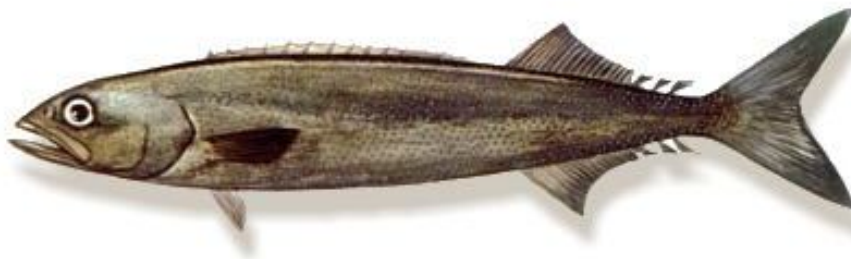


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ
ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Ruvettus*
pretiosus (Cocco 1829) ΣΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ
ΜΕΣΟΓΕΙΟ

Παρασκευάς Βασιλακόπουλος
Διατριβή Μεταπτυχιακού Τίτλου Ειδίκευσης



Ruvettus pretiosus

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2008

Εξεταστική Επιτροπή

Γεώργιος Τσερπές – Ερευνητής ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.

Μιχάλης Παυλίδης – Επίκουρος Καθηγητής Πανεπιστημίου Κρήτης

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η μεταπτυχιακή διατριβή αυτή πραγματοποιήθηκε στο Ινστιτούτο Θαλάσσιων Βιολογικών Πόρων του Ελληνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών (ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.) στο Ηράκλειο Κρήτης. Η εργασία χρηματοδοτήθηκε από το πρόγραμμα EFIMAS καθώς και από το Κοινωφελές Ίδρυμα «Προποντίς».

*Η ενασχόληση μου με την αποσαφήνιση της βιολογίας και της κατανομής του *Ruvettus pretiosus*, ενός είδους εν πολλοίς αγνώστου και με πολλές ιδιαιτερότητες που έκρυβε άφθονες προκλήσεις για τον ερευνητή, οφείλεται στην προτροπή και καθοδήγηση του Ερευνητή του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. Γιώργου Τσερπέ. Ο Γιώργος Τσερπές πέρα από τη συμβολή του στην οργάνωση των δειγματοληψιών και τη βοήθειά του στις εργαστηριακές αναλύσεις και στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων, ήταν αυτός που πάντα με στήριζε σε οποιοδήποτε πρόβλημα προέκυπτε και συνέβαλε καθοριστικά στην ομαλή διεκπεραίωση της παρούσας εργασίας. Χάρης σε αυτόν έμαθα πολλά. Για όλους αυτούς τους λόγους τον ευχαριστώ θερμά.*

Ο επίκουρος καθηγητής του Πανεπιστημίου Κρήτης Μιχάλης Παυλίδης με βοήθησε αποφασιστικά στη μελέτη της αναπαραγωγής του είδους, και μου έδωσε πολύτιμες συμβουλές σχετικά με την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Τον ευχαριστώ πολύ για την καλή του διάθεση και για τις γνώσεις που μου χάρισε.

Ένα μεγάλο Ευχαριστώ οφείλω και στον Ερευνητή του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. Στυλιανό Σωμαράκη για το χρόνο που διέθεσε σε συζητήσεις με τις οποίες με βοήθησε να απαντήσω σε πολλά ερωτήματα που προέκυπταν στη διάρκεια της εργασίας. Η εμπειρία του σε ζητήματα που άπτονται της μελέτης της βιολογίας των ψαριών αποδείχθηκε υπερπολύτιμη.

Ευχαριστώ ιδιαιτέρως το φίλο και συνάδελφο Ευάγγελο Τζανάτο, ο οποίος με βοήθησε πολύ σημαντικά κυρίως στο κομμάτι της μελέτης της κατανομής του είδους. Επίσης τον ευχαριστώ για την μεγάλη του υπομονή, τον χρόνο και τον κόπο που διέθεσε για να μου μεταδώσει τις γνώσεις του, και για να συνεισφέρει με χρησιμότερες παρατηρήσεις όσον αφορά στο κείμενο της διατριβής.

Οι τεχνικοί του Ινστιτούτου Βιολογικών Πόρων μου προσέφεραν πολύ σημαντική βοήθεια στη διάρκεια των δειγματοληψιών και των εργαστηριακών αναλύσεων. Ολόθερμα ευχαριστώ τη Νότα Περιστεράκη που με έφερε σε επαφή με τους ψαράδες, βοήθησε στις εργαστηριακές αναλύσεις, το Γιώργο Λαζαράκη για τις γνώσεις που μου προσέφερε σχετικά με τις δειγματοληψίες στο πεδίο και τη Χαρά Σταματάκη για τη σημαντική της βοήθεια στην κατασκευή των ιστολογικών τομών. Ο Κώστας Σκαρβέλης και ο Λευτέρης Πινάκης είχαν πάντοτε την καλή διάθεση να με βοηθήσουν σε ό,τι χρειαζόμουν και τους ευχαριστώ που έκαναν τις ώρες δουλειάς στο εργαστήριο να περνούν πιο ευχάριστα.

Ευχαριστώ επίσης τις συναδέλφους Βένια Σταύρου και Μαρία Παπαδάκη για τη βοήθειά τους στην ερμηνεία των ιστολογικών τομών.

Η πραγματοποίηση της εργασίας αυτής θα ήταν αδύνατη χωρίς τη συμβολή των επαγγελματιών ψαράδων. Ευχαριστώ τον καπετάνιο Μάρκο Φουντουλάκη και το πλήρωμα του αλιευτικού σκάφους «Φουντουλάκης» καθώς και τον καπετάνιο Μανώλη Μιχαήλα και το πλήρωμα του αλιευτικού σκάφους «Πόπη» για την άψογη φιλοξενία στα καΐκια τους και τη βοήθειά τους κατά τις δειγματοληψίες. Τον καπετάνιο Μάρκο Φουντουλάκη ευχαριστώ επίσης για την φύλαξη και την προμήθεια δειγμάτων ακόμη κι όταν δεν βρισκόμουν εν πλω.

Ευχαριστώ τον φίλο και συνάδελφο Κωνσταντίνο Κουγιουμουτζή για τη βοήθειά του στην διόρθωση του κειμένου. Ευχαριστώ επίσης τους φίλους και συμφοιτητές απο το Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα της Περιβαλλοντικής Βιολογίας Γιάννη Λέρη, Μυρτώ Πυρουνάκη και Τερέζα Μανουσάκη με τους οποίους μοιραστήκαμε τις αγωνίες και προσδοκίες μας κατά τα δύο αυτά χρόνια σπουδών.

Τέλος, στους γονείς μου Γιώργο και Μάγδα και στην αδελφή μου Χριστίνα οφείλω ένα μεγάλο Ευχαριστώ για την υπομονή, την οικονομική και ηθική στήριξη και την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου στην Κρήτη.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	3
Abstract	5
1. Εισαγωγή	7
1.1 Γενικά.....	7
1.2 Σκοπός της εργασίας.....	9
1.3 Στοιχεία για το είδος.....	10
1.3.1 Συστηματική κατάταξη.....	10
1.3.2 Μορφολογία.....	12
1.3.3 Φυσιολογία.....	14
1.3.4 Κατανομή & Οικολογία.....	16
1.3.5 Βιολογικός κύκλος.....	18
1.3.6 Αλιεία.....	19
1.3.7 Επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία.....	23
2. Αύξηση	24
2.1 Εισαγωγή.....	24
2.2 Υλικά και Μέθοδοι.....	27
2.2.1 Συλλογή δεδομένων.....	27
2.2.2 Προσδιορισμός ηλικίας.....	28
2.2.3 Ανάλυση δεδομένων.....	30
2.3 Αποτελέσματα.....	33
2.4 Συζήτηση.....	42
3. Διατροφή	45
3.1 Εισαγωγή.....	45
3.2 Υλικά και Μέθοδοι.....	47
3.2.1 Συλλογή δεδομένων.....	47
3.2.2 Ανάλυση δεδομένων.....	47
3.3 Αποτελέσματα.....	48
3.4 Συζήτηση.....	50
4. Αναπαραγωγή	52
4.1 Εισαγωγή.....	52
4.2 Υλικά και Μέθοδοι.....	58
3.2.1 Συλλογή δεδομένων.....	58

3.2.2 Ιστολογική ανάλυση.....	58
3.3.3 Ανάλυση δεδομένων.....	58
4.3 Αποτελέσματα.....	62
4.3.1 Αναλογία φύλου.....	62
4.3.2 Γοναδική ανάπτυξη.....	62
4.4 Συζήτηση.....	69
5. Κατανομή	75
5.1 Εισαγωγή.....	75
5.2 Υλικά και μέθοδοι.....	77
5.2.1 Συλλογή δεδομένων.....	77
5.2.2 Ανάλυση δεδομένων.....	78
5.3 Αποτελέσματα.....	80
5.3.1 Γενικευμένο Προσθετικό Μοντέλο (GAM) με δεδομένα παρουσίας/απουσίας.....	80
5.3.2 Γενικευμένο Προσθετικό Μοντέλο (GAM) με δεδομένα θετικής παρουσίας.....	82
5.3.3 Συνδυασμένη επίδραση στο CPUE.....	85
5.4 Συζήτηση.....	87
6. Συμπεράσματα	91
7. Βιβλιογραφία	93
Παράρτημα	102

