

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ - ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: «ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΣΤΟΜΑΧΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΤΩΝ ΕΝΗΛΙΚΩΝ ΑΤΟΜΩΝ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Atherina boyeri* ΣΤΗ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ.



ΜΗΤΣΟΠΟΥΛΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ 11132

ΕΙΣΗΓΗΤΕΣ: ΡΑΜΦΟΣ ΑΛΕΞΙΟΣ, ΚΑΤΣΕΛΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

Μεσολόγι 2014

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
1.1. Είδος.....	3
1.2. Διατροφικές συνήθειες.....	6
1.3. Διάρκεια ζωής.....	7
1.4. Αύξηση.....	8
1.5. Περίοδος Αναπαραγωγής-Αναλογία φύλου.....	9
1.6. Διατροφή ψαριών(γενικά).....	12
1.7 Στόχος.....	14
1.8 Λιμνοθάλασσες.....	15
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	16
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	20
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Είδος

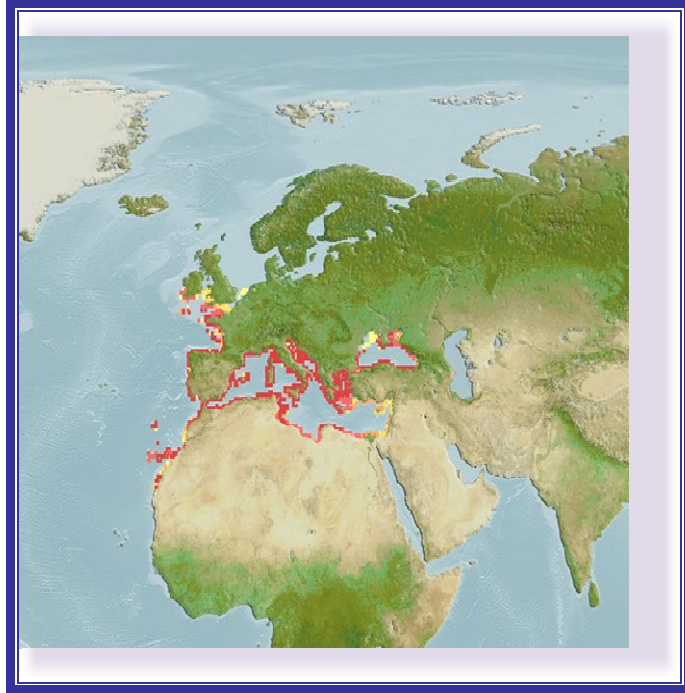
Η Συστηματική κατάταξη της *Atherina boyeri* όπως έχει έως σήμερα είναι η παρακάτω:

Φύλο (Phylum): Χορδωτά
Υποφύλο (Subphylum): Σπονδυλωτά
Υπέρκλαση (Superclass): Οστεϊχθύες
Κλάση (Class): Ακτινοπτερύγιοι
Υποκλάση (Subclass): Νεοπτερύγιοι
Μεσοκλάση (Infraclass): Τελεόστεοι
Υπέρταξη (Superorder): Ακανθοπτερύγιοι
Τάξη (Order): Atheriniformes
Υπόταξη (Suborder): Atherinoidei
Οικογένεια (Family): Atherinidae
Υποοικογένεια (Subfamily): Atherininae
Γένος (Genus): *Atherina*
Είδος (Species): *Atherina boyeri* (Risso, 1810)

Οι Αθερινίδες, (Atherinidae), αποτελούν ιδιαίτερη οικογένεια ψαριών που αφθονούν κυρίως σε υφάλμυρα νερά. Σύμφωνα με τη βάση δεδομένων Fishbase (Froese & Pauly, 2010) αποτελείται από 25 γένη και 165 είδη. Το γένος αυτό περιλαμβάνει μικρά παράκτια ψάρια, ενώ πολλοί πληθυσμοί συναντώνται και σε υφάλμυρα ή γλυκά νερά, ενώ τα μέλη του αναφέρονται συχνά με τον όρο sand smelt. Πολλά είδη εξ' αυτών είναι διαφανή και πολλές φορές αόρατα όταν τα νερά είναι καθαρά. Τα περισσότερα είδη της τάξης αυτής φέρουν πλευρικά μία ευδιάκριτη ασημένια λωρίδα (Dyer & Chernoff, 1996). Μετακινούνται σε κοπάδια κυρίως στην επιφάνεια, χαρακτηριζόμενα αφρόψαρα παρότι έτσι αποτελούν εύκολη λεία για τα άλλα ψάρια. Είναι κυρίως μικρά ψάρια, κοινά σε τροπικές και υποτροπικές θάλασσες ενώ λίγα είδη ζουν σε εύκρατες περιοχές.

Η ταξινόμηση εντός του γένους είναι προβληματική εξαιτίας της ενδοειδικής ποικιλομορφίας ορισμένων ειδών, της επικάλυψης χαρακτήρων ανάμεσα σε πολλά από τα είδη και του ότι πολλά είδη είχαν, προφανώς, περιγραφεί βάσει ατόμων που προέρχονταν από διαφορετικές περιοχές (Francisco et al., 2008). Συνεπώς, υπάρχει σύγχυση αναφορικά με τον αριθμό και την περιγραφή των ειδών που ανήκουν σε αυτό το γένος. Μετά την αναθεώρηση των Kiener &

Spilman (1969) μόνο τρία είδη έγιναν δεκτά για την περιοχή της Μεσογείου τα οποία χωρίζονται σε δύο υπογένη: το υπογένος *Atherina* που περιλαμβάνει το είδος *Atherina hepsetus* (Linnaeus, 1758) και το υπογένος *Hepsetia* που περιλαμβάνει το είδος *Atherina boyeri* (Risso, 1810) και το είδος *Atherina presbyter* (Cuvier, 1829) (Francisco et al., 2008). Επιπρόσθετα, δύο άλλα είδη έχουν αναγνωρισθεί: το *Atherina lopeziana* που η εμφάνιση της περιορίζεται στον Κόλπο της Γουινέας, και το *Atherina breviceps* που συναντάται στο νότιο-ανατολικό Ατλαντικό και εκτείνεται ως τον Ινδικό ωκεανό και τις ανατολικές ακτές της Αφρικής (Maugé, 1990). Το πιο κοινό, το *Atherina boyeri* (αθερίνα), είναι βραχύβιο είδος, όπου η μέγιστη ηλικία του δεν ξεπερνά τα 4 έτη, με σχετικά υψηλό ρυθμό αύξησης.



Εικόνα 1: Γεωγραφική κατανομή του είδους *Atherina boyeri*.

Το είδος *Atherina boyeri* είναι ένα είδος ευρύαλων ψαριών τελεόστεου, το οποίο απαντάται συνήθως σε παράκτιες περιοχές, σε εκβολές ποταμών, αλλά και σε λιμνοθάλασσες, λίμνες, σε ρηχά, υφάλμυρα νερά και σε νερά της ενδοχώρας. Συναντάται στην ανατολική πλευρά του Ατλαντικού ωκεανού, τη Μεσόγειο θάλασσα, εκτείνεται κατά μήκος της βόρειας πλευράς των αφρικανικών ακτών και φτάνει ως τον Ινδικό ωκεανό (Quignard & Pras, 1986). Επίσης είναι εξαιρετικά άφθονο στην Αδριατική, ειδικά στις Βενετσιάνικες λιμνοθάλασσες καθώς είναι είδος που αντέχει τις αλλαγές της αλατότητας. Στην Ανατολική Μεσόγειο, οι πληθυσμοί της αθερίνας έχουν μελετηθεί μόνο στο Ισραήλ (λίμνη Bardawil: Gon&Ben-Tuvia, 1983), στην Αδριατική (Boscolo, 1970), στη λίμνη Τριγωνίδα, στην δυτική Ελλάδα (Leonardos, 2001), στις λιμνοθάλασσες του Μεσολογίου και του Αιτωλικού (Leonardos & Sinis, 2000), στη λίμνη Βιστωνίδα και τη λιμνοθάλασσα του Πόρτο Λάγος στη Βόρεια Ελλάδα (Koutrakis et al., 2004). Η

Αθερίνα (*Atherina boyeri*) συνήθως ζει σε υφάλμυρα νερά. Τα ενήλικα άτομα μεταναστεύουν το φθινόπωρο στη θάλασσα και πηγαίνουν στις λιμνοθάλασσες την άνοιξη για αναπαραγωγή. Το είδος *Atherina boyeri* μπορεί να περάσει και ολόκληρο τον κύκλο ζωής της σε λίμνη, όπου έχει τυχαία εισαχθεί (Moretti et al., 1959). Πολλές μελέτες έχουν δείξει πως το είδος αυτό έχει την ικανότητα να αποικεί και να προσαρμόζεται σε νέους βιοτόπους και διαφορετικά περιβάλλοντα. Τα ψάρια που ανήκουν στο συγκεκριμένο είδος, παρόλο που εμφανίζουν γενικά ομοιομορφία στη μορφολογία και τη βιολογία, συνήθως σχηματίζουν απομονωμένους ή ήμι-απομονωμένους πληθυσμούς στις εκβολές ποταμών και στις λιμνοθάλασσες, οι οποίοι παρουσιάζουν μικρές διαφορές μεταξύ τους (Henderson & Bamber, 1987). Οι αθερίνες που ζουν σε λιμνοθάλασσες μπορούν να μετακινούνται στις παράκτιες περιοχές, ως αποτέλεσμα των μετεωρολογικών συνθηκών, της πτώσης της θερμοκρασίας (οι αθερίνες μεταναστεύουν προς τη θάλασσα συνήθως τους χειμερινούς μήνες), της ωτοκίας στη θάλασσα ή κατά τη διάρκεια συγκεκριμένων αναπτυξιακών τους σταδίων (Berrebi & Britton-Davidian, 1980). Οι Roscchi & Crivelli (1995) διαπίστωσαν πως οι αθερίνες μεταναστεύουν εποχιακά ανάμεσα στα υφάλμυρα νερά της λιμνοθάλασσας Vaccarès (N. Γαλλία) και σε γλυκά νερά. Όπως οι ίδιοι ερευνητές τονίζουν, αυτές οι μεταναστεύσεις δεν περιλαμβάνουν ποτέ ολόκληρο τον πληθυσμό και συνεπώς δεν είναι απαραίτητες στα πλαίσια του κύκλου ζωής του είδους. Επισημαίνουν επίσης πως οι παράγοντες που μπορεί να οδηγούν και να επηρεάζουν τη μετανάστευση είναι πολλοί (π.χ. η θερμοκρασία και η φωτοπερίοδος).



