



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΤΜΗΜΑ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΒΙΟΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιων περιοχών

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ

Προσδιορισμός ηλικίας και αύξησης του είδους *Micromesistius poutassou*, στο βόρειο Αιγαίο, με παρατήρηση μορφομετρικών χαρακτηριστικών ωτόλιθων



Ιάσοντας Ζαφειρίδης

ΜΥΤΙΛΗΝΗ, 2020

Προσδιορισμός ηλικίας και αύξησης του είδους *Micromesistius poutassou*, στο βόρειο αιγαίο, με παρατήρηση μορφομετρικών χαρακτηριστικών ωτόλιθων

Ιάσοντας Ζαφειρίδης

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Ιωάννης Μπατζάκας*, Επίκουρος καθηγητής

Σχολή Περιβάλλοντος, Τμήμα Ωκεανογραφίας και Θαλάσσιων Βιοεπιστημών,
Πανεπιστήμιο Αιγαίου (**Επιβλέπων***)

Βασίλειος Μπακόπουλος, Αναπληρωτής Καθηγητής

Σχολή Περιβάλλοντος, Τμήμα Ωκεανογραφίας και Θαλάσσιων Βιοεπιστημών,
Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Βασίλης Τρυγόνης, Επίκουρος καθηγητής

Σχολή Περιβάλλοντος, Τμήμα Ωκεανογραφίας και Θαλάσσιων Βιοεπιστημών,
Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα καθηγητή Ιωάννη Μπατζάκα, για τη βοήθεια και την καθοδήγηση του κατά τη διάρκεια της συγγραφής της μεταπτυχιακής διατριβής.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της τριμελούς επιτροπής Βασίλειο Μπακόπουλο, αναπληρωτή καθηγητή και Βασίλη Τρυγόνη, επίκουρο καθηγητή για τις συμβουλές και διορθώσεις της μεταπτυχιακής διατριβής.

Επίσης, να ευχαριστήσω το Ινστιτούτο Αλιευτικής Έρευνας για τη βοήθεια στην επεξεργασία των δειγμάτων. Τέλος, τις ευχαριστίες μου στον συνάδελφο βιολόγο Κώστα Τουλούμη για την ουσιαστική βοήθεια στην επεξεργασία των στατιστικών αποτελεσμάτων και τη Φένια για τη στήριξη της όλη αυτή την περίοδο.

Περίληψη

Το προσφυγάκι (*Micromesistius roulei*) είναι ένα πελαγικό γαδοειδές με γεωγραφική εξάπλωση από τη θάλασσα Μπάρεντς έως και τη Μεσόγειο. Πραγματοποιεί μεταναστεύσεις για την αναπαραγωγή του και ημερήσιες μεταναστεύσεις κοντά στο βυθό κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενώ τη νύχτα βρίσκεται σε πιο επιφανειακά στρώματα. Η βιολογία του είδους έχει μελετηθεί κυρίως στο ΒΑ Ατλαντικό και τις βόρειες θάλασσες και λιγότερο στη Μεσόγειο. Στο βόρειο Αιγαίο η έρευνα για τη βιολογία του είδους είναι σχεδόν μηδενική και ένα τέτοιο κενό επιχείρησε να καλύψει η παρούσα μελέτη.

Έγιναν δειγματοληψίες σε εμπορικές τράτες στην περιοχή του Θρακικού και νότια του πρώτου ποδιού της Χαλκιδικής, μεταξύ Απριλίου 2018 και Δεκεμβρίου 2019. Μετρήθηκε το ολικό μήκος, το τυπικό μήκος και το ολικό βάρος των ψαριών. Έγινε αναγνώριση φύλου και σταδίου ωριμότητας όπου ήταν εφικτό και βγήκαν και οι ωτόλιθοι. Έγινε ανάγνωση ωτόλιθων με στερεοσκοπική παρατήρηση δακτυλίων ανάπτυξης, υπολογίστηκαν οι ακτίνες των δακτυλίων, ο αριθμός τους, η διάμετρος τους και το μήκος του ωτόλιθου, ενώ ζυγίστηκε και ο αριστερός ωτόλιθος σε κάθε ζεύγος. Υπολογίστηκε η σχέση μήκους-βάρους ψαριού $W=a*L^b$ με συντελεστές $a=0.04$, $b=3.204$ για το 2018 και $a=0.03$, $b=3.126$ για το 2019. Και οι δύο χρονιές εμφάνισαν θετική αλλομετρία. Η καμπύλη αύξησης von Bertalanffy $L=L_{inf}*(1-e^{-k(t-t_0)})$, είχε παραμέτρους $L_{inf}=268.365$, $K=1,021$, $t_0=-0.22$ και $L_{inf}=306.07$, $K=0.45642$, $t_0=-1.638$, ανά μήνα και ανά έτος αντίστοιχα. Η σχέση βάρους ωτόλιθων (g) με ηλικία (χρόνια) βρέθηκε $OW=0.009748 + 0.0046557 * Age$. Η σχέση μήκος ωτόλιθων (mm) με ηλικία (χρόνια) είχε ίδια μορφή με την εξίσωση von Bertalanffy, με συντελεστές $L_{inf}=14.45892$, $K=0.46677$ και $t_0=-1.808$. Η σχέση μήκος ωτόλιθου (mm) με βάρος ωτόλιθου (g) ήταν της μορφής $OW= a*OL^b$, με συντελεστές $a=0.000039$ και $b=3.2288$. Βρέθηκε η σχέση ολικού μήκους ψαριού (L, cm) με μήκος ωτόλιθου (OL, mm), $OL=1.66087 + 0.41403*L$. Τέλος, υπολογίστηκαν οι ακτίνες και οι διάμετροι των ετήσιων δακτυλίων ανάπτυξης ενώ έγινε και κλείδα μήκους-ηλικίας για το είδος στην περιοχή του βόρειου Αιγαίου. Στο τέλος του πρώτου έτους ζωής είχε ολικό μήκος από 171-240 mm, βάρος ωτόλιθων από 0,05 έως 0,097 g και μήκος ωτόλιθων από 9.1 έως 11.1 mm. Η εποχή αναπαραγωγής ήταν μέσα στο χειμώνα και ο χειμερινός ετήσιος δακτύλιος σχηματίζεται το Νοέμβριο. Το βάρος ωτόλιθου δεν ήταν αρκετό από μόνο του για τον προσδιορισμό της ηλικίας και απαιτείται περαιτέρω μελέτη για τη βιολογία του είδους στην περιοχή με περισσότερα και μεγαλύτερα δείγματα και δεύτερο αναγνώστη ωτόλιθων για πιο ισχυρά αποτελέσματα.

Summary

Blue whiting (*Micromesistius poutassou*) is a pelagic gadoid with wide geographical distribution, from Barents Sea to the Mediterranean. It follows spawning migration and also conducts diel movements near the bottom in the day and closer to the sea surface during night. Species biology is mainly studied in the NE Atlantic and North Sea and less in the Mediterranean. In north Aegean, species biology is almost unknown, and this research was trying to fill this gap of knowledge.

Sampling was conducted in commercial trawls, in the Thracian Sea and south of the first peninsula in Chalkidiki, between April 2018 and December 2019. Total body length, standard length and total body weight were measured. Sex and macroscopic maturity stage were recorded, when possible, and also otoliths were removed. Otoliths were observed in a stereoscope for growth rings. Ring radius, ring diameter, otoliths length and weight of the left otolith were measured. The relationship of length-weight $W=a*L^b$, with parameters $a=0.04$, $b=3.204$ during 2018 and $a=0.03$, $b=3.126$ during 2019, was computed. Both years had positive allometry. Von Bertalanffy's growth curve parameters were $L_{inf}=268.365$, $K=1.021$, $t_0= -0.22$ for monthly data, and $L_{inf}=306.07$, $K=0.45642$, $t_0= -1.638$ for annual data. The relationship among Otoliths Weight (g) and Age (years) was $OW=0.009748 + 0.0046557 * Age$. The relationship among otoliths Length (mm) and Age (years) followed the same form with von Bertalanffy curve, with parameters, $L_{inf}=14.45892$, $K=0.46677$ and $t_0=-1.808$. Otolith Length (mm) and Otolith Weight relationship was $OW= a*L^b$ and the relationship's parameters were $a=0.000039$ and $b=3.2288$. The relationship among total fish Length (L, mm) and Otolith Length (mm) was $OL=1.66087 + 0.41403*L$. Finally, otolith radius and diameters of growth rings were measured and also a length-age key for the species in north Aegean was created. Blue whiting, in the end of its first year of life, was 171-240 mm long, otolith weight was 0.05-0.097 g and otolith length was between 9.1 and 11.1 mm. Spawning season was during winter and its first year growth ring started in November. Otolith weight, on its own, was not sufficient, in order to presume fish age from weight and further investigation in fish biology, with larger samples and second otolith reader, is necessary in north Aegean for future study.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	1
Το είδος <i>Micromesistius poutassou</i>	1
Βιολογία – Γεωγραφική εξάπλωση.....	2
Διατροφή.....	4
Αλιεία <i>Micromesistius poutassou</i>	5
Μηχανισμοί ανάπτυξης ωτόλιθων και συσχέτιση με την ηλικία των ψαριών	6
Μορφολογικά χαρακτηριστικά ωτόλιθων και ηλικία.....	8
Ετήσιοι δακτύλιοι	8
Βάρος ωτόλιθου	8
2. Υλικά και Μέθοδοι.....	10
Περιοχή δειγματοληψιών.....	10
Κυκλοφορία υδάτων	10
Θρεπτικά	11
Δείγματα ψαριών-ωτολίθων	12
Μετρήσεις εργαστηρίου.....	12
Μήκος ψαριού.....	13
Βάρος ψαριού.....	13
Φύλο και στάδιο γεννητικής ωριμότητας	13
Εξαγωγή ωτόλιθων	13
Εξίσωση von Bertalanffy	14
Σχέση μήκους-βάρους.....	14
Ανάγνωση ωτολίθων <i>Micromesistius poutassou</i> – μεθοδολογία	15
Δυσκολίες προσδιορισμού ηλικίας στο είδος <i>Micromesistius poutassou</i>	16
Μετρήσεις ωτόλιθων	18
Στατιστική επεξεργασία.....	18
3. Αποτελέσματα.....	19
4. Συζήτηση.....	39
5. Συμπεράσματα	45
6. Bibliography	46
7. Παράρτημα II.....	52

Παράρτημα Ι

Πίνακας 3-1 Άξονας y, φύλο δειγμάτων, Άξονας x, ημερομηνίες δειγματοληψίας, ποσοστό (%) θηλυκών και αρσενικών ατόμων ανά δειγματοληψία, του είδους <i>Micromesistius poutassou</i> και αριθμός δειγμάτων ανά ημερομηνία δειγματοληψίας.	19
Πίνακας 3-2 Ελάχιστο και μέγιστο ολικό μήκος (cm), N= αριθμός δειγμάτων, a,b, παράμετροι σχέσης $W=a*L^b$	21
Πίνακας 3-3 Κλείδα μήκους-ηλικίας για το είδος <i>Micromesistius poutassou</i> στο βόρειο Αιγαίο. Κλάσεις μήκους 10 mm, ηλικίες 0-4, N=αριθμός δειγμάτων.....	23
Πίνακας 3-4 τιμές παραμέτρων εξίσωσης von Bertalanffy, L_{inf} =ασυμπτωτικό μήκος(cm), K=ρυθμός ανάπτυξης(y^{-1}), t_0 =θεωρητική ηλικία μηδενικού μήκους (χρόνια), για το είδος <i>Micromesistius poutassou</i> στο βόρειο Αιγαίο.	25
Πίνακας 3-5 Μήκος γεννητικής ωρίμανσης για το 50% του.....	28
Πίνακας 3-6 Πίνακας ηλικίας (στήλη 1), μ.ο. μηκών δακτυλίων ωτόλιθων (mm) (στήλη 2), εύρος μηκών ωτόλιθων (mm) (στήλη 3), μέσο μήκος ωτόλιθου για κάθε δακτύλιο (1-4) (στήλες4-7), υπολογισμός μήκους ψαριού από το μέσο μήκος δακτυλίου για τις ηλικίες (0-3, κάθε δακτύλιος αντιπροσωπεύει μία ηλικιακή κλάση) (στήλες 8-11), μέσο μήκος (cm) ψαριού ανά ηλικία (στήλη 12), για το είδος <i>M. Poutassou</i> στο βόρειο Αιγαίο.	36
Φωτογραφία 1-1 Γεωγραφική εξάπλωση του είδους <i>Micromesistius poutassou</i> . Πηγή, fishbase.org	3
Φωτογραφία 1-2 Λάρβες <i>Micromesistius poutassou</i> . (Πηγή, Bailey_The Population Biology of Blue Whiting in the North Atlantic_ 1982)	3
Φωτογραφία 2-1 Σχέδιο προσδιορισμού ηλικίας για το <i>Micromesistius poutassou</i> , ICES WORKABLUE, 2013.	15
Φωτογραφία 2-2 Ζευγάρι ωτόλιθων του είδους <i>Micromesistius poutassou</i> , σε μαύρη επιφάνεια, μέσα σε νερό, κάτω από προσπίπτων φωτισμό, σε στερεοσκόπιο Nikon.	16
Φωτογραφία 2-3 Φωτογράφιση ωτόλιθου του είδους <i>Micromesistius poutassou</i> , με φωτογραφική Nikon Sights DS-L2	17
Φωτογραφία 2-4 Ζύγισμα ωτόλιθων του είδους <i>Micromesistius poutassou</i> σε ζυγό ακριβείας Pioneer με ακρίβεια (0,0001).....	18
Φωτογραφία 7-1 Ωτόλιθος <i>Micromesistius poutassou</i> από το βόρειο Αιγαίο, TL=75mm, OL=4.12mm, OW=0.0079g, ημερομηνία δειγματοληψίας 18 Απριλίου 2018, ηλικία 0.	52
Φωτογραφία 7-2 Ωτόλιθος <i>Micromesistius poutassou</i> από το βόρειο Αιγαίο, TL=130mm, OL=6.725mm, OW=0.0153g, ημερομηνία δειγματοληψίας 16 Μαΐου 2018, ηλικία 0.	52
Φωτογραφία 7-3 Ωτόλιθος <i>Micromesistius poutassou</i> από το βόρειο Αιγαίο, TL=146mm, OL=7,71mm, OW=0.0251g, ημερομηνία δειγματοληψίας 18 Ιουνίου 2018, ηλικία 0.....	53
Φωτογραφία 7-4 Ωτόλιθος <i>Micromesistius poutassou</i> από το βόρειο Αιγαίο, TL=172mm, OL=8.489mm, OW=0.0364g, ημερομηνία δειγματοληψίας 16 Ιουλίου 2018, ηλικία 0.....	53
Φωτογραφία 7-5 Ωτόλιθος <i>Micromesistius poutassou</i> από το βόρειο Αιγαίο, TL=173mm, OL=9.299mm, OW=0.0527g, ημερομηνία δειγματοληψίας 13 Δεκεμβρίου 2018, ηλικία 0, με ψευδοδακτύλιους.	54

Φωτογραφία 7-6 Ωτόλιθος <i>Micromesistius poutassou</i> από το βόρειο Αιγαίο, TL=230mm, OL=11.04mm, OW=0.0932g, ημερομηνία δειγματοληψίας 17 Δεκεμβρίου 2019, ηλικία 0.....	54
Φωτογραφία 7-7 Ωτόλιθος <i>Micromesistius poutassou</i> από το βόρειο Αιγαίο, TL=220mm, OL=10.76mm, OW=0.0835g, ημερομηνία δειγματοληψίας 21 Φεβρουαρίου 2019, ηλικία 1....	55
Φωτογραφία 7-8 Ωτόλιθος <i>Micromesistius poutassou</i> από το βόρειο Αιγαίο, TL=226mm, OL=11.134mm, OW=0.0986g, ημερομηνία δειγματοληψίας 21 Φεβρουαρίου 2019, ηλικία 2..	55
Φωτογραφία 7-9 Ωτόλιθος <i>Micromesistius poutassou</i> από το βόρειο Αιγαίο, TL=260mm, OL=12.591mm, OW=0.1582g, ημερομηνία δειγματοληψίας 21 Φεβρουαρίου 2019, ηλικία 3..	56
Φωτογραφία 7-10 Ωτόλιθος <i>Micromesistius poutassou</i> από το βόρειο Αιγαίο, TL=285mm, OL=15.361mm, OW=0.2121g, ημερομηνία δειγματοληψίας 16 Μαΐου 2019, ηλικία 4.	56

Γράφημα 3-1 Διάγραμμα διασποράς για το είδος <i>Micromesistius poutassou</i> στο Βόρειο Αιγαίο, ανά φύλο και καμπύλη εκθετικής μορφής ($W=a*L^b$), άξονας x, ολικό μήκος ατόμων (cm), άξονας y ολικό βάρος ατόμων (g). Στρόγγυλα σημεία, θηλυκά, τρίγωνα σημεία, αρσενικά. Συνεχόμενη γραμμή, θηλυκά, διακεκομμένη αρσενικά.	20
Γράφημα 3-2 Διάγραμμα διασποράς για τη σχέση $W=a*L^b$ για το είδος <i>M. Poutassou</i> στο βόρειο Αιγαίο. Άξονας x ολικό μήκος (cm), άξονας y ολικό βάρος. Στρόγγυλα σημεία δείγματα 2018, τρίγωνα σημεία δείγματα 2019. Διακεκομμένη καμπύλη δεδομένα έτους 2019, συνεχόμενη καμπύλη δεδομένα έτους 2018.	21
Γράφημα 3-3 Σχέση von Bertalanffy για το είδος <i>Micromesistius poutassou</i> στο βόρειο Αιγαίο. Άξονας x ηλικία (χρόνια), άξονας y ολικό μήκος (mm). Τα δεδομένα παρουσιάζονται ανά μήνα δειγματοληψίας.....	26
Γράφημα 3-4 Θηκογράμματα για τη σχέση von Bertalanffy, για το είδος <i>Micromesistius poutassou</i> στο βόρειο Αιγαίο. Άξονας x ηλικία (χρόνια), άξονας y ολικό μήκος (mm), Τα δεδομένα παρουσιάζονται ανά έτος.....	27
Γράφημα 3-5 Καμπύλη γεννητικής ωρίμανσης για τα αρσενικά του είδους <i>M. poutassou</i> στο βόρειο Αιγαίο. Άξονας x ολικό μήκος (mm), άξονας y ποσοστό ώριμων ατόμων (%).	29
Γράφημα 3-6 Καμπύλη γεννητικής ωρίμανσης για τα θηλυκά άτομα του είδους <i>M. poutassou</i> στο βόρειο Αιγαίο. Άξονας x ολικό μήκος (mm), άξονας y ποσοστό ώριμων ατόμων (%).	29
Γράφημα 3-7 Καμπύλη γεννητικής ωρίμανσης για τα δύο φύλα μαζί του είδους <i>M. poutassou</i> στο βόρειο Αιγαίο. Άξονας x ολικό μήκος (mm), άξονας y ποσοστό ώριμων ατόμων (%).	29
Γράφημα 3-8 Σχέση ηλικίας (χρόνια) και βάρος ωτόλιθου (g), για το είδος <i>M. poutassou</i> στο βόρειο Αιγαίο. Τα δεδομένα παρουσιάζονται ανά μήνα δειγματοληψίας.....	30
Γράφημα 3-9 Σχέση ηλικίας (χρόνια) και μήκος ωτόλιθου (mm), για το είδος <i>M. poutassou</i> στο βόρειο Αιγαίο. Τα δεδομένα παρουσιάζονται ανά μήνα δειγματοληψίας.....	31
Γράφημα 3-10 Σχέση μήκος ωτόλιθου (mm) και βάρος ωτόλιθου (g) για το είδος <i>M. poutassou</i> στο βόρειο Αιγαίο.	32
Γράφημα 3-11 Σχέση ολικό μήκος ψαριού (cm) και βάρος ωτόλιθου (g) για το είδος <i>M. poutassou</i> στο βόρειο Αιγαίο.....	33
Γράφημα 3-12 Σχέση αριθμού ακτίνων ωτόλιθων (πλήθος ακτίνων) με μήκος ακτίνας (mm) για το είδος <i>M. poutassou</i> στο βόρειο Αιγαίο.....	34
Γράφημα 3-13 Σχέση αριθμού δακτυλίων ωτόλιθων (πλήθος δακτυλίων-διαμέτρων) με μήκος δακτυλίου (mm) για το είδος <i>M. poutassou</i> στο βόρειο Αιγαίο.	35

Σκοπός

Το προσφυγάκι (*Micromesistius roulei*) είναι ένα εμπορικό είδος με γεωγραφική εξάπλωση από τη νορβηγική θάλασσα έως και τη Μεσόγειο (Bailey, 1982). Αλιεύεται και στις ελληνικές θάλασσες σε βάθη κυρίως από 250-500m. Οι πληροφορίες για τη βιολογία του είδους στην Ελλάδα είναι ελάχιστες παρόλο που αποτελεί εμπορικό προϊόν στις ιχθυόσκαλες της χώρας.

Ένα τέτοιο κενό προσπάθησε να καλύψει αυτή η διατριβή για τις θάλασσες του βορείου Αιγαίου. Σκοπός της μελέτης ήταν ο προσδιορισμός βασικών παραμέτρων αύξησης του είδους και ο προσδιορισμός της ηλικίας μέσω μετρήσεων μορφομετρικών χαρακτηριστικών των ωτόλιθων. Τέτοιες πληροφορίες είναι ουσιαστικές στην προσπάθεια διαχείρισης των βιολογικών πόρων της θάλασσας, αλλά και στον υπολογισμό των αποθεμάτων της θάλασσας στην περιοχή μας.

Πιο συγκεκριμένα, υπολογίστηκαν α) παράμετροι αύξησης του είδους με βάση το φύλο και τις χρονιές δειγματοληψιών, β) η ηλικία των ατόμων μέσω οπτικής παρατήρησης ωτόλιθων και καταμέτρησης ετήσιων δακτυλίων ανάπτυξης, γ) μορφομετρικά χαρακτηριστικά των ωτόλιθων με βάση την ηλικία και το μήκος του ψαριού και τέλος δ) έγινε κλείδα μήκους ηλικίας για τον υπο εξέταση πληθυσμό.

