

Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ - ΑΛΙΕΙΑΣ

Πτυχιακή εργασία με θέμα:
**Επίδραση του παράσιτου *Anisakis sp.* στη δυναμική
των πληθυσμών των ειδών της αθερίνας (*Atherina
boyeri*, Risso 1810 και *Atherina hesperus*, Linnaeus
1758) στην περιοχή Σίγρι Λέσβου.**



Σπουδαστές:
Γρηγορίου Παναγιώτης
Περδικάρης Κώστας

Εισηγητής:
Λεονάρδος Γιάννης

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 1996



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	1
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	4
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
1. ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	7
1.1 Συστηματική κατάταξη των ιχθύων.....	8
1.2 Οικογένεια: Atherinidae	8
1.3 Είδος: <i>Atherina boyeri</i> (Risso, 1810).....	9
1.4 Προβλήματα που συνδέονται με τον πολυμορφισμό της <i>Atherina boyeri</i> (Risso, 1810).....	10
1.5 Διατροφή της <i>Atherina boyeri</i> (Risso, 1810)	14
1.6 Είδος: <i>Atherina hespetus</i> (Linnaeus, 1758).....	15
1.7 Βιολογικά στοιχεία του παρασίτου	15
1.8 Συστηματική κατάταξη του παρασίτου	17
1.9 Βιολογικός κύκλος των παρασίτων	18
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	23
2.1 Δειγματοληψίες	24
2.1.1 Γενικά	24
2.1.2 Αλιευτικό εργαλείο	25
2.2 Επεξεργασία	25
2.2.1 Γενικά	25
2.2.2 Ταυτοποίηση των ειδών των ψαριών	26
2.2.3 Μέτρηση μήκους.....	28
2.2.4 Μέτρηση βάρους.....	28
2.2.5 Δειγματοληψία λεπιών	29
2.2.6 Στερέωση – Παρασκευάσματα λεπιών	29

2.2.7	Εξέταση λεπιών.....	30
2.2.8	Προσδιορισμός φύλου.....	30
2.2.9	Παρασιτολογική εξέταση.....	30
2.2.10	Επεξεργασία στοιχείων.....	33
3.	ΔΟΜΗ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ.....	34
3.1	Κατά μήκος σύνθεση.....	35
3.2	Σύνθεση κατά φύλο και κατά παράσιτο.....	43
3.2.1	Σύνθεση φύλου.....	43
3.2.2	Κατανομή των ατόμων με βάση την ύπαρξη του παρασίτου.....	45
3.2.3	Κατανομή των αρσενικών και των θηλυκών ατόμων με βάση την ύπαρξη παρασίτου.....	46
4.	ΗΛΙΚΙΑ.....	50
4.1	Γενικά.....	51
4.2	Μέθοδοι προσδιορισμού της ηλικίας.....	51
4.3	Προσδιορισμός της ηλικίας με τη μέθοδο των λεπιών.....	53
4.4	Σύνθεση ηλικιών.....	57
5.	ΑΥΞΗΣΗ.....	70
5.1	Γενικά.....	71
5.2	Μέθοδοι προσδιορισμού της αύξησης.....	71
5.3	Παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση.....	73
5.4	Σχέση μεσουραίου μήκους (FL) – ολικής ακτίνας λεπιού (R).....	74
5.5	Ανάδρομη αύξηση (Back calculation).....	77
5.6	Σχέση ολικού μήκους (TL) – μεσουραίου μήκους (FL) σώματος.....	79
5.7	Αύξηση κατά μήκος.....	81
5.8	Αύξηση κατά βάρος.....	87
6.	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	97
6.1	Ευρωστία – Συντελεστής ευρωστίας (K).....	98
6.2	Ηπατοσωματικός δείκτης (HSI).....	107
6.3	Γοναδοσωματικός δείκτης (GSI) – Αναπαραγωγή.....	114

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ	121
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	125
1. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ	126
2. ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	138
3. ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ	143
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	145

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το καλοκαίρι του 1993 εμφανίστηκαν νεκρές αθερίνες στην παράκτια περιοχή του Σιγρίου στη Δ. Λέσβο. Οι αθερίνες βρίσκονταν συνήθως στην επιφάνεια της θάλασσας νεκρές. Άλλοτε πάλι παρατηρούνταν συμπτώματα απώλειας ισορροπίας, κολύμβησης με το κεφάλι έξω και γενικά μη φυσιολογικής συμπεριφοράς. Μετά από απορία των ψαράδων της περιοχής για την τύχη των αποθεμάτων της αθερίνας, συλλέχθηκαν μικρά δείγματα από την εν λόγω περιοχή προς εμπειρική μελέτη. Η μελέτη αυτή έδειξε την ύπαρξη παρασίτου στην κοιλιακή χώρα της αθερίνας. Η σπανιότητα του φαινομένου αυτού αποτέλεσε το έναυσμα για την περαιτέρω επιστημονική μελέτη αυτής της παρασίτωσης.

Στόχος της παρούσας μελέτης είναι να βρεθεί κατά πόσο επηρεάζει το παράσιτο τη φυσιολογική ανάπτυξη της αθερίνας και με ποιο τρόπο. Συνεπώς η σχέση ξενιστή – παρασίτου αποτελεί το βασικό σημείο στο οποίο εστιάζεται το ερευνητικό ενδιαφέρον της μελέτης αυτής. Η κατανόηση των σχέσεων αυτών αποτελεί και την αφετηρία για τη διερεύνηση γενικότερα του οικοσυστήματος, στο οποίο ανήκει ο πληθυσμός της αθερίνας. Μια άλλη πτυχή του θέματος, που έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, είναι η προοπτική της αλιευτικής εκμετάλλευσης των αποθεμάτων της περιοχής.

Η ολοκλήρωση αυτής της μελέτης – έρευνας, θέλουμε να πιστεύουμε ότι συνέβαλε στην προώθηση της έρευνας στο πεδίο της βιολογίας ιχθύων. Ευχή μας είναι να αποτελέσει απαρχή για παρόμοιες και πιο ολοκληρωμένες μελέτες.

Γρηγορίου Παναγιώτης
Περδικάρης Κώστας

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας συνέβαλε ο εισηγητής Γιάννης Λεονάρδος με την αμέριστη συμπαράστασή του, την υποστήριξη και τις πολύτιμες συμβουλές του. Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους καθηγητές Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου Θεοφάνη Βορεινάκη και Γεώργιο Χώτο για την πολύτιμη προσφορά τους στις εργαστηριακές μελέτες και φωτογραφήσεις. Τέλος, ευχαριστούμε τους συνάδελφους σπουδαστές του τμήματος Ιχθυοκομίας – Αλιείας Ιγνάτιο Δεληνικολή για την πολύτιμη προσφορά του στην κατασκευή των ιστολογικών τομών και τον Γιάννη Ραβασόπουλο για την επίσης πολύτιμη προσφορά του στην τεχνική επιμέλεια της εργασίας.



1. ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1.1 Συστηματική κατάταξη των ιχθύων

Σύμφωνα με τους Καλούδη κ.α. (1992), οι Fisher et al. (1984) κατατάσσουν την αθερίνα ως εξής:

Βασίλειο	: Ζώα
Φύλο	: Χορδωτά
Υπόφυλο	: Σπονδυλωτά
Υποσυννομοταξία	: Ιχθύες
Ομοταξία	: Οστειχθύες
Υπέρκλαση	: Γναθοστόματα
Κλάση	: Τελεόστεοι
Υπέρταξη	: Ακανθοπτερύγιοι
Σειρά	: Αθερινόμορφα
Τάξη	: Atheriniformes
Υπόταξη	: Atherinoidei
Οικογένεια	: Atherinidae
Γένος	: Atherina
Είδη	: 1) <i>Atherina boyeri</i> Risso, 1810 : 2) <i>Atherina hespetus</i> Linnaeus, 1758

1.2 Οικογένεια: Atherinidae

Τα είδη των ψαριών που ανήκουν σε αυτή την οικογένεια έχουν σώμα ατρακτοειδές, κυλινδρικό και λίγο ή πολύ πλευρικά πεπιεσμένο. Χαρακτηρίζονται από την παρουσία δύο ραχιαίων πτερυγίων, δίλοβης ουράς και θωρακικών πτερυγίων τοποθετημένων σε μικρότερη απόσταση από το πρώτο ραχιαίο πτερύγιο, παρά από τα κοιλιακά πτερύγια. Επιπλέον

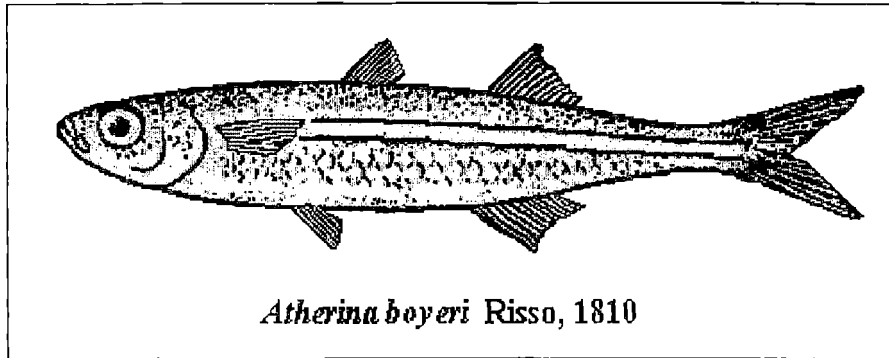
χαρακτηριστικό της οικογένειας αποτελεί η έντονη και εμφανής πλευρική γραμμή η οποία βρίσκεται εντός μίας αργυρόχρωμης επιμήκους λωρίδας.

Το στόμα είναι τελικό με δόντια στις γνάθους και στην υπερώα. Η διάμετρος των ματιών είναι μεγάλη σε σχέση με τα υπόλοιπα σωματικά χαρακτηριστικά. Τα λέπια είναι κυκλοειδή μικρού μεγέθους, όπως άλλωστε σε όλα τα ψάρια που έχουν μαλακές ακτίνες πτερυγίων. Οι βραγχιακές ακτίνες είναι 5 – 7.

Η οικογένεια απαρτίζεται από σχεδόν 100 διαφορετικά είδη με παγκόσμια κατανομή. Τα είδη *Atherina boyeri* (Risso, 1810) και *Atherina hesperus* (Linnaeus, 1758), συναντώνται στην ανατολική λεκάνη της Μεσογείου θάλασσας και αποτελούν αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας.

1.3 Είδος: *Atherina boyeri* (Risso, 1810)

Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του είδους, βάση των οποίων διακρίνεται από τα υπόλοιπα είδη της οικογένειας Atherinidae είναι: το κυρτό στόμα, το κοντό προκογχικό διάστημα και το μεγάλο, σε σχέση με το σώμα, μάτι. Τα βράγχια αποτελούνται από 21 – 23 ακτίνες, τα λέπια της πλευρικής γραμμής κυμαίνονται από 41 – 49 και η σπονδυλική στήλη αποτελείται από 40 – 49 σπόνδυλους. Οι ακτίνες του πρώτου ραχιαίου πτερυγίου είναι 6 – 9, του δεύτερου 8 – 14 (συνήθως 10 – 12) και του εδρικού πτερυγίου 11 – 17 (συνήθως 12 – 14). Επάνω στην αργυρόχρωμη λωρίδα που διατρέχει τις πλευρές του ψαριού, εμφανίζονται συχνά μία ή δύο σειρές μαύρων στιγμάτων (Εικ.1).



Εικόνα 1 Απεικόνιση της *Atherina boyeri* (Risso, 1810) (από Κασπίρη, 1976).

Η *Atherina boyeri* είναι μικρός πελαγικός τελεόστεος και η κατανομή του καλύπτει όλες τις παράκτιες περιοχές της Μεσογείου και της Μαύρης Θάλασσας. Η παρουσία της είναι μικρή κατά μήκος των Ατλαντικών ακτογραμμών, από τις Μαδέρες και το Μαρόκο μέχρι την Ισπανία. Καθώς κινούμαστε βορειότερα, εμφανίζεται μόνο σε απομονωμένες περιοχές.

Ζει σε θαλασσινά, υφάλμυρα και γλυκά νερά, ενώ συναντάται σε λιμνοθάλασσες και ελώδεις περιοχές. Συνεπώς είναι ευρύαλο είδος (αντέχει σε τιμές αλατότητας μέχρι και 110‰) και παρουσιάζει τάσεις κυριαρχίας σε ακραία και απομονωμένα οικοσυστήματα εκμεταλλευόμενο άριστα τους διαθέσιμους οικολογικούς θώκους.

Σύμφωνα με τους Henderson & Bamber (1986), η *Atherina boyeri* έχει μέγιστο μήκος 150 χιλιοστά και μέγιστη ηλικία τρία χρόνια, ενώ λιγότερα από 1 στα 40.000 άτομα φτάνουν το τέταρτο έτος.

1.4 Προβλήματα που συνδέονται με τον πολυμορφισμό της *Atherina boyeri* (Risso, 1810)

Σύμφωνα με τον Marfin (1982), οι Kiener & Spillmann (1962); Tortonese (1975); Bauchot & Pras (1980) υποστηρίζουν ότι η *Atherina boyeri* είναι ένα είδος ευρύαλο το οποίο στη Μεσόγειο σχηματίζει θαλάσσιους και λιμνοθαλάσσιους πληθυσμούς, των οποίων τα βιομετρικά χαρακτηριστικά ποικίλλουν από περιοχή σε περιοχή. Αυτός ο πολυμορφισμός είναι στενά συνδεδεμένος με τα χαρακτηριστικά των τόπων αποικισμού. Έχουν αναφερθεί αρκετές ποικιλίες της *Atherina boyeri* (Marfin, 1982) όπως:

A. hespetus ποικιλία 2 και 3 (Delaroche, 1809), *A. mochon* (Cuvier, 1829), *A. presbyter* ποικιλία pontica (Eichwald, 1831), *A. risso* (Valenciennes, 1835), *A. sarda* (Valenciennes, 1835), *A. lacustris* (Bonaparte, 1836), *A. pontica* (Eichwald, 1831), *A. hyalosoma* (Cocco, 1885), *A. riqueti* (Roule, 1902), *A. sardinella* (Fowler, 1904), *A. bonapartii* (Boulenger, 1907). Όλες οι παραπάνω ποικιλίες της *Atherina boyeri* αποδεικνύουν την πολυμορφία του είδους.

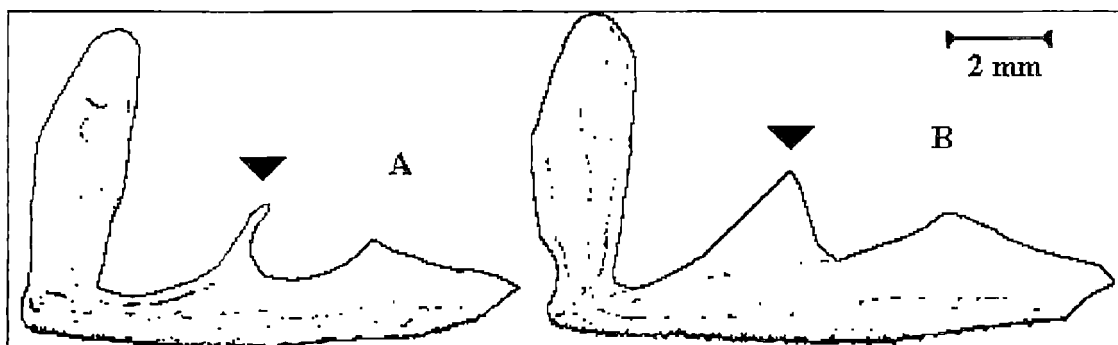
Σύμφωνα με τον Marfin (1982), η *Atherina boyeri* διακρίνεται σε δύο μορφολογικούς τύπους:

- i. στο λιμνοθαλάσσιο τύπο και
- ii. στο θαλάσσιο τύπο.

Αυτοί οι δύο τύποι είναι διαφορετικοί μεταξύ τους, αλλά και τόσο κοντινοί, σε σημείο που να μην μπορούν να διακριθούν ο ένας από τον άλλο.

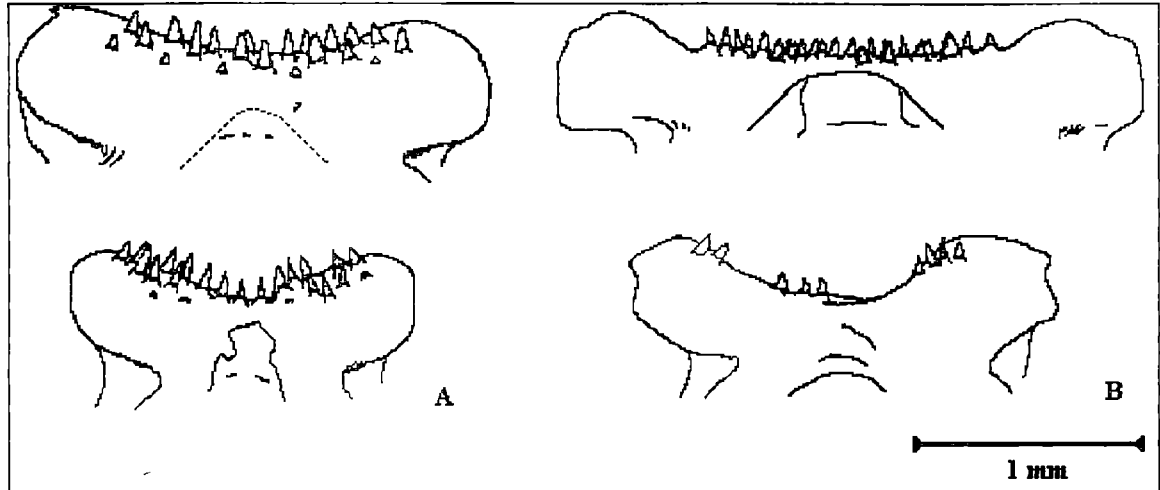
Οι δύο μορφολογικοί τύποι μοιάζουν πολύ και είναι δυνατό να μπερδευτούν από μια πρώτη ματιά. Ο θαλάσσιος τύπος διακρίνεται παρά ταύτα, από το ότι είναι ελαφρά πιο λεπτόσωμος, ενώ το στόμα του είναι λιγότερο κυρτό. Επιπλέον έχει πλευρικά μια ασημί λωρίδα πολύ πιο φαρδιά (1/3 περίπου). Το μέγεθός του είναι μεγαλύτερο σε σχέση με το λιμνοθαλάσσιο τύπο (91 mm έναντι 82 mm SL), ενώ ο χρωματισμός της ράχης είναι πιο σκούρος εξαιτίας του μεγαλύτερου αριθμού των χρωματοφόρων.

Διαφορές επίσης υπάρχουν στη μορφολογία των προγναθικών οστών (Εικ.2), όπου η απόφυση είναι πιο κοντή στο λιμνοθαλάσσιο τύπο. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι η μορφολογία του οστού για τον κάθε τύπο αθερίνας είναι σταθερή.



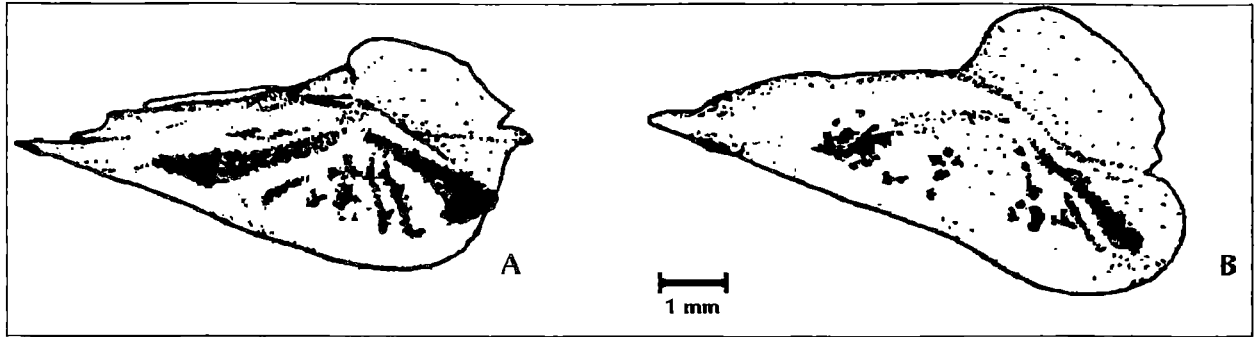
Εικόνα 2 Μορφολογία του προγναθικού οστού. A - Λιμνοθαλάσσιος τύπος B - Θαλάσσιος τύπος (από Marfin, 1982).

Επίσης στην αθερίνα της λιμνοθάλασσας τα δόντια είναι πολυάριθμα (περισσότερα από 20), μεγάλα (0,15 mm μήκος) και συχνά είναι παρατεταγμένα σε 2, 3 ή 4 πυκνές σειρές. Τα δόντια είναι πιο μικρά στη θαλασσινή μορφή (0,12 mm μήκος) και επίσης άφθονα (Εικ.3).



Εικόνα 3 Η οδόντωση της ύνιδας. Α- Λιμνοθαλάσσιος τύπος Β - Θαλάσσιος τύπος (από Marfin, 1982).

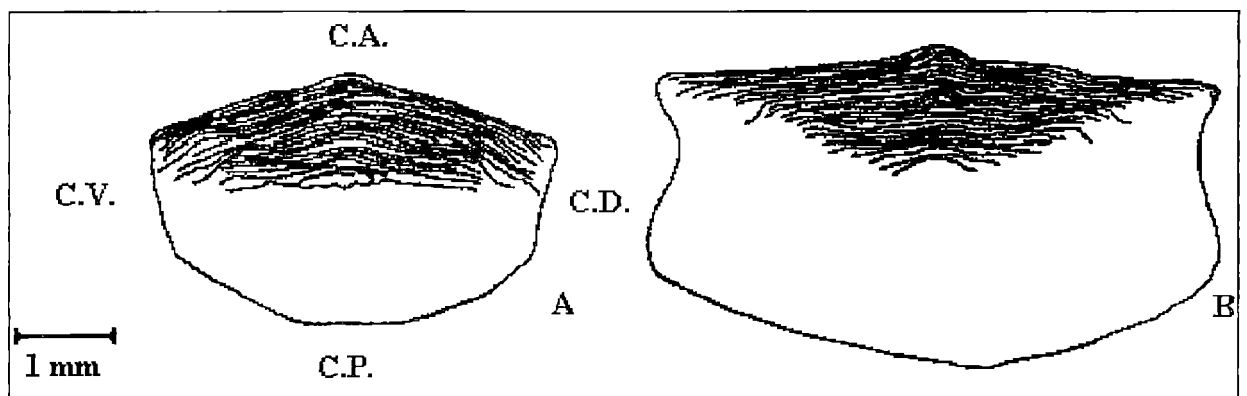
Διαφορές διακρίνονται και στον αριθμό των βραγχιακών ακτίνων. Οι μετρήσεις στο λιμνοθαλάσσιο τύπο έδειξαν αριθμό ακτίνων από 21 ως 30 με μέσο όρο γύρω στο 25,3, ενώ στο θαλάσσιο τύπο ο αριθμός τους είναι από 31 ως 39 με μέσο όρο γύρω στα 34,2. Επίσης διαφορές διαπιστώθηκαν και στα δόντια που βρίσκονται στο πίσω μέρος της υπερώας. Στο λιμνοθαλάσσιο τύπο τα δόντια είναι συγκεντρωμένα σε δυο ομάδες, η μια προγενέστερη της άλλης. Αυτές οι ομάδες σχηματίζουν μεταξύ τους μια αμβλεία γωνία. Ανάμεσα σε αυτές τις δυο ομάδες, τα δόντια είναι τακτοποιημένα σε σειρές ακτινωτές, ενώ ο αριθμός τους είναι συχνά πολύ μεγάλος. Στο θαλάσσιο τύπο η διάταξη των δοντιών σε δυο ομάδες είναι ίδια με αυτήν του λιμνοθαλάσσιου τύπου, με μειωμένο όμως αριθμό δοντιών (1 – 3 σειρές δοντιών), ενώ διαφορά υπάρχει και στα ενδιάμεσα δόντια τα οποία είναι εμφανώς λιγότερα και πιο διασκορπισμένα (Εικ.4).



Εικόνα 4 Η διάταξη των δοντιών που βρίσκονται στο πίσω μέρος της υπερώας. Α - Λιμνοθαλάσσιος τύπος Β - Θαλάσσιος τύπος (από Marfin, 1982).

Επίσης διαφορές υπάρχουν και στον αριθμό των λεπιών κατά μήκος της αργυρόχρωμης λωρίδας. Παρατηρούνται 43 - 52 λέπια, με μέσο όρο 47,4 για την αθερίνα της λιμνοθάλασσας και από 46 - 52 λέπια με μέσο όρο 48,8 λέπια για τη θαλάσσια αθερίνα. Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι και η μορφολογία των λεπιών είναι διαφορετική (Εικ.5). Τα λέπια του λιμνοθαλάσσιου τύπου έχουν κατά προσέγγιση το σχήμα ενός συμμετρικού πενταγώνου, ενώ αυτά του θαλάσσιου τύπου είναι μεγάλα και πιο επιμήκη. Διαφορές παρατηρούνται και στους επιμέρους χώρους του λεπιού και ειδικά στον προγενέστερο χώρο αυτού.

Στην παρούσα εργασία παρατηρήθηκε πολυμορφισμός όσον αφορά τα λέπια, τη διάμετρο του ματιού και την κυρτότητα της κάτω γνάθου (Βλ. Παράρτημα Φωτογραφιών).



Εικόνα 5 Μορφολογία των πλευρών του λεπιού. C.A. - Προγενέστερη περιοχή, C.P. - Μεταγενέστερη περιοχή, C.D. - Ραχιαία περιοχή, C.V. - Κοιλιακή περιοχή. Α - Λιμνοθαλάσσιος τύπος, Β - Θαλάσσιος τύπος (από Marfin, 1982).

Από τις παραπάνω περιγραφές μπορούν να εξαχθούν μερικά συμπεράσματα. Φαίνεται αρκετά λογικό οι θαλάσσιες αθερίνες, ουσιαστικά πλαγκτονοφάγες, να έχουν μεγάλο στοματικό άνοιγμα, βραγχιακό φίλτρο αρκετά ανεπτυγμένο και οδόντωση πιο μικρή από αυτή της αθερίνας των λιμνοθαλασσών, που έχει βενθοπλαγκτονική διατροφή (Marfin, 1982). Για μια πιο γρήγορη εκτίμηση της διαφοροποίησης των ειδών αρκεί να εξεταστεί το πλάτος της ασημί λωρίδας και η μορφολογία των λεπιών.

Βέβαια εάν δεν απομονωθούν γενετικά οι πληθυσμοί, δεν μπορούν να διαχωριστούν από συστηματική σκοπιά. Ερευνητικές παρατηρήσεις έδειξαν ότι η θαλάσσια ποικιλία δεν πιάστηκε ποτέ μέσα σε γλυκά νερά, όπου αναπαράγεται η λιμνοθαλάσσια ποικιλία (Marfin, 1982). Όλα τα στοιχεία οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι δυο μορφολογικοί τύποι της *Atherina boyeri*, μη έχοντας τις ίδιες περιοχές ωστοκίας, δεν αναμειγνύονται κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής και συνεπώς μπορούν να διατηρούν τους μορφολογικούς χαρακτήρες τους. Έτσι εξηγείται και η σταθερότητα των μορφολογικών χαρακτηριστικών των διαφόρων τύπων της *Atherina boyeri*, όπου μέσα από το πέρασμα του χρόνου δεν αλλοιώνονται.

1.5 Διατροφή της *Atherina boyeri* (Risso, 1810)

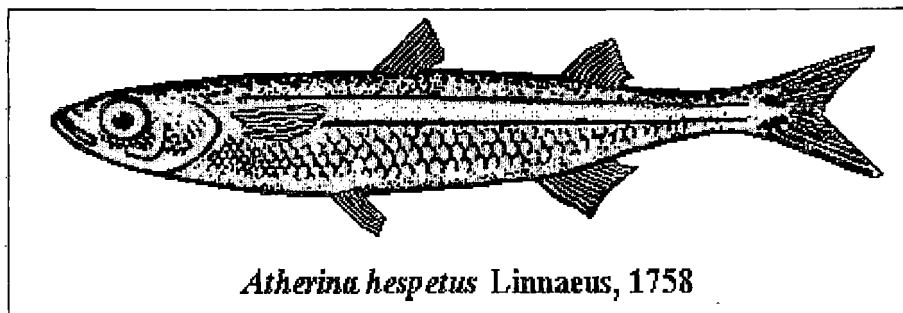
Σύμφωνα με τους Ferrari & Rossi (1988), οι μικρού μεγέθους αθερίνες τρέφονται βασικά με ζωοπλαγκτόν μικρών διαστάσεων (προνύμφες μαλακίων, πολύχαιτους, κωπήποδα και ναύπλιους *Cirriped*). Με την αύξηση του μεγέθους τους, η δίαιτα περιλαμβάνει μικροπλαγκτόν (μυσιδοειδή και λάρβες δεκαπόδων), μακροβένθος (πολύχαιτους και αμφίποδα), αλλά επίσης και μεγάλες ποσότητες από λάρβες *Cirriped*. Η σύνθεση του πλαγκτονικού δείγματος που βρέθηκε στο γαστρικό περιεχόμενο του θαλάσσιου τύπου συγκρίθηκε με τη σύνθεση του ζωοπλαγκτόν του λιμνοθαλάσσιου τύπου. Από τη σύγκριση αυτή εξάγονται μερικές ενδείξεις σχετικές με την επιλεκτικότητα της διαιτητικής συμπεριφοράς της αθερίνας.

Σε αυτή την εργασία η επιλεκτικότητα της διαιτητικής συμπεριφοράς της αθερίνας θεωρείται ότι έχει άμεση σχέση με την ύπαρξη του παρασίτου.

Η άποψη αυτή στηρίζεται στο γεγονός ότι το παράσιτο χρησιμοποιεί για την ανάπτυξή του την τροφή της αθερίνας (κωπήποδα, αμφίποδα, δεκάποδα) ως ενδιάμεσους ξενιστές (Grabda, 1991) (Βλ. § 1.9).

1.6 Είδος: *Atherina hespetus* (Linnaeus, 1758)

Τα άτομα που ζουν στον Ατλαντικό φτάνουν το μέγιστο μήκος των 15 εκατοστών, ενώ στους πληθυσμούς της Μεσογείου (Εικ.6) το μέγιστο μήκος είναι μικρότερο. Ζει κοπαδιαστά, κοντά στις ακτές και τρέφεται με μικρά οστρακόδερμα και ψάρια. Τα αβγά είναι προσκολλημένα μεταξύ τους πάνω στην υδρόβια βλάστηση.



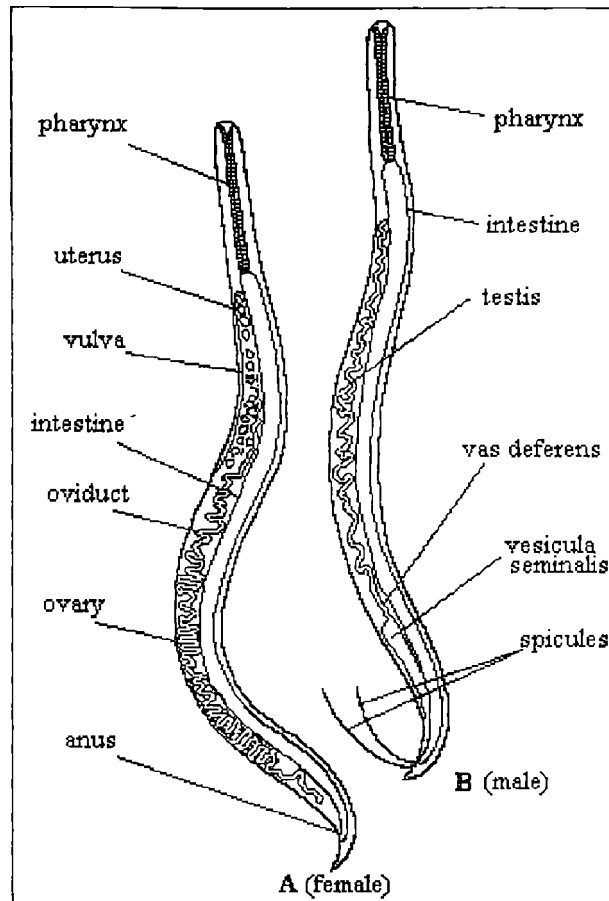
Εικόνα 6 Απεικόνιση της *Atherina hespetus* (Linnaeus, 1758) (από Κασπίρη, 1976).

1.7 Βιολογικά στοιχεία του παρασίτου

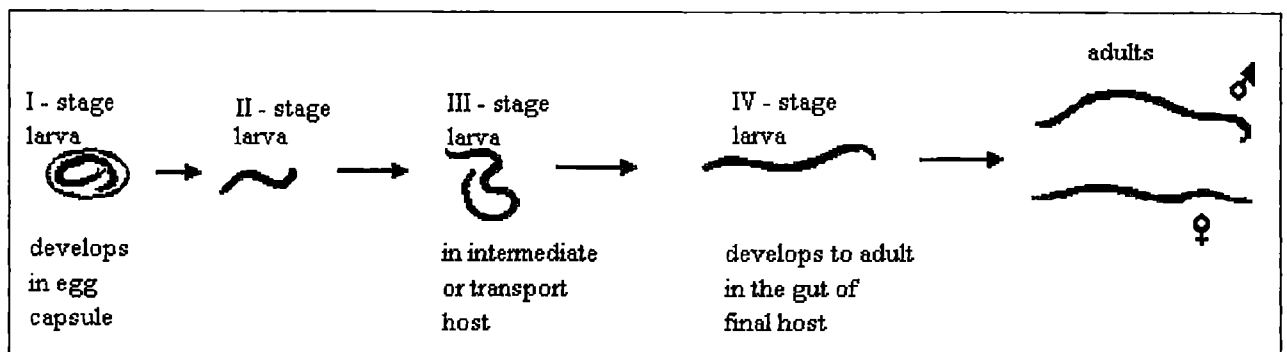
Οι νηματώδεις είναι λεπτά, επιμήκη, κυλινδρικά σκουλήκια χωρίς ψευδομεταμερή. Λόγω του σχήματός τους μπορούν να ξεχωρίσουν από τους άλλους σκώληκες, αλλά ο ταξινομικός διαχωρισμός συγγενών ειδών είναι πολύ δύσκολος. Τουλάχιστον 650 είδη νηματωδών είναι γνωστά ως παράσιτα στα ψάρια. Τα θαλασσινά ψάρια μπορούν να προσβληθούν από περίπου 300 είδη παρασιτικών νηματωδών. Τα πιο σημαντικά γένη νηματωδών που απασχολούν την αλιευτική βιολογία, σύμφωνα με τον Grabda (1991) είναι τα: *Anisakis*, *Contracaecum*, *Thynascaris*, *Phocascaris* και *Raphidascaris*, των οποίων οι λάρβες είναι κοινές στα θαλασσινά ψάρια. Νηματώδεις του γένους *Anguillicola* και *Capillaria* έχουν εντοπιστεί σε εκτρεφόμενα είδη ψαριών. Συγκεκριμένα το πρώτο εντοπίστηκε σε χέλια (*Anguilla anguilla*) και στην Ελλάδα (Αιτωλοακαρνανία) και το δεύτερο σε πέστρφες, προκαλώντας ηπατική καπιλλαρίωση (Βορεινάκης, 1993).

Τα κύρια χαρακτηριστικά τους (Εικ.7) κατά τον Grabda (1991), είναι:

1. το πεπτικό σύστημα είναι καλά ανεπτυγμένο και διακρίνονται το στόμα, ο οισοφάγος, το έντερο και η έδρα,
2. το σώμα είναι καλυμμένο με δερματομυϊκό σάκο που αποτελείται από τρία στρώματα : την επιδερμίδα, την υποδερμίδα και τους μύες,
3. το μυϊκό σύστημα αποτελείται από επιμήκεις μύες στους οποίους οφείλονται οι οφιοειδείς κινήσεις του σκώληκα και από εγκάρσιους που σχετίζονται με τα διάφορα όργανα,
4. δεν υπάρχει αναπνευστικό σύστημα (μπορούν να ζήσουν σε σχεδόν ανοξικές συνθήκες, διασπώντας το γλυκογόνο),
5. το απεκκριτικό σύστημα συνίσταται από δύο απεκκριτικούς αγωγούς που εκβάλλουν κοιλιακά σε έναν κοινό αγωγό. Η θέση του εκκριτικού πόρου έχει μεγάλη ταξινομική σημασία,
6. το νευρικό σύστημα αποτελείται από ένα νευρικό δακτύλιο, ο οποίος περιβάλλει τον οισοφάγο και διαιρείται εμπρόσθια και οπίσθια σε 6 – 8 νευρικές χορδές που επεκτείνονται στο υπόλοιπο σώμα,
7. αισθητήρια όργανα υπάρχουν με τη μορφή θηλών πάνω στο στόμα,
8. οι περισσότεροι είναι γονοχωριστικοί με σωληνοειδή γεννητικά όργανα,
9. το αναπαραγωγικό σύστημα των αρσενικών ατόμων αποτελείται συνήθως από έναν μονό αγωγό, του οποίου το εμπρόσθιο λεπτό τμήμα λειτουργεί ως όρχις όπου γίνεται η σπερματογένεση. Αντίστοιχα, στα θηλυκά άτομα το αναπαραγωγικό σύστημα αποτελείται από ζεύγος αγωγών, των οποίων το εμπρόσθιο τμήμα αντιστοιχεί στην ωοθήκη όπου γίνεται η ωογένεση. Στα είδη που το γεννητικό σύστημα είναι τυφλό, οι λάρβες απελευθερώνονται μόνες τους διατρώντας τα σωματικά τοιχώματα,
10. οι περισσότεροι νηματώδεις είναι ωοτόκοι, αλλά δεν απουσιάζουν και κάποια ζωοτόκα είδη π.χ. του γένους *Philometra*,
11. ο φυλετικός διμορφισμός είναι πολύ συχνός, με τα αρσενικά άτομα συνήθως μικρότερα από τα θηλυκά,
12. η λάρβα εκδύεται τέσσερις φορές (4 λαρβικά στάδια). Η τέταρτη έκδυση παράγει τα γεννητικώς ώριμα άτομα (Εικ.8),
13. η ανάπτυξη των παρασιτικών νηματωδών περιλαμβάνει, εκτός από ένα τελικό ξενιστή και έναν ή δύο ενδιάμεσους ξενιστές.



Εικόνα 7 Η δομή των νηματωδών. Α – ενήλικο θηλυκό, Β – ενήλικο αρσενικό (από Roberts, 1989).



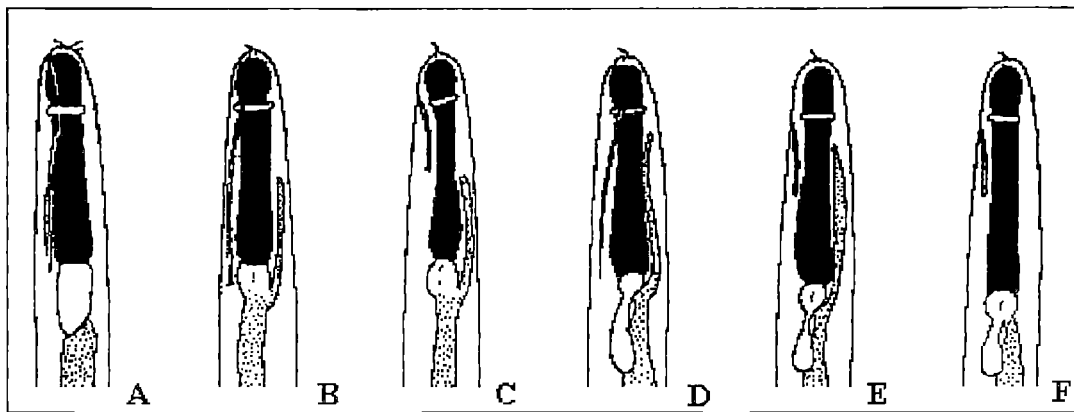
Εικόνα 8 Στάδια ανάπτυξης παρασιτικού νηματώδη σε ψάρι (από Möller & Anders, 1986).

1.8 Συστηματική κατάταξη του παρασίτου

Η συστηματική κατάταξη του παρασίτου μπορεί να γίνει βάση διαφόρων μορφολογικών χαρακτηριστικών των εσωτερικών οργάνων (Εικ.9). Στην

παρούσα εργασία η συστηματική κατάταξη του παρασίτου έγινε με βάση τις κλείδες προσδιορισμού, σε επίπεδο γένους. Η μελέτη ανάλογων παρασιτώσεων σε άλλα είδη ψαριών στη θαλάσσια περιοχή του Αιγαίου, όσο και οι κλείδες προσδιορισμού οδήγησαν στην παρακάτω συστηματική κατάταξη:

Βασίλειο	: Animalia
Φύλο	: Aschelminthes
Κλάση	: Nematoda
Οικογένεια	: Anisakidae
Υποοικογένεια	: Anisakinae
Γένος	: <i>Anisakis</i> sp.

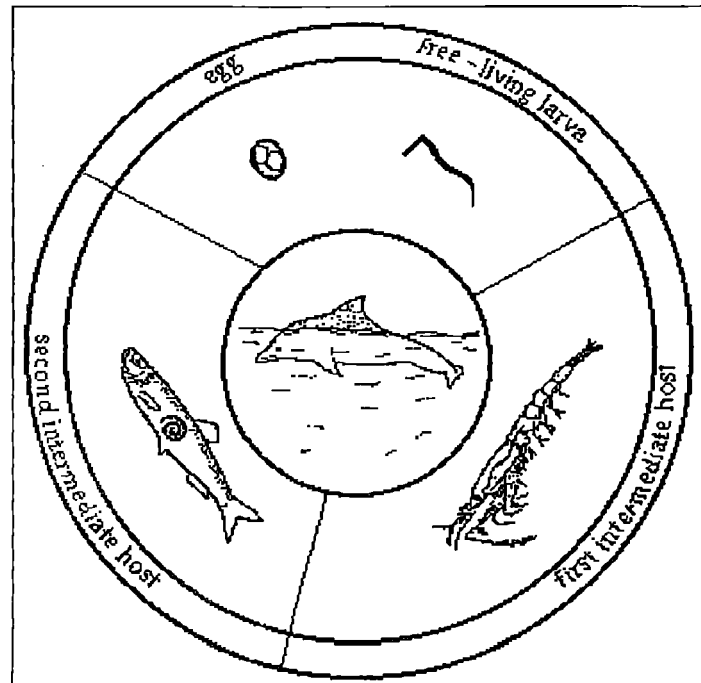


Εικόνα 9 Διαγραμματική παρουσίαση του τρίτου λαρβικού σταδίου των Anisakinae. A – *Anisakis*, B – *Phocanema*, C – *Porrocaecum*, D – *Contracaecum*, *Phocascaris*, E – *Thynascaris*, F – *Raphidascaris* : διάστικτη περιοχή – αδενική κοιλότητα, μαύρη περιοχή – οισοφάγος και λευκή περιοχή – έντερο (από Grabda, 1991).

1.9 Βιολογικός κύκλος των παρασίτων

Σύμφωνα με τον Roberts (1989), οι περισσότεροι νηματώδεις που ζουν στα ψάρια είναι ωτόκοι και τα αυγά που παράγουν εξέρχονται στο υδάτινο περιβάλλον μαζί με τα περιττώματα. Τα αυγά στη συνέχεια εκκολάπτονται (σημαντικό ρόλο παίζει η θερμοκρασία) και απελευθερώνουν λάρβες, οι

οποίες κολυμπούν ελεύθερα (free – swimming) και πρέπει να καταποθούν από έναν ενδιάμεσο ξενιστή, αλλιώς πεθαίνουν (Roberts, 1989). Είναι γενικά αποδεκτό ότι τα οστρακόδερμα (*Cooperoda*, *Amphipoda*, *Decapoda* και *Euphausiacea*) παίζουν σημαντικό ρόλο ως ενδιάμεσοι ξενιστές, καθώς και άλλα ασπόνδυλα όπως ολιγόχαιτοι και λάρβες χειρονομίδων (Grabda, 1991) (Εικ.10).

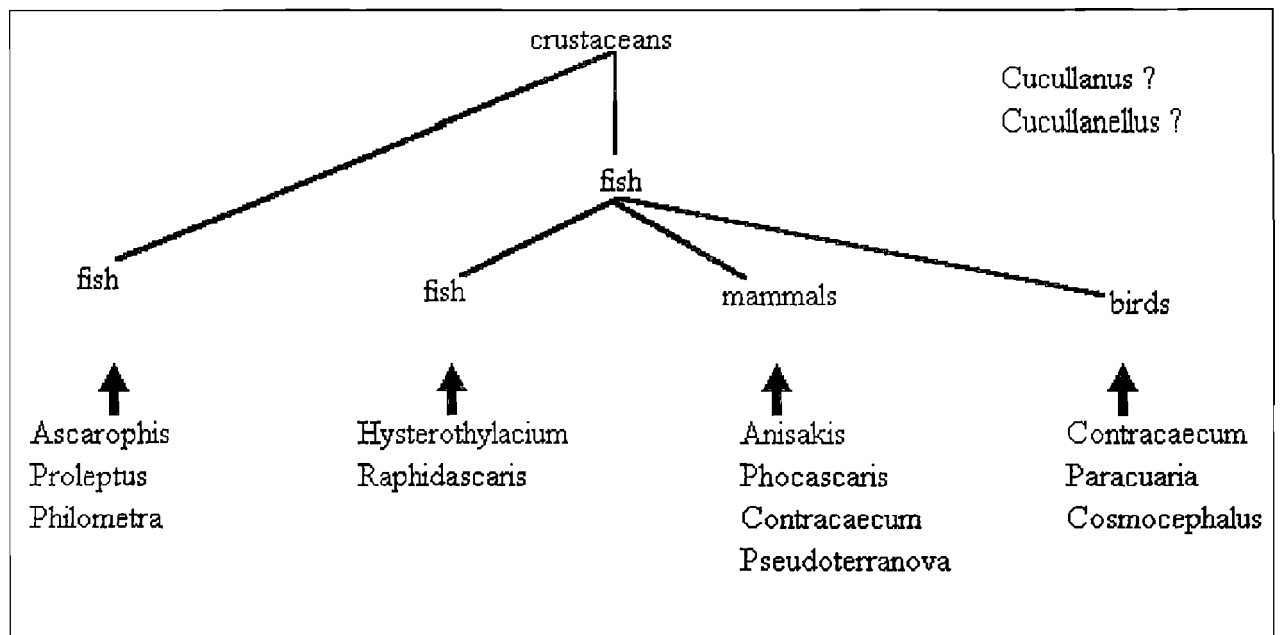


Εικόνα 10 Κύκλος ζωής του *Anisakis simplex* (από Grabda, 1991).

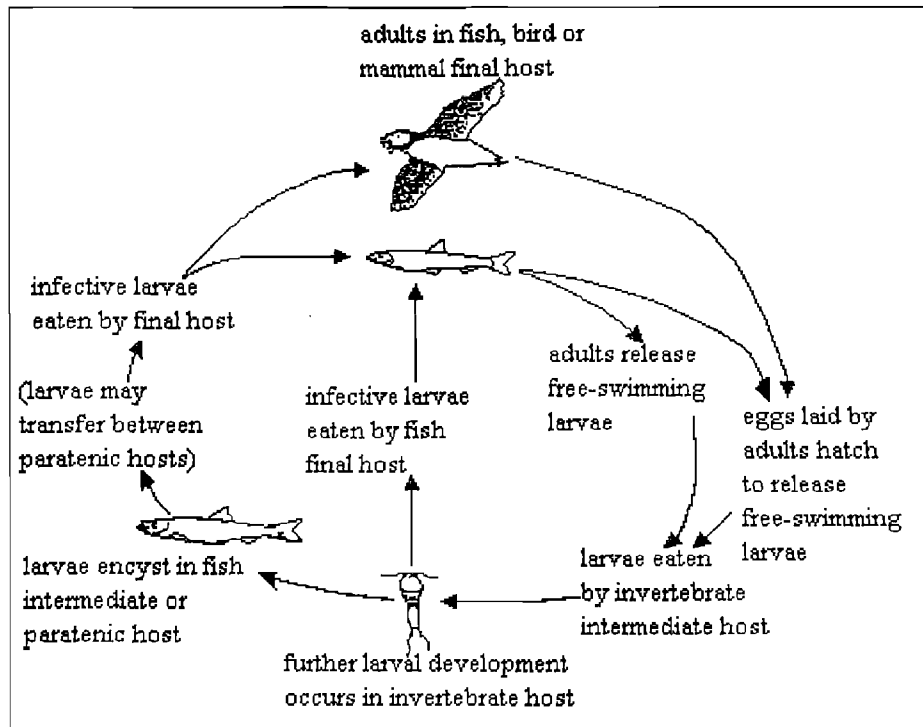
Επίσης τα θηλυκά άτομα των τάξεων *Camallanoidea* (*Camallus*) και *Dracunculioidea* (*Philometra*), τα οποία είναι ζωτόκα, απελευθερώνουν τις λάρβες απευθείας μέσα στο νερό και αυτές με τη σειρά τους θα πρέπει να καταποθούν από ένα ενδιάμεσο ξενιστή (αρθρόποδο) (Roberts, 1989).

Μέσα στον ενδιάμεσο ξενιστή, συνεχίζεται η ανάπτυξη της λάρβας. Σε μερικά είδη ο κύκλος ζωής ολοκληρώνεται όταν ο ένας και μοναδικός ενδιάμεσος ξενιστής φαγωθεί από κάποιο ψάρι – τελικό ξενιστή, μέσα στο οποίο θα ωριμάσει ο νηματώδης. Σε άλλα είδη όμως, το ψάρι λειτουργεί ως δεύτερος ενδιάμεσος ξενιστής ή paratenic ξενιστής (paratenic ξενιστής είναι ο οργανισμός ο οποίος δημιουργεί συνεκτικό δεσμό ανάμεσα στους ενδιάμεσους και στους τελικούς ξενιστές, με αποτέλεσμα η τροφική αλυσίδα

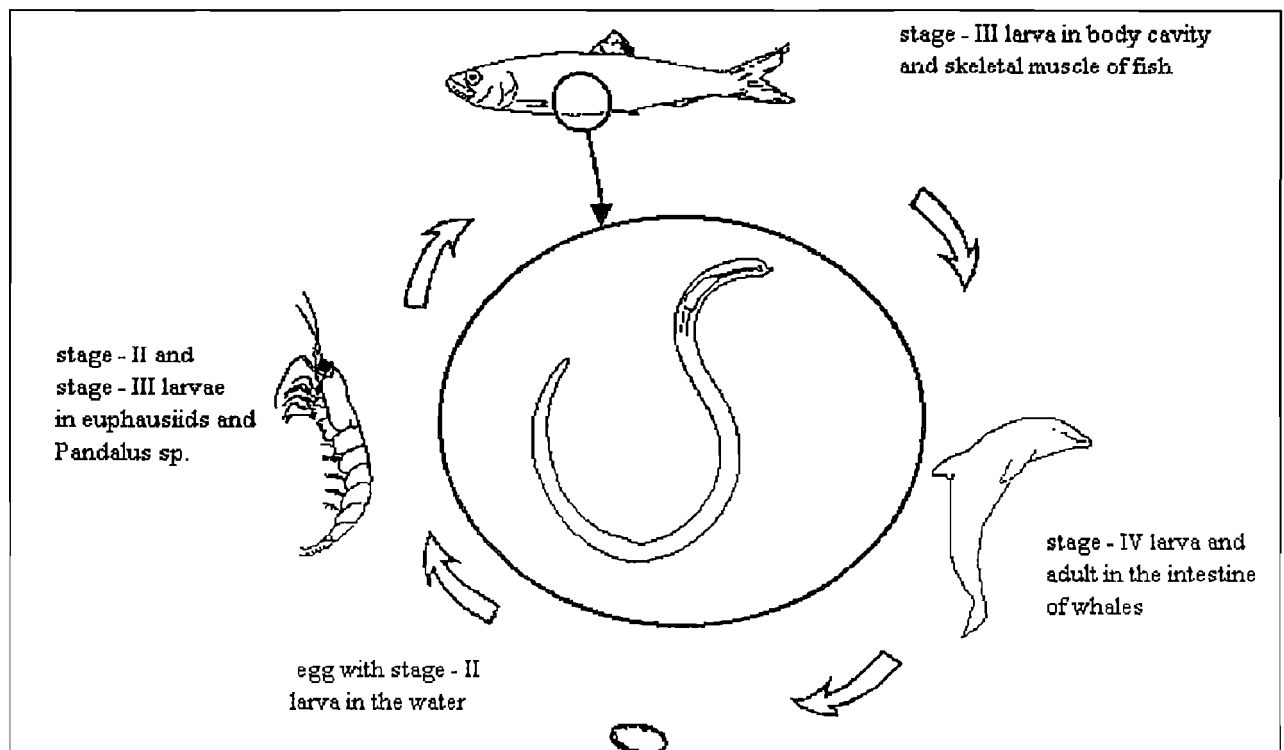
να είναι αδιάσπαστη) (Grabda, 1991). Συνήθως ένα παράσιτο δεν υπεισέρχεται σε μορφολογικές αλλαγές μέσα στον ξενιστή του (εκτός από εγκύστωση ή επανεγκύστωση όσον αφορά τη λάρβα του). Στις δύο τελευταίες περιπτώσεις ο κύκλος ζωής αυτών των νηματωδών που εμφανίζονται ως λάρβες σε ψάρια, ολοκληρώνεται αν ο δεύτερος ενδιάμεσος ξενιστής τους φαγωθεί από κατάλληλο τελικό ξενιστή: ψάρι, πουλί ή θηλαστικό (Roberts, 1989) (Εικ.11, 12, 13, 14).