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το *Ruvettus pretiosus* (Cocco 1829) (Perciformes, Gempylidae), φραγκοσουκιά, μυρσίνη ή βάτος (oilfish), είναι ένα βενθοπελαγικό είδος που μπορεί να ξεπεράσει σε μήκος τα 2m και σε βάρος τα 60Kg, αλλά που συνηθέστερα εμφανίζεται σε μήκη έως 1,5m. Παρουσιάζει ευρεία γεωγραφική εξάπλωση σε τροπικές και εύκρατες θάλασσες σε βάθη από 100 έως περισσότερα από 1000m, προτιμώντας βάθη 200-600m. Κατά τη διάρκεια της ημέρας τα άτομα του είδους εμφανίζονται κοντά στο βυθό ενώ τη νύχτα μέρος του πληθυσμού εκτελεί κατακόρυφες μεταναστεύσεις στην επιπελαγική ζώνη σε αναζήτηση τροφής. Το είδος αποτελεί παράπλευρο αλίευμα σε αλιευτικά εργαλεία, όπως επιπελαγικά και βενθικά παραγάδια, που στοχεύουν σε πιο εμπορικά είδη. Ελάχιστα στοιχεία είναι γνωστά για τις βιολογικές παραμέτρους του είδους. Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκε η βιολογία (αύξηση, διατροφή, αναπαραγωγή) και το πρότυπο κατανομής του είδους στην ανατολική Μεσόγειο, χρησιμοποιώντας αλιευτικά δεδομένα. Για τη μελέτη της αύξησης υπολογίστηκε η ηλικία από τους δακτυλίους αύξησης των ωτολίθων και έγινε ανάδρομος υπολογισμός των μηκών σε προηγούμενες ηλικίες. Οι παράμετροι της εξίσωσης αύξησης von Bertalanffy για τα θηλυκά άτομα που προέκυψαν από τα ανάδρομα υπολογισμένα μήκη ήταν $L_{\infty}=162,14\text{cm}$, $K=0,273\text{y}^{-1}$ και $t_0=-1,60\text{y}$. Για τα αρσενικά άτομα, λόγω του μικρού αριθμού τους, δεν υπολογίστηκαν οι παράμετροι της εξίσωσης von Bertalanffy αλλά μόνο τα αναμενόμενα μήκη ανά ηλικία από τον ανάδρομο υπολογισμό μηκών. Τα θηλυκά άτομα φαίνεται να μεγαλώνουν γρηγορότερα και να φτάνουν σε μεγαλύτερα μήκη από τα αρσενικά. Όσον αφορά στη μελέτη της διατροφής, η ανάλυση στομαχικών περιεχομένων έδειξε ότι το είδος είναι κατά κύριο λόγο ιχθυοφάγο ενώ τρέφεται και με κεφαλόποδα. Τα άτομα που αλιεύονται στην επιπελαγική ζώνη έχουν συχνότερα άδεια στομάχια από αυτά στη βενθοπελαγική ζώνη στα οποία παρατηρούνται κυρίως βενθοπελαγικές λείες. Η μελέτη σχετικά με τα αναπαραγωγικά πρότυπα του είδους έδειξε την ύπαρξη γονοχωριστικής φυλετικής στρατηγικής ενώ τα αλιευτικά δεδομένα από βενθικά παραγάδια φανέρωσαν υπεροχή της αφθονίας των θηλυκών ατόμων σε σχέση με τα αρσενικά σε βάθη 250-450m. Η ιστολογική ανάλυση έδειξε ότι τα ωοκύτταρα χαρακτηρίζονται από έντονη παρουσία λιπιδίων ήδη από τα πρώιμα στάδια ανάπτυξης. Στο διάστημα Οκτωβρίου – Φεβρουαρίου τα ωοκύτταρα βρίσκονται σε διάπαυση (resting stage), τον Απρίλιο ξεκινά η λεκιθογένεση που κορυφώνεται τον Ιούνιο, ενώ η αναπαραγωγική περίοδος φαίνεται πως είναι κατά το διάστημα Ιουλίου – Αυγούστου. Το είδος γεννά πελαγικά

αυγά που αναμένεται να είναι πολύ μικρά σε μέγεθος (<1mm). Τα αρσενικά άτομα εμφανίζονται σε φάση σπερμιογένεσης ήδη από τα τέλη Φεβρουαρίου. Όσον αφορά στην κατανομή του είδους στην ανατολική Μεσόγειο, ο έλεγχος με Γενικευμένα Αθροιστικά Μοντέλα (GAMs) έδειξε αυξομειώσεις στην αφθονία του είδους σε επιπελαγικά παραγάδια κατά τα τελευταία εννέα έτη, ενώ φανέρωσε ενδείξεις συγκεντρωτικής κατανομής στο Κρητικό Πέλαγος και πιο τυχαία κατανομή στη θάλασσα της Λεβαντίνης. Η μεγαλύτερη αφθονία εμφανίζεται στην περιοχή των Δωδεκανήσων και κατά το διάστημα Μαΐου-Ιουνίου. Το πρότυπο κατανομής μπορεί να εξηγηθεί με βάση διατροφικές και αναπαραγωγικές ανάγκες του είδους.

ABSTRACT

Ruvettus pretiosus (Cocco 1829) (Perciformes, Gempylidae), oilfish, is a benthopelagic species that can reach a length of over 2m and a weight of over 60Kg, appearing usually at lengths up to 1,5m. It presents a wide geographical distribution in tropical and temperate seas in depths from 100 up to more than 1000m, preferring depths from 200 to 600m. During the daytime the specimens of the species stay close to the bottom while at night part of the population performs vertical migrations to the epipelagic zone in search of prey. The species constitutes a by-catch of fishing gears, such as epipelagic and benthic long lines, which target more commercial species. Only scarce information exists concerning the species' biological parameters. The present dissertation investigates the biology (growth, diet, reproduction) and the distribution pattern of the species in the eastern Mediterranean, using fisheries data. In order to study the growth, the age was calculated from the otoliths' growth zones and backcalculation of the lengths in earlier ages was performed. The parameters of the von Bertalanffy growth equation for the female specimens, extracted from the backcalculated lengths, were $L_{\infty}=162,14\text{cm}$, $K=0,273\text{y}^{-1}$ and $t_0=-1,60\text{y}$. Those parameters were not calculated for the male specimens, due to their small number. Only the predicted lengths at age from the backcalculated lengths were calculated for males. Female specimens seem to grow faster and to reach larger size compared to males. Concerning the dietary study, stomach content analysis showed that the species is mostly ichthyophagous, feeding also on cephalopods. Specimens caught in the epipelagic zone have more usually empty stomachs than those from the benthopelagic zone, where benthopelagic preys are mostly observed. The study of the species' reproduction patterns revealed the existence of gonochoristic sexual strategy, while fisheries data from benthic long lines revealed that the sex ratio is clearly unbalanced in favor of females at depths 250-450m. Histological analysis showed that the oocytes are characterized by the prominent presence of lipids since the earlier developmental stages. During the period from October to February, the oocytes are in resting stage, vitellogenesis starts in April and reaches a peak in June, while the reproduction period seems to be from July to August. The species spawns pelagic eggs which are expected to be very little (<1mm). Male specimens appear to be in the spermiogenic phase since the end of February. Concerning the species' distribution in the eastern Mediterranean, testing with General Additive Models (GAMs) showed fluctuations of the species' abundance during the last nine years, while revealing clues for a

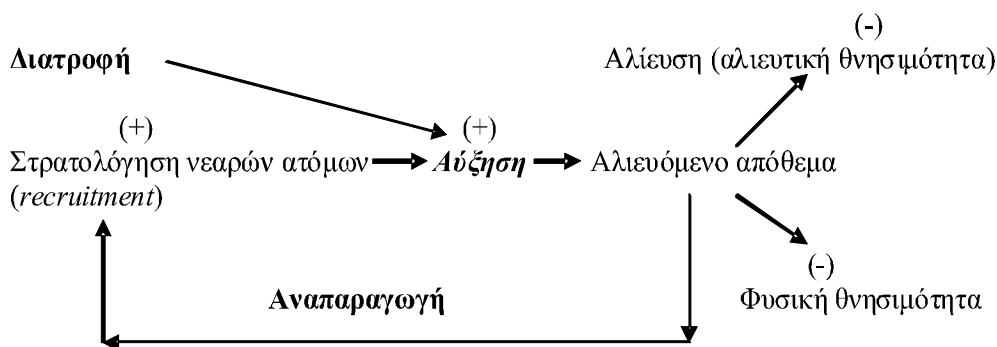
concentrated distribution in the Cretan Sea and a more random distribution in the Levantine Sea. The higher abundance appears in the area of Dodecanese and during the period from May to June. The distribution pattern is connected with the species' dietary and reproductive needs.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Οι αυξημένες ανάγκες σε πρωτεΐνες ζωικής προέλευσης, ο επακόλουθος έντονος ανταγωνισμός ανάμεσα στους επαγγελματίες ψαράδες και η ραγδαία τεχνολογική ανάπτυξη των αλιευτικών εργαλείων έχουν οδηγήσει κατά τις τελευταίες δεκαετίες στην υπεραλίευση των παγκόσμιων θαλάσσιων αποθεμάτων. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την αλόγιστη χρήση των θαλασσών ως αποδέκτη των διαφόρων αποβλήτων/λυμάτων, καθιστά εμφανή την ανάγκη της ορθολογικής διαχείρισης των θαλάσσιων οικοσυστημάτων. Το τόσο επίκαιρο πρόβλημα της ορθολογικής διαχείρισης των θαλάσσιων ιχθυοαποθεμάτων είναι πολυδιάστατο και απαιτεί κατά κύριο λόγο πληροφορίες από τη **δυναμική των ιχθυοπληθυσμών**.