1. Εισαγωγή

Το είδος *Micromesistius poutassou*

Το προσφυγάκι (*Micromesistius poutassou*) είναι ένα εμπορικό είδος ψαριού που μέχρι και σήμερα έχει μελετηθεί ελάχιστα στην Ελλάδα. Η κύρια εξάπλωσή του είναι στο Βόρειο Ατλαντικό, στη Βόρεια Θάλασσα, στις βόρειες ακτές της Νορβηγίας έως και τη Μεσόγειο (Bailey, 1982). Η βιολογία του είδους έχει μελετηθεί στον Ατλαντικό και τη Βόρεια Θάλασσα και λιγότερο στη Δυτική Μεσόγειο, ενώ στην Ανατολική Μεσόγειο υπάρχουν ελάχιστες έρευνες (Bas & Calderon-Aguilera, 1989; Παπακωνσταντίνου, et al., 1988).

Η εμπορική του αξία είναι ιδιαίτερα σημαντική, κυρίως στις βόρειες χώρες, Ισλανδία, Νορβηγία, νησιά Φερόε, Μ. Βρετανία, ενώ αλιεύεται σε μεγάλες ποσότητες και βρίσκεται στη 13^η θέση παγκοσμίως σε επίπεδο παραγωγής. Το 2016 αλιεύθηκαν παγκόσμια, 1.190.282 ton, ενώ αυξήθηκε η παραγωγή του από την δεκαετία 2005-2014 (FAO, 2018). Οι τρεις χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή είναι η Νορβηγία, η Ισλανδία και τα νησιά Φερόε (ICES, 2016). Η σημαντικότητα του είδους στον Β. Ατλαντικό εκτός από εμπορική είναι και οικοσυστημική, καθώς καταναλώνει ζωοπλαγκτόν και μικρά ψάρια αλλά παράλληλα αποτελεί τροφή για μεγαλύτερα ψάρια και θηλαστικά (Cabral & Murta, 2002).

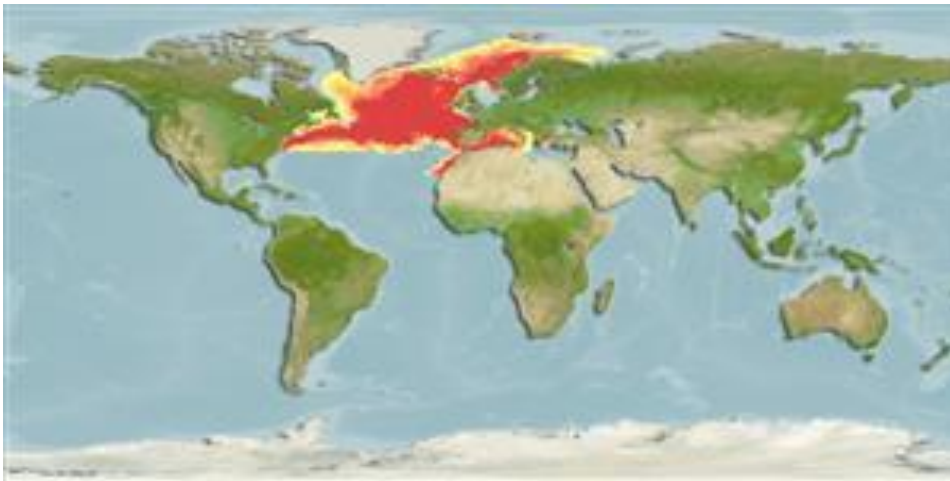
Στη Μεσόγειο, αλιεύεται σε όλο το δυτικό τμήμα, πέρα από την άκρη της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας, (Κόλπο των Λεόντων, Καταλονία) στην Αδριατική (Froglia & Gramitto, 1981), το Ιόνιο (Παπακωνσταντίνου, et al., 1988) και το Αιγαίο Πέλαγο (Καλλιανιώτης, et al., 2003). Στην Ελλάδα, οι ετήσιες εκφορτώσεις του είδους υπολογίστηκαν για τα χρόνια 1964-2003. Οι ποσότητες κυμαίνονται από 287,5 t το 1964, έως 2.299 t, το 1994. Σε κάθε περίπτωση, το προσφυγάκι δεν είναι από τα κύρια εμπορικά είδη και οι ετήσιες εκφορτώσεις του κυμαίνονται από 0,4 έως 1,36 % των συνολικών εκφορτώσεων της χώρας (Tsikliras, et al., 2007).

Βιολογία – Γεωγραφική εξάπλωση

Το προσφυγάκι (*Micromesistius roulei*) είναι ένα πελαγικό, μεταναστευτικό είδος της οικογένειας Gadidae (Zilanov, 1980). Κάθε χρόνο, τα γεννητικά ώριμα άτομα, τους χειμερινούς μήνες, μεταναστεύουν στους τόπους φωτοκίας και την άνοιξη επιστρέφουν στα πεδία διαχείμασης. Επίσης, πραγματοποιούν ημερήσιες μεταναστεύσεις, μεταβαίνοντας στο βυθό κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενώ κατά τη διάρκεια της νύχτας βρίσκονται σε πιο επιφανειακά στρώματα (Bailey, 1982). Το προσφυγάκι δεν έχει την τυπική συμπεριφορά των πελαγικών, περνάει μέρος της ζωής του κοντά στο βυθό, ενώ είναι δυνατή η παρακολούθησή του με ακουστικές μεθόδους (Carrera, et al., 2001). Στη βιβλιογραφία, συνήθως, αναφέρεται ως πελαγικό είδος, (Payne, et al., 2012), αλλά και βενθοπελαγικό (Raitt, 1968), ενώ γενικότερα μέχρι το πρώτο καλοκαίρι της ζωής τους ζούνε στα μεσόνερα, ενώ ένα ποσοστό του κοπαδιού παραμένει κοντά στο βυθό (Bailey, 1982). Ο Bailey σημειώνει πως ο Jakupsstovu (1974a) ανέφερε ότι τα προσφυγάκια στη Βόρεια θάλασσα παραμένουν κοντά στο βυθό μέχρι περίπου το πρώτο έτος ζωής τους, ενώ δεν είναι πλήρως κατανοητή η πορεία τους μέχρι την πλήρη νεοσυλλογή. Παρόλο που το προσφυγάκι έχει πελαγικό τρόπο ζωής, συναντάται συχνά κοντά στο βυθό και περίπου στα ίδια βάθη που ζει στα μεσόνερα, κάτι που υποδεικνύει ότι η ύπαρξη του βυθού δεν είναι απαραίτητη, αλλά η σχέση του είδους με το βυθό είναι ομορτοουνίστικη. Πιθανολογείται επίσης ότι τα περισσότερα ανώριμα άτομα ζούνε περιφερειακά της γεωγραφικής κατανομής των ώριμων ατόμων και ίσως σε πιο ρηχά νερά (Bailey, 1972).

Το προσφυγάκι έχει αρκετά μεγάλη εξάπλωση, που εκτείνεται από τη Θάλασσα του Μπάρεντς βορειοανατολικά, νοτιότερα στις ακτές της Νορβηγίας, σε όλο τον βόρειο Ατλαντικό έως και τη Μεσόγειο, δυτική και ανατολική (Zilanov 1980, Bas & Calderon-Aguilera 1989, Παπακωνσταντίνου, et al. 1988). Σύμφωνα με τον Zilanov (1980), υπάρχουν τέσσερις διαφορετικοί πληθυσμοί (stocks) που διαφέρουν ως προς την κατανομή, το ενδιαίτημα, τα μέρη αναπαραγωγής και διαχείμασης, σύνθεση ηλικίας και μεγέθους κ.α.. Αυτοί είναι της Μεσογείου, Δυτικού Ατλαντικού, του Βισκαϊκού κόλπου και της Νορβηγίας. Σήμερα, κυρίως για λόγους διαχείρισης και υπολογισμού του αποθέματος θεωρείται ένας πληθυσμός που χωρίζεται σε δύο τμήματα, το βόρειο, που εκτείνεται από το Porcupine Bank, στα ανατολικά της Ιρλανδίας έως τη

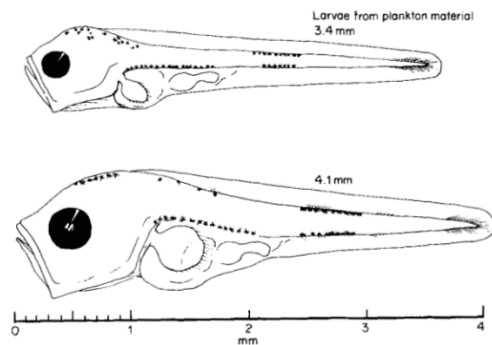
θάλασσα του Μπάρεντς και το νότιο στο Βισκαϊκό κόλπο (ICES, 2007a; Heino, et al., 2008). Το συναντάμε σε βάθη από 150-3000 m, αλλά κυρίως μεταξύ των 300-600 m (Bailey, 1982).



Φωτογραφία 1-1 Γεωγραφική εξάπλωση του είδους *Micromesistius routassou*. Πηγή, fishbase.org

Η περιοχή αναπαραγωγής του είδους είναι δυτικά των Βρετανικών Νήσων, στην άκρη της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας και στο Rockall bank. Τα αυγά συναντώνται κυρίως στα 250-500m βάθος, ενώ οι λάρβες (<2,6mm) βρίσκονται σε μεγαλύτερη πυκνότητα στα πρώτα 100 m βάθος (Coombs, et al., 1981). Η εναπόθεση των αυγών γίνεται κυρίως σε βάθη από 300 έως 600 m ενώ οι λάρβες παρασύρονται σε δύο κατευθύνσεις, βόρεια και νότια. Τα συναντάμε σε όλες τις περιοχές από τη θάλασσα του Μπάρεντς έως και

τα στενά του Γιβραλτάρ, ενώ η Νορβηγική Θάλασσα θεωρείται από τα μεγαλύτερα πεδία ενηλικίωσης του είδους. Η αναπαραγωγική περίοδος ξεκινάει τον Φεβρουάριο και ίσως λίγο πιο πριν στη Μεσόγειο (Relini & Peirano, 1983), ενώ στον ΒΑ. Ατλαντικό έως και τη Θάλασσα της Νορβηγίας, είναι μεταξύ Μαρτίου και Απριλίου (Bailey, 1982; Zilanov, 1980; Bailey, 1972). Στην Ελλάδα οι πληροφορίες που αφορούν το είδος είναι



Φωτογραφία 1-2 Λάρβες *Micromesistius routassou*. (Πηγή, Bailey_The Population Biology of Blue Whiting in the North Atlantic_1982)

ελάχιστες. Στο Βόρειο Αιγαίο, που είναι και η περιοχή μελέτης, δεν υπάρχουν δημοσιευμένες

πληροφορίες για την αναπαραγωγή και διαχείμαση του είδους. Στον Πατραϊκό και Κορινθιακό, η έναρξη της γεννητικής ωριμότητας προσδιορίζεται στα μέσα του χειμώνα και το τέλος της αναπαραγωγής μέσα στην άνοιξη (Παπακωνσταντίνου, et al., 1988).

Διατροφή

Η διατροφή του είδους έχει μελετηθεί κυρίως στη Βόρεια θάλασσα και στον Βόρειο Ατλαντικό και λιγότερο στη Μεσόγειο. Στη θάλασσα του Μπάρεντς το προσφυγάκι τρέφεται κατά κύριο λόγο με ευφασιοειδή (krill) σε ποσοστό 95% (παρουσία σε στομαχικό περιεχόμενο), ενώ όσο το προσφυγάκι μεγαλώνει σε μέγεθος τα ψάρια αποτελούν μεγαλύτερο ποσοστό της διατροφής του. Τα αμφίποδα αποτελούν τη δεύτερη σημαντικότερη ομάδα καρκινοειδών και εμφανίζονται σε στομαχικό περιεχόμενο σε ποσοστό 22%. Τα βασικότερα είδη ψαριών που εμφανίζονται σε στομαχικό περιεχόμενο είναι ο Πολικός Μπακαλιάρος (*Boreogadus saida*), οι Καπελάνοι και οι Ρέγγες (*Clupea harengus*), ενώ τα Γαδοειδή συναντώνται σε ποσοστό 35% του στομαχικού βάρους. Σε περιοχές με μεγάλη αφθονία του είδους το στομαχικό περιεχόμενο ήταν μειωμένο σε ψάρια και τα krill ήταν η κύρια τροφή. Σε επίπεδο εποχής, κατά το δεύτερο τρίμηνο του έτους εμφανίστηκε το υψηλότερο ποσοστό (63%) άδειων στομαχικών περιεχομένων και το τρίτο τρίμηνο το χαμηλότερο, με ποσοστό 23% (Dolgov, et al., 2009). Στη Νορβηγική θάλασσα, στα τέλη του καλοκαιριού, η εξάπλωση από το προσφυγάκι συσχετίστηκε με την παρουσία ζωοπλαγκτόν και ευφασιοειδών (krill) (Langøy, et al., 2012). Στο βόρειο Ατλαντικό και πιο συγκεκριμένα στην Πορτογαλία, το προσφυγάκι τρέφεται κυρίως από καρκινοειδή, με πιο σημαντικά τα κωπήποδα, ευφασιοειδή και λάρβες δεκαπόδων, ενώ σημαντικό μέρος της διατροφής του αποτελούν και ψάρια της οικογένειας των myctophidae (Cabral & Murta, 2002; Silva, et al., 1997). Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε στον Πατραϊκό κόλπο, το προσφυγάκι τρέφεται σχεδόν αποκλειστικά με μακροζωοπλαγκτόν και ειδικότερα ευφασιοειδή. Οι ιχθύες αποτελούν πολύ μικρό ποσοστό μέχρι την ομάδα μήκους 185mm, ενώ στη μεγαλύτερη ομάδα μήκους >186mm αυξάνεται σημαντικά, σε ποσοστό 38% κατά βάρος στομαχικού περιεχομένου. Στον Κορινθιακό κόλπο, με βάρη μεγαλύτερα από αυτά του Πατραϊκού και μήκη ψαριών επίσης μεγαλύτερα, οι ιχθύες αποτελούν την κύρια τροφική λεία τόσο σε απόλυτους αριθμούς όσο και σε

κατά βάρος σύνθεση. Εικάζεται ότι η τροφική λεία του ψαριού προσφυγάκι, αποτελείται από τα είδη *Gadiculus argenteus* και ειδών της οικογένειας των Myctophidae, που βρίσκονται σε αφθονία στην περιοχή (Παπακωνσταντίνου, et al., 1988).

Αλιεία *Micromesistius poutassou*

Η παγκόσμια παραγωγή του *M. Poutassou* για το έτος 2017 ήταν 1.558.061 τόνους, αρκετά αυξημένη από τη δεκαετία 2004-2015 και από την μειωμένη παραγωγή του 2011 με 104.000 τόνους. Το πρώτο εξάμηνο του έτους, που είναι και η περίοδος αναπαραγωγής του είδους, συλλαμβάνεται το μεγαλύτερο ποσοστό ψαριών του έτους, που φτάνει περίπου το 85% της ετήσιας παραγωγής (2017). Σε επίπεδο περιοχής, η παραγωγή των βόρειων θαλασσών (Νορβηγία, Ισλανδία, νησιά Φερόε, Β. Ατλαντικός, Θάλασσα Μπάρεντς) είναι σημαντικά μεγαλύτερη από τις νότιες (Πορτογαλία, Γαλλία-Βискаϊκός), που μπορεί να είναι από 97% (2011) έως 57% (2016) του συνόλου της παγκόσμιας παραγωγής (ICES, 2018; FAO, 2018).

Η αλιεία στις χώρες του ΒΑ Ατλαντικού (Ισπανία, Πορτογαλία) πραγματοποιείται από ζευγάρια μηχανότρατας βυθού, ένας παραδοσιακός στόλος, στοχευμένης αλιείας, που αλιεύει περίπου το 80% των εκφορτώσεων του *Micromesistius poutassou* και από τράτες βυθού που αλιεύουν ένα μεγάλο εύρος ειδών. Στα κύρια αλιευτικά πεδία του είδους (Θάλασσα Νορβηγίας, ανατολικά Βρετανικών Νήσων, ανάμεσα σε Ισλανδία και Νήσους Φερόε) επιχειρούν σκάφη από το στόλο Ισλανδίας, Νήσων Φερόε, Ηνωμένου Βασιλείου, Νορβηγίας, Δανίας, Γερμανίας και Ρωσίας.. Στην Ελλάδα η αλίευση του *Micromesistius poutassou* πραγματοποιείται από μηχανότρατες, με εργαλείο τράτα βυθού. Η αλιεία της μηχανότρατας είναι πολυειδική και έχει μάτι σάκου 40mm. Για το 2018, είναι αδειοδοτημένες 270 μηχανότρατες. Στην κατηγορία μήκους 12-18m υπάρχουν 6 σκάφη, στην 18-24 m υπάρχουν 107 και τέλος στην κατηγορία 24-40 m είναι 157. Μόνο στο βόρειο Αιγαίο εκφορτώνουν το 50 % του στόλου της χώρας, δηλαδή 135 μηχανότρατες (Πληροφορίες από το ΚΑΜ).

Τα απορριπτόμενα, από την αλιεία του είδους, είναι αρκετά χαμηλά. Το μεγαλύτερο μέρος των συλλήψεων γίνονται λάδι και ψαροτροφή, ενώ απορριπτόμενα προέρχονται από την αλιεία

για ανθρώπινη κατανάλωση που συλλαμβάνονται ως παρεπίπτων αλίευμα, στην τράτα βυθού. Οι διαφορές ανάμεσα στις περιοχές αλιείας είναι ιδιαίτερα σημαντικές και εδώ, με τις Γαλλία, Ισπανία και Πορτογαλία να παρουσιάζουν απορριπτόμενα 1,11%, 5% και 20,58% αντίστοιχα, ενώ οι βορειότερες ευρωπαϊκές χώρες παρουσιάζουν απορριπτόμενα 0%-0,12% (ICES, 2018). Στη Μεσόγειο το είδος αλιεύεται κυρίως στη Δ. Μεσόγειο, την Αδριατική και το Αιγαίο. Η περιοχή μας αλιεύει το είδος σε μικρές ποσότητες, σε σύγκριση με το σύνολο της εμπορικής αλιείας (Tsikliras, et al., 2007). Το είδος *Micromesistius Poutassou* δεν παρουσιάζεται στην αναφορά των ετήσιων εκφορτώσεων στη Μεσόγειο από το (FAO, 2018). Στην Ελλάδα, το ποσοστό απορριπτόμενων στην αλιεία με τράτα βυθού, γενικά, είναι 25,9-63,2 % στην εμπορική αλιεία και 10,6-33,5 % στην πειραματική αλιεία (Λαμπράκης, 2004). Συγκεκριμένα για το προσφυγάκι, στο Θρακικό Πέλαγος, σε τράτες εμπορικής αλιείας από τον Οκτώβριο του 1995 έως το Φεβρουάριο του 2000 αλιεύθηκαν 13.580 άτομα και εκφορτώθηκαν 2.648. Το 80,5% των συλλήψεων αποτελούν απορριπτόμενο αλίευμα και αφορά πληθυσμό από βάθη 0-450 m (Καλλιανιώτης, et al., 2003).

Μηχανισμοί ανάπτυξης ωτόλιθων και συσχέτιση με την ηλικία των ψαριών

Η ηλικία των ψαριών ενός πληθυσμού είναι σημαντικό εργαλείο στην έρευνα της αλιευτικής επιστήμης. Η σύνθεση ενός πληθυσμού σε ηλικία είναι η αρχή για τον υπολογισμό διαφορετικών παραμέτρων αύξησης, θνησιμότητας, ωριμότητας και παραγωγικότητας του πληθυσμού (Campana, 2001).

Για τον προσδιορισμό της ηλικίας στους οστεϊχθύες μελετώνται σκληρές σωματικές δομές όπως οι ωτόλιθοι, τα λέπια, οι σκληρές ακτίνες, τα οστά κ.α. Οι πιο διαδεδομένες δομές είναι οι ωτόλιθοι. Πρόκειται για ασβεστολιθικές δομές που βρίσκονται στους οστικούς σάκους στον εσωτερικό λαβύρινθο του αυτιού, στις δύο πλευρές της εγκεφαλικής κοιλότητας των ψαριών. Αυτές οι δομές συμμετέχουν στο ακουστικό σύστημα, ανιχνεύοντας ακουστικά κύματα καθώς επίσης και στο αιθουσαίο, μέσω του οποίου επιτυγχάνεται η ισορροπία. Υπάρχουν 3 ζευγάρια ωτολίθων οι τοξοειδείς (sagitta), βοτσαλοειδείς (lapillus), αστεροειδείς (asteriscus). Οι

μεγαλύτεροι σε μέγεθος είναι οι τοξοειδείς και συνήθως σ' αυτούς γίνεται ο προσδιορισμός της ηλικίας (Bond, 1996).

Οι ωτόλιθοι αποτελούνται από ανθρακικό ασβέστιο σε μορφή κρυστάλλων αραγονίτη και σε κάποιες περιπτώσεις βατερίτη (Gauldie, 1986), ενώ ο ρυθμός εναπόθεσης των αλάτων, δηλαδή ο ρυθμός σχηματισμού του ωτόλιθου, ρυθμίζεται από ένα διαλυτό νευροπρωτεϊνικό μείγμα, (Gauldie & Nelson, 1988) το οποίο εκτός από το ρυθμό εναπόθεσης, ελέγχει και το σχήμα του ωτόλιθου. Τα ανόργανα στοιχεία ενός ωτόλιθου ακολουθούν ένα μονοπάτι από το νερό στο πλάσμα του αίματος μέσω των βραγχίων ή του εντέρου, μετά μέσα στο ενδόλεμφο και τελικά στον κρυσταλλικό ωτόλιθο. Η κύρια πηγή των ανόργανων είναι μέσω των βραγχίων και δευτερευόντως μέσα από το πεπτικό σύστημα (Olsson, et al., 1998). Στο μίγμα συμμετέχει και η πρωτεΐνη ωτολίνη (Degens, et al., 1969).

