

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ - ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

**ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΕΙΔΩΝ ΤΩΝ
ΑΝΗΛΙΚΩΝ ΑΤΟΜΩΝ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Atherina boyeri* ΣΤΗ Λ/Θ
ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ**



Λάππας Βασίλειος

Εισηγητές : Ράμφος Αλέξιος, Κατσέλης Γεώργιος

Μεσολόγγι 2014

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
1.1. Είδος.....	3
1.2. Αναπαραγωγή.....	6
1.3. Διατροφή.....	8
1.4. Ανάπτυξη και διάρκεια ζωής.....	14
1.5 Λιμνοθάλασσες.....	15
1.6 Σκοπός της εργασίας.....	17
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	17
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	22
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	30
5.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΕΙΔΟΣ

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

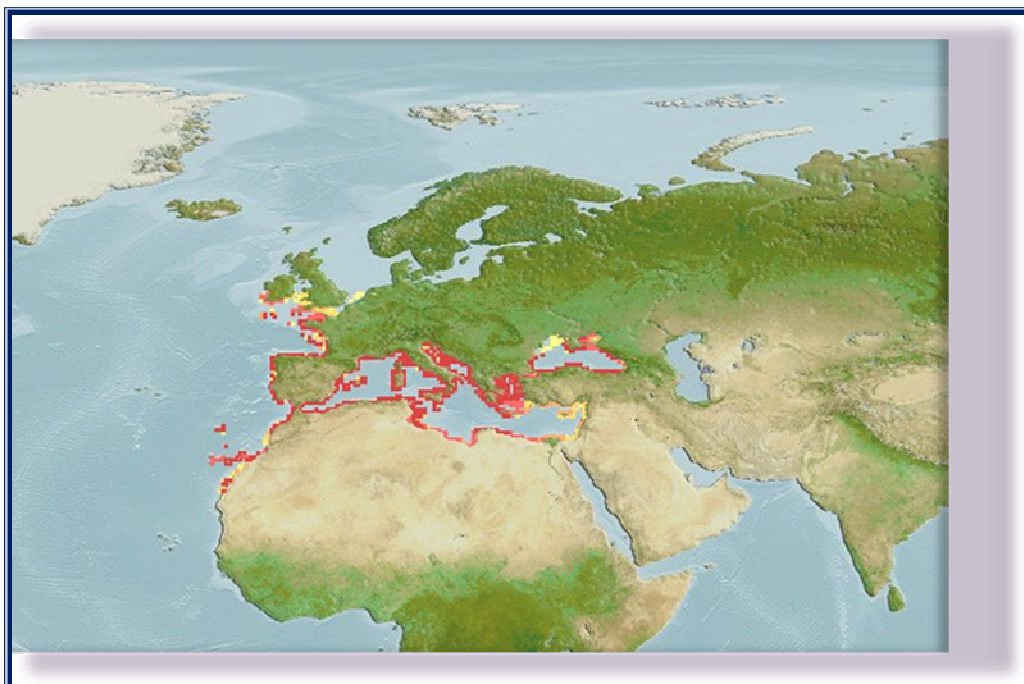
- Φύλο** (Phylum): Χορδωτά
- Υποφύλο** (Subphylum): Σπονδυλωτά
- Υπέρκλαση** (Superclass): Οστεϊχθύες
- Κλάση** (Class) :Ακτινοπτερύγιοι
- Υποκλάση** (Subclass): Νεοπτερύγιοι
- Μεσοκλάση** (Infraclass): Τελεόστεοι
- Υπέρταξη** (Superorder): Ακανθοπτερύγιοι
- Τάξη** (Order): Atheriniformes
- Υπόταξη**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

Σύμφωνα με τη βάση δεδομένων Fishbase (Froese & Pauly, 2010) η οικογένεια Atherinidae 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).

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 την *Atherina hepsetus* (Linnaeus, 1758) , το υπογένος *Hepsetia* που περιλαμβάνει το είδος *Atherina boyeri* (Risso, 1810) και το είδος *Atherina presbyter* (Cuvier, 1829) (Francisco et al., 2008). Το πιο κοινό, η *Atherina boyeri* (αθερίνα), είναι βραχύβιο είδος, όπου η μέγιστη ηλικία δεν ξεπερνά τα 4 έτη, με σχετικά υψηλό ρυθμό αύξησης.

Οι Αθερινίδες, (*Atherinidae*), αποτελούν ιδιαίτερη οικογένεια ψαριών που αφθονούν κυρίως σε υφάλμυρα νερά. 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 *Atherina lorenziana* που η εμφάνιση της περιορίζεται στον Κόλπο της Γουινέας, και η *Atherina breviceps* που συναντάται στο νότιο-ανατολικό Ατλαντικό και εκτείνεται ως τον Ινδικό ωκεανό και τις ανατολικές ακτές της Αφρικής (Maugé, 1990). 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 (Εικόνα 1). 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 άφθονη 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 & Bentuvia, 1983), στην Αδριατική (Boscolo, 1970), στη λίμνη Τριχωνίδα, στην δυτική Ελλάδα (Leonardos, 2001), στις λιμνοθάλασσες του Μεσολογγίου και του Αιτωλικού (Leonardos & Sinis, 2000), στη λίμνη Βιστωνίδα και τη λιμνοθάλασσα του Πόρτο Λάγος στη Βόρεια Ελλάδα (Koutrakis, Kamidis & Leonardos, 2004). Τα ενήλικα άτομα μεταναστεύουν το φθινόπωρο στη θάλασσα και πηγαίνουν στις λιμνοθάλασσες την άνοιξη για αναπαραγωγή. Η *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, Marfin, 1982). 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 1:κατανομή του είδους *Atherina Boyeri*.

Συγκεκριμένες ερευνες (V. Bartulovic¹, B. Glamuzina¹, A. Conides², J. Dulčić³, D. Lucić³, J. Njire³ and V. Kozulic³) απέδειξαν πως ο μέσος όρος ηλικίας της αθερίνας στις εκβολές του ποταμού Neretva (το μεγαλύτερο ποτάμι της ανατολικής Αδριατικής) είναι τέσσερα χρόνια. Μια παρόμοια διάρκεια ζωής αναφέρθηκε στη λιμνοθάλασσα της Κροατίας Pantana (Pallaoro et al., 2002), στη λίμνη Τριχωνίδα στην Ελλάδα (Λεονάρδος, 2001) καθώς και στη Μάγλη (Henderson και Bamber, 1987). Λίγο μικρότερος μέσος όρος ζωής της *Atherina Boyeri* (3 χρόνια) παρατηρήθηκε στις Λιμνοθάλασσες του Μεσολογίου και του Αιτωλικού στην Ελλάδα (Λεονάρδου και Sinis, 2000), στην παράκτια Λιμνοθάλασσα Mar Menor στην Ισπανία (Andreu – Soler et al., 2003) και για ορισμένους πληθυσμούς από την Αγγλία (Palmer και Culley, 1983). Τέλος ο πιο μικρός μέσος όρος ζωής του είδους (2 χρόνια) συναντήθηκε στην λιμνοθάλασσα Bardawil (Βόρεια ακτή της Χερσονήσου Σινά, Αίγυπτος), (Gon και Ben - Tunia, 1983). Σε συνδυασμό με τις θερμοκρασίες της κάθε περιοχής και τον μέσο όρο ζωής του είδους σε κάθε μία από αυτές, προκύπτει από τις παραπάνω αναφορές ότι η *Atherina Boyeri* ζει περισσότερο σε ψυχρότερα νερά (Βόρεια Μεσόγειο και Αγγλικά Ύδατα) και λιγότερο σε θερμότερα νερά (Νότια Μεσόγειο και Ερυθρά Θάλασσα).



Εικόνα 2:Απεικόνιση του είδους *Atherina Boyeri*.

Η *Atherina boyeri* είναι μικρό ψάρι μήκους 8 – 15 εκατοστών. Το χρώμα της είναι γκριζοπράσινο, λίγο ασημί με μια μαύρη ταινία στα πλευρά που εκτείνεται από το κεφάλι μέχρι την ουρά. Το σώμα της 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 (Εικόνα 2). Είναι ψάρι του αφρού (αφρόψαρο), ζει και μετακινείται κοπαδιαστά και η τροφή του είναι κατά βάση 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. Την αθερίνα την ψαρεύουμε κυρίως μαζικά με ειδικά δίχτυα (αθερινόδιχτα) ή με μια ειδική απόχη (αθερινολόγος). Η περίοδος ωοτοκίας του είναι παρατεταμένη και η απόθεση αβγών τμηματικά από τις αρχές της Άνοιξης μέχρι το τέλος του Φθινοπώρου αθερίνα γεννά τα αβγά της νωρίς την Άνοιξη. Το Μάη τα νεαρά ψαράκια τρέφονται κατά κοπάδια στα πλούσια σε πλαγκτόν νερά των βάλτων. 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.

1.2 ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ

Η αναπαραγωγή του είδους πραγματοποιείται άνοιξη-καλοκαίρι από τον Απρίλιο μέχρι τον Ιούλιο είτε σε λιμνοθάλασσες, είτε σε εκβολές ποταμών. Τα νερά που επιλέγει το είδος για την Αναπαραγωγή του ποικίλουν, από Υφάλμυρα νερά έως νερά Υψηλής αλατότητας (42s). Το εύρος της περιόδου ωοτοκίας της *Atherine Boyeri* είναι μεγάλο και εξαρτάται άμεσα από τις κλιματολογικές συνθήκες (Maci & Basset, 2010). Η αποκορύφωση της Αναπαραγωγικής δραστηριότητας του είδους διαφέρει από περιοχή σε περιοχή. Το Φεβρουάριο στο κανάλι του Σουέζ, (Fouda, 1995), 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 Μεσολογίου 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 μεγαλύτερα σε μέγεθος άτομα του είδους ξεκινάνε την αναπαραγωγή τους από τον Ιούνιο, ενώ άτομα μικρότερου μεγέθους φτάνουν να ξεκινήσουν την αναπαραγωγή τους περίοδο τον Ιούλιο ή ακόμη και τον Αύγουστο (Marfin, 1982, Fernandez-Delgado et al., 1988). 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. Η εκτεταμένη αναπαραγωγική περίοδος μπορεί να ερμηνευθεί ως μία προσπάθεια του είδους για αύξηση της αναπαραγωγικής επιτυχίας (Fernandez-Delgado, 1988, Creech, 1992a). Σε έρευνα που έγινε σε άτομα του είδους *Atherine Boyeri* στη Λιμνοθάλασσα του Μεσολογγίου, διαπιστώθηκε ότι τα άτομα ήταν γενετικά ώριμα στο τέλος του πρώτου χρόνου ζωής τους μέσω όρο μεγέθους 34mm (Leonardos & Sinis, 1999).

