

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

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Μελέτη της βιολογίας και πληθυσμιακά χαρακτηριστικά του
σαυριδιού (*Trachurus trachurus*) στον Παγασητικό Κόλπο»**

Ευαγγελία Μπότα

ΒΟΛΟΣ 2015

**UNIVERSITY OF THESSALY
SCHOOL OF AGRICULTURAL SCIENCES
DEPARTMENT OF ICHTHYOLOGY AND AQUATIC
ENVIRONMENT**

POSTGRADUATE MASTER'S THESIS

**«Study of the biology and population characteristics of horse mackerel
(*Trachurus trachurus*) in Pagasitikos Bay»**

Evangelia Bota

VOLOS 2015

**«Μελέτη της βιολογίας και πληθυσμιακά χαρακτηριστικά του σαυριδιού
(*Trachurus trachurus*) στον Παγασητικό Κόλπο»**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή :

- 1) **Χρήστος Νεοφύτου**, Καθηγητής, Ιχθυολογίας - Υδροβιολογίας, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Επιβλέπων**,
- 2) **Νικόλαος Νεοφύτου**, Λέκτορας, Υδατοκαλλιέργειες και Περιβάλλον , Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος**,
- 3) **Ιωάννης Καραπαναγιωτίδης**, Λέκτορας, Διατροφή Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος**.

**Στις κόρες μου
Νιόβη και Μαρία**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους αυτούς τους ανθρώπους που συνέβαλαν στο να φέρω σε πέρας την παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα της εργασίας αυτής, Καθηγητή κ. Νεοφύτου Χρήστο για την πολύτιμη βοήθειά του, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος, όσο και κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τα δύο μέλη της εξεταστικής επιτροπής μου, το Λέκτορα κ. Νεοφύτου Νικόλαο και το Λέκτορα κ. Καραπαναγιωτίδη Ιωάννη, για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την καθοδήγησή τους καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερος τον Διδακτορικό φοιτητή κ. Οικονόμου Γεώργιο για την αμέριστη και καταλυτική συμπαράστασή του κατά τη διάρκεια του της εργασίας μου.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κ. Τζιάντζιου Λαμπρινή για την βοήθειά της, όσον αφορά στην προμήθεια εργαστηριακού υλικού.

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

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής ήταν να μελετηθούν διάφορα βιολογικά χαρακτηριστικά του γκριζοσαύριδου (*Trachurus trachurus*) στον Παγασητικό Κόλπο και η κατάσταση του αποθέματός του. Για την υλοποίηση της εργασίας αυτής λήφθησαν 580 άτομα το 2011 από τον Παγασητικό κόλπο με τη χρήση μηχανότρατας, κατά τη διάρκεια της φθινοπωρινής περιόδου (Σεπτέμβριος).

Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την επεξεργασία των δεδομένων παρατηρήθηκε ότι δεν υπήρχε μεγάλη διακύμανση στα μεγέθη των γκριζοσαύριδων, με ελάχιστο μεσουραίο μήκος 6,4 cm και μέγιστο 19,4 cm. Κατά τη δειγματοληψία τα περισσότερα άτομα εμφανίστηκαν στις κλάσεις μήκους 12,4 – 14,4 cm σε ποσοστό 50,6 % ενώ στις κλάσεις μήκους 11,4 – 15,4 cm σε ποσοστό 71,3%.

Στατιστική ανάλυση με το πρόγραμμα SPSS (17.0) με τη μέθοδο “Independent t-test” για επίπεδο σημαντικότητας $P= 0,05$ έδειξε ότι, δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο φύλων αρσενικό-θηλυκό, όσον αφορά τους Μ.Ο. των μεγεθών μεσουραίο μήκος ($M.O._{FLαρσ}=13,83$ $M.O._{FLθηλ}=13,89$ $P=0,79$), ολικό βάρος ($M.O._{TWαρσ}=31,06$ $M.O._{TWθηλ}=31,2$ $P=0,93$) και καθαρό βάρος ($M.O._{NWαρσ}=28,65$ $M.O._{NWθηλ}=28,45$ $P=0,89$). Αντίθετα οι Μ.Ο. του συντελεστή ευρωστίας K τόσο για το καθαρό όσο και για το ολικό βάρος μεταξύ αρσενικών-θηλυκών έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά, με τον K αρσενικών μεγαλύτερο τόσο για το καθαρό ($M.O._{K_{NWαρσ}}=2,11$ $M.O._{K_{NWθηλ}}=1,79$ $P=1,04*10^{-14}$) όσο και για το ολικό βάρος ($M.O._{K_{TWαρσ}}=2,77$ $M.O._{K_{TWθηλ}}=2,22$ $P=5,92*10^{-23}$). Οπότε συνοψίζοντας συμπεραίνουμε ότι ο συντελεστής ευρωστίας K , τόσο για το ολικό όσο και για το καθαρό βάρος, εξαρτάται από το φύλο των ψαριών. Επίσης το μεσουραίο μήκος, το ολικό βάρος και το καθαρό βάρος είναι ανεξάρτητο από το φύλο των ψαριών.

Καθώς όλα τα ψάρια που εξετάστηκαν βρίσκονται στην ηλικία 0+, 1+, 2+ και 3+ βγαίνει το συμπέρασμα ότι η αφθονία των νεαρών ατόμων γκριζοσαύριδου είναι μεγάλη στον Παγασητικό κόλπο. Από τη συσχέτιση ολικού μήκους–ολικού βάρους, βρέθηκαν $R^2=0,95$ και παράμετρος συσχέτισης $b=3,06$ που σημαίνει ότι η αύξηση είναι σχεδόν συμμετρική. Από τη συσχέτιση μεσουραίου μήκους–ολικού βάρους, βρέθηκαν $R^2=0,94$ και παράμετρος συσχέτισης $b=2,62$ που σημαίνει ότι η σωματική ανάπτυξη των ψαριών έχει αρνητική αλλομετρία ως προς το μήκος τους.

Οι παράμετροι ανάπτυξης για το γκριζοσαύριδο όπως προέκυψαν από την εξίσωση von Bertalanffy είναι για το μεσουραίο μήκος (FL), το ασυμπτωτικό μήκος $L_{\infty}=29,155$ cm ο ρυθμός ανάπτυξης $K=0,125$ yr^{-1} και η θεωρητική ηλικία μηδενικού μήκους $t_0=-3,816$ yr .

Η ολική θνησιμότητα υπολογίστηκε σε $Z = 0,86$ yr^{-1} . Η φυσική θνησιμότητα (M) βρέθηκε $M=0,36$ yr^{-1} οπότε η αλιευτική θνησιμότητα (F) ήταν $F=0,5$ yr^{-1} . Από τη θνησιμότητα υπολογίστηκε και ο ρυθμός εκμετάλλευσης που βρέθηκε να είναι $E =0,58$. Η τιμή αυτή δείχνει ότι υπάρχει οριακή υπεραλίευση του είδους στον Παγασητικό κόλπο ($E>0,55 = \text{Υπεραλίευση}$).

Λέξεις κλειδιά: *Trachurus trachurus*, Παγασητικός κόλπος, ανάπτυξη.

Keywords: *Trachurus trachurus*, Pagassitikos gulf, growth.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	σελ
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1.1. Μεσογειακή αλιεία και μελλοντικές προοπτικές.....	1
1.1.2. Αειφορία στην εκμετάλλευση των αλιευτικών πόρων.....	3
1.2. Περιγραφή-Βιολογικά χαρακτηριστικά <i>Trachurus trachurus</i>	5
1.2.1. Συστηματική κατάταξη γκριζοσαύριδου (<i>Trachurus trachurus</i>).....	5
1.2.2. Βιολογικά χαρακτηριστικά.....	5
1.2.3. Αναπαραγωγή.....	7
1.2.4. Γεωγραφική κατανομή.....	8
1.2.5. Η αλιεία του Γκριζοσαύριδου (<i>Trachurus trachurus</i>).....	8
1.3. Περιοχή μελέτης-Παγασητικός κόλπος.....	11
1.3.1. Φυσικά χαρακτηριστικά.....	12
1.3.2. Ρεύματα.....	14
1.4. Ηλικία.....	15
1.4.1. Εμπειρική μέθοδος.....	15
1.4.2. Στατιστική μέθοδος (Petersen).....	16
1.4.3. Ανατομική μέθοδος.....	16
1.5. Ανάπτυξη.....	17
1.6. Σκοπός της εργασίας.....	17
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	18
2.1. Δειγματοληψίες.....	18

2.2. Περιοχή έρευνας.....	18
2.3. Πειραματικό μέρος.....	19
2.4. Επεξεργασία δεδομένων.....	23
2.4.1. Σχέση μήκους – βάρους.....	24
2.4.2. Εξίσωση von Bertalanffy.....	25
2.4.3. Θνησιμότητες και ρυθμός εκμετάλλευσης.....	26
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	28
3.1. Δειγματοληψία.....	28
3.2. Κατανομή-σύνθεση του πληθυσμού.....	29
3.3. Συσχέτιση Μήκους – Βάρους.....	33
3.4. Ηλικία.....	39
3.5. Ανάπτυξη.....	47
3.6. Θνησιμότητα και ρυθμός εκμετάλλευσης.....	50
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	52
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	53
6. ABSTRACT.....	58

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η συνεχιζόμενη αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού και η μεγαλύτερη ζήτηση ζωικών πρωτεϊνών στις αναπτυγμένες χώρες, έχουν αυξήσει σταθερά την αλιευτική πίεση πάνω στους τροφικούς πόρους της θάλασσας. Τα αλιεύματα αποτελούν περίπου το 10% της συνολικής ζωικής πρωτεΐνης που καταναλώνεται παγκοσμίως από τους ανθρώπους. Η συνολική αλιευτική παραγωγή της Ελλάδας για το 2012 έφτασε στους 197.594 tn, εκ των οποίων περίπου 137.594 tn προήλθαν από την ιχθυοκαλλιέργεια και 60.000 tn από την ελεύθερη αλιεία. (FAO 2015)

1.1.1. Μεσογειακή αλιεία και μελλοντικές προοπτικές

Η διατήρηση των αλιευτικών πόρων βασίζεται στην ανάγκη διασφάλισης της βιώσιμης εκμετάλλευσης των πόρων αυτών και της μακροπρόθεσμης αιφορίας του κλάδου. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε) έχει εγκρίνει νομοθεσία που διέπει την πρόσβαση στα ύδατα της Ένωσης, την κατανομή και τη χρήση των πόρων, τα συνολικά επιτρεπόμενα αλιεύματα και τους περιορισμούς των αλιευτικών προσπαθειών.

Από το 1976 ο αποκλεισμός των Ευρωπαϊκών στόλων από τα ύδατα κοντά στις ακτές της Νορβηγίας και της Ισλανδίας, προκάλεσε τη συσσώρευση πολυάριθμων σκαφών στην παράκτια ζώνη της Β. θάλασσας, δημιουργώντας τους πρώτους φόβους ότι τα αποθέματα των παράκτιων υδάτων της Ε.Ε. θα μπορούσαν αργά ή γρήγορα να καταρρεύσουν. Σε τρεις Μεσογειακές χώρες τη Γαλλία, την Ιταλία και την Ελλάδα το 89%, το 77% και 75% αντίστοιχα της αλιευτικής δραστηριότητας εστιάζεται στην περιοχή εντός των 12 ν.μ. και τα μέτρα για τη θέσπιση των προϋποθέσεων πρόσβασης σε ύδατα και πόρους εγκρίνονται βάσει των διαθέσιμων βιολογικών,

κοινωνικοοικονομικών και τεχνικών πληροφοριών. Ο περιορισμός αυτός έχει επεκταθεί μέχρι το τέλος του 2014 βάσει του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1152/ 2012. Όσο αφορά συγκεκριμένα την Ελληνική αλιεία, λαμβάνοντας υπόψη ότι τα χωρικά ύδατα της Ελλάδας περιορίζονται στα 6 ναυτικά μίλια, μπορεί να ειπωθεί ότι εξαρτάται κατά μεγάλο ποσοστό από τους παράκτιους πόρους.

Η Ελλάδα έχει εκτεταμένη ακτογραμμή μήκους μεγαλύτερου από 15.000 km (Stergiou et al. 1997) και ετερογένεια θαλάσσιων οικοσυστημάτων. Το γεγονός αυτό καθιστά την Ελλάδα ως μία χώρα με πλούσια αλιευτική δραστηριότητα. Σύμφωνα με τα δεδομένα της Δ/σης Αγροτικής Οικονομίας και Κτηνιατρικής της Περιφέρειας Θεσσαλίας το 2011, ο αριθμός των σκαφών και ο αριθμός εργαζομένων που απασχολούνται επαγγελματικά με τη αλιεία, στην Π.Ε. Ενότητες Λάρισας και Π.Ε. Μαγνησίας & Βορείων Σποράδων φαίνονται στους πίνακες 1 & 2.

Πίνακας 1: Παράκτια αλιεία στη Θεσσαλία (Πηγή:Περιφέρεια Θεσσαλίας 2011)

ΠΕ Ενότητα	Σκάφη παράκτιας αλιείας (4-14m)	Αριθμός Εργαζομένων	Συνολική Ετήσια Παραγωγή
ΠΕ Μαγνησίας & Βορείων Σποράδων	980	1.030	1.800 tn
ΠΕ Λάρισας	137	200	450 tn
ΣΥΝΟΛΟ	1.117	1.230	2.250 tn

Πίνακας 2: Μέση αλιεία στη Θεσσαλία (Πηγή: Περιφέρεια Θεσσαλίας 2011)

ΠΕ Μαγνησίας & Βορείων Σποράδων-ΠΕ Λάρισας	Σκάφη μέσης αλιείας	Συνολική Ετήσια Παραγωγή
Γρι-Γρι	22	2.800 tn
Μηχανότρατες	9	700 tn
ΣΥΝΟΛΟ	31	3.500 tn

Η αλιευτική έρευνα συλλέγει δεδομένα για τα αποθέματα και τον αλιευτικό στόλο και προτείνει ειδικά διαχειριστικά σχέδια ανά περίπτωση, λαμβάνοντας υπόψη την ανάγκη διατήρησης των πόρων αλλά και την συνέχιση της αλιευτικής δραστηριότητας στις Ελληνικές θάλασσες. Η επιτυχής διαχείριση των αλιευτικών αποθεμάτων στηρίζεται σε δύο βασικές κατηγορίες δεδομένων:

1. Στην καλή γνώση της βιολογίας των ειδών και της δυναμικής των πληθυσμών τους,
2. Στην καλή γνώση της αλιευτικής τεχνολογίας, της δυναμικής των αλιευτικών εργαλείων και της απόδοσής τους.

Για τους παραπάνω λόγους, προκειμένου να έχουμε σωστή διαχείριση των αποθεμάτων, πρέπει να γνωρίζουμε τα βιολογικά χαρακτηριστικά και τις πληθυσμιακές δομές των ειδών που αλιεύονται περισσότερο. Οι μέθοδοι προσδιορισμού των βιολογικών χαρακτηριστικών και πληθυσμιακών δομών βασίζονται στην εύρεση της ηλικίας και των συντελεστών ανάπτυξης.

1.1.2. Αειφορία στην εκμετάλλευση των αλιευτικών πόρων

Τόσο η Πράσινη Βίβλος για την Αλιευτική Πολιτική όσο και ο Ε. Κανονισμός 1967/2006 στηρίζονται στην έννοια της προληπτικής προσέγγισης. Η έννοια αυτή

στοχεύει τουλάχιστον στην σταθεροποίηση της αφθονίας των αλιεύσιμων αποθεμάτων και ενδεχόμενα στην βελτίωσή της. Στην ουσία όμως, αναγνωρίζοντας πόσο μικρές πιθανότητες υπάρχουν για επαναφορά των βιολογικών πόρων στο αρχικό τους επίπεδο, επιδιώκεται μία περισσότερο ρεαλιστική αντιμετώπιση του θέματος της αποκατάστασης και σε μία βήμα προς βήμα βελτίωση του επιπέδου αφθονίας, λαμβάνοντας υπόψη ότι εάν δεν ληφθούν μέτρα, σύντομα για πολλά αποθέματα, ειδικά για όσα ζουν στην παράκτια ζώνη ή στα όρια της υφαλοκρηπίδας, δεν θα υπάρχει αντίστροφη πορεία για την ανάκαμψή τους. Ανάλογες ιδέες περιέχει και νέος κανονισμός για την Ευρωπαϊκή Αλιευτική Πολιτική. (ΕΛ.Γ.Ο. ΔΗΜΗΤΡΑ Ινστιτούτο Αλιευτικής Έρευνας)

Η νέα Κοινή Αλιευτική Πολιτική (Κ.Αλ.Π.) συμφωνήθηκε από το Συμβούλιο και το Κοινοβούλιο και τέθηκε σε ισχύ την 1η Ιανουαρίου 2014. Η νέα Κ.Αλ.Π. έχει ως στόχο να επαναφέρει τα αλιευτικά αποθέματα σε βιώσιμα επίπεδα, να θέσει τέλος σε σπάταλες αλιευτικές πρακτικές και να δημιουργήσει νέες ευκαιρίες απασχόλησης και ανάπτυξης στις παράκτιες περιοχές. Για να επιτύχει αυτούς τους στόχους, επικεντρώνεται στην απαγόρευση των απορρίψεων, στην ισχυροποίηση του κλάδου και στην αποκέντρωση της λήψης αποφάσεων, στην ανάπτυξη της υδατοκαλλιέργειας, στην υποστήριξη της αλιείας μικρής κλίμακας, στη βελτίωση των επιστημονικών γνώσεων για την κατάσταση των αποθεμάτων και στην ανάληψη ευθύνης σε ξένα ύδατα μέσω των διεθνών συμφωνιών της ΕΕ.