Εικόνα 11 Σχηματική ανάπτυξη παρασιτικών νηματωδών από ψάρια (από Möller & Anders, 1986).



Εικόνα 12 Πιθανό υπόδειγμα του κύκλου ζωής νηματωδών που παρασιτούν σε ψάρια (από Roberts, 1989).



Εικόνα 13 Κύκλος ανάπτυξης του *Anisakis simplex* (από Möller & Anders, 1986).

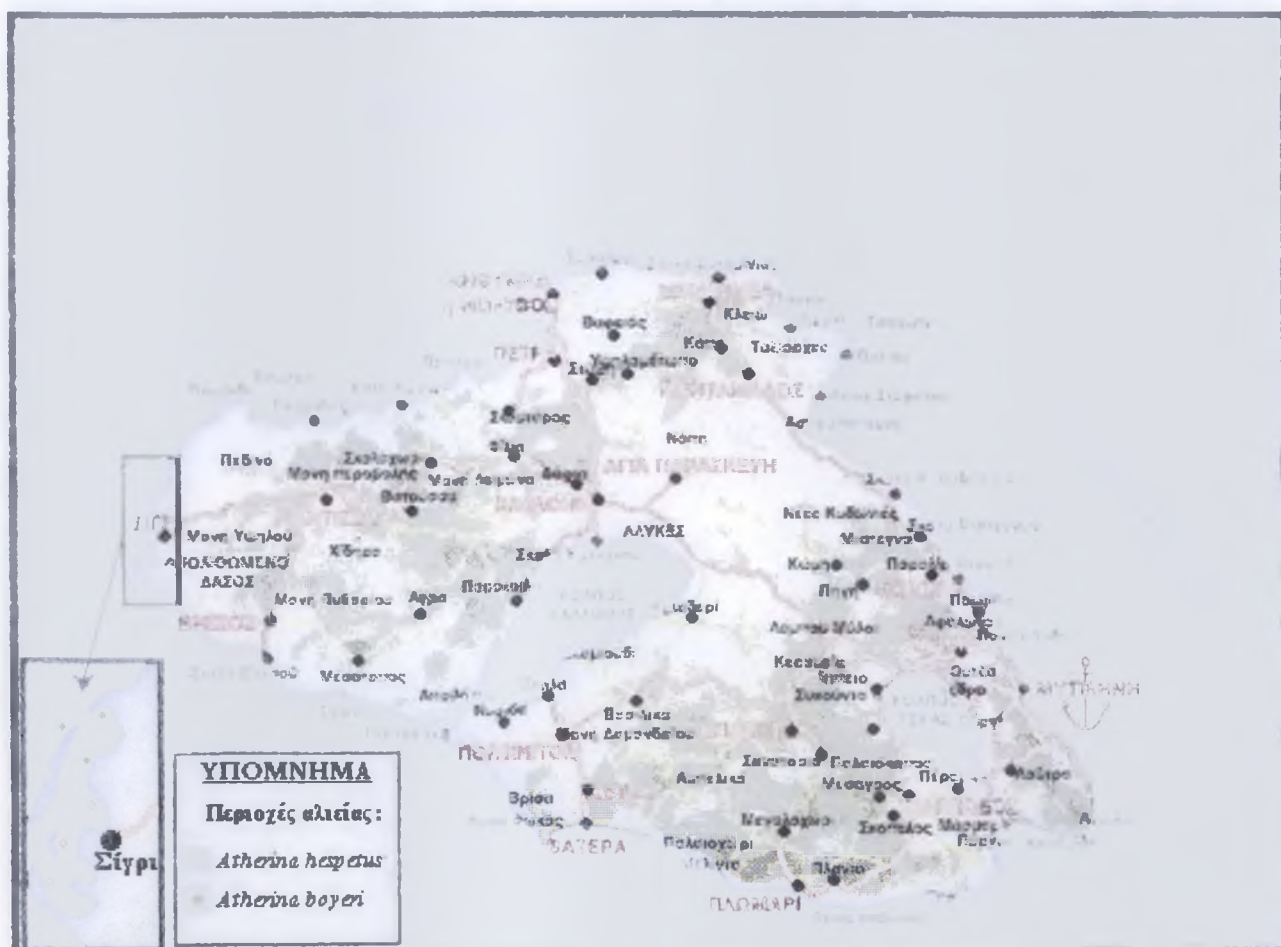


2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Δειγματοληψίες

2.1.1 Γενικά

Οι δειγματοληψίες έγιναν στην παράκτια περιοχή της δυτικής Λέσβου και συγκεκριμένα στη θαλάσσια περιοχή του Σιγρίου (Εικ.15). Η διάρκεια των δειγματοληψιών ήταν στο διάστημα από 5 Δεκεμβρίου 1993 έως 20 Οκτωβρίου 1994, όπου πάρθηκαν 4 δείγματα, ένα για κάθε εποχή.



Εικόνα 15 Χάρτης της νήσου Λέσβου. Σε μεγένθυση φαίνονται οι περιοχές αλιείας των δειγμάτων της αθερίνας (τροποποιημένη εικόνα από το ένθετο cd – rom “Μεσ’ του Αιγαίου τα Νησιά” του περιοδικού RAM – CD ROM, 1996).

2.1.2 Αλιευτικό εργαλείο

Τα δείγματα συλλέχθηκαν με αθερινόδичτο, το οποίο είχε μήκος 50 μέτρα και ύψος 1,5 μέτρο, ενώ το μάτι του δίχτυου ήταν 6 χιλιοστά. Στο κάτω μέρος έφερε βαρίδια ενσωματωμένα σε σχοινί, σχετικά μικρού βάρους, ενώ στο πάνω μέρος έφερε φελλούς μεσαίου μεγέθους. Έτσι το δίχτυ κατά τη ρίψη παίρνει κατακόρυφη θέση στη στήλη του νερού και εφάπτεται στον πυθμένα χωρίς να επιτρέπει τη διαφυγή ακόμα και των μικρότερων ψαριών.

Η αλιεία της αθερίνας έγινε από βάρκα στην οποία επέβαιναν δύο άτομα. Με την άφιξη στον τόπο αλιείας ριχνόταν το δίχτυ, μετά τον εντοπισμό του κοπαδιού, με τον παρακάτω τρόπο. Το ένα άτομο τραβούσε αργά κουπί, ενώ το άλλο έριχνε αργά το δίχτυ, έτσι ώστε να μη φοβηθούν τα ψάρια και απομακρυνθούν. Μετά την περικύκλωση των ψαριών ακολουθούσε ανατάραξη των υδάτων, έτσι ώστε με το θόρυβο να φοβηθούν τα ψάρια και αναπόφευκτα να κινηθούν προς το δίχτυ. Στη συνέχεια το ένα άτομο, αφού έπιανε τη μία άκρη του δίχτυου, σήκωνε τελικά το δίχτυ. Τα ψάρια μετά από την αλιεία τους τοποθετούνταν σε δοχεία και στη συνέχεια καταψύχονταν.

2.2 Επεξεργασία

2.2.1 Γενικά

Η επεξεργασία των δειγμάτων έγινε στο εργαστήριο Ιχθυοπαθολογίας του τμήματος Ιχθυοκομίας – Αλιείας του Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου. Με την άφιξή τους στο χώρο του εργαστηρίου, τα ψάρια ξεπαγώνονταν και τοποθετούνταν σε δοχεία με συντηρητικό διάλυμα φορμόλης 4%. Τα ψάρια πριν από την εξέτασή τους στο εργαστήριο τοποθετήθηκαν σε μικρά δοχεία με νερό για χρονικό διάστημα δύο ημερών, ώστε να απομακρυνθεί η φορμόλη που είχαν απορροφήσει. Ακολούθως αφήνονταν επάνω σε απορροφητικό χαρτί με σκοπό την απομάκρυνση της υγρασίας. Συνολικά εξετάστηκαν 440 άτομα, 110 από κάθε τριμηνιαίο δείγμα, για τον προσδιορισμό των βιολογικών στοιχείων.

2.2.2 Ταυτοποίηση των ειδών των ψαριών

Σύμφωνα με τους Moyle & Cech (1988), οι βασικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στις ταξινομικές μελέτες εμπίπτουν στις ακόλουθες έξι κατηγορίες:

1. Μορφομετρικές μετρήσεις. Είναι σταθερές μετρήσεις που μπορούν να γίνουν πάνω στο ψάρι (π.χ. το μεσουραίο μήκος, το μήκος της μακρύτερης ακτίνας του ραχιαίου πτερυγίου). Επειδή αυτές οι μετρήσεις αλλάζουν καθώς τα ψάρια μεγαλώνουν, συνήθως εκφράζονται ως λόγος προς το σταθερό μήκος (SL). Τέτοιοι λόγοι είναι χρήσιμοι αν γίνονται συγκρίσεις μεταξύ δειγμάτων ψαριών του ίδιου μεγέθους και φύλου, διότι η αύξηση ενός ψαριού δεν είναι πάντα αναλογική προς όλες τις κατευθύνσεις και ο σεξουαλικός διμορφισμός είναι αρκετά κοινός στα ψάρια.
2. Μεριστικά χαρακτηριστικά. Αποτελούν τα πιο αξιόπιστα ταξινομικά χαρακτηριστικά. Περιλαμβάνουν οτιδήποτε μπορεί να μετρηθεί πάνω στο ψάρι: σπόνδυλοι, ακτίνες πτερυγίων, λέπια, πυλωρικά τυφλά, πόροι κατά μήκος της πλευρικής γραμμής. Είναι σημαντικό οι μετρήσεις να γίνουν σε πολλά άτομα, λόγω της μεγάλης διακύμανσης αυτών των χαρακτηριστικών.
3. Ανατομικά χαρακτηριστικά. Είναι σημαντικά για την περιγραφή των ειδών. Περιλαμβάνουν τα εξής: σχήμα και θέση της πλευρικής γραμμής, θέση και μέγεθος των εσωτερικών οργάνων, ιδιαίτερους ανατομικούς χαρακτήρες (αναπνευστικά, φωτοπαραγωγικά όργανα), δευτερεύοντα σεξουαλικά χαρακτηριστικά και σχήματα, μεγέθη και θέσεις των οστών και των μυών. Τα περισσότερα από αυτά υπάρχουν ή δεν υπάρχουν στα ψάρια (ναι ή όχι χαρακτηριστικά).
4. Χρωματικά πρότυπα. Είναι τα χαρακτηριστικά με τη μεγαλύτερη διακύμανση γιατί μπορούν να αλλάζουν ανάλογα με την ηλικία, την ώρα της ημέρας ή το εξωτερικό περιβάλλον. Εν τούτοις μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στην περιγραφή των ειδών, καθώς τα χρωματικά πρότυπα είναι ιδιαίτερα για το κάθε ψάρι, αντανακλούν τον τόπο κατοικίας του, την αναπαραγωγική κατάσταση, το φύλο και τις μεθόδους επικοινωνίας.
5. Καρυότυποι. Αποτελούν περιγραφές του αριθμού και της μορφολογίας των χρωμοσωμάτων. Δείκτες της συγγένειας των ειδών αποτελούν τόσο ο

αριθμός των χρωμοσωμάτων ανά κύτταρο, όσο και η θέση του κεντομερούς στο χρωμόσωμα και κατά συνέπεια το μέγεθος του κάθε βραχίονα του χρωμοσώματος (μετακεντρικά, υπομετακεντρικά, ακροκεντρικά και τελοκεντρικά). Μία άλλη τεχνική είναι η μέτρηση του ποσού του DNA ανά κύτταρο.

6. Ηλεκτροφόρηση. Είναι χρήσιμη μέθοδος για την αποτίμηση των ομοιοτήτων των πρωτεϊνών (κυρίως ενζύμων) στα είδη των ψαριών. Σε αυτή την τεχνική, δείγμα ιστού διαταράσσεται μηχανικά με σκοπό την διάρρηξη της μεμβράνης των κυττάρων, έτσι ώστε να απελευθερωθεί η υδατοδιαλυτή πρωτεΐνη. Το διάλυμα τοποθετείται σε υπόστρωμα από άγαρ, το οποίο διαπερνάται από ηλεκτρικό ρεύμα. Κάθε πρωτεΐνη μεταναστεύει ανταποκρινόμενη στο ρεύμα, με ρυθμό που εξαρτάται από το μοριακό μέγεθός της και το ηλεκτρικό φορτίο. Οι πρωτεΐνες έτσι μπορούν να αναγνωριστούν.

Η γενετική ομοιότητα των ατόμων και των ειδών μπορεί να συγκριθεί, σημειώνοντας την παρουσία ή την απουσία πρωτεϊνών καθώς επίσης και τις διαφορές στις θέσεις τους πάνω στο υπόστρωμα.

Για την ταυτοποίηση του είδους των ψαριών στην παρούσα εργασία εξετάσθηκαν 24 άτομα (6 άτομα από κάθε τριμηνιαίο δείγμα) και χρησιμοποιήθηκε ως κριτήριο ο αριθμός των λεπιών της πλευρικής γραμμής για τα οποία ισχύουν τα εξής:

Atherina boyeri : <50 λέπια (F.A.O.) και 41 – 49 λέπια (Tortonese, 1975).

Atherina hespetus : >58 λέπια (F.A.O.) και 61– 65 λέπια (Tortonese, 1975).

Επίσης δόθηκε προσοχή σε κάποια μορφολογικά – μορφομετρικά χαρακτηριστικά όπως το στόμα (κυρτότητα), το μάτι (περίγραμμα), ο αριθμός των λεπιών, το μέγεθος και το σχήμα τους.

Σύμφωνα με τα πιο πάνω κριτήρια τα εξεταζόμενα άτομα ανήκουν σε δύο είδη της οικογένειας Atherinidae και συγκεκριμένα είναι τα είδη *Atherina boyeri* (Risso, 1810) και *Atherina hespetus* (Linnaeus, 1758). Ειδικότερα, τα δείγματα του χειμώνα (5–12–1993) και της άνοιξης (4–5–1994) απαρτίζονται από άτομα του είδους *Atherina hespetus*, ενώ τα δείγματα του καλοκαιριού (10–8–1994) και του φθινοπώρου (20–10–1994) απαρτίζονται από άτομα του είδους *Atherina boyeri*. Επίσης, το γεγονός της μορφολογικής –

μορφομετρικής διαφοροποίησης μεταξύ των ατόμων, των προς εξέταση δειγμάτων, αποτελεί πρόσθετο ενισχυτικό της διάκρισης των δύο ειδών. Ειδικότερα, τα ψάρια στα δύο πρώτα δείγματα έχουν λεπτό και μυτερό στόμα. Το περίγραμμα των ματιών τους είναι χρώματος γκρι, ενώ τα λέπια είναι μικρά και δύσκολα στην ανάγνωση της ηλικίας. Αντίθετα, τα ψάρια των δύο επόμενων δειγμάτων έχουν χαρακτηριστικά αμβλύ και έντονα κυρτό στόμα προς τα επάνω. Το περίγραμμα του ματιού είναι χρώματος μαύρου, ενώ τα λέπια είναι μεγάλα και εύκολα στην ανάγνωση της ηλικίας.

2.2.3 Μέτρηση μήκους

Στην παρούσα εργασία, με βάση τη βιβλιογραφία και την εργαστηριακή πρακτική, επιλέχθηκαν ως κριτήρια μήκους το ολικό μήκος (TL) και το μεσουραίο μήκος (FL). Το πρώτο αντιστοιχεί από την άκρη του ρύγχους μέχρι την άκρη του μακρύτερου λοβού της ουράς, όταν αυτή πιέζεται για να πάρει τη μέγιστη έκτασή της, ενώ το δεύτερο μετρείται από την άκρη του ρύγχους μέχρι την άκρη των μεσαίων ακτίνων της ουράς. Όλες οι μετρήσεις έγιναν με τη βοήθεια ψηφιακού παχύμετρου με ακρίβεια 0.001 του εκατοστού. Τα μήκη καταγράφηκαν σε ειδικά δελτία και καταχωρήθηκαν σε υπολογιστή για στατιστική επεξεργασία.

2.2.4 Μέτρηση βάρους

Πάρθηκαν μετρήσεις βάρους που αφορούν τις ακόλουθες παραμέτρους:

- ολικό βάρος (TW),
- σωματικό βάρος (NW) που είναι το βάρος του ψαριού μετά την αφαίρεση του ήπατος, του στομάχου, της γονάδας, του παρασίτου και του λίπους,
- βάρος ήπατος (HW),
- βάρος στομάχου μαζί με το σύνολο του πεπτικού σωλήνα (SW),
- βάρος γονάδας (GW),
- βάρος παρασίτου (WW).

Για τον υπολογισμό του βάρους των παραπάνω χρησιμοποιήθηκε ψηφιακός ζυγός με ακρίβεια 0.001 του γραμμαρίου. Τα δεδομένα του βάρους μετά την καταγραφή τους σε ειδικά δελτία, καταχωρήθηκαν σε υπολογιστή για στατιστική επεξεργασία.

2.2.5 Δειγματοληψία λεπιών

Τα λέπια λαμβάνονταν πάντα από την αριστερή πλευρά του σώματος του ψαριού, στην περιοχή που ορίζεται από το ύψος του θωρακικού πτερυγίου μέχρι το ύψος του ραχιαίου πτερυγίου. Από κάθε ψάρι πάρθηκαν 5 – 8 λέπια με τη βοήθεια ανατομικής λαβίδας. Το χαρακτηριστικό των λεπιών αυτής της περιοχής είναι το κανονικό μέγεθος (πενταγωνικό σχήμα), η έλλειψη ασυμμετρίας και η πιο εύκολη αναγνωρισιμότητα των ετησίων δακτυλίων (Marfin, 1982).

2.2.6 Στερέωση – Παρασκευάσματα λεπιών

Μετά την απόσπαση των λεπιών από το κάθε ψάρι, αυτά τοποθετούνταν επάνω σε αντικειμενοφόρο πλάκα και απλώνονταν στην κεντρική επιφάνειά της με τη βοήθεια ανατομικής βελόνας. Στη συνέχεια τα λέπια στερεώνονταν με τη χρήση μιας δεύτερης αντικειμενοφόρου πλάκας, η οποία τοποθετούνταν πάνω στην πρώτη, ενώ ταυτόχρονα οι δύο άκρες των πλακών τυλίγονταν με αυτοκόλλητη ταινία. Επάνω στην ταινία αναγράφονταν τα στοιχεία του ατόμου από το οποίο είχαν παρθεί τα λέπια (ημερομηνία αλιείας και αύξοντας αριθμός του ατόμου στο δείγμα).

2.2.7 Εξέταση λεπιών

Από τη φύση καθώς και από το μέγεθος των λεπιών των προς εξέταση ατόμων ήταν αδύνατη η χρήση στερεοσκοπίου. Στην περίπτωση της παρούσας μελέτης, χρησιμοποιήθηκε μικροσκόπιο με δυνατότητα προβολής του λεπιού σε οθόνη με σκοπό τον ευκολότερο προσδιορισμό της ηλικίας καθώς και την ανάγνωση των δακτυλίων. Εξετάσθηκαν συνολικά περί τα 180 άτομα (45 άτομα από κάθε τριμηνιαίο δείγμα) για τον προσδιορισμό της ηλικίας και την ανάγνωση των ετήσιων δακτυλίων. Τα στοιχεία καταγράφηκαν σε ειδικές καρτέλες και καταχωρήθηκαν σε υπολογιστή για στατιστική επεξεργασία.

2.2.8 Προσδιορισμός φύλου

Για τον προσδιορισμό του φύλου στην αθερίνα είναι απαραίτητη η ανατομική εξέταση των ατόμων. Τα εξωτερικά μορφολογικά, χρωματικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά δεν είναι ικανά να διαχωρίσουν τα δύο φύλα, με αποτέλεσμα ο φυλετικός διμορφισμός να στοιχειοθετείται με βάση τα πρωτεύοντα φυλετικά χαρακτηριστικά (όρχεις και ωοθήκη). Ο προσδιορισμός του φύλου, συνεπώς, με βάση τα πρωτεύοντα φυλετικά χαρακτηριστικά έγινε μετά από μακροσκοπική εξέταση των γεννητικών οργάνων.

Στα αρσενικά άτομα από τις δύο γονάδες που υπάρχουν, η μία ατροφεί και η άλλη αναπτύσσεται σε έναν υπόλευκο λοβώδη όρχη, ενώ στα θηλυκά άτομα υπάρχει μόνο μία γονάδα (ωοθήκη), όπου από τα πρώτα στάδια της ωρίμανσής της περιβάλλεται από μαύρο περιτόναιο.

2.2.9 Παρασιτολογική εξέταση

Τα διεθνώς καταγεγραμμένα περιστατικά παρασιτικής προσβολής των ειδών *Atherina boyeri* και *Atherina hesperus* είναι ελάχιστα. Ιδιαίτερα σπάνιες είναι οι αναφορές σε παρασιτισμούς των παραπάνω ειδών από νηματώδεις. Κατά

τους Henderson & Bamber (1986), τα άτομα που συγκροτούν τον πληθυσμό της αθερίνας (*Atherina boyeri*) στην περιοχή Fleet της Μ. Βρετανίας, είναι ξενιστές τριών γνωστών, μέχρι σήμερα, παρασίτων. Οι στομαχικές αναλύσεις που διεξήχθησαν, στοιχειοθετούν την παρουσία του παρασιτικού πλατυέλμυνθα *Bacciger bacciger* και ενός ακόμα μη αναγνωρισμένου ακανθοκέφαλου, ο οποίος μπορεί να είναι ένα νέο είδος, τουλάχιστον για τη Μεγάλη Βρετανία. Επίσης, αυτός ο πληθυσμός της αθερίνας δείχνει μια πολύ βαριά προσβολή από μετακερκάρια ενός τρηματώδους (cf. *Neodiplostomum*) τα οποία εγκυστώνονται στο δέρμα του ψαριού και εμφανίζονται σαν διασκορπισμένες μαύρες κηλίδες, εξαιτίας της έκκρισης μελανίνης από το ψάρι γύρω από κάθε κύστη. Η παθολογική αυτή κατάσταση ονομάζεται διπλοστομίαση (black spot).

Σύμφωνα με τους Henderson et al. (1984), οι Bamber et al. (1983) παρατηρούν ότι η μεταβολή του βαθμού προσβολής της *Atherina presbyter* από τρηματώδεις συνδέεται με τη μετακίνηση των μεγαλύτερων ατόμων προς τα ανοιχτά. Στη προκειμένη περίπτωση, ο πρώτος ενδιάμεσος ξενιστής του παρασίτου είναι κάποιο μαλάκιο και περιστασιακά το *Hydrobia ventrosa*, ο δεύτερος ενδιάμεσος ξενιστής η αθερίνα και τελικοί ξενιστές τα ιχθυοφάγα πουλιά.

Στο είδος *Atherina boyeri* (Risso, 1810) έχουν αναφερθεί παρασιτικές μορφές οστρακόδερμων, κεστωδών, το κωπήποδο *Peniculus fistula* και το ισόποδο *Mothocya epimerica*. Σε περιοχή της Αγγλίας, οι Palmer και Culley (1983), βρήκαν νηματώδεις του είδους *Thynascaris adunca* στο τρίτο στάδιο λαρβικής ανάπτυξης να παρασιτούν στο έντερο ατόμων *Atherina boyeri*, σε ποσοστό 34% του συνολικού πληθυσμού. Αντίστοιχα, οι Turnpenny et al. (1981), βρήκαν στα στομάχια ψαριών του είδους *Atherina presbyter* Valenciennes, παρασιτικούς πιθανόν νηματώδεις.

Στα ψάρια που εξετάσθηκαν στην παρούσα μελέτη, δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στην ανεύρεση παρασιτικών βιοτικών μορφών. Εξετάσθηκε τόσο το δέρμα των ατόμων, όσο η στοματική, η σπλαχνική κοιλότητα και τα εσωτερικά όργανα των ψαριών (συκώτι, στομάχι, έντερο, γονάδα). Τα ευρήματα τοποθετήθηκαν μέσα σε μικρά δοχεία με συντηρητικό (διάλυμα φορμόλης 4%), μέχρι να καθοριστεί ο τρόπος αξιοποίησής τους (ιστολογικές

τομές, μικρο– μακροσκοπική εξέταση, εγκλεισμός και διαφανοποίηση). Σε κάθε ψάρι που εμφανίζονταν παράσιτα έγινε καταγραφή του συνολικού βάρους της παρασιτικής μάζας, χρησιμοποιώντας ηλεκτρονικό ζυγό με ακρίβεια 0.001 του γραμμαρίου.

Κυρίαρχο στοιχείο της μελέτης αυτής είναι η συστηματική ανεύρεση ενδοπαράσιτων σε μεγάλο ποσοστό των ψαριών όλων των δειγμάτων. Μετά από προκαταρκτική εξέταση διαπιστώθηκε ότι τα ενδοπαράσιτα που ήταν νηματόμορφα, κυλινδρικά σκουλήκια και υπήρχαν στη σπλαχνική κοιλότητα των ψαριών – ξενιστών, ανήκαν στο φύλο *Aschelminthes*, στην κλάση *Nematoda*, στην οικογένεια των *Anisakidae*, στο γένος *Anisakis sp.*

Συγκεκριμένα, τα άτομα του είδους *Atherina hespetus* (δείγματα: 5–12–1993 και 4–5–1994) έφεραν μεγάλο παρασιτικό φορτίο ενήλικων ατόμων νηματωδών, των οποίων το βάρος ήταν αρκετά μεγάλο αναλογικά με το βάρος του ψαριού, με μέγιστο βάρος τα 0,487 γραμμάρια. Επίσης, ο αριθμός παρασίτων ανά ψάρι – ξενιστή ήταν πολλές φορές μεγαλύτερος του ενός. Το μήκος των νηματωδών κυμαινόταν από 4 – 14 εκατοστά, με μέγιστο μήκος 18 εκατοστά. Τα όργανα που συνήθως προσβάλλονταν ήταν το συκώτι, η γονάδα, το στομάχι και ο πεπτικός σωλήνας.

Τα άτομα του είδους *Atherina boyeri* (20–10–1994) έφεραν επίσης μεγάλο παρασιτικό φορτίο νηματωδών, οι οποίοι βρίσκονταν σε διάφορες φάσεις της λαρβικής τους ανάπτυξης. Στα άτομα του δείγματος 10–8–1994 δεν αναφέρεται η παρουσία λαρβών του παρασίτου λόγω της μη διάκρισής τους (πολύ μικρό μέγεθος και χρώμα ίδιο με αυτό των ιστών). Ο αριθμός λαρβών των νηματωδών ανά ψάρι – ξενιστή ήταν μεγαλύτερος του ενός. Το μήκος των παρασίτων ήταν από 5 – 10 χιλιοστά, χωρίς να διευκρινιστεί σε ποιο ή ποια στάδια λαρβικής ανάπτυξης βρίσκονταν. Οι λάρβες εντοπίζονταν εγκυστωμένες επάνω στους μυϊκούς ιστούς και στα όργανα.

Περιστασιακά, αλλά κατά τη διάρκεια όλης της δειγματοληπτικής περιόδου, εμφανίστηκε προσκολλημένο στο στόμα και στα βράγχια των ψαριών, ισόποδο της οικογένειας *Cymothoidae*, τα μέλη της οποίας ονομάζονται και ψείρες. Η συστηματική κατάταξη του ισόποδου αυτού είναι:

Βασίλειο	: Animalia
Συνομοταξία	: Αρθρόποδα
Υποσυνομοταξία	: Γναθωτά ή Κεραιωτά
Ομοταξία	: Καρκινοειδή
Υφομοταξία	: Μαλακόστρακα
Κλάση	: Flabelifera
Τάξη	: Isopoda
Οικογένεια	: Cymothoidae
Γένος	: <i>Mothocya</i>
Είδος	: <i>Mothocya epimerica</i> (Costa, 1851)

Το σώμα του είναι νωτοκοιλιακά πεπλατυσμένο με αρκετά μακρύ κεφαλοθώρακα σε σχέση με την κοιλιά. Όλα τα σωματικά εξαρτήματα φέρουν πλευρικούς λοβούς. Επάνω στο κεφάλι φέρει άμισχους οφθαλμούς, κοντά κεραίδια, κεραίες και στοματικά μόρια. Στο θώρακα βρίσκονται επτά ζεύγη εξαρτημάτων τα οποία είναι όμοια μεταξύ τους. Τα θηλυκά άτομα διαθέτουν τους ωοστεγίτες (ελάσματα), οι οποίοι σχηματίζουν τον επωαστικό θάλαμο. Τα κοιλιακά εξαρτήματα λειτουργούν ως αναπνευστικά ή κολυμβητικά όργανα, καθώς και ως όργανα σύζευξης (αρσενικά άτομα). Είναι ωζωοτόκο είδος.

2.2.10 Επεξεργασία στοιχείων

Στην παρούσα εργασία η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έγινε με τα στατιστικά προγράμματα Excel 5.0 και Harvard Graphics για Windows™ 3.1. Το κείμενο γράφτηκε στον κειμενογράφο Word 6.0 των Windows™ 3.1, ενώ χρησιμοποιήθηκαν και τα προγράμματα επεξεργασίας εικόνων Draw Perfect v1.1 και Photostyler v2.5. Τέλος όλα τα σχήματα έχουν ψηφιοποιηθεί με τη χρήση σαρωτή (scanner).



3. ΔΟΜΗ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ

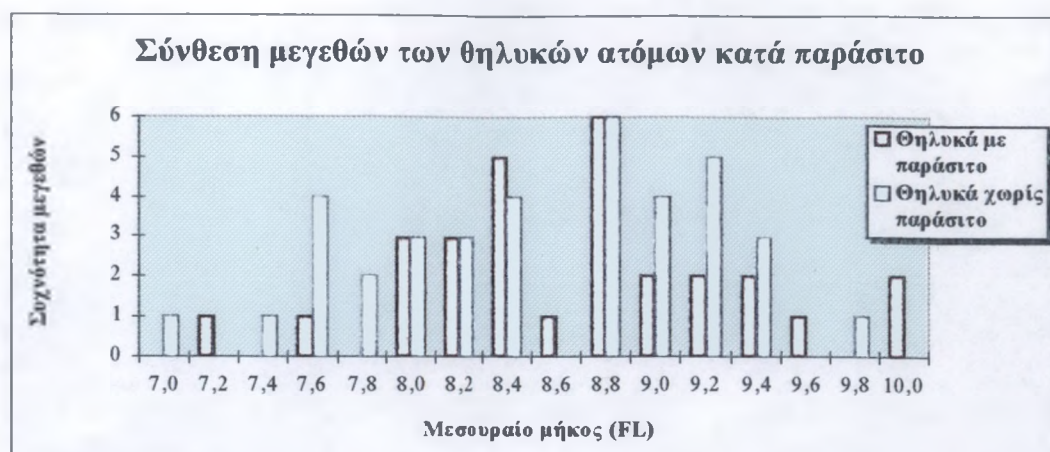
3.1 Κατά μήκος σύνθεση

Η μελέτη της κατά μήκος σύνθεσης του πληθυσμού έγινε με βάση τη μέθοδο της συχνότητας των μεγεθών (μέθοδος Petersen). Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στην εύρεση των κορυφών (peaks) όταν τα μήκη των ψαριών ταξινομούνται σε κλάσεις μήκους (Πετρίδης, 1991). Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν τα μεσουραία μήκη (FL) 440 ατόμων (110 από κάθε τριμηνιαίο δείγμα), τα οποία και ταξινομήθηκαν σε κλάσεις μηκών με μεσοδιάστημα 2 χιλιοστά. Επίσης πρέπει να τονιστεί ότι εξετάστηκε η κατά μήκος σύνθεση του πληθυσμού σε σχέση με το φύλο και την ύπαρξη παρασιτικού φορτίου. Η διαδικασία αυτή αποτελεί μέθοδο εξέτασης των μεταβολών ενός ιχθυοπληθυσμού (νεοεισερχόμενα άτομα, θνησιμότητα). Επίσης, έχει άμεση σχέση με την προσπάθεια διασταύρωσης των αποτελεσμάτων της ηλικίας που προκύπτουν από την ανάγνωση των λεπιών, διότι επιτρέπει πρόχειρες εκτιμήσεις σχετικά με το ποιες κλάσεις μήκους αντιστοιχούν σε πιθανές κλάσεις ηλικιών.

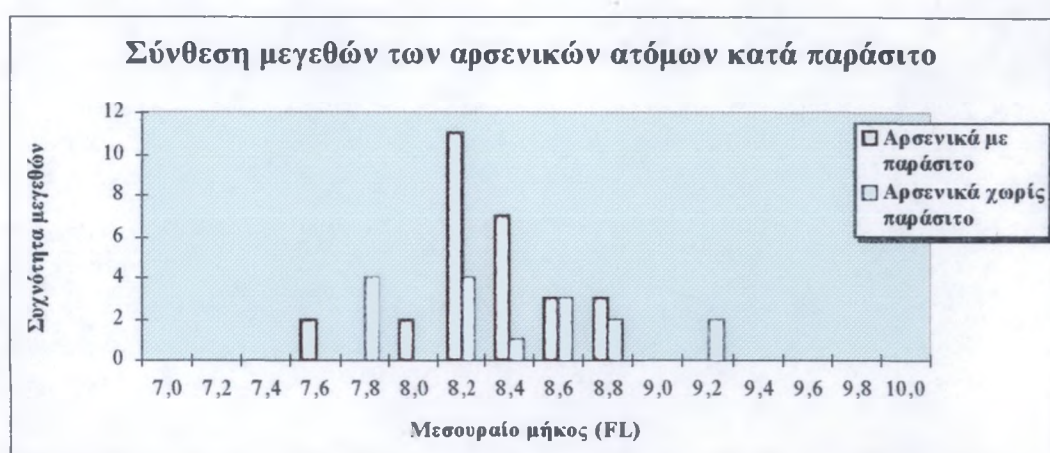
Η μέθοδος είναι ακριβής για κλάσεις ηλικίας 2 – 4, διότι στις μεγάλες κλάσεις παρατηρείται μία ασάφεια των κορυφών λόγω της αλληλοεπικάλυψης των μηκών των ατόμων διαφορετικής ηλικίας (Πετρίδης, 1991).

Οι αδυναμίες της μεθόδου διαφαίνονται όταν:

1. η επιλεκτικότητα του διχτυού είναι μικρή (σφάλμα του αλιευτικού εργαλείου),
2. τα άτομα του είδους του ψαριού οργανώνονται σε κοπάδια με συγκεκριμένη ηλικία, με σκοπό την αναπαραγωγή, τη μετανάστευση ή την ανεύρεση τροφής,
3. η περίοδος ωοτοκίας είναι παρατεταμένη και η απόθεση των αβγών τμηματική,
4. έχουμε μικρού μεγέθους μεταναστευτικά ψάρια,
5. εξετάζονται ψάρια μεγάλων ηλικιών με συνέπεια να υπάρχουν αλληλοκαλύψεις,



Σχήμα 4 Σύνθεση μεγεθών των θηλυκών ατόμων κατά παράσιτο της *Atherina hesperus* στο δείγμα 5-12-1993.



Σχήμα 5 Σύνθεση μεγεθών των αρσενικών ατόμων κατά παράσιτο της *Atherina hesperus* στο δείγμα 5-12-1993.

Συμπεράσματα

☞ Στο συγκεκριμένο δείγμα οι κλάσεις μήκους κυμαίνονται από 7,0 έως 10,2 εκατοστά με τον κύριο όγκο των ατόμων να επικεντρώνεται στο διάστημα από 7,6 έως 9,6 εκατοστά.

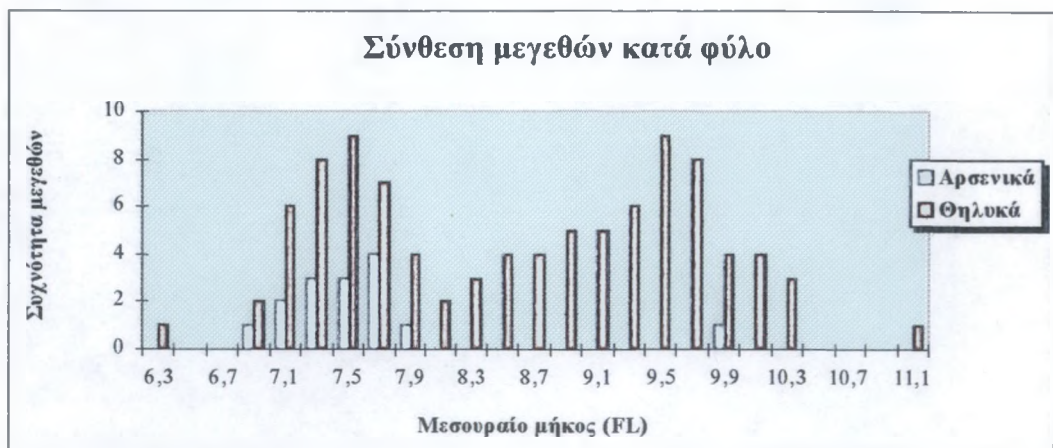
☞ Από τις κορυφές (peaks) του διαγράμματος φαίνεται ότι υπάρχουν τρεις κλάσεις ηλικίας, γεγονός που επιβεβαιώνει τα δεδομένα της σύνθεσης ηλικιών.

☞ Το μήκος των αρσενικών ατόμων περιορίζεται σε ένα εύρος από 7,6 έως 9,4 εκατοστά, σε αντίθεση με τα θηλυκά άτομα που καταλαμβάνουν όλο το φάσμα του μήκους.

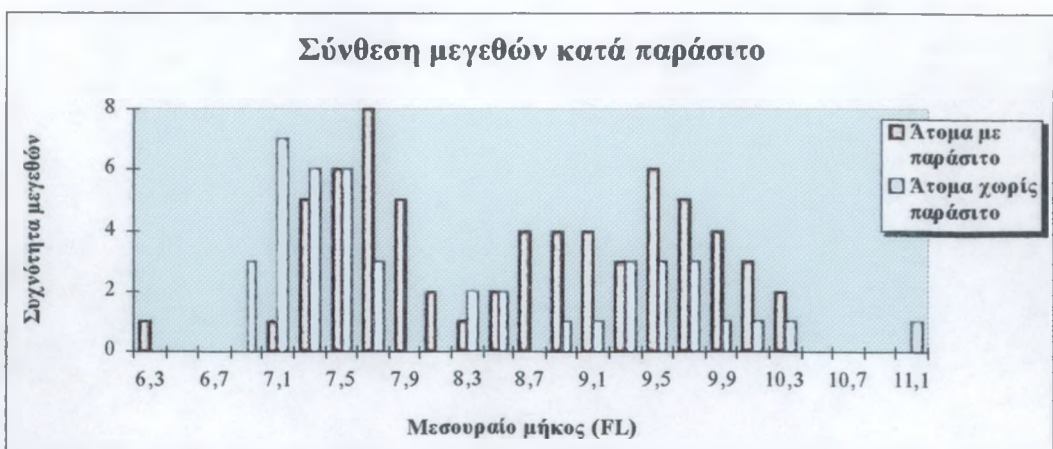
↳ Η μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης του παρασίτου παρουσιάζεται στις κλάσεις μήκους από 8,0 έως 9,0 εκατοστά, γεγονός που παρατηρείται και στα δυο φύλα.



Σχήμα 6 Σύνθεση μεγεθών της *Atherina hespetus* στο δείγμα 4-5-1994.



Σχήμα 7 Σύνθεση μεγεθών κατά φύλο της *Atherina hespetus* στο δείγμα 4-5-1994.



Σχήμα 8 Σύνθεση μεγεθών κατά παράσιτο της *Atherina hespetus* στο δείγμα 4-5-1994.









↪ Η μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης του παρασίτου παρουσιάζεται στις κλάσεις μήκους από 7,3 έως 8,1 εκατοστά, γεγονός που παρατηρείται και στα δυο φύλα.

3.2 Σύνθεση κατά φύλο και κατά παράσιτο

Σημαντικό ρόλο στη μελέτη του πληθυσμού παίζει η γνώση της αναλογίας των δύο φύλων μέσα σε αυτόν. Στη συγκεκριμένη εργασία βέβαια σημαντικό ρόλο παίζει και η αναλογία του παρασίτου στα ψάρια σε σχέση τόσο με το σύνολο των ατόμων, όσο και με το κάθε φύλο ξεχωριστά.

3.2.1 Σύνθεση φύλου

Ο Nicolsky (1963) αναφέρει ότι η αναλογία φύλων σε έναν πληθυσμό διαφέρει σε σχέση με το είδος και τον πληθυσμό, αν και στην πλειοψηφία των ειδών είναι κοντά στην αναλογία 1:1.

Για τον υπολογισμό της αναλογίας των δύο φύλων τόσο στο συνολικό δείγμα, όσο και στα επιμέρους εποχικά δείγματα, εφαρμόζεται το κριτήριο του χ^2 . Ο υπολογισμός του γίνεται ως εξής:

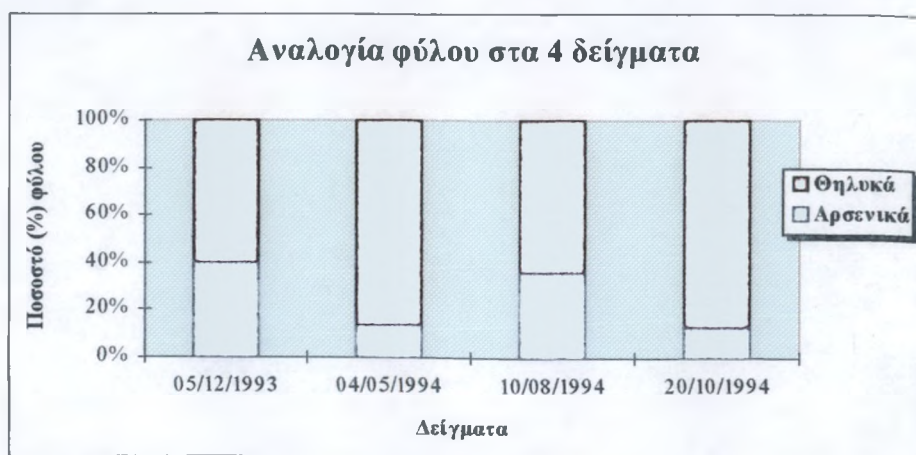
$$\chi^2 = \frac{(\text{Παρατηρούμενα}_1 - \text{Αναμενομενα}_1)^2}{\text{Αναμενομενα}_1} + \frac{(\text{Παρατηρούμενα}_2 - \text{Αναμενομενα}_2)^2}{\text{Αναμενομενα}_2}$$

Όπου: **παρατηρούμενα** είναι αυτά που παρατηρήθηκαν (δείκτης 1 για τα αρσενικά και 2 για τα θηλυκά) και **αναμενόμενα** είναι αυτά που αναμένονταν, δηλαδή τα μισά άτομα από αυτά που εξετάστηκαν.

Αφού υπολογιστεί το χ^2 , βρίσκουμε το επίπεδο σημαντικότητας από ειδικό πίνακα. Έτσι μπορούμε να αποφανθούμε αν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην κατανομή του πληθυσμού. Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται τα αποτελέσματα του κριτηρίου χ^2 .

Πίνακας 1 Αποτελέσματα του κριτηρίου χ^2 όσον αφορά το φύλο των ατόμων για κάθε δείγμα.

Δείγμα	Θηλυκά	Αρσενικά	Σύνολο	Αναλογία Θηλ. : Αρσ.	Τιμή του χ^2	Επίπεδο σημαντικότητας
5-12-1993	66	44	110	1,5	4,4	$0,10 < p < 0,25$
4-5-1994	95	15	110	6,3	58,18	$p < 0,001$
10-8-1994	71	39	110	1,82	9,30	$0,005 < p < 0,01$
20-10-1994	96	14	110	6,85	61,12	$p < 0,001$
Σύνολο	328	112	440	2,93	106,04	$p < 0,001$

**Σχήμα 18** Αναλογία φύλου στα τέσσερα δείγματα.

Αποτελέσματα: η αναλογία φύλου μελετήθηκε στο συνολικό δείγμα των 440 ατόμων. Βρέθηκαν 328 θηλυκά και 112 αρσενικά άτομα. Η αναλογία φύλου στο σύνολο των ατόμων, αλλά και στις επιμέρους δειγματοληψίες διαφέρει από τη θεωρητική αναλογία 1:1, παρουσιάζοντας μία υπεροχή των θηλυκών ατόμων έναντι των αρσενικών με συνολική αναλογία 2,93:1 ($\chi^2 = 106,04$ $p < 0,001$). Στις εποχικές δειγματοληψίες στο δείγμα 5-12-1993 δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,10$), σε αντίθεση με τα δείγματα 4-5-1994, 10-8-1994 και 20-10-1994 ($p < 0,001$), αφού στατιστικά σημαντική διαφορά υπάρχει όταν $p < 0,05$.

Συμπεράσματα

☞ Στο συγκεκριμένο πληθυσμό της αθερίνας έχουμε υπεροχή των θηλυκών έναντι των αρσενικών ατόμων. Δηλαδή ένα αρσενικό άτομο αντιστοιχεί σε σχεδόν τρία θηλυκά άτομα.

↳ Το γεγονός της μεγάλης παρουσίας των θηλυκών έναντι των αρσενικών ατόμων φαίνεται να αποτελεί μέρος της βιολογικής στρατηγικής του είδους (διαδικασία αναπαραγωγής).

↳ Η αυξημένη, σε ποσοστό, παρουσία των θηλυκών ατόμων εμφανίζεται στα δείγματα της άνοιξης και του φθινοπώρου, εποχές που πιθανόν να συμπίπτουν με την αναπαραγωγική περίοδο της αθερίνας.

3.2.2 Κατανομή των ατόμων με βάση την ύπαρξη του παρασίτου

Χρησιμοποιείται και εδώ το κριτήριο του χ^2 και τα αποτελέσματα παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2 Αποτελέσματα του χ^2 όσον αφορά την ύπαρξη του παρασίτου στα άτομα για κάθε δείγμα.

Δείγμα	Σύνολο ατόμων με παράσιτο	Σύνολο ατόμων χωρίς παράσιτο	Αναλογία (άτομα με : άτομα χωρίς)	Τιμή του χ^2	Επίπεδο σημαντικότητας
5-12-1993	57	53	1,075	0,145	0,90<p<0,95
4-5-1994	66	44	1,5	4,4	0,10<p<0,25
10-8-1994	—	—	—	—	—
20-10-1994	45	65	0,69	3,63	0,10<p<0,25
Σύνολο	168	162	1,04	0,109	0,90<p<0,95



Σχήμα 19 Αναλογία ατόμων κατά παράσιτο στα τέσσερα δείγματα.

Αποτελέσματα: το ποσοστό παρασιτισμού μελετήθηκε στο συνολικό δείγμα των 440 ατόμων. Βρέθηκαν 168 άτομα με παράσιτο και 162 άτομα χωρίς παράσιτο. Η αναλογία παρασίτου στο σύνολο των ατόμων, αλλά και στις επιμέρους δειγματοληψίες είναι 1,04:1, παρουσιάζοντας μία υπεροχή των ατόμων με παράσιτο έναντι των ατόμων χωρίς παράσιτο ($\chi^2 = 0,109$, $p > 0,90$). Σύμφωνα με την αναλογία των ατόμων με παράσιτο προς αυτά που δεν έχουν παράσιτο και τις τιμές του χ^2 , διαπιστώνεται πως στα δείγματα 5-12-1993, 4-5-1994 και 20-10-1994 δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά αφού $p > 0,05$. Στο δείγμα 10-8-1994 υπάρχουν ενδείξεις για την ύπαρξη του παρασίτου, χωρίς όμως αριθμητικά δεδομένα. Αυτό οφείλεται στο πολύ μικρό μέγεθος που έχει την εν λόγω εποχή και στο χρωματισμό του, ο οποίος είναι ίδιος με αυτόν της εσωτερικής κοιλότητας του ψαριού, με αποτέλεσμα να καθίσταται δύσκολη η αναγνώρισή του.

Συμπεράσματα

↯ Στο συγκεκριμένο πληθυσμό της αθερίνας, το ποσοστό παρασιτισμού εμφανίζεται αρκετά μεγάλο, και φαίνεται ότι δημιουργούνται προβλήματα στη φυσική κατάσταση του πληθυσμού και κατ' επέκταση στην επιβίωσή του.

3.2.3 Κατανομή των αρσενικών και των θηλυκών ατόμων με βάση την ύπαρξη παρασίτου

Για την καλύτερη παρουσίαση της επίδρασης του παρασίτου στα άτομα, κρίθηκε σκόπιμο να χρησιμοποιηθεί το κριτήριο του χ^2 για κάθε φύλο ξεχωριστά. Έτσι φαίνεται η σημαντικότητα της επίδρασης του παρασίτου, όπως αυτή επισημαίνεται και στα συμπεράσματα που ακολουθούν τους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 3 Αποτελέσματα του κριτηρίου χ^2 όσον αφορά την ύπαρξη του παρασίτου στα αρσενικά άτομα για κάθε δείγμα.

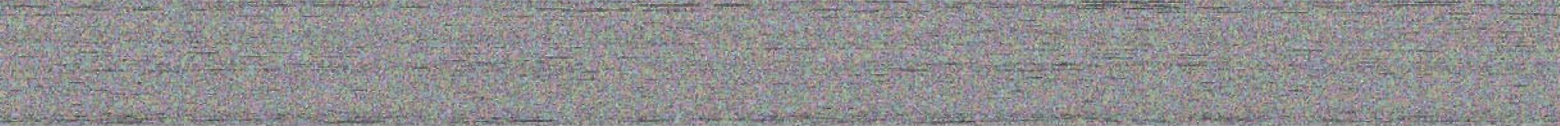
Δείγμα	Αρσενικά με παράσιτο	Αρσενικά χωρίς παράσιτο	Αναλογία (αρσ. με : αρσ. χωρίς)	Τιμή του χ^2	Επίπεδο σημαντικότητας
5-12-1993	28	16	1,75	3,27	0,10 < p < 0,25
4-5-1994	8	7	1,14	0,06	0,95 < p < 0,975
10-8-1994	—	—	—	—	—
20-10-1994	10	4	2,5	2,57	0,25 < p < 0,50
Σύνολο	46	27	1,70	4,95	0,05 < p < 0,10

Πίνακας 4 Αποτελέσματα του κριτηρίου χ^2 όσον αφορά την ύπαρξη του παρασίτου στα θηλυκά άτομα για κάθε δείγμα.

