

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ «ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ»

ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΚΑΛΛΙΑΝΙΩΤΗΣ

«ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΕΙΣ ΙΧΘΥΟΠΛΑΓΚΤΟΥ ΣΤΗΝ  
ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΘΡΑΚΙΚΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ»



11 mm



19.8 mm

ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ 2008



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 7494/1  
Ημερ. Εισ.: 10-09-2009  
Δωρεά:  
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ  
592.177 6  
ΚΑΛ

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<u>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</u> .....	2
<u>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</u> .....	3
<u>SUMMARY</u> .....	4
<u>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u> .....	5
<u>2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ</u> .....	10
2.1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΙΧΘΥΟΝΥΜΦΩΝ .....	10
2.1.1. <i>Engraulis encrasicolus</i> (Linneus, 1758).....	14
2.1.2. <i>Sparus aurata</i> Linneus, 1758 .....	15
2.1.3. <i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792) .....	15
2.1.4. <i>Dicentrarchus labrax</i> Linneus, 1758 .....	16
2.1.5. <i>Arnoglossus laterna</i> (Walbaum, 1792).....	19
2.2. Δειγματοληψία.....	21
2.3. Οικολογικοί δείκτες .....	24
<u>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</u> .....	26
<u>4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ</u> .....	40
<u>5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u> .....	45

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μελέτη αφορά την επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων που αφορούν τις συναθροίσεις ιχθυοπλαγκτού στο Θρακικό Πέλαγος (Βόρειο Αιγαίο). Τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη είχαν συγκεντρωθεί σε δειγματοληψίες που έγιναν στο Θρακικό πέλαγος τον Μάιο, Ιούλιο, Σεπτέμβριο και Νοέμβριο του 2003 και τους ίδιους μήνες του 2004 κατά την διάρκεια του προγράμματος ANREC που αφορούσε μόνο το γαύρο (Διερεύνηση των φυσικών και βιολογικών διεργασιών που επηρεάζουν τα στάδια της νεοσυλλογής και μετά-νεοσυλλογής του γαύρου).

Η επεξεργασία των δειγμάτων έγινε στο Ινστιτούτο Αλιευτικής Έρευνας (ΕΘΙΑΓΕ-ΙΝΑΛΕ) από τον Δεκέμβριο 2007 έως τον Ιούλιο 2008. Ευχαριστώ πολύ το ΕΘΙΑΓΕ-ΙΝΑΛΕ Νέας Περάμου για την παραχώρηση των δειγμάτων, τον Καθηγητή Ιωάννη Πάσχο για την βοήθεια που μου παρείχε σε όλα τα στάδια της παρούσας μελέτης και τέλος τον Δρ. Μάνο Κουτράκη για την εποικοδομητική κριτική του χειρογράφου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το βόρειο Αιγαίο είναι μια περιοχή η οποία επηρεάζεται έντονα από τα ρεύματα της Μαύρης Θάλασσας τα οποία αυξάνουν την παραγωγή σε θρεπτικά συστατικά καθώς και την πολυπλοκότητα των υδρογραφικών δεδομένων της περιοχής. Η παρούσα μελέτη αφορά τις συναθροίσεις ιχθυοπλαγκτού στο Θρακικό πέλαγος, το οποίο αποτελεί μέρος του Β. Αιγαίου. Η περιοχή είναι γνωστή για τους πλούσιους αλιευτικούς πόρους και την μεγάλη έκταση των αλιευτικών πεδίων. Οι δειγματοληψίες έγιναν στο Θρακικό πέλαγος τον Μάιο, Ιούλιο, Σεπτέμβριο και Νοέμβριο του 2003 και τους ίδιους μήνες του 2004 από το ΕΘΙΑΓΕ-ΙΝΑΛΕ με σκοπό τη συλλογή δειγμάτων γούρου. Τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης συλλέχθηκαν από 12 συνολικά σταθμούς στην περιοχή μεταξύ των εκβολών των ποταμών Νέστου και Έβρου, και σε βάθη μικρότερα των 50 m.

Η επεξεργασία και ανάλυση των δειγμάτων έγινε από τον Δεκέμβριο 2007 έως τον Ιούλιο 2008. Στα παραπάνω δείγματα βρέθηκαν περίπου 50.000 ιχθυονύμφες, όπου αναγνωρίστηκαν συνολικά 57 είδη ιχθύων ενώ δυο ιχθυονύμφες αναγνωρίστηκαν μόνο σε επίπεδο οικογένειας. Τα ενήλικα άτομα πολλών από τις ιχθυονύμφες που εξετάστηκαν είναι είδη με μεγάλη εμπορική αξία, αν και παρουσιάζουν περιοδικές αυξομειώσεις στην αφθονία τους. Οι συναθροίσεις των ειδών έδωσαν αποτελέσματα που μπορούν να συσχετιστούν με τα εποχικά χαρακτηριστικά των ειδών αυτών. Σαν γενικό συμπέρασμα μπορεί να ειπωθεί ότι οι αλλαγές των εποχών του χρόνου παίζουν τον κύριο ρόλο στον καθορισμό της αφθονίας και των συναθροίσεων των ειδών της παράκτιας περιοχής του Θρακικού πελάγους. Η μεγάλη αφθονία σε άτομα γούρου, είδους που κυριαρχεί στο σύστημα σχεδόν για ένα εξάμηνο, οφείλεται στην διαμόρφωση των ρευμάτων της περιοχής από το νερό που εισρέει από την Μαύρη Θάλασσα και τους ποταμούς στη Βόρεια Ελλάδα.

**Λέξεις κλειδιά:** ιχθυονύμφη, συναθροίσεις ειδών, Θρακικό πέλαγος, Ελλάδα.

## SUMMARY

The north Aegean Sea is an area which is greatly affected by the Black Sea currents that increase productivity as well as the complexity of the area's hydrographical data. The study concerns the fish larvae assemblages in the Thracian Sea, the northern part of North Aegean Sea. The samplings took place in May, July, September and November of 2003 and also during the same months of 2004 from NAGREF-FRI. The samples that were used in the present study were collected from 12 stations in the area between the river mouths of Nestos and Evros, in depths smaller than 50 m.

The sample analysis was done from December 2007 to July 2008. About 50.000 fish larvae were found in the above samples. From the analysis a total of 57 different species were identified while two more were recognized in family level. The adult individuals of many of the examined fish larvae are species with big commercial value, although they do present fluctuations in their abundance. The assemblages of the species were calculated and the results show that the seasonal changes play a major role in the determination of abundance and the assemblages of the coastal species of Thracian Sea. The high abundance of anchovy, a species that dominates the ecosystem for nearly 6 months per year, is related to the sea currents of the area that come through the Black Sea and the rivers of North Greece.

**Key words:** fish larvae, fish assemblages, Thracian Sea, Greece.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αποτελεί κοινή παραδοχή ότι οι γνώσεις για το θαλάσσιο περιβάλλον είναι περιορισμένες σε σχέση με το χερσαίο τμήμα της βιόσφαιρας. Εντούτοις λόγω της αυξανόμενης οικονομικής σημασίας των βιολογικών πόρων της θάλασσας ο τομέας αυτός άρχισε εδώ και αρκετές δεκαετίες να ερευνάται με όλο και μεγαλύτερη ένταση. Τον τελευταίο μισό αιώνα και με την βοήθεια της συνεχώς εξελισσόμενης τεχνολογίας, δίνεται έμφαση σε περιοχές που δεν έχουν ακόμα εξερευνηθεί ή σε τομείς που σχετίζονται άμεσα με την οικονομία, όπως είναι η μελέτη εμπορικών ειδών, όπως είναι ο τόνος, ο μπακαλιάρος, ο γαύρος και άλλα είδη.

Η επιτακτική ανάγκη για έρευνα έχει συμβάλλει στο να προτρέψει πολλές ερευνητικές ομάδες να συνεργαστούν για την δημιουργία μιας παγκόσμιας βάσης επιστημονικών δεδομένων, η οποία θα αποτελεί τον κορμό γνώσης για τις επόμενες γενεές στην προσπάθεια κατανόησης και εκμετάλλευσης των υδάτινων οικοσυστημάτων. Οι πληροφορίες ανανεώνονται και συμπληρώνονται από έρευνες, εθνικά και διεθνή προγράμματα, όπου είναι απαραίτητη η συνεργασία πολλών επιστημονικών ειδικοτήτων. Η Ελλάδα συμμετέχει και αυτή ενεργά σε αυτόν τον εμπλουτισμό γνώσεων μέσα από διεθνή προγράμματα. Ενδεικτικά αναφέρουμε το MEDITS (Mediterranean international trawl survey, Διεθνής Μεσογειακή δειγματοληψία με τράτα βυθού) το οποίο έχει δώσει την μεγαλύτερη υπάρχουσα χρονική σειρά για το Αιγαίο συνδυασμένων αλιευτικών και ωκεανογραφικών δεδομένων, το DISCARDS (Program for the determination of discarded catches, πρόγραμμα για τον προσδιορισμό των απορριπτόμενων αλιευμάτων) και το ANREC (Association of Physical and Biological processes acting on Recruitment and post Recruitment of Anchovy, Διερεύνηση των φυσικών και βιολογικών διεργασιών που επηρεάζουν τα στάδια της νεοσυλλογής και μετά-νεοσυλλογής του γαύρου), κατά τη διάρκεια του οποίου συλλέχτηκαν τα δείγματα της παρούσας εργασίας;

Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες μίας περιοχής είναι στενά συνδεδεμένοι μέσω των κλιματικών αλλαγών και της περιοδικότητας των υδρολογικών φαινομένων με τις ετήσιες αυξομειώσεις της αφθονίας των ιχθυοπληθυσμών. Αυτές οι φυσικοχημικές

διαδικασίες, σε συνάρτηση με βιολογικές διαδικασίες όπως η θήρευση και ο ανταγωνισμός, δρουν πάνω στα νεοεισερχόμενα στον πληθυσμό πελαγικά είδη όπως η σαρδέλα και ο γαύρος και την είσοδό τους στο ενήλικο απόθεμα. Η αφθονία όμως του αποθέματος εξαρτάται άμεσα και από την επιβίωση των πρώιμων σταδίων ξεκινώντας από την διασπορά των ιχθυονυμφών και καταλήγοντας στην εγκατάσταση των νεαρών ψαριών στο πεδίο μετά το τέλος της αρχικής πελαγικής φάσης των ειδών.

Το 2002 άρχισε να υλοποιείται στο Β. Αιγαίο το πρόγραμμα ANREC με στόχο την κατανόηση των κυριότερων διαδικασιών που ρυθμίζουν την διαδικασία της νεοσυλλογής των ειδών και ειδικότερα του γαύρου και το πώς επηρεάζονται από βιολογικούς και φυσικούς παράγοντες. Επίσης το πρόγραμμα είχε ως στόχο την κατασκευή ενός μοντέλου για την πρόβλεψη των αλλαγών αυτών και των επιπτώσεών τους στους πληθυσμούς του γαύρου, την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων αυτών των αλλαγών και επίσης την πρόταση διαχειριστικών μέτρων βασισμένων στα παραπάνω αποτελέσματα. Στα πλαίσια του προγράμματος έγινε δειγματοληψία όλων των βιολογικών σταδίων του είδους *Engraulis encrasicolus* (γαύρος) και καθορισμός των κύριων πληθυσμιακών παραμέτρων, με συνδυασμένη επεξεργασία δορυφορικών εικόνων του Βορείου Αιγαίου με σκοπό τον εντοπισμό των ωκεανογραφικών φαινομένων που σχετίζονται με τα πεδία αναπαραγωγής και τα πεδία διατροφής του είδους (η ταξινομική περιγραφή του κάθε είδους δίνεται στον Πίνακα 3). Στο πρόγραμμα, το οποίο συντόνισε το ΙΝΑΛΕ, συνεργάστηκαν το ΕΛΚΕΘΕ Κρήτης, το Πανεπιστήμιο Πατρών, το University of Bergen-Norway, το Institute de Ciencias del Mar-Barcelona-Spain και το Plymouth Marine Laboratory-England. Στα πλαίσια της ωκεανογραφικής ανάλυσης, πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες, σε σταθμούς που είχαν καθοριστεί και έγινε ανάλυση θρεπτικών και χλωροφύλλης. Η χωρική και χρονική ανάλυση των φυσικών, χημικών και βιολογικών παραμέτρων μας δείχνει ότι η περιοχή μελέτης μπορεί να χαρακτηριστεί από χαμηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών ουσιών και χλωροφύλλης α, το οποίο είναι χαρακτηριστικό των ολιγοτροφικών περιοχών, από χαμηλή αφθονία φυτοπλαγκτού και πυριτικών αλάτων και υψηλότερες τιμές χλωροφύλλης α και πρωτογενούς παραγωγής στους παράκτιους σταθμούς κοντά στα δέλτα των ποταμών Νέστου και Έβρου.



Οι πληροφορίες που έχουμε για τα νεαρά στάδια των ψαριών και ειδικότερα για τις μορφές των ιχθυονυμφών είναι γενικά περιορισμένες παρά το ότι η πρώτη ιστορική αναφορά έρευνας σε αυτό τον τομέα έγινε το 1865. Ο G.O. Sars (Russell 1976) ανακάλυψε τότε ότι τα αβγά του μπακαλιάρου είναι πλαγκτικά. Η ανακάλυψη αυτή έγινε ακριβώς την εποχή που υπήρχε μια αντιπαράθεση στην επιστημονική κοινότητα, σε σχέση με το πώς μπορεί το ψάρεμα με τράτα βυθού να καταστρέψει τον γόνο των εμπορικών ψαριών (Krebs 1994). Τα συμπεράσματα του Sars έδειξαν ότι κάτι τέτοιο δεν ισχύει για πολλά είδη των οποίων τα αυγά και οι ιχθυονύμφες είναι πελαγικές. Το αυξανόμενο ενδιαφέρον για τα εμπορικά είδη κινητοποίησε τους επιστήμονες το 1880 και το 1890 ώστε να ξεκινήσουν την διερεύνηση της αναπαραγωγής των Ευρωπαϊκών θαλασσιών ψαριών. Τρεις Βρετανοί θαλάσσιοι βιολόγοι οι E.W.L. Holt, ο W.C. M'Intosh και ο J.T. Cunningham, είχαν την μεγαλύτερη συνεισφορά (Russell 1976).

Οι περιγραφές των σταδίων των ιχθυονυμφών εμφανίστηκαν μετά την εφεύρεση από τον C.J. Petersen, του ομώνυμου εργαλείου (τράτας) για την συλλογή νεαρών ψαριών. Με αυτό το δίχτυ έγινε εφικτό το φιλτράρισμα μεγάλου όγκου νερού, απαραίτητου για την σύλληψη μεγάλου αριθμού ιχθυονυμφών για λεπτομερέστερη μελέτη. Τα πρώτα γενικά αποτελέσματα αυτών των ερευνών πάνω στο πεδίο των ιχθυονυμφών, έδειξαν ότι όλα τα εμπορικά είδη ψαριών στη Β. Θάλασσα εκτός της ρέγκας έχουν πελαγικά αβγά. (Bromage *et al.* 1995)

Τα νεαρά στάδια των ψαριών αποτελούν την πιο σημαντική περίοδο στην ανάπτυξη τους και επηρεάζονται από βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες (Claramunt *et al.* 2005). Οι πληθυσμοί των ιχθυονυμφών είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι και υφίστανται μεγάλα ποσοστά θνησιμότητας κυρίως λόγω της μη εύρεσης τροφής, (Bailey & Houde 1989), της θήρευσης (Bailey & Houde 1989, Cowan *et al.* 1996) και του ανταγωνισμού (Palomera & Sabatés 1990).

