τους, διαφοροποιούνται σε τέτοιο βαθμό, ώστε κάθε μορφή τους να διαφέρει αρκετά από τις προηγούμενες ή τις επόμενες, επομένως δημιουργούνται πολλά νυμφικά στάδια.

Η συνεχής διαφοροποίηση των ιχθυονυμφών κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης, καθώς και το πλήθος των μορφών των ειδών που υπάρχουν, καθιστούν τη συστηματική αναγνώριση των ιχθυονυμφών μια επίπονη διαδικασία. Όμως σε αντίθεση με τα αυγά και τις ιχθυοπρονύμφες, στις ιχθυονύμφες, έχουμε την παρουσία μιας σειράς νέων μορφολογικών χαρακτήρων, που βοηθούν σημαντικά στον προσδιορισμό τους (Σιαπάτης, 2017).

Τα χρωματοφόρα και ιδιαίτερα τα μελανοφόρα παίζουν κυρίαρχο ρόλο στην αναγνώριση των ειδών. Αυτό που παρατηρούμε στα μελανοφόρα είναι η θέση τους και ο αριθμός τους (σε περιπτώσεις που είναι ενδεικτικός για το είδος της ιχθυονύμφης). Στη συνέχεια η λέκιθος απορροφάται σταδιακά και το τέλος της λεκιθοφόρου περιόδου σηματοδοτείται από το σχηματισμό λειτουργικών γνάθων, πεπτικού συστήματος και χρωματοφόρων στα μάτια. Επίσης, τα κύρια όργανα και αισθητήρια που είναι απαραίτητα για τη σύλληψη της τροφής, γίνονται πλέον λειτουργικά.

Στην Εικόνα 1.3 παρουσιάζονται ιχθυονύμφες από τα τρία κυριότερα είδη που αναγνωρίστηκαν στην παρούσα εργασία.



Engraulis encrasicolus



Sardinella aurita

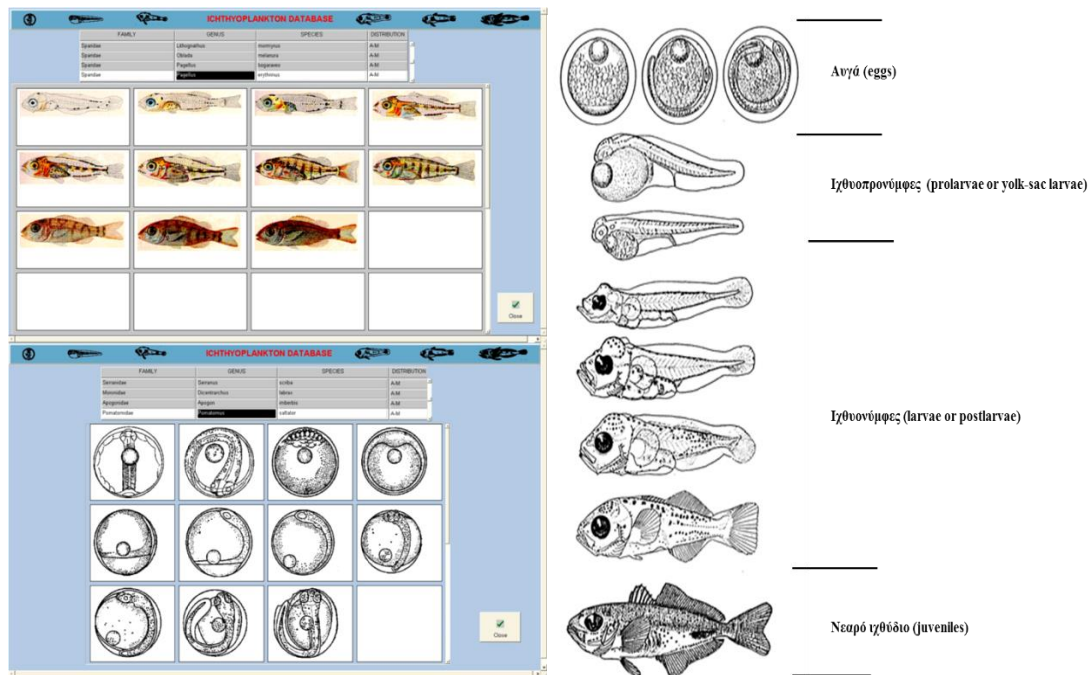


Scomber colias

Εικόνα 1.3 Διάφορα είδη ιχθυονυμφών (Βάση δεδομένων ΕΛΚΕΘΕ, Σιαπάτης Αποστόλης)

Στην Εικόνα 1.4 παρουσιάζεται η βάση δεδομένων ιχθυοπλαγκτού η οποία περιέχει πάνω από 2000 εικόνες και σχήματα αβγών, ιχθυονυμφών, ιχθυδίων και μεταμορφωμένων ιχθυδίων με πάνω από 250 είδη των ελληνικών θαλασσών (Siaratis & Chilari, 2003). Πρόκειται για μια προσπάθεια οργάνωσης, συγκέντρωσης και καταγραφής των πληροφοριών που διατίθενται από την υπάρχουσα βιβλιογραφία, με σκοπό τη διευκόλυνση του ερευνητή .

Στη βάση αυτή έχουν προστεθεί ακόμη περίπου 1500 φωτογραφίες διαφόρων αναπτυξιακών σταδίων με μορφολογικούς και βιομετρικούς χαρακτήρες, όπως αυτές πάρθηκαν από το στερεοσκόπια με την βοήθεια προγράμματος ανάλυσης εικόνας.



Εικόνα 1.4 Αριστερά απόψεις της βάσης δεδομένων ιχθυοπλαγκτού που κατασκευάστηκε στο ΕΛ.ΚΕ.ΘΕ. και δείχνει διαφορετικές μορφές νεαρών σταδίων των ιχθύων (Siaratis & Chilari 2003). Δεξιά τα αναπτυξιακά και τα μεταβατικά στάδια όπως δίδονται από τους Kendalllet *al.* (1984)

Η βάση αυτή έχει πρόσφατα αναβαθμιστεί με νέα πεδία αναζήτησης στα οποία τοποθετώντας διάφορους μετρικούς και μορφολογικούς χαρακτήρες, μπορεί κάποιος να προσεγγίσει με ικανοποιητικό βαθμό την αναγνώριση κάποιου είδους (Μαυραγάνης κ.ά., 2013).

1.3. Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΙΧΘΥΟΠΛΑΓΚΤΟΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

Η μελέτη του ιχθυοπλαγκτού είναι εξαιρετικά σημαντική στη διαχείριση των πληθυσμών των ψαριών.

Στόχος της είναι:

- 1 Ο εντοπισμός και η οριοθέτηση των πεδίων ωοτοκίας καθώς και της διάρκειας της αναπαραγωγικής περιόδου σημαντικού αριθμού ειδών ψαριών.
- 2 Η συγκέντρωση πληροφοριών για τη βελτίωση της γνώσης της συνολικής ιχθυοπανίδας και γενικά της βιοποικιλότητας μίας περιοχής
- 3 Η ερμηνεία των μετακινήσεων και μεταναστεύσεων ορισμένων ειδών ψαριών, από τα πεδία που ζει και διατρέφεται ο ενήλικος πληθυσμός τους σε διαφορετικά πεδία αναπαραγωγής και ωοτοκίας τους.
- 4 Ο υπολογισμός της συνολικής βιομάζας ενός αναπαραγόμενου πληθυσμού, με βάση την εκτίμηση της αφθονίας των αυγών και των ιχθυονυμφών, τον υπολογισμό της θνησιμότητάς τους, καθώς και τον υπολογισμό των βιολογικών παραμέτρων των ενηλίκων βάση ειδικών μαθηματικών μοντέλων.
- 5 Η κατανόηση της επίδρασης διαφόρων βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων στην επιβίωση των πρώτων σταδίων της ζωής των ψαριών, κάτι που αντανακλά άμεσα την αφθονία των ενηλίκων.

6 Η αναθεώρηση της ταξινομικής κατάταξης διαφόρων ειδών ψαριών, χρησιμοποιώντας τους αρχέγονους χαρακτήρες που φέρουν τα πρώτα στάδια ζωής αυτών.

Η συμβολή των ιχθυοπλαγκτονικών ερευνών είναι μεγάλη στους τομείς της βιολογίας, της οικολογίας και της συστηματικής ταξινόμησης των ιχθύων καθώς και στο τομέα της αλιευτικής βιολογίας (Siaratis & Chilari, 2016). Ερμηνεύοντας τη χωρική κατανομή του ιχθυοπλαγκτού και συσχετίζοντάς τη με διάφορους αβιοτικούς και βιοτικούς παράγοντες μπορούμε να εξάγουμε σημαντικές πληροφορίες για τη βιολογία των πρώτων σταδίων ζωής διαφόρων ειδών, καθώς και για τις περιβαλλοντολογικές συνθήκες μέσα στις οποίες αυτά ζουν και αναπαράγονται (Heath, 1992). Οι διάφοροι περιβαλλοντικοί παράγοντες (όπως θερμοκρασία, αλατότητα, ρεύματα, τοπογραφία κτλ.) επιδρούν πάνω στη παρουσία, τη κατανομή και την αφθονία των αυγών και ιχθυονυμφών.

Εποχιακές και ετήσιες διακυμάνσεις των περιβαλλοντικών παραγόντων επιδρούν άμεσα πάνω στα ενήλικα ψάρια επηρεάζοντας την αναπαραγωγική τους συμπεριφορά (περίοδο, διάρκεια, και περιοχές ωοτοκίας). Μικρής και μεσαίας κλίμακας δυναμικά στοιχεία κυκλοφορίας (ρεύματα, κυκλωνικά συστήματα, μέτωπα κτλ.) επιδρούν άμεσα είτε στην παραμονή των ιχθυονυμφών σε εύτροφες περιοχές είτε στη διασπορά τους βοηθώντας έτσι στη μείωση του ανταγωνισμού για τη τροφή και στη καλύτερη επιβίωση τους. (Frank & Leggett, 1983).

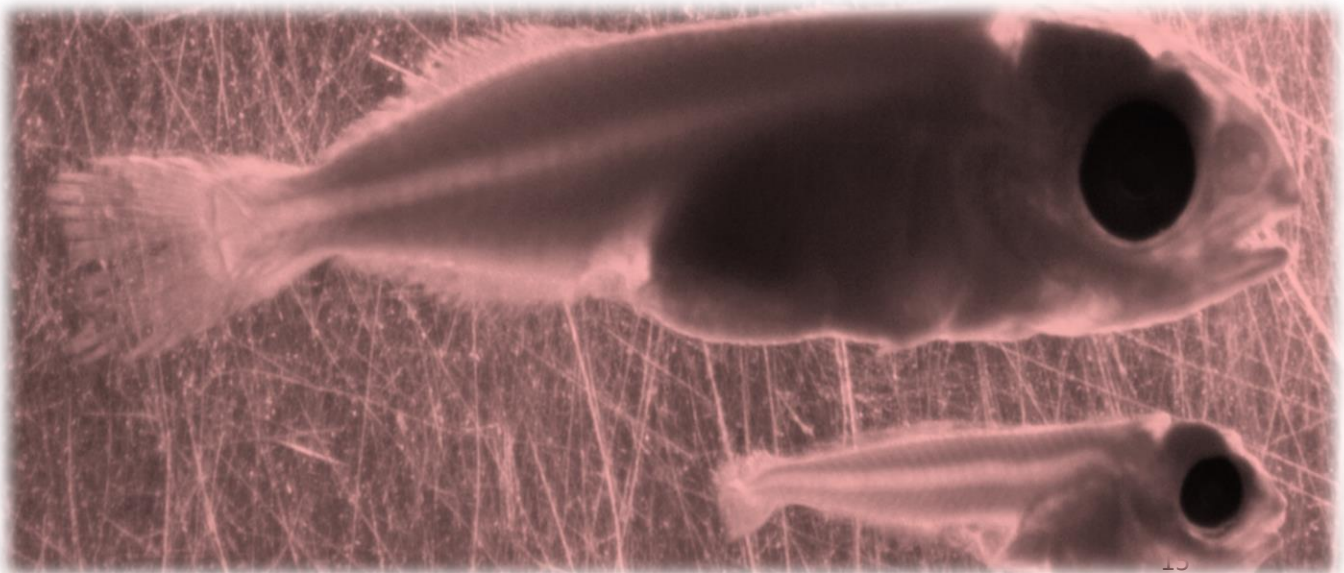
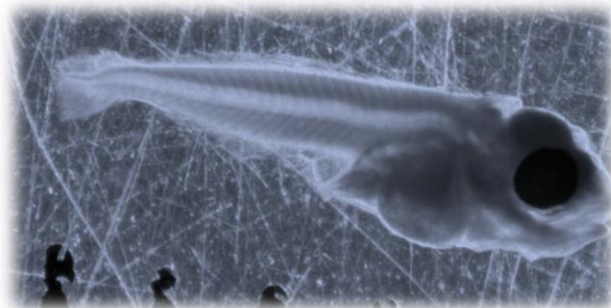
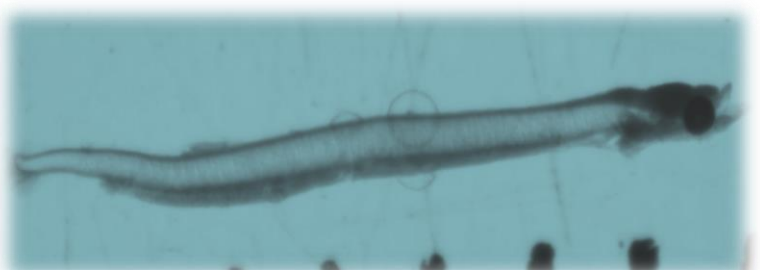
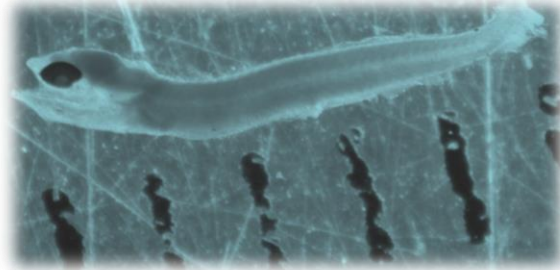
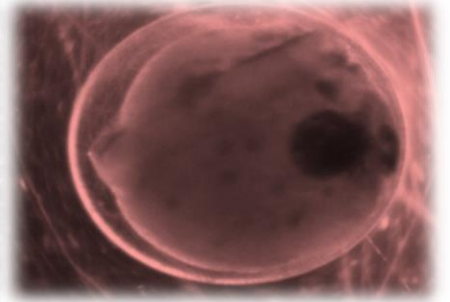
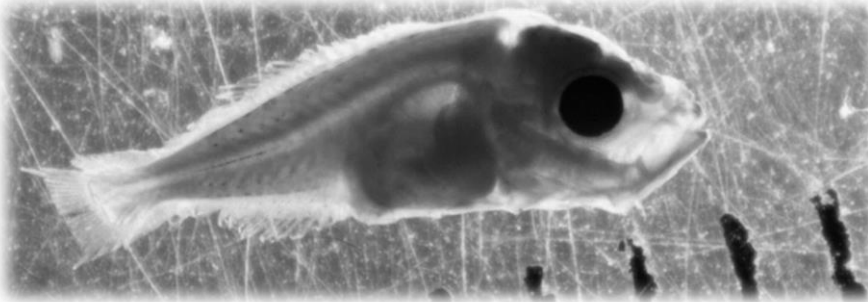
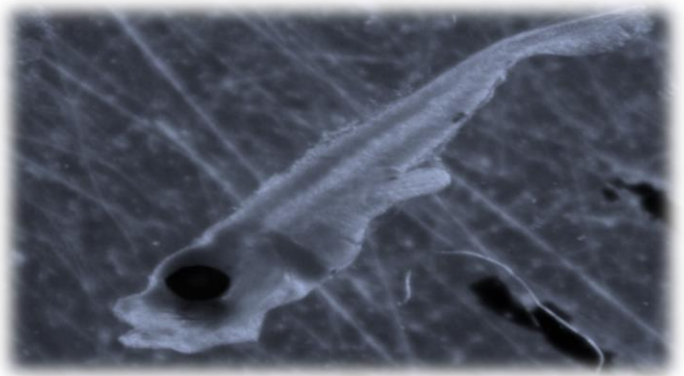
Τέλος, τις τελευταίες δεκαετίες, καθώς οι γνώσεις για τα πρώτα στάδια ζωής των ψαριών εμπλουτίζονται όλο και περισσότερο, υπάρχει έντονη προσπάθεια για τη χρησιμοποίηση των γνώσεων αυτών στη συστηματική και ταξινομική έρευνα των ενηλίκων. Προβλήματα συστηματικής κατάταξης ειδών, γενών ή ακόμη και οικογενειών, είναι δυνατόν να διαλευκανθούν, αν εξετασθούν κάτω από το πρίσμα των νέων δεδομένων που αφορούν τα πρώτα στάδια ζωής των ψαριών. Μια σειρά από νέους μορφομετρικούς χαρακτήρες, που δεν υπάρχουν στα ενήλικα άτομα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βοήθεια για τη συστηματική κατάταξη. Χαρακτηριστικές είναι οι εργασίες από ορισμένους επιφανείς επιστήμονες, όπου είδη ή και γένη οικογενειών όπως Myctophidae, Paralepididae, Bothidae, Scombridae, Scorpaenidae και άλλες, έχουν ταξινομηθεί ή επανα-ταξινομηθεί, λόγω προσδιορισμού ή επαναπροσδιορισμού οντογενετικών χαρακτήρων των ιχθυονυμφών (Kental *et al.*, 1983).

1.4. ΣΤΟΧΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η εργασία μελετά τη σύνθεση και την κατανομή του ιχθυοπλαγκτού στην περιοχή του ανατολικού Βόρειου Αιγαίου, και συγκεκριμένα στο Θρακικό πέλαγος. Το υλικό της μελέτης προέκυψε από ένα δίκτυο 18 σταθμών δειγματοληψίας που πραγματοποιήθηκαν με το Ε/Σ ΦΙΛΙΑ του ΕΛΚΕΘΕ, μεταξύ 5 και 14 Ιουλίου 2010. Σκοπός της εργασίας είναι:

- Ο καθορισμός των πεδίων ωτοκίας των ειδών που αναγνωρίστηκαν, μέσω των αβγών τους και της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών τους.
- Η περιγραφή των συναθροίσεων του ιχθυοπλαγκτού και η συσχέτιση της αφθονίας των αυγών και των ιχθυονυμφών με περιβαλλοντικούς παράγοντες.
- Σύγκριση της επιλεκτικότητας των δυο διαφορετικών τύπων ματιών δικτυών (250 & 335).
- Η ερμηνεία των πιθανών μεταβολών στις αφθονίες των αβγών και των ιχθυονυμφών με βάση τους περιβαλλοντικούς και τροφικούς παράγοντες της περιοχής, και η σύγκριση των αφθονιών αυτών με αποτελέσματα προηγούμενων ετών που προέκυψαν από παλαιότερες έρευνες για τη συγκεκριμένη περιοχή του Βορείου Αιγαίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

2.1.1. Το Βόρειο Αιγαίο

Το Βόρειο Αιγαίο, αποτελεί τμήμα του Αιγαίου Πελάγους, μεταξύ της Ελληνικής χερσονήσου και της Τουρκικής ακτογραμμής, χαρακτηριζόμενο από εξαιρετικά σύνθετες βαθυμετρικές και υδροδυναμικές συνθήκες (Lykousis et al., 2002). Στην περιοχή κυριαρχεί η Τάφρος Βορείου Αιγαίου, μία μεγάλου βάθους και πλάτους τάφρος με ΒΑ-ΝΔ προσανατολισμό, η οποία περιλαμβάνει τη Λεκάνη της Ν. Λήμνου (στα ΒΑ με μέγιστο βάθος 1.470 μ), τη Λεκάνη του Άθω(στο κέντρο με μέγιστο βάθος 1.150 μ) και τη Λεκάνη των Βορείων Σποράδων (στα ΝΔ με μέγιστο βάθος 1.500 μ (Theocharis & Georgoroulos, 1993).

Μία σειρά ρηχών υφάλων διαχωρίζει αυτές τις λεκάνες από τη Λεκάνη της Σκύρου (στα νότια με μέγιστο βάθος 1.077 μ) και από τη Λεκάνη της Χίου (στα δυτικά και νότια της Νήσου με μέγιστο βάθος 1.200 μ) (Velaoras & Laskaratos, 2005). Η παράκτια μορφολογία αποτελείται από σειρά ημίκλειστων κόλπων, όπως ο Κόλπος Αλεξανδρούπολης, ο Κόλπος Καβάλας, ο Στρυμονικός Κόλπος στα βόρεια, ο Θερμαϊκός Κόλπος στα βορειο-δυτικά και ο Βόρειος Ευβοϊκός Κόλπος στα δυτικά. Το Θρακικό Πέλαγος αποτελεί τη μεγάλη πλάτους υφαλοκρηπίδα ευρισκόμενη στο βόρειο όριο του Αιγαίου Πελάγους.

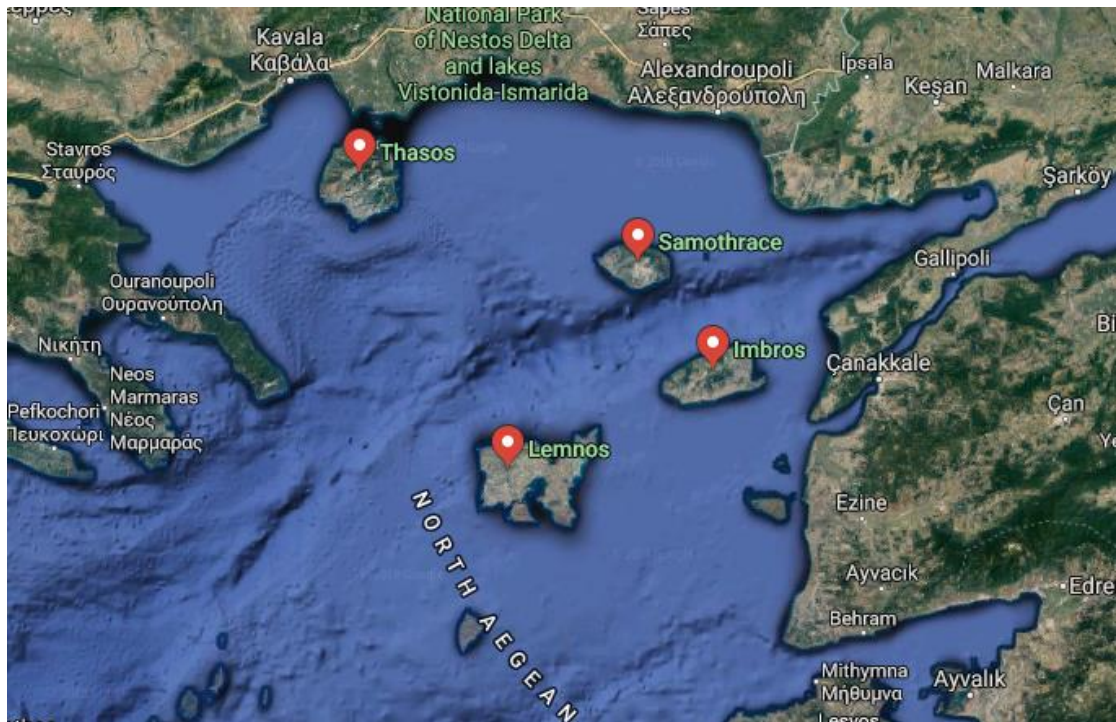
Ένας φυσικός και διεθνώς σημαντικός πορθμός για το Β. Αιγαίο είναι το στενό των Δαρδανελλίων. Η ανάγκη γνώσης των γεωγραφικών του χαρακτηριστικών έγκειται στο γεγονός ότι αποτελεί την κύρια έξοδο των νερών της Μαύρης θάλασσας στο Βόρειο Αιγαίο, και κατά συνέπεια στην Ανατολική Μεσόγειο.

2.1.2. Το Θρακικό Πέλαγος

Το Θρακικό Πέλαγος τοποθετείται στο βόρειο τμήμα του Βορείου Αιγαίου και εκτείνεται από τις ανατολικές ακτές της Χαλκιδικής και της Χερσονήσου του Άθω έως τις δυτικές ακτές της Χερσονήσου της Καλλίπολης, ενώ προς το Νότο εκτείνεται έως τις βόρειες ακτές της Λήμνου. Κατά μήκος της βόρειας ακτογραμμής του Θρακικού Πελάγους αναπτύσσονται μια σειρά παράκτιων υδατικών οικοσυστημάτων, όπως ημίκλειστοι κόλποι, λιμνοθάλασσες, παράκτιοι υγρότοποι καθώς και εκβολές ποταμών.

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά αλλά και η επίδραση των υδάτων της Μαύρης θάλασσας καθιστούν την περιοχή του Θρακικού Πελάγους ως ένα πολύπλοκο σύστημα σε ότι αφορά την υδρολογία, τη βιολογία, την ιζηματολογία και τη χημεία του (Κόκκος Ν., 2017).

Όπως αναφέρεται και από τους Kallianiotis (1996), Κόκκος (2017), Stergiou et al (1997) και Σιοκου- Fragou (2002) το Θρακικό Πέλαγος ίσως αποτελεί το παραγωγικότερο τμήμα του Β. Αιγαίου, εξαιτίας των υδάτων της Μαύρης Θάλασσας και της απορροής των ποταμών.



Εικόνα 2.1 Απεικόνιση του ανατολικού Βόρειου Αιγαίου μέσω της εφαρμογής Google Earth.

2.1.3. Υδρολογία του Θρακικού Πελάγους

Λόγω της τοπογραφίας της βαλκανικής χερσονήσου, το σύνολο των διασυνοριακών λεκανών απορροής (Στρυμόνα, Νέστου, Έβρου) έχουν το κατάντη τμήμα τους επί ελληνικού εδάφους. Έτσι το Θρακικό πέλαγος δέχεται τις απορροές από τρεις ποταμούς και από τη Λίμνη Βιστωνίδα καθιστώντας το ένα από τα πιο εύτροφα πελάγη του Αιγαίου.

Ο Στρυμόνας είναι ο πρώτος από τα δυτικά από τους μεγαλύτερους ποταμούς που εκρέουν στο Θρακικό Πέλαγος, πηγάζει από το όρος Βιτόσα και εκβάλλει στο Στρυμονικό κόλπο ανατολικά της Χερσονήσου της Χαλκιδικής.

Ο Νέστος είναι ο δεύτερος από τα δυτικά από τους μεγαλύτερους ποταμούς που εκρέουν στο Θρακικό Πέλαγος. Πηγάζει από τα βουνά Ρίλα και Πιρίν, που βρίσκονται στο βορειοδυτικό και στο δυτικό τμήμα της Βουλγαρίας αντίστοιχα, τα οποία χαρακτηρίζονται από έντονες βροχοπτώσεις και παρατεταμένη χιονοκάλυψη.

Ο Έβρος είναι ο τελευταίος ποταμός από τα δυτικά που εκρέει στο Θρακικό Πέλαγος και εκβάλλει ανατολικά της πόλης της Αλεξανδρούπολης μέσα στον κόλπο της πόλης. Τα τελευταία χρόνια θεωρείται ένας από τους σημαντικότερους ποταμούς του Β. Αιγαίου καθώς τα νερά του κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες κατακλύζουν το ανατολικό τμήμα του Θρακικού Πελάγους (Kapelloroulios et al, 2009; Κόκκος, 2017). Ο ποταμός Έβρος πηγάζει από το όρος Ρίλα της Βουλγαρίας, ακολουθώντας ανατολική και στη συνέχεια νοτιοανατολική κατεύθυνση, εκβάλλει στον κόλπο του Αίνου ανατολικά της Αλεξανδρούπολης όπου σχηματίζει ένα εκτεταμένο δέλτα.

2.1.4. Υδρογραφία του Θρακικού Πελάγους- Υδάτινη κυκλοφορία

Στο παρόν υποκεφάλαιο παρουσιάζονται οι δομές της γενικότερης κυκλοφορίας κατά του θερινούς μήνες, επικεντρώνοντας στο επιφανειακό στρώμα της υδάτινης στήλης. Τα

υδροδυναμικά χαρακτηριστικά του Θρακικού Πελάγους εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό τόσο από τη μετεωρολογική επίδραση στην επιφάνεια της θάλασσας όσο και από την εξάπλωση των υφάλμυρων υδάτων της Μαύρης Θάλασσας τα οποία εκρέουν από τα Στενά των Δαρδανελλίων στα ανατολικά παράλια του Β. Αιγαίου αλλά και των υφάλμυρων υδάτων που προέρχονται από την εκροή των ποταμών που βρίσκονται στα βόρεια παράλια του πελάγους.

Η πιο χαρακτηριστική υδρογραφική δομή της περιοχής είναι η είσοδος του χαμηλής αλατότητας (29-34), πλούσιου σε θρεπτικά άλατα Νερού της Μαύρης Θάλασσας (BSW), το οποίο καταλαμβάνει τα πρώτα 20-40 μ της επιφάνειας της υδάτινης στήλης. Το Νερό της Μαύρης Θάλασσας εξερχόμενο από τα Στενά των Δαρδανελλίων ακολουθεί κυκλωνική πορεία (Onchīnikon, 1966), με αποκλινόμενους βραχίονες προς το πλατό της Σαμοθράκης και το πλατό του Θερμαϊκού (Ünlüataet *et al.*, 1990; Latifet *et al.*, 1991). Το Βόρειο Αιγαίο εμφανίζεται να δέχεται την επίδραση του BSW κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι (Απρίλιος έως Ιούλιος), όταν οι μέσες παροχές εκροής από τα Στενά των Δαρδανελλίων προσεγγίζουν τα 40.000 m³/s, ανταποκρινόμενες στις αντίστοιχα αυξημένες ποτάμιες απορροές της Μαύρης Θάλασσας (Oguz & Sur, 1989; Yüce, 1995; Κόκκος, 2017).

Το Β. Αιγαίο χαρακτηρίζεται από ένα πολύπλοκο σύστημα κυκλοφορίας όπου εμφανίζονται ένας μεγάλος αριθμός ημι-μόνιμων στροβίλων μικρής κλίμακας. Ο σημαντικότερος σχηματισμός που συναντάται στην κυκλοφορία του Β. Αιγαίου είναι ο αντικυκλώνας της Σαμοθράκης, όπου τα νερά της Μαύρης Θάλασσας εγκλωβίζονται σε έναν ημι-μόνιμο αντικυκλώνα μεταβαλλόμενων διαστάσεων που περιβάλλει τη Σαμοθράκη και κατά περιπτώσεις και τη νήσο Ίμβρο (Theocharis & Georgoroulos, 1993; Cordero, 1997; Zervakis & Georgoroulos, 2002), σχηματίζοντας ένα μέτωπο ανάμεσα στις χαμηλής αλατότητας νερά του αντικυκλώνα και στα νερά υψηλής αλατότητας της περιοχής ανάμεσα στον Άθω και τη Λήμνο (Zervakis *et al.*, 2005; Olson *et al.*, 2007).

2.1.5. Παραγωγικότητα

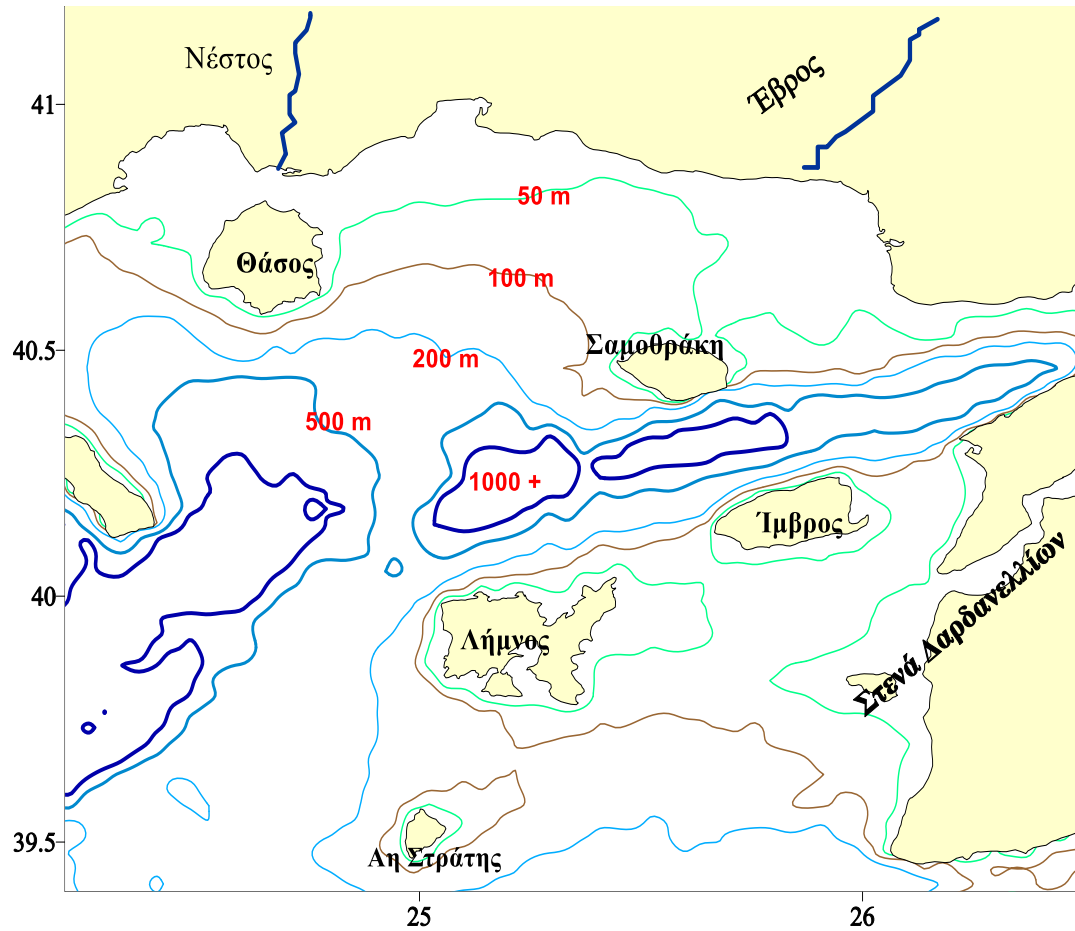
Το νερό της Μαύρης θάλασσας αν και χαρακτηρίζεται από υψηλές συγκεντρώσεις ανόργανων θρεπτικών συστατικών (αζώτου, φωσφόρου), κατά την εισροή του στο Β.Α. Αιγαίο εμφανίζει χαμηλές συγκεντρώσεις, γεγονός που υποδηλώνει την κατά τη διάρκεια της πορείας του νερού κατανάλωσή τους (Polat & Tugrul 1996). Αντίθετα, μέσω της εισροής του αναφέρεται εμπλουτισμός των νερών του Β.Α. Αιγαίου σε οργανικό άνθρακα κυρίως υπό τη διαλυτή μορφή του (dissolved organic carbon, DOC) (Sempéré *et al.*, 2002). Η υψηλότερη παραγωγικότητα σε σχέση με τον oligότροφο χαρακτήρα των άλλων πελαγικών ελληνικών νερών και της ευρύτερης ανατολικής Μεσογείου, φαίνεται να σχετίζεται με το διαλυτό οργανικό άνθρακα και την αποτελεσματική τροφοδότηση του μικροβιακού τροφικού πλέγματος (Siokou-Frangou *et al.*, 2002).

Επίσης, οι ποταμοί του Νέστου, του Στρυμόνα και του Έβρου εκτός από τη ροή γλυκού νερού και φερτών υλικών, μεταφέρουν μέσα στο Θρακικό Πέλαγος και θρεπτικές ουσίες όπως νιτρικά και φωσφορικά άλατα που προέρχονται κυρίως από τις καλλιέργειες των περιοχών της χέρσου που διαρρέουν. Τα λιπάσματα και τα αστικά λύματα που περιέχουν ανόργανα θρεπτικά άλατα μεταφέρονται δια μέσω των ποταμών στη θάλασσα συμβάλλοντας έτσι στην αύξηση της πρωτογενούς παραγωγής με αποτέλεσμα τον κίνδυνο δυσμενών επιπτώσεων. Οι κύριες επιπτώσεις που μπορεί να καταγραφούν σε ένα θαλάσσιο περιβάλλον είναι συνήθως φυτοπλακτονικές εξάρσεις, αύξηση της βιομάζας των βενθικώνφυκών ή των θαλάσσιων μακρόφυτων ή ακόμα και η συγκέντρωση νεκρών κυττάρων φυτοπλακτού στην επιφάνεια της θάλασσας (Howarth *et al.*, 2000).

Η χλωροφύλλη, όπως αναφέρουν οι Thangaradjou *et al.* (2014), είναι η κύρια φωτοσυνθετική χρωστική του φυτοπλακτόν σε ένα υδατικό περιβάλλον η οποία μπορεί να

χρησιμοποιηθεί ως δείκτης βιομάζας του φυτοπλαγκτού ή της παραγωγικότητας στους ωκεανούς.

Η αυξημένη παραγωγικότητά του στο Β.Α. Αιγαίο δικαιολογεί και τη μεγάλη συγκέντρωση ιχθυοαποθεμάτων, κυρίως μικρών πελαγικών ειδών στην περιοχή, σε σχέση με το νότιο Αιγαίο και το Ιόνιο (Stergiou *et al.*, 1997).



Εικόνα 2.2 Χάρτης του ανατολικού Βόρειου Αιγαίου και βαθυμετρία της περιοχής.

2.1.6. Ανεμολογικές συνθήκες

Η διακύμανση του ανέμου σε ετήσιο επίπεδο βασίζεται κυρίως στην επικράτηση βορείων – βορειοανατολικών ανέμων σε δύο διαφορετικές χρονικές περιόδους ενώ δευτερευόντως εμφανίζονται και νότιοι άνεμοι. Συγκεκριμένα, κατά την ψυχρή περίοδο εμφανίζονται συχνά μικρής διάρκειας επεισόδια ισχυρών ανέμων βόρειας διεύθυνσης. Κατά τη διάρκεια της θερμής περιόδου, δηλαδή από τον Μάιο έως τον Σεπτέμβριο, στο Β. Αιγαίο επικρατούν οι “Ετησίες” ή Μελέμια, οι οποίοι είναι ψυχροί και ξηροί άνεμοι κυρίως βόρειο-βορειοανατολικής διεύθυνσης που φτάνουν συχνά σε θυελλώδεις εντάσεις κυρίως την περίοδο μεταξύ Ιουλίου και Αυγούστου (Κόκκος, 2017).

2.1.7. Βροχόπτωση

Η μέση βροχόπτωση στο Β. Αιγαίο υπολογίζεται ότι κυμαίνεται από 400mm έως και 700mm με μέση τιμή 495 mm/yr (Tixeront, 1969; Poulos *et al.*, 1997). Ειδικά τους καλοκαιρινούς μήνες οι βροχοπτώσεις είναι ιδιαίτερα περιορισμένες σε όλο το Β. Αιγαίο ενώ συχνά είναι μηδενικές. Συγκεκριμένα από το Μάιο μέχρι τον Σεπτέμβριο παρατηρούνται οι λιγότερες βροχοπτώσεις.

2.2 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

Το υλικό της μελέτης προέκυψε από ένα δίκτυο 18 σταθμών δειγματοληψίας (Εικόνα 2.4) μεταξύ 5 και 14 Ιουλίου 2010, που πραγματοποιήθηκαν με το Ερευνητικό Σκάφος ΦΙΛΙΑ του ΕΛΚΕΘΕ, στα πλαίσια του προγράμματος REPROdUCE. Ο δειγματολήπτης που χρησιμοποιήθηκε ήταν τύπου Bongo (Smith & Richardson, 1977) που αποτελείται από δύο ενωμένα στεφάνια διαμέτρου 60 εκατοστών το καθένα και πλαγκτονικά δίχτυα με πόρο (μάτι διχτυού) διαμέτρου 250 και 335 μ m (McGowan & Brown 1966). Το Bongo θεωρείται ο καταλληλότερος δειγματολήπτης για αργές σύρσεις με βίντσι (Smith & Richardson 1977). Έχει ελάχιστη διακύμανση στις αποκλίσεις που μπορεί να προκληθούν από ανομοιόμορφο φιλτράρισμα της υδάτινης στήλης ανά μονάδα βάθους, ως προς την αποφυγή ή τη διαφυγή των οργανισμών που αποτελούν στόχο. Ένα βαρίδι υδροδυναμικού τύπου 22 κιλών είναι προσδεμένο στο δίχτυ για να γίνονται σταθερές σύρσεις. Στο στόμιο κάθε διχτυού τοποθετείται ροόμετρο με το οποίο υπολογίζεται ο όγκος νερού που διηθήθηκε.



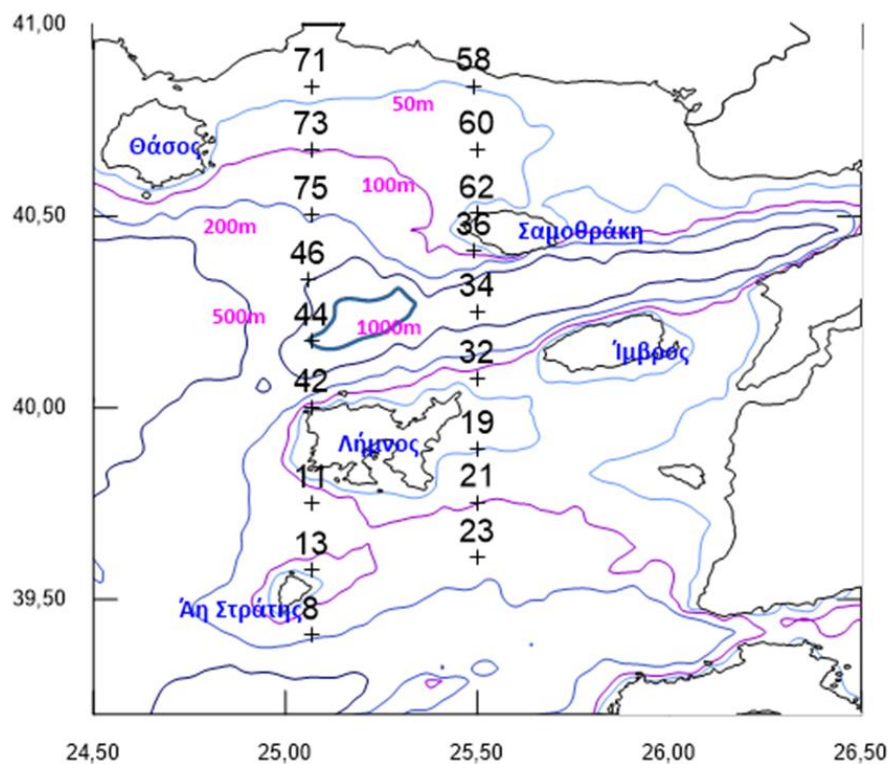
Εικόνα 2.3 Ερευνητικό Σκάφος ΦΙΛΙΑ του ΕΛΚΕΘΕ, δειγματολήπτης BongoNet, εργαλείο CTD.

Πραγματοποιήθηκαν διαγώνιες σύρσεις, σε βάθος που κυμαινόταν από την επιφάνεια έως και τα 200 μέτρα ή λίγο πάνω από τον πυθμένα στους σταθμούς που βρίσκονταν πιο ρηχά. Η ταχύτητα του πλοίου αντιστοιχούσε περίπου σε 2-2,5 κόμβους. Σε κάθε σταθμό γινόταν καταγραφή της ώρας έναρξης, της διάρκειας σύρσης, των γεωγραφικών συντεταγμένων, του βάθους του βυθού και του βάθους σύρσης κάθε σταθμού (Πίνακας 1).

Ύστερα από την ανύψωση του διχτυού το δείγμα μεταφερόταν σε συλλεγκτήρα διχτυού, όπου γινόταν προσθήκη θαλασσινού νερού, συντηρητικού (διαλύματος φορμαλδεΐδης 4%) και ρυθμιστικού διαλύματος βορικού νατρίου (sodium borate) για να μην καταστραφούν/διαβρωθούν οι οργανισμοί.

Πίνακας 2.1: Δεδομένα σταθμών δειγματοληψίας

Σταθμός	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος	Ημερομηνία	Ώρα	Βάθος σταθμού	Βάθος σύρσης
8	39,4051	25,06867	6/7/2010	12:36	180	101
11	39,73993	25,06807	6/7/2010	8:43	171	97
13	39,57267	25,06847	6/7/2010	10:46	73	58
19	39,91757	25,49233	9/7/2010	17:13	21	11
21	39,74253	25,5007	7/7/2010	19:10	100	90
23	39,58343	25,5025	7/7/2010	17:01	164	99
32	40,08373	25,5002	11/7/2010	14:26	69	43
34	40,2505	25,5026	11/7/2010	16:48	904	104
36	40,4098	25,5005	11/7/2010	18:24	78	40
42	39,99113	25,06677	5/7/2010	8:41	116	99
44	40,1579	25,06837	5/7/2010	10:30	1142	105
46	40,32567	25,06907	5/7/2010	12:46	518	92
58	40,83633	25,501	10/7/2010	15:36	35	30
60	40,66917	25,5011	10/7/2010	10:05	63	48
62	40,5023	25,5001	10/7/2010	7:58	60	55
71	40,82057	25,0593	13/7/2010	18:41	41	27
73	40,6555	25,06907	14/7/2010	10:03	99	92
75	40,49223	25,0579	14/7/2010	12:33	190	100



Εικόνα 2.4 Χάρτης της περιοχής του Β.Α. Αιγαίου με τους σταθμούς δειγματοληψίας και τη βαθυμετρία.

2.3 ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Στο εργαστήριο έγινε διαλογή των αβγών και των ιχθυονυμφών από το ολικό δείγμα που συλλέχθηκε και από τα δυο δίχτυα, των 250 και 335μm.

Για την αναγνώριση χρησιμοποιήθηκε στερεοσκόπιο τύπου OLYMPUS SZX10 με μεγεθύνσεις από 10x έως 20x (1x προσοφθάλμια και 10x-20x αντικειμενική). Η αναγνώριση των αβγών και των ιχθυονυμφών επιτεύχθηκε στο χαμηλότερο δυνατό ταξινομικό επίπεδο, σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας, με τη βοήθεια επιστημονικών εργασιών και της βάσης δεδομένων του ιχθυοπλαγκτού (Siapatis & Chilaris, 2003).

Οι περισσότερες ιχθυονύμφες αναγνωρίστηκαν σε επίπεδο είδους και λιγότερες σε επίπεδο γένους και οικογένειας, εκτός από ελάχιστες που ήταν κατεστραμμένες. Το μήκος σώματος των ιχθυονυμφών όπως και η διάμετρος των αβγών βοηθούν στην αναγνώριση και πολλές φορές αποτελούν χαρακτηριστικό τους γνώρισμα. Για αυτούς τους λόγους μετρήθηκαν με τη χρήση χάρακα με ακρίβεια μισού χιλιοστού. Στο παράρτημα Α' παρουσιάζονται τα κυριότερα είδη που αναγνωρίστηκαν μέσω της βάσης δεδομένων ιχθυοπλαγκτού του ΕΛΚΕΘΕ και φωτογραφήθηκαν σε αυτό το στερεοσκόπιο. Στην παρούσα εργασία τα μήκη των ιχθυονυμφών που μετρήθηκαν θα χρησιμοποιηθούν για σύγκριση ως προς την επιλεκτικότητα των δυο τύπων δικτυών και για συζήτηση ως προς τη διασπορά των ειδών.



Εικόνα 2.4 Στερεοσκόπιο τύπου OLYMPUS στο οποίο έγιναν οι αναλύσεις.

2.4.ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

2.4.1. Υπολογισμός αφθονίας δειγμάτων πλαγκτού

Αρχικά υπολογίστηκε ο όγκος νερού που διηθήθηκε. Στη συνέχεια έγινε αναγωγή της συνολικής αφθονίας των αβγών/ιχθυονυμφών που μετρήθηκαν σε κάθε σταθμό σε σχετική αφθονία ανά 10m² (σύμφωνα με τον όγκο του νερού που διηθήθηκε). Η αναγωγή έγινε διότι σε κάθε σταθμό διηθήθηκε διαφορετικός όγκος νερού και για να συγκρίνουμε αφθονίες μεταξύ σταθμών θα πρέπει να έχουμε ένα μέτρο σύγκρισης.