Η αύξηση του ωτόλιθου και το πάχος των μικροκρυστάλλων εξαρτώνται από το στάδιο ζωής του ψαριού (Irie, 1960). Οι εποχιακές διακυμάνσεις της ανάπτυξης ανιχνεύονται σε δομικά τμήματα βιολογικών συστημάτων και ακολουθούν τον κερκάρδιο ρυθμό των οργανισμών, προκαλώντας ημερήσιες μεταβολές στην ανάπτυξη. Ακολουθείται ένας περιοδικός ρυθμός αύξησης που ανιχνεύεται και στους ωτόλιθους των ψαριών. Οι μεταβολές ακολουθούν την ανάπτυξη και το στάδιο του κύκλου της ζωής ενός ψαριού. Έτσι, από την ασβεστολιθική δομή ενός ωτόλιθου μπορεί να εξαχθούν συμπεράσματα για την περίοδο αναπαραγωγής, την περίοδο συσσώρευσης αποθεμάτων ενέργειας, τις μεταναστεύσεις ενός ατόμου κ.α. (Panella, 1971). Σε ενεργές περιόδους ανάπτυξης η αύξηση είναι πιο χοντρή με καλά ανεπτυγμένες δομές, ενώ σε περιόδους χαμηλής ανάπτυξης οι μικροκρύσταλλοι είναι πιο συμπαγείς και συνεχιζόμενοι. Σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να παρατηρήσουμε και παραπάνω από μια υπο-αυξήσεις στον ωτόλιθο, αποτέλεσμα μετανάστευσης, ρυθμού σίτισης (Morales-Nin, 1992) και θερμοκρασιακών αλλαγών (Campana & Neilson, 1982). Το βάρος του σώματος και το βάρος του ωτόλιθου είναι στενά συνδεδεμένα, έτσι, η αύξηση του πάχους του ωτόλιθου θα αντανakλά τον ρυθμό αύξησης του ψαριού, ενώ θα «καταγράφονται» περίοδοι φυσιολογικού-περιβαλλοντικού στρες και διακυμάνσεις στην αύξηση, που οφείλονται σε μείωση του μεταβολικού ρυθμού, ο οποίος σχετίζεται με την ηλικία (Gutierrez & Morales-Nin, 1986).

Μορφολογικά χαρακτηριστικά ωτόλιθων και ηλικία

Ετήσιοι δακτύλιοι

Οι ωτόλιθοι των ψαριών αυξάνονται σε μέγεθος με την αύξηση σε μέγεθος του ψαριού. Ετήσιοι δακτύλιοι σχηματίζονται στην επιφάνεια τους, αντανακλώντας περιόδους ταχείας και αργής αύξησης, με το σχηματισμό διάφανων και αδιάφανων ζωνών. Έτσι, με τη χρήση διαφορετικού φωτισμού στο στερεοσκόπιο μπορούμε να διακρίνουμε την ετήσια, χειμερινή και θερινή, ανάπτυξη (Casselman, 1983). Αυτή η μέθοδος είναι η πιο συνηθισμένη, ενώ μετρήσεις σε άλλα χαρακτηριστικά του ωτόλιθου είναι επίσης συχνά. Ο προσδιορισμός της ηλικίας με τους ετήσιους δακτυλίους είναι αρκετά σύνθετος και πολύ χρονοβόρος, αφού εξαρτάται από την εμπειρία του επιστήμονα, οδηγώντας σε μεθόδους οικονομικά ασύμφορες, όταν πρέπει να προσδιοριστεί μεγάλος αριθμός ατόμων, για τον προσδιορισμό κάποιου αποθέματος (Cardinale & Arthenius, 2004).

Βάρος ωτόλιθου

Το βάρος των ωτόλιθων έχει χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν ως δείκτης για τον προσδιορισμό της ηλικίας (Francis & Campana, 2004; Doering-Arjes, et al., 2008; Fletcher, 1991; Britton & Blackburn, 2014). Η μέτρηση του βάρους αποτελεί μια μέθοδο οικονομική, γρήγορη, δεν απαιτεί προηγούμενη προετοιμασία δειγμάτων με κάποια τεχνική και δεν απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις από το άτομο που θα εκτελέσει τις μετρήσεις. Επίσης, το βάρος έχει αποδειχθεί ότι προσδιορίζει την ηλικία σε ποσοστό 70-90% (Cardinale, et al., 2000). Για τη χρήση των μοντέλων προσδιορισμού της ηλικιακής δομής ενός αποθέματος δεν χρειάζονται τον άμεσο προσδιορισμό της ηλικίας ατόμων, αλλά έμπιστους υπολογισμούς της ηλικιακής σύνθεσης του αποθέματος. Οι ωτόλιθοι ξεκινούν την ανάπτυξή τους από το λαρβικό στάδιο, από απλά ελλειψοειδή σχήματα και καταλήγουν σε περίπλοκες τρισδιάστατες δομές, εξαρτώμενες από τη διαφορετικότητα του είδους στα ενήλικα άτομα, γι' αυτό το λόγο το σχήμα και άλλα μορφομετρικά χαρακτηριστικά μπορούν

να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό της ηλικίας (Francis & Campana, 2004). Γενικά, τα ψάρια, μετά τα πρώιμα στάδια της ζωής εμφανίζουν μια γραμμική σχέση μεταξύ του βάρους του ωτόλιθου και της ηλικίας, ενώ το βάρος του ωτόλιθου είναι ένα αυξανόμενο μέγεθος του μήκους του ψαριού (Fletcher, 1991).

2. Υλικά και Μέθοδοι

Περιοχή δειγματοληψιών

Η περιοχή δειγματοληψιών είναι το βόρειο Αιγαίο, περιοχές που επιχειρούν, κυρίως, οι μηχανότρατες του στόλου της Καβάλας, της Αλεξανδρούπολης και της Θεσσαλονίκης. Τα δείγματα έχουν αλιευθεί από τράτες εμπορικής αλιείας κυρίως στο Θρακικό Πέλαγος, μεταξύ των νησιών Θάσου και Σαμοθράκης, αλλά και νότια της Σκιώνης Χαλκιδικής καθώς και νότια του νησιού Σαμοθράκη.

Το βόρειο Αιγαίο οριοθετείται από το σύμπλεγμα των κυκλαδίτικων νησιών (βορειότερα από 38° 40'Β) και ανατολικά έως τα παράλια της Τουρκίας. Συνδέει το Αιγαίο με τη Μαύρη Θάλασσα μέσω των στενών των Δαρδανελίων και χαρακτηρίζεται από μεγάλη ποικιλομορφία ακτών καθώς και υποθαλάσσιου ανάγλυφου (Poulos, et al., 1997).

Τα βάθη που έχουν συλλεχθεί τα δείγματα ποικίλουν. Έχουν συλλεχθεί ωτόλιθοι κυρίως από το εμπορικό κομμάτι των καλάδων, δηλαδή τα ψάρια που τελικά εκφορτώνονται στην ιχθυόσκαλα, αλλά και από το απορριπτόμενο, την ποσότητα δηλαδή που απορρίπτεται στη θάλασσα. Έτσι, τα δείγματά μας προέρχονται από βάθη 80 m έως και 450 m. Τα εμπορεύσιμα άτομα προέρχονται από βάθη κυρίως 200-450m.

Κυκλοφορία υδάτων

Το βόρειο Αιγαίο χαρακτηρίζεται από κυκλωνική κυκλοφορία των υδάτων (δεξιόστροφη). Το νερό που εισέρχεται από τη Μαύρη Θάλασσα, μέσω του στενού των Δαρδανελίων, έχει χαμηλές τιμές αλατότητας (24-34 psu) και θερμοκρασίας (18-24C°) σε σχέση με το νερό του Αιγαίου. Τα χαρακτηριστικά των υδάτινων μαζών της Μαύρης Θάλασσας που εισέρχονται στο Αιγαίο μεταβάλλονται όσο αναμειγνύονται με βαθύτερα νερά και αλληλεπιδρούν με την ατμόσφαιρα και καταλήγουν με αυξημένη αλατότητα (38 psu) στα νησιά των Σποράδων. Συνοπτικά, υψηλής αλατότητας νερά από τη Λεβαντίνη κινούνται βόρεια κατά μήκος των δυτικών ακτών της Τουρκίας, αναμειγνύονται με τα νερά της Μαύρης Θάλασσας και κινούνται σε βαθύτερα

στρώματα απ' αυτά, αλλάζοντας τη σύσταση θερμοκρασίας και αλατότητας (Zervakis, et al., 2000). Αυτή η κίνηση των υδάτων, περνάει βόρεια της Λήμνου και μεταφέρεται βόρεια στο Θρακικό πέλαγο και νότια στο Θερμαϊκό κόλπο. Αυτή η είσοδος υφάλμυρου νερού, μαζί με τις πολύ πλούσιες σε θρεπτικά ποτάμιες ροές, είναι η κύρια εισροή νερού στο β. Αιγαίο (Poulos, et al., 1997).

Θρεπτικά

Οι ποτάμιες εισροές επηρεάζουν την κυκλοφορία και παραγωγικότητα στις κοντινές περιοχές, ενώ η κίνηση των νερών της Μαύρης Θάλασσας είναι η κινητήρια δύναμη όλου του βόρειου Αιγαίου (Olson, et al., 2007). Στο βόρειο Αιγαίο εκβάλλουν ένα πλήθος ποταμιών τόσο από την ελληνική ακτογραμμή όσο και από την τουρκική. Οι κύριες εισοδοί είναι από τους Αξιό, Αλιάκμονα, Γαλλικό και Πηνειό, στο Θερμαϊκό κόλπο και τους Έβρο, Στρυμόνα και Νέστο, στο Θρακικό Πέλαγο. Επιπρόσθετα, μεγάλο πλήθος πόλεων κατά μήκος της ακτογραμμής προσθέτει γλυκά ύδατα μέσω του συστήματος αποχετεύσεων των πολεοδομικών συγκροτημάτων (Poulos, et al., 1997). Παρόλο που το βόρειο Αιγαίο δεν θεωρείται επίφοβο για το σχηματισμό ευτροφικών φαινομένων, στον κόλπο του Θερμαϊκού, που είναι αρκετά κλειστός, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, παρατηρούνται συχνά ανθήσεις δινομαστιγιωτών (ερυθρές παλίρροιες). Επίσης, λόγω εντατικοποίησης των αγροτικών καλλιεργειών παρουσιάζεται μια τάση αύξησης των εισροών N, ενώ λόγω βελτιωμένων καλλιεργητικών πρακτικών παρουσιάζεται μείωση των PO₄. Τέτοια φαινόμενα δεν εμφανίζονται στο Θρακικό Πέλαγο, που είναι αρκετά πιο ανοικτό γεωγραφικά (Tsiaras, et al., 2014).

Η συνεχής είσοδος, έστω και μικρών ποσοτήτων, θρεπτικών στο βόρειο Αιγαίο μέσω των νερών της Μαύρης Θάλασσας, μπορεί να επηρεάσει τόσο έμμεσα όσο και άμεσα την παραγωγικότητα της τροφικής πελαγικής αλυσίδας (Souverzoglou, et al., 2014). Τελικά, το αυξημένο θρεπτικό φορτίο του βορείου Αιγαίου συνδέεται άμεσα με την υψηλή πρωτογενή παραγωγικότητα, που μέσω των τροφικών πλεγμάτων, στηρίζει το ιχθυοαπόθεμά του. Έτσι, το οικοσύστημα αποκτά ιδιαίτερη αξία, καθώς αποτελεί το κύριο αλιευτικό πεδίο στην Ελλάδα (Tsiaras, et al., 2014).

Δείγματα ψαριών-ωτολίθων

Τα προσφυγάκια συλλέχθηκαν από τράτες εμπορικής αλιείας, το διάστημα Απρίλιος 2018 έως και Δεκέμβριος 2019. Πιο συγκεκριμένα, δείγματα από το απορριπτόμενο συλλέχθηκαν από το σκάφος Θοδώρα NK305 με ολικά μήκη (TL) 75-104 mm στις 18 Απριλίου 2018. Από τη μηχανότρατα Αγ. Δημήτρης NK348 συλλέχθηκαν δείγματα από απορριπτόμενα, με ολικά μήκη (TL) 101-130 mm στις 16/5/2018, ενώ από το ίδιο σκάφος συλλέχθηκαν ξανά δείγματα στις 12/11/2018, 13/12/2018, 21/02/2019 και 19/03/2019 από το εμπορικό αλίευμα. Τα προσφυγάκια είχαν ολικά μήκη (TL) από 168-313 mm. Στις 16/05/2019 συλλέχθηκαν απορριπτόμενα δείγματα από τη μηχανότρατα Ταξιάρχης NK348 με ολικά μήκη (TL) από 79-130 mm, ενώ την ίδια ημέρα συλλέχθηκαν από το σκάφος Παναγία Π. ΝΘ923 με ολικά μήκη (TL) 246-312mm. Τους καλοκαιρινούς μήνες συλλέχθηκαν δείγματα από τη μηχανότρατα Μεγαλόχαρη ΝΘ1031 στις 18/06/2018, 16/7/2018 και 23/07/2019, με ολικά μήκη (TL) 133-252 mm. Κρατήθηκε δείγμα ατόμου από τις 30/06/2019 με ολικό μήκος 393mm και ολικό βάρος (W) 476g. Τέλος, στις 17/12/2019 συλλέχθηκαν δείγματα από το σκάφος Ευαγγελίστρια NK317 με ολικά μήκη (TL) 195-240 mm. Οι μηχανότρατες είναι στις κατηγορίες μήκους 18-24 και 24-40, με μήκη από 23,65 m έως 33,18 m και ιπποδύναμη από 268 έως 470hp.

Μετρήσεις εργαστηρίου

Τα δείγματα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο και συντηρήθηκαν σε θερμοκρασία ψύξης 4 C°, με σκοπό να γίνουν οι μετρήσεις μέσα σε 24 ώρες. Στα δείγματα που δεν υπήρξε αυτή η δυνατότητα για άμεσες μετρήσεις, συντηρήθηκαν σε κατάψυξη. Παρατηρήθηκε αλλοίωση στις γονάδες πολύ γρήγορα μετά την απόψυξη, με αποτέλεσμα σε αρκετά δείγματα να μην είναι δυνατή η εξακρίβωση του φύλλου και του σταδίου ωριμότητας.

Μήκος ψαριού

Τα δείγματα μετρήθηκαν σε ιχθυόμετρο και καταγράφηκαν το ολικό μήκος (TL) και το σταθερό μήκος (SL) των ψαριών σε χιλιοστάμετρα (mm) (Ricker & Merriman, 1945).

Βάρος ψαριού

Τα δείγματα ζυγίστηκαν σε ζυγό με ακρίβεια δέκατου του γραμμαρίου (0.1g). Καταγράφηκε το ολικό βάρος (W) και το καθαρό βάρος (Net W). Μετά την αφαίρεση των γονάδων και όλων των οργάνων της κοιλιακής κοιλότητας ξαναζυγίζουμε για να πάρουμε το καθαρό βάρος.

Φύλο και στάδιο γεννητικής ωριμότητας

Το φύλο των ατόμων γίνεται μακροσκοπικά, με οπτική παρατήρηση των γονάδων του ψαριού, μετά από τομή στην κοιλιακή χώρα και απελευθέρωση των γονάδων. Η κατάταξη σε στάδιο ωριμότητας γίνεται σύμφωνα με τη μέθοδο Nikolsky (Nikolsky, 1969). Η ωριμότητα κατατάσσεται σε 6 στάδια, 1) ανώριμο, 2) σε ανάπαυση, 3) ωρίμανση, 4) ωριμότητα, 5) αναπαραγωγή, 6) εξαντλημένο, τα οποία διακρίνονται με βάση μορφομετρικά χαρακτηριστικά της γονάδας, όπως, μέγεθος, χρώμα, παρουσία ωοκυττάρων, σπέρματος, καθώς και ποσότητα και ευκολία απελευθέρωσης αυγών και σπέρματος. Η εποχή αναπαραγωγής του είδους είναι τέλη χειμώνα και στην περιοχή μας είναι το Φεβρουάριο. Μέσα σ' αυτό το μήνα βρέθηκαν άτομα στα στάδια 4 και 5.

Εξαγωγή ωτόλιθων

Για την εξαγωγή των ωτόλιθων του *Micromesistius poutassou* γίνεται τομή είτε από την πάνω πλευρά του κεφαλιού, είτε από την κάτω, αφού πρώτα αφαιρεθούν τα βράγχια, και αφαίρεση

των ωτόλιθων από τον εσωτερικό λαβύρινθο. Τοποθετούνται σε νερό και καθαρίζονται από υπολείμματα ιστών του ψαριού. Αφού στεγνώσουν, τοποθετούνται σε Eppendorf για την αποθήκευσή τους.

Εξίσωση von Bertalanfy

Σύμφωνα με την εξίσωση, το μήκος του οργανισμού αυξάνει με την ηλικία και τείνει να αποκτήσει, ασυμπτωτικά, μια μέγιστη τιμή. Η εξίσωση που υπολογίζει τις παραμέτρους ανάπτυξης είναι:

L_t = Το μήκος του ψαριού τη χρονική στιγμή t ,

L_∞ = Το ασυμπτωτικό μήκος σώματος

K = Η παράμετρος που εκφράζει το ρυθμό με τον οποίο το άτομο πλησιάζει το L_∞

t = Η ηλικία σε έτη,

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

Σχέση μήκους-βάρους

Η σχέση μήκους-βάρους εκφράζεται από την εξίσωση:

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

W = βάρος σε γραμμάρια (g)

L = μήκος σε cm

a και b είναι σταθερές.

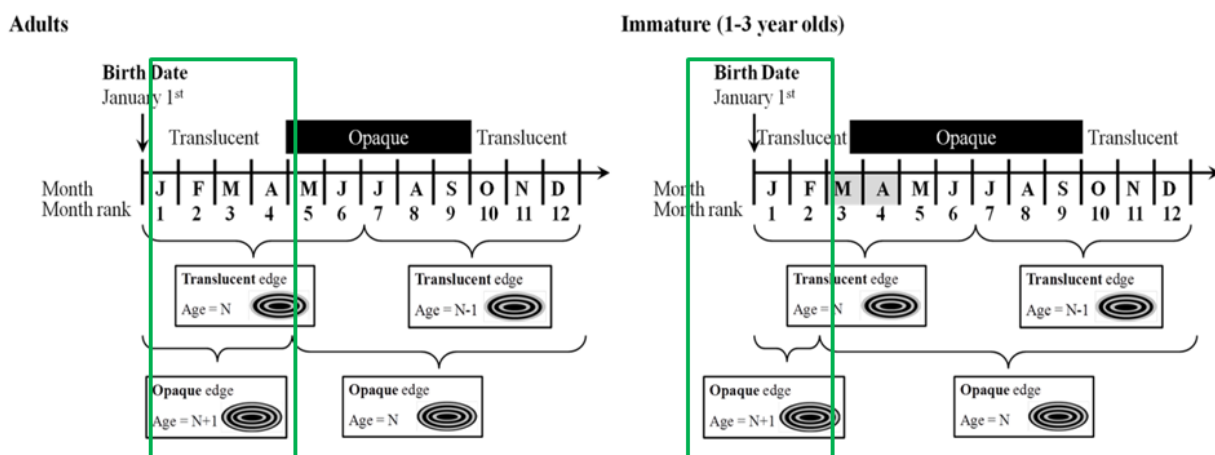
Οι τιμές υπολογίζονται από τη λογαρίθμηση της εξίσωσης, $\text{Log}W = \text{Log}a + b \cdot \text{Log}L$

Η παράμετρος b είναι ο συντελεστής παλινδρόμησης, με τιμές μεταξύ 2 και 4. Για $b = 3$, στο ψάρι αυξάνεται συμμετρικά το μήκος προς το βάρος, ενώ όταν $b \neq 3$ υπάρχει αλλομετρική αύξηση. Η παράμετρος a σχετίζεται με τη φυσική κατάσταση του ψαριού.

Ανάγνωση ωτόλιθων *Micromesistius routassou* – μεθοδολογία

Η βέλτιστη διαδικασία για την ανάγνωση των ωτόλιθων του *Micromesistius routassou* είναι η τομή του ψαριού και αμέσως μετά ο προσδιορισμός της ηλικίας, καθώς τότε φαίνονται πιο καθαρά οι δακτύλιοι. Σε κάθε άλλη περίπτωση, πριν την παρατήρηση, οι ωτόλιθοι πρέπει να εμβαπτίζονται σε νερό για 24 ώρες έτσι ώστε να ενυδατωθούν και να υπάρχει καλύτερη οπτική. Δεν πρέπει να μένουν περισσότερο από 48 ώρες καθώς η σύνθεση του νερού μπορεί να επηρεάσει τους ωτόλιθους. Οι ωτόλιθοι παρατηρούνται σε νερό πάνω σε μια μαύρη επιφάνεια με τη χρήση προσπίπτοντος φωτισμού. Η μεγέθυνση που χρησιμοποιείται είναι (x1) και τοποθετείται μπάρα προσδιορισμού μεγέθους.