Η επιβίωση των ιχθυονυμφών στο περιβάλλον εξαρτάται και από παράγοντες ωκεανογραφικής φύσης όπως για παράδειγμα τα θαλάσσια ρεύματα τα οποία μπορούν να παρασύρουν τα αβγά και τις ιχθυονύμφες μακριά από τις κατάλληλες προστατευμένες περιοχές γνωστές με τον όρο νηπιοτροφεία (Iles & Sinclair 1982, Bakun 2006).

Οι πληροφορίες πάνω στα στάδια των ιχθυονυμφών είναι σημαντικές για την κατανόηση των διαδικασιών νεοσυλλογής νεαρών ατόμων στον πληθυσμό καθώς επίσης και στον σχεδιασμό μέτρων διαχείρισης. Ο βαθμός επιβίωσης των ιχθυονυμφών σχετίζεται άμεσα με την βιομάζα του ενήλικου πληθυσμού ψαριών. Η γνώση της κατανομής των ιχθυονυμφών καθώς και οι σχέσεις μεταξύ της κατανομής, των συναθροίσεων και των βιοτικών και ωκεανογραφικών παραμέτρων είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στην κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν τους ενήλικους πληθυσμούς. Οι έρευνες που γίνονται τους πρώτους μήνες του καλοκαιριού είναι ιδιαίτερα σημαντικές για την Μεσόγειο επειδή τα περισσότερα ψάρια ωοτοκούν την άνοιξη και το καλοκαίρι (Tsikliras *et al.* 2005) συμπεριλαμβανομένων και των περισσότερο εμπορικών ειδών της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας των Ελληνικών θαλασσών. Τα μικρού και μεσαίου μεγέθους είδη όπως ο γαύρος, η σαρδέλα και ο κολιός αποτελούν την πλειοψηφία των εκμεταλλευόμενων ειδών στο βόρειο Αιγαίο (Tsikliras & Stergiou 2007).

Οι σημαντικότερες εργασίες που έγιναν σχετικά με τις συναθροίσεις ιχθυονυμφών στο παρελθόν ήταν στον κεντρικό Ειρηνικό ωκεανό, στην Ανταρκτική, στον Νότιο Ατλαντικό, και στον Βόρειο Ειρηνικό (Moser and Smith 1993). Η πλειοψηφία των μελετών για το ιχθυοπλαγκτό της Μεσογείου έχει γίνει στη δυτική και κεντρική περιοχή (Cuttitta *et al.* 2003, Palomera & Sabates 1990, Sabates 2004). Στο ανατολικό μέρος της Μεσογείου (Isari *et al.* 2006), οι έρευνες που έχουν γίνει επικεντρώνονται κυρίως στο κεντρικό Αιγαίο πέλαγος καθώς και στο ανατολικό Ιόνιο πέλαγος (Σώρρα *et al.* 2000) ενώ έχουν γίνει και έρευνες για την καλοκαιρινή διακύμανση και αφθονία των ιχθυονυμφών στο βόρειο Αιγαίο (Koutrakis *et al.* 2004) στα πλαίσια του Εθνικού Προγράμματος Συλλογής Αλιευτικών Δεδομένων (Somarakis *et al.* 2002).

Η έρευνα στην κατανομή και αφθονία του ιχθυοπλαγκτού είναι πιθανόν να βελτιώσει την επιστημονική κατανόηση των συσχετίσεων στους βιολογικούς κύκλους μεταξύ των ειδών των ψαριών κατά την διάρκεια των νεαρών τους σταδίων καθώς επίσης και των στρατηγικών ωοτοκίας των ενήλικων. Η αλιεία στην Μεσόγειο χαρακτηρίζεται από την συνύπαρξη πολλών ειδών, όπου τα εμπορικά είδη πιάνονται εποχικά. (Reina-Hervas & Serrano 1987, Stergiou *et al.* 1997). Αυτό το χαρακτηριστικό δημιουργεί δυσκολίες στον καθορισμό και την εφαρμογή διαχειριστικών μέτρων



(Koutrakis *et al.* 2004). Η αναγνώριση μεγαλύτερων γεωγραφικών περιοχών όπου ζουν παρόμοιες οικολογικές κοινότητες, που βρίσκονται σε αντίστοιχες ζώνες βάθους και σε περιοχές με ανάλογα υδρογραφικά χαρακτηριστικά, μπορεί να διευκολύνει την δημιουργία μέτρων διαχείρισης. Ο ορισμός των μακροχρόνιων ομοιογενών συναθροίσεων και η διαχείριση τους μπορεί να είναι το πρώτο βήμα για μια περιβαλλοντική προσέγγιση στην ρύθμιση των τοπικών αλιευτικών δραστηριοτήτων (Caddy *et al.* 1995).

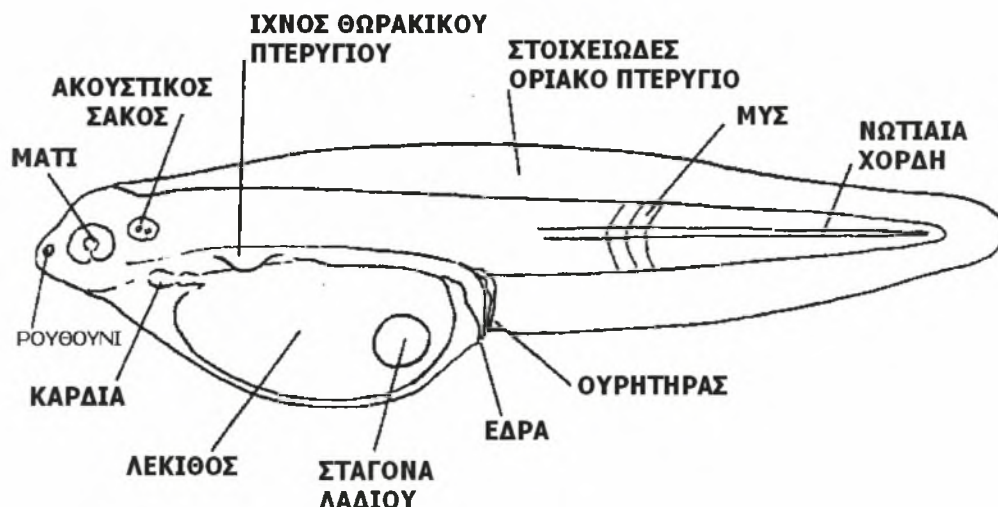
Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο την ανάλυση δειγμάτων ιχθυοπλαγκτού που συλλέχθηκαν κατά μήκος της ακτής του Θρακικού πελάγους με σκοπό την διερεύνηση του σχηματισμού συναθροίσεων ιχθυοπλαγκτού στην συγκεκριμένη παράκτια περιοχή. Τα δείγματα συλλέχθηκαν από 12 συνολικά σταθμούς με χρήση συρόμενου διχτυού τύπου «bongo net» διαμέτρου 60 cm, στην περιοχή μεταξύ των εκβολών των ποταμών Νέστου και Έβρου, σε βάθη μικρότερα των 50 m. Σε αντίθεση με άλλες παλαιότερες εργασίες, η παρούσα μελέτη σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και έτσι περιλαμβάνει δείγματα που συλλέχθηκαν σε δύο διαδοχικές χρονιές και σε τρεις εποχές, σε συγκεκριμένες θέσεις κατά μήκος της ακτής.

## 2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1. Μορφολογία ιχθυονυμφών

Οι ιχθυονύμφες των δειγμάτων αναγνωρίστηκαν με βάση υπάρχουσες κλείδες, οι οποίες βασίζονται σε αναγνωρίσιμα χαρακτηριστικά σε κάθε είδος. Για την καλύτερη κατανόηση της διαδικασίας αναγνώρισης των δειγμάτων που συλλέχθηκαν, παρουσιάζονται στο κεφάλαιο αυτό τα βασικά χαρακτηριστικά των πέντε περισσότερο άφθονων ειδών, *Engraulis encrasicolus* (γαύρος), *Sardina pilchardus* (σαρδέλα), *Arnoglossus laterna* (αρνοζαγκέτα), και δύο ειδών που σχετίζονται με την υδατοκαλλιέργεια, τα *Sparus aurata* (τσιπούρα) και *Dicentrarchus labrax* (λαυράκι).

Στην πλειοψηφία των ειδών που έχουν πελαγικά αβγά, η ιχθυονύμφη που εκκολάπτεται είναι μήκους μικρότερου των 4 mm (Lasker 1981). Στην αρχική μορφή της (Εικόνα 1), ο λεκιθικός σάκος στο μπροστινό κοιλιακό μέρος του σώματος, είναι ένα έντονο χαρακτηριστικό και καλύπτει το μισό του συνολικού μήκους του σώματος. Στα άτομα με μικρή περίοδο επώασης, τα μάτια δεν είναι χρωματισμένα, το στόμα δεν λειτουργεί και η έδρα είναι κλειστή (Russell 1976, Smith & Richardson 1977).



Εικόνα 1. Σχηματική απεικόνιση ιχθυονύμφης από πελαγικό αβγό.

Το συνολικό μήκος του σώματος από το κεφάλι έως την ραχιαία πλευρά, καθώς και από την κοιλιακή πλευρά έως την οπίσθια πλευρά του λεκιθικού σάκου, πλαισιώνεται με το οριακό πρωτογενές πτερύγιο.

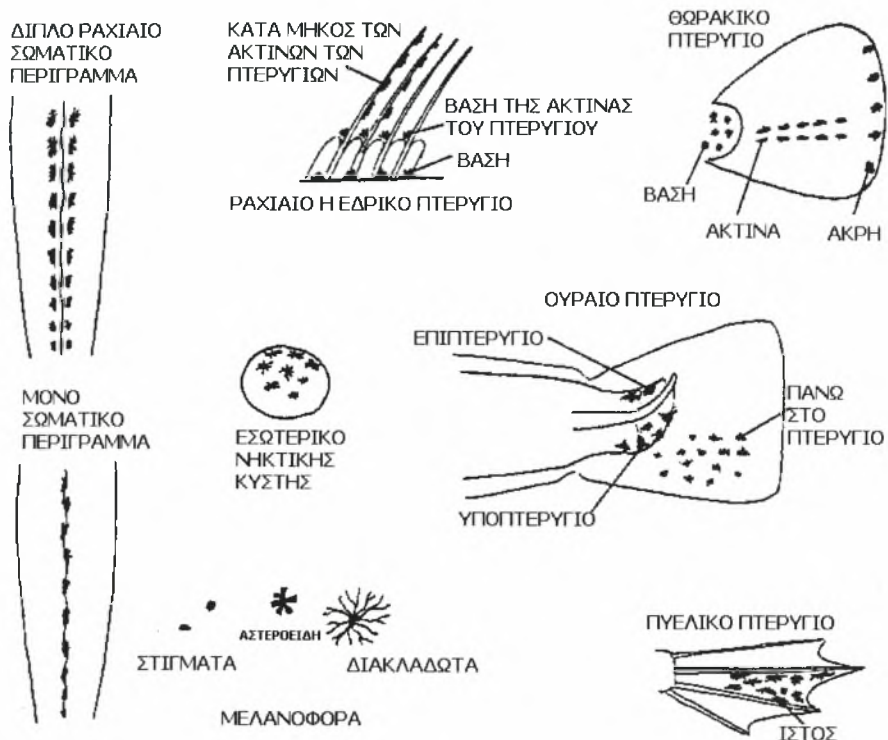
Σε αυτό το πρώιμο στάδιο του ατόμου, σε ορισμένα είδη το σχέδιο χρωματισμού κάνει ευκολότερη την αναγνώριση των ιχθυονυμφών. Σε αυτό βοηθά επίσης όπως προαναφέρθηκε η ύπαρξη του σταγονιδίου λαδιού. Αξίζει να αναφερθεί ότι σε ζωντανά δείγματα, η παρουσία χρωστικής ουσίας πέραν των μαύρων μελανοφόρων μπορεί επίσης να βοηθήσει σημαντικά στην αναγνώριση (Munk & Nielsen 2005).

Κατά την διάρκεια της ανάπτυξης των ιχθυονυμφών τα μάτια των ατόμων αποκτούν χρώμα και το στόμα και η έδρα ανοίγουν. Όπως προαναφέρθηκε, η θέση της έδρας είναι από τους κύριους παράγοντες που βοηθούν στην κατάταξη των ειδών. Για παράδειγμα στον μπακαλιάρο (*Merlangius merlangus*), το άνοιγμα της έδρας είναι αρχικά ψηλά στην δεξιά πλευρά του σώματος και όχι στην παρυφή του πρωτογενούς πτερυγίου (Russell 1976, Bromage *et al.* 1995).

Η ολική κατανάλωση της λεκίθου σηματοδοτεί το τέλος του σταδίου της ιχθυονύμφης. Τα περισσότερα ζωτικά όργανα πλέον λειτουργούν και το ψάρι μπορεί να συλλάβει το φαγητό του. Κατά την διάρκεια αυτής της περιόδου το ψάρι αποκτά τα ενήλικα χαρακτηριστικά του.

Στην αρχή το σώμα είναι κυκλωμένο με το πρωτογενές οριακό πτερύγιο και δεν υπάρχουν ακτίνες πτερυγίων. Το τέλος της νωτιαίας χορδής, είναι ίσιο, και στην κοιλιακή πλευρά αναπτύσσεται μια τριγωνική πήξη, σχηματίζοντας τα υποτυπώδη στοιχεία κάτω από την ουρά από τα οποία θα σχηματιστούν οι πρώτες ουραίες ακτίνες. Καθώς μεγαλώνει η ιχθυονύμφη η νωτιαία χορδή κάμπτεται μπροστά και τα στοιχεία που βρίσκονται κάτω από την ουρά οροθετούνται καθώς αναπτύσσονται τα ουραία πτερύγια (Fahay 1983).

Στα πρώιμα στάδια, το άτομο θα έχει αποκτήσει ένα είδος χρωματισμού που θα αντιπροσωπεύει το είδος του. Αυτή η μορφή θα υπάρχει έως ότου η ιχθυονύμφη θα έχει αποκτήσει τα χαρακτηριστικά που αναφέρθηκαν παραπάνω. Όσο ωριμάζει, τόσο τα χρώματα θα ξεθωριάζουν.