Οι γανάδες 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). 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).

Η *Atherine Boyeri* γεννά τα αυγά της κατά δεσμίδες. Το χόριο των αυγών περιβάλλεται από μακριά νήματα μέσω των οποίων τα αυγά μπλέκονται στα νηματοειδή φύκια (Henderson et al., 1988). Το μέγεθος των αυγών του είδους ποικίλει σύμφωνα με σχετικές μελέτες. 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 της *A. boyeri* (στο ότι γεννά δηλαδή περιοδικά και κατά δεσμίδες) (Patimar et al., 2009). Ο μέσος Όρος διαμέτρου του αυγού είναι ανεξάρτητος από το μέγεθος του θηλυκού, αλλά μειώνετε όσο πλησιάζει η περίοδος εκκόλαψης. Όσο μεγαλύτερο το θηλυκό σε μέγεθος, τόσο πιο γόνιμο (E. Roscchi*, A. J. Crivelli).

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 (Boscolo, 1970, Creech, 1992a, Leonardos & Sinis, 2000, Koutrakis et al., 2004). Το γεγονός αυτό οφείλεται πιθανόν στην τάση των ατόμων της *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 (Creech, 1992a). 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 της *Atherina boyeri* μπορεί να αποδοθεί στις διαφορετικές συνθήκες που επικρατούν στα ενδιαιτήματα 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).

1.3 ΔΙΑΤΡΟΦΗ

Τόσο η επιβίωση όσο και η ανάπτυξη και η αναπαραγωγική δραστηριότητα των ζωντανών οργανισμών εξαρτάται από το ποσό της ενέργειας που λαμβάνεται από την τροφή. Η διατροφή είναι η διαδικασία πρόσληψης και αφομοίωσης της χημικής ενέργειας που βρίσκεται στα μακρομόρια της λαμβανόμενης τροφής για να υποστηρίξει την συντήρηση, την ανάπτυξη και την αναπαραγωγή του οργανισμού. Τα θρεπτικά συστατικά (όπως οι πρωτεΐνες, τα λίπη και οι υδατάνθρακες) τα οποία παρέχουν ενέργεια είναι σημαντικά για την υποστήριξη των διαδικασιών συντήρησης, ανάπτυξης και αναπαραγωγής, ενώ απαραίτητη είναι για την αξιοποίησή τους η επαρκής παρουσία βιταμινών και ιχνοστοιχείων. Οι απαιτούμενες συνθέσεις των παραπάνω συστατικών διαφέρουν από είδος σε είδος, ή σε κάθε αναπτυξιακό στάδιο ενώ αλλαγές παρατηρούνται επίσης και σε εποχιακή κλίμακα. Στη φύση, η ποικιλία αυτή των απαιτήσεων συμβαδίζει με μια γενικότερη διαφοροποίηση των οργανισμών σε πολλά επίπεδα οργάνωσης, από μοριακό μέχρι και πληθυσμιακό επίπεδο, που αντανακλά σε μορφές και δομές που εξυπηρετούν την απαιτούμενη προσαρμογή για την λήψη της βέλτιστης ενέργειας για την διαχρονική ύπαρξη του κάθε είδους. Από την άλλη όμως εκτός των ιχνοστοιχείων, τα υπόλοιπα θρεπτικά συστατικά είναι οργανικά μόρια τα οποία βρίσκονται μόνο στους ιστούς των έμβιων οργανισμών (φυτά και ζώα). Συνεπώς, αποτέλεσμα αυτών των τροφικών προσαρμογών αποτελεί η ένταξη του κάθε οργανισμού σε μια θέση στην τροφική αλυσίδα (Γ. Κατσέλης, 2006).

Κατά βάση υπάρχουν δυο βασικές κατηγορίες ψαριών που χωρίζονται με το είδος διατροφικής λείας που καταναλώνουν, τα Carnivores(σαρκοφάγα) και τα Herbivores(φυτοφάγα).Θα ήταν σωστό να αναφέρουμε και μια τρίτη κατηγορία τα Omnivores(παμφάγα),ειδή ψαριών τα οποία αποτελούν συνδυασμό των δυο παραπάνω βασικών κατηγοριών(Σαρκοφάγα και Φυτοφάγα), (Μ. Λαμπροπούλου 1995 και αναφορές σε αυτή). Οι Lagler et al.(1977) και ο Nikolsky (1963) εξετάζουν δυο κατηγορίες ψαριών ανάλογα με τον τρόπο εύρεσης της λείας τους, τους "αναζητητές" και τους "θηρευτές". Τα ψάρια "αναζητητές" τρέφονται κατά βάση με μικρά ασπόνδυλα από το βενθος,επιλέγοντάς τα με τους μηχανισμούς που τους δόθηκαν από τη φύση(μουστάκια, όσφρηση, γεύση).Κινούνται παράλληλα και προσκολλημένοι στον πυθμένα και δημιουργώντας ρεύμα νερού εξερχόμενο από την στοματική τους κοιλότητα, μετατοπίζουν τους κόκκους του ιζήματος ψάχνοντας μικρά βενθικά ασπόνδυλα. Η αναζήτηση συνεχίζεται μέχρι ο "αναζητητής" να συλλέξει ένα αρκετό αριθμό ατόμων για να ικανοποιήσει τις

διατροφικές του ανάγκες. Στην επίτευξη εύρεσης της λείας των ψαριών αυτών, πέρα από την οπτική τους δυνατότητα η οποία δεν είναι και το κυρίαρχο "όπλο" τους στην αναζήτηση, διότι κατά βάση στα βενθικά στρώματα η ένταση του φωτός είναι πολύ χαμηλότερη απ'ότι στα ανώτερα στρώματα. Το μεγαλύτερο ρόλο τον διαδραματίζουν τα χημικά ερεθίσματα που προκαλούν τα πολύ ευαίσθητα κύτταρα που έχουν τα είδη αυτά στα χείλια τους αλλά και στα μουστάκια τους (Μ. Λαμπροπούλου 1995 και αναφορές σε αυτή). 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). Απ'την άλλη μεριά οι θηρευτές 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). Είναι είδη που τρέφονται με μεγάλα βενθικά ασπόνδυλα αλλά και ψάρια. Μπορούμε να τους χωρίσουμε σε κάποιες υποκατηγορίες ανάλογα με τη μέθοδο λήψης της τροφής τους. Κάποια είδη των οικογενειών Scorpaenidae και Lophiidae μένουν ακίνητα και συνήθως καμουφλαρισμένα στον πυθμένα αρπάζοντας τους οργανισμούς που κάθονται κοντά τους. Άλλοι θηρευτές, όπως κάποια είδη της Οικογένειας Serenade, βρίσκονται κοντά στον πυθμένα δείχνοντας "φιλική" συμπεριφορά στους οργανισμούς γύρω τους και με απότομες επιταχύνσεις για σύντομο χρονικό διάστημα αρπάζουν τη λεία τους. Τέλος υπάρχουν και θηρευτές όπου εκδηλώνουν την εχθρική τους συμπεριφορά απέναντι στη λεία τους όταν έχουν φτάσει πολύ κοντά της. Τέτοιοι θηρευτές υπάρχουν στην Οικογένεια Belonidae. Γενικά, υπάρχουν και είδη θηρευτών που χρησιμοποιούν έναν συνδυασμό από τις προαναφερόμενες τεχνικές ώστε να επιτύχουν τη λήψη της λείας τους.

Η "συνειδητή" παρουσία ενός είδους ιχθύος σε ένα συγκεκριμένης δομής υδάτινο περιβάλλον σημαίνει πλήρη και αμοιβαία αποδοχή του ενός από το άλλο (Σ.Ε. Παπουτσόγλου). Στον όρο πλήρη και αμοιβαία αποδοχή συμπεριλαμβάνονται πολλοί παράγοντες που κάνουν ένα είδος ιχθύ να διαλέξει περιβάλλον διαβίωσης. Το βάθος του νερού, το επίπεδο του O₂, το επίπεδο της θερμοκρασίας και οι μεταβολές της, το επίπεδο του ΡΗ (σταθερό ή κυμαινόμενο), η κίνηση των νερών (έντονη ή όχι), η σύνθεση του βένθους της περιοχής, η διαύγεια των νερών αλλά και τα επίπεδα σκληρότητας τους είναι κάποιοι από τους παράγοντες αυτούς. Παρόλα αυτά, μεγάλη βαρύτητα δίνεται στο πόσο το υδάτινο περιβάλλον μπορεί να καλύψει πλήρως διατροφικά το είδος ψαριού που ζει σε αυτό. Αυτό συνεπάγεται με την εύκολη λήψη λείας από το ψαρί αλλά και κατά πόσο η ίδια η λεία είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά, ένζυμα και πρωτεΐνες, έτσι ώστε να καλύπτει τις ανάγκες του ιχθύ για ανάπτυξη.