Η δυναμική των ιχθυοπληθυσμών είναι ένας κλάδος της οικολογίας που ασχολείται με τη μελέτη της δημογραφίας των πληθυσμών. Για να μελετήσουμε την δυναμική ενός ιχθυοπληθυσμού, θεωρούμε αυτόν ως ένα απλό βιολογικό σύστημα του οποίου το μέγεθος είναι εξαρτημένο από την αλληλεπίδραση των φαινομένων της αύξησης, της αναπαραγωγής και της θνησιμότητας. Ο αριθμός των ατόμων ενός πληθυσμού αυξάνεται με τη διαδικασία της αναπαραγωγής και η βιομάζα του μέσω της σωματικής αύξησης των μελών του πληθυσμού. Παράλληλα, ο αριθμός των ατόμων και κατα συνέπεια η βιομάζα του πληθυσμού μειώνονται εξαιτίας της φυσικής και της αλιευτικής θνησιμότητας (Εικ. 1.1).



Εικόνα 1.1. Σχηματική παράσταση των κυρίων φαινομένων που επηρεάζουν το μέγεθος ενός ιχθυοπληθυσμού

Εκτός από τις βιολογικές παραμέτρους ενός ιχθυοπληθυσμού, απαραίτητη για την ορθολογική διαχείριση του είναι και η γνώση της χωρικής και χρονικής

κατανομής του, ειδικά σε περιπτώσεις ειδών που εκτελούν μεταναστεύσεις σχετιζόμενες με το βιολογικό τους κύκλο (Russell 1937).

Η αποσαφήνιση της κατανομής και των βιολογικών παραμέτρων που καθορίζουν την δυναμική των ιχθυοπληθυσμών δεν πρέπει να περιορίζεται σε είδη που αποτελούν κύριους αλιευτικούς στόχους στο παρόν, αλλά να διευρύνεται και για είδη που πιθανόν να αποτελέσουν μελλοντικούς αλιευτικούς στόχους. Κι αυτό γιατί με τη συρρίκνωση των παραδοσιακών αλιευτικών πόρων και τους περιορισμούς που τίθενται στην αλιεία υπεραλιευμένων αποθεμάτων, παρουσιάζεται μια ολοένα αυξανόμενη ανάγκη για νέους αλιευτικούς πόρους (Pieiro et al. 2001). Η αναζήτηση νέων αλιευτικών πόρων εμφανίζει δύο κύριες πτυχές (Pieiro et al. 2001):

- Την προσπάθεια πιο οργανωμένης και επικερδέστερης εκμετάλλευσης συναλιευομένων ειδών (by-catch species)
- Την αναζήτηση νέων αλιευτικών πεδίων, κυρίως στα βαθύτερα νερά.

Με βάση τις δύο αυτές παραμέτρους, είναι πιθανόν στο μέλλον να αναβαθμιστεί η αλιευτική σημασία εδωδιμων βενθικών και βενθοπελαγικών ψαριών που προς το παρόν αλιεύονται μόνο περιστασιακά και δεν αποτελούν κύριους αλιευτικούς στόχους.

Πέρα από τη συνεισφορά στην ορθολογική διαχείριση των ιχθυοαποθεμάτων μέσω της χάραξης κατάλληλων αλιευτικών στρατηγικών, η γνώση της δυναμικής των ιχθυοπληθυσμών διαφόρων ειδών παρουσιάζει και ένα γενικότερο επιστημονικό ενδιαφέρον. Κι αυτό γιατί προάγει τη γνώση για τις πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στους βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες των θαλάσσιων οικοσυστημάτων, βοηθά στην κατανόηση των εξελικτικά διαμορφωμένων στρατηγικών και μηχανισμών επιβίωσης στα διάφορα είδη και συνεισφέρει στην προσπάθεια διατήρησης της βιοποικιλότητας.

1.2 Σκοπός της Εργασίας

Για το είδος *Ruvettus pretiosus* (Cocco, 1829) διατίθενται πολύ περιορισμένες πληροφορίες όσον αφορά βασικές βιολογικές και δημογραφικές παραμέτρους του όπως η αύξηση, η αναπαραγωγή, η διατροφή, η θνησιμότητα και η κατανομή του. Κι αυτό παρά την κοσμοπολίτικη εξάπλωσή και την σποραδική εμφάνισή του στα αλιεύματα από μια ποικιλία αλιευτικών εργαλείων σε όλο τον κόσμο. Το γεγονός αυτό πιθανώς συνδέεται με την μικρή ή μέτρια εμπορική αξία του στις περισσότερες περιοχές του κόσμου, την έλλειψη στοχευόμενης μεγάλης κλίμακας αλιείας του και τον ευκαιριακό χαρακτήρα των συλλήψεών του από αλιείες με άλλα είδη-στόχους.

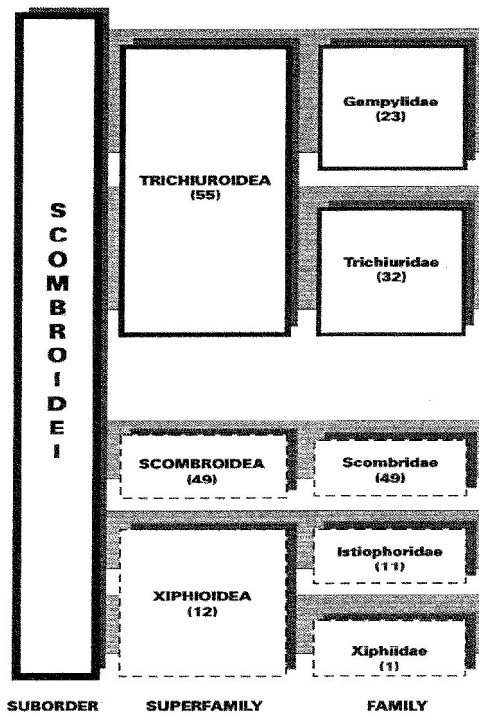
Η εργασία αυτή στοχεύει να συμβάλλει στη διερεύνηση κάποιων από τις παραμέτρους που αφορούν τη βιολογία και την κατανομή του είδους στην ανατολική Μεσόγειο. Συγκεκριμένα εξετάστηκαν:

- Το πρότυπο της αύξησης (Κεφάλαιο 2)
- Η διατροφή (Κεφάλαιο 3)
- Το αναπαραγωγικό πρότυπο (Κεφάλαιο 4)
- Χωρικά και χρονικά στοιχεία της κατανομής του είδους (Κεφάλαιο 5)

Ο λόγος που επελέγη η μελέτη του συγκεκριμένου είδους ήταν η μεγάλη έλλειψη στοιχείων για τη βιολογία και την κατανομή του, που καθιστά άγνωστη την κατάσταση και την πορεία του αποθέματος του στην ανατολική Μεσόγειο, όπου αποτελεί παράπλευρο αλιεύμα διαφόρων τύπων εμπορικής αλιείας.

1.3 Στοιχεία για το είδος

1.3.1 Συστηματική κατάταξη



Εικόνα 1.2. Η συστηματική θέση της οικογένειας Gempylidae (Πηγή: Nakamura & Parin 1993)

Η συστηματική κατάταξη του μελετώμενου είδους *Ruvettus pretiosus* (Cocco 1829) (Εικ. 1.3) είναι η ακόλουθη (Nakamura & Parin 1993):

Φύλο : Χορδωτά (Chordata)

Υπόφυλο : Σπονδυλόζωα (Vertebrata)

Υπέρκλαση : Γναθοστόματα (Gnathostomata)

Κλάση : Οστεϊχθύες (Osteichthyes)

Υπόκλάση : Ακτινοπτερύγιοι (Aktinopterygii)

Τάξη : Περκόμορφοι (Perciformes)

Υπόταξη : Σκομβροειδή (Scombroidei)

Υπεροικογένεια : Τριχιουροειδή (Trichiuroidea)

Οικογένεια : Γεμβυλίδες (Gempylidae)

Γενος : *Ruvettus*

Είδος : *Ruvettus pretiosus*

Κοινές ονομασίες : Φραγκοσουκιά, Βάτος, Μυρσίνη (Oilfish, Escolar)



Εικόνα 1.3. *Ruvettus pretiosus*

Η οικογένεια Gempylidae στην οποία ανήκει το είδος *R. pretiosus* συνδέεται εξελικτικά με τις οικογένειες Trichiuridae, Scombridae, Istiophoridae και Xiphiidae που περιλαμβάνουν γνωστά πολύ εμπορικά μεγάλα πελαγικά είδη όπως οι τόνοι και οι ξιφίες (Εικ. 1.2). Από τα Trichiuroidea, τα Trichiuridae περιλαμβάνουν κυρίως βενθικά είδη, τα Gempylidae κυρίως βενθοπελαγικά ή μεσοπελαγικά είδη, ενώ τα Scombroidea και τα Xiphioidea κυρίως επιπελαγικά είδη (Nakamura & Parin 1993). Όσον αφορά στις εξελικτικές σχέσεις μεταξύ των ομάδων της υπόταξης Scombroidei, ο Nakamura (Nakamura 1989 σε Nakamura & Parin 1993) θεωρεί ως πρόγονο των Trichiuroidea, ένα μεσοπελαγικό ψάρι που οδήγησε στην εμφάνιση των μεσοπελαγικών Gempylidae, από τα οποία προέκυψαν τα βενθοπελαγικά Trichiuridae και τα επιπελαγικά Scombridae. Μια άλλη άποψη (Parin 1988 σε Nakamura & Parin 1993) αναφέρει ότι οι κοινοί πρόγονοι των Trichiuroidei ήταν βενθοπελαγικές νηριτικές μορφές που οδήγησαν στο σχηματισμό βενθικών Trichiuridae και μεσοπελαγικών Gempylidae. Εν πάση περιπτώσει, τα βενθοπελαγικά Gempylidae όπως το *R. pretiosus* φαίνεται να είναι από τα εξελικτικά αρχαιότερα είδη της υπόταξης Scombroidei (Parin 1988 σε Nakamura & Parin 1993).