Εικόνα 2:Απεικόνιση του είδους *Atherina boyeri*.

Το *Atherina boyeri* είναι μικρό ψάρι μήκους 8–15 εκατοστών. Το χρώμα του είναι γκριζοπράσινο, λίγο ασημί με μια μαύρη ταινία στα πλευρά που εκτείνεται από το κεφάλι μέχρι την ουρά. Το σώμα του στρογγυλεύει από το κεφάλι και μετά. Έχει μάτια σχετικά μεγάλα και

ρύγχος μυτερό. Τα λέπια της είναι μικρά και στρογγυλά με μαύρα στίγματα. Τα θωρακικά πτερύγια είναι κοντά και πίσω από τα βράγχια, ενώ τα δύο ραχιαία πτερύγια είναι σε αρκετή απόσταση μεταξύ τους. Είναι ψάρι του αφρού (αφρόψαρο), ζει και μετακινείται κοπαδιαστά και η τροφή του είναι περισσότερο πλαγκτόν. Την αθερίνα μπορούμε να την βρούμε σε όλες σχεδόν τις ακτές της χώρας μας κατά μεγάλα κοπάδια, ιδιαίτερα στο τέλος του καλοκαιριού και το φθινόπωρο. Το είδος αλιεύεται μαζικά με ειδικά δίχτυα (αθερινόδιχτα) καθώς επίσης και με μια ειδική απόχη (αθερινολόγος). Η περίοδος ωοτοκίας του είναι παρατεταμένη και η απόθεση αβγών πραγματοποιείται τμηματικά από τις αρχές της Άνοιξης μέχρι το τέλος του Φθινοπώρου. Η αθερίνα ωοτοκεί πρώτη φορά νωρίς την άνοιξη. Το Μάιο, τα νεαρά τρέφονται με πλαγκτόν στην παράκτια ζώνη. Η αθερίνα κρύβεται όσο και όπου μπορεί, κοντά σε βράχια, σε σκιερά μέρη, μέσα στην άμμο για να αφήσει τα αυγά της, με συνέπεια να εμφανίζεται μόνο τα χαράματα και το σούρουπο, και το καλοκαίρι σε σκοτεινές σπηλιές. Η αναπαραγωγή του είδους πραγματοποιείται άνοιξη-καλοκαίρι είτε σε λιμνοθάλασσες, είτε σε εκβολές ποταμών.

1.2 Διατροφικές συνήθειες

Οι διατροφικές συνήθειες του συγκεκριμένου είδους έχουν μελετηθεί, μέσω της ανάλυσης του στομαχικού περιεχομένου. Το είδος *A. boyeri* έχει χαρακτηριστεί ως σαρκοφάγο ζώο, με προτίμηση στα μικρά οστρακόδερμα, είτε είναι πλαγκτονικά είτε είναι βενθικά. Η πλαγκτονική λεία (π.χ. κωπήποδα, Calanoida) είναι πιο άφθονη και συχνή στα ψάρια που ζουν σε περιοχές με μεγάλο βάθος, ενώ αντίθετα η βενθική λεία (π.χ. αμφίποδα, ισόποδα) είναι συχνότερη στα ρηχά νερά. Σε παράκτια οικοσυστήματα φέρεται να κυνηγά ζωοπλαγκτόν ενώ σε λιμνοθάλασσες και εκβολές ποταμών κύρια λεία της είναι οι βενθικοί οργανισμοί (Leonardos & Sinis, 2000 και αναφορές σε αυτούς). Άλλοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι το είδος τρέφεται κατά κύριο λόγο με ζωοπλαγκτόν και οι βενθικοί οργανισμοί είναι λιγότερο σημαντικοί στη διατροφή του είδους (Rosacchi & Crivelli, 1992), ενώ αντιθέτως, άλλοι έχουν διαπιστώσει ιδιαίτερη προτίμηση της *Atherina boyeri* σε βενθικούς οργανισμούς (Scipiloti 1998) ειδικά σε ισόποδα και μυσιδώδη (Vizzini & Mazzola, 2002). Συγκρίνοντας δείγματα που προέρχονται από μία θαλάσσια περιοχή και μία λιμνοθάλασσα στην Τυνησία, η Trabelsi και οι συνεργάτες της (1994b) διαπίστωσαν πως η πλαγκτονική λεία είναι πιο άφθονη στους θαλάσσιους πληθυσμούς, ενώ στα δείγματα από τη λιμνοθάλασσα κυριαρχούσε η βενθικού τύπου λεία. Επιπλέον, έχουν ανακαλυφθεί εποχικές διαφορές στην επιλογή της τροφής (Trabelsi et al., 1994b) αλλά και διαφορές που σχετίζονται με το μέγεθος του ψαριού (Bartulovic et al., 2004).

1.3 Διάρκεια ζωής

Ένα από τα χαρακτηριστικά της ζωής του *A. boyeri* είναι η μικρή διάρκεια ζωής της (Leonardos, 2001). Οι Maci & Basset (2010), μελετώντας πληθυσμούς του *A. boyeri* σε μία μικρή λιμνοθάλασσα της Ιταλίας (Acquatina) αναγνώρισαν δύο κύριες ηλικιακές ομάδες (0+ και 1+) και υπέθεσαν πως κατά την περίοδο δειγματοληψίας η πλειοψηφία των ατόμων στην συγκεκριμένη λιμνοθάλασσα ήταν ηλικίας 2 ετών. Ο αριθμός ηλικιακών ομάδων που έχει προσδιοριστεί από άλλες μελέτες κυμαίνεται από 2+ έως 4+, με εξαίρεση τον πληθυσμό από τη λιμνοθάλασσα Bardawil που εμφάνισε μικρότερη διάρκεια ζωής και αποτελούνταν κυρίως από άτομα της 0+ ηλικιακής ομάδας (Gon & Ben-Tuvia, 1983). Ωστόσο, στις περισσότερες από αυτές τις μελέτες ο αριθμός των ατόμων ηλικίας άνω των 2 ετών ήταν αρκετά μικρός (Leonardos & Sinis, 2000; Leonardos, 2001; Bartulović et al., 2004) και πιθανόν να αποτελούν ένα πολύ μικρό ποσοστό του συνολικού πληθυσμού συνεισφέροντας ελάχιστα στη δυναμική και την αναπαραγωγική ικανότητα του πληθυσμού (Maci & Basset, 2010). Οι Bartulović et al. (2004) επισήμαναν ότι η διάρκεια ζωής του *A. boyeri* είναι μεγαλύτερη σε ψυχρότερα παρά σε θερμότερα περιβάλλοντα. Ο σχηματισμός του ετήσιου δακτυλίου (από όπου υπολογίζεται η ηλικία των ατόμων) παρατηρήθηκε στο Αιτωλικό και το Μεσολόγγι (Leonardos & Sinis, 1999) το Φεβρουάριο και το Μάρτιο, ενώ στους πληθυσμούς της λίμνης Aberthaw της Νέας Ουαλίας, όπου μελετήθηκαν από τον Creech (1992), ο σχηματισμός του ετήσιου δακτυλίου εντοπίστηκε τον Απρίλιο και το Μάιο. Φαίνεται πως ο σχηματισμός του ετήσιου δακτυλίου συμβαίνει μετά την περίοδο που παρατηρείται η χαμηλότερη θερμοκρασία των νερών. Ο Weatherley (1987) αναφέρει ότι είναι ελάχιστα κατανοητοί οι φυσιολογικοί μηχανισμοί που προκαλούν το σχηματισμό του ετήσιου δακτυλίου. Ορισμένοι παράγοντες που επιδρούν σε αυτό το φαινόμενο είναι η χαμηλή ή υψηλή θερμοκρασία, η μείωση στη διαθεσιμότητα της τροφής ή στην κατανάλωση της και η αναπαραγωγική δραστηριότητα.

1.4 Αύξηση

Οι αθερίνες εμφανίζουν γενικά ένα γρήγορο και πρόωμο ρυθμό αύξησης κατά τη διάρκεια του πρώτου έτους ζωής τους (Fernandez-Delgado et al., 1988; Creech, 1992a; Leonardos & Sinis, 2000). Μετά από αυτό, ο ρυθμός ανάπτυξης μειώνεται σημαντικά όπως αποτυπώνεται και στο σχηματισμό των ετήσιων δακτυλίων, ως αποτέλεσμα της εξοικονόμησης ενέργειας για αναπαραγωγική ωρίμανση παρά για σωματική αύξηση (Pajuelo & Lorenzo, 2000). Οι Leonardos & Sinis (2000) διαπίστωσαν πως τα άτομα των πληθυσμών που μελέτησαν είχαν φτάσει σχεδόν στα δύο τρίτα του μέγιστου μήκους τους κατά τη διάρκεια του πρώτου χρόνου ζωής τους. Οι Henderson & Bamber (1987) πρότειναν την ύπαρξη ενός χωρικού μοτίβου που ερμηνεύει ορισμένα χαρακτηριστικά της ζωής του *A. boyeri*. Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, η ωρίμανση των ατόμων στους διάφορους πληθυσμούς γίνεται σε μικρότερη ηλικία και μέγεθος κατά μήκος μίας νοητής διαβάθμισης του γεωγραφικού πλάτους, από το Βόρειο Ατλαντικό προς τη νότια πλευρά

της Μεσογείου θάλασσας. Ωστόσο, σύμφωνα με τους Maci & Basset (2010), δεν υπάρχει ένδειξη για ξεκάθαρη συσχέτιση των διαφοροποιήσεων που παρατηρούνται στο μέγιστο μήκος και τη μέγιστη ηλικία με το γεωγραφικό πλάτος σε μελέτες έως το 2009 αλλά και στη δική τους. Συνεπώς, σύμφωνα με τους ίδιους ερευνητές, η υπόθεση των Henderson & Bamber (1987) στηρίζεται σε λίγες μελέτες από τη Μεσόγειο θάλασσα και δεν μπορεί να επιβεβαιωθεί. Ουσιαστικά, οι αξιοσημείωτες διαφορές που παρατηρούνται ανάμεσα σε πληθυσμούς που ζουν σε σχετικά κοντινά οικοσυστήματα υποδηλώνουν πως τοπικοί υδρολογικοί και μορφολογικοί παράγοντες, καθώς και οι βιοτικές και αβιοτικές συνθήκες που επικρατούν επηρεάζουν τη ζωή των πληθυσμών περισσότερο από την τοποθεσία του οικοσυστήματος (όσον αφορά τη θέση του σε κάποια γεωγραφική διαβάθμιση) (Maci & Bamber, 2010).