Η προαναφερθείσα διαδικασία είναι σημαντική καθώς μας επιτρέπει να ανιχνεύουμε τον πρώτο δακτύλιο σε σχέση με τον δακτύλιο Bailey's. Η ανάγνωση πραγματοποιείται από το κέντρο προς (Cabral & Murta, 2002) την μυτερή άκρη από την πλευρά που δεν συσσωρεύεται η εναπόθεση ασβεστίου (κοίλη πλευρά) (ICES, 2017; Goncalves, et al., 2017). Μετράμε τους χειμερινούς δακτυλίους (ημιδιαφανείς) και η ηλικία δίνεται από τον αριθμό τους, ανάλογα με την εποχή σύλληψης του ατόμου, σύμφωνα με το σχέδιο προσδιορισμού ηλικίας (ICES, 2013b). Για

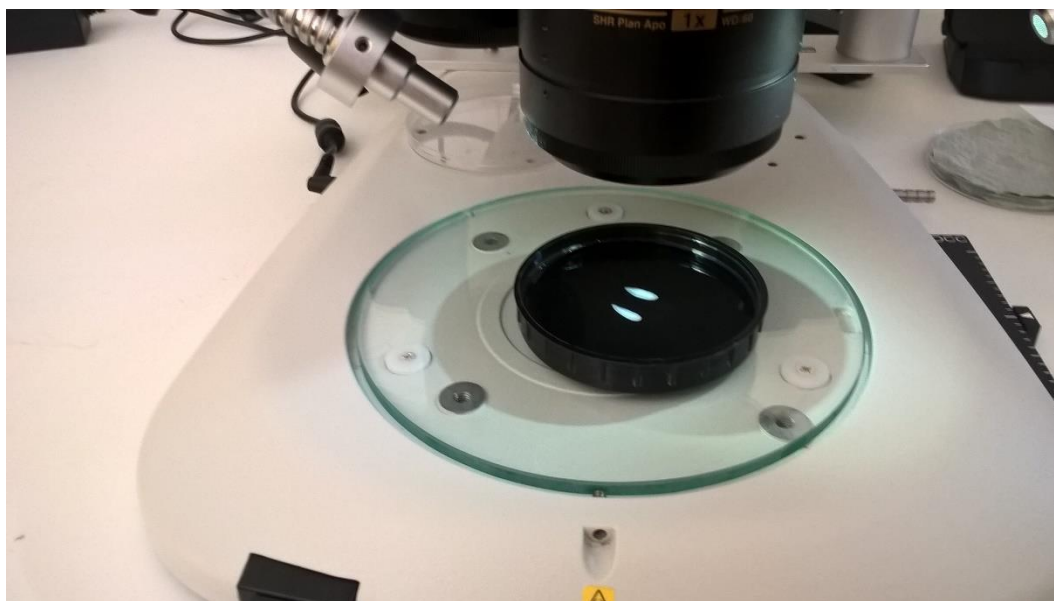


Φωτογραφία 2-1 Σχέδιο προσδιορισμού ηλικίας για το *Micromesistius routassou*, ICES WORKBLUE, 2013.

το προσφυγάκι ηλικία γέννησης θεωρούμε την 1^η Ιανουαρίου. Μετρώντας τους ημιδιαφανείς δακτυλίους στο πρώτο εξάμηνο η ηλικία είναι ίδια με τον αριθμό των δακτυλίων, ενώ το δεύτερο εξάμηνο η ηλικία είναι ίση με το πλήθος των ημιδιάφανων δακτυλίων αφαιρώντας 1 εάν η άκρη του ωτόλιθου είναι ημιδιαφανής, καθώς πρόκειται για την έναρξη σχηματισμού του χειμερινού δακτυλίου (ICES, 2017).

Δυσκολίες προσδιορισμού ηλικίας στο είδος *Micromesistius poutassou*

Οι ωτόλιθοι του είδους είναι μεγάλοι σε μέγεθος και εύκολοι στην εξαγωγή τους. Παρόλαυτά αυξάνουν πολύ σε όγκο καθώς η εναπόθεση ασβεστίου γίνεται σε 3 άξονες και έτσι από κάποια ηλικία-μέγεθος ψαριού και μετά έχουμε αλληλεπικάλυψη των ετήσιων δακτυλίων. Βιβλιογραφικά, μετά τους 30-35 πόντους δημιουργείται πρόβλημα με απόκρυψη ετήσιων δακτυλίων (Carbonara & Follesa, 2019).



Φωτογραφία 2-2 Ζευγάρι ωτόλιθων του είδους *Micromesistius poutassou*, σε μαύρη επιφάνεια, μέσα σε νερό, κάτω από προσπίπτων φωτισμό, σε στερεοσκόπιο.

Ο προσδιορισμός του πρώτου ετήσιου δακτυλίου αποτελεί ένα από τα πιο βασικά θέματα προς επίλυση μεταξύ των αναγνωστών ηλικίας. Το *Micromesistius poutassou* αναπαράγεται πιο αργά μέσα στη χρονιά καθώς κινούμαστε από το νότο προς το βορρά. Στο γεωγραφικό πλάτος της Μεσογείου και του κεντρικού Ατλαντικού, η αναπαραγωγή ξεκινάει από το Φεβρουάριο, ενώ

βορειότερα τον Απρίλιο. Έτσι, ο σχηματισμός του πρώτου χειμερινού δακτυλίου μπορεί να εμφανιστεί από τον Οκτώβρη έως και τον Ιανουάριο (ICES, 2013b). Σε μελέτες του είδους παρατηρήθηκε ότι όσο μεγαλώνει το ψάρι αυξάνεται και ο πρώτος ετήσιος δακτύλιος. Αυτή η παρατήρηση, κατέδειξε ότι δημιουργούνται λάθος ερμηνείες σε σχέση με τη θέση του πρώτου ετήσιου δακτυλίου και ο δακτύλιος που παρατηρείται δεν είναι στην πραγματικότητα ετήσιος δακτύλιος (Dores & Goncalves, 2017), αλλά αυτό που αποκαλείται Bailey's zone, ή αλλιώς Bower's zone (Gjosaeter, et al., 1979). Πρόκειται για δακτύλιο που σηματοδοτεί την αλλαγή σταδίου ζωής, από την πελαγική, στη βενθοπελαγική φάση.

Για το ξεπέρασμα αυτών των δυσκολιών επιχειρούνται διάφορες τεχνικές. Το κάψιμο του ωτόλιθου και η τομή δοκιμάστηκαν στην Πορτογαλία. Σε περιπτώσεις, το κάψιμο δημιούργησε χειρότερη απεικόνιση, καθώς οδήγησε σε μπέρδεμα των ετήσιων δακτύλιων που είχαν κανονική απεικόνιση στον ωτόλιθο που δεν υπέστη κατεργασία. Επίσης, στους μεγαλύτερους ωτόλιθους, μετά το κάψιμο, δεν είναι δυνατή η αποκάλυψη της εσωτερικής δομής του πυρήνα και αυτός μάλλον είναι ο λόγος που εμφανίζεται μεγαλύτερος ο πρώτος δακτύλιος όσο μεγαλώνει το ψάρι (Dores & Goncalves, 2017).



Φωτογραφία 2-3 Φωτογράφιση ωτόλιθου του είδους *Micromesistius routassou*, με φωτογραφική Nikon Sights DS-L2.

Η τεχνική με την τομή των ωτόλιθων δεν πρόσφερε καλύτερη εξακρίβωση των δακτυλίων ούτε προσέφερε στον προσδιορισμό της ηλικίας. Αυτό συνέβη επειδή η τομή επέτρεψε την πλήρη αποκάλυψη της εσωτερικής δομής του ωτόλιθου, όπου πολλοί ψευδοδακτύλιοι μπορεί είναι παρόντες (Dores & Goncalves, 2017).

Μετρήσεις ωτόλιθων

Στην παρούσα μελέτη έγινε οπτική παρατήρηση των ωτόλιθων σε στερεοσκόπιο Nikon και φωτογράφιση σε Nikon Sights DS-L2. Στη συνέχεια, οι φωτογραφίες επεξεργάστηκαν στο πρόγραμμα IPWin4 και μετρήθηκαν το μήκος ωτόλιθου, η ακτίνα ωτόλιθου, η διάμετρος και η ακτίνα των ετήσιων δακτυλίων. Οι ωτόλιθοι ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας, με ακρίβεια 4 δεκαδικών.



Φωτογραφία 2-4 Ζύγισμα ωτόλιθων του είδους *Micromesistius routassou* σε ζυγό ακριβείας Pioneer με ακρίβεια (0,0001).

Στη μέτρηση του βάρους χρησιμοποιήθηκε ο αριστερός ωτόλιθος, όπως και στην καταμέτρηση ετήσιων δακτυλίων, χωρίς να εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του βάρους του αριστερού και δεξιού ωτόλιθου (δεν παρουσιάζεται στα αποτελέσματα).

Στατιστική επεξεργασία

Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων και οι συναφείς στατιστικές δοκιμασίες πραγματοποιήθηκαν σε προγραμματιστικό περιβάλλον R με τη χρήση των πακέτων car, MASS, FSA, psych, sizeMat.

3. Αποτελέσματα

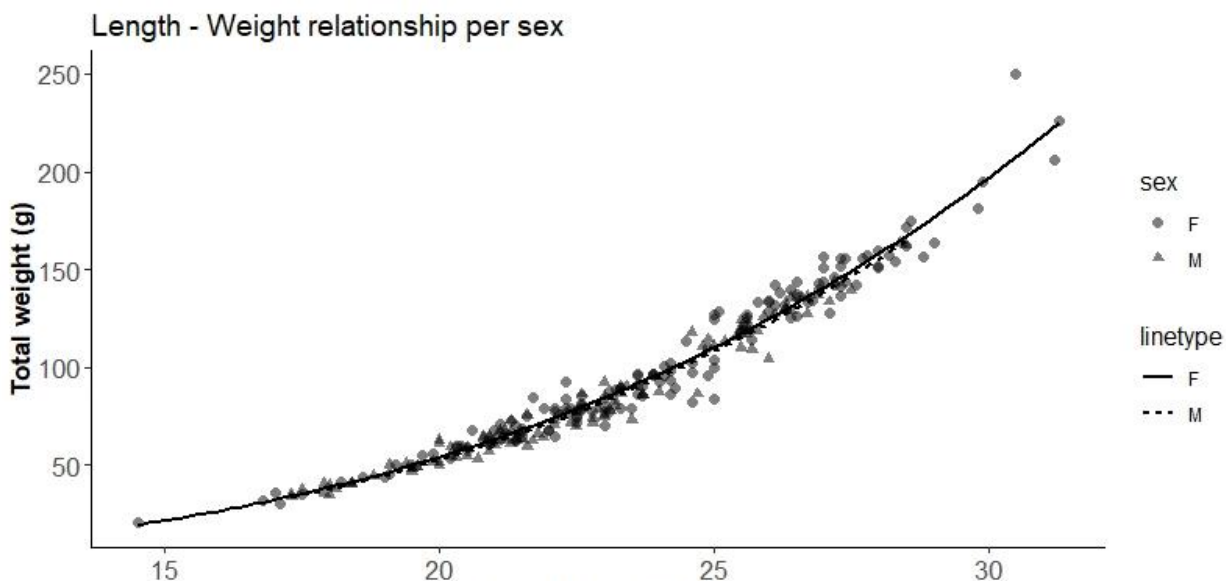
Οι δειγματοληψίες για το *Micromesistius poutassou* πραγματοποιήθηκαν μέσα στα έτη 2018 και 2019 με εμπορικές μηχανότρατες και εργαλείο τράτα βυθού. Η συλλογή έγινε από τον Απρίλιο του 2018, έως και το Δεκέμβριο του 2019. Τα άτομα που συλλέχθηκαν ήταν N=487 και το εύρος μηκών ήταν από 75 έως 393 mm και το εύρος βαρών από 2,26 έως 476g. Από το σύνολο των δειγμάτων τα 112 ήταν αρσενικά, τα 152 θηλυκά και 223 ανώριμα ή δεν αναγνωρίστηκε το φύλο λόγω αλλοίωσης των γονάδων. Ακολουθεί πίνακας με τα φύλα και το ποσοστό τους, από τις δειγματοληψίες που τα άτομα του δείγματος, τουλάχιστον, ολοκληρώνανε το πρώτο έτος ζωής και ήταν δυνατή η αναγνώριση του φύλου. Σε όλες τις περιπτώσεις τα θηλυκά ήταν περισσότερα από τα αρσενικά (54,3-73,6%), εκτός από το μήνα Απρίλιο που τα αρσενικά αποτέλεσαν το 60,3% του δείγματος και τα θηλυκά το 26.9%.

Πίνακας 3-1 Άξονας y, φύλο δειγμάτων, Άξονας x, ημερομηνίες δειγματοληψίας, ποσοστό (%) θηλυκών και αρσενικών ατόμων ανά δειγματοληψία, του είδους *Micromesistius poutassou* και αριθμός δειγμάτων ανά ημερομηνία δειγματοληψίας.

Sex	Sampling date					
	Dec-19	May-19	Mar-19	Feb-19	Dec-18	Nov-18
Female	24(68.5%)	30(56.6%)	17(26.9%)	31(54.3%)	22(57.8%)	28(73.6%)
Male	11(31.5%)	23(43.3)	38(60.3%)	26(45.7%)	3(0.08%)	10(26.4%)
Unidentified		-	8(12.7)	-	13(34.2%)	-
Specimens						
N	35	53	63	57	38	38

Σχέση μήκους-βάρους

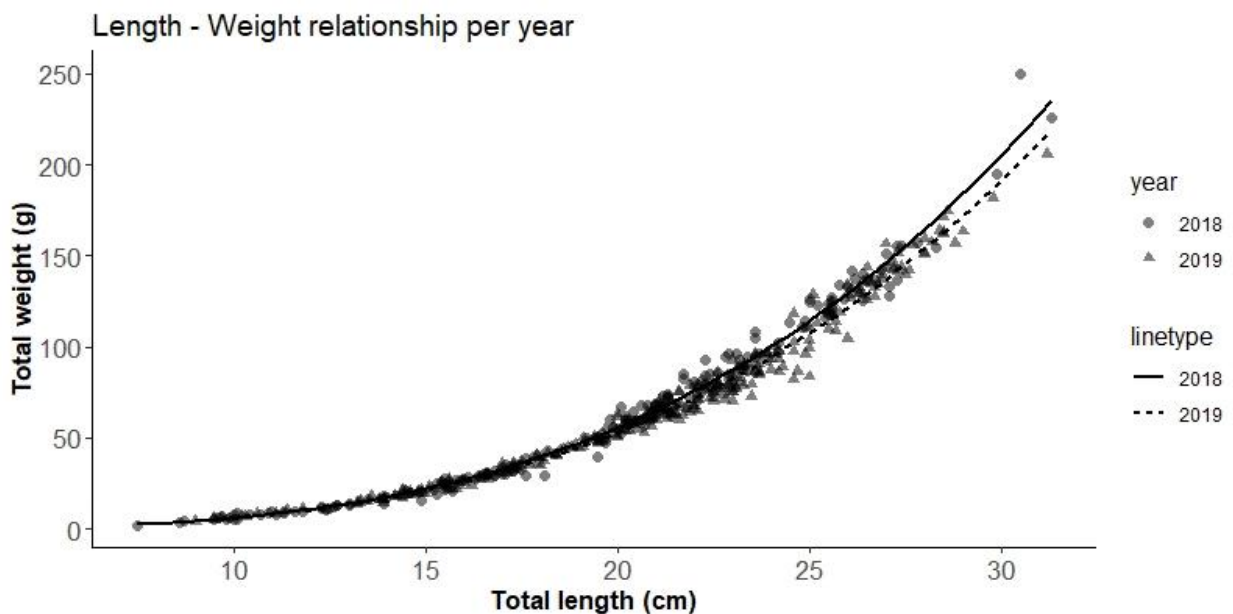
Η σχέση μήκους-βάρους περιγράφεται από τη σχέση $W=a*L^b$ (W =ολικό βάρος, L =ολικό μήκος). Για τον προσδιορισμό των παραμέτρων a , b , έγινε λογαρίθμηση της σχέσης $\text{Log}W=\text{Log}a+b*\text{Log}L$. Έγινε ανάλυση συνδιακύμανσης (ANCOVA), (με γραμμικό μοντέλο επί των λογαρίθμων του W και του L) ώστε να δούμε αν η σχέση διαφέρει σημαντικά ανάμεσα στα δύο φύλα. Το αποτέλεσμα είναι ότι η σχέση δεν έχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα δύο φύλα. Για τις παραμέτρους a (F -value= 0.08, p = 0.78) και b (F -value= 0.03, p =0.87), βλέπουμε ότι το a είναι ίσο για τα δύο φύλα και το b είναι ελάχιστα υψηλότερο στ' αρσενικά, αλλά όχι στατιστικά σημαντικό.



Γράφημα 3-1 Διάγραμμα διασποράς για το είδος *Micromesistius routassou* στο Βόρειο Αιγαίο, ανά φύλο και καμπύλη εκθετικής μορφής ($W=a*L^b$), άξονας x , ολικό μήκος ατόμων (cm), άξονας y ολικό βάρος ατόμων (g). Στρόγγυλα σημεία, θηλυκά, τρίγωνα σημεία, αρσενικά. Συνεχόμενη γραμμή, θηλυκά, διακεκομμένη αρσενικά.

Ο συντελεστής συσχέτισης του μοντέλου μας $\text{fitsex} <- \text{lm}(\log(W)\sim\log(L_cm))*\text{sex}$, (R^2), οι συντελεστές a , b της εξίσωσης και το πλήθος των ατόμων του είδους (N), παρατέθηκαν στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3-2 Ελάχιστο και μέγιστο ολικό μήκος (cm), N= αριθμός δειγμάτων, a,b, παράμετροι σχέσης $W=a*L^b$



Γράφημα 3-2 Διάγραμμα διασποράς για τη σχέση $W=a*L^b$ για το είδος *M. Poutassou* στο βόρειο Αιγαίο. Άξονας x ολικό μήκος (cm), άξονας y ολικό βάρος. Στρόγγυλα σημεία δείγματα 2018, τρίγωνα σημεία δείγματα 2019. Διακεκομμένη καμπύλη δεδομένα έτους 2019, συνεχόμενη

Sex	TL min(cm)	TL max(cm)	N	a	b
Male	17,3	28,5	112	0.04	3.158
Female	14,5	31,3	152	0.04	3.146
unidentified	7,5	39,3	223	-	-

Πραγματοποιήθηκε ανάλυση συνδιακύμανσης (anova) μεταξύ των δύο διαφορετικών ετών 2018 και 2019, για όλα τα άτομα μαζί, ανεξαρτήτως φύλου. Αριθμός ατόμων N=487.

Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ετών δειγματοληψίας για την σχέση μήκους-βάρους με τις παραμέτρους a (F-value=5.92, p=0.0153) και b (F-value= 8.78, p=0.0032). Για το έτος 2018 οι συντελεστές της σχέσης είναι a=0.04 και b=3.204 και για το 2019 a=0.03 και b=3.126. Ο συντελεστής συσχέτισης είναι $R^2=0,992$.

Στο έτος 2018 η κλίση b της καμπύλης είναι ελαφρά μεγαλύτερη σε σχέση με το 2019 και τα άτομα του πληθυσμού το 2018 αυξήσαν τη μάζα τους ελαφρά περισσότερο σε σχέση με το μήκος τους, συγκριτικά με το 2019.

Τέλος, για τη συνολική εκτίμηση των δειγμάτων του είδους ως προς την αλλομετρία, έγινε t-test, για τη σύγκριση με τον αριθμό 3, δηλαδή την ισομετρική αύξηση του πληθυσμού. Το είδος παρουσίασε θετική αλλομετρία με το b=3.155 (T-value=11.232, p<<0.05). Συμπερασματικά, το *Micromesistius poutassou* αυξάνει ελαφρά περισσότερο το βάρος του σε σχέση με το μήκος του.

Προσδιορισμός ηλικίας

Η ηλικία των ατόμων του είδους προσδιορίστηκε με οπτική παρατήρηση των ωτόλιθων, με χρήση προσπίπτοντος φωτισμού, σε στερεοσκόπιο. Έγινε καταμέτρηση των ετήσιων δακτυλίων ανάπτυξης και φωτογραφήθηκαν τα δείγματα. Ο αριθμός των δειγμάτων είναι N=483. Στους υπολογισμούς εξαιρέθηκε μια ακραία τιμή, η οποία δεν παρουσιάστηκε στον πίνακα.

Πίνακας 3-3 Κλείδα μήκους-ηλικίας για το είδος *Micromesistius routassou* στο βόρειο Αιγαίο. Κλάσεις μήκους 10 mm, ηλικίες 0-4, N=αριθμός δειγμάτων.

Total length mode (mm)	Age					Specimens Number
	0	1	2	3	4	N
70-79	1					1
80-89	2					2
90-99	9					9
100-109	10					10
110-119	9					9
120-129	8					8
130-139	18					18
140-149	22					22
150-159	25					25
160-169	21					21
170-179	18	9				27
180-189	4	12				16
190-199	5	20	2			27
200-209	13	26	6			45
210-219	8	25	12			45
220-229	9	21	14			44
230-239	10	13	21			44
240-249	2	6	12			20
250-259		11	17			28
260-269		8	15	3		26
270-279		4	13	1		18
280-289			8	1	2	11
290-299			1	2		3

300-309					1	1
310-319				1	1	2
Sum	194	155	121	8	4	482

Οι ηλικίες των ατόμων του δείγματος είναι από 0 έως και 4 έτη. Ο μεγαλύτερος αριθμός ατόμων ήταν ηλικίας 0 (χωρίς δακτύλιο) και δεν είχαν σχηματίσει ακόμη τον πρώτο χειμερινό δακτύλιο. Τα άτομα ηλικίας 0 ανήκαν στις πρώτες 18 κλάσεις μήκους από 70-249mm. Τα άτομα ηλικίας 1 ανήκαν σε 11 κλάσεις μήκους, από 170-269 mm. Τα άτομα ηλικίας 2 ανήκαν σε 11 κλάσεις μήκους από 190-289 mm. Τα άτομα ηλικίας 3 ανήκαν σε 5 κλάσεις μήκους από 260-329 mm και τέλος τα άτομα ηλικίας 4 ανήκαν σε 4 κλάσεις μήκους από 260-319 mm. Το 44% του δείγματος προερχόταν από την 1η ηλικιακή κλάση (ηλικία 0), ενώ το 97,5% από τις ηλικίες 0, 1 και 2. Επίσης, σχεδόν το 90% των δειγμάτων είχαν ολικό μήκος από 130 έως 279 mm.