**Εικόνα 2.** Σχηματική απεικόνιση μελανοφόρων σε ιχθυονύμφες και σε επόμενα στάδια των νεαρών ιχθυδίων.

Τα κύρια χαρακτηριστικά για την αναγνώριση των ειδών είναι ο τύπος σώματος, η διάταξη των χρωμάτων, ο αριθμός των πτερυγίων και σπονδύλων. Στον πίνακα 1, φαίνονται οι κατηγορίες στις οποίες μπορούν να κατανεμηθούν τα είδη, όταν αναγνωριστούν με γυμνό οφθαλμό.

Οι οικογένειες *Clupeidae*, *Argentinidae*, *Ammodytidae*, *Stichaeidae*, *Pholidae* και *Lumpenidae* κατατάσσονται στην πρώτη κατηγορία. Οι ιχθυονύμφες της ρέγκας ξεχωρίζουν απευθείας από την θέση της έδρας που βρίσκεται πολύ πίσω, σχεδόν στο τέλος της ουράς. Στα πρώιμα στάδια το σώμα είναι διαφανές και το κεφάλι αρκετά μικρό. Άλλα 3 είδη ανήκουν σε αυτή την κατηγορία. Τα *Osmerus operlanus*, *Dicentrarchus labrax* και *Atherina boyeri*.

### Πίνακας 1. Κριτήρια αναγνώρισης διαφόρων σταδίων ιχθυονυμφών.

1. Ιχθυονύμφες με στενό και επίμηκες σώμα. Μερικές φορές μπορεί να μοιάζουν με χέλι.
2. Ιχθυονύμφες που μοιάζουν με πιο τυπικά σώματα ψαριών τα οποία μπορεί να έχουν ένα ζευγάρι από μικρά πτερύγια, ή μεγάλα θωρακικά πτερύγια, ή μεγάλα πυελικά πτερύγια.
3. Ιχθυονύμφες με σώματα πλευρικά συμπιεσμένα.
4. Ιχθυονύμφες με ανώμαλη μορφή.

Μεγάλος αριθμός ιχθυονυμφών ταιριάζει στην κατηγορία 2. Οι οικογένειες *Gadidae*, *Gobiidae*, *Callionymidae*, έχουν ζευγάρια μικρών πτερυγίων. Τα *Triglidae* ξεχωρίζουν σημαντικά λόγω των μεγάλων θωρακικών πτερυγίων και του σχήματος του κεφαλιού που μοιάζει με φτυάρι (Russell 1976, Smith, 1977).

Στην κατηγορία με σώματα πλευρικά συμπιεσμένα, κατατάσσονται όλα τα πλατύψαρα δηλαδή οι οικογένειες *Bothidae*, *Pleuronectidae* και *Soleidae*. Οι μετα-ιχθυονύμφες των *Pleuronectidae*, είναι εύκολες στην αναγνώριση αφού το αριστερό μάτι μετατοπίζεται. Τα είδη των *Soleidae* ξεχωρίζουν από τα άλλα πλατύψαρα από την σφαιρική πρόσθια πλάγια όψη. Το γένος *Arnoglossus* της οικογένειας *Bothidae* έχει ιχθυονύμφες σε σχήμα φύλλου καθώς επίσης και ένα μεγάλο ραχιαίο πτερύγιο.

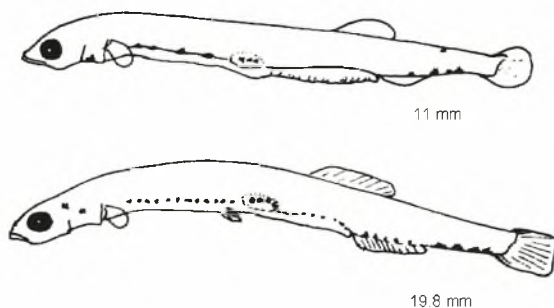
Τέλος, στην κατηγορία 4, κατατάσσονται τα είδη *Belone belone* λόγω του σαγονιού που εξέχει, *Syngnathidae* sp. λόγω των μεγάλων σε μήκος σωμάτων και των χαρακτηριστικών κεφαλιών, το είδος *Echiodon* sp. με το χαρακτηριστικό ραχιαίο προσάρτημα και άλλα (Russell 1976).

Υπάρχουν αρκετά είδη χρωστικών κυττάρων στις ιχθυονύμφες. Αυτά που περιέχουν μαύρο ή καφέ χρώμα είναι τα μελανοφόρα. Αυτά που έχουν κίτρινο λέγονται ξανθοφόρα και αυτά με κόκκινο χρώμα είναι τα ερυθροφόρα. Όταν τα δείγματα διατηρούνται σε φορμόλη μόνο η μαύρη χρωστική παραμένει άθικτη. Τα μελανοφόρα βρίσκονται σε διαφορετικά σημεία του σώματος σε κάθε είδος. Για παράδειγμα, βρίσκονται εξωτερικά στην επιδερμίδα, εσωτερικά στο περιτόναιο, πάνω και κάτω από την σπονδυλική στήλη (Munk & Nielsen 2005).

Στη συνέχεια δίνεται η περιγραφή των ιχθυονυμφών των περισσότερο άφθονων ειδών στα δείγματα που αναλύθηκαν.

### 2.1.1. *Engraulis encrasicolus* (L. 1758)

Ανήκει στην οικογένεια Engraulidae και είναι κυρίως ένα θαλάσσιο είδος που αντέχει σε αλατότητα 5-41 psu. Είναι παράκτιο είδος και σε ορισμένες περιοχές μπορεί να βρει σε λιμνοθάλασσες ή εκβολικά συστήματα, ιδιαίτερα σε περιόδους αναπαραγωγής. Το είδος τείνει να μετακινείται βόρεια σε επιφανειακά νερά το καλοκαίρι ενώ το χειμώνα παρατηρείται μια κάθοδος προς περιοχές με θερμότερα νερά. Τρέφεται με πλαγκτικούς οργανισμούς και αναπαράγεται τους μήνες μεταξύ Απριλίου και Νοεμβρίου.



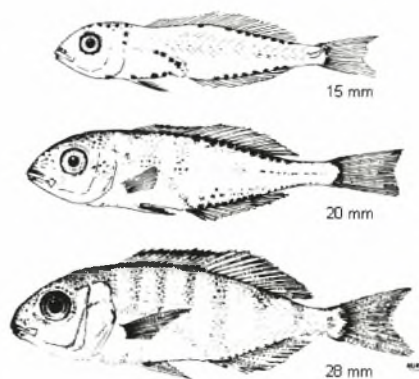
**Εικόνα 3.** Ιχθυονύμφη *Engraulis encrasicolus* (Froese & Pauly 2008, [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)).

Οι ιχθυονύμφες έχουν μέγεθος 3 – 4 mm και μπορεί να αναγνωριστούν από την θέση της έδρας και από τον μακρύ λεκιθικό σάκο ο οποίος φθάνει σχεδόν έως την έδρα (Εικόνα 3) Όταν η ιχθυονύμφη εκκολάπτεται τα μάτια είναι χωρίς χρώμα και δεν χρωματίζονται μέχρι η λέκιθος να απορροφηθεί, σε μήκος 5 mm (Russell 1976).



### 2.1.2. *Sparus aurata* L. 1758

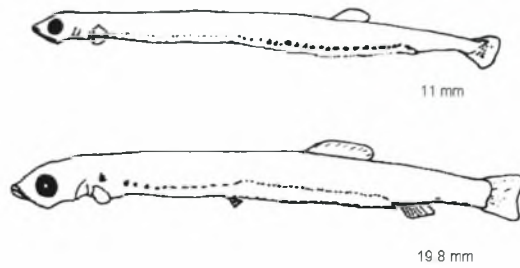
Ανήκει στην οικογένεια Sparidae και το βρίσκουμε σε αμμώδης βυθούς καθώς και σε βάθη 30 m αλλά τα ενήλικα άτομα μπορεί να βρεθούν και σε βάθος 150 m. Ζει μόνο του η σχηματίζει μικρά κοπάδια. Την άνοιξη βρίσκεται συχνά σε υφάλμυρα νερά και εκβολικά συστήματα. Είναι κυρίως σαρκοφάγο και τρέφεται με οστρακοειδή. Είναι από τα πλέον σημαντικά είδη που χρησιμοποιούνται στην ιχθυοκαλλιέργεια. Οι ιχθυονύμφες του είδους *Sparus aurata* καταναλώνουν τον λεκιθικό σάκο μετά από 3-4 μέρες τροφής (Εικόνα 4). Σε αυτό το στάδιο τα μάτια της ιχθυονύμφης παρουσιάζουν χρωματισμό και το στόμα αναπτύσσεται κάνοντας δυνατή την αναγνώριση του είδους και επιτρέποντας στο νεαρό άτομο να τρέφεται με άλλους πλαγκτονικούς οργανισμούς (Russell 1976).



Εικόνα 4. Ιχθυονύμφες *Sparus aurata* (Froese & Pauly 2008, [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)).

### 2.1.3. *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)

Ανήκει στην οικογένεια Clupeidae. Είναι παράκτιο είδος και σχηματίζει κοπάδια σε βάθος 25 με 55 m. Το βάθος αυτό μπορεί να φτάσει και τα 100 m κατά την διάρκεια της ημέρας. Τρέφεται με πλαγκτικά καρκινοειδή καθώς και με μεγαλύτερους οργανισμούς. Στο 10-11 mm του σώματος το ραχιαίο πτερύγιο δημιουργείται στο 31<sup>ο</sup> μυομερές. Στο 15-16 mm το ουραίο πτερύγιο τέμνεται και έχει συμμετρικό χρωματισμό (Εικόνα 5) (Russell 1976).



**Εικόνα 5.** Ιχθυονύμφες *Sardina pilchardus* (Froese & Pauly 2008, [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)).

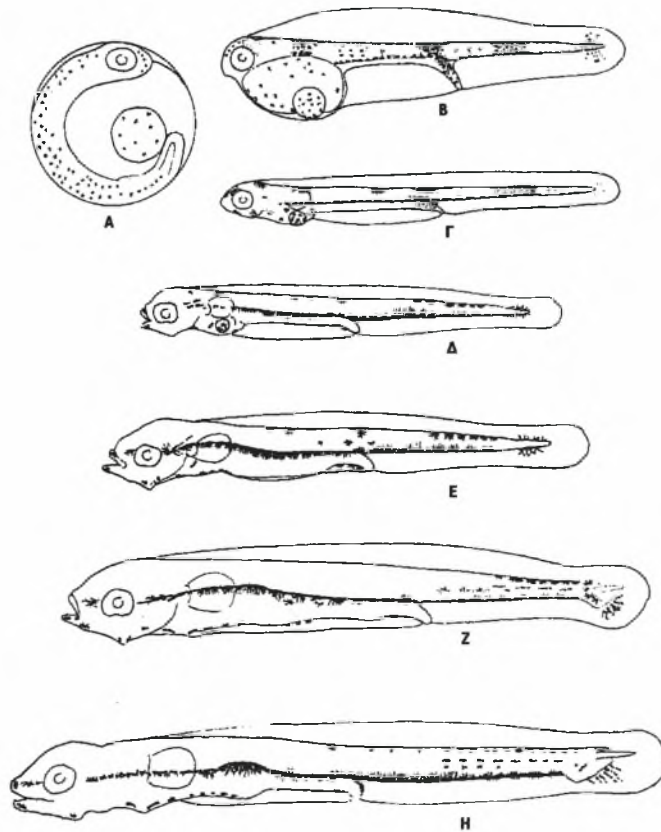
#### **2.1.4. *Dicentrarchus labrax* L. 1758**

Το είδος *Dicentrarchus labrax* ανήκει στην οικογένεια των Moronidae και χαρακτηρίζεται από το έντονο ενδιαφέρον που έχει σε σχέση με τις υδατοκαλλιέργειες (Stickney 2000) και την αλιεία. Οι ιχθυονύμφες του είδους είναι μεγάλες σε μήκος και αναγνωρίζονται εύκολα από τον έντονο χρωματισμό τους που σχηματίζει μια ξεχωριστή γραμμή από το ρύγχος έως την βάση του ουραίου πτερυγίου (Εικόνα 7).



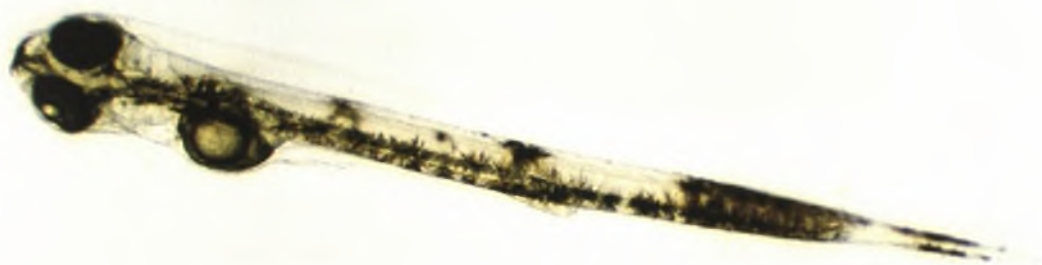
**Εικόνα 6.** Οι ιχθυονύμφες του *Dicentrarchus labrax* (Φωτογραφία από Ueberschär B., [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) ).

Το σώμα έχει κίτρινα και μαύρα χρωματοφόρα τα οποία κατανέμονται κατά μήκος του ραχιαίου και κοιλιακού περιγράμματος σε σχηματισμούς. Η λέκιθος και η σταγόνα λαδιού έχουν διάσπαρτα χρωματοφόρα. Κατά την διάρκεια της ανάπτυξης, η ιχθυονύμφη αλλάζει χρώμα. Η σειρά των κοιλιακών μελανοφόρων γίνεται πιο έντονη καθώς τα ραχιαία μελανοφόρα μειώνονται σημαντικά. Όταν το άτομο φτάσει σε μήκος 5 mm, η λέκιθος έχει σχεδόν ολοκληρωτικά απορροφηθεί, αλλά η χρωματισμένη σταγόνα λαδιού, εάν και έχει μειωθεί σε μέγεθος, παραμένει σαν το πιο χαρακτηριστικό στοιχείο των δειγμάτων. Η εναπόθεση χρωστικής στα μάτια είναι επίσης χαρακτηριστική σε αυτό το σημείο (Russell 1976).



**Εικόνα 7.** Διάφορα στάδια του είδους *Dicentrarchus labrax*. Α. Αβγό διαμέτρου 1,5 mm. Β και Γ ιχθυονύμφη 1 ημέρας 4,45 mm και 3 ημερών 5 mm. Δ. Ιχθυονύμφη από πλαγκτό 5 mm. Ε, Ζ και Η είναι ιχθυονύμφες 6 mm 9mm και 11mm αντίστοιχα (Russell 1976).

Οι ιχθυονύμφες του είδους, αναφέρθηκαν πρώτα από τον Bertolini (1933). Το πιο εμφανές χαρακτηριστικό τους είναι η συνεχής γραμμή των μελανοφόρων που εκτείνεται από το ρύγχος έως την βάση του ουραίου πτερυγίου. Αυτά τα μεγάλα μελανοφόρα έχουν διακλαδώσεις που οξύνονται προς τα κάτω, πάνω από τον πεπτικό σωλήνα και κατά μήκος του κοιλιακού περιγράμματος. Στις ιχθυονύμφες άνω των 7 mm υπάρχουν λιγότερα μελανηφόρα στο ραχιαίο περίγραμμα πάνω από τον θρεπτικό σωλήνα. Όταν το άτομο φτάσει τα 9 mm ακόμα και αυτά εξαφανίζονται και τα μόνα ραχιαία μελανοφόρα βρίσκονται πλέον μόνο στην ουρά. Στην Εικόνα 7 ο Russel (1970) δίνει ένα διάγραμμα με την ανάπτυξη των ιχθυονυμφών του είδους.