Στην οικογένεια Gempylidae εντάσσονται 16 γένη και 23 είδη. Το γένος *Ruvettus* είναι μονοτυπικό και περιλαμβάνει μόνο το είδος *Ruvettus pretiosus*. Το είδος περιγράφηκε πρώτη φορά από τον Anastasio Cocco το 1829 από άτομο που αλιεύτηκε στα στενά της Μεσίνα στην κεντρική Μεσόγειο, αλλά σχεδιάστηκε και περιγράφηκε αναλυτικότερα από τον Cantraine το 1837 από άτομο που συλλέχθηκε στην ίδια περιοχή (Gudger & Mowbray 1927, Gudger 1928).

1.3.2 Μορφολογία



Εικόνα 1.4. *R. pretiosus*. Σώμα, κεφάλι, κοιλιακή καρίνα και ψευδοπτερύγια

Το είδος *Ruvettus pretiosus* (Εικ. 1.3) χαρακτηρίζεται από σώμα ημιατρακτοειδές και ελαφρώς πλευρικά πιεσμένο, με σωματικό ύψος 4,3 - 4,9 φορές μικρότερο από το απόλυτο μήκος και κεφαλικό μήκος 3,3 - 3,7 φορές μικρότερο του απόλυτου μήκους (Nakamura & Parin 1993). Το μήκος του μπορεί να φτάσει τα 3m και το βάρος του τα 63kg, αλλά είναι κοινότερο σε μεγέθη που δεν ξεπερνούν το 1,5m (Nakamura & Parin 1993). Οι Froese & Pauli (2008) αναφέρουν ως μέγιστο μήκος τα 2m. Η σχέση μήκους - βάρους στο είδος έχει υπολογιστεί από τους Santos et al. (2002) και δίνεται από τον τύπο $W=0,0031L^{3,134}$, με την επιφύλαξη ότι εξήχθη από μικρό δείγμα (26) και μικρού μεγέθους (<1m) άτομα. Για το ρυθμό αύξησης του σώματος δεν υπάρχουν πληροφορίες.

Το χρώμα του σώματος του *R. pretiosus* είναι ομοιόμορφα ανοιχτό ή σκουρότερο καφέ (Nakamura & Parin 1993). Συχνά η απόχρωση του καφέ είναι ελαφρώς εντονότερη στη ραχιαία περιοχή (Εικ. 1.4). Η άκρη των κοιλιακών και των θωρακικών πτερυγίων είναι μαύρη, ενώ οι απολήξεις του δεύτερου ραχιαίου και του εδρικού πτερυγίου είναι λευκές στα νεαρά άτομα (Nakamura & Parin 1993).

Τα μάτια του είδους είναι μεγάλα και στρογγυλά, φέρει μονή σειρά δυνατών δοντιών και στις δύο σιαγώνες με τα μπροστινά δόντια να είναι κυνοδοντόμορφα (canine-like), ενώ ακόμη έχει δυνατά δόντια στην οροφή του στόματος και στον ουρανίσκο (Nakamura 1984, Nakamura & Parin 1993). Επίσης, η κάτω σιαγόνα προεκτείνεται περισσότερο από την άνω (Εικ. 1.4) (Nakamura & Parin 1993).

Το είδος φέρει δύο ραχιαία πτερύγια. Το πρώτο είναι κοντότερο από το δεύτερο και φέρει 13-15 σκληρές ακτίνες, ενώ το δεύτερο φέρει 15-18 μαλακές ακτίνες που ακολουθούνται από δύο ψευδοπτερύγια (Nakamura & Parin 1993). Τα ραχιαία ψευδοπτερύγια των ατόμων στην ανατολική Μεσόγειο συχνά είναι 3 ενώ 2-3 ψευδοπτερύγια υπάρχουν και στην κοιλιακή περιοχή του ουραίου μίσχου (Εικ. 1.4). Τα θωρακικά πτερύγια είναι σχετικά μικρά (Bone 1972), λίγο μεγαλύτερα από το μισό του κεφαλικού μήκους (Nakamura 1984) και φέρουν 15 μαλακές ακτίνες (Nakamura & Parin 1993). Τα κοιλιακά πτερύγια φέρουν 1 σκληρή και 5 μαλακές ακτίνες, το εδρικό πτερύγιο φέρει 15-18 μαλακές ακτίνες, ενώ το ουραίο πτερύγιο είναι ομόκερκο και έντονα διχαλωτό (Nakamura 1984, Nakamura & Parin 1993). Η σπονδυλική στήλη αποτελείται από 32 σπονδύλους, 16 κοιλιακούς και 16 ουραίους, ενώ η πλευρική γραμμή είναι μονή και συχνά δυσδιάκριτη (Nakamura & Parin 1993).



Εικόνα 1.5. Το δέρμα του *R. pretiosus*. Διακρίνονται τα πολυάριθμα ακανθώδη κτενοειδή λέπια

Το είδος παρουσιάζει και μερικά ιδιαίτερα μορφολογικά γνωρίσματα: Στην κοιλιακή περιοχή, μεταξύ των κοιλιακών πτερυγίων και της έδρας, υπάρχει χαρακτηριστική «καρίνα» από σκληρή δερματική προεξοχή (Εικ. 1.4) (Nakamura & Parin 1993), και παράλληλα ολόκληρη η επιφάνεια του *R. pretiosus*, εκτός της ακραίας εμπρόσθιας περιοχής, καλύπτεται από ομοιόμορφα διατεταγμένα μεγάλα κτενοειδή λέπια με σκληρές αιχμηρές απολήξεις (που εξέχουν 0,5 - 1mm από το δέρμα) (Bone 1972). Αυτή η ακανθώδης δομή του δέρματος προσδίδει στο είδος τις κοινές του ονομασίες (φραγκοσυκιά, βάτος, μυρσίνη) (Εικ. 1.4, 1.5). Ανάμεσα στα σκληρά κτενοειδή λέπια υπάρχουν μικρότερα μαλακά κυκλοειδή λέπια, ενώ μεταξύ των κυκλοειδών λεπιών βρίσκονται διεσπαρμένοι επιδερμικοί πόροι διαφόρων μεγεθών των οποίων η κατανομή φαίνεται γενικά τυχαία, εκτός του ότι οι μεγαλύτεροι πόροι τείνουν να βρίσκονται στη βάση των κτενοειδών λεπιών (Bone 1972). Οι πόροι αυτοί ανοίγουν σε ένα μεγάλο σύστημα υποδερμικών διαμερισμάτων (Bone 1972).

1.3.3 Φυσιολογία

Το ενδιαφέρον για ιστολογικές μελέτες στο είδος *Ruvettus pretiosus* εμφανίστηκε από πολύ νωρίς καθώς είχε παρατηρηθεί ότι από τους μύες και τα κόκκαλα του ψαριού μπορούν να εξαχθούν μεγάλες ποσότητες ιχθυελαίων. Σε αυτό το γεγονός οφείλεται και η καθιέρωση της διεθνούς κοινής ονομασίας του είδους (oilfish). Στα ιχθυέλαια του είδους εντοπίζονται κυρίως κηρώδεις εστέρες ολεϊκού και υδροξυλολεϊκού οξέος, οι οποίοι έχουν καθαρτική επίδραση όταν καταναλωθούν (Cox & Reid 1932). Οι μεγάλες αυτές ποσότητες κηρωδών εστέρων φαίνεται να εξυπηρετούν κυρίως τις ανάγκες του ψαριού για πλευστότητα, μιας και δεν διαθέτει νηκτική κύστη, αλλά πιθανόν δευτερευόντως να αποτελούν και ενεργειακό απόθεμα για περιόδους ασιτίας, ή να παίζουν κάποιο ρόλο στη θερμορύθμιση (Nevenzel 1970, Bone 1972, Phleger 1998).

Ο Bone (1972) έλεγξε τα ποσοστά παρουσίας ελαίων σε διάφορα μέρη του σώματος του είδους και διαπίστωσε περιεκτικότητες που κυμαίνονταν από 14% έως 32,3% w/w σε διάφορους ιστούς, με πιο αξιοσημείωτα ποσοστά στο δέρμα (32,3%) και στα κρανιακά οστά (frontal bone) (30,5%). Παράλληλα, στους λευκούς μύες, που υπολόγισε ότι αποτελούν το 80% των συνολικών, παρατήρησε ότι υπάρχουν περισσότερα έλαια κοντά στην επιφάνεια του μυοτομίου και λιγότερα κοντά στη σπονδυλική στήλη (Bone 1972). Εκτός αυτών, ο Bone (1972) υπολογίζοντας την πυκνότητα διαφόρων σωματικών μερών διαπίστωσε ότι όλοι οι ελεγχθέντες ιστοί (μύες, δέρμα, σκώτι) έχουν μικρή πυκνότητα, αλλά ιδιαιτέρως τα σκελετικά στοιχεία (που έχουν σπογγώδη υφή) και κυρίως τα οστά του κρανίου είναι σημαντικά λιγότερο πυκνά από το περιβάλλον θαλασσινό νερό. Επιπροσθέτως, μελέτη της πλευστότητας διαφόρων σωματικών μερών του ψαριού, έδειξε ότι ενώ συνολικά το σώμα έχει θετική πλευστότητα στην επιφάνεια του νερού - η οποία όμως αναμένεται να είναι ουδέτερη στα μεγάλα βάθη λόγω πίεσης και θερμοκρασίας - η ουραία περιοχή παρουσιάζει σαφώς μεγαλύτερη πυκνότητα και μικρότερη πλευστότητα από την κεφαλική (Bone 1972). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το κέντρο πλευστότητας να βρίσκεται ραχιαία και πρόσθια του κέντρου βάρους (Bone 1972).