Το Ευρωπαϊκό Ταμείο Θάλασσας και Αλιείας (ΕΤΘΑ) είναι το χρηματοδοτικό μέσο που θα στηρίζει την εφαρμογή της αναθεωρημένης Κοινής Αλιευτικής Πολιτικής (Κ.Αλ.Π.) και θα συμβάλλει στην τόνωση της Ευρωπαϊκής Γαλάζιας Οικονομίας. Στις 25 Ιανουαρίου, επιτεύχθηκε πολιτική συμφωνία μεταξύ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με το Ευρωπαϊκό Ταμείο Θάλασσας και Αλιείας (ΕΤΘΑ)

για την περίοδο 2014-2020. Η συμφωνία αποτελεί σημαντική πρόοδο για τη λειτουργία του ΕΤΘΑ που αναμένεται να ξεκινήσει από 1/1/2015.

1.2. Περιγραφή-Βιολογικά χαρακτηριστικά *Trachurus trachurus* L.

1.2.1. Συστηματική κατάταξη γκριζοσαύριδου (*Trachurus trachurus* L.)

Ομοταξία: *Osteichthyes*

Υφομοταξία: *Acanthopterygii*

Υπέρταξη: *Teleostei*

Τάξη: *Perciformes*

Οικογένεια: *Carangidae*

Γένος: *Trachurus*

Είδος: *Trachurus*

1.2.2. Βιολογικά χαρακτηριστικά

Το γκριζοσαύριδο (Εικ. 1) είναι πελαγικό, ωκεανόδρομο είδος και χαρακτηρίζεται από ατρακτοειδές σώμα και ουραίο πτερύγιο διχαλωτό. Φέρει πλάγια γραμμή, η οποία είναι καμπυλωτή στο μισό πρόσθιο τμήμα της και ίσια στο οπίσθιο, είναι εφοδιασμένη με οστέϊνες πλάκες και τελειώνει προς το τέλος του δευτέρου ραχιαίου πτερυγίου. Το πρώτο ραχιαίο πτερύγιο είναι ψηλό ενώ τα λέπια της πλευρικής γραμμής είναι ψηλά και τροπιδωτά (ασπίδια).

Στις ελληνικές θάλασσες υπάρχουν 3 είδη:

- 1) Γκριζοσαύριδο (*Trachurus trachurus* L.)
- 2) Ασπροσαύριδο (*Trachurus mediterraneus* Steindachner 1868)
- 3) Μαυροσαύριδο (*Trachurus pictaratus* Bowdich 1825)

Παγκοσμίως υπάρχουν 11 είδη (Παπαναστασίου 1976)

Το *Trachurus trachurus* ξεχωρίζει από τα άλλα 2 είδη καθώς φέρει μεγαλύτερα σε ύψος πλευρικά ασπίδια. Τα λέπια στο ευρύ τμήμα της πλάγιας γραμμής έχουν στη μέση ένα σκληρό αγκάθι.

Τα λέπια της πλευρική γραμμής κυμαίνονται από 33-40 στο πρώτο τμήμα της και 31-36 πιο σκληρά στο πίσω τμήμα και οι βραχιόκανθες από 41-48 στο πρώτο βραγχιακό τόξο.



Εικόνα 1: Μορφολογία σαυριδιού (πηγή: www.fishbase.org)

Ο χρωματισμός του είναι μπλέ-πράσινο, γκρι ή μαύρο στην ράχη και ασημί-λευκό στην κοιλιά. Στο βραγχιακό επικάλυμμα φέρει μια μαύρη κηλίδα. Ζει συνήθως σε βάθη 100 έως 200 m, αν και έχει βρεθεί και σε βάθη 1050 m. Τα ενήλικα άτομα σχηματίζουν μεγάλα κοπάδια στις παράκτιες περιοχές με αμμώδες υπόστρωμα. Πραγματοποιεί εποχικές μεταναστεύσεις κυρίως κατά την αναπαραγωγική διαδικασία όπου χτυπούν την επιφάνεια του νερού με την ουρά τους. Το βράδυ έλκονται από το φως, μέθοδο που χρησιμοποιούν τα γρι-γρι νύχτας για να τα συναθροίσουν.

Στις ελληνικές θάλασσες τρέφεται με καρκινοειδή, κεφαλόποδα, ιχθυονύμφες και ψάρια (αθερίνα *Atherina boyeri*, γόπα *Boops boops*).

Θηρευτές του είναι άλλα ψάρια (π.χ.κυνηγός *Coryphaena hippurus*, νταούκι *Merlangus merlangus*, μπακαλιάρος *Merluccius merluccius*, παλαμίδα *Sarda sarda*, κολιός *Scomber spp.*, κεντρόνι *Squalus acanthias*, λίχνος *Uranoscopus scaber*, χριστόψαρο *Zeus faber* και φώκιες (Στεργίου και συν. 2011).

Οι μέγιστες τιμές ολικού μήκους (TL) που έχουν καταγραφεί για το *Trachurus trachurus* είναι 70 cm με πιο κοινό μήκος (TL) 25 cm . Το μέγιστο βάρος είναι 2,0 kg και η μέγιστη αναφερόμενη ηλικία 40 έτη . Το μήκος πρώτης γεννητικής ωρίμανσης έχει υπολογιστεί σε $L_m = 21\text{cm}$ στην Ελλάδα και από 16,5-27 cm παγκόσμια. Το γκριζοσαύριδο ζει στον βορειοανατολικό Ατλαντικό από την Ισλανδία μέχρι την Σενεγάλη συμπεριλαμβανομένων της Μεσογείου και της Μαύρης θάλασσας.

Σχηματίζει μεγάλα κοπάδια στα παράκτια ύδατα, όπου τρέφεται με μαλακόστρακα, καλαμάρια και άλλα ψάρια. Υπάρχουν δύο κύριες ομάδες πληθυσμού: το δυτικό απόθεμα όπου αναπαράγεται στον ανατολικό Ατλαντικό Ωκεανό στα ανοιχτά των ακτών της δυτικής Ευρώπης και το βόρειο απόθεμα που αναπαράγεται στη Βόρεια θάλασσα.

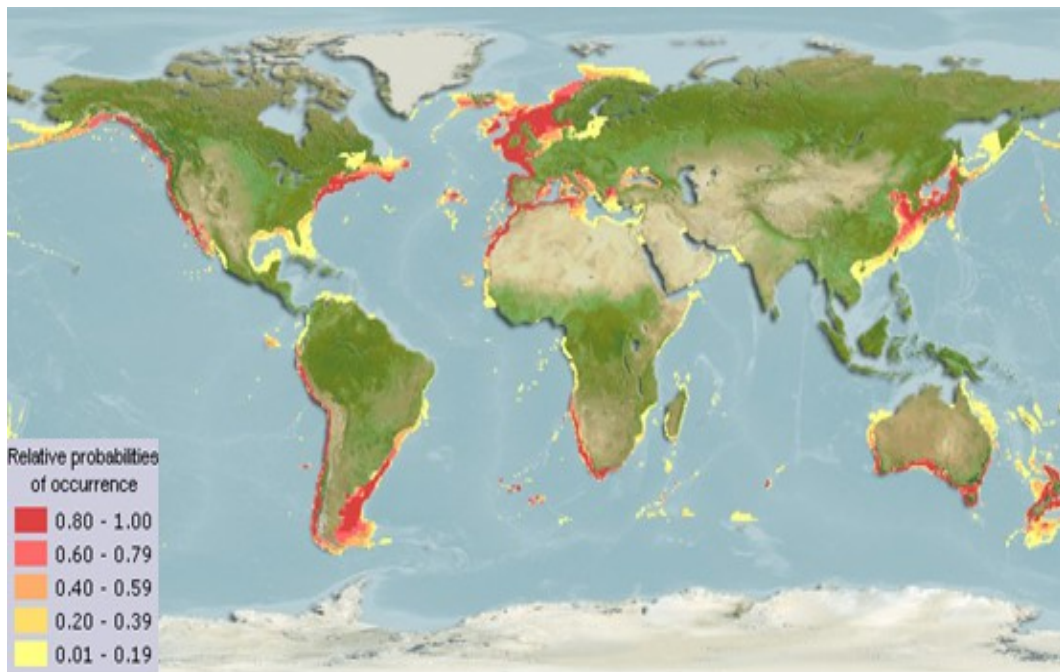
Παλαιότερα πιστευόνταν ότι μικρότερα ψάρια ανέβαιναν στην πλάτη του και ταξίδευαν μεγάλες αποστάσεις. Σε αυτόν τον μύθο οφείλει την αγγλική ονομασία του *horse mackerel*.

1.2.3. Αναπαραγωγή

Αναπαράγονται από το Νοέμβριο έως το Ιούνιο στη Ελλάδα και από το Μάιο έως τον Αύγουστο στις βόρειες χώρες. Είναι έτοιμο για αναπαραγωγή μετά τη συμπλήρωση του 2ου έτους της ηλικίας του.

1.2.4. Γεωγραφική κατανομή

Το *Trachurus trachurus* έχει ευρεία γεωγραφική εξάπλωση, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 2. Εμφανίζεται στο βόρειο καθώς και στο νότιο ημισφαίριο, από τη Νορβηγία έως τη Ν. Αφρική.(γύρω από τις ακτές έως το Μαπούτο στη Μοζαμβίκη), στη Μεσόγειο θάλασσα και στη Μαύρη θάλασσα. (www.fishbase.org)

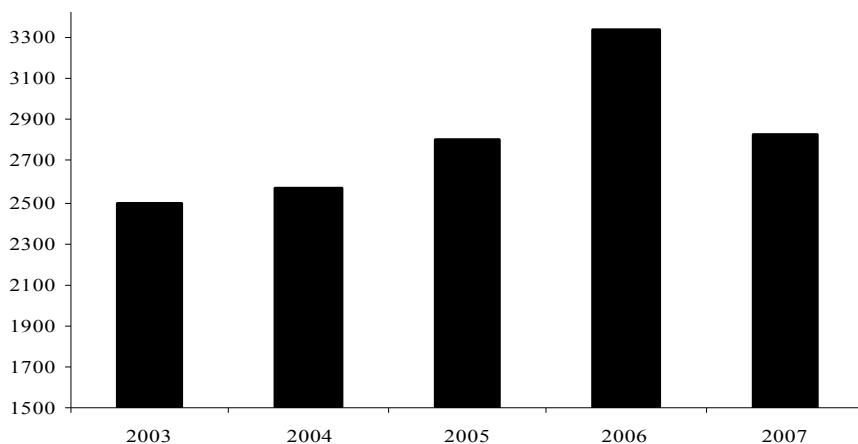


Εικόνα 2: Γεωγραφική εξάπλωση του γκριζοσαύριδου (έκδοση Αυγούστου 2013)

1.2.5. Η αλιεία του γκριζοσαύριδου (*Trachurus trachurus* L.)

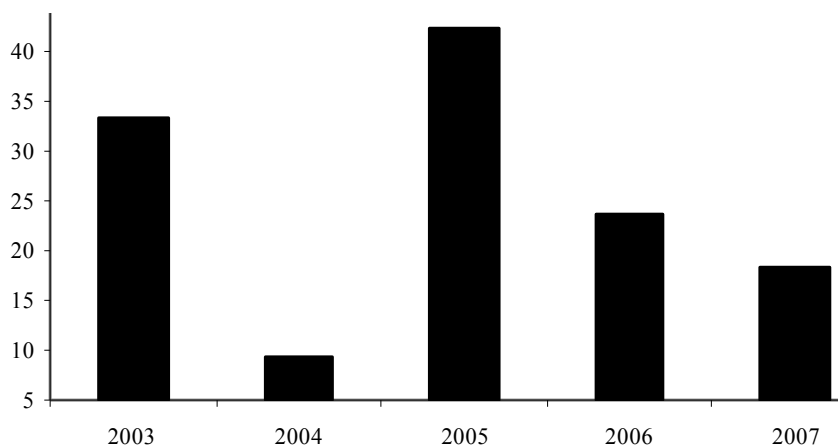
Η αλιεία του γκριζοσαύριδου αποτελεί μια σημαντική πηγή τροφής για τους πληθυσμούς της Μεσογείου. Η αλιεία του γίνεται κυρίως με γρι-γρι νύχτας, καθώς και με αγκίστρια, τσαπαρί και απλά δίχτυα. Παγκοσμίως, αλιεύονται περισσότεροι από 330.000 tn γκριζοσαύριδου ανά έτος με την υψηλότερη παραγωγή να προέρχεται από την Ολλανδία. Στις ελληνικές θάλασσες η αλιευτική παραγωγή του γκριζοσαύριδου παρουσίασε μεγάλες αυξομειώσεις. Η ελάχιστη παραγωγή καταγράφηκε το 1966 με

294 tn και η μέγιστη το 1997 με 2.937 tn. Έκτοτε, η παραγωγή του έχει μειωθεί με γρήγορο ρυθμό, με τάση σταθεροποίησης τα τελευταία χρόνια. Σύμφωνα με τα τελευταία καταχωρημένα στοιχεία της ΕΛ.ΣΤΑΤ το 2011, η αλιευτική παραγωγή του γκριζοσαύριδου στην Ελλάδα φαίνεται στο Σχήμα 1 και η αλιευτική παραγωγή του γκριζοσαύριδου στον Παγασητικό φαίνεται στο Σχήμα 2.



ΕΤΗ	2003	2004	2005	2006	2007
ΤΟΝΝΟΙ ΣΑΥΡΙΔΙΟΥ	2495,9	2572	2807,7	3336,2	2828,2

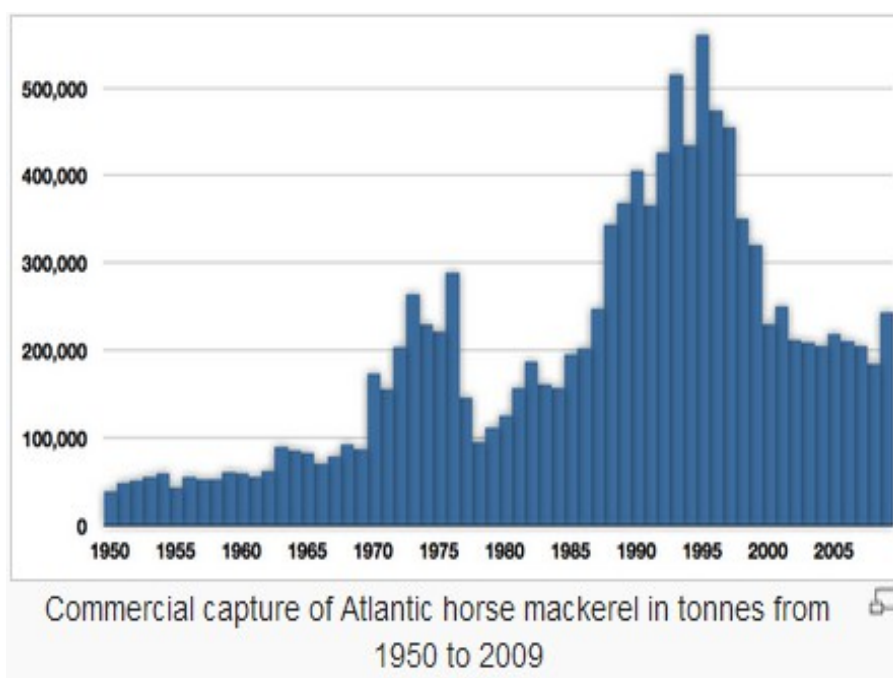
Σχήμα 1: Η αλιευτική παραγωγή του γκριζοσαύριδου στην Ελλάδα (ΕΛ.ΣΤΑΤ. 2011)



ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ (ΕΤΗ)	2003	2004	2005	2006	2007
ΠΟΣΟΤΗΤΑ (Τόννους)	33,2	9,3	42,3	23,6	18,3

Σχήμα 2: Η αλιευτική παραγωγή του γκριζοσαύριδου στον Παγασητικό (ΕΛ.ΣΤΑΤ. 2011)

Το Θρακικό πέλαγος αποτελεί το κυριότερο αλιευτικό πεδίο του γκριζοσαύριδου. Επίσης αλιεύεται σε μεγάλες ποσότητες στον Παγασητικό κόλπο, Πατραϊκό κόλπο, στον Αργοσαρωνικό κόλπο, τις Σποράδες και τις Κυκλάδες. Ελάχιστο επιτρεπόμενο μήκος αλίευσης είναι τα 15 cm.



Σχήμα 3 : Παγκόσμιες συνολικές εκφορτώσεις του σαυριδίου (FAO, 2011).

