

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ
ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Στοιχεία δυναμικής και σύγκριση κατανομής μηκών ανά ηλικία και κατά μήκος σύνθεση του πληθυσμού της αθερίνας (*Atherina boyeri*, Risso 1810) στο Θερμαϊκό κόλπο»

Πομάκης Νεκτάριος

ΒΟΛΟΣ 2010

«Στοιχεία δυναμικής και σύγκριση κατανομής μηκών ανά ηλικία και κατά μήκος σύνθεση του πληθυσμού της αθερίνας (*Atherina boyeri*, Risso 1810) στο Θερμαϊκό κόλπο»

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή :

1) Σπυρίδων Κλαουδάτος, Καθηγητής, Υδατοκαλλιέργειες, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Επιβλέπων,***

2) Αθανάσιος Τσίκληρας, Λέκτορας, Θαλάσσια Βιολογία - Αλιευτικά Αποθέματα Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος,***

3) Κοσμάς Βιδάλης, Καθηγητής, Ιχθυολογία - Υδατοκαλλιέργειες, Τμήμα Υδατοκαλλιεργειών και Αλιευτικής Διαχείρισης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, ΤΕΙ Μεσολογίου, ***Μέλος.***

Στην μητέρα μου

&

στη γυναίκα μου

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους αυτούς τους ανθρώπους που συνέβαλαν στο να φέρω σε πέρας την παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα της εργασίας αυτής, τον Καθηγητή Σπυρίδωνα Κλαουδάτο για την πολύτιμη βοήθειά του και τη διαρκή υποστήριξή του, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος, όσο και κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής μου, αποτελούμενη από τους κ. κ. Αθανάσιο Τσίκληρα και Κοσμά Βιδάλη, για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την καθοδήγησή τους καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Θεοφάνη Καρύδα για την άμεση και ανιδιοτελή βοήθειά του, όσον αφορά στην προμήθεια εργαστηριακού υλικού, καθώς επίσης τον κ. κ. Γεώργιο Μίνο Επίκουρο Καθηγητή, για την αμέριστη συμπαράστασή του κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και προ πάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στις 13 Φεβρουαρίου 2009 πραγματοποιήθηκε μια εφάπαξ δειγματοληψία με μηχανότρατα στην περιοχή του Θερμαϊκού κόλπου. Αλιεύθηκαν από την μηχανότρατα άτομα του είδους *Atherina boyeri* και συλλέχθηκαν 126 ενήλικα άτομα του είδους που είχαν εύρος μήκους 42 – 116 mm. Η μηχανότρατα πραγματοποίησε τις σύρσεις με συγκεκριμένη ταχύτητα και σε ορισμένο βάθος.

Τα άτομα που αλιεύθηκαν και συλλέχθηκαν μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο. Εκεί πήραμε μετρήσεις των μορφομετρικών χαρακτήρων, του ολικού μήκους σώματος (TL) και του ολικού βάρους σώματος (W). Αφού έγιναν όλες οι απαραίτητες μετρήσεις από το κάθε ψάρι πήραμε 12 λέπια με την βοήθεια λαβίδας και ακολούθησε η παρασκευή των δειγμάτων. Πριν από αυτό τα λέπια καθαρίστηκαν και πλύθηκαν πολύ καλά για να απομακρυνθούν τυχόν βρωμιές οι οποίες θα μπορούσαν να δυσκολέψουν την παρατήρηση και την ανάγνωση των δακτυλίων.

Εφόσον ετοιμάστηκαν τα προς παρατήρηση δείγματα λεπιών τοποθετήθηκαν σε στερεοσκόπιο OLYMPUS SZX 12 προσπίπτοντος ψυχρού φωτισμού και παρατηρήθηκαν. Κατά την παρατήρηση τους εκτιμήθηκε οπτικά η ηλικία του κάθε ατόμου ξεχωριστά. Βρέθηκαν τρεις ηλικιακές κλάσεις στον πληθυσμό της *Atherina boyeri* (1, 2, 3). Στη συνέχεια με την βοήθεια του προγράμματος Image Analysis Pro Plus 4.0 μετρήθηκαν με ακρίβεια οι αποστάσεις της ολικής διαγώνιας ακτίνας (R_n) και της κάθε ακτίνας ξεχωριστά (R_1, R_2, R_3) από τον πυρήνα του κάθε λεπιού.

Έπειτα ακολούθησε στατιστική και μαθηματική ανάλυση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων των λεπιών και των μορφομετρικών χαρακτήρων. Υπολογίστηκε και βρέθηκε η σχέση που συνδέει την ολική διαγώνια ακτίνα (R_n) με το ολικό μήκος σώματος (TL) του

ψαριού. Μετά έγινε υπολογισμός των μέσων όρων του ολικού μήκους σώματος (TL), ολικής διαγώνιας ακτίνας (Rn) και των ακτινών (R_1, R_2, R_3) των λεπιών και τα λογαριθμήσαμε.

Επόμενο βήμα ήταν ο ανάδρομος υπολογισμός μήκους (Back – Calculation) με την βοήθεια του οποίου βρήκαμε το μήκος που είχε το ψάρι κατά το σχηματισμό του δακτυλίου. Ακολούθησε η μελέτη της αύξησης του είδους *Atherina boyeri* με την βοήθεια του στατιστικού πακέτου Statgraphics 5.0. Με αυτό το πακέτο έγινε εφικτός ο υπολογισμός των παραμέτρων αύξησης της εξίσωσης του Von Bertalanffy δηλαδή των παραμέτρων του ασύμπτωτου μήκους (L_{∞}) και του ρυθμού αύξησης (k) και του (t_0).

Η τιμή του ασύμπτωτου μήκους (L_{∞}) βρέθηκε ίση με 129,445 του ρυθμού αύξησης (k) ίση με 0,44 και του (t_0) ίση με -0,012. Έπειτα έγινε ο υπολογισμός της σχέσης του ολικού μήκους σώματος (TL) και του ολικού βάρους σώματος (W). Από την εξίσωση βρέθηκε η αλλομετρική σχέση που συνδέει αυτούς τους δύο μορφομετρικούς χαρακτήρες. Πιο αναλυτικά βρέθηκε ότι το ολικό μήκος σώματος (TL) και του ολικό βάρος σώματος (W) μεταβάλλονται αλλομετρικά με συντελεστή (b) ίσο με 2,47 το οποίο υποδηλώνει αρνητική αλλομετρική αύξηση. Ο συντελεστής συσχέτισης (R^2) βρέθηκε ίσος με 0,949 υποδηλώνοντας υψηλή συσχέτιση μεταξύ των δύο χαρακτήρων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
1.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	3
1.2. ΜΕΛΕΤΩΜΕΝΟ ΕΙΔΟΣ <i>Atherina boyeri</i>.....	5
1.2.1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	5
1.2.2. ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΣ.....	8
1.2.3 ΒΙΟΛΟΓΙΑ.....	9
1.2.4. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ.....	10
1.3 ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	11
2.ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ.....	12
2.1 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ.....	12
2.2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ.....	17
2.3. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ & ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΛΕΠΙΩΝ.....	20
2.4 ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ	23
2.5 ΣΧΕΣΗ ΟΛΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ – ΒΑΡΟΥΣ ΣΩΜΑΤΟΣ.....	24
2.6 ΗΛΙΚΙΑ ΚΑΙ ΑΥΞΗΣΗ.....	25
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	28
3.1. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΑΥΞΗΣΗΣ ΕΞΙΣΩΣΗΣ VON BERTALANFFY.....	31
3.2. ΣΧΕΣΗ ΟΛΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ – ΒΑΡΟΥΣ ΣΩΜΑΤΟΣ	31
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	33
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	43
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	44
7. ABSTRACT	49
8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	51

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η οικογένεια *Atherinidae* στη Μεσόγειο και τη Μαύρη θάλασσα αντιπροσωπεύεται από μόνο ένα γένος το γένος *Atherina*. Αρχικά στην επιστημονική κοινότητα επικρατούσε σύγχυση όσον αφορά τον αριθμό των ειδών του γένους, με περισσότερα από 20 είδη να έχουν καταγραφεί για το συγκεκριμένο γένος. Το 1969 επανεξετάστηκαν οι μορφομετρικοί και οι μεριστικοί χαρακτήρες. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι το γένος *Atherina* διαχωρίζεται ξεκάθαρα σε 3 είδη (Creech 1992).

Τα είδη αυτά είναι:

2. *Atherina hepsetus*, Linnaeus 1758
3. *Atherina presbyter*, Cuvier 1829
4. *Atherina boyeri*, Risso 1810

Τα τρία αυτά είδη είναι και τα πιο κοινά στην Μεσόγειο θάλασσα. Το 1985 προτάθηκε να αλλάξει η ονομασία του είδους *Atherina presbyter* σε *Atherina boyeri*. Οι Bamber και Henderson (1985) που πρότειναν την αλλαγή στην ονομασία του είδους δεν κατάφεραν να βρουν μορφομετρικούς και μεριστικούς χαρακτήρες ικανούς για να μπορέσουν να κάνουν πλήρη διάκριση όλων των ατόμων σε δυο είδη. Αργότερα πιο πρόσφατες έρευνες οι οποίες χρησιμοποίησαν σύγχρονες τεχνικές διαχωρισμού και με την βοήθεια πολυπαραγοντικών μορφομετρικών αναλύσεων απέδειξαν ότι υπάρχουν σαφείς διαφορές μεταξύ των ατόμων του είδους *Atherina presbyter* και *Atherina boyeri* (Creech 1992).

Τα άτομα της οικογένειας *Atherinidae* φέρουν δύο καλά διαχωρισμένα ραχιαία πτερύγια. Το πρώτο ραχιαίο πτερύγιο (ανάλογα με το είδος) φέρει 6 έως 10 σκληρές ακτίνες και το δεύτερο ραχιαίο πτερύγιο φέρει μία σκληρή που την ακολουθούν 10-13 μαλακές ακτίνες. Τα θωρακικά πτερύγια βρίσκονται ψηλά και πλευρικά του σώματος και τα κοιλιακά βρίσκονται στο μέσο της κοιλιακής χώρας. Το στόμα είναι μικρό και διαθέτει δόντια στις γνάθους και την υπερώα. Η διάμετρος των οφθαλμών, σε σχέση με τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του σώματός τους είναι μεγάλη. Ο χρωματισμός του σώματος είναι έντονα ασημένιος, φέρει κυκλοειδή λέπια μικρού μεγέθους, 5 έως 7 βραγχιακές ακτίνες και το κύριο χαρακτηριστικό της οικογένειας αποτελεί η έντονη και εμφανής πλευρική γραμμή (Nelson 1994).

Στην οικογένεια *Atherinidae* υπάγονται 25 γένη, που περιλαμβάνουν 165 είδη, κυρίως μικρού μεγέθους ψάρια. Ζούν σε παράκτιες θαλάσσιες περιοχές, αλλά πολλά είδη απαντώνται κοντά σε εκβολικά συστήματα και σε γλυκά νερά (Nelson 1994). Ο Dyer (1998) διαχώρισε τα *Atherininae* σύμφωνα με την ύπαρξη ενός προσαγωγού τένοντα μυ στην περιοχή της κάτω γνάθου, και από την θέση του χωρίσματος στο πίσω μέρος της κοιλιακής περιοχής. Άλλα χαρακτηριστικά γνωρίσματα είναι το στενό οστό που συνδέει την άνω γνάθο στο πίσω μέρος της κεφαλής πάνω στην ραχιαία περιοχή με ένα πλευρικό ηθμοειδές οστό τα οποία ενώνονται με έναν υπερώιο σύνδεσμο που βρίσκεται στην ρινική περιοχή (Miller 2003). Οστεολογικά, τα αθερινοειδή χαρακτηρίζονται από την παρουσία εγκοπής στο δακρυϊκό οστό του κρανίου (Dyer 1998) (Εικ. 1.1).



Εικόνα 1.1 Κεφαλή ενήλικου ατόμου *A.boyeri* με εμφανή την εγκοπή στο δακρυϊκό οστό του κρανίου.

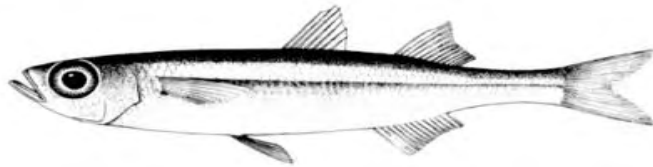
Υπάρχει ένα οστό μεταξύ της βάσης του πρώτου και του δεύτερου ραχιαίου πετερύγιου, και φέρει μια σκληρή άκανθα στα κοιλιακά πετερύγια. Επίσης έχει ένα συνεχές οστό μεταξύ του βραγχιακού επικαλύμματος και της ενώσεως των γνάθων. Πάνω από το οστό αυτό και μπροστά από το βραγχιακό επικάλυμμα υπάρχουν στην κεφαλή υποκόγχια κανάλια, και κάτω από το οστό υπάρχει ένα γναθικό κανάλι (Dyer 1998).

1.2. ΜΕΛΕΤΩΜΕΝΟ ΕΙΔΟΣ *Atherina boyeri* (Risso, 1810)

1.2.1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Σώμα λεπτό, ελαφρώς πλευρικά πιεσμένο (Εικ. 1.2). Το ουραίο σκέλος είναι σχετικά μακρύ σε σχέση με το υπόλοιπο σώμα και έχει κωνοειδές σχήμα. Το μέγεθος της κεφαλής είναι μικρό και το μήκος του ρύγχους είναι μικρότερο από τη διάμετρο των οφθαλμών. Το στόμα έχει κλίση 45 μοιρών σε σχέση με το επίπεδο της πλευρικής γραμμής, οι σιαγόνες βρίσκονται πλευρικά της κεφαλής. Οι οφθαλμοί πλευρικά της κεφαλής στην οποία φέρει κανάλια και ένα οστό που βρίσκεται μεταξύ της γναθικής περιοχής και του βραγχιακού επικαλύμματος. Στην

άνω και έσω περιοχή της κεφαλής υπάρχουν κανάλια. Στη ραχιαία περιοχή φέρει 2 πτερύγια, τα οποία έχουν μεγάλη απόσταση μεταξύ τους. Η απόσταση αυτή είναι μεγαλύτερη από το μήκος της βάσης του πρώτου ραχιαίου πτερυγίου (Miller 2003).



Εικόνα 1.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά του ατόμου *Atherina boyeri*

Η αρχή της βάσης του δεύτερου ραχιαίου πτερυγίου είναι ελαφρώς πιο πίσω από την αρχή της βάσης του εδρικού πτερυγίου. Το εδρικό πτερύγιο έχει μακρύτερη βάση σε σχέση με το δεύτερο ραχιαίο πτερύγιο. Τα κοιλιακά πτερύγια βρίσκονται στο τέλος του πίσω άκρου των θωρακικών πτερυγίων και μπροστά από την βάση του πρώτου ραχιαίου πτερυγίου. Το ουραίο πτερύγιο φέρει δύο λοβούς οι οποίοι σχηματίζουν μεταξύ τους οξεία γωνία. Η στοματική κοιλότητα έχει μικρά δόντια τα οποία βρίσκονται στην περιοχή του μεσογνάθιου οστού και η υπερώα χωρίζεται σε δύο τμήματα το εξωπτερυγοειδές και την ίνιδα. Στην περιοχή του εξωπτερυγοειδούς οι οδόντες βρίσκονται σε μια ενιαία σειρά η οποία δεν φθάνει στο οπίσθιο άκρο του οστού. Οι οδόντες μερικές φορές απουσιάζουν. Στην ινιακή περιοχή οι οδόντες βρίσκονται σε ενιαία σειρά κατά μήκος. Επίσης στην ινιακή περιοχή μπορούν να εμφανιστούν 2 με 3 σειρές οδόντων πλευρικά αυτής οι οποίες αυξάνονται ανάλογα με το μέγεθος του ψαριού (Nelson 2007).