Ενδεικτικά αναφέρεται πως το μέγιστο μήκος και βάρος ατόμων του *A.boyeri* που έχει υπολογιστεί από διάφορες μελέτες είναι περίπου 110,0mm και 9,0g για τα αρσενικά και 115,0mm και 11,0g για τα θηλυκά, αντίστοιχα (Leonardos, 2001; Barulović et al., 2004).



Εικόνα 3: Απεικόνιση του είδους *Atherina boyeri*.

1.5 Περίοδος αναπαραγωγής – Αναλογία φύλου

Το είδος *A.boyeri* εμφανίζει γενικά εκτεταμένη περίοδο ωοτοκίας, η οποία ξεκινά νωρίτερα και διαρκεί περισσότερο όσο μειώνεται το γεωγραφικό πλάτος και οι κλιματολογικές συνθήκες γίνονται ηπιότερες (Maci & Basset, 2010). Επιπλέον, η κορύφωση της αναπαραγωγικής δραστηριότητας ποικίλει από περιοχή σε περιοχή, από το Φεβρουάριο στο κανάλι του Σουέζ (Leonardos, 2001 και αναφορές σε αυτόν), το Μάρτιο στη ΝΑ Κασπία θάλασσα (Patimar et al., 2009), τον Απρίλιο στο ποτάμι Guadalquivir της Ισπανίας (Fernandez-Delgado et al., 1988), το

Μάιο στη λιμνοθάλασσα του Μεσολογγίου και του Αιτωλικού (Leonardos & Sinis, 2000), μέχρι και τον Ιούνιο/Ιούλιο στην περιοχή Gloucestershire της Αγγλίας (Palmer & Culley, 1983), και σχετίζεται με το μέγεθος του σώματος. Τα άτομα που έχουν μεγαλύτερο μήκος ξεκινούν την αναπαραγωγική τους περίοδο από τον Ιανουάριο ενώ στα μικρότερα τον Ιούλιο και τον Αύγουστο (Fernandez-Delgado et al., 1988). Η εκτεταμένη αναπαραγωγική περίοδος μπορεί να ερμηνευθεί ως μία προσπάθεια του είδους για αύξηση της αναπαραγωγικής επιτυχίας (Fernandez-Delgado, 1988). Οι γονάδες και στα δυο φύλα φαίνονται σαν ένας αδένας. Ο όρχις είναι λευκού χρώματος όπως και η ανώριμη ωοθήκη. Όταν ωριμάσει η ωοθήκη καλύπτεται από περιτόναιο και γίνεται χρώματος μαύρου (Leonardos & Sinis, 1999). Στη μελέτη της *Atherina boyeri* από τη λιμνοθάλασσα του Αιτωλικού και του Μεσολογγίου που έγινε από τους Leonardos & Sinis (1999) τα άτομα ήταν ώριμα στο τέλος του πρώτου χρόνου ζωής τους, με μέσο μέγεθος 34mm. Άτομα αυτού του είδους περνούν ένα τμήμα του κύκλου ζωής τους σε υφάλμυρα παραθαλάσσια περιβάλλοντα (Bamber & Henderson, 1988), όπου αποτελούν πηγή τροφής για τα αρπακτικά και για την αλιεία, κυρίως στην Αδριατική θάλασσα. Τα ενήλικα άτομα γεννούν σε παράκτια ρηχά νερά και τα αυγά τους προσκολλώνται σε φύκη ή βράχια για να αποφύγουν να διασκορπιστούν. Στο στάδιο της προνύμφης και στα νεανικά ακόμα στάδια παραμένουν τα ψάρια μέσα στις λιμνοθάλασσες, ενώ μόνο τα ενήλικα άτομα εγκαταλείπουν τα παράκτια νερά, κατά τη διάρκεια των κρύων μηνών έως ότου έρθει η εποχή για την επόμενη αναπαραγωγική περίοδο (Henderson & Bamber 1987).

Το *A.boyeri* γεννά αυγά κατά δεσμίδες (batch spawner). Το χόριο των αυγών περιβάλλεται από μακριά νήματα μέσω των οποίων τα αυγά μπλέκονται στα νηματοειδή φύκια (Henderson et al., 1988). Όσον αφορά στο μέγεθος των αυγών, έχουν παρατηρηθεί αρκετές διαφορές στις σχετικές μελέτες. Για παράδειγμα, οι Tomasini et al. (1996) παρατήρησαν αυγά διαστάσεων 1,34-1,94mm, ενώ οι Patimar et al. (2009) 0,03 – 2,00mm. Η ετερογένεια αυτή έχει αποδοθεί στον τρόπο ωοτοκίας του είδους (στο ότι γεννά δηλαδή περιοδικά και κατά δεσμίδες) (Patimar et al., 2009).

Η αναλογία των δύο φύλων διαφέρει σημαντικά ανάμεσα στους πληθυσμούς του είδους (Patimar et al., 2009). Στη μελέτη των Leonardos & Sinis (2000) διαπιστώθηκε πως η αναλογία των δύο φύλων στον πληθυσμό εξαρτάται από χρονικούς παράγοντες, όπως για παράδειγμα η αναπαραγωγική περίοδος. Έχει βρεθεί πως σε δειγματοληψίες κατά τη διάρκεια της άνοιξης, που συμπίπτει με την περίοδο ωοτοκίας, κυριαρχούν τα θηλυκά στους πληθυσμούς (Leonardos & Sinis, 2000; Koutrakis et al., 2004). Το γεγονός αυτό οφείλεται πιθανόν στην τάση των ατόμων του *A.boyeri* να σχηματίζουν κοπάδια με ανόμοιο αριθμό των δύο φύλων και μπορεί να αποτελεί ένδειξη μικρής κλίμακας μετανάστευσης των θηλυκών και των αρσενικών για αναπαραγωγικούς

λόγους. Επιπλέον, είναι γνωστό πως διάφορα είδη έχουν αναπτύξει μηχανισμούς προστασίας των θηλυκών ατόμων. Οι μηχανισμοί αυτοί μπορεί να εκφράζονται μέσω του μεγαλύτερου ποσοστού επιβίωσης, της μεγαλύτερης διάρκειας ζωής, της μεγαλύτερης ανθεκτικότητας των θηλυκών σε καταστάσεις περιβαλλοντικού στρες (π.χ. ακραίες θερμοκρασίες) και την αυξημένη θνησιμότητα των αρσενικών κατά την περίοδο ωοτοκίας (Leonardos & Sinis, 1999).

Συμπερασματικά, η ποικιλομορφία που παρατηρείται στα χαρακτηριστικά της ζωής του *A. boyeri* μπορεί να αποδοθεί στις διαφορετικές συνθήκες που επικρατούν στα ενδιαίτηματα που το συγκεκριμένο είδος ζει. Οι διαφορές σχετικά με την αύξηση και την αναπαραγωγή μπορούν να ερμηνευθούν ως φαινοτυπική πλαστικότητα και προσαρμογή του είδους στις τοπικές συνθήκες (Patimar et al., 2009).

Στη μελέτη του *A. boyeri* από τη λιμνοθάλασσα του Αιτωλικού και του Μεσολογγίου που έγινε από τους Leonardos & Sinis (1999) τα άτομα ήταν ώριμα στο τέλος του πρώτου χρόνου ζωής τους. Τα ενήλικα άτομα γεννούν σε παράκτια ρηχά νερά και τα αυγά τους προσκολλώνται σε φύκη ή βράγχια για να αποφύγουν να διασκορπιστούν. Στο στάδιο της προνύμφης και στα νεανικά ακόμα στάδια παραμένουν μέσα στις λιμνοθάλασσες ενώ μόνο τα ενήλικα άτομα εγκαταλείπουν τα παράκτια νερά κατά τη διάρκεια των κρύων μηνών, έως ότου έρθει η εποχή για την επόμενη αναπαραγωγική περίοδο (Henderson & Bamber, 1987).

Σύμφωνα με τους Fernandez-Delgado et al. (1988) η περίοδος ωοτοκίας εκτείνεται από τον Μάρτιο έως τον Απρίλιο, με μέγιστο τον Απρίλη. Ο Boscolo (1970) παρατήρησε μέγιστη αναπαραγωγική δραστηριότητα από το Μάιο έως τον Ιούλιο.

1.6 ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΨΑΡΙΩΝ

Οι Lagler et al. (1977) και ο Nikolsky (1963) κατατάσσουν τα ψάρια σε κατηγορίες, ανάλογα με τον τύπο της λείας που καταναλώνουν και παρουσιάζουν τα μορφολογικά χαρακτηριστικά κάθε κατηγορίας. (Μ. Λαμπροπούλου 1995 και αναφορές σε αυτή). Για τα βενθικά ψάρια, μεταξύ και άλλων κατηγοριών, διακρίνουν τους “θηρευτές” και τους “αναζητητές”. Στην πραγματικότητα, υπάρχουν δύο βασικές ομάδες ψαριών που καθορίζονται από τις διατροφικές τους ανάγκες: Τα *carnivores* (σαρκοφάγα, θηρευτές) και τα *herbivores* (χορτοφάγα) είδη. Μπορούμε εδώ να αναφέρουμε και μια τρίτη ομάδα, τα *omnivores* (παμφάγα) είδη, που χρησιμοποιούν ευρύτερο φάσμα πηγών διατροφής. Ακόμη και έτσι όμως, υφίσταται τεράστια ποικιλότητα μεταξύ των υγροτόπων που αποτελούν τα φυσικά οικοσυστήματα των ειδών που κατοικούν σε αυτά, πώς διατρέφονται αυτά τα είδη, αλλά και πώς τα ίδια γίνονται τροφή για άλλα είδη. Αυτό, αυτομάτως κατατάσσει κάποια είδη, σε είδη με εξειδικευμένη διατροφή, λόγω

ακριβώς των ιδιαιτέρων πηγών διατροφής τους, αλλά και των μεθόδων που χρησιμοποιούν για την προμήθεια αυτών των τροφών. (Μ. Λαμπροπούλου 1995 και αναφορές σε αυτή).