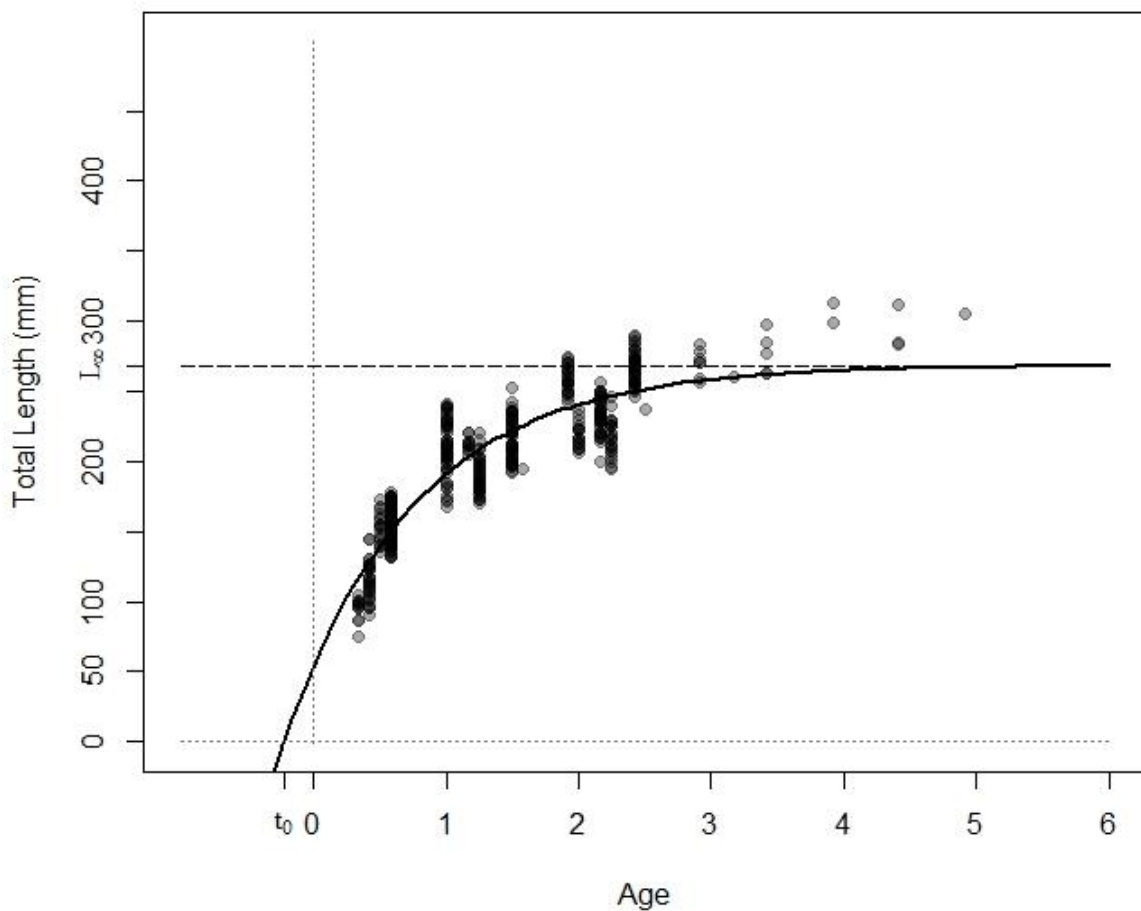
Ηλικία και αύξηση

Υπολογίστηκε η καμπύλη αύξησης του είδους, με την εξίσωση von Bertalanffy. Η σχέση δημιουργήθηκε αρχικά για κάθε φύλο ξεχωριστά, στη συνέχεια για όλα τα δείγματα μαζί, ανά ηλικιακό έτος και ανά μήνα δειγματοληψίας. Δεν παρατηρήθηκε καλή εφαρμογή στις τιμές και η παράμετρος K δεν ήταν στατιστικά σημαντική μεταξύ των φύλων ($P_{\text{male}}=0.21$, $P_{\text{female}}=0.28$). Τα θηλυκά παρουσίασαν μεγαλύτερο ασύμπτωτο μήκος (L_{inf}) σε σχέση με τα αρσενικά, αλλά είχαν μικρότερο ρυθμό ανάπτυξης (K) σε σχέση με τα αρσενικά, με τελικό αποτέλεσμα μεγαλύτερο τελικό μήκος. Ο υποθετικός χρόνος μηδενικού μήκους του ψαριού (t_0) είναι μικρότερος για τα αρσενικά συγκριτικά με τα θηλυκά. Η κακή εφαρμογή της καμπύλης στο γράφημα των τιμών συσχετίστηκε με την αδυναμία αναγνώρισης φύλου στους πρώτους μήνες ζωής του είδους.

Πίνακας 3-4 τιμές παραμέτρων εξίσωσης von Bertalanffy, L_{inf} =ασυμπτωτικό μήκος(cm), K =ρυθμός ανάπτυξης(y^{-1}), t_0 =θεωρητική ηλικία μηδενικού μήκους (χρόνια), για το είδος *Micromesistius poutassou* στο βόρειο Αιγαίο.

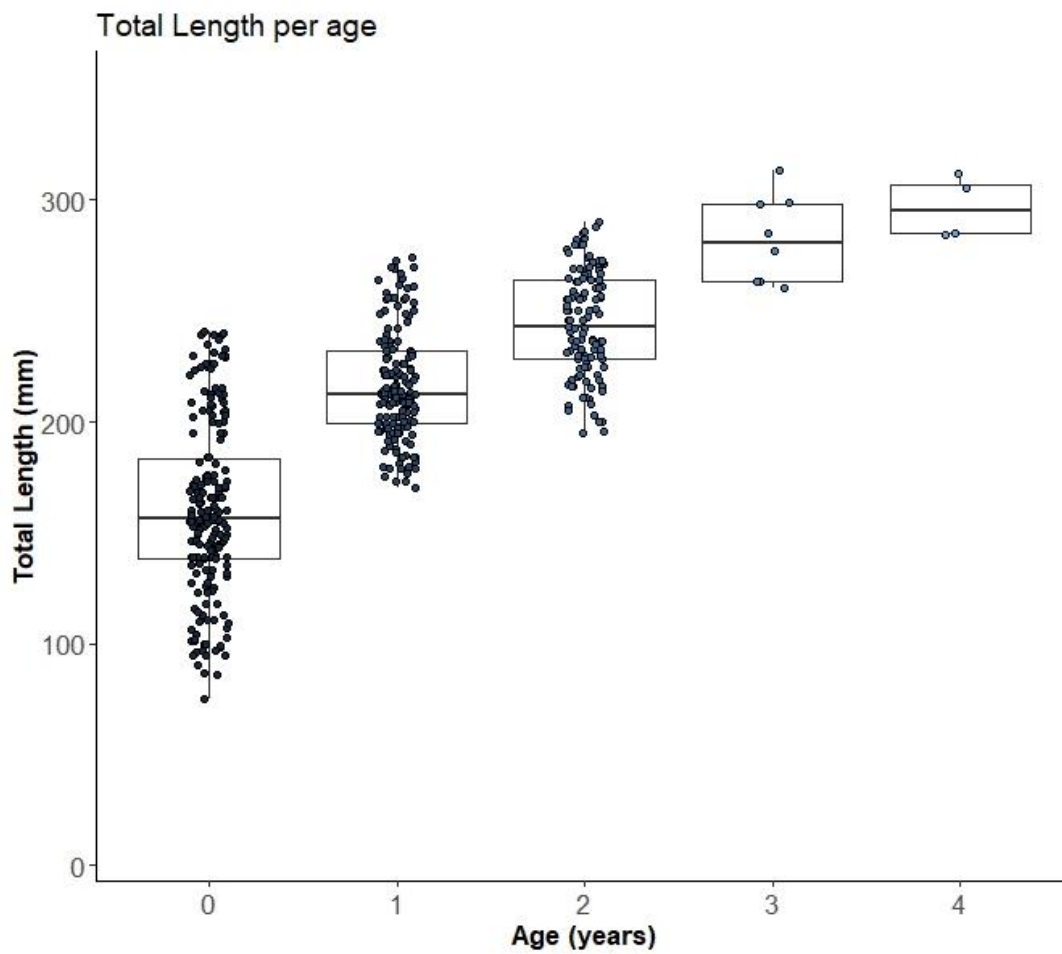
Sex	L_{inf}	K	t_0
Female	499.4	0.12	-2.32
Male	397.5	0.15	-3.23

Οι παράμετροι αύξησης ανά μήνα δειγματοληψίας είναι $L_{inf}=268.365$, ο ρυθμός αύξησης είναι $K=1,02124$ και η θεωρητική στιγμή μηδενικού μήκους $t_0=-0.22063$. Το ασυμπτωτικό μήκος (L_{inf}) ήταν αρκετά χαμηλό καθώς μόλις το 19% των δειγμάτων ήταν μεγαλύτερο από 250 mm.



Γράφημα 3-3 Σχέση von Bertalanffy για το είδος *Micromesistius poutassou* στο βόρειο Αιγαίο. Άξονας x ηλικία (χρόνια), άξονας y ολικό μήκος (mm). Τα δεδομένα παρουσιάζονται ανά μήνα δειγματοληψίας

Οι παράμετροι αύξησης ανά ηλικιακό έτος είναι $L_{inf}=306.073$, ο ρυθμός αύξησης είναι $K=0.45642$ και η θεωρητική ηλικία μηδενικού μήκους $t_0=-1.63862$.



Γράφημα 3-4 Θηκογράμματα για τη σχέση von Bertalanffy, για το είδος *Micromesistius rouitassou* στο βόρειο Αιγαίο. Άξονας x ηλικία (χρόνια), άξονας y ολικό μήκος (mm), Τα δεδομένα παρουσιάζονται ανά έτος.

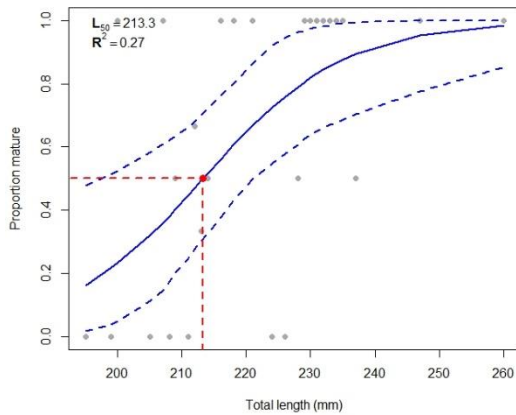
Ωριμότητα

Για τον υπολογισμό του μήκους πρώτης γεννητικής ωρίμανσης, εφαρμόστηκε δυωνυμικό γενικευμένο γραμμικό μοντέλο (GLM) επί των γεννητικά ανώριμων και ώριμων ατόμων. Το μοντέλο εφαρμόστηκε τόσο στο σύνολο των δεδομένων όσο και ξεχωριστά στα θηλυκά και τα αρσενικά άτομα. Σε κάθε περίπτωση η τιμή του R^2 είναι χαμηλή (<0.35) γεγονός που πιθανώς οφείλεται στο μικρό πλήθος των ατόμων προς επεξεργασία την εποχή αναπαραγωγής. Ακολουθούν τα γραφήματα και πίνακας με τα αναλυτικά στοιχεία.

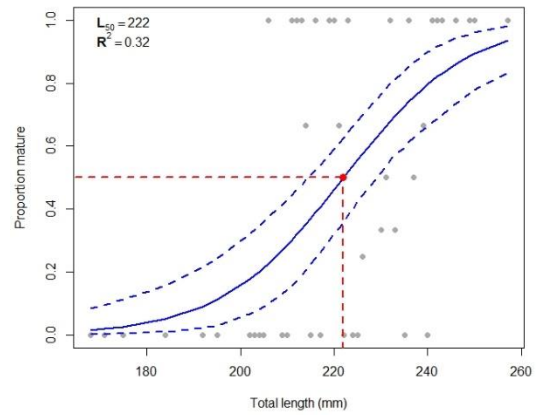
Πίνακας 3-5 Μήκος γεννητικής ωρίμανσης για το 50% του

πληθυσμού, συντελεστής συσχέτισης (R^2)

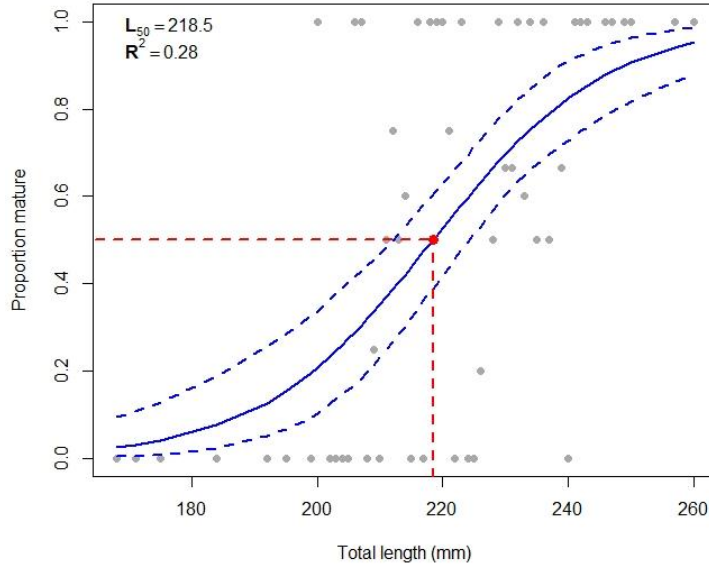
Sex	L_{50}	R^2
Female	222	0.32
Male	213.3	0.27
All	218.5	0.28



Γράφημα 3-5 Καμπύλη γεννητικής ωρίμανσης για τα αρσενικά του είδους *M. routassou* στο βόρειο Αιγαίο. Άξονας x ολικό μήκος (mm), άξονας y ποσοστό ώριμων ατόμων (%).

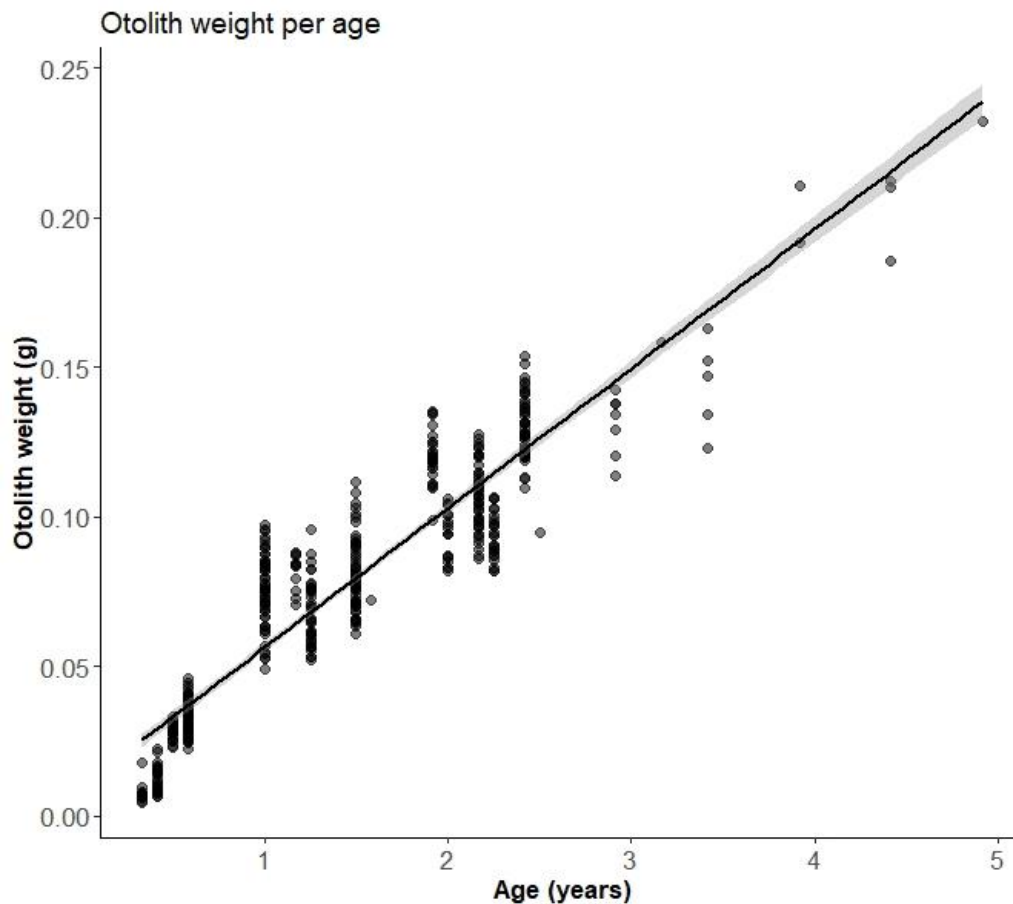


Γράφημα 3-6 Καμπύλη γεννητικής ωρίμανσης για τα θηλυκά άτομα του είδους *M. routassou* στο βόρειο Αιγαίο. Άξονας x ολικό μήκος (mm), άξονας y ποσοστό ώριμων ατόμων (%).



Γράφημα 3-7 Καμπύλη γεννητικής ωρίμανσης για τα δύο φύλα μαζί του είδους *M. routassou* στο βόρειο Αιγαίο. Άξονας x ολικό μήκος (mm), άξονας y ποσοστό ώριμων ατόμων (%).

Ηλικία και βάρος ωτόλιθων

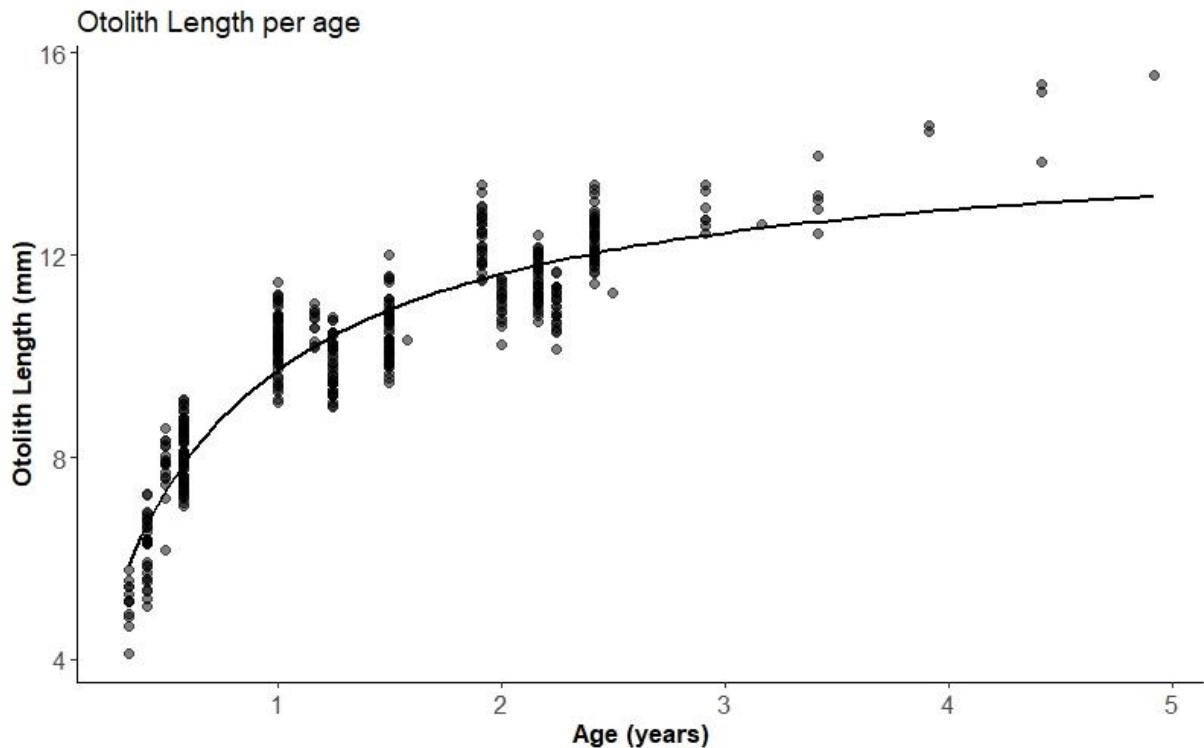


Γράφημα 3-8 Σχέση ηλικίας (χρόνια) και βάρος ωτόλιθου (g), για το είδος *M. routassou* στο βόρειο Αιγαίο. Τα δεδομένα παρουσιάζονται ανά μήνα δειγματοληψίας.

Η ηλικία του είδους (Age) σε σχέση με το βάρος του ωτόλιθου (OW) ήταν μια γραμμική σχέση της μορφής $OW = 0.009748 + 0.046557 * Age$. Η σχέση του βάρους του ωτόλιθου και της ηλικίας του ψαριού θεωρήθηκε ισχυρή με $R^2 = 0.862$. Οι τιμές παρουσιάστηκαν ανά μήνα δειγματοληψίας.