**Εικόνα 8.** Ιχθυονύμφη του *Dicentrarchus labrax* (Φωτογραφία από Ueberschär B., [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) ).

Σε ένα δείγμα μήκους 23 mm τα πτερύγια έχουν διαμορφωθεί πλήρως και οι πρώτες στοιχειώδεις ακτίνες διαμορφώνονται στο οπίσθιο μέρος μέσα στα ραχιαία και εδρικά πτερύγια. Στα 17 mm κάνουν την εμφάνιση τους τα πτερύγια της λεκάνης. Η πρώτη μελέτη για το είδος στην Μεσόγειο έγινε από τους Guerin & Ancey (1973).

### 2.1.5. *Arnoglossus laterna* (Walbaum 1792)

Το είδος *Arnoglossus laterna* της οικογένειας Bothidae (Εικόνα 9), ζει συνήθως σε λασπώδεις βυθούς και τρέφεται με μικρά ψάρια και ασπόνδυλα. Βρίσκεται κυρίως στον Ανατολικό Ατλαντικό, καθώς επίσης στην Μεσόγειο και στην Μαύρη Θάλασσα.



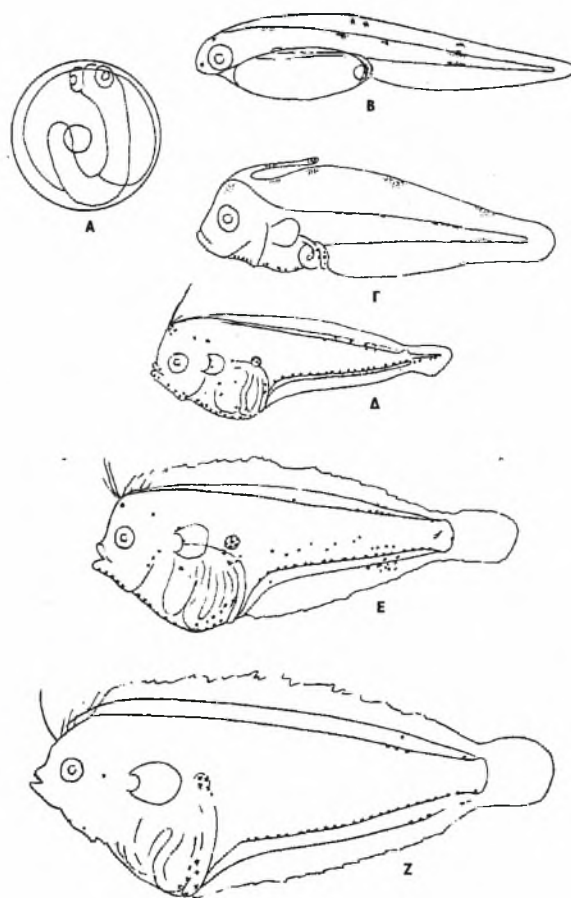
**Εικόνα 9.** Ιχθυονύμφη του είδους *Arnoglossus laterna*.

Όταν το έμβρυο αυτού του είδους είναι καλά ανεπτυγμένο, εμφανίζονται στο σώμα κόκκινα και καφέ χρώματα, ενώ μαύρες χρωστικές υπάρχουν μόνο ως μικρά στίγματα (Εικόνα 10).

Η νέα ιχθυονύμφη είναι περίπου 2-6 mm σε μήκος, και η απόσταση από το ρύγχος έως την έδρα είναι περίπου 1 mm. Έχει έναν επίμηκες λεκιθικό σάκο και το σταγονίδιο λαδιού βρίσκεται στην οπίσθια πλευρά, κυκλωμένο από μια καφέ-κόκκινη χρωστική. Τα μάτια έχουν καφέ-κόκκινο χρώμα αλλά λείπει το μαύρο. Τα καφέ - κόκκινα χρωματοφόρα κατανέμονται ως εξής. Στο κεφάλι και στο γειτονικό πρωτογενές πτερύγιο, σε 4 θέσεις κατά μήκος του ραχιαίου περιγράμματος, και σε ένα διάστημα σχεδόν στο μισό της απόστασης του ραχιαίου πτερυγίου από την έδρα. Χρωματισμός υπάρχει επίσης στην εδρική περιοχή (Froese & Pauly 2008).

Οι ιχθυονύμφες είναι από 2-83 mm. Όταν η λέκιθος έχει απορροφηθεί, τα μάτια θα πάρουν ένα σκούρο χρώμα. Η χρωστική στο κεφάλι, στο περιτόναιο και στο μετα-

εδρικό μέρος έχει γίνει πιο έντονη. Σε μήκος 4-7 mm η νηκτική κύστη είναι είδη εμφανή καθώς επίσης και το μεγάλο συκώτι. Στα 7 mm φαίνονται σχεδόν όλες οι ακτίνες των πτερυγίων και ορισμένες φορές φαίνονται και οι σπόνδυλοι που έχουν αρχίσει να αναπτύσσονται. Στα 12 mm οι ραχιαίες και οι εδρικές ακτίνες των πτερυγίων καθώς επίσης και οι άκανθες κατά μήκος της εξωτερικής άκρης της ακανθώδους περιοχής έχουν αναπτυχθεί αρκετά.

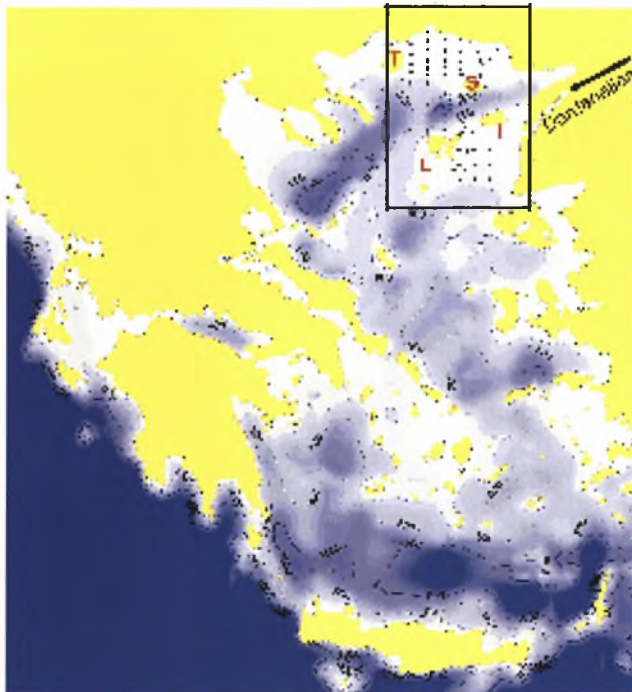


**Εικόνα 10.** Ιχθυονύμφες του είδους *Arnoglossus laterna*. Α. Αβγό 1 mm με ροζ χρωματισμό. Β. Ιχθυονύμφη 2,6 mm. Γ μετα-ιχθυονύμφη 4,7 mm. Δ, Ε, και Ζ είναι ιχθυονύμφες 7,2 mm 12 mm και 16 mm αντίστοιχα.

Η παρουσία χρώματος είναι καθοριστική για τον καθορισμό του είδους. Η τυπική καλά αναπτυγμένη μαύρη χρωστική βρίσκεται στο διάστημα μετα την έδρα. Επίσης, βρίσκεται σε σειρές από μελανοφόρα κατά μήκος του ραχιαίου και κοιλιακού περιγράμματος, στην βάση της ακανθώδους περιοχής. Μερικά μελανοφόρα βρίσκονται γύρω από την έδρα και πάνω στην νηκτική κύστη και επίσης υπάρχουν ένα ή δυο πάνω στην ουραία περιοχή του σώματος (Russell 1976).

## 2.2. Δειγματοληψία – Επεξεργασία δειγμάτων

Οι δειγματοληψίες του προγράμματος ANREC έγιναν στο Θρακικό πέλαγος τον Μάιο, Ιούλιο, Σεπτέμβριο και Νοέμβριο του 2003 και τους ίδιους μήνες του 2004. Στην εικόνα 11 φαίνεται το σύνολο των σταθμών του προγράμματος. Τα δείγματα που αναλύθηκαν στην παρούσα μελέτη κατά το διάστημα Δεκέμβριος 2007 έως Ιούλιος 2008, συλλέχθηκαν από 12 συνολικά σταθμούς στην περιοχή μεταξύ των εκβολών των ποταμών Νέστου και Έβρου, και σε βάθη μικρότερα των 50 m (Εικόνα 13).



Εικόνα 11. Χάρτης του Αιγαίου όπου εμφανίζεται το σύνολο των σταθμών του προγράμματος ANREC.

Η δειγματοληψία του ιχθυοπλαγκτού έγινε με δίχτυ τύπου «bongo net», διάμετρου 60 cm με άνοιγμα ματιού 250  $\mu\text{m}$ , το οποίο αποτελείται από ένα ζευγάρι κωνικών διχτυών που δένονται σε έναν άκαμπτο σκελετό συνδεδεμένο με το καλώδιο ρυμούλκησης. Έτσι σε κάθε σταθμό συλλέγονται δυο δείγματα. Το πρώτο από αυτά είχε χρησιμοποιηθεί για τη συλλογή ιχθυονυμφών γάυρου κατά τη διάρκεια του προγράμματος ANREC, ενώ το δεύτερο (για τους σταθμούς που επιλέχθηκαν) χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης. Το δίχτυ bongo με διάμετρο 60 cm έχει το πλεονέκτημα ότι δεν παρεμποδίζει την ροή του νερού κατά τη διάρκεια της ρυμούλκησης, καθώς επίσης ότι συλλέγει πανομοιότυπα δείγματα για τον προσδιορισμό της μεταβλητότητας της δειγματοληψίας. Ένα ροόμετρο τοποθετούνταν στο στόμιο του κάθε διχτυού για τον υπολογισμό του όγκου νερού που φιλτραριζόνταν. Το βάθος που έφτανε ο δειγματολήπτης μπορούσε να παρακολουθείται σε όλη τη διάρκεια της ρυμούλκησης μέσω ενός βαθύμετρου εγγραφής. Το μέγιστο βάθος ρυμούλκησης και όγκος φιλτραρισμένου νερού χρησιμοποιήθηκαν αργότερα για την τυποποίηση των σταθμών σε αριθμό ατόμων ανά τετραγωνικό μέτρο. Στην



**Εικόνα 12.** Τα δείγματα συλλέχτηκαν με χρήση συρόμενου διχτυού τύπου «bongo net» διαμέτρου 60 cm με άνοιγμα ματιού 250  $\mu\text{m}$ ..



εικόνα 13 φαίνονται οι 12 παράκτιοι σταθμοί του πλέγματος δειγματοληψίας. Τα βάθη των σταθμών που ελήφθησαν υπόψη σε αυτή τη μελέτη ήταν έως 50 m. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε 6% διάλυμα φορμαλδεΐδης σε αλμυρό νερό, και στη συνέχεια αναγνωρίστηκαν στο εργαστήριο μέσω στερεοσκοπικού μικροσκοπίου.

Ο αριθμός των ιχθυονυμφών που συλλέχτηκαν στον κάθε σταθμό τυποποιήθηκε για να ισοδυναμεί με άτομα ανά 10 m<sup>2</sup> μέσω της εξίσωσης Nonaka *et al.* (2000):

$$Y_i = \frac{(10 * d_i * x_i)}{v_i}$$

Όπου Y<sub>i</sub> ο αριθμός των ιχθυονυμφών του κάθε είδους κάτω από 10m<sup>2</sup> της επιφάνειας της θάλασσας στον σταθμό i, x<sub>i</sub> είναι ο αριθμός ιχθυονυμφών που συλλέχτηκαν στο σταθμό i, v<sub>i</sub> είναι ο όγκος νερού που φιλτραρίστηκε σε m<sup>3</sup> και d<sub>i</sub> είναι το μέγιστο βάθος ρυμούλκησης i.



Εικόνα 13. Χάρτης των παράκτιων σταθμών δειγματοληψίας στους οποίους συλλέχτηκαν τα δείγματα ιχθυοπλαγκτού της παρούσας μελέτης.

### 2.3. Οικολογικοί δείκτες

Για την υλοποίηση της μελέτης αναλύθηκαν τα δείγματα ιχθυοπλαγκτού με σκοπό την ταυτοποίηση των ιχθυονομφών σε επίπεδο είδους, όπου αυτό είναι δυνατόν. Στη συνέχεια με βάση την ταυτοποίηση των ειδών, έγινε στατιστική ανάλυση με χρήση του προγράμματος Primer 6 (Clarke & Gorley 2006), με σκοπό να προσδιοριστεί η τυχόν ομαδοποίηση των ειδών. Η ίδια ανάλυση έγινε για να βρεθεί η ομαδοποίηση παρόμοιων σταθμών ή περιοχών. Στην συνέχεια έγινε ανάλυση με βάση τις αφθονίες των πολυπληθέστερων ειδών, τόσο μεταξύ των σταθμών ή περιοχών, όσο και μεταξύ των εποχών. Τέλος προσδιορίστηκαν οι δείκτες βιοποικιλότητας Shannon και με βάση το πλήθος των ειδών που βρεθήκαν, σύμφωνα με τους παρακάτω τύπους.

Ο οικολογικός δείκτης Shannon ο οποίος δείχνει την στατιστική ανομοιογένεια των δειγμάτων και υπολογίστηκε με βάση τον τύπο:

$$H' = - \sum_p \ln p_i$$

Όπου  $n_i$  ο αριθμός ατόμων του είδους  $i$ ,  $S$  ο αριθμός των ειδών,  $N$  ο ολικός αριθμός όλων των ατόμων, και  $p_i$  η σχετική αφθονία του κάθε είδους που ισοδυναμεί με τον αριθμό των ατόμων ενός είδους δια τον ολικό αριθμό ατόμων του πληθυσμού

$$n_i / N.$$

Ο δείκτης Simpson ο οποίος δείχνει την πιθανότητα που υπάρχει να πάρουμε είδη ίδιων ατόμων, εάν επιλέξουμε 2 τυχαία άτομα από το δείγμα. Υπολογίστηκε με τον τύπο

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Όπου  $n_i$  είναι ο αριθμός των ατόμων του είδους  $i$ , και  $N$  είναι ο συνολικός αριθμός όλων των ατόμων που καταμετρήθηκαν.



Τα δεδομένα από δείγματα που συλλέγονται με δίχτυα έχουν συχνά μη κανονικές κατανομές και για τον λόγο αυτό τα δεδομένα μετατράπηκαν σε  $\log_n(x+1)$  πριν τις στατιστικές αναλύσεις. Η μετατροπή αυτή ελαχιστοποιεί την κυριαρχία στις αναλύσεις των λιγότερο συχνά εμφανιζόμενων ειδών.