Το μέγεθος της λείας που καταναλώνεται από ένα είδος ψαριού καθορίζεται από πολλούς παράγοντες που σχετίζονται με την κατασκευή, τα μορφολογικά χαρακτηριστικά και τη θηρευτική συμπεριφορά του αλλά και με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της λείας. Όμως έχει βρεθεί ότι σε φυσικές συνθήκες τα ψάρια τρέφονται με οργανισμούς σημαντικά μικρότερους από το μέγιστο μέγεθος που βάσει της κατασκευής τους έχουν την ικανότητα να συλλάβουν (Μ. Λαμπροπούλου 1995 και αναφορές σε αυτή). Πολλοί ερευνητές έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι στην πλειοψηφία των ψαριών, ο αριθμός των ατόμων λείας ανά στομάχι μειώνεται με την αύξηση του μήκους, ενώ αντίθετα αυξάνεται το μέγεθος των ατόμων της λείας (Μ. Λαμπροπούλου 1995 και αναφορές σε αυτή).

Σύμφωνα με τη θεωρία της άριστης απόκτησης τροφής (optimal foraging theory) που έχει χρησιμοποιηθεί ευρύτατα για να εξηγήσει τη συμπεριφορά των ειδών κατά τη διατροφή τους, η τακτική που ακολουθεί ένα είδος είναι αυτή που του επιτρέπει να μεγιστοποιήσει την καθαρή ενέργεια που παίρνει από την τροφή (Μ. Λαμπροπούλου 1995 και αναφορές σε αυτή). Η καθαρή ενέργεια που τελικά παίρνει ένα άτομο από την τροφή του είναι ίση με τη διαφορά ανάμεσα στην ενέργεια που του παρέχει η τροφή και στην ενέργεια που δαπανά κατά τη διάρκεια της αναζήτησης και της σύλληψης της λείας. Η βασική υπόθεση της θεωρίας είναι ότι η μεγιστοποίηση της καθαρής ενέργειας συσχετίζεται άμεσα με το δυναμικό (fitness) του ατόμου, που προσδιορίζεται από το ρυθμό ανάπτυξης (growth rate) και την αναπαραγωγική επιτυχία (reproductive success). 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.

Επίσης, στην τελική επιλογή της στρατηγικής συνυπολογίζεται και η προσπάθεια κάθε είδους να αποφύγει τους θηρευτές του, που πολλές φορές έχει σαν αποτέλεσμα την επιλογή της λιγότερο επιθυμητής λείας, συγκριτικά με αυτές που επιλέγει απουσία άλλων θηρευτών (Μ. Λαμπροπούλου 1995 και αναφορές σε αυτή).

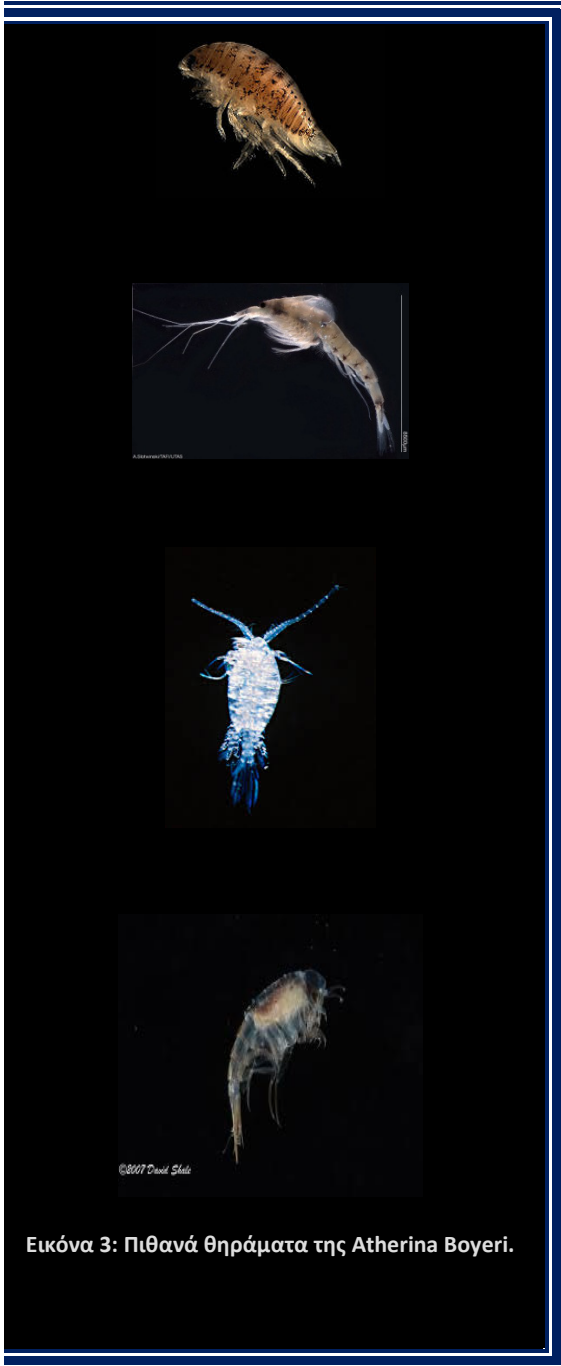
Η ενέργεια που παρέχει ένας συγκεκριμένος τύπος λείας αυξάνεται γραμμικά με το μέγεθος (Μ. Λαμπροπούλου 1995 και αναφορές σε αυτή), γι' αυτό τα μεγαλύτερα άτομα ενός είδους λείας παρέχουν περισσότερη ενέργεια στο θηρευτή. Ταυτόχρονα όμως το ενεργειακό κόστος για το ψάξιμο και τη σύλληψη μεγάλων ατόμων λείας αυξάνεται εκθετικά (Μ. Λαμπροπούλου 1995 και αναφορές σε αυτή). Η αύξηση στο μέγεθος της λείας που καταναλώνουν τα είδη με την αύξηση του μεγέθους τους συνδέεται και το γεγονός ότι τα μεγαλύτερα άτομα είναι πολύ πιο ικανά να εντοπίσουν και να συλλάβουν τα μεγάλα άτομα της λείας, σε σχέση με τα μικρότερα του ίδιου είδους (Μ. Λαμπροπούλου 1995 και αναφορές σε αυτή). Η ικανότητα ενός θηρευτή να εκμεταλλεύεται μεγάλο μέγεθος λείας αυξάνεται εντονότατα με την αύξηση του μεγέθους του, γιατί το εύρος του στοματικού ανοίγματος αυξάνεται γραμμικά με το μήκος του σώματος (Μ. Λαμπροπούλου 1995 και αναφορές σε αυτή). Το εύρος του στοματικού ανοίγματος, ενώ αποτελεί σημαντικό περιοριστικό παράγοντα ως προς το μέγιστο μέγεθος της λείας που μπορεί να συλλάβει και να καταναλώσει ένα άτομο, δεν έχει καμία επίδραση στο ελάχιστο μέγεθος της λείας που μπορεί το ίδιο άτομο να εκμεταλλευτεί. Για το λόγο αυτό τα μεγαλύτερα άτομα ενός είδους μπορούν να εκμεταλλευτούν ένα μεγάλο φάσμα μεγεθών λείας, σε σχέση με τα μικρά άτομα του ίδιου είδους, αλλά για ενεργειακούς κυρίως λόγους προτιμούν λείες μεγάλων μεγεθών (Μ. Λαμπροπούλου 1995 και αναφορές σε αυτή). Αυτό το πρότυπο επιλεκτικής εκμετάλλευσης των διαφόρων μεγεθών της λείας από άτομα ενός είδους, έχει

καθοριστική επίδραση στο περιορισμό του ανταγωνισμού για την τροφή μεταξύ των διαφορετικών μεγεθών των ατόμων ενός είδους (M. Λαμπροπούλου 1995 και αναφορές σε αυτή).

Τέλος θα πρέπει να τονιστεί ότι το πρότυπο διατροφής ενός είδους έχει άμεση σχέση με την κατανομή και με τη σχετική αφθονία των διαθέσιμων λειών στο περιβάλλον (M. Λαμπροπούλου 1995 και αναφορές σε αυτή), καθώς και ότι ένας θηρευτής αποκρίνεται στην ελάττωση της σχετικής αφθονίας της αποδοτικότερης ενεργειακά μεγαλύτερης λείας, καταναλώνοντας λείες χαμηλότερης ενεργειακά αξίας, που όμως είναι πιο άφθονες. Θεωρείται ότι ο τύπος λείας που τελικά θα επιλεγθεί από ένα θηρευτή, είναι συνάρτηση του ρυθμού συνάντησης (encounter rate) στη μονάδα του χρόνου (M. Λαμπροπούλου 1995 και αναφορές σε αυτή). Όταν ο ρυθμός συνάντησης με ένα τύπο λείας μεγάλου μεγέθους είναι χαμηλός, λόγω της περιορισμένης αφθονίας του, ο θηρευτής θα συμπεριλάβει στη δίαιτα του μικρότερα άτομα λείας με υψηλό ρυθμό συνάντησης. Η πειραματική μελέτη για την επιλεκτική θήρευση του είδους *Esox Lucius* (Τούρνα) σε διάφορα μεγέθη λείας, κατέληξε ότι ο χρόνος αναζήτησης και ο χρόνος που απαιτείται για τη σύλληψη είναι οι κυριότεροι παράγοντες που καθορίζουν τελικά ποιο μέγεθος λείας θα επιλεγθεί από ένα άτομο (M. Λαμπροπούλου 1995 και αναφορές σε αυτή).

Η αθερίνα παίζει ένα πολύ σημαντικό ρόλο στην τροφική αλυσίδα στις εκβολές των ποταμών. Είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που συνδέουν το ζωοπλαγκτόν και το φυτοπλαγκτόν με τα σαρκοφάγα είδη ψαριών που εισέρχονται περιστασιακά και για διαφορετικούς λόγους στις εκβολές των ποταμών. Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός, ότι στις εκβολές του ποταμού Mala Neretva, μετά την κατασκευή αναχωμάτων στα ανώτερα τμήματά του, η οποία τροποποίησε εκ παραδρομής το τοπικό περιβάλλον, παρατηρήθηκε αύξηση στον πληθυσμό της *Atherina Boyeri*. Υστέρα από διαδοχικές μελέτες διαπιστώθηκε ότι η αύξηση στους πληθυσμούς της Αθερίνας, συνοδεύτηκε με μια σημαντική αύξηση αλιευμάτων του *Dicentrarchus Labrax* (Glamouzina, Αδημοσίευτα δεδομένα).