Οι αναζητητές είναι είδη που τρέφονται με μικρά βενθικά ασπόνδυλα που τα συλλέγουν επιλεκτικά από το υπόστρωμα, συνήθως ένα κάθε φορά. Συχνά πάντως, είναι δυνατόν να συλλάβουν ταυτόχρονα και περισσότερα από ένα άτομα λείας όταν αυτά βρίσκονται σε μικρές ομάδες στο ίζημα ή επάνω στα φυλλώματα αγγειοσπέρμων και φυκών. Τα ψάρια που τρέφονται με αυτόν τον τρόπο κινούνται πάνω από το υπόστρωμα ψάχνοντας τη λεία τους που κυρίως αποτελείται από ασπόνδυλα με περιορισμένη ικανότητα κίνησης που μπορεί να βρίσκονται είτε πάνω είτε μέσα στο ίζημα. Συνήθως ακολουθούν αυτή την τακτική συνεχώς, για μεγάλο χρονικό διάστημα, συγκριτικά με τους θηρευτές, ώστε να συλλέξουν έναν ικανό αριθμό ατόμων λείας που χρειάζονται για την πλήρωση του στομάχου τους. Ανάλογα με τη στρατηγική που ακολουθούν οι αναζητητές μπορούν να σκάβουν το ίζημα αρκετά βαθιά, με τη δημιουργία ρεύματος νερού που ελευθερώνουν μέσω της στοματικής τους κοιλότητας, μετατοπίζοντας έτσι τους κόκκους του ιζήματος ή να περιορίζονται μόνο στην επιφάνειά του. Το ερέθισμα που δέχονται για τον εντοπισμό της λείας τους μπορεί να είναι οπτικό αλλά και χημικό, δια μέσου της όσφρησης και της γεύσης. Στις περισσότερες περιπτώσεις έχει παρατηρηθεί ότι υπάρχει συνδυασμός οπτικών και χημικών ερεθισμάτων. Το αισθητήριο της γεύσης εντοπίζεται σε ευαίσθητα κύτταρα που υπάρχουν στα χείλη και το στόμα αλλά και σε ειδικούς σχηματισμούς όπως είναι τα μουστάκια (Μ. Λαμπροπούλου 1995 και αναφορές σε αυτή).

Το στοματικό άνοιγμα είναι μικρό συγκριτικά με αυτό των θηρευτών και η κατασκευή του στόματος εμφανίζει μεγάλη ποικιλομορφία ανάλογα με το είδος που εξετάζεται. Οι αναζητητές χαρακτηρίζονται από γνάθους λίγο ή και καθόλου εκτατές με δόντια μικρά, διαφόρων τύπων όπως κυνόδοντες, τραπεζίτες και κοπήρες, που συχνά βρίσκονται και στο φάρυγγα. Το στομάχι τους είναι μικρό και έχει τη μορφή σάκου με παχύ και ισχυρό τοίχωμα, ενώ το έντερο είναι μακρύ, φτάνοντας περίπου το τυπικό μήκος του ατόμου. (Μ. Λαμπροπούλου 1995 και αναφορές σε αυτή).

Οι θηρευτές είναι είδη που τρέφονται με μεγάλα βενθικά ασπόνδυλα και ψάρια. Χαρακτηρίζονται από μεγάλο στόμα με αναπτυγμένα και ισχυρά κυνοδοντόμορφα δόντια και ευρύ στοματικό άνοιγμα. Το στομάχι τους είναι μεγάλο και επίμηκες, ενώ το μήκος του εντέρου είναι πάντοτε μικρότερο από το τυπικό μήκος του ψαριού (Carrasson & Matallanas, 1994). Οι βενθικοί θηρευτές έχουν αναπτύξει αρκετές διαφορετικές στρατηγικές για τη σύλληψη της λείας τους οι οποίες, σε μεγάλο βαθμό, εξαρτώνται από την κατασκευή του σώματός τους. Έτσι διακρίνονται θηρευτές που ενεδρεύουν για να πιάσουν τη λεία τους παραμένοντας ακίνητοι στον πυθμένα και συλλαμβάνοντας τους οργανισμούς που πλησιάζουν πολύ κοντά τους. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν ορισμένα πλατύψαρα, αρκετά είδη της οικογένειας Scorpaenidae και είδη που ανήκουν

στην οικογένεια Lophiidae. Άλλοι θηρευτές συλλαμβάνουν τη λεία τους αναπτύσσοντας μεγάλες ταχύτητες και απότομες επιταχύνσεις για σύντομο χρονικό διάστημα. Οι θηρευτές αυτοί βρίσκονται κοντά στον πυθμένα και δεν κρύβονται από τη λεία τους, αλλά αντίθετα την ξεγελούν δείχνοντας μη επιθετική συμπεριφορά. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν κάποια είδη της οικογένειας Serranidae. Τέλος ορισμένοι θηρευτές πλησιάζουν προσεκτικά τη λεία τους και εκδηλώνουν την επιθετικότητά τους μόνο όταν έχουν φτάσει πολύ κοντά της, όπως για παράδειγμα διάφορα είδη της οικογένειας Belontiidae. Συχνά όμως η στρατηγική που ακολουθεί ένα είδος θηρευτή δεν ανήκει σε μια μόνο κατηγορία, αλλά μπορεί να αποτελέσει ένα συνδυασμό των παραπάνω (Μ. Λαμπροπούλου 1995 και αναφορές σε αυτή).

Οι θηρευτές, μπορεί να τρέφονται με καρκινοειδή ασπόνδυλα, γαστερόποδα, έντομα, πλαγκτόν και τέλος άλλα είδη ψαριών. Αυτά τα είδη τροφών, μπορούν να χαρακτηρίσουν κάποια είδη ως γενικά ασπονδυλοφάγα, molluscivores (=σαλιγγοφάγα), insectivores (=εντομοφάγα), zooplanktivores (=ζωοπλακτονοφάγα) και piscivores (=ιχθυοφάγα)

Μία άλλη πηγή τροφής στο φυσικό περιβάλλον είναι και τα παράσιτα. Πρόκειται για μικροσκοπικά, συνήθως, ζώα που χρησιμοποιούν ψάρια ως ξενιστές τους. Τα εξωτερικά παράσιτα, αναπτύσσονται στην εξωτερική επιφάνεια του σώματος, κάτω από τα βραγχιακά επικαλύμματα, ή μέσα στο στόμα. Μεγάλοι πληθυσμοί παρασίτων επάνω σε έναν ξενιστή οργανισμό, προκαλούν σοβαρά προβλήματα σ' αυτόν.

Μελέτες εξετάζουν τους παράγοντες που επηρεάζουν και καθορίζουν τη συμπεριφορά των ψαριών κατά τη διατροφή τους στο φυσικό περιβάλλον, έτσι ώστε να μεγιστοποιήσουν την ενέργεια που παίρνουν κατά τη διατροφή τους (Μ. Λαμπροπούλου 1995 και αναφορές σε αυτή). Οι παράγοντες αυτοί κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες:

- τα χαρακτηριστικά της λείας, όπως είναι το σχήμα, η ταχύτητα κίνησης, η ικανότητα διαφυγής, η αφθονία και το μέγεθος,
- τα χαρακτηριστικά του θηρευτή, κυρίως το μέγεθος του στοματικού ανοίγματος και η κατασκευή του σώματος που σχετίζεται με την ταχύτητα κίνησης και
- τα χαρακτηριστικά του βιοτόπου.

1.7 Λιμνοθάλασσες

Οι λιμνοθάλασσες είναι παράκτιες περιοχές με άμεση επίδραση από τη θάλασσα και τα εσωτερικά νερά. Είναι αποδέκτες θρεπτικών στοιχείων της ενδοχώρας και τουλάχιστον για τις λιμνοθάλασσες της Μεσογείου συγκαταλέγονται στα περισσότερο παραγωγικά οικοσυστήματα. Ο συνεχής εμπλουτισμός με θρεπτικές ουσίες, η αλληλεπίδραση γλυκών νερών και θάλασσας και οι φυσικοχημικές συνθήκες ευνοούν την προσέλκυση, τη γρήγορη αύξηση και την εκμετάλλευση των ιχθυοπληθυσμών τους. Στις λιμνοθάλασσες λόγω της αυξημένης παραγωγικότητας, αναπτύσσεται σε σχέση με την παράκτια αλιεία, έντονη αλευτική δραστηριότητα. (Kapetsky & Lesserre, 1984; Ρογδάκης, 1995; 1998)

Αποτελούν ιδιαίτερα οικοσυστήματα που τα χαρακτηρίζουν μεγάλες διακυμάνσεις φυσικοχημικών παραμέτρων, τόσο σε εποχιακή όσο και σε ημερήσια κλίμακα. Τα περισσότερα από αυτά τα οικοσυστήματα παίζουν σημαντικό ρόλο στον κύκλο ζωής πολλών ειδών ψαριών. Αποτελούν διατροφικά πεδία των νεαρών σταδίων ψαριών (Ρογδάκης, 2004) αλλά και των ενήλικων. Στις λιμνοθάλασσες διαβιούν είδη με μια ποικιλία απαιτήσεων (θαλάσσια, γλυκού νερού, ευρύαλα) σε μόνιμη βάση ή περιστασιακά. Ο χρόνος παραμονής τους στις λιμνοθάλασσες εξαρτάται από το εύρος ανοχών του καθενός και στις διακυμάνσεις των φυσικοχημικών παραμέτρων (αλατότητας, θερμοκρασίας, διαλυμένου οξυγόνου, τύπο υποστρώματος). Στις λιμνοθάλασσες λόγω του μικρού βάθους και των μεγάλων συγκεντρώσεων θρεπτικών αλάτων η φωτοσυνθετική δραστηριότητα είναι ιδιαίτερα έντονη με αποτέλεσμα να παρατηρείται κορεσμός και συχνά υπερκορεσμός του νερού σε οξυγόνο. Αυτό συμβαίνει κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενώ αντίθετα κατά τη διάρκεια της νύκτας, η συγκέντρωση του οξυγόνου μειώνεται σημαντικά και σε ορισμένες περιπτώσεις λόγω του ευτροφικού χαρακτήρα των λιμνοθαλασσών, παρατηρούνται ανοξικές συνθήκες και συνήθως οδηγούν σε δυστροφικές κρίσεις. Οι μικρότερες τιμές διαλυμένου οξυγόνου εμφανίζονται συνήθως νωρίς το πρωί (πριν την ανατολή του ήλιου), ενώ οι μέγιστες τιμές αργά το απόγευμα (με την δύση του ήλιου). Η ημερήσια διακύμανση της συγκέντρωσης οξυγόνου διαφοροποιείται ανάλογα με την ποσότητα του φυτοπλαγκτού (Θεολογίδης, 2008). Η λιμνοθάλασσα Μεσολογίου-Αιτωλικού βρίσκεται στην επαρχία Μεσολογίου, στο ΝΔ άκρο του νομού Αιτωλοακαρνανίας. Τα φερτά υλικά των ποταμών, σε συνδυασμό με τους ισχυρούς κυματισμούς που προκαλούνται από τους επικρατούντες νότιους και νοτιοανατολικούς ανέμους καθώς και τα ρεύματα που κυριαρχούν στη θαλάσσια περιοχή που βρίσκεται στο μέτωπο της δημιουργήσαν τις λουρονησίδες που εκτείνονται σε μήκος 15 km περίπου και οριοθετούν τη λιμνοθάλασσα από τον Πατραϊκό κόλπο. Το μέσο βάθος της λιμνοθάλασσας είναι περί τα 0.8 m, και το μέγιστο περί το 1.8 m, εκτός της λεκάνης του Αιτωλικού, της οποίας το μέσο βάθος είναι 12 m και το μέγιστο 32m. Ο πυθμένας της είναι

αμμώδης-ιλυοαμμώδης με λεπτόκοκκο μέγεθος σωματιδίων τόσο εσωτερικά των λουρνησίδων όσο και εξωτερικά, προς τον Πατραϊκό όπου είναι περισσότερο αμμώδης (Ρογδάκης & Κατσέλης 2010).