Η εξίσωση των **σχετικών αφθονιών** τόσο των αβγών όσο και των ιχθυονυμφών έγινε με βάση τον παρακάτω τύπο και η τελική έκφρασή τους είναι σε αριθμό ανά 10 τετραγωνικά μέτρα (10m²) επιφανείας νερού (Smith & Richardson, 1977).

$$y_i = \frac{d_i * x_i}{v_i} * 10$$

Όπου:

d_iείναι το μέγιστο βάθος σε μέτρα που έφθασε το εργαλείο στο σταθμό i,

x_iείναι η συνολική αφθονία των αβγών ή ιχθυονυμφών που συλλέχτηκαν στο σταθμό i και

v_i είναι ο όγκος του νερού σε κυβικά μέτρα, που πέρασε από το δίχτυ στο σταθμό i.

2.4.2. Εκτίμηση της βιοποικιλότητας

Η βιοποικιλότητα είναι ένας δείκτης της ποιότητας των οικοσυστημάτων και χρησιμοποιείται σε πολλές οικολογικές μελέτες. Για την εκτίμηση της βιοποικιλότητας χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό PRIMER-e v6 (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research) (Clarke & Gorley, 2006). Με το PRIMER υπολογίστηκε ο αριθμός των *taxa* (species richness, S) ανά σταθμό (Colwell & Robert, 2009) και ο δείκτης βιοποικιλότητας Shannon-Wiener με λογαριθμική βάση το e (Shannon, 1948).

Ο δείκτης Shannon-Wiener εκφράζεται με τον παρακάτω τύπο:

$$H' = - \sum_{i=1}^S \frac{N_i}{N} \log_2 \frac{N_i}{N}$$

όπου **S** ο ολικός αριθμός *taxa* στο σταθμό,

N η συνολική αφθονία όλων των *taxa*,

N_i η αφθονία του *taxon* i.

Υπολογίστηκαν η αφθονία των *taxa* (Species richness), ο δείκτης Margalef (Margalef 1958) ο οποίος αποτελεί ένα μέτρο του αριθμού των *taxa* λαμβάνοντας υπ' όψιν και των αριθμό των ατόμων. Ο δείκτης Pielou's evenness (Pielou 1966) που μετρά πόσο ομοιόμορφα κατανέμονται τα άτομα σε *taxa*. Ο δείκτης Simpson (Simpson 1949) που αντιπροσωπεύει την πιθανότητα δύο τυχαία άτομα από τα δεδομένα να ανήκουν στο ίδιο είδος (ή *taxon*) διαφορετικούς τύπους. Οι τρεις δείκτες παρουσιάζονται με τους παρακάτω τύπους:

$$\text{Margalef's index: } d = \frac{S-1}{\ln N}$$

Όπου R= η αφθονία των *taxa*,
S= ο αριθμός των *taxa*,
N= ο αριθμός των ατόμων όλων των *taxa*.

$$\text{Pielou's evenness index: } J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Όπου H' η τιμή του δείκτη Shannon-Wiener
και H' _{max} η μεγαλύτερη τιμή που μπορεί να πάρει ο δείκτης Shannon-Wiener

$$\text{Simpson index: } \lambda = \sum_{i=1}^R p_i^2$$

Όπου p_i η πιθανότητα δύο τυχαία άτομα από τα δεδομένα να ανήκουν στο ίδιο είδος (ή *taxon*)

2.4.3. Πολυμεταβλητές αναλύσεις

Για τη διερεύνηση της χωρικής ετερογένειας στη σύνθεση της βιοκοινότητας του ιχθυοπλαγκτού εφαρμόστηκαν πολυμεταβλητές μέθοδοι όπως η ανάλυση ιεραρχικής προσθετικής ομαδοποίησης (Hierarchical Agglomerative Clustering) και η μη μετρική πολυδιάστατη διαβάθμιση (Non Metric Multidimensional Scaling, NMDS) (Clarke & Warwick 1994). Οι αναλύσεις έγιναν με χρήση με χρήση του λογισμικού PRIMER-εν6 (Clarke & Gorley 2006). Χρησιμοποιήθηκαν μόνο τα *taxa* με παρουσία σε περισσότερους από ένα σταθμό ενώ οι τιμές αφθονίας μετασχηματίστηκαν σε λογαριθμικές [$\log_{10}(x+1)$] προκειμένου να μειωθεί η επίδραση των πιο άφθονων *taxa*. Οι αναλύσεις έγιναν βάσει πίνακα ομοιοτήτων Bray&Curtis (Bray & Curtis, 1957). Ο δείκτης Bray-Curtis παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι δεν επηρεάζεται από τις μηδενικές παρατηρήσεις (Field *et al.*, 1982). Η ανάλυση ιεραρχικής προσθετικής ομαδοποίησης έχει αποδειχθεί κατάλληλη για την κατάδειξη ομάδων περιοχών με διακριτή σύνθεση βιοκοινωνίας σε ένα πλήθος οικολογικών μελετών (Clarke & Warwick, 1994).

Επιπροσθέτως έγινε επεξεργασία και των περιβαλλοντικών δεδομένων. Αρχικά το βάθος και η απόσταση από την ακτή μετασχηματίστηκαν με λογαριθμική κλίμακα λόγω του μεγάλου εύρους τιμών και στη συνέχεια μετασχηματίστηκαν ξανά με τη μέθοδο της κανονικοποίησης (normalization) η οποία ενδείκνυται για περιβαλλοντικά δεδομένα. Τα περιβαλλοντικά δεδομένα καθώς και τα αφθονότερα *taxa* προβάλλονται με τη μορφή διανυσμάτων πάνω στο επίπεδο (από το nMDS) που έχουν προβληθεί οι σταθμοί (δείγματα) με το συντελεστή συσχέτισης Pearson (Pearson Karl 1914, 1924, 1930). Τα διανύσματα έχουν κοινό σημείο αρχής και βρίσκονται μέσα σε έναν κύκλο. Το μέτρο και η κατεύθυνση του διανύσματος αναλογεί στο βαθμό τον οποίο ερμηνεύει ο κάθε περιβαλλοντικός παράγοντας / αφθονότερα *taxa* τη διάταξη των σταθμών.

2.4.4. Ανάλυση ποσοστιαίων ομοιοτήτων

Προκειμένου να βρεθούν οι κύριες συνεισφέρουσες ομάδες οργανισμών στο μέσο όρο ομοιοτήτων μεταξύ των σταθμών χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση των ποσοστιαίων ομοιοτήτων (Similarity Percentages, SIMPER) του προγράμματος PRIMER. Η ανάλυση αυτή καθορίζει τη συνεισφορά στη μέση ανομοιότητα Bray-Curtis μεταξύ ομάδων σταθμών ή στη μέση ομοιότητα τους (Clarke & Warwick 1994). Όσο πιο άφθονο είναι ένα *taxon* μέσα σε μια ομάδα σταθμών, τόσο περισσότερο θα συνεισφέρει στην εσωτερική ομοιομορφία της ομάδας. Η ανάλυση αυτή έγινε για να καθοριστούν τα *taxa* που συνεισφέρουν περισσότερο στην ομοιομορφία των σταθμών.

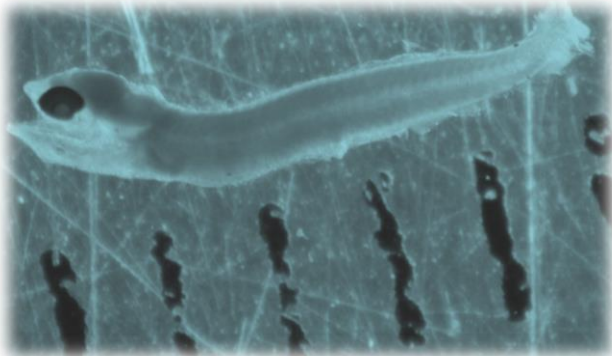
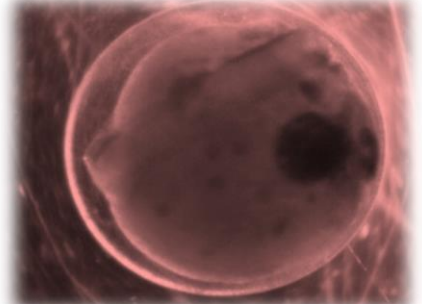
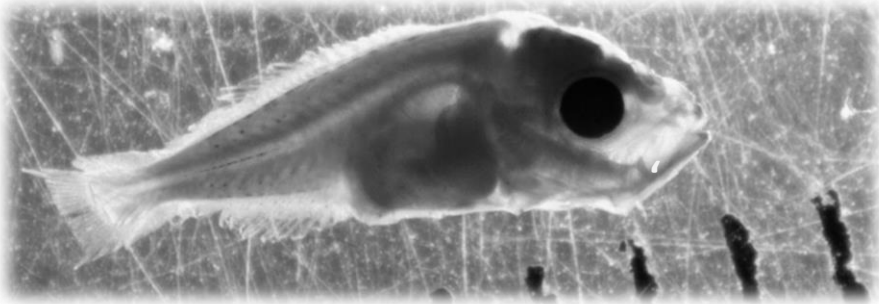
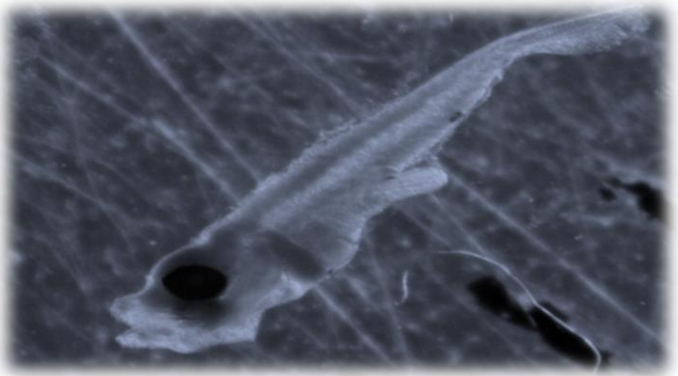
2.4.5. Ανάλυση περιβαλλοντικών τιμών - Δημιουργία χαρτών

Δημιουργήθηκαν χάρτες απεικόνισης των περιβαλλοντικών παραμέτρων και της αφθονίας αυγών και ιχθυοσυμφών με το λογισμικό SURFER 16.

Με χρήση θερμοσαλινογράφου συλλέχθηκαν τα περιβαλλοντικά δεδομένα (επιφανειακής θερμοκρασίας, αλατότητας και χλωροφύλλης-*a*) για την δημιουργία οριζόντιων απεικονίσεων. Επίσης δεδομένα επιφανειακής θερμοκρασίας και χλωροφύλλης-*a* (σε mg C ανά m³) χωρικής ανάλυσης 4 km συλλέχθηκαν από την ιστοσελίδα της NASA (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>). Οι τιμές αποτελούν τη μέση τιμή 8 ημερών για την περίοδο της δειγματοληψίας από τον αισθητήρα SeaWiFS του δορυφόρου OrbView-2. Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για το σκοπό της χαρτογράφησης ήταν το SURFER 16 (Golden Software). Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος krigging για τη δημιουργία των αντίστοιχων χαρτών (Krige 1951).

Οριζόντιες απεικονίσεις έγιναν και για τα αφθονότερα *taxa*. Σε αυτή την περίπτωση δεν χρησιμοποιήθηκαν οι πραγματικές αφθονίες αλλά οι μετασχηματισμένες τιμές ανά επιφάνεια νερού. Η μέθοδος απλοποίησης που χρησιμοποιήθηκε ήταν αυτή της τετραγωνικής ρίζας ενώ η διάμετρος των κύκλων που αναπαριστούν τις αφθονίες ρυθμίζονταν κάθε φορά ούτως ώστε να μην συμβαίνουν αλληλοεπικαλύψεις και να μην εξαφανίζονται οι χαμηλές αφθονίες. Κατασκευάστηκαν χάρτες βιοποικιλότητας με τον αριθμό των *taxa* και τον δείκτη Shannon-Weinner.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο



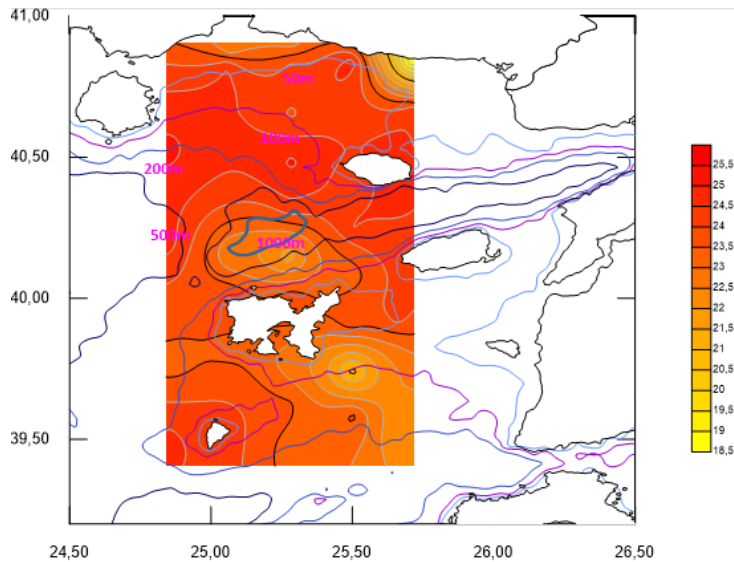
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

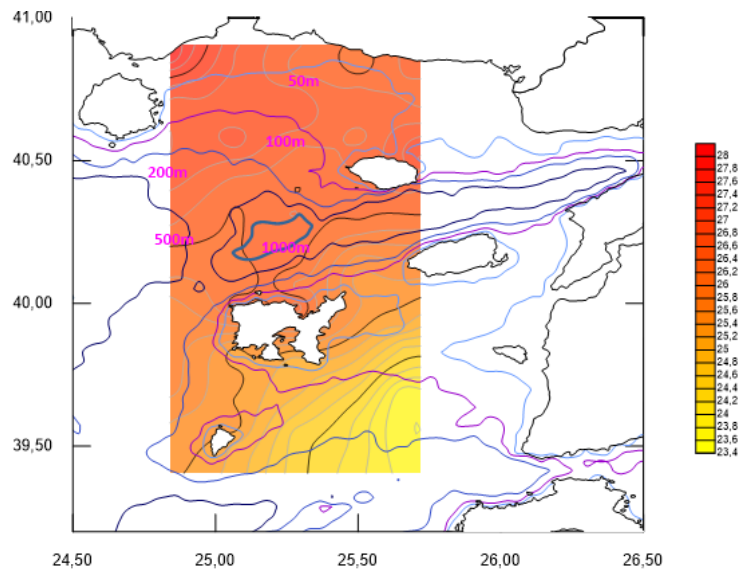
Μελετήθηκαν οι περιβαλλοντικοί παράμετροι που καταμετρήθηκαν στους σταθμούς δειγματοληψίας κατά τη διάρκεια του ερευνητικού ταξιδιού. Σ' αυτούς περιλαμβάνονται οι τιμές επιφανειακής θερμοκρασίας, αλατότητας και χλωροφύλλης -α.

Όπως παρατηρούμε (Εικόνα 3.1) οι τιμές μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας κυμαίνονται μεταξύ 18,5°C και 25,5°C (μέσος όρος 22,5°C) στα πρώτα 5m από την επιφάνεια. Στους περισσότερους σταθμούς οι τιμές της θερμοκρασίας είναι σχετικά υψηλές. Χαμηλές τιμές θερμοκρασίας μετρήθηκαν βόρεια και νοτιοανατολικά της Λήμνου. Στο βόρειο τμήμα παρατηρείται και το μέγιστο βάθος του Θρακικού Πελάγους, ενώ στο νοτιοδυτικό τμήμα γίνεται ένωση των υδάτων με τα νερά που προέρχονται από το Στενό των Δαρδανελίων.



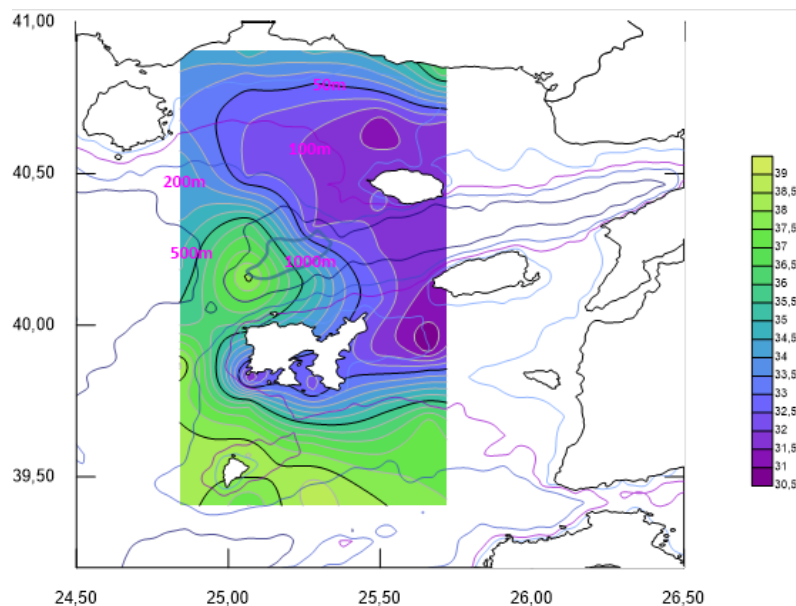
Εικόνα 3.1 Χάρτης κατανομής της θερμοκρασίας (5m) (CTD)

Στην εικόνα 3.2 δίνεται η μέτρηση της μέσης μηνιαίας επιφανειακής θερμοκρασίας της περιοχής δειγματοληψίας, όπως μετρήθηκε από δορυφόρο εκείνη την περίοδο. Οι τιμές της επιφανειακής θερμοκρασίας κυμαίνονται από 23,4°C έως 28°C (μέσος όρος 25,8°C). Βλέπουμε πως υπάρχει απόκλιση μεταξύ των δύο θερμοκρασιών (μέσης στα 5m και επιφανειακή) της τάξεως των 6°C από τη χαμηλότερη τιμή της μέσης θερμοκρασίας και 3°C από τη μέγιστη τιμή της. Παρόλα αυτά, η χαμηλότερη θερμοκρασία μετρήθηκε επίσης νοτιοδυτικά της Λήμνου, με εξαίρεση το βόρειο τμήμα του νησιού στο οποίο δεν παρατηρήθηκε χαμηλή θερμοκρασία, όπως έδειξε αντίθετα η προηγούμενη εικόνα (Εικόνα 3.1).



Εικόνα 3.2 Χάρτης κατανομής της μέσης μηνιαίας επιφανειακής θερμοκρασίας (sst)(Δορυφόρος)

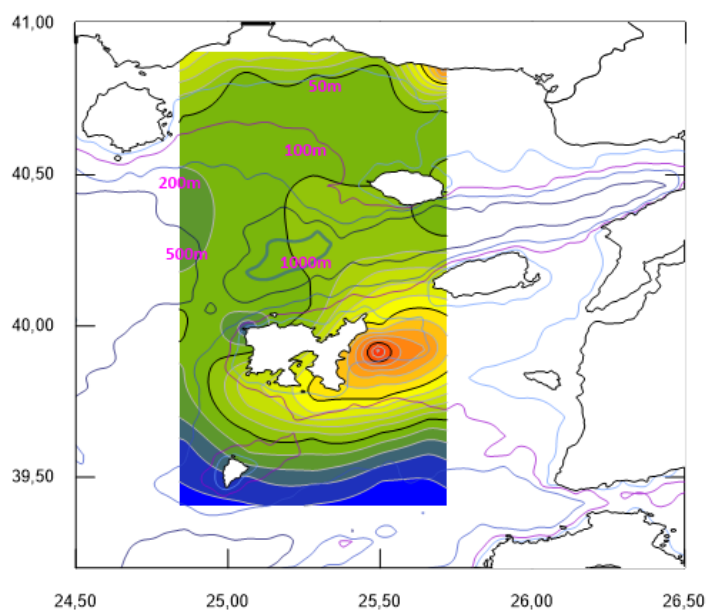
Στην Εικόνα 3.3 δίνονται τα αποτελέσματα για τη μέτρηση της αλατότητας στην περιοχή. Οι τιμές της αλατότητας στα πρώτα 5m από το CTD κυμαίνονται από 30,5 έως 39 (μέση τιμή 35). Όπως παρατηρείται και στην εικόνα υψηλές τιμές αλατότητας μετρήθηκαν στη νότια πλευρά της περιοχής δειγματοληψίας και συγκεκριμένα από τη Λήμνο και κάτω. Επίσης υψηλή τιμή αλατότητας σημειώθηκε και βορειοανατολικά της Λήμνου. Τέλος, χαμηλές τιμές αλατότητας σημειώθηκαν στους βόρειους σταθμούς αλλά και κοντά στα νησιά Ίμβρος και Σαμοθράκη.



Εικόνα 3.3 Χάρτης κατανομής της αλατότητας (5m)(CTD)

Στο χάρτη που απεικονίζεται στην εικόνα 3.4 δίνονται οι τιμές χλωροφύλλης-α όπως μετρήθηκαν από δορυφόρο, που κυμαίνονται από 0,12mg C/m² έως 0,48mg C/m² (μέση τιμή 0,32mg C/m²). Παρατηρούνται υψηλές τιμές χλωροφύλλης-α πολύ κοντά στη Λήμνο και συγκεκριμένα στο ανατολικό τμήμα της. Θεωρούμε ότι το τμήμα αυτό επηρεάζεται από τον όγκο ύδατος που εισέρχεται από το Στενό των Δαρδανελίων. Επίσης, παρατηρούμε υψηλές τιμές χλωροφύλλης-α στη βόρεια παράκτια ζώνη του Θρακικού Πελάγους, η οποία οφείλεται

στις εκβολές των ποταμών Νέστου και Έβρου, που εμπλουτίζουν την περιοχή με θρεπτικά συστατικά. Στους υπόλοιπους σταθμούς η τιμή της χλωροφύλλης-α είναι σχετικά χαμηλή.



Εικόνα 3.4 Χάρτης κατανομής χλωροφύλλης-α(Δορυφόρος).

Από την ανάλυση των περιβαλλοντικών παραγόντων (μέση τιμή θερμοκρασίας και των 5 επιφανειακών μέτρων καθώς και της δορυφορικής μέσης θερμοκρασίας) παρατηρούνται υψηλές τιμές στο βορειοανατολικό τμήμα του Θρακικού Πελάγους και στο νοτιοανατολικό χαμηλότερες θερμοκρασίες. Σχεδόν το αντίθετο συμβαίνει με την αλατότητα που είναι χαμηλότερη στα βόρεια του Θρακικού, ενώ είναι υψηλότερη στο νότιο μέρος της δειγματοληπτικής περιοχής.

Τη χαμηλότερη τιμή την παρουσιάζει βέβαια στην περιοχή όπου εισέρχονται νερά από τα Στενά των Δαρδανελίων. Σε αυτό το σημείο παρατηρείται επίσης και υψηλή αλατότητα, που πιθανόν οφείλεται σε ανάβλυση υδάτων από βαθύτερα υδάτινα στρώματα. Τέλος, στο νοτιοανατολικό τμήμα παρατηρούνται υψηλές τιμές χλωροφύλλης-α, ανάμεσα στα νησιά Λήμνο και Ίμβρο, λόγω της επίδρασης των νερών από τα Δαρδανέλια.

3.2 ΑΥΓΑ-ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΕ ΕΙΔΗ,ΑΦΘΟΝΙΕΣ,ΕΞΑΠΛΩΣΗ

Από την ανάλυση των δειγμάτων στους 18 σταθμούς της δειγματοληψίας προέκυψαν τα εξής δεδομένα τα οποία είναι συγκεντρωμένα σε πίνακες ξεχωριστά τόσο για τα αυγά όσο και για τις ιχθυονύμφες. Μετρήθηκαν συνολικά 11.104 αυγά και από τα δυο δίχτυα, 5.917 αυγά από το Bongo 250 και 5.187 αυγά από το Bongo 335, με σχετικές αφθονίες 37.828,3 αυγά/10m², 18.227,8 αυγά/10m² και 17.870,3 αυγά/10m² αντίστοιχα.

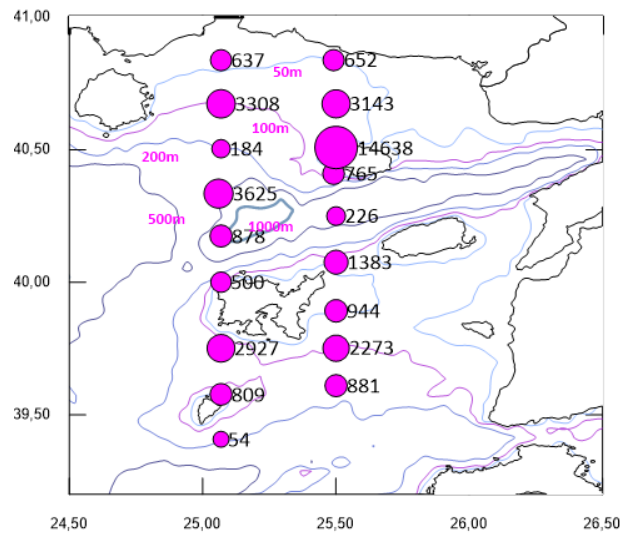
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι καθαρές τιμές καθώς και η σχετική αφθονία των αυγών που αναγνωρίστηκαν συνολικά και από τους 18 σταθμούς.

Πίνακας 3.1 Συγκεντρωτικός Πίνακας αυγών και οι αφθονίες τους ανά 10m² διερχόμενου νερού για τα δυο δίχτυα (Bongo 250 και Bongo 335).

Γενικά Στοιχεία		Αυγά					Αυγά/10m ² διερχόμενου νερού		
Σταθμός	Βάθος σύρσης	Όγκος νερού 250	Όγκος νερού 335	Bongo 250	Bongo 335	Σύνολο	Bongo 250	Bongo 335	Σύνολο
8	101	267	260	12	2	14	42,7	11,4	54,1
11	97	273	274	487	348	835	1.730,4	1.197	2927,4
13	58	135	135	103	91	194	426,7	382,4	809,1
19	11	86	81	423	297	720	541,1	403,3	944,4
21	90	211	211	380	155	535	1.620,9	651,9	2272,7
23	99	251	251	151	74	225	595,6	285,1	880,6
32	43	178	169	263	294	557	635,3	748,1	1383,4
34	104	197	189	25	17	42	132	93,5	225,5
36	40	156	152	165	130	295	423,1	342,1	765,2
42	99	140	177	32	49	81	226,1	274,2	500,3
44	105	234	230	97	97	194	435,3	442,8	878,1
46	92	249	248	462	517	979	1.707	1.917,9	3624,9
*58	30	62	61	25	108	133	121	531,2	652,2
60	48	160	157	578	461	1039	1.734	1.409,4	3143,4
62	55	159	155	2099	2079	4178	7.260,7	7.377,1	14637,8
71	27	82	82	125	70	195	411,6	225	636,6
73	92	237	235	475	374	849	1.843,9	1.464,2	3308,1
75	100	212	211	15	24	39	70,8	113,7	184,5
Σύνολο				5917	5187	11.104	18.227,8	17.870,3	37.828,3

*Στον σταθμό 58, υπήρξε πρόβλημα με το δίχτυ του Bongo 250. Το εργαλείο ακούμπησε στον πυθμένα. Δεν υπήρξε αρκετό δείγμα στο δοχείο για ανάλυση. Οπότε στα δεδομένα θα ληφθεί υπόψη ότι προέκυψε από το δίχτυ Bongo 335 για το συγκεκριμένο σταθμό.

Στην εικόνα 3.5 απεικονίζεται η οριζόντια κατανομή των αβγών που καταμετρήθηκαν σ' όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας. Όπως φαίνεται στη εικόνα, εμφανίζονται υψηλότερες αφθονίες αβγών στους σταθμούς που βρίσκονται κυρίως κοντά στα νησιά και ιδιαίτερα στα παράλια της Σαμοθράκης, που οφείλεται στις υψηλές αφθονίες αβγών γαύρου στη περιοχή. Χαμηλότερες αφθονίες παρατηρήθηκαν στο νότιο σημείο της δειγματοληψίας και συγκεκριμένα στο σταθμό 8 που βρίσκεται στο νότιο τμήμα του νησιού Άη Στράτης.



Εικόνα 3.5 Οριζόντια κατανομή της ποσότητας των αβγών σε όλους τους σταθμούς (ανά 10m² νερού).

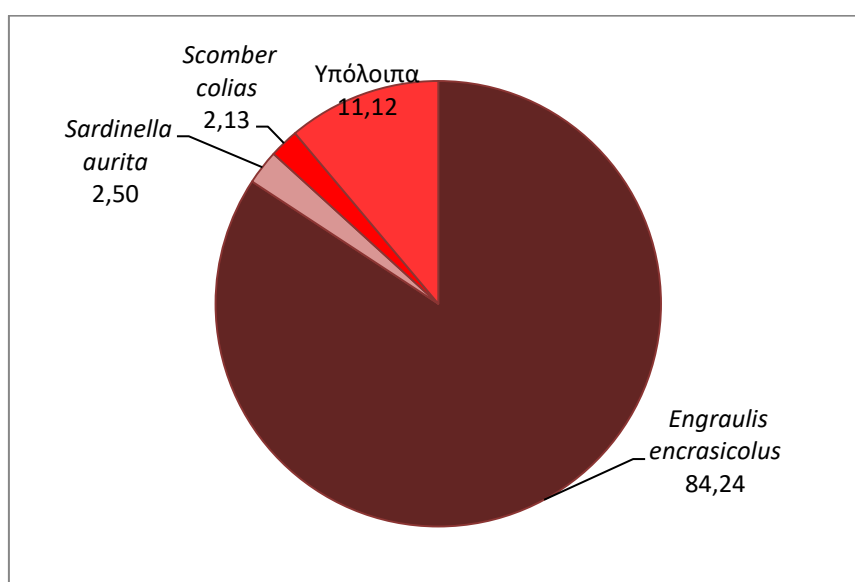
Τα πιο άφθονα αυγά προέρχονται από τον γάυρο (*Engraulis encrasicolus*), τη φρίσσα (*Sardinella aurita*) και τον κολιό (*Scomber colias*). Επίσης αναγνωρίστηκαν ακόμη 10 taxa αυγών σε πολύ χαμηλότερες αφθονίες. Η αναγνώριση των αβγών παρουσίασε μεγαλύτερη δυσκολία από την αναγνώριση των ιχθυονυμφών, καθώς η αναγνώριση στηρίζεται στην παρατήρηση λιγότερων μορφολογικών χαρακτηριστικών από τις ιχθυονύμφες (σχήμα αβγού, σταγόνες ελαίου).

Ακολουθεί ο πίνακας 3.2 όπου παρουσιάζεται η σχετική αφθονία των αυγών που συλλέχθηκαν από τα δυο δίχτυα ξεχωριστά.

Πίνακας 3.2 Σχετική αφθονία αυγών/10m² για τα δυο δίχτυα του Bongo, στην περιοχή του Β. Αιγαίου το καλοκαίρι του 2010.

Οικογένεια	Είδος	Bongo 250	Bongo 335	Άθροισμα
Apodes	Apodes	-	6,0	6,0
Callionymidae	<i>Callionymus sp.</i>	7,1	4,9	12,0
Clupeidae	<i>Sardinella aurita</i>	552,9	394,1	947,0
Engraulidae	<i>Engraulis encrasicolus</i>	16143,8	15721,4	31865,2
Mugilidae	Mugilidae	-	4,9	4,9
Scombridae	<i>Scomber colias</i>	591,1	214,3	805,4
Scorpaenidae	Scorpaenidae	3,9	-	3,9
Soleidae	<i>Buglossidium luteum</i>	-	28,1	28,1
Sternoptychidae	<i>Maurolicus muelleri</i>	20,6	11,0	31,6
Trichiuridae	<i>Lepidopus caudatus</i>	3,8	-	3,8
Uranoscopidae	<i>Uranoscopus scaber</i>	26,0	34,0	60,0
Xiphiidae	<i>Xiphias gladius</i>	-	3,6	3,6
Zeidae	<i>Zeus faber</i>	-	2,6	2,6
Άγνωστα	Άγνωστα	2207,9	1846,7	4054,6
Γενικό Άθροισμα		19556,9	18271,6	37828,6

Στην εικόνα 3.6 δίνεται γραφικά η ποσοστιαία κατανομή των αφθονότερων ειδών. Τα αφθονότερα είδη στο σύνολο των σταθμών δειγματοληψίας ήταν τα *Engraulis encrasicolus* (Γαύρος)(84%) , *Scomber colias* (Κολιός)(2.1%) , *Sardinella aurita* (Φρίσσα)(2,5%).Το ποσοστό 11,12% αντικατοπτρίζει τα άγνωστα αυγά που δεν ήταν δυνατή η ταξινόμησή τους.



Εικόνα 3.6 Ποσοστιαία κατανομή των αυγών στην περιοχή δειγματοληψίας του Θρακικού Πελάγους.

3.3 ΙΧΘΥΟΝΥΜΦΕΣ-ΑΦΘΟΝΙΕΣ,ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΕ ΕΙΔΗ,ΕΞΑΠΛΩΣΗ

Συνολικά από τους 18 σταθμούς μετρήθηκαν 12.332 ιχθυονύμφες και από τα δυο δίκτυα, 6.556 ιχθυονύμφες από το Bongo 250 και 5.776 ιχθυονύμφες από το Bongo 335, με σχετικές αφθονίες 46.409,3 ιχθυονύμφες/10m², 23.150,7 ιχθυονύμφες/10m² και 21.786,9 ιχθυονύμφες/10m² αντίστοιχα.

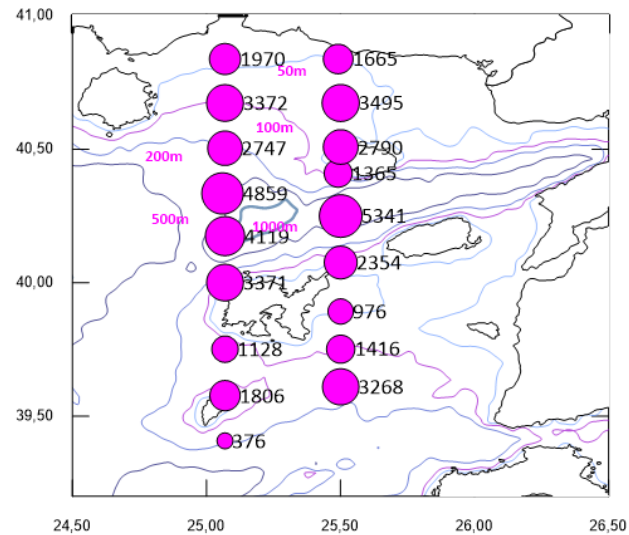
Στον Πίνακα 3.3 παρουσιάζονται οι αφθονίες των ιχθυονυμφών που μετρήθηκαν σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας και για τα δυο εργαλεία Bongo.

Πίνακας 3.3 Συγκεντρωτικός Πίνακας ιχθυονυμφών και οι αφθονίες τους ανά 10m² διερχόμενου νερού από τα δυο εργαλεία (Bongo 250 και Bongo 335).

Γενικά στοιχεία		Ιχθυονύμφες					Ιχθυονύμφες/10m ² διερχόμενου νερού		
Σταθμός	Βάθος σύρσης	Όγκος νερού 250	Όγκος νερού 335	Bongo 250	Bongo 335	Σύνολο	Bongo 250	Bongo 335	Σύνολο
8	101	267	260	50	47	97	189,1	186,5	375,6
11	97	273	274	141	181	322	643,1	485	1128,1
13	58	135	135	211	217	428	923,3	874,1	1797,4
19	11	86	81	456	289	745	583,3	392,5	975,8
21	90	211	211	189	145	334	806,2	609,8	1416
23	99	251	251	475	361	836	1877,5	1390,6	3268,1
32	43	178	169	507	443	950	1224,8	1129,7	2354,5
34	104	197	189	504	488	992	2655,4	2685,3	5340,7
36	40	156	152	291	235	526	746,2	618,4	1364,6
42	99	140	177	256	279	535	1810,3	1560,5	3370,8
44	105	234	230	515	396	911	2315,4	1803,3	4118,7
46	92	249	248	771	542	1313	2848,7	2010,6	4859,3
*58	30	62	61	24	315	339	116,1	1549,2	1665,3
60	48	160	157	681	475	1156	2043	1452,2	3495,2
62	55	159	155	466	332	798	1611,9	1178,1	2790
71	27	82	82	276	328	604	1083,3	887,1	1970,4
73	92	237	235	431	434	865	1673,1	1699,1	3372,2
75	100	212	211	312	269	581	1471,7	1274,9	2746,6
Σύνολο				6556	5776	12332	23150,7	21786,9	46409,3

*Στον σταθμό 58, υπήρξε πρόβλημα με το δίκτυο του Bongo 250. Το εργαλείο ακούμπησε στον πυθμένα. Δεν υπήρξε αρκετό δείγμα στο δοχείο για ανάλυση. Οπότε στα δεδομένα θα ληφθεί υπόψη ότι προέκυψε από το δίκτυο Bongo 335 για το συγκεκριμένο σταθμό.

Στην εικόνα 3.7 δίνονται σχηματικά οι συνολικές τιμές αφθονίας των ιχθυονυμφών σε κάθε σταθμό. Υψηλότερες τιμές παρατηρούνται σε σταθμούς που βρίσκονται σε μεγάλα βάθη και στο κεντρικό Θρακικό Πέλαγος. Ιδιαίτερα μεταξύ Λήμνου, Σαμοθράκης και Θάσου εμφανίζονται οι μεγαλύτερες αφθονίες.



Εικόνα 3.7 Οριζόντια κατανομή της ποσότητας των ιχθυονυμφών σε όλους τους σταθμούς (ανά 10m²).

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 3.4) παρουσιάζονται όλα τα είδη που αναγνωρίστηκαν στους 18 σταθμούς και από τα δύο είδη διχτυών. Αναγνωρίστηκαν συνολικά 56 είδη ιχθυονυμφών. Τα περισσότερα από τα παρακάτω είδη παρατηρήθηκαν και στους 18 σταθμούς δειγματοληψίας, και στα δυο δίχτυα.

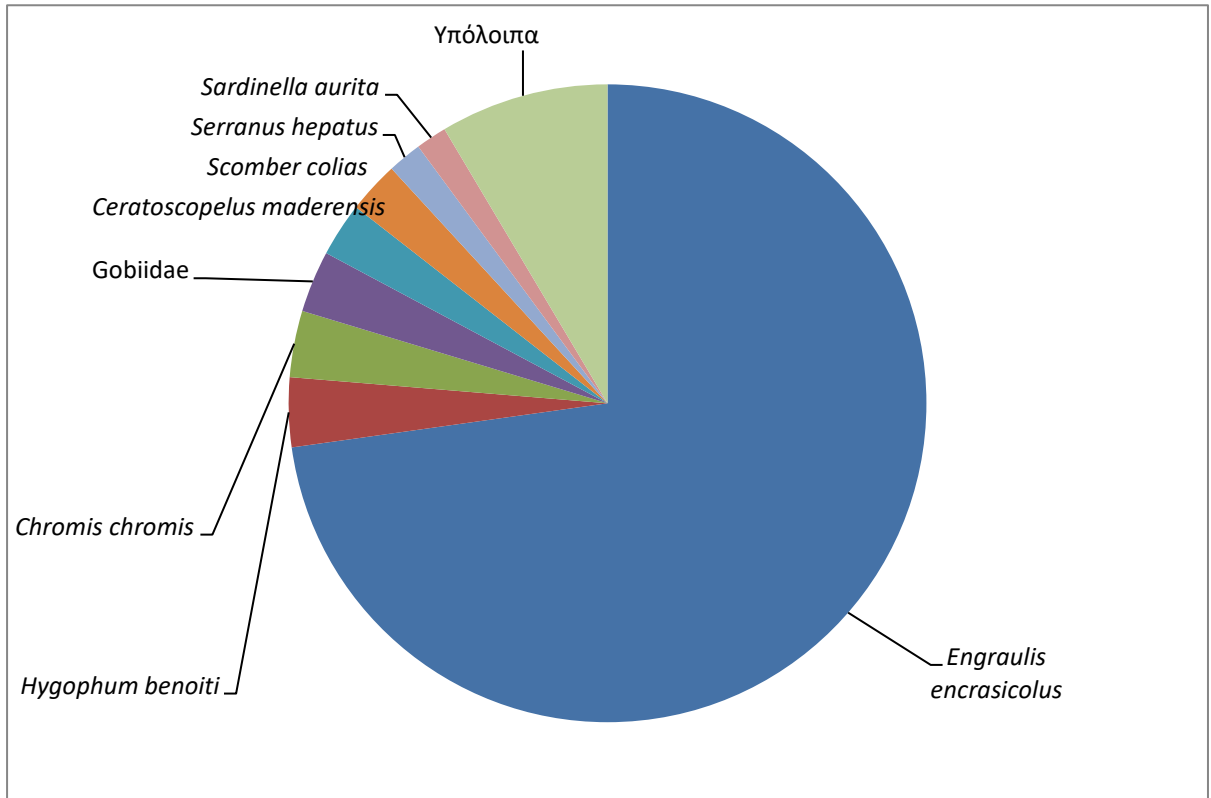
Πίνακας 3.4 Σχετική αφθονία ιχθυοσυμφών/10m² για Β.250 και Β.335, στην περιοχή του Β. Αιγαίου το καλοκαίρι του 2010.

Οικογένεια	Ταχα	Bongo 250	Bongo 335
Apogonidae	<i>Apogon imberbis</i>	23,8	25,2
Blenniidae	<i>Blenniidae</i>	2,4	-
	<i>Blennius ocellaris</i>	3,6	5,5
	<i>Parablennius gattorugine</i>	10,7	35,2
Bothidae	<i>Arnoglossus sp.</i>	95,3	68,7
Callionymidae	<i>Callionymus sp.</i>	52,9	71,4
Carangidae	<i>Trachurus mediterraneus</i>	87,1	120,3
	<i>Trachurus trachurus</i>	3,9	6,6
Cepolidae	<i>Cepola macrophthalma</i>	127,3	144,7
Citharidae	<i>Citharus linguatula</i>	3,6	-
Clupeidae	<i>Sardinella aurita</i>	403,0	325,2
Cynoglossidae	<i>Symphurus nigrescens</i>	9,6	13,2
Engraulidae	<i>Engraulis encrasicolus</i>	18003,1	15784,1
Gobiesocidae	Gobiesocidae	29,4	14,9
Gobiidae	Gobiidae	715,7	735,9
	Gobiidae sp2	-	6,2
	<i>Lebetus sp.</i>	2,6	-
Gonostomatidae	<i>Cyclothone braueri</i>	44,4	41,6
Labridae	<i>Coris julis</i>	153,9	109,5
	<i>Symphodus sp.</i>	26,3	15,1
Merlucciidae	<i>Merluccius merluccius</i>	4,3	-
Mugilidae	Mugilidae	5,9	12,3
Mullidae	<i>Mullus barbatus</i>	26,5	3,4
Myctophidae	<i>Benthoosema glaciale</i>	155,3	96,2
	<i>Ceratoscopelus maderensis</i>	749,6	519,3
	<i>Diaphus holti</i>	44,8	24,8
	<i>Hygophum benoiti</i>	798,1	834,9
	<i>Lampanyctus crocodilus</i>	101,6	48,7
	<i>Lobianchia dofleini</i>	36,9	173,6
	<i>Myctophum punctatum</i>	112,1	94,3

Συνέχεια του Πίνακα 3.4 Σχετική αφθονία ιχθυοσυμφών /10m² για Β.250 και Β.335.

Οικογένεια	Taxa	Bongo 250	Bongo 335
Ophidiidae	Ophidiidae	16,8	-
	<i>Parophidion vassali</i>	20,7	11,7
Paralepididae	<i>Lestidiops jayakari</i>	5,3	3,7
Phosichthyidae	<i>Vinciguerria attenuata</i>	13,9	28,7
Pomacentridae	<i>Chromis chromis</i>	918,5	645,4
Scombridae	<i>Auxis rochei</i>	163,5	125,9
	<i>Euthynnus alleteratus</i>	-	5,5
	<i>Scomber colias</i>	705,0	512,3
Scorpaenidae	<i>Helicolenus dactylopterus</i>	-	7,8
	Scorpaenidae	77,4	26,1
Serranidae	<i>Anthias anthias</i>	8,3	21,8
	<i>Epinephelus sp.</i>	7,1	-
	<i>Serranus cabrilla</i>	36,4	19,5
	<i>Serranus hepatus</i>	414,0	388,8
Soleidae	<i>Buglossidium luteum</i>	-	39,3
Sparidae	<i>Diplodus annularis</i>	118,2	196,0
	<i>Diplodus vulgaris</i>	3,3	-
	<i>Pagrus pagrus</i>	14,1	27,8
Sphyraenidae	<i>Sphyraena sphyraena</i>	-	6,4
Sternoptychidae	<i>Argyropelecus hemigymnus</i>	4,5	19,3
	<i>Maurolicus muelleri</i>	42,0	37,5
Stomiidae	<i>Stomias boa</i>	4,5	-
Trachinidae	<i>Trachinus draco</i>	3,6	3,9
Trichiuridae	<i>Lepidopus caudatus</i>	3,8	-
Triglidae	<i>Lepidotrigla cavillone</i>	16,3	10,6
Xiphiidae	<i>Xiphias gladius</i>	3,6	-
Άγνωστα		197,3	318
Γενικό Άθροισμα		24.631	21.787

Όπως και στην περίπτωση αυτών, το είδος που κυριαρχεί στις ιχθυονύμφες είναι ο γαύρος (*E. Encrasicolus*) με ποσοστό 72,8% (Εικόνα 3.8). Το είδος αυτό είναι κυρίαρχο σε όλους τους σταθμούς με πολύ μεγάλη εξάπλωση. Δεύτερο σε κυριαρχία είναι το είδος *H.benoiti* (3,52%) και τρίτο το *C. chromis*(3,37%). Ακολουθούν τα Gobiidae (3,13%), *C.maderensis* (2,73%), *S. colias* (2,62%), *S.hepatus* (1,73%) και *S. aurita* (1,57%).



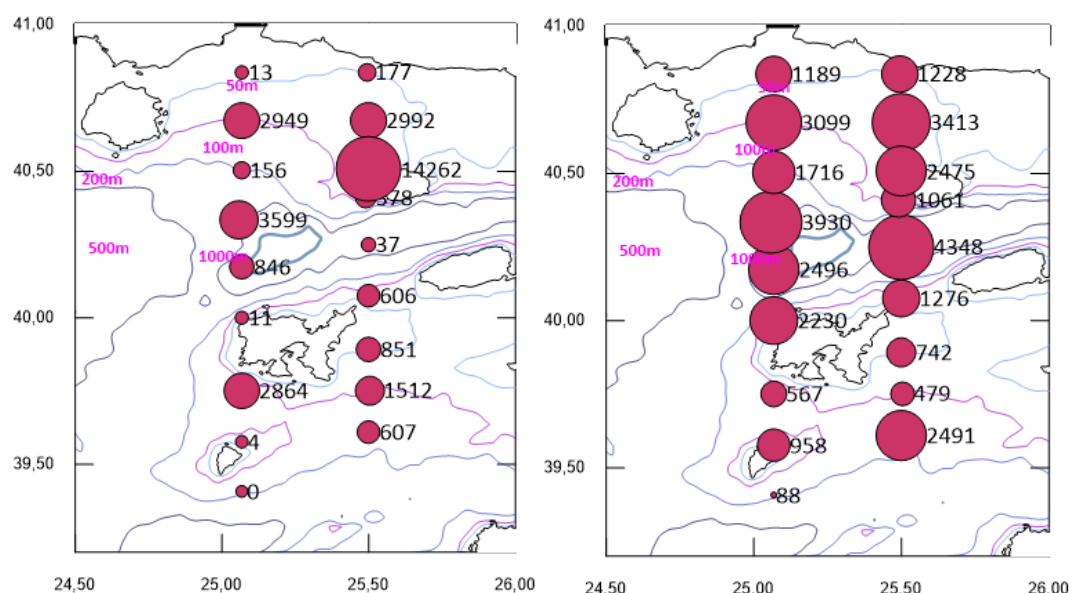
Εικόνα 3.8 Ποσοστιαίες τιμές αφθονίας ιχθυονομφών σε όλους τους σταθμούς.