Η διαδικασία PCA (Principal Component Analysis, Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών) χρησιμοποιήθηκε για την στατιστική αναγνώριση συσχετισμών μεταξύ των ειδών ανά σταθμό. Σύμφωνα με το κριτήριο του Kaiser (Kaiser criterion, Statsoft 1996), τα PC δείχνουν τις διαστάσεις των δεδομένων και αντιπροσωπεύουν τα στατιστικά σημαντικά γκρουπ. Τέλος, με την ανάλυση CLUSTER (Ανάλυση Ομαδοποίησης) και την Πολύπαραγοντική Ανάλυση (MDS, Multidimensional Scaling) μέσω του προγράμματος Primer, φαίνεται το ποσοστό (%) της ομοιότητας ανά εποχή δειγματοληψίας και η ομαδοποίηση των σταθμών κάθε εποχής αντίστοιχα.

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση των δειγμάτων αναγνωρίστηκαν συνολικά ιχθυονύμφες από 57 είδη ενώ άλλα 2 αναγνωρίστηκαν μόνο σε επίπεδο οικογένειας (*Gobius* sp., *Crenilabrus* sp.). Επίσης 7 άτομα δεν έγινε δυνατόν να αναγνωριστούν ταξινομικά. Συλλέχθηκαν περίπου 50.000 ιχθυονύμφες κατά την διάρκεια όλων των δειγματοληψιών. Οι ταξινομικές ομάδες καθώς και ο μέσος όρος αφθονίας των ιχθυονυμφών παρουσιάζονται στον Πίνακα 2. Τα ενήλικα άτομα πολλών από τις ιχθυονύμφες που εξετάστηκαν είναι είδη με μεγάλη εμπορική αξία, αν και παρουσιάζουν περιοδικές αυξομειώσεις στην αφθονία τους. Τέτοια είδη είναι για παράδειγμα ο σπάρος *Diplodus annularis*, ο γάυρος *Engraulis encrasicolus*, ο κολιός *Scomber japonicus* και το ασπροσαύριδο *Trachurus mediterraneus*. Και στα δυο χρόνια της δειγματοληψίας οι ιχθυονύμφες του γαύρου κυριάρχησαν σε αφθονία. Τα υπόλοιπα είδη που παρουσίασαν σημαντικό αριθμό ιχθυονυμφών είναι τα *Callionymus risso*, *Crenilabrus* sp., *Diplodus annularis*, *Gobius* sp., *Serranus hepatus*, *Callionymus maculatus*, *Pagellus acarne* και *Auxis rochei*.

Από τον Πίνακα 3 παρατηρούμε ότι υπάρχουν τρεις κατηγορίες ειδών, όπου η πρώτη αναπαράγεται όλο το χρόνο, μία δεύτερη με αναπαραγωγική περίοδο που εκτείνεται κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι και μία τρίτη όπου τα είδη αναπαράγονται κυρίως τους τελευταίους μήνες του φθινοπώρου και τους πρώτους του χειμώνα. Στην πρώτη ομάδα ανήκουν είδη όπως τα *Blennius gattorugine* *Arnoglossus thori* *Arnoglossus laterna* *Trachurus mediterraneus* *Lobianchia dofleini* και *Remora remora*. Είναι είδη που ανήκουν σε διαφορετικές οικογένειες αλλά με την ίδια αναπαραγωγική στρατηγική. Στην δεύτερη κατηγορία ανήκουν μερικά από τα πιο γνωστά είδη ψαριών όπως τα *Spicara smaris*, *Chromis chromis*, *Scomber japonicus*, *Scorpaena porcus*, *Serranus hepatus*, *Serranus scriba*, *Serranus cabrilla*, *Diplodus sargus*, *Boops boops*, *Mullus surmuletus*, *Dentex dentex* και *Diplodus annularis*. Στην τρίτη κατηγορία ανήκουν όλα τα ευρύαλα είδη, όπως τα *Liza aurata* και *Sparus aurata*, καθώς και άλλα όπως τα *Sardina pilchardus*, *Solea solea*, *Pagellus acarne* και *Diplodus vulgaris*.

Στον πίνακα 2 παρατηρούμε τις τυποποιημένες τιμές αφθονίας κάθε είδους, ανά έτος και ανά σταθμό. Το πιο άφθονο είδος τόσο κατά το 2003 όσο και το 2004 ήταν το *Engraulis encrasicolus* με 58,4% και 74,81% του αριθμού των ιχθυονυμφών που συλλέχτηκαν αντίστοιχα. Το αμέσως επόμενο άφθονο είδος ήταν το *Diplodus annularis*, με 3,59 και 3,31% αντίστοιχα. Το είδος *Sardina pilchardus* αντιπροσώπευε το 2,5 και το 2,94% του συνολικού αριθμού των ειδών, ενώ τα *Gobius sp.* αντιπροσώπευαν το 14,5% το 2003. Εντούτοις στην ομάδα αυτή των γοβιών περιλαμβάνονται δυνητικά περισσότερα από 30 είδη τα οποία είναι δύσκολο να αναγνωριστούν λόγω έλλειψης σχετικής βιβλιογραφίας. Στον ίδιο πίνακα φαίνεται πόσο ευμετάβλητα είναι αυτοί οι αριθμοί, αφού παρόλο που οι δειγματοληψίες έγιναν την ίδια εποχή και ακριβώς με την ίδια μεθοδολογία, οι τάξεις μεγεθών αλλάζουν μεταξύ των ετών. Αυτό ήταν αναμενόμενο αφού οι αναπαραγωγικές περίοδοι και επομένως και η εμφάνιση των ιχθυονυμφών ενός είδους στο ιχθυοπλαγκτό της περιοχής, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες με αποτέλεσμα η ωοτοκία να ξεκινάει αργότερα ή νωρίτερα από τα γνωστά όρια κάθε είδους, ενώ ο αριθμός των ιχθυονυμφών να εξαρτάται από τα ρεύματα της περιοχής και από άλλες ωκεανογραφικές συνθήκες οι οποίες διασπείρουν ή συγκεντρώνουν τις ιχθυονύμφες σε κάθε περιοχή δειγματοληψίας.

Η προσέγγιση των δεδομένων με τη χρήση της Ανάλυσης Κυρίων Συνιστωσών (PCA) έχει την αυτονόητη προϋπόθεση ότι οι ομάδες των ειδών είναι καθορισμένα από είδη που τείνουν να υπάρχουν πρωταρχικά μαζί, και όχι με διαδεδομένα είδη που συνυπάρχουν με πολλά διαφορετικά είδη, ακόμα και αν είναι σχετικά άφθονα. Τα μεγέθη και οι πληροφορίες από τις 5 ομάδες που σχηματίζονται θα πρέπει να ερμηνεύονται μόνο από κοινού.

**Πίνακας 2.** Αφθονία των ιχθυονυμφών (αρ. ατόμων/10 m<sup>2</sup>) που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια της παρούσας μελέτης.

Είδος	Μέσος όρος αφθονίας (ιχθυονύμφες/10 m <sup>2</sup> )		Αριθμός σταθμών	
	2003	2004	2003	2004
1 <i>Anthias anthias</i> (Linnaeus, 1758)	23	13	1	1
2 <i>Arnoglossus laterna</i> (Walbaum, 1792)	221	124	9	3
3 <i>Arnoglossus thori</i> Kyle, 1913	327	85	5	6
4 <i>Auxis rochei</i> (Risso, 1810)	7	35	3	2
5 <i>Auxis thazard</i> (Lecepede 1800)	64	45	1	1
6 <i>Blennius gattorugine</i> Linnaeus, 1758	107	77	2	1
7 <i>Blennius pholis</i> Linnaeus, 1758	8	-	1	-
8 <i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758).	113	101	2	4
9 <i>Buglossidium luteum</i> (Risso, 1810)	15	46	2	4
10 <i>Callionymus lyra</i> Linnaeus, 1758	46	63	2	2
11 <i>Callionymus maculatus</i> Rafinesque, 1810	325	39	4	1
12 <i>Callionymus risso</i> Lesueur, 1814	646	142	3	3
13 <i>Centracanthus cirrus</i> Rafinesque, 1810	7	8	1	1
14 <i>Cepola macrophthalmia</i> (Linnaeus, 1758)	-	102	-	3
15 <i>Cepola rubescens</i> Linnaeus, 1764	32	139	6	7
17 <i>Ceratoscopelus maderensis</i> (Lowe, 1839)	247	398	5	6
18 <i>Chromis chromis</i> (Linnaeus, 1758)	39	31	3	3
19 <i>Coris julis</i> (Linnaeus, 1758)	55	101	1	4
20 <i>Crenilabrus</i> sp.	1024	80	7	3
21 <i>Crystallogobius linearis</i> (Düben, 1845)	19	18	1	1
22 <i>Cyclothone braueri</i> Jespersen & Tåning, 1926	-	225	-	5
23 <i>Dentex dentex</i> (Linnaeus, 1758)	32	21	1	1
24 <i>Diplodus annularis</i> (Linnaeus, 1758)	1110	810	2	4
25 <i>Diplodus sargus</i> (Linnaeus, 1758)	188	303	4	5
26 <i>Diplodus vulgaris</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817).	14	0	1	-
27 <i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)	18057	18299	10	10
28 <i>Gaidropsarus vulgaris</i> (Cloquet, 1824)	16	0	1	-
29 <i>Gobius</i> sp.	4482	494	10	11
30 <i>Hygophum benoiti</i> (Cocco, 1838)	153	174	3	5
31 <i>Lampanyctus crocodilus</i> (Risso, 1810)	80	0	1	3
32 <i>Lepadogaster lepadogaster</i> (Bonnaterre, 1788)	28	17	2	2
33 <i>Lepidopus caudatus</i> (Euphrasen, 1788)	-	8	-	1

Συνέχεια στην επόμενη σελ.

Συνέχεια από την προηγ. σελ.

Είδος	Μέσος όρος αφθονίας (υγθονόμεφες/10 m <sup>2</sup> )		Αριθμός σταθμών	
	2003	2004	2003	2004
	34 <i>Lestidiops jayakari</i> (Ege, 1918)	-	8	-
35 <i>Liza aurata</i> (Risso, 1810)	144	131	1	2
36 <i>Lobianchia dofleini</i> (Zugmayer, 1911)	-	8	1	1
37 <i>Microchirus variegates</i> (Donovan, 1808)	12	10	1	1
40 <i>Parophidion vassali</i> (Risso, 1810)	-	9	-	1
42 <i>Remora remora</i> (Linnaeus, 1758)	-	3	-	1
45 <i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792)	793	720	-	10
46 <i>Sardinella aurita</i> Valenciennes, 1847	78	76	4	5
47 <i>Scomber japonicus</i> Houttuyn, 1780	55	107	2	6
48 <i>Scorpaena porcus</i> Linnaeus, 1758	71	47	2	5
49 <i>Scorpaena scrofa</i> Linnaeus, 1758	7	9	1	1
50 <i>Serranus cabrilla</i> (Linnaeus, 1758)	179	183	4	5
51 <i>Serranus hepatus</i> (Linnaeus, 1766)	2069	284	8	5
52 <i>Serranus scriba</i> (Linnaeus, 1758)	196	45	3	2
53 <i>Solea solea</i> (Linnaeus, 1758)	41	38	1	2
54 <i>Sparus aurata</i> Linnaeus, 1758	-	58	-	1
55 <i>Spicara maena</i> (Linnaeus, 1758)	12	13	1	1
56 <i>Spicara smaris</i> (Linnaeus, 1758)	21	25	1	1
57 <i>Symphurus nigrescens</i> Rafinesque, 1810	9	70	1	5
58 <i>Trachinus draco</i> Linnaeus, 1758	25	10	1	1
59 <i>Trachurus mediterraneus</i> (Steindachner, 1863)	121	118	4	6
60 Άγνωστες πρυνόμεφες	3	4		

Πίνακας 3. Τα είδη ιχθυονομφών που συλλέχθηκαν στην παρούσα μελέτη με την αναπαραγωγική περίοδο που αντιστοιχεί στο κάθε είδος, σύμφωνα με βιβλιογραφικά δεδομένα (Froese & Pauly, 2008).

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
<i>Berulidae</i>												
<i>Borhidæ</i>	Βενεπύς εστρούγγρη	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Borhidæ</i>	Αμπελοστύς ύψου	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Borhidæ</i>	Αμπελοστύς λαβύνη	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Callionymidae</i>	Καλιόνυμφος μακρύδακτυς	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Callionymidae</i>	Καλιόνυμφος άβνα	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Callionymidae</i>	Καλιόνυμφος πίσσο	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Callionymidae</i>	Τραχύλις ηθεάστραυφιν	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cephalidae</i>	Κεφαλα πηλοσεύς	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cephalidae</i>	Κεφαλα μακρυοθηλάκης	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Champsidae</i>	Σαρδέλα ριλέλας	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Champsidae</i>	Ε. εμπατολάς	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Champsidae</i>	Ε. εμπατολάς	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Eggleidae</i>	Λερακόδεσμη λέρακόδραση	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gelecinidae</i>	Γελέσιος	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gelecinidae</i>	Γελέσιος	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Goniistiusidae</i>	Γονιστιούσιος	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Λαβρινίδες	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Γαλάξοσφυς νιόγγυς	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Λίλα αντά	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Ηύερημις βενούτι	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Κερατασκούβης ποκαίρεντι	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Λοθαρέλια άβρηλι	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Παργαθόδρα νουσαλί	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Λεπίδοδρος γαυκόκυρι	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Χρονόσις χηρόντι	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Αλιτίθ φρεσάρι	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Σκονίδει γροφίλις	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Σκορπαινή πορσίς	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Σερπίσιος ηερταύς	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Σερπίσιος ιστίθ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Σερπίσιος εάλν είλα	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Βηγελοστύλιον άισηυμι	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Σόκια σόκια	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Μεταχάλης νωρήγαυς	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Δηρύδακτος σούργυς	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Δηρύδακτος στυλιούρις	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Ραγγέλιος ασάργυς	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Βοσγιά βοσγιάς	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Δεινέκκος άεινέκκος	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Δηρύδακτος νυόγγυς	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Σπυριόδρα άκαυαί	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Τραχίλις άκοκο	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Λεπάδρος καυκόπυς	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Αλιτίθ τούρη	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Μύλιος πυρηνάσιος	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Ρεμφοστί θιννοά	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Σαρδέλα άντά	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Συμφύλιος ηέρθεύς	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Αντίθετος άνθίλιος	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labridae</i>	Κεφαλασκούβης εθύλις	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+