Δείγμα	Θηλυκά με παράσιτο	Θηλυκά χωρίς παράσιτο	Αναλογία (Θηλ. με : Θηλ. χωρίς)	Τιμή του χ^2	Επίπεδο σημαντικότητας
5-12-1993	29	37	0,78	0,97	0,50 < p < 0,75
4-5-1994	58	37	1,56	4,64	0,05 < p < 0,10
10-8-1994	—	—	—	—	—
20-10-1994	35	61	0,57	7,04	0,025 < p < 0,05
Σύνολο	122	135	0,9	0,66	0,50 < p < 0,75



Σχήμα 20 Αναλογία φύλου κατά παράσιτο στο δείγμα 5-12-1993.



Συμπεράσματα

☞ Το ποσοστό παρασιτισμού στα αρσενικά άτομα είναι αρκετά μεγάλο (>50%), με αποτέλεσμα να επιδρά αρνητικά στην αναπαραγωγή, στην αναλογία φύλου και κατ' επέκταση στη διαίωνιση του πληθυσμού.

☞ Το ποσοστό παρασιτισμού στα θηλυκά άτομα είναι σχετικά μικρό (<50%), κατά συνέπεια τα θηλυκά άτομα φαίνεται να είναι λιγότερο ευάλωτα απ' ότι τα αρσενικά κι έτσι διασφαλίζεται κατά κάποιο τρόπο η διαίωνιση του είδους.

☞ Η διαφορετική παρουσία του παρασίτου σε σχέση με το φύλο είναι απόρροια της προστασίας του είδους. Συνεπώς το παράσιτο προσβάλλοντας περισσότερο τα αρσενικά άτομα, η διαίωνιση του είδους εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα θηλυκά άτομα. Αυτό αποτελεί μέρος της βιολογικής στρατηγικής του είδους.

☞ Στο δείγμα 4-5-1994 που αντιπροσωπεύει την αναπαραγωγική περίοδο, το ποσοστό παρασιτισμού των θηλυκών ατόμων είναι αρκετά μεγάλο. Η περίοδος αυτή φαίνεται να ευνοεί την ανάπτυξη και ίσως την αναπαραγωγή του παρασίτου, λόγω διαθέσιμων ενεργειακών και θρεπτικών πηγών (π.χ. ωρίμανση γεννητικών προϊόντων).



4. ΗΛΙΚΙΑ

4.1 Γενικά

Η γνώση της ηλικίας παρουσιάζει σημαντική πρακτική εφαρμογή και συμβάλλει στην αναζήτηση του χρόνου της απόκτησης της γεννητικής ωριμότητας από ένα ψάρι, το εμπορικό του μέγεθος (αλιευτική διαχείριση του ιχθυοαποθέματος), αλλά και στη διαπίστωση της καταλληλότητας ή όχι ενός περιβάλλοντος για τη διαβίωση και τη διαίωνιση ενός είδους.

4.2 Μέθοδοι προσδιορισμού της ηλικίας

Οι περισσότερο χρησιμοποιούμενες μέθοδοι προσδιορισμού της ηλικίας σύμφωνα με τον Bagenal (1978) είναι:

1. η εξέταση των λεπιών. Σύμφωνα με τους Bagenal & Tesch (1978), τα χαρακτηριστικά του λεπιού είναι οι λεπτές σκοτεινές πτυχώσεις (δακτύλιοι), που σχηματίζονται κυκλικά γύρω από το κέντρο του λεπιού. Στα κυκλοειδή λέπια χρησιμοποιείται για την ανάγνωση το πρόσθιο τμήμα του λεπιού, που αντιστοιχεί σε εκείνο που είναι βυθισμένο μέσα στο δέρμα του σώματος. Η αναγνώριση των δακτυλίων γίνεται από τις εξής περιπτώσεις:
 - i) ζώνη από πυκνά σχηματιζόμενους δακτυλίους εναλλάσσεται με ζώνη από αραιά διακείμενους δακτυλίους. Η πρώτη ζώνη σχηματίζεται το χειμώνα από επιβράδυνση της αύξησης και η δεύτερη ζώνη κατά τους θερμούς μήνες, λόγω ταχείας αύξησης των ψαριών. Ο ετήσιος δακτύλιος καθορίζεται από τη ζώνη των στενά διακείμενων δακτυλίων και μετρείται στο εξωτερικό όριο αυτής,
 - ii) μια καθαρή ζώνη απαλλαγμένη από πτυχώσεις εμφανίζεται μεταξύ μίας ζώνης με πυκνά σχηματιζόμενους δακτυλίους και μίας με αραιά διακείμενους δακτυλίους,

- iii) ανακοπή των δακτυλίων όπου ένας ή δύο δακτύλιοι τέμνουν αρκετούς άλλους,
- iv) οι ακτίνες (αυλακοειδείς εσοχές εκτεινόμενες από τον πυρήνα προς το χείλος του λεπιού) διακόπτονται ή κάμπτονται στο εξωτερικό όριο των ετήσιων δακτυλίων (κτενοειδή λέπια).
2. Η εξέταση των ωτολίθων. Όπως και στα λέπια, η ανάπτυξη των δακτυλίων είναι ομοκεντρική με εμφανείς λωρίδες γύρω από έναν κεντρικό πυρήνα. Οι ωτόλιθοι κάτω από ανακλώμενο φως εμφανίζουν άσπρες αδιαφανείς ζώνες που αντιστοιχούν στην αύξηση κατά τους θερμούς μήνες και σκοτεινές ζώνες που αντιστοιχούν στην αύξηση κατά τους ψυχρούς μήνες. Μία σκοτεινή και μία άσπρη ζώνη αντιστοιχούν στην αύξηση του ψαριού κατά ένα έτος. Η άθροιση όλων των σκοτεινών ζωνών δίνει και τον αριθμό των ετήσιων δακτυλίων.

Κατά την ανάγνωση των ωτολίθων θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής φαινόμενα:

- i) οι σκοτεινές ζώνες θα πρέπει να είναι συνεχείς στο σχηματισμό τους γύρω από τον πυρήνα,
- ii) τα αραιά διαστήματα μεταξύ των σκοτεινών ζωνών γίνονται πιο στενά, όσο πλησιάζουμε το χείλος του ωτολίθου,
- iii) το πλάτος των σκοτεινών ζωνών ελαττώνεται με την αύξηση της ηλικίας,
- iv) σε ωτόλιθους τοποθετημένους πάνω από διερχόμενο φως, οι αδιαφανείς και οι σκοτεινές ζώνες εμφανίζονται άσπρες.
3. Η εξέταση των σκληρών κατασκευών (κλείδα, ακτίνες πτερυγίων, βραγχιακό επικάλυμμα και σπόνδυλοι). Στις θωρακικές άκανθες, οι ετήσιοι δακτύλιοι, εμφανίζονται ως ομόκεντρες ζώνες γύρω από τη διάτρητη κεντρική κοιλότητα της εγκάρσιας τομής της άκανθας. Στα βραγχιακά επικαλύμματα οι ζωνώσεις εμφανίζονται κατά μήκος του αυξητικού τους χείλους. Κάτω από ανακλώμενο φως, οι ζώνες εμφανίζουν τα ίδια χαρακτηριστικά με αυτά των ωτολίθων.
4. Η μέθοδος της συχνότητας των μεγεθών (μέθοδος Petersen). Η μέθοδος αυτή έχει περιγραφεί στο κεφάλαιο της δομής πληθυσμών.
5. Η άμεση παρατήρηση των ψαριών που είναι περιορισμένα σε έναν κλειστό χώρο (π.χ. ενυδρεία). Η παρατήρηση αυτή μπορεί επίσης να γίνει και στο

φυσικό περιβάλλον με τη μέθοδο της σύλληψης και της επανασύλληψης. Οι μέθοδοι αυτοί περιγράφονται στο επόμενο κεφάλαιο της αύξησης.

4.3 Προσδιορισμός της ηλικίας με τη μέθοδο των λεπιών

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν τα λέπια για τον προσδιορισμό της ηλικίας. Το μέγεθος του ψαριού και κατά συνέπεια το μικρό μέγεθος του ωτολίθου, κάνουν δύσκολη την εξαγωγή και την επεξεργασία του για τη μελέτη της ηλικίας (Λεονάρδος, 1996). Στα ψάρια που παρουσιάζουν μικρή διάρκεια ζωής (πράγμα που συμβαίνει και στην αθερίνα) και επομένως υψηλούς ρυθμούς αύξησης, προτιμώνται τα λέπια για τον προσδιορισμό της ηλικίας. Σε αυτά οι ετήσιοι δακτύλιοι είναι συνήθως ευδιάκριτοι, σε αντίθεση με τα ψάρια που έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και κατά συνέπεια αργούς ρυθμούς αύξησης, στα λέπια των οποίων οι δακτύλιοι είναι δυσδιάκριτοι.

Η ανάγνωση της ηλικίας από τα λέπια γίνεται με τη βοήθεια των πλατιών και των στενών ζωνώσεων, που σχηματίζονται κατά την πλούσια και φτωχή τροφική περίοδο αντίστοιχα. Οι ζωνώσεις αυτές που ονομάζονται και δακτύλιοι, είναι κατά βάση ομόκεντροι και περιβάλλουν μία κεντρική κηλίδα, τον πυρήνα.

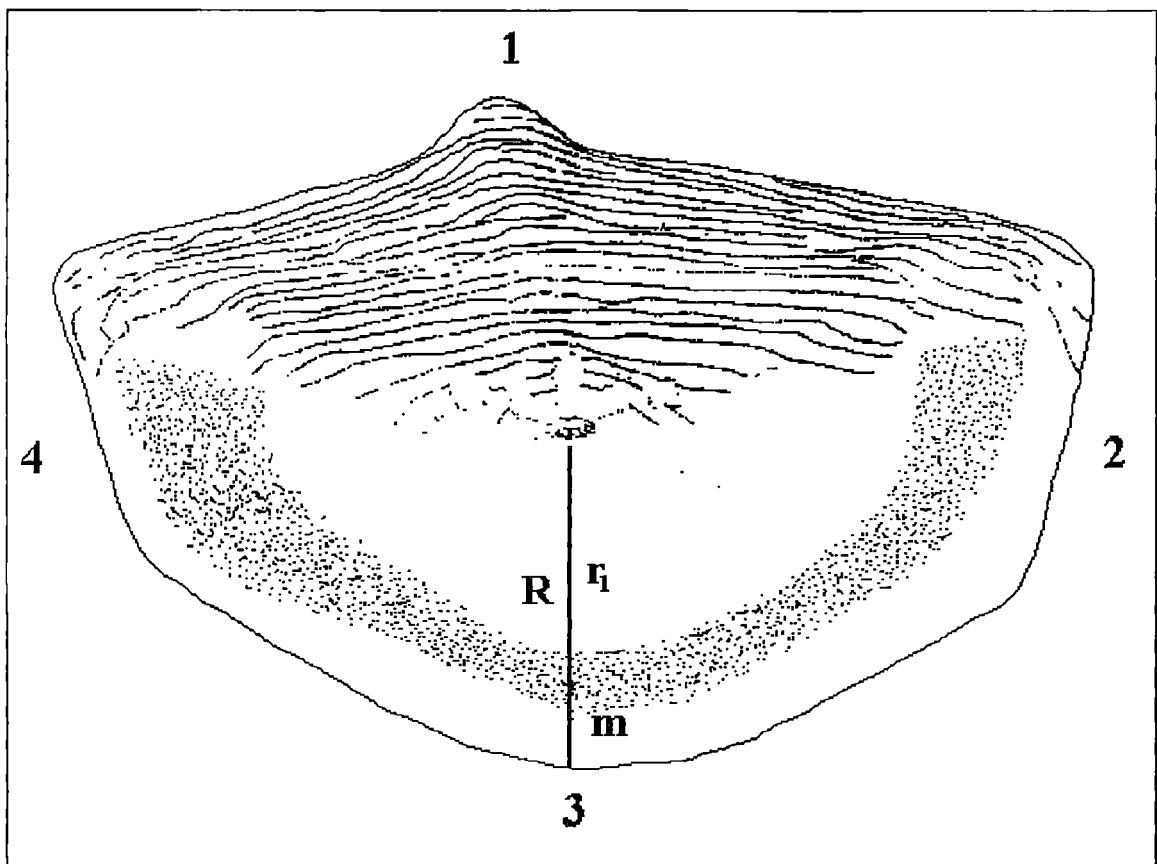
Η εποχή σχηματισμού των ετήσιων δακτυλίων έχει μεγάλη σημασία. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την εποχή εμφάνισής τους είναι: η περίοδος ωοτοκίας, οι τροφικές συνήθειες, οι μεταναστεύσεις, το γεωγραφικό πλάτος και η θερμοκρασία. Η ηλικία των ψαριών επηρεάζει επίσης το χρόνο εμφάνισής τους, με αποτέλεσμα τα νεαρά ψάρια να παρουσιάζουν υψηλότερο ετήσιο ρυθμό αύξησης απ'ότι τα μεγαλύτερα σε ηλικία οπότε και μπορούν να σχηματίσουν το δακτύλιο νωρίτερα.

Τα σφάλματα που γίνονται κατά την ανάγνωση των λεπιών οφείλονται:

- i) στην παράκαμψη του 1^{ου} δακτυλίου,
- ii) στο συνωστισμό των ετήσιων δακτυλίων όσο αυξάνεται η ηλικία των ψαριών,

- iii)στην υπερεκτίμηση του υπολογισμού της ηλικίας από την εμφάνιση ψευδοδακτυλίων,
 iv)στην απώλεια του περιφερειακού δακτυλίου λόγω απορρόφησης ή διάβρωσης.

Τα λέπια της *Atherina boyeri* είναι κυκλοειδή με μικρό μέγεθος και συνήθως έχουν σχήμα πενταγώνου. Συχνά τα λέπια αποτελούνται από τέσσερις χώρους: προγενέστερο, μεταγενέστερο, ραχιαίο και κοιλιακό (Εικ. 16).



Εικόνα 16 Καθορισμός των χώρων ενός λεπιού της *Atherina boyeri* (από Marfin, 1982).

- | | |
|--|--|
| 1. Προγενέστερος χώρος | R : Ακτίνα λεπιού |
| 2. Ραχιαίος χώρος | r ₁ : Ακτίνα του πρώτου δακτυλίου |
| 3. Μεταγενέστερος χώρος
(σκιασμένη περιοχή) | |
| 4. Κοιλιακός χώρος | m : Περιθώριο λεπιού |

Επίσης, εμφανίζονται αρκετά έντονες γραμμές, ομόκεντρες με τον πυρήνα, που καλύπτουν συχνά τον προγενέστερο χώρο. Ο δακτύλιος εμφανίζεται πολύ συχνά σαν περιορισμένη λωρίδα που καταλαμβάνει το ραχιαίο και κοιλιακό χώρο. Ο μεταγενέστερος χώρος είναι καθαρός και

προσφέρεται για παρατήρηση. Η κεντρική μεριά των λεπιών παρουσιάζει μερικές φορές επιφανειακά κενά, ενώ ο πυρήνας που χρησιμεύει ως αφετηρία μέτρησης είναι πάντοτε εμφανής.

Οι ψευδοδακτύλιοι είναι συχνοί στις αθερίνες (Marfin, 1982). Οι ψευδοδακτύλιοι μπορούν να δώσουν πληροφορίες σχετικά με: το χρόνο ωστοκίας, τις ακραίες μεταβολές της θερμοκρασίας, την έλλειψη τροφής, τη μεταβολή του τόπου διαβίωσης και την παρουσία ρύπανσης. Οι πραγματικοί δακτύλιοι ωστόσο διακρίνονται από κάποια ιδιαίτερα μορφολογικά χαρακτηριστικά που συναντώνται συχνά στα λέπια.

Δεχόμαστε ότι κάθε δακτύλιος ανταποκρίνεται στη μεταμόρφωση σε ταινία (λωρίδα) που σχηματίζεται κατά τη διάρκεια μιας χρονιάς και σ' αυτήν που σχηματίζεται κατά τη διάρκεια της επόμενης. Πάνω στη ραχιαία, στην κοιλιακή και στη μεταγενέστερη περιοχή του λεπιού, ο δακτύλιος εμφανίζεται συχνά σαν μια ταινία περιορισμένη από δύο τυλώματα ή διαθλαστικές περιοχές ποικίλου αραιώματος, ανάλογα με τα άτομα. Άλλοτε το ένα τυλώμα έχει προσεγγίσει το άλλο (στενός δακτύλιος) και οι μεγάλοι δακτύλιοι συναντώνται και άλλοτε τα τυλώματα δεν συναντώνται, οπότε το αραιώμά τους περιορίζεται στο μεταγενέστερο χώρο, ενώ γίνεται πιο εμφανές στον κοιλιακό και ραχιαίο χώρο του λεπιού. Οι σχηματισμοί που παρατηρούνται πάνω στον προγενέστερο χώρο ανταποκρίνονται και αποτελούν συνέχεια αυτών των σχηματισμών που περιγράφηκαν. Ανάλογα με την κάθε περίπτωση ο δακτύλιος φανερώνεται:

- ⇒ από μια γραμμή όπου οι κύκλοι, οι πρόσφατα σχηματισμένοι “κόβουν” τους παλιούς,
- ⇒ από διακεκομμένους κύκλους και
- ⇒ από μια κυκλική λωρίδα, ευρέως αραιωμένη και πλαισιωμένη από δυο κυκλικές ταινίες αρκετά στενές.

Αυτή η περίπτωση, λιγότερο συχνή απ'ότι οι άλλες, συνδυάζεται συχνά με τυλώματα αρκετά περιορισμένα. Παρακάτω καταγράφονται τα βήματα της γένεσης των δακτυλίων στο λέπι, σύμφωνα με την εικόνα που ακολουθεί (Εικ.17).

Η παραπάνω λίστα είναι καθοριστική για όλους τους δακτυλίους και ισχύει για οποιαδήποτε αθερίνα, αφού όλοι οι δακτύλιοι που έχουν παρατηρηθεί παρουσιάζουν είτε ένα, είτε περισσότερα χαρακτηριστικά από τα παραπάνω. Πρέπει να πούμε επίσης ότι ο δακτύλιος που εμφανίζεται στην αρχή αρκετά ισχνός, ενδυναμώνεται κατά το γήρας και γίνεται όλο και πιο εμφανής. Τα βήματα που ακολουθούν μπορούμε να τα παρατηρήσουμε στα άτομα που πρώιμα σχηματίζουν τον πρώτο δακτύλιο.

- ☞ Το πρώτο τύλωμα εμφανίζεται κατά το μήνα Μάρτιο (ο μήνας είναι υποθετικός και ορίζεται ως αρχή για την παρατήρησή μας), είτε στο επίπεδο των δυο ζωνών της ράχης και της κοιλιάς, είτε στο επίπεδο μιας μόνο ζώνης.
- ☞ Η ζώνη η ενδιάμεση εμφανίζεται αρκετά αργά. Η διαδικασία παρ'όλα αυτά προχωράει και περατώνεται το μήνα Απρίλιο.
- ☞ Το δεύτερο τύλωμα εμφανίζεται με τον ίδιο τρόπο, όπως και το πρώτο, το μήνα Μάιο. Η ολοκληρωμένη εμφάνιση του δακτυλίου παρεμβαίνει λίγο αργότερα.

4.4 Σύνθεση ηλικιών

Μια πιο πληρέστερη εικόνα έχουμε σχετικά με την ηλικία, το φύλο, την ύπαρξη παρασίτου και το μεσουραίο μήκος των ψαριών στους παρακάτω πίνακες, από τα αποτελέσματα των οποίων μπορούμε να βγάλουμε μερικά χρήσιμα συμπεράσματα.

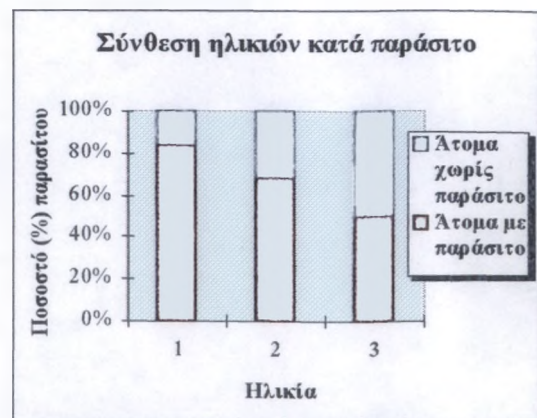
Παρατηρήσεις: πρέπει να επισημανθεί ότι από κάθε δείγμα μελετήθηκαν 45 ψάρια τυχαία ως προς την ηλικία τους. Στη συνέχεια βρέθηκε το φύλο και το αν τα συγκεκριμένα ψάρια είχαν παράσιτο. Όλα αυτά παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες (Πιν.5, 6, 7, 8) σε σχέση με το μεσουραίο μήκος τους (FL). Τέλος, A_1 και Θ_1 είναι τα αρσενικά και θηλυκά άτομα της εκάστοτε ηλικίας τα οποία έχουν παράσιτο και A_2 και Θ_2 είναι τα άτομα της εκάστοτε ηλικίας τα οποία δεν έχουν παράσιτο.

Πίνακας 5 Σύνθεση ηλικιών κατά μήκος, φύλο και παράσιτο στο δείγμα 5-12-1993.

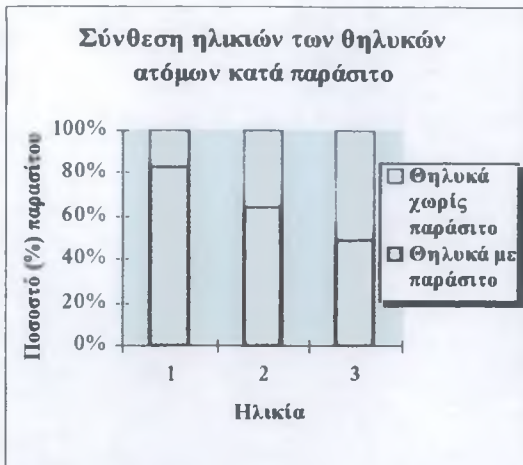
Ηλικία	1				2				3				Σύνολο	
	Αρσενικά		Θηλυκά		Αρσενικά		Θηλυκά		Αρσενικά		Θηλυκά		Αρσ.	Θηλ.
Μεσουραίο μήκος (FL)	A1	A2	Θ1	Θ2	A1	A2	Θ1	Θ2	A1	A2	Θ1	Θ2		
7,9 – 8,1		1											1	
8,1 – 8,3	8	1	2										9	2
8,3 – 8,5	5		2	1									5	3
8,5 – 8,7	3												3	
8,7 – 8,9		1	1		1		3	1					2	5
8,9 – 9,1					1		2	1					1	3
9,1 – 9,3							1	3						4
9,3 – 9,5							3					1		4
9,5 – 9,7														
9,7 – 9,9											1	1		2
9,9 – 10,1														
10,1 – 10,3											1			1
Σύνολο	16	3	5	1	2		9	5			2	2		
	25				16				4					



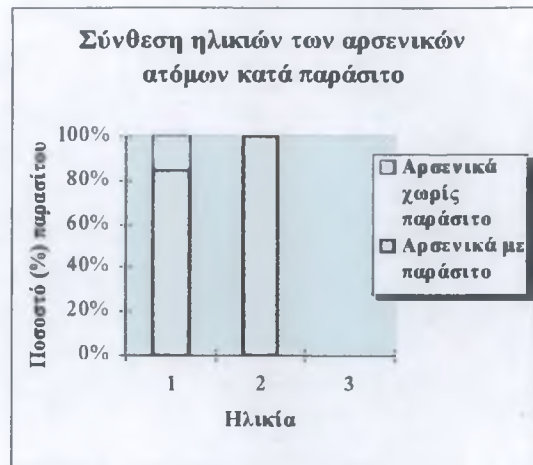
Σχήμα 23 Σύνθεση ηλικιών κατά φύλο στο δείγμα 5-12-1993.



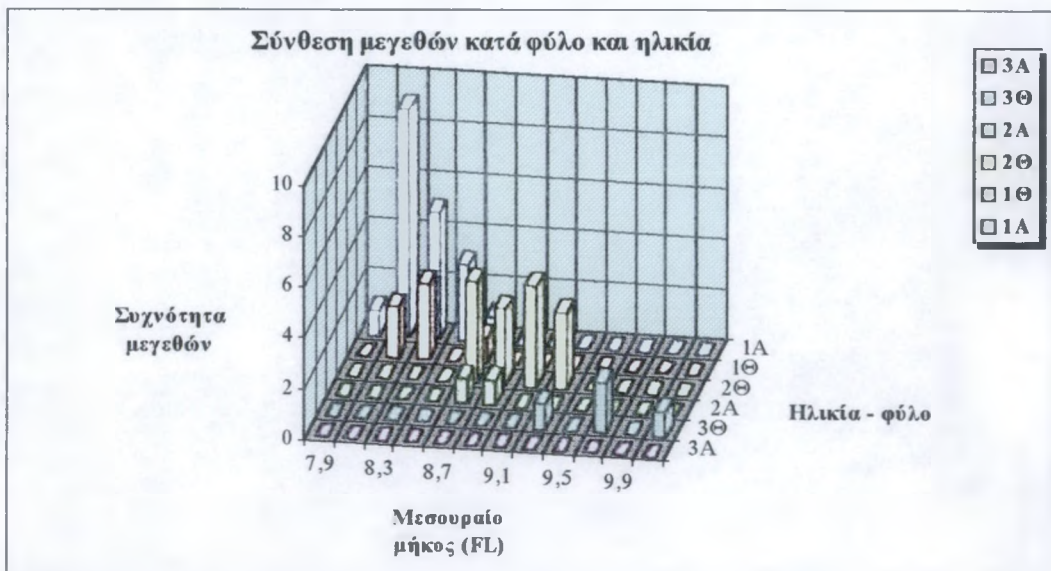
Σχήμα 24 Σύνθεση ηλικιών κατά παράσιτο στο δείγμα 5-12-1993.



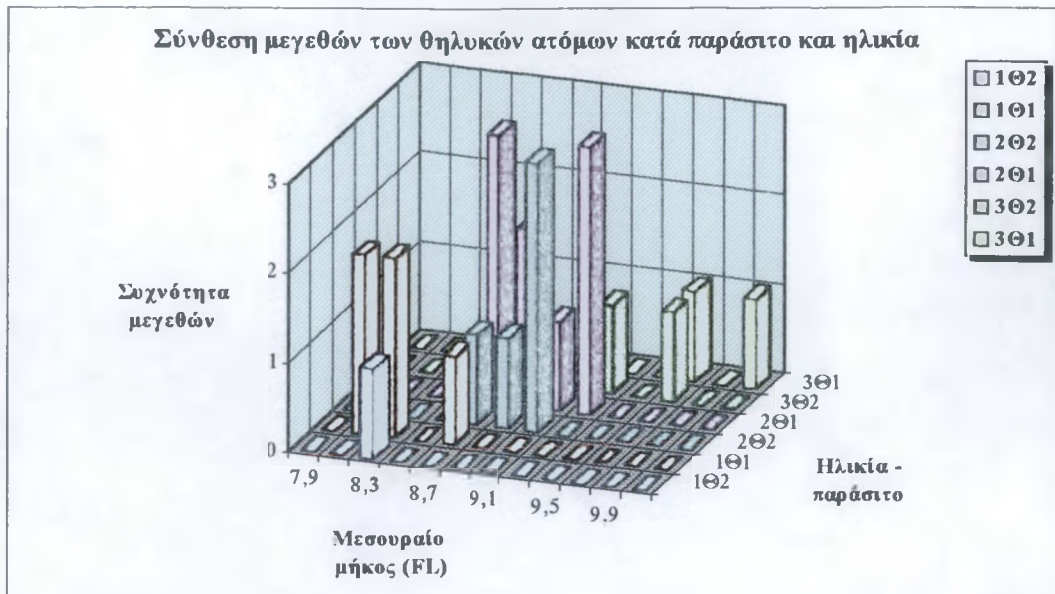
Σχήμα 25 Σύνθεση ηλικιών των θηλυκών ατόμων κατά παράσιτο στο δείγμα 5-12-1993.



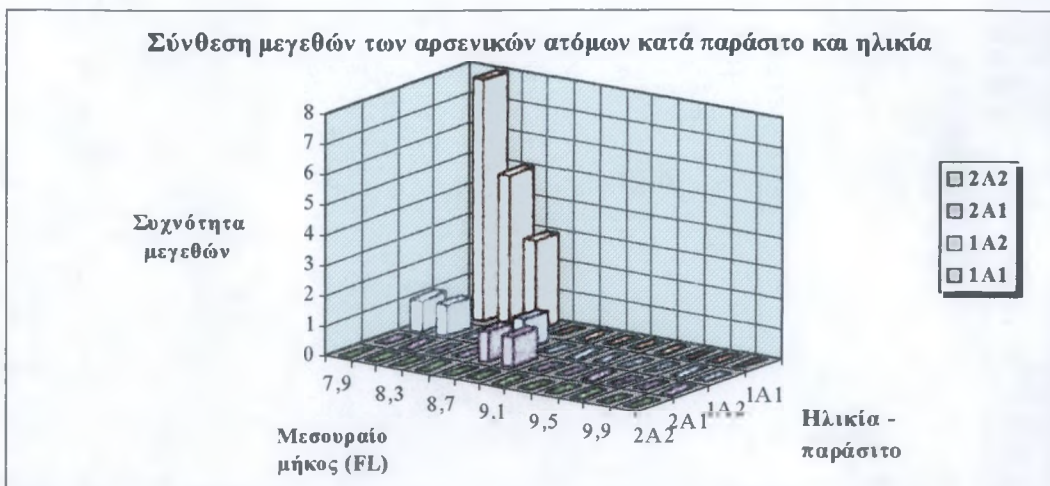
Σχήμα 26 Σύνθεση ηλικιών των αρσενικών ατόμων κατά παράσιτο στο δείγμα 5-12-1993.



Σχήμα 27 Σύνθεση μεγεθών κατά φύλο και ηλικία στο δείγμα 5-12-1993.



Σχήμα 28 Σύνθεση μεγεθών των θηλυκών ατόμων κατά παράσιτο και ηλικία στο δείγμα 5-12-1993.



Σχήμα 29 Σύνθεση μεγεθών των αρσενικών ατόμων κατά παράσιτο και ηλικία στο δείγμα 5-12-1993.

Συμπεράσματα

- ✦ Στο συγκεκριμένο δείγμα υπερτερεί αριθμητικά η κλάση ηλικίας 1.
- ✦ Στην κλάση ηλικίας 1 η παρουσία των αρσενικών ατόμων είναι πολύ μεγάλη (>70 %). Από την κλάση ηλικίας 3 απουσιάζουν τα αρσενικά άτομα, ενώ μειωμένη (<10%) είναι και η παρουσία τους στην κλάση ηλικίας 2. Αυτό αποτελεί μέρος της βιολογικής στρατηγικής του είδους, γεγονός που διαπιστώνεται και από τη διαφορετική αναλογία φύλου. Αντίθετα, η παρουσία των θηλυκών ατόμων αυξάνεται αλματωδώς όσο αυξάνεται η

Πίνακας 6 Σύνθεση ηλικιών κατά μήκος, φύλο και παράσιτο στο δείγμα 4-5-1994.

Ηλικία Μεσουραίο μήκος (FL)	1				2				3				Σύνολο	
	Αρσενικά		Θηλυκά		Αρσενικά		Θηλυκά		Αρσενικά		Θηλυκά		Αρσ.	Θηλ.
	A ₁	A ₂	Θ ₁	Θ ₂	A ₁	A ₂	Θ ₁	Θ ₂	A ₁	A ₂	Θ ₁	Θ ₂		
7,1 – 7,3		1	1	1									1	2
7,3 – 7,5	1		3	1									1	4
7,5 – 7,7			1	1										2
7,7 – 7,9	1		2										1	2
7,9 – 8,1			1											1
8,1 – 8,3			1											1
8,3 – 8,5								1						1
8,5 – 8,7							1							1
8,7 – 8,9							2							2
8,9 – 9,1							3							3
9,1 – 9,3							3	3						6
9,3 – 9,5							2	1						3
9,5 – 9,7							2	2						4
9,7 – 9,9														
9,9 – 10,1									1		1	1	1	2
10,1 – 10,3											3	1		4
10,3 – 10,5											1	1		2
10,5 – 10,7														
10,7 – 10,9														
10,9 – 11,1														
11,1 – 11,3												1		1
	2	1	9	3			13	7	1		5	4		
Σύνολο	15				20				10					

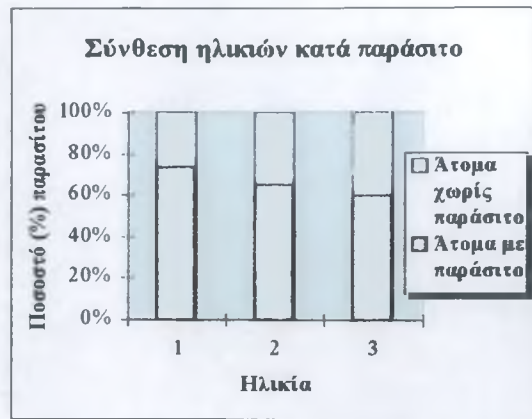
ηλικία. Αυτό το φαινόμενο ενδεχομένως να ευνοεί τη διαδικασία της αναπαραγωγής και κατ'επέκταση τη διαιώνιση του πληθυσμού.

☞ Η παρουσία του παρασίτου μειώνεται με την αύξηση της ηλικίας. Συνεπώς τα άτομα που προσβάλλονται σε μικρή ηλικία δεν καταφέρνουν, σ'ένα ποσοστό, να επιβιώσουν σε μεγάλη ηλικία.

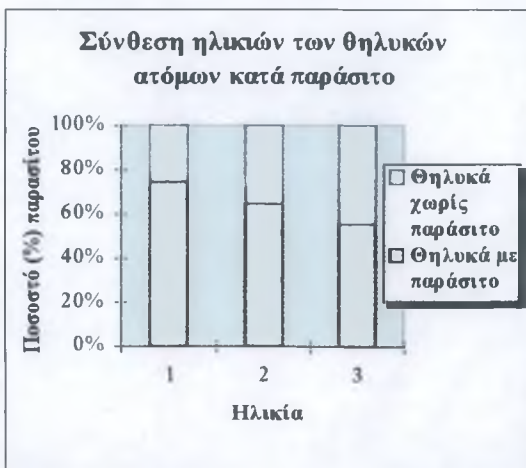
☞ Στα θηλυκά άτομα παρατηρείται μειωμένος παρασιτισμός σε σχέση με την αύξηση της ηλικίας. Αντίθετα, στα αρσενικά άτομα παρατηρείται αυξανόμενος παρασιτισμός σε σχέση με την αύξηση της ηλικίας. Το γεγονός της απουσίας των αρσενικών ατόμων στην ηλικία 3 ενδεχομένως να σχετίζεται με αυξημένο ποσοστό θνησιμότητας, εξαιτίας του μεγάλου παρασιτισμού των αρσενικών ατόμων στις προηγούμενες κλάσεις ηλικίας.



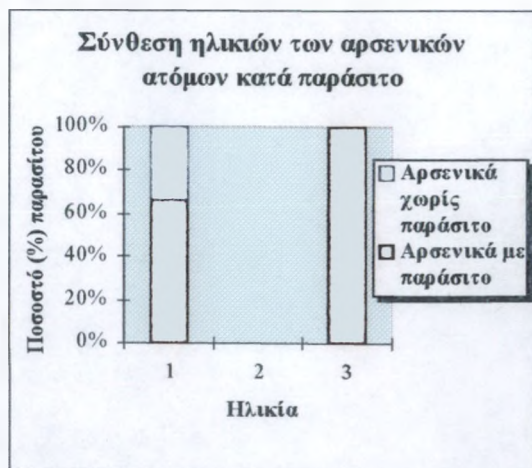
Σχήμα 30 Σύνθεση ηλικιών κατά φύλο στο δείγμα 4-5-1994.



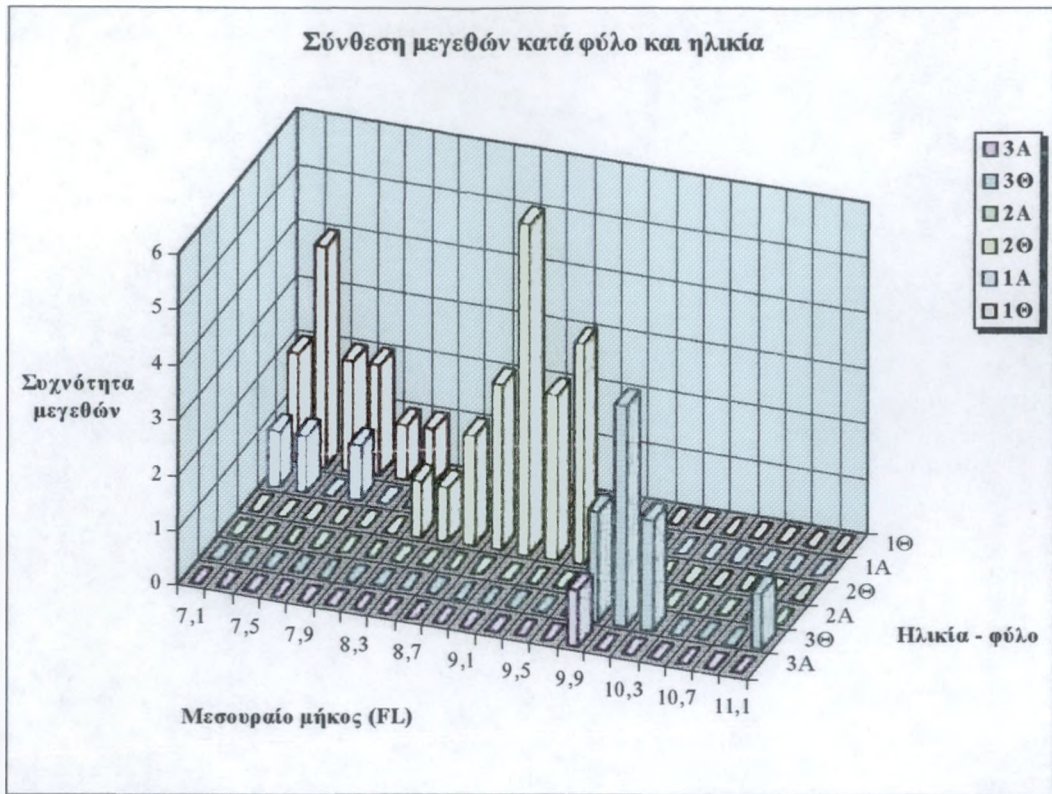
Σχήμα 31 Σύνθεση ηλικιών κατά παράσιτο στο δείγμα 4-5-1994.



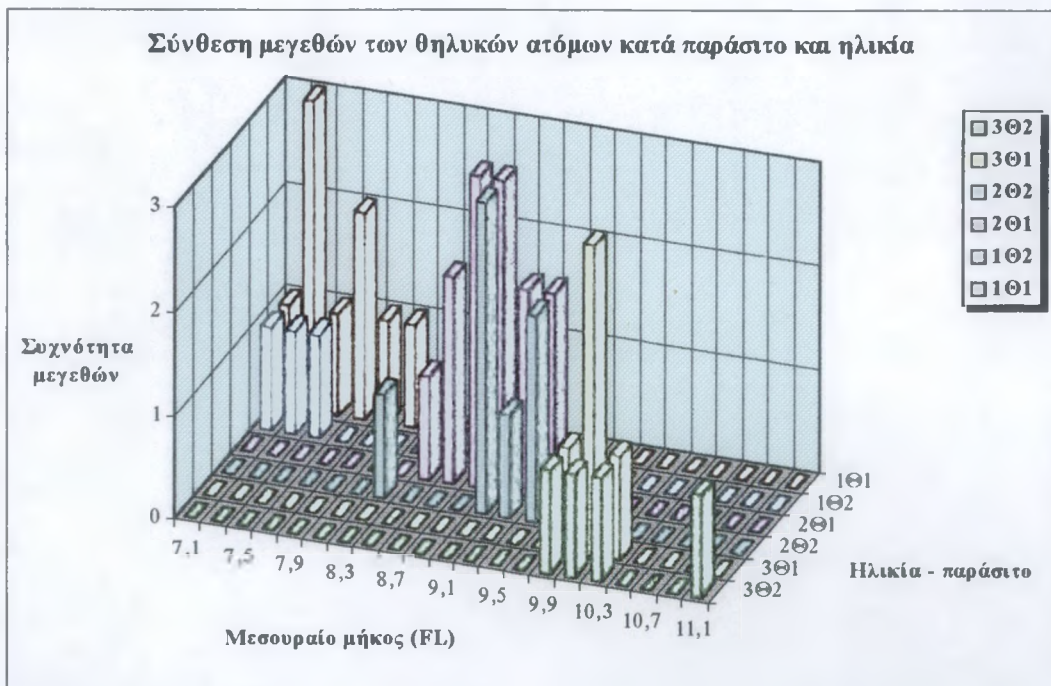
Σχήμα 32 Σύνθεση ηλικιών των θηλυκών ατόμων κατά παράσιτο στο δείγμα 4-5-1994.



Σχήμα 33 Σύνθεση ηλικιών των αρσενικών ατόμων κατά παράσιτο στο δείγμα 4-5-1994.



Σχήμα 34 Σύνθεση μεγεθών κατά φύλο και ηλικία στο δείγμα 4-5-1994.



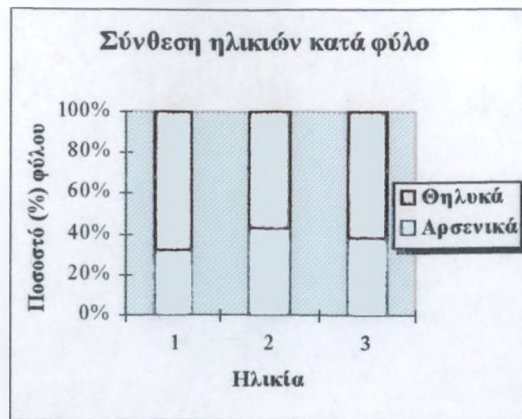
Σχήμα 35 Σύνθεση μεγεθών των θηλυκών ατόμων κατά παράσιτο και ηλικία στο δείγμα 4-5-1994.

Συμπεράσματα

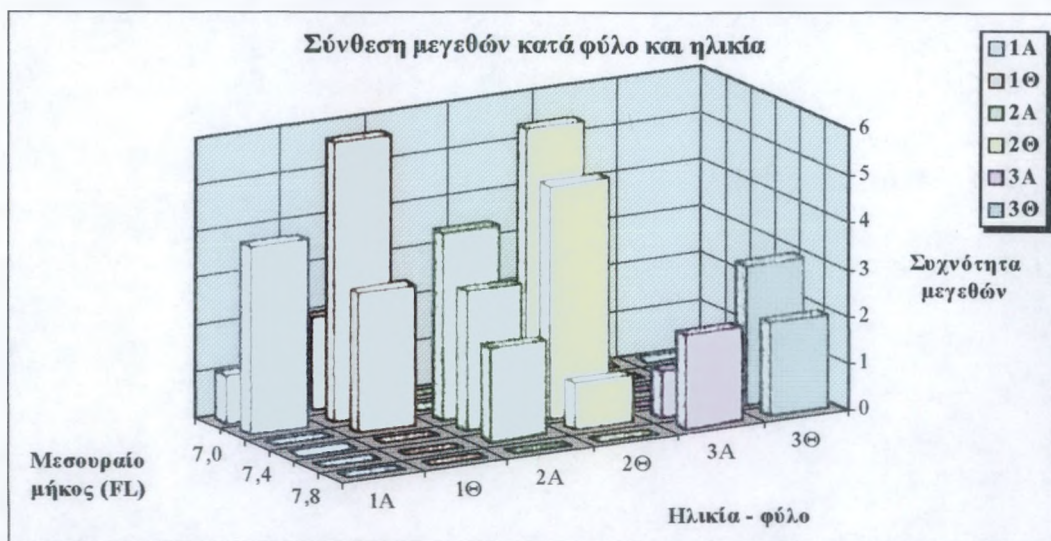
- ☞ Στο συγκεκριμένο δείγμα υπερτερεί αριθμητικά η κλάση ηλικίας 2.
- ☞ Στην κλάση ηλικίας 1 και 3 η παρουσία των αρσενικών ατόμων είναι πολύ μικρή (<20%), ενώ απουσιάζουν πλήρως από την κλάση ηλικίας 2. Αντίθετα, η παρουσία των θηλυκών ατόμων είναι συντριπτική σε όλες τις κλάσεις ηλικίας. Αυτό το φαινόμενο σαφώς και ευνοεί τη διαδικασία της αναπαραγωγής και κατ'επέκταση τη διαίωνιση του πληθυσμού.
- ☞ Η παρουσία του παρασίτου είναι μεγάλη σε όλες τις κλάσεις ηλικίας (>60%), με τάση μείωσης όσο αυξάνεται η ηλικία. Συνεπώς τα άτομα που προσβάλλονται σε μικρή ηλικία δεν καταφέρνουν, σ'ένα ποσοστό, να επιβιώσουν σε μεγάλη ηλικία.
- ☞ Στα θηλυκά άτομα παρατηρείται μειωμένος παρασιτισμός σε σχέση με την αύξηση της ηλικίας. Αντίθετα, στα αρσενικά άτομα παρατηρείται αυξανόμενος παρασιτισμός σε σχέση με την αύξηση της ηλικίας. Το γεγονός της απουσίας αρσενικών ατόμων στην κλάση ηλικίας 2 συνδέεται με αυξημένο ποσοστό θνησιμότητας, εξαιτίας του μεγάλου παρασιτισμού των αρσενικών ατόμων στην κλάση ηλικίας 1.

Πίνακας 7 Σύνθεση ηλικιών κατά μήκος και φύλο στο δείγμα 10-8-1994.

Ηλικία	1		2		3		Σύνολο	
	Αρσενικά	Θηλυκά	Αρσενικά	Θηλυκά	Αρσενικά	Θηλυκά	Αρσ.	Θηλ.
7,0 - 7,2	1	2					1	2
7,2 - 7,4	4	6					4	6
7,4 - 7,6		3	4	6			4	9
7,6 - 7,8			3	5			3	5
7,8 - 8,0			2	1	1	3	3	4
8,0 - 8,2					2	2	2	2
Σύνολο	5	11	9	12	3	5		
	16		21		8			



Σχήμα 36 Σύνθεση ηλικιών κατά φύλο στο δείγμα 10-8-1994.



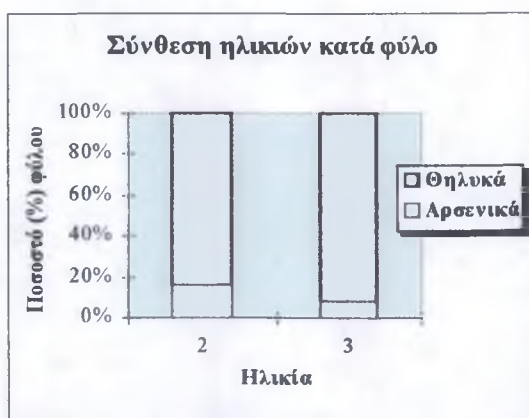
Σχήμα 37 Σύνθεση μεγεθών κατά φύλο και ηλικία στο δείγμα 10-8-1994.

Συμπεράσματα

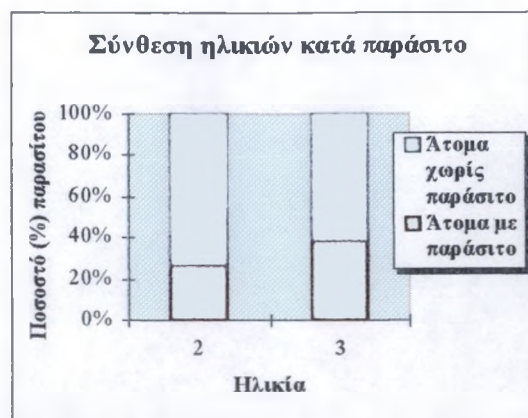
- Ψ Στο συγκεκριμένο δείγμα υπερτερεί αριθμητικά η κλάση ηλικίας 2.
- Ψ Η παρουσία των αρσενικών ατόμων είναι σε όλες τις κλάσεις ηλικίας αρκετά μικρή (<40%), ενώ αντίθετα η παρουσία των θηλυκών ατόμων είναι μεγαλύτερη. Αυτό το φαινόμενο σαφώς και ευνοεί τη διαδικασία της αναπαραγωγής και κατ'έπекταση τη διαίωνιση του πληθυσμού.

Πίνακας 8 Σύνθεση ηλικιών κατά μήκος, φύλο και παράσιτο στο δείγμα 20-10-1994.

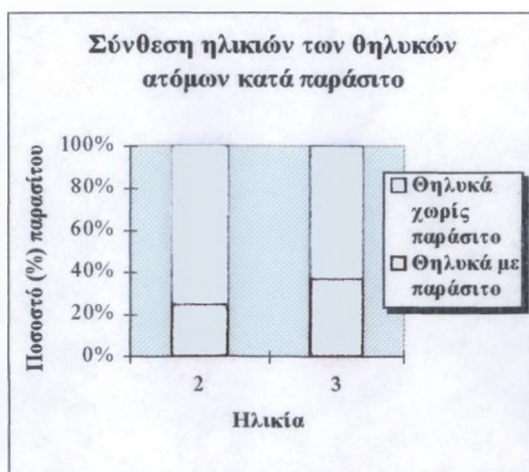
Ηλικία Μεσουραίο μήκος (FL)	2				3				Σύνολο	
	Αρσενικά		Θηλυκά		Αρσενικά		Θηλυκά		Αρσ.	Θηλ.
	A ₁	A ₂	Θ ₁	Θ ₂	A ₁	A ₂	Θ ₁	Θ ₂		
7,1 – 7,3				5						5
7,3 – 7,5	1	2	3	6			1	2	3	12
7,5 – 7,7			1	1			2	6		10
7,7 – 7,9						1	4	3	1	7
7,9 – 8,1					1		2	4	1	6
Σύνολο	1	2	4	12	1	1	9	15		
	19				26					



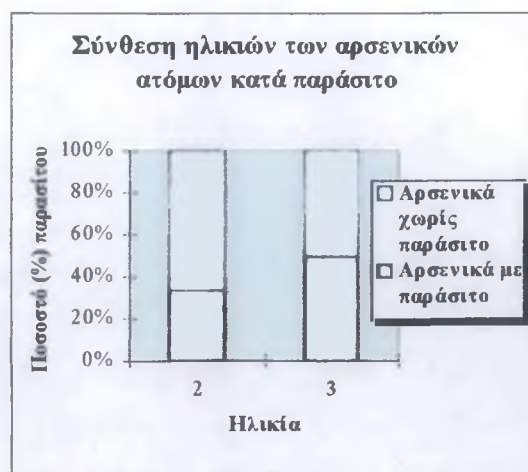
Σχήμα 38 Σύνθεση ηλικιών κατά φύλο στο δείγμα 20-10-1994.