Τα λέπια είναι κυκλοειδή και αποσπώνται εύκολα από το σώμα του ψαριού. Ωστόσο παρατηρούνται διαφορές τόσο ως προς την μορφολογία όσο και προς το μέγεθος τους. Αυτό

οφείλεται κυρίως στο ότι το είδος *Atherina boyeri* διαβιεί σε διαφορετικούς βιότοπους με διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες (Marfin 1982).

Επίσης ο σχηματισμός του πρώτου δακτυλίου των λεπιών διαφέρει μεταξύ των ατόμων του είδους (Εικ. 1.3). Έχει παρατηρηθεί πως άτομα του είδους *Atherina boyeri* τα οποία διαβιούν σε διαφορετικά οικοσυστήματα σχηματίζουν τον πρώτο δακτύλιο (first annulus) του λεπιού τους σε διαφορετικά ολικά μήκη σώματος (*TL*) (Poizat & Crivelli 1997).

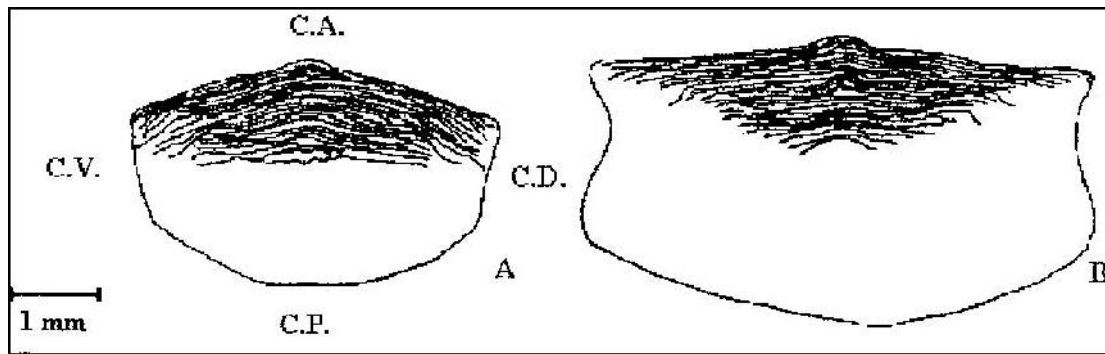
Διαφορά επίσης υπάρχει και στο μέγεθος του λεπιού μεταξύ των ατόμων που διαβιούν στο θαλάσσιο και λιμναίο οικοσύστημα, (Εικ. 1.4) με τα λέπια των ατόμων του θαλάσσιου οικοσυστήματος να είναι μεγαλύτερα σε μέγεθος από αυτά που διαβιούν στο λιμναίο οικοσύστημα (Marfin 1982).



Εικόνα 1.3 Τυπική μορφή λεπιού ατόμου *Atherina boyeri*

με ολικό μήκος σώματος (*TL*) 99,92mm

(Φώτο: Πομάκης 2009).



Εικόνα 1.4 Λέπια ατόμου *Atherina boyeri* α) λιμναίου οικοσυστήματος β) θαλάσσιου οικοσυστήματος (Marfin 1982).

1.2.2 ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΣ

Ο χρωματισμός του είδους *Atherina boyeri* στο πίσω μέρος του σώματος είναι γκριζοπράσινος και φέρει μαύρες κηλίδες. Πλευρικά φέρει έντονο ασημί χρωματισμό, με την πλευρική γραμμή να έχει έντονο μαύρο χρώμα σε όλο το μήκος της. Στο τέλος της καταλήγει σε μια ή δύο σειρές από μαύρες κηλίδες. Όταν το άτομο συντηρηθεί σε διάλυμα φορμαλδεύδης 10% αποχρωματίζονται και αποκτούν γκριζωπό χρωματισμό. Στο κάτω μέρος του σώματος φέρει λευκό χρωματισμό (Εικ.1.5). Τα πτερύγια του σώματος του είναι διαφανή και σε κάποια σημεία είναι σκούρα χρωματισμένα (Τίγκιλης 2000).



Εικόνα 1.5 Άτομο του είδους *Atherina boyeri*

Τα άτομα τα οποία απαντώνται στις λιμνοθάλασσες φέρουν στην ραχιαία περιοχή του σώματος γκριζωπό καφετί χρωματισμό με το υπόλοιπο σώμα να είναι καφετί (Koutrakis *et al.* 2004).

1.2.3. ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Η αθερίνα είναι ένα μικρό σε μήκος βραχύβιο ευρύαλο ψάρι το οποίο διαβιεί κυρίως σε παράκτιες περιοχές, εκβολικά συστήματα, (συμπεριλαμβανομένων και των παράκτιων θαλασσών), έλη, ενώ πιο σπάνια συναντάται στα εσωτερικά ύδατα (Εικ.1.6). Μπορεί να ζήσει σε ένα ευρύ φάσμα αλατότητας με μέγιστη τιμή που έχει καταγραφεί τα 100 psu (Hernandez & Leon 1988). Παρουσιάζει αρκετά σημαντικά χαρακτηριστικά τα οποία αλλάζουν σε σχέση με το περιβάλλον διαβίωσής της. Επίσης η αθερίνα είναι ικανή να προσαρμόζεται σε ένα ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών συνθηκών (Yerli 1997).



Εικόνα 1.6 Άτομο *Atherina boyeri* στο φυσικό του περιβάλλον.

Υπάρχουν ενδείξεις ότι τα περισσότερα ψάρια παραμένουν πλησίον των περιοχών αναπαραγωγής τους με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ημι-απομονωμένοι πληθυσμοί όπου ο καθένας τους έχει τα δικά του μορφολογικά χαρακτηριστικά και την δική του ιστορία (Hogwood 1998). Επιπλέον υπάρχουν βιοχημικά στοιχεία όπου διακρίνονται λιμνοθαλάσσιοι πληθυσμοί αθερίνας στην Μεσόγειο θάλασσα και θαλάσσιοι πληθυσμοί (Fouada 1995). Υπάρχουν είδη τα οποία θα μπορούσαν να διαχωριστούν σε δύο διαφορετικές ταξινομικές ομάδες. Τα λιμνοθαλάσσια είδη (*Atherina boyeri*) και τα θαλάσσια (*Atherina mochon*) (Trabelsi *et al.* 2002).

1.2.4. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ

Είναι κοινό είδος στη Μεσόγειο, στη Μαύρη θάλασσα, στα παράλια της Ιταλίας και της Ιβηρικής χερσονήσου και στα παράλια της β. Αφρικής. Συναντάται επίσης στον Β. Α. Ατλαντικό από τα παράκτια των νήσων Αζόρες, έως και την Β. Δ. ακτή της Σκοτίας (Muus & Dahlstroem 1971) (Εικ. 1.7).



Εικόνα 1.7 Γεωγραφική εξάπλωση του είδους *Atherina boyeri*

Η μέτρηση των μορφομετρικών χαρακτήρων του σώματος του ψαριού που εκφράζει ποσοτικά την ποικιλομορφία των χαρακτηριστικών αυτών, ονομάζεται μορφομετρία και οι μορφομετρικοί χαρακτήρες μετρώνται και εκφράζονται σε μετρικές μονάδες. Η μέτρηση των μορφομετρικών χαρακτήρων, είναι σημαντική επειδή με αυτούς εξάγουμε πολύτιμα συμπεράσματα για την δυναμική του πληθυσμού στην περιοχή έρευνας. Όταν το μήκος, το πλάτος και το ύψος του ψαριού αλλάζουν αναλογικά, τότε το ψάρι παρουσιάζει ισομετρική αύξηση (Bone et al. 2004).

1.3. ΣΤΟΧΟΣ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθεί και να εκτιμηθεί η ηλικία των ατόμων του είδους *Atherina boyeri* στον Θερμαϊκό κόλπο μέσω της ανάγνωσης των λεπιών καθώς επίσης να γίνει μελέτη της δυναμικής των ενήλικων ατόμων του είδους. Συγκεκριμένα, στόχος είναι να βρεθεί η συχνότητα εμφάνισης του είδους *A. boyeri* στις ακτές και να προσδιοριστούν οι παράγοντες που καθορίζουν την παρουσία των ιχθυδίων στην περιοχή. Επίσης να εκτιμηθεί η δυναμική και η αφθονία των αθερινών στο συγκεκριμένο ενδιαίτημα στην περιοχή των δειγματοληψιών.

Με τις παρατηρήσεις αυτές μπορεί να γίνει η περιγραφή της δομής των πληθυσμών του είδους *A. boyeri*, η σχέση τους με τους πληθυσμούς άλλων ειδών, την ανάπτυξή τους, την αντίδρασή τους στις φυσικοχημικές παραμέτρους και στις αλλαγές των συνθηκών. Επίσης να γίνει και η εκτίμηση του αποθέματος του γόνου των αθερινών.

2.ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

Για την πραγματοποίηση της έρευνας έγινε :

- Εφάπαξ δειγματοληψία με μηχανότρατα στο Θερμαϊκό κόλπο.
- Διαχωρισμός της αθερίνας από άλλα είδη ψαριών.
- Αναγνώριση του είδους *Atherina boyeri* με την χρήση ταξινομικής κλείδας ενηλίκων ατόμων του Κασπίρη (2000) και του Miller (2003).
- Λήψη μετρήσεων του ολικού μήκους σώματος σε όλα τα άτομα του είδους καθώς και του βάρους.
- Αφαίρεση λεπιών από όλα τα άτομα.
- Καθαρισμός λεπιών.
- Δημιουργία μόνιμου παρασκευάσματος λεπιών.
- Λήψη φωτογραφιών των λεπιών.
- Εξέταση της ηλικίας των λεπιών με στερεοσκόπιο OLYMPUS SZ X 12 και καταγραφή των δακτυλίων με το Image analysis.
- Εισαγωγή και επεξεργασία των δεδομένων στο υπολογιστικό πρόγραμμα excel 2003 και στατιστική επεξεργασία με το στατιστικό πακέτο Statgraphics 5.0.

2.1 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ

Πραγματοποιήθηκε εφάπαξ δειγματοληψία στις 13 Ιανουαρίου 2009, στον Θερμαϊκό κόλπο με μηχανότρατα ως αλιευτικό εργαλείο. Η περιοχή που πραγματοποιούνταν οι δειγματοληψίες ήταν παραλιακά Νοτιοανατολικά του Θερμαϊκού Κόλπου με συντεταγμένες 40° 14,1' γεωγραφικό πλάτος και 23° 16,7' γεωγραφικό μήκος (Εικ. 2.1).



Εικόνα 2.1 Περιοχή εξαλίευσης δείγματος, Θερμαϊκός κόλπος.

Η μηχανότρατα ή τράτα βυθού (Εικ. 2.2, 2.3) σύρεται από το σκάφος και το στόμιο του χωνιού κρατιέται ανοιχτό με την βοήθεια ειδικών επίπεδων κατασκευών που ονομάζονται υδραετοί ή πόρτες (Κοκοκύρης & Καρύδας 2003).



Εικόνα 2.2 Μηχανότρατα ή τράτα βυθού.

Όταν αλιεύουμε με μηχανότρατα σαρώνουμε μια επιφάνεια το μέγεθος της οποίας καθορίζεται από το άνοιγμα της τράτας (άνοιγμα μπούκου), την ταχύτητα σύρσης και τη διάρκειά της. Ο υπολογισμός της επιφάνειας σάρωσης είναι πολύ σημαντικός γιατί μέσω αυτού μπορούμε να υπολογίσουμε την αφθονία και την βιομάζα των οργανισμών που ζουν σε μια περιοχή και αλιεύονται με τράτα βυθού. Η βιομάζα του ιχθυοαποθέματος είναι μια πολύ σημαντική και απαραίτητη παράμετρος για την διαχείριση των αποθεμάτων (Κοκοκύρης & Καρύδας 2003).



Εικόνα 2.3 Εργάτες ελέγχουν τα δίχτυα της τράτας βυθού.

Το στόμιο της τράτας ονομάζεται μπούκος ενώ το τελικό τμήμα ονομάζεται σάκος. Το επάνω μέρος του μπούκου αποτελείται από σχοινί (καλαμέτο του φελλού ή άνω γραδί ή γραντί) στο οποίο είναι προσαρμοσμένοι πλωτήρες για να ανοίγουν το στόμιο προς τα επάνω (μπάινες ή μπαϊνάκια). Το κάτω μέρος του μπούκου φέρει βαρίδια προσαρμοσμένα πάνω σε χοντρά και ανθεκτικά σχοινιά (γραδί ή γραντί του μολυβιού ή κάτω γραντί). Είναι σε επαφή με το βυθό, αν το βάρος είναι μεγάλο ή σε μικρή απόσταση από αυτόν, αν το βάρος είναι μικρό.

Όταν η τράτα αλιεύει σε μαλακό υπόστρωμα, το γραντί του μολυβιού ενισχύεται με αλυσίδες για να βαρύνει και να κρατάει την τράτα σε επαφή με τον πυθμένα. Σε σκληρό υπόστρωμα, προστίθενται στο γραντί του μολυβιού ροδέλες για να κυλάει η τράτα στον πυθμένα και να μην συναντάει αντίσταση (Κοκοκύρης & Καρύδας, 2003). (Εικ 2.4).



Εικόνα 2.4 Τρόπος αλίευσης με μηχανότρατα από το βυθό.

Το δέσιμο της τράτας γίνεται με ειδικό τρόπο για να λύνεται εύκολα κατά το άδειασμα του σάκου στο κατάστωμα (Εικ 2.5). Το άνοιγμα του ματιού μειώνεται σταδιακά από τις μπάντες και τις γούλες προς το σάκο, όπου αποκτά την ελάχιστη τιμή του.



Εικόνα 2.5 Το αλιευτικό εργαλείο στο πεδίο δράσης.

Οι πόρτες ή υδραετοί είναι ειδικές ξύλινες ή μεταλλικές κατασκευές, με σχήμα ορθογώνιου παραλληλογράμμου, οι οποίες ρυθμίζουν το οριζόντιο άνοιγμα της τράτας. Καθώς σύρονται στο βυθό, σηκώνουν ένα σύννεφο άμμου, τρομοκρατούν τα ψάρια και οριοθετούν το χώρο μέσα στον οποίο θα κινηθούν. Επάνω στις πόρτες δένονται στα ζύγια τα συρματόσχοινα, τα οποία συνδέουν τις πόρτες και την τράτα με το σκάφος. Τα συρματόσχοινα είναι τυλιγμένα στα τύμπανα του βαρούλκου ή βιντσιού επάνω στο σκάφος και συνδέονται με τις πόρτες μέσα από τα καπόνια (μεταλλικές κατασκευές σε σχήμα μισής κάμαρας τοποθετημένες στο πρυμναίο τμήμα του σκάφους) (Kaiser & Groot 2000).

2.2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ

Με τη χρήση στερεοσκοπίου (OLYMPUS SZX12) και προσπίπτοντος ψυχρού φωτισμού παρατηρήσαμε την περιοχή της κεφαλής, την κοιλιακή χώρα, την ουρά και τα πλευρά κατά μήκος του σώματος στα δείγματα των ψαριών. Η αναγνώριση και ο διαχωρισμός των ιχθυδίων γινόταν με την βοήθεια της κλείδας του Miller (2003) του Quignard & Pras (1986) και του Κασπίρη (2000).

2.2.1. Κλείδα για τα θαλάσσια ευρωπαϊκά είδη των *Atherinidae* (Miller 2003).