1.3. Περιοχή Μελέτης-Παγασητικός Κόλπος



Ο Παγασητικός Κόλπος μορφολογικά είναι μια κλειστή και σχετικά αβαθής θάλασσα που σχηματίζεται ανάμεσα στην κύρια ελληνική χερσόνησο και την χερσόνησο του Πηλίου. Ο κόλπος έχει έκταση περίπου 175 Km² και το μέγιστο βάθος του κόλπου παρατηρείται στην ανατολική πλευρά και φτάνει τα 108 μ (Korres *et al.* 2012). Το ελάχιστο βάθος του κόλπου 69 m. Συναντά το Αιγαίο Πέλαγος στο διάυλο του Τρικεριού με πλάτος 5,5 km και βάθος 80 m. Στον κόλπο εκβάλλουν μικροί ποταμοί και χείμαρροι. (ΕΚΘΕ 2000, Karageorgis *et al.* 2002, Smith & Papadopoulou) Ο Παγασητικός κόλπος αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα λιμάνια της χώρας μας, ένα από τα σημαντικότερα σημεία εκφόρτωσης αλιευμάτων στην Ανατολική Κεντρική Ελλάδα και μια περιοχή με έντονη αλιευτική δραστηριότητα. Η υπεραλίευση πολλών ειδών, αλλά και η ανάπτυξη στην ευρύτερη περιοχή ενός αριθμού ανταγωνιστικών οικονομικών δραστηριοτήτων έχει οδηγήσει στην υποβάθμιση τόσο των αλιευτικών αποθεμάτων, όσο και του φυσικού περιβάλλοντος της περιοχής. Μέχρι σήμερα, στον Παγασητικό έχει πραγματοποιηθεί μεγάλος αριθμός ερευνών, με στόχο τη μέτρηση διαφόρων φυσικοχημικών παραμέτρων του Κόλπου, την αφθονία των ειδών του, το βαθμό περιβαλλοντικής υποβάθμισης κ.λ.π.

Τα καπόνια, τα σαυρίδια, τα λυθρίνια, οι μπακαλιάρροι αποτελούν τα είδη με τις

μεγαλύτερες ποσότητες που αλιεύτηκαν από τον Παγασητικό Κόλπο στο πλαίσιο της ετήσιας έρευνας που διεξάγει το Εργαστήριο Ιχθυολογίας και Υδροβιολογίας του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Γενικά ο Παγασητικός είναι σε πολύ καλή κατάσταση, αν τον συγκρίνουμε με άλλους ελληνικούς Κόλπους, όπως ο Θερμαϊκός, ο Αμβρακικός και άλλοι. Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι πρέπει να επαναπαυόμαστε. Υπάρχει ανησυχία του για το κεντρικό τμήμα του Παγασητικού που αποτελεί και το σημείο διάπλου των πλοίων εκεί εντοπίστηκε πως η ρύπανση βρίσκεται σε υψηλό βαθμό και θα μπορούσε να χαρακτηριστεί βούρκος ο πυθμένας, κάτι το οποίο συμφωνεί και με τις χημικές αναλύσεις που γίνονται από αρμόδιο εργαστήριο. Συγκεκριμένα οι αναλύσεις δείχνουν ότι σε ένα ύψος δέκα μέτρων από τον πυθμένα, μέσα στην υδάτινη στήλη, δημιουργούνται ανοξικές συνθήκες, που σημαίνει ότι είναι δυσμενείς συνθήκες για την επιβίωση των ζωικών οργανισμών. Η περιοχή αυτή γενικά εμφανίζει μια σχετική μείωση της βιομάζας και των ποσοτήτων αλιευμάτων από χρόνο σε χρόνο. Μάλιστα, εφόσον αποδειχθεί πού οφείλεται το φαινόμενο των ανοξικών συνθηκών, θα πρέπει να ληφθούν μέτρα, γιατί οι συνθήκες είναι πιθανόν μελλοντικά να δημιουργήσουν προβλήματα στον Κόλπο

1.3.1. Φυσικά χαρακτηριστικά

Γενικά, στον Παγασητικό κόλπο παρατηρείται ένα αντικυκλωνικό σύστημα στα ανατολικά και ένα κυκλωνικό στο κέντρο – δυτικό κόλπο. Το κλίμα της ευρύτερης περιοχής του Παγασητικού ακολουθεί τα γενικότερα πλαίσια της Μεσογειακής λεκάνης που επηρεάζεται άμεσα από το αντικυκλωνικό σύστημα του Ατλαντικού μετά την επέκτασή του στην προς την Ν.Α. Ευρώπη. Γενικότερα, η υπό εξέταση περιοχή παρουσιάζει εύκρατο κλίμα με μεγάλα ημερήσια και ετήσια θερμομετρικά εύρη, θερμό-

ξηρό καλοκαίρι και ήπιο βροχερό χειμώνα. Σύμφωνα με παρατηρήσεις 32 ετών της Ε.Μ.Υ. (1956 – 1988) η μέση ετήσια υγρασία είναι 67,2%. Ο ετήσιος αριθμός ημερών βροχής είναι 89,2 και ο ετήσιος αριθμός ημερών καταιγίδας είναι 12,4 (κυρίως στα τέλη της άνοιξης και του καλοκαιριού). Η μέση τιμή της ετήσιας βροχόπτωσης είναι 420mm. Οι άνεμοι που πνέουν στην περιοχή είναι μικρής έντασης (1-4 Beauford) με συχνότητα στις εντάσεις 1 και 2 Beauford.

Μετρήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί από τους Gabrielides & Theocharis (1978) και Theocharis & Laskaratos (1985) οι κατανομές των θερμοαλατικών χαρακτηριστικών οδήγησαν στα παρακάτω συμπεράσματα:

1) Η υδάτινη στήλη (εκτός του χειμώνα, όπου είναι πλήρως ομογενοποιημένη) διακρίνεται σε τρία στρώματα το επιφανειακό (10-30 m.) το ενδιάμεσο (20 – 40 m) και το βαθύ στρώμα (>50m)

2) Είναι εμφανής ο σχηματισμός τόσο θερμοκλινούς όσο και αλοκλινούς στο ενδιάμεσο στρώμα της υδάτινης στήλης.

3) Η μεταβολή της θερμοκρασίας είναι εποχιακή, στο μεν επιφανειακό από 12 °C το χειμώνα, στους 25,5 °C το καλοκαίρι, ενώ στο ενδιάμεσο η διακύμανση είναι αντίστοιχα 11,5 – 24 °C και βαθύτερα πολύ μικρή.

4) Η αλατότητα στο επιφανειακό στρώμα είναι χαμηλότερη (36,5 στο θέρος και 38 το χειμώνα) σε σύγκριση με το ενδιάμεσο και το βαθύ στρώμα (38 και 38,5 οι αντίστοιχες τιμές θέρους και χειμώνα). Στα ίδια αποτελέσματα έχουν επίσης καταλήξει

Οι τιμές της θερμοκρασίας των νερών παρουσιάζουν ετήσια περιοδικότητα από 12,5 °C – 13,7°C το χειμώνα και 17,3°C - 27,4 °C κατά τους θερινούς μήνες (Πετυχάκης και συν. 2005). Κατά τη διάρκεια του χειμώνα η υδάτινη στήλη παρουσιάζεται ομογενοποιημένη, ενώ την άνοιξη σχηματίζεται το εποχιακό θερμοκλινές, όπου

απομονώνει το επιφανειακό από το βαθύτερο στρώμα νερού. Κατά τη διάσπαση του και πριν τη δημιουργία του παρατηρείται άνθιση του φυτοπλαγκτού.

1.3.2. Ρεύματα

Οι ταχύτητες των ρευμάτων του Παγασητικού κόλπου είναι γενικά ασθενείς (<40m/sec) (Voutsinou – Taliadouri & Baloroulos 1989). Η ανανέωση του νερού πραγματοποιείται στο πυθμενικό στρώμα με την είσοδο του νερού από το Αιγαίο Πέλαγος, κατά μήκος της Ανατολικής Ακτής του Διαύλου του Τρικεριού και έξοδο νερού προς το Αιγαίο κατά μήκος της Δυτικής Ακτής του Διαύλου. Ο μέσος χρόνος ανανέωσης των νερών είναι της τάξεως των 105 ημερών με σημαντική τυπική απόκλιση 51 ημερών (Petihakis *et al.* 2005).

Οι επιφανειακές τιμές παρουσιάζουν ετήσια διακύμανση από 4,5 mg/l μέχρι 6 mg/l και πλησιάζουν τις τιμές κορεσμού καθ όλη τη διάρκεια του έτους (Theodorou 1995, Θεοδώρου και συν. 1997). Οι συγκεντρώσεις αυξάνονται με το βάθος. Οι συγκεντρώσεις την περίοδο Μάιο με Ιούνιο 2004 κυμάνθηκαν από 5,5 -7,7 mg/l σε όλα τα βάθη αποδεικνύοντας ένα καλά οξυγονωμένο σύστημα. Την περίοδο Ιουλίου – Σεπτεμβρίου κυμάνθηκε μεταξύ 5 – 6,5 συμπεραίνοντας ένα επαρκώς οξυγονωμένο σύστημα. Την περίοδο του Νοεμβρίου, με τη βάθυνση του θερμοκλινούς, παρατηρήθηκε ένα σχετικά μεγάλο τμήμα του πυθμένα του κόλπου, που βρίσκεται επάνω από το θερμοκλινές επιτρέποντας έτσι σε θρεπτικά που απελευθερώνονται με βιολογικές βενθικές διεργασίες να βρίσκονται μέσα στην εύρωτη ζώνη. Αυτή η διεργασία έχει ως αποτέλεσμα να εμφανίζει υψηλότερες τιμές (7,8 mg/l) στα επιφανειακά στρώματα και χαμηλότερες τιμές κοντά στον πυθμένα (5 mg/l) (Petihakis *et al.* 2005).

Γενικά, ο Παγασητικός χαρακτηρίζεται ως ολιγοτροφικός με ευτροφικές τάσεις στην περιοχή του όρμου του Βόλου, ενώ παρουσιάζει ελάχιστα αυξημένες συγκεντρώσεις θρεπτικών σε σχέση με το Αιγαίο Πέλαγος με μικρές εποχιακές διακυμάνσεις (Gabrielides & Friligos 1977, Friligos 1988). Είναι εμφανής η μείωση όλων σχεδόν των αλάτων – με εξαίρεση τα πυριτικά – μετά τη λειτουργία του νέου αποχετευτικού αγωγού εκβολής λυμάτων στη θέση Αγκίστρι (Theodorou 1995), αν και ο εσωτερικός κόλπος εξακολουθεί να εμφανίζεται ως μεσότροφος με ευτροφικά ξεσπάσματα (Petihakis *et al.* 2002).

Η χρονοσειρά των τιμών του λόγου N : P παρουσιάζει σημαντική διακύμανση σε σύγκριση με την αναλογία 16:1, υποδηλώνοντας ότι τόσο το άζωτο όσο και ο φώσφορος δρουν περιοριστικά για τη φυτοπλαγκτική αύξηση σε διαφορετικές χρονικές περιόδους (Theodorou 1995, Θεοδώρου και συν. 1997, Petihakis *et al.* 2002).

1.4. Ηλικία

Ο υπολογισμός της ηλικίας των ψαριών είναι απαραίτητος στην αλιευτική έρευνα και βάση αυτής υπολογίζονται ο ρυθμός ανάπτυξης, η θνησιμότητα και η παραγωγικότητα (Campana 2001). Οι βασικές μέθοδοι υπολογισμού της ηλικίας των ψαριών ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες (Νεοφύτου 1997):

1. Εμπειρική μέθοδος
2. Στατιστική μέθοδος (*Petersen*)
3. Ανατομική μέθοδος

1.4.1. Εμπειρική μέθοδος

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην άμεση παρατήρηση ψαριών που διαβιούν σε

περιορισμένο χώρο ή ψάρια που σημάνθηκαν και επανασυλλήφθηκαν. Είναι η αρχαιότερη μέθοδος και χρησιμοποιήθηκε αρχικά από τους ιχθυοτρόφους και στηριζόταν στη μέτρηση του μεγέθους των εκτρεφόμενων ειδών στις διάφορες γνωστές ηλικίες. Σήμερα χρησιμοποιείται ελάχιστα καθώς παρουσιάζει πάρα πολλά προβλήματα (Νεοφύτου 1997).

1.4.2. Στατιστική μέθοδος (*Petersen*)

Όταν η ηλικία των ατόμων δεν μπορεί να προσδιοριστεί με αξιοπιστία, τότε γίνεται ανάλυση της συχνότητας των ατόμων του δείγματος κατά μέγεθος. Οι καμπύλες κατανομής των ατόμων ως προς το μέγεθος, έχουν συνήθως πολλές κορυφές σε αντιπροσωπευτικά δείγματα. Τα άτομα της ίδιας ηλικίας έχουν την τάση να βρίσκονται στην ίδια περιοχή μεγέθους και τα περισσότερα από αυτά βρίσκονται πολύ κοντά σε ένα μέσο μέγεθος (Λυκάκης 1996).

1.4.3. Ανατομική μέθοδος

Η βάση για τη χρησιμοποίηση της ανατομικής μεθόδου υπολογισμού της ηλικίας των ψαριών, είναι η αρίθμηση των ετήσιων «ανακοπών», που εμφανίζονται πάνω στα σκληρά μέρη του σώματός τους όπως τα οστά, τα λέπια, οι ακτίνες των πτερυγίων, τα βραγχιοκαλύμματα, και οι ωτόλιθοι.

Οι ανακοπές αυτές ονομάζονται ετήσιοι δακτύλιοι ανάπτυξης και σχηματίζονται κατά τη διάρκεια διαδοχικών περιόδων ταχείας και βραδείας ανάπτυξης και συμπίπτουν με την περίοδο ανάπτυξης ή μη ανάπτυξης των ψαριών κατά τη διάρκεια του χρόνου (Νεοφύτου 1997).

1.5. Ανάπτυξη

Με τον όρο ανάπτυξη στους ιχθύες εννοείται τόσο η ανάπτυξη σε μήκος όσο και η αύξηση σε βάρος. Η ταχύτητα ανάπτυξης των ψαριών ονομάζεται από πολλούς ερευνητές και ρυθμός ανάπτυξης. Η συνολική ανάπτυξη των ψαριών επηρεάζεται από πάρα πολλούς παράγοντες μεταξύ των οποίων είναι η αφθονία και το μέγεθος της τροφής, ο συνολικός αριθμός (πληθυσμός) των ψαριών που χρησιμοποιεί ένα συγκεκριμένο είδος τροφής, οι φυσικοί παράγοντες (θερμοκρασία, οξυγόνο κ.λπ.), το μέγεθος και η ηλικία των ψαριών και η αναπαραγωγική ωρίμανση.

1.6. Σκοπός της εργασίας

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε μελέτη της βιολογίας, των πληθυσμιακών χαρακτηριστικών και του αποθέματος του γκριζοσαύριδου στον Παγασητικό κόλπο. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν συγκρίθηκαν με προηγούμενες μελέτες στην υπάρχουσα βιβλιογραφία και πιθανών να συμβάλουν στη βελτιστοποίηση της διαχείρισης της αλιείας του είδους στον Παγασητικό κόλπο.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Δειγματοληψίες

Για την πραγματοποίηση της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκαν 580 σαυρίδια που αλιεύθηκαν τον Σεπτέμβριο του 2011 στον Παγασητικό κόλπο τα οποία αλιεύθηκαν με τράτα (με σύρσεις) σε βάθος 61,2 m. Το μήκος του σκάφους ήταν 26 m, το πλάτος 7 m, το βύθισμα 3 m, το βάρος του 300 tn, η ιπποδύναμη 275 HP, το άνοιγμα της πόρτας 90 m, το άνοιγμα δικτυού 15 m και το άνοιγμα ματιού 20 mm. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν έξι καλάδες, εκ των οποίων οι τρεις στις 28-9-2011 και οι άλλες τρεις στις 29-9-2011 και περιελάμβαναν αντίστοιχα τις τοποθεσίες Μιτζέλα, Νησί Τρίκερι και Άφυσσος όπου σε κάθε τοποθεσία πραγματοποιήθηκαν από δύο σύρσεις/καλάδες, τα χαρακτηριστικά των οποίων δίνονται στο κεφάλαιο "Αποτελέσματα - Συζήτηση" στους Πίνακες 1,2. Τα δείγματα αποθηκεύτηκαν σε κατάψυξη (-24° C) του Εργαστηρίου Ιχθυολογίας - Υδροβιολογίας του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

2.2. Περιοχή έρευνας

Τα δείγματα πάρθηκαν από τον Παγασητικό κόλπο. Πρόκειται για έναν ημίκλειστο κόλπο που βρίσκεται στο δυτικό Αιγαίο Πέλαγος. Περιβάλλεται από το Χαλκοδόνη όρος βόρεια, τα όρη Γούρας (δυτικά), το όρος Όθρυς νοτιοδυτικά και το Πήλιο (ανατολικά - νοτιοανατολικά).