3.4 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΦΘΟΝΟΤΕΡΩΝ ΕΙΔΩΝ

3.4.1 Γεωγραφική κατανομή αυγών και ιχθυονυμφών του είδους *Engraulis encrasicolus*

Ο γαύρος αποτελεί το αφθονότερο είδος σε αυγά και ιχθυονύμφες με ποσοστά 84% και 72% αντίστοιχα. Η κατανομή των αυγών εμφανίστηκε μεγαλύτερη στο σταθμό 62 με τιμή αφθονίας 14262 αυγά/10m², ο οποίος βρίσκεται βορειοδυτικά της Σαμοθράκης. Επίσης, υψηλή κατανομή αυγών παρατηρήθηκε στους σταθμούς 60, 46, 11 και 21. Σε όλους τους υπόλοιπους σταθμούς (εκτός από τον 8, στον οποίο η ύπαρξη αυγών γαύρου ήταν μηδενική) τα αυγά που μετρήθηκαν εμφάνισαν μικρότερες αφθονίες ανά 10m² (Εικόνα 3.10, αριστερά).

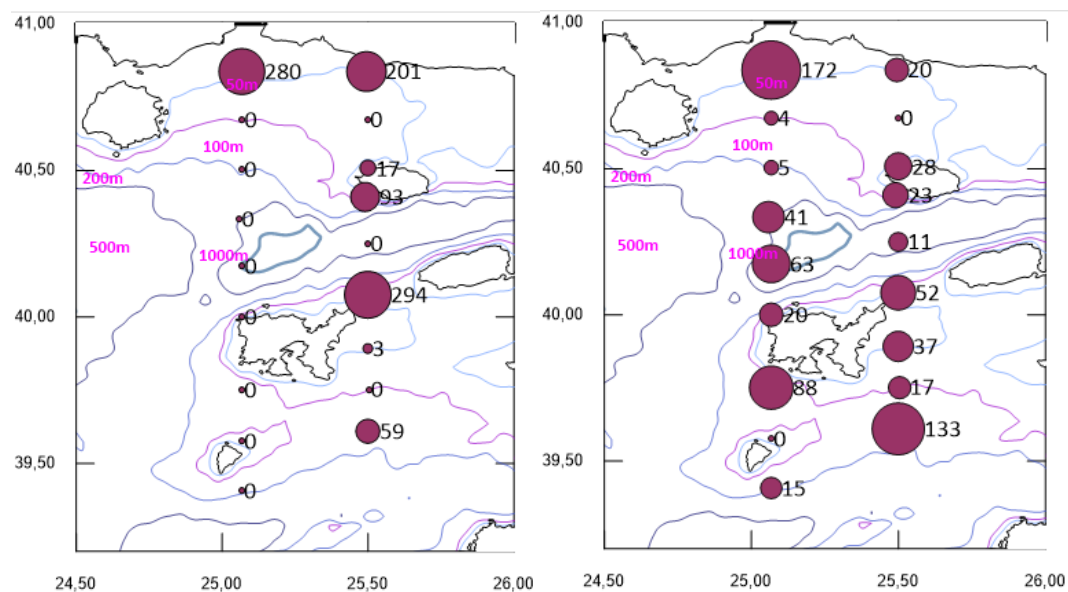
Οι ιχθυονύμφες του γαύρου από την άλλη, εμφάνισαν μεγαλύτερες γεωγραφικές κατανομές περιμετρικά της Σαμοθράκης σε γειτονικούς σταθμούς από τον 62, εκεί δηλαδή όπου εμφανίστηκε η μεγαλύτερη κατανομή των αυγών του. Μεγαλύτερες τιμές μετρήθηκαν στους σταθμούς 34 και 46, όπου υπολογίστηκαν 4348,3 και 3930,2 ιχθυοπρονύμφες /10m² αντίστοιχα (Εικόνα 3.10, δεξιά).



Εικόνα 3.10 Γεωγραφική κατανομή των αυγών του είδους *Engraulis encrasicolus* (αριστερά) και η γεωγραφική κατανομή των ιχθυονυμφών του (δεξιά).

3.4.2 Γεωγραφική κατανομή αυγών και ιχθυονυμφών του είδους *Sardinella aurita*

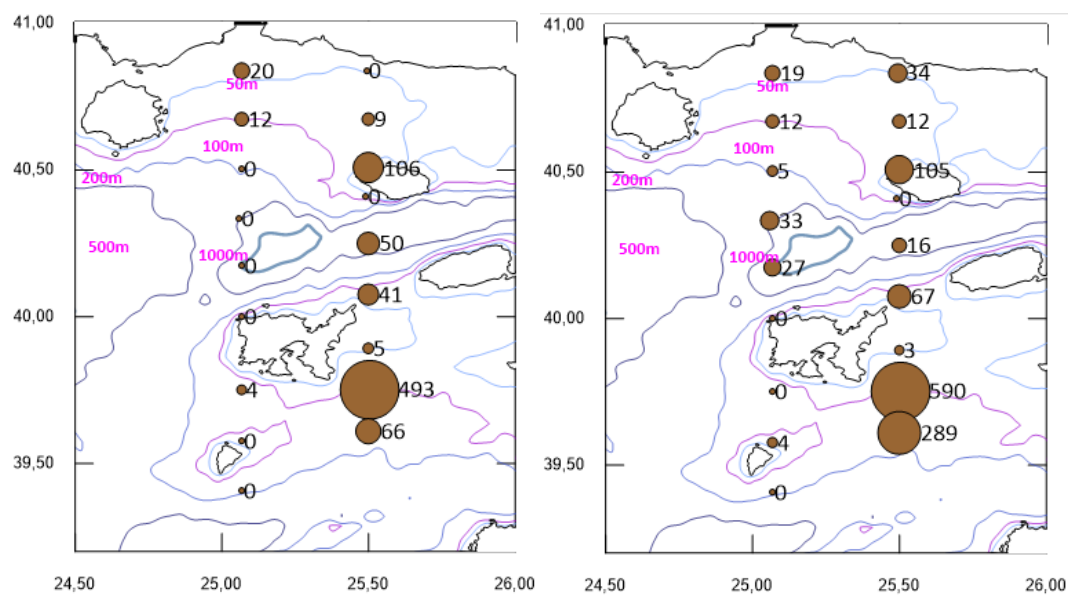
Επόμενο σε αφθονία είδος είναι η φρίσσα με ποσοστό 2,5% και 1,57% σε αυγά και ιχθυονύμφες αντίστοιχα. Όπως παρατηρείται από τις παρακάτω εικόνες εμφανίζεται υψηλή η κατανομή τόσο των αυγών όσο και των ιχθυονυμφών κοντά σε παράκτιες περιοχές και γενικά σε περιοχές με μικρό βάθος. Υψηλότερες τιμές αφθονίας για τα αυγά της φρίσσας σημειώθηκαν στους σταθμούς 32 και 71 με τιμές 294 και 280 αυγά/10m² αντίστοιχα (Εικόνα 3.11, αριστερά). Όσον αφορά τις ιχθυοπρονύμφες της φρίσσας, οι σταθμοί 23 και 71 εμφάνισαν υψηλότερες τιμές, με 133 και 172 άτομα/10m² (Εικόνα 3.11, δεξιά).



Εικόνα 3.11 Γεωγραφική κατανομή των αυγών του είδους *Sardinella aurita* (αριστερά) και των ιχθυονυμφών του(δεξιά).

3.4.3 Γεωγραφική κατανομή αυγών και ιχθυονυμφών του είδους *Scomber colias*

Τρίτο είδος από τα κυρίαρχα είναι το *S. colias* με ποσοστό αφθονίας 2,13% και 2,62% σε αυγά και ιχθυονύμφες αντίστοιχα. Παρατηρείται στις παρακάτω εικόνες πως τόσο τα αυγά όσο και οι ιχθυονύμφες του κολιού είναι συγκεντρωμένα στους ίδιους σταθμούς δειγματοληψίας, δηλαδή νοτιοανατολικά της Λήμνου. Οι μεγαλύτερες τιμές αφθονίας τόσο για αυγά όσο και για ιχθυονύμφες μετρήθηκαν στο σταθμό 21, με 493 αυγά/10m² και 590 ιχθυονύμφες/10m², όπως επίσης και στο σταθμό 23 με 66 αυγά/10m² και 289 ιχθυονύμφες/10m² αντίστοιχα (Εικόνα 3.12).

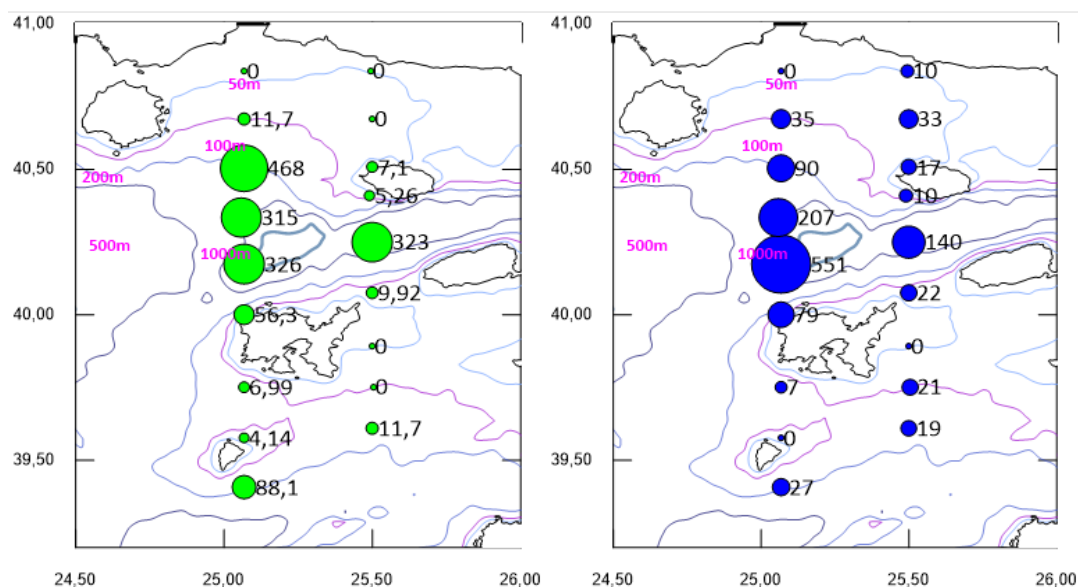


Εικόνα 3.12 Γεωγραφική κατανομή τουτων αυγών του είδους *Scomber colias* (αριστερά) και των ιχθυονυμφών του (δεξιά).

3.4.4 Γεωγραφική κατανομή ιχθυονυμφών των ειδών *Hygophum benoiti*- *Ceratoscopelus maderensis*

Το *Hygophum benoiti* είναι κι αυτό από τα κυρίαρχα είδη που βρέθηκε στην περιοχή αυτή με ποσοστό 3,5%, στο οποίο όμως αναγνωρίστηκαν μόνο προνύμφες και καθόλου αυγά. Όπως βλέπουμε και στην εικόνα η μεγαλύτερη κατανομή του είδους αυτού είναι μεταξύ των νησιών Σαμοθράκης και Λήμνου, στην περιοχή δηλαδή όπου εμφανίζονται και τα μεγαλύτερα βάθη και συγκεκριμένα στους σταθμούς 34, 42 και 75 με τιμές αφθονίας 323, 326 και 468 άτομα/ 10m² αντίστοιχα.

Επίσης, επόμενο είδος της ίδιας οικογένειας που εντοπίστηκε τη συγκεκριμένη εποχή στην περιοχή της δειγματοληψίας είναι το *C. maderensis* με ποσοστό 2,73%. Και σε αυτό το είδος μετρήθηκαν μόνο ιχθυονύμφες. Γενικά στα είδη της οικογένειας Myctophidae δεν υπάρχουν καταγραφές για αυγά καθώς είναι είδη που ζουν σε μεγάλα βάθη και τα αυγά τους είναι πιο δύσκολο να συλλεχθούν. Όπως παρατηρείται από την εικόνα 3.13 το *C. maderensis* εμφανίζει τη μεγαλύτερη γεωγραφική κατανομή του στην περιοχή του Θρακικού Πελάγους όπου εντοπίζεται το μεγαλύτερο βάθος. Η μεγαλύτερη αφθονία παρατηρήθηκε στον σταθμό 44, όπου υπολογίστηκαν 551 άτομα/ 10m². Στους υπόλοιπους σταθμούς η παρουσία του είδους είναι πολύ μικρή.



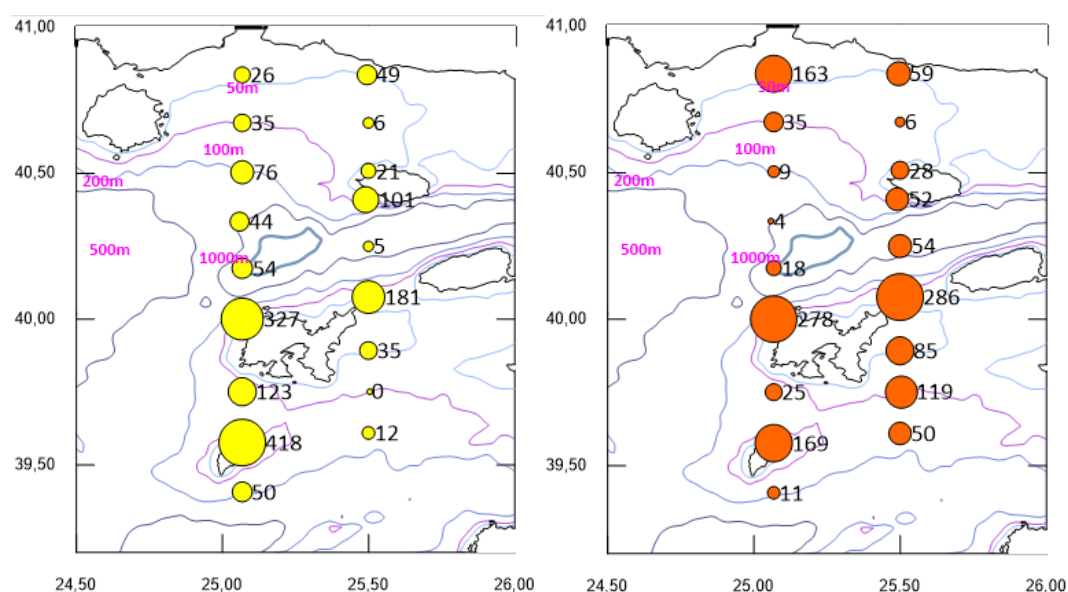
Εικόνα 3.13 Γεωγραφική κατανομή του είδους *H.benoiti* (αριστερά) και του είδους *C.maderensis* (δεξιά).

Αν και τα δύο αυτά είδη είναι βαθυπελαγικά, βλέπουμε ωστόσο πως το *C. maderensis* εμφανίζει μια μικρή εξάπλωση προς τα βόρεια του Θρακικού Πελάγους, το οποίο θα μπορούσε να ερμηνευτεί ως αποτέλεσμα των ρευμάτων που δρουν στην περιοχή, δηλαδή ότι σαν είδος έχει παρασυρθεί πιο εύκολα από τα ρεύματα. Αντίθετα, το *Hygophum benoiti* διατηρεί πιο σταθερή τη θέση του παραμένοντας κυρίως σε μεγάλα βάθη.

3.4.5 Γεωγραφική κατανομή ιχθυονυμφών των ειδών *Chromis chromis*- Gobiidae

Στην περιοχή εντοπίστηκαν επίσης παράκτια είδη. Πρώτο είδος που αναλύεται είναι το είδος *Chromis chromis* με ποσοστό 3,4%. Το είδος αυτό εμφανίζει μεγαλύτερη κατανομή σε παράκτιες περιοχές αφού οι σταθμοί 13 και 42 βρίσκονται πολύ κοντά σε ακτές νησιών, με τιμές αφθονίας 418 και 327 ιχθυονύμφες /10m²αντίστοιχα (Εικόνα 3.14, αριστερά).

Οι ιχθυονύμφες της οικογένειας Gobiidae είναι το επόμενο παράκτιο είδος που εντοπίστηκε στην περιοχή με ποσοστό σχετικής αφθονίας 3,13%. Παρατηρείται όπως αναμένεται εντονότερη η παρουσία του κοντά στην ακτή, καθώς εμφανίζει μεγαλύτερους πληθυσμούς σε μικρά βάθη και ειδικά κοντά στα νησιά Λήμνος, Σαμοθράκη και Άη Στράτης. Μεγαλύτερη αφθονία μετρήθηκε στους σταθμούς 32 και 42, με 286 και 278 άτομα/10m² αντίστοιχα (Εικόνα 3.14, δεξιά).

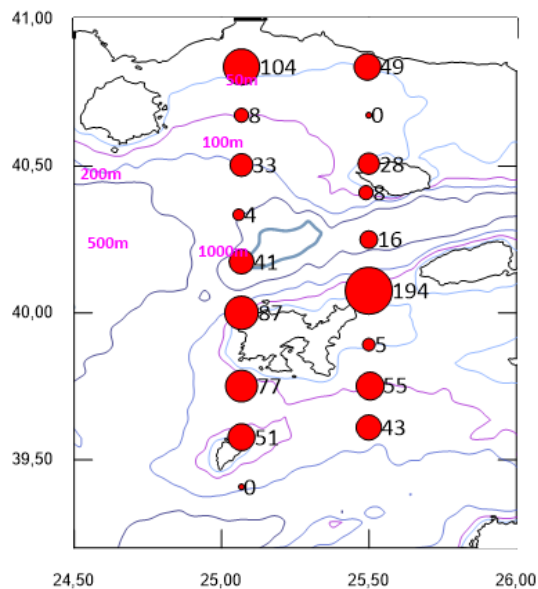


Εικόνα 3.14 Γεωγραφική κατανομή του είδους *Chromis chromis* (αριστερά) και του είδους της οικογένειας Gobiidae (δεξιά).

Βλέπουμε και εδώ πώς εντοπίζονται κάποιες ιχθυονύμφες των δυο αυτών παράκτιων ειδών μακριά από την ακτή. Αυτό οφείλεται στο ότι πολλές από τις νεαρές προνύμφες παρασύρονται από τα ρεύματα τις περιοχής και εμφανίζουν μικρούς πληθυσμούς κοντά σε σταθμούς με μεγαλύτερα βάθη.

3.4.6 Γεωγραφική κατανομή ιχθυονυμφών του είδους *Serranus hepatus*

Τέλος, ένα ακόμα κυρίαρχο είδος της περιοχής είναι το *S. hepatus* με ποσοστό αφθονίας 1.73%. Και για το είδος αυτό υπάρχει καταγραφή μόνο ιχθυονυμφών και όχι αυγών. Στην εικόνα 3.15 φαίνεται πως το είδος αυτό παρουσιάζει υψηλότερη γεωγραφική κατανομή κοντά στη Λήμνο και γενικά σε παράκτιες περιοχές, με αρκετά μικρό βάθος. Υψηλότερη τιμή αφθονίας του είδους μετρήθηκε στο σταθμό 32 με 194,32 άτομα/10m².



Εικόνα 3.15 Γεωγραφική κατανομή του είδους *S. hepatus*.

Γενικά, παρόλο που το είδος αυτό είναι παράκτιο, βλέπουμε πως έχει ευρεία εξάπλωση στην περιοχή, καθώς συλλέχθηκε σχεδόν στους περισσότερους σταθμούς δειγματοληψίας. Η εξάπλωσή του πιθανότατα οφείλεται επίσης σε ρεύματα.

3.5 ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ

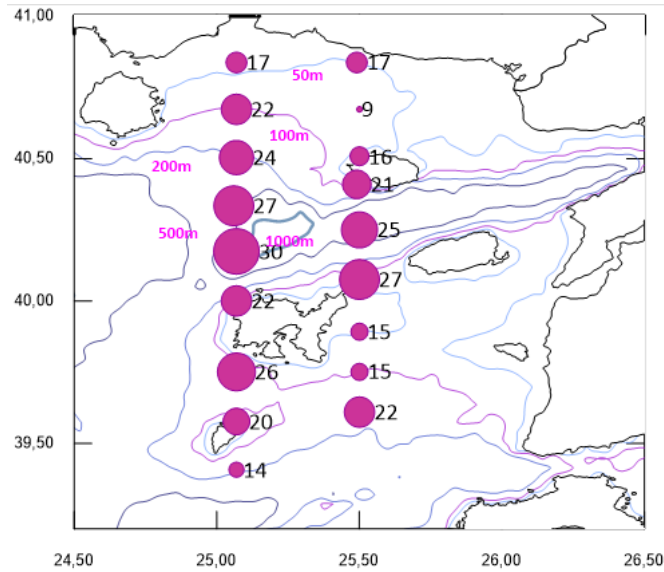
Οι τιμές των παραμέτρων βιοποικιλότητας ιχθυοσυμφών παραθέτονται στον Πίνακα 3.5. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης Shannon-Wiener (H') για οποιαδήποτε σύγκριση μεταξύ των σταθμών σε θέμα βιοποικιλότητας. Παρατηρείται πως στους σταθμούς 73, 62, 60, 46, 34 και 19 οι τιμές του δείκτη είναι πολύ χαμηλές (0,5, 0,59, 0,15, 0,92, 0,92 και 0,98 αντίστοιχα) σε σχέση με τους σταθμούς της υπόλοιπης δειγματοληπτικής περιοχής. Αντίθετα, οι σταθμοί 8, 11, 13, 44 και 71 εμφάνισαν υψηλές τιμές (2,12, 1,96, 1,54, 1,6 και 1,53 αντίστοιχα). Στον σταθμό 8, αυτό συμβαίνει γιατί έχουμε πολλά ισοκαταναμημένα είδη παρόλο που στο σύνολό του έχει μικρές αφθονίες, ενώ στον σταθμό 44 έχουμε επίσης πολλά είδη και γενικά υψηλές τιμές αφθονιών. Ο σταθμός 60 αντίθετα, παρόλο που εμφάνισε πολλά άτομα σε σταθμός, κυριαρχεί σε αυτά ο γαύρος οπότε ο δείκτης βιοποικιλότητας είναι χαμηλός.

Πίνακας 3.5 Τιμές αριθμού $taxa(S)$, σύνολο ατόμων (N), δείκτης Margalef (d), δείκτης Pielou (J'), δείκτης Shannon-Wiener (H') και δείκτης Simpson ($1-Lambda'$).

Σταθμοί	S	N	d	J'	H'(loge)	1-Lambda'
8	14	376	2,193	0,8036	2,121	0,8481
11	26	1128	3,557	0,6015	1,96	0,7202
13	20	1806	2,534	0,5159	1,546	0,6548
19	15	976	2,034	0,3651	0,9887	0,4096
21	15	1416	1,93	0,5861	1,587	0,702
23	22	3268	2,595	0,3489	1,078	0,4085
32	27	2354	3,349	0,5371	1,77	0,6761
34	25	5341	2,796	0,2864	0,9219	0,3318
36	21	1365	2,771	0,3429	1,044	0,388
42	22	3371	2,585	0,4497	1,39	0,5434
44	30	4119	3,484	0,4726	1,607	0,6065
46	27	4859	3,063	0,2811	0,9265	0,3394
58	17	1665	2,157	0,4332	1,227	0,4496
60	9	3495	0,9805	6,95E-02	0,1527	4,61E-02
62	16	2790	1,891	0,2141	0,5935	0,2107
71	17	1970	2,109	0,5421	1,536	0,6136
73	22	3372	2,585	0,1622	0,5012	0,1548
75	24	2747	2,905	0,4618	1,467	0,5771

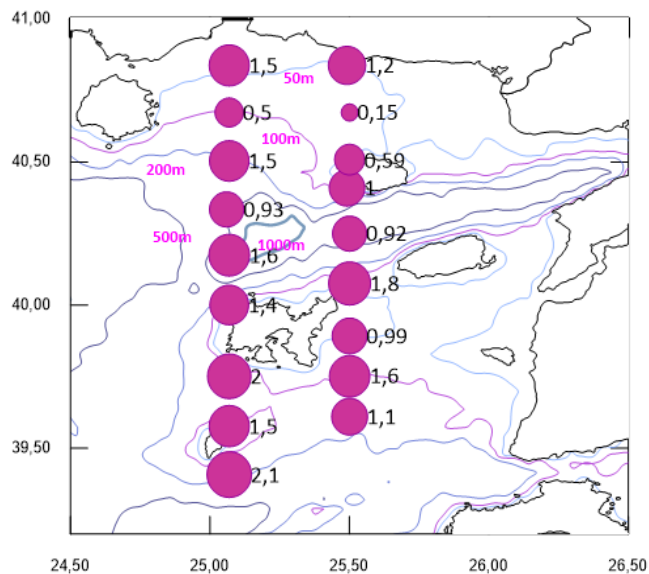
Υψηλότερες τιμές βιοποικιλότητας εντοπίστηκαν στην περιοχή μεταξύ των νησιών Λήμνος, Ίμβρος και Σαμοθράκη, καθώς λόγω της βαθυμετρίας αλλά και λόγω της μικρής απόστασης των σταθμών δειγματοληψίας από την ακτή, το ενδιαίτημα είναι κατάλληλο τόσο για τα παράκτια είδη αλλά και για τα μεσοπελαγικά και βενθοπελαγικά.

Όπως παρατηρούμε και στην εικόνα 3.16, υπάρχει ένα σύμπλεγμα ενδιαιτημάτων. Γι' αυτό τόσα πολλά διαφορετικά είδη κατάφεραν να συνυπάρξουν μαζί. Η Τάφρος έχει επηρεάσει τη σύνθεση των ειδών. Υπάρχουν είδη από πελαγικά, βενθικά και βαθυπελαγικά ψάρια όλα μαζί. Οι μεγαλύτερες τιμές σε αφθονίες, είδη και ποικιλότητα εμφανίστηκε σε αυτήν την ιδιαίτερη περιοχή. Ο ενήλικος πληθυσμός τους βέβαια ανήκει σε διαφορετικές ομάδες ενδιαιτημάτων.



Εικόνα 3.16 Οριζόντια κατανομή του αριθμού των *taxa* (S) σε κάθε σταθμό της δειγματοληπτικής περιοχής.

Ο δείκτης Shannon – Wiener (H') επηρεάζεται από την κυριαρχία των ειδών, από το εάν είναι ομοιόμορφα κατανεμημένα. Η κυριαρχία ενός είδους με υψηλές τιμές αφθονίας μικραίνει το δείκτη, λόγω της επίδρασης του λογαρίθμου αφθονίας. Στην προκειμένη περίπτωση, ο δείκτης παρουσιάζει χαμηλότερες τιμές (Εικόνα 3.17) στους σταθμούς 73, 62, 60, 46, 34 και 19 στην περιοχή εξαιτίας της υψηλής αφθονίας ιχθυονομφών του γαύρου σε αυτές τις περιοχές, ενώ αντίθετα, στους σταθμούς που εμφάνισε μικρότερες αφθονίες ο γαύρος, ο δείκτης έδειξε μεγαλύτερες τιμές (π.χ. σταθμός 8).

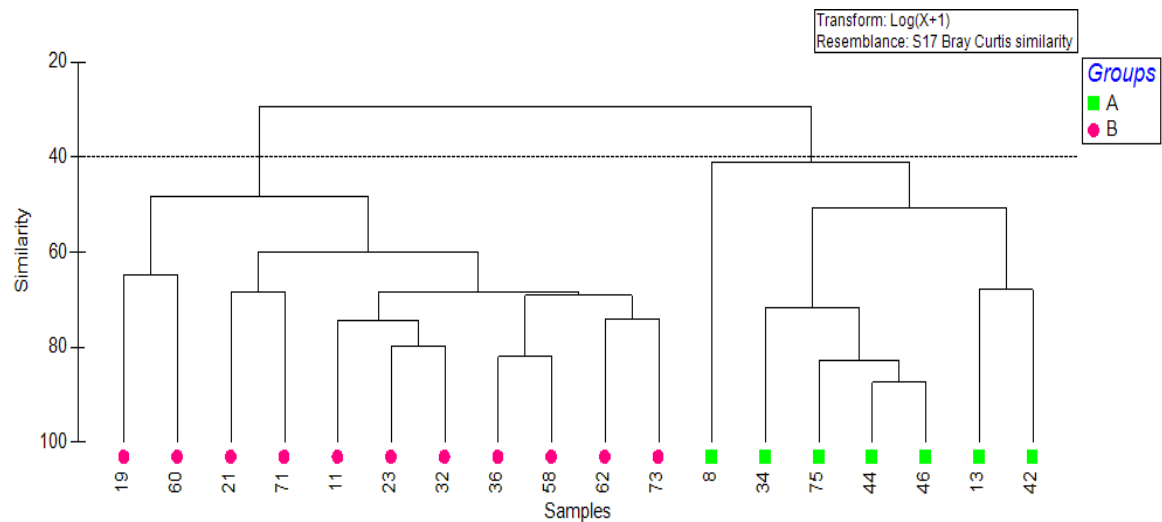


Εικόνα 3.17 Οριζόντια κατανομή του δείκτη Shannon-Wiener (H') σε κάθε σταθμό της δειγματοληπτικής περιοχής.

3.6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΟΛΥΠΑΡΑΓΟΝΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

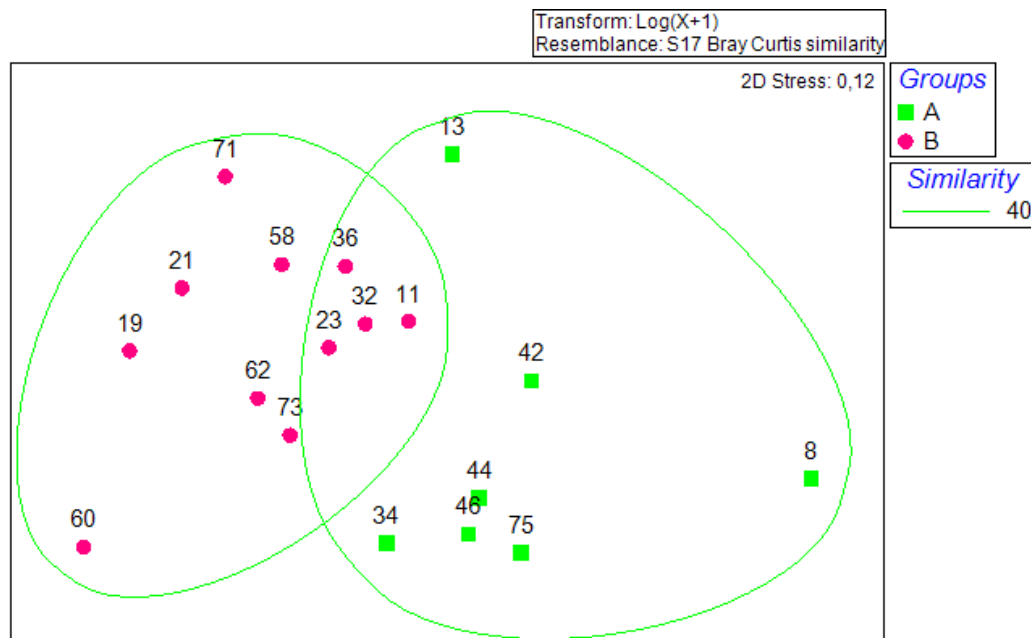
Ανάλυση ιεραρχικής προσθετικής ομαδοποίησης (Hierarchical Agglomerative Clustering)

Μετά από ανάλυση ιεραρχικής προσθετικής ομαδοποίησης παρατηρήθηκαν δυο ξεκάθαρες γεωγραφικές ομάδες. Το επίπεδο ομοιότητας στο οποίο διαχωρίστηκαν οι ομάδες ήταν το 40%.

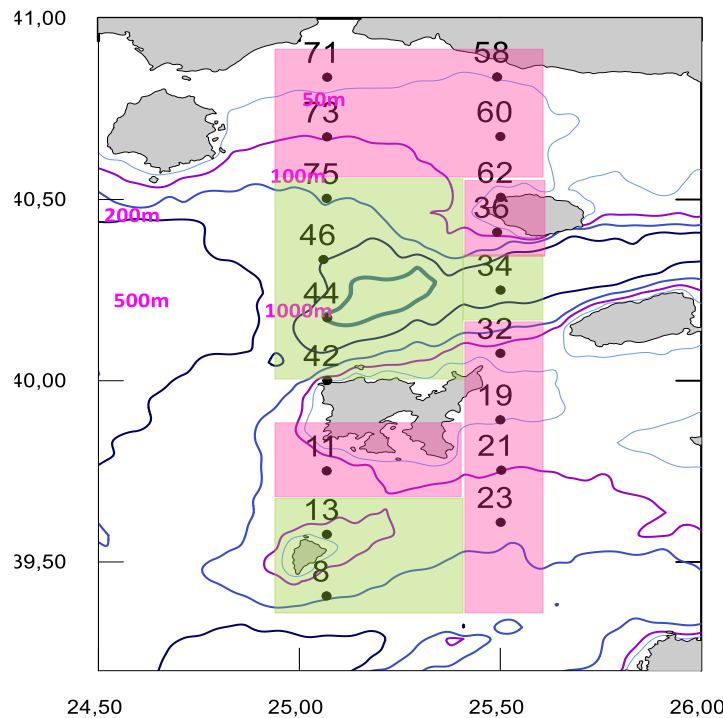


Εικόνα 3.18 Ανάλυση Ιεραρχικής Προσθετικής Ομαδοποίησης για τους σταθμούς δειγματοληψίας και ο διαχωρισμός τους σε δυο ξεκάθαρες γεωγραφικές ομάδες.

Μη μετρική πολυδιάστατη διαβάθμιση (Non Metric Multi dimensional Scaling, MDS)



Εικόνα 3.19 Μη Μετρική Πολυδιάστατη Διαβάθμιση για τους σταθμούς δειγματοληψίας. Το περίγραμμα δείχνει το επίπεδο ομοιότητας στο 40%.



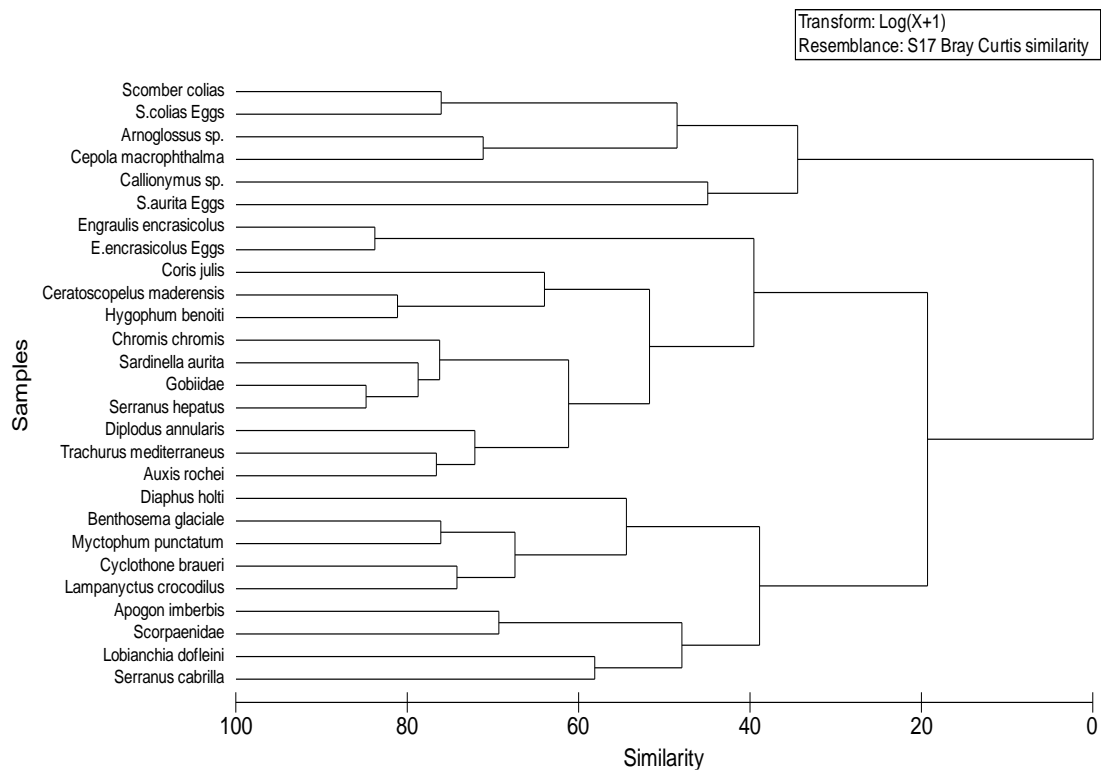
Εικόνα 3.20 Απεικόνιση των συναθροίσεων του ιχθυοπλαγκτού όπως προέκυψαν σε ομάδες, από την ανάλυση MDS.

Από τις παραπάνω εικόνες (Εικόνες 3.18., 3.19 και 3.20) βλέπουμε ότι υπάρχουν δυο ξεκάθαρες ομάδες ψαριών. Η Α ομάδα αποτελείται κυρίως από βαθύβια είδη ψαριών της οικογένειας *Mystorhidae*. Η ομάδα Β αποτελείται από πελαγικά και παράκτια ψάρια.

Πάνω στη μη μετρική πολυδιάστατη διαβάθμιση έγινε προβολή των περιβαλλοντικών δεδομένων που μετρήθηκαν κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας σε μορφή διανυσμάτων με τη μέθοδο συσχέτισης Pearson (Εικόνα 3.21). Σύμφωνα με το διάγραμμα, παρατηρείται πως η χλωροφύλλη-α, η μέση μηνιαία θερμοκρασία και η επιφανειακή θερμοκρασία σχετίζονται με την ομάδα Β, ενώ τόσο το κανονικό βάθος όσο, το βάθος σύρσης καθώς επίσης και η αλατότητα σχετίζονται με την ομάδα Α, την ομάδα δηλαδή των βαθυπελαγικών ειδών.

Αντίθετα, η ομάδα Β διαθέτει σταθμούς με μικρό βάθος και χαμηλή αλατότητα και η ομάδα Α χαρακτηρίζεται από χαμηλές τιμές επιφανειακής θερμοκρασίας, μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας και χλωροφύλλης-α.

Επιπλέον, δίνεται σχηματικά η ομοιότητα ανάμεσα στα πιο άφθονα είδη, με παρουσία σε παραπάνω από δύο σταθμούς (Εικόνα 3.23). Παρατηρείται ένας ξεκάθαρος διαχωρισμός των ειδών σε τρεις ομάδες.



Εικόνα 3.23 Ανάλυση Ιεραρχικής Προσθετικής Ομαδοποίησης για τους σταθμούς δειγματοληψίας. Απεικονίζεται η ομοιότητα ανάμεσα στα πιο άφθονα είδη.

3.7 ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΩΝ ΟΜΟΙΟΤΗΤΩΝ- ΑΝΑΛΥΣΗ SIMPER

Στη συνέχεια της επεξεργασίας των αποτελεσμάτων, πραγματοποιήθηκε ανάλυση Simper μέσω του προγράμματος Primer, με σκοπό την ανάδειξη πιθανού ποσοστού ομοιότητας μεταξύ των δύο ομάδων σταθμών.

(Similarity Percentages - species contributions)

Resemblance: S17 Bray Curtis similarity

Cut off for low contributions: 90,00%

Πίνακας 3.6 Είδη που συμβάλλουν στην ομοιότητα της ομάδας Α.

Ομάδα Α					
Ομοιότητα: 63,90					
Είδη	Μ.Αφθ. Συσσωρ.%	Μ.Ομ.	Ομ./Τ.ΑΠ.	Συνεισφ%	
<i>Engraulis encrasicolus</i>	7,28	10,14	7,63	15,87	15,87
<i>Hygophum benoiti</i>	4,81	6,01	2,72	9,40	25,28
<i>Chromis chromis</i>	4,25	5,61	2,31	8,78	34,06
<i>Coris julis</i>	3,18	4,51	2,53	7,05	41,11
<i>Ceratoscopelus maderensis</i>	4,12	4,41	1,53	6,90	48,01
Gobiidae	3,45	4,08	2,24	6,39	54,39
<i>Auxis rochei</i>	2,80	3,05	1,53	4,77	59,16
<i>E. encrasicolus Eggs</i>	3,97	3,01	1,24	4,71	63,87
<i>Serranus hepatus</i>	2,87	2,86	1,24	4,47	68,35
<i>Sardinella aurita</i>	2,56	2,63	1,37	4,12	72,47
<i>Diaphus holti</i>	1,95	2,02	1,34	3,16	75,63
<i>Myctophum punctatum</i>	2,54	1,98	0,92	3,10	78,72
<i>Arnoglossus sp.</i>	1,84	1,65	0,91	2,59	81,31
<i>Benthoosema glaciale</i>	2,33	1,52	0,87	2,38	83,69
<i>Scomber colias</i>	1,87	1,37	0,90	2,14	85,83
<i>Diplodus annularis</i>	1,90	1,30	0,85	2,04	87,87
<i>Apogon imberbis</i>	1,51	1,28	0,91	2,00	89,87
<i>Trachurus mediterraneus</i>	1,55	1,24	0,84	1,95	91,81

Πίνακας 3.7 Είδη που συμβάλλουν στην ομοιότητα της ομάδας Β.

Ομάδα Β					
Ομοιότητα: 67,71					
Είδη	Μ.Αφθ. Συσσωρ.%	Μ.Ομ.	Ομ./Τ.ΑΠ.	Συνεισφ%	
<i>Engraulis encrasicolus</i>	7,20	12,49	5,84	18,45	18,45
<i>E. encrasicolus Eggs</i>	6,74	10,57	2,83	15,61	34,06
Gobiidae	4,01	6,18	4,41	9,13	43,19
<i>Chromis chromis</i>	3,33	4,52	1,84	6,68	49,87
<i>Sardinella aurita</i>	3,29	4,28	1,75	6,33	56,20
<i>Serranus hepatus</i>	3,23	4,04	1,78	5,96	62,16
<i>Auxis rochei</i>	2,27	3,37	3,42	4,98	67,14
<i>Scomber colias</i>	3,08	3,25	1,20	4,80	71,94
<i>Ceratoscopelus maderensis</i>	2,38	3,00	1,27	4,43	76,37
<i>Trachurus mediterraneus</i>	2,31	2,89	1,84	4,28	80,65
<i>S. colias Eggs</i>	2,73	2,86	1,21	4,23	84,88
<i>S. aurita Eggs</i>	2,68	2,09	0,69	3,08	87,96
<i>Cepola macrophthalmia</i>	2,03	1,82	0,93	2,69	90,65

Και στις δυο ομάδες ο γαύρος κατέχει τα υψηλότερα ποσοστά. Παρόλα αυτά τα υπόλοιπα είδη δίνουν μια καλύτερη εικόνα ως προς τη διαφοροποίηση των ομάδων. Παρατηρούμε ότι η ομάδα Α με ποσοστό ομοιότητας 63,9, διαμορφώνεται κυρίως από είδη της οικογένειας *Myctophidae*, όπως τα *Hegophum benoiti*, *Ceratoscopelus maderensis*, *Myctophum punctatum*, *Diaphus holti* και *Benthosoma glaciale*, τα οποία απουσιάζουν από την ομάδα Β εκτός από το *Ceratoscopelus maderensis* που εμφανίζεται απλά σε ένα μικρό ποσοστό. Αντίθετα στη διαμόρφωση της ομάδας Β με ποσοστό ομοιότητας 67,71 συμβάλλουν κυρίως παράκτια είδη και μικρά πελαγικά (Πίνακες 3.6 & 3.7).

Πίνακας 3.8 Είδη που συμβάλλουν στην ανομοιότητα των ομάδων Α και Β.

Ομάδες Α & Β						
Ανομοιότητα = 44,31						
	Ομάδα Α	Ομάδα Β				
Είδη	Μ.Αφθ.	Μ.Αφθ.	Μ.Ανομ.	Ανομ./Τ.ΑΠ.	Συνεισφ%	Συσσωρ.%
<i>E. encrasicolus</i> Eggs	3,97	6,74	3,29	1,18	7,44	7,44
<i>Hygophum benoiti</i>	4,81	1,23	3,11	2,02	7,02	14,45
<i>S. colias</i> Eggs	0,56	2,73	2,21	1,41	4,99	19,45
<i>S. aurita</i> Eggs	0,00	2,68	2,20	1,11	4,96	24,40
<i>Coris julis</i>	3,18	0,99	2,09	1,61	4,72	29,12
<i>Ceratoscopelus maderensis</i>	4,12	2,38	2,01	1,60	4,54	33,66
<i>Myctophum punctatum</i>	2,54	0,13	1,92	1,57	4,33	37,99
<i>Scomber colias</i>	1,87	3,08	1,90	1,26	4,29	42,28
<i>Benthosema glaciale</i>	2,33	0,25	1,71	1,35	3,85	46,13
<i>Diaphusholti</i>	1,95	0,14	1,60	1,42	3,62	49,75
<i>Lobianchia dofleini</i>	2,02	0,31	1,60	1,14	3,61	53,36
<i>Diplodus annularis</i>	1,90	1,84	1,53	1,26	3,44	56,81
<i>Serranus hepatus</i>	2,87	3,23	1,49	1,07	3,36	60,16
<i>Cepola macrophthalmia</i>	1,20	2,03	1,48	1,18	3,34	63,50
<i>Chromis chromis</i>	4,25	3,33	1,46	1,16	3,30	66,80
<i>Lampanyctus crocodilus</i>	1,94	0,19	1,46	1,12	3,29	70,09
<i>Sardinella aurita</i>	2,56	3,29	1,43	1,15	3,22	73,31
<i>Callionymus</i> sp.	0,26	1,65	1,42	1,15	3,20	76,50
Gobiidae	3,45	4,01	1,30	1,51	2,94	79,44
<i>Arnoglossus</i> sp.	1,84	1,46	1,30	1,16	2,93	82,37
<i>Cyclothone braueri</i>	1,67	0,25	1,26	1,18	2,85	85,22
<i>Trachurus mediterraneus</i>	1,55	2,31	1,13	1,18	2,42	78,92
<i>Maurolicus muelleri</i>	1,48	0,00	1,08	0,97	2,33	81,25
<i>Apogon imberbis</i>	1,51	0,30	1,08	1,35	2,32	83,57
Scorpaenidae	1,36	0,92	1,08	1,13	2,31	85,88
<i>Auxis rochei</i>	2,80	2,27	1,05	1,29	2,27	88,15
<i>Engraulis encrasicolus</i>	7,28	7,20	0,96	0,95	2,06	90,20

Παρατηρούμε (Πίνακας 3.8) ότι πέρα από τη διαφοροποίηση που προκαλεί στις δυο ομάδες η ύπαρξη των ειδών της οικογένειας *Myctophidae* στην ομάδα Α, υπάρχει ένα άλλο χαρακτηριστικό που τις διαχωρίζει τελείως. Τα αυγά του γαύρου, φρίσσας και κολιού εμφανίζονται έντονα στην ομάδα Β και κάνουν πολύ μεγάλη την ανομοιότητα μεταξύ των δυο ομάδων, με ποσοστό ανομοιότητας 44,31.

3.8 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΗΚΩΝ ΑΦΘΟΝΟΤΕΡΩΝ ΕΙΔΩΝ

Μετά την αναγνώριση των ιχθυονυμφών που συλλέχθηκαν, ακολούθησε η μέτρηση του μήκους τους, από τον ουραίο μίσχο έως την άκρη του ρύγχους.

Σκοπός της μέτρησης είναι η σύγκριση της επιλεκτικότητας των δυο τύπων διχτυών και στη συνέχεια η εξακρίβωση της ύπαρξης διασποράς των ιχθυονυμφών στο χώρο, της εξάπλωσής τους δηλαδή, που μπορεί να επιτευχθεί μέσω της μελέτης της κατανομής των μηκών των αφθονότερων ειδών. Το σχήμα των ιχθυονυμφών διαδραματίζει ρόλο στην ικανότητά τους να αποφεύγουν το δίχτυ, καθώς οι ιχθυονύμφες με μακρόστενο σχήμα διαπερνούν ευκολότερα το μάτι του διχτυού από αυτές με κοντόχοντρο σχήμα και για αυτό είναι πιο δύσκολη η συλλογή τους.