Πιο αναλυτικές ποιοτικές και ποσοτικές βιοχημικές αναλύσεις των λιπιδίων έχουν γίνει σε διάφορους ιστούς του *R. pretiosus*. Στους μύες, οι έλεγχοι έδειξαν συνολική περιεκτικότητα λιπιδίων από 14,7% (Nevenzel et al. 1965) έως 21,2% (Nichols et al. 2001). Από αυτά, το συντριπτικό ποσοστό (72,9 - 96,9%) ταξινομούνται ως κηρώδεις εστέρες (Nevenzel et al. 1965, Ruiz-Gutierrez et al. 1997, Nichols et al. 2001). Τα μικρότερα ποσοστά κηρωδών εστέρων και τα μεγαλύτερα ποσοστά τριγλυκεριδίων και φωσφολιπιδίων απαντώνται στην περιοχή του περιόστεου (Ruiz-Gutierrez et al. 1997). Αντίθετα από τους μύες, στο ήπαρ, κυριαρχούν τα τριγλυκερίδια, τα πολικά λιπίδια και τα φωσφολιπίδια, ενώ οι κηροί αποτελούν μόλις το 2 - 3,9% (Nevenzel et al. 1965, Ruiz-Gutierrez et al. 1997). Σε

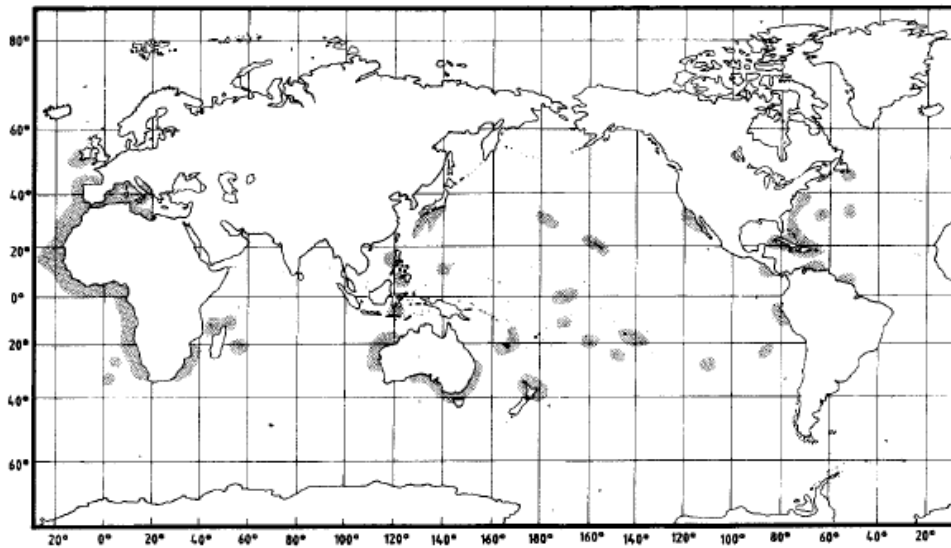
άλλους ιστούς· στη χοληδόχο κύστη επικρατούν οι κηρώδεις εστέρες ενώ στους όρχεις κυριαρχούν τα φωσφολιπίδια και ακολουθούν οι κηροί (Ruiz-Gutierrez et al. 1997). Το προφίλ των λιπαρών οξέων στους ιστούς του *R. pretiosus* πιθανόν να συνδέεται με τη θέση του ως ανώτερου θηρευτή σε ένα τροφικό πλέγμα που στηρίζεται στα πλούσια σε κηρώδεις εστέρες βενθικά κωπήποδα (Ruiz-Gutierrez et al. 1997, Saito & Kotani 2000).

Ο Nevenzel (1970) αναφέρει ότι το ποσοστό των κηρωδών εστέρων επί των συνολικών λιπιδίων στους μύες του είδους, το οποίο υπολόγισε (92% - Nevenzel et al. 1965), είναι το μεγαλύτερο που απαντάται σε οποιοδήποτε είδος ψαριού με εξαίρεση τον επίσης βαθύβιο κοιλάκανθο *Latimeria chalumnae* που διαθέτει παραπλήσιο ποσοστό.

Άλλο ιδιαίτερο στοιχείο της φυσιολογίας του *R. pretiosus*, είναι η δομή του δέρματός του. Το εκτεταμένο σύστημα των υποδερμικών διαμερισμάτων που αναφέρθηκαν παραπάνω, ουσιαστικά διαχωρίζει το δέρμα από το σώμα του ψαριού και θεωρείται ότι οι χώροι αυτοί είναι φυσιολογικά γεμάτοι με θαλασσινό νερό που εισέρχεται από τους επιδερμικούς πόρους (Bone 1972). Τα κτενοειδή λέπια είναι διατεταγμένα και συνδεδεμένα με τρόπο ώστε να σχηματίζουν ένα υπερψωμένο στηρικτικό σύστημα που διατηρεί την ακεραιότητα των υποδερμικών διαμερισμάτων (Bone 1972). Οι χώροι αυτοί εκτείνονται συνεχόμενα σε ολόκληρο το σώμα, από το κεφάλι έως την ουρά και από την μία πλευρά του σώματος ως την άλλη, με εξαίρεση την περιοχή του ραχιαίου πτερυγίου (Bone 1972).

Φαίνεται ότι αυτός ο εξεζητημένος τρόπος διαμόρφωσης του δέρματος, εξυπηρετεί υδροδυναμικές ανάγκες, και συγκεκριμένα τη μείωση της αντίστασης του νερού κατά τις γρήγορες και απότομες κινήσεις - εκτινάξεις (bursts) (Bone 1972). Το σύστημα είναι πιθανότατα σχεδιασμένο ώστε να δημιουργεί και να διατηρεί μια στροβιλώδη ροή στο οριακό στρώμα μέσω των κτενοειδών λεπιών, και παράλληλα να εκμεταλλεύεται την ορμή που διοχετεύεται κατευθείαν στο οριακό στρώμα από το θαλασσινό νερό που εκβάλλεται από τα υποδερμικά διαμερίσματα (Bone 1972). Ο Bone (1972) παρομοιάζει τα ακανθώδη κτενοειδή λέπια του *R. pretiosus* με τις γεννήτριες στροβιλισμού (vortex generators) στα αεροσκάφη οι οποίες εξυπηρετούν την παρεμπόδιση αποκόλλησης του οριακού στρώματος και τη μετάθεση της πίεσης της αντίστασης πιο πίσω στην άτρακτο. Σημειώνει επίσης, ότι αυτός ο δερματικός σχηματισμός μπορεί να μην είναι ιδιαίτερα χρηστικός όταν το ψάρι κινείται σταθερά με μικρή ταχύτητα (cruising speed), αλλά του προσδίδει μεγάλη επιτάχυνση.

1.3.4 Κατανομή & Οικολογία



Εικόνα 1.6. Η γεωγραφική κατανομή του *Ruvettus pretiosus* (Πηγή: Nakamura & Parin 1993)

Το *Ruvettus pretiosus* είναι ένα κοσμοπολίτικο είδος που απαντάται στις περισσότερες εύκρατες και τροπικές θάλασσες του κόσμου (Εικ. 1.6) (Nakamura & Parin 1993). Συγκεκριμένα έχει αναφερθεί στα νότια εύκρατα και τροπικά νερά του Ατλαντικού (π.χ. Pakhorukon & Boltachev 2001), στον κεντρικό, βόρειο και βορειοανατολικό Ατλαντικό (π.χ. Castro et al. 2000), στον δυτικό Ινδικό (π.χ. Stobbs & Brutton 1991, Pakhorukon & Boltachev 2001), στον κεντρικό, νότιο και δυτικό Ειρηνικό (π.χ. Gudger 1928, Yamamura 1997) και στην Καραϊβική (π.χ. Gudger & Mowbray 1927). Στην περιοχή της Μεσογείου, εκτός από τα στενά της Μεσίνα όπου το είδος πρωτοπεριγράφηκε από τον Cocco (Gudger & Mowbray 1927), το είδος έχει αναφερθεί στη δυτική Μεσόγειο (π.χ. Castro et al. 2000), στην Αδριατική (Bettoso & Dulcic 1999), κοντά στις ακτές της Λιβύης (Elbaraasi et al. 2007), στο Αιγαίο, στο Ιόνιο, στο Κρητικό, στο Λιβυκό και στη Λεβαντίνη (Tserpes et al. 2006, Peristeraki et al. 2007, Δαμαλάς & Μεγαλοφώνου 2008). Στη Μεσόγειο, η αφθονία του είδους φαίνεται να είναι μεγαλύτερη στα θερμότερα νερά της νότιας και ανατολικής Μεσογείου (Bettoso & Dulcic 1999, Castro et al. 2000, Peristeraki et al. 2006, Δαμαλάς & Μεγαλοφώνου 2008).