1. Το δεύτερο ραχιαίο πτερύγιο είναι πάνω από την αρχή του εδρικού πτερυγίου, η βάση του δεύτερου ραχιαίου πτερυγίου είναι πολύ πιο κοντή από αυτή του εδρικού πτερυγίου. Το εδρικό πτερυγίο φέρει από 18-22 μαλακές ακτίνες *Odontesthes*
 - Το δεύτερο ραχιαίο πτερύγιο δεν είναι πάνω από την αρχή του εδρικού πτερυγίου, η βάση του δεύτερου ραχιαίου πτερυγίου δεν είναι πιο κοντή από αυτή του εδρικού πτερυγίου. Το εδρικό πτερυγίο φέρει κάτω από 18-22 μαλακές ακτίνες...2
2. Το δεύτερο ραχιαίο πτερύγιο ξεκινά πάνω από το εδρικό πτερύγιο, η βάση των πτερυγίων έχει ίδιο μήκος. Το εδρικό πτερυγίο φέρει πάνω από 11-17 μαλακές ακτίνες...3
 - Το δεύτερο ραχιαίο πτερύγιο δεν ξεκινά πάνω από το εδρικό πτερύγιο, η βάση των πτερυγίων έχει διαφορετικό μήκος. Το εδρικό πτερυγίο φέρει 11-17 μαλακές ακτίνες. *Odontesthes*
3. Υπάρχει μεσογνάθιο οστό μεταξύ της γνάθου και του βραγχιακού επικαλύματος

δεν φέρει περιθώριο εγκοπής. Το πρώτο ραχιαίο πτερύγιο έχει 6 εύκαμπτες μαλακές ακτίνες, οι οδόντες είναι ανεπτυγμένοι. *Atherina*

- Δεν υπάρχει μεσογνάθιο οστό μεταξύ της γνάθου και του βραγχιακού επικαλύματος. Το πρώτο ραχιαίο πτερύγιο δεν έχει εύκαμπτες μαλακές ακτίνες, οι οδόντες είναι ανεπτυγμένοι. *Atherina*

2.2.2. Κλείδα για τα ευρωπαϊκά θαλάσσια είδη της οικογένειας των *Atherinidae* (Quignard & Pras 1986).

1. Στην πλευρική γραμμή φέρει 59-65 λέπια, το μεσογνάθιο οστό έχει κατεύθυνση προς τα επάνω που είναι μεγαλύτερη από την οριζόντια διάφυση των οστών, επεκτείνεται ως την άνω τελευταία άκρη του οφθαλμού. *Atherina hepsetus*
 - Στην πλευρική γραμμή δεν φέρει 59-65 λέπια, το μεσογνάθιο οστό έχει κατεύθυνση προς τα επάνω που δεν είναι μεγαλύτερη από την οριζόντια διάφυση των οστών, δεν επεκτείνεται ως την άνω τελευταία άκρη του οφθαλμού...2
2. Στην πλευρική γραμμή φέρει 42-57 λέπια, το μεσογνάθιο οστό έχει κατεύθυνση προς τα επάνω που είναι ίση ή μικρότερη από την οριζόντια διάφυση των οστών, δεν επεκτείνεται ως την άνω τελευταία άκρη του οφθαλμού... 3
 - Στην πλευρική γραμμή φέρει πάνω από 42-57 λέπια, το μεσογνάθιο οστό έχει κατεύθυνση προς τα επάνω που είναι διαφορετική από την οριζόντια διάφυση των οστών, επεκτείνεται ως την άνω τελευταία άκρη του οφθαλμού... 4
3. Στην πλευρική γραμμή φέρει 52-57 λέπια, είναι εξωπτερυγοειδές, δεν φέρει οδόντες *Atherina presbyter*
 - Στην πλευρική γραμμή φέρει πάνω από 42-52 λέπια, είναι εξωπτερυγοειδές και δεν φέρει οδόντες...5

- 5 Στο βραγχιακό επικάλυμμα του ψαριού φέρει 33-41 λέπια, το σώμα δεν έχει μαύρα στίγματα κάτω από την αργυροειδή ζώνη, οι οφθαλμοί είναι σχετικά μικροί, το σώμα είναι λεπτό, το μεσογνάθιο οστό έχει κατεύθυνση προς τα επάνω είναι στενότερο και με πιο αιχμηρή άκρη, τα λέπια που υπάρχουν άνω και κάτω από την περιοχή της πλευρικής γραμμής έχουν παρόμοιο μήκος. *Atherina boyeri*

2.2.3 Κλείδα προσδιορισμού ειδών του γένους *Atherina* από την κλείδα των ψαριών της Ελλάδος (Κασπίρης 2000).

1. Οπίσθιο κράσπεδο προεπικαλύμματος με βαθιά εγκόλπωση. *Atherinomorus lacunosus*

- Οπίσθιο κράσπεδο προεπικαλύμματος χωρίς την χαρακτηριστική εγκόλπωση...2

2. Κάθετο τμήμα προγναθικού οστού επιμηκέστερο του αντίστοιχου οδοντικού τμήματος (Εικ. 2.6). *Atherina hepsetus*

- Κάθετο τμήμα προγναθικού οστού ίσο ή μικρότερο του αντίστοιχου οδοντικού τμήματος (Εικ. 2.6). *Atherina boyeri*

Για την αναγνώριση του είδους *A. boyeri* έγινε μακροσκοπική παρατήρηση του προγναθικού σχηματισμού (premaxila) (Τίγκιλης 2000).



A. hepsetus



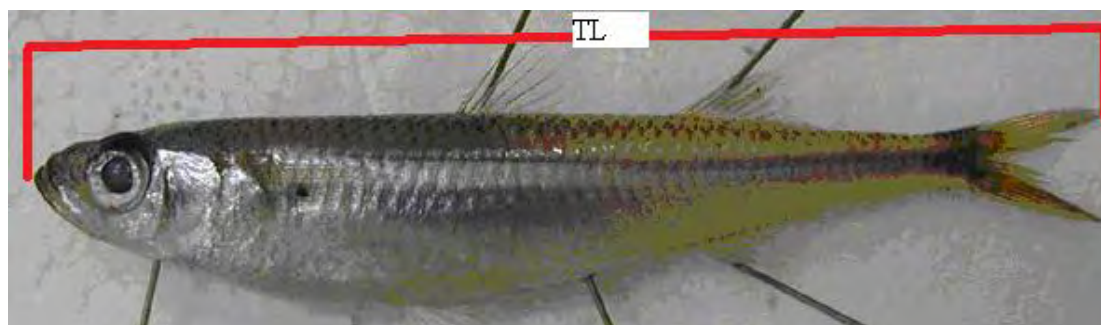
A. boyeri

Εικόνα 2.6 Σχηματισμός προγναθικού οστού (premaxila) του είδους *A. boyeri* και του είδους *A. hepsetus*

2.3. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ & ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΛΕΠΙΩΝ

Στην επιστημονική κοινότητα υπάρχουν διαφωνίες για την επιλογή της μεθόδου προσδιορισμού του μεγέθους του ψαριού, οι Hile (1948) και Royce (1942) αναφέρουν ότι το ολικό μήκος εκφράζει καλύτερα το μέγεθος του ψαριού επειδή είναι η μοναδική μέτρηση που περιλαμβάνει όλο το σώμα. Άλλοι ερευνητές προτείνουν ως καλύτερη τη μέτρηση του μεσουραίου μήκους για λόγους ομοιομορφίας (Ricker & Merriman, 1945).

Επιλέξαμε τη μέτρηση του ολικού μήκους σώματος (*TL*) (Εικ. 2.7) καθώς και του ολικού βάρους του σώματος (*W*). Οι μετρήσεις ελήφθησαν με την βοήθεια ηλεκτρονικού παχύμετρου με ακρίβεια 0,01 mm. Οι μετρήσεις λαμβάνονταν πάντα από την αριστερή πλευρά του σώματος του ψαριού. Το ολικό βάρος του σώματος (*W*) μετρήθηκε με ηλεκτρονικό ζυγό (Precisa 220M SCS) με ακρίβεια 0,001 g.



Εικόνα 2.7 Μέτρηση του ολικού μήκους σώματος του ατόμου *A. boyeri*.

Τα λέπια στα περισσότερα ψάρια ποικίλουν στο σχήμα και τις διαστάσεις ανάλογα με τη θέση τους στο σώμα. Γι' αυτό πρέπει τα λέπια να αφαιρούνται από την ίδια περιοχή του σώματος για όλα τα άτομα του υπό εξέταση δείγματος. Το ιδανικό είναι βέβαια να χρησιμοποιείται για όλα τα άτομα το λέπι μιας απόλυτα συγκεκριμένης θέσης. Τα λέπια αφαιρέθηκαν από τον κορμό του ψαριού και από συγκεκριμένη θέση με την χρήση λαβίδας. Συνήθως η θέση αυτή για τα περισσότερα

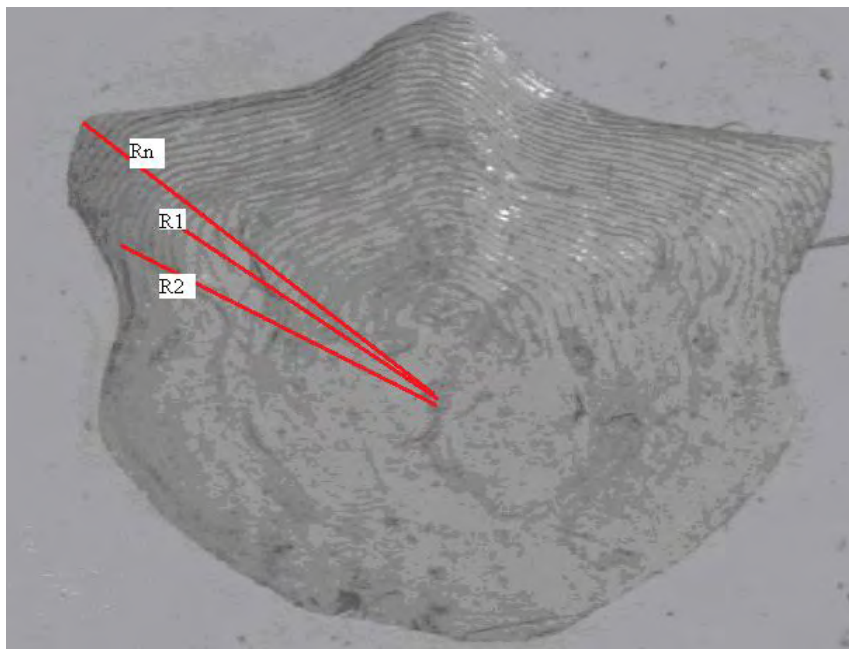
είδη ψαριών βρίσκεται στα πλευρά μεταξύ της αρχής της βάσης του πρώτου ραχιαίου και του θωρακικού πτερυγίου συμπεριλαμβανομένων και των λεπιών που βρίσκονται κάτω από το θωρακικό πτερύγιο. Αφαιρέσαμε περισσότερα από 1 λέπι από την σειρά λεπιών που επιλέγουμε για αφαίρεση (Casselman 1983).

Αφού αφαιρούνταν τα λέπια από το σώμα του ψαριού τοποθετούνταν σε γλυκό νερό για να μαλακώσουν οι ιστοί που τυχόν βρίσκονταν επάνω στο λέπι και στη συνέχεια τα τρίβουμε ελαφρά μεταξύ των δακτύλων. Αφού στέγνωσαν τα λέπια τα τοποθετούσαμε σε μία διαφανή αντικειμενοφόρο με την βοήθεια μιας λαβίδας με λεπτά άκρα. Όλα τα λέπια τοποθετούνταν με την ίδια φορά (προς τα επάνω). Έπειτα καλύπτονταν με μια ακόμη διαφανή αντικειμενοφόρο. Οι δύο αντικειμενοφόροι τυλίγονταν στις άκρες τους με λευκοπλάστ και επάνω σε αυτό αναγράφονταν ο αριθμός δείγματος, η ημερομηνία αλίευσης, το ολικό μήκος σώματος και το ολικό βάρος του ατόμου.

Οι αντικειμενοφόροι με τα λέπια αποτελούσαν μόνιμο παρασκεύασμα. Η εξέταση της ηλικίας των λεπιών γινόταν στο στερεοσκόπιο OLYMPUS SZ X 12 με φακό ρυθμισμένο στο 0,5 και μεγέθυνση ανάλογη των αναγκών του κάθε λεπιού, είτε κάτω από διερχόμενο φως είτε με προσπίπτοντα φωτισμό πάνω σε μαύρο υπόβαθρο. Οι μετρήσεις που γίνονταν στα λέπια αφορούσαν κυρίως αποστάσεις όπως η διαγώνια ακτίνα λεπιού και ακτίνες μέχρι τον κάθε ετήσιο δακτύλιο. Οι αποστάσεις μετρώνται με την βοήθεια του προγράμματος Image analysis Pro 4.0.

Προς το οπίσθιο μέρος του λεπιού και περί το μέσο διακρίνεται μια μικρή καθαρή περιοχή η οποία ονομάζεται πυρήνας. Όλες οι μετρήσεις άρχιζαν από τον πυρήνα προς την περιφέρεια του λεπιού, φροντίζοντας να βρίσκονται όλες πάνω στον ίδιο νοητό άξονα. Από τον πυρήνα προς την περιφέρεια αναπτύσσονται ομόκεντροι

πολύαριθμοι δευτερεύοντες δακτύλιοι (Εικ. 2.8). Η εναπόθεση αυτών των δευτερευόντων δακτυλίων γίνεται με πολύ κανονικό ρυθμό καθ' όλη την διάρκεια του έτους. Η κανονικότητα αυτή αντιπροσωπεύει μια περίοδο αύξησης του λεπιού που συμβαδίζει με την υπόλοιπη σωματική του αύξηση.



Εικόνα 2.8 Μέτρηση δακτυλίων λεπιού του είδους με την χρήση

στερεοσκοπίου προσπίπτοντος φωτισμού σε λευκό υπόβαθρο.

(Rn = διαγώνια ακτίνα του λεπιού,

R1= ακτίνα του πρώτου δακτυλίου,

R2 = ακτίνα του δεύτερου δακτυλίου).

Οι ψευδοδακτύλιοι δεν είναι πάντα ένα κανονικό φαινόμενο στα λέπια και η διάκρισή τους από τους πραγματικούς ετήσιους δακτυλίους έχει πολύ μεγάλη σημασία για τον ερευνητή επειδή η καταμέτρηση τους από κοινού με τους ετήσιους δακτυλίους εισάγει σοβαρό σφάλμα στον υπολογισμό της ηλικίας των ψαριών.

Χαρακτηριστική διαφορά των ετήσιων δακτυλίων από τους ψευδοδακτύλιους είναι ότι οι μεν ετήσιοι δακτύλιοι είναι ορατοί καθαρά σε όλη την περίμετρο του

λεπιού, ενώ οι ψευδοδακτύλιοι συνεχίζουν με ομοιόμορφο τρόπο περιμετρικά του λεπιού αλλά εμφανίζουν ασυνέχεια (Casselman 1983).

Μετά την μέτρηση των ακτινών των λεπιών ακολουθεί στατιστική επεξεργασία με το πρόγραμμα excel 2003. Χρησιμοποιήθηκε το εκθετικό μοντέλο

$Y = a x X^b$ για το διάγραμμα TL - Rn του συνόλου των ατόμων *A. boyeri*. Το a & b είναι σταθερές.

2.4 ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

Η μέτρηση των επί μέρους χαρακτηριστικών του σώματος του ψαριού που εκφράζει ποσοτικά την ποικιλομορφία των χαρακτηριστικών αυτών ονομάζεται μορφομετρία. Οι μορφομετρικοί χαρακτήρες εκφράζονται σε μετρικές μονάδες και η μέτρησή τους είναι πολύ σημαντική π.χ μέσω του μήκους εκφράζονται οι περισσότεροι παράμετροι της δυναμικής πληθυσμών (Bone *et al.* 2004).