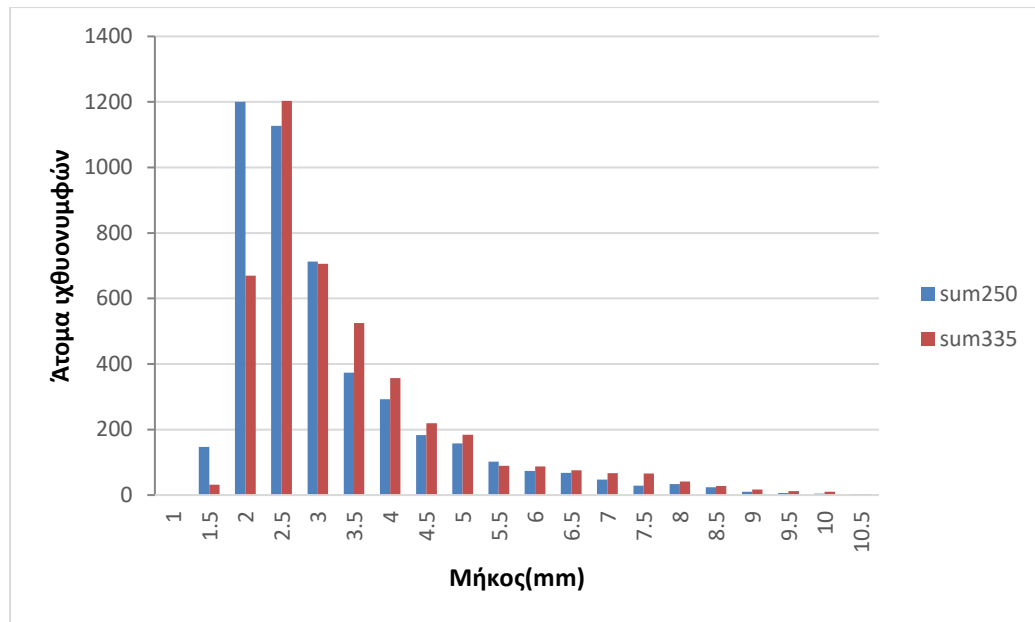
Στον Πίνακα 3.9 παρατίθενται τα βασικά χαρακτηριστικά των ιχθυονυμφών των κυρίαρχων ειδών που συλλέχθηκαν και μετρήθηκαν όπως ο αριθμός ατόμων, το ελάχιστο μήκος, το μέσο μήκος, το μέγιστο μήκος και η τυπική απόκλιση.

Πίνακας 3.9: Συγκεντρωτικός πίνακας ειδών με τον αριθμό των ιχθυονυμφών που μετρήθηκαν, το μέσο μήκος, την τυπική απόκλιση, το ελάχιστο μήκος και το μέγιστο μήκος κάθε είδους.

Είδος	Αριθμός ατόμων	Μέσο μήκος (mm)	Τυπική απόκλιση	Ελάχιστο μήκος (mm)	Μέγιστο μήκος (mm)
<i>E. encrasicolus</i>	7689	3,7	1.62	2	12
<i>S. aurita</i>	222	4	1.06	3	10
<i>S. colias</i>	311	3,4	1.53	2,5	11
<i>H. benoiti</i>	365	4.1	1.39	1.6	9.5
<i>C. maderensis</i>	297	3.6	1.05	1.5	7.5
<i>C. chromis</i>	412	2.3	0.44	1.8	5
Gobiidae	222	4	0.92	2	8
<i>S. hepatus</i>	230	3,8	0.96	2	6,5

Ακολουθούν διαγράμματα των αφθονότερων ειδών που απεικονίζουν τα μήκη των ιχθυονυμφών τους. Δίνεται η συνολική εμφάνιση μηκών ανά άτομα στην περιοχή.

Στην εικόνα 3.24 απεικονίζεται η κατανομή των μηκών των ιχθυονυμφών του γαύρου (*E. encrasicolus*). Το διάγραμμα αντιστοιχεί σε όλους στους σταθμούς δειγματοληψίας όπου συλλέχθηκε το είδος. Βλέπουμε πως γενικά τα περισσότερα άτομα του γαύρου που συλλέχθηκαν αφορούν μικρά μήκη. Αυτό κυρίως οφείλεται και στη διασπορά του γαύρου μέσω ρευμάτων απευθείας μετά την ωοτοκία. Στο Παράρτημα Γ' δίνονται αναλυτικά για το γαύρο, γραφήματα που παρουσιάζουν τη σχέση μήκους σώματος και αριθμού ατόμων σε κάθε σταθμό ξεχωριστά.

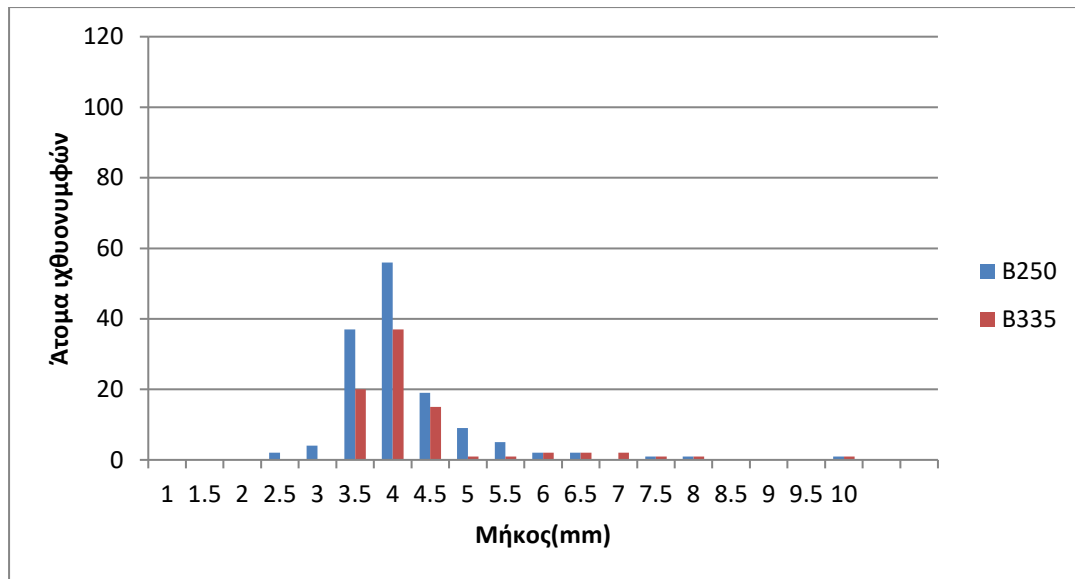


Εικόνα 3.24 Προβολή των συνολικών μηκών των ιχθυονομφίων του γαύρου (*E. encrasicolus*) από όλους τους σταθμούς μαζί σε ραβδόγραμμα.

Από την εικόνα 3.24 φαίνεται ότι μεταξύ των δυο δικτύων υπάρχει μια μικρή διαφορά ως προς το σύνολο των ατόμων. Παρόλο που στο συνολικό αριθμό ατόμων τα δυο δίκτυα βρίσκονται σχετικά κοντά ως προς τα αποτελέσματα, φαίνεται ότι το δίκτυο Bongo 250 έχει συγκρατήσει περισσότερα άτομα γαύρου στα πολύ μικρά μήκη, στις περιπτώσεις δηλαδή όπου μόλις έχουν εκκολαφθεί τα αυγά του. Η βασική διαφορά φαίνεται ξεκάθαρα μεταξύ των μηκών 1,5 και 2mm, όπου υπάρχει σημαντική απώλεια σχεδόν της τάξεως του 50% των ατόμων που χάνονται από το δίκτυο ματιού 335μm. Συγκεκριμένα συλλέχθηκαν 1200 ιχθυονόμφες γαύρου από το Bongo 250 και λίγο περισσότερες από 600 από το Bongo 335. Στο παράρτημα της παρούσας εργασίας, βρίσκονται διαγράμματα του γαύρου πάλι σε σχέση μήκους και αριθμού ατόμων για κάθε σταθμό ξεχωριστά.

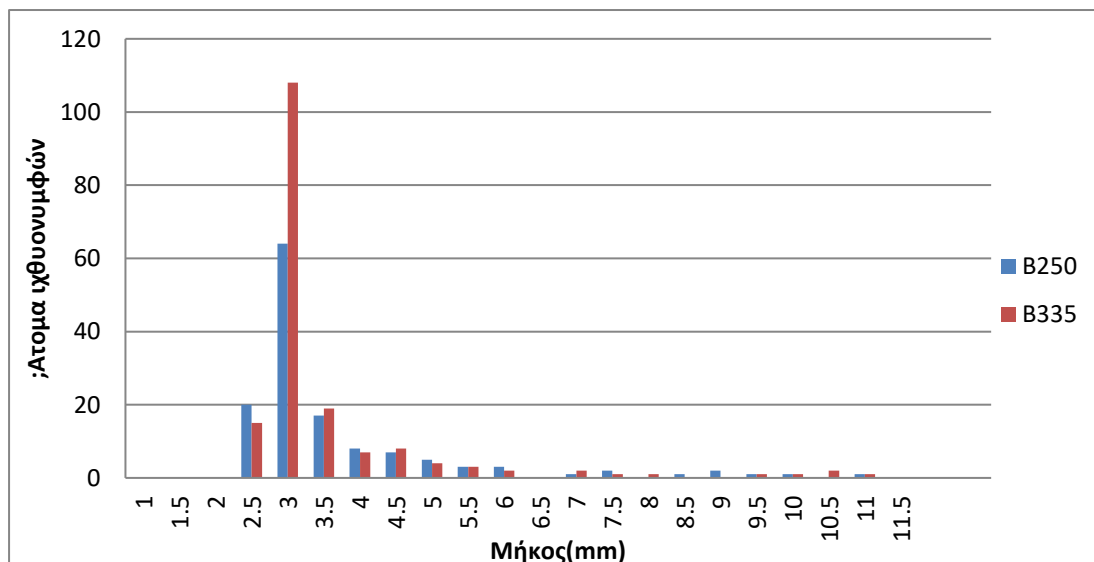
Ακολουθούν οι κατανομές των υπόλοιπων κυρίαρχων ειδών μετά το γαύρο. Όπως παρατηρείται στα περισσότερα από τα διαγράμματα που ακολουθούν, οι ιχθυονόμφες εμφανίζουν μεγαλύτερο αριθμό ατόμων στο δίκτυο Bongo 250, εκτός από κάποιες εξαιρέσεις όπου η διαφορετικότητα του ματιού του δικτυού δε συντέλεσε ιδιαίτερα στη διαμόρφωση της κατανομής.

Επόμενο είδος που εξετάζεται είναι η φρίσσα (Εικόνα 3.25). Φαίνεται καθαρά πως υπάρχει μια σημαντική απώλεια ατόμων μεταξύ των μηκών 3 και 4,5mm, όπου παρατηρείται ότι η φρίσσα διαπερνά πιο εύκολα το δίκτυο Bongo 335.



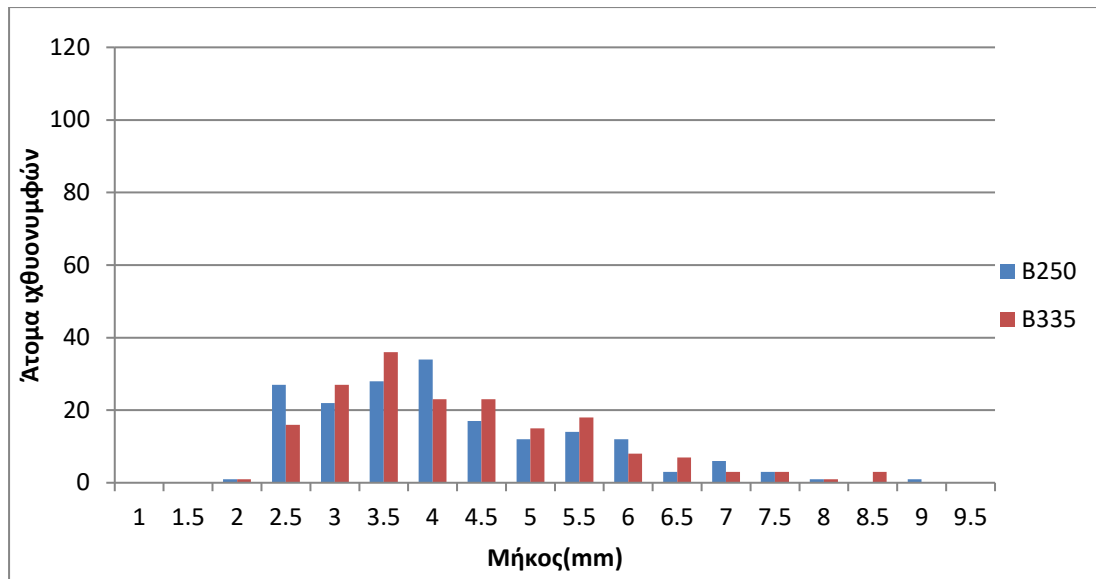
Εικόνα 3.25 Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών της φρίσσας (*S. aurita*) σε όλους τους σταθμούς μαζί.

Ακολουθεί η προβολή του διαγράμματος των μηκών του κολιού (Εικόνα 3.26) σε σχέση με τα άτομα που συλλέχθηκαν από κάθε δίχτυ. Εδώ παρατηρείται ότι μεταξύ των μηκών 2 και 3mm χάνονται αρκετές ιχθυονύμφες. Αυτό συμβαίνει πιθανότατα γιατί όταν ο κολιός είναι σε αυτό το στάδιο της νεοεκκολαφθής ιχθυονύμφης, έχει πολύ διαφορετική μορφή από όταν μεγαλώσει πάνω από 3,5 χιλιοστά. Σε αυτό το στάδιο η ιχθυονύμφη του είναι μικρή και λεπτή, έχοντας έτσι τη δυνατότητα να διαπεράσει εύκολα το δίχτυ Bongo 335, ενώ στα επόμενα χιλιοστά αρχίζει η μεταμόρφωση σε μεγαλύτερη ιχθυονύμφη με αρκετά μεγάλο κεφάλι και κοντόχοντρο σώμα.



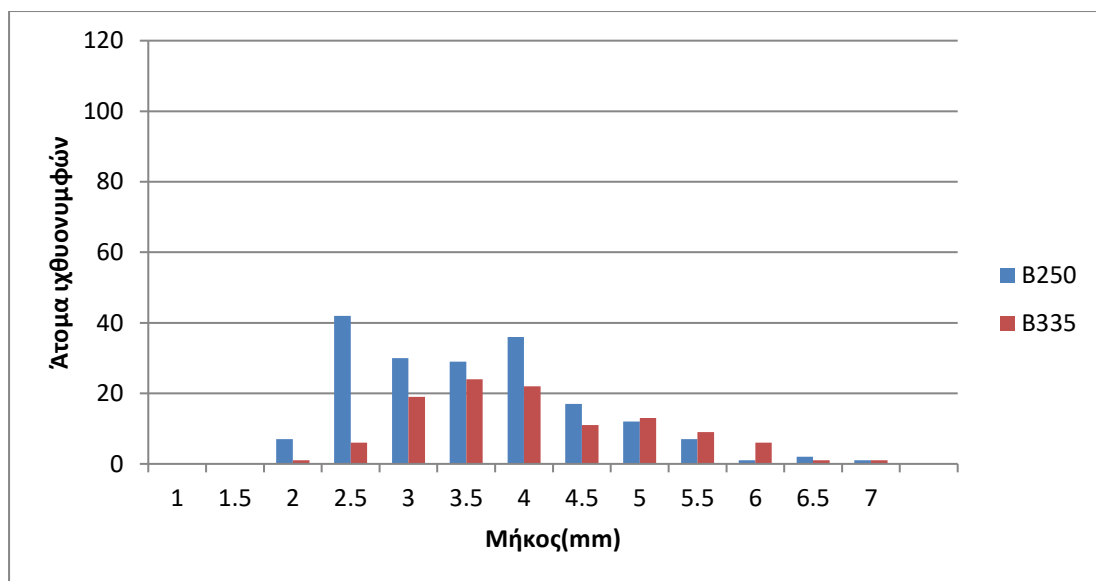
Εικόνα 3.26 Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών του *S. colias* σε όλους τους σταθμούς μαζί.

Μελετήθηκαν επίσης οι κατανομές των βαθυτελαγικών ιχθυονυμφών των ειδών *H. benoiti* και *C. maderensis* (Εικόνα 3.27).



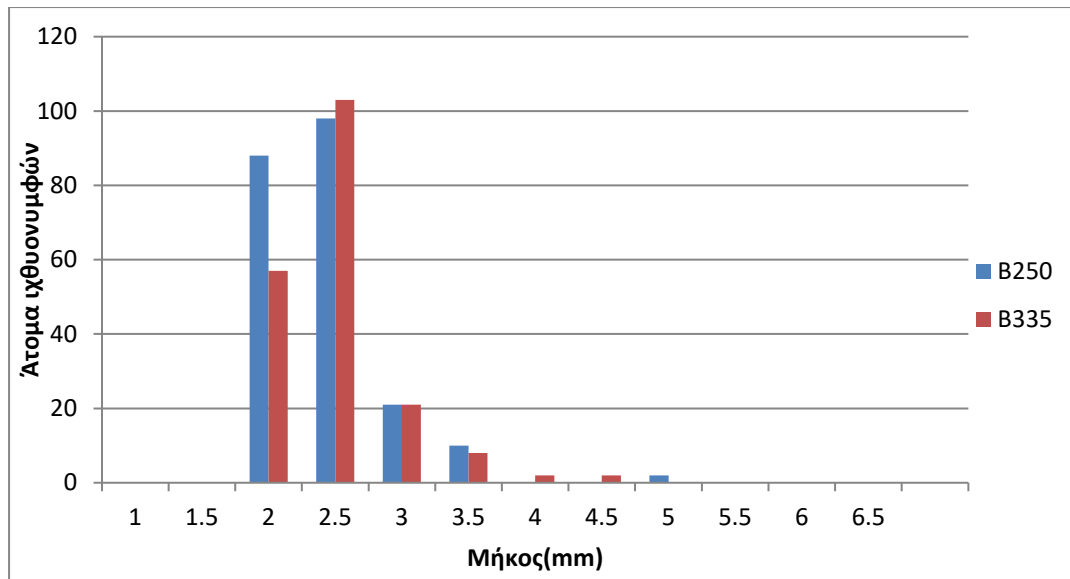
Εικόνα 3.27 Προβολή των συνολικών μηκών των ιχθυοσυμφών του *H. benoiti* από όλους τους σταθμούς μαζί.

Παρατηρούμε, όχι τόσο στο *H. benoiti* (Εικόνα 3.27) όσο στο *C. maderensis* (Εικόνα 3.28) ότι υπάρχει μια μικρή απόκλιση στα μήκη σχετικά με τα δυο δίχτυα. Φαίνεται δηλαδή ότι κάποια μήκη του είδους χάνονται από το δίχτυ με το μεγαλύτερο μάτι. Ειδικά μεταξύ των μεγεθών 2 -4,5mm υπάρχει σχετικά μια σημαντική διαφορά.



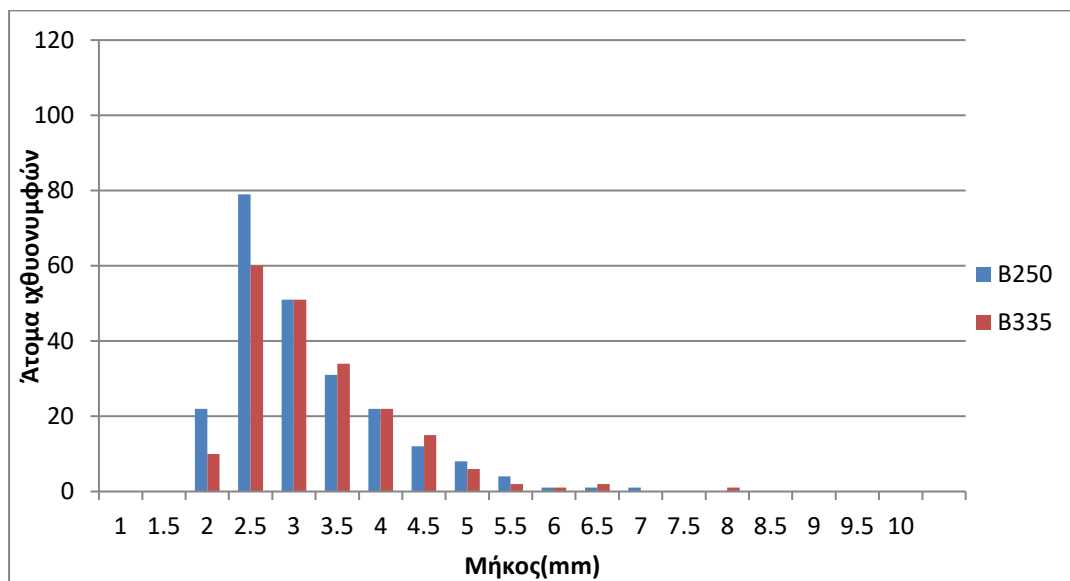
Εικόνα 3.28 Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυοσυμφών του *C. maderensis* σε όλους τους σταθμούς μαζί.

Ομοίως, και στην περίπτωση του *Chromis chromis* (Εικόνα 3.29) παρατηρείται μια απώλεια μεταξύ των μηκών 1,5-2,5mm, την περίοδο δηλαδή όπου το είδος αυτό είναι μια νεοεκκολαπτόμενη προνύμφη.



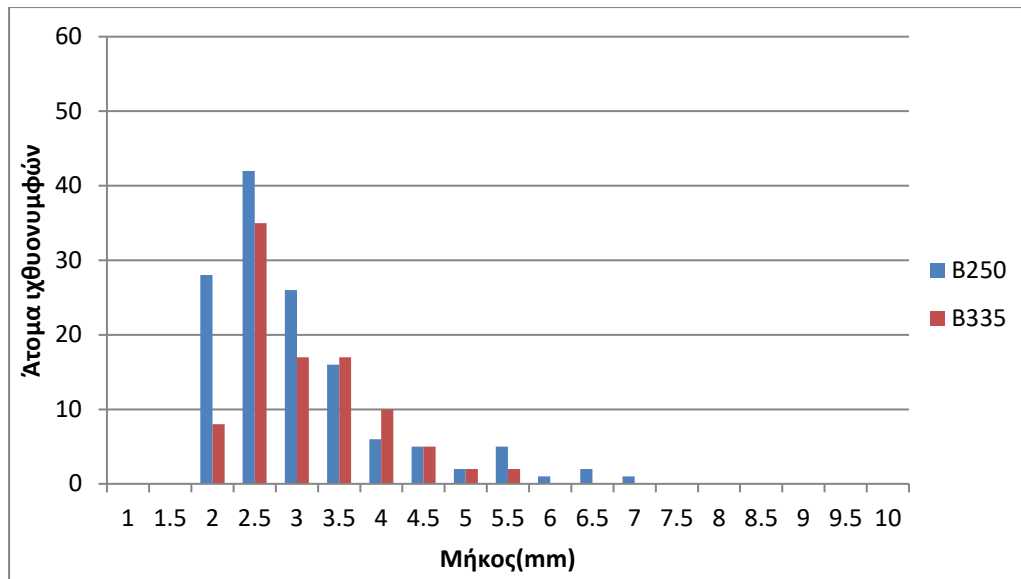
Εικόνα 3.29 Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών του *C. Chromis* σε όλους τους σταθμούς μαζί.

Ακολουθεί ο γοβιός με μια μικρή απώλεια μεταξύ των μηκών 2,5-3mm(Εικόνα 3.30)



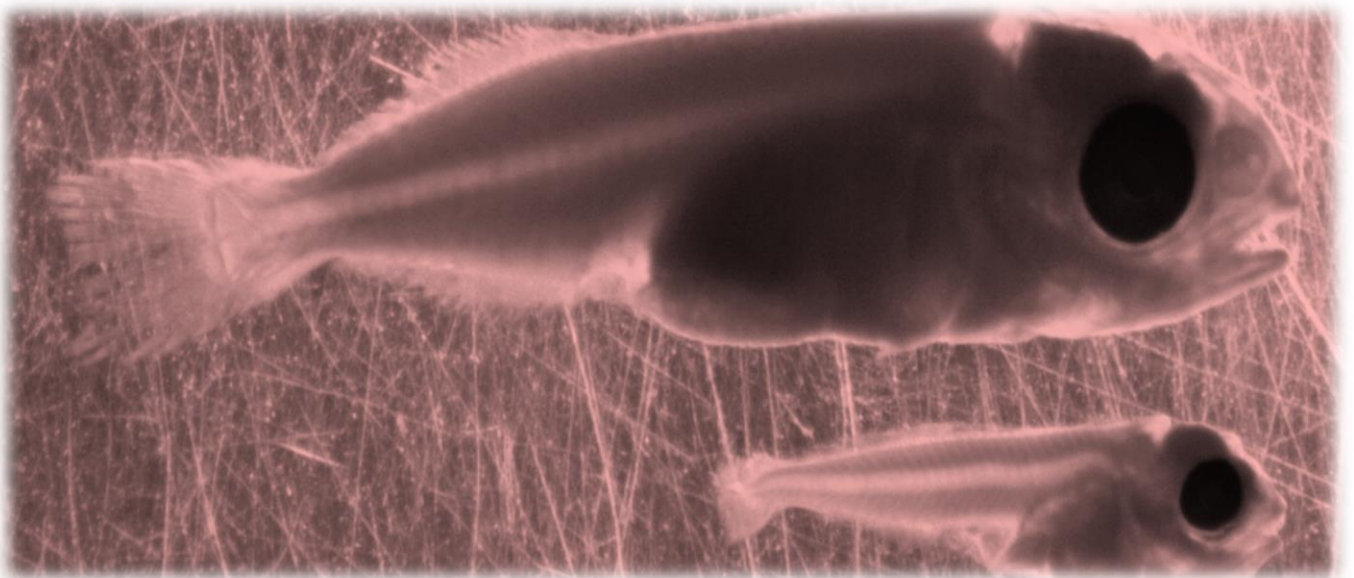
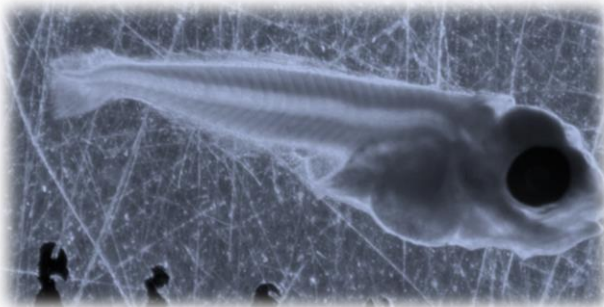
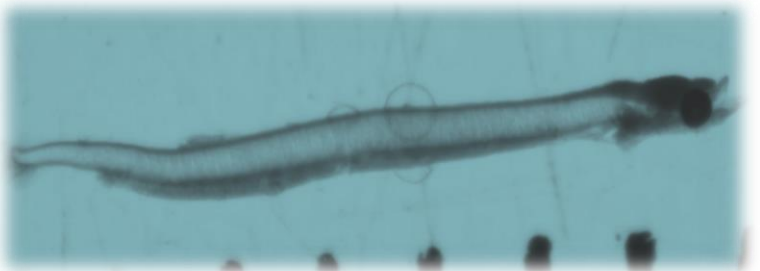
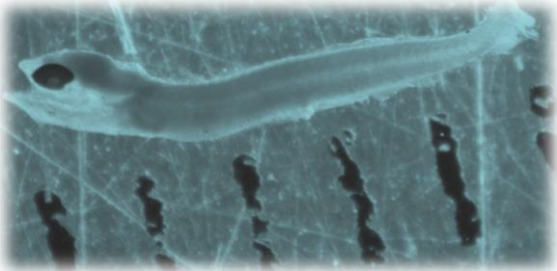
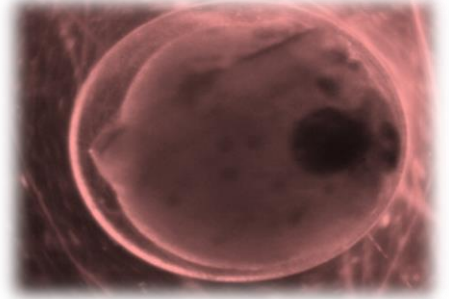
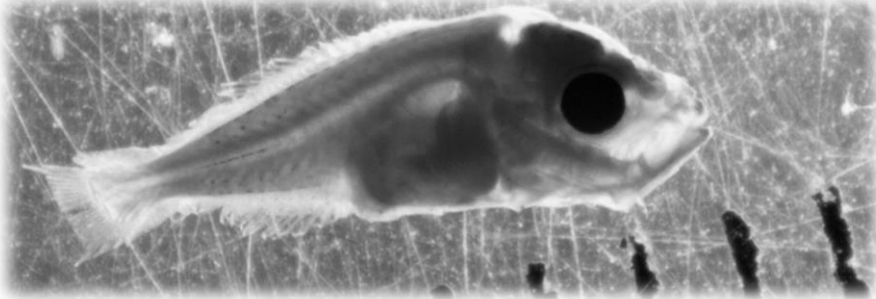
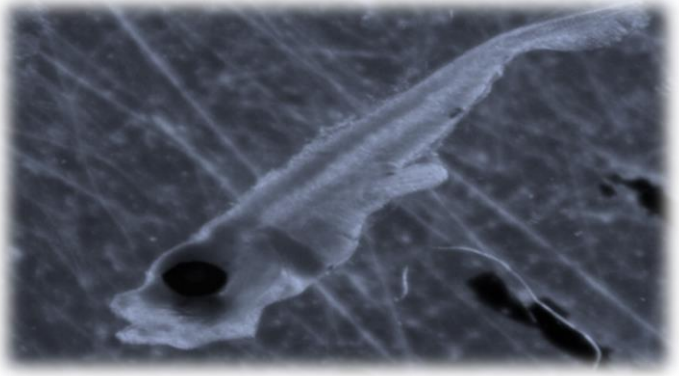
Εικόνα 3.30 Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών ειδών της οικογένειας Gobiidae σε όλους τους σταθμούς μαζί.

Τέλος, παρατηρούμε ότι και στο παράκτιο είδος *S. heratus* το δίχτυ Bongo 250 φαίνεται πως συλλέγει περισσότερες ιχθυονύμφες μεταξύ των μηκών 1,5 και 3,5 (Εικόνα 3.31).



Εικόνα 3.31 Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών του *S.heparatus* σε όλους τους σταθμούς μαζί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 ΣΥΝΘΕΣΗ ΙΧΘΥΟΠΛΑΓΚΤΟΥ

Η χρονική περίοδος που έλαβε χώρα η δειγματοληψία (5 έως 14 Ιουλίου 2010) συμπίπτει με την έναρξη της αναπαραγωγικής δραστηριότητας των περισσότερων ειδών που συνιστούν τη μεσογειακή ιχθυοπανίδα (Πικέα, 2015).

Από τη δειγματοληψία αναγνωρίστηκε αρκετά μεγάλος αριθμός *taxa*, αν ληφθεί υπόψη η σχετικά μικρή κλίμακα του δικτύου των σταθμών δειγματοληψίας. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην υψηλή βιοποικιλότητα που επικρατεί στην ανατολική Μεσόγειο θάλασσα (UNEP-MAP RAC/SPA 2010). Επιπλέον, η περίοδος δειγματοληψίας που επιλέχθηκε είναι μεταβατική όσον αφορά την αναπαραγωγή πολλών ιχθύων, καθώς σηματοδοτείται η έναρξη της ωοτοκίας για τους καλοκαιρινούς ωοαποθέτες (Somarakis *et al.*, 2011; Tsikliras *et al.*, 2010).

Συνολικά αναγνωρίστηκαν 59 *taxa* αβγών και ιχθυονυμφών που ανήκουν σε 35 οικογένειες. Ταυτοποιήθηκαν 13 *taxa* αβγών που ανήκουν σε 13 οικογένειες και 56 *taxa* ιχθυονυμφών που ανήκουν σε 34 οικογένειες. Οι αριθμοί αυτοί είναι συγκρίσιμοι με παρόμοιες μελέτες που αφορούν περιοχές μεγαλύτερης κλίμακας, αυτή του Βορείου Αιγαίου για τα έτη 1995-1996 και 2003-2006 από τους Somarakis *et al.* (2002) και Ισάρη (2008) αντίστοιχα.

Τα μικρά πελαγικά *E. encrasicolus* και *S. aurita* αποτελέσαν τα αφθονότερα *taxa* ιχθυονυμφών και ακολουθούσαν τα μεσοπελαγικά είδη *C. Maderensis* και *H. benoiti*. Εντοπίστηκαν επίσης με μικρότερη αφθονία τα παράκτια *C. chromis* και Gobiidae, τα πελαγικά *S. colias* και το βενθικό *S. Hepatus*.

Παρατηρήθηκε πως η σύνθεση σε *taxa* είναι παρόμοια με τα αποτελέσματα άλλων ερευνητών για δειγματοληψίες με δίχτυ Bongo 250 του βορείου Αιγαίου τους καλοκαιρινούς μήνες (Somarakis *et al.*, 2002). Επιπλέον, οι αναλογίες των *taxa* συμφωνούν με τα δεδομένα των Somarakis *et al.*, 2002, Sabates 1990a και Isari 2008. Διαπιστώθηκε επίσης πως πολλά είδη είναι κοινά με αυτές τις εργασίες όπως τα πελαγικά *S. aurita*, *E. encrasicolus*, *T. mediterraneus*, τα βαθυπελαγικά *C. maderensis*, *M. punctatum*, *C. braueri*, το βενθικό *S. hepatus* και το παράκτιο *C. julis*. Τέλος, αναγνωρίστηκαν 7 είδη Myctophidae, γεγονός που συνάδει με τα αποτελέσματα των Somarakis & Maraveya (2001) οι οποίοι κατέγραψαν 7 είδη Myctophidae.

Οι δείκτες βιοποικιλότητας Shannon-Wiener, Pielou και Simpson παρατηρούνται πιο αυξημένοι στο σύμπλεγμα που δημιουργείται μεταξύ των νησιών Λήμνου, Ίμβρου και Σαμοθράκης. Η ισοκατανομή των *taxa* στους υπόλοιπους σταθμούς εκτός του συμπλέγματος είναι εμφανώς μειωμένη λόγω της αύξησης της έντονης κυριαρχίας των επιπελαγικών ειδών γαύρου και φρίσσας, κυρίως στους σταθμούς του βόρειου και νοτιοανατολικού Θρακικού πελάγους, όπου λόγω των εκβολών των ποταμών Νέστου και Έβρου στην πρώτη περίπτωση και του φαινομένου ανάβλυσης υδάτων από βαθύτερα υδάτινα στρώματα (*upwelling*) στη δεύτερη περίπτωση, αυξάνεται η παρουσία του ζωπλαγκτού και κατ' επέκταση η αφθονία των αβγών και των ιχθυονυμφών των μικρών πελαγικών ψαριών.

Όσον αφορά την ιδιαίτερη περιοχή που όπως αναφέρθηκε και παραπάνω δημιουργείται μεταξύ του συμπλέγματος των νησιών (Λήμνου, Ίμβρου και Σαμοθράκης) οι δείκτες αυτοί αυξάνονται λόγω της αύξησης του αριθμού των *taxa*. Το απότομο ανάγλυφο και το εύρος της βαθυμετρίας ευνοεί τη διαβίωση και αναπαραγωγή οργανισμών που ανήκουν σε

διαφορετικούς οικολογικούς θώκους, τόσο παράκτιων όσο μεσοπελαγικών και βενθοπελαγικών ειδών.

4.2 ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΥΓΩΝ ΚΑΙ ΙΧΘΥΟΝΥΜΦΩΝ- ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΕΙΣ ΣΕ ΟΜΑΔΕΣ

Με τη μελέτη των χωρικών προτύπων κατανομής του ιχθυοπλαγκτού καθίστανται πιο κατανοητές οι σχέσεις μεταξύ των ειδών των ψαριών κατά τη διάρκεια των νεαρών σταδίων τους, όπως επίσης και για τα ενήλικα άτομα κατά τη φάση εκκόλαψης των αβγών τους (Doyle *et al.*, 1993).

Τα αβγά του γαύρου βρέθηκαν σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας. Τα αβγά της φρίσσας παρουσίασαν μεγαλύτερες αφθονίες σε παράκτιους σταθμούς του Θρακικού πελάγους κοντά στις περιοχές εκβολών των ποταμών και πολύ κοντά στις ακτές των νησιών. Οι ιχθυονύμφες του γαύρου και της φρίσσας εντοπίστηκαν σε όλους τους σταθμούς. Η αφθονία των ιχθυονυμφών του γαύρου ήταν μεγάλη σχεδόν στους περισσότερους σταθμούς, με εξαίρεση έναν σταθμό νότια του Θρακικού Πελάγους, κάτω από το νησί Άη Στράτης. Οι ιχθυονύμφες της φρίσσας από την άλλη παρουσίασαν μεγαλύτερη αφθονία στους σταθμούς στους οποίους εντοπίστηκαν επίσης τα περισσότερα αυγά του είδους. Παρατηρήθηκε, πως οι ιχθυονύμφες του γαύρου παρουσίασαν εξάπλωση πέρα από το όριο της υφαλοκρηπίδας και εμφανίστηκαν σε σημαντικές αφθονίες και σε σταθμούς όπου οι αφθονίες των αυγών του ήταν σχετικά χαμηλές. Πιθανόν να μεταφέρθηκαν τα αβγά ή οι μικρές ιχθυοπρονύμφες με τα ρεύματα από την περιοχή ωτοκίας προς την ευρύτερη περιοχή του βορείου Αιγαίου. Το ίδιο φαινόμενο παρατηρήθηκε στην ίδια περιοχή αυτή, τους ίδιους μήνες, κατά τα έτη 2003 και 2004 (Ισαρη, 2008).

Οι υψηλές αφθονίες των αβγών του γαύρου στο ανατολικό Βόρειο Αιγαίο και νότιο Θρακικό Πέλαγος σε συνδυασμό με το γεγονός ότι στην περιοχή αυτή εντοπίστηκαν οι ιχθυονύμφες που μόλις εκκολάφθηκαν, οδηγούν στο συμπέρασμα πως η ευρύτερη αυτή περιοχή αποτελεί το πεδίο ωτοκίας του είδους, στοιχείο το οποίο επιβεβαιώνεται και από δεδομένα ερευνών (Σιαπάτης, 2017). Όσον αφορά τη φρίσσα, λόγω του ότι οι υψηλότερες αφθονίες των αυγών και ιχθυονυμφών της εντοπίστηκαν στις παράκτιες περιοχές του βόρειου Θρακικού Πελάγους και στο νησιώτικο σύμπλεγμα στην κεντρική και ανατολική περιοχή δειγματοληψίας, συμπεραίνουμε ότι εκεί βρίσκονται τα πεδία ωτοκίας της.

Μπορούμε να πούμε πως τα κύρια πεδία ωτοκίας και παρουσίας ιχθυονυμφών της φρίσσας εμπεριέχονται μέσα στα όρια των αντίστοιχων πεδίων του γαύρου. Διαφέρουν ως προς έκταση, δηλαδή τα πεδία παρουσίας αυγών και ιχθυονυμφών της φρίσσας είναι περιορισμένα κοντά στην ακτή ενώ τα αντίστοιχα του γαύρου είναι πιο εκτεταμένα καλύπτοντας όλο σχεδόν το εύρος της υφαλοκρηπίδας ή και πιο ανοικτά από αυτή. Η παρουσία και των δύο ειδών ιχθυονυμφών στην ίδια περιοχή, μαζί με την κατακόρυφη κατανομή τους στα άνω 30 μέτρα της στήλης ύδατος και οι μορφολογικές ομοιότητές τους, μπορεί να οδηγήσουν σε ανταγωνισμό για την τροφή τους (Olivar *et al.*, 2007).

Τα αβγά του πελαγικού *S. Colias* δε βρέθηκαν σε όλους τους σταθμούς της περιοχής δειγματοληψίας, αλλά αντίθετα εμφάνισαν μια πιο συγκεκριμένη κατανομή σε λίγους σταθμούς, με τη μεγαλύτερη αφθονία να σημειώνεται νοτιοανατολικά της Λήμνου. Ομοίως, οι ιχθυονύμφες παρουσίασαν παρόμοια κατανομή με αυτή των αυγών. Μπορούμε να πούμε ότι βλέπουμε ξεκάθαρα ένα πεδίο ωτοκίας του κολιού στο νοτιοανατολικό Θρακικό

Πέλαγος όπου μάλιστα στην περιοχή αυτή υπάρχει και υψηλή συγκέντρωση χλωροφύλλης-α λόγω των νερών της Μαύρης Θάλασσας που εισέρχονται από το Στενό των Δαρδανελίων. Στις περιοχές όπου υπάρχουν υψηλές τιμές αφθονίας αυγών και ιχθυονυμφών κολιού, παρατηρούνται υψηλές τιμές χλωροφύλλης, δηλωτικές της υψηλής πρωτογενούς και δευτερογενούς παραγωγής, που συντελούν στο μεγάλο ποσοστό επιβίωσης των ιχθυονυμφών του είδους (Somarakis *et al.* 2002). Γενικά παρατηρούμε ότι οι περιοχές ωοτοκίας του κολιού οριοθετούνται στα όρια της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας και συσχετίζονται άμεσα με τη θερμοκρασία και την αλατότητα (Danelli *et al.*, 2008).

Οι αφθονίες των βαθυπελαγικών *Ceratoscopelus maderensis* και *Hygophum benoiti* καθώς και των υπόλοιπων αντιπροσώπων της οικογένειας Myctophidae ήταν αρκετά υψηλές βόρεια και δυτικά της Λήμνου, δηλαδή σε σταθμούς με μεγάλα βάθη λόγω της ύπαρξης της Τάφρου στην περιοχή αυτή, όπου διαβιούν οι ενήλικοι πληθυσμοί τους, και σε μικρότερο βαθμό στους υπόλοιπους σταθμούς. Πιθανότατα οι ιχθυονύμφες μεταφέρθηκαν μέσω ρευμάτων από τις βαθύτερες περιοχές προς την ευρεία ρηχή περιοχή του Θρακικού Πέλαγους, φαινόμενο το οποίο περιγράφηκε και στη διατριβή της Ισάρη (2008). Ο ρόλος των ρευμάτων, των κινούμενων προς την ακτή, στη διασπορά των ιχθυονυμφών των μεσοπελαγικών ειδών έχει επίσης αναγνωρισθεί και από άλλους ερευνητές (Καταλανικές ακτές: Sabatés and Masó 1990, Στρυμονικός κόλπος: Koutrakis *et al.* 2004, αρχιπέλαγος Βαλεαρίδων νήσων: Alemany *et al.* 2006).

Οι ιχθυονύμφες των γοβιών (Gobiidae) βρέθηκαν σε όλους τους σταθμούς, παρουσιάζοντας ωστόσο μεγαλύτερες αφθονίες στις παράκτιες περιοχές του βόρειου Θρακικού Πέλαγους, πιθανόν λόγω της επίδρασης των εκβολών των ποταμών, και επίσης εντοπίστηκαν σημαντικές αφθονίες κοντά στις ακτές των νησιών αλλά και στην περιοχή όπου εισέρχονται τα νερά της Μαύρης θάλασσας. Οι γοβιοί είναι επί το πλείστον είδη παράκτια, γεννούν τα αυγά τους στο υπόστρωμα και τρέφονται είτε με πλαγκτονικούς οργανισμούς είτε με βενθικά ασπόνδυλα (Nelson, 1994). Οι τιμές αφθονίας τους φαίνεται να σχετίζονται με την ποσότητα χλωροφύλλης-α αλλά και με την ποσότητα μεσοζωοπλαγκτού (Χαρμπίλα *et al.*, 2015). Άλλα παράκτια *taxa* που βρέθηκαν στη δειγματοληψία είναι τα *C. julis* και *C. chromis*. Το *C. chromis* εντοπίστηκε επίσης σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας, και κυρίως σε σημαντικές αφθονίες κοντά στις ακτές των νησιών. Η μεγαλύτερη αφθονία του είδους αυτού παρατηρήθηκε ανάμεσα στα νησιά Λήμνος και Άη Στράτης.

Το βενθικό *S. hepatus* εντοπίστηκε μεν σε όλους τους σταθμούς, με υψηλές όμως τιμές αφθονίας στις παράκτιες περιοχές, ειδικά κοντά στις ακτές της Λήμνου..

Από την μελέτη της κατανομής των ειδών που αναγνωρίστηκαν σε σχέση με τους αβιοτικούς παράγοντες, διαπιστώνεται πως η εξάπλωση των ομάδων του ιχθυοπλαγκτού εξαρτάται όχι μόνο από το περιβάλλον διαβίωσης των ενηλίκων (βαθυμετρία, αλατότητα, θερμοκρασία και τροφική κατάσταση) αλλά και από την υδρογραφία της περιοχής (μορφολογία βυθού και ακτής). Αυτό το συμπέρασμα έρχεται σε συμφωνία με αντίστοιχες μελέτες κατανομής του ιχθυοπλαγκτού (Isari, 2008) και σε αντίθεση με άλλες οι οποίες αποκλείουν την επίδραση των ρευμάτων στις κατανομές (Somarakis *et al.*, 2002)

Πρωταρχικοί παράγοντες που επιδρούν στο σχηματισμό των ιχθυονυμφικών συναθροίσεων αποτελούν η στρατηγική αναπαραγωγής και το εύρος κατανομής των γεννητόρων. Οι δύο αυτές παράμετροι αποτελούν εξελικτική προσαρμογή των ειδών σε μεγάλη κλίμακα χρόνου, στις κυρίαρχες φυσικές και τροφικές διαδικασίες της περιοχής που διαβιούν (Sinclair 1988, Cushing 1990), αποβλέποντας στην επιβίωση των απογόνων τους και διατήρηση των πληθυσμών τους.

Η ανάλυση δενδρογράμματος ομοιοτήτων καθώς και η μη μετρική πολυδιάστατη διαβάθμιση (n-MDS) έδειξαν δυο ξεκάθαρες γεωγραφικές ομάδες σταθμών Α και Β. Η ομάδα Α χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερα βάθη, υψηλότερες τιμές αλατότητας και χαμηλότερες

τιμές επιφανειακής θερμοκρασίας και χλωροφύλλης-α, ενώ αντίθετα η ομάδα Β χαρακτηρίζεται από υψηλότερες τιμές επιφανειακής θερμοκρασίας και χλωροφύλλης-α, χαμηλότερες τιμές αλατότητας και μικρότερα βάθη. Η διάκριση των δυο συναθροίσεων αντανακλά τις περιβαλλοντικές διαφορές μεταξύ των περιοχών.

Τα πρότυπα κατανομής του ιχθυοπλαγκτού και η αφθονία του επηρεάζονται πρωταρχικά από τα ενήλικα άτομα. Επιδρά ωστόσο ένας συνδυασμός φυσικών και βιολογικών παραγόντων (όπως είναι οι υδάτινες κινήσεις, η θερμοκρασία, η κατανομή και η αφθονία των θηρευτών και των θηραμάτων) (Heath, 1992).

Ανάμεσα σε όλους τους παραπάνω παράγοντες είναι πολύπλοκο να καθοριστεί ποιες υδρογραφικές παράμετροι επηρεάζουν τις συναθροίσεις (Cowen, 1993). Από τα αποτελέσματα προκύπτει πως η ερμηνεία της δυναμικής των ιχθυοπλαγκτονικών συναθροίσεων έγκειται στο συνδυασμό βιοτικών και αβιοτικών παραμέτρων.

Η κατανομή δε φαίνεται να επηρεάζεται μόνο από το βάθος, αλλά και από την εξάπλωση των ειδών καθώς, στην παρούσα μελέτη, το βάθος δεν αποτέλεσε την κύρια παράμετρο που εξηγούσε τη σύνθεση σε είδη της βιοκοινότητας των ιχθυοσυμφών. Οι ιχθυονύμφες μεσοπελαγικών ειδών βρέθηκαν άφθονες και σε δείγματα που συλλέχθηκαν στο κεντρικό και βαθύτερο τμήμα της περιοχής μελέτης. Η κατανομή αυτή συνάδει με τη βαθυμετρική κατανομή των ενήλικων ατόμων, των οποίων η διαβίωση εντοπίζεται στο στρώμα της υδάτινης στήλης 200 έως 1000 m βάθος και σπάνια στην περιοχή της υφαλοκρηπίδας, όπου η βαθυμετρία δεν εξυπηρετεί το πρότυπο κατακόρυφης κατανομής τους (Salvanes & Kristofersen 2001).