2.3. Πειραματικό μέρος

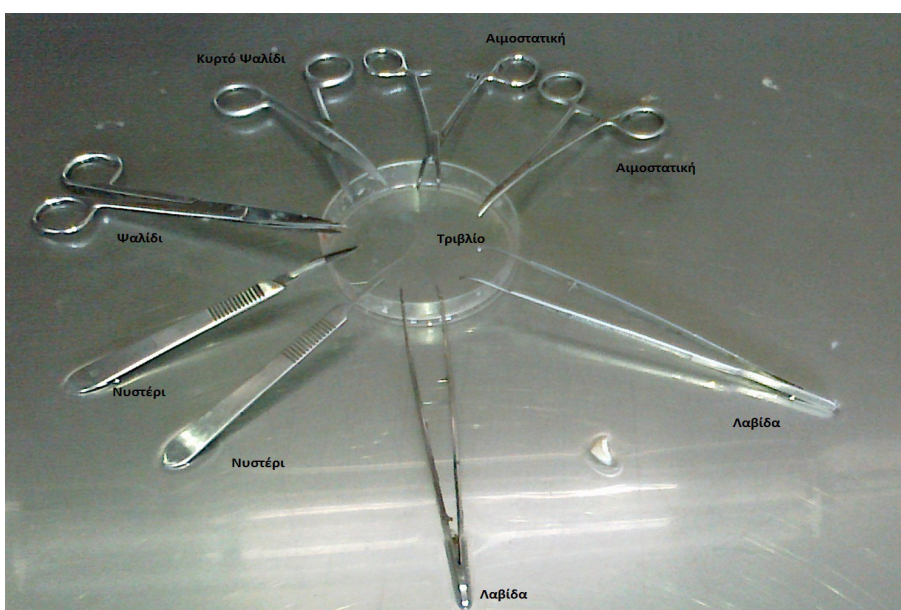
Προκειμένου να μελετηθούν τα βιολογικά χαρακτηριστικά του γκριζοσαύριδου ακολουθήθηκαν, τα παρακάτω βήματα για τα δείγματα που προήλθαν από τη δειματοληψία.

1. Μέτρηση ολικού μήκους (TL)
2. Μέτρηση μεσουραίου μήκους (FL)
3. Μέτρηση ολικού βάρους (TW)
- 4 Αφαίρεση ωτόλιθων, λεπιών και βραγχιοκαλυμμάτων και χρήση τους για προσδιορισμό της ηλικίας των ιχθύων
5. Άνοιγμα των δειγμάτων και προσδιορισμός του φύλου, σε κάθε ιχθύ, μακροσκοπικά

Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για το άνοιγμα των δειγμάτων είναι τα ακόλουθα

(Εικ.1) • Ψαλίδι

- Λαβίδα
- Αιμοστατική
- Νυστέρι
- Τριβλίο



Εικόνα 1: Εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για το άνοιγμα των ψαριών

Στο σύνολο των δειγμάτων υπολογίστηκε το ολικό μήκος (TL) το μεσουραίο μήκος (FL) με τη χρήση ιχθυόμετρου ακριβείας 0,1 cm (Εικ.2). Έπειτα μετρήθηκε το ολικό βάρος (W) με τη χρήση ζυγού ακριβείας 0,1 g (Εικ.3). Στη συνέχεια, αφαιρέθηκαν οι ωτόλιθοι, λέπια και βραγχιοκαλύμματα και τοποθετήθηκαν σε χάρτινα φακελάκια προκειμένου να αποφευχθεί η αλλοίωσή τους (Νεοφύτου 1997) με σκοπό να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό της ηλικίας τους,

Ο προσδιορισμός του φύλου του κάθε ατόμου έγινε μακροσκοπικά από τις γονάδες.



Εικόνα 2: Ιχθυόμετρα ακριβείας 0,1 cm



Εικόνα 3: Ζυγός ακριβείας.

Για την επεξεργασία της κατά μήκος σύνθεσης του πληθυσμού των 580 ψαριών σαυριδιού (σύνολο του δείγματος), έγινε ένα διάγραμμα (ραβδόγραμμα) και ένας πίνακας ανάμεσα στα μεγέθη, αριθμός ψαριών- κλάσεις μεσουραίο μήκος. Τα δείγματα των ψαριών χωρίστηκαν σε κλάσεις μεσουραίου μήκους 1 cm αρχίζοντας από το μήκος του μικρότερου ψαριού.

Στα πλαίσια του πειραματικού μέρους της διπλωματικής μου εργασίας, οι ωτόλιθοι εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα αιθανόλης 75%-γλυκερόλης 25% (Gordoa & Moli 1997) μέχρι πλήρους κάλυψης και έγινε ο προσδιορισμός της ηλικίας των δειγμάτων με παρατήρηση των δακτυλίων στο στερεοσκόπιο με τη βοήθεια ενσωματωμένης κάμερας. Η ανάγνωση πραγματοποιήθηκε με μαύρο υπόβαθρο και προσπίπτοντα φωτισμό. Οι μετρήσεις έγιναν με ανάλυση εικόνας, με τη βοήθεια του λογισμικού Infinity Analyze. Σε κάθε ωτόλιθο μετρήθηκαν ο αριθμός των δακτυλίων, η ολική ακτίνα και η απόσταση κάθε δακτυλίου από τον πυρήνα. Οι ηλικιακές κλάσεις καθορίστηκαν με βάση το αριθμό των δακτυλίων καθώς σχηματίζεται ένας δακτύλιος ανά έτος. Εξετάστηκαν επίσης τα λέπια και τα βραγχοκαλύμματα προκειμένου να διαπιστωθεί εάν δίνουν ή όχι συγκρίσιμα αποτελέσματα καθώς η ανάγνωση δακτυλίων στους ωτόλιθους, στο συγκεκριμένο είδος, παρουσιάζει δυσκολίες εξαιτίας της πιθανής παρουσίας ψευδοδακτυλίων, ωστόσο αποτελεί τον πιο αξιόπιστο τρόπο εκτίμησης της ηλικίας του ψαριού.

Τα λέπια πριν να εξεταστούν καθαρίστηκαν από τυχόν ιστούς με θρυψίνη και τοποθετήθηκαν μεταξύ δύο αντικειμενοφόρων πλακών. Η ανάγνωσή τους έγινε στο στερεοσκόπιο με μαύρο υπόβαθρο και προσπίπτοντα φωτισμό. Τα βραγχοκαλύμματα τοποθετήθηκαν σε νερό που έβραζε σε πολύ χαμηλή φωτιά, για 1-2 λεπτά, για να απομακρυνθούν οι ιστοί (Phelps et al. 2007, Khan & Khan 2009)

Για τον υπολογισμό των μέσων ανάδρομων μηκών χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση των Fraser-Lee (Francis 1990) θεωρώντας ότι η σχέση μεταξύ του μήκους ψαριού και ακτίνας ωτόλιθου είναι γραμμική:

$$L_t = a + (L_c - a) * (S_t / S_c)$$

όπου: L_t = Το ζητούμενο μήκος ψαριού σε cm

L_c = Το μήκος του ψαριού κατά τη σύλληψη σε cm

S_c = Το συνολικό μήκος του ωτόλιθου

S_t = το μήκος του ωτόλιθου μέχρι την ηλικία t.

a = Σταθερά

Ο υπολογισμός της σταθεράς έγινε με τη χρησιμοποίηση της γραμμικής εξίσωσης της μορφής $L = a + b * S$

2.4. Επεξεργασία δεδομένων

Τα δεδομένα που προήλθαν από τις μετρήσεις επεξεργάστηκαν προκειμένου να προσδιοριστεί η σύνθεση του δείγματος και να υπολογιστούν διάφοροι παράμετροι που δείχνουν την κατάσταση του πληθυσμού. Οι παράμετροι που υπολογίστηκαν είναι:

- Οι συντελεστές a και b από τη συσχέτιση μεσουραίου μήκους – βάρους,
- Ο δείκτης ευρωστίας (K)
- Οι παράμετροι αύξησης von Bertalanffy (L_{∞} , K, t_0) με τη χρήση του λογισμικού STATGRAPHICS,
- Οι θνησιμότητες: ολική (Z), φυσική (M) και αλιευτική (F), και ο ρυθμός εκμετάλλευσης (E),

2.4.1. Σχέση μήκους – βάρους

Η σχέση μεταξύ του μήκους και του βάρους στα ψάρια συνήθως εκφράζεται από την εξίσωση: (Νεοφύτου 1990)

$$W=a*L^b$$

όπου, W = Το βάρος (σε g),

L = Το μεσουραίο μήκος (σε cm),

a και b = Σταθερές.

Οι τιμές υπολογίζονται από το λογαριθμικό μετασχηματισμό της εξίσωσης, όπου προκύπτει.

Η παράμετρος b είναι ο συντελεστής παλινδρόμησης, με τιμές μεταξύ 2 και 4. Συχνότερα κυμαίνεται κοντά στο 3. Όταν το $b = 3$ σημαίνει ότι το ψάρι αυξάνεται συμμετρικά ως προς το μήκος και το βάρος, ενώ όταν $b \neq 3$ υπάρχει αλλομετρική αύξηση. Όταν $b > 3$ σημαίνει ότι τα ψάρια μεγαλώνοντας γίνονται βαρύτερα σε σχέση με το μήκος τους. Η παράμετρος a δείχνει τη φυσική κατάσταση του ψαριού (Schneider *et al.* 2000).

Ο δείκτης ευρωστίας (K) υπολογίζεται με βάση τα δεδομένα μήκους και βάρους σύμφωνα με την εξίσωση:

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

όπου, W = Το βάρος (σε g),

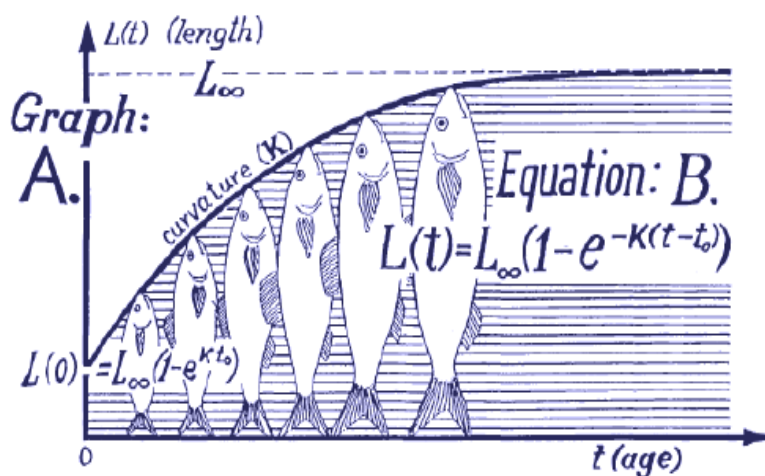
L = Το μήκος (σε cm),

b = Ο συντελεστής παλινδρόμησης, ο οποίος λαμβάνεται από τη συσχέτιση του μήκους και του βάρους.

2.4.2. Εξίσωση von Bertalanffy

Η ανάγκη για ανάπτυξη νέων τεχνικών διαχείρισης των ιχθυοπληθυσμών προκειμένου να διατηρηθούν οι πληθυσμοί και ο ρυθμός ανάπτυξης τους σε κανονικά επίπεδα οδήγησε στην εντατική μελέτη και εξέλιξη μαθηματικών μοντέλων. Ένα τέτοιο μοντέλο είναι αυτό που αναπτύχθηκε από τον von Bertalanffy για το μήκος (ή το βάρος) των ψαριών στην ηλικία t .

Σύμφωνα με την εξίσωση το μήκος σώματος ενός ψαριού τείνει να αποκτήσει ασυμπτωτικά μια μέγιστη τιμή. Έτσι, το γράφημα του μήκους σε σχέση με την ηλικία σχηματίζει καμπύλη της οποίας η κλίση πλησιάζει ασυμπτωτικά μια παράλληλη προς τον άξονα της ηλικίας (Στεργίου 1991) και που θεωρητικά η ανάπτυξη του ψαριού ολοκληρώνεται. (Εικ. 4)



Εικόνα 4: Σχηματική απεικόνιση της εξίσωσης ανάπτυξης Von Bertalanffy (Πηγή Sparre and Venema 1998)

Η εξίσωση που υπολογίζει τις παραμέτρους ανάπτυξης είναι:

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

όπου, L_t = Το μήκος του ψαριού τη χρονική στιγμή t ,

L_{∞} = Το ασυμπτωτικό μήκος σώματος (το μήκος που θα αποκτούσε το ψάρι αν ζούσε απεριόριστα),

K = Η παράμετρος που εκφράζει το ρυθμό με τον οποίο το άτομο πλησιάζει το L_{∞} και μετριέται σε $1/t$,

t = Η ηλικία σε έτη,

t_0 = Η υποθετική ηλικία στην οποία το άτομο έχει μηδενικό μήκος.

2.4.3. Θνησιμότητες και ρυθμός εκμετάλλευσης

Η ολική θνησιμότητα (Z) υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας την εξίσωση Beverton & Holt (Beverton & Holt 1956)

$$Z = K * (L_{\infty} - L_M / L_M - L')$$

όπου: L_{∞} = το ασυμπτωτικό μήκος

K = ο ρυθμός αύξησης

L' = το μήκος εκείνο πάνω από το οποίο όλα τα άτομα συλλαμβάνονται από το αλιευτικό εργαλείο

L_M = είναι το μέσο μήκος των ατόμων με μήκος μεγαλύτερο του L'

Η φυσική θνησιμότητα (M) υπολογίστηκε από τη χρήση της εμπειρικής εξίσωσης του Pauly (1980) και η αλιευτική θνησιμότητα (F) υπολογίστηκε από τον τύπο $F = Z - M$. Ο ρυθμός εκμετάλλευσης (E) υπολογίστηκε από τον τύπο $E = F / F + M$ (Beverton 1963).

Εμπειρική εξίσωση του Pauly:

$$\log(M) = -0,0152 - 0,279 * \log(L_{\infty}) + 0,6543 * \log(K) + 0,463 * \log(T)$$

όπου,

L_{∞} = το ασυμπτωτικό μήκος (cm),

K = ο ρυθμός προσέγγισης του ασυμπτωτικού μήκους (yr^{-1}),

T = η μέση ετήσια θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}$) της στήλης του νερού.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1. Δειγματοληψία

Για την πραγματοποίηση της παρούσας μελέτης πραγματοποιήθηκαν συνολικά έξι καλάδες, εκ των οποίων οι τρεις στις 28-9-2011 και οι άλλες τρεις στις 29-9-2011 και περιελάμβαναν αντίστοιχα τις τοποθεσίες Μιτζέλα, Νησί Τρίκερι και Άφυσσος όπου σε κάθε τοποθεσία πραγματοποιήθηκαν από δύο σύρσεις/καλάδα, τα χαρακτηριστικά των οποίων δίνονται στους Πίνακες 1 & 2.

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά των Σταθμών δειγματοληψίας

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΡΣΗ/ΩΡΑ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ (Kt)	ΚΑΤΕΥ ΘΥΝΣΗ (°)	ΒΑΘΟΣ (m)
ΜΙΤΖΕΛΑ	1η 10:00	39° 15' 535''	22° 55' 550''	2,7	159	61,2
ΜΙΤΖΕΛΑ	2η 10:30	39° 09' 864''	22° 56' 470''	2,7	159	61,2
ΝΗΣΙ ΤΡΙΚΕΡΙ	1η 12:20	39° 11' 940''	23° 00' 102''	2,4	360	82,8
ΝΗΣΙ ΤΡΙΚΕΡΙ	2η 12:50	39° 13' 371''	23° 00' 088''	2,4	360	82,8
ΑΦΥΣΣΟΣ	1η 14:15	39° 13' 084''	23° 07' 827''	2,6	322	93,6
ΑΦΥΣΣΟΣ	2η 14:45	39° 14' 626''	23° 06.694	2,6	322	93,6

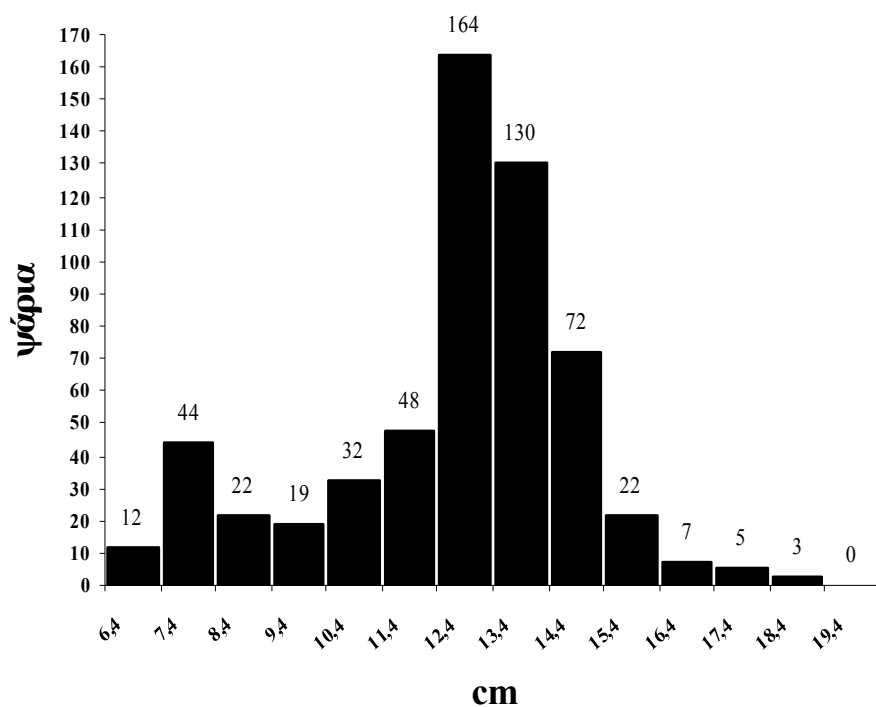
Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά των Σταθμών δειγματοληψίας

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΡΣΗ/ΩΡΑ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ (Κι)	ΚΑΤΕΥΘ ΥΝΣΗ (ω)	ΒΑΘΟΣ (m)
ΜΙΤΖΕΛΑ	1η 10:00	39° 10' 817''	22° 55' 337''	3	155	61,2
ΜΙΤΖΕΛΑ	2η 10:30	39° 09' 060''	22° 56' 504''	3	155	61,2
ΝΗΣΙ ΤΡΙΚΕΡΙ	1η 12:20	39° 13' 174''	23° 00' 370''	2,8	357	84,6
ΝΗΣΙ ΤΡΙΚΕΡΙ	2η 12:50	39° 14' 765''	23° 00' 033''	2,8	357	84,6
ΑΦΥΣΣΟΣ	1η 14:15	39° 13' 184''	23° 08' 397''	2,8	333	95,4
ΑΦΥΣΣΟΣ	2η 14:45	39° 14' 791''	23° 07' 188''	2,8	333	95,4

Το συνολικό αλιεύμα για τα είδη *Trachurus trachurus* και *Trachurus mediterraneus* και για τις δύο μέρες ήταν 64,55 Kg για τη Μιτζέλα, 50,05 Kg για την Άφυσσο και 40,5 για το Νησί Τρίκερι.