Η αθερίνα είναι καίριος καταναλωτής της τροφής της. Σε παράκτια οικοσυστήματα φέρεται να κυνηγάει ζωοπλαγκτόν, ενώ σε Λιμνοθάλασσες και εκβολές ποταμών κύρια λεία της είναι βενθικοί οργανισμοί (Kiener and Spillman, 1969; Trabelsi et al., 1994). Άλλοι ερευνητές, υποστηρίζουν ότι το είδος τρέφεται κατά κύριο λόγο με ζωοπλαγκτόν και οι βενθικοί οργανισμοί έρχονται σε δεύτερη μοίρα (Rossecchi and Crivelli, 1992), ενώ αντιθέτως άλλοι έχουν διαπιστώσει ιδιαίτερη προτίμηση της *Atherina Boyeri* στους βενθικούς οργανισμούς (Scipiloti, 1998), ειδικά σε Ισόποδα και Μυσιδώδη (Vizzini and Mazzola, 2002) (Εικόνα 3). Άλλες ερευνες έχουν δείξει ότι η επιλογή τη λείας της Αθερίνας εξαρτάται από την εποχή και το κλίμα της εκάστοτε περιόδου του χρόνου (Trabelsi et al., 1994; Scipiloti 1998), αλλά και από το μέγεθός της (Ferrari and Rossi, 1983-84; Rossecchi and Crivelli, 1992; Scipiloti 1998). Εικόνα 3: Πιθανά θηράματα της *Atherina Boyeri*.



Εικόνα 3: Πιθανά θηράματα της *Atherina Boyeri*.

Σε γενικές γραμμές η πλαγκτονική λεία (π.χ. κωπήποδα, Calanoida) είναι πιο άφθονη και συχνή στις αθερίνες που ζουν σε μεγάλο βάθος, ενώ αντίθετα η βενθική λεία (π.χ. αμφίποδα, ισόποδα) συναντάται πολύ συχνότερα στα κοπάδια του είδους, που ζουν στα ρηχά νερά(Εικόνα 3). Αυτό άλλωστε αποδεικνύεται και από την παρακάτω έρευνα. Η Trabelsi και οι συνεργάτες της (1994b) συγκρίνοντας δείγματα που προέρχονται από μία θαλάσσια περιοχή και μία λιμνοθάλασσα στην Τυνησία, διαπίστωσαν πως η πλαγκτονική λεία είναι πιο άφθονη στους θαλάσσιους πληθυσμούς, ενώ στα δείγματα από τη λιμνοθάλασσα κυριαρχούσε η βενθικού τύπου λεία.

1.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ.

Οι αθερίνες εμφανίζουν γενικά ένα γρήγορο και πρώιμο 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 Pombo et al. (2005) και 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 της *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 *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, Özeren, 2009).

Ένα από τα χαρακτηριστικά της ζωής της *A. boyeri* είναι η μικρή διάρκεια ζωής (Leonardos, 2001). Οι Maci & Basset (2010), μελετώντας πληθυσμούς της *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, Patimar et al., 2009) και πιθανόν να αποτελούν ένα πολύ μικρό ποσοστό του συνολικού πληθυσμού συνεισφέροντας ελάχιστα στη δυναμική και την αναπαραγωγική ικανότητα του πληθυσμού (Maci & Basset, 2010).

Ο σχηματισμός του ετήσιου δακτυλίου (από όπου υπολογίζεται η ηλικία των ατόμων) παρατηρήθηκε στο Αιτωλικό και το Μεσολόγγι (Leonardos & Sinis, 1999) τον Φεβρουάριο και το

Μάρτιο, ενώ στους πληθυσμούς της λίμνης Aberthaw της Νέας Ουαλίας, που 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.

1.5 ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΕΣ

Λιμνοθάλασσα ονομάζεται μια μεγάλη έκταση από λιμνάζοντα νερά, που βρίσκεται κοντά στη θάλασσα και επικοινωνεί με αυτή. Τα νερά των λιμνοθαλασσών είναι υφάλμυρα, από την ανάμειξη θαλάσσιου και γλυκού νερού κι έχουν θερμοκρασία διαφορετική από αυτήν της θάλασσας.

Η δημιουργία των λιμνοθαλασσών γίνεται είτε από την ίδια τη φύση ή πολλές φορές και τεχνητά. Η φυσική διαμόρφωση των λιμνοθαλασσών μπορεί να προέρθει από θίνες ή προσχώσεις που αποκόβουν ένα κομμάτι της θάλασσας ή να υπάρχει ανάμεσα σε νησάκια σαν ένα σχετικά άβαθο χαντάκι ή ακόμη από τα υλικά που κατεβάζουν τα ποτάμια στις εκβολές τους και τις δημιουργούμενες επιχώσεις, όπως δηλ. δημιουργήθηκαν κι οι περισσότερες λιμνοθάλασσες στην πατρίδα μας. Στα τροπικά κλίματα, ο συνηθέστερος σχηματισμός τους είναι αυτός των κοραλλιογενών υφάλων, που χωρίζουν ένα κομμάτι θάλασσας από την υπόλοιπη, σε μια διαδικασία που κρατάει εκατοντάδες χρόνια. Οι λιμνοθάλασσες είναι αποδέκτες θρεπτικών στοιχείων της ενδοχώρας και τουλάχιστον για τις λιμνοθάλασσες της Μεσογείου αποτελούν τα 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 αλιευτική 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 Χ., 2008) Σήμερα η Αθερίνα είναι το σημαντικότερο είδος της λίμνης με παραγωγή που ξεπερνάει το 50% της συνολικής. Επίσης η ποικιλότητα της πανίδα τους είναι σημαντικά μικρότερη από τη θαλάσσια και για όλους αυτούς τους λόγους γίνονται ένας θαυμαστός τόπος για τη διατροφή ορισμένων ειδών ψαριών. Τέτοια ψάρια είναι το σκουμπρί, το μελανούρι, η συναγρίδα, η γόπα, το μπαρμπούνη, η κουτσομούρα κι άλλα που ζουν σχεδόν μόνιμα σε λιμνοθάλασσες, όπως η τσιπούρα, ο κέφαλος, οι σπάροι, τα χέλια, τα λαβράκια.

Η Ελλάδα έχει πολλές λιμνοθάλασσες που σχηματίζονται σε εκβολές μεγάλων ποταμών, όπως στις εκβολές του Αχελώου στον νομό Αιτωλοακαρνανίας, ή του Αράχθου στον νομό Άρτας. Οι λιμνοθάλασσες αποτελούν πολύ σημαντικούς υδροβιότοπους και πολλές είναι ενταγμένες στο δίκτυο Natura 2000. Οι σημαντικότερες Λιμνοθάλασσες της Ελλάδας είναι του Αγίου Νικολάου, του διβαριού Πύλου, του Κοτυχίου, της Ροδιάς και του Τσοκαλιού και του Λογαρού στον Αμβρακικό Κόλπο, της Βιστωνίδας, του Αιτωλικού και του Μεσολογγίου όπου πραγματοποιήθηκε και η δικιά μας δειγματοληψία.

Η λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου-Αιτωλικού βρίσκεται στην επαρχία Μεσολογγίου, στο ΝΔ άκρο του νομού Αιτωλοακαρνανίας. Τα γεωγραφικά όρια της ευρύτερης περιοχής της, Ανατολικά ορίζονται από τον Εύηνο ποταμό, Δυτικά από τον Αχελώο ποταμό, Βόρεια από τους ορεινούς όγκους του Αράκυνθου (ΒΑ) με υψόμετρο 910 m, των απολήξεων των Ακαρνανικών βουνών (Β-ΒΔ) και Νότια από τον Πατραϊκό κόλπο με τον οποίο είναι σε επικοινωνία. Οι συντεταγμένες της περιοχής μελέτης είναι: 38ο 15' έως 38ο 30' (Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος) & 21ο 05' έως 21ο 35' (Ανατολικό Γεωγραφικό Μήκος). Πλησιέστερες πόλεις και χωριά είναι το Μεσολόγγι, Αιτωλικό, Νεοχώρι, Κατοχή, Ευηνοχώρι και Γαλατάς με συνολικό πληθυσμό σε ακτίνα 10 km περίπου 35000 άτομα. Η λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου-Αιτωλικού είναι ένας ολοκαινικός δελταϊκός σχηματισμός που δημιουργήθηκε μετά την τελευταία Βούρμιο επίκλιση. Σχηματίστηκε από τη δράση των ποταμών Εύηνου και Αχελώου. 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 δημιούργησαν τις λουρνησίδες που εκτείνονται σε μήκος 15 km περίπου και οριοθετούν τη λιμνοθάλασσα από τον Πατραϊκό κόλπο. Οι αποθέσεις του Εύηνου κατευθύνθηκαν προς τα Δυτικά και του Αχελώου προς Ανατολικά. Ένα τμήμα της, η λιμνοθάλασσα Αιτωλικού, δημιουργήθηκε από κατάκλιση κοιλάδων, ποταμών κατά την περίοδο ανόδου του επιπέδου της θάλασσας και γι' αυτό παρουσιάζει μεγάλο βάθος και ακανόνιστο σχήμα. 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 είναι αμμώδης-ίλυοαμμώδης με λεπτόκοκκο μέγεθος σωματιδίων τόσο εσωτερικά των λουρνησίδων όσο και εξωτερικά, προς τον Πατραϊκό όπου είναι περισσότερο αμμώδης (Γ. Ρογδάκης, Γ. Κατσέλης 2010).

1.6 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στόχος αυτής της πτυχιακής εργασίας είναι ο προσδιορισμός των ανήλικων ατόμων του είδους *Atherina boyeri* έως 3cm, η μελέτη του στομαχικού περιεχομένου αλλά και η σχέση μήκους-βάρους στη λιμνοθάλασσα του Μεσολογγίου.