1.8 Σκοπός της εργασίας

Στόχος της πτυχιακής εργασίας είναι ο προκαταρκτικός προσδιορισμός των διατροφικών συνηθειών του είδους *Atherina boyeri* στη λιμνοθάλασσα του Μεσολογγίου σε ένα ενδιαίτημα που χαρακτηρίζεται από την έντονη κάλυψη του υποστρώματος από το φανερόγαμο *Cymodocea nodosa* σε διαφορετικές εποχές (χειμώνας και καλοκαίρι).

2. Υλικά και Μέθοδοι

Περιοχή δειγματοληψίας

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες στις 12/7/2011, 14/9/2011, 1/7/2011 και 15/12/2011 στο ανατολικό τμήμα της λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου και συγκεκριμένα στη λιμνοθάλασσα «Δυτική Κλείσοβα» με σκοπό την έρευνα για το στομαχικό περιεχόμενο των ενήλικων ατόμων του είδους *Atherina boyeri*. Επίσης, από τα άτομα ελήφθησαν μετρήσεις του ολικού μήκους (TL) και του ολικού βάρους (W) του σώματος και εκτιμήθηκε η σχέση μήκους-βάρους του είδους.



Εικόνα 4:Σημείο δειγματοληψίας

Πραγματοποιήθηκαν σύρσεις με δίχτυ μήκους 10m, πλάτους 1.5m και άνοιγμα ματιού 2mm για περίπου 30m τη φορά. Κάθε φορά που τελειωνε το σύρσιμο του δικτυού καταγράφονταν η ακριβής ώρα ψαρέματος και όλοι οι οργανισμοί μαζεύονταν και αποθηκεύονταν σε δοχεία με διάλυμα φορμόλης 4%. Από τα άτομα του είδους *Atherina boyeri* που συλλέχθηκαν, μελετήθηκε συνολικά το στομαχικό περιεχόμενο σε 53 άτομα με ολικό μήκος μεγαλύτερο των 3cm.

Η επεξεργασία των ψαριών στο εργαστήριο περιελάμβανε τα εξής: Αρχικά ξεπλύθηκαν με απιονισμένο νερό τα ψάρια από το διάλυμα φορμόλης 4%. Στη συνέχεια μετρήθηκε το σωματικό βάρος του κάθε ατόμου σε ζυγό ακριβείας (ακρίβεια 0.1g) ξεχωριστά αφού είχαν στεγνώσει πολύ καλά σε διηθητικό χαρτί και έπειτα το ολικό μήκος σε χάρακα (ακρίβεια 1mm). Έπειτα αφαιρέθηκε το στομάχι και ο εντερικός σωλήνας και τοποθετήθηκαν σε τρυβλίο με απιονισμένο νερό. Στη συνέχεια ζυγίστηκε το στομάχι, αφού πρώτα στέγνωσε σε απορροφητικό χαρτί. Η ανάλυση του στομαχικού περιεχομένου κάθε ψαριού πραγματοποιήθηκε σε στερεοσκόπιο και περιελάμβανε καταμέτρηση και διαχωρισμό των διαφορετικών ομάδων θηραμάτων και των τμημάτων οργανισμών, τα οποία δεν ήταν δυνατό να αναγνωρισθούν.

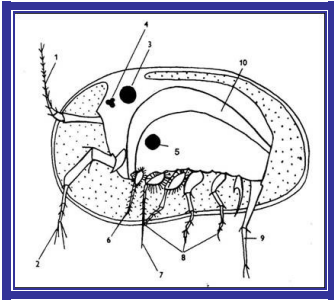
Εικόνα 5: Ενδεικτικές εικόνες από τα διαφορετικά θηράματα του είδους *A. boyeri*.



Κωπήποδο



Αμφίποδο



Οστρακώδες



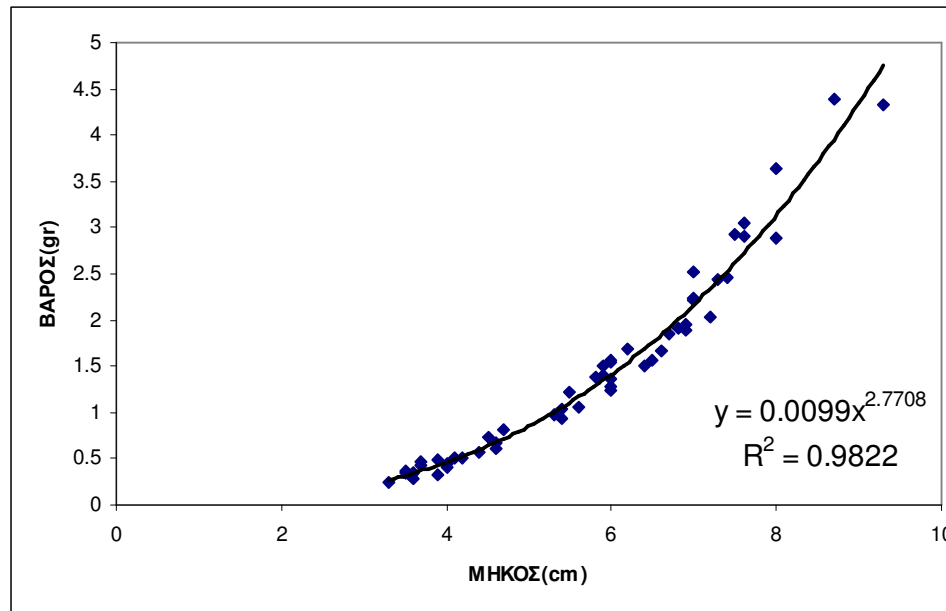
Ισόποδο



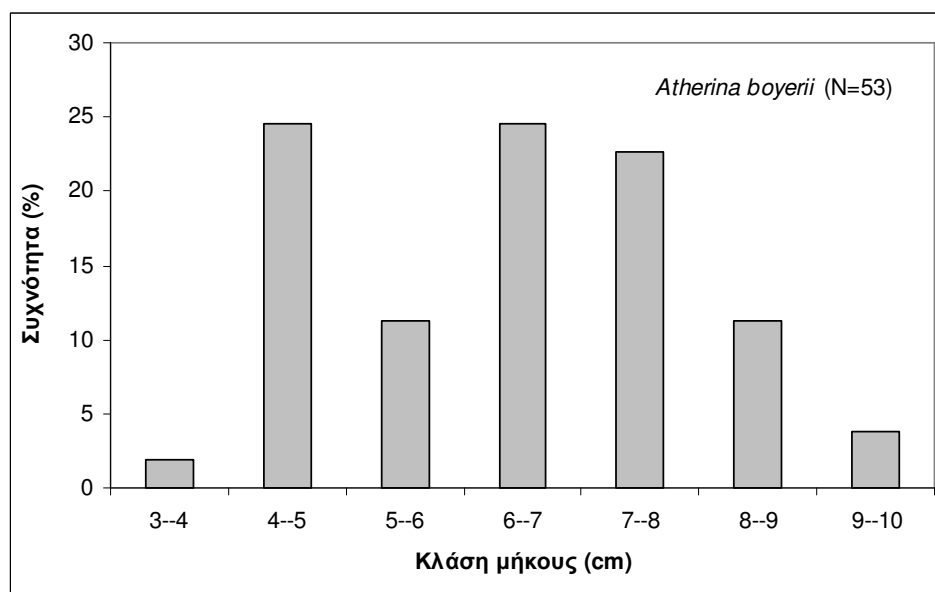
Εικόνα 65:Εικόνες από τη δειγματοληψία στη λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Το ατομικό βάρος των ψαριών που εξετάστηκαν κυμάνθηκε από 0,25g έως 4,40g και το μήκος τους κυμάνθηκε από 3,5cm έως 9,3 cm. Το μέσο μήκος των ψαριών του δείγματος που εξετάστηκε ήταν 5,71cm με τυπική απόκλιση 1,55cm και το μέσο βάρος ήταν 1,46g με τυπική απόκλιση 1,04g. Η σχέση μήκους βάρους του δείγματος που εξετάστηκε παρουσιάζεται στην Εικόνα 7 και η κατανομή των μηκών των ατόμων του δείγματος στην Εικόνα 8.



Εικόνα 7: Η σχέση μήκους-βάρους των ατόμων του είδους *A. boyeri* στο δείγμα που εξετάστηκε.



Εικόνα 8: Συχνότητα κατανομής μήκους των ατόμων του είδους *A. boyeri* στο δείγμα που εξετάστηκε

Στο σύνολο των 53 στομάχων που εξετάστηκαν, μόνο 7 ήταν κενά ενώ βρέθηκαν συνολικά 10 ομάδες θηραμάτων (Πίνακας 1). Στη δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε τον Ιούλιο του 2011 εξετάστηκαν 8 ψάρια από τα οποία τα 4 είχαν κενά στομάχια και τα άλλα 4 είχαν από 1-2 θηράματα. Για το λόγο αυτό, τα δείγματα από τη δειγματοληψία του Ιουλίου δεν συμπεριλήφθηκαν στα αποτελέσματα που ακολουθούν. Τα αποτελέσματα από τις δειγματοληψίες του Σεπτεμβρίου και του Δεκεμβρίου έδειξαν ότι τα αμφίποδα, τα κωπήποδα, οι προνύμφες εντόμων και τα οστρακώδη αποτέλεσαν τις συχνότερες ομάδες θηραμάτων του είδους (Πίνακας 1). Το Δεκέμβριο στο στομαχικό περιεχόμενο των ατόμων βρέθηκαν γαρίδες, ισόποδα, κουμώδη και οστρακώδη, τα οποία απουσίαζαν από το στομαχικό περιεχόμενο των ατόμων της δειγματοληψίας του Σεπτεμβρίου (Πίνακας 2, Εικόνα 9). Ένα σημαντικό ποσοστό του στομαχικού περιεχομένου αποτελούσαν τμήματα οργανισμών και άμορφο οργανικό υλικό ενώ παράσιτα είτε στο στομάχι, είτε πίσω από τα βράγχια βρέθηκαν σε 25 άτομα.