Γενικά στη φύση η μεταβολή των διαφόρων μορφομετρικών χαρακτηριστικών είναι διαφορετική. Είναι δυνατό με την αύξηση του μήκους να έχουμε αλλομετρική αύξηση ή ισομετρική. Η ισομετρία αποτελεί εξαίρεση και όχι κανόνα. Ο σταθερός ρυθμός αύξησης του κάθε μορφομετρικού χαρακτήρα είναι μια ειδική περίπτωση της διαφορετικής αύξησης. Οι αλλομετρικές εξισώσεις είναι από τα πιο απλά ποσοτικά εργαλεία για την περιγραφή του μεγέθους και τις διακυμάνσεις του σχήματος στους διάφορους οργανισμούς (Bone *et al.* 2004).

Η διαφορετική αύξηση των μορφομετρικών χαρακτηριστικών υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας το εκθετικό μοντέλο

$$Y = a x X^b$$

Αυτό σημαίνει ότι όταν η τιμή του b είναι ίση με 1 τότε η παραπάνω εξίσωση δίνει ένα σταθερό ρυθμό, δηλαδή τα δύο μέρη αυξάνονται ισομετρικά. Η ισομετρική αύξηση είναι ο σταθερός ρυθμός της μεταβολής του μήκους του κάθε μορφομετρικού χαρακτήρα σε σχέση με το ολικό μήκος και υφίστανται όταν η τιμή του b δεν έχει στατιστική διαφορά από το 1 σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ($P = 0,05$) ή 0,1 % ($P = 0,01$) (Μίνος, 2004).

2.5 ΣΧΕΣΗ ΟΛΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ – ΒΑΡΟΥΣ ΣΩΜΑΤΟΣ

Όταν ένα ψάρι αυξάνεται ισομετρικά και διπλασιάζεται ως προς το μήκος του τότε το βάρος του θα αυξηθεί κατά 8 φορές και το σώμα του ψαριού θα καταλάβει τον οκταπλάσιο όγκο από το αρχικό. Έτσι προκύπτει μια κυβική σχέση ανάμεσα στο μήκος και το βάρος η οποία μπορεί να χαρακτηριστεί από την κυβική εξίσωση της κυρτότητας (Ricker, 2005).

$$W = a \times L^b$$

Όμως στα ψάρια η κυβική σχέση δεν ισχύει σε πολλές περιπτώσεις. Η σχέση μεταξύ του ολικού μήκους και του ολικού βάρους του ψαριού έχει την μεγαλύτερη πρακτική και βιολογική σημασία αφού αφενός είναι δυνατή η μετατροπή του μήκους του σε βάρος και αντίστροφα αλλά αφετέρου μας δίνει απαραίτητες πληροφορίες που αφορούν την φυσική κατάσταση του ψαριού (Στεργίου 1991).

Αν η τιμή του b είναι ίση με 3 τότε το ψάρι αυξάνει ισομετρικά δηλαδή έχουμε ανάλογη αύξηση μεταξύ μήκους και βάρους (Bagenal & Tesch 1978) και παρατηρείται παρόμοια αύξηση και στις τρεις διαστάσεις (Thomson 1951). Όταν η τιμή b είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη του 3 τότε η αύξηση του ψαριού είναι αλλομετρική (Safraan 1992), (Παρλαπάνη 2006).

Όταν η τιμή b στην παραπάνω εξίσωση είναι ίση με 3 έχουμε ισομετρική σχέση και το ψάρι μεγαλώνει ομοιόμορφα και στις τρεις διαστάσεις. Όταν η τιμή του b είναι διάφορη του 3 έχουμε αλλομετρική σχέση ($b > 3$ θετική αλλομετρία, $b < 3$ αρνητική αλλομετρία). Η παράμετρος a είναι μια σταθερά ενώ η b είναι η σταθερά της καμπυλότητας (Bone *et al.* 2004).

Ακολουθεί ο ανάδρομος υπολογισμός μήκους (Back calculation) με την βοήθεια του οποίου βρίσκουμε το ολικό μήκος που είχε το ψάρι όταν σχηματίστηκε ο πρώτος δακτύλιος και ακολουθεί περιγραφική στατιστική. Έπειτα έγινε η μελέτη των παραμέτρων αύξησης των ατόμων.

2.6 ΗΛΙΚΙΑ ΚΑΙ ΑΥΞΗΣΗ

Η χρησιμοποίηση των λεπιών για την εκτίμηση της ηλικίας των ψαριών στηρίζεται στην αρχή ότι, καθώς ο ρυθμός ανάπτυξης των ψαριών μειώνεται κατά την διάρκεια μιας περιόδου του χρόνου, εμφανίζεται παρόμοια μείωση και στα λέπια. Αποτέλεσμα της μείωσης αυτής είναι η δημιουργία μιας στενής λωρίδας από ομόκεντρους κύκλους, οι οποίοι σχηματίζουν τους ετήσιους δακτυλίους που ξεχωρίζουν από τους ευρύτερους δακτυλίους που σχηματίζονται κατά την διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης. Συνήθως στα λέπια στο σημείο που σχηματίζεται ο ετήσιος δακτύλιος υπάρχει ένας που τέμνεται από όλους τους εξωτερικούς το καλούμενο και “cutting over” (Μίνος 2002).

ΑΝΑΔΡΟΜΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΗΚΟΥΣ

Η πιο γνωστή και ακριβής μέθοδος υπολογισμού της ανάπτυξης των ψαριών είναι η μέθοδος του ανάδρομου υπολογισμού (back calculation). Η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το διάβασμα όλων των σκληρών μερών του σώματος

των ψαριών. Λόγω της στενής σχέσης που υπάρχει μεταξύ της αύξησης της ακτίνας των διαφόρων σκελετικών κατασκευών και της αύξησης του σώματος μπορεί να υπολογιστεί το μήκος που είχε το ψάρι κατά την χρονική στιγμή που είχε ολοκληρώσει τους προαναφερόμενους δακτυλίους (Μίνος 2002).

Το μήκος του ψαριού (L) και το μήκος της ακτίνας του περιφερειακού δακτυλίου (Rn) μπορούν να συσχετιστούν με μια εξίσωση που περιγράφει την τιμή του ενός σε σχέση με την τιμή του άλλου, έχοντας το μήκος του ψαριού ως εξαρτημένη μεταβλητή. Η γνώση της σχέσης που συνδέει τις δύο αυτές μεταβλητές είναι πολύ χρήσιμη γιατί επιτρέπει τον υπολογισμό διαφόρων βιολογικών παραμέτρων (π.χ. ανάδρομα μήκη) (Μίνος 2002).

ΕΞΙΣΩΣΗ ΤΟΥ Von Bertalanffy

Έχοντας γνωστό το μήκος σώματος για κάθε έτος της ζωής του ψαριού μπορούμε μέσω του ετήσιου ρυθμού μεταβολής του μήκους να προσαρμόσουμε τις ανάδρομα υπολογιζόμενες τιμές του μήκους (L_1, L_2, L_3, \dots) σε ένα προβλεπτικό μοντέλο αύξησης του μήκους σε σχέση με τον χρόνο. Το μοντέλο που χρησιμοποιείται συνήθως σε αυτή την περίπτωση είναι αυτό του Von bertalanffy (Von Bertalanffy 1938). Το μοντέλο αυτό είναι ευρύτερα χρησιμοποιούμενο και αποτελεί την βάση για τα περισσότερα από τα μαθηματικά μοντέλα έκφρασης της αύξησης που έχουν προταθεί πρόσφατα και το οποίο έχει την δυνατότητα να προσεγγίζει ικανοποιητικά την αύξηση κατά μήκος ή κατά βάρος σε κάθε ηλικία. Η μαθηματική έκφραση του μοντέλου είναι η εξής:

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

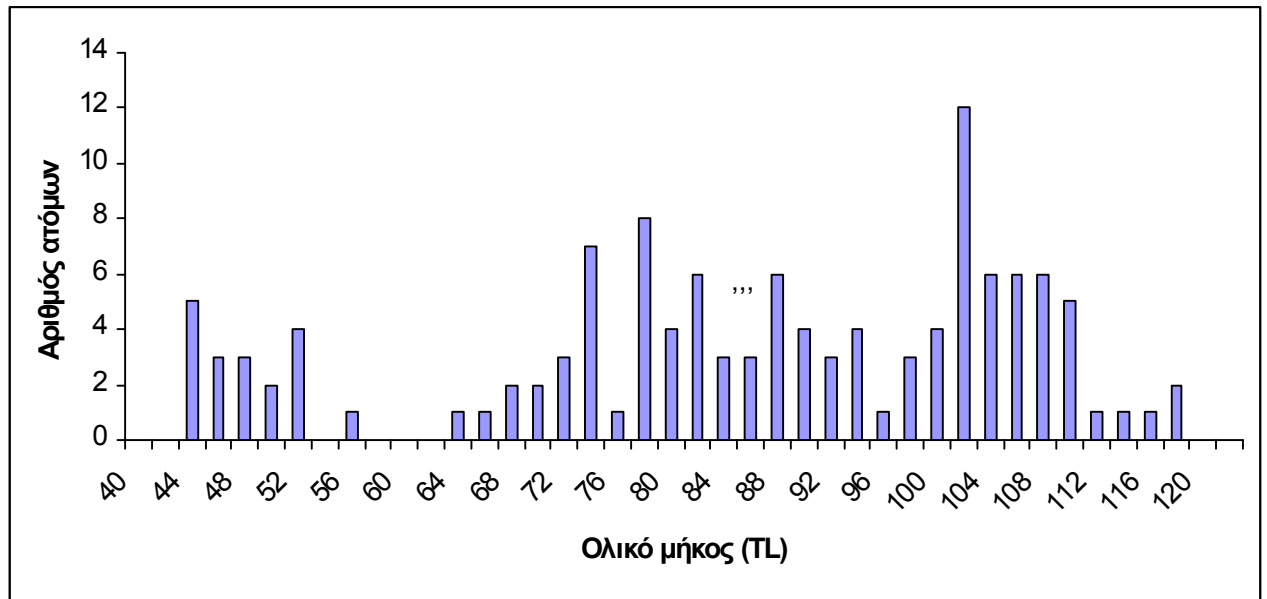
- L_t είναι το μήκος του ψαριού την χρονική στιγμή t
- L_∞ είναι το ασύμπτωτο μήκος του ψαριού ή αλλιώς το μήκος το οποίο θα έφτανε το ψάρι εάν του επιτρεπόταν να μεγαλώσει και να ζήσει απεριόριστα.
- k είναι η σταθερά της καμπυλότητας της συνάρτησης ή ο ρυθμός με τον οποίο η αυξητική καμπύλη πλησιάζει την ασύμπτωτη.
- t_0 είναι η χρονική στιγμή όπου το ψάρι έχει μηδενικό μήκος.
- t είναι η ηλικία του ψαριού σε έτη.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΑΥΞΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΞΙΣΩΣΗΣ ΤΟΥ Von Bertalanffy.

Ο υπολογισμός των παραμέτρων αύξησης L_∞ και k έγινε με την χρήση H/Y με την μέθοδο της ανάλυσης μη γραμμικής παλινδρόμησης (Non-linear Regression Analysis). Για να υπολογιστούν οι παράμετροι της αύξησης αρκεί να είναι γνωστά τα ζεύγη ηλικίας και μήκους για περισσότερες από πέντε ηλικιακές κλάσεις. Τα προγράμματα που έχουν την καλύτερη αλλά και ευκολότερη μη-γραμμική επίλυση είναι το Statistica και το Statgraphics. Γενικά το Statistica θεωρείται από τα δύσκολα στατιστικά πακέτα και απαιτεί καλή γνώση της στατιστικής. Περιλαμβάνει τον αλγόριθμο Simplex που χρησιμοποιείται συχνότερα για τη συγκεκριμένη περίπτωση και αφήνει περιθώρια τροποποίησης της ανάλυσης (Τσίκληρας 2007). Στην παρούσα έγινε χρήση του στατιστικού πακέτου Statgraphics 5.0 το οποίο περιλαμβάνει τον αλγόριθμο Marquardt που επίσης χρησιμοποιείται συχνά.

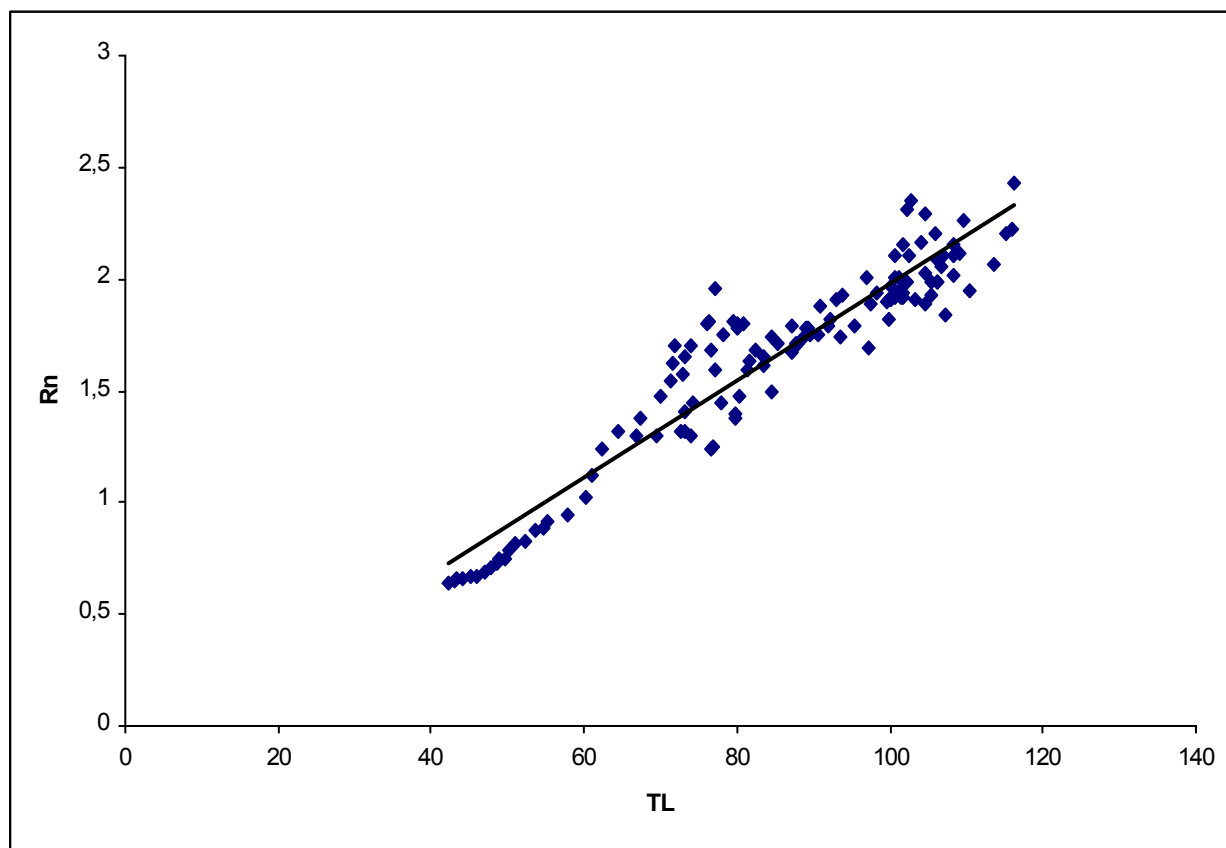
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Συνολικά αλιεύθηκαν 126 ενήλικα άτομα του είδους *A. boyeri* με μήκος από 42 ως 116 mm. Στο παρακάτω γράφημα (Σχ. 3.1), φαίνεται ο αριθμός των ατόμων που συλλέχθηκε για την έρευνα για την κάθε κλάση ολικού μήκους σώματος.



Σχήμα 3.1 Ο αριθμός ατόμων που αλιεύθηκαν τον Ιανουάριο του 2009, στις διάφορες κλάσεις ολικού μήκους.