2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Για τη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκαν τρεις δειγματοληψίες. Η πρώτη(Δ1) πραγματοποιήθηκε στο ανατολικό τμήμα της λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου και συγκεκριμένα στη λιμνοθάλασσα «Κλείσοβα» στις 01/07/2011 όπου αλιεύθηκαν 24 άτομα του είδους *Atherina Boyeri*. Η δεύτερη δειγματοληψία(Δ2) πήρε μέρος στο ίδιο σημείο αλλά στις 12/07/11 και ώρα 7:00-8:00 συλλέγοντας 28 άτομα του είδους, ενώ η τελευταία δειγματοληψία (Δ3) έγινε την ίδια μέρα στην περιοχή Μπούκα του Μεσολογγίου και ώρα 12:00 το μεσημέρι, συλλέγοντας 20 άτομα.



Εικόνα 4: Περιοχή δειγματοληψίας.

Το βάθος στα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες υπολογίστηκε στα 60 cm ενώ αξίζει να σημειωθεί ότι το υπόστρωμα στην περιοχή Μπούκα ήταν το «θαλάσσιο γρασίδι» *Cymodocea nodosa*. Το χρώμα του πράσινο ανοιχτό ενώ το μήκος του φτάνει τα 40 cm. Η *C. nodosa* αναπτύσσει λειμώνες, συνήθως μονοειδικούς. Οι λειμώνες της παρουσιάζουν υψηλή παραγωγικότητα και βιοποικιλότητα και αποτελούν ενδιαίτηματα για πλήθος οργανισμών, όπως το ψάρι που ερευνάμε *Atherina boyeri*. Η οικολογική της σημασία είναι μεγάλη καθώς:

- Αποτελεί σημαντικό πρωτογενή παραγωγό.
- Συμμετέχει στην οξυγόνωση των παράκτιων οικοσυστημάτων μέσω των συστημάτων ριζών – ριζωμάτων και με αυτό τον τρόπο συμβάλλει στην επιβίωση άλλων θαλάσσιων οργανισμών.
- Παρέχει θέσεις φωλεοποίησης για υδρόβιους οργανισμούς, όπως ψάρια. Ακόμη κατά την άνοιξη, στα φύλλα της προσκολλώνται επιφυτικοί οργανισμοί, όπως ασβεστοφύκη.
- Αποτελεί τροφή για πλήθος χερσαίων και υδρόβιων οργανισμών.

Η διαδικασία δειγματοληψίας χρειάστηκε σταθερότητα και συγχρονισμό. Πραγματοποιήθηκαν σύρσεις με δίχτυ μήκους 10m, πλάτους 1.5m και άνοιγμα ματιού 2mm για περίπου 30m τη φορά. Δύο άτομα τραβούσαν το τεντωμένο δίχτυ από δυο ξύλινα κοντάρια, σε ευθεία πορεία (Εικόνα 5). Το δίχτυ ακουμπούσε τον πυθμένα και εκτεινόταν έως και 10cm έξω από την επιφάνεια του νερού. Κάθε φορά που

τέλειωνε το σύρσιμο του διχτυού καταγράφοντας η ακριβής ώρα ψαρέματος και όλοι οι οργανισμοί μαζεύονταν και αποθηκεύονταν σε δοχεία με διάλυμα φορμόλης 4%. Μετά το πέρας της δειγματοληψίας τα δείγματα μεταφέρονταν στο εργαστήριο όπου έγινε η διαλογή των ψαριών με βάση το μήκος τους και τοποθετήθηκαν σε μπουκαλάκια με την ακριβή ώρα αλίευσης. Συνολικά συλλέξαμε 72 ανήλικα άτομα του είδους *Atherina Boyeri*, μήκους έως 3 εκατοστά.



Εικόνα 5: Δειγματοληψία στη Λ/Θ του Μεσολογίου.

Στο εργαστήριο έλαβαν μέρος οι παρακάτω μετρήσεις: : 1) μέτρηση του αριθμού των ατόμων, 2) μέτρηση του βάρους για κάθε ψάρι σε ζυγό ακριβείας ($\pm 0.1\text{g}$) αφού είχε στεγνώσει πολύ καλά σε διηθητικό χαρτί, 3) μέτρηση του ολικού μήκους του κάθε ψαριού σε χάρακα (ακρίβεια $\pm 1\text{mm}$), 4) είδος και ποσότητα θηραμάτων των ψαριών, 5) μήκος βραγχιακού τόξου, από πόσες άκανθες αποτελείται και το ακριβές μήκος των άκανθων των ατόμων από την Δ3 και 6) το μήκος των θηραμάτων των ψαριών στην Δ3.

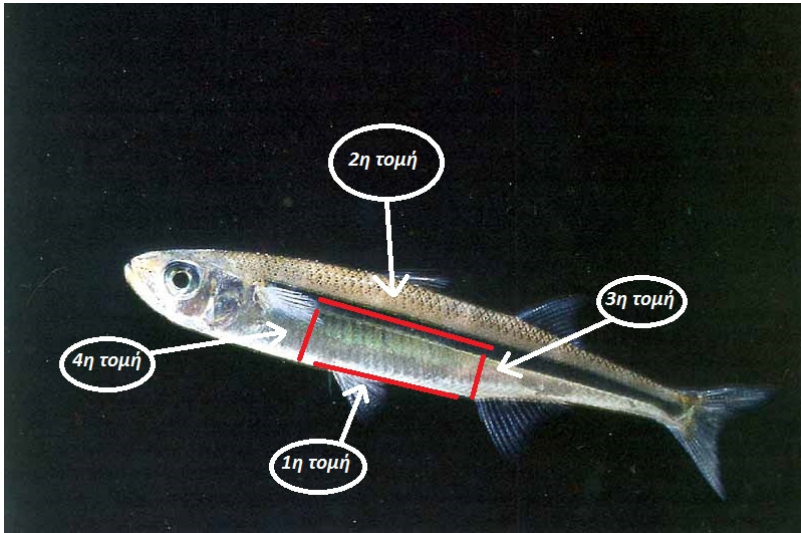
Συνοπτικά στο εργαστήριο χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω εργαλεία:

- Στερεοσκόπιο
- Ζυγαριά ακριβείας
- Λαβίδα
- Νυστέρι
- Απιονισμένο νερό
- Χάρακας
- Απορροφητικό χαρτί
- Βελόνα
- Τρυβλία

Η διαδικασία που επαναλαμβανόταν για κάθε άτομο του είδους είναι η εξής:

Ξεπλέναμε το άτομο με Απιονισμένο νερό για να φύγει το διάλυμα φορμόλης 4% στο οποίο συντηρούταν. Ύστερα το αφήναμε περίπου 1 λεπτό σε διηθητικό χαρτί ώστε να φύγει οποιοδήποτε ίχνος υγρασίας για να είμαστε πιο ακριβείς στις μετρήσεις μας. Ζυγίζαμε το βάρος του ατόμου σε ζυγαριά ακριβείας και το μήκος του σε χάρακα ακριβείας.

Στη συνέχεια κάναμε με πολύ προσοχή τέσσερις τομές με το νυστέρι στο άτομο προς εξέταση. Η πρώτη τομή γινόταν κατά μήκος της κοιλιάς του ψαριού, από την ουρά προς το κεφάλι. Η δεύτερη τομή γινόταν πάλι κατά μήκος της κοιλιάς του ψαριού αλλά στο ύψος της μαύρης λωρίδας του είδους *Atherina Boyeri*. Οι 2 τελευταίες τομές ήταν κάθετες προς το μήκος του ψαριού και στην ουσία ένωναν τις δυο πρώτες τομές. Η μια κάθετη τομή στο ύψος που τελειώνει το έντερο και η άλλη κάθετη τομή λίγο πριν το βραγχιακό επικάλυμμα. Το αποτέλεσμα ήταν μια ορθογώνια τομή στο ψαρί, που αφαιρώντας το δέρμα που είχε υποστεί την τομή, μπορούσαμε να αποσπάσουμε με ευκολία και ακεραιότητα το στομάχι και το έντερο του ατόμου (Εικόνα 6). Επόμενο βήμα ήταν η αφαίρεση του στομαχιού και του έντερου. Τοποθετούσαμε το στομάχι σε τρυβλίο με Απιονισμένο νερό για να φύγουν τυχόν υπολείμματα και αμέσως μετά σε διηθητικό χαρτί για να φύγει η υγρασία. Ακλουθούσε η ζύγιση του στομάχου σε ζυγαριά ακριβείας και μετά το άνοιγμα του στομάχου στο στερεοσκόπιο για την καταμέτρηση και τον διαχωρισμό και το μήκος των θηραμάτων. Αξίζει να σημειωθεί ότι το άνοιγμα του στομαχιού και η καταμέτρηση των θηραμάτων γινόταν με βελόνα και αφού είχε γίνει προσθήκη ελάχιστου απιονισμένου νερού στο τρυβλίο έτσι ώστε να γίνεται η διαδικασία πιο εύκολη. Τέλος, αφού είχε τελειώσει η διαδικασία καταμέτρησης του αριθμού των ειδών και του μήκους των θηραμάτων στο στομάχι του ατόμου, σειρά έπαιρνε το βραγχιακό τόξο.