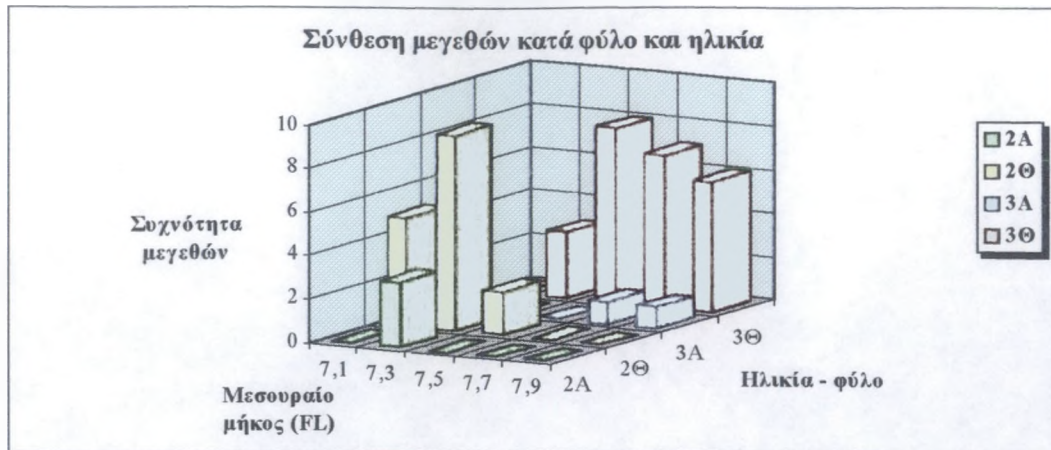
Σχήμα 39 Σύνθεση ηλικιών κατά παράσιτο στο δείγμα 20-10-1994.



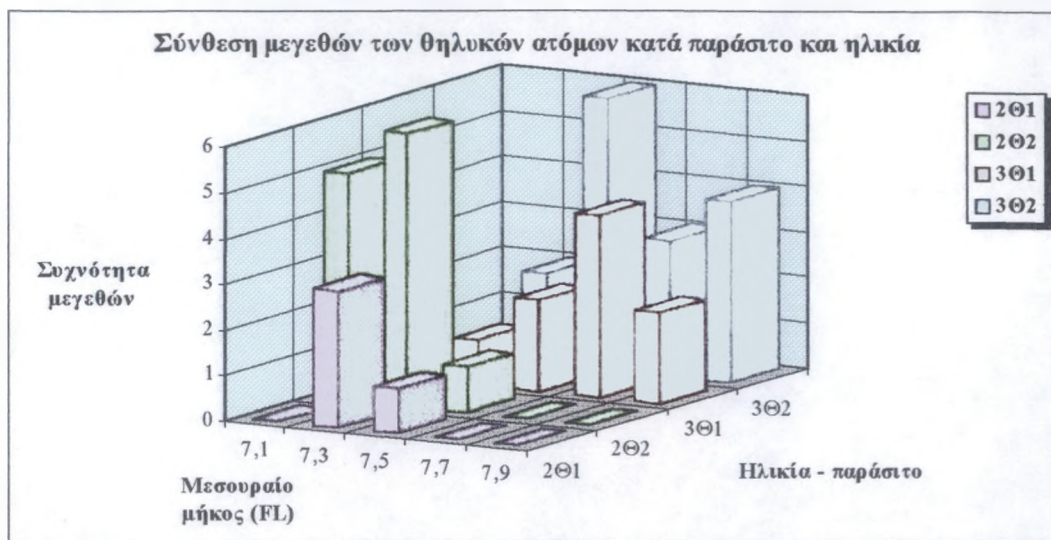
Σχήμα 40 Σύνθεση ηλικιών των θηλυκών ατόμων κατά παράσιτο στο δείγμα 20-10-1994.



Σχήμα 41 Σύνθεση ηλικιών των αρσενικών ατόμων κατά παράσιτο στο δείγμα 20-10-1994.



Σχήμα 42 Σύνθεση μεγεθών κατά φύλο και ηλικία στο δείγμα 20–10–1994.



Σχήμα 43 Σύνθεση μεγεθών των θηλυκών ατόμων κατά παράσιτο και ηλικία στο δείγμα 20–10–1994.

Συμπεράσματα

Ψ Στο συγκεκριμένο δείγμα υπερτερεί αριθμητικά η κλάση ηλικίας 3, ενώ απουσιάζουν τα άτομα της κλάσης ηλικίας 1. Η απουσία των ατόμων από την ηλικία 1 οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην επιλεκτικότητα του αλιευτικού εργαλείου και στον περιορισμένο αριθμό αλιευτικών προσπαθειών.

Ψ Η παρουσία των αρσενικών ατόμων είναι πολύ μικρή (<20%), αντίθετα η παρουσία των θηλυκών ατόμων είναι συντριπτική σε όλες τις κλάσεις ηλικίας. Αυτό το φαινόμενο σαφώς και ευνοεί τη διαδικασία της αναπαραγωγής και κατ'επέκταση τη διαίωνιση του πληθυσμού.

Ψ Η παρουσία του παρασίτου είναι μικρή σε όλες τις κλάσεις ηλικίας (<40%), με τάση αύξησης όσο αυξάνεται η ηλικία. Συνεπώς τα άτομα

μεγαλύτερης ηλικίας είναι λιγότερο ανθεκτικά στην προσβολή από το παράσιτο. Επίσης πρέπει να τονιστεί ότι τα άτομα του συγκεκριμένου δείγματος ανήκουν στο είδος *Atherina boyeri* και ότι το παράσιτο είναι στο στάδιο της λάρβας. Ενδεχομένως η παρουσία του παρασίτου να επηρεάζει σε μικρό βαθμό την θνησιμότητα και κατ'επέκταση τη διαίωσιση του είδους.

↪ Στα θηλυκά και στα αρσενικά άτομα παρατηρείται αυξανόμενος παρασιτισμός σε σχέση με την αύξηση της ηλικίας. Το γεγονός αυτό οδηγεί επίσης στο παραπάνω συμπέρασμα.



5. ΑΥΞΗΣΗ

5.1 Γενικά

Η μελέτη της αύξησης των ψαριών τόσο σε ατομικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο πληθυσμών, είναι ευρέως διαδεδομένη διότι αντανακλά τη φυσική κατάστασή τους και αποτελεί δείκτη υγείας. Έμμεσα η μελέτη της αύξησης βοηθάει στον προσδιορισμό των παραμέτρων του οικοσυστήματος που επιδρούν ευνοϊκά (π.χ. διαθεσιμότητα τροφής) προς την κατεύθυνση της διαίωνισης του ιχθυοαποθέματος.

Με τον όρο αύξηση μπορεί να οριστεί η αλλαγή σε μέγεθος (μήκος, βάρος, όγκος, μάζα) μέσα στο χρόνο ή από ενεργειακή σκοπιά, η αλλαγή στις θερμίδες που αποθηκεύονται ως σωματικός και αναπαραγωγικός ιστός (Moyle & Cech, 1988). Ο ενεργειακός ορισμός είναι ιδιαίτερα χρήσιμος για την κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την αύξηση. Σύμφωνα με τους παραπάνω συγγραφείς, οι Brett & Groves (1979) αναφέρουν ότι η ενέργεια (I) (σε θερμίδες) που αντιστοιχεί στην τροφή που έχει καταποθεί από το ψάρι, διαμοιράζεται στο μεταβολισμό (M), στην αύξηση (G), αλλά διαφεύγει και διαμέσω των λειτουργιών της απέκκρισης (E). Έτσι οδηγούμαστε στην ακόλουθη εξίσωση:

$$I = M + G + E \text{ (ενεργειακό ισοζύγιο)}$$

5.2 Μέθοδοι προσδιορισμού της αύξησης

Οι πιο δημοφιλείς μέθοδοι για τον προσδιορισμό της αύξησης, σύμφωνα με τους Bagenal (1978), Moyle & Cech (1988), είναι:

1. Με πειράματα σε ελεγχόμενο περιβάλλον (δεξαμενές, ενυδρεία). Αβγό, νύμφη, ανήλικο ή ενήλικο άτομο με γνωστή ηλικία, τοποθετείται μέσα σε δεξαμενή, μικρό υδροστάσιο ή διχτυοκλωβό. Το μήκος του ή το βάρος του

- μετρείται ανά τακτά χρονικά διαστήματα για τον υπολογισμό των ρυθμών αύξησης.
2. Με μαρκάρισμα και επανασύλληψη. Μαρκάρεται ένα ψάρι και αφού γίνουν οι απαραίτητες μετρήσεις (μήκους, βάρους), αυτό απελευθερώνεται. Το ψάρι αυτό επανασυλλαμβάνεται στο μέλλον και ο ρυθμός αύξησης υπολογίζεται από την αλλαγή του μεγέθους του κατά τη διάρκεια της διαβίωσής του στο φυσικό περιβάλλον, μετά από το μαρκάρισμά του.
 3. Με τη μέθοδο πρόσληψης ραδιενεργού ^{14}C . Ζωντανά λέπια ψαριών αποσπασμένα από την επιδερμίδα, τοποθετούνται μέσα σε ένα μέσο (medium) που περιέχει το αμινοξύ γλυκίνη. Το αμινοξύ αυτό έχει ιχνοθετηθεί με ραδιενεργό ^{14}C . Ο ρυθμός με τον οποίο η ιχνοθετημένη γλυκίνη απορροφάται από το κολλαγόνο του λεπιού (ρυθμός πρωτεϊνικής σύνθεσης), μετά από παραμονή στο μέσο λιγότερο από τέσσερις ώρες, μετρείται από το επίπεδο της β-ακτινοβολίας που εκπέμπεται από το λέπι. Ταχύτερος ρυθμός ανάπτυξης του ψαριού θα πρέπει να συνοδεύεται από αυξημένη απορρόφηση του ^{14}C από το λέπι.
 4. Με τη μέθοδο του λόγου RNA / DNA. Είναι μια άλλη μέθοδος μέτρησης του ρυθμού σύνθεσης πρωτεΐνης (επεξεργασία ιστού), ως δείκτης του στιγμιαίου ρυθμού αύξησης. Ενώ το περιεχόμενο DNA είναι σταθερό ανά κύτταρο και το περιεχόμενο RNA εξαρτάται από το ρυθμό πρωτεϊνικής σύνθεσης του κυττάρου, ο λόγος RNA / DNA αντανακλά αυτό το ρυθμό ανά αριθμό κυττάρων, σε ένα δείγμα ιστού.
 5. Με τη μέθοδο της συχνότητας των μεγεθών – μέθοδος Petersen. Μετρώνται τα μήκη των ατόμων που ανήκουν στο δείγμα και τοποθετείται στο διάγραμμα η συχνότητα του κάθε μήκους. Συγκρίνοντας το μέσο όρο των μηκών ανάμεσα στις κλάσεις ηλικίας, μπορεί κανείς να προσδιορίσει κατά προσέγγιση τους ρυθμούς αύξησης σε διάφορες ηλικίες.
 6. Με Cohort ανάλυση. Υπολογίζονται με ετήσια διαστήματα οι κλάσεις μήκους από μια συγκεκριμένη ομάδα ηλικίας, συνήθως της επικρατέστερης κλάσης. Όταν όμως η αύξηση εξαρτάται από την πυκνότητα, τότε εμφανίζονται διάφορα προβλήματα όσον αφορά την αύξηση.
 7. Με υπολογισμό της ανάδρομης αύξησης (Back Calculation).

8. Με διάφορα στατιστικά μοντέλα (π.χ. εξισώσεις του von Bertalanffy).

5.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση

Οι βασικότεροι παράγοντες, κατά τους Moyle & Cech (1988), που επηρεάζουν την αύξηση των ψαριών, είναι:

1. Η θερμοκρασία περιλαμβάνεται ανάμεσα στις πιο σημαντικές περιβαλλοντικές μεταβλητές, διότι επηρεάζει τόσο άμεσα την αύξηση των ψαριών, όσο και έμμεσα, καθορίζοντας την ένταση των υπόλοιπων μεταβλητών.
2. Τόσο για τα ευρύαλα (Atherinidae), όσο και για τα στενόαλα ψάρια υπάρχουν συγκεκριμένες τιμές αλατότητας στις οποίες παρατηρείται ο βέλτιστος ρυθμός αύξησης.
3. Τα επίπεδα του διαλυμένου οξυγόνου. Σε όλα τα ψάρια παρατηρείται σημαντική μείωση του ρυθμού αύξησης όταν η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου πέσει κάτω από ένα ορισμένο επίπεδο. Η μείωση αυτή κάτω από το συγκεκριμένο όριο, οδηγεί στον αποκλεισμό των επιπλέον αερόβιων διεργασιών, όπως είναι η αύξηση και η αναπαραγωγή, πλην των ενεργειακών δαπανών για επιβίωση.
4. Η συγκέντρωση της αμμωνίας (NH_3 και NH_4^+). Η αμμωνία αν και είναι το κατεξοχήν προϊόν απέκκρισης των ψαριών, εντούτοις αν η συγκέντρωσή της στο νερό είναι σε μη θανατηφόρα επίπεδα, προκαλεί μείωση του ρυθμού αύξησης. Ο μηχανισμός μέσω του οποίου η αμμωνία επιδρά στην αύξηση είναι ακόμα άγνωστος, γνωρίζουμε όμως ότι η αμμωνία αποτελεί παράγοντα stress, προκαλώντας καταστροφές στα βράγχια με αποτέλεσμα να παρεμποδίζεται η λειτουργία της αναπνοής και της ιοντοανταλλαγής.
5. Ο ενδοειδικός και διειδικός ανταγωνισμός. Όσο μεγαλύτερη είναι η πίεση του ανταγωνισμού (ενδοειδικός, διειδικός), τόσο ο ρυθμός αύξησης επιβραδύνεται.

6. Η διαθεσιμότητα της τροφής, η οποία επηρεάζει το ρυθμό αύξησης σε εποχιακή βάση (π.χ. οι θερμοί μήνες του έτους που συνοδεύονται από παρουσία άφθονης τροφής, επηρεάζουν θετικά τον ρυθμό αύξησης).
7. Η φωτοπερίοδος (διάρκεια της ημέρας) επηρεάζει το ρυθμό αύξησης σε εποχιακή βάση.
8. Η ηλικία και η ωριμότητα αποτελούν σημαντικά εργαλεία υπολογισμού του ρυθμού αύξησης. Συγκεκριμένα, τα ψάρια μεγαλώνουν με ταχύτερους ρυθμούς κατά τους πρώτους μήνες της ζωής τους (πριν τη γεννητική ωρίμανση). Στη συνέχεια αυξανόμενα ποσά ενέργειας διοχετεύονται προς την κατεύθυνση της αύξησης των αναπαραγωγικών ιστών, με αντίστοιχη μείωση της δαπάνης για ανάπτυξη των σωματικών ιστών. Ο κύκλος ολοκληρώνεται με τα ώριμα ψάρια, στα οποία ο ρυθμός αύξησης είναι αρκετά βραδύτερος απ'ότι στα ανώριμα.
9. Οι αυξητικές ορμόνες είναι οι γοναδοτροπικές ορμόνες που απελευθερώνονται από τον υποθάλαμο και από τη νευροϋπόφυση του εγκεφάλου, οι οποίες διεγείρουν την ανάπτυξη των γονάδων και την παραγωγή των στεροϊδών ορμονών.
10. Τέλος, σημαντικό ρόλο στη διαδικασία της αύξησης παίζει το είδος και το ποσοστό εμφάνισης παρασίτων στα ψάρια και γενικά η παρουσία παθογόνων οργανισμών. Τα παράσιτα στην καλύτερη περίπτωση τρέφονται με ένα μικρό ποσοστό από την τροφή του ψαριού. Σε άλλες περιπτώσεις, τα παράσιτα τρέφονται από το ίδιο το σώμα του ψαριού, με αποτέλεσμα να προκαλούν την καταστροφή των διαφόρων οργάνων και των ιστών, με συνέπεια το θάνατο του ψαριού. Είναι φανερό ότι και στις δύο περιπτώσεις επιβαρύνεται σημαντικά και πιθανόν σταματάει η διαδικασία της αύξησης.

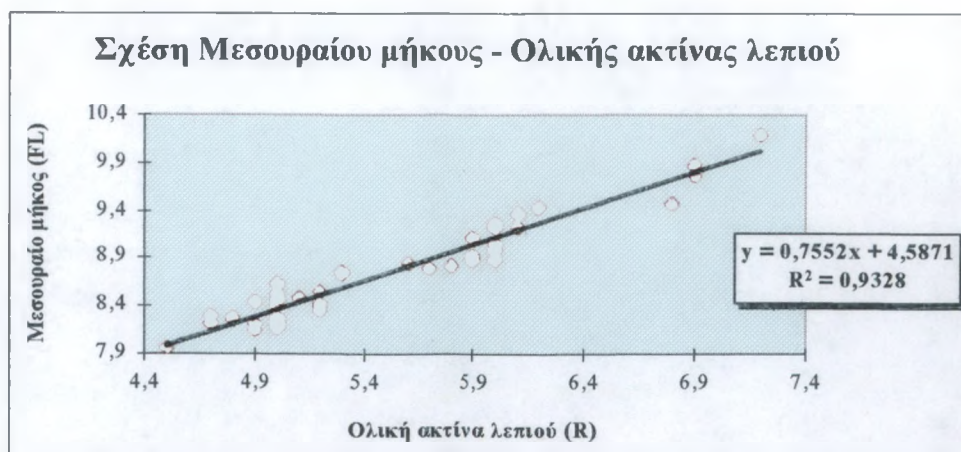
5.4 Σχέση μεσουραίου μήκους (FL) – ολικής ακτίνας λεπιού (R)

Οι Bagenal & Tesch (1978), αναφέρουν ότι για τη μελέτη της αύξησης στα ψάρια με τη μέθοδο του ανάδρομου υπολογισμού, είναι απαραίτητη η γνώση της σχέσης που συνδέει την ακτίνα του λεπιού με το μήκος του σώματος.

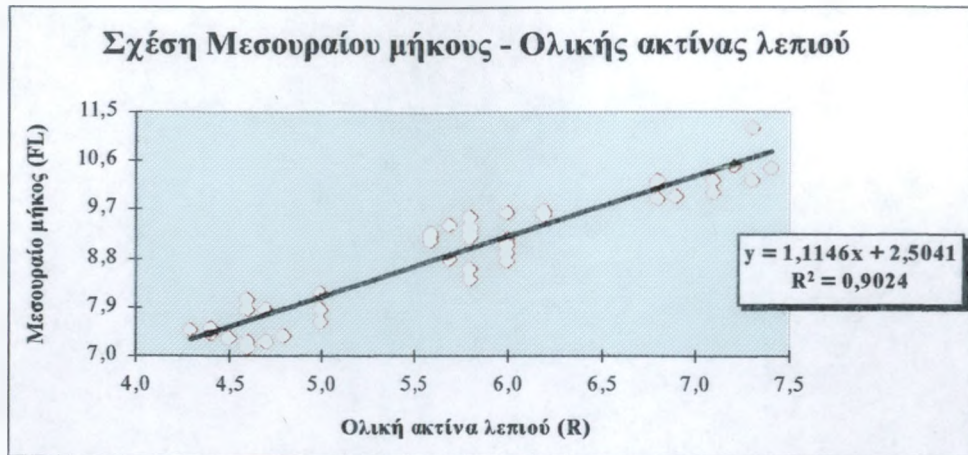
Για τη μελέτη της σχέσης μεσουραίου μήκους σώματος – ολικής ακτίνας λεπιού, στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν 180 άτομα και των δυο φύλων που προέρχονται και από τις τέσσερις περιόδους δειγματοληψίας. Η σχέση αυτή μελετήθηκε ξεχωριστά για κάθε περίοδο δειγματοληψίας και η απλή γραμμική παλινδρόμηση έδωσε την καλύτερη προσαρμογή. Τα αποτελέσματα της επεξεργασίας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα, ενώ ακολουθούν και τα διαγράμματα της σχέσης μεσουραίου μήκους σώματος – ολικής ακτίνας λεπιού.

Πίνακας 9 Στοιχεία γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεσουραίου μήκους (FL) και ολικής ακτίνας λεπιού (R) για κάθε δείγμα.

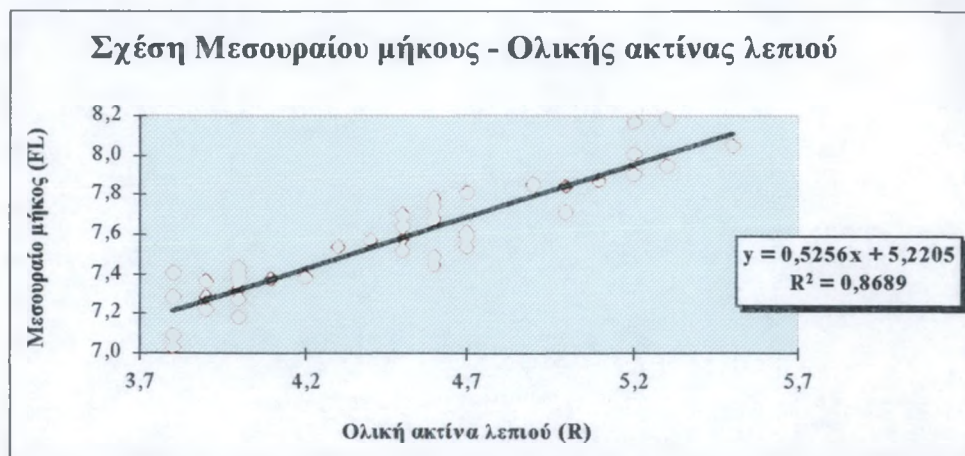
Δείγματα	5-12-1993	4-5-1994	10-8-1994	20-10-1994
Πλήθος ατόμων	45	45	45	45
b	0,755	1,115	0,525	0,424
Όρια εμπιστοσύνης του b	(0,693 – 0,817)	(1,002 – 1,227)	(0,463 – 0,588)	(0,361 – 0,487)
a	4,587	2,504	5,220	4,791
R ² (%)	93,3	90,2	86,8	81,0
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Εξίσωση FL = a + bR	FL=4,587+0,755R	FL=2,504+1,115R	FL=5,220+0,525R	FL=4,791+0,424R



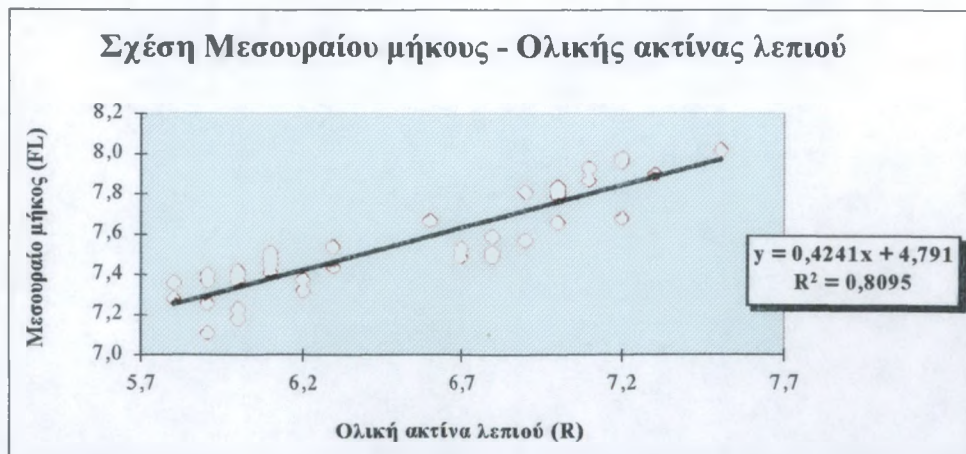
Σχήμα 44 Σχέση μεσουραίου μήκους (FL) – Ολικής ακτίνας λεπιού (R) στο δείγμα 5-12-1993.



Σχήμα 45 Σχέση μεσουραίου μήκους (FL) – Ολικής ακτίνας λεπιού (R) στο δείγμα 4-5-1994.



Σχήμα 46 Σχέση μεσουραίου μήκους (FL) – Ολικής ακτίνας λεπιού (R) στο δείγμα 10-8-1994.



Σχήμα 47 Σχέση μεσουραίου μήκους (FL) – Ολικής ακτίνας λεπιού (R) στο δείγμα 20-10-1994.

Αποτελέσματα: η παλινδρόμηση των δεδομένων του μεσουραίου μήκους (FL) και της ολικής ακτίνας λεπιού (R) μας έδειξε ότι υπάρχει ισχυρή σχέση μεταξύ των δυο μεταβλητών ($R^2 > 81,0\%$). Η εξίσωση της παλινδρόμησης έχει προβλεπτική αξία γεγονός που αυξάνει την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της ανάδρομης αύξησης.

5.5 Ανάδρομη αύξηση (Back calculation)

Όπως συμβαίνει σε όλα τα ψάρια, έτσι και στην αθερίνα ο ρυθμός αύξησης, σε διάμετρο, των σκληρών κατασκευών είναι ανάλογος του ρυθμού αύξησης, σε μήκος, του ψαριού.

Από τη σχέση μήκους σώματος – μήκους ολικής ακτίνας λεπιού και από τις μετρήσεις της ακτίνας κάθε δακτυλίου ηλικίας, είναι δυνατός ο υπολογισμός του μήκους του σώματος για κάθε ηλικία που αντιπροσωπεύεται από δακτύλιο ηλικίας. Σύμφωνα με την Lee (1920), η σχέση που εκφράζει τα παραπάνω (όπως φαίνεται στους Moyle & Cech, 1988) είναι:

$$L_n = a + (L - a) \times \frac{R_n}{R}$$

όπου:

L_n : το μήκος του ψαριού τη χρονιά n,

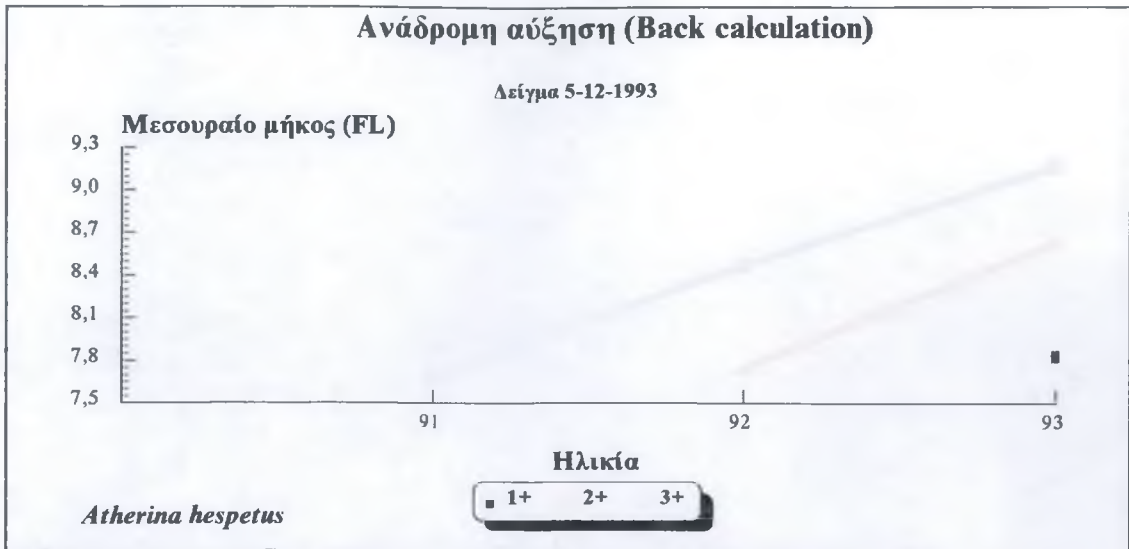
a: σταθερά η οποία συχνά προσεγγίζει το μήκος του ψαριού κατά τη στιγμή της δημιουργίας του λεπιού,

L: το μήκος του ψαριού τη στιγμή της σύλληψης,

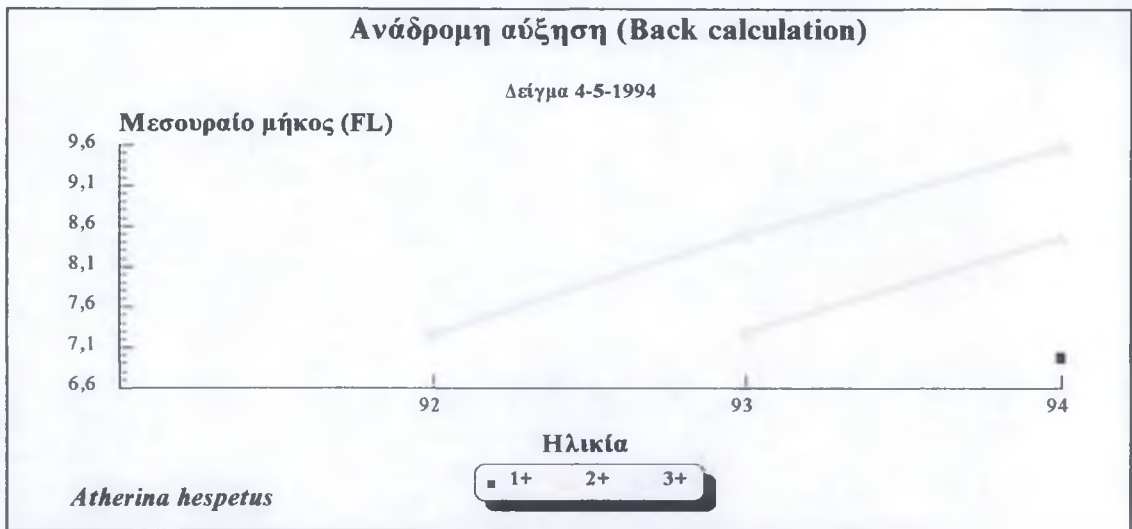
R_n : η απόσταση μεταξύ του κέντρου του λεπιού και του ετήσιου δακτυλίου n (ακτίνα του n δακτυλίου),

R: η απόσταση μεταξύ του κέντρου του λεπιού και του χείλους του (ολική ακτίνα).

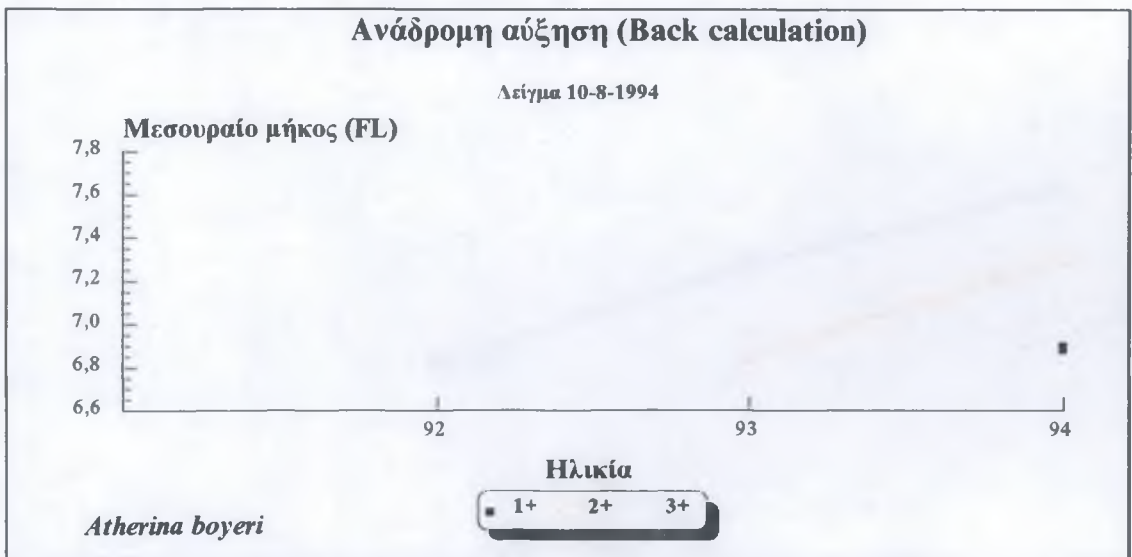
Από το ανάδρομα υπολογισμένο μήκος για τις διαφορετικές χρονιές, μπορούν να βγουν συμπεράσματα σχετικά με τους ρυθμούς αύξησης. Στα διαγράμματα που ακολουθούν φαίνονται οι διαφορετικοί ρυθμοί αύξησης για το κάθε δείγμα ατόμων.



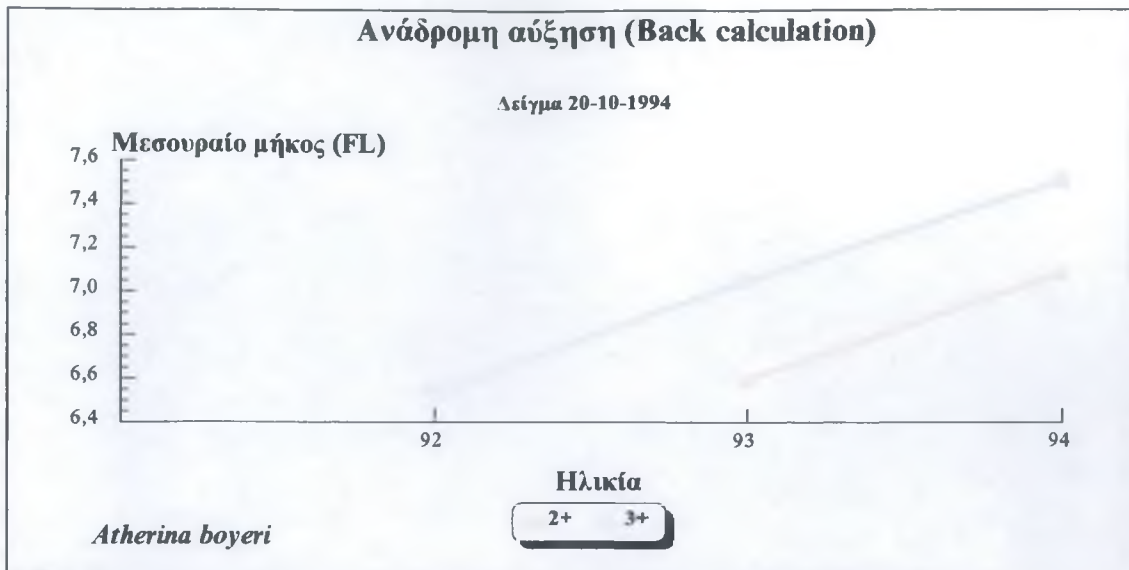
Σχήμα 48 Ανάδρομη αύξηση (Back calculation) των ατόμων του δείγματος 5-12-1993.



Σχήμα 49 Ανάδρομη αύξηση (Back calculation) των ατόμων του δείγματος 4-5-1994.



Σχήμα 50 Ανάδρομη αύξηση (Back calculation) των ατόμων του δείγματος 10-8-1994.



Σχήμα 51 Ανάδρομη αύξηση (Back calculation) των ατόμων του δείγματος 20-10-1994.

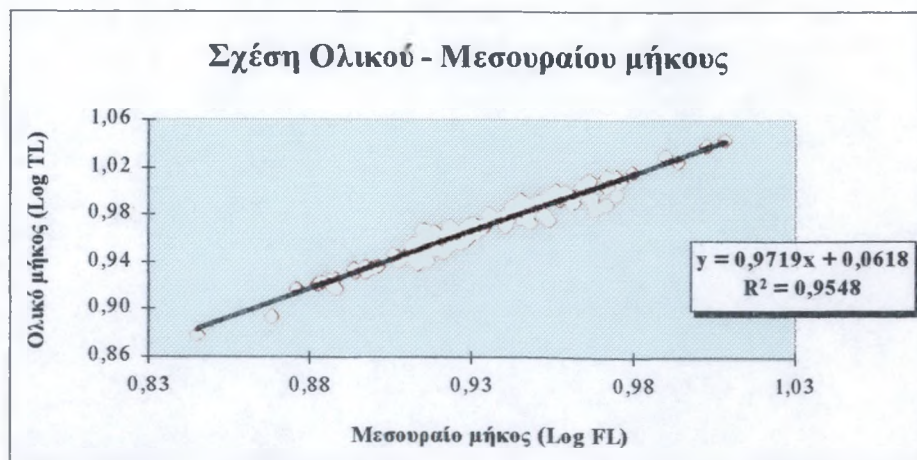
5.6 Σχέση ολικού μήκους (TL) – μεσουραίου μήκους (FL) σώματος

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, οι μετρήσεις μήκους που έγιναν αφορούσαν το ολικό μήκος σώματος (TL), καθώς και το μεσουραίο μήκος (FL). Στην πορεία όμως των μετρήσεων των μηκών διαπιστώθηκε ότι η ακριβής λήψη του ολικού μήκους δεν ήταν πάντα εφικτή, λόγω καταστροφής μέρους της ουράς. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος σε όλες τις σχέσεις όπου παρεμβαίνει το μήκος σώματος, θα χρησιμοποιείται το μεσουραίο μήκος. Βέβαια έπρεπε να διαπιστωθεί αν υπάρχει σχέση μεταξύ του ολικού μήκους και του μεσουραίου μήκους σώματος.

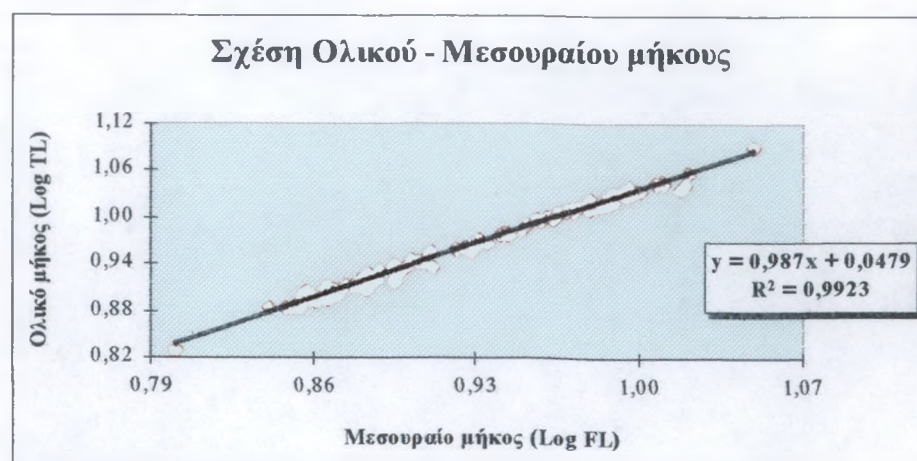
Για τη μελέτη της σχέσης ολικού μήκους – μεσουραίου μήκους σώματος χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία 440 άτομα και των δυο φύλων που προέρχονται και από τις τέσσερις περιόδους δειγματοληψίας. Η σχέση αυτή μελετήθηκε ξεχωριστά για κάθε περίοδο δειγματοληψίας και η απλή γραμμική παλινδρόμηση έδωσε την καλύτερη προσαρμογή. Τα αποτελέσματα της επεξεργασίας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα, ενώ ακολουθούν και τα διαγράμματα της σχέσης ολικού μήκους – μεσουραίου μήκους σώματος.

Πίνακας 10 Στοιχεία γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ ολικού μήκους (TL) και μεσουραίου μήκους (FL) για κάθε δείγμα.

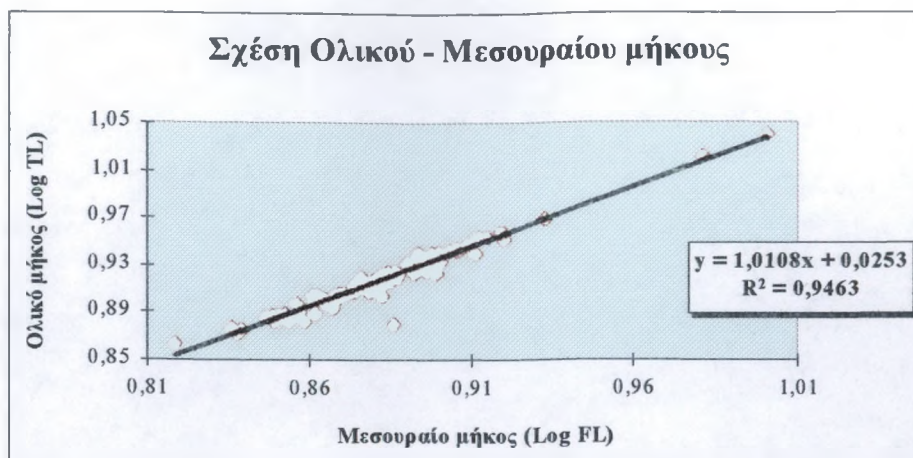
Δείγματα	5-12-1993	4-5-1994	10-8-1994	20-10-1994
Πλήθος ατόμων	110	110	110	110
b	0,972	0,987	1,011	0,944
Όρια εμπιστοσύνης του b	(0,932 – 1,012)	(0,970 – 1,003)	(0,965 – 1,057)	(0,893 – 0,996)
a	1,153	1,117	1,130	1,217
R ² (%)	95,5	99,2	94,6	92,5
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Εξίσωση TL=a+bFL	TL=1,153+0,972FL	TL=1,117+0,987FL	TL=1,130+1,011FL	TL=1,217+0,944FL



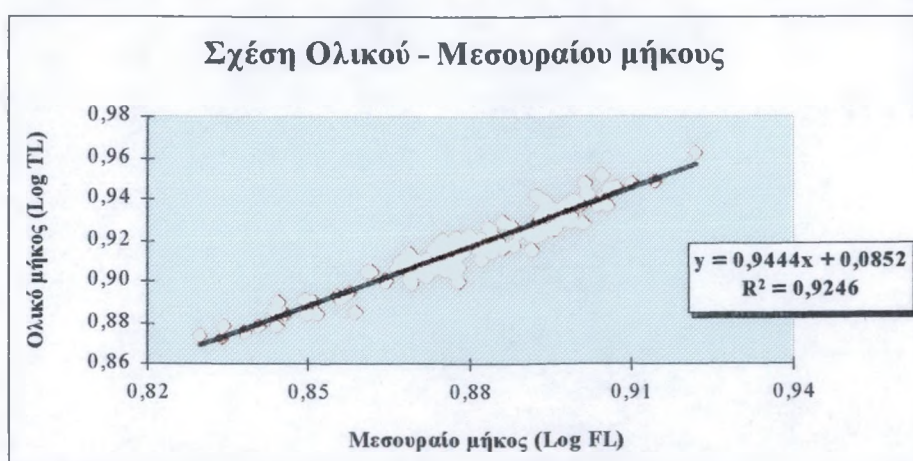
Σχήμα 52 Σχέση ολικού μήκους (TL) – μεσουραίου μήκους (FL) σώματος στο δείγμα 5-12-1993.



Σχήμα 53 Σχέση ολικού μήκους (TL) – μεσουραίου μήκους (FL) σώματος στο δείγμα 4-5-1994.



Σχήμα 54 Σχέση ολικού μήκους (TL) – μεσουραίου μήκους (FL) σώματος στο δείγμα 10-8-1994.



Σχήμα 55 Σχέση ολικού μήκους (TL) – μεσουραίου μήκους (FL) σώματος στο δείγμα 20-10-1994.

5.7 Αύξηση κατά μήκος

Για την ευκολότερη μελέτη της εποχιακής μεταβολής της κατά μήκος αύξησης των ψαριών, έχει επιλεγεί η εξίσωση μήκους – ηλικίας του von Bertalanffy:

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

όπου:

L_t : το μήκος του ψαριού τη χρονική στιγμή t ,

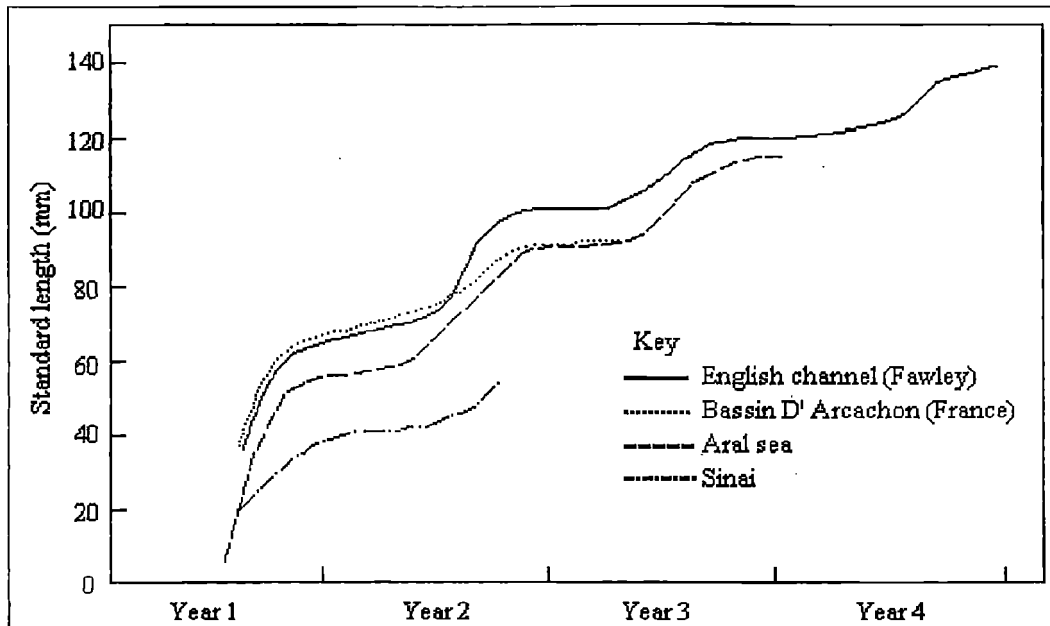
L_∞ : το μέγιστο ασυμπτωτικό μήκος,

t_0 : η χρονική στιγμή κατά την οποία το μήκος και το βάρος είναι μηδέν,

e: η βάση των νεπέριων λογάριθμων,

k: ο ρυθμός μείωσης της αύξησης (περιγράφει το ρυθμό με τον οποίο το L_t πλησιάζει το L_∞).

Παρακάτω φαίνεται η αύξηση τεσσάρων διαφορετικών πληθυσμών της *Atherina boyeri* βάση της εξίσωσης του von Bertalanffy (Εικ.18).



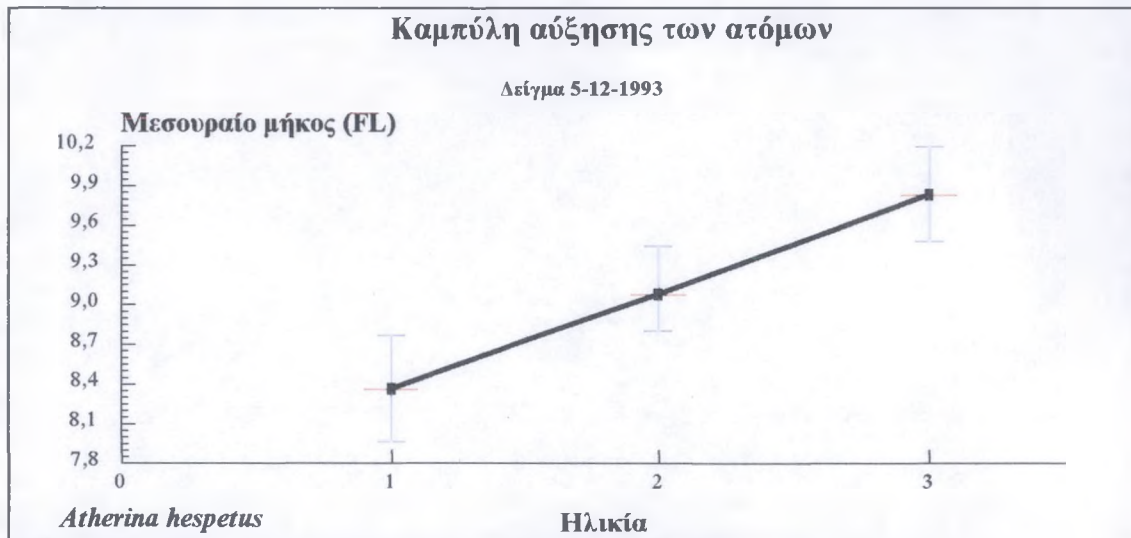
Εικόνα 18 Καμπύλες αύξησης τεσσάρων πληθυσμών της *Atherina boyeri* (από Henderson & Bamber, 1987).

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν τα μέσα ανάδρομα μήκη. Τα αποτελέσματα της κατά μήκος αύξησης μετά από επεξεργασία της εξίσωσης του von Bertalanffy, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

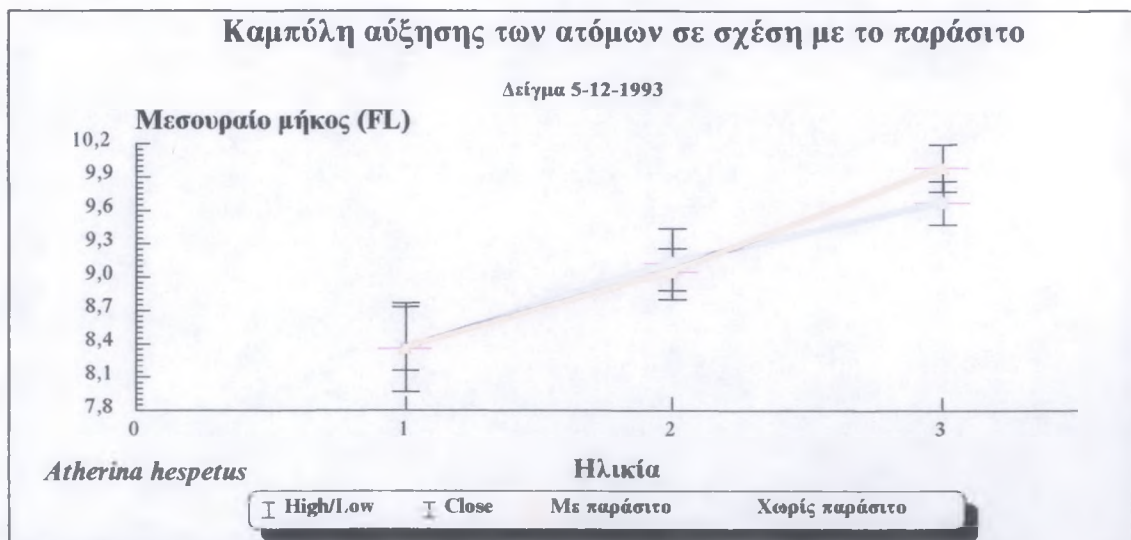
Πίνακας 11 Στοιχεία της εξίσωσης του von Bertalanffy για κάθε δείγμα.

	K	t_0	L_∞	Εξίσωση του von Bertalanffy $L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$
Δείγμα 5-12-1993	0,353	-2,822	10,517	$L_t = 10,517 [1 - e^{-0,353(t+2,822)}]$
Δείγμα 4-5-1994	0,357	-1,480	12,884	$L_t = 12,884 [1 - e^{-0,357(t+1,480)}]$
Δείγμα 10-8-1994	0,262	-4,838	8,746	$L_t = 8,746 [1 - e^{-0,262(t+4,838)}]$
Δείγμα 20-10-1994	0,126	-6,397	10,827	$L_t = 10,827 [1 - e^{-0,126(t+6,397)}]$

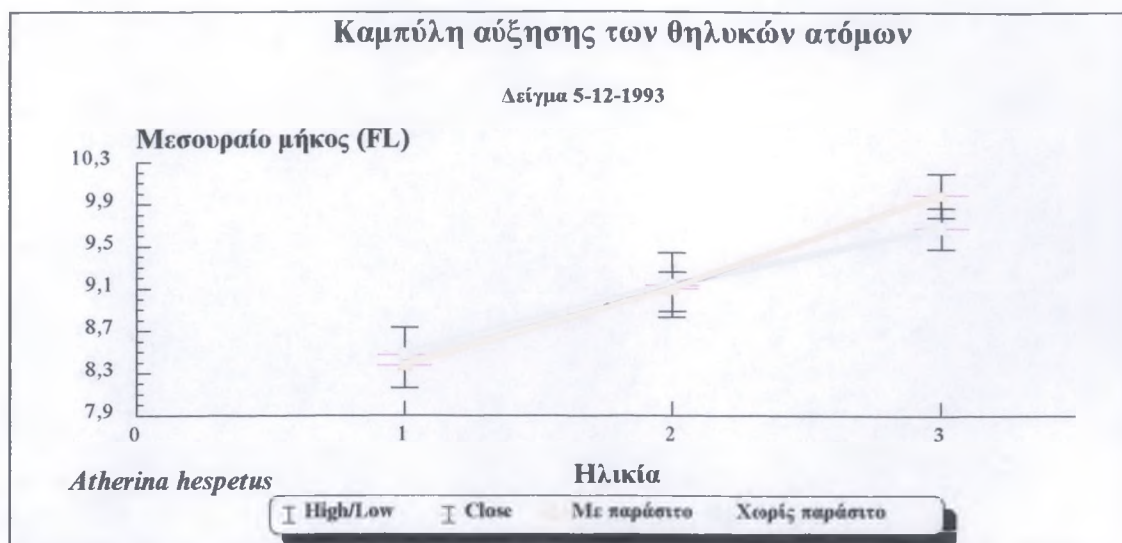
Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται καθαρά η σχέση που υπάρχει μεταξύ του μεσουραίου μήκους και της ηλικίας των ψαριών για κάθε φύλο ξεχωριστά. Σε αυτά τα διαγράμματα υπάρχουν οι μέγιστες, οι ελάχιστες και οι μέσες τιμές των μεσουραίων μηκών για την κάθε ηλικία. Έτσι μπορεί να γίνει σύγκριση μεταξύ των ατόμων όσον αφορά την αύξησή τους κατά μήκος.