3.2. Κατανομή-σύνθεση του πληθυσμού

Για την απεικόνιση της κατά μήκος σύνθεσης του πληθυσμού των 580 ψαριών σαυριδιού (σύνολο του δείγματος) έγινε ένα ραβδόγραμμα ανάμεσα στα μεγέθη, αριθμός ψαριών- κλάσεις μεσουραίο μήκος, όπου τα δείγματα των ψαριών χωρίστηκαν σε κλάσεις μεσουραίου μήκους 1 cm αρχίζοντας από το μήκος του μικρότερου ψαριού. (Σχήμ.1)



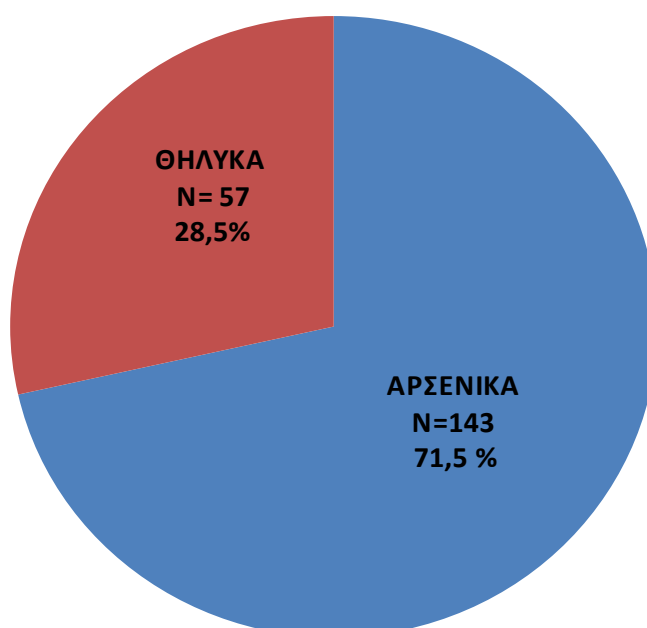
Σχήμα 1: Κλάσεις μεσουραίου μήκους (cm) 580 ψαριών σαυριδιού

Κλάσεις	Άτομα
$6,4 \leq 7,4$	12
$7,4 \leq 8,4$	44
$8,4 \leq 9,4$	22
$9,4 \leq 10,4$	19
$10,4 \leq 11,4$	32
$11,4 \leq 12,4$	48
$12,4 \leq 13,4$	164
$13,4 \leq 14,4$	130
$14,4 \leq 15,4$	72
$15,4 \leq 16,4$	22
$16,4 \leq 17,4$	7
$17,4 \leq 18,4$	5
$18,4 \leq 19,4$	3
	580

Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την επεξεργασία των δεδομένων παρατηρήθηκε ότι δεν υπήρχε μεγάλη διακύμανση στα μεγέθη των γκριζοσαυριδών, με ελάχιστο μεσουραίο μήκος 6,4 cm και μέγιστο 19,4 cm. Το γεγονός ότι δεν βρέθηκαν καθόλου ψάρια με μεγαλύτερα μήκη, σε σημαντικό βαθμό πιθανόν να οφείλεται στις κλιματολογικές συνθήκες, το βάθος αλίευσης και στο στάδιο βιολογικού κύκλου των ψαριών καθώς σε μια αντίστοιχη μελέτη για το σαυρίδι στο Σαρωνικό Κόλπο (C. Karlou-Riga 2000) το ολικό μήκος (TL) των σαυριδιών που είχαν αλιευτεί κατά την περίοδο Ιουλίου-Αυγούστου-Σεπτεμβρίου δεν ξεπερνούσε τα 22,4 cm.

Κατά τη δειγματοληψία τα περισσότερα άτομα εμφανίστηκαν στις κλάσεις μήκους 12,4 – 14,4 cm σε ποσοστό 50,6 % ενώ στις κλάσεις μήκους 11,4 – 15,4 cm σε ποσοστό 71,3%. Η αναλογία αρσενικών-θηλυκών στο δείγμα των 200 ατόμων ήταν 143:57 δηλαδή 71,5% αρσενικά και 28,5% θηλυκά. (Σχήμ.2)

Σχήμα 2: Απεικόνιση ποσοστού αρσενικών-θηλυκών ατόμων σαυριδιού



Τα θηλυκά, εμφανίζουν λίγο μεγαλύτερο μεσουραίο μήκος και ολικό βάρος σε σχέση με τα αρσενικά και μικρότερο συντελεστή ευρωστίας K τόσο για το ολικό όσο και για το καθαρό βάρος, απ' αυτό των αρσενικών, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3: Μορφολογικά χαρακτηριστικά πληθυσμού-αρσενικών-θηλυκών

M.O.	200 ΑΤΟΜΑ	ΑΡΣΕΝΙΚΑ (143)	ΘΗΛΥΚΑ (57)
Μεσουραίο Μήκος(cm)	13,85±1,50	13,83±1,50	13,89±1,48
Ολικό Βάρος (gr)	31,12±9,85	31,06±9,95	31,2±9,58
Καθαρό Βάρος (gr)	28,62±9,14	28,65±9,22	28,45±8,95
$K_{\text{ολικού σωματ. Βάρους}}$	2,63±0,31	2,77±0,33	2,22±0,25
$K_{\text{καθαρού σωματ. Βάρους}}$	2,04±0,24	2,11±0,25	1,79±0,22

Όμως η Στατιστική Ανάλυση με το πρόγραμμα SPSS (17.0) με τη μέθοδο “Independent t-test” για επίπεδο σημαντικότητας $P=0,05$ έδειξε ότι, δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο φύλων αρσενικό-θηλυκό, όσον αφορά τους M.O. των μεγεθών μεσουραίο μήκος ($M.O._{FL \text{ αρσ}}=13,83$ $M.O._{FL \text{ θηλ}}=13,89$ $P=0,79$), ολικό βάρος ($M.O._{TW \text{ αρσ}}=31,06$ $M.O._{TW \text{ θηλ}}=31,2$ $P=0,93$) και καθαρό βάρος ($M.O._{NW \text{ αρσ}}=28,65$ $M.O._{NW \text{ θηλ}}=28,45$ $P=0,89$). Αντίθετα οι M.O. του συντελεστή ευρωστίας K τόσο για το καθαρό όσο και για το ολικό βάρος μεταξύ αρσενικών-θηλυκών έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά, με τον K αρσενικών μεγαλύτερο τόσο για το καθαρό ($M.O. K_{NW \text{ αρσ}}=2,11$ $M.O. K_{NW \text{ θηλ}}=1,79$ $P=1,04*10^{-14}$) όσο και για το ολικό βάρος

(M.O. $K_{TW_{αρσ}}=2,77$ M.O. $K_{TW_{θηλ}}=2,22$ $P=5,92*10^{-23}$). Οπότε συνοψίζοντας συμπεραίνουμε ότι ο συντελεστής ευρωστίας K , τόσο για το ολικό όσο και για το καθαρό βάρος, εξαρτάται από το φύλο των ψαριών. Επίσης το μεσουραίο μήκος, το ολικό βάρος και το καθαρό βάρος είναι ανεξάρτητο από το φύλο των ψαριών.

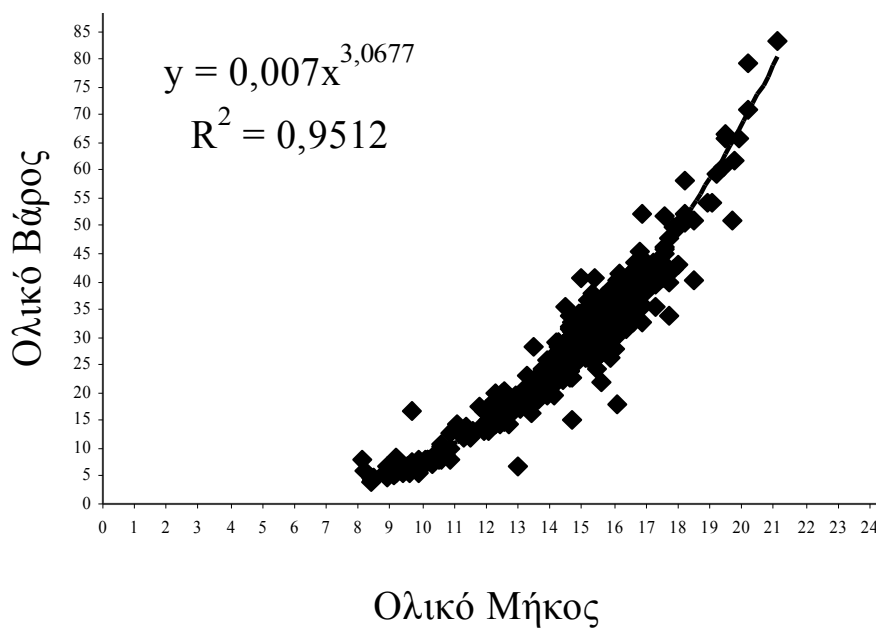
3.3. Συσχέτιση Μήκους – Βάρους

Το ολικό μήκος (TL), ο ολικό βάρος (W) και το μεσουραίο μήκος (TL) υπολογίσθηκε σε όλα τα δείγματα σαυριδιού. Η σχέση μεταξύ τους δίνεται από την εξίσωση (1), όπου οι παράμετροι της εξίσωσης a και b υπολογίστηκαν με τη λογαρίθμηση της εξίσωσης (1) που μετασχηματίζεται στην (2).

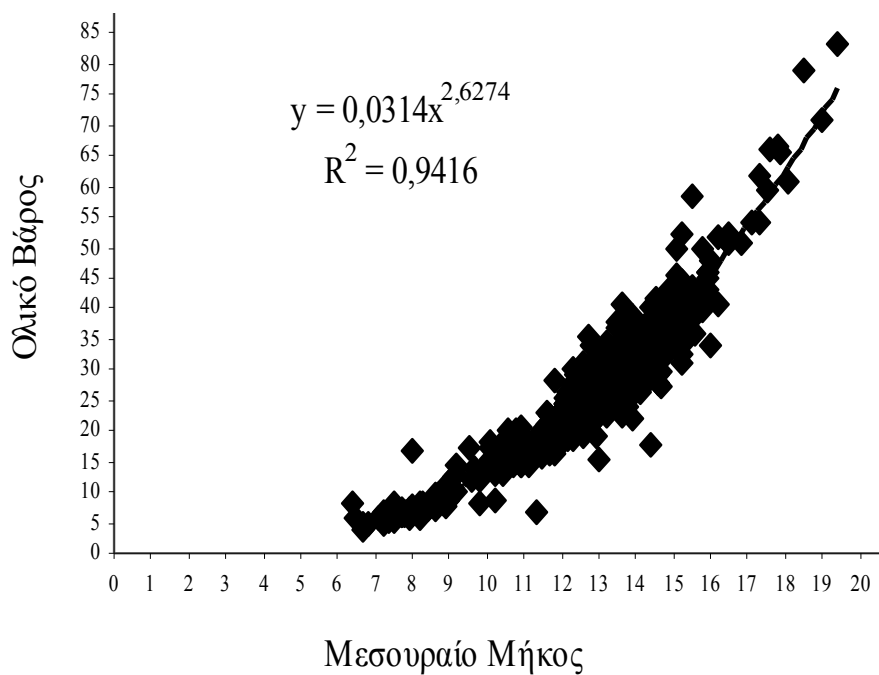
$$(1) \quad W=a*L^b$$

$$(2) \quad \log W=\log a+ b*\log L$$

Στο Σχήμα 3 εμφανίζεται η συσχέτιση ολικού μήκους – ολικού βάρους για το σύνολο των δειγμάτων της δειγματοληψίας του 2011, και στο Σχήμα 4 εμφανίζεται η συσχέτιση μεσουραίου μήκους – ολικού βάρους για το σύνολο των δειγμάτων της δειγματοληψίας του 2011.



Σχήμα 3: Σχέση ολικού μήκους (cm) - ολικού βάρους (gr) του συνολικού πληθυσμού των σαυριδίων



Σχήμα 4: Σχέση μεσουραίου μήκους (cm)–ολικού βάρους(gr) του συνολικού πληθυσμού

Από τη συσχέτιση μεσουραίου μήκους-ολικού βάρους (Σχήμ.4), για το σύνολο των ψαριών, βρέθηκαν $R^2=0,94$ και παράμετρος συσχέτισης $b=2,62$ που σημαίνει ότι η σωματική ανάπτυξη των ψαριών έχει αρνητική αλλομετρία ως προς το μήκος τους, δηλαδή το μήκος τους αυξάνεται γρηγορότερα σε σχέση με το βάρος τους. Ομοίως στη μελέτη του Κούκος Μ.Α.(2006) στον Παγασητικό βρέθηκε $b=2,97$ και των Petrakis and Stergiou (1995) στην Ελλάδα, όσον αφορά τη συσχέτιση μεσουραίου μήκους-ολικού βάρους βρέθηκε $b=2,80$.

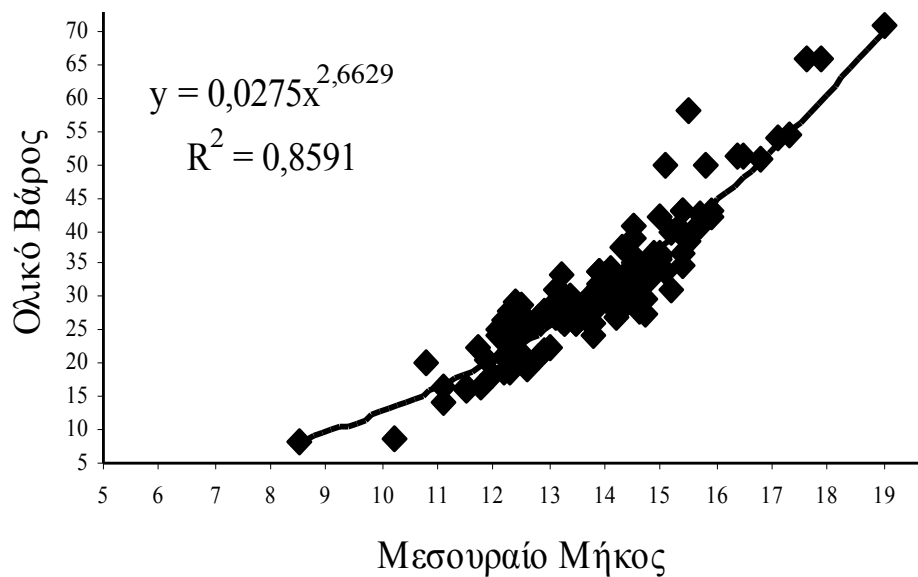
Από τη συσχέτιση ολικού μήκους-ολικού βάρους (Σχήμ.3), για το σύνολο των ψαριών, βρέθηκαν $R^2=0,95$ και παράμετρος συσχέτισης $b=3,06$ που σημαίνει ότι η αύξηση έχει οριακά θετική αλλομετρία . Οι μελέτες των Karlou-Riga and Sims (1997) στην Ελλάδα με $b=3,07$, M. Šantić et al (2011) στην Αδριατική θάλασσα με $b= 3,00$, Kerstan (1985) στην Ιρλανδία και Αγγλία με $b=3,12$ και Coull et al (1989) στη Βόρεια Θάλασσα με $b=3,29$ συμφωνούν με την παρούσα μελέτη καθώς εμφανίζουν τιμές $b > 3$ άρα έχουν θετική αλλομετρία. Αντιθέτως αρνητική αλλομετρία βρέθηκε από τους Κούκος Μ.Α.(2006) στον Παγασητικό με $b=2,92$, Moutopoulos and Stergiou(2002) στη Ελλάδα με $b= 2,82$, Koutrakis and Tsiklitiras (2003) στην Ελλάδα με $b=2,87$.

(Πίν. 4). Η οριακά θετική αλλομετρία που παρουσιάστηκε στον Παγασητικό πιθανόν να οφείλεται στα φυσικά χαρακτηριστικά της περιοχής (ημίκλειστος κόλπος) όπου η τροφή δεν αποτελεί περιοριστικό παράγοντα.