Παρόλα αυτά υπάρχει ένας ξεκάθαρος διαχωρισμός των βαθυπελαγικών ειδών της οικογένειας Myctophidae προς τη μια ομάδα, της οποίας η γεωγραφική κατανομή αφορά σταθμούς που βρίσκονται κοντά στην Τάφρο, κοντά δηλαδή στην περιοχή της Λήμνου. Επίσης, στην ίδια ομάδα συμπεριλαμβάνεται και το *Chromis chromis*, στοιχείο λογικό καθώς στην ομάδα Α συμπεριλαμβάνονται επίσης και οι παράκτιοι σταθμοί 8 και 13, όπου στον τελευταίο το *Chromis* εμφάνισε μεγάλη αφθονία. Οι σταθμοί αυτοί αν και παράκτιοι εμφάνιζαν ένα βασικό χαρακτηριστικό που τους συνέδεε με τους σταθμούς βόρεια της Λήμνου με τα μεγάλα βάθη, καθώς διέθεταν υψηλές τιμές αλατότητας.

Η ομάδα Β χαρακτηρίζεται από υψηλές αφθονίες σε γαύρο, φρίσσα, κολιό και τα αυγά τους. Χαρακτηριστικό της ομάδας αυτής που είναι ευνοϊκό για τα είδη από τα οποία αποτελείται είναι οι υψηλές τιμές επιφανειακής θερμοκρασίας και χλωροφύλλης-α, παράγοντες που είναι γνωστό ότι είναι πολύ σημαντικοί για την ανάπτυξη και επιβίωση των συγκεκριμένων ειδών.

Η χωρική ετερογένεια που χαρακτηρίζει την κατανομή των ιχθυοσυμφών οφείλεται όχι μόνο στη αναπαραγωγική συμπεριφορά αλλά και στο ίδιο το περιβάλλον διαβίωσης των ενήλικων σταδίων των ειδών. Η βαθυμετρία καθώς και ο τύπος υποστρώματος φαίνεται να καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό το περιβάλλον διαβίωσης αλλά και ωτοκίας. Οι Sabatés *et al.* (2007a) διακρίνουν διαφορετικές συναθροίσεις ιχθυοσυμφών στη δυτική Μεσόγειο ανάλογα με το περιβάλλον διαβίωσης των ενήλικων: (1) ιχθυονύμφες ειδών που κυριαρχούν σε παράκτιες περιοχές (π.χ. είδη των οικογενειών Labridae, Serranidae), (2) ιχθυονύμφες ειδών που ζουν εντός των ορίων της υφαλοκρηπίδας (*Arnoglossus sp.*, *Cepola macrophthama*, *Callionymus sp.*, *E. encrasicolus* καθώς και είδη της οικογένειας Sparidae) και (3) ιχθυονύμφες μεσοπελαγικών και βαθυπελαγικών ειδών που διαβιούν στα ωκεάνια νερά (είδη των οικογενειών Myctophidae, Sternophthyichidae, Stomiidae).

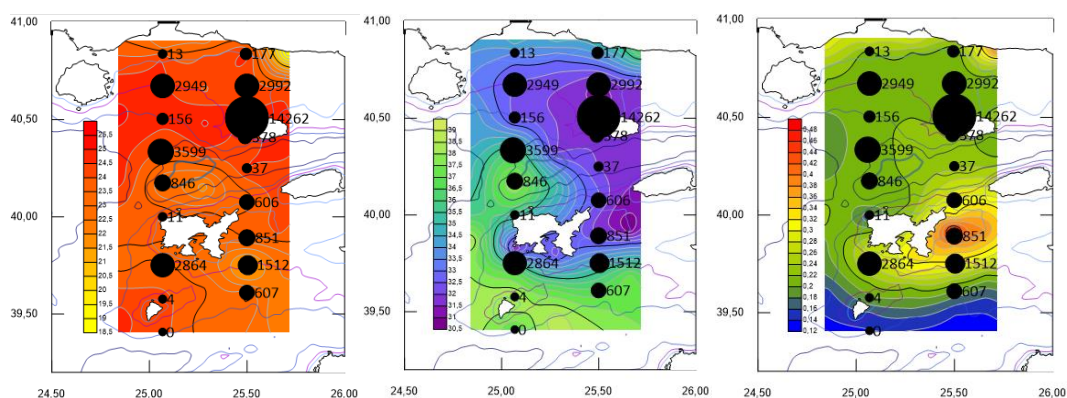
Παρόμοια διάκριση έχει αναφθερεί από τους Somarakis *et al.* (2002) για το Β.Α. Αιγαίο όπου το πρότυπο κατανομής και δομής των ιχθυοσυμφικών συναθροίσεων βρέθηκε έντονα σχετιζόμενο με το βάθος. Εξαιτίας ωστόσο της ρευστότητας του θαλάσσιου περιβάλλοντος και της ποικιλομορφίας των περιβαλλοντικών παραγόντων, οι κατανομές ειδών που ανήκουν σε διαφορετικές συναθροίσεις είναι δυνατόν να επικαλύπτονται, εμφανίζοντας ωστόσο σαφή διαφοροποίηση όσον αφορά τη σχετική τους αφθονία (Ισαρη, 2008).

4.3 ΟΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ ΕΙΔΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΥΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Η μεγιστοποίηση της εισροής γλυκών υδάτων κατά την εποχή άνοιξης-αρχές καλοκαιριού (εισροή νερού Μαύρης Θάλασσας και απορροή ποταμών) σε συνδυασμό με τις κλιματολογικές συνθήκες (χαμηλή ένταση ανέμων) αναμένεται να ευνοούν τη διαδικασία της ωοτοκίας σε διαφορετικές περιοχές της Μεσογείου (Agostini & Bakun, 2002).

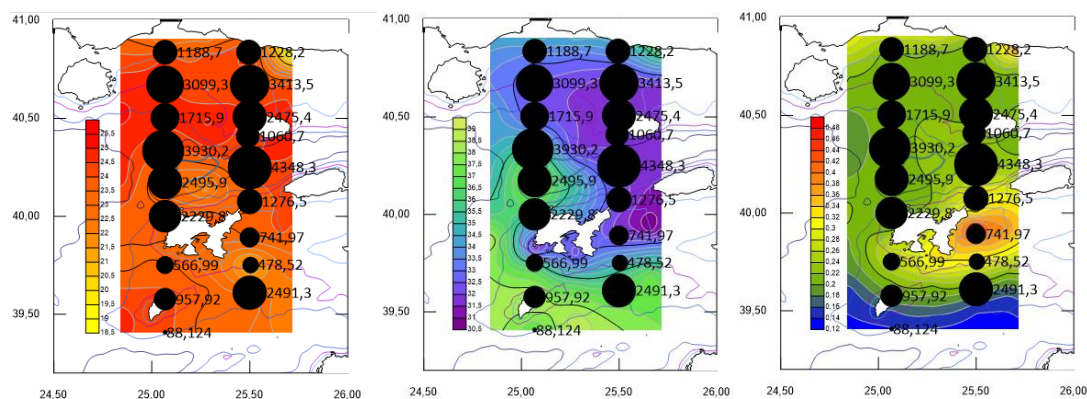
Η συλλογή δειγμάτων από ένα ευρύ δίκτυο σταθμών δειγματοληψίας στο Β.Α. Αιγαίο παρείχε τη δυνατότητα συγκριτικής έρευνας των ιχθυοπλαγκτικών συναθροίσεων σε υποπεριοχές που χαρακτηρίζονται από έντονες βαθυμετρικές διαφορές (εντός και εκτός ορίων υφαλοκρηπίδας), υδρογραφική ετερογένεια (επίδραση νερών Μαύρης Θάλασσας και ολιγοτροφικών νερών Αιγαίου) και ποικιλία υδροδυναμικών δομών (αντικυκλώνας Σαμοθράκης, υδρολογικό μέτωπο Λήμνου)(Ίσαρη, 2008).

Συγκρίνοντας τους περιβαλλοντικούς παράγοντες που μετρήθηκαν στην περιοχή με τις γεωγραφικές κατανομές των ειδών μπορούν να προκύψουν αρκετά συμπεράσματα. Από το χάρτη γεωγραφικής κατανομής των αυγών του γαύρου (Εικόνα 4.1) φαίνεται ότι το είδος αναπαράγεται κοντά στην ακτή και σε περιοχές με υψηλές τιμές επιφανειακής θερμοκρασίας(24-26 °C) και χαμηλές αλατότητες (30-33 ‰).



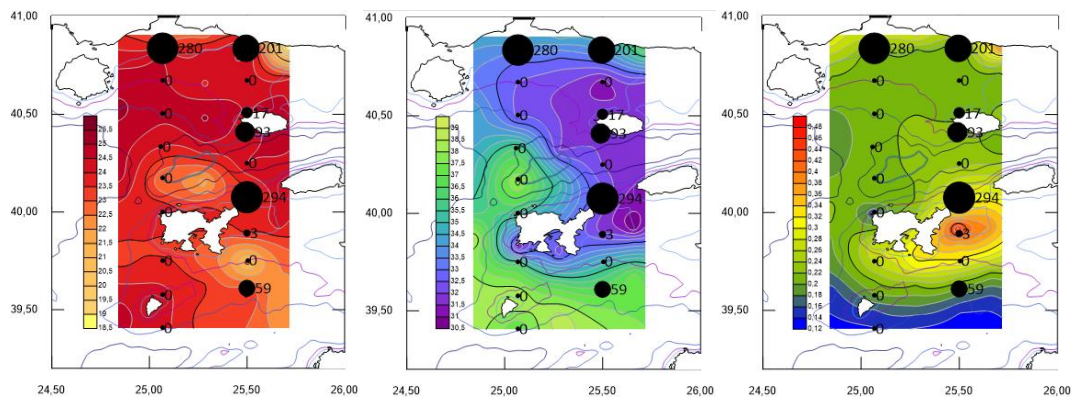
Εικόνα 4.1 Κατανομή αυγών είδους *E. encrasicolus* σε σύγκριση με τη θερμοκρασία, την αλατότητα και τη χλωροφύλλη.

Από τον αντίστοιχο χάρτη ιχθυονυμφών του γαύρου φαίνεται ότι οι ιχθυονύμφες απαντώνται σχεδόν σε όλη την ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα και πέρα από αυτή και κατανέμονται σε διάφορα βάθη. Επίσης, σχετίζονται με υψηλές επιφανειακές θερμοκρασίες (23-26,5 °C) και χαμηλές επιφανειακές αλατότητες (30-32 ‰) (Εικόνα 4.2).

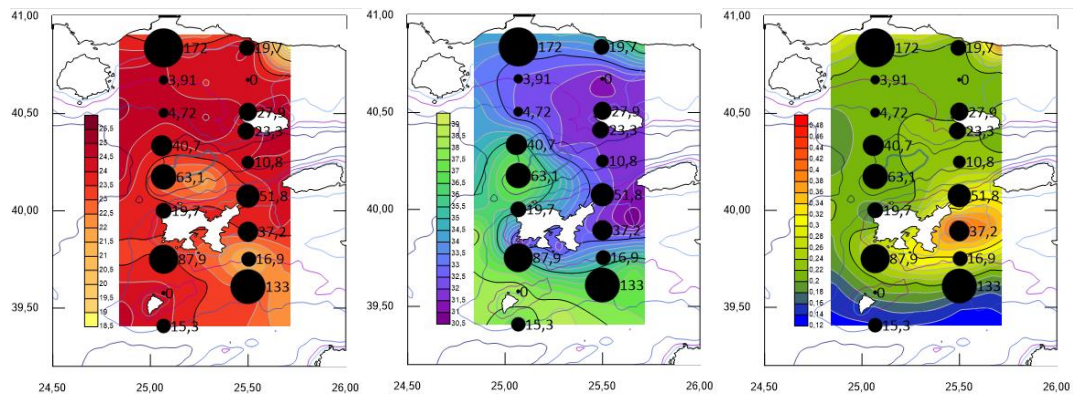


Εικόνα 4.2 Κατανομή ιχθυοσυμφών του είδους *E. encrasicolus* σε σύγκριση με τη θερμοκρασία, την αλατότητα και τη χλωροφύλλη.

Από το χάρτη αφθονίας των αυγών της φρίσσας (Εικόνα 4.3) φαίνεται ότι το είδος αναπαράγεται κοντά στην ακτή, σε περιοχές πλούσιες σε τροφή (υψηλές τιμές χλωροφύλλη-α), κοντά δηλαδή στις εκβολές των ποταμών Νέστου και Έβρου, σε χαμηλές τιμές αλατότητας και θερμοκρασίας (21-25 °C). Παρατηρείται πως γενικά το είδος έχει παράκτια κατανομή (Σομαράκης, 2002; Σιαπάτης, 2017). Από τον αντίστοιχο χάρτη αφθονίας των ιχθυοσυμφών φαίνεται ότι οι ιχθυονύμφες του είδους εξαπλώνονται αρκετά μακριά από τα όρια της υφαλοκρηπίδας και σε μεγαλύτερο βάθος. Οι ιχθυονύμφες εντοπίζονται και σε χαμηλότερες τιμές θερμοκρασίας (19-25°C) καθώς και σε περιοχές πλούσιες σε χλωροφύλλη-α (Εικόνα 4.4).

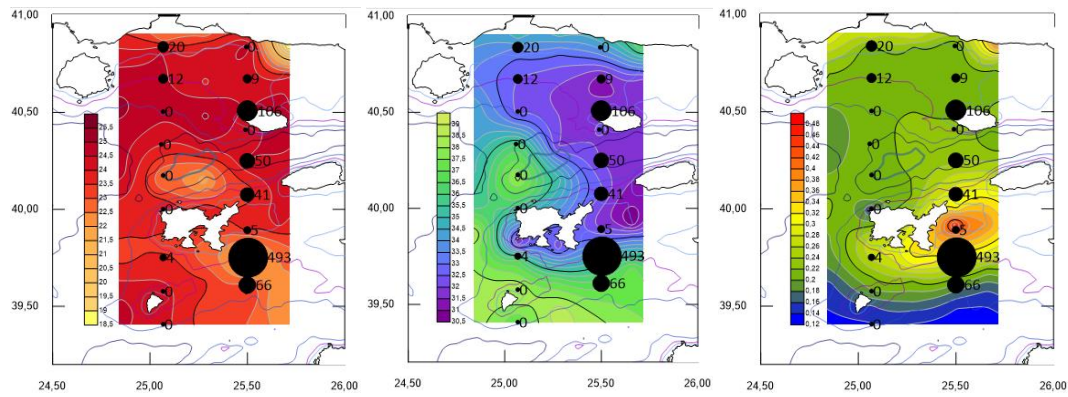


Εικόνα 4.3 Κατανομή αυγών του είδους *S. aurita* σε σύγκριση με τη θερμοκρασία, την αλατότητα και τη χλωροφύλλη.



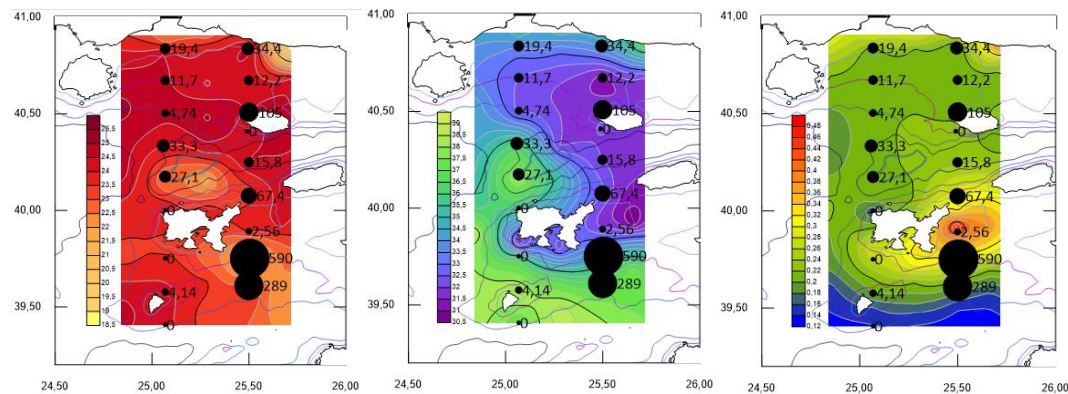
Εικόνα 4.4 Κατανομή ιχθυοσυμφών του είδους *S. aurita* σε σύγκριση με τη θερμοκρασία, την αλατότητα και τη χλωροφύλλη.

Από το χάρτη κατανομής αυγών του κολιού (Εικόνα 4.5) φαίνεται ότι το είδος αυτό αναπαράγεται κοντά στην υφαλοκρηπίδα. Φαίνεται επίσης να προτιμά περιοχές με υψηλές τιμές αλατότητας, τιμές θερμοκρασίας από 21 έως 25°C.



Εικόνα 4.5 Κατανομή αυγών του είδους *S.colias* σε σύγκριση με τη θερμοκρασία, την αλατότητα και τη χλωροφύλλη.

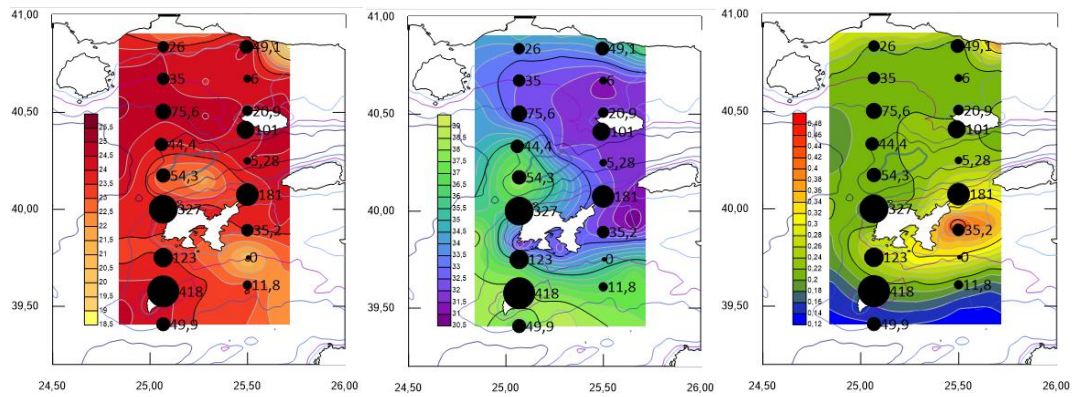
Παρόμοιες περίπου περιβαλλοντικές απαιτήσεις φαίνεται να έχουν και οι ιχθυονύμφες του. Τέλος τόσο η παρουσία αυγών όσο και ιχθυονυμφών συσχετίζονται με σχετικά υψηλές τιμές χλωροφύλλης-α (Εικόνα 4.6).



Εικόνα 4.6 Κατανομή ιχθυονυμφών του είδους *S.colias* σε σύγκριση με την αλατότητα, τη θερμοκρασία και τη χλωροφύλλη.

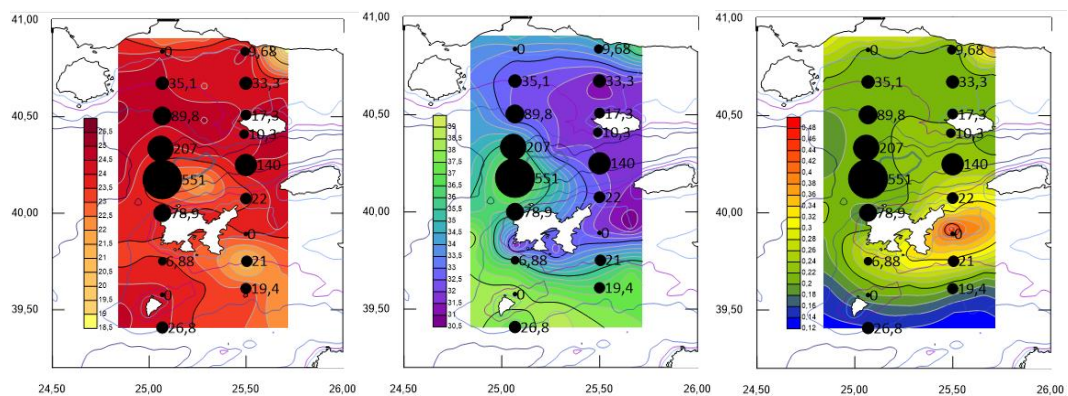
Οι ιχθυονύμφες της καλογρίτσας (*C. chromis*) φαίνεται να συγκεντρώνονται πολύ κοντά στην ακτή αν και βρέθηκαν επίσης μεγαλύτερα άτομα σε μεγάλα βάθη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η γενική εξάπλωση του είδους και η παρουσία ιχθυονυμφών σε όλους σχεδόν τους σταθμούς.

Η αναπαραγωγή του είδους γίνεται με βενθικά αυγά και σε αυτό οφείλεται η συγκέντρωση των ιχθυονυμφών κοντά στις ακτές. Η κατανομή του είδους αυτού φαίνεται να συσχετίζεται με θερμοκρασίες από 20 έως 23 °C, υψηλές τιμές αλατότητας (36-38,5 ‰) και χαμηλές τιμές χλωροφύλλης-α (0,12-0,22 μg/cm²) (Εικόνα 4.7).

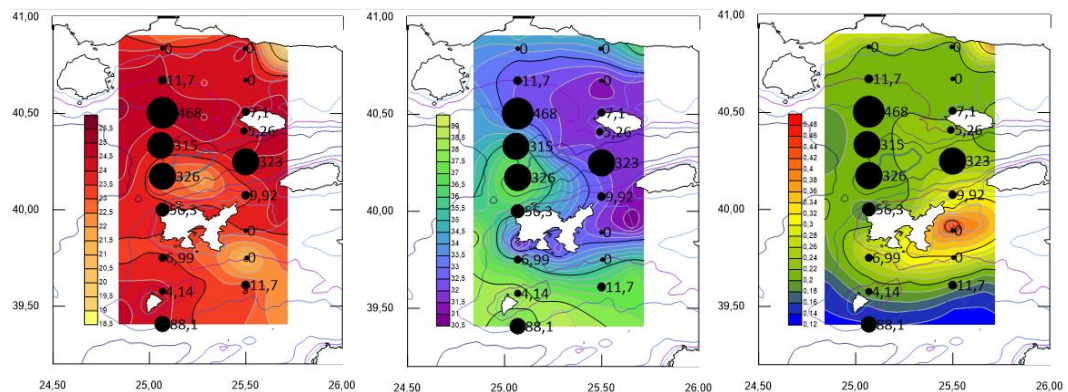


Εικόνα 4.7 Κατανομή ιχθυοσυμφών του είδους *C.chromis* σε σύγκριση με την αλατότητα, τη θερμοκρασία και τη χλωροφύλλη.

Η παρουσία ιχθυοσυμφών των δύο μεσοπελαγικών ειδών της οικογένειας Μυγτορθίδαις (*C. maderensis* και *H. benoitii*) φαίνεται να βρίσκεται πέρα από τα όρια της υφαλοκρηπίδας. Από τη συσχέτιση των περιβαλλοντικών παραγόντων με τις αφθονίες των ιχθυοσυμφών (Εικόνες 4.8 και 4.9) φαίνεται καθαρά ότι βάθος καθορίζει σημαντικά τον καθορισμό της γεωγραφικής κατανομής τους. Παρόλα αυτά, η παρουσία ιχθυοσυμφών των δύο ειδών εντοπίζεται και σε ρηχότερες περιοχές, που πιθανώς οφείλεται στην μεταφορά τους μέσω ρευμάτων από βαθύτερες περιοχές. Στην περίπτωση του *H. benoitii* (Εικόνα 4.9) φαίνεται ότι σημαντικό ρόλο παίζει και η θερμοκρασία με την αφθονία των ιχθυοσυμφών να είναι υψηλή σε θερμοκρασίες μεταξύ 22 και 26°C.

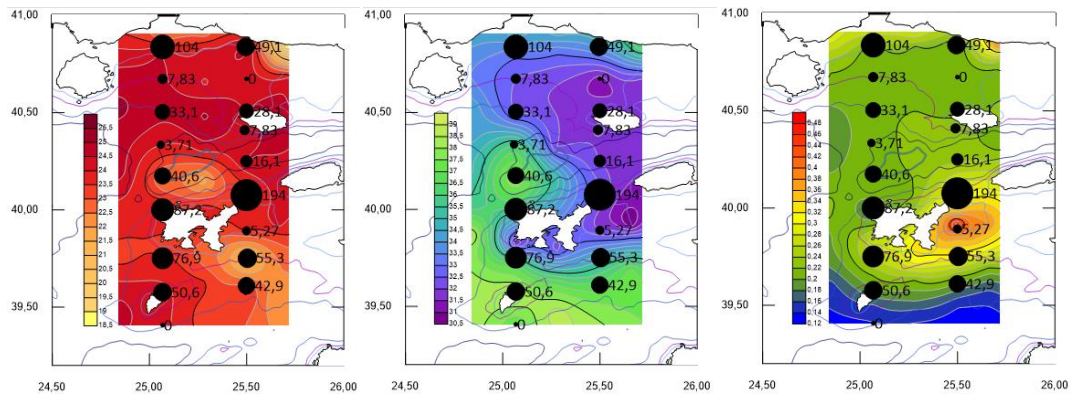


Εικόνα 4.8 Κατανομή ιχθυοσυμφών του είδους *C.maderensis* σε σύγκριση με θερμοκρασία, την αλατότητα και χλωροφύλλη.



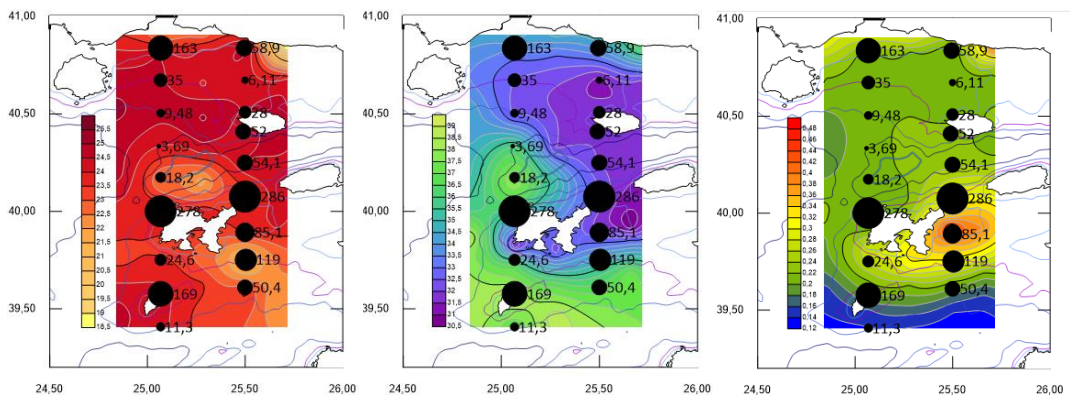
Εικόνα 4.9 Κατανομή ιχθυοσυμφών του είδους *H.benoitii* σε σύγκριση με τη θερμοκρασία, την αλατότητα και τη χλωροφύλλη.

Οι ιχθυονύμφες του *S. heratus* κατανέμονται κοντά στην ακτή. Πιθανώς η κατανομή αυτή να οφείλεται στην αντίστοιχη κατανομή των ενήλικων πληθυσμών του επιβενθικού αυτού είδους. Είναι γνωστό ότι τα ενήλικα άτομα του *S. heratus* κατανέμονται σε βάθη από 5 έως 100 μέτρα (fishbase). Οι ιχθυονύμφες του *S. heratus* εντοπίζονται σε περιοχές με χαμηλές σχετικά θερμοκρασίες και αλατότητες, αλλά με σχετικά υψηλές τιμές χλωροφύλλης α (Εικόνα 4.10).



Εικόνα 4.10 Κατανομή ιχθυονυμφών του είδους *S. heratus* σε σύγκριση με την αλατότητα, τη θερμοκρασία και τη χλωροφύλλη.

Ακολουθεί ο γοβιός. Είναι ένα παράκτιο είδος που είχε εξάπλωση σχεδόν σε όλους τους σταθμούς της δειγματοληψίας.



Εικόνα 4.11 Κατανομή ιχθυονυμφών της οικογένειας Gobiidae σε σύγκριση με την αλατότητα, θερμοκρασία και χλωροφύλλη.

Μεγαλύτερες αφθονίες εντοπίστηκαν όμως στις ακτές της Λήμνου και στις ακτές του βόρειου Θρακικού Πελάγους. Φαίνεται ότι το είδος αυτό επηρεάζεται περισσότερο από τη θερμοκρασία και τη χλωροφύλλη-α, και όχι τόσο από την αλατότητα (Εικόνα 4.11). Εμφανίζει μεγάλη εξάπλωση πιθανόν λόγω των ρευμάτων που υφίστανται στην περιοχή.

Σημαντικό ρόλο στην επιβίωση των ιχθυονυμφών παίζουν τα θαλάσσια μέτωπα. Οι περιοχές των μετώπων πυκνότητας (δηλαδή οι ζώνες όπου η πυκνότητα του θαλασσινού νερού αλλάζει απότομα) αποτελούν συνήθως κέντρα υψηλής πρωτογενούς παραγωγής, συναθροίσεων πλαγκτού και αυξημένων αφθονιών νηκτού (Bowman & Iverson 1978, Owen 1981, Le Fevre 1986). Χαρακτηριστική είναι η εμφάνιση μετώπου στα νοτιοανατολικά της Λήμνου που προκύπτει από ανάμειξη κρύων και χαμηλής αλατότητας νερών της Μαύρης Θάλασσας με ζεστότερα και υψηλής αλατότητας νερών από το Αιγαίο (Zodiatis & Balourios 1993, Zodiatis 1994).

Η κυκλοφορία του νερού της Μαύρης Θάλασσας στην ευρύτερη περιοχή πιθανότατα αποτέλεσε έναν ευνοϊκό παράγοντα για την αναπαραγωγική δραστηριότητα των ειδών στο

προαναφερόμενο τμήμα του δικτύου δειγματοληψίας. Στην περίπτωση του Β.Α. Αιγαίου, η εισροή και κυκλοφορία των χαμηλής αλατότητας νερών της Μαύρης Θάλασσας επάγει υψηλή υδρολογική και βιολογική πολυπλοκότητα και αυξάνει την παραγωγικότητα της περιοχής. Εντός των ορίων της θρακικής υφαλοκρηπίδας τα νερά της Μαύρης Θάλασσας εγκλωβίζονται στην αντικυκλωνική δομή που εντοπίζεται γύρω από το νησί της Σαμοθράκης (αντικυκλώνας της Σαμοθράκης).

Ο αντικυκλώνας της Σαμοθράκης θεωρείται μόνιμο φαινόμενο (Zervakis & Georgopoulos 2002, Nittis & Perivoliotis 2002, Kourafalou & Barboroulos 2003). Το μεγαλύτερο μέρος του νερού της Μαύρης Θάλασσας εγκλωβίζεται στον αντικυκλώνα αυτόν (Kourafalou & Barboroulos 2003) και όπως υποστηρίζουν οι Zervakis & Georgopoulos (2002) μπορεί να είναι υπεύθυνος για την αύξηση του χρόνου παραμονής των υδάτων αυτών στο Βόρειο Αιγαίο. Στην ίδια μελέτη ο αντικυκλώνας της Σαμοθράκης φαίνεται να κινείται γύρω από το νησί της Σαμοθράκης.

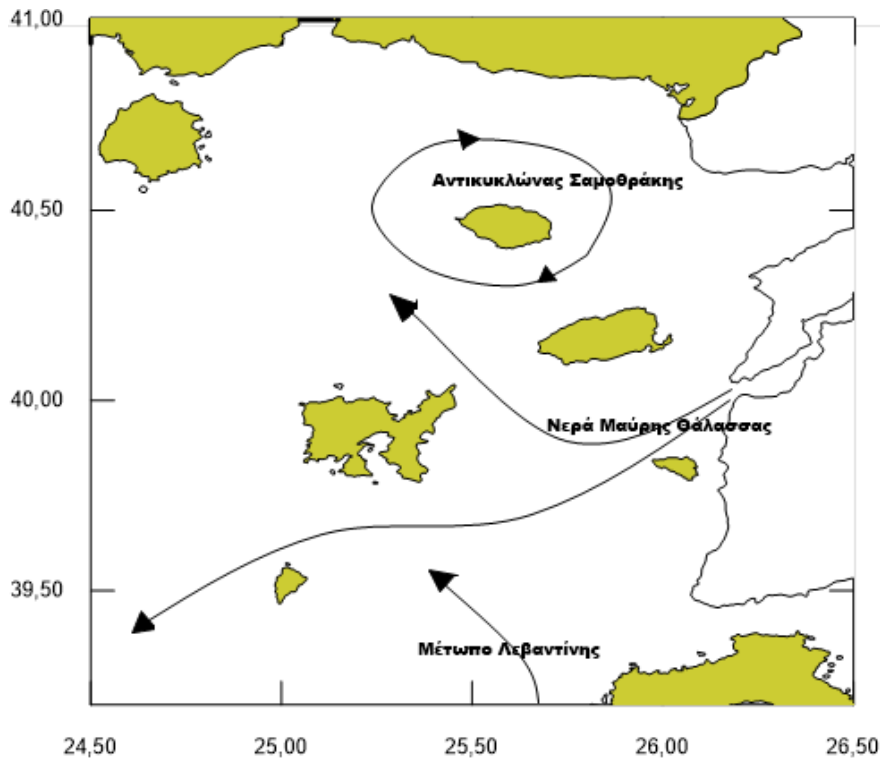
Στη διδακτορική διατριβή της, η Ίσαρη (2008) αναφέρει ότι το βορειοανατολικό Αιγαίο παρουσιάζει αυξημένη παραγωγικότητα σε σχέση με το νότιο Αιγαίο και την ευρύτερη ανατολική Μεσόγειο, γεγονός το οποίο οφείλεται στις υψηλές συγκεντρώσεις διαλυτού οργανικού άνθρακα των νερών της Μαύρης Θάλασσας. Η υψηλή παραγωγικότητα φαίνεται να δικαιολογεί και τη μεγάλη συγκέντρωση των ιχθυοαποθεμάτων που παρουσιάζεται στην περιοχή αυτή, σε σχέση με τις υπόλοιπες Ελληνικές Θάλασσες.

Στην έρευνα του Hatzichristofas (2005) παρατηρήθηκε επίσης αυξημένη ύπαρξη βιομάζας στο βόρειο Αιγαίο και μειωμένη φυτοπλαγκτονική πρωτογενή παραγωγή στα νότια. Το φαινόμενο αυτό είναι σχεδόν μόνιμο και πιθανόν να οφείλεται στα διαφορετικά υδρογραφικά χαρακτηριστικά που εμφανίζουν οι δύο αυτές λεκάνες. Επιπλέον, εμφανίστηκε υψηλή φυτοπλαγκτονική πρωτογενής παραγωγή στους ημίκλειστους κόλπους και ακτές και ειδικά στις αστικές και βιομηχανικές περιοχές, όπου λαμβάνει χώρα απόρριψη αποβλήτων.

Παρόμοια αποτελέσματα παρουσιάστηκαν στη μελέτη των Michelakaki & Kitsiou (2005), όπου παρατηρήθηκαν αυξημένα επίπεδα ευτροφισμού κυρίως σε παράκτιες περιοχές και ειδικότερα σε κόλπους, με μια επέκταση του φαινομένου το Μάιο 2003 στη λεκάνη της Λήμνου και στο Στενό των Δαρδανελλίων, γεγονός που πιθανόν οφείλεται στην είσοδο του νερού της Μαύρης Θάλασσας στο Αιγαίο. Παρόλα αυτά, εκτός από την περίοδο αυτή, τα επίπεδα ευτροφισμού στο Βόρειο Αιγαίο είναι αρκετά χαμηλά, αντιπροσωπεύοντας μεσοτροφικές προς ολιγοτροφικές συνθήκες.

Τη θερμή περίοδο του έτους υπό την επίδραση των Ετησίων ανέμων (Μελτέμια), το μέτωπο στην περιοχή της Λήμνου μετατοπίζεται νοτιότερα και η ροή νερού της Μαύρης Θάλασσας ακολουθεί πορεία κυρίως νοτιοδυτικά της Λήμνου, προς τις ακτές της Εύβοιας (Zervakis & Georgopoulos 2002, Ίσαρη 2008).

Οι άνεμοι αυτοί προκαλούν θαλάσσιες αναβλύσεις και μέτωπα κατά μήκος της ανατολικής ακτής του Αιγαίου και εγκαθιστούν στις περιοχές του βόρειου Αιγαίου και στη λεκάνη των Κυκλάδων μια βαθμιδωτή μεταβολή θερμοκρασίας από τα ανατολικά προς τα δυτικά, κατά μήκος του κεντρικού Αιγαίου, με χαμηλότερες θερμοκρασίες στα ανατολικά και υψηλότερες στα βόρεια (Valavanis et al. 2004). Το θερμότερο νερό της Λεβαντίνης που εισέρχεται από τα ανατολικά στενά κυκλοφορεί στο ανατολικό μέρος του κεντρικού και νότιου Αιγαίου. Αυτά τα νερά τείνουν να στροβιλίζονται κυκλωνικά στη λεκάνη της Λήμνου και ρέουν διαμέσου των δυτικών στενών της Κρήτης (Uckac 2005).



Εικόνα 4.12 Κυκλοφορία στο ανατολικό Βόρειο Αιγαίο. Φαίνεται η είσοδος νερού στο Βόρειο Αιγαίο, από τη Μαύρη Θάλασσα και από τη Λιβαντίνη, καθώς και ο αντικυκλώνας της Σαμοθράκης.

Η επιφανειακή κυκλοφορία του βόρειου Αιγαίου αλλάζει προσωρινά και εποχικά, με τα μετεωρολογικά φαινόμενα (Roulos et al. 1996) και τις εισροές από τη Μαύρη Θάλασσα και τα ποτάμια να έχουν βασικό ρόλο στη διαμόρφωση της κυκλοφορίας αυτής. Τα χαμηλής αλατότητας και θερμοκρασίας νερά της Μαύρης Θάλασσας ρέουν δυτικά με διακλαδώσεις προς το βόρειο (Θρακικό Πέλαγος) και το νότιο Αιγαίο (Nittis et al. 2002, Zervakis & Georgoroulos 2002), ενώ τα υψηλής αλατότητας και θερμοκρασίας νερά της Λιβαντίνης μεταφέρονται προς βορρά μέσω του ρεύματος της Μικράς Ασίας (Nittis et al. 2002, Zervakis & Georgoroulos 2002). Λόγω της παρουσίας των δυο αυτών διαφορετικών μαζών νερού και της τοπογραφίας του πυθμένα δημιουργούνται ισχυρά μέτωπα θερμοκρασίας - αλατότητας στην περιοχή.

Ο Bakun το 1993 πρότεινε μια ολοκληρωμένη θεωρία για το πως το φυσικό περιβάλλον μπορεί να επηρεάσει τη στρατολόγηση θαλάσσιων πληθυσμών που έχουν πελαγικά τα πρώτα στάδια ζωής τους. Σύμφωνα με την υπόθεση αυτή οι περιοχές που επιλέγονται ως πεδία ωοτοκίας θα πρέπει να εμφανίζουν τις παρακάτω υδρογραφικές συνθήκες.

- ❖ Διαδικασία εμπλουτισμού (εκροές ποταμών, αναβλύσεις νερών)
- ❖ Διαδικασία συγκέντρωσης (δημιουργία μετώπων θαλάσσιων μαζών στα όρια της υφαλοκρηπίδας, μέτωπα διαφορετικής σύστασης νερών) και
- ❖ Διαδικασίες κατακράτησης (αντικυκλωνικοί γύροι) ή οδήγησης των ιχθυονυμφών (ρεύματα) σε περιοχές ευνοϊκές για την επιβίωσή τους.

Οι διαδικασίες του εμπλουτισμού και της συγκέντρωσης οδηγούν τις ιχθυονύμφες σε περιοχές που συγκεντρώνεται αρκετή τροφή για να τραφούν ενώ με τη διαδικασία της κατακράτησης διατηρούνται σε περιοχές ευνοϊκές για την επιβίωσή τους. Η θεωρία αυτή ονομάστηκε **βασική τριάδα** (fundamental triad) (Bakun, 1998).

Παρατηρώντας την υδρολογική κατάσταση της περιοχής μελέτης, βλέπουμε πως αυτή η θεωρία θα μπορούσε να ισχύει και για την περίπτωση αυτή. Σύμφωνα με την εικόνα 4.12 μπορούμε να πούμε ότι υφίστανται οι εξής συνθήκες:

- ❖ Διαδικασία εμπλουτισμού: εκροές των ποταμών Νέστου και Έβρου σε συνδυασμό με τα νερά της Μαύρης Θάλασσας που εμπλουτίζουν την περιοχή με θρεπτικά συστατικά και ανανεώνουν τα νερά.
- ❖ Διαδικασία συγκέντρωσης: μέτωπο Λεβαντίνης, συνάντηση δυο διαφορετικών υδάτινων μαζών με διαφορετική σύσταση.
- ❖ Διαδικασίες κατακράτησης: αντικυκλώνας Σαμοθράκης, δημιουργείται από τα νερά της Μαύρης Θάλασσας και ως μόνιμο πλέον φαινόμενο συντελεί πολλές φορές στην εξάπλωση των ειδών μέσω των ρευμάτων που δημιουργεί.

Οι παραπάνω παρατηρήσεις επιβεβαιώνουν τη θεωρία του Bakun, η οποία θα μπορούσε να εξηγήσει σε μεγάλο βαθμό τη μοναδικότητα της περιοχής του ανατολικού Βόρειου Αιγαίου καθώς αποτελεί όχι μόνο ένα καλό ενδιαίτημα για την εξάπλωση των ψαριών, αλλά και έναν ιδανικό χώρο ωοτοκίας για πολλά σημαντικά είδη από αυτά.

4.4 ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΔΥΟ ΜΑΤΙΩΝ ΤΟΥ BONGO NET

Η δειγματοληψία του ιχθυοπλαγκτού πραγματοποιείται με χρήση δύο κυρίως ειδικών εργαλείων, του Bongo-net και του Methot-Issacs-Kidd-trawl (MIKT). Το πρώτο θεωρείται κατάλληλο για τη σύλληψη αυγών και πρώιμων νυμφών, ενώ το δεύτερο συνίσταται για τη σύλληψη μεγαλύτερων νυμφών και ιχθυδίων. Τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά ποικίλουν ανάλογα με τον οργανισμό-στόχο, τον τρόπο χρήσης τους και τη μορφολογία του βυθού (Von Brandt 1984, Gabriel *et al.* 2005).

Το μάτι του διχτυού είναι μια πολύ σημαντική μέτρηση σε όλα τα διχτυωτά εργαλεία και καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την επιλεκτικότητα του διχτυού. Στην παρούσα εργασία, τα δίχτυα που χρησιμοποιήθηκαν στο εργαλείο Bongo είχαν διάμετρο ματιού 250μm και 335μm αντίστοιχα.

Όπως παρατηρήθηκε παραπάνω στο κεφάλαιο 3, σύμφωνα με τα διαγράμματα που προέκυψαν από την κατανομή των μηκών των ιχθυονυμφών για κάθε είδος, παρατηρείται μια μικρή απόκλιση ως προς τα άτομα που συλλέχθηκαν από κάθε δίχτυ. Το δίχτυ με μέγεθος ματιού 250μm είχε μεγαλύτερο αριθμό ατόμων σχεδόν στους περισσότερους σταθμούς. Βέβαια η μεγαλύτερη διαφορά παρουσιάστηκε στα είδη με λεπτό και μακρόστενο σώμα όπως ο γαύρος και η φρίσσα. Η απόκλιση μεταξύ των δυο διχτυών δεν ήταν μεγάλη, ήταν όμως σημαντική και διόλου αμελητέα, και έχει να κάνει με το πιο είδος επιλέγουμε να μελετήσουμε κάθε φορά.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, το κυρίαρχο είδος της περιοχής είναι ο γαύρος, τα αυγά του οποίου είναι μικρά και ελλειψοειδή κι διαφεύγουν πολύ εύκολα από το μάτι του διχτυού, και οι ιχθυονύμφες του είναι λεπτές και μακρόστενες πράγμα που τις διευκολύνει να διαπερνούν το μάτι, ιδίως αν το μήκος τους είναι κάθετο προς αυτό. Όσον αφορά τη φρίσσα, τα αυγά της είναι σφαιρικά και έχουν αρκετά μεγαλύτερο μέγεθος από τα αυγά του γαύρου. Έτσι μπορούν πολύ εύκολα να συλληθούν είτε με 250 Bongo είτε με 335 Bongo.

Επίσης οι ιχθυονύμφες της φρίσσας, έχουν λεπτό και μακρόστενο σώμα, πολύ πιο λεπτό από το σώμα του γαύρου, όμως ακόμα και όταν εκκολαφθούν, έχουν ήδη 3mm μήκος, χαρακτηριστικό που διευκολύνει και τα δυο δίχτυα του Bongo να τη συλλέξουν. Παρόλα αυτά, ακόμα και σε αυτήν την περίπτωση, αναλόγως της θέσης της φρίσσας κατά τη διάρκεια της σύρσης του εργαλείου, μπορεί να διαπεράσει το μάτι αν το μήκος της είναι κάθετο προς αυτό, όπως συμβαίνει και με το γαύρο. Τέλος, ακόμα και για τα αυγά της φρίσσας υπάρχουν μεγάλες πιθανότητες διαφυγής τους εντός του ματιού, γιατί παρόλο που αναφερόμαστε σε

ένα μεγάλο σφαιρικό αυγό, δεν παύει να διαθέτει μια εξαιρετικά ευαίσθητη κάψα, η οποία μπορεί εύκολα να σπάσει κατά τη διάρκεια συλλογής ιχθυοπλαγκτού, και το έμβρυο να διαπεράσει το μάτι.

Στην περίπτωση του κολιού, παρατηρούμε ότι το δίχτυ με άνοιγμα ματιού 335μm σημείωσε μεγαλύτερες τιμές όχι τόσο σε αυγά όμως αλλά κυρίως σε ιχθυονύμφες. Οι ιχθυονύμφες του *S. colias* μόλις εκκολαφθούν είναι αρκετά μικρές στα πρώιμα στάδια ανάπτυξής της, τόσο σε μήκος όσο και πλάτος και ύψος. Μετά τις πρώτες μέρες βέβαια η ιχθυονύμφη αλλάζει και μεγαλώνει αρκετά ώστε να μπορεί να συλληχθεί και πιο εύκολα από δίχτυ με μεγαλύτερο μάτι.

Μελετώντας τα υπόλοιπα είδη που συλλέχθηκαν, και αναλύοντας την κατανομή μηκών των υπόλοιπων κυρίαρχων ειδών όπως *H. benoiti*, *C. maderensis*, *C. chromis*, *S. Hepatus* και *Gobiidae*, βλέπουμε ότι οι διαφορές μεταξύ των ματιών των δικτύων δεν έχουν μεγάλη διαφορά, αλλά σίγουρα πρέπει να αναφέρουμε ότι το δίχτυ 250 συλλέγει περισσότερες ιχθυονύμφες σε αρκετά από αυτά τα είδη.

Αυτό που έχει σημασία για την επιλογή ενός δικτύου δειγματοληψίας ιχθυοπλαγκτού, είναι η γνώση της επιλογής του ως προς μελέτη είδους. Αν αντικείμενο έρευνας είναι η μελέτη του ιχθυοπλαγκτού μιας περιοχής ενδεικτικά, χωρίς να υπάρχει συγκεκριμένος στόχος ως προς κάποιο είδος, τότε κατάλληλο εργαλείο συλλογής για τη συγκεκριμένη περίπτωση θα ήταν το Bongo 335, καθώς μαζεύει τα περισσότερα είδη και τα αυγά τους, αποφεύγοντας ταυτόχρονα και τη συλλογή φυτοπλαγκτού που θα ήταν περιττή. Το Bongo 250 θα ήταν υπερβολικό και ίσως μη αναγκαίο για τη διαπεραίωση μιας τέτοιας εργασίας, μιας και η διαδικασία διαχωρισμού αυγών και ιχθυονυμφών (sorting) θα ήταν πολύ χρονοβόρα. Επίσης καλό είναι να αναφερθεί και το γεγονός ότι κάποιες φορές λόγω της ύπαρξης μικρού ματιού το δίχτυ Bongo 250, μαζεύει πολύ φυτοπλαγκτό και παρατηρείται μερικές φορές το φαινόμενο της απόφραξης του ματιού του (clogging), δηλαδή το μάτι βουλώνει και σταματά πλέον να συλλέγει υλικό.