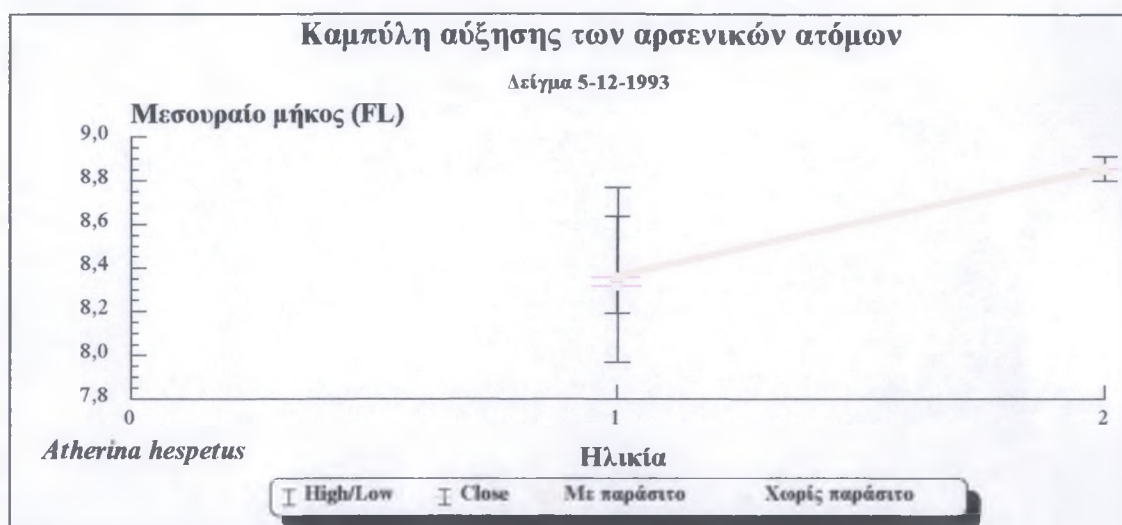
Σχήμα 56 Καμπύλη αύξησης των ατόμων του δείγματος 5-12-1993.



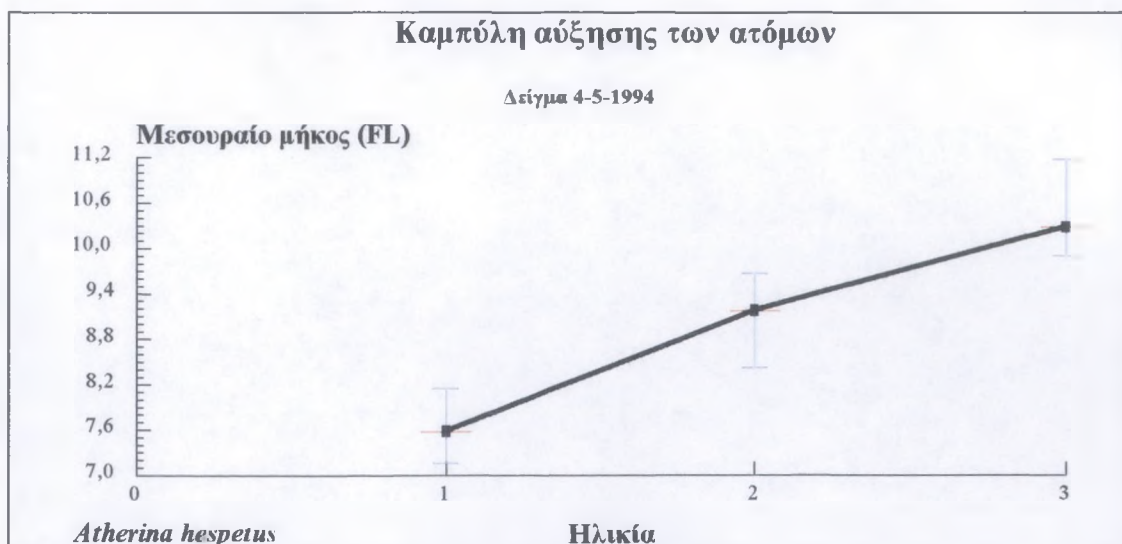
Σχήμα 57 Καμπύλη αύξησης των ατόμων του δείγματος 5-12-1993 σε σχέση με το παράσιτο.



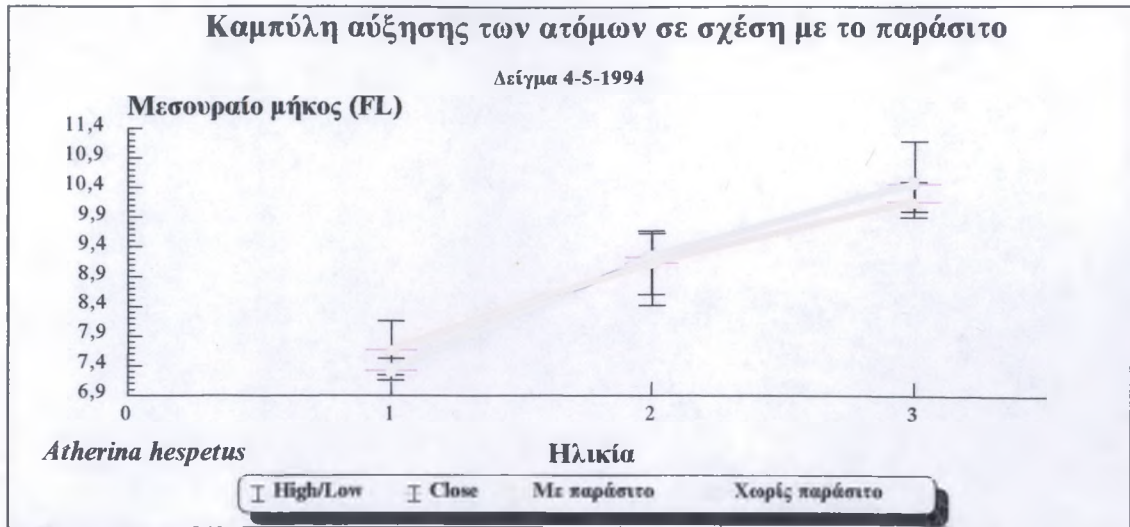
Σχήμα 58 Καμπύλη αύξησης των θηλυκών ατόμων του δείγματος 5-12-1993.



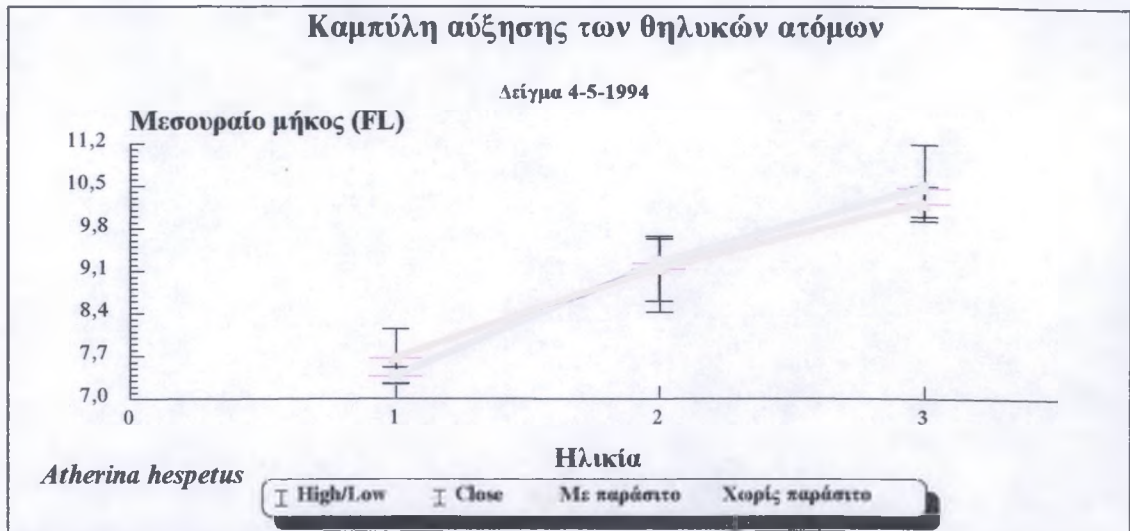
Σχήμα 59 Καμπύλη αύξησης των αρσενικών ατόμων του δείγματος 5-12-1993.



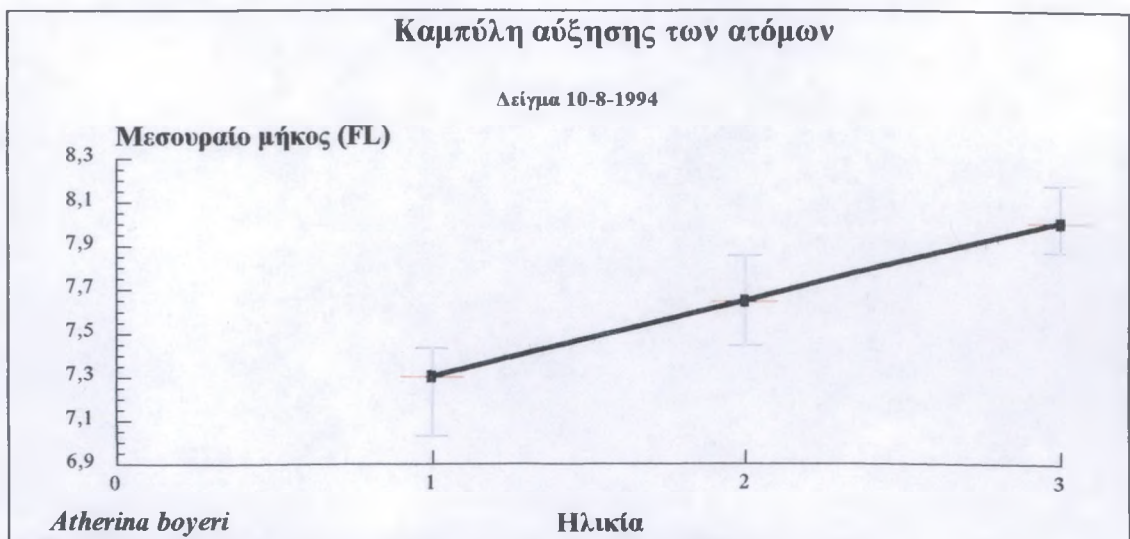
Σχήμα 60 Καμπύλη αύξησης των ατόμων του δείγματος 4-5-1994.



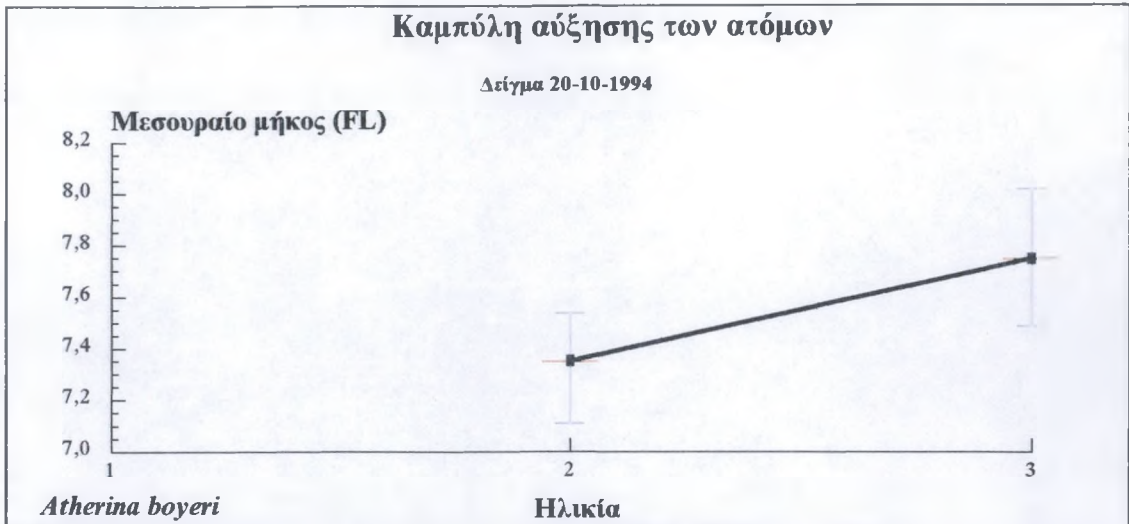
Σχήμα 61 Καμπύλη αύξησης των ατόμων του δείγματος 4-5-1994 σε σχέση με το παράσιτο.



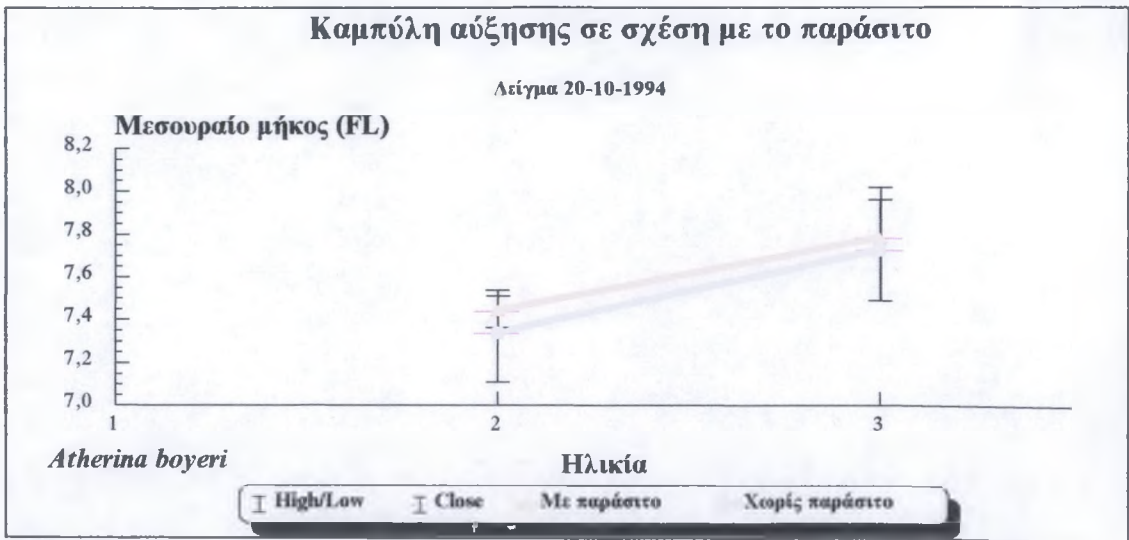
Σχήμα 62 Καμπύλη αύξησης των θηλυκών ατόμων του δείγματος 4-5-1994.



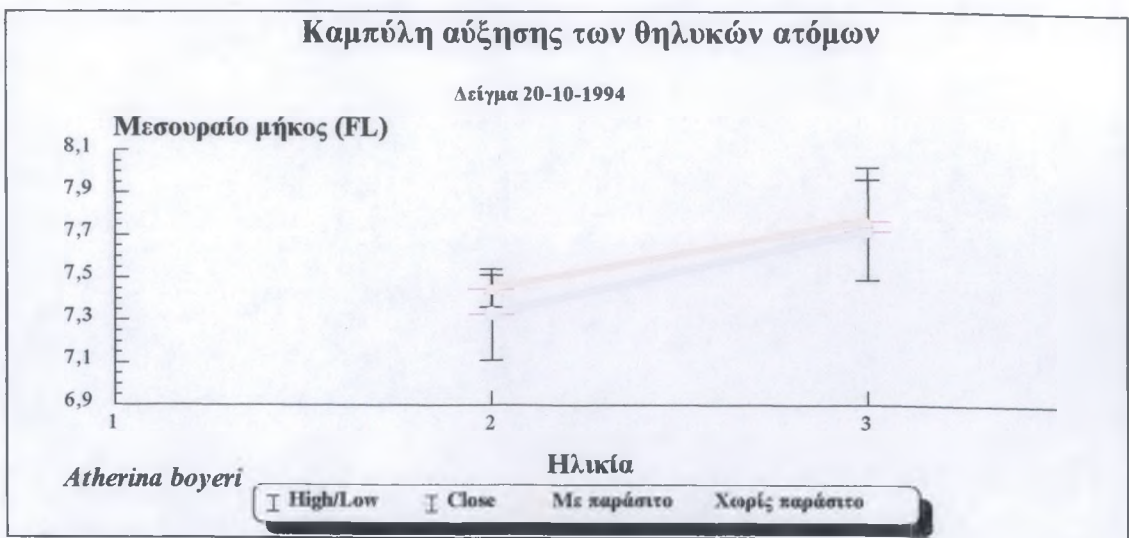
Σχήμα 63 Καμπύλη αύξησης των ατόμων του δείγματος 10-8-1994.



Σχήμα 64 Καμπύλη αύξησης των ατόμων του δείγματος 20-10-1994.



Σχήμα 65 Καμπύλη αύξησης των ατόμων του δείγματος 20-10-1994 σε σχέση με το παράσιτο.



Σχήμα 66 Καμπύλη αύξησης των θηλυκών ατόμων του δείγματος 20-10-1994.

Συμπεράσματα

Ψ Από τη συνολική μελέτη της κατά μήκος αύξησης των ατόμων γενικότερα, αλλά και ειδικότερα (σε σχέση με το φύλο και το παράσιτο), βγαίνει το συμπέρασμα ότι το παράσιτο δεν επηρεάζει την αύξηση των ατόμων όσον αφορά το μήκος. Αυτό ενδεχομένως να συμβαίνει διότι το παράσιτο θεωρείται ότι δεν είναι τόσο ισχυρός αρνητικός παράγοντας, ώστε να επηρεάσει – έστω και σε μικρό βαθμό – τους μηχανισμούς της αύξησης του μήκους.

5.8 Αύξηση κατά βάρος

Για τη μελέτη της κατά βάρος αύξησης των ψαριών έχει επιλεγεί η σχέση μήκους – βάρους, σε αντίθεση με την εξίσωση βάρους – ηλικίας του von Bertalanffy ($W_t = W_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]^3$), η οποία επηρεάζεται από την ανάπτυξη των γονάδων, το στομαχικό περιεχόμενο και την ευρωστία των ψαριών.

Η σχέση μήκους – βάρους δίνεται από τον τύπο:

$$W = a L^b$$

όπου:

W: το σωματικό (καθαρό) βάρος,

L: το μεσουραίο μήκος (FL),

a και **b**: παράμετροι της δυναμικής συνάρτησης.

Μετά από λογαρίθμηση της παραπάνω συνάρτησης προκύπτει η σχέση: $\log W = \log a + b \log L$. Αν $Y = \log W$, $A = \log a$ και $X = \log L$, τότε προκύπτει η γραμμική συνάρτηση $Y = A + bX$, όπου το A είναι η τεταγμένη του σημείου τομής της ευθείας με τον Y άξονα και το b είναι η κλίση της ευθείας.

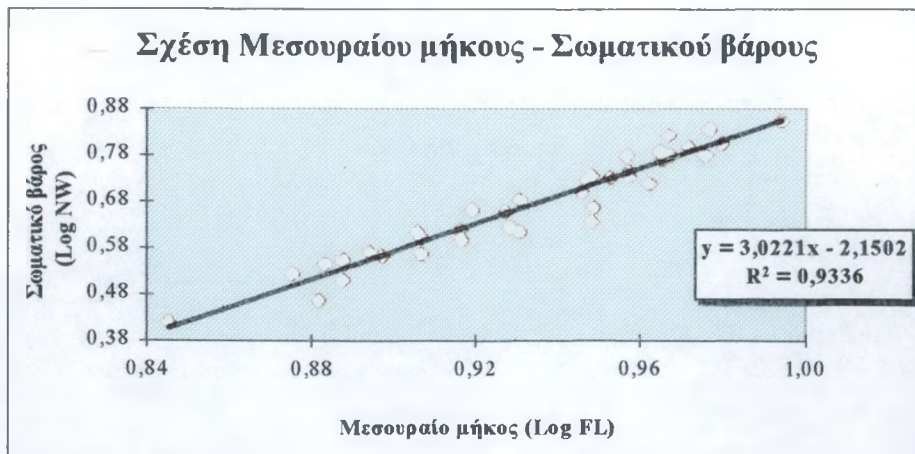
Από τα αποτελέσματα ερευνητικών εργασιών, είναι γνωστό ότι το b παίρνει τιμές από 2 – 4. Όταν το b ισούται με τρία (b=3), τότε η αύξηση είναι ισομετρική, δηλαδή το σχήμα του ψαριού δεν αλλάζει καθώς αυτό αυξάνει. Όταν b>3 τα ψάρια αυξάνουν το βάρος τους πιο γρήγορα από το μήκος τους, ενώ για b<3 υπερέχει η κατά μήκος αύξηση (αλομετρική αύξηση).

Η τιμή του a μεταβάλλεται εποχιακά από το βάρος των γονάδων, το στομαχικό περιεχόμενο και από το διαφορετικό τόπο διαβίωσης (πληθυσμοί του ίδιου είδους). Η τιμή του b μεταβάλλεται κατά τη μεταμόρφωση, την απόκτηση της πρώτης ωριμότητας, την αλλαγή της διαίτας και των μεταβολών του περιβάλλοντος.

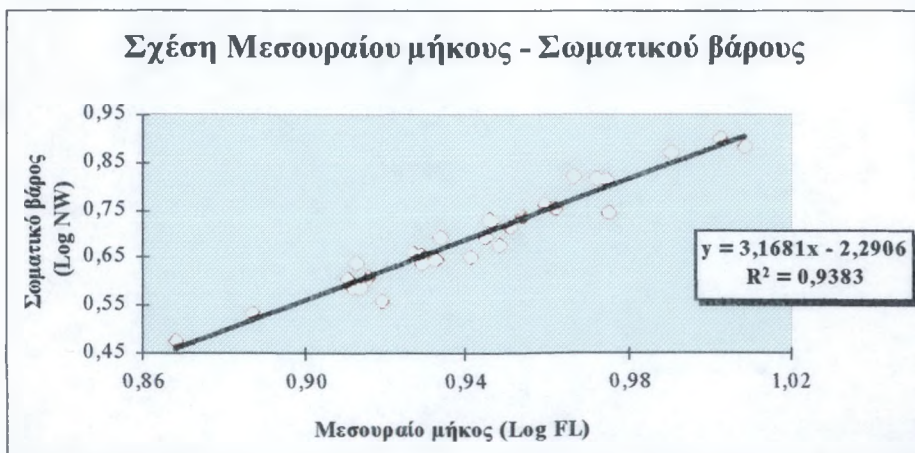
Ο υπολογισμός της σχέσης μήκους – βάρους πρέπει να γίνει τόσο για το κάθε είδος που μελετάται, όσο και για κάθε φύλο ή για κάθε πληθυσμιακό υποσύνολο που παρουσιάζει κάποιο ιδιαίτερο χαρακτηριστικό π.χ. παρασιτική προσβολή. Συνεπώς μελετήθηκε η σχέση μήκους – βάρους όσον αφορά το φύλο των ψαριών και την ύπαρξη παρασίτου. Τα στοιχεία φαίνονται αναλυτικά για το κάθε δείγμα στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 12 Στοιχεία γραμμικής παλινδρόμησης μεσουραίου μήκους (FL) – σωματικού βάρους (NW) των ατόμων του δείγματος 5–12–1993.

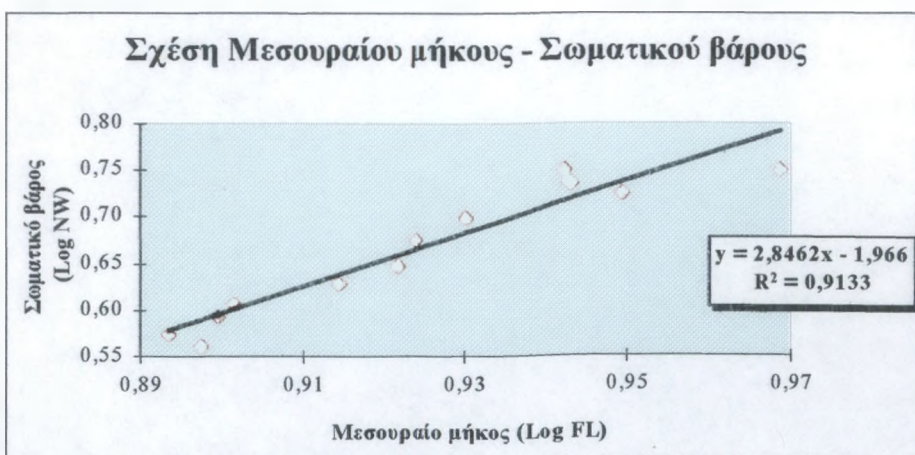
	Θηλυκά χωρίς παράσιτο	Θηλυκά με παράσιτο	Αρσενικά χωρίς παράσιτο	Αρσενικά με παράσιτο
Πλήθος ατόμων	37	29	13	25
b	3,022	3,168	2,846	3,001
Όρια εμπιστοσύνης του b	(2,746 – 3,299)	(2,847 – 3,489)	(2,264 – 3,428)	(2,409 – 3,593)
a	0,007	0,005	0,011	0,007
R^2 (%)	93,4	93,8	91,3	82,7
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Εξίσωση $W = aL^b$	$W = 0,007L^{3,022}$	$W = 0,005L^{3,168}$	$W = 0,011L^{2,846}$	$W = 0,007L^{3,001}$



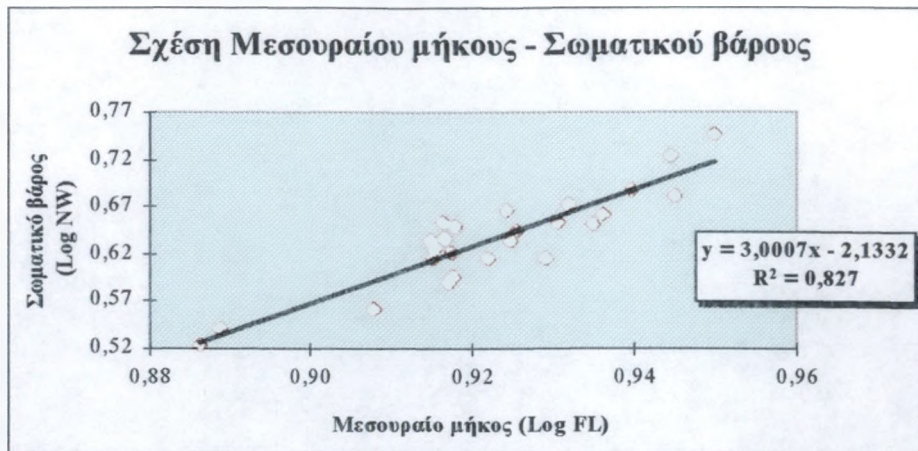
Σχήμα 67 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των θηλυκών ατόμων χωρίς παράσιτο στο δείγμα 5–12–1993.



Σχήμα 68 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των θηλυκών ατόμων με παράσιτο στο δείγμα 5–12–1993.



Σχήμα 69 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των αρσενικών ατόμων χωρίς παράσιτο στο δείγμα 5–12–1993.



Σχήμα 70 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των αρσενικών ατόμων με παράσιτο στο δείγμα 5-12-1993.

Συμπεράσματα

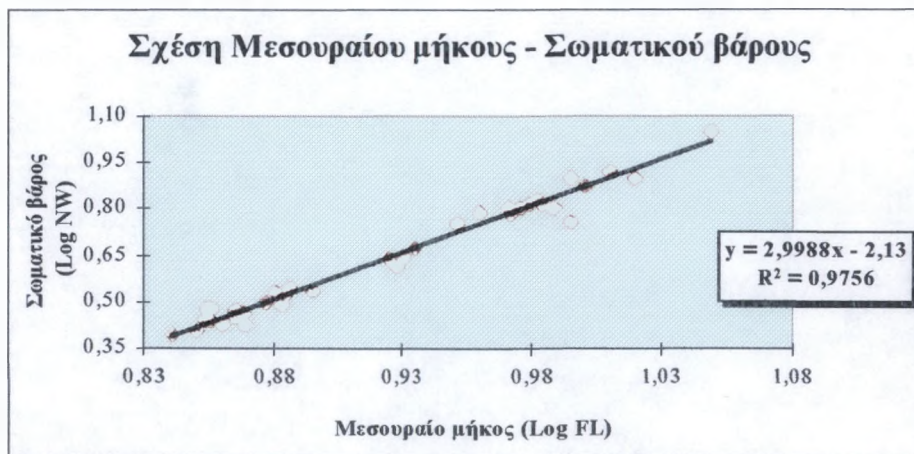
✚ Στο συγκεκριμένο δείγμα τα θηλυκά άτομα έχουν καλύτερο ρυθμό αύξησης από τα αρσενικά άτομα όσον αφορά το βάρος. Αυτό πιθανόν να συμβαίνει επειδή τα θηλυκά άτομα υπερέχουν των αρσενικών ατόμων όσον αφορά την ευρωστία και το βάρος των γονάδων.

✚ Επίσης τα θηλυκά άτομα αυξάνουν το βάρος τους πιο γρήγορα από το μήκος τους ($b > 3$), σε αντίθεση με τα αρσενικά άτομα, στα οποία υπερέχει η κατά μήκος αύξηση ($b < 3$).

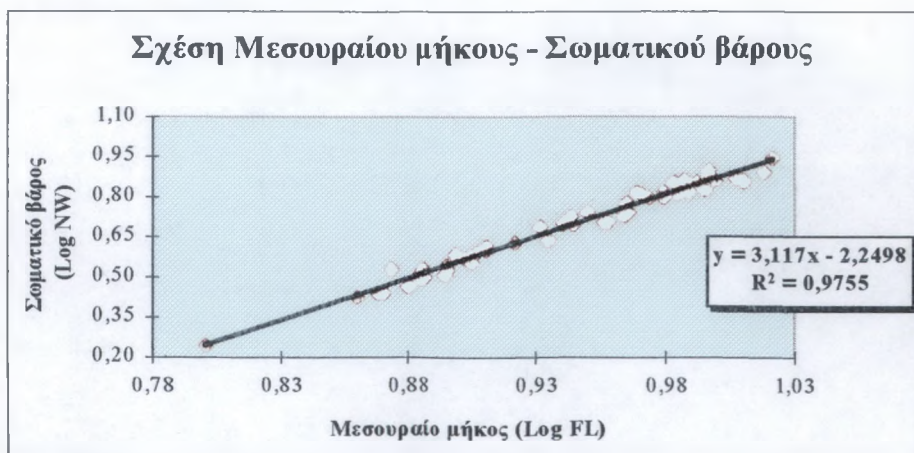
✚ Και στα δύο φύλα παρατηρείται ότι το παράσιτο δεν επηρεάζει την αύξηση των ατόμων κατά βάρος. Αυτό το συμπέρασμα βγαίνει από τη μελέτη της κλίσης των ευθειών (b) καθώς και από τα όρια εμπιστοσύνης αυτής.

Πίνακας 13 Στοιχεία γραμμικής παλινδρόμησης μεσουραίου μήκους (FL) – σωματικού βάρους (NW) των ατόμων του δείγματος 4-5-1994.

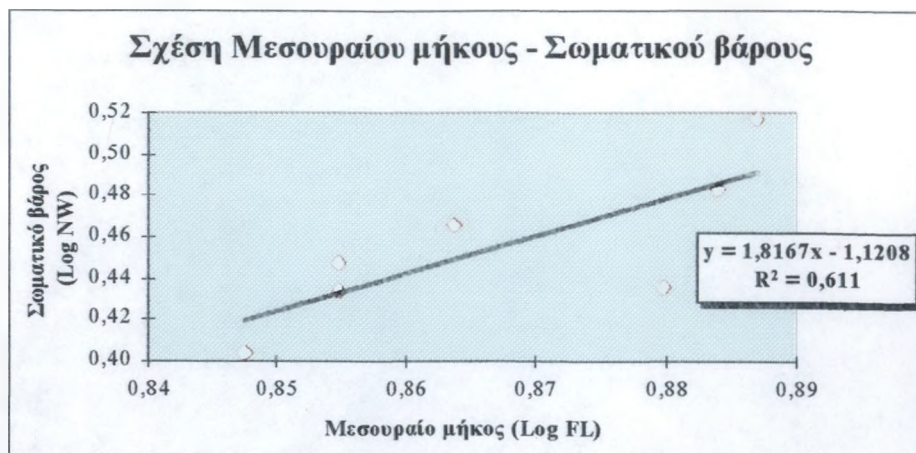
	Θηλυκά χωρίς παράσιτο	Θηλυκά με παράσιτο	Αρσενικά χωρίς παράσιτο	Αρσενικά με παράσιτο
Πλήθος ατόμων	37	58	7	8
b	2,999	3,117	1,817	3,174
Όρια εμπιστοσύνης του b	(2,836 – 3,162)	(2,985 – 3,249)	(0,150 – 3,483)	(2,580 – 3,767)
a	0,007	0,006	0,076	0,005
R ² (%)	97,6	97,6	61,1	96,6
P	<0,001	<0,001	0,037881	<0,001
Εξίσωση W = aL ^b	W = 0,007L ^{2,999}	W = 0,006L ^{3,117}	W = 0,076L ^{1,817}	W = 0,005L ^{3,174}



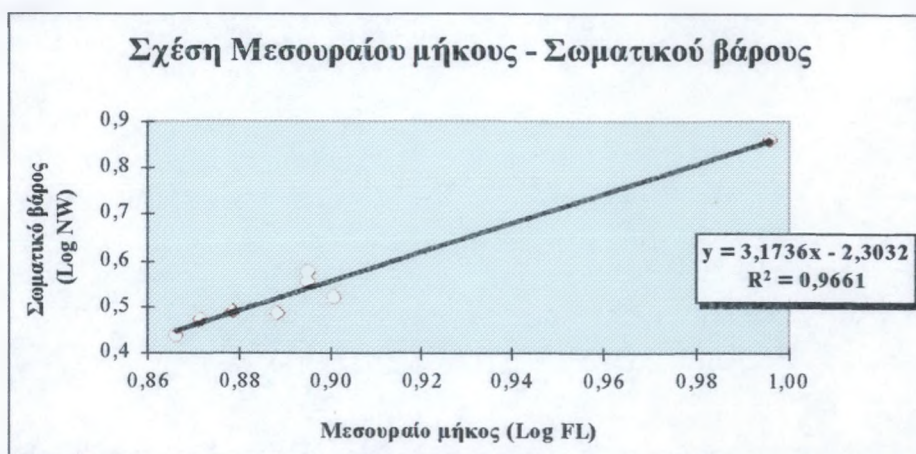
Σχήμα 71 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των θηλυκών ατόμων χωρίς παράσιτο στο δείγμα 4-5-1994.



Σχήμα 72 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των θηλυκών ατόμων με παράσιτο στο δείγμα 4-5-1994.



Σχήμα 73 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των αρσενικών ατόμων χωρίς παράσιτο στο δείγμα 4-5-1994.



Σχήμα 74 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των αρσενικών ατόμων με παράσιτο στο δείγμα 4-5-1994.

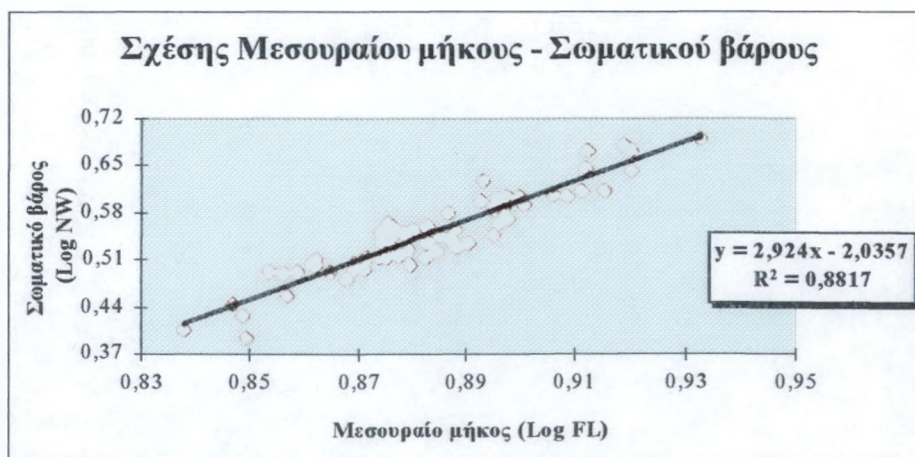
Συμπεράσματα

☞ Το βάρος των θηλυκών και αρσενικών ατόμων αυξάνει σε γενικές γραμμές πιο γρήγορα από το μήκος, δηλαδή αυξανόμενα ποσά ενέργειας διοχετεύονται προς την κατεύθυνση της αύξησης των αναπαραγωγικών ιστών. Αυτό πιθανόν συμβαίνει γιατί βρισκόμαστε σε αναπαραγωγική περίοδο και τα άτομα συνεπώς είναι πιο εύρωστα και πιο ώριμα (αύξηση βάρους των γονάδων).

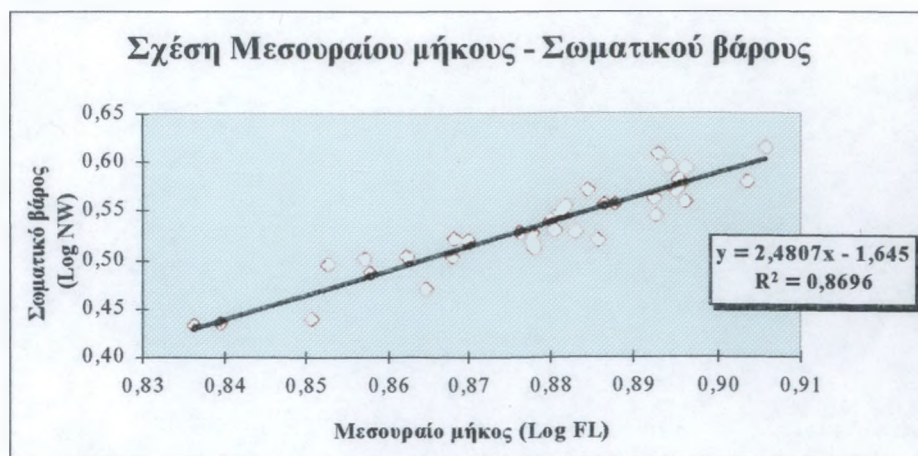
☞ Και στο δείγμα αυτό παρατηρείται ότι το παράσιτο δεν επηρεάζει την αύξηση των ατόμων κατά βάρος. Αυτό το συμπέρασμα βγαίνει από τη μελέτη της κλίσης των ευθειών (b) καθώς και από τα όρια εμπιστοσύνης αυτής.

Πίνακας 14 Στοιχεία γραμμικής παλινδρόμησης μεσουραίου μήκους (FL) – σωματικού βάρους (NW) των ατόμων του δείγματος 10-8-1994.

	Θηλυκά	Θηλυκά με παράσιτο	Αρσενικά	Αρσενικά με παράσιτο
Πλήθος ατόμων	66	*	36	*
b	2,924	*	2,481	*
Όρια εμπιστοσύνης του b	(2,657 – 3,192)	*	(2,146 – 2,816)	*
a	0,009	*	0,023	*
R ² (%)	88,2	*	87,0	*
P	<0,001	*	<0,001	*
Εξίσωση W = aL ^b	W = 0,009L ^{2,924}	*	W = 0,023L ^{2,481}	*



Σχήμα 75 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των θηλυκών ατόμων στο δείγμα 10-8-1994.



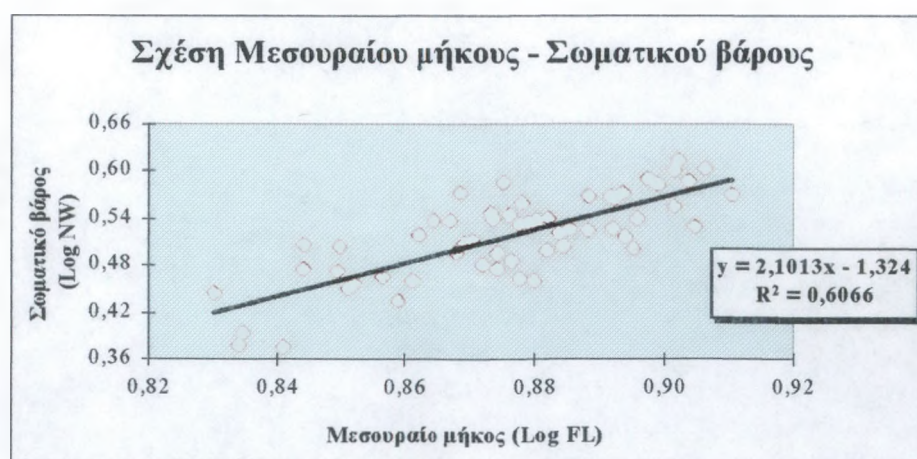
Σχήμα 76 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των αρσενικών ατόμων στο δείγμα 10-8-1994.

Συμπεράσματα

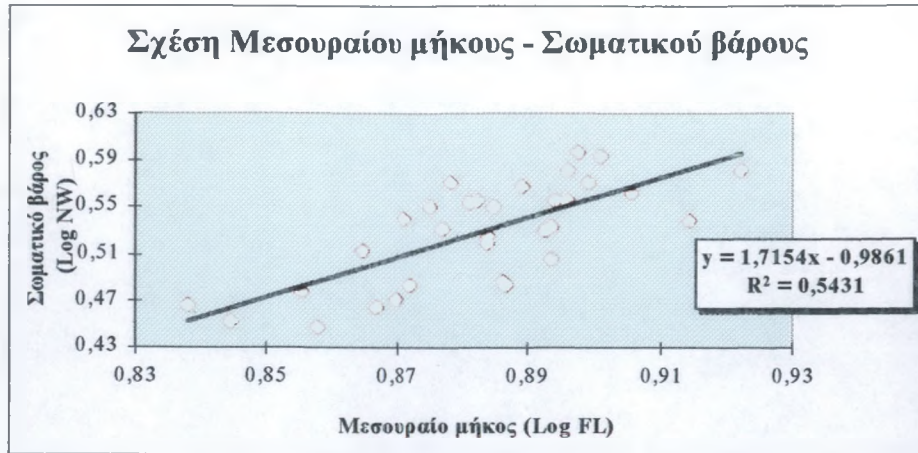
Ψ Στο δείγμα αυτό υπερέχει η κατά μήκος αύξηση και στα δύο φύλα ($b < 3$), δηλαδή τα άτομα χρησιμοποιούν τα διάφορα ποσά ενέργειας για την αύξηση των σωματικών ιστών. Αυτό ενδεχομένως να συμβαίνει επειδή τα άτομα έχουν εξέλθει της αναπαραγωγικής περιόδου (αποβολή γεννητικών προϊόντων).

Πίνακας 15 Στοιχεία γραμμικής παλινδρόμησης μεσουραίου μήκους (FL) – σωματικού βάρους (NW) των ατόμων του δείγματος 20–10–1994.

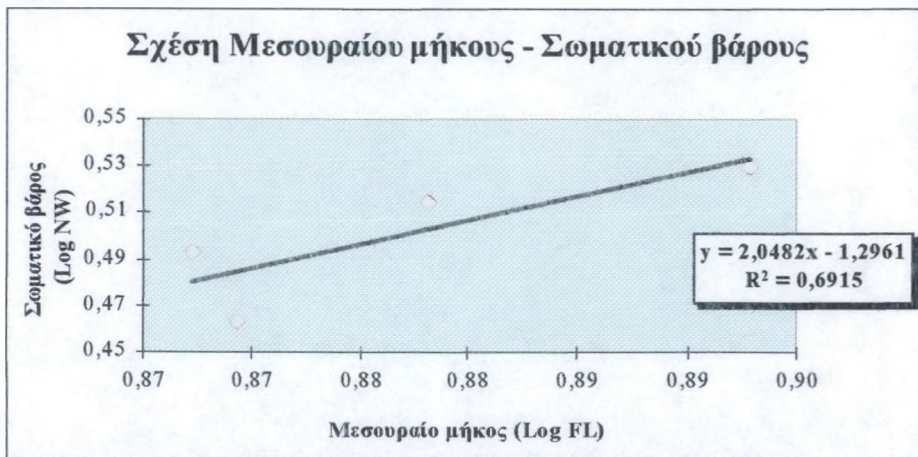
	Θηλυκά χωρίς παράσιτα	Θηλυκά με παράσιτο	Άρσενικά χωρίς παράσιτο	Άρσενικά με παράσιτο
Πλήθος ατόμων	58	32	4	10
b	2,101	1,715	2,048	2,459
Όρια εμπιστοσύνης του b	(1,648 – 2,554)	(1,129 – 2,302)	(-2,114 – 6,211)	(1,138 – 3,779)
a	0,047	0,103	0,051	0,022
R² (%)	60,7	54,3	69,2	69,7
P	<0,001	<0,001	0,168459	0,00264
Εξίσωση $W = aL^b$	$W = 0,047L^{2,101}$	$W = 0,103L^{1,715}$	$W = 0,051L^{2,048}$	$W = 0,022L^{2,459}$



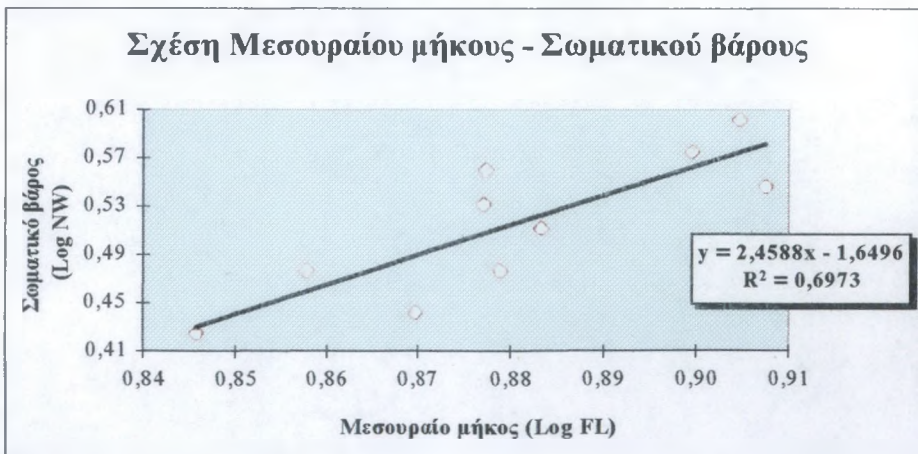
Σχήμα 77 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των θηλυκών ατόμων χωρίς παράσιτο στο δείγμα 20–10–1994.



Σχήμα 78 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των θηλυκών ατόμων με παράσιτο στο δείγμα 20–10–1994.



Σχήμα 79 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των αρσενικών ατόμων χωρίς παράσιτο στο δείγμα 20–10–1994.



Σχήμα 80 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των αρσενικών ατόμων με παράσιτο στο δείγμα 20–10–1994.

Συμπεράσματα

↪ Στα θηλυκά και αρσενικά άτομα αυτού του δείγματος υπερέχει η κατά μήκος αύξηση ($b < 3$).

↪ Στο συγκεκριμένο δείγμα παρατηρείται ότι το παράσιτο επηρεάζει την κατά βάρος αύξηση των θηλυκών ατόμων, αφού η κλίση της ευθείας (b) των ατόμων με παράσιτο είναι μικρότερη από αυτήν των ατόμων χωρίς παράσιτο. Αντιθέτως, στα αρσενικά άτομα η κατά βάρος αύξηση δεν επηρεάζεται από το παράσιτο. Αυτό όμως μπορεί και να οφείλεται στο μικρό αριθμό των αρσενικών ατόμων (14 άτομα) στο δείγμα.



6. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

6.1 Ευρωστία – Συντελεστής ευρωστίας (K)

Ο συντελεστής ευρωστίας K είναι ένας δείκτης φυσικής κατάστασης του πληθυσμού των ψαριών και σε επίπεδο ατόμου εκφράζει το κατά πόσο αυτό είναι βαρύ ανά μονάδα μήκους (ευρωστία). Οι παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή του συντελεστή ευρωστίας είναι: η διαθεσιμότητα της τροφής, το επίπεδο τροφοληψίας, η αποθήκευση λίπους, τα χαρακτηριστικά του αβιοτικού περιβάλλοντος, η εποχή του χρόνου, το φύλο, η ηλικία, το στάδιο γεννητικής ωριμότητας, η παρουσία παρασίτων και το ποσοστό παρασιτισμού.

Ο συντελεστής ευρωστίας έχει χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά σε τρία είδη ανάλυσης ιχθυοπληθυσμών (Καλούδης κ.α., 1992):

1. στη σύγκριση δύο ή περισσότερων πληθυσμών που ζουν κάτω από τις ίδιες ή διαφορετικές κλιματικές και διατροφικές συνθήκες ή συνθήκες πληθυσμιακής πυκνότητας,
2. στη διάγνωση του χρόνου και της διάρκειας ωρίμανσης των γονάδων,
3. στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την τροφοληπτική δραστηριότητα και την κατάσταση των τροφικών αποθεμάτων που είναι ζωτικής σημασίας για το εξεταζόμενο είδος.

Ο συντελεστής ευρωστίας κατά LeCren δίνεται από τον τύπο:

$$K = W(100) / L^b$$

όπου:

W: το βάρος του ψαριού σε γραμμάρια

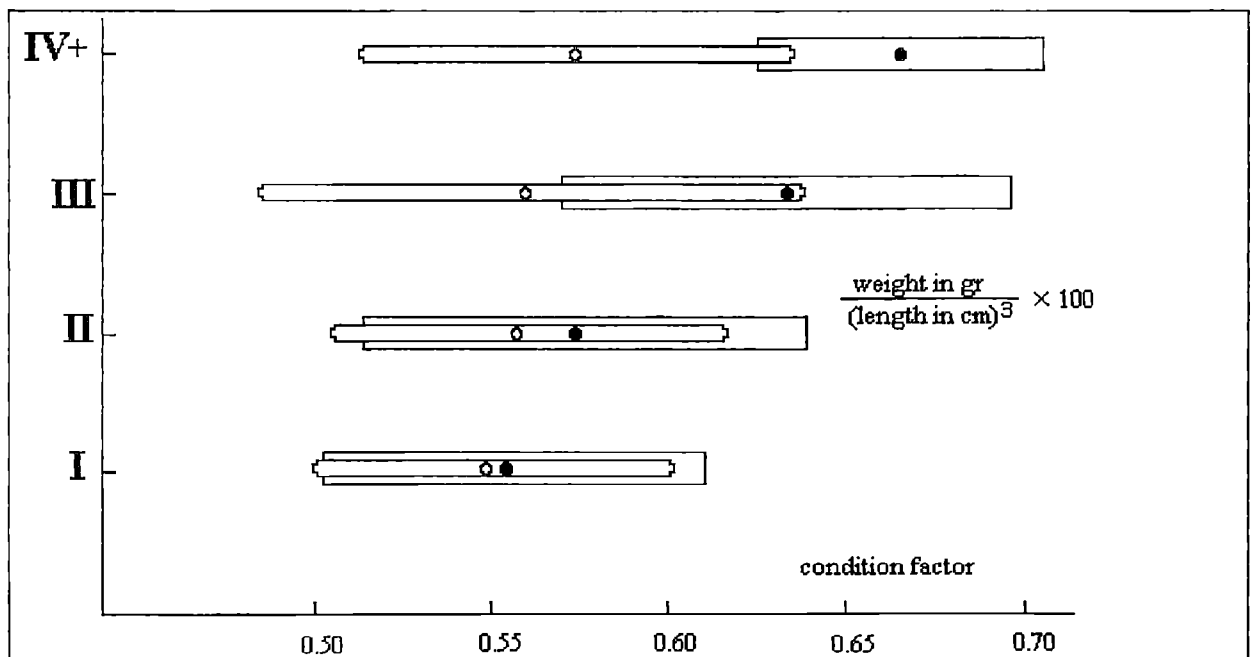
L: το μήκος του ψαριού σε εκατοστά

b: η παράμετρος της σχέσης μήκους – βάρους ($W = a L^b$).