Ηλικία και μήκος ωτόλιθου

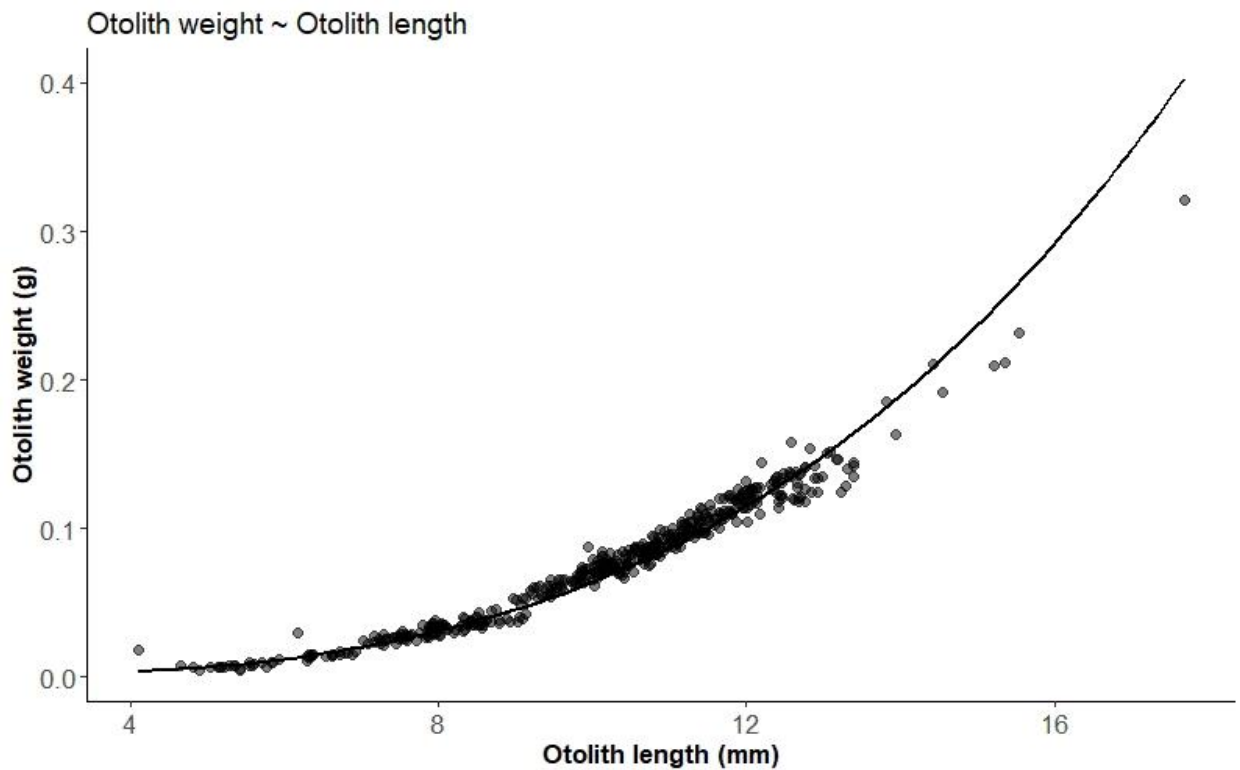
Συγκρίθηκαν το μήκος ωτόλιθου (OL) με την ηλικία του ψαριού (Age). Η σχέση ακολούθησε μια εκθετική εξίσωση ίδιας μορφής με την καμπύλη αύξησης von Bertalanffy. Οι παράμετροι αύξησης του ωτόλιθου σε σχέση με την ηλικία του ψαριού είναι, ασύμπτωτο μήκος $L_{inf}=14.45892$, ρυθμός αύξησης $K=0.46677$ και θεωρητική ηλικία μηδενικού μήκους $t_0= -1.80876$.



Γράφημα 3-9 Σχέση ηλικίας (χρόνια) και μήκος ωτόλιθου (mm), για το είδος *M. roulei* στο βόρειο Αιγαίο. Τα δεδομένα παρουσιάζονται ανά μήνα δειγματοληψίας

Σχέση μήκους-βάρους ωτόλιθου

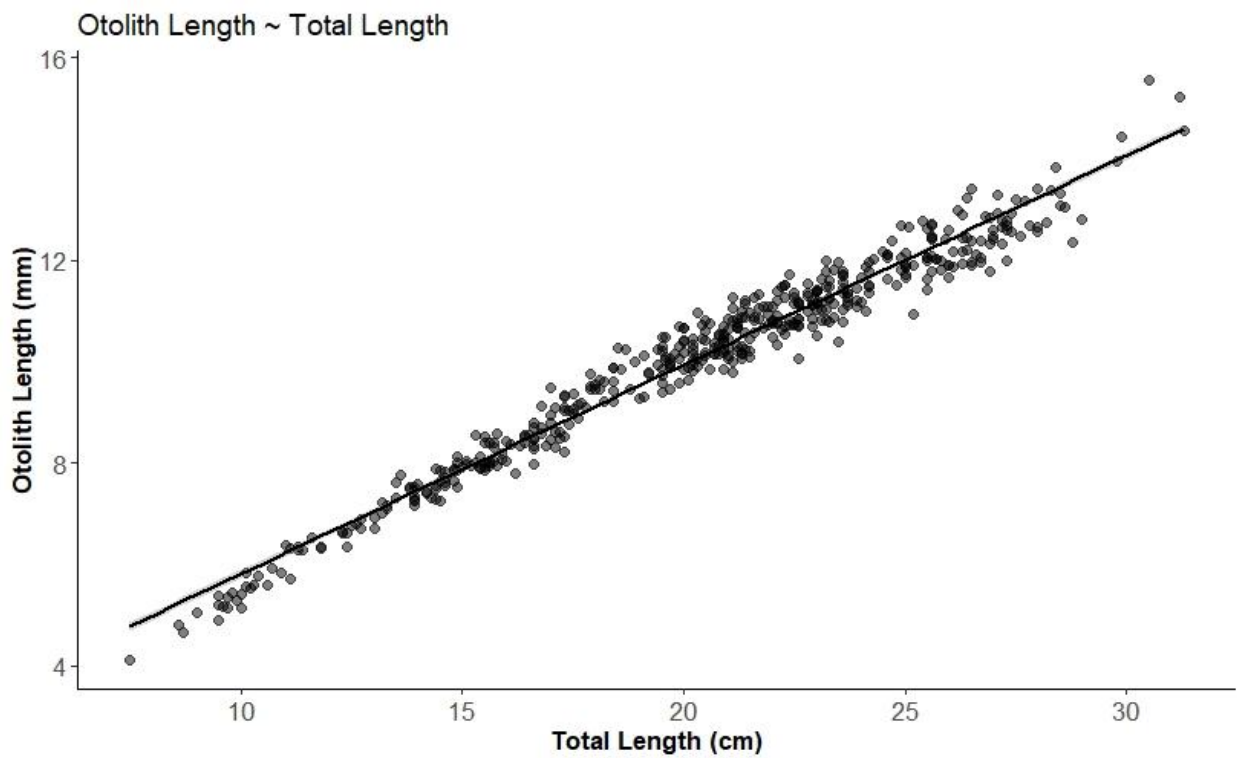
Μελετήθηκε η σχέση του βάρους του ωτόλιθου σε σχέση με το μήκος του. Η σχέση βρέθηκε εκθετική της μορφής $OW=a*OL^b$. Το πλήθος δειγμάτων ήταν $N=479$. Για τον προσδιορισμό των παραμέτρων έγινε λογαρίθμηση της σχέσης $\text{Log}OW=\text{Log}a+b*\text{Log}OL$. Η επίλυση έδωσε τις παρακάτω τιμές $a=0.000039$ και $b=3.2288$. Η συσχέτιση της σχέσης μήκος ωτόλιθου με το βάρος του είναι ισχυρή με $R^2=0.969$.



Γράφημα 3-10 Σχέση μήκος ωτόλιθου (mm) και βάρος ωτόλιθου (g) για το είδος *M. rouitassou* στο βόρειο Αιγαίο.

Μήκος ωτόλιθου και ολικό μήκος ψαριού

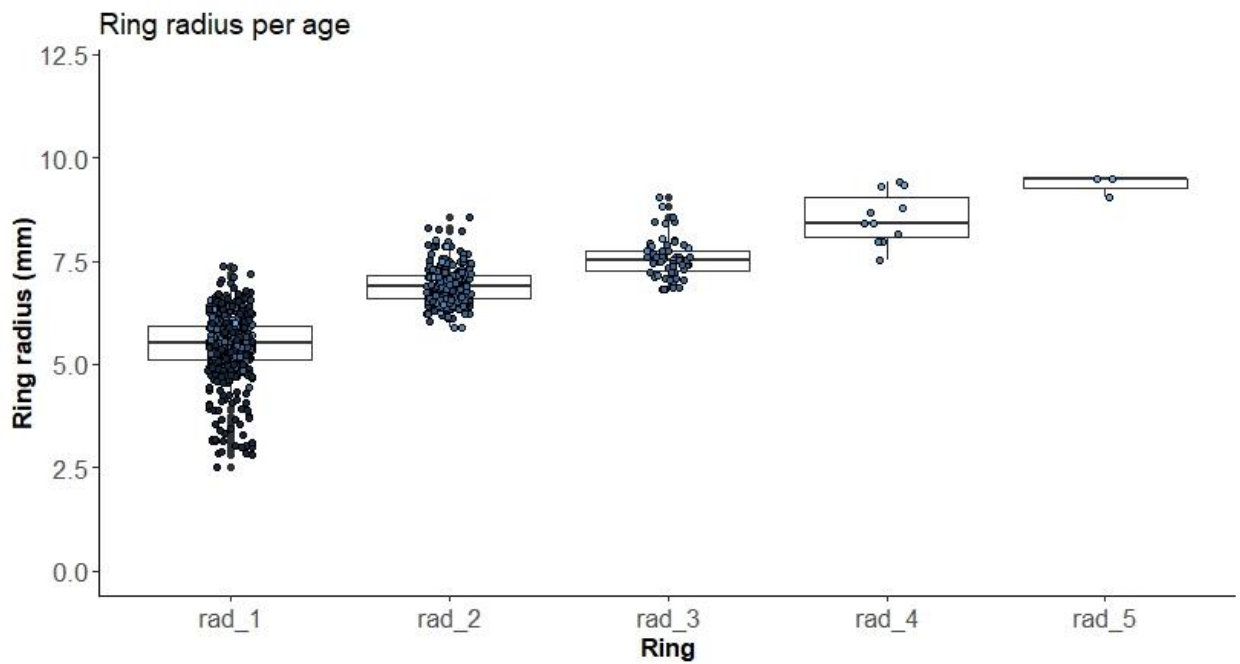
Μελετήθηκε η σχέση του μήκους του ωτόλιθου (OL) με το ολικό μήκος (L) του ψαριού. Η σχέση που βρέθηκε είναι γραμμική της μορφής $OL=a+b*L$. Οι παράμετροι της σχέσης ήταν $a=1.66087$ και $b=0.41403$. Η συσχέτιση της σχέσης βρέθηκε ισχυρή με $R^2=0.964$.



Γράφημα 3-11 Σχέση ολικό μήκος ψαριού (cm) και βάρος ωτόλιθου (g) για το είδος *M. roufasciatus* στο βόρειο Αιγαίο.

Μήκος ακτίνας δακτυλίου ωτόλιθου και ηλικία

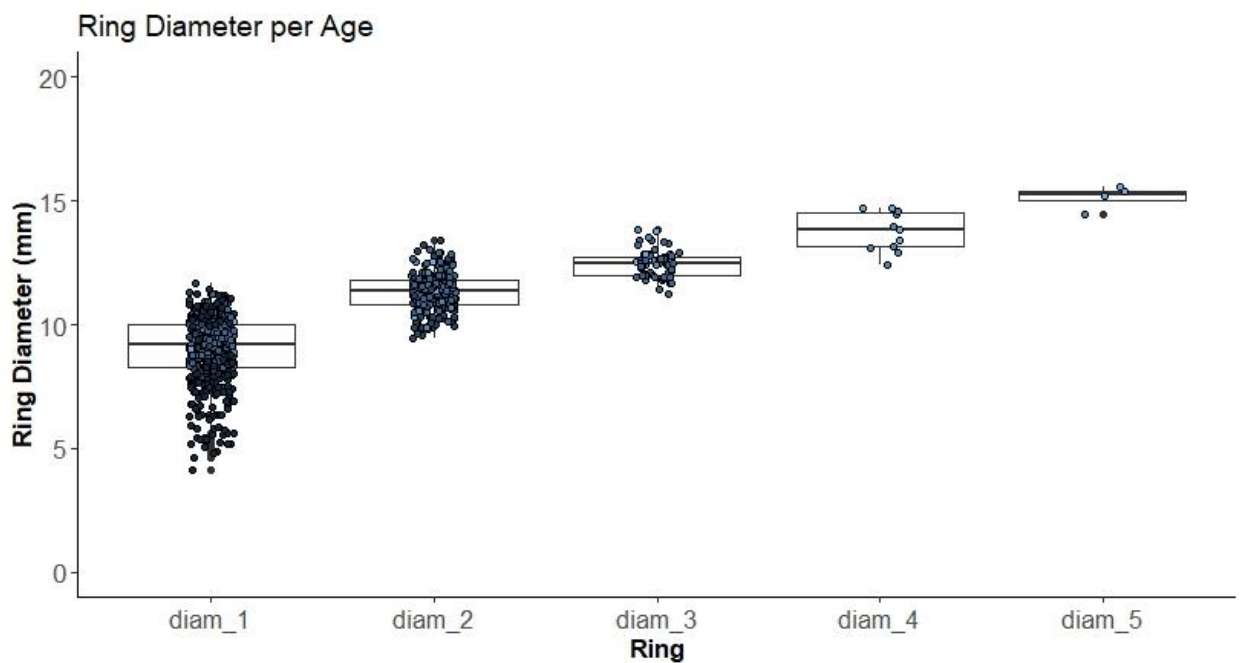
Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάστηκε το μήκος της ακτίνας (mm) του ετήσιου δακτυλίου ανάπτυξης του ωτόλιθου. Κάθε ακτίνα ισοδυναμεί με ένα έτος ανάπτυξης. Έτσι, παρουσιάστηκαν οι 5 ηλικιακές κλάσεις με το μήκος της ακτίνας κάθε κλάσης, για τις ηλικίες 0,1,2,3 και 4.



Γράφημα 3-12 Σχέση αριθμού ακτίνων ωτόλιθων (πλήθος ακτίνων) με μήκος ακτίνας (mm) για το είδος *M. routassou* στο βόρειο Αιγαίο.

Μήκος διαμέτρου δακτυλίου ωτόλιθου και ηλικία

Παρουσιάστηκε το μήκος, δηλαδή η διάμετρος (mm) του κάθε ετήσιου δακτυλίου ανάπτυξης του ωτόλιθου. Κάθε διάμετρος ισοδυναμεί με ένα έτος ανάπτυξης. Έτσι, παρουσιάστηκαν οι 5 ηλικιακές κλάσεις με τη διάμετρο-μήκος (mm) κάθε δακτυλίου για τις ηλικίες 0,1,2,3 και 4.



Γράφημα 3-13 Σχέση αριθμού δακτυλίων ωτόλιθων (πλήθος δακτυλίων-διαμέτρων) με μήκος δακτυλίου (mm) για το είδος *M. rouassou* στο βόρειο Αιγαίο.

Υπολογισμός μέσου ολικού μήκος ψαριού ανά ηλικιακή κλάση από μήκος ωτόλιθου

Πίνακας 3-6 Πίνακας ηλικίας (στήλη 1), μ.ο. μηκών δακτυλίων ωτόλιθων (mm) (στήλη 2), εύρος μηκών ωτόλιθων (mm) (στήλη 3), μέσο μήκος ωτόλιθου για κάθε δακτύλιο (mm) (1-4) (στήλες 4-7), υπολογισμός μήκους ψαριού από το μέσο μήκος δακτυλίου για τις ηλικίες (0-3, κάθε δακτύλιος αντιπροσωπεύει μία ηλικιακή κλάση) (στήλες 8-11), μέσο μήκος (cm) ψαριού ανά ηλικία (στήλη 12), για το είδος *M. Poutassou* στο βόρειο Αιγαίο.

Age	Oto length(mm)	Range(mm)	Mean oto length (mm)				Estimated fish length(cm)			Mean fish length(cm)	
	N=483		1	2	3	4	0	1	2	3	N=483
0	8.97	4.12-11.45	8.21				15.81848				16.07165
1	11.699	7.49-11.65	9.504				18.94386				16.07165
1	11.699	8.98-13.39		10.718				21.87601			21.66065
2	11.894	8.04-11.25	9.452				18.81826				16.07165
2	11.894	10-13-13.06		11.519				23.81066			21.66065
2	11.894	10.13-13.98			11.778				24.43621		24.43884
3	13.74	8.49-10.32	9.555				19.06704				16.07165
3	13.74	9.86-12.53		11.284				23.24306			21.66065
3	13.74	11.92-13.85			12.862				27.05438		24.43884
3	13.74	12.43-14.55				13.502				28.60016	28.225

Υπολογίστηκε το μέσο μήκος ωτόλιθου από όλο το δείγμα για τις ηλικίες 0,1,2 και 3 (1^η στήλη, Mean oto length). Υπολογίστηκε το εύρος των τιμών του μήκους του ωτόλιθου (στήλη Range) από τους ωτόλιθους των ψαριών ηλικίας 0. Υπολογίστηκε το μήκος του κάθε δακτυλίου από τα ψάρια της κάθε ηλικίας. Γραμμή 1, Age =0, δείγμα ηλικίας 0, μέσο μήκος 1^{ου} δακτυλίου. Γραμμές 2-3, Age=1, δείγμα ηλικίας 1, μέσο μήκος 1^{ου} και 2^{ου} δακτυλίου. Γραμμές 4 έως 6, Age=2, δείγμα ηλικίας 2, μέσο μήκος 1^{ου}, 2^{ου} και 3^{ου} δακτυλίου. Γραμμές 7 έως 10, Age=3, δείγμα ηλικίας 3, μέσο μήκος 1^{ου}, 2^{ου}, 3^{ου} και 4^{ου} δακτυλίου. Στις στήλες Estimated fish length, υπολογίστηκε, το θεωρητικό μήκος που θα είχε το ψάρι με το σχηματισμό των αντίστοιχων δακτυλίων, δηλαδή στις αντίστοιχες ηλικίες 0,1,2 και 3.

Τέλος, στην τελευταία στήλη Mean fish length, υπολογίστηκε το πραγματικό μέσο μήκος ανά ηλικία, για τις αντίστοιχες ηλικίες 0,1,2 και 3. Το πραγματικό μέσο ολικό μήκος ψαριού του δείγματος ανά ηλικία, σε σχέση με το θεωρητικό-υπολογισμένο ολικό μήκος ψαριού για κάθε ηλικία διαφέρει ελάχιστα (από 0.216 έως 0.375 cm) και απέδειξε την ισχυρή συσχέτιση της σχέσης μήκος ωτόλιθου-μήκος ψαριού ($OL=a+b*L$, με $a=1.66087$ και $b=0.41403$, $R^2=0.964$).

Πίνακας 3-7 Κλειδα μήκους ηλικίας για το είδος *M. routassou* στο βόρειο Αιγαίο και στη θάλασσα της Λιγουρίας. Παρουσιάζεται σε ποσοστό (%) των δειγμάτων της κλάσης. Τέρμα δεξιά στήλη, αριθμός δειγμάτων από το βόρειο Αιγαίο ανά κλάση μήκους.

Standard length mode (mm)	N. Aegean (%)		Ligurian Sea (%)		N. Aegean (%)		Ligurian Sea Age (%)		N. Aegean (%)		Ligurian Sea (%)		Specimens
	0	0	1	1	2	2	3	3	4	4			
													N=406
110-129	100	100											22
130-149	100	92	0	8									37
150-169	47	63	53	37									36
170-189	25	17	63	77	12	6							76
190-209	21	0.3	48	71	31	28	0	0.3					100
210-229	13	0	33	62	55	37.5	0	0.5					62
230-249			31	10	69	86	0	2.5					52
250-269			5	0	65	65.4	18	30.8	12	3.8			17
270-289					0	18.2	50	54.5	50	27.3			4

Στον παραπάνω πίνακα καταγράφονται κλάσεις τυπικού μήκους (Standard Length) των 20 mm, ανά ηλικία. Ο αριθμός των ατόμων του δείγματος, κάθε ηλικίας παρουσιάστηκε ως ποσοστό (%) του συνόλου. Ο αριθμός των δειγμάτων του δείγματος κάθε ηλικιακής

κλάσης φαίνεται στην δεξιά στήλη. Στον ίδιο πίνακα, καταγράφηκαν τα αποτελέσματα αντίστοιχης μελέτης στη θάλασσα της Λιγουρίας, στην Ιταλία, για την περίοδο Σεπτεμβρίου 1979 μέχρι και Ιουνίου 1982, για προσφυγάκια, αλιευμένα με τράτα βυθού

4. Συζήτηση

Το συνολικό δείγμα που χρησιμοποιήθηκε είναι ένα σύνολο 487 ωτόλιθων, ενώ έγιναν και μετρήσεις ολικού μήκους ψαριού (L), τυπικού μήκους (SL), ολικού βάρους (W), αναγνώρισης φύλου και σταδίου ωριμότητας, όπου ήταν δυνατό. Συλλέχθηκαν, τελικά, 112 αρσενικά (23%), 152 θηλυκά (31,2%) και 223 ανώριμα ή μη αναγνωρίσιμου φύλου (45,8%). Τα δείγματα που συλλέχθηκαν τους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούνιο 2018 και Ιούλιο 2018 και 2019) ήταν άτομα ανώριμα, ηλικίας 0, που είχαν γεννηθεί κάποιους μήνες πριν. Στις υπόλοιπες δειγματοληψίες υπολογίστηκε η αναλογία των φύλων (Πίν. 3.1) και διαπιστώθηκε ότι ενώ τα θηλυκά ήταν περισσότερα από τ' αρσενικά, τον μήνα Μάρτιο η αναλογία αντιστράφηκε και τα αρσενικά ήταν εμφανώς περισσότερα με ποσοστό 60,3% αρσενικά προς 26,9% θηλυκά. Τα δείγματα που χρησιμοποιούνται είναι σχετικά μικρά (από 35 έως 79 άτομα/ ανά δειγματοληψία) και δεν έχουμε γνώση της σχέσης των φύλων στην εμπορική καλάδα της τράτας για να εξάγουμε ασφαλές συμπέρασμα. Παρόλαυτά, τον Μάρτιο, τον μήνα που βρέθηκαν κυρίως αρσενικά στο δείγμα μας, είναι περίοδος αναπαραγωγής για το προσφυγάκι και γι' αυτή την περίοδο, συναντήσαμε στην Πορτογαλία, αρσενικά να παραμένουν κοντά στην επιφάνεια του βυθού, ενώ εκτός αναπαραγωγικής περιόδου τα θηλυκά να κυριαρχούν κοντά στο βυθό (Goncalves, 2017). Ο Bailey (1982) αναφέρει, ότι υπάρχουν ενδείξεις ότι τα θηλυκά άτομα φτάνουν πρώτα στα πεδία αναπαραγωγής, αλλά καθώς εξελίσσεται η αναπαραγωγή τελικά τα αρσενικά κυριαρχούν (Bailey, 1972).