Από την ανάγνωση των λεπιών παρατηρήθηκαν τρεις ηλικιακές κλάσεις. Δημιουργήθηκε το γράφημα μεταξύ του ολικού μήκους σώματος (TL) και της διαγώνιας ακτίνας (Rn) των λεπιών (Σχ. 3.2) με εκθετική γραμμική τάσης. Ο τύπος του γραφήματος είναι της μορφής $Y = a \times X^b$.



Σχήμα 3.2 Σχέση ολικού μήκους σώματος (TL) και της διαγώνιας ακτίνας του λεπιού (Rn) στο σύνολο των ατόμων του είδους *A. boyeri*.

Βρέθηκαν οι μέσοι όροι του Rn , R_1 , R_2 και R_3 . Έπειτα ακολούθησε λογαρίθμηση των παραμέτρων TL και Rn . Στη συνέχεια έγινε ανάδρομος υπολογισμός μήκους (Πίν. 1.1). Ακολούθησε η στατιστική ανάλυση των τιμών των λεπιών των ατόμων *A. boyeri* που έδωσε την εξίσωση $TL = 54,836Rn^{0,856}$ της οποίας ο συντελεστής συσχέτισης R^2 είναι ίσος με 0.89 και προέκυψε ότι μεταξύ του ολικού μήκους σώματος και της διαγώνιας ακτίνας των λεπιών υπάρχει υψηλή συσχέτιση με συντελεστή (Πίν. 1.2). Στη συνέχεια έγινε η ανάλυση της διακύμανσης των λεπιών (Πίν. 1.3) και η ανάλυση της παλινδρόμησης των λεπιών (Πίν. 1.4).

Πίνακας 1.1 Ανάδρομος υπολογισμός (Back calculation) των ατόμων του είδους *A. boyeri*.

TL_1	TL_2	TL_3
41,01346	65,06357	88,2497

Πίνακας 1.2 Παλινδρόμηση των λεπιών των ατόμων του είδους *A. boyeri*.

Στατιστικά παλινδρόμησης	
Πολλαπλό R	0,947620224
R Τετράγωνο	0,89798409
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο	0,897161381
Τυπικό σφάλμα	6,322830737
Μέγεθος δείγματος	126

Πίνακας 1.3 Ανάλυση της διακύμανσης των λεπιών των ατόμων του είδους *A. boyeri*

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ					
	βαθμοί ελευθερίας	SS	MS	F	Σημαντικότητα F
Παλινδρόμηση	1	43636,0599	43636,0599	1091,496676	2,5986E-63
Υπόλοιπο	124	4957,295377	39,97818853		
Σύνολο	125	48593,35528			

Πίνακας 1.4 Ανάλυση της παλινδρόμησης των λεπιών των ατόμων του είδους *A. boyeri*.

	Συντελεστές	Τυπικό σφάλμα	t	τιμή-P
Ina	16,45632654	2,136096025	7,703926394	3,63924E-12
b	41,42838512	1,253968988	33,03780677	2,5986E-63
	Κατώτερο 95%	Υψηλότερο 95%	Κατώτερο 95,0%	Υψηλότερο 95,0%
Ina	12,22839421	20,68425888	12,22839421	20,68425888
b	38,94642927	43,91034097	38,94642927	43,91034097

Η μέγιστη ηλικία που έχει παρατηρηθεί για τα άτομα του είδους είναι τα τέσσερα έτη και σπανιότερα σε ειδικές περιπτώσεις τα πέντε. Κατά μέσο όρο τα άτομα φτάνουν τα τρία έτη σε ηλικία. Ο σχηματισμός του πρώτου δακτυλίου των λεπιών λαμβάνει χώρα κατά τους μήνες Φεβρουάριο με Μάρτιο. Σε άτομα τα οποία αλιεύθηκαν τους μήνες Απρίλιο και Μάιο ο δακτύλιος ήταν ορατός. Ο σχηματισμός του δακτυλίου στα λέπια λαμβάνει χώρα την περίοδο κατά την οποία παρατηρείται η χαμηλότερη θερμοκρασία νερού στο περιβάλλον διαβίωσης των ατόμων (Bartulovic *et al.* 2004).

3.1. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΑΥΞΗΣΗΣ ΕΞΙΣΩΣΗΣ VON BERTALANFFY

Με την βοήθεια του στατιστικού πακέτου Statgraphics 5.0 έγινε ο υπολογισμός των παραμέτρων αύξησης της εξίσωσης του Von Bertalanffy. Υπολογίστηκε το ασύμπτωτο μήκος (L_{∞}), ο συντελεστής k και το t_0 . Το ασύμπτωτο μήκος (L_{∞}) βρέθηκε ίσο με 129,445, ο συντελεστής k ίσος με 0,44 και το t_0 ίσο με -0,012 (Πίν. 1.5).

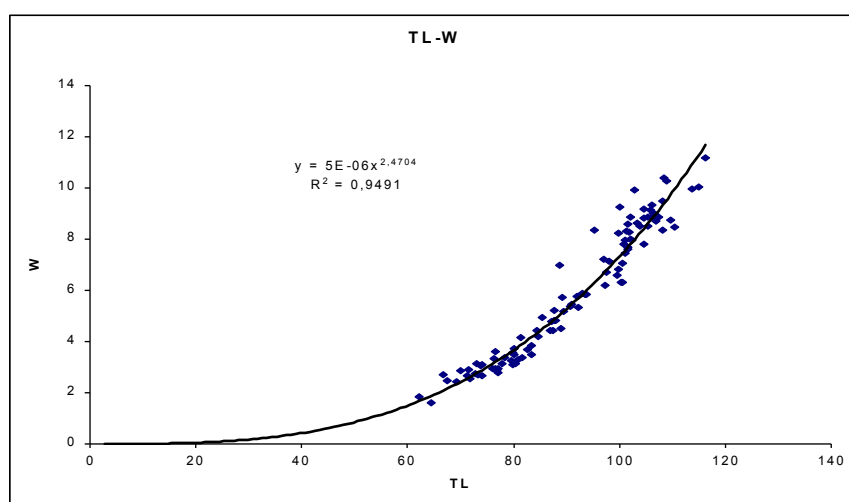
Πίνακας 1.5 Τιμές των παραμέτρων αύξησης της εξίσωσης του Von Bertalanffy.

L_{∞}	k	t_0
129,445	0,44	-0,012

Το τυπικό σφάλμα για το ασύμπτωτο μήκος είναι ίσο με 28,5026, για το συντελεστή k ίσο με 0,180331 και για το t_0 ίσο με 0.0916175.

3.2. ΣΧΕΣΗ ΟΛΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ – ΒΑΡΟΥΣ ΣΩΜΑΤΟΣ

Υπολογίστηκε η σχέση ολικού μήκους – βάρους σώματος για τα άτομα του πληθυσμού *A. boyeri* (Πιν 1.6). Η σχέση αφορούσε άτομα με εύρος ολικού μήκους σώματος (*TL*) από 42,22 mm έως 116,29 mm. Το βάρος του σώματος των ατόμων κυμάνθηκε από 1,05 g έως 11,28 g αντίστοιχα. Στο Σχήμα 3.3 δίνεται η γραφική παράσταση της σχέσης ολικού μήκους – βάρους σώματος



Σχήμα 3.3 Σχέση ολικού μήκους *TL* σε mm και ολικού βάρους *W* σε g στο σύνολο των ατόμων του είδους *A. boyeri*.

Πίνακας 1.6 Παράμετροι των εξισώσεων μεταξύ ολικού μήκους και βάρους των ατόμων του είδους *A. boyeri*.

Είδος	Εξίσωση	<i>N</i>	<i>R</i> ²	<i>P</i>	Ισομετρία - Αλλομετρία
<i>Atherina boyeri</i>	$W = 5 \text{ E-}06 \times L^{2,4704}$	126	0,9491	< 0,05	Αρνητική (-)

Από τον παραπάνω πίνακα γίνεται αντιληπτό ότι υπάρχει υψηλή συσχέτιση μεταξύ του ολικού μήκους και ολικού βάρους σώματος με συντελεστή συσχέτισης (*R*²) ίσο με 0,9491. Παρατηρήθηκε αλλομετρία στα άτομα και πιο συγκεκριμένα αρνητική αλλομετρική αύξηση με συντελεστή (*b*) ίσο με 2,4704. Το επίπεδο σημαντικότητας *P* ήταν *P* < 0,05.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα άτομα που ανήκουν στην οικογένεια των αθερινοειδών έχουν μικρό κύκλο ζωής. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τα άτομα της οικογένειας αυτής να παρουσιάζουν έναν υψηλό ρυθμό αύξησης. Στην παρούσα εργασία τα άτομα κατά το πρώτο έτος της ζωής τους έφτασαν το 43,07% του ασυμπτωτικού μήκους σώματος (που προσδιορίστηκε από την εξίσωση του Von Bertallanfy) τους λόγω του σχετικά υψηλού ρυθμού αύξησης ($k = 0,44$). Σύμφωνα με τους Boscolo (1970) και Creech (1992) αυτό αποτελεί ένα γενικό φαινόμενο των αθερινοειδών.

Έχει παρατηρηθεί ότι τα αθερινοειδή κατά το πρώτο έτος της ζωής τους φτάνουν από 56,2 έως 60% του ολικού μήκους σώματος και με το πέρας του πρώτου έτους ο ρυθμός αύξησης των ατόμων μειώνεται απότομα. Αυτό οφείλεται στην γεννητική ωρίμανση των ατόμων. Ειδικότερα, η σωματική ενέργεια διαμοιράζεται με τέτοιο τρόπο ώστε το μεγαλύτερο ποσοστό αυτής να δαπανάται για την ωρίμανση των γονάδων και ένα μικρότερο ποσοστό να χρησιμοποιείται για την σωματική αύξηση του οργανισμού (Pajuelo & Lorenzo 2000).

Οι βιοτικοί και αβιοτικοί παράγοντες του θαλάσσιου περιβάλλοντος είναι αυτοί που δρουν και επηρεάζουν τα άτομα ως προς την ανάπτυξη, τον ρυθμό αύξησης και άλλα χαρακτηριστικά τους. Οι κλειστοί κόλποι, οι λιμνοθάλασσες τα εκβολικά συστήματα τα οποία πολλές φορές διαδραματίζουν πρωτεύοντα ρόλο για την αναπαραγωγή και αύξηση των ατόμων κατά τα πρώτα στάδια της ζωής τους, επηρεάζονται σημαντικά από τις έντονες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, της αλατότητας και άλλων φυσικοχημικών παραμέτρων. Η διαθεσιμότητα τροφή καθώς και η ποιότητα της παίζουν επίσης σημαντικό ρόλο για την αύξηση των ατόμων.

Οι μεταβολές αυτές αποτυπώνονται στα διάφορα σκληρά μέρη του σώματος των ψαριών όπως για παράδειγμα στους ωτόλιθους και στα λέπια με τον σχηματισμό των δακτυλίων. Έτσι λοιπόν πέραν των έντονων μεταβολών της θερμοκρασίας σημαντικό ρόλο στη δημιουργία των δακτυλίων των λεπιών παίζει και η διαθεσιμότητα και η ποιότητα της τροφής στο περιβάλλον διαβίωσης των ατόμων. Θα μπορούσε να ειπωθεί λοιπόν ότι πρωτεύοντα ρόλο παίζει η θερμοκρασία και δευτερεύοντα ρόλο η διαθεσιμότητα της τροφής στο περιβάλλον (Leonardos & Sinis 2000).

Κάποια όμως εποχή του έτους (χειμώνας στα εύκρατα κλίματα), η αύξηση των ψαριών σταματά ή μειώνεται δραματικά με αποτέλεσμα αυτή η φυσιολογική τους κατάσταση να αντανakλάται και στα λέπια τους όπου 2-6 δευτερεύοντες δακτύλιοι εναποτίθενται με διαφορετικό τρόπο δημιουργώντας την οπτική εικόνα ενός δακτυλίου παύσης της αύξησης ή του ετήσιου δακτυλίου. Ο ετήσιος δακτύλιος είναι συνεχής γύρω-γύρω στο λέπι διακρινόμενος έτσι από τους ψευδοδακτύλιους, οι οποίοι σχηματίζονται άλλες εποχές του έτους και αντιπροσωπεύουν κάποιες άλλες φυσιολογικές καταστάσεις του ψαριού, όπως αναπαραγωγική διαδικασία μετανάστευση σε άλλα τροφικά πεδία κ.α. (Μίνος 2004).

Σύμφωνα με τον Weatherley (1987) αναφορές στο ότι συγκεκριμένοι μηχανισμοί της φυσιολογίας του οργανισμού προκαλούν τον σχηματισμό των δακτυλίων είναι δύσκολο να γίνουν κατανοητοί. Κυρίως όμως παράγοντες όπως η θερμοκρασία του νερού, η μείωση της διαθέσιμης τροφής, η μειωμένη κατανάλωση τροφής και η αναπαραγωγική διαδικασία οδηγούν στον σχηματισμό δακτυλίων. Έχει παρατηρηθεί ότι μεταξύ διαφόρων περιοχών υπάρχουν διαφορές όσον αφορά τα χαρακτηριστικά αύξησης των ατόμων. Αυτό πιθανόν να οφείλεται πέραν από τις

μεταβολές στην θερμοκρασία και στην τροφή και σε διάφορες υδρογραφικές, υδρολογικές και κλιματολογικές συνθήκες που λαμβάνουν χώρα στην εκάστοτε περιοχή. Αξίζει να σημειωθεί ότι λαμβάνοντας υπόψη τα βιολογικά χαρακτηριστικά του οργανισμού, την συμπεριφορά του και την οικολογία του σημαντικό ρόλο θα μπορούσαν να διαδραματίσουν και ορισμένοι περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως είναι η ανάμειξη θαλάσσιου και γλυκού ύδατος στην περιοχή μελέτης (Bartulovic *et al.* 2004). Υπάρχει μια περίοδος κατά την οποία τα άτομα (αρσενικά και θηλυκά) παρουσιάζουν μειωμένο ρυθμό αύξησης. Αυτή η περίοδος σχετίζεται με την αναπαραγωγική περίοδο. Στο συγκεκριμένο στάδιο τα άτομα υποβάλλονται σε ένα αναπαραγωγικό στρες το οποίο είναι υπεύθυνο για την κατάσταση αυτή. Η περίοδος αυτή βρέθηκε να είναι μεταξύ των εαρινών και καλοκαιρινών μηνών του έτους. Επισημαίνεται ότι κατά την συγκεκριμένη περίοδο ο σωματικός δείκτης των ατόμων του πληθυσμού φτάνει σε ένα κατώτατο όριο και όταν η αναπαραγωγή των ατόμων τελειώσει τότε ο δείκτης αρχίζει να αυξάνεται (Andreu *et al.* 2003).

Αξίζει εδώ να αναφερθεί ότι τα χαρακτηριστικά ανάπτυξης του πληθυσμού των ατόμων του είδους *Atherina boyeri* όπου παρατηρείται κατά τα πρώτα χρόνια της ζωής τους υψηλός ρυθμός αύξησης και έπειτα μειώνεται καθώς τα άτομα αυξάνουν σε ηλικία, ο σύντομος χρόνος ζωής των ατόμων καθώς και οι εποχικές μεταβολές του ρυθμού σωματικής ανάπτυξης αποτελούν μια κοινή στρατηγική των ατόμων σε παραγωγικά και ασταθή περιβάλλοντα διαβίωσης (Andreu *et al.* 2003).