Όταν η αύξηση είναι ισομετρική, με αποτέλεσμα το b να ισούται με την τιμή τρία, προκύπτει ο συντελεστής ευρωστίας κατά **Fulton**:

$$K = W(100) / L^3$$

Εδώ πρέπει να τονιστεί ότι για να διαπιστωθεί αν στατιστικά διαφέρει σημαντικά ο συντελεστής ευρωστίας των ατόμων (αρσενικών και θηλυκών χωριστά) με παράσιτο από το συντελεστή ευρωστίας των ατόμων χωρίς παράσιτο έγινε “ttest” δηλαδή ο στατιστικός έλεγχος δυο δειγμάτων με υποτιθέμενες άνισες διακυμάνσεις. Στον έλεγχο αυτό που έγινε διαπιστώθηκε ότι στα δείγματα 5-12-1993 (αρσενικά άτομα) και 4-5-1994 (θηλυκά άτομα) υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Στην ακόλουθη εικόνα (Εικ.19) φαίνεται η διαφορά στη φυσική κατάσταση μεταξύ υγιούς και προσβεβλημένης από παράσιτο αθερίνας στον ποταμό Elbe. Παρακάτω φαίνονται πιο αναλυτικά στους πίνακες τα αποτελέσματα της επεξεργασίας καθώς και η γραφική απεικόνιση αυτών με τη βοήθεια θηκογραμμάτων* (Box and Whisker Plots).



Εικόνα 19 Συντελεστής φυσικής κατάστασης υγιούς (μαύρη κουκίδα) και προσβεβλημένης αθερίνας (λευκή κουκίδα) από *Pseudoterranova decipiens* στο σκελετικό μύα, στο κατώτερο μέρος του ποταμού Elbe (από Möller & Anders, 1986).

* Τα θηκογράμματα είναι η γραφική απεικόνιση του δίπλευρου ελέγχου t, με άνισες διακυμάνσεις, της εκάστοτε παραμέτρου (π.χ. KFullton, GSI), όσον αφορά το παράσιτο. Το ύψος του ορθογώνιου παραλληλόγραμμου αντιπροσωπεύει τη διακύμανση των τιμών του παράγοντα, ενώ η εσωτερική οριζόντια γραμμή αντιπροσωπεύει τη μέση τιμή του.

Πίνακας 16 Αποτελέσματα του ελέγχου t δύο δειγμάτων του συντελεστή ευρωστίας KFullton με υποτιθέμενες άνισες διακυμάνσεις για το δείγμα 5-12-1993.

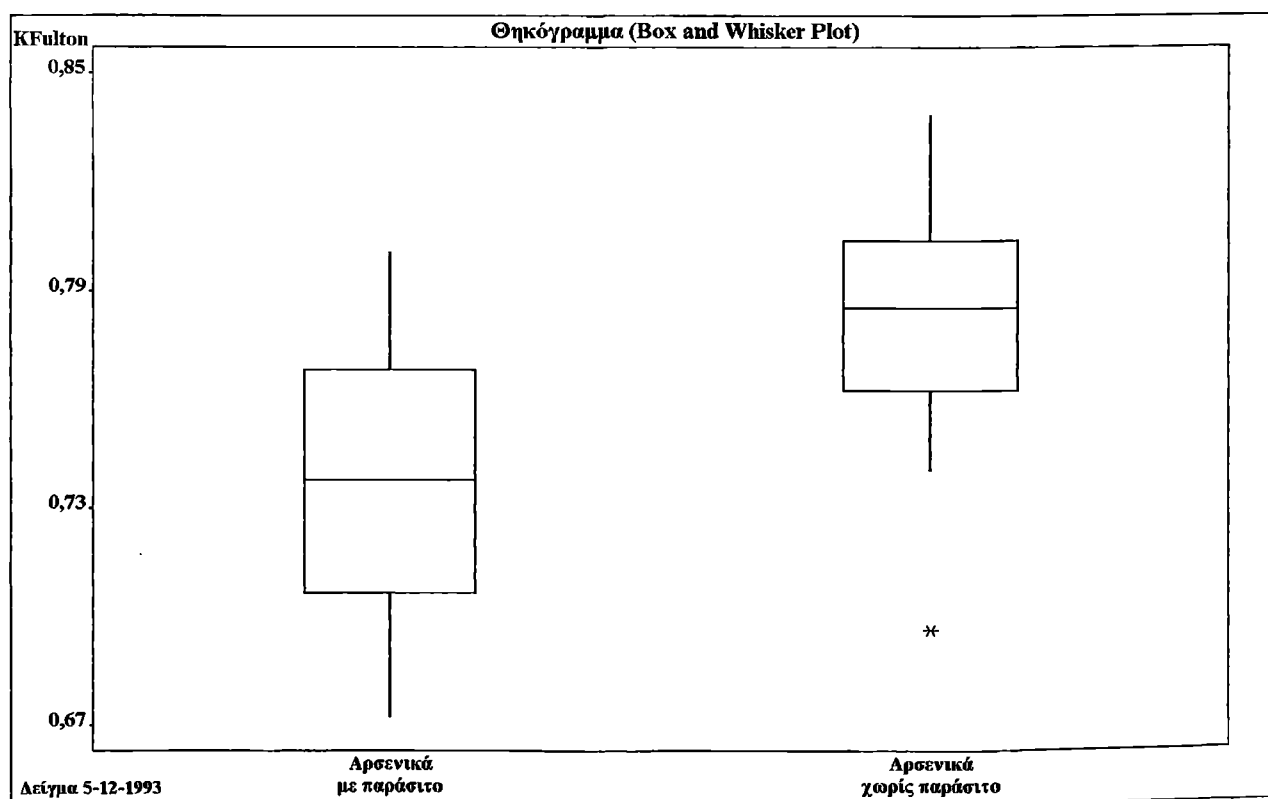
	Αρσενικά χωρίς παράσιτο	Αρσενικά με παράσιτο
Μέσος	0,780073	0,737685
Διακύμανση	0,001349	0,00126
Μέγεθος δείγματος	13	25
Υποτιθέμενη διαφορά μέσων	0	
Βαθμοί ελευθερίας	24	
t	3,413629	
$P(T \leq t)$ μονόπλευρη	0,00114	
t κρίσιμο, μονόπλευρο	1,710882	
$P(T \leq t)$ δίπλευρη	0,00228	
t κρίσιμο, δίπλευρο	2,063898	

Πίνακας 17 Αποτελέσματα του ελέγχου t δύο δειγμάτων του συντελεστή ευρωστίας KLeCren με υποτιθέμενες άνισες διακυμάνσεις για το δείγμα 5-12-1993.

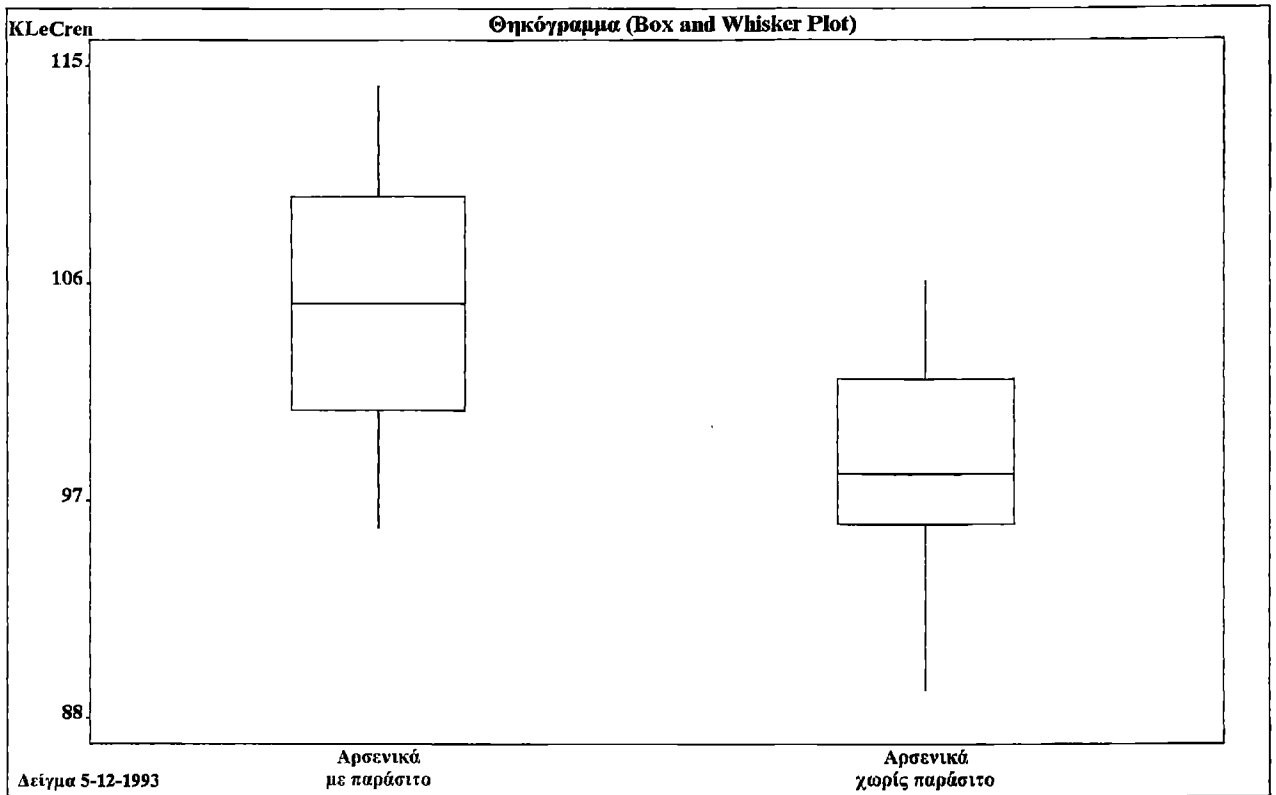
	Αρσενικά χωρίς παράσιτο	Αρσενικά με παράσιτο
Μέσος	98,45555	105,1599
Διακύμανση	21,28364	25,60/ 194
Μέγεθος δείγματος	13	25
Υποτιθέμενη διαφορά μέσων	0	
Βαθμοί ελευθερίας	27	
t	-4,10969	
$P(T \leq t)$ μονόπλευρη	0,000165	
t κρίσιμο, μονόπλευρο	1,703288	
$P(T \leq t)$ δίπλευρη	0,000331	
t κρίσιμο, δίπλευρο	2,051829	

Πίνακας 18 Αποτελέσματα του ελέγχου t δύο δειγμάτων του συντελεστή ευρωστίας KLeCren με υποτιθέμενες άνισες διακυμάνσεις για το δείγμα 4-5-1994.

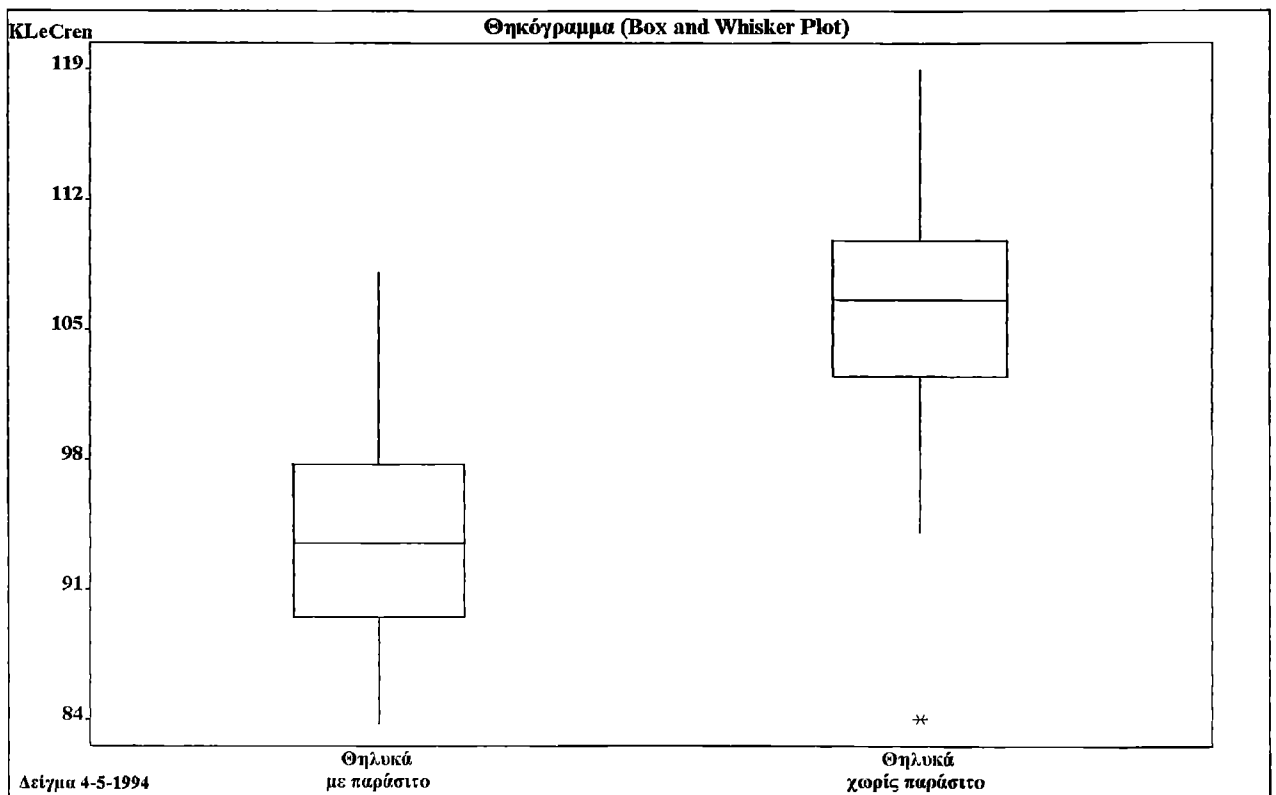
	Θηλοκά χωρίς παράσιτο	Θηλοκά με παράσιτο
Μέσος	106,0864	93,91349
Διακύμανση	46,85259	28,46511
Μέγεθος δείγματος	37	58
Υποτιθέμενη διαφορά μέσων	0	
Βαθμοί ελευθερίας	63	
t	9,183311	
P(T<=t) μονόπλευρη	1,56E-13	
t κρίσιμο, μονόπλευρο	1,669403	
P(T<=t) δίπλευρη	3,12E-13	
t κρίσιμο, δίπλευρο	1,998342	



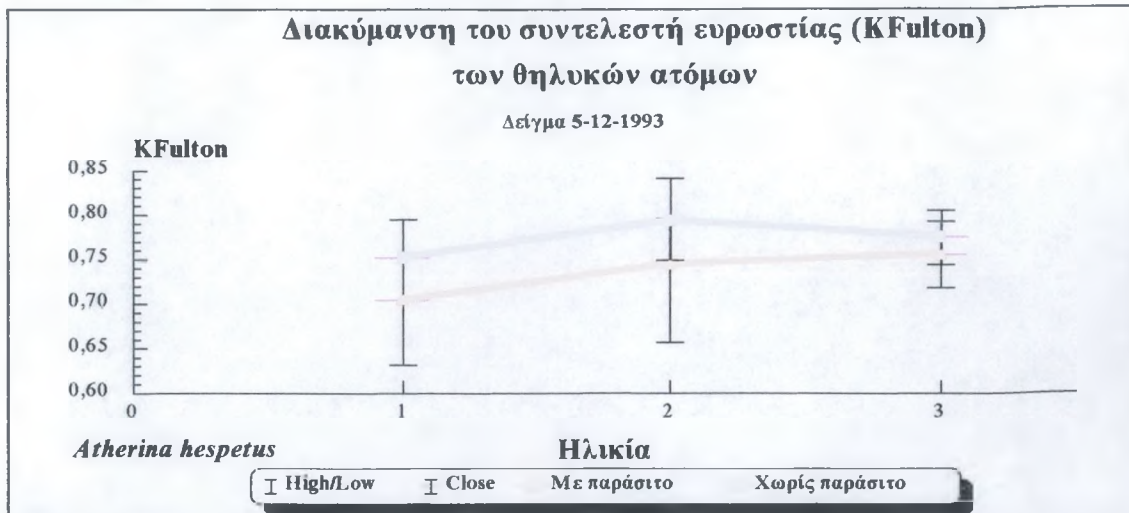
Σχήμα 81 Θηκόγραμμα του συντελεστή ευρωστίας K Fulton, όσον αφορά το παράσιτο, των αρσενικών ατόμων του δείγματος 5-12-1993.



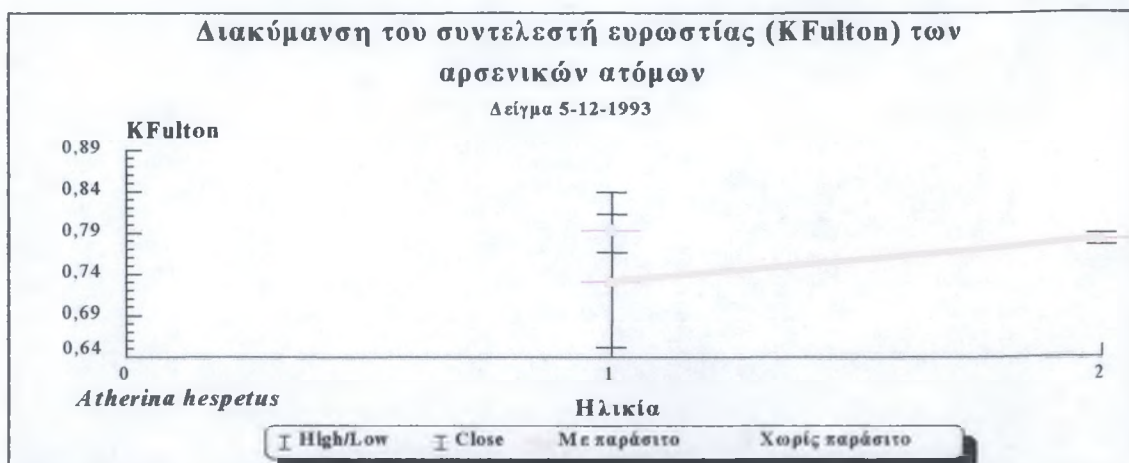
Σχήμα 82 Θηκόγραμμα του συντελεστή ευρωστίας KLeCren, όσον αφορά το παράσιτο, των αρσενικών ατόμων του δείγματος 5-12-1993.



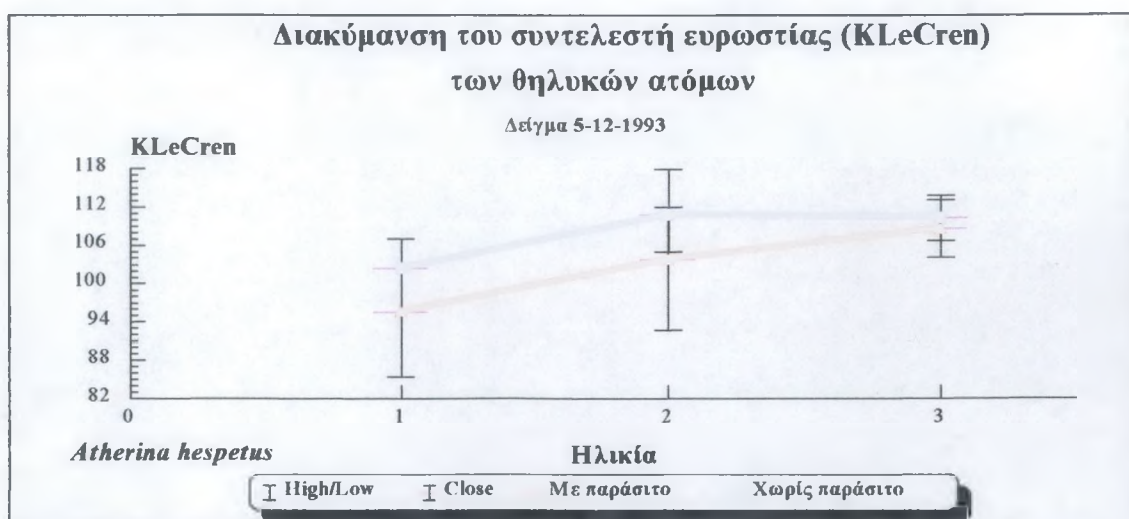
Σχήμα 83 Θηκόγραμμα του συντελεστή ευρωστίας KLeCren, όσον αφορά το παράσιτο, των θηλυκών ατόμων του δείγματος 4-5-1994.



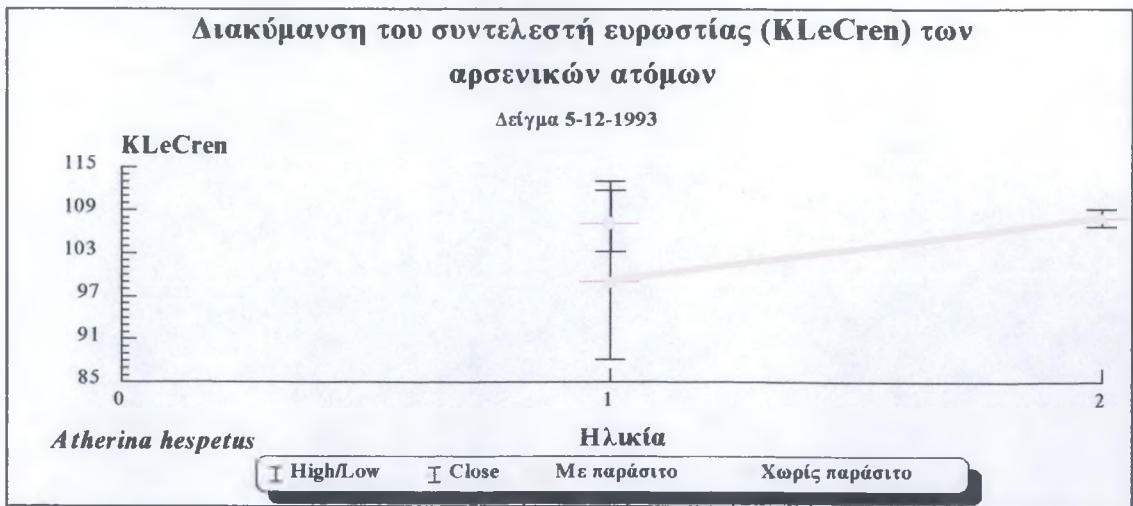
Σχήμα 84 Διακύμανση του συντελεστή ευρωστίας (KFulton) των θηλυκών ατόμων στο δείγμα 5-12-1993.



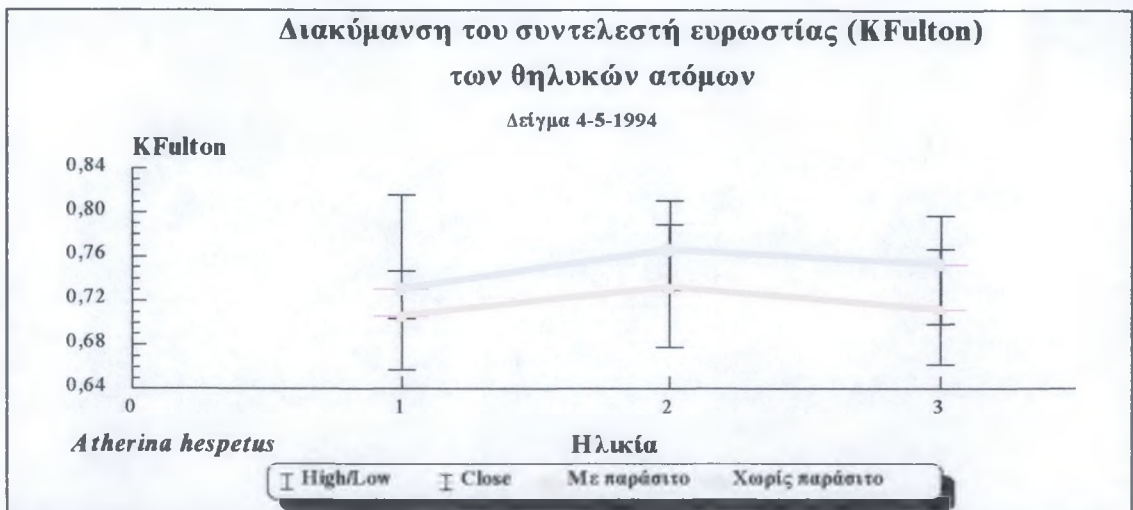
Σχήμα 85 Διακύμανση του συντελεστή ευρωστίας (KFulton) των αρσενικών ατόμων στο δείγμα 5-12-1993.



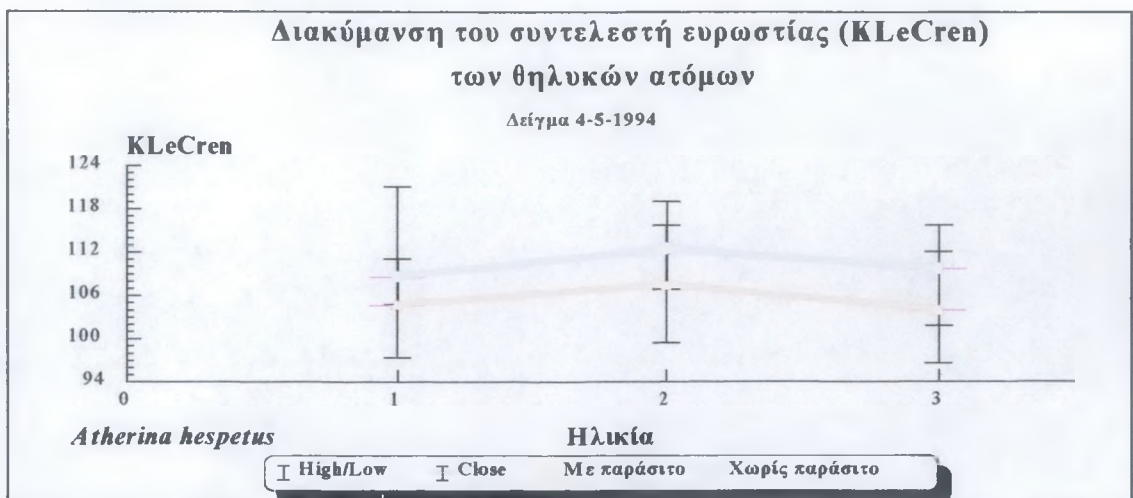
Σχήμα 86 Διακύμανση του συντελεστή ευρωστίας (KLeCren) των θηλυκών ατόμων στο δείγμα 5-12-1993.



Σχήμα 87 Διακύμανση του συντελεστή ευρωστίας (KLeCren) των αρσενικών ατόμων στο δείγμα 5-12-1993.



Σχήμα 88 Διακύμανση του συντελεστή ευρωστίας (KFulton) των θηλυκών ατόμων στο δείγμα 4-5-1994.

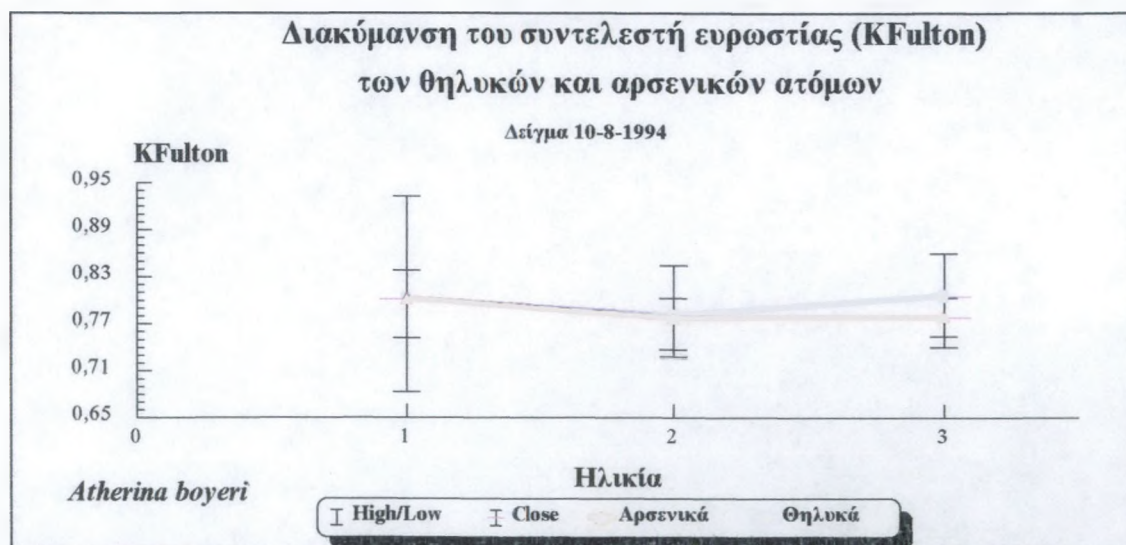


Σχήμα 89 Διακύμανση του συντελεστή ευρωστίας (KLeCren) των θηλυκών ατόμων στο δείγμα 4-5-1994.

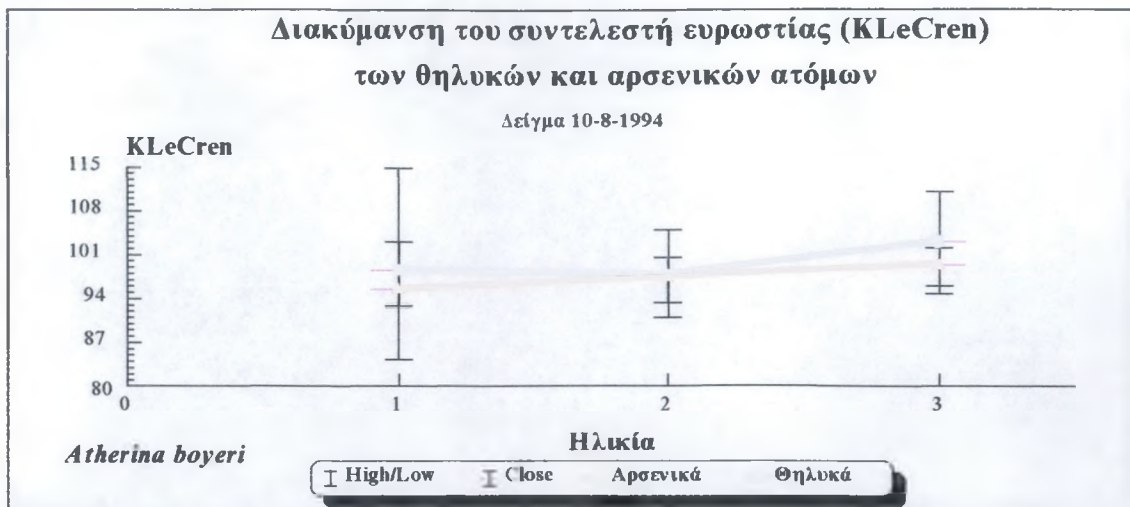
Συμπεράσματα

Ψ Στα συγκεκριμένα δείγματα υπάρχει μεγάλη διαφορά και στους δυο συντελεστές μεταξύ των υγιών και των προσβεβλημένων ατόμων και στα δυο φύλα (στο δείγμα 4-5-1994 υπάρχουν δεδομένα μόνο για τα θηλυκά άτομα). Τα άτομα που δεν έχουν παράσιτο είναι πιο εύρωστα σε σχέση με αυτά που έχουν παράσιτο. Συνεπώς η παρουσία του παρασίτου επηρεάζει δυσμενώς την ευρωστία των ατόμων, γεγονός που επιβεβαιώνει την πολύπλευρη επίδρασή του τόσο σε επίπεδο ατόμων, όσο και σε επίπεδο πληθυσμού.

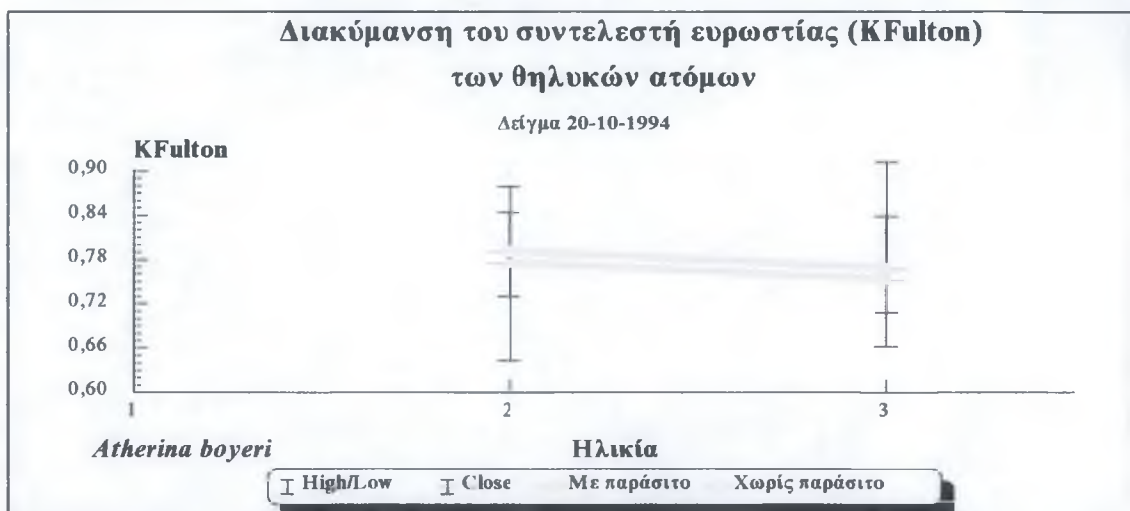
Ψ Στο δείγμα 5-12-1993, με την αύξηση της ηλικίας ο συντελεστής ευρωστίας τόσο των υγιών, όσο και των προσβεβλημένων ατόμων τείνει να συγκλίνει, γεγονός που επιβεβαιώνεται από τη μείωση του παρασιτισμού με την αύξηση της ηλικίας. Αντίθετα στο δείγμα 4-5-1994, με την αύξηση της ηλικίας ο συντελεστής ευρωστίας τόσο των υγιών, όσο και των προσβεβλημένων ατόμων τείνει να αποκλίνει. Ενώ και στα δυο δείγματα συμβαίνει το ίδιο φαινόμενο, στο δείγμα 4-5-1994 υπάρχει μεγαλύτερο ποσοστό παρασιτισμού σε σχέση με το δείγμα 5-12-1993, συνεπώς είναι μεγαλύτερη η επίδραση του παρασίτου στα άτομα.



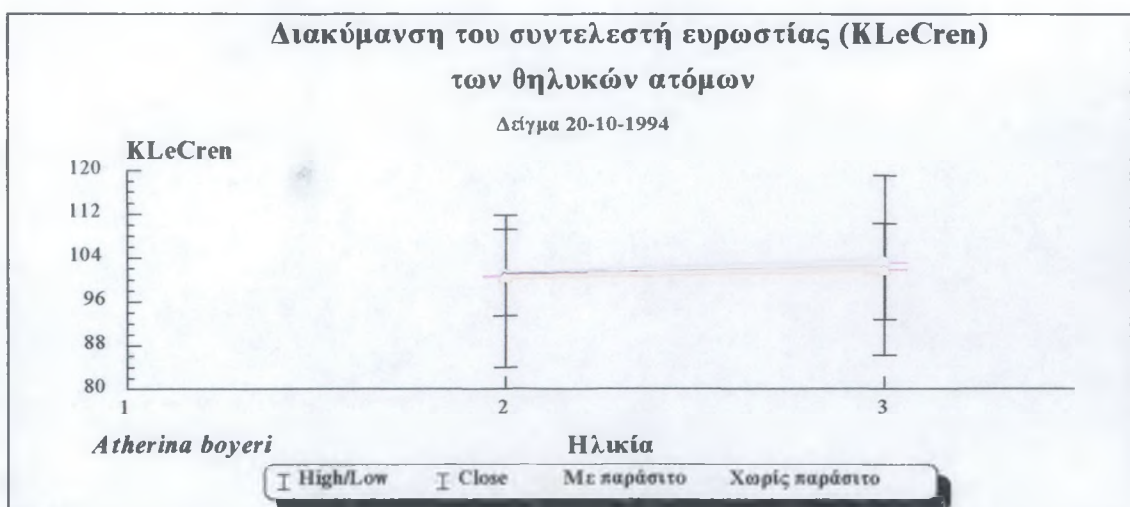
Σχήμα 90 Διακύμανση του συντελεστή ευρωστίας (KFulton) των ατόμων στο δείγμα 10-8-1994.



Σχήμα 91 Διακύμανση του συντελεστή ευρωστίας (KLeCren) των ατόμων στο δείγμα 10-8-1994.



Σχήμα 92 Διακύμανση του συντελεστή ευρωστίας (KFulton) των θηλυκών ατόμων στο δείγμα 20-10-1994.



Σχήμα 93 Διακύμανση του συντελεστή ευρωστίας (KLeCren) των θηλυκών ατόμων στο δείγμα 20-10-1994.

Συμπεράσματα

Ψ Στο δείγμα 10-8-1994 λόγω της απουσίας παρασίτου έγινε γραφική απεικόνιση του συντελεστή ευρωστίας των αρσενικών και θηλυκών ατόμων. Η σύγκριση αυτή έδειξε ότι τα θηλυκά άτομα σε γενικές γραμμές είναι πιο εύρωστα σε σχέση με τα αρσενικά άτομα.

Ψ Στο δείγμα 20-10-1994 υπάρχει μικρή διαφορά και στους δυο συντελεστές μεταξύ των υγιών και των προσβεβλημένων θηλυκών ατόμων (υπάρχουν δεδομένα μόνο για τα θηλυκά άτομα). Τα άτομα χωρίς παράσιτο είναι πιο εύρωστα σε σχέση με τα άτομα που έχουν παράσιτο. Συνεπώς η παρουσία του παρασίτου επηρεάζει σε ένα βαθμό την ευρωστία των ατόμων, γεγονός που επιβεβαιώνει την πολύπλευρη επίδρασή του τόσο σε επίπεδο ατόμων, όσο και σε επίπεδο πληθυσμού.

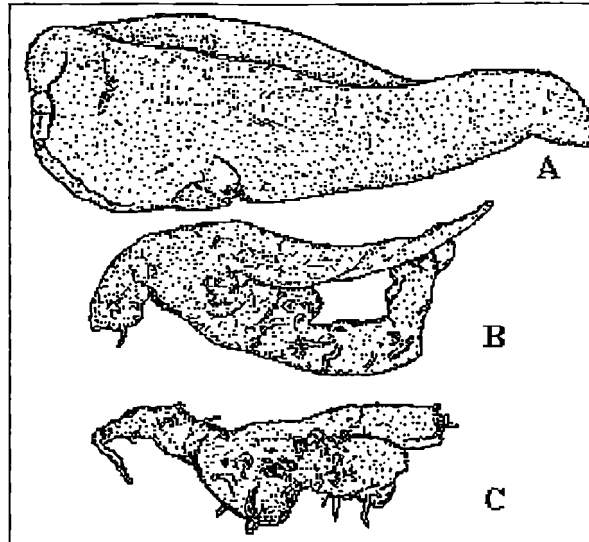
Ψ Στο συγκεκριμένο δείγμα (20-10-1994), η μικρή σχετικά απόκλιση ανάμεσα στους συντελεστές ευρωστίας των υγιών και προσβεβλημένων ατόμων οφείλεται στο γεγονός ότι το παράσιτο βρίσκεται στο στάδιο της λάρβας και δεν επηρεάζει στον ίδιο βαθμό την ευρωστία των ατόμων, όπως συμβαίνει στα προηγούμενα δείγματα.

6.2 Ηπατοσωματικός δείκτης (HSI)

Οι μεταβολές αυτού του δείκτη επηρεάζονται από τη διατροφή, τα γεννητικά προϊόντα, διότι η λέκιθος αποτελείται από την πρωτεΐνη λεκιθογεννίνη που παράγεται στο συκώτι και από πιθανή παρασιτική προσβολή στο βαθμό που αυτή εμπλέκεται στις βιολογικές λειτουργίες του ήπατος.

Τα ψάρια κατά τις περιόδους έντονης τροφοληψίας, αποθηκεύουν ενέργεια τόσο στους μυϊκούς ιστούς τους, όσο και στο συκώτι τους κυρίως με τη μορφή γλυκογόνου (συχνά παρατηρούμενο φαινόμενο στα ψάρια της ιχθυοκαλλιέργειας, με ακραία κατάσταση τη λιπώδη εκφύλιση του ήπατος).

Στην παρακάτω εικόνα (Εικ.20) φαίνονται τρία διαφορετικά συκώτια από μπακαλιάρους ίδιου μεγέθους. Τα δυο απ'αυτά έχουν προσβληθεί από παράσιτο και παρουσιάζουν έντονη υποπλασία και προφανώς υπολειτουργούν έναντι του υγιούς συκωτιού.



Εικόνα 20 A – Υγιές συκώτι μπακαλιάρου. B, C – Παθολογικές αλλαγές στο συκώτι μπακαλιάρου επηρεασμένο από την παρουσία λαρβών *Thygnascaris adunca*. Τα δείγματα λήφθηκαν από άτομα μπακαλιάρου του ίδιου μεγέθους (από Grabda, 1991).

Το σχετικό μέγεθος του συκωτιού ως προς το βάρος του σώματος μπορεί να συσχετιστεί με την ένταση της τροφοληψίας, το ρυθμό αύξησης του ψαριού και την αναπαραγωγική διαδικασία. Η παραπάνω διατύπωση μας οδηγεί στην αποδοχή του ηπατοσωματικού δείκτη (HSI) ως έμμεσου δείκτη της διατροφικής, ενεργειακής και αυξητικής κατάστασης του ψαριού. Ο ηπατοσωματικός δείκτης εκφράζεται από τη σχέση:

$$\text{HSI} = \text{HW} (100) / \text{NW}$$

όπου:

HSI: ο ηπατοσωματικός δείκτης,

HW: το βάρος του συκωτιού,

NW: το σωματικό βάρος του ψαριού.

Σύμφωνα με τους Καλούδη κ.α. (1992), ο Kohler (1976) υποστηρίζει ότι υπάρχει γραμμική σχέση ανάμεσα στο μέγεθος του ψαριού και στο βάρος του ήπατος. Επίσης ο ίδιος συγγραφέας υποστηρίζει ότι υπάρχει διαφορά μεταξύ των δύο φύλων αναφορικά με την τιμή του HSI, με τα θηλυκά άτομα να υπερέχουν. Εδώ πρέπει να τονιστεί ότι για να διαπιστωθεί αν στατιστικά διαφέρει σημαντικά ο ηπατοσωματικός δείκτης των ψαριών (αρσενικών και

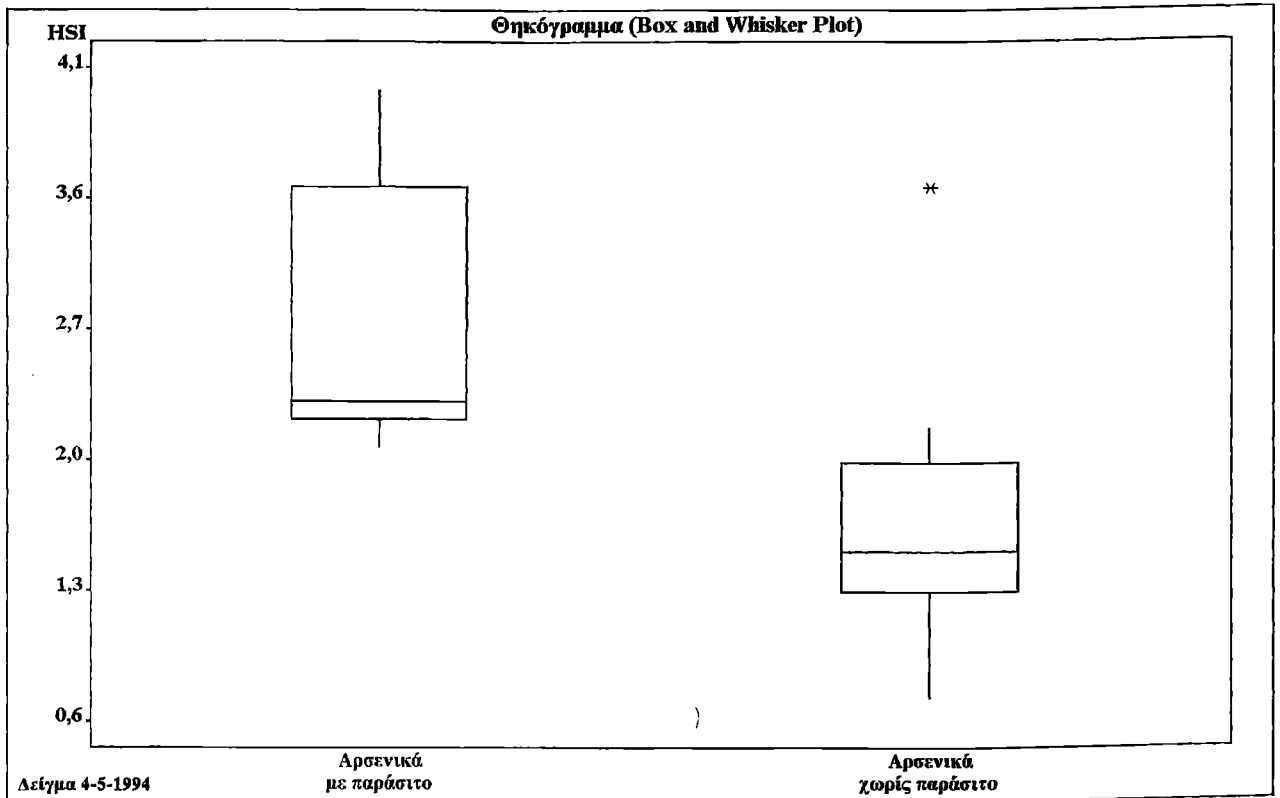
θηλυκών χωριστά) με παράσιτο από τον ηπατοσωματικό δείκτη των ψαριών χωρίς παράσιτο έγινε “ttest” δηλαδή ο στατιστικός έλεγχος δυο δειγμάτων με υποτιθέμενες άνισες διακυμάνσεις. Στον έλεγχο αυτό που έγινε διαπιστώθηκε ότι μόνο στο δείγμα 4-5-1994 υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά και στα αρσενικά και στα θηλυκά άτομα. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται πιο αναλυτικά τα αποτελέσματα της σύγκρισης.

Πίνακας 19 Αποτελέσματα του ελέγχου t δύο δειγμάτων του ηπατοσωματικού δείκτη HSI με υποτιθέμενες άνισες διακυμάνσεις για το δείγμα 4-5-1994.

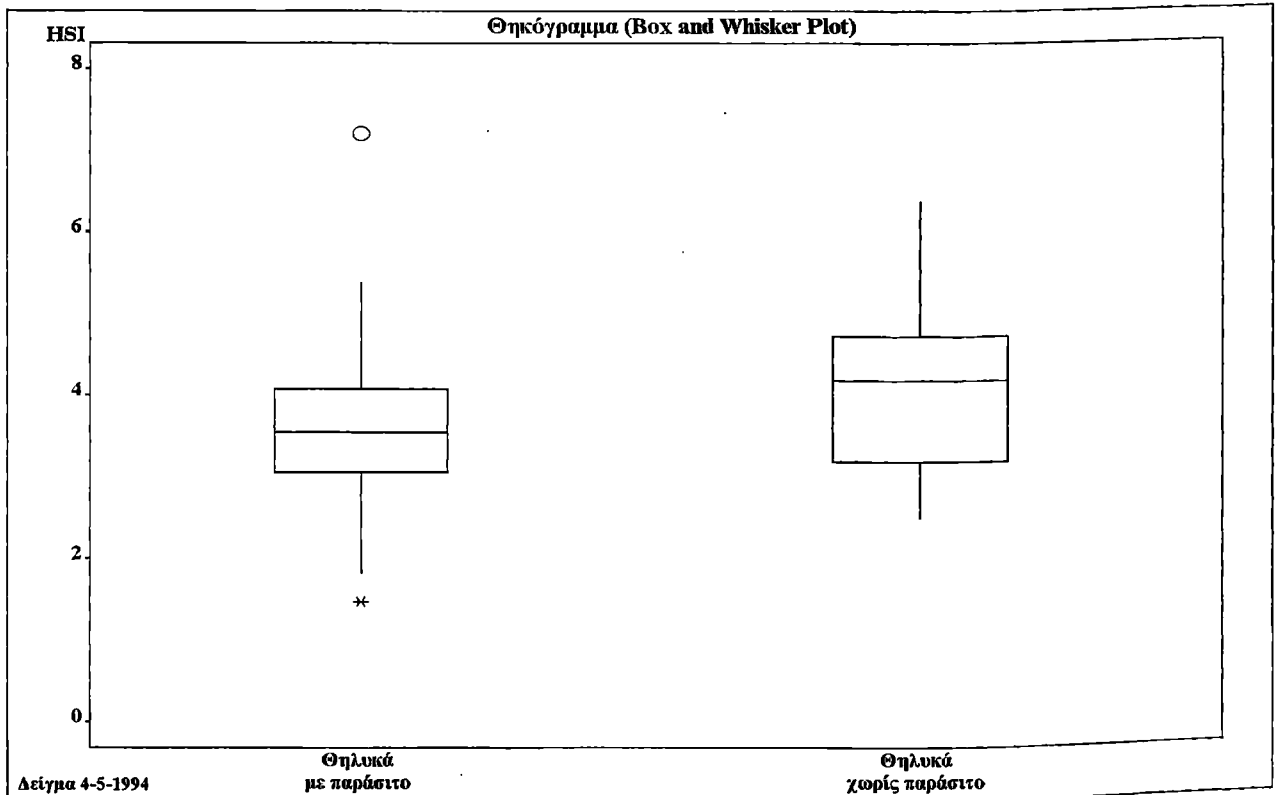
	Θηλυκά χωρίς παράσιτο	Θηλυκά με παράσιτο
Μέσος	4,106156	3,609869
Διακύμανση	1,012089	0,902114
Μέγεθος δείγματος	37	58
Υποτιθέμενη διαφορά μέσων	0	
Βαθμοί ελευθερίας	74	
t	2,395888	
P(T<=t) μονόπλευρη	0,009554	
t κρίσιμο, μονόπλευρο	1,665708	
P(T<=t) δίπλευρη	0,019109	
t κρίσιμο, δίπλευρο	1,992544	

Πίνακας 20 Αποτελέσματα του ελέγχου t δύο δειγμάτων του ηπατοσωματικού δείκτη HSI με υποτιθέμενες άνισες διακυμάνσεις για το δείγμα 4-5-1994.