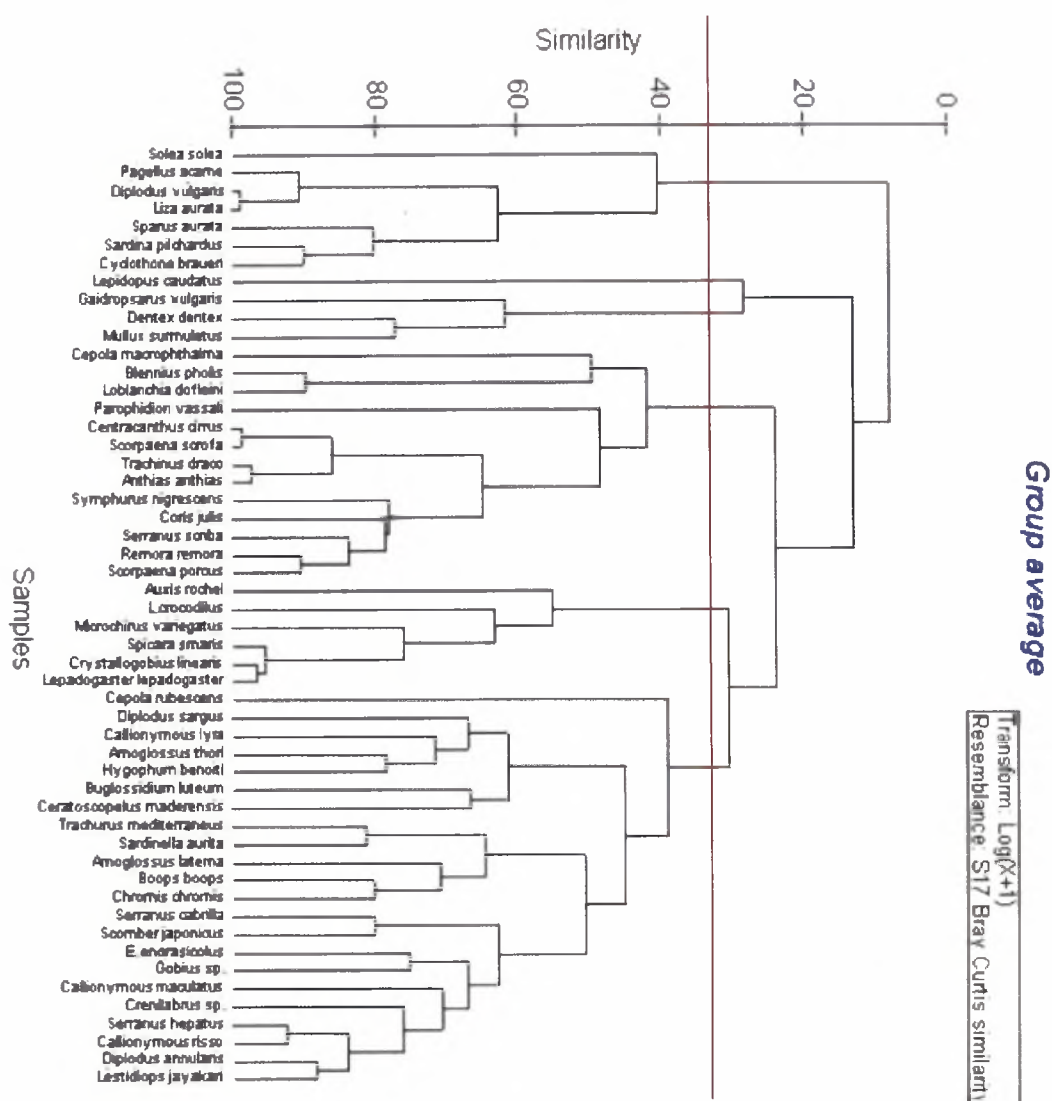
**Πίνακας 4.** Τιμές των δεικτών Shannon και Simpson για το σύνολο των δειγμάτων και για την περίοδο δειγματοληψίας Μάιος 2003 έως Νοέμβριος 2004.

Περίοδος δειγματοληψίας	Shannon index (Evennes)	Simpson index
ΜΑΙΟΣ 2003	0,848503475	5,06954616
ΙΟΥΛΙΟΣ 2003	0,882400977	1,439786412
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2003	0,87486332	2,332279553
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2003	0,854963398	3,757043719
ΜΑΙΟΣ 2004	0,918068714	1,382575933
ΙΟΥΛΙΟΣ 2004	0,90462088	1,911691931
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2004	0,880992315	2,95996291
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2004	0,894558016	3,674319797

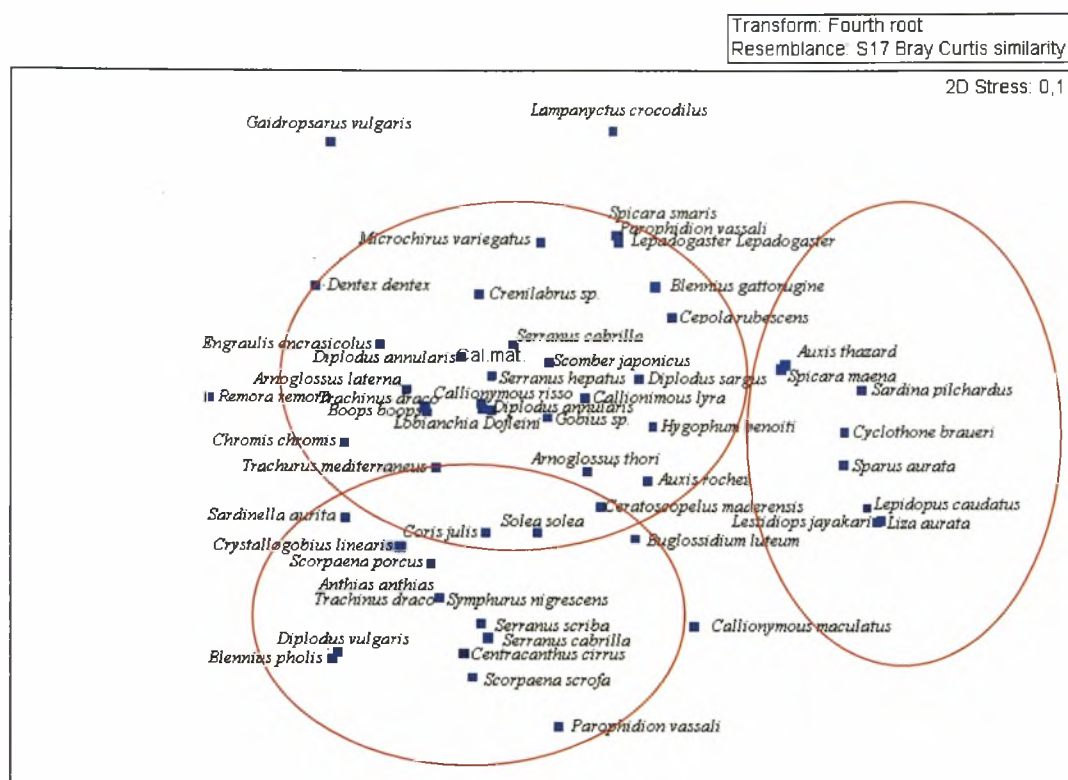
Ο πίνακας 4 μας δίνει τις τιμές των δεικτών Shannon Wiener και Simpson ανά εποχή δειγματοληψίας. Ο δείκτης βιοποικιλότητας Simpson ήταν υψηλότερος τον Νοέμβριο 2004 καθώς και το Νοέμβριο 2003 και Μάιο 2003 κυρίως λόγω της ανομοιομορφής σύνθεσης των δειγμάτων εκείνη την περίοδο (Krebs 1994). Τον Μάιο του 2003 η αξία του δείκτη ήταν εξαιρετικά υψηλότερη σε σχέση με τους υπόλοιπους μήνες, που σημαίνει ότι η δειγματοληψία εκείνου του συγκεκριμένου μήνα είχε πολύ πιο ανομοιομορφή σύνθεση σε είδη από τους υπόλοιπους. Ομοιότητες παρατηρούνται στις τιμές βιοποικιλότητας μεταξύ Νοεμβρίου 2003 και 2004 καθώς και του Σεπτεμβρίου 2003 και 2004.

Ο δείκτης Shannon δεν έδειξε σημαντικές ανομοιογένειες ανάμεσα στους μήνες των δειγματοληψιών εκτός από τους ζεστούς μήνες Μάιο, Ιούλιο του 2004 όπου τα δείγματα έδειξαν μια ελαφρώς πιο ποικίλη σύνθεση με την παρουσία ειδών όπως τα *Serranus cabrilla*, *Boops boops*, *Mullus surmuletus*, *Remora remora*, *Spicara smaris* και *Coris julis*. Η υψηλότερη βιοποικιλότητα βρέθηκε τον Μάιο του 2004 όπου βρέθηκαν 29 είδη ενώ η χαμηλότερη βιοποικιλότητα βρέθηκε τον ίδιο μήνα του 2003 όταν βρέθηκαν 22 είδη. Αυτό δείχνει την ανομοιογένεια που μπορεί να επικρατήσει στην δειγματοληψία ιχθυοπλαγκτού, ακόμα και αν η δειγματοληψία γίνεται στις ίδιες εποχές και με την ίδια μεθοδολογία.

Στην εικόνα 14, όπου φαίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης για την ομαδοποίηση των ειδών, παρατηρούμε ότι ομαδοποιούνται τα είδη που αναπαράγονται την φθινοπωρινή και χειμερινή περίοδο όπως τα ευρύαλα *Liza aurata* (μυξινάρι) και *Sparus aurata* (τσιπούρα), καθώς και άλλα όπως τα *Sardina pilchardus* (σαρδέλα), *Solea solea* (γλώσσα), *Pagellus acarne* (μουσμούλι) και *Diplodus vulgaris* (σπάρος).

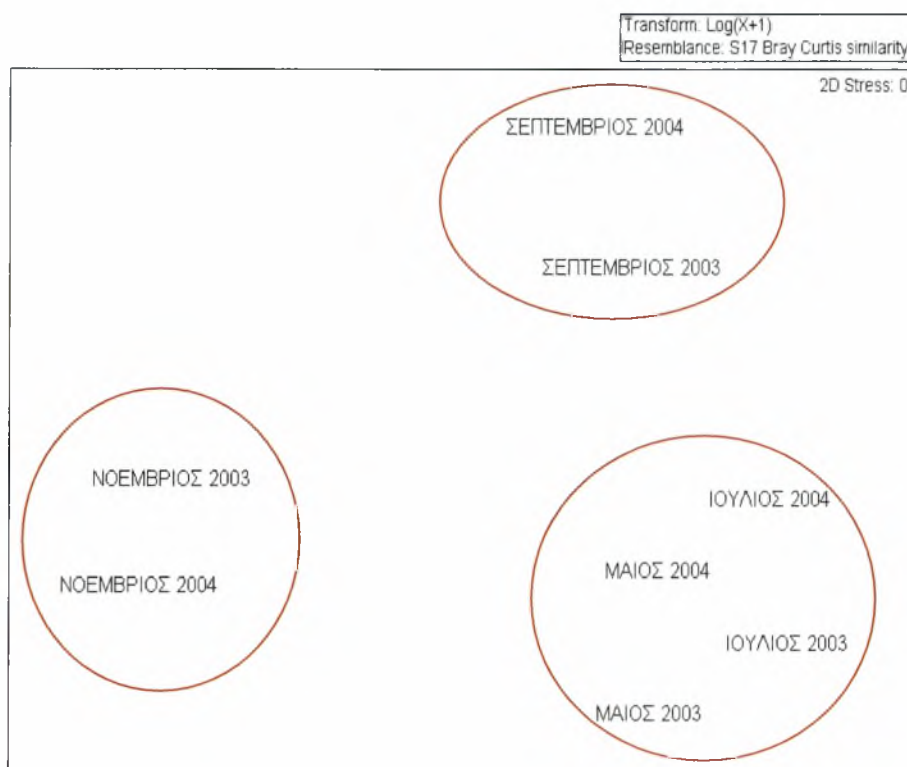


Εικόνα 14. Ομαδοποίηση των ειδών που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια της παρούσας μελέτης ανάλογα με την εμφάνισή τους στα δείγματα, ανεξάρτητα από περίοδο και έτος.



**Εικόνα 15.** Ομαδοποίηση των ειδών που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια της παρούσας μελέτης με τη χρήση Πολύπαραγοντικής Ανάλυσης MDS (Multidimensional Scaling).

Και στην εικόνα 15 φαίνεται η ίδια ομαδοποίηση όπως και στο προηγούμενο διάγραμμα. Φαίνεται να ξεχωρίζουν τα είδη με χειμερινή αναπαραγωγή όπως τα *Liza aurata* (μυξινάρι) και *Sparus aurata* (τσιπούρα), καθώς και *Cyclothone braueri*, *Sardina pilchardus* (σαρδέλα) και *Lepidopus caudatus* (σπαθόψαρο).



**Εικόνα 16.** Ομαδοποίηση ανά εποχή των σταθμών δειγματοληψίας της παρούσας μελέτης με Πολύπαραγοντική Ανάλυση (MDS, Multidimensional Scaling).

Στην εικόνα 16 φαίνεται η ομαδοποίηση των σταθμών ανά εποχή και έτος. Παρατηρούμε ότι οι εποχές ομαδοποιούνται ανεξάρτητα από το έτος και ότι ξεχωρίζει η φθινοπωρινή περίοδος (Νοέμβριος) σε σχέση με τις τρεις υπόλοιπες εποχές δειγματοληψίας, δηλαδή Μάιο και Ιούλιο οι οποίες σχεδόν συμπίπτουν και Σεπτέμβριος ο οποίος βρίσκεται πολύ πιο κοντά στις δύο προηγούμενες. Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι στην ουσία οι τρεις αυτές εποχές (Μάιος, Ιούλιος και Σεπτέμβριος) μπορούν να θεωρηθούν ως μία (καλοκαιρινή) και ότι η φθινοπωρινή (Νοέμβριος) διαχωρίζεται πλήρως ως προς την σύνθεση των ειδών. Με βάση αυτά τα αποτελέσματα ο διαχωρισμός ανά έτος δεν έχει στατιστική σημασία και τα δείγματα μπορούν να ενοποιηθούν ανά εποχή και ανεξάρτητα από το έτος.

Στον πίνακα 5 φαίνονται οι ομάδες των ειδών που δημιουργούν τις συναθροίσεις των ιχθυονυμφών. Από τα αποτελέσματα ξεχωρίζουν 5 συναθροίσεις ειδών. Οι τιμές του πίνακα δείχνουν τα είδη που τείνουν να υπάρχουν πρωταρχικά μαζί. Η πρώτη ομάδα συμπεριλαμβάνει ως κύρια είδη τα *Liza aurata* και *Sparus aurata*, καθώς και *Cyclothone braueri*, *Sardina pilchardus* και *Lepidopus caudatus*. Τα κύρια είδη της δεύτερης ομάδας είναι τα *Diplodus sargus*, *Crenilabrus sp.*, *Diplodus annularis*, *Cepola rubescens*, της τρίτης είναι τα *Arnoglossus thori*, *Serranus hepatus*, *Auxis rochei*, *Hygophum benoiti*, της τέταρτης είναι *Hygophum benoiti*, *Solea solea*, *Callionymous maculatus* και *Callionymous lyra* ενώ τα σημαντικότερα είδη της πέμπτης ομάδας είναι τα *Diplodus sargus*, *Trachurus mediterraneus*, *Scomber japonicus* και *Ceratoscopelus maderensis*.