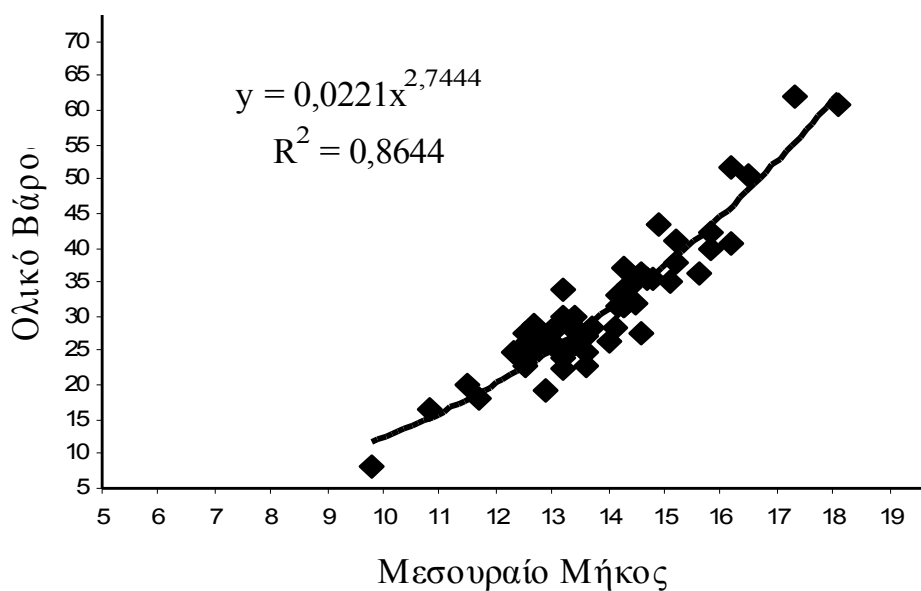
Πίνακας 4: Παράμετροι a και b της συσχέτισης ολικού-μεσουραίου μήκους και ολικού βάρους

Πηγή	ΜΗΚΟΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ	a	b
Μπότα Ε. (2014)	TL	Παγασητικός	0,007	3,067
Κούκος Μ.Α.(2006)	TL	Παγασητικός	0,0100	2,92
Karlou-Riga and Sims (1997)	TL	Σαρωνικός	0,0061	3,070
M. Šantić et al (2011)	TL	Adriatic Sea	0,0084	3,001
Kerstan (1985)	TL	Ireland and UK	0,0043	3,125
Coull et al (1989)	TL	North Sea	0,0034	3,294
Moutopoulos and Stergiou (2002)	TL	Ν.Δ. Αιγαίο Σαρωνικός	0,0144	2,824
Koutrakis and Tsikliras (2003)	TL	Ν.Δ. Αιγαίο	0,0122	2,870
Μπότα Ε. (2014)	FL	Παγασητικός	0,0314	2,627
Κούκος (2006)	FL	Παγασητικός	0,012	2,97
Petrakis and Stergiou (1995)	FL	Σαρωνικός	0,0319	2,804

Για κάθε φύλο ξεχωριστά παρουσιάζονται οι συσχετίσεις ολικού βάρους-μεσουραίου μήκους και καθαρού βάρους-μεσουραίου μήκους αντίστοιχα, στα Σχήματα 5, 6, 7 και 8.



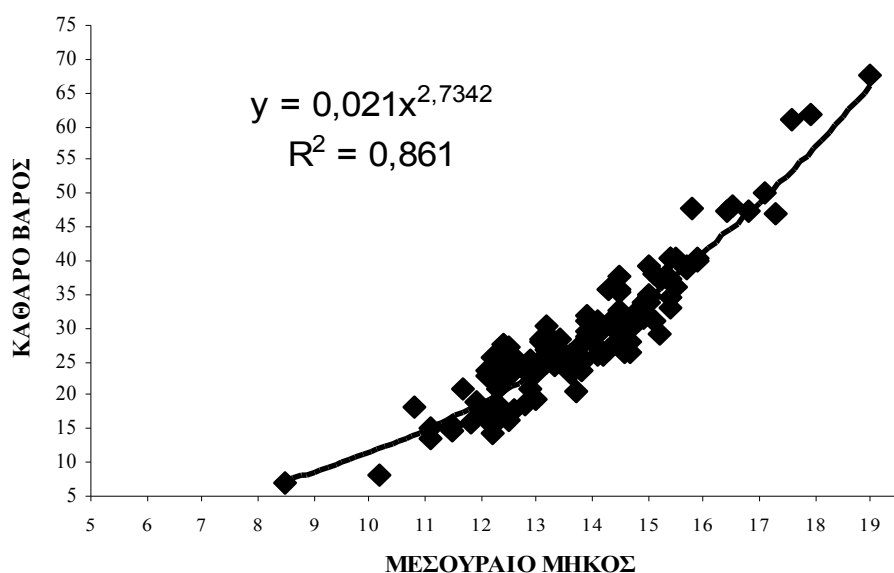
Σχήμα 5: Σχέση μεσουραίου μήκους(cm)-ολικού βάρους (gr) στα αρσενικά άτομα



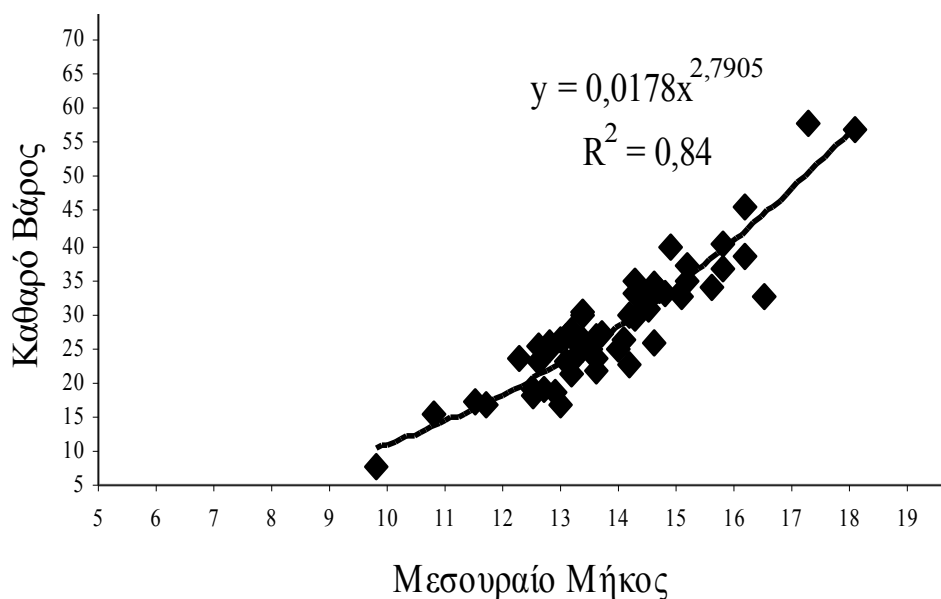
Σχήμα 6: Σχέση μεσουραίου μήκους (cm)-ολικού βάρους (gr) στα θηλυκά άτομα

Φύλο	a	b	R ²
Αρσενικά	0,027	2,662	0,86
Θηλυκά	0,022	2,744	0,86

Από τη συσχέτιση μεσουραίου μήκους-ολικού βάρους, σε αρσενικά-θηλυκά (Σχήμ.5,6) παρατηρούμε ότι τα θηλυκά έχουν μεγαλύτερο συντελεστή b, που σημαίνει ότι τα αρσενικά αυξάνονται σε μήκος σε σχέση με το βάρος τους, λίγο ταχύτερα από τα θηλυκά. Όμως και τα δύο φύλα αυξάνονται ταχύτερα σε μήκος σε σχέση με το βάρος τους (αρνητική αλλομετρία).



Σχήμα 7: Σχέση μεσουραίου μήκους (cm)-καθαρού βάρους (gr) στα αρσενικά άτομα



Σχήμα 8: Σχέση μεσουραίου μήκους(cm)-καθαρού βάρους (gr) στα θηλυκά άτομα

Φύλο	a	b	R ²
Αρσενικά	0,021	2,734	0,86
Θηλυκά	0,017	2,790	0,84

Από τη συσχέτιση μεσουραίου μήκους-καθαρού βάρους σε αρσενικά-θηλυκά (Σχήμ.7,8) παρατηρούμε ότι τα θηλυκά έχουν μεγαλύτερο συντελεστή b, που σημαίνει ότι τα αρσενικά αυξάνονται σε μήκος σε σχέση με το βάρος τους, λίγο ταχύτερα από τα θηλυκά. Όμως και τα δύο φύλα αυξάνονται ταχύτερα σε μήκος σε σχέση με το βάρος τους (αρνητική αλλομετρία).

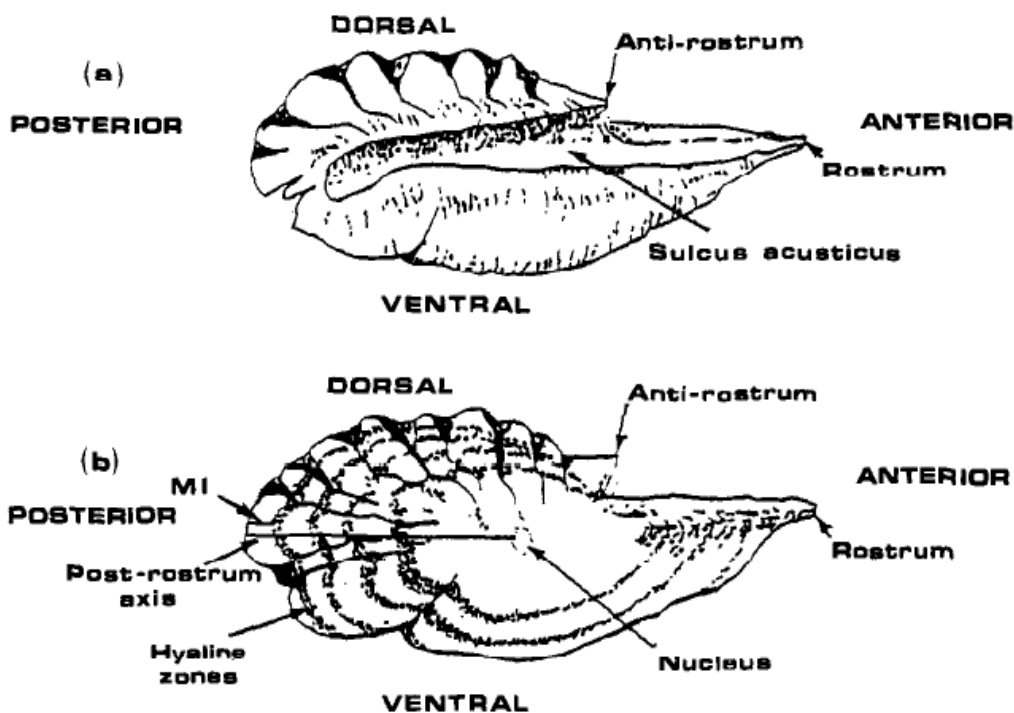
3.4. Ηλικία

Η ηλικία των δειγμάτων προσδιορίστηκε κατά κύριο λόγο, με την ανάγνωση των

ωτόλιθων από τα δείγματα. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία θεωρείται η περισσότερο αξιόπιστη μέθοδος προσδιορισμού ηλικίας για το σαυρίδι καθώς σχεδόν όλες οι βιβλιογραφικές αναφορές όσον αφορά την ηλικία σχετίζονται με τους ωτόλιθους, όπως φαίνεται στον Πίνακα 12. Ο ωτόλιθος σχηματίζεται από διαδοχικές αποθέσεις ασβεστολιθικού και πρωτεϊνών, οι οποίες σχηματίζουν ομόκεντρους δακτυλίους ή ζώνες με διαφορετικό πλάτος και υφή. Η εμφάνιση της κάθε ζώνης ποικίλει από εξαιρετικά αδιαφανή σε πλήρη υαλώδη (διαφανή), ανάλογα με το ποσοστό οργανικού άνθρακα σε κάθε ζώνη. Οι αδιαφανείς ζώνες διαμορφώνονται κατά τη διάρκεια της περιόδου γρήγορης αύξησης και οι διαφανείς ζώνες συνήθως κατά την διάρκεια της περιόδου αργής αύξησης (Rodriguez Mendoza 2006).

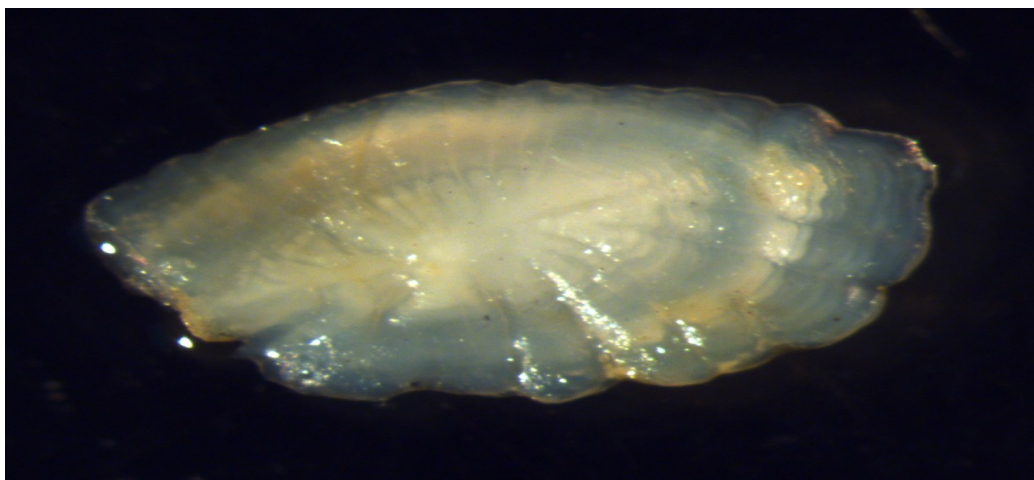
Οποιαδήποτε σημαντική αλλαγή στο περιβάλλον στο οποίο ζει ένα ψάρι είναι πιθανό να προκαλέσει τον σχηματισμό ενός δακτυλίου. Στις εύκρατες περιοχές, οι διαφορές μεταξύ του καλοκαιριού και χειμώνα χαρακτηρίζονται από αλλαγές στη θερμοκρασία του νερού και στην ποσότητα της διαθέσιμης τροφής, που επηρεάζουν τον ρυθμό αύξησης των ψαριών. Ψάρια που ζουν σε πιο ομοιόμορφα περιβάλλοντα π.χ. Σε πολικές ή τροπικές περιοχές σε διαμορφώνουν ζώνες αργής ή γρήγορης ανάπτυξης στις σκελετικές τους δομές. (Holden & Raitt 1974).

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι οι ωτόλιθοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ισχυρά εργαλεία για τον προσδιορισμό της ηλικίας. Αυτό είναι πολύ σημαντικό καθώς η ηλικία, η θνησιμότητα και ο ρυθμός ανάπτυξης είναι τρία από τα βασικότερα χαρακτηριστικά στο βιολογικό κύκλο των ψαριών που ελέγχουν την παραγωγικότητας των ιχθυοπληθυσμών (Campana 2001). Οι ίδιες παράμετροι είναι χρήσιμες για την εκτίμηση του ιχθυοαποθέματος.

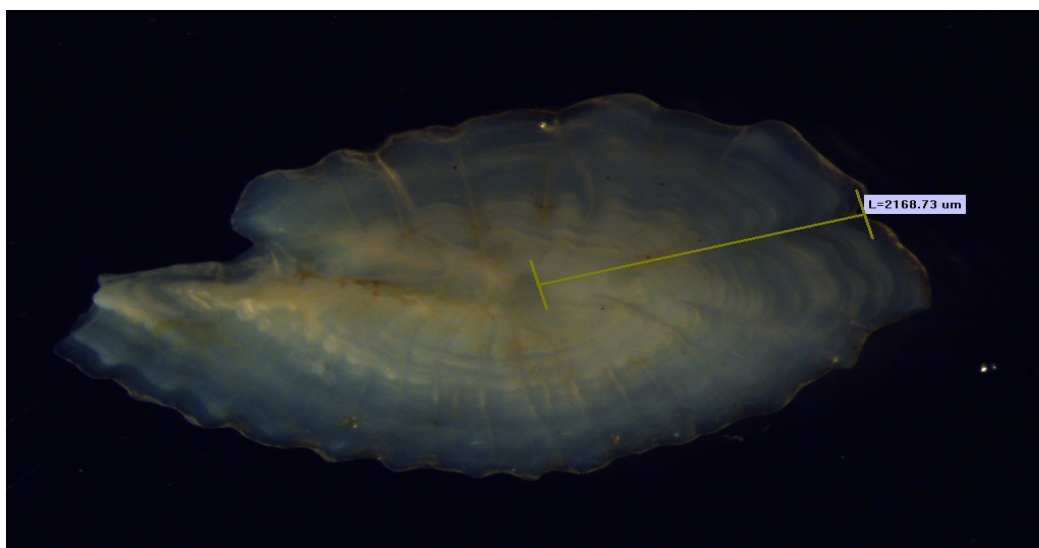


Εικόνα 1: Προσδιορισμός ηλικίας σαυριδίου με τη μέθοδο των δακτυλίων (Δεξιός και αριστερός ωτόλιθος)

Ωστόσο η ανάγνωση των δακτυλίων των ωτόλιθων στο σαυρίδι παρουσιάζει δυσκολίες και απαιτεί εμπειρία καθώς οι δακτύλιοι είναι πιο δισδιάκριτοι σε σχέση με άλλα είδη ψαριών . Η ανάγνωση των δακτυλίων γίνεται από τον πυρήνα του ωτόλιθου προς την περιοχή που ονομάζεται post-rostrum όπως φαίνεται στη Εικόνα 1. (C. Karlou-Riga 2000). Στις παρακάτω εικόνες απεικονίζονται ωτόλιθοι , όπου διακρίνεται ο 1ος δακτύλιος στο σαυρίδι (Εικ.2) και μια απεικόνιση της μέτρησης της ακτίνας του ωτόλιθου στο σαυρίδι (Εικ.3) .