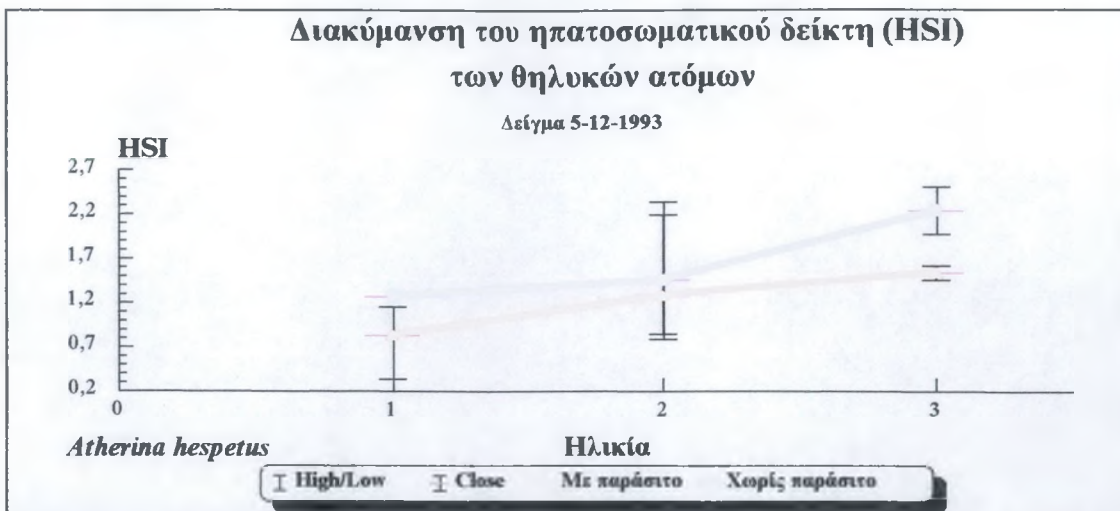
	Αρσενικά χωρίς παράσιτο	Αρσενικά με παράσιτο
Μέσος	1,747068	2,746735
Διακύμανση	0,762113	0,589585
Μέγεθος δείγματος	7	8
Υποτιθέμενη διαφορά μέσων	0	
Βαθμοί ελευθερίας	12	
t	-2,33958	
P(T<=t) μονόπλευρη	0,018707	
t κρίσιμο, μονόπλευρο	1,782287	
P(T<=t) δίπλευρη	0,037414	
t κρίσιμο, δίπλευρο	2,178813	



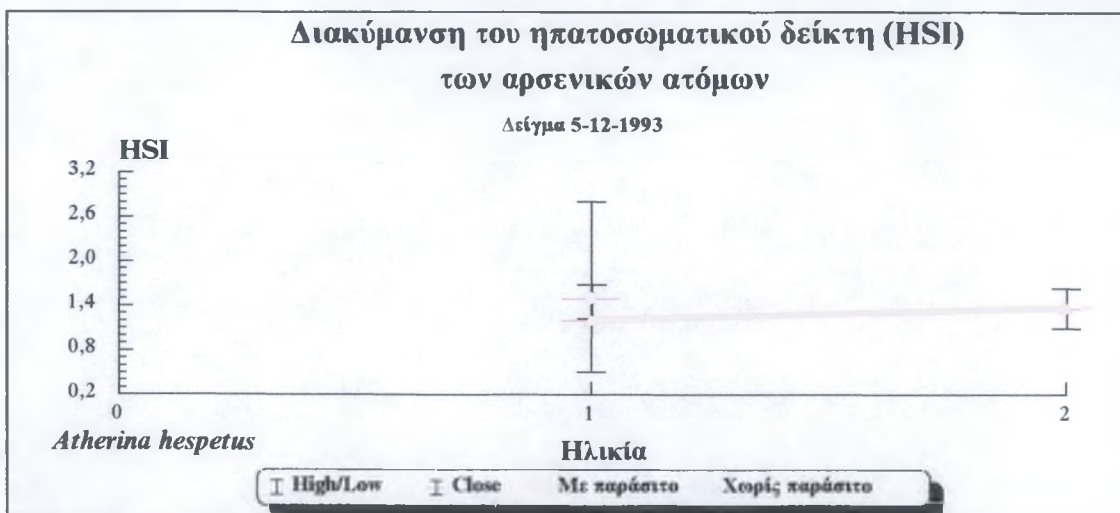
Σχήμα 94 Θηκόγραμμα του ηπατοσωματικού δείκτη (HSI), όσον αφορά το παράσιτο, των αρσενικών ατόμων του δείγματος 4-5-1994.



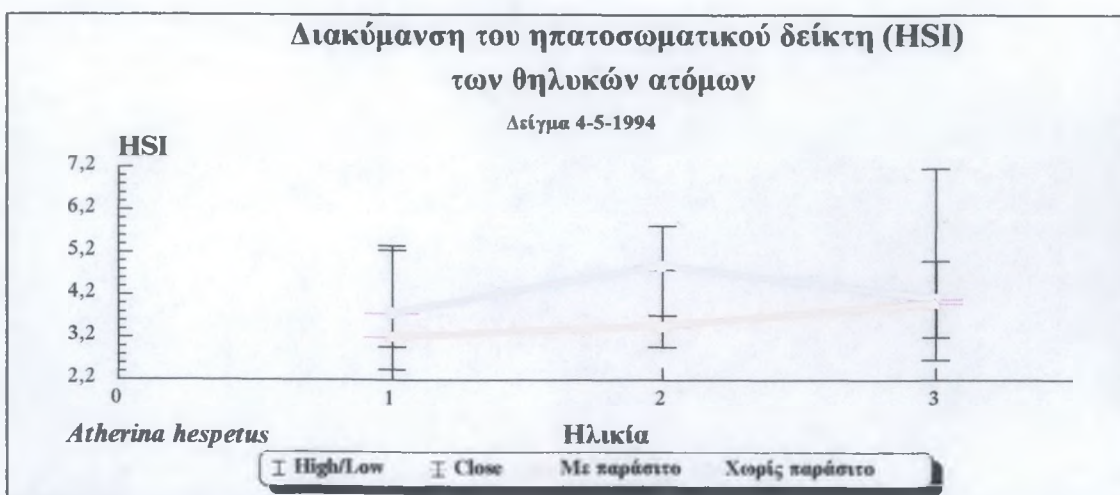
Σχήμα 95 Θηκόγραμμα του ηπατοσωματικού δείκτη (HSI), όσον αφορά το παράσιτο, των θηλυκών ατόμων του δείγματος 4-5-1994.



Σχήμα 96 Διακύμανση του ηπατοσωματικού δείκτη (HSI) των θηλυκών ατόμων στο δείγμα 5-12-1993.



Σχήμα 97 Διακύμανση του ηπατοσωματικού δείκτη (HSI) των αρσενικών ατόμων στο δείγμα 5-12-1993.

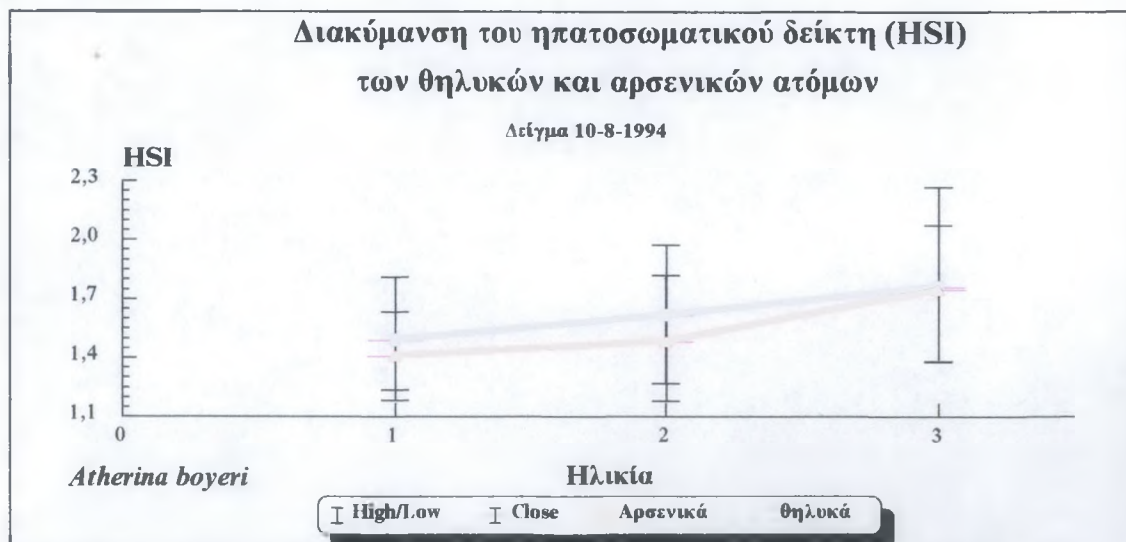


Σχήμα 98 Διακύμανση του ηπατοσωματικού δείκτη (HSI) των θηλυκών ατόμων στο δείγμα 4-5-1994.

Συμπεράσματα

Ψ Στα συγκεκριμένα δείγματα υπάρχει μεγάλη διαφορά στη διακύμανση του ηπατοσωματικού δείκτη (HSI) μεταξύ των υγιών και των προσβεβλημένων ατόμων και στα δυο φύλα (στο δείγμα 4-5-1994 υπάρχουν δεδομένα μόνο για τα θηλυκά άτομα). Τα άτομα που δεν έχουν παράσιτο βρίσκονται σε ευνοϊκότερη κατάσταση από ενεργειακή, τροφοληπτική και αυξητική σκοπιά σε σχέση με αυτά που έχουν παράσιτο. Συνεπώς η παρουσία του παρασίτου έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη συσσώρευση θρεπτικών στο συκώτι. Αυτό διαπιστώνεται από το γεγονός ότι το παράσιτο εισχωρεί στο συκώτι, όπου πιθανόν τρέφεται από τα ενεργειακά αποθέματα γλυκογόνου που αποθηκεύονται εκεί, με αποτέλεσμα την καταστροφή του ήπατος.

Ψ Ανάμεσα στα δυο δείγματα υπάρχει μεγάλη απόκλιση όσον αφορά τις τιμές του ηπατοσωματικού δείκτη. Ειδικότερα στο δείγμα 5-12-1993 η ανώτερη τιμή του ηπατοσωματικού δείκτη συμπίπτει με την κατώτερη τιμή στο δείγμα 4-5-1994, γεγονός που πιθανόν σχετίζεται με την αναπαραγωγική διαδικασία της αθερίνας, η οποία είναι την άνοιξη.



Σχήμα 99 Διακύμανση του ηπατοσωματικού δείκτη (HSI) των ατόμων στο δείγμα 10-8-1994.

6.3 Γοναδοσωματικός δείκτης (GSI) – Αναπαραγωγή

Ένας τρόπος καταγραφής της ανάπτυξης των γονάδων είναι ο υπολογισμός του γοναδοσωματικού δείκτη (GSI), ο οποίος δίνεται από τον τύπο:

$$GSI = GW(100) / NW$$

όπου:

GW: το βάρος των γονάδων σε γραμμάρια,

NW: το καθαρό βάρος του σώματος σε γραμμάρια.

Σύμφωνα με τον Λεονάρδο (1996), ο γοναδοσωματοκός δείκτης χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του χρόνου της μέγιστης αναπαραγωγικής δραστηριότητας, καθώς και του εύρους της αναπαραγωγικής περιόδου.

Σύμφωνα με τους Palmer και Culley (1983), τα στάδια ωρίμανσης των ωαρίων στον πληθυσμό της *Atherina boyeri* στο Oldbury της Βρετανίας, μπορούν να ιεραρχηθούν ως εξής:

1. ανώριμο στάδιο: ωάρια διαφανή με μέση διάμετρο μικρότερη από 0,3 χιλιοστά,
2. στάδιο υπό ωρίμανση: ωάρια αδιαφανή, υπόλευκου χρώματος και μέση διάμετρο μικρότερη από 0,7 χιλιοστά,
3. στάδιο μερικής ωριμότητας: ωάρια διαφανή, κίτρινου χρώματος, τα οποία εμπεριέχουν σταγόνες ελαίου και επάνω σε αυτά διακρίνονται ινίδια προσκόλλησης τυλιγμένα σφιχτά γύρω από την περιφέρεια του ωαρίου. Η μέση διάμετρος κυμαίνεται μεταξύ 0,7 και 1,1 χιλιοστών,
4. στάδιο πλήρους ωριμότητας: ωάρια διαφανή, κίτρινα στον χρωματισμό, με ποικίλο αριθμό σταγόνων ελαίου, τα οποία όμως έχουν “σκάσει” από τα ωοθυλάκια τους, βρίσκονται στον ωαγωγό και τα άκρα των ινιδίων είναι μπλεγμένα με αυτά των άλλων ωαρίων. Η μέση διάμετρος κυμαίνεται μεταξύ 1,1 και 1,8 χιλιοστών.

Και εδώ πρέπει να τονιστεί ότι εξετάστηκε αν στατιστικά διαφέρει σημαντικά ο γοναδοσωματικός δείκτης των ατόμων (αρσενικών και θηλυκών χωριστά) με παράσιτο από το γοναδοσωματικό δείκτη των ατόμων χωρίς παράσιτο. Έτσι έγινε “ttest” δηλαδή ο στατιστικός έλεγχος δυο δειγμάτων με

υποτιθέμενες άνισες διακυμάνσεις. Στον έλεγχο αυτό που έγινε, διαπιστώθηκε ότι μόνο στα δείγματα 5-12-1993 και 4-5-1994 υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά και πιο συγκεκριμένα στα αρσενικά άτομα του δείγματος 5-12-1993 και στα αρσενικά και θηλυκά άτομα του δείγματος 4-5-1994. Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται πιο αναλυτικά τα αποτελέσματα της σύγκρισης.

Πίνακας 21 Αποτελέσματα του ελέγχου t δύο δειγμάτων του γοναδοσωματικού δείκτη GSI με υποτιθέμενες άνισες διακυμάνσεις για το δείγμα 5-12-1993.

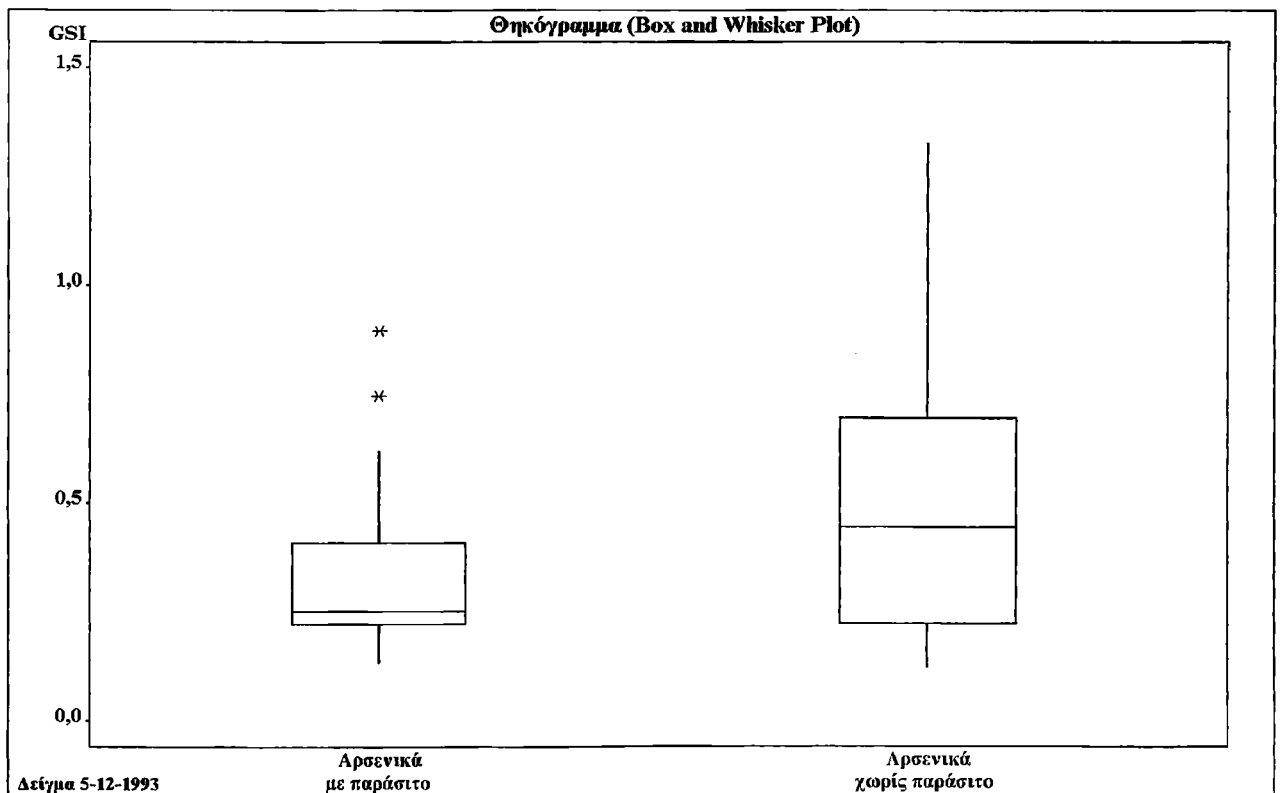
	Αρσενικά χωρίς παράσιτο	Αρσενικά με παράσιτο
Μέσος	0,527131	0,344052
Διακύμανση	0,123069	0,03691
Μέγεθος δείγματος	13	25
Υποτιθέμενη διαφορά μέσων	0	
Βαθμοί ελευθερίας	16	
t	1,750106	
P(T<=t) μονόπλευρη	0,049625	
t κρίσιμο, μονόπλευρο	1,745884	
P(T<=t) δίπλευρη	0,099249	
t κρίσιμο, δίπλευρο	2,119905	

Πίνακας 22 Αποτελέσματα του ελέγχου t δύο δειγμάτων του γοναδοσωματικού δείκτη GSI με υποτιθέμενες άνισες διακυμάνσεις για το δείγμα 4-5-1994.

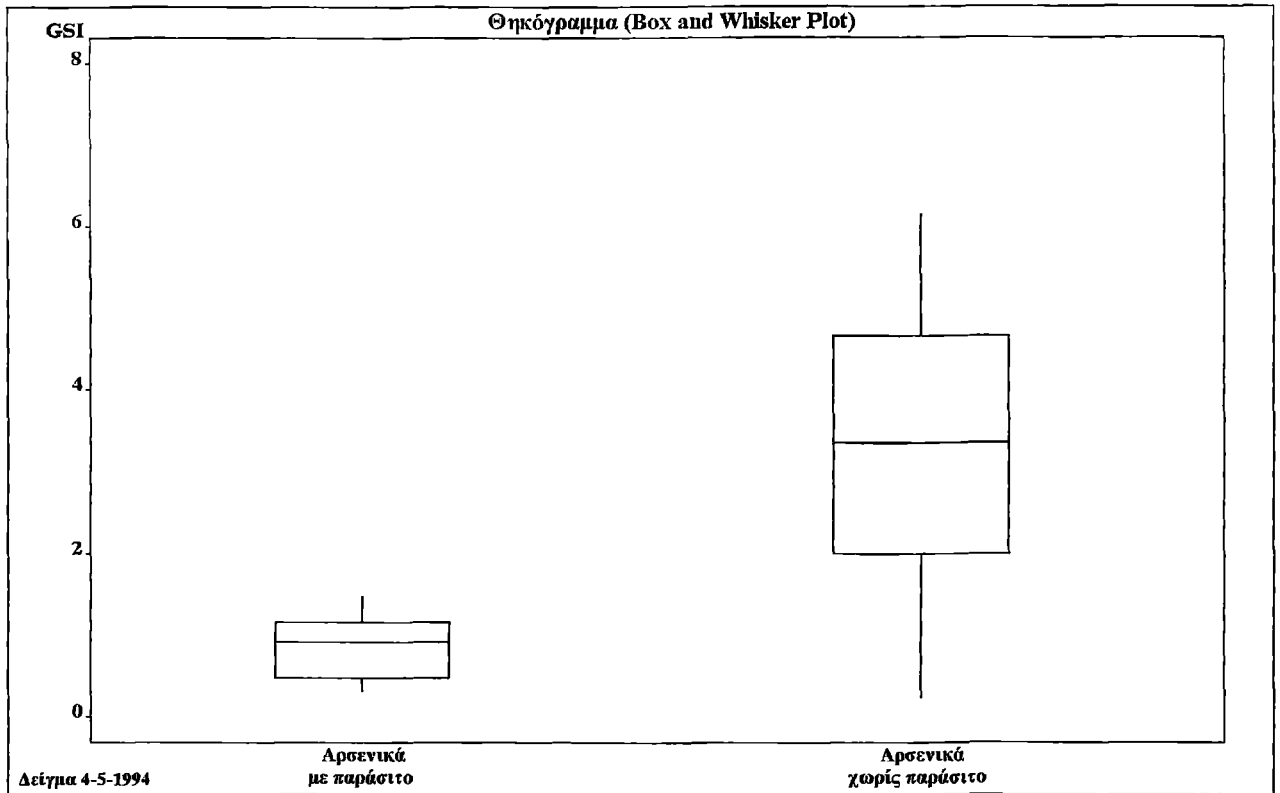
	Θηλυκά χωρίς παράσιτο	Θηλυκά με παράσιτο
Μέσος	3,923134	2,02727
Διακύμανση	12,43144	3,865949
Μέγεθος δείγματος	37	58
Υποτιθέμενη διαφορά μέσων	0	
Βαθμοί ελευθερίας	50	
t	2,987784	
P(T<=t) μονόπλευρη	0,002173	
t κρίσιμο, μονόπλευρο	1,675905	
P(T<=t) δίπλευρη	0,004346	
t κρίσιμο, δίπλευρο	2,00856	

Πίνακας 23 Αποτελέσματα του ελέγχου t δύο δειγμάτων του γοναδοσωματικού δείκτη GSI με υποτιθέμενες άνισες διακυμάνσεις για το δείγμα 4-5-1994.

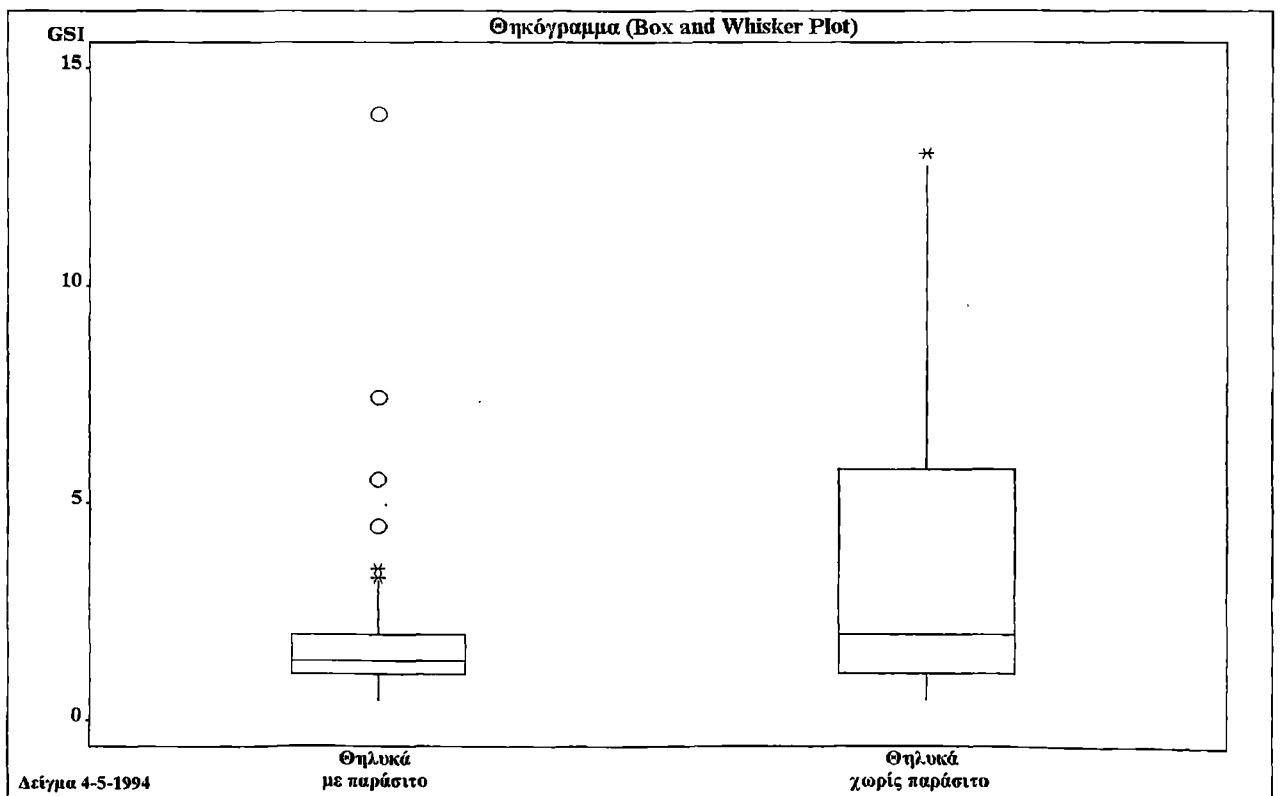
	Αρσενικά χωρίς παράσιτο	Αρσενικά με παράσιτο
Μέσος	3,302161	0,86395
Διακύμανση	4,767532	0,149696
Μέγεθος δείγματος	7	8
Υποτιθέμενη διαφορά μέσων	0	
Βαθμοί ελευθερίας	6	
t	2,914661	
P(T<=t) μονόπλευρη	0,013409	
t κρίσιμο, μονόπλευρο	1,943181	
P(T<=t) δίπλευρη	0,026817	
t κρίσιμο, δίπλευρο	2,446914	



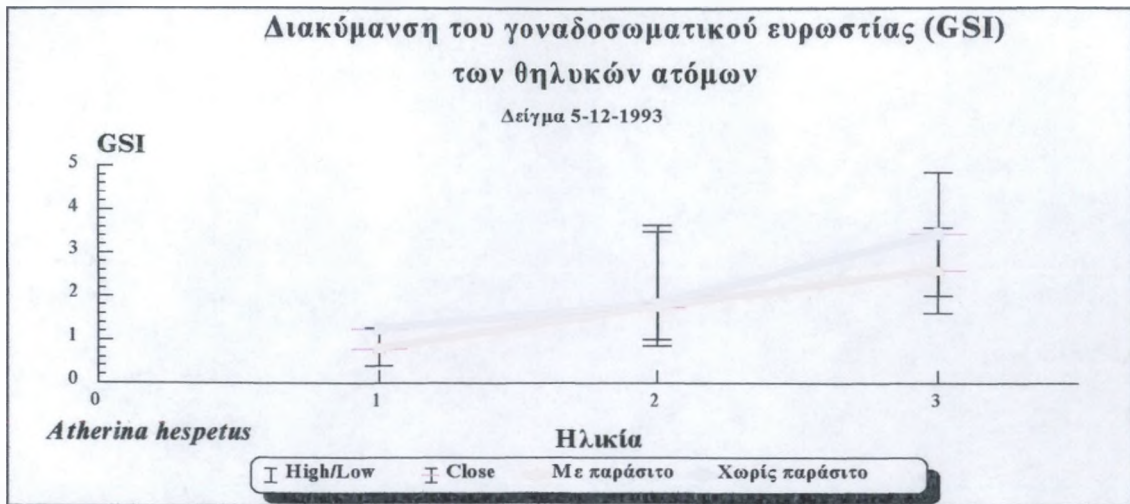
Σχήμα 101 Θηκόγραμμα του γοναδοσωματικού δείκτη (GSI), όσον αφορά το παράσιτο, των αρσενικών ατόμων του δείγματος 5-12-1993.



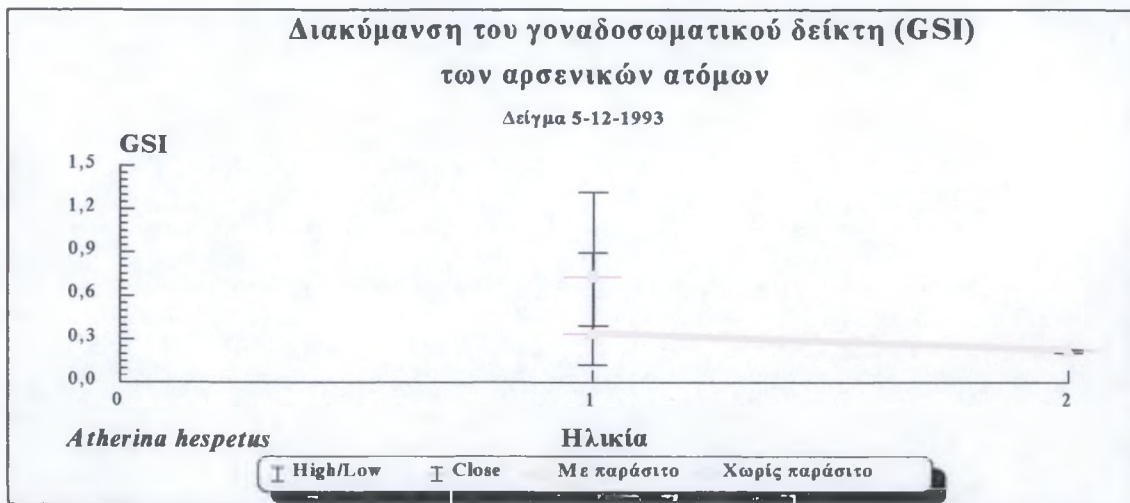
Σχήμα 102 Θηκόγραμμα του γοναδοσωματικού δείκτη (GSI), όσον αφορά το παράσιτο, των αρσενικών ατόμων του δείγματος 4-5-1994.



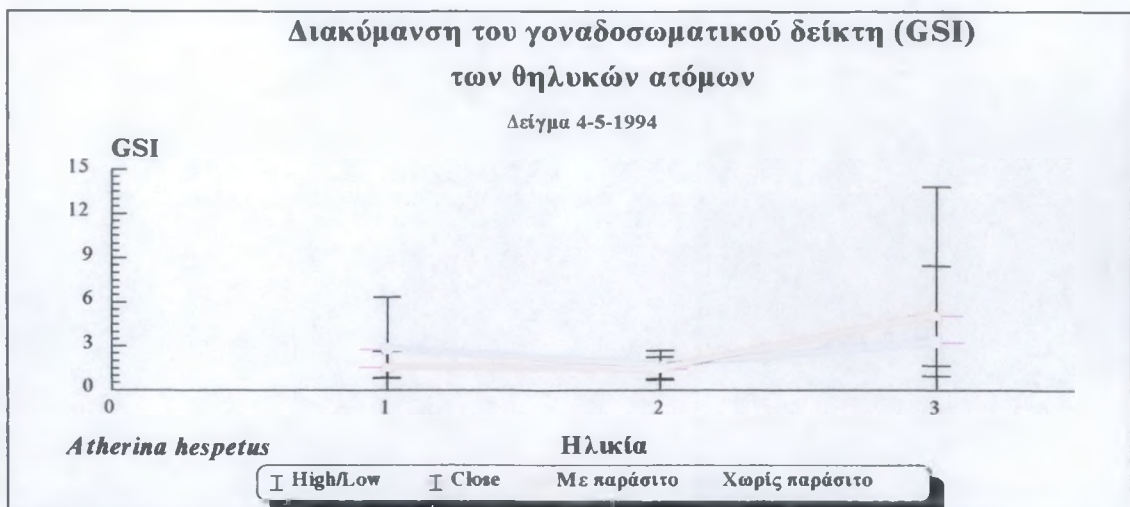
Σχήμα 103 Θηκόγραμμα του γοναδοσωματικού δείκτη (GSI), όσον αφορά το παράσιτο, των θηλυκών ατόμων του δείγματος 4-5-1994.



Σχήμα 104 Διακύμανση του γοναδοσωματικού δείκτη (GSI) των θηλυκών ατόμων στο δείγμα 5-12-1993.



Σχήμα 105 Διακύμανση του γοναδοσωματικού δείκτη (GSI) των αρσενικών ατόμων στο δείγμα 5-12-1993.

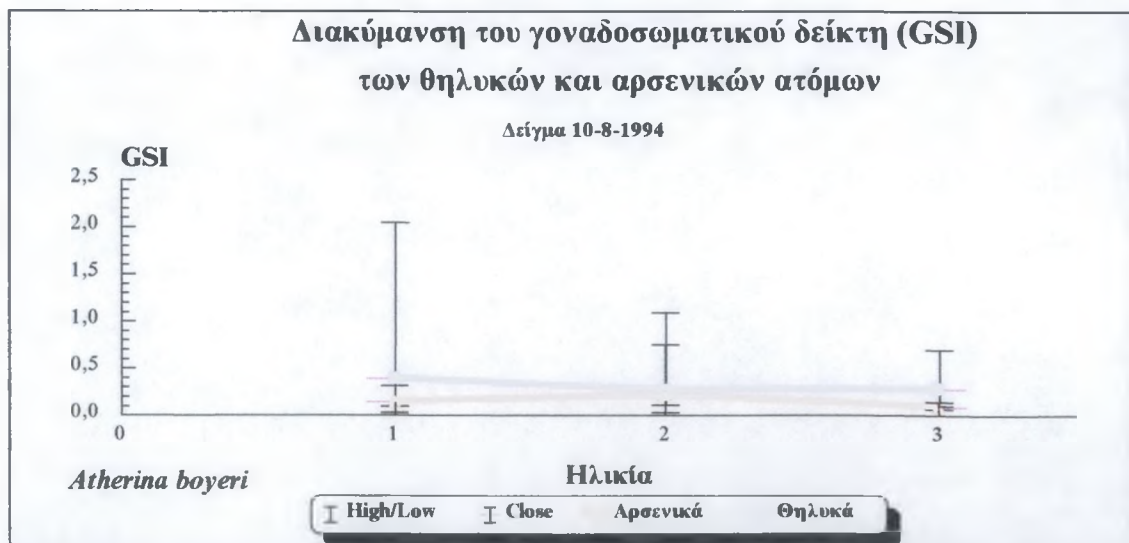


Σχήμα 106 Διακύμανση του γοναδοσωματικού δείκτη (GSI) των θηλυκών ατόμων στο δείγμα 4-5-1994.

Συμπεράσματα

Ψ Στο δείγμα 5-12-1993 υπάρχει διαφορά στη διακύμανση του γοναδοσωματικού δείκτη (GSI) μεταξύ των υγιών και των προσβεβλημένων ατόμων και στα δυο φύλα. Τα άτομα που δεν έχουν παράσιτο βρίσκονται σε ευνοϊκότερη κατάσταση όσον αφορά την αναπαραγωγική δραστηριότητα, πιθανόν τη γονιμότητα και το εύρος της αναπαραγωγικής περιόδου. Συνεπώς η παρουσία του παρασίτου έχει ως αποτέλεσμα την πιθανή απώλεια γεννητικών προϊόντων, την επιβράδυνση της ωρίμανσης των ωαρίων και τέλος την πιθανή καταστροφή της γονάδας (το παράσιτο εισχωρεί στη γονάδα και πιθανόν τρέφεται από τα λεκιθικά αποθέματα των ωαρίων).

Ψ Στο δείγμα 4-5-1994 το γεγονός ότι τα άτομα που έχουν παράσιτο παρουσιάζουν υψηλότερο γοναδοσωματικό δείκτη σε σχέση με τα άτομα που δεν έχουν παράσιτο, οφείλεται πιθανόν στο ότι το παράσιτο δεν επηρεάζει τη γονάδα των συγκεκριμένων ατόμων. Αυτό μπορεί να συμβαίνει γιατί το παράσιτο πιθανόν βρίσκει τροφή από άλλα ζωτικά μέρη του σώματος του ψαριού για την περαιτέρω αύξησή του.



Σχήμα 107 Διακύμανση του γοναδοσωματικού δείκτη (GSI) των ατόμων στο δείγμα 10-8-1994.



7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Μέσα από την παρούσα εργασία αναδεικνύεται σαν παράμετρος ζωτικής σημασίας για την επιβίωση του προς μελέτη πληθυσμού της αθερίνας (*Atherina boyeri* και *Atherina hesperus*), ο παρασιτισμός της από νηματώδεις σκώληκες του γένους *Anisakis*.

Η αθερίνα είναι ένα ψάρι με ανεπτυγμένο βαθμό προσαρμοστικότητας, ανάλογα με τα ερεθίσματα που δέχεται από το εξωτερικό του περιβάλλον (π.χ. ευρύαλο με τάσεις κυριαρχίας σε ακραία και απομονωμένα οικοσυστήματα). Στη συγκεκριμένη περίπτωση καλείται να ανταπεξέλθει ενός παρασιτισμού υψηλού σε ποσοστό (συνά >50%), πράγμα που σε γενικές γραμμές επιτυγχάνει με επίκληση των διαφόρων παραμέτρων της βιολογίας της.

Από την επεξεργασία και την ανάλυση των πρωτογενών δεδομένων, γίνεται κατ'αρχήν κατανοητό ότι η παρουσία των παρασίτων επιδρά στη διαμόρφωση της πληθυσμιακής δομής και εμπλέκεται σε όλα σχεδόν τα στάδια του βιολογικού κύκλου των ψαριών, επηρεάζοντας τις περισσότερες βιολογικές παραμέτρους.

Ειδικότερα, η παρουσία του παρασίτου επηρεάζει:

1. τη σύνθεση φύλου, η οποία αποκλίνει από τη θεωρητική αναλογία 1:1,
2. τη δομή ηλικιών, η οποία εμφανίζει μεγάλη διακύμανση ως προς τις επικρατούσες κλάσεις ηλικίας,
3. την κατά μήκος σύνθεση, αφού διαταράσσεται η ηλικιακή δομή του πληθυσμού,
4. την αύξηση κατά βάρος σε μικρό ποσοστό,
5. τη φυσική κατάσταση του πληθυσμού όπως αυτή εκφράζεται μέσα από τους συντελεστές φυσικής κατάστασης (συντελεστής ευρωστίας – K, ηπατοσωματικός δείκτης – HSI και γοναδοσωματικός δείκτης – GSI).

Οι συντελεστές φυσικής κατάστασης αποτελούν κατά μία έννοια τους κύριους δείκτες του χαρακτήρα και των επιδράσεων του παρασιτισμού, αντικατοπτρίζοντας το επίπεδο υγείας του πληθυσμού. Πιο συγκεκριμένα, επηρεάζεται αρνητικά η ευρωστία τόσο σε επίπεδο ατόμων, όσο και σε επίπεδο πληθυσμού. Επιπλέον, η εικόνα της μεταβολής του ηπατοσωματικού και του γοναδοσωματικού δείκτη, στοιχειοθετεί το γεγονός ότι οι ενεργειακές

ανάγκες των ενδοπαρασίτων ικανοποιούνται μέσω της απομόζησης των ζωτικών οργάνων των ψαριών. Τα όργανα αυτά, δέχονται και το κύριο βάρος της παρασιτικής προσβολής.

Ένα επίσης σημαντικό ζήτημα αποτελεί το ότι η αναπαραγωγική στρατηγική των συγκεκριμένων παρασίτων και επίσης κάποια στάδια του βιολογικού τους κύκλου, συνδέονται άμεσα με την παρουσία της αθερίνας ως υποψήφιου ξενιστή. Άγνωστο παραμένει το αν η αθερίνα αποτελεί, εκτός από ενδιάμεσο και τελικό ξενιστή των παρασίτων. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η πλαστικότητα των χαρακτηριστικών της βιολογικής στρατηγικής της αθερίνας, όπως είναι η αναλογία φύλου (sex ratio), ο γοναδοσωματικός δείκτης (GSI), ο ηπατοσωματικός δείκτης (HSI) και οι συντελεστές ευρωστίας (KFulton, KLeCren), εξαιτίας της παρουσίας του παρασίτου σε σχέση με το φύλο.

Τα παράσιτα εντοπίζονται στο σώμα των ξενιστών τόσο σε λαρβικό, όσο και σε ενήλικο στάδιο. Τα όργανα που κυρίως προσβάλλονται είναι το συκώτι και οι γονάδες. Τα άτομα που δεν έχουν παράσιτο βρίσκονται σε ευνοϊκότερη κατάσταση από ενεργειακή, τροφοληπτική και αυξητική σκοπιά, σε σχέση με αυτά που έχουν παράσιτο. Από αναπαραγωγική σκοπιά η παρουσία του παρασίτου έχει ως αποτέλεσμα την πιθανή απώλεια γεννητικών προϊόντων, την επιβράδυνση της ωρίμανσης των ωαρίων και τέλος την πιθανή καταστροφή της γονάδας.

Η παρούσα μελέτη εκτός από τη σημασία που αποκτά για τη διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ ξενιστή – παρασίτου και γενικότερα του βιολογικού κύκλου της αθερίνας, έχει και συγκεκριμένο πρακτικό ενδιαφέρον. Το ενδιαφέρον αυτό έγκειται στην ανάγκη ορθολογικής αλιευτικής διαχείρισης των αποθεμάτων της αθερίνας στη χώρα μας.

Τα ερωτήματα που ανακύπτουν μετά από αυτή τη μελέτη και θέλουν περισσότερη διερεύνηση είναι:

- σε ποιο βαθμό επηρεάζει το παράσιτο την αθερίνα;
- αν υπάρχουν και ποιοι είναι οι μηχανισμοί άμυνας της αθερίνας έναντι του παρασίτου;
- κατά πόσο η αθερίνα αποτελεί ενδιάμεσο ή τελικό ξενιστή;
- ποιος είναι ο πλήρης βιολογικός κύκλος του παρασίτου;

- ποιες είναι οι οικονομικές επιπτώσεις στην περίπτωση πιθανής μείωσης των αποθεμάτων της αθερίνας;
- το συγκεκριμένο αλίευμα είναι σε θέση να διατεθεί στην αγορά με αισθητικά κριτήρια και σύμφωνα με τη σχετική νομοθεσία;
- κατά πόσο το παράσιτο μέσω της αθερίνας, ως δόλωμα, επηρεάζει άλλους φυσικούς ιχθυοπληθυσμούς;
- το αλίευμα αυτό είναι φορέας ζωοανθρωπονόσου και αν ναι με ποιους τρόπους διασφαλίζεται η δημόσια υγεία;

Εξαιτίας λοιπόν της πολύπλευρης διάστασης του θέματος χρειάζεται περαιτέρω έρευνα, έτσι ώστε να εξηγηθεί ποια είναι η σχέση που συνδέει το παράσιτο με την αθερίνα και κατ'επέκταση με όλο το οικοσύστημα.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

1. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ

Κατά τη διάρκεια του πειραματικού μέρους της παρούσας εργασίας κατασκευάστηκαν ιστολογικές τομές του παρασίτου. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε το εργαστήριο Ιστολογίας του Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου υπό την εποπτεία του καθηγητή Βορεινάκη Θεοφάνη.

Από τα συλλεχθέντα δείγματα παρασίτων επιλέχθηκαν μερικά από αυτά και τεμαχίστηκαν. Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε ειδικές κασέτες, οι οποίες μπήκαν σε καλάθι της ιστοκινέττας με σκοπό τη μονιμοποίησή τους (Φωτ.1). Τα δείγματα στην ιστοκινέττα εμβαπτίζονταν σε διαδοχικά διαλύματα για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Ακολούθως τα δείγματα εγκλείστηκαν σε παραφίνη (κλίβανος παραφίνης) και ψύχθηκαν (ψυκτική πλάκα) (Φωτ.2). Μετά την ψύξη των δειγμάτων πραγματοποιήθηκαν οι τομές με τη βοήθεια του μικροτόμου (Φωτ.3). Οι ιστολογικές τομές τοποθετήθηκαν σε λουτρό ζελατίνης και λαμβάνονταν με αντικειμενοφόρους πλάκες, οι οποίες αφέθηκαν να στεγνώσουν. Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν για ξήρανση σε κλίβανο. Τέλος για τη χρώση των παρασκευασμάτων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της αιματοξυλίνης – ηωζίνης (Φωτ.4).

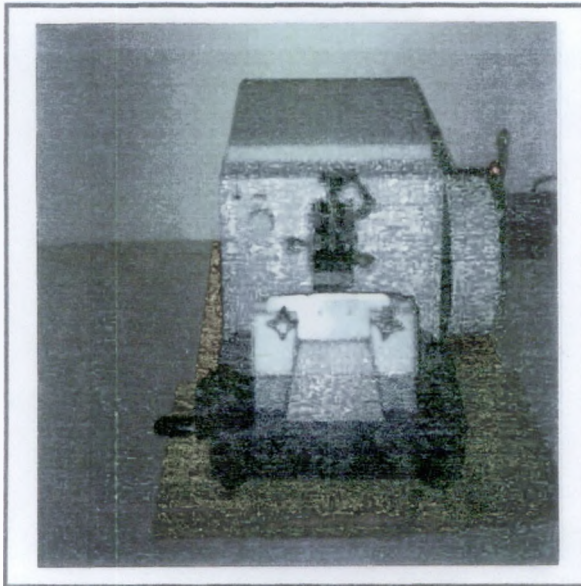
Για τη φωτογράφιση λαρβών του παρασίτου έγινε διαφανοποίηση. Η διαφανοποίηση συνίσταται στον εγκλεισμό του δείγματος σε διάλυμα Euparal πάνω σε αντικειμενοφόρο πλάκα στην οποία τοποθετείται καλυπτρίδα (Φωτ.5).

Εκτός από λάρβες παρασίτου φωτογραφήθηκαν επίσης προσβεβλημένα άτομα, ενήλικα άτομα παρασίτου και ιστολογικά παρασκευάσματα. Η φωτογράφιση των μακροσκοπικών δειγμάτων έγινε στο εργαστήριο Υδατοκαλλιεργειών Ιχθύων Θαλάσσης και Υφάλμυρων Υδάτων του Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου υπό την εποπτεία του καθηγητή Χώτου Γεώργιου. Χρησιμοποιήθηκε στερεοσκόπιο Nikon SMZ-U με ενσωματωμένες φωτογραφικές μηχανές – μια για απλές φωτογραφίες και μια για slides – τύπου Nikon DB-1 και Nikon FX-35 DX αντίστοιχα (Φωτ.6). Η φωτογράφιση των μικροσκοπικών δειγμάτων έγινε στο εργαστήριο Ιστολογίας.

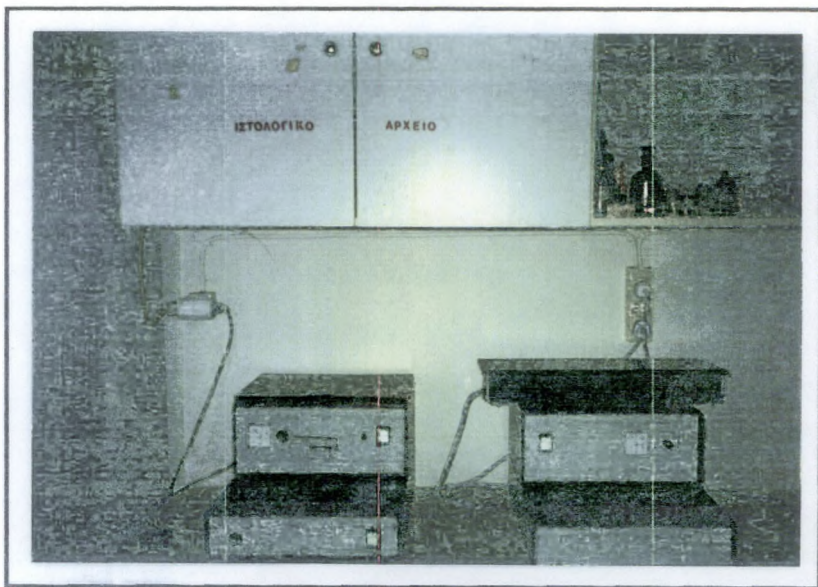
Χρησιμοποιήθηκε μικροσκόπιο τύπου OLYMPUS BH2 RFCA με ενσωματωμένη φωτογραφική μηχανή τύπου OLYMPUS CD-35AD-4 (Φωτ.7).



Φωτογραφία 1 Η ιστοκινέττα



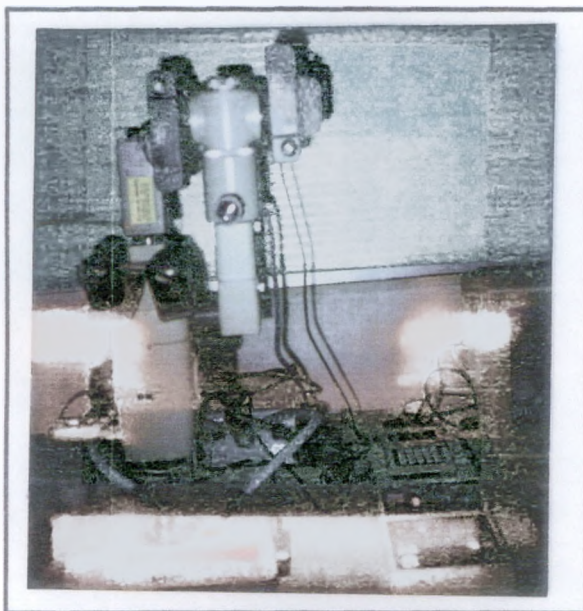
Φωτογραφία 3 Ο μικροτόμος



Φωτογραφία 2 Κλίβανος παραφίνης και ψυκτική πλάκα



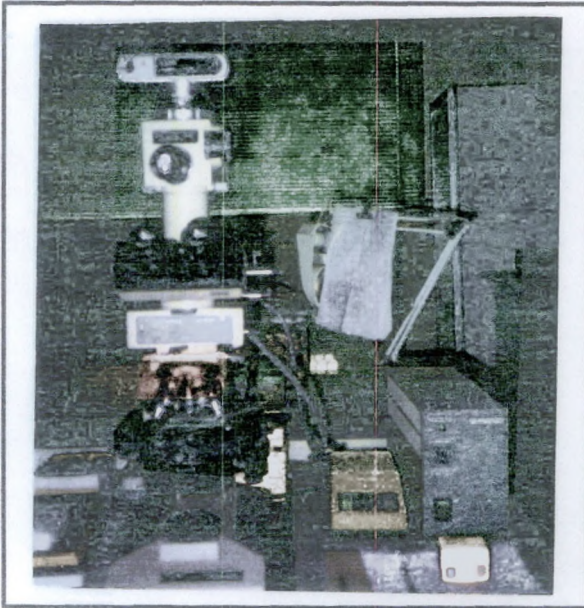
Φωτογραφία 4 Χρώση αιματοξυλίνης - ηωζίνης



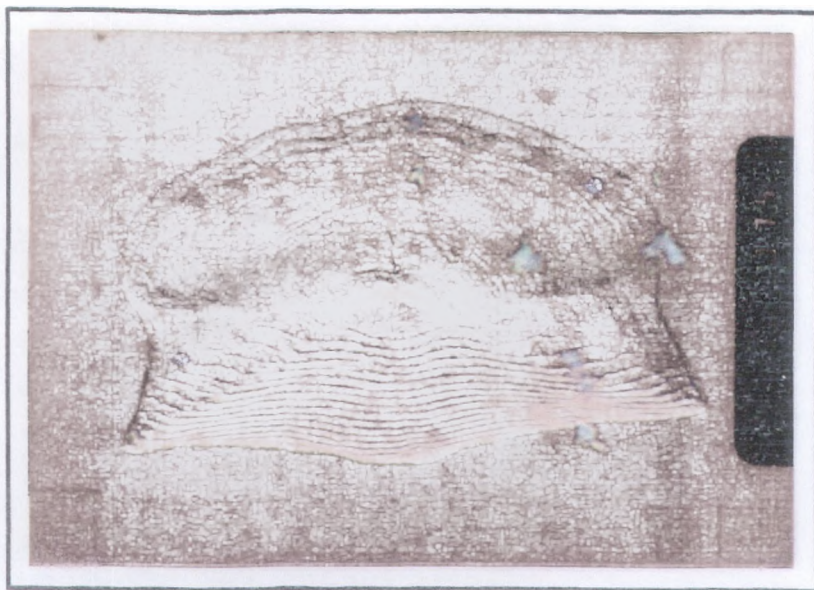
Φωτογραφία 6 Στερεοσκόπιο με ενσωματωμένες φωτογραφικές μηχανές



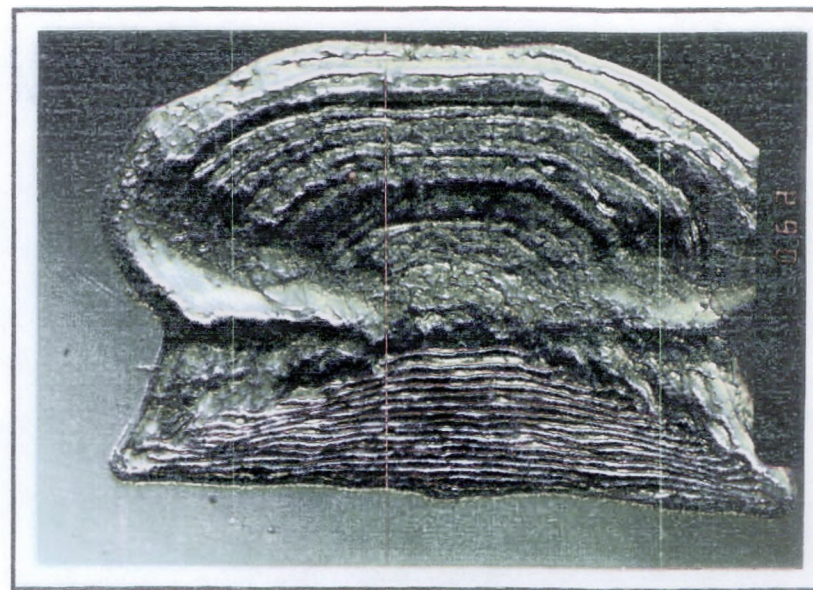
Φωτογραφία 5 Διαδικασία διαφανοποίησης



Φωτογραφία 7 Μικροσκόπιο με ενσωματωμένη φωτογραφική μηχανή.