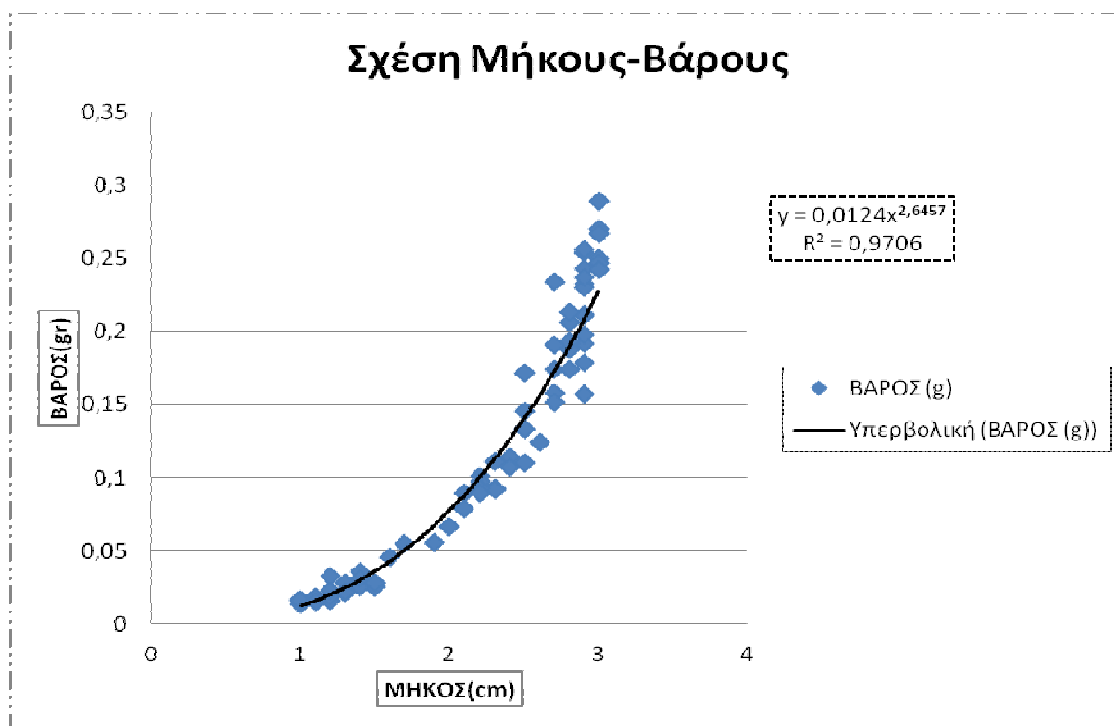


Εικόνα6:Σημεία Τομής.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από τις δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν βρέθηκαν συνολικά 72 άτομα *Atherina Boyeri*. Το ατομικό βάρος των ψαριών που συλλέχτηκαν κυμάνθηκε από 0.12 gr έως 0.289 gr, με μέσο όρο 0.127 gr. Το μήκος των ατόμων κυμάνθηκε από 1cm έως 3cm, με μέσο όρο 2.23cm. Η τυπική απόκλιση για το μέσο βάρος υπολογίστηκε 0.086. Η τυπική απόκλιση για το μέσο μήκος υπολογίστηκε 0.681.

Στην εικόνα 8 παρουσιάζεται η σχέση Μήκους-Βάρους των δειγμάτων της παρούσας πτυχιακής εργασίας με την τιμή $b=2,6457$.



Εικόνα 8: Σχέση μήκους-βάρους των ατόμων *Atherina boyeri* στο δείγμα που εξετάστηκε.

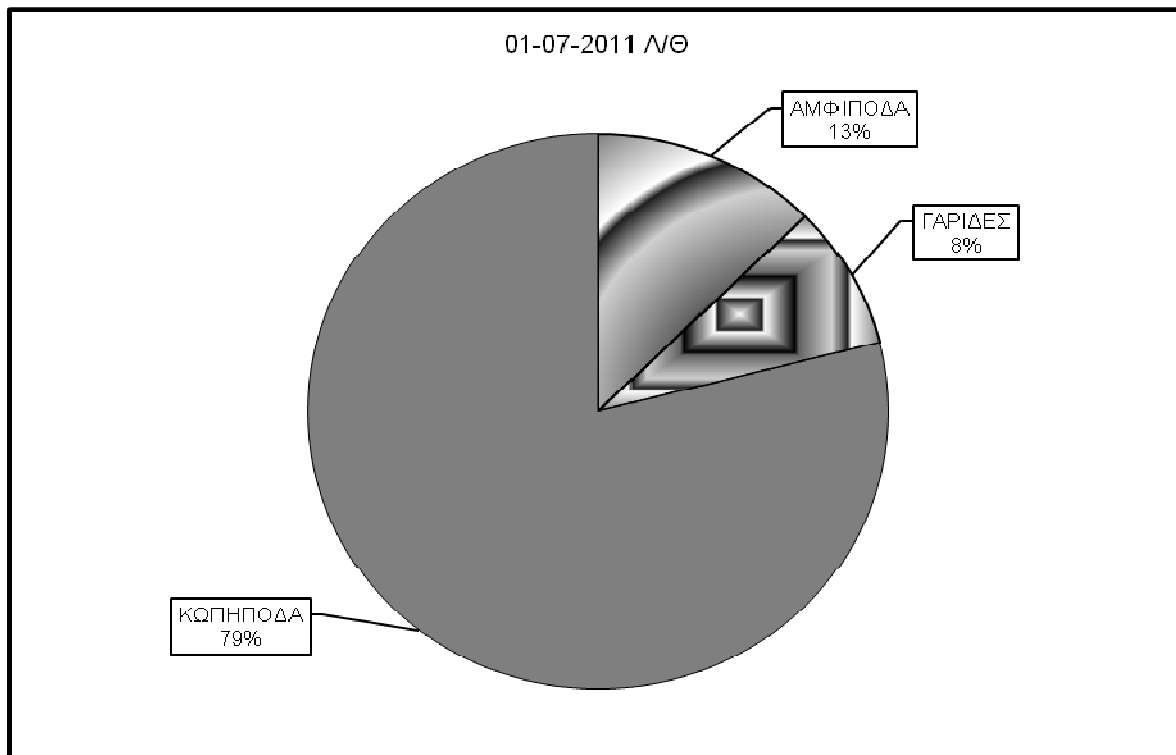
Στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται οι ποσότητες αριθμητικά καθώς και μ.ο. θηραμάτων ανά ψάρι σε κάθε δειγματοληψία ξεχωριστά.

Πίνακας 1: Αριθμητική ποσότητα θηραμάτων ανά δειγματοληψία και μέσος όρος θηραμάτων ανά ψάρι.				
ΘΗΡΑΜΑ	01/07/2011 ΛΘ	12/7/2011 ΛΘ	12/7/2011 ΜΠΟΥΚΑ	Σύνολο
ΑΜΦΙΠΟΔΑ	54	6	2	62
ΓΑΡΙΔΕΣ	36	-	-	36
ΚΟΥΜΩΔΗ		-	1	1
ΚΩΠΗΠΟΔΑ	336	612	233	1181
Σύνολο	426	618	236	1280
Μ.Ο.Θηρ. Ανά Ψάρι.	17,75	22,07	11,80	

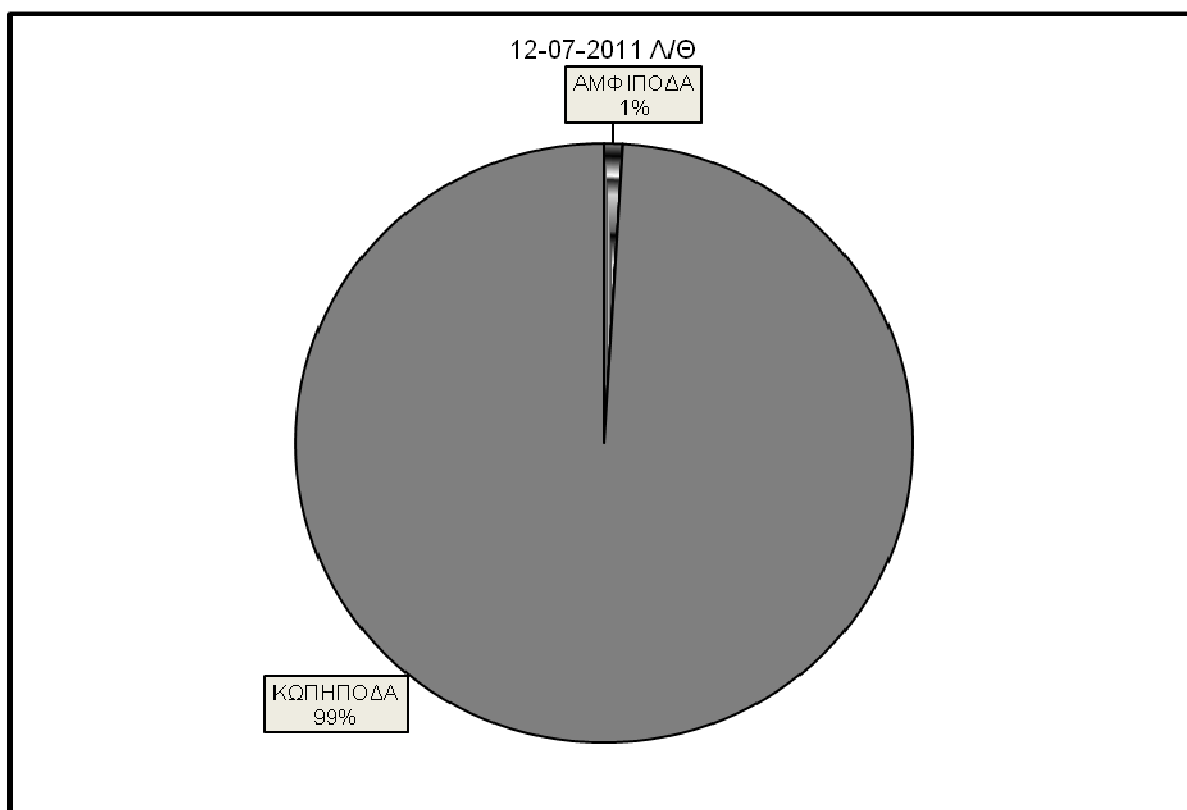
Όλες οι δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν μας έδειξαν ότι κυρίαρχη ομάδα θηραμάτων είναι τα κωπήποδα, παρόλο που στη δειγματοληψία της 01/07/11 στη Λ/Θ Μεσολογγίου διακρίνεται αύξηση στα Αμφίποδα και τις Γαρίδες σε σχέση με τις άλλες δυο δειγματοληψίες. Ο μέσος όρος θηραμάτων ανά ψάρι των δειγματοληψιών 01/07/2011 και 12/07/2011 στη Λιμνοθάλασσα ήταν παρόμοιος με 17.75 και 22.07 θηράματα/ψάρι. Ενώ στην δειγματοληψία 12/07/2011 στην Μπούκα έχουμε σαφές χαμηλότερο μέσο όρο θηραμάτων ανά ψάρι, της τάξεως του 11,8. Αξίζει να σημειωθεί ότι κατά την έρευνα των ατόμων βρέθηκαν παράσιτα σε 18 από αυτά στο στομάχι, το έντερο αλλά και στα βράγχια τους.