Εικόνα 2 : Ωτόλιθος σαυριδίου (διακρίνεται ο 1ος δακτύλιος)

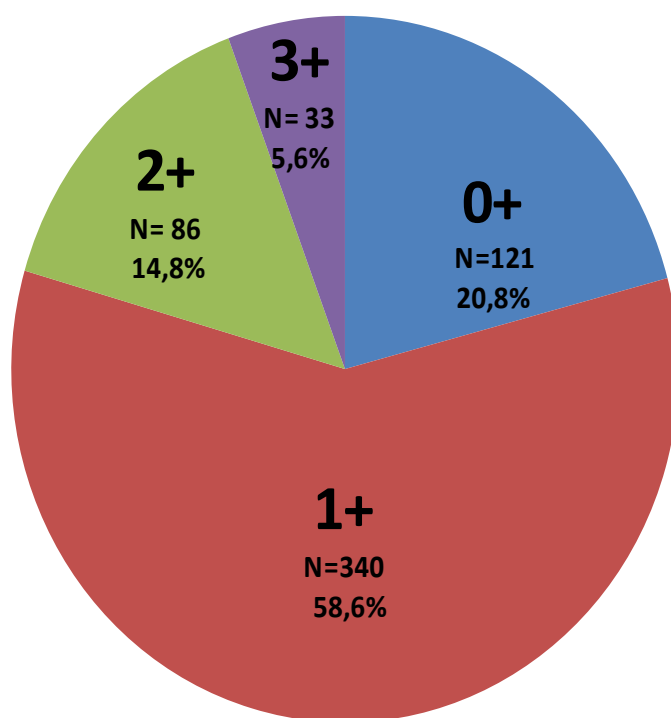


Εικόνα 3 : Μέτρηση ακτίνας ωτόλιθου σαυριδίου για προσδιορισμό της ηλικίας του

Για τον υπολογισμό της ηλικίας με την Ανατομική Μέθοδο, για την ανάγνωση των ωτόλιθων και τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε στερεοσκόπιο με ενσωματωμένη φωτογραφική μηχανή. Η ανάλυση της εικόνας έγινε με τη βοήθεια του λογισμικού Infinity Analyze. Για επιβεβαίωση έγινε έλεγχος για υπέρξη δακτυλίων και στα λέπια για περισσότερο ασφαλή συμπεράσματα. Η ηλικία προσδιορίστηκε σε 580 δείγματα.

Εξαιρέθηκαν οι ωτόλιθοι που ήταν σπασμένοι. Οι συχνότητες της ηλικιακής κατανομής βρέθηκε από 0+ έως 3+ έτη, με το 20,8% των ατόμων (N=121) να είναι 0+ ετών, το 58,6% των ατόμων (N=340) να είναι 1+ ετών, το 14,8% των ατόμων (N=86) να είναι 2+ ετών και το 5,6% των ατόμων (N=33) να είναι 3+ ετών (Σχήμ.9)

Σχήμα 9: Απεικόνιση ηλικιών 0+ , 1+ , 2+ και 3+ του σαυριδίου στο δείγμα



Αναλυτικά, ύστερα από την ανάγνωση των ωτολίθων στο στερεοσκόπιο βρέθηκαν οι παρακάτω δακτύλιοι ανά κλάση μεσουραίου μήκους:

Πίνακας 5. Αριθμός δακτυλίων συνολικά και ανά κλάση μεσουραίου μήκους

Κλάσεις μήκους (cm)	Σύνολο ατόμων (580)	Ετήσιοι δακτύλιοι			
		0	1	2	3
6,4-7,4	12	12			
7,4-8,4	44	44			
8,4-9,4	22	22			
9,4-10,4	19	19			
10,4-11,4	32	24	8		
11,4-12,4	48		48		
12,4-13,4	164		164		
13,4-14,4	130		120	10	
14,4-15,4	72			72	
15,4-16,4	22			4	18
16,4-17,4	7				7
17,4-18,4	5				5
18,4-19,4	3				3
N (αριθμός ατόμων)	580	121	340	86	33
Μέσο μεσουραίο μήκος (cm) και τυπική απόκλιση (M.O. FL ± SD)		8,89±1,52	13,31±0,67	14,83±0,41	16,92± 1,07

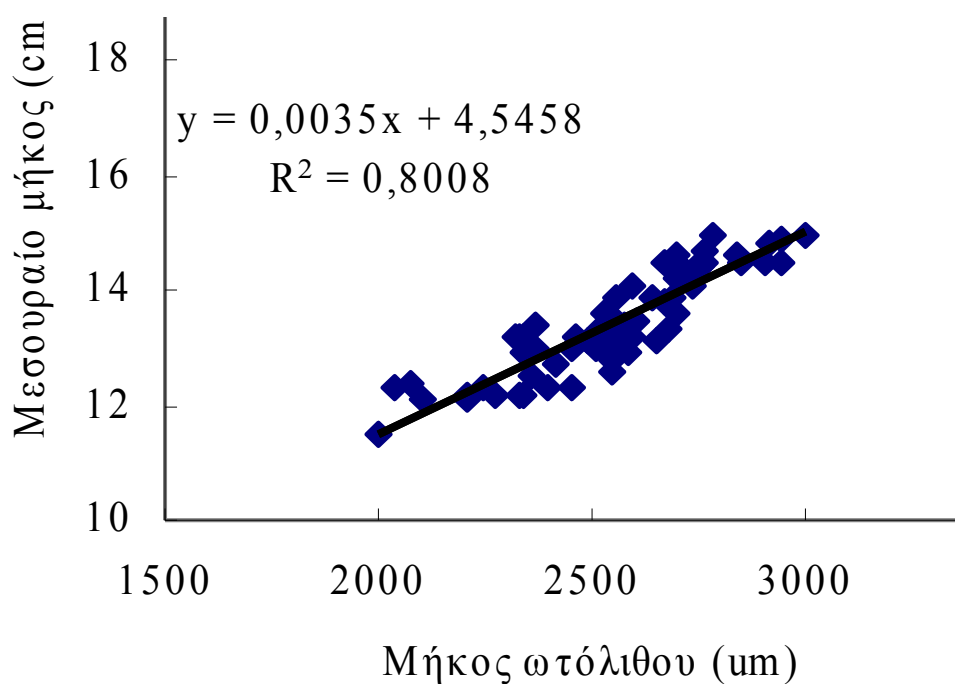
Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των ψαριών, όσον αφορά την ηλικία τους, φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα 6.

Πίνακας 6: Μορφολογικά χαρακτηριστικά σαυριδίου ανά ηλικία

ΗΛΙΚΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ (N)	Μ.Ο.Ολικού Μήκους (TL) (cm)	Μ.Ο. Μεσουραίου Μήκους (FL) (cm)	Μ.Ο. Ολικού Βάρους (TW) (gr)
0+	121	11,34±1,33	8,89 ±1,52	12,70±4,18
1+	340	14,98±0,69	13,31±0,67	27,89±3,8
2+	86	16,27±0,72	14,83±0,41	35,42±4,48
3+	33	18,82±1,09	16,92±1,07	55,88±9,08

Για τον υπολογισμό των μέσων ανάδρομων μηκών χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση των Fraser-Lee (Francis 1990) θεωρώντας ότι η σχέση μεταξύ του μήκους ψαριού και ακτίνας ωτόλιθου είναι γραμμική: $L_t = a + (L_c - a) * (S_t / S_c)$

Ο υπολογισμός της σταθεράς έγινε με τη χρησιμοποίηση της γραμμικής εξίσωσης της μορφής $L = a + b * S$. Στο παρακάτω, Σχήμα 10 έγινε συσχέτιση του μεσουραίου μήκους με το αντίστοιχο μήκος της ακτίνας του ωτολίθου και βρέθηκε η σταθερά $a=4,5458$ και το $R^2=0,8008$.



Σχήμα 10. Συσχέτιση μεσουραίου μήκους σαυριδιού-ακτίνα ωτολίθου

Κατόπιν υπολογίσθηκαν τα αναδρομικά μεσουραία μήκη όπως αποτυπώνονται στον Πίνακα 7, που ακολουθεί.

Πίνακας 7. Αναδρομικά υπολογισμένα μεσουραία μήκη ανά κλάση ηλικίας

Ηλικία σε έτη	Μέσο μεσουραίο μήκος κατά τη σύλληψη (cm)	I	II	III	Αριθμός ψαριών
0+	8,89±1,52				121
1+	13,31±0,67	10,95±0,85			340
2+	14,83±0,41	11,10±1,01	12,98±0,86		86
3+	16,92±1,07	12,14±0,96	13,69±0,80	14,86±0,89	33
Μέσος όρος ανά κλάση ηλικίας		11,16±0,99	13,19±0,89	14,86±0,89	Σύνολο 580

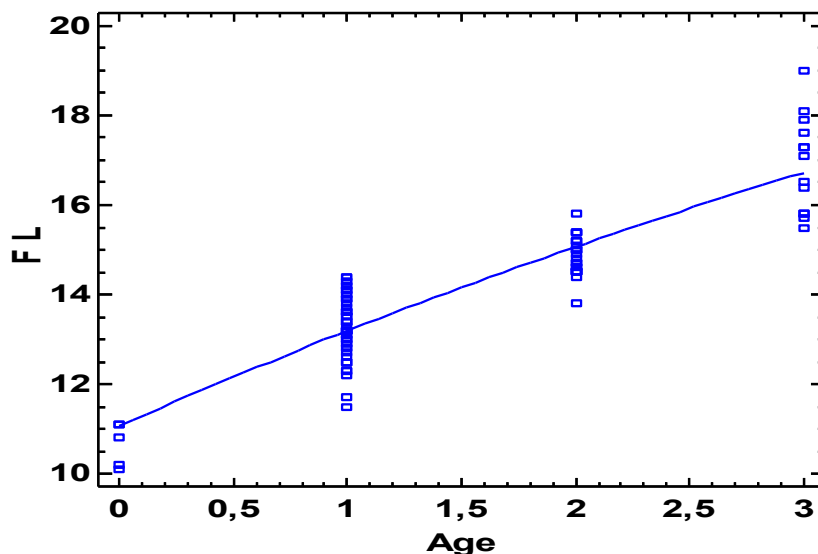
3.5. Ανάπτυξη

Οι παράμετροι αύξησης υπολογίστηκαν από την εξίσωση von Bertalanffy με τη χρήση του λογισμικού STATGRAPHICS για το μεσουραίο μήκος και βρέθηκαν το ασυμπτωτικό μήκος (L_{∞}) 29,155 cm, η θεωρητική ηλικία μηδενικού μήκους (t_0) -3,816 yr και ο ρυθμός αύξησης (K) $0,125 \text{ yr}^{-1}$ και παρουσιάζονται παρακάτω. (Πιν. 9 & Σχημ. 11)

Ο Πίνακας 8 παρουσιάζει τις παραμέτρους αύξησης von Bertalanffy του σαυριδιού, για το μεσουραίο μήκος στον Παγασητικό κόλπο, ενώ το Σχήμα 11 απεικονίζει το διάγραμμα ηλικίας-μεσουραίου μήκους (Εξίσωση von Bertalanffy) του σαυριδιού στον Παγασητικό κόλπο.

Πίνακας 8: Παράμετροι αύξησης von Bertalanffy του σαυριδιού για το μεσουραίο μήκος στον Παγασητικό κόλπο

ΜΕΣΟΥΡΑΙΟ ΜΗΚΟΣ			Όρια εμπιστοσύνης 95%	
Παράμετρος	Εκτίμηση	Τυπικό σφάλμα	Κατώτερο	Ανώτερο
L_{∞}	29,155	11,961	5,424	52,886
$K \text{ (yr}^{-1}\text{)}$	0,125	0,102	-0,077	0,328
$t_0 \text{ (yr)}$	-3,816	1,216	-6,230	-1,402



Σχήμα 11. Διάγραμμα απεικόνισης ηλικίας-μεσουραίου μήκους (Εξίσωση von Bertalanffy)

Οι παράμετροι ανάπτυξης von Bertalanffy της παρούσας μελέτης για το μεσουραίο μήκος ($L_{\infty} = 29,155 \text{ cm}$, $K = 0,125 \text{ yr}^{-1}$, $t_0 = -3,816 \text{ yr}$) υποστηρίζουν σχεδόν παρόμοιο ρυθμό ανάπτυξης του σαυριδιού στον Παγασητικό Κόλπο και σχέση με μελέτη της Karlou-Riga and Sinis (1997) στο Σαρωνικό Κόλπο και μέτριο ρυθμό ανάπτυξης σε σχέση με άλλες περιοχές όπως περιγράφεται αμέσως μετά.

Συγκεκριμένα άλλες αντίστοιχες μελέτη έδειξαν: Karlou-Riga and Sinis (1997) στο Σαρωνικό Κόλπο $L_{\infty} = 30,27 \text{ cm}$, $K = 0,366 \text{ yr}^{-1}$, $t_0 = -0,943 \text{ yr}$, Camalettin ŞAHIN et al (2009) στη Μαύρη Θάλασσα $L_{\infty} = 26,09 \text{ cm}$, $K = 0,125 \text{ yr}^{-1}$, $t_0 = -4,002$, Kayali (1998) στην Ανατολική Μαύρη Θάλασσα $L_{\infty} = 38,85 \text{ cm}$, $K = 0,100 \text{ yr}^{-1}$, $t_0 = -2,302 \text{ yr}$, M. Šantić et al. (2011) στην Αδριατική $L_{\infty} = 37,68 \text{ cm}$, $K = 0,230 \text{ yr}^{-1}$, $t_0 = -0,30 \text{ yr}$, Chavance et al. (1986) στην Αλγερία $L_{\infty} = 22,0 \text{ cm}$, $K = 1,072 \text{ yr}^{-1}$, Carillo (1978)

στη ΒΔ Μεσόγειο $L_{\infty} = 37,66 \text{ cm}$, $K = 0,22 \text{ yr}^{-1}$, $t_0 = -1,016$ και Plannas (1953) στην Ισπανία $L_{\infty} = 26,43 \text{ cm}$, $K = 0,748 \text{ yr}^{-1}$. Οι περισσότερες από τις παραπάνω μελέτες χρησιμοποίησαν ως διαγνωστικό μέσο υπολογισμού της ηλικίας των σαυριδιών, τους ωτόλιθους. (Πίν.9)

Πίνακας 9: Παράμετροι αύξησης von Bertalanffy

Πηγή	Περιοχή	Μέσο προσδιορισμού ηλικίας	L_{∞} (cm)	K (yr^{-1})	t_0 (yr)
Μπότα (2014)	E. Παγασητικός	Ωτόλιθοι	29,155	0,125	-3,816
Karlou-Riga and Sinis (1997)	Gulf Saronikos	Ωτόλιθοι	30,27	0,366	-0,943
Camalettin ŞAHİN et al. (2009)	Μαύρη Θάλασσα	Ωτόλιθοι	26,09	0,125	-4,002
Maxim (1995)	NW Africa		38,98	0,278	-1,16
M. Šantić et al. (2011)	Αδριατική	Ωτόλιθοι	37,68	0,230	-0,30
Kayali (1998)	E. Black Sea	Ωτόλιθοι	38,85	0,100	-2,302
Chavance et al. (1986)	Αλγερία	Length-frequency data	22,0	1,072	
Plannas (1953)	Ισπανία	Length-frequency data	26,43	0,748	
Carillo (1978)	NW Mediterranean	Ωτόλιθοι	37,66	0,22	-1,016

3.6. Θνησιμότητα και ρυθμός εκμετάλλευσης

Από τις παραμέτρους ανάπτυξης που βρέθηκαν (L_{∞} και K) και από την κατά μήκος σύνθεση των δειγμάτων υπολογίστηκε η ολική (Z). Η ολική θνησιμότητα (Z) υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας την εξίσωση Beverton & Holt (Beverton & Holt 1956), $Z=K*(L_{\infty}-L_M / L_M - L')$ και βρέθηκε ολική θνησιμότητα $Z = 0,86 \text{ yr}^{-1}$. Η φυσική (M) θνησιμότητα βρέθηκε και με τη χρήση της εμπειρικής εξίσωσης του Pauly (1980), και ήταν $M = 0,36 \text{ yr}^{-1}$. Έπειτα, υπολογίστηκαν η αλιευτική θνησιμότητα (F) και ο ρυθμός εκμετάλλευσης (E).