Από την άλλη μεριά, εάν αντικείμενο της έρευνας αποτελούσε ένα συγκεκριμένο είδος και μάλιστα εμπορικής αξίας όπως για παράδειγμα ο γαύρος, του οποίου τα αυγά και οι ιχθυονύμφες διαφεύγουν εύκολα όπως είδαμε από το Bongo 335, τότε η καταλληλότητα του δικτύου αλλάζει. Το δίχτυ Bongo 250, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, θα μπορούσε να θεωρηθεί ενδεδειγμένο δίχτυ για τη μελέτη των πεδίων ωτοκίας του γαύρου, και γενικά ειδών με πολύ μικρά αυγά και ιχθυοπρονύμφες των οποίων η ύπαρξη και διασπορά μας ενδιαφέρει επιστημονικά, καθώς μειώνει αρκετά την πιθανότητα μη συλλογής τους.

Τέλος, μπορούμε να πούμε ότι γενικά στη Μεσόγειο θάλασσα το μέγεθος ματιού δικτύου που χρησιμοποιούμε τείνει να είναι μικρότερο σε σχέση με τα δίχτυα που χρησιμοποιούν σε βόρειες χώρες ακόμη και για τα ίδια είδη ψαριών. Για παράδειγμα, η συλλογή του γαύρου στη Μεσόγειο θάλασσα γίνεται με μικρότερο μάτι δικτύου και αυτό γιατί, η μέση τιμή θερμοκρασίας είναι μεγαλύτερη από εκείνη που υφίσταται σε βορειότερες θάλασσες, με αποτέλεσμα σταδιακά ο γαύρος να ωριμάσει γρηγορότερα από ότι αν μεγάλωνε σε ψυχρότερα μέρη και να δώσει μικρότερα σε μέγεθος αυγά και ιχθυονύμφες. Αντίθετα, σε μια βορειότερη θαλάσσια περιοχή λόγω χαμηλής θερμοκρασίας η ωρίμανση του γαύρου θα καθυστερούσε, με αποτέλεσμα να έδινε μεγαλύτερους σταδιακά σε μέγεθος απογόνους, και άρα η συλλογή του θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί με μεγαλύτερο μάτι δικτύου.

4.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- ❖ Κυρίαρχο είδος στην περιοχή μελέτης του Βορείου Αιγαίου αποτελεί ο γαύρος τόσο σε αυγά όσο και σε ιχθυονύμφες σχεδόν σε όλους τους σταθμούς. Βρίσκεται στην

εποχή της αναπαραγωγικής περιόδου του, γι' αυτό και είναι η έντονη παρουσία του σε όλη τη δειγματοληπτική περιοχή. Τα αυγά του είδους παρουσιάζουν μεγάλες αφθονίες κυρίως στην περιοχή του Θρακικού Πελάγους, ενώ οι ιχθυονύμφες εμφανίζουν ευρεία εξάπλωση.

- ❖ Στην περιοχή παρατηρήθηκαν επίσης αυγά και ιχθυονύμφες φρίσσας και κολιού. Σαν μικρά πελαγικά είδη εμφανίζουν τα πεδία ωτοκίας τους κοντά στην παράκτια ζώνη και σε περιοχές με έντονο εμπλουτισμό σε θρεπτικά (εκβολές ποταμών, ανάβλυση νερών της Μαύρης Θάλασσας από τα Στενά των Δαρδανελλίων). Οι ιχθυονύμφες τους εμφανίζουν μεγαλύτερη εξάπλωση λόγω των ρευμάτων, αλλά οι μεγαλύτερες αφθονίες παρουσιάζονται κυρίως στην περιοχή του μετώπου που δημιουργείται (Νερά Λεβαντίνης).
- ❖ Στην περιοχή μελέτης συλλέχθηκαν αρκετά είδη της οικογένειας *Myctophidae*, δυο εκ των οποίων αναλύθηκαν στην παρούσα εργασία. Τόσο το *Hegorhynchus benoiti* όσο και *Ceratoscopelus maderensis*, εμφανίστηκαν ως επί το πλείστον κυρίως στην περιοχή της Τάφρου, βορειοδυτικά δηλαδή της Λήμνου. Καταγραφή αυγών δεν υπάρχει για τα είδη της οικογένειας *Myctophidae*. Το *Ceratoscopelus maderensis* έδειξε εξάπλωση και σε ρηχότερα σημεία λόγω της γενικής κυκλοφορίας των υδάτων της περιοχής.
- ❖ Συλλέχθηκαν επίσης και παράκτια είδη από τα οποία αναλύθηκαν το *Chromis chromis*, *Gobiidae* και *Serranus hepatus*. Οι ιχθυονύμφες των ειδών αυτών εμφάνισαν μεγαλύτερες αφθονίες σε παράκτιες περιοχές καθώς και στις ακτές της Λήμνου. Η εξάπλωσή τους ήταν μεγάλη λόγω των ρευμάτων της περιοχής αν και οι αφθονίες τους πέρα από τους σταθμούς που βρίσκονταν κοντά σε ακτές, ήταν σχετικά χαμηλές.
- ❖ Από την πολυπαραγοντική ανάλυση προέκυψαν δυο ομάδες σταθμών δειγματοληψίας. Η ομάδα Α χαρακτηρίζεται κυρίως από το βάθος και τις υψηλές τιμές αλατότητας και αποτελείται ως επί το πλείστον από είδη της οικογένειας *Myctophidae*. Η ομάδα Β χαρακτηρίζεται από σταθμούς στους οποίους μετρήθηκαν υψηλές τιμές θερμοκρασίας και χλωροφύλλης-α. Στην ομάδα αυτή παρατηρήθηκαν κυρίως παράκτια είδη και μικρά πελαγικά. Επίσης, εντοπίστηκαν τα πεδία ωτοκίας του γαύρου, της φρίσσας και του κολιού.
- ❖ Στα περισσότερα είδη παρατηρήθηκε η διασπορά τους σε μεγαλύτερο αριθμό από τον ενήλικο πληθυσμό τους. Για πολλά είδη μετρήθηκαν ιχθυονύμφες σε σταθμούς που δεν παρατηρείται ο ενήλικος πληθυσμός τους, πιθανότατα λόγω ανταγωνισμού για ενδιαιτήματα, τροφή και θήρευση από θηρευτές.
- ❖ Η κίνηση του νερού της Μαύρης Θάλασσας φάνηκε σε πολλές περιπτώσεις να επηρεάζει σημαντικά τη διαμόρφωση της οριζόντιας κατανομής των ιχθυονυμφών, είτε συμβάλλοντας στην κατακράτηση τους κοντά στα πεδία ωτοκίας, είτε προκαλώντας τη διασπορά τους μακριά από αυτά.

- ❖ Τα νερά της Μαύρης θάλασσας και των ποταμών συμβάλλουν στον εμπλουτισμό των νερών με θρεπτικά συστατικά, στο τροφικό πλέγμα, στην ανανέωση των νερών και στην επιβίωση του πληθυσμού. Σε συνδυασμό με τον αντικυκλώνα της Σαμοθράκης αλλά και με το μέτωπο που δημιουργείται από τα νερά της Λεβαντίνης, παρατηρείται το φαινόμενο της βασικής τριάδας.
- ❖ Η επιλεκτικότητα των δικτύων του Bongo, έχει να κάνει κυρίως με θέματα που επιλέγει κανείς να μελετήσει κάθε φορά. Το δίχτυ Bongo 250 ενδείκνυται για τη συλλογή νεοεκκολαφθέντων ιχθυονυμφών καθώς οι πολύ μικρές ιχθυονύμφες μπορούν να διαπερνούν το δίχτυ Bongo 335.

Ξένη Βιβλιογραφία

- Agostini, V.N., and Bakun A. (2002). 'Ocean triads' in the Mediterranean Sea: physical mechanisms potentially structuring reproductive habitat suitability (with example application to European anchovy, *Engraulis encrasicolus*). *Fisheries Oceanography* 11 (3), 129-142.
- Alemaný, F. Salud Deudero, Morales-Nin B. and López-Jurado J. (2006). Influence of physical environmental factors on the composition and horizontal distribution of summer larval fish assemblages off Mallorca island (Balearic archipelago, Western Mediterranean) *Journal of Plankton Research* : 473-487.
- Bakun, A. (1998) Ocean triads and radical interdecadal stock variability: bane and boon for fishery management science. In: *Reinventing Fisheries Management*. T.J. Pitcher, P.J.B.Hart and D. Pauly (eds) London: Chapman & Hall, pp. 331–358.
- Bakun, A. and Parrish R.H. (1990). Comparative studies of coastal pelagic fish reproductive habitats: the Brazilian sardine. (*Sardinella aunta*). *J. Cons. Explor. Mer.* 46:269–283.
- Balopoulos E. & Friligos N. (1993). Water circulation and eutrophication in the Northwestern Aegean Sea, Thermaikos Gulf. *Environmental Science & Health, A* 28 (6), 1311-1329.
- Bowman M. and Iverson R. (1978). *Oceanic Fronts in Coastal Processes* pp 87-104.
- von Brandt, A., (1984). *Fish catching methods of the world*, 3rd edn. Fishing News Books Ltd, England, pp. 1–418.
- Bray JR, and JT, Curtis (1957). An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27: 325–349
- Clarke KR, Warwick RM (1994). *Change in Marine Communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. National Environment Research Council Plymouth Marine
- Clarke KR, and RN, Gorley (2006). *Primer v6: User Manual/Tutorial*. Plymouth, UK: PRIMER-e Ltd Laboratory, UK 144 pp
- Cowen K Robert, Hare, Jonathan, A. and P. Michael Fahay (1993). Beyond Hydrography: Can Physical Processes explain Larval Fish Assemblages Within the Middle Atlantic Bight? *Bulletin of Marine Science*, 53(2): 567-587
- Cushing, D. H. (1974). The possible density-dependence of larval mortality and adult mortality in fishes. Pages 103-111 [in] J. H. S. Blaxter, editor. *The early life history of fish*. Springer-Verlag, N.Y. 765 pp.
- Cushing, D. H. (1975). *Marine ecology and fisheries*. Cambridge University Press.
- Doyle M. J, Morse W. W, Kendall A. W Jr. (1993). A Comparison Of Larval Fish Assemblages In The Temperate Zone Of The Northeast Pacific And Northwest Atlantic Oceans *Bulletin Of Marine Science*, 53(2): 588-644.
- ESRI, (2008). *ArcGIS A Complete Integrated System*. Environmental Systems Research Institute, Inc, Redlands, California. <<http://esri.com/arcgis>>.

- Frank, K.T. and WC, Leggett (1983). Multispecies larval fish associations: accident or adaptation? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 40: 754-762.
- Gabriel O., Lange E. and Wendt D. (2005). *Fish Catching Methods of the World*. Blackwell Publishing Ltd, p: 534.
- Golden Software Surfer 16 Golden Software Inc. Golden CO 80401 USA.
- Isari. S., Fragopoulou. N., Siapatis. A., Machias, A. and Somarakis S.(2005). Larval fish community structure in the NE Aegean Sea during June 2003. *Proceedings of the 12th Panhellenic Conference of Ichthyologists*, pp. 128-131
- Isari, S., Fragopoulou N. and Somarakis, S. (2008). Interrannual variability in horizontal patterns of larval fish assemblages in the northeastern Aegean Sea (eastern Mediterranean) during early summer. *Estuarine, Coastal & Shelf Science*, 79 (4): 607-619.
- Kallianiotis, A., Vidoris, P. and Sylaios G. (2004). Fish species assemblages and geographical sub-areas in the North Aegean Sea, *Greece Fisheries Research* 68: 171–187
- Kanellopoulos T., Angelidis M., Georgopoulos D. and Karageorgis A. (2009). *Environmental Geology: Fate of the Evros River suspended particulate matter in the northern Aegean Sea: 1729–1738*
- Kendall A.W Jr, Ahlstrom E.H. and Moser H.G. (1984) Early life history stages of fishes and their characters. In: Moser HG, Richards WJ, Cohen DM, Fahay MP, Kendall AW Jr, Richardson SL, eds. *Ontogeny and systematics of fishes*.
- Kourafalou, V. H., Savvidis, Y. G., Krestenitis, Y. N., Koutitas, C. G., and Barbopoulos, K. A.(2003). Modelling studies on the processes that influence matter transfer on the Gulf of Thermaikos (North Aegean Sea), submitted to *Continental Shelf Research*.
- Koutrakis E., Kallianiotis A. and Tsikliras A. (2004). Temporal patterns of larval fish distribution and abundance in a coastal area of northern Greece. *Scientia Marina*: 585-595.
- Krige Danie G. (1951). "A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand. *Journal of the Chemical, Metallurgical and Mining Society of South Africa* 52 (6): 119–139.
- Le Fevre, J. (1986). Aspects of the biology of frontal systems. *Adv. mar. Biol.* 23: 163-299
- Lykousis, V., Chronis G., Tselepides A., Pric N., Theocharis A., Siokou-Frangou I., Van Wambeke F, Danovaro R., Stavrakakis S , Duineveld G., Georgopoulos D., Ignatiades L., Souvermezoglou A., Voutsinou-Taliadouri F. (2002). Major outputs of the recent multidisciplinary biogeochemical researches undertaken in the Aegean Sea: 313-334.
- Margalef, R (1958) Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton. In: *Perspectives in Marine biology*, Buzzati-Traverso (ed.), Univ. Calif. Press, Berkeley, pp. 323-347.
- Michelakaki M. and Kitsiou D. (2005). Estimation of anisotropies in chlorophyll-a spatial distributions based on satellite data and variography. *Global NEST Journal*, Vol 7, No 2, pp 204-211.

- McGowan, J.A. and D.M. Brown (1966). A new opening-closing paired zooplankton net. Scripps Institution of Oceanography Ref. 66-23, 54p
- Nelson JS (1994). Fishes of the world. Third edition. John Wiley & Sons, Inc., New York. 600 p.
- Nittis K. and Perivoliotis L. (2002). Circulation and hydrological characteristics of the North Aegean Sea: a contribution from real-time buoy measurements. *Mediterranean Marine Science*: 21-31.
- Nittis K., Zervakis V., Papageorgiou E. & Perivoliotis I., (2002). Atmospheric and Oceanic observations from the POSEIDON buoy network: Initial results. *The Global Atmosphere Ocean System*, in press.
- Oğuz, T., Sur, H.I. (1989). A two-layer model of water exchange through the Dardanelles Strait. *Oceanology Acta* 12: 23-31
- Olivar, M.P., Salat J. and Palomera I. (2001). A comparative study of the spatial-distribution patterns of the early stages of anchovy and pilchard in the NW Mediterranean Sea, *Marine Ecology Progress Series*, 2001, vol. 217 (pg. 111-120)
- Olivar, M.P., Emelianov M., Uriarte I., Vellarte F., Álvarez I., Morote E., Fuerstenau B. and Molí B. (2007). Demographic structure of early stages of *Engraulis encrasicolus* and *Sardinella aurita* and water mass circulation in the southern Catalan sea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*
- Olson, D.B., Kourafalou, V.H., Johns, W.E., Samuels, G., Veneziani, M., (2007). Aegean surface circulation from a satellitetracked drifter array. *J Phys Oceanogr* 37(7): 1898-1917.
- Ovchinnikov, I.M. (1966). Circulation in the surface and Intermediate Layers of the Mediterranean. *Oceanology*, 6: 48-59 Poulos, S., Drakopoulos, P., Collins, M., 1997. Seasonal fluctuations in sea surface temperature, water budgets and circulation patterns in the Aegean Sea (eastern Mediterranean): an overview. *Journal of Marine Systems*, 13(1-4): 225- 244
- Owen, R.W. (1981). Fronts and eddies in the sea: mechanisms, interactions and biological effects. In: Longhurst, A.R. (Ed.), *Analysis of Marine Ecosystems*. Academic Press, London, pp. 197–233
- Papaconstantinou, C., Caragitsou E., Vassilopoulou V., Petrakis G., Mytilineou C., Fourtouni A., Tursi A., Politou C.-Y, Giagnisi M., D'Onghia G., Siapatis A., Matarese A., Economou A. and Papageorgiou E. (1993). Investigation of the abundance and distribution of demersal stocks of primary importance to the Greek fishery in the Northern Aegean Sea (Greece). National Centre for Marine Research, Athens, Hellas, Technical Report March 1993. 316
- Pearson, K. (1914, 1924, 1930). "The life, letters and labours of Francis Galton (3 vols.)" 559–572
- Pielou, E.C. (1966). The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*. 13: 131-144
- Polat, Tugrul S. (1996). Chemical exchange between the Mediterranean and the Black Sea via the Turkish Straits: 167-186.

- Poulos, SE., Chronis, GTh., Collins, MB. and Lykousis V. (2000). Thermaikos Gulf Coastal System, NW Aegean Sea: an overview of water sediment fluxes in relation to air–land–ocean interactions and human activities *Journal of Marine Systems* 25 47–76
- Poulos, S., Drakopoulos, P., Collins, M., (1997). Seasonal fluctuations in sea surface temperature, water budgets and circulation patterns in the Aegean Sea (eastern Mediterranean): an overview. *Journal of Marine Systems*, 13(1-4): 225- 244
- Sabatés, A. (1990a). Distribution pattern of larval fish populations in the Northwestern Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series* 59, 75–82
- Sabatés, A. (1990b). Changes in the heterogeneity of mesoscale distribution patterns of larval fish associated with a shallow coastal haline front. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 30, 131–140.
- Sabatés, A. and Maso M. (1990). Effect of a shelf slope front on the spatial distribution of mesopelagic fish larvae in the western Mediterranean. *Deep-Sea Research* 37:1085-1098.
- Sabatés A., Olivar M., Sala J., Palomera I. and Alemany F. (2007a). Physical and biological processes controlling the distribution of fish larvae in the NW Mediterranean. *Progress in Oceanography*: 355-376.
- Salvanes and Kristofersen J. (2001) Mesopelagic fishes. University of Bergen, Bergen: 1711-1715.
- Schismenou, E., Giannoulaki M., Valavanis V.D. and Somarakis S., 2008 Modeling and predicting potential spawning habitat of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and round sardinella (*Sardinella aurita*) based on satellite environmental information. *Hydrobiologia* 612:201–214
- Sempéré, R., Panagiotopoulos C., Lafont R., Marroni b., Van Wambeke F. (2002). Total organic carbon dynamics in the Aegean Sea. *Journal of Marine Systems* p.355-364.
- Shannon, CE. (1948) A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379-423 and 623-656.
- Siapatis, A. and Somarakis S. (2007). Early life history of fish. In: Papaconstantinou, C., Zenetos, A., Vassilopoulou, V., Tserpes, G. (Eds.), *SoHelFI: State of Hellenic Fisheries*. HCMR Publications, pp. 54–61.
- Simpson, E.H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163, 688.
- Sinclair M, Iles TD (1988). Population richness of marine fish species. *Aquatic Living Resources*. (Nantes) 1:71-83.
- Siokou-Frangou I.,³Bianchi M.,Christaki U.,Christou E.D.,Giannakourou A.,Gotsis O.,Ignatiades L.,Pagou K.,Pitta P.,Psarra S.,Souvermezoglou E.,Van Wambeke F.,Zervakis V. (2002). Carbon flow in the planktonic food web along a gradient of oligotrophy in the Aegean Sea (Mediterranean Sea) *Journal of Marine Systems*, p 335-353.
- Smith, PE. and SL. Richardson (1977). Standard techniques for pelagic fish egg and larval surveys. *FAO Fisheries Technical Paper* 175, 100 pp

- Somarakis, S. and Tsimenides N. (1997). A Daily Egg Production Biomass Estimate of the Northern Aegean anchovy stock. *Ozeanografika*, 2: 133-148.
- Somarakis S., and Maraveya E. (2001). Covariation in mean abundance of larval myctophids and zooplankton biovolumes in the NE Aegean Sea. - *Rapp Com Int Expl Scient Mer Méd*, pg:119-122.
- Somarakis, S. and Nikolioudakis N. (2007). Oceanographic habitat, growth and mortality of larval anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the northern Aegean Sea (eastern Mediterranean). *Marine Biology* 152, 1143–1158.
- Somarakis, S., Drakopoulos, P. and Filippou, V. (2002a). Distribution and abundance of larval fishes in the northern Aegean Sea - eastern Mediterranean - in relation to early summer oceanographic conditions. *Journal of Plankton Research*, 24 (4): 339-357.
- Stergiou, K.I., Christou E.D., Georgopoulos D., Zenetos A. and Souvermezoglou E. (1997). The Hellenic Seas: physics, chemistry, biology and fisheries. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* 35, 415–538.
- Thangaradjou T., Poornima D., Thennarasu K., Ranith R., Shanthi R. and Sarangi R.K. (2014) Nutrient Enrichment Experiment to Establish Relationship between Chlorophyll and Phosphate: 211-212.
- Theocharis, A. and Georgopoulos D. (1993) Dense water formation over the Samothraki and Limnos Plateaux in the north Aegean Sea (Eastern Mediterranean Sea): 919-939.
- Tixeront, J., (1969). Le bilan hydrologique de la mer noire et de la mer méditerranée: *Internat. Assoc. Sci. Hydrol. Bull*, p. 61-69.
- Torres, A.P., Reglero P., Balbin R., Urtizbera A. and Alemany F. (2011). Coexistence of larvae of tuna species and other fish in the surface mixed layer in the NW Mediterranean. *Journal of Plankton Research*, 33(12), 1793-1812.
- Tsikliras, A.C. and Antonopoulou E. (2006). Reproductive biology of round sardinella (*Sardinella aurita*) in the north-eastern Mediterranean. *Scientia Marina* 70: 281-290
- Tsikliras, A.C., Torre M. and Stergiou K.I. (2005). Feeding habits and trophic level of round sardinella (*Sardinella aurita*) in the northeastern Mediterranean (Aegean Sea, Greece). *Journal of Biological Research* 3: 67–75.
- Tsikliras, A.C., Antonopoulou E. and Stergiou K.I. (2010). Spawning period of Mediterranean marine fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 20 (4): 499–538.
- Uçkaç S. (2005) Sea Surface Variability in the Aegean Sea. *Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*: 129-135.
- UNEP-MAP RAC/SPA (2010). The Mediterranean Sea Biodiversity: state of the ecosystems, pressures, impacts and future priorities. By Bazairi H, Ben Haj S, Boero F, Cebrian D, De Juan S, Limam, A, Leonart J, Torchia G, Rais C, Ed. RAC/SPA, Tunis; 100p
- Ünlüata, U., Oğuz, T., Latif, M.A., Özsoy, E., 1990. On the physical oceanography of the Turkish Straits. p. 25-66. In: *The Physical Oceanography of Sea Straits*. Pratt L.J. (Ed.), Kluwer Academics, Norwell, Massachusetts

- Velaoras D., Laskaratos A., (2005), Deep water mass characteristics and interannual variability in the North and Central Aegean Sea, *J. Marine Syst.*, 53 (1–4), 59–85.
- Yüce, H., 1995. North Aegean water masses, *Estuarine Coastal Shelf Sci.*, 41, 325 – 343.
- Zervakis, V. and D. Georgopoulos (2002). Hydrology and circulation in the North Aegean (eastern Mediterranean) throughout 1997–1998. *Mediterranean Marine Science* 3: 7–21.
- Zervakis, V., Karageorgis. AP., Kontoyiannis, H., Papadopoulos, V. and V. Lykousis (2005). Hydrology, circulation and distribution of particulate matter in Thermaikos Gulf (NW Aegean Sea), during September 2001–October 2001 and February 2002 *Continental Shelf Research* 25 2332–2349.
- Zodiatis, G., Advection of the Black Sea water in the North Aegean Sea, *The Global Atmos. Ocean Syst.*, 2, 41–60, 1994.
- Zodiatis, G., and E. Balopoulos, Structure and characteristics of fronts in the North Aegean Sea, *Boll. Oceanol. Teor. Appl.*, XI, 2, 113–124, 1993.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Δανέλλη, Μ.Μ, Σιαπάτης Α., Μαχιάς Α., Γιανουλάκη Μ. και Σωμαράκης Σ. (2010). Γεωγραφική εξάπλωση του κολιού (*Scomber japonicus*) στη περιοχή του βορείου Αιγαίου το καλοκαίρι του 2008. Πρακτικά. 14 ου Πανελληνίου Συνεδρίου Ιχθυολόγων. Πειραιάς σελ.
- Κόκκος Ν., Συλαίος Γ. Προσομοίωση Τρισδιάστατης Υδροδυναμικής κυκλοφορίας Βόρειου Αιγαίου με τη χρήση του Ομοιώματος ELCOM (2017)
- Κουμουνδούρος Γεώργιος (2011). Εργαστηριακές ασκήσεις του μαθήματος Θαλάσσια Βιολογία. Πανεπιστήμιο Κρήτης Τμήμα Βιολογίας. Άσκηση 5^η Ιχθυοπλαγκτόν.
- Μαυραγάνης, Θ.-Κ., Σιαπάτης Α., Ντόκος Ι. και Βερροϊόπουλος Γ. (2013). Χαρακτήρες αναγνώρισης πελαγικών αυγών θαλασσίων Τελεόστεων των Ελληνικών θαλασσών. Πρακτικά. 15^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ιχθυολόγων. σελ.149-152. Θεσσαλονίκη 2013.
- Πικέα, Α.Ι., Σιαπάτης, Α. και Βερροϊόπουλος Γ. (2015). Συναθροίσεις ιχθυοπλαγκτού στο Θερμαϊκό, Τορωναίο και Συγγιτικό Κόλπο τον Ιούνιο του 2006. 11ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας, Μυτιλήνη, Λέσβος. Σελ. 549-552.
- Σιαπάτης Α. (2017). Μελέτη και μοντελοποίηση των επιδράσεων των φυσικών και βιολογικών παραμέτρων στις χωρικές και χρονικές κατανομές των πρώτων σταδίων ανάπτυξης των ιχθύων στις Ελληνικές θάλασσες.
- Σιαπάτης, Α. και Χείλαρη Α. (2003). Βάση Δεδομένων του Ιχθυοπλαγκτού των Ελληνικών θαλασσών. 7 ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας, Χερσόνησος Κρήτης. Πρακτικά σελ.192.
- Σιαπάτης Α., και Κοντογιάννης Χ. (2010). Κατανομή και αφθονία του ιχθυοπλαγκτού στη θαλάσσια περιοχή της Κύμης (Ευβοίας) κατά τη διάρκεια του Μαρτίου και Ιουνίου του 2011 10ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας. Αθήνα.

- Σιαπάτης, Α., Καραγκιτσου Η., Καβαδάς Σ. και Παπακωνσταντίνου Κ. (2000). Η συμβολή των χθυοπλαγκτονικών ερευνών στον εμπλουτισμό της γνώσης της ιχθυοπανίδας στην περιοχή του Θερμαϊκού κόλπου και Θρακικού πελάγους. 6ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας, Χίος. Σελ. 78-85.
- Σωμαράκης, Σ. (1999). Ιχθυοπλαγκτό του Βόρειο-ανατολικού Αιγαίου με έμφαση στο γαύρο, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) (Ιούνιος 1993, 1994, 1995, 1996). Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Κρήτης. Τμήμα Βιολογίας.
- Σωμαράκης, Σ., Μαχιάς Α., Κουτσικόπουλος Ε., Μαραβέγια Ε., Γιαννουλάκη Μ. και Τσιμενίδης Ν. (2000). Κατανομή του γαύρου και των πεδίων αναπαραγωγής του στο κεντρικό Αιγαίο και Ιόνιο. 6ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας, Χίος. Σελ. 94-98.
- Χαρμπίλα, Ε., Σιαπάτης, Α., Βερροϊόπουλος Γ. (2015). Σύνθεση και αφθονία μεσοζωοπλαγκτού στο Θερμαϊκό και Τορωναίο κόλπο τον Ιούνιο 2006, συσχέτιση με περιβαλλοντικές παραμέτρους. 11ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας, Μυτιλήνη, Λέσβος, Ελλάδα.
- Χατζηχριστόφας, Φραντζής (2005). Χωρική μελέτη φυτοπλαγκτού και ποιότητας νερών στο Αιγαίο πέλαγος με χρήση μεθόδων τηλεπισκόπησης και γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών: 3-8.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

Τα κυριότερα είδη ιχθυοσυμφών, φωτογραφήθηκαν από το στερεοσκόπιο και αναγνωρίστηκαν σύμφωνα με τη βάση δεδομένων ιχθυοπλαγκτού που δημιουργήθηκε στο ΕΛΚΕΘΕ.

Engraulis encrasicolus



32 *A guide to the eggs and larvae of 100 common Western Mediterranean Sea bony fish species*

ENGRAULIDAE *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758)

En: European anchovy - Fr: Anchois - Sp: Boquerón

Habitat: Pelagic, coastal
Spawning season: Summer



EGGS Fig. A

Habitat: pelagic
Shape: ovoid
Size: 1.2–1.9 x 0.5–1.2 mm
Chorion: smooth
Oil globules: not present
Perivitelline space: small
Yolk: segmented

YOLK-SAC LARVAE Fig. B

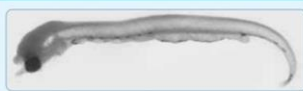
Hatch size: 3.3–4.0 mm
Distinctive characters: body shape similar to yolk-sac larvae of clupeid species; yolk sac very elongate, stretching nearly to anus (this feature along with the absence of an oil globule allows for distinguishing yolk-sac larvae of this species from those of clupeid species, *Sardina pilchardus* and *Sardinella aurita*)
Pigmentation: unpigmented

LARVAE Figs. C–G

Distinctive characters: body elongate and slender; gut relatively shorter than that of *S. pilchardus* and *S. aurita*; dorsal fin located over anus (allows for distinguishing this species from *S. aurita* and *S. pilchardus*)
Preamble length: about 75% SL
Pigmentation: similar to *S. pilchardus*; melanophores aligned on both sides of body, above gut; row of melanophores ventrally, in posterior section of gut; caudal fin pigmented; some melanophores between anus and caudal fin
Length at flexion: unknown

PHOTOS

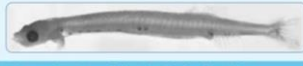
by J.M. Rodriguez



3.2 mm SL



5.5 mm SL



10.8 mm SL

Literature: Alemany (1997), Fage (1920), Russell (1976), Whitehead (1984b)

Ο γάυρος διαθέτει στενόμακρο σώμα. Φέρει ένα ραχιαίο πτερύγιο, ένα θωρακικό χαμηλά και ένα κοιλιακό το οποίο βρίσκεται αντικριστά του ραχιαίου. Έχει στρόγγυλά μάτια και μικρά μυτερά δόντια.


Sardinella aurita



20 A guide to the eggs and larvae of 100 common Western Mediterranean sea bass species

CLUPEIDAE *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847
En: Round sardinella - Fr: Allache - Sp: Alacha

Habitat: Pelagic, in inner continental shelf waters
Spawning season: Between June and September

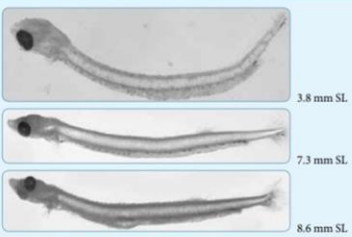


EGGS **Fig. A**
Habitat: pelagic
Shape: spherical
Diameter: 1.20–1.40 mm
Chorion: smooth and thin
Oil globules: single, 0.12 mm in diameter
Perivitelline space: large
Yolk: segmented

YOLK-SAC LARVAE **Fig. B**
Hatch size: 3.5 mm
Distinctive characters: body with the typical clupeid shape; oil globule situated ventrally in yolk sac
Pigmentation: two parallel, dorsal rows of small melanophores, extending from head to tail

LARVAE **Figs. C-F**
Distinctive characters: body elongate and slender although more robust than that of *Sardina pilchardus*; head length included less than 6 times in total length; gut differentiated into two sections; dorsal fin located ahead of anus
Preanus length: about 90% SL
Pigmentation: melanophores aligned on both sides of gut and over it in its posterior section; caudal fin pigmented; no melanophores between anus and caudal fin in young larvae (this character helps to distinguish this species from *S. pilchardus*)
Length at flexion: about 10.0 mm SL

PHOTOS
by J.M. Rodriguez



3.8 mm SL
7.3 mm SL
8.6 mm SL

Literature: Alemany (1997), D'Ancona (1931a), Fage (1920), Olivar and Fortuño (1991), Whitehead (1984a)

Διαθέτει στενόμακρο σώμα, συνήθως υποκυλινδρικό, αλλά μερικές φορές λίγο συμπιεσμένο. Στρογγυλά μάτια. Το ραχιαίο πτερύγιο δεν είναι αντικριστά σε σχέση με το κοιλιακό όπως συμβαίνει με το γαύρο.

Scomber colias



192

A guide to the eggs and larvae of 100 common Western Mediterranean Sea bony fish species

SCOMBRIDAE

Scomber colias Gmelin, 1789

En: Atlantic chub mackerel - Fr: Maquereau espagnol

Sp: Estornino

Habitat: Epipelagic or meso-demersal, down to 250–300 m depth

Spawning season: Summer



Fig. A

EGGS

Habitat: pelagic

Shape: spherical

Diameter: 1.04–1.14 mm

Chorion: smooth

Oil globules: single, 0.26–0.27 mm in diameter

Perivitelline space: small

Yolk: unsegmented

YOLK-SAC LARVAE

Fig. B

Hatch size: about 3.0 mm SL

Distinctive characters: body relatively elongate; oil globule located at posterior edge of the yolk sac

Pigmentation: melanophores irregularly distributed along dorsal and ventral contours of body; melanophores on snout and behind eye; yolk sac and oil globule pigmented

LARVAE

Figs. C–F

Distinctive characters: body moderately elongate, becoming stubby with development, deeper than that of larvae of comparable sizes of *Scomber scombrus*; head moderate; gut compact and triangular; jaws relatively short; no head spines; teeth prominent in larvae larger than 4.0 mm SL; the number of myomeres allows for distinguishing this species (32) from *Diplodus* species (24)

Preadous length: increases from about 50% SL to more than 60% SL with development

Pigmentation: postanal ventral rows of melanophores starting some distance from anus; larvae less than 7 mm long may only show two dorsal melanophores, situated on caudal peduncle; peritoneum pigmented; melanophores at caudal-fin base; melanophores on head; no melanophores on body sides in preflexion stages; no melanophores at cleithral symphysis and on isthmus

Length at flexion: about 6 mm

PHOTOS

by J.M. Rodriguez



4.4 mm SL

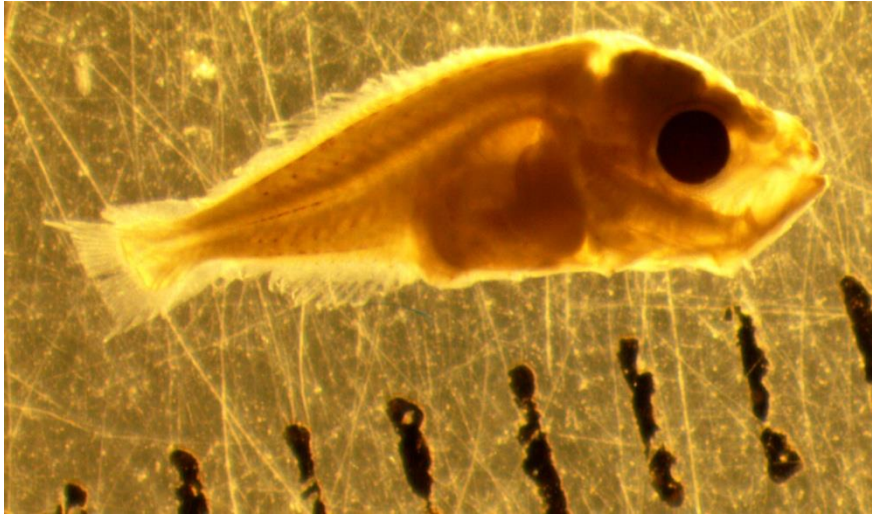


7.0 mm SL

Literature: Berrien (1978), Collette (1986b), Kramer (1969), Sabatés (1988)

Στρογγυλό κεφάλι και μάτια, σώμα μακρύ. Μελανοφόρα στην κοιλιακή πλευρά και πάνω από το έντερο. Αρχίζουν και γίνονται πιο ευδιάκριτα όσο η ιχθυονύμφη αναπτύσσεται.

Chromis chromis




POMACENTRIDAE *Chromis chromis* (Linnaeus, 1758)

En: Damselfish

Habitat: Littoral, mainly in rocky areas, between 3 and 35 m depth

Spawning season: Between May and August



EGGS Fig. A

Habitat: demersal

Shape: ovoid, attached to substrate with filaments

Size: 0.85–0.90 x 0.70–0.72 mm

Oil globules: single, 0.20 mm in diameter

Perivitelline space: small

Yolk: segmented

YOLK-SAC LARVAE Fig. B

Hatch size: 2.6 mm SL

Distinctive characters: body relatively slender; oil globule situated ventrally in yolk sac

Preanus length: about 33% SL

Pigmentation: yolk sac pigmented; row of postanal ventral melanophores; occipital melanophores; melanophores dorsal and ventral to urostyle

LARVAE Fig. C–F

Distinctive characters: body of early larvae similar to that of yolk-sac larvae, becoming short and robust with development; gut triangular-shaped


Preanus length: slightly less than 50% SL

Pigmentation: similar to yolk-sac larvae in earlier larvae; with development, postanal pigmentation reduces to a transversal band located around mid-tail region; posteriorly, melanophores appear on mid-lateral line and on dorsum, at same level of ventral group; peritoneum pigmented; melanophores on head

Length at flexion: begins at 3.60 mm and is completed at 4.75 mm SL

PHOTOS

by J.M. Rodriguez



1.9 mm SL

7.1 mm SL

Literature: Alemany (1997), Fage (1918), Froese and Pauly (2016), Padoa (1956k), Quignard and Pras (1986b)

Έχει ωσειδές και πλευρικά συμπιεσμένο σώμα με αισθητά μεγάλο μάτι. Το στόμα του είναι έντονα προεξέχον, φτάνοντας κάτω από το κέντρο του ματιού, με μικρά δόντια.

Hygophum benoiti



MYCTOPHIDAE

Hygophum Bolin, 1939

Larvae of the two species of this genus inhabiting the Mediterranean Sea, *H. benoiti* and *H. hygomi*, are very similar. They are almost only differentiated by their pigmentation patterns

Habitat: Mesopelagic, between 100 and 1000 m depth during daytime, 12 to 400 m and 700 to 1000 m at night (*H. benoiti*); 600 to 750 m during the day, 0 to 225 m at night (*H. hygomi*)

Spawning season: Spawning peaks in spring-summer (*H. benoiti*); end of summer-autumn (*H. hygomi*)



EGGS

Undescribed

YOLK-SAC LARVAE

Undescribed

LARVAE

Figs. A-F

Distinctive characters: body moderately slender; body depth increases with development; eye unstalked, moderately elliptical with a prominent conical mass of choroid tissue ventrally; anus situated at anterior margin of anal fin; gut thick with a fold-end section; dorsal anterior part of finfold globose

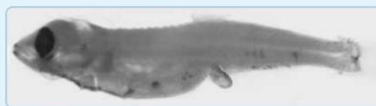
Preanus length: 50% SL in young larvae, increases with development

Pigmentation: ventral series of melanophores on isthmus, continuing to cleithrum; a series of usually 3 melanophores on lateral sides of gut (disappearing with development in *H. hygomi*); a melanophore on hindgut; melanophores on caudal-fin base in some individuals

Length at flexion: 5.0-5.5 mm SL

PHOTOS

by J.M. Rodriguez



8.1 mm SL



10.3 mm SL

Literature: Badcock and Merrett (1976), Fahay (2007), Hulley (1984), Olivar and Palomera (1994), Täning (1918)

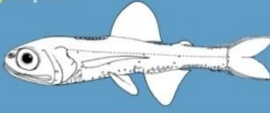
Σώμα επίμηκες, ελλειψοειδές
μάτι. Έντερο κοντό, περιελιγμένο
και ραβδωτό.

Ceratoscopelus maderensis



MYCTOPHIDAE *Ceratoscopelus maderensis* (Lowe, 1839)
En: Madeira lantern fish - Fr: Lanterne de Madère - Sp: Carpintero

Habitat: Mesopelagic, between 330 and 600 m depth during daytime, 0 to 175 m at night
Spawning season: Spawning peaks in spring, summer

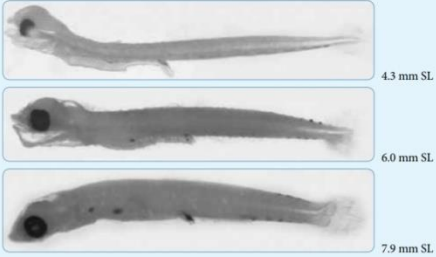


EGGS
Undescribed

YOLK-SAC LARVAE
Undescribed

LARVAE **Figs. A-F**
Distinctive characters: body elongate, moderately slender; eye spherical and relatively large
Preanus length: more than 50% SL in early larvae, increases to more than 60% SL in older larvae
Pigmentation: a single melanophore on each side of gut and on hindgut; a continuous line of melanophores between anus and caudal fin decreasing in number with development; 3 or 4 melanophores on dorsal side of caudal peduncle (not present in young larvae); no melanophores at cleithral symphysis
Length at flexion: about 6 mm SL

PHOTOS
by J.M. Rodriguez



Literature: Alemany (1997), Fahay (1983), Hulley (1984), Tåning (1918)

Σώμα επίμηκες, μάτι στρογγυλό.
Διαθέτει χρωματοφόρα στην
περιοχή του ουραίου πτερυγίου
τόσο στη ραχιαία όσο και στην
κοιλιακή πλευρά.

Serranus Hepatus



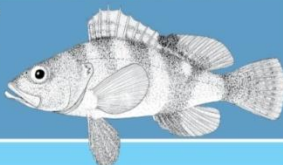
SERRANIDAE

Serranus hepatus (Linnaeus, 1758)

En: Brown comber - Fr: Serran tambour - Sp: Merillo

Habitat: Benthic, between 5 and 320 m depth over grasslands or sandy and muddy bottoms

Spawning season: Between March and August



EGGS

Habitat: pelagic

Shape: spherical

Diameter: 0.78 mm

Chorion: smooth

Oil globules: single, 0.14 mm in diameter

Yolk: unsegmented

YOLK-SAC LARVAE

Undescribed

LARVAE

Figs. A-E

Distinctive characters: body very similar to that of *Serranus cabrilla*; differences lie on weakly developed pelvic fins in *S. hepatus* and on the pigmentation pattern

Preanus length: more than 50% SL

Pigmentation: early larvae with two dorsal and a single ventral melanophore over finfold; three regularly spaced postanal, ventral melanophores; a melanophore over hindgut and another on cleithral symphysis; peritoneum pigmented; some melanophores on ventral surface of gut; no dorsal melanophores

Length at flexion: almost completed at 5.7 mm SL

PHOTOS

by J.M. Rodriguez



2.1 mm SL



6.5 mm SL


Literature: Alemany (1997), Bertolini (1933b), Sabatés (1988), Tortonese (1986d)

Σώμα επίμηκες. Μάτι
στρογγυλό. Δυο έντονα
μελανοφόρα στην κοιλιακή
πλευρά.

Gobiidae



Σώμα επίμηκες, μάτι στρογγυλό.
Νηκτική κύστη πολύ διακριτή.

GOBIIDAE		<i>Gobius paganellus</i> Linnaeus, 1758
En: Rock goby - Fr: Gobie paganel - Sp: Bobi		
Habitat: Benthic, in inshore and intertidal waters over rocky bottoms with weed cover		
Spawning season: Between January and June		
EGGS		Fig. A
Habitat: demersal		
Shape: fusiform, with a rounded, pointed apex		
Size: 2.24 x 0.84 mm		
YOLK-SAC LARVAE		Fig. B
Hatch size: about 4.76 mm with mouth open and swimbladder apparent		
Pigmentation: branched melanophores on ventral profile of abdomen; large, opposing dorsal and ventral melanophores at about mid-postanal region; swimbladder pigmented; a melanophore on hindgut; no melanophores on head		
LARVAE		Figs. C-F
Distinctive characters: body relatively elongate and slender		
Preanus length: about 50% SL		
Pigmentation: early larvae similar to yolk-sac larvae; larvae larger than 7.0 mm with melanophores on head and a row of postanal ventral melanophores, while postanal dorsal melanophore disappears in postflexion larvae		
Length at flexion: unknown		
PHOTOS		
Not available		
Literature: Alemany (1997), Lebour (1919), Miller (1986), Padoa (1956h)		

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'

ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΕΙΔΗ

Από το σύνολο των *taxa* που αναγνωρίστηκαν στη δειγματοληψία είκοσι έξι είδη είναι εμπορικής σημασίας. Μερικά από αυτά είναι ο γαύρος, η φρίσσα, ο κολιός κ.ά.

Για την ονοματολογία των *taxa* και την αναζήτηση των συγγραφέων χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων *fishbase* (Froese & Pauly 2013).

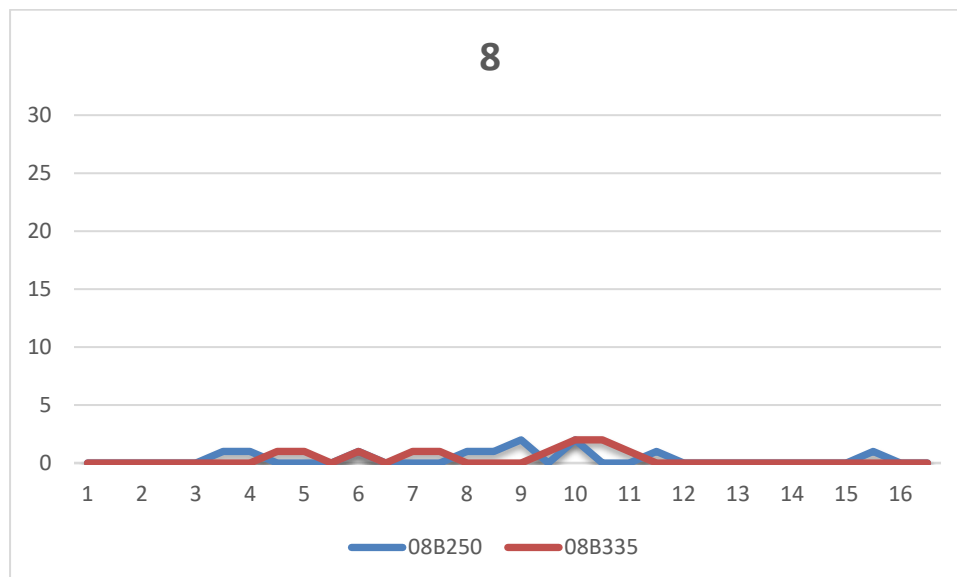
Πίνακας 1. Κατανομή των ειδών σε σχέση με το βιότοπο των ενηλίκων τους (όπουν είδη με εμπορική σημασία).