Πίνακας 1: Συχνότητα (%) εμφάνισης των διαφόρων θηραμάτων που βρέθηκαν στο στομαχικό περιεχόμενο του είδους *A. boyeri* το Σεπτέμβριο και Δεκέμβριο του 2011.

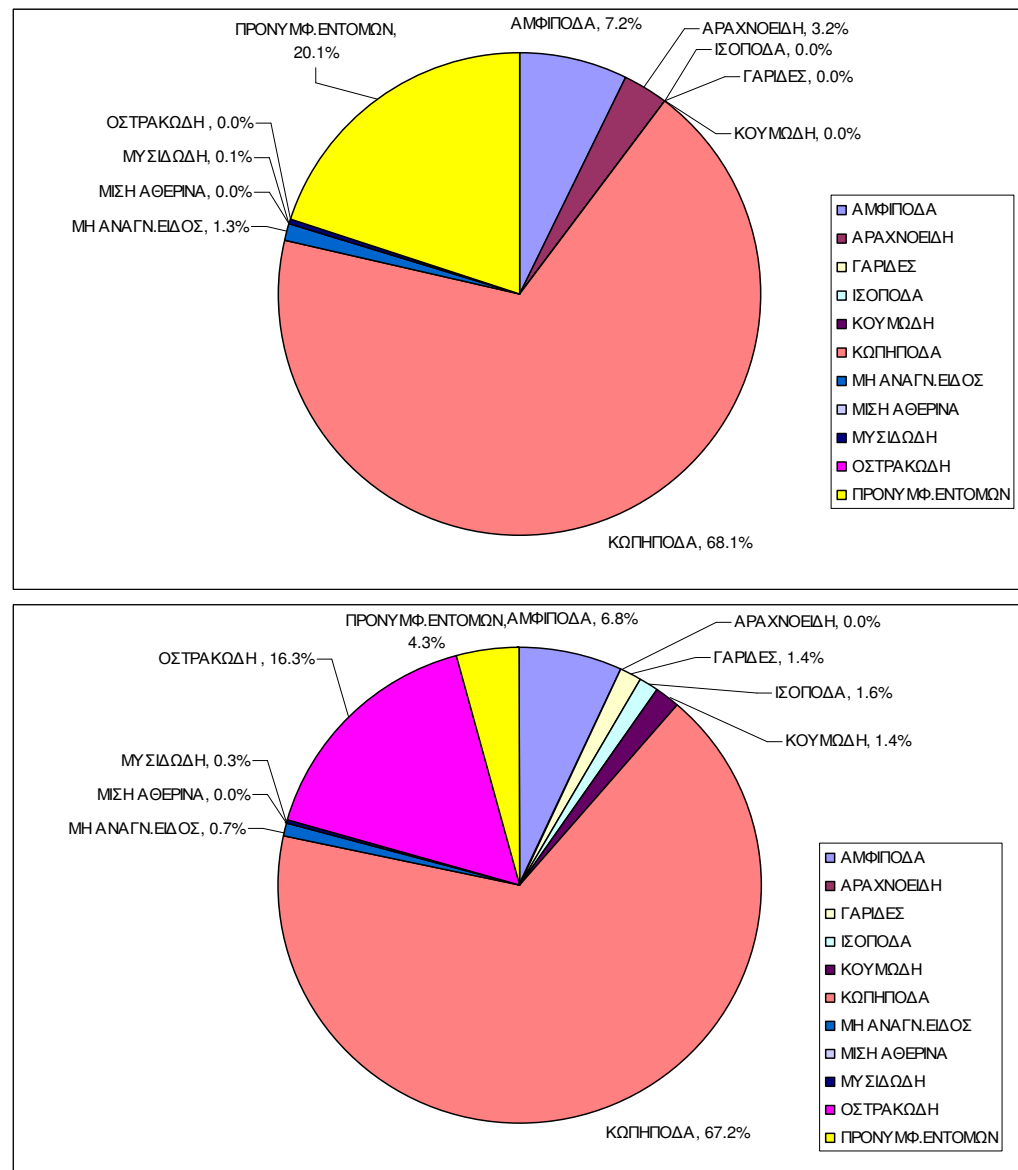
ΘΗΡΑΜΑ	14/09/2011	15/12/2011	Σύνολο
ΑΜΦΙΠΟΔΑ	15.0	77.3	47.6
ΑΡΑΧΝΟΕΙΔΗ	10.0	–	4.8
ΓΑΡΙΔΕΣ	–	18.2	9.5
ΙΣΟΠΟΔΑ	–	9.1	4.8
ΚΟΥΜΩΔΗ	–	36.4	19.0
ΚΩΠΗΠΟΔΑ	100.0	95.5	97.6
ΜΗ ΑΝΑΓΝ.ΕΙΔΟΣ	5.0	27.3	16.7
ΜΥΣΙΔΩΔΗ	5.0	18.2	26.2
ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ	–	50.0	52.4
ΠΡΟΝΥΜΦ.ΕΝΤΟΜΩΝ	25.0	77.3	47.6
Αριθμός στομαχιών	20	22	42

Στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται τα ποσοστά της αριθμητικής συμμετοχής των θηραμάτων ανά δειγματοληψία. Από αριθμητική άποψη, σημαντικότερα θηράματα το Σεπτέμβριο ήταν τα κωπήποδα, οι προνύμφες των εντόμων και τα αμφίποδα τα οποία αποτέλεσαν το 95% του συνόλου των θηραμάτων. Αντίστοιχα, το Δεκέμβριο, τα κωπήποδα, τα αμφίποδα και τα οστρακώδη αποτέλεσαν τα κυριότερα θηράματα (Πίνακας 2, Εικόνα 9)

Πίνακας 2: Ποσοστιαία αριθμητική συμμετοχή των θηραμάτων του είδους *A. boyeri* το Σεπτέμβριο και Δεκέμβριο του 2011.

ΘΗΡΑΜΑ	14/09/2011	15/12/2011	Σύνολο
ΑΜΦΙΠΟΔΑ	7.2%	6.8%	7.0%
ΑΡΑΧΝΟΕΙΔΗ	3.2%	0.0%	1.5%
ΓΑΡΙΔΕΣ	0.0%	1.4%	0.9%
ΙΣΟΠΟΔΑ	0.0%	1.6%	0.9%
ΚΟΥΜΩΔΗ	0.0%	1.4%	0.8%
ΚΩΠΗΠΟΔΑ	68.1%	67.2%	67.5%
ΜΗ ΑΝΑΓΝ.ΕΙΔΟΣ	1.3%	0.7%	1.0%
ΜΥΣΙΔΩΔΗ	0.1%	0.3%	0.2%
ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ	0.0%	16.3%	8.9%

ΠΡΟΝΥΜΦ.ΕΝΤΟΜΩΝ	20.1%	4.3%	11.4%
Σύνολο θηραμάτων (αριθμός)	1269	1523	2792



Εικόνα 9: Ποσοστιαία αριθμητική συμμετοχή των θηραμάτων στο στομαχικό περιεχόμενο του είδους *A. boyeri* τον Σεπτέμβριο (επάνω) και το Δεκέμβριο (κάτω) του 2011.

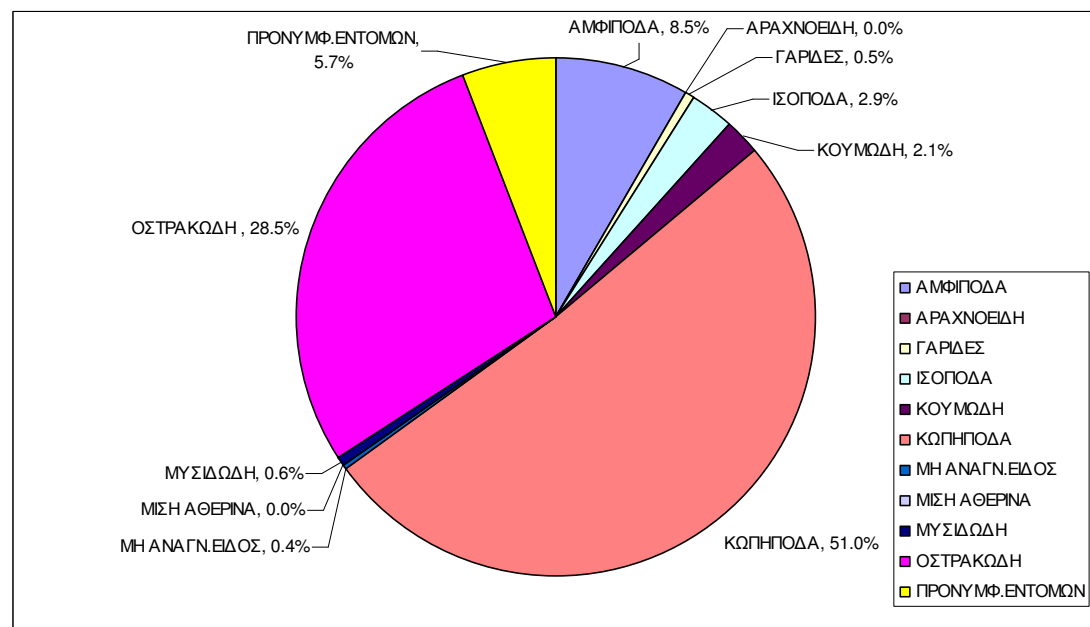
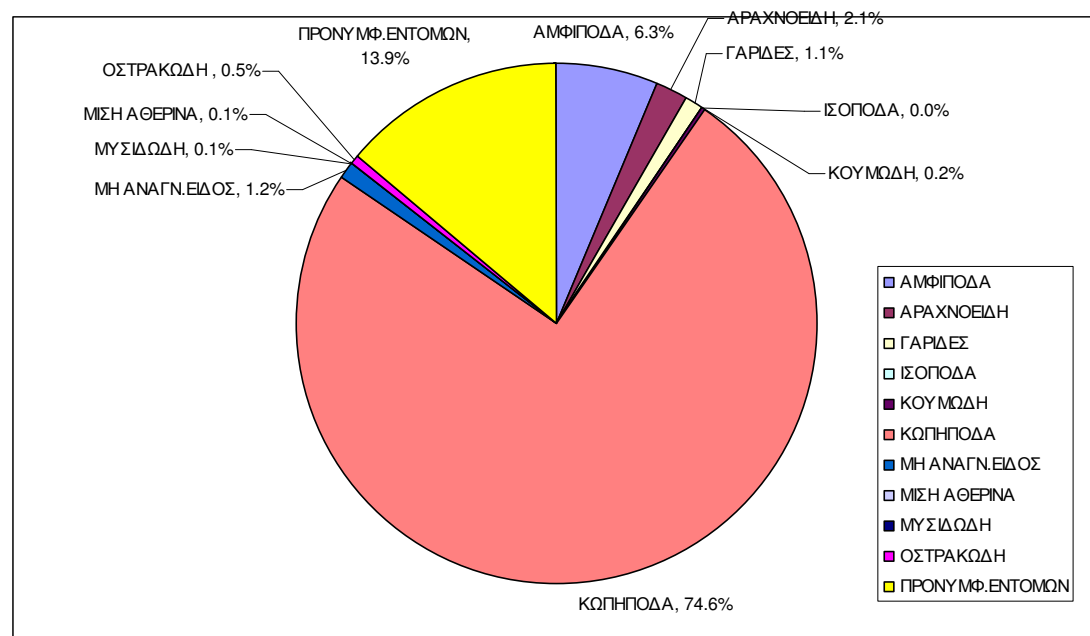
Ο μέσος αριθμός θηραμάτων ανά ψάρι ήταν παρόμοιος μεταξύ των δειγματοληψιών του Σεπτεμβρίου και του Δεκεμβρίου με $63,0 \pm 62,1$ και $69 \pm 44,27$ θηράματα/ψάρι αντίστοιχα. Επίσης δεν παρατηρήθηκε συσχέτιση μεταξύ του μήκους του ψαριού και του αριθμού των θηραμάτων που βρέθηκαν στο στομάχι κάθε ψαριού (Γραμμική συσχέτιση, $p > 0.05$).