Τους καλοκαιρινούς μήνες των δειγματοληψιών (Ιούνιος 2018 και Ιούλιος 2018 και 2019), τα άτομα που μελετήθηκαν (N=159) ήταν, κατά κύριο λόγο, ανώριμα και δεν ήταν δυνατό να αναγνωριστεί το φύλο. Τα άτομα που συνελήφθησαν είχαν μήκη από 133 έως 174 mm. Πρόκειται για τα άτομα που στρατολογήθηκαν εκείνη την περίοδο στο απόθεμα της περιοχής, ήταν ηλικίας 0, δηλαδή γεννήθηκαν μεταξύ Ιανουαρίου και Μαρτίου του ίδιου έτους. Τα πρώτα δείγματα μέσα στο έτος, είχαν εύρος 75 έως 104 mm τον Απρίλιο και 90 έως 145mm τον Μάιο. Προήλθαν από τα απορριπτόμενα της τράτας και είναι το ελάχιστο μήκος που βρέθηκε, ενώ ταυτόχρονα σηματοδοτεί την είσοδο των νέων ιχθύων στην αλιευτική φάση του εργαλείου της τράτας βυθού.

Υπολογίστηκε η καμπύλη ολικού μήκους-ολικού βάρους για το προσφυγάκι στο βόρειο Αιγαίο. Το είδος παρουσιάζει διαφοροποίηση στην ανάπτυξη μεταξύ αρσενικών και θηλυκών σε αρκετές περιοχές που έχει μελετηθεί (Bailey, 1982; Godinho & Silva, 1998). Στην περιοχή μας δεν

παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των φύλων (Πίν. 3.4), αλλά μεταξύ των ετών δειγματοληψίας (Γράφ. 3.3). Για το 2018, οι συντελεστές της σχέσης $W=a*L^b$, ήταν $a=0.04$, $b=3.204$ και $a=0.03$ και $b=3.126$ για το 2019. Εμφάνισε θετική αλλομετρία και για τις δύο χρονιές, ενώ για το 2018 κερδίζει πιο γρήγορα βάρος σε σχέση με το 2019. Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε στον Πατραϊκό και Κορινθιακό κόλπο βρέθηκε, ελαφρά θετική αλλομετρία με $a=0.000006$, $b=3.035$ και $a=0.000007$, $b=3.027$, αντίστοιχα (Παπακωνσταντίνου, et al., 1988). Σε σύνοψη για τα ψάρια των ελληνικών θαλασσών, παρουσιάζονται αποτελέσματα ερευνών για τον Ευβοϊκό με θετική αλλομετρία και στο κεντρικό Αιγαίο με θετική αλλομετρία για το 1991 και αρνητική για το 1992 (Stergiou & Moutopoulos, 2001). Στην κεντρική Αδριατική παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν σε μελέτη του είδους, με $a=0.005396$ και $b=3.07$ (Frogliola & Gramitto, 1981). Στη δυτική Μεσόγειο, στις Βαlearίδες νήσους, ομοίως βρέθηκε θετική αλλομετρία με τιμές παραμέτρων $a=0.0007$ και $b=3.69$ (Merella, et al., 1997). Στο Βόρειο Ατλαντικό και πιο συγκεκριμένα στη νότια Πορτογαλία, στις ακτές της περιοχής Αλγκάρβε, βρέθηκαν παρόμοια αποτελέσματα με θετική αλλομετρία $b=3.432$, $a=0.0018$ (Santos, et al., 2002) και αντίστοιχα αποτελέσματα βρέθηκαν σε μελέτη στις δυτικές ακτές της Πορτογαλίας με $a=0.0039$ και $b=3.172$ (Mendes, et al., 2004). Σε διδακτορική διατριβή που πραγματοποιήθηκε στην Πορτογαλία, βρέθηκαν παρόμοια αποτελέσματα, καθώς δεν παρατηρήθηκε διαφορά στην καμπύλη μήκους-βάρους μεταξύ των δύο φύλων ενώ παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των δύο εξαμήνων του χρόνου (Goncalves, 2017). Στην περίπτωση μας, το 2018 εμφάνισε μεγαλύτερη αύξηση του βάρους σε σχέση με το 2019, παρόλαυτά αυτή η διαφορά ενδεχομένως να οφείλεται στο σχέδιο δειγματοληψιών που ακολουθήθηκε και όχι σε πραγματική διαφορά στον πληθυσμό. Για το έτος 2018, το 48% των δειγμάτων είναι ηλικίας 0, ενώ έχουν πραγματοποιηθεί λιγότερες δειγματοληψίες στο ίδιο έτος. Επιπροσθέτως, το προσφυγάκι αυξάνει σε μέγεθος ταχύτατα τον πρώτο χρόνο ζωής (Bailey, 1982; Zilanov, 1980; Gjosaeter, et al., 1979; Bas, 1959), έτσι πιθανά οι διαφορές στο συντελεστή b , να οφείλονται είτε στο διαφορετικό αριθμό δειγμάτων, είτε στη διαφορετική εποχή δειγματοληψίας, είτε σε διαφορετικά εύρη μηκών (Moutopoulos & Stergiou, 2002).

Από την παρούσα μελέτη δεν πήραμε αξιοποιήσιμα αποτελέσματα για το μήκος πρώτης γεννητικής ωριμότητας (Γράφ. 3.5, 3.6, 3.7), κυρίως λόγω του μικρού δείγματος ($N=63$), τον Φεβρουάριο, που είναι ο πυρήνας της αναπαραγωγής. Σε μελέτη στον Κορινθιακό και Πατραϊκό η εποχή αναπαραγωγής βρέθηκε την άνοιξη (Παπακωνσταντίνου, et al., 1988), παρόλαυτά στα

δεδομένα μας για το βόρειο Αιγαίο, τα στάδια γεννητικής ωριμότητας 4 και 5 (δεν παρουσιάστηκαν στα αποτελέσματα) βρέθηκαν το μήνα Φεβρουάριο. Βιβλιογραφικά, το είδος είναι γεννητικά ώριμο σε μήκος περίπου 19 cm για τα δύο φύλα, στη μεσόγειο (Bas, 1959), περίπου 21 cm και ηλικία 1, στην κεντρική Αδριατική (Frogliia & Gramitto, 1981), 20 cm και ηλικία 0 έως 2 για τα δύο φύλα στην Πορτογαλία (Goncalves, et al., 2017), 19 cm για τα αρσενικά και 20 για τα θηλυκά, στην ηλικιακή κλάση 1, στη νοτιοδυτική Ισπανία (Garcia, et al., 1987), 18-20 cm για τα αρσενικά σε ηλικία 2 και 22-24 για τα θηλυκά σε ηλικία 3, στη Σκωτία (Rockall Bank) (Bailey, 1972), 17-20 cm για τ' αρσενικά σε ηλικία 2 και 23-25 cm για τα θηλυκά σε ηλικία 3-6 ετών, στη θάλασσα του Μπάρεντς (Zilanov, 1980). Το μήκος πρώτης ωριμότητας δεν παρουσιάζει μεγάλες διαφορές συνολικά σε όλη τη γεωγραφική περιοχή εξάπλωσης του είδους, από τη Μεσόγειο έως και τη θάλασσα του Μπάρεντς. Αυτό ουσιαστικά που μεταβάλλεται είναι η ηλικία, άρα ο ρυθμός αύξησης του ψαριού, ο οποίος μειώνεται, όσο πηγαίνουμε από το νότο προς μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη (Bailey, 1982). Άλλωστε, με την αύξηση της θερμοκρασίας της θάλασσας παρατηρήθηκε αύξηση στο ρυθμό ανάπτυξης των ψαριών (Calderon-Aguilera, 1991).

Η καμπύλη αύξησης von Bertalanffy δεν ήταν στατιστικά σημαντική, στα δύο φύλα, στο δείγμα μας (Πίν. 3.4). Για το σύνολο του πληθυσμού, ανά μήνα (Γράφ. 3.3), βρέθηκε ασυμπτωτικό μήκος $L_{inf}=26.83$ cm και ρυθμό ανάπτυξης $K=1,021$, ενώ το θεωρητικό μηδενικό μήκος ήταν για $t_0= -0.22$. Σε αντίστοιχα αποτελέσματα στην Αδριατική, ο ρυθμός αύξησης βρέθηκε $K=0,086$, το $L_{inf}=31.9$ και το $t_0= -1.296$ (Frogliia & Gramitto, 1981). Στον βορειοανατολικό Ατλαντικό για τις χρονιές 1982 και 1983, βρέθηκε $L_{inf}= 29.8$ και 30.8 , $K=0.05$ και στις δυο χρονιές και $t_0= -9.3$ και -9.1 , αντίστοιχα (Monstad, 1990). Στην καμπύλη που σχηματίστηκε για το σύνολο των δειγμάτων ανά χρονιά (Γράφ. 3.4,) βρέθηκε $L_{inf}=30.6$, ρυθμός αύξησης $K=0.45$ και $t_0= -1.63$. Σε αντίστοιχα αποτελέσματα μελετών στην κεντρική Αδριατική βρέθηκαν $L_{inf}=31.9$, $K=1.032$ και $t_0=-0.108$ (Frogliia & Gramitto, 1981). Στη νοτιοδυτική Ισπανία, για τη χρονιά 1977-1978 βρέθηκε $L_{inf}=34.26$, $K=0.21$ και $t_0= -2.58$ (Garcia, et al., 1987). Σε σύνοψη βιολογικών δεδομένων βρέθηκαν, στο αρχιπέλαγος της Τοσκάνης $L_{inf}=28.1$, $K=0.48$, $t_0= -1.6$, στη δυτική Μεσόγειο $L_{inf}=27.9$, $K=0.6$, $t_0= -0.91$, στη δυτική ακτή της Σκωτίας $L_{inf}=39.9$, $K=0.15$, $t_0= -3.51$ και τέλος, στα νησιά Φερόε $L_{inf}=33.4$, $K=0.23$, $t_0= -2.94$ (Raitt, 1968). Στο ΒΑ Ατλαντικό, σε έξι διαφορετικές περιοχές οι παράμετροι αύξησης κυμάνθηκαν για το L_{inf} από 33.9 έως 37.9, ο ρυθμός ανάπτυξης K από 0.21 έως 0.36 και η θεωρητική ηλικία μηδενικού μήκους t_0 από -1.52 έως -2.67. Παρατηρήθηκε η μείωση του ρυθμού αύξησης (K) στις βορειότερες περιοχές (BA

Ατλαντικός, Σκωτία, νησιά Φερόε) σε σχέση με τα αποτελέσματα του βορείου Αιγαίου ($K=0.45$), της δυτικής Μεσογείου ($K=0.6$), της κεντρικής Αδριατικής ($K=1,032$). Ταυτόχρονα, το ασύμπτωτο μήκος (L_{inf}) εμφανίστηκε μεγαλύτερο σε σχέση με τη Μεσόγειο. Η θερμοκρασία της θάλασσας επηρεάζει άμεσα το ρυθμό σωματικής αύξησης (Calderon-Aguilera, 1991), μέσω της επίδρασης στον αναβολισμό και καταβολισμό και έμμεσα μέσω της διαθεσιμότητας σε τροφή (Trenkel, et al., 2015), ο οποίος τελικά οδηγεί στη γεννητική ωριμότητα (Goncalves, 2017). Επίσης, ο αυξημένος ρυθμός ανάπτυξης επηρεάζει και την ταχύτητα αύξησης των σκληρών δομών του οργανισμού, όπως οι ωτόλιθοι, σε λάρβες του είδους (Bailey & Heath, 2001).

Ο προσδιορισμός του πρώτου ετήσιου δακτυλίου αποτελεί ένα από τα πιο βασικά θέματα προς επίλυση μεταξύ των αναγνωστών ηλικίας. Το *Micromesistius roulei* αναπαράγεται πιο αργά μέσα στη χρονιά καθώς κινούμαστε από το νότο προς το βορρά (Bailey, 1982). Στο γεωγραφικό πλάτος της Μεσογείου και του κεντρικού Ατλαντικού, η αναπαραγωγή ξεκινάει από το Φεβρουάριο, ενώ βορειότερα τον Απρίλιο. Έτσι, ο σχηματισμός του πρώτου χειμερινού δακτυλίου μπορεί να εμφανιστεί από τον Οκτώβρη έως και τον Ιανουάριο (ICES, 2013b). Στο βόρειο Αιγαίο, ο δακτύλιος χειμερινής ανάπτυξης εμφανίζεται στους ωτόλιθους της δειγματοληψίας του Νοεμβρίου. Λόγω της έλλειψης δημοσιευμένων πληροφοριών για τη βιολογία και ανάπτυξη του είδους στην περιοχή μας, η λογική των δειγματοληψιών ήταν να υπάρχει ένα εύρος ολικού μήκους ψαριού, μήκους και βάρους ωτόλιθων σε διασπορά μέσα στο χρόνο, έτσι ώστε να καταλήξουμε για την ετήσια αύξηση των νεαρών ψαριών του είδους, καθώς και των ενηλίκων. Για τον πρώτο χρόνο ζωής, για την ηλικία 0, υπολογίστηκαν τα ολικά μήκη του είδους ανά ηλικία (Γράφ. 3.3), το μήκος των ωτόλιθων ανά ηλικία και ανά ολικό μήκος ψαριού (Γραφ. 3.9, 3.11) και το βάρος των ωτόλιθων ανά ηλικία (Γράφ. 3.8). Επίσης, παραστάθηκε γραφικά η σχέση ($OW=0.000039*OL^{3.2288}$) βάρους ωτόλιθου (OW) με μήκους ωτόλιθου (OL) (Γράφ. 3.10).

Συγκρίθηκαν τα τυπικά μήκη του δείγματός μας και η ηλικία τους με αντίστοιχη μελέτη στη θάλασσα της Λιγουρίας (Πίν. 3.7). Παρατηρήθηκε ότι το ποσοστό των ατόμων που συνθέτουν την ηλικία 0 στο βόρειο Αιγαίο είναι υψηλότερο στις κλάσεις μήκους από 170 έως 229mm. Το εύρος τυπικού μήκους στην περιοχή μας, στο πρώτο έτος ζωής του ψαριού, είναι μεγαλύτερο σε σχέση με τη θάλασσα της Λιγουρίας. Συνολικότερα, παρατηρήθηκαν παρόμοιες κλάσεις μήκους και ηλικίας για τις δύο περιοχές. Το βόρειο Αιγαίο, βρίσκεται σε μικρότερο γεωγραφικό πλάτος

από τη θάλασσα της Λιγουρίας και είναι πιθανό, στο βόρειο Αιγαίο, το είδος να ακολουθεί ταχύτερο μοτίβο ανάπτυξης (Calderon-Aguilera, 1991), αν και οι δύο περιοχές βρίσκονται στη Μεσόγειο και δεν έχουν μεγάλες θερμοκρασιακές διαφορές στη στήλη του νερού.

Από τον πίνακα (3.6), συγκρίναμε με αντίστοιχο πίνακα των (Dores & Goncalves, 2017) τα μήκη δακτυλίων ωτόλιθων για τις ηλικιακές κλάσεις 1,2,3 και 3+. Στην ηλικία 0, το μέσο μήκος ωτόλιθου στην Πορτογαλία ήταν μεγαλύτερο $8.988 > 8.21$. Αυτό πιθανά να οφείλεται στο γεγονός ότι το εύρος δείγματος μας ήταν πολύ μεγαλύτερο, περιλαμβάνοντας μήκη μικρών ατόμων (4.12-11.45), σε σχέση με της Πορτογαλίας (7.879-10.299). Για την ηλικία 1, το μέσο μήκος του ωτόλιθου στην περιοχή μας, ήταν μικρότερο $10.718 < 11.873$ συγκριτικά με της Πορτογαλίας. Ομοίως, στην ηλικία 2, όπου το μέσο μήκος του ωτόλιθου στην Πορτογαλία ήταν $13.277 > 11.778$ από το βόρειο Αιγαίο. Τέλος, στην κλάση 3+, στο βόρειο Αιγαίο, το μέσο μήκος του δακτυλίου ήταν μεγαλύτερο $13.502 > 13.237$ από το αντίστοιχο στην Πορτογαλία. Από τη σχέση που δημιουργήθηκε, $OL = 1.66087 + 0.41403 * L$ (1) ($OL =$ μήκος ωτόλιθου (mm), $L =$ ολικό μήκος ψαριού (cm)) για τη συσχέτιση του μήκους ωτόλιθου με το ολικό μήκος του ψαριού, υπολογίστηκαν τα θεωρητικά ολικά μέσα μήκη του ψαριού, την εποχή σχηματισμού του κάθε δακτυλίου. Σε όλες τις ηλικιακές κλάσεις, στην Πορτογαλία, βρέθηκαν υψηλότερα τα μέσα μήκη ψαριού, συγκριτικά με το βόρειο Αιγαίο. Τα ολικά μέσα μήκη του δείγματος μας είχαν μικρές διαφορές σε σχέση με τα υπολογισμένα. Η αύξηση του μήκους (mm) του πρώτου δακτυλίου ανά αυξανόμενη ηλικιακή κλάση, $8.21 < 9.504 > 9.452 < 9.555$, μπορεί να ήταν μία πιθανή ένδειξη λάθος υπολογισμού του πρώτου δακτυλίου ή διαφορετικό μοτίβο ανάπτυξης για την περιοχή (Dores & Goncalves, 2017), συγκρίνοντας με τη βιβλιογραφία για το ολικό μήκος στο τέλος του 1^{ου} έτους ζωής (Gjosaeter, et al., 1979), παρόλαυτά, συμφωνεί με τα ευρήματα της Πορτογαλίας ($8.988 < 9.432 > 9.255 < 9.978$). Επίσης, συγκρίθηκε η σχέση (1) με την αντίστοιχη που υπολόγισαν οι (Dores & Goncalves, 2017) στην Πορτογαλία ($OL = 2.58 + 0.13 * L$). Για τις παραμέτρους είχαμε $a_{port} = 2.58 > a = 1.66$ και το $b_{port} = 0.13 < b = 0.41$ (έγινε μετατροπή στη σχέση προς σύγκριση). Έτσι, οι ωτόλιθοι στο βόρειο Αιγαίο καταλήγουν να έχουν μεγαλύτερο μήκος σε σύγκριση με τον ΒΑ Ατλαντικό και τις ακτές της Πορτογαλίας, μετά τα 3.3 cm ολικού μήκος, κάτι που έχει παρατηρηθεί και στην ανάπτυξη ωτόλιθων σε λάρβες *M. Poutassou* στη Μ. Βρετανία (Bailey & Heath, 2001). Επίσης, οι ωτόλιθοι της Μεσογείου, είναι κατά κανόνα, μεγαλύτεροι από του Ατλαντικού (ICES, 2017).

Από την ομάδα εργασίας του ICES (2017) για το *Micromesistius poutassou*, συγκρίθηκαν τα μήκη ωτόλιθων ανά ηλικία. Σε σχέση με τις τιμές της Μεσογείου (Ισπανία), η μέση τιμή του μήκους (mm) των ωτόλιθων του βορείου Αιγαίου ήταν μικρότερη για όλες τις ηλικιακές κλάσεις. Στην ηλικία 0 στην Μεσόγειο βρέθηκε $8.8 > 8.21$ στο βόρειο Αιγαίο, ηλικία 1, $12.1 > 10.7$ και ηλικία 2, $13.5 > 11.78$.

Γενικότερα, η ανάπτυξη των ωτόλιθων εξαρτάται από τον μεταβολικό ρυθμό (Gauldie & Nelson, 1988), αλλά ταυτόχρονα εξαρτάται και από περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία, χημεία νερού, φωτοπερίοδο κ.α.) (Calderon-Aguilera, 1991; Campana, 1999). Ο προσδιορισμός της ηλικίας με τους ετήσιους δακτυλίους είναι αρκετά σύνθετος και πολύ χρονοβόρος, αφού εξαρτάται από την εμπειρία του επιστήμονα, οδηγώντας σε μεθόδους οικονομικά ασύμφορες, όταν πρέπει να προσδιοριστεί μεγάλος αριθμός ατόμων, για τον προσδιορισμό κάποιου αποθέματος (Cardinale & Arrhenius, 2004). Από τα δείγματα ωτόλιθων, εκτός από τις ακτίνες (Γράφ. 3.12) και τα μήκη των δακτυλίων (Γράφ. 3.11) έγιναν και μετρήσεις βάρους (Γράφ. 3.8). Το βάρος των ωτόλιθων έχει χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν ως δείκτης για τον προσδιορισμό της ηλικίας (Francis & Campana, 2004; Doering-Arjes, et al., 2008; Fletcher, 1991; Britton & Blackburn, 2014). Μορφολογικά χαρακτηριστικά και πιο συγκεκριμένα το βάρος του ωτόλιθου, ξεκίνησε να χρησιμοποιείται μετά την έρευνα του (Boehlert, 1985), για την πρόβλεψη της ηλικίας. Αυτή τη στιγμή, μελέτες που υπολογίζεται η ηλικία και βασίζονται στο βάρος και άλλα μορφολογικά χαρακτηριστικά των ωτόλιθων έχουν γίνει για διάφορα είδη της οικογένειας των Gadidae, *Gadus morhua* (Fey & Limkowski, 2006; Doering-Arjes, et al., 2008; Cardinale, et al., 2000), *Melanogrammus aeglefinus* (Cardinale & Arrhenius, 2004), *Trisopterus capelanus* (Metin & Ilkyaz, 2008). Για το *Micromesistius poutassou* δεν βρέθηκε κάποια δημοσιευμένη μελέτη για το βάρος των ωτόλιθων. Παρόλα αυτά, έγινε μια πρώτη απόπειρα προσδιορισμού της γραμμικής σχέσης που συνδέει το βάρος των ωτόλιθων και την ηλικία $OW = 0.009748 + 0.046557 * Age$, καθώς και της εκθετικής σχέσης βάρους και μήκους ωτόλιθου $OW = 0.000039 * OL^{3.2288}$. Ο προσδιορισμός της ηλικίας μόνο από το βάρος των ωτόλιθων, δεν είναι μια μέθοδος που μπορούμε να την προτείνουμε με μεγάλη σιγουριά, καθώς παρατηρήθηκε αλληλεπικάλυψη βάρους ωτόλιθων στις ηλικίες 1 και 2 (Γράφ. 3.8). Βέβαια, είναι γνωστό ότι μεγαλύτερα άτομα μέσα σε μια ηλικιακή κλάση έχουν βαρύτερους ωτόλιθους και ψάρια μεγαλύτερα σε ηλικία έχουν βαρύτερους ωτόλιθους συγκριτικά με νεότερα πιο γρήγορης ανάπτυξης (Secor & Dean, 2011), κάτι που δημιουργεί δυσκολίες γνωρίζοντας την ταχεία ανάπτυξη τα πρώτα 3 χρόνια για το είδος

και ειδικά στον πρώτο χρόνο ζωής (Bas, 1959). Η παράμετρος του βάρους των ωτόλιθων, βοήθησε αρκετά στην αποφυγή λάθους στον προσδιορισμό της ηλικίας, ειδικά όταν ήταν παρόντες καλοσηματισμένοι ψευδοδακτύλιοι σε μικρά άτομα. Προκρίνεται ο συνδυασμός παραμέτρων όπως φύλο, εποχή σύλληψης και βάρος ωτόλιθου για τον προσδιορισμό ηλικίας, ενώ ο συνδυασμός των παραμέτρων του βάρους ωτόλιθου, μήκος ψαριού, φύλο και ολικό βάρος, έδωσε τα πιο ισχυρά αποτελέσματα σε έρευνα για τον προσδιορισμό της ηλικίας σε Γαδοειδή στον Ατλαντικό (Bermejo, 2014). Το γεγονός ότι η ηλικία ορίστηκε μετά από την παρατήρηση ενός μόνο αναγνώστη, σε ένα δύσκολο είδος για προσδιορισμό ηλικίας (ICES, 2017; ICES, 2013b) αποτέλεσε μια αδυναμία της παρούσας έρευνας. Παρόλαυτά, μια μελλοντική έρευνα με σαφώς μεγαλύτερο δείγμα, σε σταθερά προκαθορισμένες εποχές δειγματοληψίας και ωτόλιθους συμφωνημένης ηλικίας μεταξύ αναγνώστων, θα μπορούσε να δώσει ακόμη πιο ισχυρά αποτελέσματα.