Στις εικόνες 9,10,11, παρουσιάζονται σε μορφή ‘πίτας’ τα είδη θηραμάτων των ψαριών *Atherina boyeri* ανά δειγματοληψία, ενώ στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται τα ποσοστά της αριθμητικής συμμετοχής των θηραμάτων ανά δειγματοληψία.

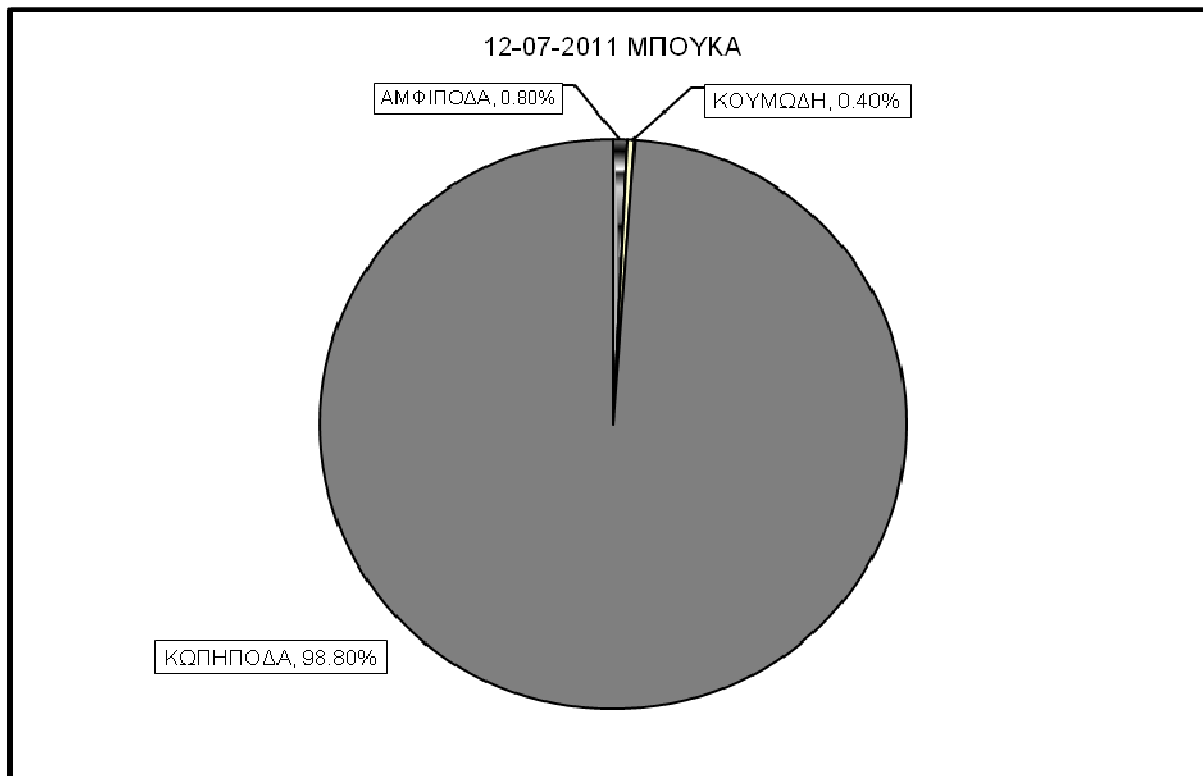
Πίνακας 1: Ποσοστιαία αριθμητική συμμετοχή των θηραμάτων του είδους <i>A. boyeri</i> στις εκάστοτε δειγματοληψίες.				
ΘΗΡΑΜΑ	01/07/2011 Λ/Θ	12/7/2011 Λ/Θ	12/7/2011 ΜΠΟΥΚΑ	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΜΦΙΠΟΔΑ	13%	1%	0,80%	4,80%
ΓΑΡΙΔΕΣ	8,0%	—	—	2,80%
ΚΟΥΜΩΔΗ	—	—	0,40%	0,10%
ΚΩΠΗΠΟΔΑ	79%	99%	98,80%	92,30%



Εικόνα 9: Θηράματα από τα ψάρια της δειγματοληψίας την 01/07/2011 Λ/Θ.



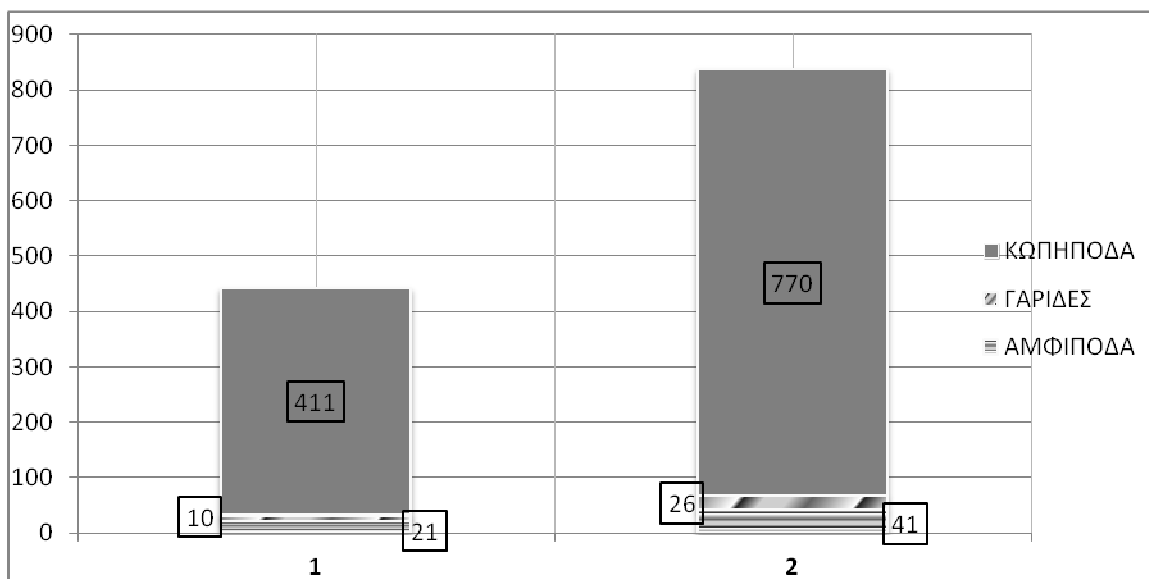
Εικόνα 10: Θηράματα από τα ψάρια της δειγματοληψίας στις 12/07/2011 Λ/Θ.



Εικόνα 11: Θηράματα από τα ψάρια της δειγματοληψίας στις 12/07/2011 ΜΠΟΥΚΑ.

Στη συνέχεια τα ψάρια *Atherina Boyeri* χωρίστηκαν σε δυο κλάσεις μήκους (1-2.2 cm, 2.21-3 cm) όπως φαίνεται στον Πίνακα 3, για να μελετήσουμε το στομαχικό περιεχόμενο ανάλογα με αυτές.

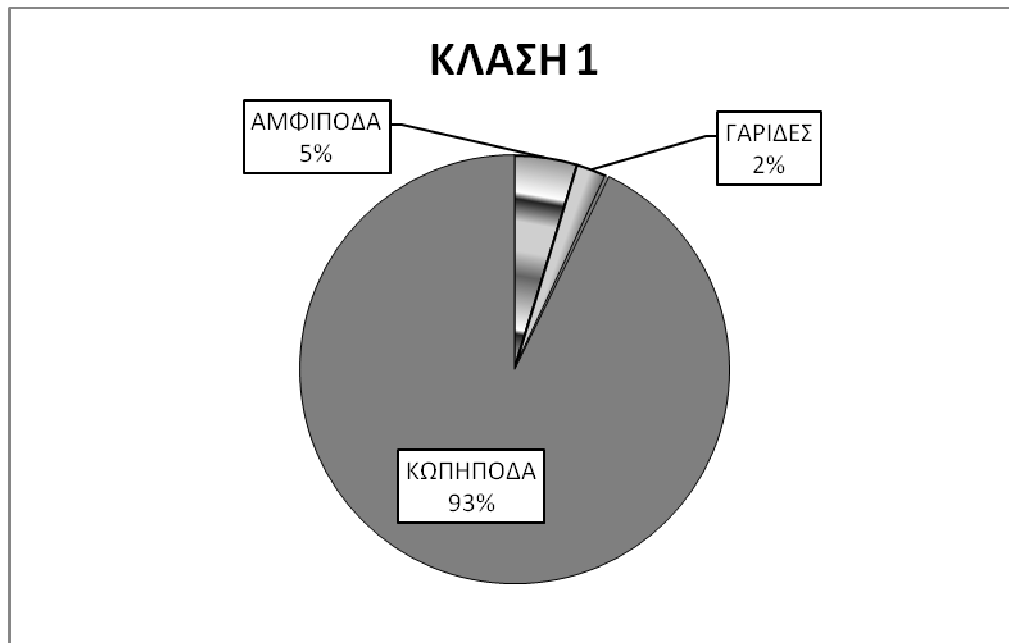
Πίνακας 3: Κλάσεις μήκους του είδους		
Κλάση Μήκους(cm)	Μέσο Μήκος Κλάσης	Αρ. Ψαριών
1-2.2	1.5	31
2.21-3	2.75	41
ΣΥΝΟΛΟ		72