Με σκοπό τον εντοπισμό τυχόν διαφορών στη διατροφή του είδους σε σχέση με το μέγεθος του ψαριού, τα άτομα του δείγματος (Σεπτεμβρίου και Δεκεμβρίου) χωρίστηκαν σε δύο κλάσεις μεγέθους. Η πρώτη κλάση περιλαμβάνει τα άτομα με μήκος από 3 έως 6 cm και η δεύτερη κλάση τα άτομα με μήκος μεγαλύτερο των 6 cm. Στην πρώτη κλάση εντάχθηκαν 28 άτομα και από τις δύο δειγματοληψίες, ενώ στη δεύτερη κλάση τα υπόλοιπα 14 άτομα επίσης και από τις δύο δειγματοληψίες (Πίνακας 3).

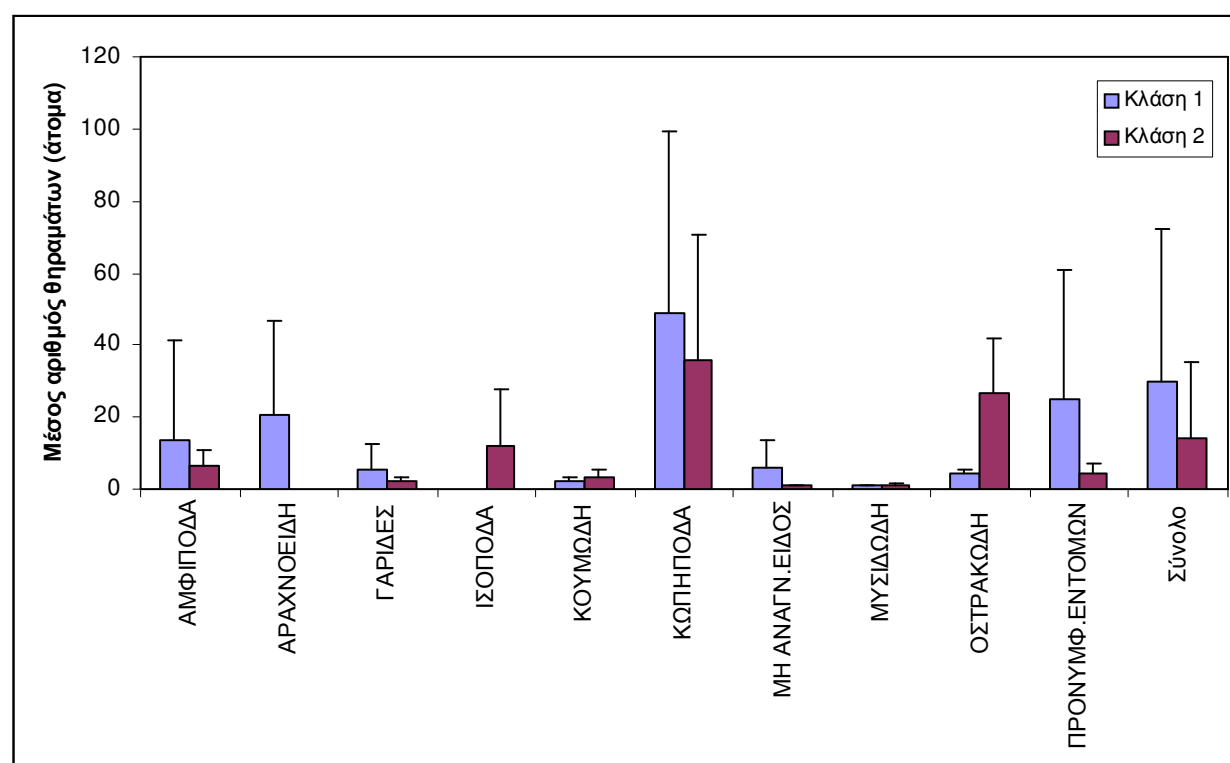
Πίνακας 3: Ποσοστιαία αριθμητική συμμετοχή των θηραμάτων του είδους *A. boyeri* ανάλογα με το μέγεθος του ψαριού (κλάσεις 1 & 2).

ΘΗΡΑΜΑ	Κλάση 1 (3-6cm)	Κλάση 2 (6-10cm)
ΑΜΦΙΠΟΔΑ	6.34%	8.45%
ΑΡΑΧΝΟΕΙΔΗ	2.10%	0.00%
ΓΑΡΙΔΕΣ	1.07%	0.48%
ΙΣΟΠΟΔΑ	0.00%	2.86%
ΚΟΥΜΩΔΗ	0.20%	2.14%
ΚΩΠΗΠΟΔΑ	74.60%	50.95%
ΜΗ ΑΝΑΓΝ.ΕΙΔΟΣ	1.23%	0.36%
ΜΙΣΗ ΑΘΕΡΙΝΑ	0.05%	0.00%
ΜΥΣΙΔΩΔΗ	0.05%	0.60%
ΟΣΤΡΑΚΩΔΗ	0.46%	28.45%
ΠΡΟΝΥΜΦ.ΕΝΤΟΜΩΝ	13.90%	5.71%
Αριθμός θηραμάτων	1952	840

Τα μικρότερα άτομα του είδους (Κλάση 1) φαίνεται ότι τρέφονται κυρίως με περισσότερα και μικρότερα θηράματα (κωπήποδα) και δευτερευόντως με μεγαλύτερα θηράματα όπως αμφίποδα και προνύμφες εντόμων. Αντίστοιχα, στα μεγαλύτερα ψάρια (κλάση 2) φάνηκε πως τα μεγαλύτερα θηράματα (αμφίποδα, ισόποδα, κουμώδη, οστρακώδη) συμμετέχουν περισσότερο στη διατροφή του είδους (Πίνακας 3, Εικόνα 10).



Εικόνα 10: Ποσοστιαία αριθμητική συμμετοχή των θηραμάτων στο στομαχικό περιεχόμενο του είδους *A. boyeri* για την πρώτη κλάση μεγέθους των ψαριών (3-6cm) (επάνω) και για τη δεύτερη κλάση μεγέθους των ψαριών (6-10cm) (κάτω).



Εικόνα 11: Μέση τιμή (κάθετες γραμμές: η τυπική απόκλιση) του αριθμού των θηραμάτων στο στομαχικό περιεχόμενο του είδους *A. bovei* για τις δύο κλάσεις μεγέθους των ψαριών (Κλάση 1: 3-6cm, Κλάση 2: 6-10cm)

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα κωπήποδα αποτέλεσαν το πιο άφθονο θήραμα της αθερίνας στη λιμνοθάλασσα Κλείσοβα τόσο το Σεπτέμβριο όσο και τον Δεκέμβριο. Η κυριαρχία των κωπήποδων στο στομαχικό περιεχόμενο δεν σημαίνει απαραίτητα ότι τα κωπήποδα αποτελούν, από ενεργειακή άποψη, τη σημαντικότερη ομάδα στη διατροφή της αθερίνας κυρίως λόγω του μικρού μεγέθους τους. Τα μεγαλύτερα θηράματα (όπως π.χ. τα αμφίποδα, τα οστρακώδη, οι γαρίδες κλπ) αν και βρέθηκαν με μικρότερη αφθονία και συχνότητα παρουσίας στο στομαχικό περιεχόμενο συνεισφέρουν επίσης σημαντικά στην κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων του είδους.

Οι ομάδες θηραμάτων που εντοπίστηκαν στην παρούσα εργασία είναι σχεδόν αποκλειστικά επιβενθικές, χαρακτηριστικές της βιοκοινωνίας ασπόνδυλων οργανισμών που απαντώνται σε λιβάδια φανερόγαμων όπως το *C. nodosa* (Ράμφος και συν. 2011). Ακόμα και τα κωπήποδα που βρέθηκαν στο στομαχικό περιεχόμενο του είδους, ήταν στη συντριπτική πλειοψηφία τους αρπακτικοειδή επιβενθικά κωπήποδα ενώ ελάχιστα ήταν πελαγικά καλανοειδή. Η παρατήρηση αυτή επιβεβαιώνει το διατροφικό πρότυπο του είδους *A. boyeri* που περιγράφεται από τους Bartulović et al. (2004) σε περιοχές με μικρό βάθος. Οι συγγραφείς αυτοί αναφέρουν ότι όταν τα πελαγικά θηράματα δεν είναι άφθονα, ή όταν το είδος βρίσκεται σε περιοχές με μικρό βάθος, τότε η αθερίνα μπορεί να στραφεί στην ανεύρεση βενθικών θηραμάτων. Αντίστοιχα αποτελέσματα αναφέρονται και για άλλες περιοχές με μεγάλο βάθος (Λίμνη Τριχονίδα) όπου τα βενθικά θηράματα απουσίαζαν από τη διατροφή της αθερίνας (Chrisafi et al., 2007; Doulka et al., 2012). Στη συγκεκριμένη περιοχή όπου πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες της παρούσας μελέτης, το βάθος είναι μικρότερο από 1m και ουσιαστικά το βενθικό και το «πελαγικό» ενδιαίτημα μπορούν να θεωρηθούν ενιαία. Η ύπαρξη του λιβαδιού του *C. nodosa*, μέσα στα φυλλώματα του οποίου αναπτύσσονται πυκνοί πληθυσμοί ασπονδύλων, κάνουν το διαχωρισμό των δύο αυτών ενδιαιτημάτων ακόμα λιγότερο ξεκάθαρο.