5. Συμπεράσματα

- Το προσφυγάκι στο τέλος του πρώτου έτους ζωής είχε ολικό μήκος από 171-240 mm, βάρος ωτόλιθων από 0,05 έως 0,097 g και μήκος ωτόλιθων από 9.1 έως 11.1 mm.
- Η εποχή σχηματισμού του χειμερινού δακτυλίου ανάπτυξης ξεκινάει το Νοέμβριο και ολοκληρώνεται την άνοιξη, ενώ η εποχή αναπαραγωγής προσδιορίστηκε μέσα στο χειμώνα και πιο συγκεκριμένα τον Φεβρουάριο.
- Η ανάγνωση των ωτόλιθων χρειάζεται προσοχή καθώς παρουσιάζονται ψευδοδακτύλιοι ενώ για τον προσδιορισμό της ηλικίας, πληροφορίες για την εποχή αλίευσης, το φύλο και το βάρος του ωτόλιθου είναι αρκετά χρήσιμες.
- Η απόπειρα προσδιορισμού της ηλικίας από το βάρος του ωτόλιθου εμφάνισε δυσκολίες λόγω των αλληλοεπικαλύψεων βάρους μέσα σε ηλικιακές κλάσεις, παρόλαυτά η παράμετρος του βάρους ωτόλιθου είναι βοηθητική στον προσδιορισμό της ηλικίας.
- Για την εξαγωγή συμπερασμάτων συνολικά για τον πληθυσμό προκρίνεται μελέτη σε συγκεκριμένους μήνες του χρόνου και στην περίοδο αναπαραγωγής, περισσότερα δείγματα ανά εποχή και μεγαλύτερα μεγέθη 250-330 mm για την κάλυψη των μεγαλύτερων ηλικιακών κλάσεων, ενώ προκρίνεται και δεύτερος αναγνώστης ηλικίας για τους ωτόλιθους.

6. Bibliography

- Bailey, 1972. *Scottish investigations on Blue Whiting at Rockall*, Aberdeen: ICES.
- Bailey, M. C. & Heath, M. R., 2001. Spatial variability in the growth rate of blue whiting (*Micromesistius poutassou*) larvae at the shelf edge west of the UK. *Fisheries Research*, Volume 50, pp. 73-87.
- Bailey, R., 1982. The population biology of blue whiting in the North Atlantic. *Advances in Marine Biology*, Volume 19, pp. 257-355.
- Bas, C., 1959. Some characteristics of the biological and dynamical properties of the fish species of the deep sea (Mediterranean area). *Proc. tech. Pap. gen, Fish. Coun. Mediterr.*, 24(5), pp. 215-218.
- Bas, C. & Calderon-Aguilera, C., 1989. Effect of anthropogenic and environmental factors on the blue whiting *Micromesistius poutassou* off the Catalanian coas, 1950-1952. *Marine Ecology Prog. Ser.*, Volume 54, pp. 221-228.
- Bermejo, S., 2014. The benefits of using otolith weight in statistical fish age classification: A case study of Atlantic cod species. *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 107, pp. 1-7.
- Boehlert, G. W., 1985. Using objective criteria and multiple regression models for age determination in fishes.. *fishery Bulletin*, Volume 83, pp. 103-117.
- Bond, C. E., 1996. *Biology of Fishes*. 2nd ed. Saunders College Publishing.
- Britton, J. R. & Blackburn, R., 2014. Application and utility of using otolith weights in the ageing of three flatfish species. *Fisheries Research* , Volume 154, pp. 147-151.
- Cabral, H. & Murta, A., 2002. The diet of blue whiting, hake, horse mackerel and mackerel off Portugal. *Journal of Applid Ichthyology*, Volume 18, pp. 14-23.
- Calderon-Aguilera, L. E., 1991. An autoregressive model of the temperature-growth relationship for the Western Mediterranean blue whiting *Micromesistius poutassou*. *Ecological Modelling*, Volume 56, pp. 47-61.
- Campana, S., 2001. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the. *Journal of Fish Biology*, Volume 59, pp. 197-242.
- Campana, S. E., 1999. Chemistry and composition of fish otoliths: pathways, mechanisms and applications. *MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES*, Volume 188, pp. 263-267.
- Campana, S. E. & Neilson, J. D., 1982. Daily growth increments in otoliths of starry flounder (*Platichthys stellatus*) and the influence of some environmental variable in their production. *Canadian Journal of Fisjeries and Aquatic Science*, Volume 39, pp. 937-942.

Vitale, F., Worsøe Clausen, L., and Ní Chonchúir, G. (Eds.) 2019. Handbook of fish age estimation protocols and validation methods. ICES Cooperative Research Report No. 346. 180 pp. <http://doi.org/10.17895/ices.pub.5221>

Cardinale, M., Arrhenius, F. & Johnsson, B., 2000. Potential use of otolith weight for the determination of age-structure of Baltic cod (*Gadus morhua*) and plaice (*Pleuronectes platessa*). *Fisheries Research*, Volume 45, pp. 239-252.

Cardinale, M. & Arrhenius, F., 2004. Using otolith weight to estimate the age of haddock (*Melanogrammus aeglefinus*): a tree model application.. *Journal of Applied Ichthyology*, 20(6), p. 470–475.

Carrera, P., Meixide, M., Porteiro, C. & Miquel, J., 2001. Study of the blue whiting movements around the Bay of Biscay using acoustic methods. *Fisheries Research*, pp. 151-161.

Casselman, J. M., 1983. *Age and growth assessment of fish from their calcified structures—techniques and tools*, Proceedings of the International Workshop on Age Determination of Oceanic Pelagic Fishes: Tunas, Billfishes, and Sharks. Miami, Florida 15-18 February, 1982. National Marine Fisheries Service. Miami: U.S. Department of Commerce.

Coombs, S. H., Pipe, R. K. & Mitchell, C. E., 1981. The vertical distribution of eggs and larvae of Blue whiting (*Micromesistius poutassou*) and Mackerel (*Scomber scombrus*) in the eastern North Atlantic and North Sea, *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer*, Volume 178, pp 188-195

Degens, E. T., Deuser, W. G. & Haedrich, R. L., 1969. Molecular structure and composition of fish otoliths. *Marine Biology*, February, 2(2), pp. 105-113.

Doering-Arjes, P., Cardinale, M. & Mosegaard, H., 2008. Estimating population age structure using morphometrics: a test with known-age Atlantic cod (*Gadus morhua*) individuals. *Canadian Journal Fishery Aquatic Sciences*, Volume 65, pp. 2342-2350.

Dolgov, A. V., Johannesen, E., Heino, M. & Olsen, E., 2010. Trophic ecology of blue whiting in the Barents Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 67(3), pp 483-493

Dores, S. & Goncalves, P., 2017. *Age reading of Blue Whiting (Micromesistius poutassou) off the Portuguese coast*, Lisbon: ICES.

FAO. 2018. *The State of Mediterranean and Black Sea Fisheries*. General Fisheries Commission for the Mediterranean. Rome. 172 pp.

FAO, 2018. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals.*, Rome.

Fey, D. P. & Limkowski, T. B., 2006. Predicting juvenile Baltic cod (*Gadus morhua*) age from body and otolith size measurements. *ICES Journal of Marine Science*, Volume 63, pp. 1045-1052.

- Fletcher, W. J., 1991. A Test of the Relationship between Otolith Weight and Age for the Pilchard *Sardinops neopilchardus*. *Pilchard Sardinops neopilchardus*, Volume 48, pp. 35-38.
- Francis, R. C. & Campana, S. E., 2004. Inferring age from otolith measurements: a review and a new approach. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, Volume 61, pp. 1269-1284.
- Frogliola, C. & Gramitto, E. M., 1981. Observations on growth of *Micromesistius poutassou* (Risso) (Pisces, Gadidae) in the Central Adriatic Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, 27(5).
- García, L., Lucerna, J., Sánchez, F. J. & Hernández, J., 1987. Biología de la bacaladilla ("*Micromesistius poutassou*" Risso 1826) del Mediterráneo occidental. *Boletín del Instituto de estudios Almerienses. Ciencias*, Volume 7, pp. 169-198.
- Gauldie, R. W., 1986. Vaterite otoliths from chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 20(2), pp. 209-217.
- Gauldie, R. W. & Nelson, D. G. A., 1988. Aragonite twinning and neuroprotein secretion are the cause of daily growth rings in fish otoliths. *Comp. Biochem. Physiology*, 90A(3), pp. 501-509.
- Gjosaeter, J., Beck, I. m. & Monstad, T., 1979. *Primary growth rings in Blue Whiting otoliths*, Bergen: ICES CM 1979/H:32
- Godinho, S. & Silva, A., 1998. *The growth of blue whiting (*Micromesistius poutassou*) off the Portuguese coast*. Conference paper, Lisboa, ICES CM 1998, Volume: Open: 11
- Goncalves, P. J., 2017. *Structure and biology of the southern component of blue whiting (*Micromesistius poutassou*) population in Northeast Atlantic*. PhD Thesis. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- Goncalves, P. et al., 2017. Blue whiting otolith pair's symmetry side effect. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(3), pp. 06-09.
- Gutierrez, E. & Morales-Nin, B., 1986. Time series analysis of daily growth cycles in *Dicentrarchus labrax* (Pisces: Serranidae). *Journal Experimental Marine Biology & Ecology*, Volume 103, pp. 163-179.
- Heino, M., Engelhard, G. H. & GODØ, O. R., 2008. Migrations and hydrography determine the abundance fluctuations of blue whiting (*Micromesistius poutassou*) in the Barents Sea. *Fisheries Oceanography*, 17(2).
- ICES. 2007. ICES WGNPBW Report 2007. 229 pp
- ICES. 2013. *Report of the Workshop on the Age Reading of Blue Whiting*, 10-14 June 2013, Bergen, Norway. ICES CM 2013/ACOM:53. 52 pp.
- ICES. 2016. *Report of the Working Group on Widely Distributed Stocks (WGWIDE)*, 31 August-6 September 2016, ICES HQ, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2016/ACOM:16. 500 pp

- ICES.2017. *Workshop on Age estimation of Blue Whiting (Micromesistius poutassou) WKARBLUE2*, 6-9 June 2017, Lisbon, Portugal. ICES CM 2017/ SSGIEOM:22. 60 pp.
- ICES. 2018. *Report of the Working Group on Widely Distributed Stocks (WGWIDE)*, 28 August- 3 September 2018, Torshavn, Faroe Islands. ICES CM 2018/ACOM: 23. 488 pp.
- Irie, T., 1960. The Growth of Fish Otolith. *Journal Faculty Animal Husbandry*, Volume 3, pp. 203-221.
- Langøy, H. et al., 2012. Overlap in distribution and diets of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*), Norwegian spring-spawning herring (*Clupea harengus*) and blue whiting (*Micromesistius poutassou*) in the Norwegian Sea during late summer. *Marine Biology Research*, 25 April, Volume 8, pp. 442-460.
- Mendes, B., Fonseca, P. & Campos, A., 2004. Weight–length relationships for 46 fish species of the Portuguese west coast. *Journal of Applied Ichthyology*, Volume 20, pp. 355-361.
- Merella, P., Quetglas, A. & Alemany, F., 1997. Length-weight Relationship of Fishes and Cephalopods from the Balearic Islands (Western Mediterranean). *Naga, The ICLARM Quarterly*, July-December, pp. 66-68.
- Metin, G. & Ilkyaz, A. T., 2008. Use of Otolith Length and Weight in Age Determination of Poor Cod (*Trisopterus minutus* Linn., 1758). *Turkish Journal of Zoology*, Volume 32, pp. 293-297.
- Monstad, T., 1990. *DISTRIBUTION AND GROWTH OF BLUE WHITING IN THE NORTH-EAST ATLANTIC*, ICES: H14/ Pelagic Fish Committee
- Morales-Nin, B., 1992. Determination of growth in bony fishes from otolith microstructure, *FAO Fisheries Technical Paper. No. 322*, Rome, FAO pp 51
- Moutopoulos, D. k. & Stergiou, K. I., 2002. Length–weight and length–length relationships of fish species from the Aegean Sea (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, Volume 18, pp. 200-203.
- Nikolsky, G. V., 1969. *Theory of Fish Population Dynamics*. Edimburgh: Oliver and Bloyd.
- Olson, D. B. et al., 2007. Aegean surface circulation from a satellite-tracked drifter array. *Journal of Physical Oceanography*, 37(7).
- Olsson, P. E., Kling, P. & Hogstrand, C., 1998. Mechanisms of heavy metal accumulation and toxicity in fish. In: W. J. Langston & M. J. Bebianno, eds. *Metal metabolism in aquatic environments*. London: s.n., pp. 321-350.
- Panella, G., 1971. Fish otoliths: daily growth layers and periodical patterns.. *Science*, 17 September, 173(4002), pp. 1124-7.
- Payne, M. R. et al., 2012. The rise and fall of the NE Atlantic blue whiting (*Micromesistius poutassou*). *Marine Biology Research*, April, 8(5-6), pp. 475-487.

- Poulos, S. E., Drakopoulos, P. G. & Collins, M. B., 1997. Seasonal variability in sea surface oceanographic conditions in the Aegean Sea (Eastern Mediterranean): an overview. *Journal of Marine Systems*, Volume 13, pp. 225-244.
- Raitt, D. S., 1968. *Synopsis of Biological data on the Blue Whiting Micromesistius poutassou (Risso, 1810)*, Rome: FAO, Fisheries Synopsis No. 34 Rev. 1
- Relini, L. O. & Peirano, A., 1983. A Length-Age Key for *Micromesistius poutassou* (Risso), Osteichthyes, Gadidae, of the Ligurian Sea, *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, 28(5).
- Ricker, W. E. & Merriman, D., 1945. On the Methods of Measuring Fish. *Copeia*, Volume 4, pp. 184-191.
- Santos, M. N., Gaspar, M. B., Vasconcelos, P. & Monteiro, C. C., 2002. Weight-length relationship for 50 selected fish species of the Algarve coast (southern Portugal). *Fisheries Research*, Volume 59, pp. 289-295.
- Secor, D. H. & Dean, J. M., 2011. Somatic Growth Effects on the Otolith–Fish Size Relationship in Young Pond-reared Striped Bass, *Morone saxatilis*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 46(1), pp. 113-121.
- Silva, A. et al., 1997. Blue Whiting (*Micromesistius poutassou*) as a Forage Fish in Portuguese Waters. Anchorage, Alaska, USA, University of Alaska Sea Grant College Program, Report No. 97-01, pp. 127-146.
- Souverzoglu, E., Krasakopoulou, E. & Pavlidou, A., 2014. Temporal and spatial variability of nutrients and oxygen in the North Aegean Sea during the last thirty years. *Mediterranean Marine Science*, 15(4, special issue), pp. 805-822.
- Stergiou, K. I. & Moutopoulos, D. K., 2001. A Review of Length-Weight Relationship of Fishes from Greek Marine Waters. *Naga (the ICLARM Quarterly)*, January-June, 24((1 & 2)), pp. 23-39.
- Trenkel, V. M., Lorance, P., Fassler, S. M. & Hoines, A. S., 2015. Effects of density dependence, zooplankton and temperature on blue whiting *Micromesistius poutassou* growth. *Journal of Fish Biology*, Volume 87, pp. 1019-1030.
- Tsiaras, K. P., Petihakis, G., Kourafalou, V. H. & Triantafyllou, 2014. Impact of the river nutrient load variability on the North Aegean ecosystem functioning over the last decades. *Journal of Sea Research*, Volume 86, pp. 97-109.
- Tsikliras, A. C., Moutopoulos, D. K. & Stergiou, K. I., 2007. Reconstruction of Greek marine fisheries landings: National versus FAO statistics, *Univ. Br. Columbia Fish. Cent. Res. Rep.*, Volume 15.
- Zervakis, V., Drakopoulos, P. & Georgopoulos, D., 2000. The role of the North Aegean in triggering the recent Eastern Mediterranean climatic changes. *Journal of Geophysical Research*, Volume 105, pp. 103-116.

Zilanov, 1980. *Short results of the soviet study of blue whiting (Micromesistius poutassou) ecology in north Atlantic*, H:32, Pelagic Fish Comitee, ICES.

Καλλιανιώτης, Α., Αδαμίδου, Α. & Βιδώρης, Π., 2003. *Κατά μήκος σύνθεση του είδους Micromesistius poutassou (Risso 1826) στο αλίευμα των μηχανοτρατών και εκτίμηση του μήκους L50 της απόρροψης στο Θρακικό Πέλαγος*. 11^ο Πανελλήνιο συνέδριο Ιχθυολόγων, Πρέβεζα 10-13 Απριλίου 2003: πρακτικά συνεδρίου. Πανελλήνιος Σύλλογος Ιχθυολόγων. Πρέβεζα

Λαμπράκης, Ε. Κ., 2004. *Απορριπτόμενα αλιεύματα από τις μηχανότρατες στο Θρακικό Πέλαγος*, Διδακτορική Διατριβή. Θεσσαλονίκη: ΑΠΘ.

Παπακωνσταντίνου, Κ. et al., 1988. *Δυναμική Βενθοπελαγικών Ιχθυοπληθυσμών στον Κορινθιακό, Πατραϊκό Κόλπο και Ιόνιο Πέλαγος*, Αθήνα: Εθνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών.

7. Παράρτημα II

Ηλικία 0, ετήσια αύξηση ωτόλιθου



Φωτογραφία 7-1 Ωτόλιθος *Micromesistius roulei* από το βόρειο Αιγαίο, Unidentified, TL=75mm, OL=4.12mm, OW=0.0079g, ημερομηνία δειγματοληψίας 18 Απριλίου 2018, ηλικία 0.



Φωτογραφία 7-2 Ωτόλιθος *Micromesistius roulei* από το βόρειο Αιγαίο, Unidentified, TL=130mm, OL=6.725mm, OW=0.0153g, ημερομηνία δειγματοληψίας 16 Μαΐου 2018, ηλικία 0.



Φωτογραφία 7-3 Ωτόλιθος *Micromesistius routassou* από το βόρειο Αιγαίο, Unidentified, TL=146mm, OL=7,71mm, OW=0.0251g, ημερομηνία δειγματοληψίας 18 Ιουνίου 2018, ηλικία 0.



Φωτογραφία 7-4 Ωτόλιθος *Micromesistius routassou* από το βόρειο Αιγαίο, Unidentified, TL=172mm, OL=8.489mm, OW=0.0364g, ημερομηνία δειγματοληψίας 16 Ιουλίου 2018, ηλικία 0



Φωτογραφία 7-5 Ωτόλιθος *Micromesistius roulei* από το βόρειο Αιγαίο, Unidentified, TL=173mm, OL=9.299mm, OW=0.0527g, ημερομηνία δειγματοληψίας 13 Δεκεμβρίου 2018, ηλικία 0, με ψευδοδακτύλιους.



Φωτογραφία 7-6 Ωτόλιθος *Micromesistius roulei* από το βόρειο Αιγαίο, Female, TL=230mm, OL=11.04mm, OW=0.0906g, ημερομηνία δειγματοληψίας 17 Δεκεμβρίου 2019, ηλικία 0.

Ηλικία 1, 2, Χειμώνας



Φωτογραφία 7-7 Ωτόλιθος *Micromesistius routassou* από το βόρειο Αιγαίο, Female, TL=220mm, OL=10.76mm, OW=0.0835g, ημερομηνία δειγματοληψίας 21 Φεβρουαρίου 2019, ηλικία 1.



Φωτογραφία 7-8 Ωτόλιθος *Micromesistius routassou* από το βόρειο Αιγαίο, Female, TL=226mm, OL=11.134mm, OW=0.0986g, ημερομηνία δειγματοληψίας 21 Φεβρουαρίου 2019, ηλικία 2.

Ηλικία 3, Χειμώνας, 4, Άνοιξη



Φωτογραφία 7-9 Ωτόλιθος *Micromesistius poutassou* από το βόρειο Αιγαίο, Male, TL=260mm, OL=12.591mm, OW=0.1582g, ημερομηνία δειγματοληψίας 21 Φεβρουαρίου 2019, ηλικία 3.



Φωτογραφία 7-10 Ωτόλιθος *Micromesistius poutassou* από το βόρειο Αιγαίο, Female, TL=285mm, OL=15.361mm, OW=0.2121g, ημερομηνία δειγματοληψίας 16 Μαΐου 2019, ηλικία 4.