<u>Οικογένεια</u>	<u>Γένος/είδος</u>	<u>Συγγραφέας</u>	<u>Κοινή ονομασία</u>	<u>Εμπορικό</u>
ΜΙΚΡΑ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΑ ΠΕΛΑΓΙΚΑ				
Carangidae	<i>Trachurus mediterraneus</i>	Steindachner, 1868	Ασπροσαύριδο	✓
Clupeidae	<i>Sardinella aurita</i>	Valenciennes, 1847	Φρίσσα	✓
Engraulidae	<i>Engraulis encrasicolus</i>	Linnaeus, 1758	Γαύρος	✓
Scombridae	<i>Auxis rochei</i>	Risso, 1810	Τονάκι	✓
	<i>Scomber colias</i>	Gmelin, 1789	Κολιός	✓
ΒΑΘΥΠΕΛΑΓΙΚΑ				
Gonostomatidae	<i>Cyclothone braueri</i>	Jesoersen & Tåning, 1926	Σμηριγγόψαρο	
Myctophidae	<i>Benthosema glaciale</i>		Φανόψαρο των πάγων	✓
	<i>Ceratoscopelus maderensis</i>	Lowe, 1839	Φανόψαρο της Μαδέιρας	✓
	<i>Hygophum benoiti</i>	Cocco, 1838	Φανόψαρο του Μπενουά	
	<i>Myctophum punctatum</i>	Rafinesque, 1810	Κηλιδωτόφανόψαρο	
	<i>Lobianchia dofleini</i>	Zugmayer, 1911	Φανόψαρο του Ντοφλάιν	
	<i>Diaphus holti</i>	Tåning, 1918	Μικρό φανόψαρο	
	<i>Lampanyctus crocodilus</i>	Risso, 1810	Φανόψαρο - κροκόδειλος	
Paralepididae	<i>Lestidiops jayakari</i>	Boulenger, 1889	Μικρό μπαρακούντα του Ειρηνικού	
Photichthyidae	<i>Vinciguerria attenuata</i>	Cocco, 1838	Λεπτό φωτόψαρο	
Sternoptychidae	<i>Maurolicus muelleri</i>	Gmelin, 1789	Μαυρόλυκος	
Stomiidae	<i>Stomias boa</i>	Risso, 1810	Δρακόψαρο	
ΒΕΝΘΙΚΑ				
Bothidae	<i>Arnoglossus sp.</i>	Rafinesque, 1810	Ζαγγέτες	
Callionymidae	<i>Callionymus sp.</i>		Καλλιώνυμοι	
Cepolidae	<i>Cepola macrophalma</i>	Linnaeus, 1758	Κορδέλλα	

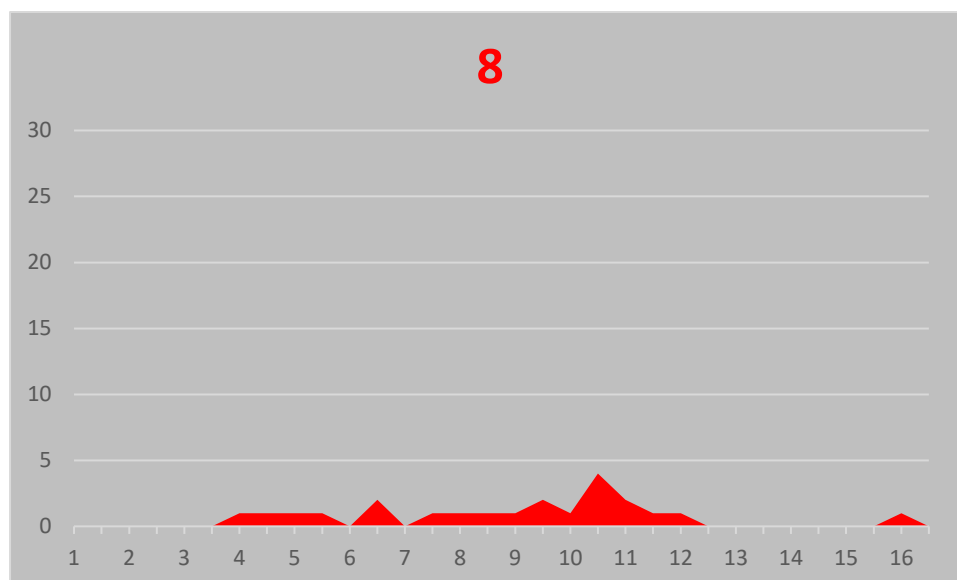
Labridae	<i>Symphodus sp.</i>			
Mullidae	<i>Mullus barbatus</i>	Linnaeus, 1758	Κουτσομούρα	✓
Serranidae	<i>Anthias anthias</i>	Linnaeus, 1758	Swallowtailseaperch	✓
	<i>Serranus hepatus</i>	Linnaeus, 1758	Καψομούλα	
	<i>Serranus cabrilla</i>	Linnaeus, 1758	Χάνος	✓
Soleidae	<i>Buglossidium luteum</i>	Risso, 1810	Solenette	✓
Triglidae	<i>Lepidotrigla cavillone</i>	Lacepède, 1801	Τραχύφρυδο καπόνι	
Uranoscopidae	<i>Uranoscopus scaber</i>	Linnaeus, 1758	Λύχνος	✓
Cynoglossidae	<i>Symphurus nigrescens</i>	Rafinesque, 1810	Tonguesole	✓
Ophidiidae	<i>Parophidion vassali</i>	Risso, 1827		
<u>ΠΑΡΑΚΤΙΑ</u>				
Apogonidae	<i>Apogon imberbis</i>	Linnaeus, 1758	Cardinalfish	δόλωμα
Gobiidae			Γωβιοί	✓
Labridae	<i>Coris julis</i>	Linnaeus, 1758	Γύλος	ενυδρείο
Mugilidae			Κέφαλοι	✓
Pomacentridae	<i>Chromis chromis</i>	Linnaeus, 1758	Καλογριά	
<u>ΒΕΝΘΟΠΕΛΑΓΙΚΑ</u>				
Sparidae	<i>Diplodus annularis</i>	Linnaeus, 1758	Σπάρος	✓
	<i>Pagrus pagrus</i>	Linnaeus, 1758	Red porgy	✓

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ'

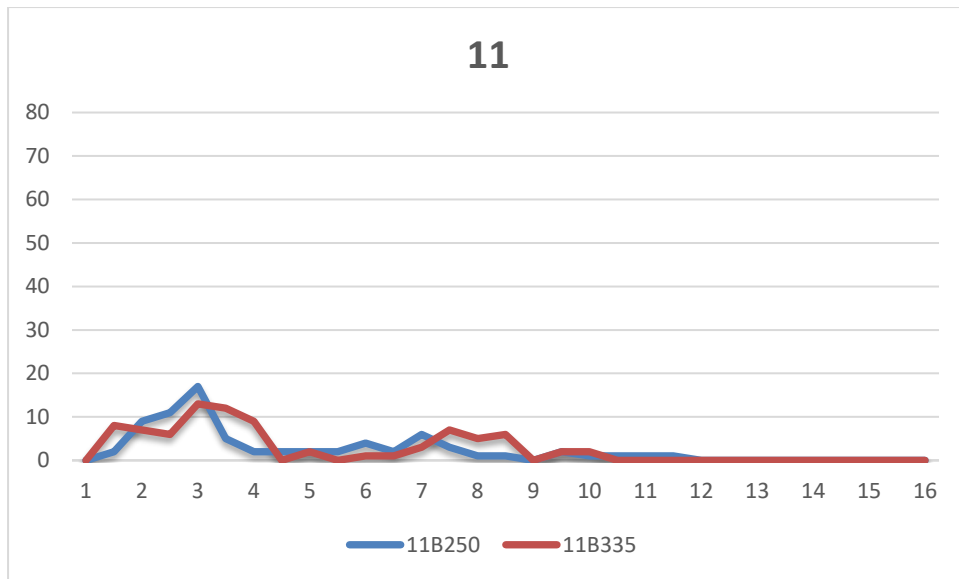
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΗΚΩΝ ΣΤΑ ΔΥΟ ΔΙΧΤΥΑ



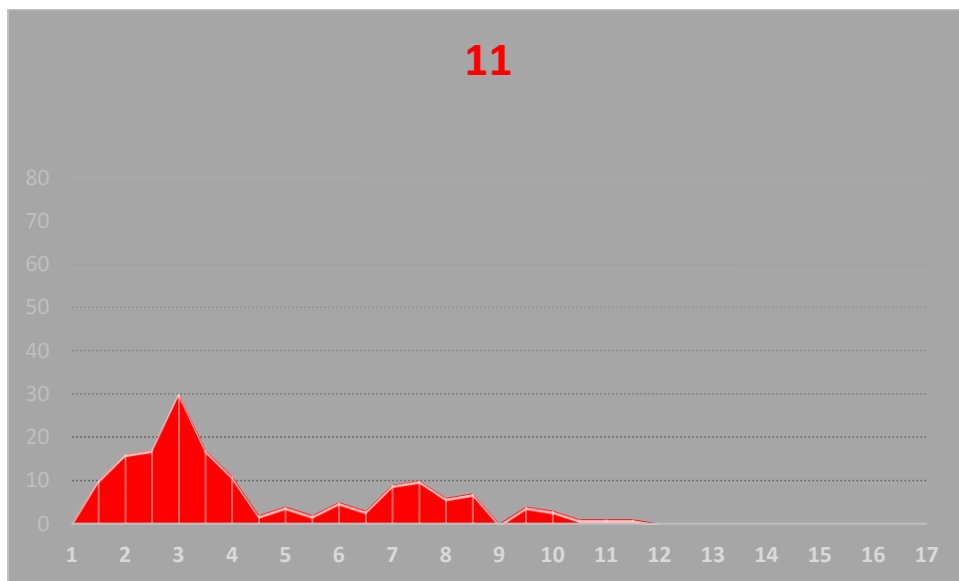
Γράφημα 1: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών του γαύρου στο σταθμό 8, ξεχωριστά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυονυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



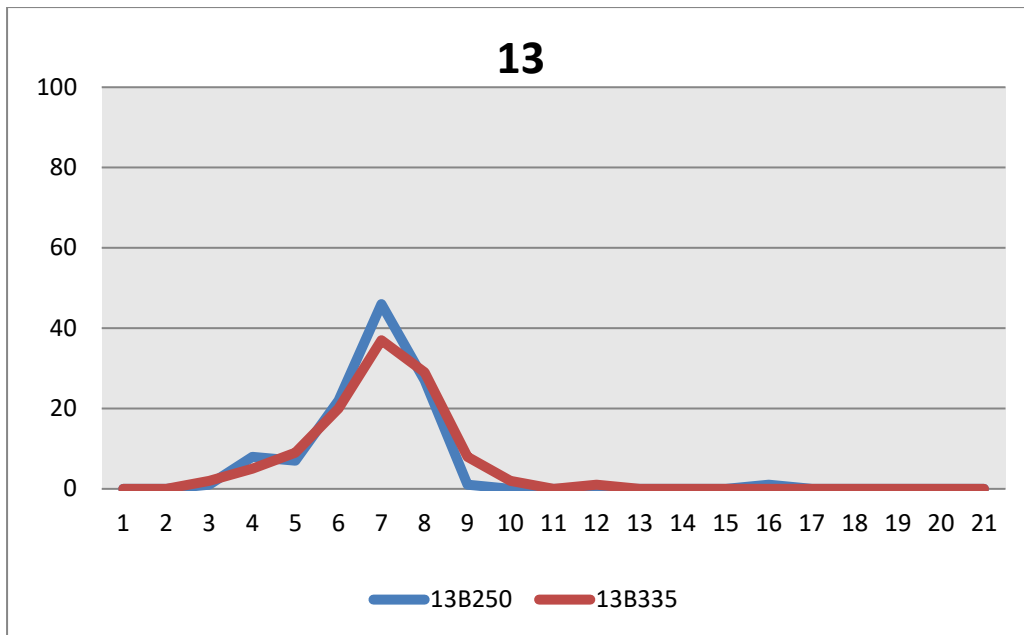
Γράφημα 2: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών του γαύρου στο σταθμό 8, συνολικά και για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυονυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



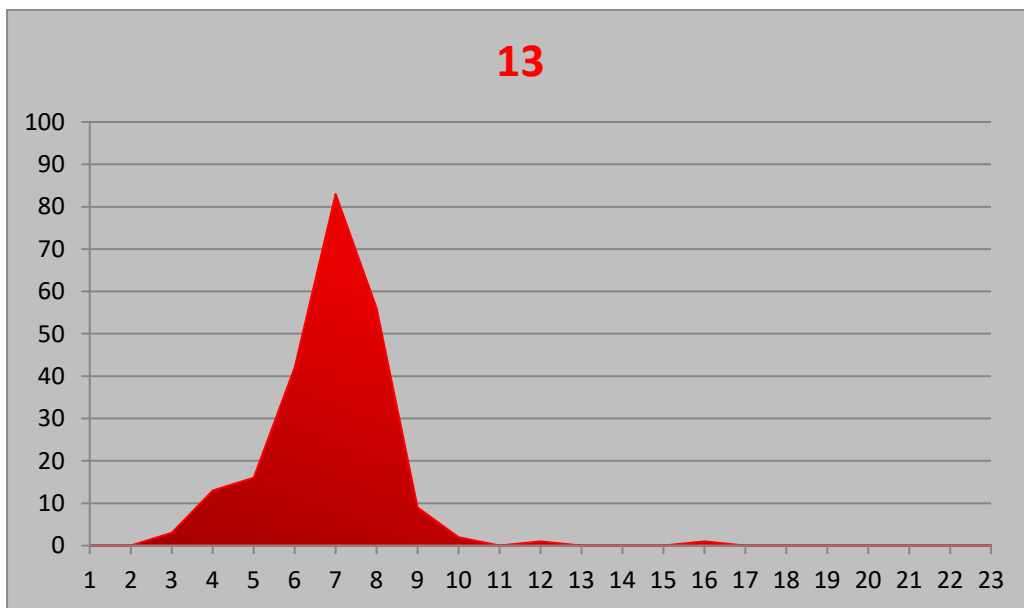
Γράφημα 3: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών του γαύρου στο σταθμό 11, ξεχωριστά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυονυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



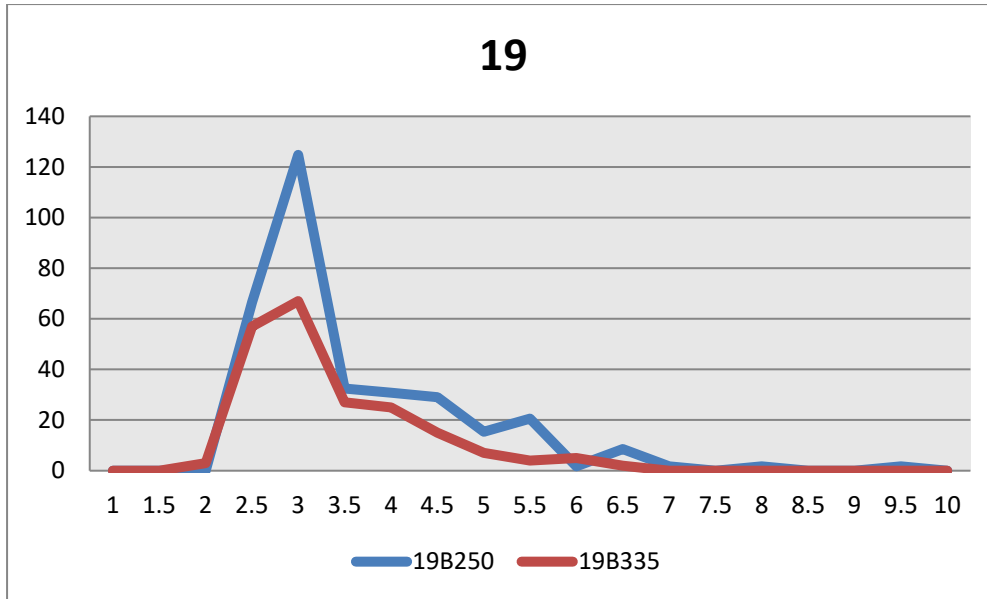
Γράφημα 4: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών του γαύρου στο σταθμό 11, συνολικά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυονυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



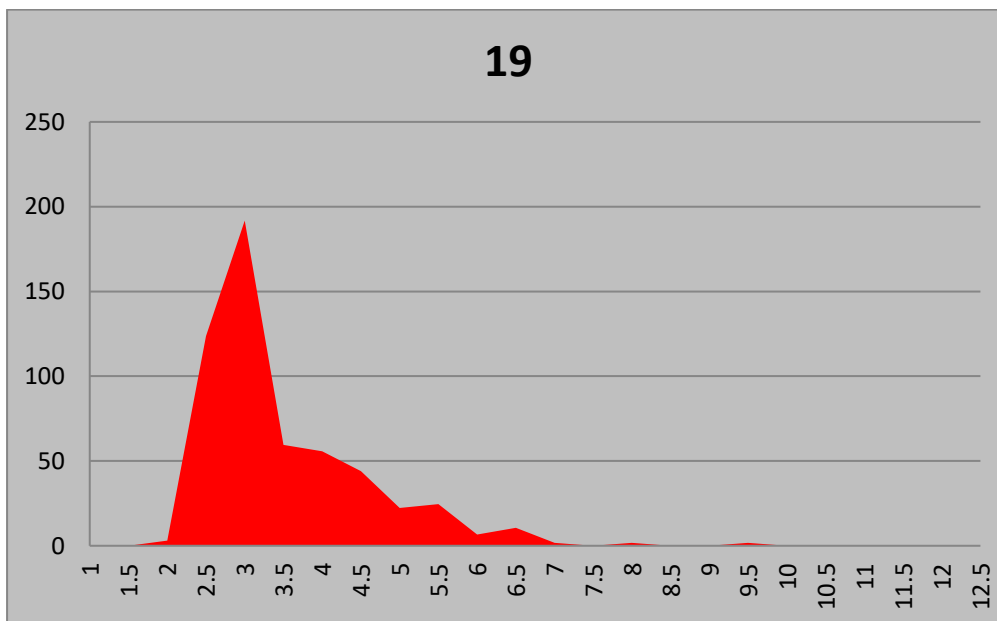
Γράφημα 5: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών του γαύρου στο σταθμό 13, ξεχωριστά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυονυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



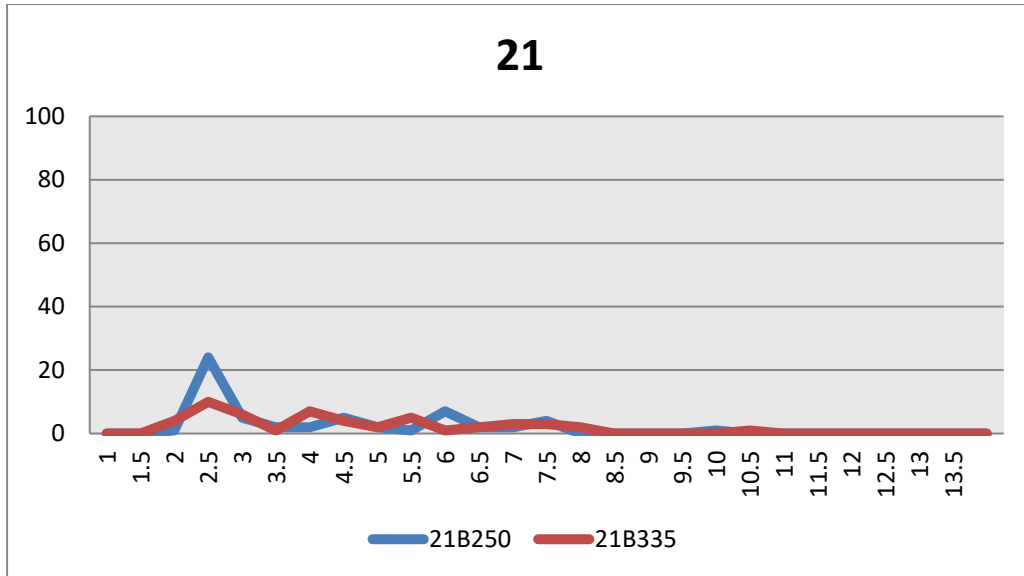
Γράφημα 6: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών του γαύρου στο σταθμό 13, συνολικά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυονυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



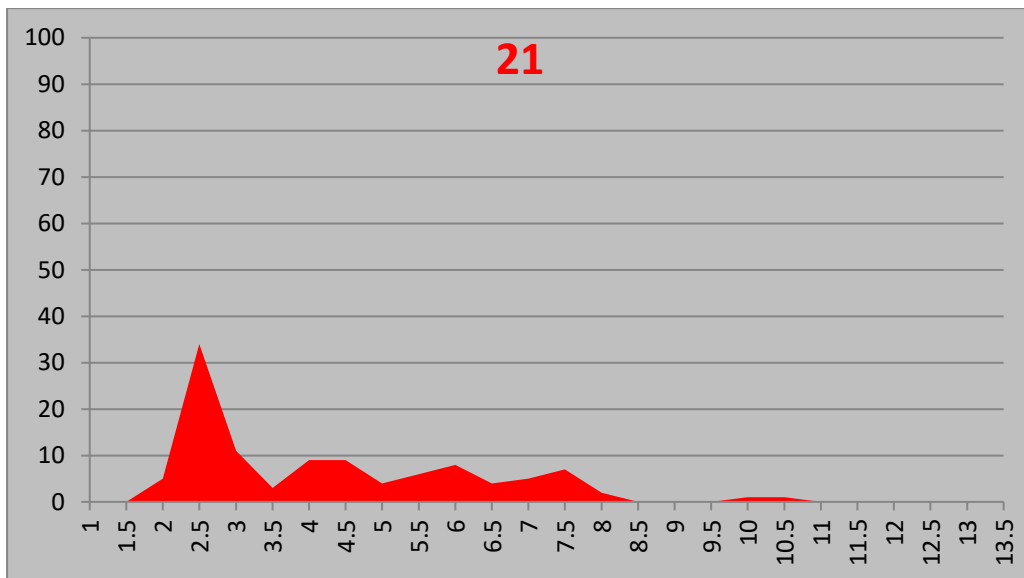
Γράφημα 7: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυοσυμφών του γαύρου στο σταθμό 19, ξεχωριστά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυοσυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



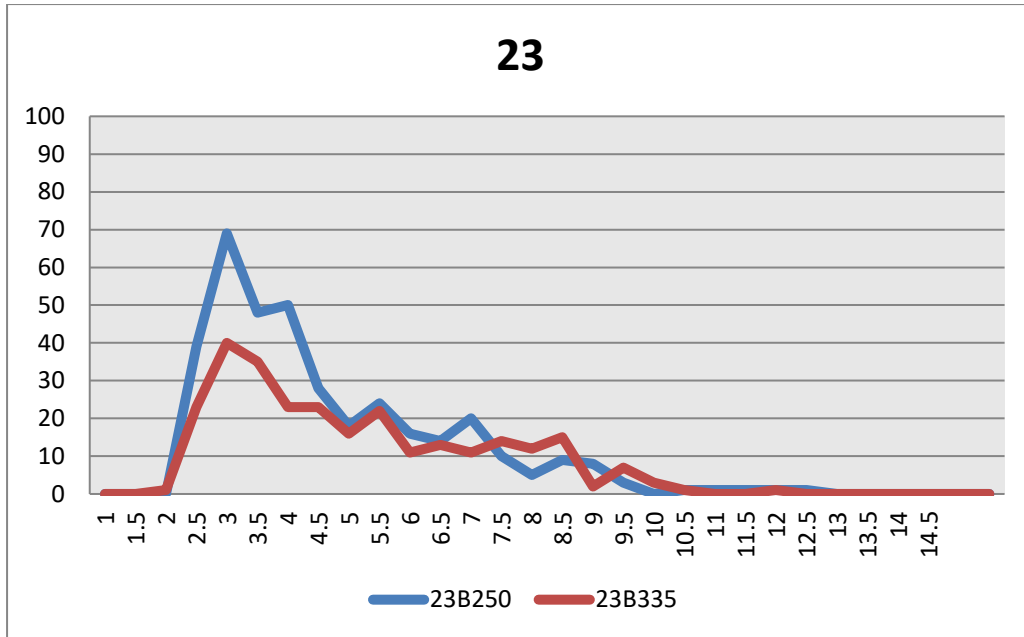
Γράφημα 8: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυοσυμφών του γαύρου στο σταθμό 19, συνολικά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυοσυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



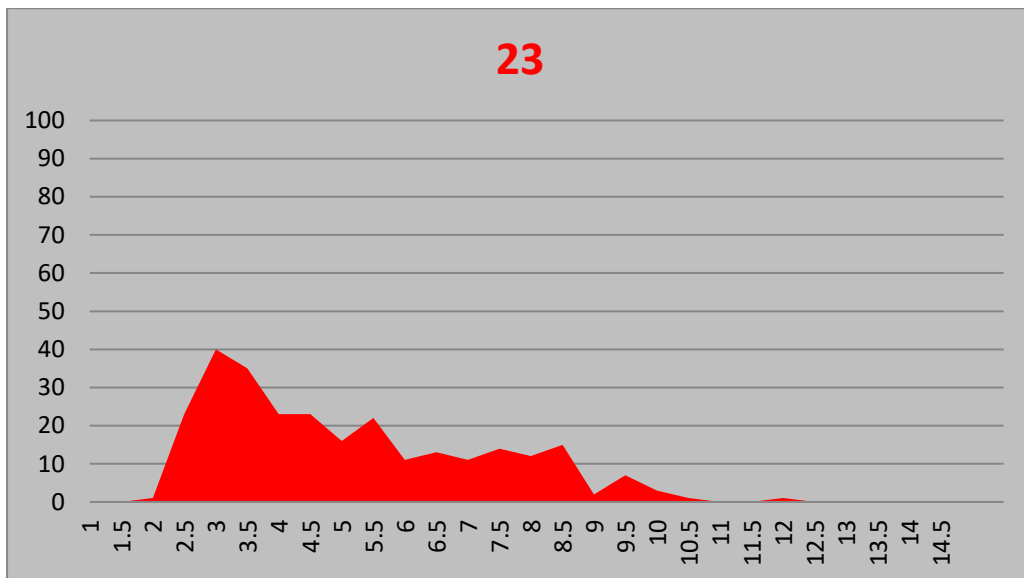
Γράφημα 9: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών του γαύρου στο σταθμό 21, ξεχωριστά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυονυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



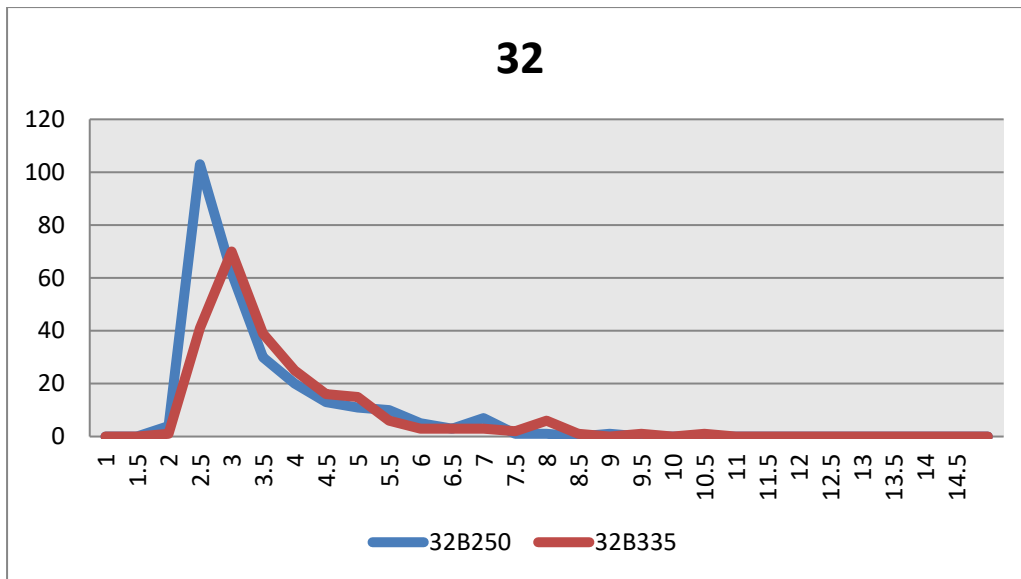
Γράφημα 10: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών του γαύρου στο σταθμό 21, συνολικά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυονυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



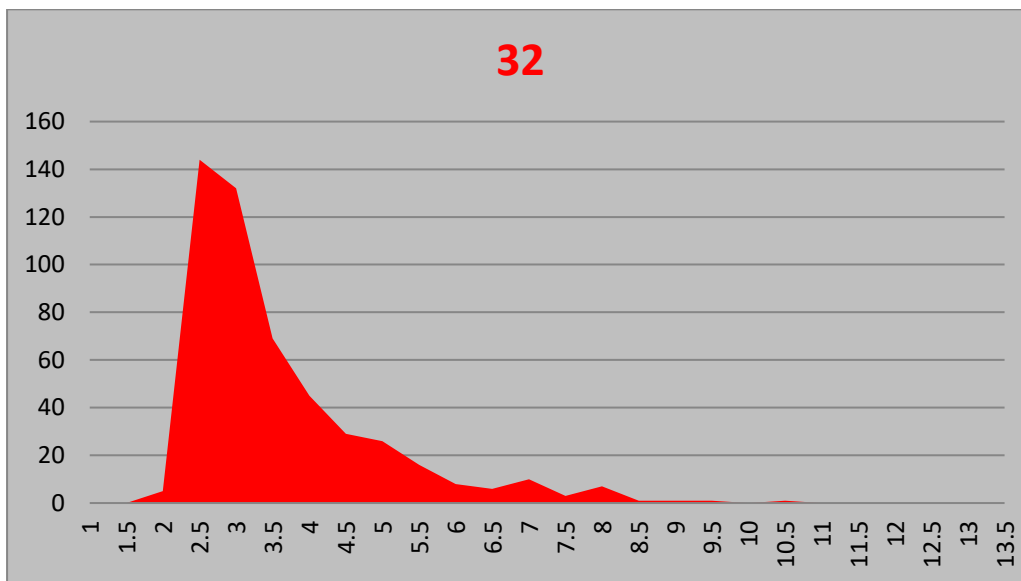
Γράφημα 11: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυοσυμφών του γαύρου στο σταθμό 23, ξεχωριστά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυοσυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



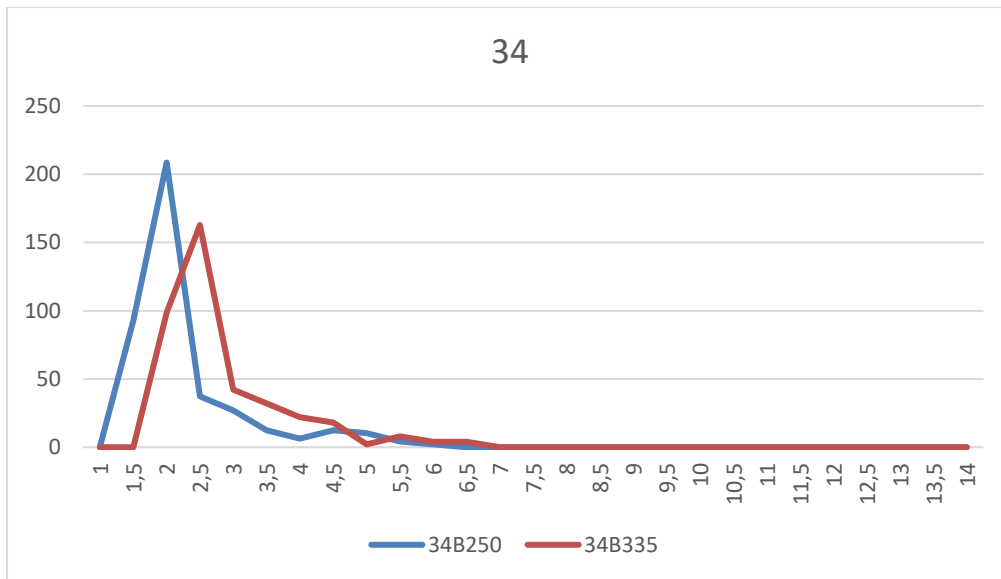
Γράφημα 12: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυοσυμφών του γαύρου στο σταθμό 23, συνολικά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυοσυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



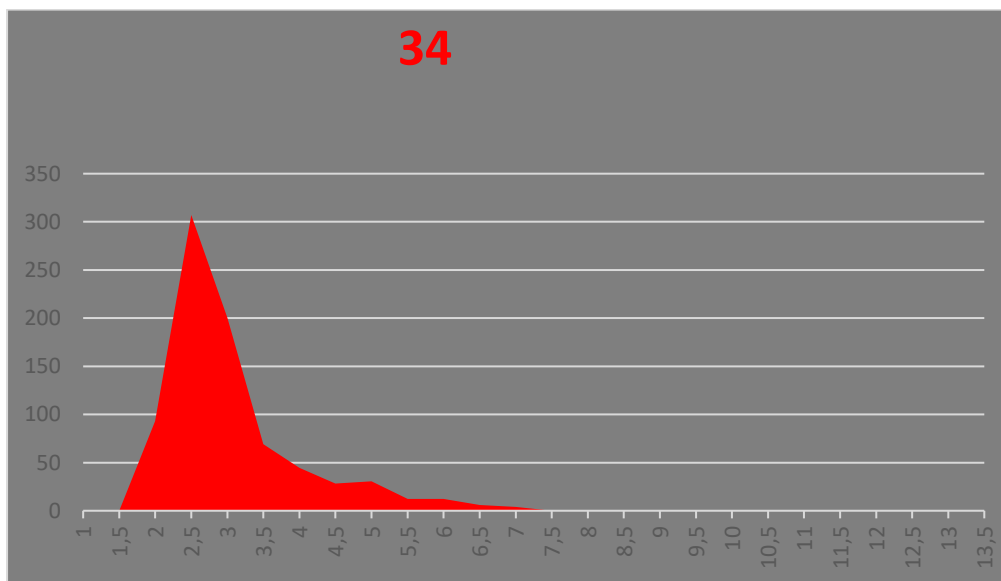
Γράφημα 13: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών του γαύρου στο σταθμό 32, ξεχωριστά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυονυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



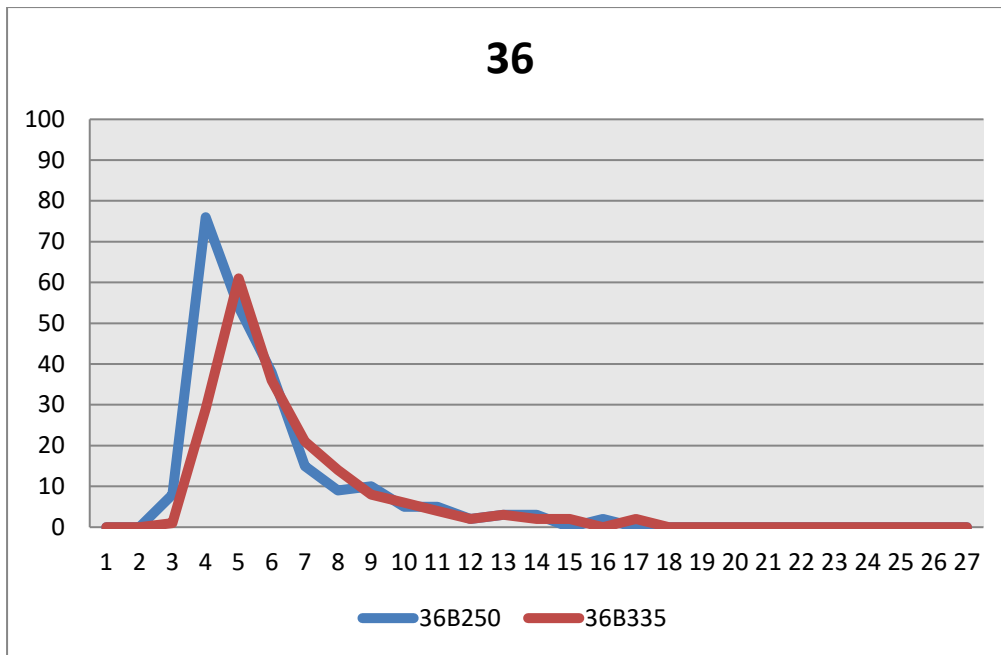
Γράφημα 14: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών του γαύρου στο σταθμό 32, συνολικά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυονυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



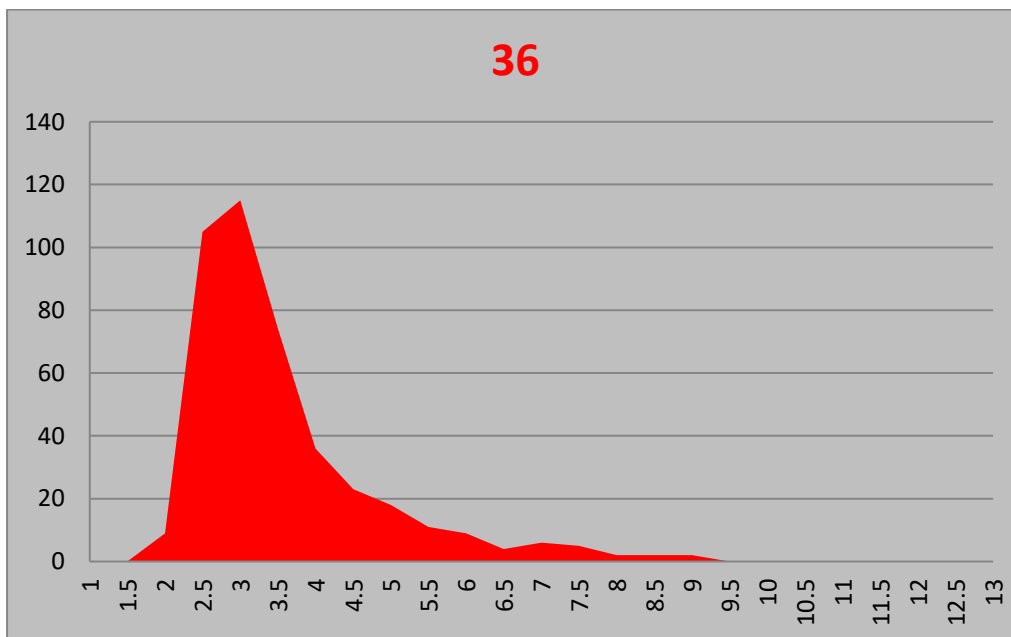
Γράφημα 15: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυοσυμφών του γαύρου στο σταθμό 34, ξεχωριστά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυοσυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



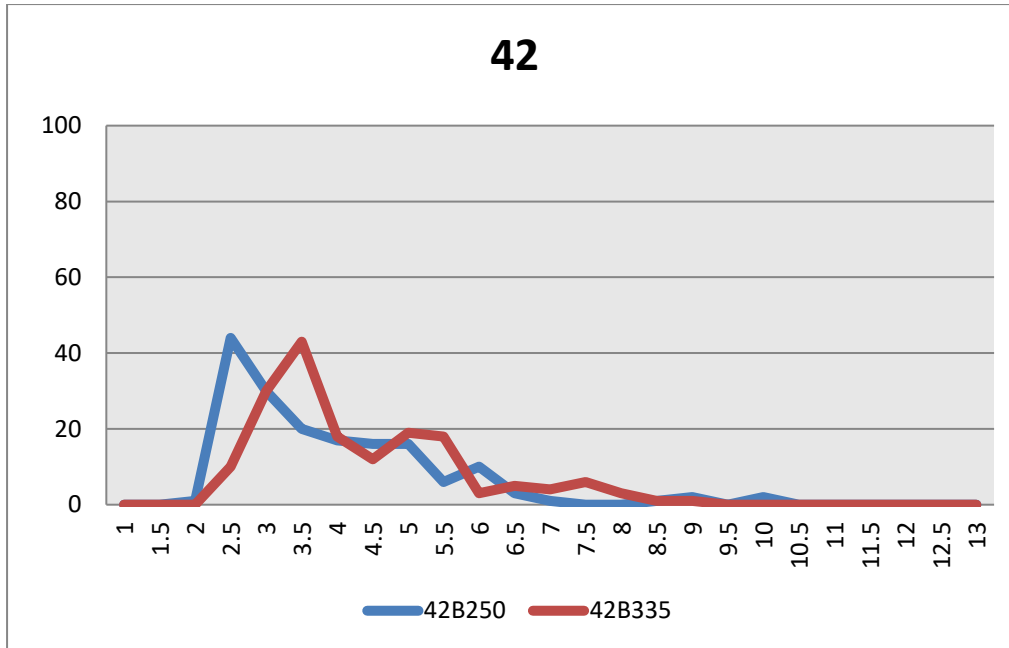
Γράφημα 16: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυοσυμφών του γαύρου στο σταθμό 34, συνολικά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυοσυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



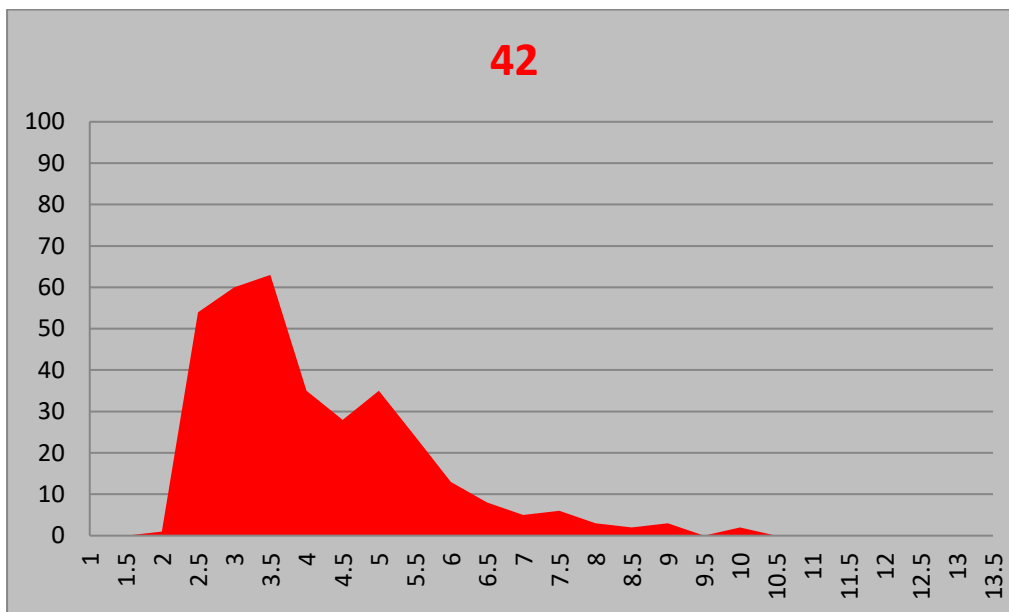
Γράφημα 17: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών του γαύρου στο σταθμό 36, ξεχωριστά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυονυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



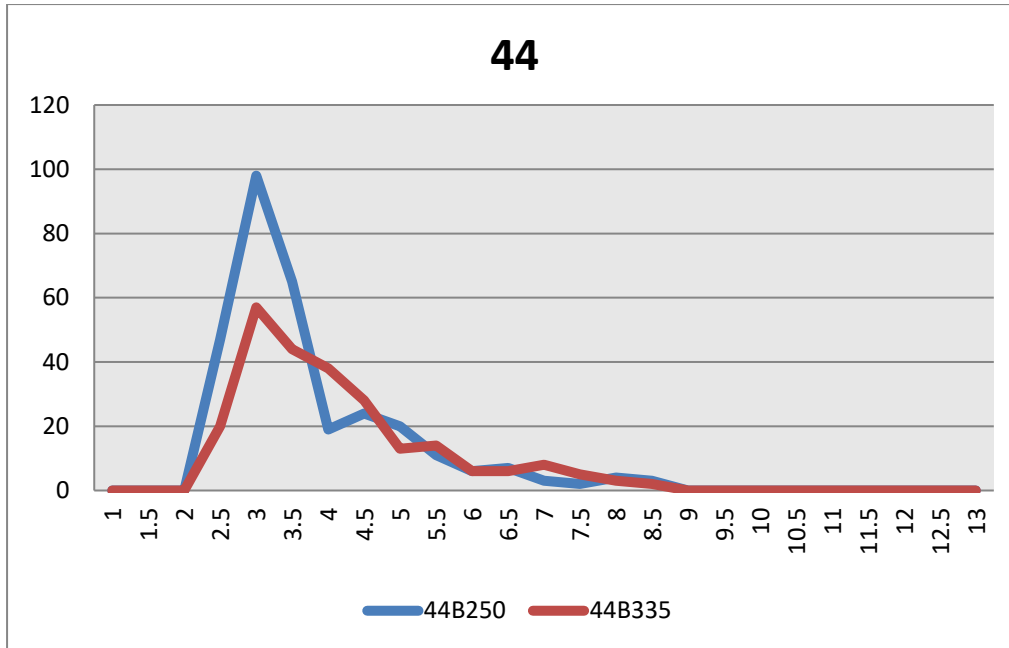
Γράφημα 18: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών του γαύρου στο σταθμό 36, συνολικά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυονυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



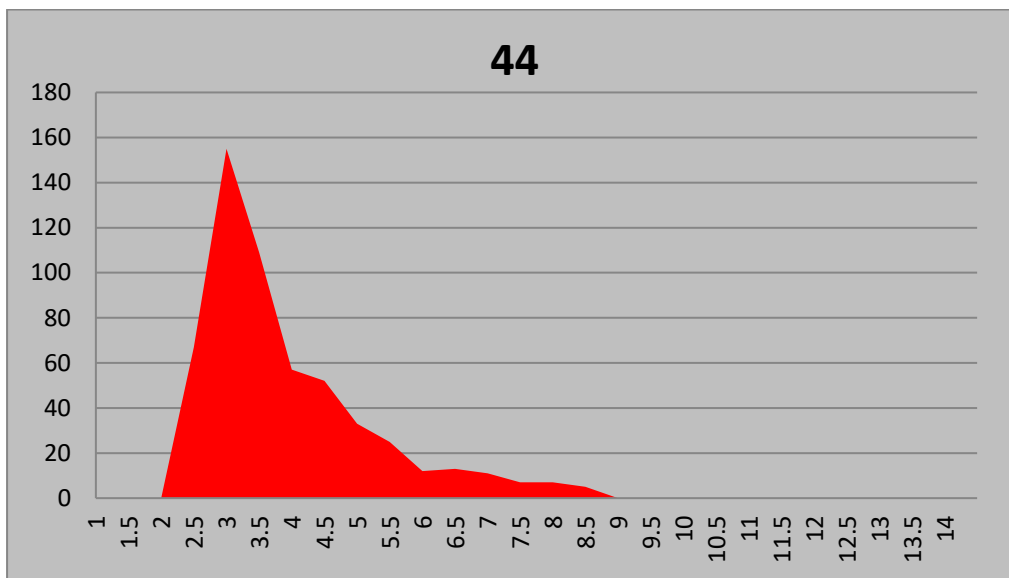
Γράφημα 19: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυοσυμφών του γαύρου στο σταθμό 42, ξεχωριστά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυοσυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



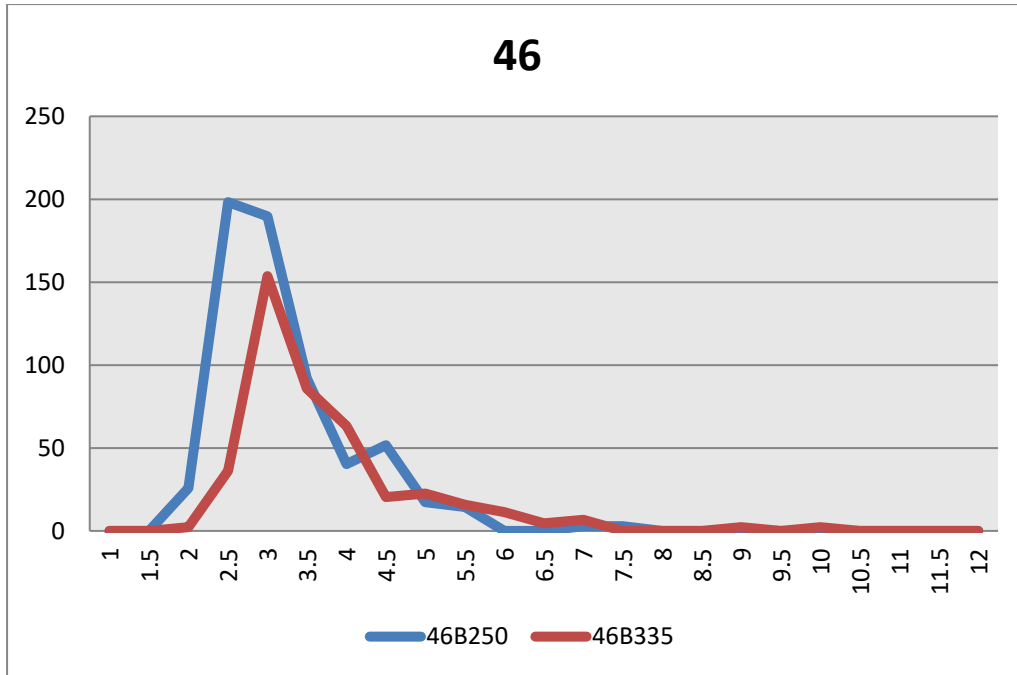
Γράφημα 20: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυοσυμφών του γαύρου στο σταθμό 42, συνολικά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυοσυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