Εποχικά, η διατροφή της αθερίνας δεν φάνηκε να διαφοροποιείται σημαντικά. Η πιο σημαντική διαφορά που παρατηρήθηκε ήταν η σημαντική παρουσία των εντόμων (Σεπτέμβριος) και η σημαντική παρουσία των οστρακωδών (Δεκέμβριος). Οι υπόλοιπες ομάδες βρέθηκαν και στις δύο δειγματοληψίες με παραπλήσια ποσοστά. Οι προαναφερθείσες διαφορές που εντοπίστηκαν, υποδεικνύουν τον ευκαιριακό διατροφικό χαρακτήρα του είδους καθώς και την ικανότητα του να τρέφεται περιστασιακά με θηράματα που βρίσκονται σε αφθονία στο περιβάλλον του. Η αθερίνα είναι ένα είδος το οποίο παρουσιάζει στο διατροφικό του πρότυπο χαρακτηριστικά ευκαιριακού θηρευτή (καταναλώνοντας τα πιο άφθονα θηράματα κάθε εποχή) αλλά και επιλεκτικού θηρευτή (επιδεικνύοντας προτίμηση ανεξάρτητα από τη αφθονία) (Chrisafi et al., 2007). Οι Doulka et al. (2012) επίσης αναφέρουν ισχυρή επιλεκτική θήρευση από την αθερίνα σε ζωοπλαγκτικά θηράματα ανεξάρτητα από την αφθονία των θηραμάτων στο περιβάλλον.

Σε σχέση με το μέγεθος, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι τα μεγαλύτερα άτομα του είδους τρέφονται και με μεγαλύτερα θηράματα. Στη διατροφή των μικρόσωμων ατόμων του είδους κυριάρχησαν τα κωπήποδα (περίπου 80%) ενώ στα πιο μεγαλόσωμα (>6cm) τα μεγαλύτερα θηράματα αποτέλεσαν περίπου το 50% του αριθμού των θηραμάτων. Το αποτέλεσμα αυτό δείχνει ότι όσο η αθερίνα μεγαλώνει σε μέγεθος εμφανίζει μια προτίμηση σε μεγαλύτερα θηράματα. Είναι πιθανό, η προτίμηση αυτή να οφείλεται τόσο στα ανατομικά χαρακτηριστικά του ψαριού (μεγαλύτερο μέγεθος στόματος) όσο και στην αυξημένη κινητική και θηρευτική ικανότητα του είδους. Η παρατήρηση αυτή συμφωνεί με τα αποτελέσματα από άλλες περιοχές της Μεσογείου όπου αναφέρεται η αύξηση του μεγέθους των θηραμάτων καθώς και διαφοροποίηση της διαίτας της αθερίνας με το μέγεθος των ατόμων (Doulka et al., 2012).

Η σχέση μήκος βάρους των ατόμων που εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη είναι παραπλήσια με αυτή που αναφέρεται για το είδος από άλλες περιοχές της Μεσογείου (πηγή: Fishbase). Ο συντελεστής b της σχέσης μήκους βάρους που υποδεικνύει την ευρωστία του είδους, βρέθηκε ίσος με 2.77 στην παρούσα μελέτη και βρίσκεται εντός του εύρους τιμών που αναφέρονται στη βιβλιογραφία (2.3–3.3) για το αντίστοιχο εύρος σωματικού μήκους (3-12cm). Η τιμή του συντελεστή b στη σχέση μήκους-βάρους των ψαριών μεταβάλλεται σε σχέση με πολλούς παράγοντες που εξαρτώνται τόσο από το περιβάλλον (περιβαλλοντικές παράμετροι, εποχή κλπ) όσο και από τη φυσιολογική κατάσταση του κάθε ψαριού (π.χ. στάδιο γενετικής ωριμότητας).

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, αν και προκαταρκτικά, επιβεβαιώνουν τον ευκαιριακό διατροφικό χαρακτήρα της αθερίνας καθώς και την σαφή προτίμηση της σε επιβενθικά θηράματα, σε περιβάλλοντα με μικρό βάθος όπως αυτό της λιμνοθάλασσας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αναστασοπούλου Α. (2005).Εθνικό Καποδιστριακό, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Βιολογία του *Chlorophthalmus agassizi* (Bonaparte,1840) στο Ιόνιο Πέλαγος. Διδακτορική Διατριβή,58-59.
- Κράιτσεκ Σ.(2006). Γενετική ποικιλότητα και Φυλογενετικές σχέσεις λιμναίων και θαλάσσιων πληθυσμών της *Atherina boyeri* , κεφάλαιο 1 σελ.34
- Λαμπροπούλου Μ. (1995). Οικολογία διατροφής βενθικών ψαριών στον κόλπο του Ηρακλείου. Διδακτορική διατριβή Ηράκλειο 1995.
- Ράμφος Α., Paschos J., Μπεκιάρη Β., Κατσέλης Γ. (2012). Συλλογή επιβενθικών ασπονδύλων με τη χρήση φωτοπαγίδων στη λιμνοθάλασσα Κλείσοβα (Σύμπλεγμα Λ/Θ Μεσολογίου-Αιτωλικού). Πρακτικά 10ου Συμποσίου Ωκεανογραφίας & Αλιείας, Αθήνα, 7-11 Μαΐου 2012. σελ.98.
- Ρογδάκης Γ. & Κατσέλης Γ. (2007). Σημειώσεις του μαθήματος: Διαχείριση λιμνοθαλασσών & υδροβιοτόπων.
- Bartulovic V.,Lucic D., Conides A., Glamuzina B.,Dulcic J., Hafner D., Batistic M. (2004) . Food of sand smelt, *Atherina boyeri* (Risso,1810) in the estuary of the Mala Neretva River ,Scientia Marina,Vol 68,No 4.
- Berrobi P.,Britton-Davidian J.(1980). Enzymatic survey of four populations of *Atherina boyeri* based on electrophoresis and the occurrence of a microsporidiosis J.Fish biol.,16,149-157.
- Chrisafi E.,Kaspiris P.,Katselis G. (2007). Feeding Habits of Sand Smelt(*Atherina Boyeri*, Risso 1810) in Trichonis Lake (Western Greece).Journal Of Applied Ichthyology(June 2007), Vol 23, Issue 3, pages 209-214.
- Creech S. (1992).A Study of the population biology of *Atherina boyeri* (Risso,1810) in Aberthaw Lagoon ,on the Bristol Channel ,in South Wales, Journal of Fish Biology 41,277-286.
- Cuvier, (1829) Age and growth of the sand smelt *Atherina presbyter* in the Canary Islands, Fisheries Research, Volume 41, Issue 2, Pages 177-182 J.M Lorenzo, J.G Pajuelo.
- Doulka E., Kehayias G., Chalkia E., Leonardos I.D. (2012). Feeding strategies of *Atherina boyeri* (Risso 1810) in a freshwater ecosystem. J. Appl. Ichthyology. 29: 200–207.
- Dyer B.S.,Chernoff B. (1996).Phylogenetic relationships among atheriniform fishes, zoological journal of the linean society,117,1-69 .
- Fernandez-Delgado C., Hernado J.A., Herrera M., Belido M. (1988). Life-history patterns of the sandsmelt *Atherina boyeri* (Risso, 1810) in the estuary of the Guadalquivir river, Spain,volume 27,issue6,December 1988,697-706.
- Gon O., Ben-Tuvia A. (1983). The biology of boyer's sand smelt,*Atherina boyeri* (Risso)in the Bardawil Lagoon on the Mediterranean coast of Sinai, J.Fish Biol.(1983)22,537-547
- Henderson P.A., Bamber R.N. (1987). On the reproductive biology of sand smelt *Atherina boyeri*(Risso 1810) and its evolutionary potential, Biological journal of the linean society,32:395-415.
- Henderson P.A., Holmes R.H.A., Bamber R.N. (1988). Size-selective overwintering mortality in the sand smelt,*Atherina boyeri* (Risso 1810)and its role in population regulation J.Fish Biol.(1988)33,221-233.
- Koutrakis E.T., Kamidis N.I.,Leonardos I.D. (2004) .Age,growth and mortality of a semi-isolated lagoon population of sand smelt,*Atherina boyeri*(Risso ,1810) in an estuarine system of northern Greece J.Appl.Ichthyol.20,382-388.
- Lazzaro X.A. (1987).Review of planktivorous fishes: their evolution, feeding, behaviours, selectivities, and impacts. Hydrobiologia 1987;146:97-167.

Leonardos I., Sinis A. (2000) .Age, growth and mortality of *Atherina boyeri* (Risso, 1810) in the Mesolongi and Etolikon lagoons, Fisheries Research, Volume 45, Issue 1, Pages 81-91.

Leonardos I.D. (2001). Ecology and exploitation pattern of a landlocked population of sand smelt, *Atherina boyeri* (Risso 1810), in Trichonis Lake, J. Appl. Ichthyol. 17, 262-266.

Maci S., Basset A. (2010). Spatio-temporal patterns of abundance, size structure and body condition of *Atherina boyeri* in a small non-tidal Mediterranean lagoon, Estuarine, Coastal and Shelf Science, vol 87, Issue 1, March 2010, Pages 125-134.

Pajuelo J.G., Lorenzo J.M. (2000). Biology of the Sand Smelt, *Atherina presbyter*, Off the Canary Islands, September 2000, Volume 59, Issue 1, pp 91-97.

Palmer C.J., Culley M.B. (1983). Aspects of the biology of the sand smelt *Atherina boyeri* (Risso, 1810) at Oldbury-upon-Seven, Gloucestershire, England, volume 16, issue 2, February 1983, 163-172.

Patimar R., Yousefi M., Hosieni S.M. (2009). Age, growth and reproduction of the sand smelt *Atherina boyeri* (Risso, 1810) in the Gomishan wetland, Volume 81, Issue 4, 1 March 2009, Pages 457-462.

Rossecchi E., Crivelli A J. (1992), Study of a sand smelt (*Atherina boyeri*, Risso 1810) population reproducing in fresh water. Ecology of freshwater 1:77-85.

Vizzini S., Mazzola A. (2002). Stable carbon and nitrogen ratios in the sand smelt from a Mediterranean coastal area: feeding habits and effect of season and size. Journal of Fish Biology 60, 1498-1510.