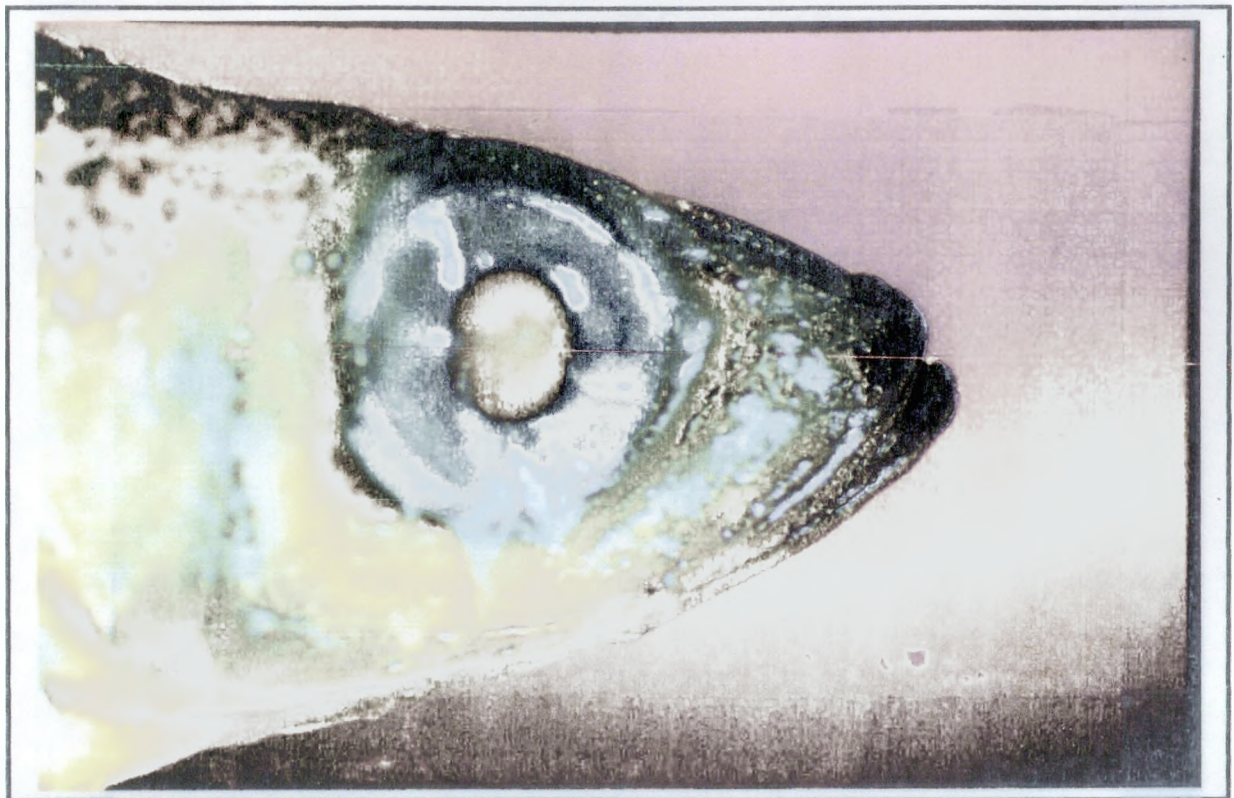


Φωτογραφία 8 Λέπι της *Atherina hespetus*

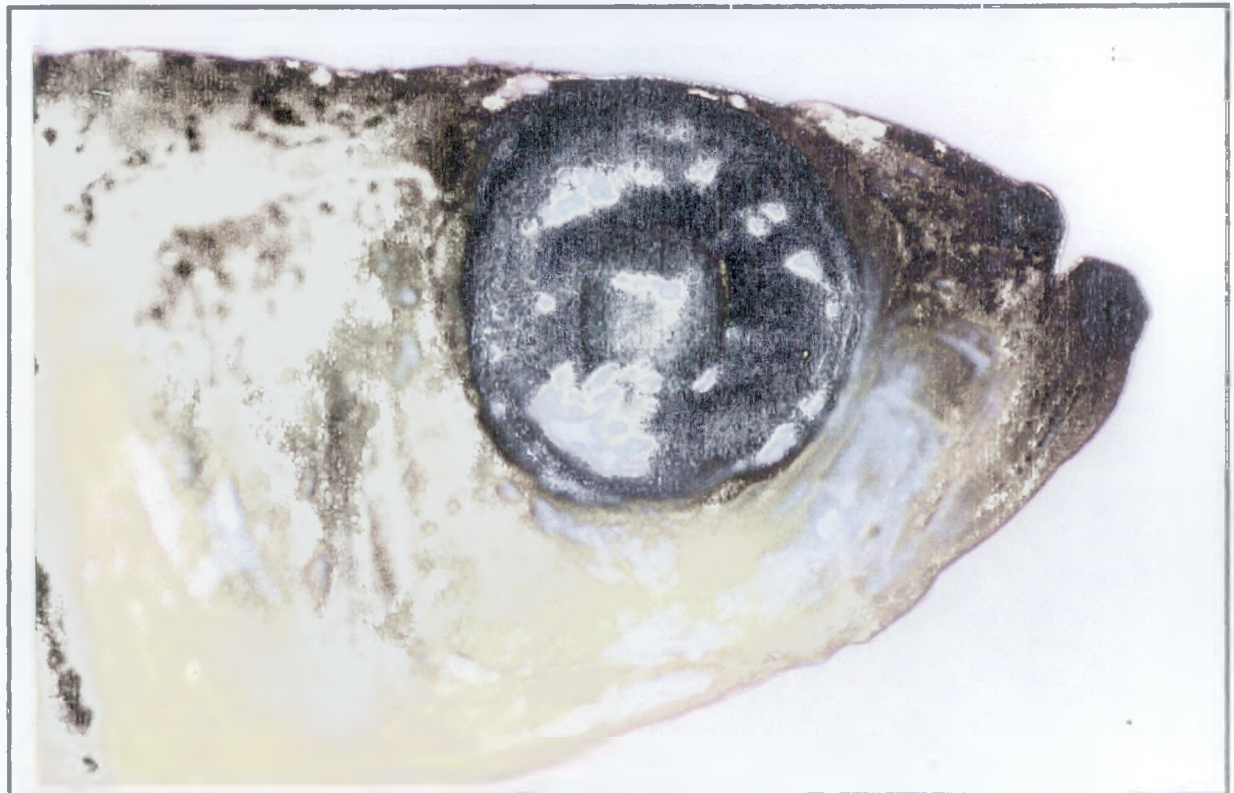


Φωτογραφία 9 Λέπι της *Atherina boyeri*.

Παρατηρήσεις: το λέπι της *Atherina hespetus* είναι μικρότερο σε διάμετρο από αυτό της *Atherina boyeri* για την ίδια ηλικία (οι φωτογραφίες έχουν την ίδια μεγένθυση) και προσεγγίζει το σχήμα ενός συμμετρικού πενταγώνου. Αντιθέτως το λέπι της *Atherina boyeri* εμφανίζει εντονότερη καμυλότητα.



Φωτογραφία 10 Περιοχή κεφαλής της *Atherina hespetus*.



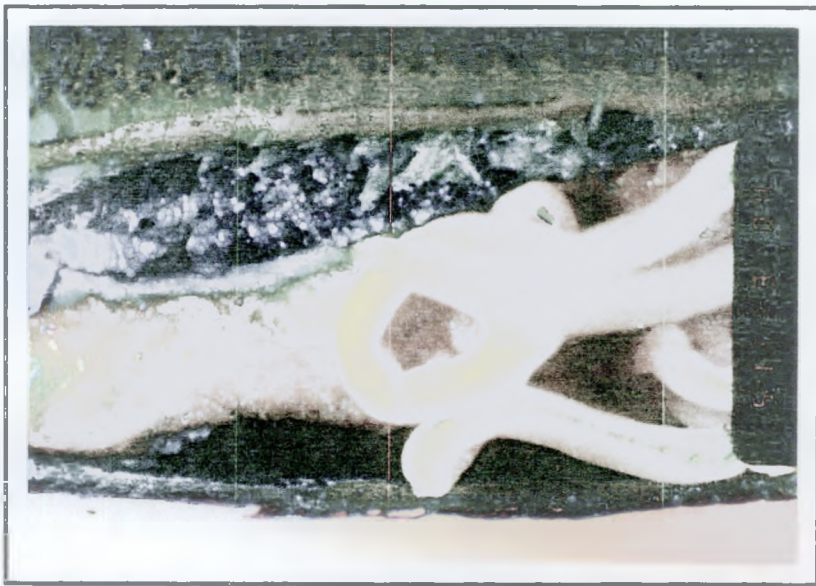
Φωτογραφία 11 Περιοχή κεφαλής της *Atherina boyeri*.

Παρατηρήσεις: το στόμα της *Atherina hespetus* είναι πιο οξύληκτο από αυτό της *Atherina boyeri*, η οποία εμφανίζει μεγαλύτερη κυρτότητα της κάτω γνάθου. Όσον αφορά τους οφθαλμούς η *Atherina boyeri* έχει μεγαλύτερο σε διάμετρο οφθαλμό από την *A. hespetus*, σε σχέση και με τα υπόλοιπα μορφομετρικά χαρακτηριστικά. Επίσης η απόσταση μεταξύ της κορυφής του κεφαλιού και του άνω περιγράμματος του ματιού είναι εμφανώς μεγαλύτερη στην *A. hespetus*. Τέλος το χρώμα του περιγράμματος του ματιού της *A. boyeri* είναι μαύρο, ενώ της *A. hespetus* είναι χρώματος γκρι.



Φωτογραφία 12 Ενήλικο άτομο του νηματώδους *Anisakis sp.*.





Φωτογραφία 13 Ενήλικο άτομο του νηματώδους *Anisakis sp.* που παρασιτεί στη γονάδα της αθερίνας.

← **Φωτογραφία 14** Ενήλικο άτομο του νηματώδους *Anisakis sp.* που παρασιτεί στο συκώτι της αθερίνας.



Φωτογραφία 15a Λάρβα του νηματώδους *Anisakis sp.* που παρασιτεί στο συκώτι της αθερίνας.



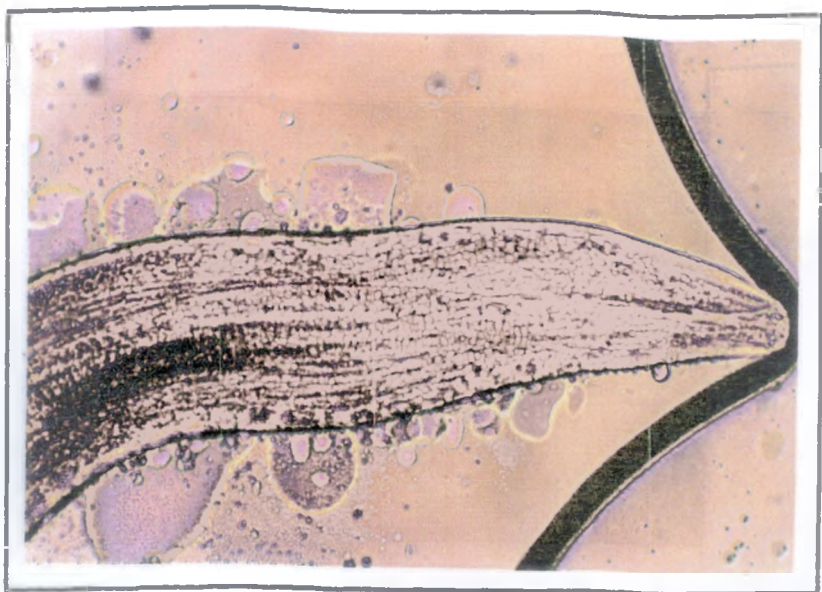
Φωτογραφία 15b Λάρβα του νηματώδους *Anisakis sp.* και το συκώτι της αθερίνας στο οποίο παρασιτούσε.



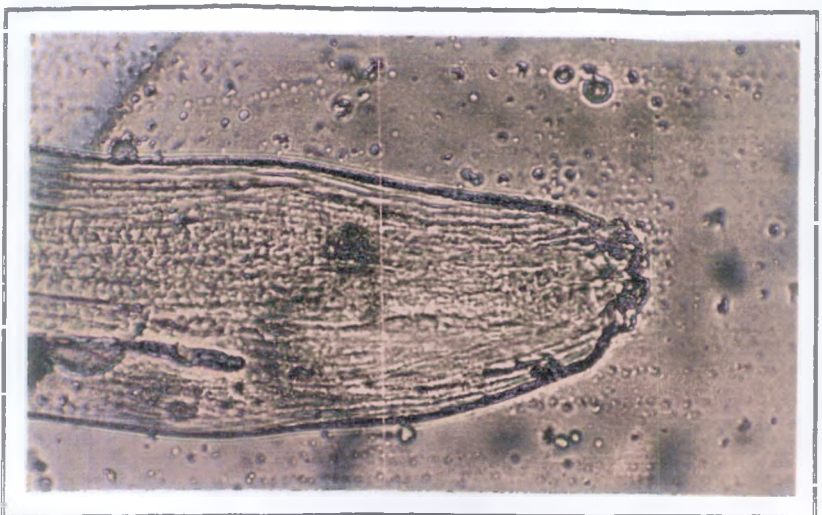
Φωτογραφία 16 Λάρβα του νηματώδους *Anisakis sp.* (x40)



Φωτογραφία 18 Οπίσθιο τμήμα λάρβας του νηματώδους *Anisakis sp.* (x100)



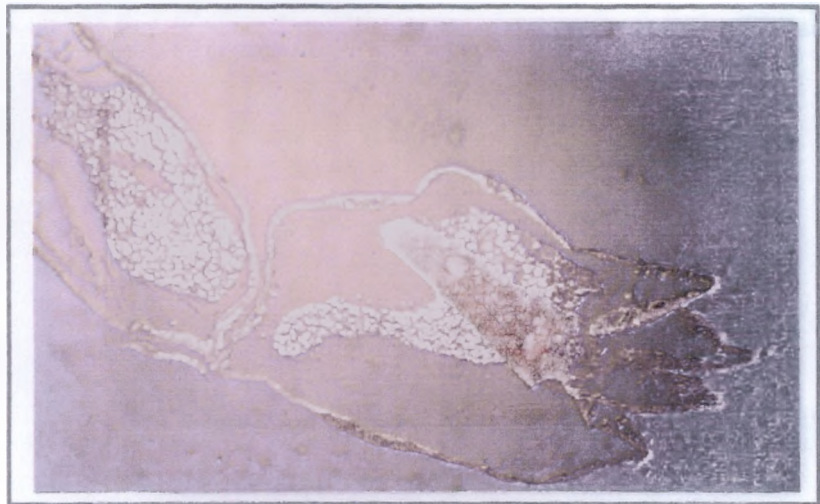
Φωτογραφία 17 Εμπρόσθιο τμήμα λάρβας του νηματώδους *Anisakis* sp. (x100)



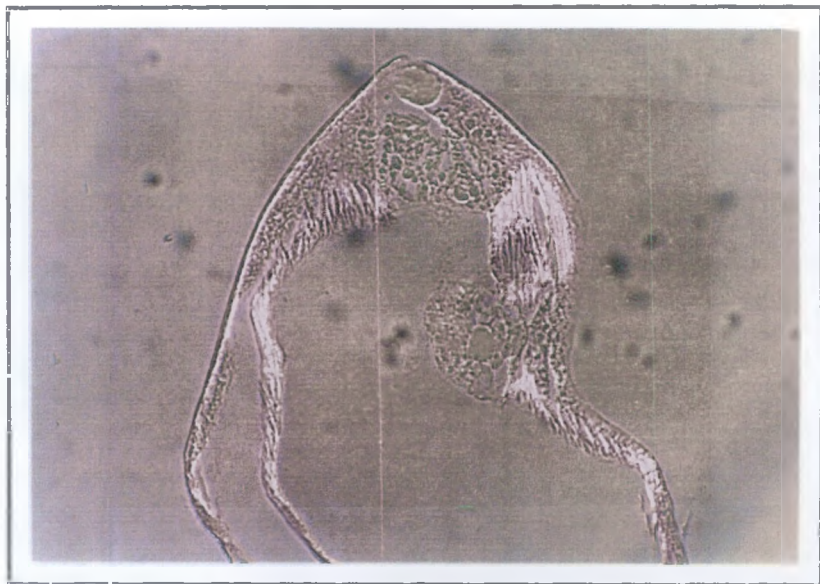
Φωτογραφία 19 Εμπρόσθιο άκρο λάρβας του νηματώδους *Anisakis* sp. (x200)



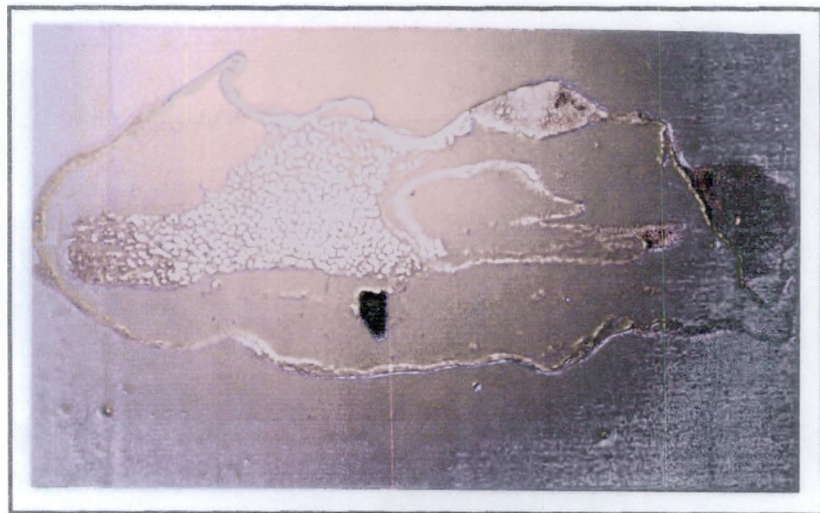
Φωτογραφία 20 Εμπρόσθιο άκρο λάρβας του νηματώδους *Anisakis sp.* (x400)



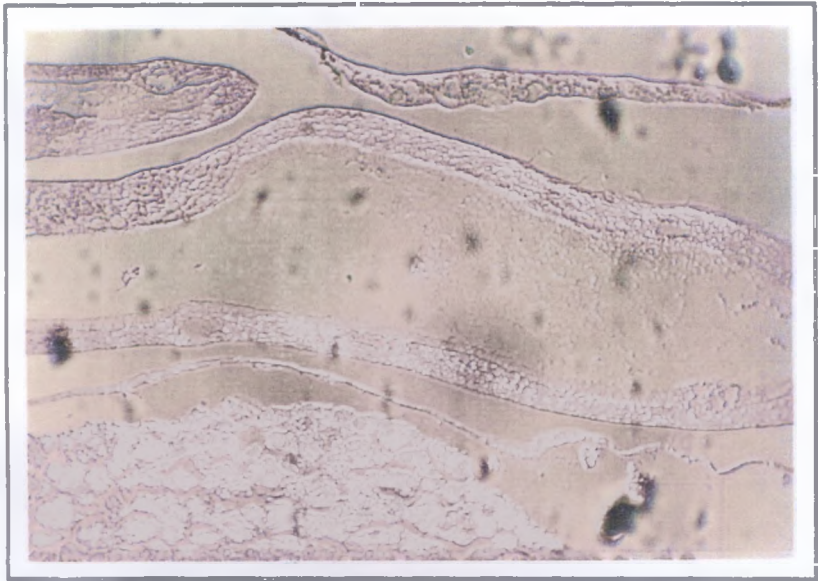
Φωτογραφία 22 Ιστολογική τομή ενήλικου ατόμου του νηματώδους *Anisakis sp.* στο εμπρόσθιο τμήμα. (x40)



Φωτογραφία 21 Ιστολογική τομή ενήλικου ατόμου του νηματώδους *Anisakis* *sp.* στο εμπρόσθιο τμήμα. (x40)



Φωτογραφία 23 Ιστολογική τομή ενήλικου ατόμου του νηματώδους *Anisakis* *sp.* στο εμπρόσθιο τμήμα. (x40)



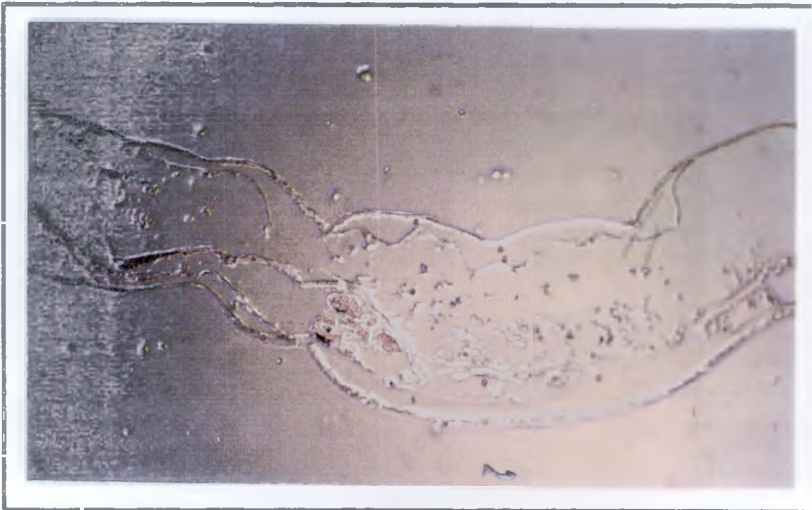
Φωτογραφία 24 Ιστολογική τομή ενήλικου ατόμου του νηματώδους *Anisakis sp.* στο εμπρόσθιο τμήμα (x100)



Φωτογραφία 26 Ιστολογική τομή ενήλικου ατόμου του νηματώδους *Anisakis sp.* στο οπίσθιο τμήμα (x40)



Φωτογραφία 25 Ιστολογική τομή ενήλικου ατόμου του νηματώδους *Anisakis sp.* στο οπίσθιο τμήμα (x40)



Φωτογραφία 27 Ιστολογική τομή ενήλικου ατόμου του νηματώδους *Anisakis sp.* στο οπίσθιο τμήμα (x40)

2. ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

<u>Σχήμα 1</u> Σύνθεση μεγεθών της <i>Atherina hespetus</i> στο δείγμα 5-12-1993.	36
<u>Σχήμα 2</u> Σύνθεση μεγεθών κατά φύλο της <i>Atherina hespetus</i> στο δείγμα 5-12-1993.	36
<u>Σχήμα 3</u> Σύνθεση μεγεθών κατά παράσιτο της <i>Atherina hespetus</i> στο δείγμα 5-12-1993.	36
<u>Σχήμα 4</u> Σύνθεση μεγεθών των θηλυκών ατόμων κατά παράσιτο της <i>Atherina hespetus</i> στο δείγμα 5-12-1993.	37
<u>Σχήμα 5</u> Σύνθεση μεγεθών των αρσενικών ατόμων κατά παράσιτο της <i>Atherina hespetus</i> στο δείγμα 5-12-1993.	37
<u>Σχήμα 6</u> Σύνθεση μεγεθών της <i>Atherina hespetus</i> στο δείγμα 4-5-1994.	38
<u>Σχήμα 7</u> Σύνθεση μεγεθών κατά φύλο της <i>Atherina hespetus</i> στο δείγμα 4-5-1994.	38
<u>Σχήμα 8</u> Σύνθεση μεγεθών κατά παράσιτο της <i>Atherina hespetus</i> στο δείγμα 4-5-1994.	38
<u>Σχήμα 9</u> Σύνθεση μεγεθών των θηλυκών ατόμων κατά παράσιτο της <i>Atherina hespetus</i> στο δείγμα 4-5-1994.	39
<u>Σχήμα 10</u> Σύνθεση μεγεθών των αρσενικών ατόμων κατά παράσιτο της <i>Atherina hespetus</i> στο δείγμα 4-5-1994.	39
<u>Σχήμα 11</u> Σύνθεση μεγεθών της <i>Atherina boyeri</i> στο δείγμα 10-8-1994.	40
<u>Σχήμα 12</u> Σύνθεση μεγεθών κατά φύλο της <i>Atherina boyeri</i> στο δείγμα 10-8-1994.	40
<u>Σχήμα 13</u> Σύνθεση μεγεθών της <i>Atherina boyeri</i> στο δείγμα 20-10-1994.	41
<u>Σχήμα 14</u> Σύνθεση μεγεθών κατά φύλο της <i>Atherina boyeri</i> στο δείγμα 20-10-1994.	41
<u>Σχήμα 15</u> Σύνθεση μεγεθών κατά παράσιτο της <i>Atherina boyeri</i> στο δείγμα 20-10-1994.	41
<u>Σχήμα 16</u> Σύνθεση μεγεθών των θηλυκών ατόμων κατά παράσιτο της <i>Atherina boyeri</i> στο δείγμα 20-10-1994.	42
<u>Σχήμα 17</u> Σύνθεση μεγεθών των αρσενικών ατόμων κατά παράσιτο της <i>Atherina boyeri</i> στο δείγμα 20-10-1994.	42
<u>Σχήμα 18</u> Αναλογία φύλου στα τέσσερα δείγματα.	44
<u>Σχήμα 19</u> Αναλογία ατόμων κατά παράσιτο στα τέσσερα δείγματα.	45
<u>Σχήμα 20</u> Αναλογία φύλου κατά παράσιτο στο δείγμα 5-12-1993.	47
<u>Σχήμα 21</u> Αναλογία παρασίτου κατά φύλο στο δείγμα 4-5-1994.	48
<u>Σχήμα 22</u> Αναλογία παρασίτου κατά φύλο στο δείγμα 20-10-1994.	48
<u>Σχήμα 23</u> Σύνθεση ηλικιών κατά φύλο στο δείγμα 5-12-1993.	58
<u>Σχήμα 24</u> Σύνθεση ηλικιών κατά παράσιτο στο δείγμα 5-12-1993.	58
<u>Σχήμα 25</u> Σύνθεση ηλικιών των θηλυκών ατόμων κατά παράσιτο στο δείγμα 5-12-1993.	59
<u>Σχήμα 26</u> Σύνθεση ηλικιών των αρσενικών ατόμων κατά παράσιτο στο δείγμα 5-12-1993.	59
<u>Σχήμα 27</u> Σύνθεση μεγεθών κατά φύλο και ηλικία στο δείγμα 5-12-1993.	59
<u>Σχήμα 28</u> Σύνθεση μεγεθών των θηλυκών ατόμων κατά παράσιτο και ηλικία στο δείγμα 5-12-1993.	60
<u>Σχήμα 29</u> Σύνθεση μεγεθών των αρσενικών ατόμων κατά παράσιτο και ηλικία στο δείγμα 5-12-1993.	60
<u>Σχήμα 30</u> Σύνθεση ηλικιών κατά φύλο στο δείγμα 4-5-1994.	63

<u>Σχήμα 31</u> Σύνθεση ηλικιών κατά παράσιτο στο δείγμα 4-5-1994.	63
<u>Σχήμα 32</u> Σύνθεση ηλικιών των θηλυκών ατόμων κατά παράσιτο στο δείγμα 4-5-1994.....	63
<u>Σχήμα 33</u> Σύνθεση ηλικιών των αρσενικών ατόμων κατά παράσιτο στο δείγμα 4-5-1994.....	63
<u>Σχήμα 34</u> Σύνθεση μεγεθών κατά φύλο και ηλικία στο δείγμα 4-5-1994.	64
<u>Σχήμα 35</u> Σύνθεση μεγεθών των θηλυκών ατόμων κατά παράσιτο και ηλικία στο δείγμα 4-5-1994.....	64
<u>Σχήμα 36</u> Σύνθεση ηλικιών κατά φύλο στο δείγμα 10-8-1994.	66
<u>Σχήμα 37</u> Σύνθεση μεγεθών κατά φύλο και ηλικία στο δείγμα 10-8-1994.....	66
<u>Σχήμα 38</u> Σύνθεση ηλικιών κατά φύλο στο δείγμα 20-10-1994.....	67
<u>Σχήμα 39</u> Σύνθεση ηλικιών κατά παράσιτο στο δείγμα 20-10-1994.....	67
<u>Σχήμα 40</u> Σύνθεση ηλικιών των θηλυκών ατόμων κατά παράσιτο στο δείγμα 20-10-1994.	67
<u>Σχήμα 41</u> Σύνθεση ηλικιών των αρσενικών ατόμων κατά παράσιτο στο δείγμα 20-10-1994. .	67
<u>Σχήμα 42</u> Σύνθεση μεγεθών κατά φύλο και ηλικία στο δείγμα 20-10-1994.....	68
<u>Σχήμα 43</u> Σύνθεση μεγεθών των θηλυκών ατόμων κατά παράσιτο και ηλικία στο δείγμα 20-10-1994.	68
<u>Σχήμα 44</u> Σχέση μεσουραίου μήκους (FL) – Ολικής ακτίνας λεπιού (R) στο δείγμα 5-12-1993.	75
<u>Σχήμα 45</u> Σχέση μεσουραίου μήκους (FL) – Ολικής ακτίνας λεπιού (R) στο δείγμα 4-5-1994.	76
<u>Σχήμα 46</u> Σχέση μεσουραίου μήκους (FL) – Ολικής ακτίνας λεπιού (R) στο δείγμα 10-8-1994.	76
<u>Σχήμα 47</u> Σχέση μεσουραίου μήκους (FL) – Ολικής ακτίνας λεπιού (R) στο δείγμα 20-10-1994.	76
<u>Σχήμα 48</u> Ανάδρομη αύξηση (Back calculation) των ατόμων του δείγματος 5-12-1993.....	78
<u>Σχήμα 49</u> Ανάδρομη αύξηση (Back calculation) των ατόμων του δείγματος 4-5-1994.	78
<u>Σχήμα 50</u> Ανάδρομη αύξηση (Back calculation) των ατόμων του δείγματος 10-8-1994.....	78
<u>Σχήμα 51</u> Ανάδρομη αύξηση (Back calculation) των ατόμων του δείγματος 20-10-1994.....	79
<u>Σχήμα 52</u> Σχέση ολικού μήκους (TL) – μεσουραίου μήκους (FL) σώματος στο δείγμα 5-12-1993.	80
<u>Σχήμα 53</u> Σχέση ολικού μήκους (TL) – μεσουραίου μήκους (FL) σώματος στο δείγμα 4-5-1994.	80
<u>Σχήμα 54</u> Σχέση ολικού μήκους (TL) – μεσουραίου μήκους (FL) σώματος στο δείγμα 10-8-1994.	81
<u>Σχήμα 55</u> Σχέση ολικού μήκους (TL) – μεσουραίου μήκους (FL) σώματος στο δείγμα 20-10-1994.	81
<u>Σχήμα 56</u> Καμπύλη αύξησης των ατόμων του δείγματος 5-12-1993.....	83
<u>Σχήμα 57</u> Καμπύλη αύξησης των ατόμων του δείγματος 5-12-1993 σε σχέση με το παράσιτο.	83
<u>Σχήμα 58</u> Καμπύλη αύξησης των θηλυκών ατόμων του δείγματος 5-12-1993.....	84
<u>Σχήμα 59</u> Καμπύλη αύξησης των αρσενικών ατόμων του δείγματος 5-12-1993.....	84
<u>Σχήμα 60</u> Καμπύλη αύξησης των ατόμων του δείγματος 4-5-1994.	84

Σχήμα 61 Καμπύλη αύξησης των ατόμων του δείγματος 4-5-1994 σε σχέση με το παράσιτο.	85
Σχήμα 62 Καμπύλη αύξησης των θηλυκών ατόμων του δείγματος 4-5-1994.	85
Σχήμα 63 Καμπύλη αύξησης των ατόμων του δείγματος 10-8-1994.	85
Σχήμα 64 Καμπύλη αύξησης των ατόμων του δείγματος 20-10-1994.	86
Σχήμα 65 Καμπύλη αύξησης των ατόμων του δείγματος 20-10-1994 σε σχέση με το παράσιτο.	86
Σχήμα 66 Καμπύλη αύξησης των θηλυκών ατόμων του δείγματος 20-10-1994.	86
Σχήμα 67 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των θηλυκών ατόμων χωρίς παράσιτο στο δείγμα 5-12-1993.	89
Σχήμα 68 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των θηλυκών ατόμων με παράσιτο στο δείγμα 5-12-1993.	89
Σχήμα 69 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των αρσενικών ατόμων χωρίς παράσιτο στο δείγμα 5-12-1993.	89
Σχήμα 70 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των αρσενικών ατόμων με παράσιτο στο δείγμα 5-12-1993.	90
Σχήμα 71 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των θηλυκών ατόμων χωρίς παράσιτο στο δείγμα 4-5-1994.	91
Σχήμα 72 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των θηλυκών ατόμων με παράσιτο στο δείγμα 4-5-1994.	91
Σχήμα 73 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των αρσενικών ατόμων χωρίς παράσιτο στο δείγμα 4-5-1994.	92
Σχήμα 74 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των αρσενικών ατόμων με παράσιτο στο δείγμα 4-5-1994.	92
Σχήμα 75 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των θηλυκών ατόμων στο δείγμα 10-8-1994.	93
Σχήμα 76 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των αρσενικών ατόμων στο δείγμα 10-8-1994.	93
Σχήμα 77 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των θηλυκών ατόμων χωρίς παράσιτο στο δείγμα 20-10-1994.	94
Σχήμα 78 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των θηλυκών ατόμων με παράσιτο στο δείγμα 20-10-1994.	95
Σχήμα 79 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των αρσενικών ατόμων χωρίς παράσιτο στο δείγμα 20-10-1994.	95
Σχήμα 80 Σχέση Μεσουραίου μήκους (FL) – Σωματικού βάρους (NW) των αρσενικών ατόμων με παράσιτο στο δείγμα 20-10-1994.	95
Σχήμα 81 Θηκόγραμμα του συντελεστή ευρωστίας KFullton, όσον αφορά το παράσιτο, των αρσενικών ατόμων του δείγματος 5-12-1993.	101
Σχήμα 82 Θηκόγραμμα του συντελεστή ευρωστίας KLeCren, όσον αφορά το παράσιτο, των αρσενικών ατόμων του δείγματος 5-12-1993.	102

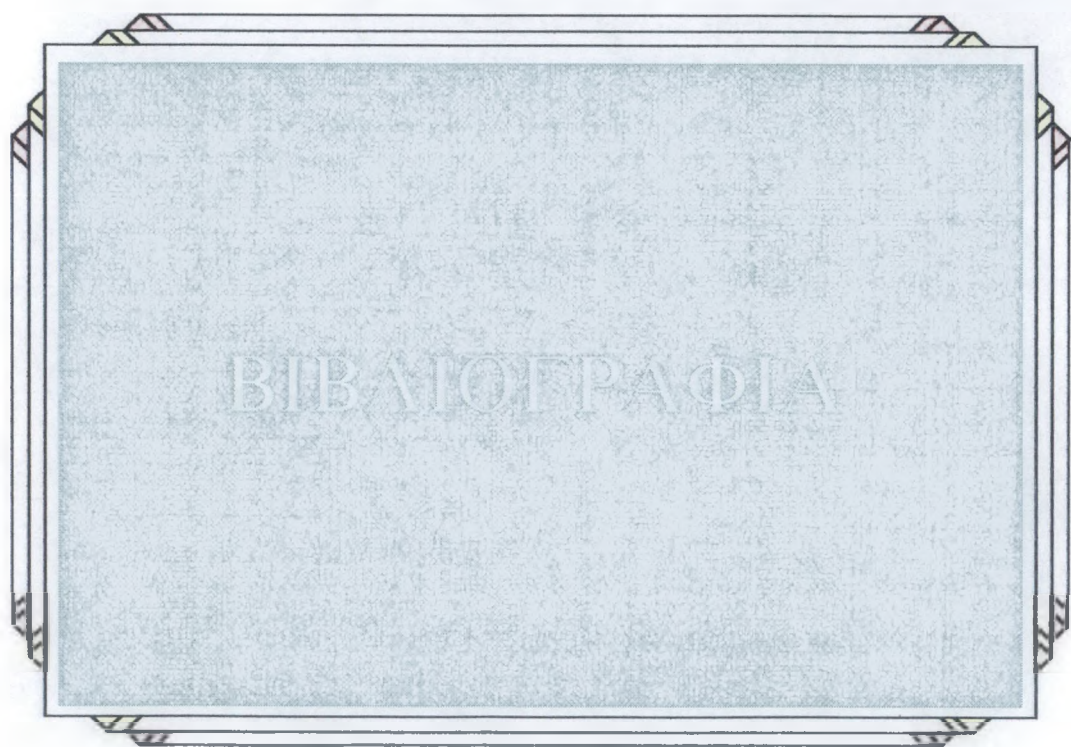
<u>Σχήμα 83</u> Θηκόγραμμα του συντελεστή ευρωστίας (KLeCren), όσον αφορά το παράσιτο, των θηλυκών ατόμων του δείγματος 4-5-1994.....	102
<u>Σχήμα 84</u> Διακύμανση του συντελεστή ευρωστίας (KFulton) των θηλυκών ατόμων στο δείγμα 5-12-1993.....	103
<u>Σχήμα 85</u> Διακύμανση του συντελεστή ευρωστίας (KFulton) των αρσενικών ατόμων στο δείγμα 5-12-1993.....	103
<u>Σχήμα 86</u> Διακύμανση του συντελεστή ευρωστίας (KLeCren) των θηλυκών ατόμων στο δείγμα 5-12-1993.....	103
<u>Σχήμα 87</u> Διακύμανση του συντελεστή ευρωστίας (KLeCren) των αρσενικών ατόμων στο δείγμα 5-12-1993.....	104
<u>Σχήμα 88</u> Διακύμανση του συντελεστή ευρωστίας (KFulton) των θηλυκών ατόμων στο δείγμα 4-5-1994.....	104
<u>Σχήμα 89</u> Διακύμανση του συντελεστή ευρωστίας (KLeCren) των θηλυκών ατόμων στο δείγμα 4-5-1994.....	104
<u>Σχήμα 90</u> Διακύμανση του συντελεστή ευρωστίας (KFulton) των ατόμων στο δείγμα 10-8-1994.....	105
<u>Σχήμα 91</u> Διακύμανση του συντελεστή ευρωστίας (KLeCren) των ατόμων στο δείγμα 10-8-1994.....	106
<u>Σχήμα 92</u> Διακύμανση του συντελεστή ευρωστίας (KFulton) των θηλυκών ατόμων στο δείγμα 20-10-1994.....	106
<u>Σχήμα 93</u> Διακύμανση του συντελεστή ευρωστίας (KLeCren) των θηλυκών ατόμων στο δείγμα 20-10-1994.....	106
<u>Σχήμα 94</u> Θηκόγραμμα του ηπατοσωματικού δείκτη (HSI), όσον αφορά το παράσιτο, των αρσενικών ατόμων του δείγματος 4-5-1994.....	110
<u>Σχήμα 95</u> Θηκόγραμμα του ηπατοσωματικού δείκτη (HSI), όσον αφορά το παράσιτο, των θηλυκών ατόμων του δείγματος 4-5-1994.....	110
<u>Σχήμα 96</u> Διακύμανση του ηπατοσωματικού δείκτη (HSI) των θηλυκών ατόμων στο δείγμα 5-12-1993.....	111
<u>Σχήμα 97</u> Διακύμανση του ηπατοσωματικού δείκτη (HSI) των αρσενικών ατόμων στο δείγμα 5-12-1993.....	111
<u>Σχήμα 98</u> Διακύμανση του ηπατοσωματικού δείκτη (HSI) των θηλυκών ατόμων στο δείγμα 4-5-1994.....	111
<u>Σχήμα 99</u> Διακύμανση του ηπατοσωματικού δείκτη (HSI) των ατόμων στο δείγμα 10-8-1994.....	112
<u>Σχήμα 100</u> Διακύμανση του ηπατοσωματικού δείκτη (HSI) των θηλυκών ατόμων στο δείγμα 20-10-1994.....	113
<u>Σχήμα 101</u> Θηκόγραμμα του γοναδοσωματικού δείκτη (GSI), όσον αφορά το παράσιτο, των αρσενικών ατόμων του δείγματος 5-12-1993.....	116
<u>Σχήμα 102</u> Θηκόγραμμα του γοναδοσωματικού δείκτη (GSI), όσον αφορά το παράσιτο, των αρσενικών ατόμων του δείγματος 4-5-1994.....	117

Σχήμα 103 Θηκόγραμμα του γοναδοσωματικού δείκτη (GSI), όσον αφορά το παράσιτο, των θηλυκών ατόμων του δείγματος 4-5-1994.	117
Σχήμα 104 Διακύμανση του γοναδοσωματικού δείκτη (GSI) των θηλυκών ατόμων στο δείγμα 5-12-1993.	118
Σχήμα 105 Διακύμανση του γοναδοσωματικού δείκτη (GSI) των αρσενικών ατόμων στο δείγμα 5-12-1993.	118
Σχήμα 106 Διακύμανση του γοναδοσωματικού δείκτη (GSI) των θηλυκών ατόμων στο δείγμα 4-5-1994.	118
Σχήμα 107 Διακύμανση του γοναδοσωματικού δείκτη (GSI) των ατόμων στο δείγμα 10-8-1994.	119
Σχήμα 108 Διακύμανση του γοναδοσωματικού δείκτη (GSI) των θηλυκών ατόμων στο δείγμα 20-10-1994.	120

3. ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1 Αποτελέσματα του κριτηρίου χ^2 όσον αφορά το φύλο των ατόμων για κάθε δείγμα.....	44
Πίνακας 2 Αποτελέσματα του χ^2 όσον αφορά την ύπαρξη του παρασίτου στα άτομα για κάθε δείγμα.....	45
Πίνακας 3 Αποτελέσματα του κριτηρίου χ^2 όσον αφορά την ύπαρξη του παρασίτου στα αρσενικά άτομα για κάθε δείγμα.....	47
Πίνακας 4 Αποτελέσματα του κριτηρίου χ^2 όσον αφορά την ύπαρξη του παρασίτου στα θηλυκά άτομα για κάθε δείγμα.....	47
Πίνακας 5 Σύνθεση ηλικιών κατά μήκος, φύλο και παράσιτο στο δείγμα 5–12–1993.....	58
Πίνακας 6 Σύνθεση ηλικιών κατά μήκος, φύλο και παράσιτο στο δείγμα 4–5–1994.....	62
Πίνακας 7 Σύνθεση ηλικιών κατά μήκος και φύλο στο δείγμα 10–8–1994.....	65
Πίνακας 8 Σύνθεση ηλικιών κατά μήκος, φύλο και παράσιτο στο δείγμα 20–10–1994.....	67
Πίνακας 9 Στοιχεία γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ μεσουραίου μήκους (FL) και ολικής ακτίνας λεπιού (R) για κάθε δείγμα.....	75
Πίνακας 10 Στοιχεία γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ ολικού μήκους (TL) και μεσουραίου μήκους (FL) για κάθε δείγμα.....	80
Πίνακας 11 Στοιχεία της εξίσωσης του von Bertalanffy για κάθε δείγμα.....	82
Πίνακας 12 Στοιχεία γραμμικής παλινδρόμησης μεσουραίου μήκους (FL) – σωματικού βάρους (NW) των ατόμων του δείγματος 5–12–1993.....	88
Πίνακας 13 Στοιχεία γραμμικής παλινδρόμησης μεσουραίου μήκους (FL) – σωματικού βάρους (NW) των ατόμων του δείγματος 4–5–1994.....	91
Πίνακας 14 Στοιχεία γραμμικής παλινδρόμησης μεσουραίου μήκους (FL) – σωματικού βάρους (NW) των ατόμων του δείγματος 10–8–1994.....	93
Πίνακας 15 Στοιχεία γραμμικής παλινδρόμησης μεσουραίου μήκους (FL) – σωματικού βάρους (NW) των ατόμων του δείγματος 20–10–1994.....	94
Πίνακας 16 Αποτελέσματα του ελέγχου t δύο δειγμάτων του συντελεστή ευρωστίας K/Fulton με υποτιθέμενες άνισες διακυμάνσεις για το δείγμα 5–12–1993.....	100
Πίνακας 17 Αποτελέσματα του ελέγχου t δύο δειγμάτων του συντελεστή ευρωστίας K/LeCren με υποτιθέμενες άνισες διακυμάνσεις για το δείγμα 5–12–1993.....	100
Πίνακας 18 Αποτελέσματα του ελέγχου t δύο δειγμάτων του συντελεστή ευρωστίας K/LeCren με υποτιθέμενες άνισες διακυμάνσεις για το δείγμα 4–5–1994.....	101
Πίνακας 19 Αποτελέσματα του ελέγχου t δύο δειγμάτων του ηπατοσωματικού δείκτη HSI με υποτιθέμενες άνισες διακυμάνσεις για το δείγμα 4–5–1994.....	109
Πίνακας 20 Αποτελέσματα του ελέγχου t δύο δειγμάτων του ηπατοσωματικού δείκτη HSI με υποτιθέμενες άνισες διακυμάνσεις για το δείγμα 4–5–1994.....	109
Πίνακας 21 Αποτελέσματα του ελέγχου t δύο δειγμάτων του γοναδοσωματικού δείκτη GSI με υποτιθέμενες άνισες διακυμάνσεις για το δείγμα 5–12–1993.....	115
Πίνακας 22 Αποτελέσματα του ελέγχου t δύο δειγμάτων του γοναδοσωματικού δείκτη GSI με υποτιθέμενες άνισες διακυμάνσεις για το δείγμα 4–5–1994.....	115

<u>Πίνακας 23</u> Αποτελέσματα του ελέγχου t δύο δειγμάτων του γοναδοσωματικού δείκτη GSI με υποτιθέμενες άνισες διακυμάνσεις για το δείγμα 4-5-1994.....	116
---	-----



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bagenal, T. & Tesch, F. (1978) Age and Growth. In: Bagenal, T. B. (ed.) Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. IBP Handbook No 3. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Βορεινάκης, Θ. (1993) Εργαστηριακές σημειώσεις Ιχθυοπαθολογίας ΙΙ. Τμήμα Ιχθυοκομίας – Αλιείας, Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου.
- Ferrari, I. & Rossi, R. (1988) Regime alimentare di *Atherina boyeri* Risso in una laguna del delta del Po. Istituto di zoologia dell' universita di Ferrara, Nova Thalassia 6, suppl. 275 – 280.
- Grabda, J. (1991) Marine Fish Parasitology: an Outline. Warszawa: Polish Scientific Publishers.
- Henderson, P. A., Turnpenny, A. W. H. & Bamber, R. N. (1984) Long – term stability of a sand smelt (*Atherina boyeri* Cuvier) population subject to power station cropping. Journal of Applied Ecology, 21, 1 – 10.
- Henderson, P. A. & Bamber, R. N. (1986) Sand smelt in the fleet. Porcupine Newsletter, 3(6), 149 – 151.
- Henderson, P. A. & Bamber, R. N. (1987) On the reproductive biology of the sand smelt *Atherina boyeri* Risso (Pisces: Atherinidae) and its evolutionary potential. Biological Journal of the Linnean Society, 32: 395 – 415.
- Καλούδης, Χ., Καπετανάκης, Σ. & Μαλτέζος, Κ. (1992) Μελέτη της βιολογίας του είδους *Atherina boyeri* (Risso 1810) στη λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου – Αιτωλικού. Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Ιχθυοκομίας – Αλιείας, Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου.
- Κασπίρης, Π. Φ. (1976) Κλείδες προσδιορισμού ιχθύων. Εργαστήριο Ζωολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Λεονάρδος, Ι. Δ. (1996) Δυναμική πληθυσμών της Ζαμπαρόλας (*Aphanius fasciatus* Nardo, 1827) στις λιμνοθάλασσες Μεσολογγίου και Αιτωλικού. Διδακτορική Διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Magenta Ε.Π.Ε. (1996) Μεσ' του Αιγαίου τα Νησιά (ένθετο CD – ROM). Περιοδικό RAM / CD – ROM. Δημοσιογραφικός Οργανισμός Λαμπράκη.

- Marfin, J. P. (1982) Les problemes lies au polymorphisme de l' espece *Atherina boyeri* Risso, 1810. *Cybium*, **6** (4), 19 – 26.
- Marfin, J. P. (1982) Croissance de l' atherine *Atherina boyeri* Risso, 1810 dans trois milieux saumatres du Roussillon. *Bull. Inst. natn. scient. tech. Oceanogr. Peche Satammbo*, **9**, 89 – 109.
- Möller, H. & Anders, K. (1986) *Diseases and Parasites of Marine Fishes*. Kiel.
- Moyle, P. B. & Cech, J. J. Jr. (1988) *Fishes. An Introduction to Ichthyology*, 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall.
- Nicol'sky G. V. (1963) *The ecology of fishes*. London and New York: Academic Press.
- Palmer, C. J. & Culley, M. B. (1983) Aspects of the biology of the Sand-smelt *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Teleostei : Atherinidae) at the Oldbury – upon – Severn, Gloucestershire, England. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **16**, 163 – 172.
- Πετρίδης, Δ. (1991) Σημειώσεις θεωρίας στην Ιχθυολογία II. Τμήμα Ιχθυοκομίας – Αλιείας, Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου.
- Roberts, R. J. (1989) *Fish Pathology*, 2nd ed. London: Bailliere Tindall.
- Tortonese, E. (1975) Osteichthyes In: *Fauna d' Italia*. Vol. X. Bologna.
- Turnpenny, A. W. H., Bamber, R. N. & Henderson, P. A. (1981) Biology of the sand-smelt (*Atherina presbyter* Valenciennes) around Fawley power station. *Journal of Fish Biology*, **18**, 417–427.

Διορθώσεις επί του κειμένου

Σελίδα	όπου	να γραφεί
15	... <i>Anguillicola</i> και <i>Capillaria</i> <i>Anguillicola crassa</i> & <i>Capillaria petruschewskii</i> ...
15	... (Βορεινάκης, 1993).	... (Βορεινάκης, 1993); (Ghittino, 1977).
18	... κλείδες προσδιορισμού...	... κλείδες προσδιορισμού κατά Möller και Anders(1986)...

146

Ghittino, P. (1977) Fish culture in freshwater in Greece. A report prepared for the Development of Fish Culture in Fresh Water in Greece and problems on their Pathology Project. FAO, Rome.

Διορθώσεις επί του κειμένου

Σελίδα	όπου:	να γραφεί:
51	... Bagenal (1978) Bagenal & Tesch (1978) ...
71	... Bagenal (1978) Bagenal & Tesch (1978) ...
113	... ο Kohler (1976) ο Kohler ...



Για προσωπική επικοινωνία με τους συγγραφείς όσον αφορά οποιαδήποτε πληροφορία δίνονται τα εξής τηλέφωνα:

⇒ Γρηγορίου Παναγιώτης: (01) 9347324, 9327523

⇒ Περδικάρης Κώστας: (061) 334517