Το *R. pretiosus* είναι ένα είδος ωκεανόδρομο και βενθοπελαγικό, που ζει τον περισσότερο καιρό σε περιοχές της ηπειρωτικής κατωφύρειας και σε υποθαλάσσιες εξάρσεις σε βάθη 100 - 1160m (Nakamura & Parin 1993, Pakhorukon & Boltachev 2001), συχνότερα σε βάθη 200 - 600m (Nakamura & Parin 1993, Pakhorukon & Boltachev 2001). Κατά τη διάρκεια της μέρας τα άτομα του είδους προτιμούν να παραμένουν κοντά στο βυθό (0,1 - 7m από αυτόν), σε περιοχές με επίπεδο πυθμένα, αλλά τις βραδινές ώρες ένα κομμάτι του πληθυσμού εκτελεί κάθετη μετανάστευση

προς την επιπελαγική ζώνη φτάνοντας σε βάθη μικρότερα των 60m από την επιφάνεια (Pakhovukon & Boltachev 2001). Η μετακίνηση αυτή φαίνεται να συμβαίνει σε μεγαλύτερη συχνότητα κατά τις ημέρες της νέας σελήνης, φανερώνοντας την προτίμηση του είδους σε ζώνες χαμηλού φωτισμού (Stobbs & Brutton 2001, Δαμαλάς & Μεγαλοφώνου 2008). Η ανάγκη του είδους για μεγάλες αλλαγές βάθους είναι πιθανότητα ο λόγος που εξελικτικά το *R. pretiosus* διαμορφώθηκε έτσι ώστε να χρησιμοποιεί λιπίδια για την πλευστότητά του αντί για μια ευάλωτη σε πολύ μεγάλες αλλαγές της πίεσης νηκτική κύστη (Nevenzel 1970).

Όσον αφορά στις διατροφικές συνήθειες του είδους, το *R. pretiosus* αποτελεί έναν ανώτερο θηρευτή, που τρέφεται με ψάρια, κεφαλόποδα και καρκινοειδή (Nakamura & Parin 1993, Pakhovukon & Boltachev 2001). Δεν έχει γίνει κάποια συστηματική μελέτη της διαίτας του είδους και οι μόνες πιο συγκεκριμένες πληροφορίες δίνονται από τους Pakhovukon & Boltachev (2001) που αναφέρουν ότι παρατήρησαν σε στομαχικά περιεχόμενα των *R. pretiosus* ψάρια *Aphanopus sp.* (Perciformes, Trichiuridae), *Beryx splendens* (Beryciformes, Berycidae), *Diaphus ostensfeldi* (Myctophiformes, Myctophidae), αντιπρόσωπο ενός είδους της οικογένειας Echeneidae, άλλα μεσοπελαγικά ψάρια και καλαμάρια. Επίσης σε πεδία αλιείας μικρών πελαγικών στο δυτικό Ειρηνικό, έχει αναφερθεί διατροφή σε μεγάλο ποσοστό του *R. pretiosus* με απορριπτόμενα υπομεγέθη ψάρια *Cololabis saira* (Beloniformes, Scomberesocidae) (Yamamura 1997).

Το *R. pretiosus* λόγω της θέσης του ως ανώτερου θηρευτή στο τροφικό πλέγμα, δεν αποτελεί συνηθισμένο θήραμα για άλλους οργανισμούς. Εν τούτοις έχει βρεθεί ως στομαχικό περιεχόμενο σε γαλάζιους ιστιοφόρους *Makaira nigricans* (Perciformes, Istiphoridae) (Shimose et al. 2007), λευκούς ιστιοφόρους *Tetrapterus albicans* (Perciformes, Istiphoridae) (Junior et al. 2004) και σε φυσητήρες *Physeter macrocephalus* (Best 1999).

Όσον αφορά αναλυτικότερα στην ηθολογία του είδους, ο Bone (1972) είχε υποθέσει μέσα από τις αναλύσεις της φυσιολογίας του που προαναφέρθηκαν, ότι το είδος θα πρέπει να μένει τον περισσότερο χρόνο σχετικά ακίνητο κοντά στο βυθό με το κεφάλι υψωμένο κατά 45° περίπου, και να επιτίθεται στη λεία του με απότομες εκτινάξεις (bursts), κυρίως με τη βοήθεια του ουραίου πτερυγίου μιας και τα μικρά θωρακικά πτερύγια φαίνονται να παίζουν ρόλο μόνο στις μανούβρες. Οι παρατηρήσεις αυτές επαληθεύτηκαν εν μέρει από έρευνες που έγιναν με τη βοήθεια βαθυσκάφους 15 χρόνια αργότερα (Pakhovukon & Boltachev 2001). Φάνηκε λοιπόν ότι όντως το είδος κατά τη διάρκεια της μέρας είναι σε στενή συνάφεια με το βυθό και κινείται αργά ή μένει εντελώς ακίνητο, αλλά δεν επιβεβαιώθηκε η στάση του κεκλιμένου σώματος κατά την ακινησία (Pakhovukon & Boltachev 2001). Παράλληλα, η θηρευτική τακτική αποκαλύφθηκε ότι περιλαμβάνει μια σύντομη αρχική κάμψη και στη συνέχεια μια ορμητική ευθυγράμμιση του σώματος και του

δυνατού ουραίου πτερυγίου, με αποτέλεσμα μια ταχύτατη (5 - 7m/s) απότομη μετακίνηση σε μια απόσταση 5 - 20m, με τα θωρακικά και τα κοιλιακά πτερύγια ισχυρά προσκολλημένα πάνω στο σώμα (Pakhorukon & Boltachev 2001). Συνήθως κατά την επίθεση συμβαίνουν δύο διαδοχικές τέτοιες μετακινήσεις, υπό διαφορετική γωνία, με αποτέλεσμα η τροχιά επίθεσης να μοιάζει με τεθλασμένη γραμμή (Pakhorukon & Boltachev 2001). Την στιγμή της επίθεσης, το *R. pretiosus* συχνά δεν αρπάζει αμέσως το θήραμα με το στόμα του, αλλά πρώτα του δίνει ένα δυνατό χτύπημα με το ακανθώδες σώμα του ώστε να το τραυματίσει ή να το ζαλίσει (Pakhorukon & Boltachev 2001).

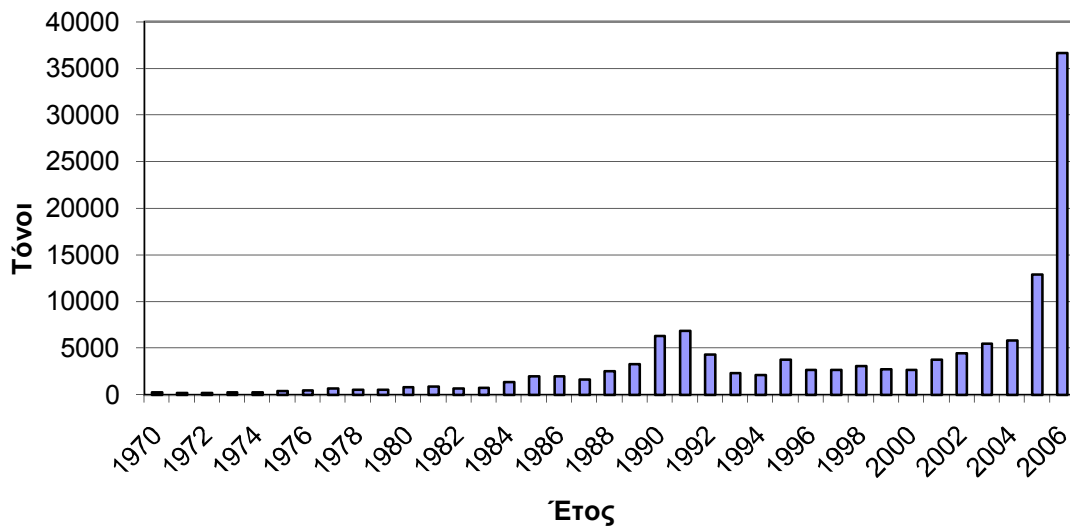
Τα άτομα του είδους κατά την παραμονή τους στον βυθό εμφανίζονται μεμονωμένα ή σε ζευγάρια, αλλά μερικές φορές και σε ομάδες των 3-4 ατόμων (Pakhorukon & Boltachev 2001). Κατά την θήρευση στη μεσοπελαγική – επιπελαγική ζώνη όμως, όταν υπάρχουν μεγάλες συγκεντρώσεις θηραμάτων (π.χ. μεγάλα κοπάδια ψαριών) μπορεί να παρουσιάζονται μεγαλύτερες ομάδες *R. pretiosus*. Οι Pakhorukon & Boltachev (2001) αναφέρουν συλλήψεις 151 ατόμων συνολικού βάρους >2t σε αλιεία διάρκειας 15 λεπτών με μεσοπελαγική τράτα σε περιοχή με μεγάλα κοπάδια *Beryx splendens*.