Η παράμετρος αύξησης (k) σε διαφορετικούς βιοτόπους βρέθηκε ότι είναι μεγαλύτερη για τα αρσενικά άτομα και μικρότερη για τα θηλυκά. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τα αρσενικά άτομα να μεγαλώνουν γρηγορότερα από τα θηλυκά και να προσεγγίζουν το ασύμπτωτο μήκος (L_{∞}) νωρίτερα. Σε αντίθεση με τα αρσενικά άτομα

τα θηλυκά παρουσιάζουν μεγαλύτερο ασύμπτωτο μήκος (L_{∞}). Οι διαφορές αυτές θα μπορούσαν να θεωρηθούν βιολογικά χαρακτηριστικά των ατόμων σε διαφορετικά ενδιαιτήματα. Όταν επικρατούν οι βέλτιστες οικολογικές και περιβαλλοντικές συνθήκες παρατηρείται ότι ευνοούνται τα μεγαλύτερα σε μέγεθος άτομα του πληθυσμού (Patimar *et al.* 2009).

Ο κύκλος ζωής των αθερινοειδών είναι μικρότερος σε περιβάλλον με υψηλή θερμοκρασία νερού (νότια Μεσόγειος και Ερυθρά θάλασσα) και μεγαλύτερος σε περιβάλλον με χαμηλότερη θερμοκρασία νερού (βόρεια Μεσόγειος και Αγγλία) (Bartulovic *et al.* 2004).

Στην παρούσα εργασία στον Θερμαϊκό κόλπο αλιεύθηκαν άτομα του είδους *Atherina boyeri*. Η μέγιστη ηλικία που βρέθηκε ήταν τα 3 έτη. Το εύρος τιμών του ολικού μήκους σώματος κυμαινόταν μεταξύ 42 – 116 mm (Πιν 1.7). Αντίστοιχα οι τιμές των παραμέτρων αύξησης υπολογίσθηκαν και βρέθηκαν ίσες με (L_{∞}) 129,445 και (k) 0,44.

Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 1.7 η μεγαλύτερη ηλικία την οποία είχαν τα άτομα που αλιεύθηκαν ήταν τα τρία έτη. Υπήρξαν εργασίες στις οποίες έγινε αναφορά για τέσσερα και σπανιότερα για πέντε έτη. Αναφέρθηκε παραπάνω πως ο κύκλος ζωής των ατόμων του είδους είναι μικρότερος σε περιβάλλον διαβίωσης με υψηλή θερμοκρασία νερού όπως είναι η Μεσόγειος θάλασσα και πόσο μάλλον που ο Θερμαϊκός είναι ένας κόλπος σχετικά κλειστός και παρουσιάζει θερμοκρασιακές διακυμάνσεις κατά την περίοδο του έτους. Σε αντίθεση με βορειότερες περιοχές όπου παρατηρείται χαμηλότερη θερμοκρασία περιβάλλοντος και ο κύκλος ζωής είναι πιο διευρυμένος.

Ενδέχεται η χρονική περίοδος δειγματοληψίας και η συχνότητα συλλογής δειγμάτων στην παρούσα εργασία να διαφέρει από αυτήν των άλλων ερευνητών και αυτό να έχει ως αποτέλεσμα την ανάγνωση λιγότερων δακτυλίων στα λέπια. Δεδομένου ότι ο σχηματισμός δακτυλίου στο συγκεκριμένο είδος λαμβάνει χώρα κατά τους μήνες Φεβρουάριο με Μάρτιο και η δειγματοληψία έλαβε χώρα τον μήνα Ιανουάριο είναι πιθανό να μην πρόλαβε να σχηματιστεί ο τέταρτος δακτύλιος και για τον λόγο αυτό δεν βρέθηκε (Πίν. 1.7).

Πίνακας 1.7 Συγκριτικός πίνακας της ηλικίας της παρούσας εργασίας με μελέτες άλλων ερευνητών.

ΕΙΔΟΣ	ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	ΠΕΡΙΟΧΕΣ	ΕΤΗ	TL mm
<i>Atherina boyeri</i>	Παρούσα εργασία	Θερμαϊκός κόλπος	3	42 -116
	Pombo <i>et al.</i> 2005	Πορτογαλία, Ria de Aveiro	3	16 - 116
	Pajuelo & Lorenzo 1998	Κανάριες νήσοι	2	25 - 70
	Pajuelo & Lorenzo 2000	Κανάριες νήσοι	3	52 - 113
	Pallaoro <i>et al.</i> 2006	Κεντρική Ανατολική Αδριατική	5	38 - 145
	Moreno & Morales- Nin 2002	Κανάριες νήσοι	2	23 - 104
	Patimar <i>et al.</i> 2009	Κασπία, υγροβιότοπος Gomishan	4	35 - 129
	Koutrakis <i>et al.</i> 2004	λίμνη Βιστονίδα	5	13 - 105
	Leonardos & Sinis 1999	λιμνοθάλασσα του Αιτωλικού	3	12 - 104
	Leonardos 2001	λίμνη Τριγωνίδα	4	44 - 110
	Bartulovic <i>et al.</i> 2004	Αδριατική, Mala Neretva	4	31 - 116
	Soler <i>et al.</i> 2003	Mar Menor, NA Ιβηρική χερσόνησος	3	> 94
	Pallaoro <i>et al.</i> 2002	λιμνοθάλασσα Pantana, Κροατία	4	43 - 118

Στον Πίνακα 1.8 οι συντελεστές των παραμέτρων αύξησης (L_{∞}) και (k) της εξίσωσης του Von Bertalanffy βρέθηκαν ίσοι με 129,445 και 0,44 αντίστοιχα. Είναι γνωστό ότι ο Θερμαϊκός κόλπος αποτελεί μια περιοχή σχετικά κλειστή η οποία τα τελευταία χρόνια έχει δεχτεί υπεραλίευση από τα διάφορα αλιευτικά εργαλεία. Αυτό έχει σαν αντίκτυπο στους πληθυσμούς των ατόμων να φτάνουν σε μικρότερο ασύμπτωτο μήκος. Όταν ένας πληθυσμός υπεραλιεύεται και το απόθεμα των ψαριών δέχεται μεγάλη αλιευτική πίεση, παρατηρείται μετατόπιση των κλάσεων μήκους προς τα μικρότερα μεγέθη. Για τον λόγο αυτό θα μπορούσε να δικαιολογηθεί και το σχετικά μικρά ασύμπτωτο μήκος σε σχέση με άλλες περιοχές.

Ο Θερμαϊκός κόλπος είναι μια περιοχή η οποία περιστοιχίζεται από μεγάλα αστικά κέντρα, γεωργικές εκτάσεις και από διάφορων ειδών βιομηχανίες και εργοστάσια. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να δέχεται ένα πολύ μεγάλο φόρτο από απορρίμματα, θρεπτικά άλατα, φυτοφάρμακα των γεωργικών περιοχών, αστικά απόβλητα και βιομηχανικά λύματα με συνέπεια την ρύπανση του υδάτινου περιβάλλοντος και τη νέκρωση των λειμώνων Ποσειδωνίας οι οποίοι αποτελούν το κατάλληλο ενδιαίτημα για οργανισμούς που αποτελούν τροφή για τους πληθυσμούς της αθερίνας, με άμεση συνέπεια η εύρεση τροφής από τα ψάρια να γίνεται δυσκολότερη και η ποιότητά της να έχει υποβαθμιστεί. Αυτό με τη σειρά του οδηγεί στην μείωση του ρυθμού ανάπτυξης (k) των ατόμων ο οποίος όπως αναφέρθηκε παραπάνω είναι άμεσα συνυφασμένος με την ποσότητα και την ποιότητα της διαθέσιμης τροφής στο θαλάσσιο περιβάλλον. Αυτός είναι πιθανόν ένας λόγος για τον οποίο ο ρυθμός αύξησης (k) είναι μικρότερος σε σχέση με άλλες περιοχές μελέτης (Πίν. 1.8).

Πίνακας 1.8 Σύγκριση των παραμέτρων αύξησης (L_{∞}) και (k) του είδους *Atherina boyeri* και σύγκριση με άλλες περιοχές μελέτης.

ΕΙΔΟΣ	ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	ΠΕΡΙΟΧΕΣ	(L_{∞})	(k)
<i>Atherina boyeri</i>	Παρούσα εργασία	Θερμαϊκός κόλπος	129,445	0,44
	Pombo <i>et al.</i> , 2005	Πορτογαλία, Ria de Aveiro	116	0,099
	Pajuelo & Lorenzo, 1998	Κανάριες νήσοι	211,81	0,79
	Pajuelo & Lorenzo, 2000	Κανάριες νήσοι	122	0,79
	Pallaoro <i>et al.</i> , 2006	Κεντρική Ανατολική Αδριατική	152,5	0,43
	Moreno & Morales- Nin, 2002	Κανάριες νήσοι	106	0,79
	Patimar <i>et al.</i> , 2009	Κασπία, υδροβιότοπος Gomishan	155,17	0,27
	Koutrakis <i>et al.</i> , 2004	λίμνη Βιστονίδα	116,97	0,35
	Leonardos & Sinis, 1999	λιμνοθάλασσα του Αιτωλικού	115,79	0,24
	Leonardos, 2001	λίμνη Τριχονίδα	112,4	0,42
	Bartulovic <i>et al.</i> , 2004	Αδριατική, Mala Neretva	135	0,37
	Soler <i>et al.</i> , 2003	Mar Menor, ΝΑ Ιβηρική χερσόνησος	81,9	0,91
	Pallaoro <i>et al.</i> , 2002	λιμνοθάλασσα Pantana, Κροατία	172,1	0,2

Από την μελέτη μεταξύ του ολικού μήκους σώματος (TL) και του ολικού βάρους (W) των ατόμων βρέθηκε ότι υπάρχει μεταξύ των δύο αυτών μορφομετρικών χαρακτηριστικών αλλομετρία. Και πιο συγκεκριμένα οι δύο αυτοί μορφομετρικοί χαρακτήρες παρουσιάζουν αρνητική αλλομετρική αύξηση μεταξύ τους. Η σταθερά (b) βρέθηκε ίση με 2,47. Με άλλα λόγια το ψάρι μεγαλώνει με γρηγορότερο ρυθμό ως προς το μήκος του σε σχέση με το βάρος του. Ο συντελεστής συσχέτισης R²

μεταξύ των δύο αυτών μορφομετρικών χαρακτήρων βρέθηκε ίσος με 0,949 και υποδηλώνει υψηλή συσχέτιση με το $P < 0,05$ (Πιν 1.9).

Με βάση την μορφομετρική ανάλυση παρατήθηκε πως οι μορφομετρικοί χαρακτήρες των ψαριών παρουσιάζουν υψηλή συσχέτιση μεταξύ τους $r^2 > 0,91$ λόγω της σημαντικής παλινδρόμησης που παρουσιάζουν.

Η στατιστική επεξεργασία έδειξε ότι υπάρχει μια πολύ καλή συσχέτιση μεταξύ του ολικού μήκους (TL) και του βάρους (W) η οποία διαπιστώνεται και από το συντελεστή του (R^2) = 0,9491. Το $P < 0,05$ έδειξε ότι το b διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το 3, δηλαδή υπάρχει αρνητική αλλομετρία. Με άλλα λόγια το ολικό μήκος του ψαριού (TL) δεν μεταβάλλεται με τον ίδιο ρυθμό με τον οποίο μεταβάλλεται το ολικό βάρος του σώματος (W) του ψαριού.

Το ίδιο ισχύει και για την συσχέτιση μεταξύ των υπολοίπων μορφομετρικών χαρακτήρων με το ολικό μήκος σώματος (TL) του ψαριού. Εξαιρούνται η συσχέτιση μεταξύ ολικού μήκους σώματος (TL) και σταθερού μήκους σώματος (SL) και η συσχέτιση μεταξύ ολικού μήκους σώματος (TL) και μεσουραίου μήκους σώματος (FL) (Πιν 1.9).

Στην εκβολή του ποταμού Mala Neretva στην Αδριατική θάλασσα η κλίση της καμπύλης (b) της σχέσης μήκους βάρους δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά ανάμεσα στα δύο φύλλα. Οι τιμές της παραμέτρου b για τα δύο φύλλα μαζί ήταν $b = 3,24$, για τα αρσενικά ($b = 3,1$) και για τα θηλυκά ($b = 3,27$). Οι τιμές του b για τα αρσενικά, τα θηλυκά άτομα και για τα δύο φύλλα μαζί, διέφεραν στατιστικά σημαντικά από το 3 εμφανίζοντας θετική αλλομετρική αύξηση (Bartulovic et al. 2004) (Πιν 1.9).

Στην λίμνη Τριχωνίδα η τιμή του b διέφερε σημαντικά από το 3 και στην λίμνη Βιστωνίδα και στην λιμνοθάλασσα του Πόρτο Λάγος, το είδος εμφάνισε θετική αλλομετρική αύξηση ($b = 3,22$) και δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δύο φύλλα (Koutrakis *et al.* 2004). Στην λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου- Αιτωλικού, η τιμή του b δεν διέφερε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο φύλλων, όπου για τα αρσενικά άτομα, ήταν ίση με 3,11 ενώ για τα θηλυκά ίση με 3,16 (Leonardos and Sinis 2000).

Στην λιμνοθάλασσα Ria de Aveiro, στην Πορτογαλία, βρέθηκε ότι η τιμή του b ήταν ίση 3,4 υποδηλώνοντας ότι τα άτομα του πληθυσμού *A. boyeri* αυξάνουν γρηγορότερα σε βάρος παρά σε μήκος (Pombo *et al.* 2005).

Στην Αγγλία στην περιοχή Oldbury, βρέθηκε ότι η σχέση μεταξύ σταθερού μήκους (SL) και ολικού βάρους (W) σώματος των ατόμων *A. boyeri* δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους ($P < 0.05$) και η τιμή του $b = 3,36$ το οποίο δείχνει θετική αλλομετρική αύξηση (Palmer & Culley 1983) (Πιν 1.9).

Τέλος στην λιμνοθάλασσα του Mar Menor στην Ιβηρική χερσόνησο, μελετήθηκε η συσχέτιση μεταξύ σταθερού μήκους (SL) και ολικού βάρους (W) σώματος των ατόμων *A. boyeri*, και βρέθηκε ότι οι μορφομετρικοί χαρακτήρες (SL) και (W) διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους (Soler *et al.* 2003).

Πίνακας 1.9 Σύγκριση της παραμέτρου b και της αλλομετρίας για το είδος *A. boyeri* της παρούσας εργασίας σε σύγκριση με άλλους ερευνητές.

ΕΙΔΟΣ	ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	ΠΕΡΙΟΧΕΣ	b	ΑΛΟΜΕΤΡΙΑ
<i>Atherina boyeri</i>	Παρούσα εργασία	Θερμαϊκός κόλπος	2,47	Αρνητική
	Pombo <i>et al.</i> 2005	Πορτογαλία, Ria de Aveiro	3,09	Θετική
	Pajuelo & Lorenzo 1998	Κανάριες νήσοι	3,3	Θετική
	Pajuelo & Lorenzo 2000	Κανάριες νήσοι	3,077	Θετική
	Pallaoro <i>et al.</i> 2006	Κεντρική Ανατολική Αδριατική	3,14	Θετική
	Patimar <i>et al.</i> 2009	Κασπία, υδροβιότοπος Gomishan	3,01	Θετική
	Koutrakis <i>et al.</i> 2004	λίμνη Βιστονίδα	3,22	Θετική
	Leonardos & Sinis 2000	λιμνοθάλασσα του Αιτωλικού	3,15	Θετική
	Leonardos 2001	λίμνη Τριχωνίδα	3,18	Θετική
	Bartulovic <i>et al.</i> 2004	Αδριατική, Mala Neretva	3,24	Θετική
	Soler <i>et al.</i> 2003	Mar Menor, ΝΑ Ιβηρική χερσόνησος	3,113	Θετική
	Pallaoro <i>et al.</i> 2002	λιμνοθάλασσα Pantana, Κροατία	2,94	Αρνητική
	Palmer & Culley 1983	Αγγλία, Oldbury	3,36	Θετική

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το είδος *Atherina boyeri* είναι ένα ψάρι που προτιμάει κυρίως κλειστούς κόλπους, λιμνοθάλασσες αλλά και εκβολικά συστήματα για ενδιαίτημα και για αναπαραγωγή.