**Πίνακας 5.** Οι συναθροίσεις των ιχθυονυμφών όπως υπολογίστηκαν με την επιλογή των ειδών που ήταν θετικά συσχετισμένα με τις αφθονίες των σταθμών στις τιμές των ειδών για κάθε δείκτη ομοιότητας επί τοις εκατό PCI (percent similarity index).

ΕΙΔΗ	ΤΙΜΗ	ΕΙΔΗ	ΤΙΜΗ
PC1		PC 2	
<i>Liza aurata</i>	0,315	<i>Crenilabrus sp.</i>	0,312
<i>Sardina pilchardus</i>	0,314	<i>Diplodus sargus</i>	0,232
<i>Cyclothone braueri</i>	0,232	<i>Diplodus annularis</i>	0,172
<i>Sparus aurata</i>	0,163	<i>Cepola rubescens</i>	0,14
<i>Lepidopus caudatus</i>	0,116	<i>Serranus cabrilla</i>	0,139
<i>Cepola macrophthalmia</i>	0,107	<i>Lepadogaster lepadogaster</i>	0,122
<i>Lestidiops jayakari</i>	0,102	<i>Spicara smaris</i>	0,12
<i>Lobianchia dofleini</i>	0,101	<i>Crystallogobius linearis</i>	0,115
<i>Buglossidium luteum</i>	0,079	<i>Callionymous lyra</i>	0,11
<i>Hygophum benoiti</i>	0,073	<i>Cyclothone braueri</i>	0,103
<i>Diplodus sargus</i>	0,028	<i>Hygophum benoiti</i>	0,098
<i>Parophidion vassali</i>	0,005	<i>Gobius sp.</i>	0,092
		<i>Microchirus variegatus</i>	0,091
		<i>Lampanctus crocodilus</i>	0,087
		<i>Sparus aurata</i>	0,073
		<i>Scomber japonicus</i>	0,051
		<i>Lepidopus caudatus</i>	0,05
		<i>Lestidiops jayakari</i>	0,045
		<i>Lobianchia dofleini</i>	0,045
		<i>Pagellus acarne</i>	0,04
		<i>Serranus hepatus</i>	0,039
		<i>Gaidropsarus vulgaris</i>	0,029
		<i>Callionymous risso</i>	0,026
		<i>Dentex dentex</i>	0,022
		<i>Callionymous maculatus</i>	0,021
		<i>Mullus surmuletus</i>	0,015

Συνέχεια πίνακα 5

EIAH	TIMH	EIAH	TIMH
<b>PC 3</b>		<b>PC4</b>	
<i>Arnoglossus thori</i>	0,303	<i>Hygophum benoiti</i>	0,404
<i>Serranus hepatus</i>	0,261	<i>Solea solea</i>	0,315
<i>Auxis rochei</i>	0,229	<i>Callionymous maculatus</i>	0,295
<i>Hygophum benoiti</i>	0,189	<i>Trachurus mediterraneus</i>	0,268
<i>Lepadogaster lepadogaster</i>	0,175	<i>Callionymous lyra</i>	0,204
<i>Spicara smaris</i>	0,173	<i>Arnoglossus thori</i>	0,179
<i>Cepola macrophthalma</i>	0,166	<i>Gobius sp.</i>	0,176
<i>Crystallogobius linearis</i>	0,164	<i>Boops boops</i>	0,165
<i>Gobius sp.</i>	0,163	<i>Diplodus vulgaris</i>	0,158
<i>Scomber japonicus</i>	0,138	<i>Sardina pilchardus</i>	0,152
<i>Buglossidium luteum</i>	0,125	<i>Buglossidium luteum</i>	0,147
<i>Serranus cabrilla</i>	0,122	<i>Sardinella aurita</i>	0,142
<i>Lampanyctus. crocodilus</i>	0,116	<i>Blennius pholis</i>	0,138
<i>Coris julis</i>	0,108	<i>Diplodus annularis</i>	0,13
<i>Serranus scriba</i>	0,108	<i>Ceratoscopelus maderensis</i>	0,122
<i>Callionymous risso</i>	0,099	<i>Cyclothone braueri</i>	0,113
<i>Pagellus acarne</i>	0,082	<i>Cepola rubescens</i>	0,107
<i>Anthias anthias</i>	0,08	<i>Serranus scriba</i>	0,088
<i>Ceratoscopelus maderensis</i>	0,077	<i>Sparus aurata</i>	0,079
<i>Parophidion vassali</i>	0,076	<i>Spicara smaris</i>	0,074
<i>Trachinus draco</i>	0,075	<i>Crystallogobius linearis</i>	0,066
<i>Scorpaena scrofa</i>	0,073	<i>Lepadogaster lepadogaster</i>	0,062
<i>Centracanthus cirrus</i>	0,071	<i>Engraulis engrasicolus</i>	0,053
<i>Microchirus variegatus</i>	0,069	<i>Lepidopus caudatus</i>	0,053
<i>Solea solea</i>	0,064	<i>Lestidiops jayakari</i>	0,049
<i>Callionymous maculatus</i>	0,054	<i>Lobianchia dofleini</i>	0,049
<i>Symphurus nigrescens</i>	0,051	<i>Arnoglossus laterna</i>	0,048
<i>Diplodus sargus</i>	0,048	<i>Diplodus sargus</i>	0,036
<i>Liza aurata</i>	0,046	<i>Trachinus draco</i>	0,033
<i>Scorpaena porcus</i>	0,022	<i>Chromis chromis</i>	0,026
<i>Crenilabrus sp.</i>	0,02	<i>Anthias anthias</i>	0,02
		<i>Callionymous risso</i>	0,018
		<i>Microchirus variegatus</i>	0,005
		<i>Pagellus acarne</i>	0,002



Συνέχεια πίνακα 5

ΕΙΔΗ	ΤΙΜΗ
<b>PC5</b>	
<i>Diplodus sargus</i>	0,384
<i>Trachurus mediterraneus</i>	0,323
<i>Scomber japonicus</i>	0,306
<i>Ceratoscopelus maderensis</i>	0,196
<i>Serranus cabrilla</i>	0,165
<i>Microchirus variegatus</i>	0,164
<i>Pagellus acarne</i>	0,152
<i>Sardinella aurita</i>	0,15
<i>Coris julis</i>	0,138
<i>Diplodus annularis</i>	0,137
<i>Boops boops</i>	0,137
<i>Remora remora</i>	0,113
<i>Solea solea</i>	0,098
<i>Engraulis engrasicolus</i>	0,096
<i>Spicara smaris</i>	0,087
<i>Crystallogobius linearis</i>	0,075
<i>Lepadogaster lepadogaster</i>	0,064
<i>Buglossidium luteum</i>	0,055
<i>Auxis rochei</i>	0,043
<i>Symphurus nigrescens</i>	0,037
<i>Arnoglossus thori</i>	0,027
<i>Scorpaena porcus</i>	0,02
<i>Liza aurata</i>	0,01
<i>Mullus surmuletus</i>	0,009
<i>Dentex dentex</i>	0,007
<i>Callionymus lyra</i>	0,002

## 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το βόρειο Αιγαίο πέλαγος έχει περίπλοκα βαθυμετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά (Lykousis *et al.* 2002). Τα πιο χαρακτηριστικά στοιχεία της υδρογραφίας αυτής της περιοχής είναι η εισροή χαμηλής αλατότητας (29-34) νερού από την Μαύρη Θάλασσα το οποίο είναι επίσης και πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά και καλύπτει την επιφάνεια της στήλης του νερού. (20 – 40 m) (Ovchinnikov 1966). Το νερό αυτό είναι και η κύρια επιρροή κατά την διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού, από τον Απρίλιο μέχρι τον Ιούλιο όπου η μηνιαία εκροή από τα στενά των Δαρδανελίων φτάνει τα 15.000 m<sup>3</sup>/s λόγω της αυξημένης ροής γλυκού νερού και βροχόπτωσης πάνω από τη Μαύρη θάλασσα ή στην περιοχή που την περιβάλλει (Yuce 1995).

Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ της θάλασσας και του αέρα καθώς και οι αλλαγές της θερμοκρασίας καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την μετακίνηση των μαζών νερού στην περιοχή. Το καλοκαίρι υπάρχει δυνατός κρύος και στεγνός βόρειος άνεμος πάνω από το πέλαγος (Lascaratos 1992), ο οποίος προκαλεί ρεύματα νερών χωρίς θρεπτικά συστατικά κατά μήκος της δυτικής ακτής της Λέσβου, της Λήμνου και της Μικρασιατικής ακτής. Αυτά τα περιστατικά μπορούν να προκαλέσουν μια κρύα επιφανειακή ζώνη νερού, με θερμοκρασίες 2-3 °C χαμηλότερες από το βόρειο-δυτικό μέρος του Αιγαίου (Poulos *et al.* 1997). Τον χειμώνα με τις χαμηλότερες θερμοκρασίες λόγω της επίδρασης των ψυχρών αέριων μαζών καθώς και λόγω της εξάτμισης το επιφανειακό νερό βυθίζεται κατά μήκος της υφαλοκρηπίδας και στα όρια της ηπειρωτικής κλίσης, όπου βρίσκεται σε κατάσταση ισορροπίας. Αυτές οι πυκνές μάζες νερού έχουν αναφερθεί στην Σαμοθράκη και την Λήμνο, από τον Gertman *et al.* (1990) και αναβαθμίζονται από την παρουσία στροβίλων ή και των ρευμάτων που φέρνουν νερό υψηλής αλατότητας στην περιοχή νότια της Θάσου. Κάτω από αυτές τις συνθήκες το νερό της Μαύρης θάλασσας μπορεί να δράσει σαν μονωτήρας στην περιοχή απορροής του μέσα στο Βόρειο Αιγαίο και έτσι να δυσχεραίνει τον σχηματισμό πυκνών μαζών νερού κατά μήκος της υφαλοκρηπίδας του Θρακικού πελάγους. Στις ρηχές περιοχές του βόρειου Αιγαίου, υπάρχει ένα θερμοκλινές σε βάθος περίπου 17-18 m

στις αρχές Ιουλίου. Η θερμική διαστρωμάτωση δείχνει διαχρονικές παραλλαγές και η επιφανειακή κατανομή θερμοκρασίας και αλατότητας εξαρτάται από την βροχή, την δύναμη του αέρα και την απορροή νερού (Zervakis *et al.* 2003).

Σε αυτήν την μελέτη, οι εποχικές αλλαγές που σχετίζονται άμεσα με τις ωκεανογραφικές, φαίνεται πως είναι ο κύριος παράγοντας που επηρεάζει τις αλλαγές στην σύνθεση του ιχθυοπλαγκτού στο Θρακικό πέλαγος. Κάποια είδη ήταν χαρακτηριστικά συγκεκριμένων μηνών (π.χ. η σαρδέλα τον Νοέμβριο), ενώ άλλα βρέθηκαν σε όλους τους μήνες (π.χ. είδη της οικογένειας Gobiidae). Συνολικά στα δείγματά μας βρέθηκαν είδη από 34 διαφορετικές οικογένειες.

Οι τιμές των δεικτών Shannon Wiener και Simpson ανά εποχή δειγματοληψίας, δείχνουν ότι η βιοποικιλότητα είναι υψηλότερη τον μήνα Μάιο οπότε και αναγνωρίστηκε ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών. Ο δείκτης Simpson δείχνει ότι η ανομοιομορφία μεταξύ των σταθμών διαμόρφωσε την υψηλή τιμή κατά την διάρκεια του Μαΐου και κατά την διάρκεια του Νοεμβρίου. Κατά τον Μάιο διαπιστώθηκε η παρουσία πολλών ιχθυονυμών αφού κατά την διάρκεια της άνοιξης γίνεται η αναπαραγωγή πολλών και διαφορετικών ειδών. Η ανομοιομορφία του Νοεμβρίου φαίνεται να δημιουργείται από τις ιχθυονύμφες της σαρδέλας η οποίες βρίσκονται κυρίως στους περισσότερο παράκτιους σταθμούς. Η σαρδέλα σπάνια δημιουργεί κοπάδια σε βάθη μεγαλύτερα των 50 m και προτιμά να ζει κοντά στην ακτή όπου και αναπαράγεται.

Η Πολυπαραγοντική Ανάλυση (MDS) παρουσίασε την σημασία της εποχικότητας στην σύνθεση των πληθυσμών. Η διαφοροποίηση δύο διαφορετικών εποχών ανάμεσα στον Νοέμβριο και τους υπόλοιπους μήνες εξαιτίας των αναπαραγωγικών συμπεριφορών των κυρίαρχων μικρών πελαγικών ειδών, η εκτενής αναπαραγωγική περίοδος του γαύρου και η κυριαρχία του τους ζεστούς μήνες, και τέλος η αφθονία της σαρδέλας και των γοβιών τον Νοέμβριο είναι τα κύρια χαρακτηριστικά τα οποία διαμορφώνουν την ομαδοποίηση των σταθμών. Με παρόμοιο τρόπο η ομαδοποίηση των ειδών (cluster analysis) δείχνει την διαφοροποίηση των ειδών που αναπαράγονται την φθινοπωρινή και χειμερινή περίοδο σε σχέση με αυτά που αναπαράγονται τον υπόλοιπο χρόνο.

Η Μέθοδος Κυρίων Συνιστωσών (PCA) επιβεβαίωσε την ισχυρή εποχική επίδραση στις συναθροίσεις των ειδών. Πέντε ομάδες ειδών αναγνωρίστηκαν μέσω της μεθόδου αυτής και τα είδη που παρουσιάζουν έντονο συσχετισμό είναι αυτά που ταιριάζουν και εποχικά μεταξύ τους (πίνακας 5). Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που διαμορφώνουν τις εποχές στο θαλάσσιο οικοσύστημα έχουν άμεση σχέση με την κατανομή των ειδών, τόσο των πελαγικών όσο και των βενθικών, αφού οι ιχθυονύμφες που βρέθηκαν είναι όλες πελαγικές. Όπως και σε άλλα παρόμοια οικοσυστήματα (Jin & Tang 1996) έτσι και στο Θρακικό πέλαγος βρέθηκε αυξημένη αφθονία ειδών την περίοδο Μαΐου-Σεπτεμβρίου σε σχέση με αυτή που βρέθηκε τον Νοέμβριο.

Στην Μεσόγειο η θερμοκρασία του νερού πάνω στην ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα αρχίζει να αυξάνεται στις αρχές της άνοιξης και τα ψάρια που περνάνε το χειμώνα τους εκεί, μεταναστεύουν σταδιακά στα πεδία αναπαραγωγής. Μετα την αναπαραγωγή τα περισσότερα ψάρια αρχίζουν να μεταναστεύουν ψάχνοντας για τροφή σε περιοχές όπου μένουν όλο το καλοκαίρι για να επιστρέψουν πάλι πριν το χειμώνα σε βαθύτερα νερά, καθώς η θερμοκρασία του νερού πέφτει σε παράκτια πεδία. Συνήθως η φθινοπωρινή μετακίνηση συνδέεται με την νεοσυλλογή των νεαρών ατόμων τα οποία αυτή την περίοδο ενώνονται με το ενήλικο απόθεμα (Isari *et al.* 2006).