Έτσι προέκυψε $F = 0,5 \text{ yr}^{-1}$ και $E = 0,58$. Άρα συνοψίζοντας βρέθηκαν: (Πίν.10)

Πίνακας 10: Θνησιμότητες και ρυθμός εκμετάλλευσης στον Παγασητικό κόλπο

Ολική Θνησιμότητα (Z) (yr^{-1})	Φυσική θνησιμότητα (M) (yr^{-1})	Αλιευτική θνησιμότητα (F) (yr^{-1})	Ρυθμός εκμετάλλευσης (E)
0,86	0,36	0,5	0,58

Η ολική θνησιμότητα $Z = 0,86 \text{ yr}^{-1}$ που υπολογίστηκε στον Παγασητικό Κόλπο για το 2011, είναι λίγο μεγαλύτερη από τη θνησιμότητα που βρέθηκε στην Αδριατική ($Z = 0,73 \text{ yr}^{-1}$) για το έτος 2002 από τους M. Šantić et al (2011), αλλά μικρότερη από τη θνησιμότητα ($Z = 3,73 \text{ yr}^{-1}$) που βρέθηκε στην ανατολική Μαύρη θάλασσα από τους Camalettin ŞAHİN et al (2008). Οι διαφορές αυτές πιθανό να οφείλονται στη διαφορετική αλιευτική πίεση που υπάρχει σε κάθε περιοχή. Από τη θνησιμότητα μετρήθηκε και ο ρυθμός εκμετάλλευσης που είχε τιμή $E = 0,58$. Η τιμή αυτή δείχνει ότι υπάρχει οριακή υπεραλίευση στον Παγασητικό κόλπο ($E > 0,55 = \text{υπεραλίευση}$).

Αντίθετα με τον Παγασητικό κόλπο, στην ανατολική Μαύρη θάλασσα, ο ρυθμός εκμετάλλευσης ήταν $E = 0,92$. Δηλαδή το σαυρίδι στην περιοχή αυτή είναι έντονα υπεραλιευμένο ενώ στην Αδριατική βρέθηκε $E=0,38$ που δείχνει ότι υπάρχει αρκετό αλιευτικό απόθεμα σαυριδίου προς εκμετάλλευση.

Συνοπτικά τα παραπάνω αποτελέσματα αποτυπώνονται παρακάτω (Πιν.11)

Πίνακας 11: Θνησιμότητες και ρυθμός εκμετάλλευσης

Πηγή	Περιοχή	Ολική Θνησιμότητα (Z) (yr^{-1})	Φυσική Θνησιμότητα (M) (yr^{-1})	Αλιευτική Θνησιμότητα (F) (yr^{-1})	Ρυθμός εκμετάλλευσης (E)
Μπότα E. (2014)	Παγασητικός	0,86	0,36	0,5	0,58
M. Šantić et al. (2011)	Αδριατική	0,73	0,46	0,27	0,38
Camalettin ŞAHİN et al. (2009)	Μαύρη Θάλασσα	3,73	0,29	3,44	0,92

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μελέτη υποστήριξε την ύπαρξη μικρότερων σε μήκος και νεότερων σε ηλικία ατόμων σαυριδιού στον Παγασητικό κόλπο που πιθανόν να οφείλεται σε κάποιο βαθμό και σε ένα συνδυασμό κλιματολογικών συνθηκών, της περιόδου δειγματοληψίας και του σταδίου του βιολογικού κύκλου που βρισκόταν τα ψάρια κατά την περίοδο της δειγματοληψίας. Το γεγονός αυτό μαζί με το μέτριο ρυθμό αύξησης υποδεικνύει πιθανή αλιευτική πίεση. Επίσης λαμβάνοντας υπόψιν τις τιμές θνησιμότητας και τον ρυθμό εκμετάλλευσης, που είχε τιμή $E = 0,58$ βγαίνει το συμπέρασμα, ότι στην περιοχή της μελέτης υπάρχει οριακή υπεραλίευση. Το συμπέρασμα αυτό φαίνεται να το αντισταθμίζει σε κάποιο βαθμό η διαπίστωση, ότι η συντριπτική πλειψηφία του δείγματος ήταν νεαρά άτομα που δεν είχαν φτάσει ακόμη σε αναπαραγωγική ηλικία.

Όσον αφορά τη εξαγωγή των αποτελεσμάτων κρίνεται απαραίτητη η περαιτέρω έρευνα και η χρήση χρονοσειρών για την εξαγωγή περισσότερων συμπερασμάτων.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

- ΕΛ.ΣΤΑΤ (2011)
- ΕΚΘΕ (2000) Ανάπτυξη ολοκληρωμένης πολιτικής για την αειφόρο διαχείριση του Παγασητικού Κόλπου. Τελική Έκθεση.
- Ζαχαρής Γ. Μιλτιάδης. (2011) Μεταπτυχιακή Εργασία «Μελέτη της βιολογίας και πληθυσμιακά χαρακτηριστικά του μπακαλιάρου (*Merluccius merluccius*) στον Παγασητικό κόλπο»
- Καλλιανιώτης Α. (2013) Σημειώσεις Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε-Ινστιτούτο Αλιευτική Έρευνας-Καβάλα
- Λυκάκης Σ. (1996) Υδροβιολογία. Πάτρα σελ. 150 – 151.
- Νεοφύτου Χ. (1997) Ιχθυολογία University Stydio Press
- Περιφέρεια Θεσσαλίας (2011) Επιχειρησιακό Σχέδιο “Καλάθι προϊόντων Περιφέρειας Θεσσαλίας” Δεκέμβριος 2011.
- Πετράκης Γ. (2000) Ανάπτυξη ολοκληρωμένης πολιτικής για την αειφόρο διαχείριση του Παγασητικού κόλπου. Τελική έκθεση.
- Στεργίου Κ.Ι. (1991) Βιολογία, οικολογία και δυναμική του ψαριού *Cepola macrophthalma* (L.,1758) (Pisces: *Cepolidae*) στον Ευβοϊκό και Παγασητικό Κόλπο. Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη 1991.
- Στεργίου Κ., Καραχλέ Π., Τσικλίδας Α., Μαμαλάκης (2011). Κραυγή ιχθύος–Ψάρια των ελληνικών θαλασσών

Ξένη βιβλιογραφία

- Abaunza P., Gordo L., Karlou-Riga C., Murta A., Eltink A.T.G.W., Santamaría García M.T., Zimmermann C., Hammer, Lucio P., Iversen S.A., Molloy J. & Gallo E. (2003) Growth and reproduction of horse mackerel, *Trachurus trachurus* (carangidae). *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 13: 27–61
- Alegria Hernandez V. 1984 Observations on the age and growth of *Trachurus trachurus* (L.) in the middle Adriatic. *Biljeske-Notes, Inst. Oceanogr. Ribar., Split*,

58: 6-8.

- Arruda L.M. 1984 Sexual maturation and growth of *Trachurus trachurus* (L.) along the Portuguese coast. *Invest. Pesq. (Bare)* 48 (3): 419-430.
- Arruda L.M. 1987 On the annual cycle of ring formation in horse mackerel, *Trachurus trachurus*, otoliths off Portugal and its implications on age determination. *Proc. V Congr. Europ. Ichthyol., Stockholm 1985*, pp 229-232.
- Beckman D.W., Wilson C.A. (1995) Seasonal timing of opaque zone formation in fish otoliths. In: Secor, D.H., Dean, J.M. and Campana, S.E. (eds.). *Recent Developments in Fish Otolith Research*. University of South Carolina Press, pp. 27–43.
- Beverton R. J. H., Holt S.J. (1956) A review of methods for estimating mortality rates in fish population with special references to sources of bias in catch sampling. *Rapports et Proces-Verbaux des Reunions Conseil International pour l' Exploration de la Mer*, 140: 67-83.
- Campana S.E. (2001) Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *Journal of Fish Biology*, 59: 197 – 242.
- Şahin Cemalettin, Kasapoglu Nazlı , Gozler Mutlu A., Kalayci Ferhat ., Necati Hacimurtazaoglu, Mutlu Cengiz (2009) Age, Growth, and Gonadosomatic Index (GSI) of Mediterranean Horse Mackerel (*Trachurus mediterraneus* Steindachner 1868) in the Eastern Black. *Sea Research Article*, 33 : 69-82
- Duncan K.W. 1980 On the back-calculation of fish lengths; modifications and extensions to the Fraser-Lee equation. *J. Fish. Biol*, 16: 725-730.
- F.A.O. (2010) *The State Of World Fisheries And Aquaculture*
- Francis R.I.C.C. (1990) Back-calculation of fish length: a critical review. *Journal of fish biology*, 36:883-902
- Gabrielides G., Friligos N. (1977) Nutrient distribution in the Pagassitikos Gulf (August, 1975). *Thalassia Jugoslavica*, 3(1/2): 45-51.
- Gabrielides G.P., Theocharis A.C. (1978) Physical and chemical characteristics of Pagassitikos Gulf, Greece. *Thalassographica*, 2: 135-154
- Gordo A., Moli B. (1997) Age and growth of sparids *Diplodus vulgaris*, *D. sargus*

and *D. annualaris* in adult populations and the differences in their juvenile growth patterns in the north-western Mediterranean Sea. *Fisheries Research*, 33:123-129

- Karageorgis A. P., Sioulas A. I., Anagnostou C.L. (2002) Use of surface sediments in Pagassitikos Gulf, Greece, to detect anthropogenic influence. *Geo-Mar Lett*, 21: 200-211.
- Karlou-Riga C., Economidis, P. (1996) Ovarian atretic rates and sexual maturity of European horse mackerel, *Trachurus trachurus* (L.). in the Saronikos Gulf (Greece). *Fish. Bull.*, 94 (I): 66-76.
- Karlou-Riga, Sinis A. (1997) Age and growth of horse mackerel, *Trachurus trachurus* (L.), in the Gulf of Saronikos (Greece). *Fisheries Research*, 32 : 157-171
- Karlou-Riga C. (2000) Otolith morphology and age and growth of *Trachurus mediterraneus* (Steindachner) in the Eastern Mediterranean. *C.Fisheries Research*, 46: 69-82
- Kerstan M. (1985) Age, growth, maturity and mortality estimate of horse mackerel (*Tachurus trachurus*) from the waters of Great Britain and Ireland in 1984. *Arch. Fischwiss*, 36 1/21: 115-154
- Korres G., Triantafyllou G., Petihakis G., Raitzos D.E., Hoteit I., Pollani A., Colella S., Tsiaras K. (2012) A data assimilation tool for the Pagassitikos Gulf ecosystem dynamics: Methods and benefits. *Journal of Marine Systems*, 94: 102-117
- Pauly D. (1980) On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Journal de Conseil Internationale pour l' Exploration de la Mer*, 39: 175-192
- Petihakis G., Triantafyllou G., Koliou A., Theodorou A. (2002) Exploring the Dynamics of a Marine Ecosystem (Pagassitikos Gulf, Western Aegean, Greece) through the analysis of Temporal and Spatial Variability of Nutrients. *Littoral*, 22-26 September, Porto, Portugal
- Petihakis G., Triantafyllou G., Theodorou A. (2003) A time dependent ecosystem operational tool for Pagassitikos gulf. *Simulation of biogeochemical variables in space and time. Geophysical Research Abstracts*, 5
- Petihakis G., Triantafyllou G., Pollani A., Koliou A., Theodorou A. (2005) Field data

analysis and application of a complex water column biogeochemical model in different areas of a semi-enclosed basin: towards the development of an ecosystem management tool. *Marine Environmental Research*, 59: 493-518

- Phelps Q.E., Edwards K.R., Willis D.W.(2007). Precision of five structure for estimating age of common carp. *North American Journal of Fisheries. Management*, 27 :103-105
- Rodriguez Medoza R.P. (2006) Otoliths and their application in fishery science. *Ribarstvo*, 64(3): 89-102
- Šantić M. (1999). Dynamic population of species of genus *Trachurus* (family Carangidae) in the middle Adriatic. PhD Thesis. University of Zagreb, pp 184.
- Šantić M., Jardas I., A. Pallaoro (2002) Age, growth and mortality rates of horse mackerel, *Trachurus trachurus* (L.), living in the eastern central Adriatic. *Period. Biol.*, 104: 165-173
- Šantic M., Biljana Rada and Paladin Antonela (2011). Condition and length-weight relationship of the horse mackerel (*Trachurus Trachurus* L.)and the Mediterranean horse mackerel (*Trachurus Mediterraneus* L.) from the eastern Adriatic Sea. *Arch. Biol. Sci.*, Belgrade, 63 (2): 421-428
- Schneider J. C., Laarman P. W., Gowing H. (2000) Length-weight relationships. Chapter 17 *in* Schneider, James C. (ed.) 2000. *Manual of fisheries survey methods II: with periodic updates*. Michigan Department of Natural Resources, Fisheries Special Report 25, Ann Arbor
- Smith C.J., Papadopoulou K.N. (2003) Burrow density and stock size fluctuations of *Nephrops norvegicus* in a semi-enclosed bay, *ICES J. Mar. Sci.*, 60: 798-805
- Theocharis A., Laskaratos A. (1985) Water type formation and spreading in Pagassitikos Gulf (NW Aegean). *Rapp. Comm. Int Mer. Medit.*, 29(3): 37-38
- Theodorou A.I. (1995) Ecological monitoring studies for Volos Sea Outfall (Pagassitikos Gulf, Western Aegean Sea), *Wat. Sci. Tech.*, 32: 273-280
- Voutsinou - Taliadouri F., Balopoulos E.T. (1989) Geochemical and water flow features in a semiclosed embayment of the Western Aegean Sea (Pagassitikos Gulf, Greece) and physical oceanographic and geochemical conditions in Thermaikos Bay

(Northwestern Aegean). Wat. Sci. Tech., 21: 1881-1886

- Smith C.J., Papadopoulou K.N. (2003) Burrow density and stock size fluctuations of *Nephrops norvegicus* in a semi-enclosed bay. ICES J Mar Sci., 60: 798-805

Ηλεκτρονική βιβλιογραφία

- www.fishbase.org
- www.fao.org

6. ABSTRACT

The purpose of this study was to examine various biological characteristics of horse mackerel *Trachurus trachurus* in Pagasitikos Gulf and the condition of its reserves. For making this study 580 fish were taken in 2011 by Pagassitikos bay using trawl during in autumn (September).

The results that were obtained by processing the data, showed that there wasn't great variety in sizes of the fish (FL length minimum was 6,4 cm and maximum was 19,4 cm.) After the sampling, most of the fish as to the FL length were in classes of 12,4 - 14,4 cm, in a rate of 50,6% , while in classes of 11,4 - 15,4 cm, in a rate of 71,3%

The statistical analysis by the program SPSS (17.0) and the method "Independent t-test" for significance level $P = 0,05$ showed that there are no statistically significant differences between the two sexes (male-female) in the average sizes of FL length ($AVERAGE_{FL_{male}} = 13,83$ $AVERAGE_{FL_{female}} = 13,89$ $P = 0,79$), TW total weight ($AVERAGE_{TW_{male}} = 31,06$ $AVERAGE_{TW_{female}} = 31,2$ $P = 0,93$) and NW net weight ($AVERAGE_{NW_{male}} = 28,65$ $AVERAGE_{NW_{female}} = 28,45$ $P = 0,89$). In contrast, the average of robustness factor K, both the NW net weight and the TW total weight between the sexes male-female, showed a statistically significant difference, with males larger than female both the NW net weight ($AVERAGE K_{NW_{male}} = 2,11$ $AVERAGE K_{NW_{female}} = 1,79$ $P = 1,04 * 10^{-14}$) and the TW total weight ($AVERAGE K_{TW_{male}} = 2,77$ $AVERAGE K_{TW_{female}} = 2,22$ $P = 5,92 * 10^{-23}$). In conclusion the average of robustness factor K (both NW net weight and TW total weight) depends on the sex of the fish. Also the FL length, TW total weight and NW net weight are independent

of the sexes male-female (samble of 200 fish).

As all fish which were examined were at the age of 0+, 1+, 2+ and 3+, it can be concluded that the abundance of young fish *Trachurus Trachurus* is high in Pagasitikos bay. By the correlation of the TL total length and the TW total weight, it was found that $R^2 = 0,95$ and the correlation parameter $b = 3,06$ which means that the growth is almost symmetrical. By the correlation of the FL length and the TW total weight, it was found that $R^2 = 0,94$ and the correlation parameter $b = 2,62$ which means that the physical development of the fish has a negative allometry as to their length.

The growth parameters of the horse mackerel *Trachurus Trachurus* emerged by von Bertalanffy equation as to the FL length, the asymptotic length (L_{∞}) was found to be $L_{\infty} = 29,155$ the growth rate (K) was found to be $K = 0,125 \text{ yr}^{-1}$ and the theoretical age zero length (t_0) was found to be $t_0 = -3,816 \text{ yr}$.

The total mortality (Z) was calculated to be $Z = 0,86$. The natural mortality (M) was $M = 0,36$ so the fishing mortality (F) was $F = 0,5$. By the mortality was also calculated the rate of exploitation (E) which was found to be $E = 0,58$. This rate indicates that there is limited overfishing of the species in the Pagassitikos bay ($E > 0,55 = \text{Overfishing}$).

Keywords: *Trachurus trachurus*, Pagassitikos, growth.