1. Είναι ένα βραχύβιο είδος με σχετικά υψηλό αύξησης και με μέγιστη ηλικία που δεν ξεπερνά τα 4 έτη. Σπανιότερα έχει αναφερθεί και η ηλικία των 5 ετών.
2. Κατά το πρώτο έτος της ζωής του το ψάρι λόγω του υψηλού ρυθμού αύξησης αποκτά το 43,7% του ολικού μήκους σώματος του (TL). Άλλοτε έχει αναφερθεί ότι κατά το πρώτο έτος της ζωής του αποκτά το 56,2% με 60% του ολικού μήκους σώματος του (TL).
3. Μετά το πέρας του πρώτου έτους της ζωής τους τα αθερινοειδή παρουσιάζουν έντονη μείωση του ρυθμού αύξησης τους γεγονός το οποίο οφείλεται στην γεννητική ωρίμανση των γονάδων.
4. Έχει παρατηρηθεί ότι ο κύκλος ζωής των αθερινοειδών είναι μικρότερος σε περιβάλλον με υψηλή θερμοκρασία νερού και μεγαλύτερος σε χαμηλότερη θερμοκρασία νερού.
5. Τα άτομα του είδους *Atherina boyeri* εμφάνισαν αρνητική αλλομετρική αύξηση στον Θερμαϊκό κόλπο.
6. Ο ρυθμός αύξησης (k) είναι μεγαλύτερος στα αρσενικά άτομα και μικρότερος στα θηλυκά.
7. Οι βιοτικοί και αβιοτικοί παράγοντες του θαλάσσιου περιβάλλοντος επηρεάζουν σημαντικά τα άτομα ως προς την ανάπτυξη του και τον ρυθμό αύξησης.
8. Ο σχηματισμός του δακτυλίου λαμβάνει χώρα τους μήνες Φεβρουάριο με Μάρτιο.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη βιβλιογραφία

- Abrahamson N.J. (1971). Computer programs for fish stock assessment. *FAO*, Rome, pp 101.
- Andreu S. A., Olivia-Paterna .F.J., Fernandez-Delgado C., Torralva M. (2003). Age and growth of the sand smelt, *Atherina boyeri* (Risso 1810), in the Mar Menor coastal lagoon. *Journal of Applied Ichthyology*, 19: 202 – 208.
- Bagenal T. B., Tesch F. W. (1978). Age and growth in methods for assessment of fish production in fresh waters. Blackwell Scientific Publication, Oxford, pp 136.
- Bartulovic V., Glamuzina B., Conides A., Dulcic J., Lucic D., Njire J., Kozul V. (2004). Age, Growth, Mortality and sex ratio of sand smelt *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Pisces: Atherinidae) in the estuary of the Mala Neretva River (middle-eastern Adriatic, Croatia). *Journal of Applied Ichthyology*, 20: 427 – 430.
- Bhattacharya C.G. (1967). A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*, 23: 115-135.
- Bone Q., Marshall N. B., Blaxter J. H. S. (2004). *Biology of Fishes*. BIOS Scientific Publishers, Oxford, pp 111.
- Boscolo I. (1970). Osservazioni sulla biologia e sulla pesca dell, *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Osteichthyes Atherinidae) vivente nelle acque dell'alto Adriatico. *Idrobiol.* 25: 61 – 79.
- Casselman J. M. (1983). Determination of age and growth. In: Weatherley A. H., Gill S. (eds) *The biology of fish Growth*. Academic press, London, pp. 209-242.
- 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
- Dyer B. (1998) Phylogenetic systematics and historical biogeography of the neotropical silverside family Atherinopsidae (Teleostei: Atheriniformes) in Malabarba. *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. Rome, 519-536.
- Fouda M.M. (1995). Life history strategies of 4 small-size fishes in the Suez Canal-Egypt. *J.Fish.Biol.*, 46 : 687-702.
- Francis R.C. (1990). Back – calculation of fish length: a critical review. *Journal of Fish Biology*, 36: 883 – 902.

- Gallucci V. F., Saila S. B., Gustafson D. J., Rothschild B. J. (1996). Stock Assessment, Quantitative Methods and Applications for Small-Scale Fisheries. CRC Press Inc. Lewis Publishers, London, pp 41-45.
- Hasselblad, V. (1966). Estimation of parameters for a mixture of normal distributions. *Technometrics*, 8: 431-444.
- Hernandez S., Leon S. (1988). Ciclo anual de la biomasa del mesozooplankton sobre un area de plataforma en aguas del archipelago. *Canario. Inv. Pesq.*, 52 : 3-16.
- Hile R. (1948). Standardization of methods of expressing length and weights of fish. *Tranc. Amer. Fish. Soc.*, 75 : 157 – 164.
- Horwood J.W (1998). Evaluation of closed areas for fish stock conservation. *J.of Appl.Ecology* , 35 :893-903.
- Isaac V.J. (1990). The accuracy of some length-based methods for fish population studies. *FAO*, Rome, pp 81.
- Kaiser M. J., Groot S. J. (2000). Effects of Fishing on Not- Target Speacies and Habitats. Blackwell Science, London, pp. 499.
- Koutrakis E., Kamidis N., Leonardos I. (2004). Age, growth and mortality of a semi-isolated lagoon population off sand smelt, *Atherina boyeri* (Risso1810) (Pisces: Atherinidae) in an estuarine system of northern Greece. *Journal of Applied Ichthyology*, 20: 382-388.
- Leonardos I. (2001). Ecology and exploitation pattern of a landlocked population of sand smelt, *Atherina boyeri* (Risso 1810), in Trichonis lake (western Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 17: 262 – 266.
- Leonardos I., Sinis D. (2000). Age, growth and mortality of *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Pisces: Atherinidae) in the Mesolongi and Etolikon lagoons (W. Greece). *Fisheries Research*, 45: 81 – 91.
- Lorenzo J.M., Pajuelo J.G. (1999). Age and growth of the sand smelt *Atherina (Hepsetia) Presbyter* cuvier, 1829 in the Canary Islands (Central-east Atlantic). *Fisheries Research*, 41: 177 – 182.
- Marfin J.P. (1982). Feeding and condition of the silverside *Atherina boyeri*, (R.1810), during one annual cycle. *J. Rech. -Oceanogr.*, 7 : 12-40.
- Miller P. (2003). The freshwater fishes of Europe, Mugilidae Atherinidae Atherinopsidae Blenniidae Odontobudae Gobidae. *Aula Verlag*, London, pp 154-155.
- Moreno T., Morales-Nin B. (2003) Age determination and validation on otoliths of the sand-smelt atherina *Presbyter* (Cuvier, 1829) (Pisces: Atherinidae) from the central-east Atlantic. *Fisheries Research*, 62 :77 – 87.

- Muus B.J., Dahlstroem Pr. (1971) A guide to the freshwater fishes of Britain and Europe. Collins Publ., London, pp 361.
- Nelson J. S. (1994) Fishes of the World. Wiley & Sons, New York, pp 416.
- Nelson J. S. (2007) Fishes of the World. Wiley & Sons, New York, pp 622.
- Pajuelo J.G., Lorenzo J.M. (2000). Biology of the sand smelt, *Atherina presbyter* (Teleostei: Atherinidae), off the Canary Islands (central-east Atlantic). Environmental Biology of Fishes, 59: 91 – 97.
- Pallaoro A., Franicevic M., Matic S. (2002). Age, growth and mortality of big-scale sand smelt, *Atherina (Hepsetia) boyeri* Risso, 1810 in the Pantana lagoon, Croatia. Periodicum Biologorum, 104 : 175 – 183.
- Pallaoro A., Dulcic J., Jardas I., Kraljevic M. (2007). Some biological parameters of the Mediterranean sand smelt *Atherina*, *Atherina hepsetus*, Linnaeus, 1758 (Pisces: Atherinidae) from the middle eastern Adriatic (Croatian coast). J. Appl. Ichthyol., 23: 189 – 192.
- Palmer C., Culley M. (1983). Aspects of the biology of the Sandsmelt *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Teleostei: Atherinidae) at oldbury-upon-Severn, Gloucestershire, England. Estuarine Coastal and shelf science, 16: 163-172.
- Patimar R., Yousefi M., Hosieni - Morteza S. (2009). Age, growth and reproduction of the sand-smelt *Atherina boyeri* Risso, 1810 in the Gomishan wetland – southeast Caspian Sea. Estuarine, Coastal and Shelf Science 81: 457 – 462.
- Poizat G., Crivelli A.J. (1997). Use of seasonally flooded marshes by fish in a mediterranean wetland. Timing and demographic consequences. J.Fish.Biol., 51:106-119.
- Pombo L., Elliott M., Rebelo J. (2005). Ecology, age and growth of *Atherina boyeri* and *Atherina presbyter* in the Ria de Aveiro, Portugal. Cybium, 29: 47 – 55.
- Ricker W. E., Merriman D. (1945). On the methods of measuring fish. Copeia, 4: 184 – 191.
- Shepherd J.G. (1987). A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data. In : Pauly D., Morgan G.R. (eds). Length-based methods in fisheries research. FAO, Rome, pp 113-119.
- Thomson J.M. (1951). Growth and habitats of the sea mullet, *Mugil dobula* Gunther in the western Austria . Aust. J. Mar. Freshwater Res., 2 : 193 – 225.
- Trabelsi M., Guignard J, Kartas F. (2002). *Atherina boyeri*, premiere mention en Mediterranee de deux populations marines sympatriques. Cybium, 18 :457-459.

Weatherley A.H. (1987). The Biology of Fish Growth. Academic Press, London, pp 209 – 242.

Yerli S. (1997). Trophic status of Sultan marshes, Turkey. Fresenius-Env. Bulletin , 6: 97-102.

Ελληνική βιβλιογραφία

Κασπίρης, Π. (2000) Κλείδες προσδιορισμού των Ελληνικών ιχθύων. Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών.

Κοκοκύρης Λ., & Καρύδας Φ. (2003). «Αλιευτική τεχνολογία». Εργαστηριακές σημειώσεις μαθήματος. ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης, Παράρτημα Ν. Μουδανιών, Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας & Υδατοκαλλιεργειών, σελ 38.

Μίνος Γ. (2002). «Αλιευτική Βιολογία» Εργαστηριακές σημειώσεις μαθήματος. ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης, Παράρτημα Ν. Μουδανιών, Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας & Υδατοκαλλιεργειών.

Μίνος Γ. (2004). «Ιχθυοκαλλιέργειες» Εργαστηριακές σημειώσεις μαθήματος. ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης, Παράρτημα Ν. Μουδανιών, Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας & Υδατοκαλλιεργειών.

Παρλαπάνη Φ. (2006). Μορφομετρικά χαρακτηριστικά και σχέσεις μήκους – βάρους ευρύαλλων ψαριών στις εκβολές του ποταμού Αξιού. Πτυχιακή εργασία Αλεξάνδρεια Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης σελ. 16.

Στεργίου Ι. Κ. (1991). Διδακτορική διατριβή «Βιολογία οικολογία και δυναμική του ψαριού *Cerola macrophthalmas* (Pisces : Cerolidae) στον Ευβοϊκό και Παγασητικό κόλπο» ΑΠΘ τμήμα Βιολογίας, σελ. 220.

Τίγκιλης Γ. (2000). Καταγραφή της Ιχθυοπανίδας εσωτερικών νερών Κρήτης. Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου Ιχθυολόγων, Μεσολόγγι, 197-200

Τσίκληρας Α. (2007). «Προωθημένη βιοστατιστική» Εργαστηριακές σημειώσεις μαθήματος. ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης, Παράρτημα Ν. Μουδανιών, Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας & Υδατοκαλλιεργειών.

Ηλεκτρονική βιβλιογραφία

<http://fishing-forum.org/cgi/zukan/img/014425.jpg>.

http://content7.eol.org/content/2009/05/19/11/97244_large.jpg

<http://www.univ-ubs.fr/ecologie/Photos/atherine.jpg>

http://www.kesfetmekicinbak.com/doga/08100/imperiaflex_0_69_0.jpg

http://www.aquamaps.org/imagethumb/file_destination/pic_Fis-29684.jpg

www.Googleearth.gr

<http://paraktio-psarema.pblogs.gr/files/f/171488-boat.jpg>

http://www.diveshop.gr/DF_forum/photos/get-photo.asp?photoid=420

http://www.yen.gr/wide/alieia_6.jpg

<http://2dim-n-michan.thess.sch.gr/Image13.gif>

<http://www.um.u-tokyo.ac.jp>

7. ABSTRACT

On 13 February 2009 was realised a once only sampling with motor trawler in the region of Thermaikos Gulf. Were fished by the motor trawler individuals of type *Atherina boyeri* and were collected 126 adult individuals of type that had breadth of length 42 - 116 mm. The trawls were performed with standard speed and in certain depth. The individuals that were fished and collected were transported in the laboratory. There we took measurements of [morfometrikon] characters, total length of body (TL) and total weight of body (W).

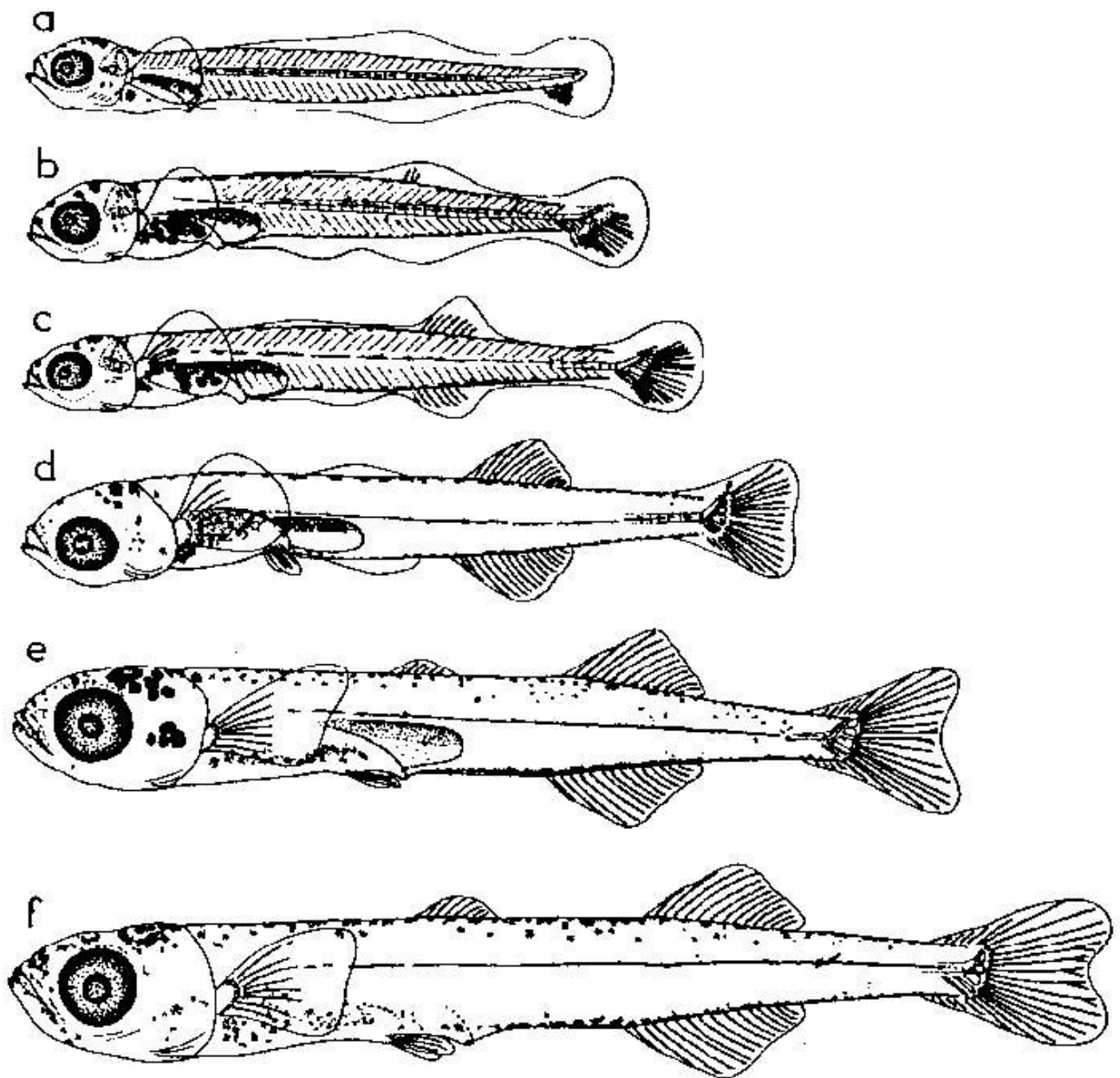
After they became the all essential measurements by each fish we took 12 scale with the help of pincer and followed Friday of samples. Before this the scale was cleaned and they were washed very well in order to are removed by any chance filths that could complicate the observation and the reading of rings. Provided that they prepared to observation samples scale they were placed in stereoscope OLYMPUS SZX of 12 [prospiptontos] cold lighting and they were observed. At their observation been appreciated optically the age of each individual separately. Were found three age-related age-groups in the population of *Atherina boyeri* (1, 2, 3). Afterwards with the help of program Image Analysis Pro Plus 4.0 were measured with precision the distances of total diagonal beam (Rn) and each beam separately (R1, R2, R3) from the core each scale.