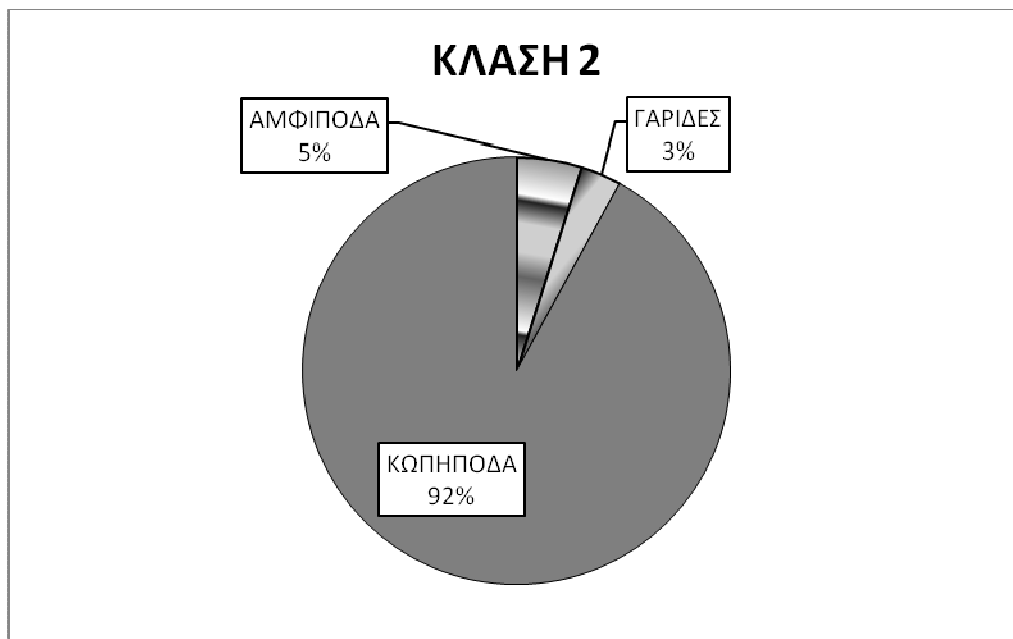
Εικόνα 12 : Αριθμητική συμμετοχή των θηραμάτων ανά κλάση μήκους.

Στα ψάρια της πρώτης κλάσης βρέθηκαν συνολικά 443 θηράματα εκ των οποίων 21 Αμφίποδα, 10 Γαρίδες, 1 Κουμώδη και 411 Κωπήποδα. Στα ψάρια της δεύτερης κλάσης βρέθηκαν συνολικά 837 θηράματα εκ των οποίων 41 Αμφίποδα, 26 Γαρίδες και 770 Κωπήποδα. Συνολικά στα στομάχια των δειγμάτων εντοπίστηκαν 1280 θηράματα. Στον παρακάτω πίνακα εμφανίζεται η ποσοστιαία συμμετοχή των θηραμάτων στα στομάχια των εξεταζόμενων ψαριών ανά κλάση και ακολουθεί η αναπαράσταση σε μορφή ‘πίτας’ (εικόνες 13,14).

ΘΗΡΑΜΑ	Κλάση μήκους ψαριού	
	1	2
ΑΜΦΙΠΟΔΑ	4,74%	4,90%
ΓΑΡΙΔΕΣ	2,26%	3,11%
ΚΟΥΜΩΔΗ	0,23%	0,00%
ΚΩΠΗΠΟΔΑ	92,78%	92,00%



Εικόνα 13: Ποσοστό θηραμάτων στα ψάρια της Κλάσης 1



Εικόνα 8: Ποσοστό θηραμάτων στα ψάρια της Κλάσης 2

Στον παρακάτω πίνακα υπολογίστηκε το σύνολο των θηραμάτων κάθε κλάσης και διαιρέθηκε με το σύνολο των στομαχιών κάθε κλάσης. Σκοπός μας είναι να βρούμε το μέσο αριθμό θηραμάτων ανά στομάχι σε κάθε μια από τις κλάσεις μήκους του είδους *Atherina boyeri*.

Πίνακας 5: Μέσος αριθμός θηραμάτων ανά στομάχι, ανά κλάση μήκους του είδους <i>Atherina Boyeri</i> .			
Κλάση μήκους ψαριού	Σύνολο	Αρ. Ψαριών	Μέσος αριθμός θηραμάτων ανά στομάχι ανά κλάση
1	443	31	14.29
2	837	41	20.41
Σύνολο	1280	72	

4.ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα κωπήποδα αποτέλεσαν το πιο άφθονο θήραμα της αθερίνας στις δειγματοληψίες της λιμνοθάλασσας του Μεσολογίου αλλά και της Μπούκας. Αυτό δε σημαίνει απόλυτα ότι τα κωπήποδα είναι η πιο σημαντική ομάδα διατροφής της αθερίνας. Τα μεγαλύτερα σε μέγεθος θηράματα (όπως π.χ. τα αμφίποδα, γαρίδες κλπ) αν και βρέθηκαν σε μικρότερη αφθονία και συχνότητα παρουσίας, προσφέρουν εξίσου σημαντικά στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του είδους.

Στην παρούσα εργασία, τα είδη θηραμάτων που εντοπίστηκαν είναι σχεδόν αποκλειστικά επιβενθικά, χαρακτηριστικά της βιοκοινωνίας ασπόνδυλων οργανισμών που απαντώνται σε λιβάδια φανερόγαμων όπως το *C.nodosa* (Ράμφος και συν.2011). Ακόμα και τα κωπήποδα που εντοπίστηκαν στα στομάχια των ψαριών του είδους, ήταν στη συντριπτική πλειοψηφία τους αρπακτικοειδή επιβενθικά κωπήποδα, ενώ ελάχιστα ήταν πελαγικά καλανοειδή. Παρόμοιο διατροφικό πρότυπο του είδους *A.boyerī* περιγράφεται από τους Bartulovic et al.(2004) σε περιοχές με μικρό βάθος. Συγκεκριμένα αναφέρουν ότι όταν τα πελαγικά θηράματα δεν είναι σε αφθονία, ή όταν το είδος βρίσκεται σε περιοχές με μικρό βάθος, τότε η αθερίνα μπορεί να στραφεί αποκλειστικά στα βενθικά θηράματα. Αντίστοιχα αποτελέσματα αναφέρονται και για άλλες περιοχές με μεγάλο βάθος (Λίμνη Τριχωνίδα) 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 ασπόνδυλων, κάνουν το διαχωρισμό των δύο αυτών ενδιαιτημάτων ακόμα λιγότερο ξεκάθαρο.

Εποχικά δεν μπορούμε να συγκρίνουμε τη διατροφή της αθερίνας γιατί οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν σε διάστημα 12 ημερών. Η μόνη σημαντική διαφορά που παρατηρήθηκε είναι η αύξηση του ποσοστού των αμφίποδων και της γαρίδας στην πρώτη δειγματοληψία στις 01/07/2011 στη Λ/Θ, σε σχέση με τις άλλες δύο. Το στοιχείο αυτό μας υποδεικνύει ότι, αν και σε μικρή ηλικία (1-3 cm), η αθερίνα έχει ευκαιριακό διατροφικό χαρακτήρα καθώς και την ικανότητα να τρέφεται περιστασιακά με θηράματα που βρίσκονται σε αφθονία στο περιβάλλον της. 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 ζωοπλαγκτονικά θηράματα ανεξάρτητα από την αφθονία των θηραμάτων στο περιβάλλον.

Σε σχέση με το μέγεθος, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι τα μεγαλύτερα άτομα τρέφονται και με περισσότερα θηράματα. Στη διατροφή των μικρόσωμων ατόμων του είδους κυριάρχησαν τα κωπήποδα (περίπου 93%) ενώ τα αμφίποδα και οι γαρίδες συγκέντρωσαν το υπόλοιπο 7%. Στα πιο μεγάλωσα (2.21-3cm), τα κωπήποδα κυμάνθηκαν σε παρόμοια αφθονία (περίπου 92%) και τα μεγαλύτερα θηράματα συγκέντρωσαν το υπόλοιπο 8%. Η μόνη σημαντική διαφορά που παρατηρήθηκε είναι στο Μ.Ο. θηραμάτων ανά στομάχι, ανά κλάση. Στην πρώτη κλάση έχουμε 14.29 θηράματα ανά στομάχι, ενώ στη δεύτερη κλάση έχουμε 20.41 θηράματα ανά στομάχι. Η διαφοροποίηση αυτή μας υποδεικνύει ότι στο

συγκεκριμένο εύρος μήκους του είδους *A.boyeri* (1-3cm) , όσο μεγαλύτερο το ψάρι τόσο μεγαλύτερο ποσοστό θηραμάτων καταναλώνει και όχι μεγαλύτερα θηράματα.

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 υποδεικνύει την ευρωστία του είδους και συνήθως, λαμβάνει τιμές από 2 έως 4. Όταν $b=3$ τότε το ψάρι αυξάνει ισομετρικά. Η ισομετρία είναι σπάνια περίπτωση γιατί το βάρος κάθε ψαριού εξαρτάται από μια σειρά περιβαλλοντολογικών παραγόντων, καθώς και από τη φυσιολογική κατάσταση του κάθε ψαριού. Παράγοντες που μπορεί να μεταβάλλουν την τιμή b είναι η αλλαγή διαίτας, η πρώτη γεννητική ωριμότητα, μεταβολές περιβάλλοντος, κλπ. Η τιμή του a μεταβάλλεται εποχιακά με το βάρος των γονάδων, με την ώρα της ημέρας, εξαιτίας του διαφορετικού βάρους του περιεχομένου του στομαχιού και μεταξύ διαφορετικών τόπων διαβίωσης (Αικατερίνη Β.Αναστασοπούλου, 2005). Στην παρούσα μελέτη η παράμετρος b υπολογίστηκε $b=2.64$ και απέχει όχι πολύ σημαντικά από την ισομετρική τιμή ($b=3$), αν λάβουμε υπ' όψιν ότι το εύρος των ψαριών που εξετάστηκαν είναι από 1 έως 3 cm και οι τοποθεσίες και μέρες δειγματοληψίας περιορισμένες.

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.

4. Βιβλιογραφία

- 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 Μεσολογγίου-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.
- Berrebi 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 sand smelt *Atherina boyeri* (Risso, 1810) in the estuary of the Guadalquivir river, Spain, volume 27, issue 6, 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.