1.3.5 Βιολογικός Κύκλος

Οι πληροφορίες που αφορούν τον κύκλο ζωής του *Ruvettus pretiosus* είναι έμμεσες και αποσπασματικές. Η αύξηση της αφθονίας του στην επιπελαγική ζώνη κατά τους τελευταίους εαρινούς και πρώτους θερινούς μήνες στην ανατολική Μεσόγειο, πιθανόν να σχετίζεται με μετανάστευση για αναπαραγωγικούς ή για θηρευτικούς λόγους (Tserpes et al. 2006, Δαμαλάς & Μεγαλοφώνου 2008). Παράλληλα, οι Pakhorukon & Boltachev (2001) ανέφεραν γενετική ωριμότητα σε ψάρια (μήκους 116-139cm) που αλιεύθηκαν τον Οκτώβριο σε περιοχή της έξαρσης του Ισημερινού (Equator ridge) στον Ατλαντικό Ωκεανό, ενώ οι Gudger και Mowbray (1927) αναφέρουν σύλληψη ψαριών με γονάδες σε φάση κατανάλωσης (spent) κατά το διάστημα Δεκεμβρίου - Μαρτίου στην Καραϊβική. Επίσης, ο εντοπισμός γόνου και μικρόσωμων ατόμων του είδους σε επιφανειακά ωκεάνια στρώματα (Shcherbachev et al. 1986 in Pakhorukon & Boltachev 2001), πιθανόν φανερώνει ότι τα νεαρά άτομα μπορούν να διασπείρονται με τα επιφανειακά ωκεάνια ρεύματα σε μεγάλες αποστάσεις και να περνούν ένα μέρος της ζωής τους στα ανοιχτά ωκεάνια νερά ως τυχαίο αποτέλεσμα της μεσοπελαγικής ιχθυοκένωσης (Pakhorukon & Boltachev 2001). Επιπροσθέτως, υπάρχει αναφορά για συλλήψεις μικρού και μέτριου μεγέθους ατόμων (62-100cm) σε βάθη 500-700m κατά το διάστημα Μαΐου-Σεπτεμβρίου στη νότια Πορτογαλία (Santos et al. 2002). Πάντως, δεν υπάρχουν πληροφορίες για το

πρότυπο και την περίοδο αναπαραγωγής ή για τη γονιμότητα του είδους σε καμία περιοχή του κόσμου.

1.3.6 Αλιεία



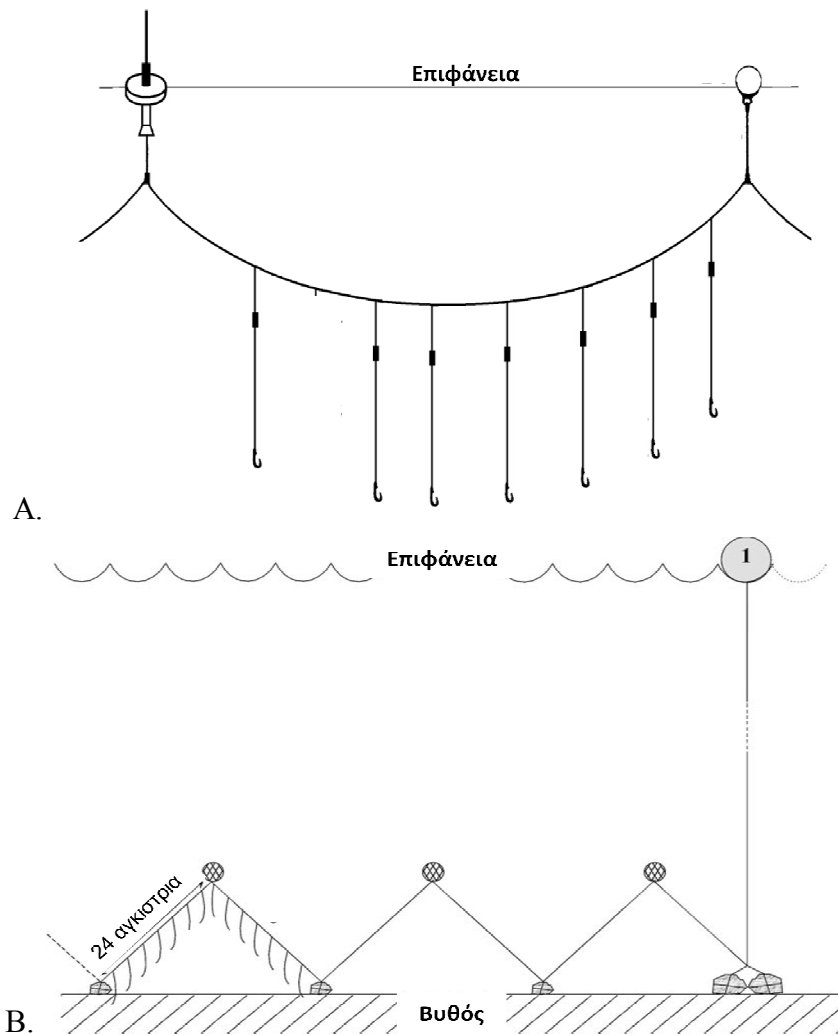
Εικόνα 1.7. Παγκόσμια παραγωγή *R. pretiosus* κατά τα τελευταία 40 χρόνια (Πηγή: FAO 2008)

Η παγκόσμια αλιευτική παραγωγή του *Ruvettus pretiosus* παρουσιάζει αλματώδη αύξηση τα τελευταία χρόνια, ξεπερνώντας τους 35000 τόνους το 2006 (Εικ. 1.7), με την συντριπτική πλειοψηφία της παραγωγής να καταγράφεται στην Ασία, και συγκεκριμένα στην περιοχή της Ταϊβάν (Πηγή: FAO 2008). Η καταγεγραμμένη αυτή παραγωγή αποτελεί πιθανότατα υποεκτίμηση της πραγματικής, καθώς όπως θα αναλυθεί παρακάτω σημαντικές ποσότητες αλιεύονται στοχευμένα από σκάφη μικρής αλιείας σε νησιωτικά συμπλέγματα του Ινδικού και του Ειρηνικού (Gudger 1928, Stobbs & Brutton 1991), παράπλευρα από σκάφη μέσης και μεγάλης αλιείας στον Ατλαντικό, τον Ινδικό και την Ωκεανία (π.χ. Castro et al. 2000, Romanov 2002, Bromhead & Wise 2005), ενώ άλλες ποσότητες είτε απορρίπτονται είτε καταναλώνονται από τους ψαράδες λόγω της μικρής εμπορικής τους αξίας σε κάποιες γεωγραφικές περιοχές (π.χ. Erzini et al. 2001, Bromhead & Wise 2005).

Το *R. pretiosus* αποτελεί τον κύριο αλιευτικό στόχο μόνο σε λίγες περιοχές του κόσμου. Σε αυτές περιλαμβάνονται τα νησιά Κομόρες του νοτιοδυτικού Ινδικού Ωκεανού (Stobbs & Brutton 1991), και νησιωτικά συμπλέγματα του Ειρηνικού Ωκεανού (Πολυνησία, Μικρονησία, Μελανησία) (Gudger 1928). Και στις δύο περιπτώσεις, το ψάρι αλιεύεται από μικρά σκάφη κυρίως κατά τη διάρκεια της νύχτας (κατά προτίμηση νύχτες χωρίς φεγγάρι) με αγκίστρια που ψαρεύουν σε μεγάλα βάθη

(150-800m), κοντά στο βυθό (Gudger 1928, Stobbs & Brutton 1991). Τα βάθη έως 800m στα οποία ψαρεύουν το *R. pretiosus* οι ψαράδες του Ειρηνικού αποτελούν το παγκοσμίως βαθύτερο ψάρεμα με πετονιά χεριού (Stobbs & Brutton, 1991), και αποτελεί μια από τις παλαιότερες συστηματικές αλιευτικές δραστηριότητες σε βάθη >500m παγκοσμίως (Koslow et al. 2000). Σαν δόλωμα χρησιμοποιείται συνήθως κάποιο μικρό ψάρι, αλλά ακόμη και καλαμάρια, χταπόδια και καβούρια (Stobbs & Brutton 1991). Στον Ειρηνικό χρησιμοποιείται παραδοσιακά ένα ιδιαίτερο ξύλινο χειροποίητο αγκίστρι ειδικά και αποκλειστικά για την αλιεία του *R. pretiosus* (Gudger 1928).

Σημαντικές ποσότητες *R. pretiosus* αλιεύονται ως παράπλευρο αλίευμα από σκάφη μικρής, μέση και μεγάλης αλιείας που στοχεύουν άλλα είδη σε όλες της θάλασσες του κόσμου. Συγκεκριμένα, το είδος αποτελεί παράπλευρο αλίευμα της αλιείας μεγάλων πελαγικών ψαριών (κυρίως τονοειδών και ξιφιών) με επιπελαγικά παραγάδια (Εικ. 1.8A) γύρω από την Αυστραλία (π.χ. Bromhead & Wise 2005) και τη Νέα Ζηλανδία (π.χ. Francis et al. 2004), στον κεντρικό Ειρηνικό (π.χ. He et al. 1997), στον Ατλαντικό και τη δυτική Μεσόγειο (π.χ. Castro et al. 2000, Mejuto et al. 2002), και στην ανατολική Μεσόγειο (Peristeraki et al. 2007, Δαμαλάς & Μεγαλοφώνου 2008), όπου μάλιστα αποτελεί το δεύτερο σημαντικότερο αλίευμα τόσο κατά βάρος όσο και σε αριθμό μετά τον ξιφία (Peristeraki et al. 2007). Επίσης, το είδος αναφέρεται ως παράπλευρο αλίευμα στην αλιεία τονοειδών με γρι-γρι στο δυτικό Ινδικό (Romanov 2002), στην αλιεία του μπακαλιάρου *Merluccius merluccius* με ημιπελαγικά (semi-pelagic) παραγάδια (“pedra-bola”) (Εικ. 1.8B) και βενθικά απλάδια δίχτυα στον ανατολικό Ατλαντικό (Erzini et al. 2001, Santos et al. 2002), ενώ έχει αλιευθεί περιστασιακά και με βενθικές τράτες στη Μεσόγειο και στον Ατλαντικό (Pakhorukov & Boltachev 2001, Elbaraasi et al. 2007).