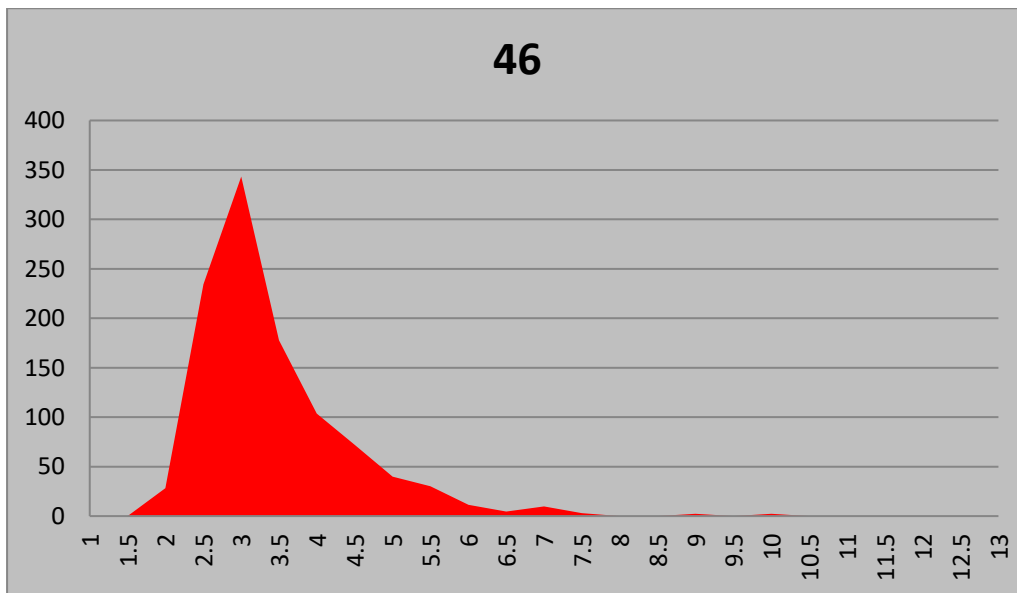
Γράφημα 21: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυοσυμφών του γαύρου στο σταθμό 44, ξεχωριστά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυοσυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



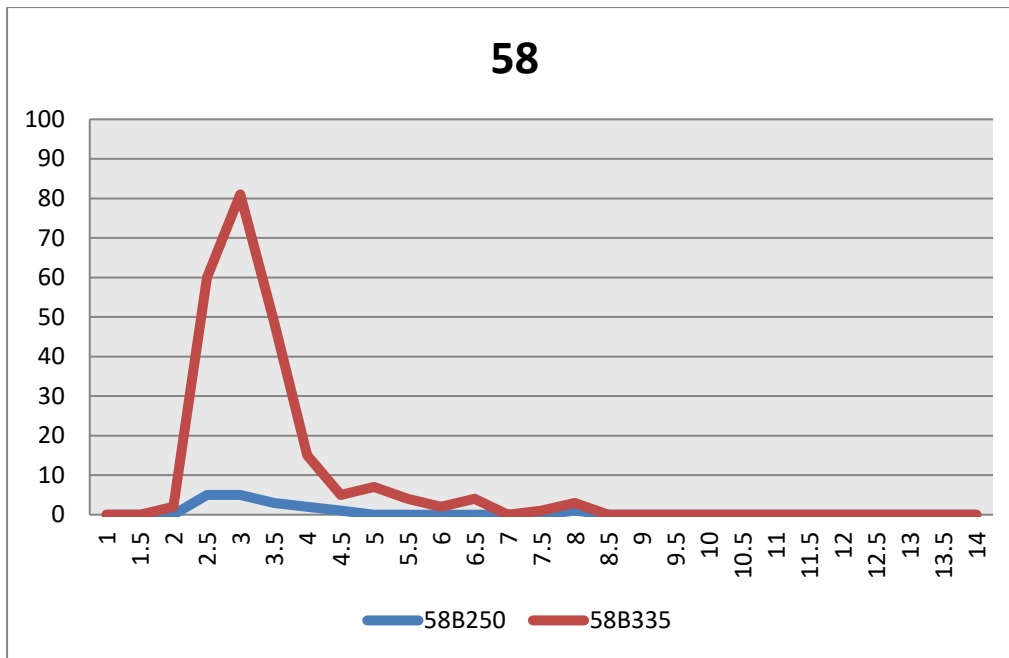
Γράφημα 22: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυοσυμφών του γαύρου στο σταθμό 44, συνολικά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυοσυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



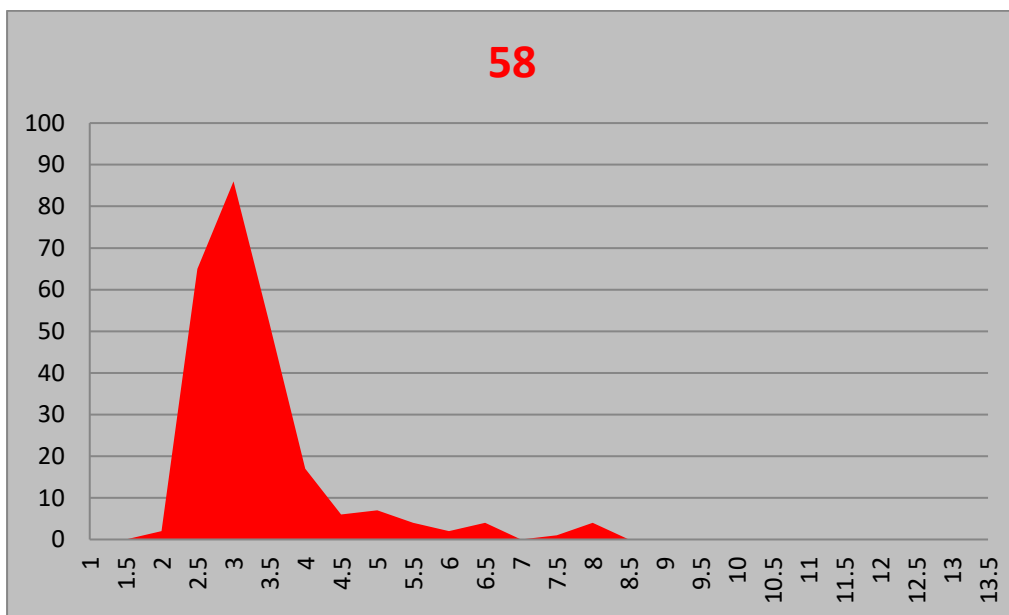
Γράφημα 23: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών του γαύρου στο σταθμό 46, ξεχωριστά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυονυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



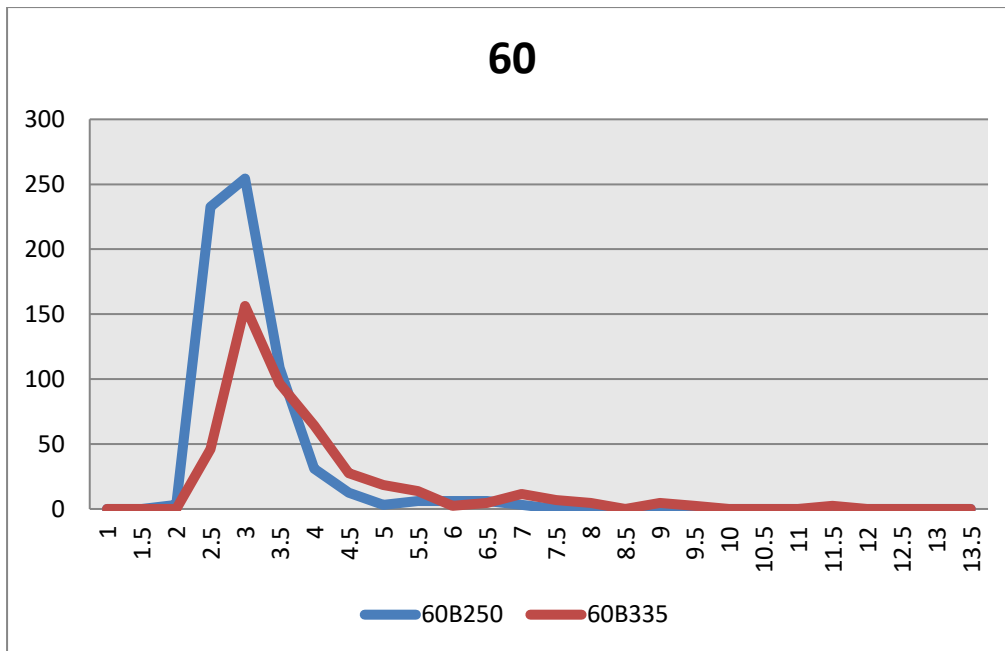
Γράφημα 24: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών του γαύρου στο σταθμό 46, συνολικά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυονυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



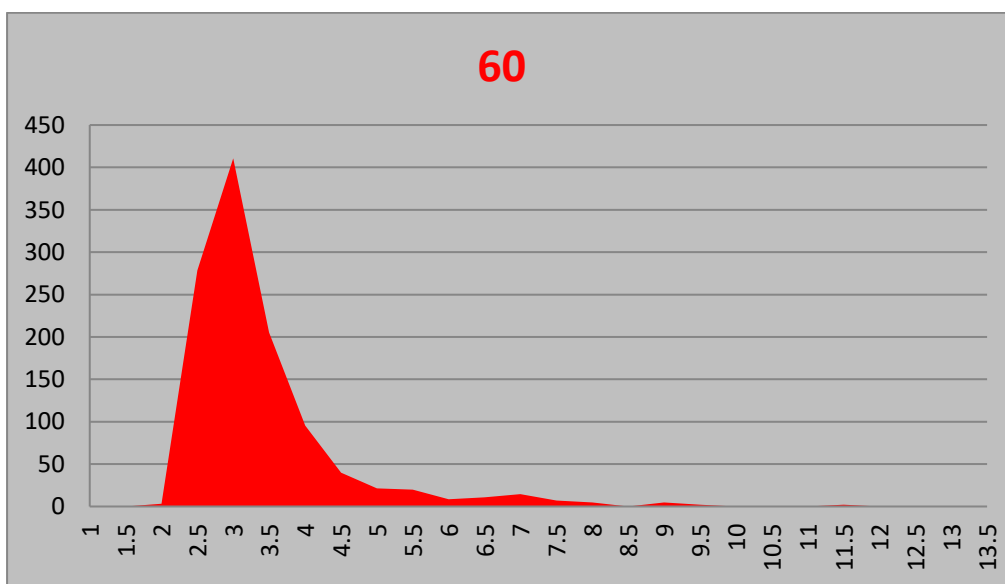
Γράφημα 25: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών του γαύρου στο σταθμό 58, ξεχωριστά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυονυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



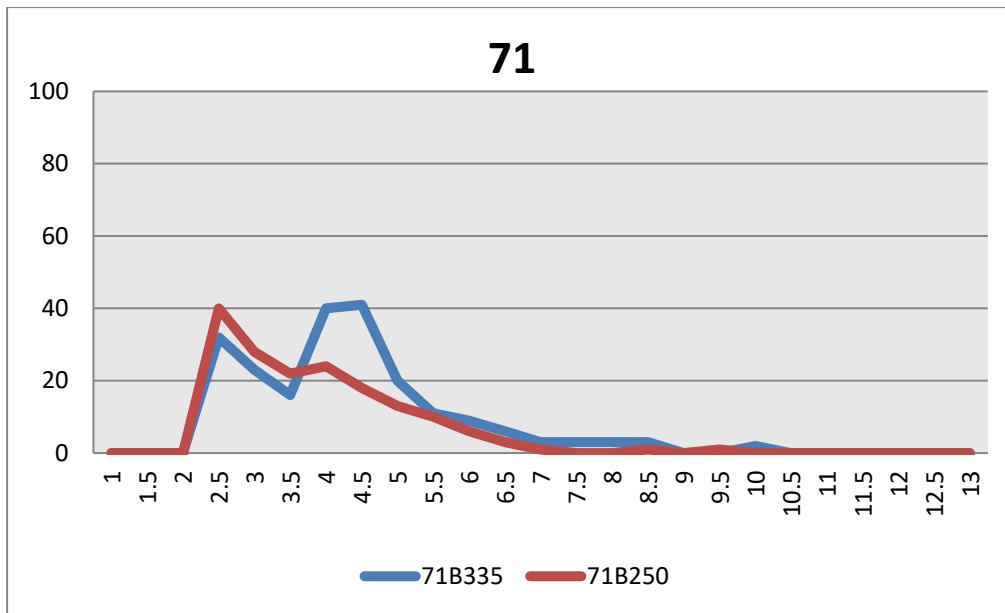
Γράφημα 26: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών του γαύρου στο σταθμό 58, συνολικά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυονυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



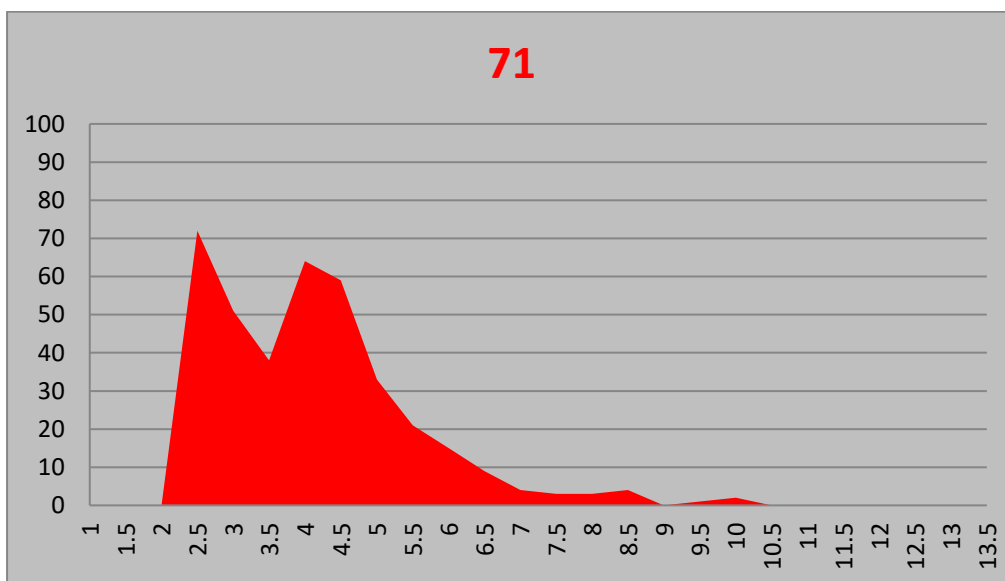
Γράφημα 27: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών του γαύρου στο σταθμό 60, ξεχωριστά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυονυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



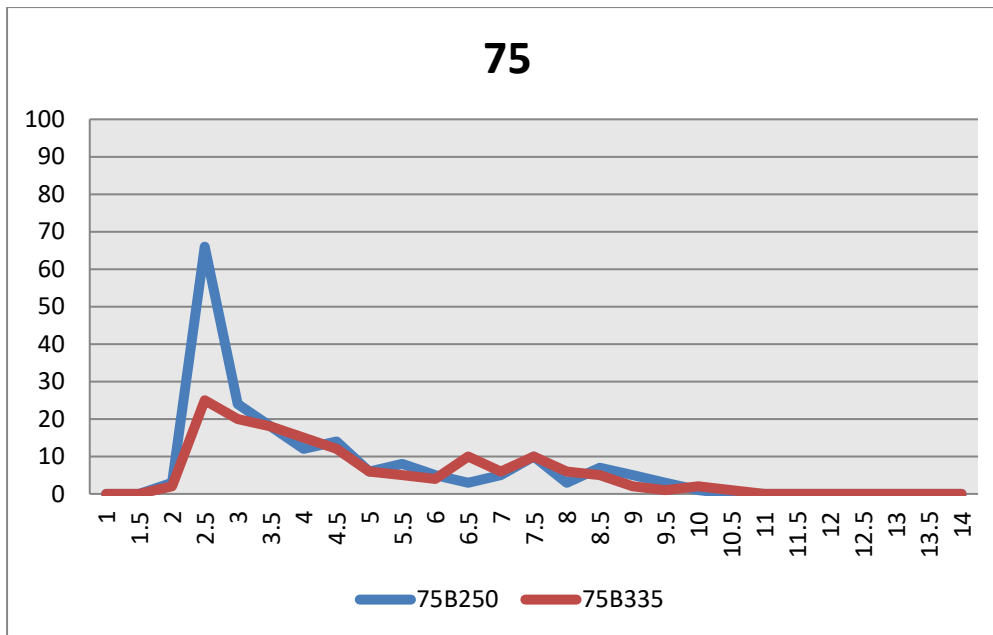
Γράφημα 28: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών του γαύρου στο σταθμό 60, συνολικά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυονυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



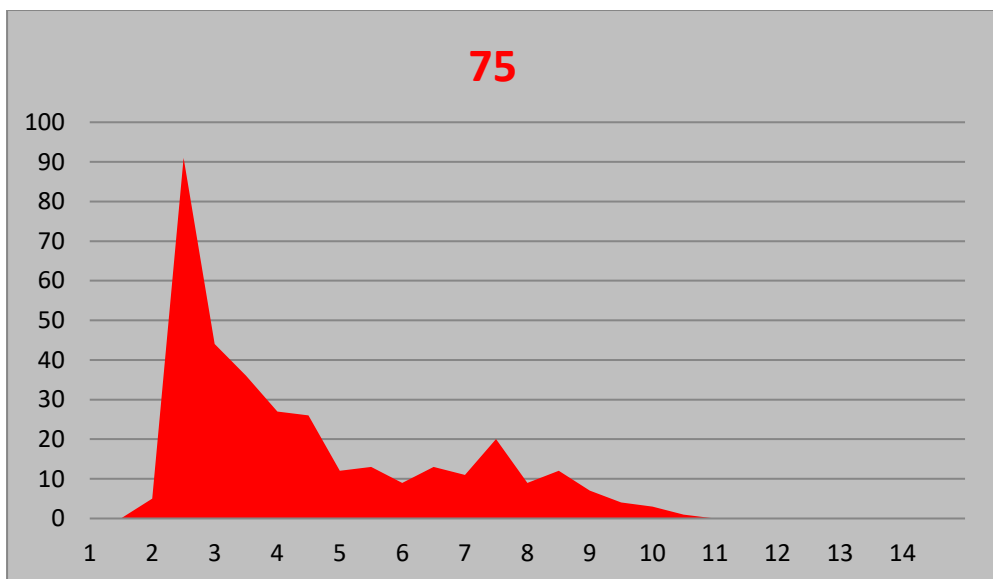
Γράφημα 31: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών του γαύρου στο σταθμό 71, ξεχωριστά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυονυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



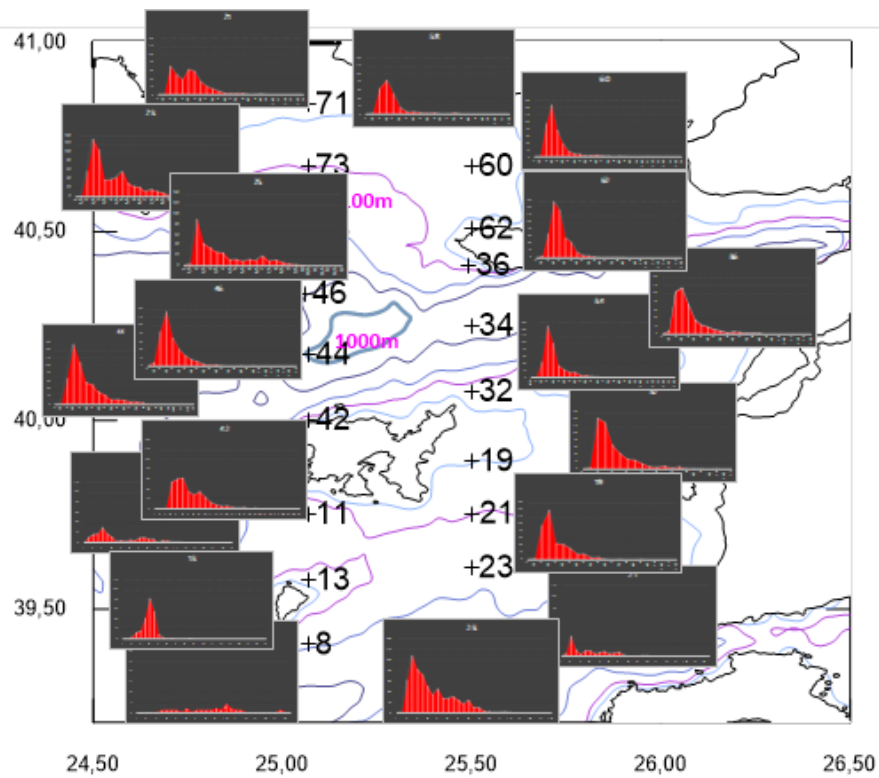
Γράφημα 32: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών του γαύρου στο σταθμό 71, συνολικά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυονυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



Γράφημα 35: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυοσυμφών του γαύρου στο σταθμό 75, ξεχωριστά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυοσυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



Γράφημα 36: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυοσυμφών του γαύρου στο σταθμό 75, συνολικά για τα δυο είδη ματιών του Bongo Net. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυοσυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).



Γράφημα 37: Προβολή της κατανομής των μηκών των ιχθυονυμφών του γαύρου σε όλους τους σταθμούς, με τα γραφήματα τοποθετημένα πάνω στο χάρτη δίπλα στους σταθμούς. Ο κατακόρυφος άξονας αντιστοιχεί στο πλήθος των ατόμων και ο οριζόντιος στο μήκος των ιχθυονυμφών (αύξηση του μήκους από τα αριστερά προς τα δεξιά).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ'

Εργασία για 17^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων στο Ηράκλειο Κρήτης.

Κατανομή ιχθυοπλαγκτού και συσχέτισή του με τους περιβαλλοντικούς παράγοντες στο βόρειο-ανατολικό Αιγαίο το καλοκαίρι του 2010

Χρυσούλα Ροκανά¹, Απόστολος Σιαπάτης², Περσεφόνη Μεγαλοφώνου¹, Στυλιανός Σωμαράκης²

¹Τομέας Ζωολογίας και Θαλάσσιας Βιολογίας, Τμήμα Βιολογίας, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών - xrystarokana@live.co.uk

²Ινστιτούτο Θαλάσσιων Βιολογικών Πόρων και Εσωτερικών Υδάτων, Ελληνικό Κέντρο Θαλασσιών Ερευνών, Αττική-

ABSTRACT

Chrysoula Rokana, Apostolos Siapatis, Persefoni Megalofonou, Stylianos Somarakis
Ichthyoplankton assemblages and correlation with environmental factors in the north-eastern Aegean Sea in summer 2010.

This study presents the ichthyoplankton assemblages of North Aegean Sea, and specifically the Thracian Sea during July 2010. The study is based on samples collected with a Bongo plankton net (0.250 and 0.335mm mesh sizes) and environmental data collected using a CTD sensor. The taxonomic composition of the area, in terms of eggs and larvae, is described as well as their distribution in space and the relation with the environmental factors of the area. Eggs and larvae of European anchovy (*Engraulis encrasicolus*), round sardinella (*Sardinella aurita*), *Scomber colias* and larvae of myctophids (*Ceratoscopelus maderensis* and *Hegophum benoiti*), other species like *Chromis chromis*, *Serranus Hepatus* and representatives of the family Gobiidae, were the most abundant taxa. Multivariate analysis of sampling sites defined a clear geographical distinction of ichthyoplankton stations in two groups (regions), which differed in ambient environmental parameters (depth, temperature, salinity and chlorophyll-a) as well as in species composition.

Keywords: Eastern Mediterranean, egg and larvae abundances, multivariate analysis.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η συμβολή των ιχθυοπλαγκτονικών ερευνών είναι μεγάλη στους τομείς της βιολογίας, οικολογίας και συστηματικής ταξινόμησης των ιχθύων καθώς και στο τομέα της αλιευτικής βιολογίας. Ερμηνεύοντας τη χωρική κατανομή του ιχθυοπλαγκτού και συσχετίζοντας τα με διάφορους αβιοτικούς και βιοτικούς παράγοντες μπορούμε να εξάγουμε σημαντικές πληροφορίες για τη βιολογία των πρώτων σταδίων ζωής διαφόρων ειδών καθώς και των περιβαλλοντολογικών συνθηκών μέσα στις οποίες αυτά ζουν και αναπαράγονται (Heath 1992). Περιοχή μελέτης είναι το βόρειο-ανατολικό Αιγαίο, που αποτελεί τμήμα του Αιγαίου Πελάγους, μεταξύ της Ελληνικής χερσονήσου και της Τουρκικής ακτογραμμής, χαρακτηριζόμενο από εξαιρετικά σύνθετες βαθυμετρικές και υδροδυναμικές συνθήκες. Αποτελεί μία από τις πιο παραγωγικές περιοχές των Ελληνικών θαλασσών (Stergiou 1997).

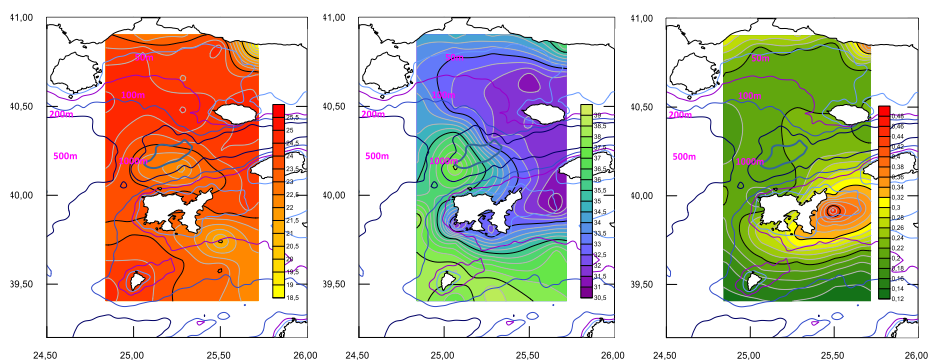
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το υλικό της μελέτης προέκυψε από ένα δίκτυο 18 σταθμών δειγματοληψίας που πραγματοποιήθηκαν με το Ε/Σ ΦΙΛΙΑ στο ΒΑ Αιγαίο μεταξύ 5 και 14 Ιουλίου 2010, στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος REPROdUCE. Ο δειγματολήπτης που χρησιμοποιήθηκε ήταν τύπου Bongo που αποτελείται από δύο στεφάνια διαμέτρου 60cm το καθένα και πλαγκτονικά δίχτυα με μάτι διχτυού διαμέτρου 250 και 335μm. Πραγματοποιήθηκαν διαγώνιες σύρσεις, σε βάθος που κυμαινόταν από την επιφάνεια έως και τα 200m ή λίγο πάνω από τον πυθμένα στους ρηχότερους σταθμούς. Η ταχύτητα του πλοίου αντιστοιχούσε περίπου σε 2-2,5 κόμβους. Παράλληλα πραγματοποιήθηκε λήψη κατακόρυφων διατομών υδρογραφικών παραμέτρων (θερμοκρασία, αλατότητα) με τη χρήση CTD Seabird-25 σε όλους τους σταθμούς.

Στο εργαστήριο έγινε διαλογή των αυγών και των ιχθυονυμφών που συλλέχθηκε και από τα δυο δίχτυα. Η αναγνώριση των αυγών και των ιχθυονυμφών πραγματοποιήθηκε στο χαμηλότερο δυνατό ταξινομικό επίπεδο. Ακολούθησε υπολογισμός της σχετικής αφθονίας των αυγών και ιχθυονυμφών (άτομα/ 10m²) που συλλέχθηκαν από τα δείγματα. Για τη διερεύνηση της χωρικής ετερογένειας στη σύνθεση της βιοκοινότητας του ιχθυοπλαγκτού εφαρμόστηκαν πολυμεταβλητές μέθοδοι όπως η μη μετρική πολυδιάστατη διαβάθμιση (Non Metric Multi-dimensional Scaling, NMDS) με χρήση του λογισμικού PRIMER-Εν6 (Clarke & Gorley 2006). Οι αναλύσεις έγιναν με βάση ενός πίνακα 18 σταθμών και του αθροίσματος των σχετικών αφθονιών 70 taxa αυγών και ιχθυονυμφών από τα δύο δίχτυα. Οι τιμές αφθονίας των taxa που χρησιμοποιήθηκαν μετασχηματίστηκαν σε λογαριθμικές [log (x+1)] προκειμένου να αποφευχθεί η επίδραση των πιο άφθονων taxa. Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν βάση πίνακα ομοιοτήτων Bray-Curtis. Τέλος, δημιουργήθηκαν χάρτες απεικόνισης των περιβαλλοντικών παραμέτρων που συλλέχθηκαν με χρήση CTD και από ιστοσελίδα της NASA (Oceancolor Web, NASA's online Distributed Active Archive Center) και χάρτες οριζόντιας κατανομής αυγών και ιχθυονυμφών με το λογισμικό SURFER 16.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην Εικόνα 1 δίνονται οι χάρτες κατανομής της επιφανειακής θερμοκρασίας, αλατότητας και χλωροφύλλης-α. Οι τιμές επιφανειακής θερμοκρασίας κυμαίνονται μεταξύ 18,5°C και 25,5°C (μέσος όρος 22,5°C). Στους περισσότερους σταθμούς οι τιμές της θερμοκρασίας είναι σχετικά υψηλές. Οι τιμές της επιφανειακής αλατότητας κυμαίνονται από 30,5 έως 39 (μέση τιμή 35). Τέλος, δίνονται οι τιμές χλωροφύλλης-α όπως μετρήθηκαν από δορυφόρο, που κυμαίνονται από 0,12mg C/m² έως 0,48mg C/m² (μέση τιμή 0,32mg C/m²). Και από τους τρεις χάρτες παρατηρούμε ότι η περιοχή χαρακτηρίζεται από την μετακίνηση των πλούσιων και χαμηλής αλατότητας νερών της Μαύρης Θάλασσας μεταξύ Λήμνου και Ίμβρου προς το πλατό της Σαμοθράκης. Αντίστοιχη κυκλοφορία έχει περιγραφεί και από τους Somarakis *et al* (2002).



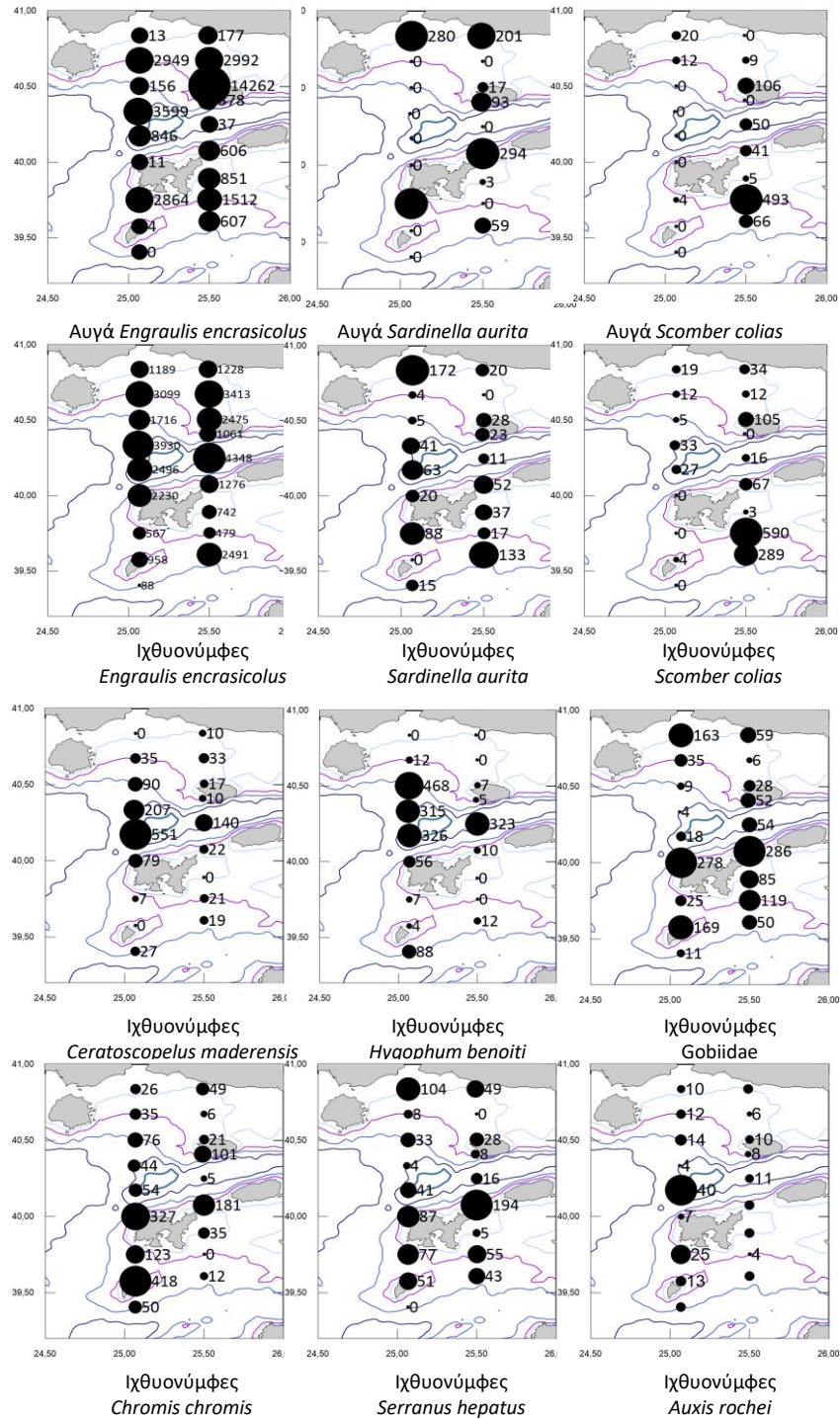
Εικόνα 1: Χάρτες κατανομής της επιφανειακής θερμοκρασίας (αριστερά), αλατότητας (κέντρο) και χλωροφύλλης-α (δεξιά) στην περιοχή μελέτης.

Figure 1: Maps of sea surface temperature (left), salinity (center) and chlorophyll-a(right)of the study area.

Συνολικά αναγνωρίστηκαν 59 taxa αυγών και ιχθυονυμφών. Ταυτοποιήθηκαν 13 taxa αυγών που ανήκουν σε 13 οικογένειες και 56 taxa ιχθυονυμφών που ανήκουν σε 34 οικογένειες. Τα είδη αυγών με τις μεγαλύτερες αφθονίες που αναγνωρίστηκαν και καταμετρήθηκαν, ήταν των *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus 1758, Γαύρος) *Scomber colias* (Gmelin 1789, Κολιός) και *Sardinella aurita* (Valenciennes 1847, Φρίσσα). Τα μικρά πελαγικά *E. encrasicolus* και *S. aurita* αποτέλεσαν τα είδη ιχθυονυμφών με τις μεγαλύτερες αφθονίες και ακολούθησαν τα μεσοπελαγικά είδη *Ceratoscopelus maderensis* (Lowe 1839, Φανόψαρο της Μαδέρας) και *Hygophum benoiti* (Cocco 1838, Φανόψαρο του Μπενουά). Εντοπίστηκαν επίσης με μικρότερη αφθονία τα παράκτια *Chromis chromis* (Linnaeus 1758, Καλογρίτσα) και Gobiidae, τα πελαγικά *S. colias* και το βενθικό *Serranus hepatus* (Linnaeus 1758, Καψομούλα).

Κυρίαρχο είδος αποτελεί ο γαύρος τόσο σε αυγά όσο και σε ιχθυονύμφες σχεδόν σε όλους τους σταθμούς (Εικόνα 2). Τα αυγά του είδους παρουσιάζουν μεγάλες αφθονίες κυρίως στην περιοχή του Θρακικού Πελάγους, ενώ οι ιχθυονύμφες εμφανίζουν ευρεία εξάπλωση. Στην περιοχή παρατηρήθηκαν επίσης αυγά και ιχθυονύμφες φρίσσας και κολιού (Εικόνα 2) και εμφανίζουν τα πεδία

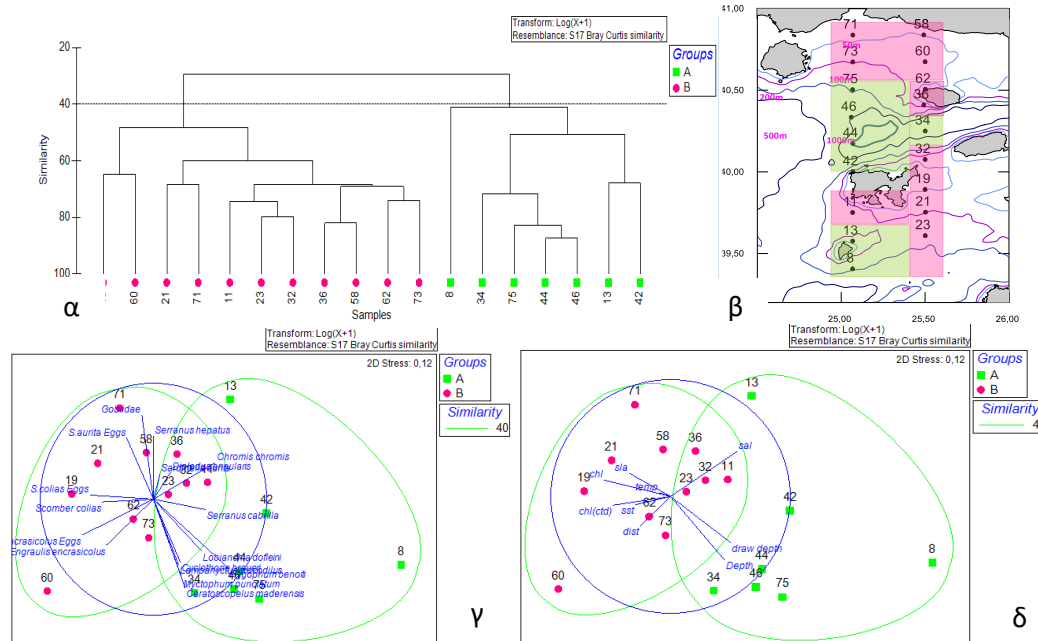
ωοτοκίας τους κοντά στην παράκτια ζώνη και σε περιοχές με έντονο εμπλουτισμό σε θρεπτικά (εκβολές ποταμών, είσοδος νερών της Μαύρης Θάλασσας από τα Στενά των Δαρδανελίων). Ιχθυονύμφες της οικογένειας Mγcτοrhidae με κυρίαρχα τα είδη *H. benoitii* και *C. maderensis*, εμφανίστηκαν ως επί το πλείστον κυρίως στην περιοχή της Τάφρου, βορειοδυτικά δηλαδή της Λήμνου. Συλλέχθηκαν επίσης ιχθυονύμφες παράκτιων ειδών όπως τα *C. chromis*, Gobiidae και *S. hepatus* (Εικόνα 2) με τις μεγαλύτερες αφθονίες να παρατηρούνται σε παράκτιες περιοχές καθώς και στις ακτές της Λήμνου.



Εικόνα 3: Οριζόντια κατανομή των αυγών και ιχθυονυμφών (αρ. ατ./ 10m²) των αφθονότερων taxa.

Figure 3: Horizontal distribution of the eggs and larvae (ind./ 10m²) of the most abundant taxa.

Μετά από ανάλυση ιεραρχικής προσθετικής ομαδοποίησης παρατηρήθηκαν δυο ξεκάθαρες γεωγραφικές ομάδες σταθμών (Εικόνα 4α,β). Πάνω στη μη μετρική πολυδιάστατη διαβάθμιση έγινε προβολή τόσο των αφθονότερων taxa όσο και των περιβαλλοντικών δεδομένων σε μορφή διανυσμάτων με τη μέθοδο συσχέτισης Pearson. Σύμφωνα με τα διαγράμματα (Εικόνα 4γ) η ομάδα Α αποτελείται κυρίως από βαθύβια είδη ψαριών της οικογένειας Μυγτοphidae. Στην ομάδα Β παρατηρούνται κυρίως παράκτια είδη και μικρά πελαγικά. Επίσης η ομάδα Α χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερα βάθη και υψηλότερες τιμές αλατότητας, ενώ η ομάδα Β χαρακτηρίζεται από σταθμούς στους οποίους μετρήθηκαν υψηλές τιμές θερμοκρασίας και χλωροφύλλης-α (Εικόνα δ).



Εικόνα 4: Απεικόνιση των δυο ομάδων (Α και Β) που σχηματίστηκαν: α) με Ανάλυση Ιεραρχικής Προσθετικής Ομαδοποίησης και β) σε χάρτη με τη βαθυμετρία της περιοχής. Μη Μετρική Πολυδιάστατη Διαβάθμιση των σταθμών δειγματοληψίας με: γ) τα αφθονότερα taxa ως διανύσματα και δ) τα περιβαλλοντικά δεδομένα ως διανύσματα.

Figure 4: Display of the groups (A and B): a) with Hierarchical Agglomerative Clustering and b) in a map of the area. Non Metric Multi dimensional Scaling of the stations with: c) the most abundant taxa as vectors and d) the environmental factors as vectors.

Παρόμοια διάκριση έχει αναφερθεί από τους Somarakis *et al* (2002) για το Β.Α. Αιγαίο όπου το πρότυπο κατανομής και δομής των ιχθυονομφικών συναθροίσεων βρέθηκε έντονα σχετιζόμενο με το βάθος. Εξαιτίας ωστόσο της ρευστότητας του θαλάσσιου περιβάλλοντος και της ποικιλομορφίας των περιβαλλοντικών παραγόντων, οι κατανομές ειδών που ανήκουν σε διαφορετικές συναθροίσεις είναι δυνατόν να επικαλύπτονται, εμφανίζοντας ωστόσο σαφή διαφοροποίηση όσον αφορά τη σχετική τους αφθονία, αποτελέσματα που επιβεβαιώνονται και από τους Isari *et al* (2008).

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Heath MP(1992). Field Investigations of the Early-Life Stages of Marine Fish. Advances in Marine Biology pg: 1-174.

Isari S, Fragopoulou N, Somarakis S. (2008). Interrannual variability in horizontal patterns of larval fish assemblages in the northeastern Aegean Sea (eastern Mediterranean) during early summer. Estuarine, Coastal&ShelfScience, 79 (4): 607-619.

Somarakis S, Drakopoulos P, Filippou V. (2002). Distribution and abundance of larval fishes in the northern Aegean Sea –eastern Mediterranean- in relation to early summer oceanographic conditions. Journal of Plankton Research 24: 339-357.

Stergiou KI, Christou ED, Georgopoulos D, Zenetos A, Souvermezoglou E. (1997). The Hellenic Seas: physics, chemistry, biology and fisheries. Oceanography and Marine Biology: an Ann. Rev. 35, 415–538.

ICHTHYOPLANKTON ASSEMBLAGES AND CORRELATION WITH ENVIRONMENTAL FACTORS IN THE NORTH-EASTERN AEGEAN SEA IN SUMMER 2010

Rokana Chrysoula^{1*}, Siapatis Apostolos², Megalofonou Persefoni¹

¹Department of Zoology and Marine Biology, National and Kapodistrian University of Athens -xrystarokana@live.co.uk

²Hellenic Center of Marine Research

Abstract

This study presents the ichthyoplankton assemblages of North Aegean Sea, and specifically the Thracian Sea during July 2010. Classification of stations into groups established two distinct groups of regions, which differed in ambient environmental parameters (depth, temperature, salinity and chlorophyll-a) as well as species composition.

Keywords: *Thracian Sea, eggs, larvae, multivariate analysis*

Introduction. The contribution of Ichthyoplankton research is great in the fields of biology, ecology and systematic classification of fish and in the field of fishery biology [1]. Interpreting the spatial distribution of ichthyoplankton and associating it with various abiotic and biotic factors, can be extracted important information about the biology of the first stages of life of various species as well as the environmental conditions in which the adult populations live and reproduce. The various environmental factors (such as temperature, salinity, currents, etc.) affect the presence, distribution and abundance of eggs and fish larvae.

Materials and Methods. A grid of 18 stations (Fig. 1) was sampled from 5 to 14 July 2010, with a double bongo-net (0.250 and 0.335 mm meshed nets) towed obliquely from just above the sea bottom to the surface (maximum to 200 m). Hydrographic profiles were collected using a CTD device on a denser grid of 82 stations. The eggs and larvae of both nets were sorted and identified into taxa (family, genus and species if possible) and their abundance expressed as individuals per 10 m filtered water. nMDS plots of a Bray-Curtis similarity matrix were produced taking into account the most abundant taxa (taxa with only one occurrence at all 18 stations were excluded). Data were transformed [$\log(x+1)$] to enhance the contribution considering only the most abundant taxa.

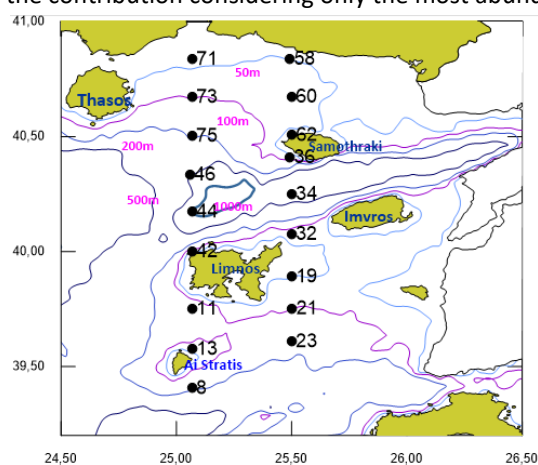


Fig. 1. Map of the study area showing the location of sampling stations

Results and discussion. A total of 59 taxa belonging to 37 families were identified. Eggs were dominated by small pelagic *Engraulis encrasicolus* (84%), *Sardinella aurita* (2.5%) and *Scomber colias* (2.13%). The most abundant larvae were the small pelagic *E. encrasicolus* (72.8%) followed by *Hygophum*

benoiti(3.52%), *Chromis chromis*(3.37%), Gobiidae (3.13%), *Ceratoscopelus maderensis* (2.73%), *S.colias* (2.62%), *Serranus hepatus* (1.73%) and *S.aurita*(1,57%). Using nMDS analysis, two different groups of stations were classified. The first group (B) contains coastal species like *S. hepatus* and Gobiidae and the eggs and larvae of small and middle pelagic like *E. encrasicolus*, *S.aurita* and *S.colias*. The second group(A) contains mostly mesopelagic species belonging mainly in the Myctophidae family(Fig2a). Of the environmental factors investigated, depth, salinity, temperature and chlorophyll-a were the most useful predictors of larval distribution in the area of north-eastern Aegean. Environmental factors and major contributor species are plotted as correlated vectors. Group A is characterized by low values of temperature and chlorophyll-a, higher values of salinity and higher depths, whereas group B is mostly combined with higher values of chlorophyll-a and temperature, and lower values of salinity (Fig2b). Similar studies about the correlation of fish larvae assemblages with the environmental factors were also observed in the same region by other authors [2].

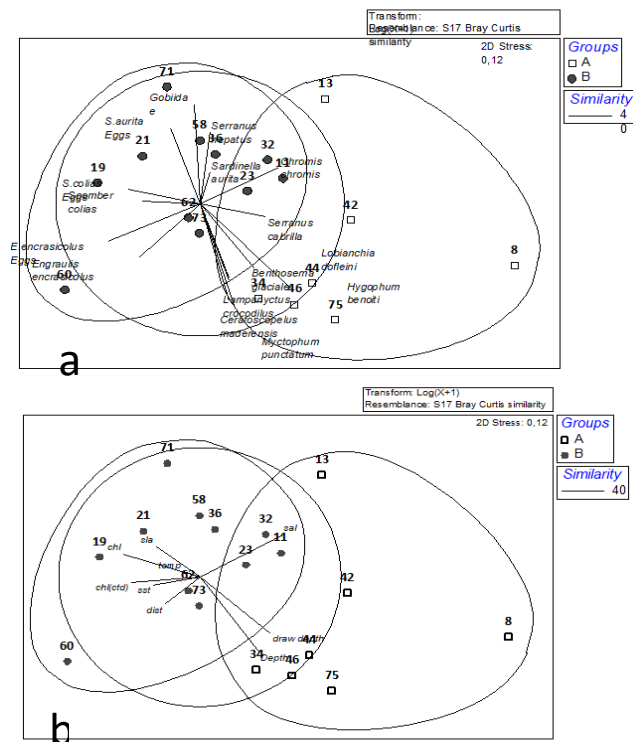


Fig 2. Non Metric Multi-dimensional Scaling, nMDS with: **a)** most abundant taxa as vectors, and **b)** environmental factors as vectors: [sal (salinity, ctd), sst (sea surface temperature, satellite), temp (temperature, ctd) sla (sea level anomaly, satellite), chl – ctd (chlorophyll-a, ctd), chl (chlorophyll-a, satellite), dist (distance from the coast), draw depth (depth of howl), Depth (depth of station)].

References

- 1 - Siapatis & A. Chilari, (2016) Database of ichthyoplankton from the Greek Seas. 7th Symposium on Oceanography and Fisheries
- 2 – Danelli M., Siapatis A, Somarakis S, Giannoulaki M., Machias A. (2013) The Effect Of Environmental Factors on the Ichthyoplakton Assemblages in the North Aegean in Summer 2008. Rapp. Comm. int. Mer Médit., 40, p. 734