Στην περιοχή του Θρακικού στο τέλος του φθινοπώρου, βρέθηκε μικρότερος αριθμός ειδών με κυριότερα την σαρδέλα και είδη της οικογένειας Gobidae. Όσον αφορά τα βενθικά είδη που αναγνωρίστηκαν, βρέθηκαν κυρίως τα *Arnoglossus thori* και *Arnoglossus laterna* στις αρχές της άνοιξης.

Τα μικρά πελαγικά είδη που βρέθηκαν στην περιοχή έχουν ήδη περιγραφή από τον Somarakis *et al.* (2002) στην ευρύτερη περιοχή του βόρειου Αιγαίου. Τα είδη *E. encrasicolus*, *Sardinella aurita*, και το *Auxis rochei* είναι είδη κοινά στην περιοχή και εμφανίζονται συχνά στις εκφορτώσεις των αλιευτικών σκαφών. Η *Sardinella aurita* είναι τυπικό είδος στις αρχές καλοκαιριού στο βόρειο Αιγαίο πέλαγος ενώ η *Sardina pilchardus* είναι άφθονη τον Νοέμβριο.

Ο γαύρος και η σαρδέλα έχουν αναπτύξει διαφορετικές αναπαραγωγικές στρατηγικές, αφού ο γαύρος αναπαράγεται στο Βόρειο Αιγαίο από τον Απρίλιο μέχρι τον Σεπτέμβριο ανάλογα με την θερμοκρασία του νερού και η σαρδέλα αναπαράγεται από τον Νοέμβριο έως και τον Μάρτιο (Koutrakis *et al.* 2004). Αυτό εξηγεί την

απόλυτη κυριαρχία του γαύρου στα δείγματα μεταξύ Μαΐου και Σεπτεμβρίου και της σαρδέλας το Νοέμβριο. Η μεγάλη αφθονία σε μικρά πελαγικά είδη δείχνει την μεγάλη σημασία της παράκτιας ζώνης σαν πεδίο αναπαραγωγής και προστασίας των νεαρών, αφού προσφέρει ιδανικές συνθήκες για την διατροφή των νεαρών ψαριών και περιορίζει την σημασία των παραγόντων που διαμορφώνουν την θνησιμότητα σε αυτές τις ηλικίες (Munk & Nielsen 2005).

Η μεγάλη αφθονία του γαύρου στην περιοχή οφείλεται και στο γεγονός ότι το είδος προτιμάει να αναπαράγεται σε περιοχές με νερό χαμηλής αλατότητας. (Russell 1976). Στο Θρακικό πέλαγος η εισροή νερού της Μαύρης Θάλασσας καθώς και η εκροή των ποταμών συμβάλουν στην δημιουργία παρόμοιων συνθηκών. Η διαμόρφωση των ρευμάτων στην περιοχή του Θρακικού συμβάλει επίσης στην κατανομή των ιχθυονυμφών και φαίνεται να επηρεάζουν τα πρότυπα αφθονίας του είδους στην περιοχή.

Τα δείγματα περιείχαν επίσης κάποια μεσοπελαγικά είδη, όπως τα *Ceratoscopelus maderensis*, *Hygophum* sp. Η παρουσία τους στα παράκτια νερά του Θρακικού πελάγους μάλλον οφείλεται σε ρεύματα που από την ανοιχτή θάλασσα κατευθύνονται προς την ακτή (Sabates 1990).

Σε άλλες εργασίες που έγιναν στην Μεσόγειο (Sabates 1990) υποδεικνύεται η σημασία της εποχής στην κατανομή των πληθυσμών. Η σημασία της εποχής στην παράκτια ζώνη (Koutrakis *et al.* 2004), αντανακλάται με υψηλότερο αριθμό ειδών κατά την διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού, αλλά υψηλότερο αριθμό ιχθυονυμφών το χειμώνα. Αντίθετα στο Θρακικό πέλαγος ο Μάιος και η συνεχόμενη καλοκαιρινή περίοδος έδωσαν τον μεγαλύτερο αριθμό ειδών όσο και τις υψηλότερες αφθονίες. Σε άλλα παράκτια οικοσυστήματα (BA. Ειρηνικός), όπου η περιβαλλοντική αστάθεια είναι μεγαλύτερη, οι εποχικές αλλαγές έχουν επίσης αναφερθεί πως είναι οι σημαντικότεροι παράγοντες που συνεισφέρουν στη γενική κατανομή των ιχθυονυμφών.

Οι συναθροίσεις των ειδών (Πίνακας 5) έδωσαν αποτελέσματα που μπορούν να συσχετιστούν με τα εποχικά χαρακτηριστικά των ειδών αυτών. Τα είδη της πρώτης ομάδας (PC1) αναπαράγονται την χειμερινή περίοδο αφού πέσει η θερμοκρασία στην στήλη του νερού, όπως για παράδειγμα τα *Sardina pilchardus*, *Cuclothone braueri*, *Sparus aurata*, *Lepidopus caudatus*. Η δεύτερη (PC2) και τρίτη (PC3) ομάδα

αναπαράγεται κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες, δηλαδή τα είδη *Serranus hepatus*, *Auxis rochei*, *Lepadogaster lepadogaster*, *Diplodus sargus* και *Diplodus annularis*. Η τέταρτη ομάδα (PC4) αναπαράγεται τους χειμερινούς και ανοιξιάτικους μήνες, δηλαδή τα είδη *Solea solea*, *Callionymous maculatus* και *Callionymous lyra*. Η πέμπτη ομάδα (PC5) συμπεριλαμβάνει είδη όπως *Coris julis*, *Auxis thazard*, *Pagellus acarne*, *Microchirus variegatus*, *Diplodus sargus* που αναπαράγονται καλοκαιρινούς μήνες, και *Trachurus mediterraneus*, *Ceratoscopelus maderensis* με πιο ευρύ διάστημα αναπαραγωγής.

Τέλος σαν γενικό συμπέρασμα μπορεί να ειπωθεί ότι οι αλλαγές των εποχών του χρόνου παίζουν τον κύριο ρόλο στον καθορισμό της αφθονίας και των συναθροίσεων των ειδών της παράκτιας περιοχής του Θρακικού πελάγους. Η μεγάλη αφθονία σε άτομα γαύρου, είδους που κυριαρχεί στο σύστημα σχεδόν για ένα εξάμηνο, οφείλεται στην διαμόρφωση των ρευμάτων της περιοχής από το νερό που εισρέει από την Μαύρη Θάλασσα και τα τοπικά ποτάμια.

## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bailey K.M. & E.D. Houde, 1989. Predation on eggs and larvae of marine fishes and the recruitment problem. *Advances in Marine Biology*, 25: 1-83.
- Bakun A., 2006. Fronts and eddies as key structures in the habitat of marine fish larvae: opportunity, adaptive response and competitive advantage. *Scientia Marina*, 70 (Suppl.): 105-122.
- Bertolini F., 1933. *Uova, larve e stadi giovanili di Teleostei. Serranidae*. Fauna Flora Golfo Napoli, Monogr. 38, (1956), 310-331, Text-figs 247-251.
- Bromage N.R. & R.S. Roberts (eds), 1995. *Broodstock management and egg and larval quality*. Blackwell Science, Oxford, UK. 432 pp.
- Caddy J.F., R. Refk & T. Do-Chi, 1995. Productivity estimates for the Mediterranean: evidence of accelerating ecological change. *Ocean and Coastal Management*, 26(1): 1-18.
- Cowan Jr J.H., E.D. Houde & K.A. Rose, 1996. Size-dependent vulnerability of marine fish larvae to predation: an individual-based numerical experiment. *ICES Journal of Marine Science*, 53: 23-37.
- Claramunt R.M., J.L. Jonas, J.D. Fitzsimons & J.E. Marsden, 2005. Influences of spawning habitat characteristics and interstitial predators on lake trout egg deposition and mortality. *Transactions of the American Fisheries Society*, 134: 1048-1057.
- Clarke K.R., R.N Gorey, 2006. Primer v6: User manual/ Tutorial. Primer-E: Plymouth. 75-175.
- Cuttitta, A., V. Carini, B. Patti, A. Bonanno, G. Basilone, S. Mazzola, J. García Lafuente, A. García, G. Buscaino, L. Aguzzi, L. Rollandi, G. Morizzo, & C. Cavalcante, 2003. Anchovy egg and larval distribution in relation to biological and physical oceanography in the Strait of Sicily. *Hydrobiologia*, 503, 117 - 120.
- Fahay, M., 1983. Guide to the stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic, Cape Hatteras to the Southern Scotian shelf. *J. Northwest Atlantic Fish. Sci.*, 4: 423

- Froese R & D. Pauly, 2008. Fishbase World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org). Version (07/2008)
- Gertman I.F., I.M. Ovchinnikov, Yu.L Popov, 1990. Deep-water formation in the Aegean Sea. *CIESM Congress Proceedings*, 32(1), 164.
- Guerin O. & Ancey, O. 1973. Contributions a l'Etude de la Croissance des Jeunes de *Dicentrarchus labrax* L. du Golfe de Marseille. *Cah. Biol.mar.*, 65-77.
- Iles T.D. & M. Sinclair, 1982. Atlantic herring: stock discreteness and abundance. *Science*, 215: 627-632.
- Isari S., P. Psarra, P. Pitta, M. Mara, O., Tomprou, A. Ramfos, S. Somarakis, A. Tselepides, C. Koutsikopoulos & N. Fragopoulou 2006. Differential patterns of mesozooplankton's distribution in relation to physical and biological variables of the northeastern Aegean Sea (eastern Mediterranean). *Marine Biology*, 151, pp 1035-1050.
- Jin X & Q. Tang, 1996. Changes in fish species diversity and dominant species composition in the Yellow Sea. *Fisheries Research*, 26, 337 – 352.
- Koutrakis E.T., Kallianiotis A. & Tsikliras A.C., 2004. Temporal patterns of larval fish distribution and abundance in a coastal area of northern Greece. *Scientia Marina*, 68(4): 585-595.
- Krebs C.J., 1994. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. Harper and Row Publishers. New York. 222p.
- Lascaratos A., 1992. Hydrology of the Aegean Sea. In: Winds and Currents of the Mediterranean Basin (Charnock, H., ed.), Report in Meteorology & Oceanography, 40: Harvard University, Cambridge 1, pp. 313-334.
- Lasker R., 1981. Marine fish larvae. Morphology, ecology and relation to fisheries. University of Washington Press, Seattle 131 pp.
- Lykousis V., G. Chronis, A. Tselepides 2002. Major outputs of the recent multidisciplinary biogeochemical researches undertaken in the Aegean Sea. *J. Mar. Syst.*, 33: 313–334.
- Moser H.G. & P.E. Smith, 1993. Larval fish assemblages of the California current region and their horizontal and vertical distributions across a front. In: Advances



- in the early life history of fishes, part 1-2. *Bulletin of Marine Science*, 53 (2): 645-691.
- Munk P. & J.G. Nielsen, 2005. Eggs and larvae of North Sea fishes. Biofolia, Frederiksberg, Denmark, 375 p.
- Nonaka R.H., Y. Matsuura & K. Suzuki 2000. Seasonal variation in larval fish assemblages in relation to oceanographic conditions in the Abrolhos Bank region off eastern Brazil. *Fish. Bull.*, 98: 767-784
- Reina-Hervas J. A. & P. Serrano. 1987. Structural and seasonal variations of inshore fish population in Malaga Bay, southeastern Spain. *Mar. Biol.* 95: 501-508.
- Russell, F.S. 1976. The eggs and planktonic stages of British marine fishes. Academic Press, London. 524 p
- Ovchinnikov I.M., 1966. Circulation in the surface and intermediate layers of the Mediterranean, *Oceanology*, 24: 168-173.
- Palomera I. & A. Sabatés, 1990. Co-occurrence of *Engraulis encrasicolus* and *Sardinella aurita* eggs and larvae in the northwestern Mediterranean. *Scientia Marina*, 54: 61-67.
- Poulos S., P. Drakopoulos P., M. Collins, 1997. Seasonal variability in sea surface oceanographic conditions in the Aegean Sea (Eastern Mediterranean): an overview. *Journal of Marine Systems* 13: 225–244.
- Sabatés A., 2004. Diel vertical distribution of fish larvae during the winter-mixing period in the northwestern Mediterranean. *ICES Journal of Marine Science*, 61: 1243-1252.
- Sabatés A., 1990. Distribution pattern of larval fish populations in the Northwestern Mediterranean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 59: 75-82
- StatSoft 1996. Statistica for Windows. Statsoft Inc, Tulsa.
- Smith, D.L. 1977. A guide to marine coastal plankton and marine invertebrate larvae. Kendall/Hunt Publishing Corporation, Dubuque, 161 p.
- Smith P.E. & S.L. Richardson, 1977. Standard techniques for pelagic fish egg and larva surveys. *FAO Fisheries Technical Paper*, No. 175, 100 p.

- Somarakis S., P. Drakopoulos, & V. Filippou, 2002. Distribution and abundance of larval fish in the northern Aegean Sea-eastern Mediterranean- in relation to early summer oceanographic conditions. *Journal of Plankton Research*, 24: 339-357.
- Σώρρα Β, Κ. Κουτσικόπουλος, Ν. Φραγκοπούλου, & Ι. Λυκάκης, 2000. Η κατανομή των ιχθυονομφών στον Πατραϊκό κόλπο και τον κόλπο της Ναυπάκτου. Πρακτικά του 9<sup>ου</sup> Συνέδριου Ιχθυολόγων, Μεσολόγγι, Ελλάδα. Σελ. 81-85.
- Stickney R.R. (ed.). 2000. Encyclopedia of Aquaculture. John Wiley & Sons, Inc., Toronto, Canada. 1063 p.
- Stergiou K.I., E.D. Christou, D. Georgopoulos, A. Zenetos, & C. Souvermezoglou, 1997. The Hellenic Seas: physics, chemistry, biology and fisheries. *Oceanography and Marine Biology: Annual Review*, 35: 415-538.
- Tsikliras A.C. E. Antonopoulou, K.I. Stergiou, 2005 Reproduction of Mediterranean fishes. In: K.I. Stergiou, D.C. Bobori (eds) Fish and more: 3rd Mini FishBase Symposium. University Studio Press, Thessaloniki, 37–40 pp.
- Tsikliras A.C. & K.I. Stergiou, 2007. Fisheries management and marine protected areas. In: *State of Hellenic Fisheries* (eds C. Papaconstantinou, A. Zenetos, V. Vassilopoulou, G. Tserpes), Athens, Hellenic Centre for Marine Research. 306-314
- Yuce H. 1995. Northern Aegean water masses. *Estuar. Coast Shelf*, 41: 325-343.
- Zervakis V., E. Krasakopoulou, D. Georgopoulos, E. Souvermezoglou, 2003. Vertical diffusion and oxygen consumption during stagnation periods in the deep North Aegean. *Deep Sea Research I*, 50: 53-71.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Τηλ.: ~~74.760.61~~

2441066080



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



0040000924 10