Then it followed statistical and mathematic analysis of results of measurements of scale and [morfometrikon] characters. It was calculated and was found the relation that connects the total diagonal beam (Rn) with the total length of body (TL) the fish. Afterwards became calculation of means of total length of body (TL), total diagonal beam (Rn) and beams (R1, R2, R3) the scale

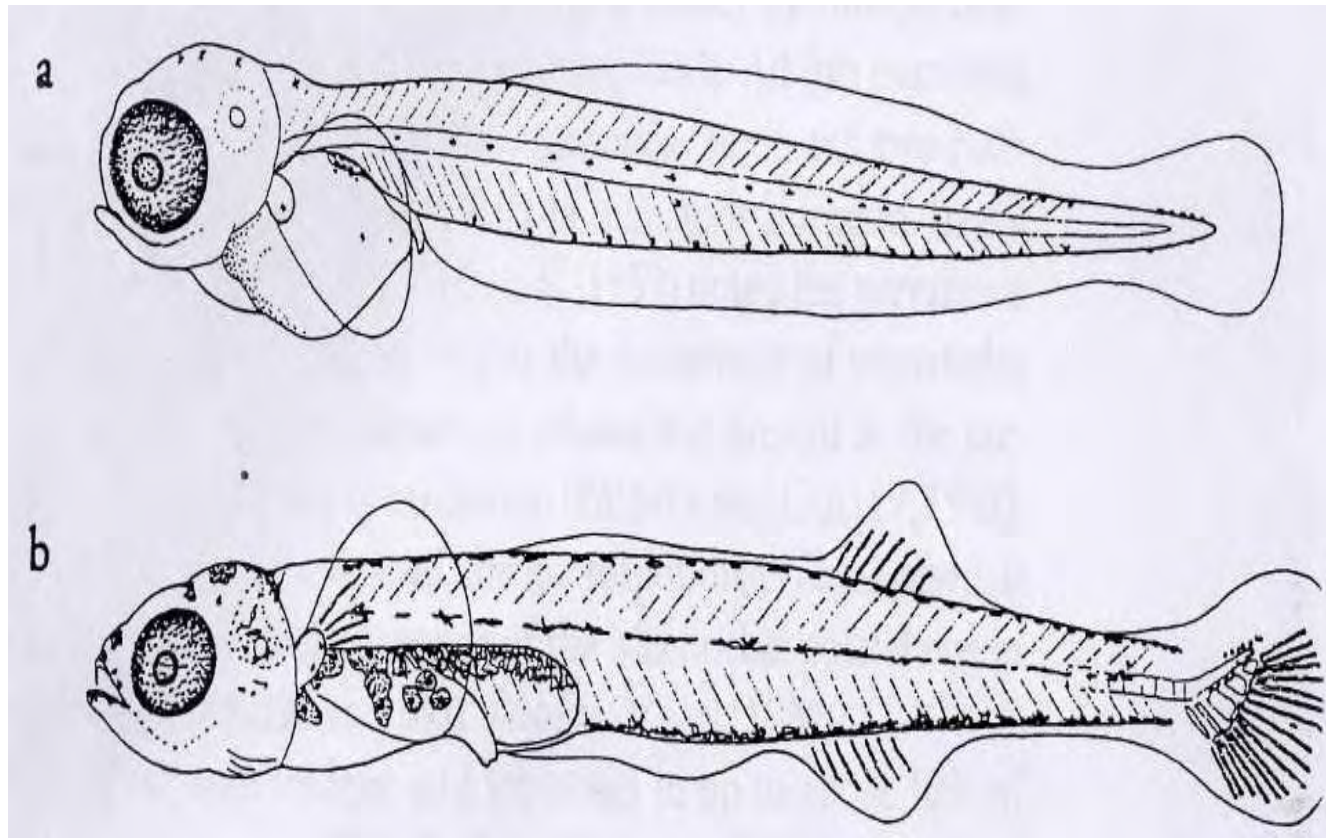
Next step was the retrograde calculation of length (Back - Calculation) with the help of that found the length that had the fish at the shaping of ring. Followed the study of increase of type *Atherina boyeri* with the help of statistical parcel Statgraphics 5.0. With this parcel became feasible the calculation of parameters of increase of equation of Von Bertalanffy of that is to say parameters of asymptote length (L_{∞}) and rythm of increase (k) and (t0). The price of asymptote length (L_{∞}) was found equal with the 129,445 rythm of increase (k) equal with the 0,44 and (t0) equal with -0,012. Then became the calculation of relation of total length of body (TL) and total weight of body (W).

From the equation was found the allometric relation that connects these two morfometric characters. More analytically it was found that the total length of body (TL) and total weight of body (W) are altered allometric with factor (b) equal with 2,47 which implies negative [allometriki] increase. The factor of cross-correlation (R2) was found equal with 0,949 implying high cross-correlation between the two characters.

8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Εικόνα 7.1 Νύμφες αθερίνας ολικού μήκους σώματος (a,b,c) 9,9 – 10,3 mm & (d,e,f) 11,3 – 17,3 mm (Daoulas *et al.* 1996).



Εικόνα 7.2 Άτομο του είδους *Atherina boyeri* σε αναπτυξιακά στάδια στην λίμνη

Τριγωνίδα : α) 5,8mm και β) 11,2mm (Economou *et al* 1994).

Εικόνα 3

Εικόνα 4

Εικόνα 5

Εικόνα 6

Εικόνα 7

Εικόνα 8



Εικόνα 7.3 Άτομα του είδους *Atherina boyeri* με ολικό μήκος σώματος 8 mm, 9 mm, 10 mm, 11 mm, 12 mm και 13 mm (από πάνω προς τα κάτω).

Εικόνα 9



Εικόνα 10



Εικόνα 11



Εικόνα 12



Εικόνα 13



Εικόνα 7.4 Άτομα του είδους *Atherina boyeri* με ολικό μήκος σώματος 15 mm, 17,5 mm, 18,5 mm, 26 mm και 31 mm (από πάνω προς τα κάτω).

Εικόνα 14



Εικόνα 15



Εικόνα 16



Εικόνα 17



Εικόνα 18



Εικόνα 7.5 Άτομα του είδους *Atherina boyeri* με ολικό μήκος σώματος

32,7mm, 33,6mm, 34,6 mm, 37 mm και 37,2 mm (από πάνω προς τα κάτω).

Εικόνα 19



Εικόνα 20



Εικόνα 21



Εικόνα 22



Εικόνα 23



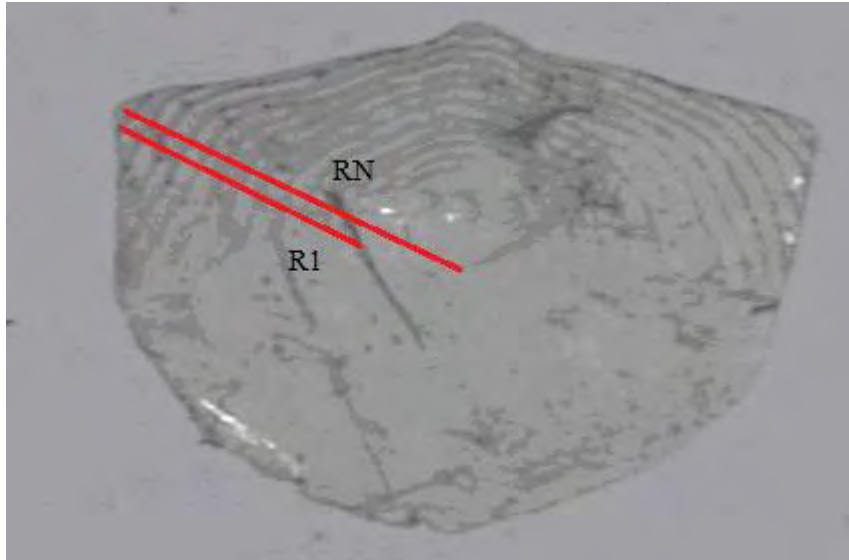
Εικόνα 24



Εικόνα 7.6 Άτομα του είδους *Atherina boyeri* με ολικό μήκος σώματος 38,9mm, 41mm, 43 mm, 45 mm, 49,5 mm και 52,5 mm (από πάνω προς τα κάτω).

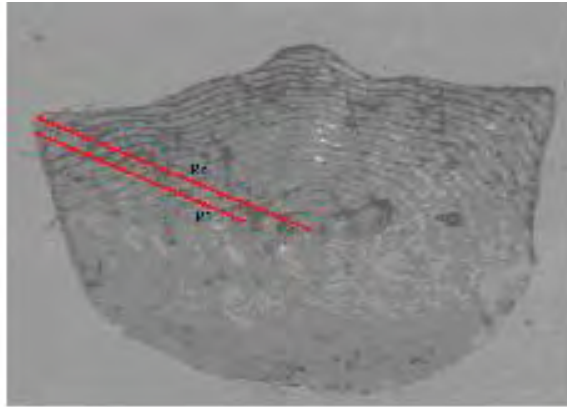


Εικόνα 7.7 Άτομα του είδους *Atherina boyeri* με ολικό μήκος σώματος 38,9mm, 41mm, 43 mm, 45 mm, 49,5 mm και 58,5 mm (από πάνω προς τα κάτω).

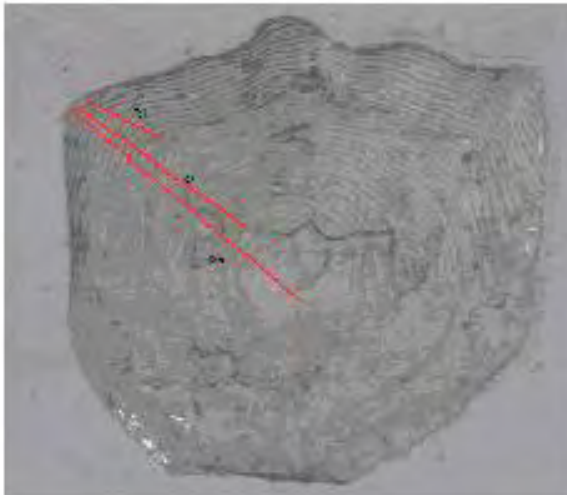


Εικόνα 7.8 Λέπια από άτομα του είδους *Atherina boyeri* με ολικό μήκος σώματος 58,5mm

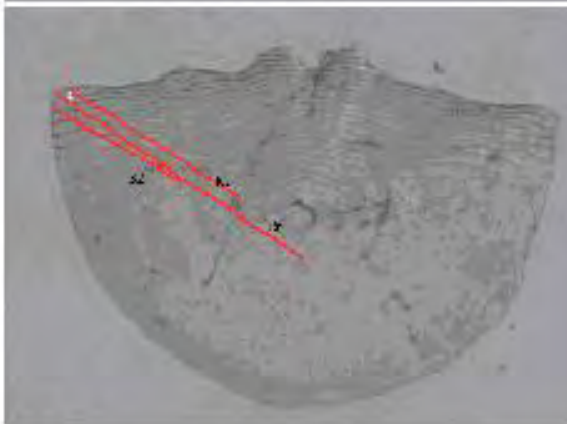
63mm



72mm

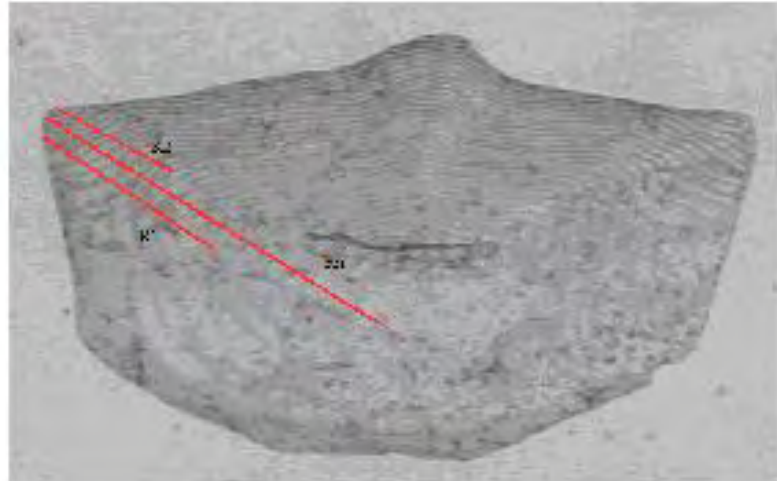


80mm

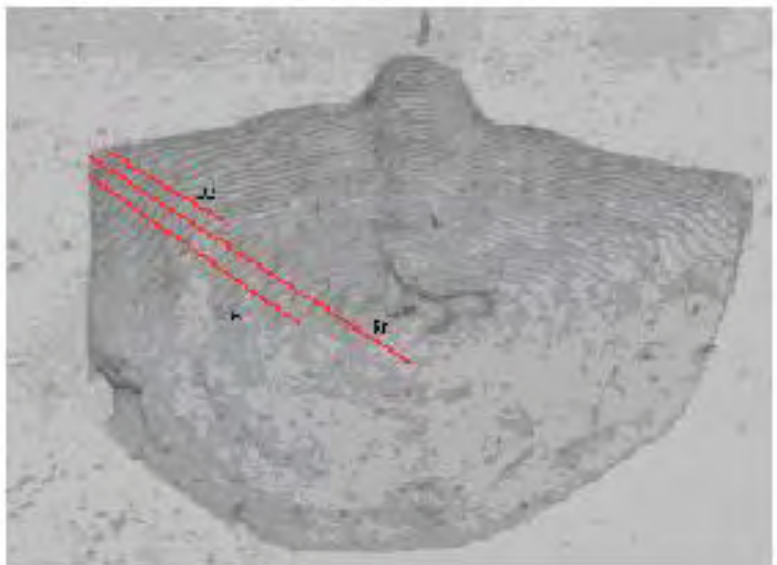


Εικόνα 7.9 Λέπια από άτομα του είδους *Atherina boyeri* με ολικό μήκος σώματος 63, 72 & 80mm.

92mm



100mm



Εικόνα 7.10 Λέπια από άτομα του είδους *Atherina boyeri* με ολικό μήκος σώματος 92 & 100mm