Εικόνα 1.8. Σχηματικές απεικονίσεις **A.** επιπελαγικού (Chocca et al. 2000) και **B.** ημιπελαγικού “pedra-bola” (Erzini et al. 2001) παραγαδιών στα οποία παρουσιάζονται ως παράπλευρο αλιεύμα ψάρια *R. pretiosus*

Ο Πίνακας 1.1 συντέθηκε απο βιβλιογραφικά δεδομένα που αφορούν στις συλλήψεις *R. pretiosus* σε διάφορες περιοχές του κόσμου. Στον Πίνακα αυτό φαίνονται οι μεγάλες τιμές αφθονίας τόσο σε βιομάζα (CPU_{Ew}) όσο και σε αριθμό ατόμων (CPU_{En}) αλλά και τα σημαντικά ποσοστά του *R. pretiosus* επί του συνόλου των αλιευμάτων στην ανατολική Μεσόγειο, σε σύγκριση με τους αλιευτικούς στόλους που χρησιμοποιούν επιπελαγικά παραγάδια σε άλλες περιοχές του κόσμου. Η μόνη περίπτωση που παρουσιάζεται μεγαλύτερη αφθονία (CPU_{En}) είναι αυτή της βόρειας Νέας Ζηλανδίας. Δηλαδή, από τα διαθέσιμα στοιχεία, φαίνεται ότι ο υψηλότερος δείκτης αφθονίας του είδους σε επιπελαγικά παραγάδια παγκοσμίως (CPU_{En}) εμφανίζεται στην ανατολική Μεσόγειο και στη βόρεια Νέα Ζηλανδία, ενώ σημαντικά χαμηλότερος δείκτης αφθονίας παρουσιάζεται στην υπόλοιπη Ωκεανία και τον Ειρηνικό, καθώς και στις περιοχές του βόρειου και νότιου Ατλαντικού (Πιν. 1.1). Υψηλός δείκτης αφθονίας παρουσιάζεται και στα ημιπελαγικά παραγάδια της νότιας Πορτογαλίας (Πιν. 1.1).

Πίνακας 1.1. Δειγματοληπτικά αλιευτικά δεδομένα από αλιείες όπου το *R. pretiosus* παρουσιάζεται ως παράπλευρο αλίευμα. Συνολικό βάρος (DW), βάρος (CPU_{Ew}) & αριθμός ατόμων (CPU_{En}) ανά 1000 αγκίστρια, ποσοστό βάρους (%w) & αριθμού (%n) επί του συνόλου των αλιευμάτων. N/A= Μη διαθέσιμες πληροφορίες.

Χρονιά	Στόλος	Εργαλείο	Περιοχή	CPU _{Ew}	CPU _{En}	%w	%n	Αναφορά
								Castro et al. 2000
1997-2004	Ισπανικός	Επιπελαγικό παραγάδι	Β. & Ν. Ατλαντικός	N/A	N/A	<0,001	N/A	Mejuto et al. 2002 Mejuto et al. 2006
1990-1994	Ουρουγουανικός	Επιπελαγικό παραγάδι	ΝΔ Ατλαντικός	N/A	0,27	N/A	0,23	Marin et al. 2000
1997-1998	Ισπανικός	Επιπελαγικό παραγάδι	Δ. Μεσόγειος	N/A	N/A	<0,001	N/A	Castro et al. 2000
2004-2006	Ελληνικός	Επιπελαγικό παραγάδι	Α. Μεσόγειος	16,1	1,7	6,1	12,6	Peristeraki et al. 2007
2000-2003	Αυστραλιανός	Επιπελαγικό παραγάδι	Α. Αυστραλία	N/A	N/A	N/A	0,003	Bromhead & Wise 2005
2003	Αυστραλιανός	Επιπελαγικό παραγάδι	Αυστραλία	N/A	0,6	N/A	N/A	Ward et al. 2003
2000-2001	Αυστραλιανός	Επιπελαγικό παραγάδι	Ν. & Δ. Αυστραλία	N/A	N/A	0,3	N/A	Webb & Hobday 2004
1988-2000	Πολυεθνικός	Επιπελαγικό παραγάδι	Β. Νέα Ζηλανδία	N/A	2,26	N/A	0,02	Francis et al. 2004
1988-2000	Πολυεθνικός	Επιπελαγικό παραγάδι	Ν. Νέα Ζηλανδία	N/A	0,03	N/A	0,02	Francis et al. 2004
1990-2001	Νεοζηλανδικός	Επιπελαγικό παραγάδι	Νέα Ζηλανδία	N/A	N/A	N/A	0,02	Murrey et al. 2002
1987-2000	Πολυεθνικός	Επιπελαγικό παραγάδι	Κ. & Δ. Ειρηνικός	N/A	0,3	N/A	0,014	Lawson 2001
1997 -1998	Πορτογαλικός	Ημιπελαγικό Παραγάδι	Α. Ατλαντικός	N/A	2,4	N/A	0,006	Erzini et al. 2001
1998	Πορτογαλικός	Ημιπελαγικό Παραγάδι	Α. Ατλαντικός	0,45	0,17	0,014	0,003	Santos et al. 2002
1998	Πορτογαλικός	Βενθικό Απλάδι Δίχτυ	Α. Ατλαντικός	3,23*	2,18*	0,014	0,007	Santos et al. 2002

*ανά 10km διχτυού



Εικόνα 1.9. Ροδέλες, φιλέτα και θηλυκές γονάδες *R. pretiosus* προς πώληση σε αγορές της Ασίας

1.3.7 Επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία

Στους νησιωτικούς πληθυσμούς που παραδοσιακά αλιεύουν το *R. pretiosus*, ήταν από παλιά γνωστή η καθαρτική δράση του ιχθυελαίου του. Για παράδειγμα στα Κανάρια νησιά (Ατλαντικός Ωκεανός) αναφέρεται η χρήση παραδοσιακού ζωμού από κόκκαλα του ψαριού για τη θεραπεία της δυσκοιλιότητας (Ruiz-Gutierrez et al. 1997).

Η πρώτη αναφορά στις συνέπειες από την κατανάλωση του είδους γίνεται μόλις 12 χρόνια μετά από την περιγραφή του, από τον Lowe (1841 in Cox & Reid 1932) ο οποίος παρατηρεί: «επιβεβαιώνεται ότι τα κόκκαλα του ψαριού περιέχουν ιχθυέλαια, και όταν αναρροφηθούν προκαλούν διάρροια». Είναι γεγονός ότι τα πλούσια σε κηρώδεις εστέρες κόκκαλα και σάρκα του είδους, όταν καταναλωθούν σε μεγάλη ποσότητα και ανάλογα με τον εκάστοτε οργανισμό, μπορούν να προκαλέσουν διάρροιες (Leask et al. 2004). Αυτό συμβαίνει γιατί οι κηροί είναι ανθεκτικοί στα πεπτικά ένζυμα, έχουν χαμηλό σημείο τήξης και λιπαντικές ιδιότητες, οπότε η συγκέντρωση μεγάλων ποσοτήτων στο απηυθυσμένο προκαλεί «κηριόρρεια» (τύπος διάρροιας) (Berman et al. 1981).

Επιδημιολογικές μελέτες που έγιναν σε άτομα που δηλητηριάστηκαν ύστερα από κατανάλωση ποσοτήτων του ψαριού, αναφέρουν συμπτώματα που εκτός της διάρροιας μπορούν να περιλαμβάνουν πονοκέφαλους, πονόκοιλους, ναυτία και πιο σπάνια εμετούς (Gregory 2002, Yohannes et al. 2002, Shadbolt et al. 2002, Karl & Rehbein 2004).

Πάντως, αν συγκριθούν οι ποσότητες που διατίθενται στην αγορά με τις αναφορές δηλητηριάσεων φαίνεται πως η πλειοψηφία των ανθρώπων που καταναλώνουν το ψάρι δεν παρουσιάζουν οποιαδήποτε συμπτώματα (Shadbolt et al. 2002). Εν τούτοις, συνιστάται να αποφεύγεται από άτομα με γαστρεντερικές ευαισθησίες και από γυναίκες κατά την περίοδο της εγκυμοσύνης (Shadbolt et al. 2002). Είναι επίσης πιθανό, εποχιακές ή/και γεωγραφικές διαφορές να επιδρούν στα επίπεδα των δύσπεπτων κηρωδών εστέρων στα ψάρια (Shadbolt et al. 2002). Τελικά όμως, αφού η γευστική ποιότητα του ψαριού θεωρείται ιδιαίτερα υψηλή (Bykon 1983 in Leask et al. 2004) συνεχίζει να διακινείται, τόσο φρέσκο όσο και κατεψυγμένο ή σε ψαροκροκέτες (Nakamura 1984), ενώ ακόμη και οι γονάδες του πωλούνται καπνιστές στην Ασία (Εικ. 1.9).

2. ΑΥΞΗΣΗ

2.1 Εισαγωγή

Το μεγαλύτερο ποσοστό της παραγόμενης ενέργειας από την τροφή η οποία προσλαμβάνεται από κάθε οργανισμό χρησιμοποιείται για τη διατήρηση των ζωτικών λειτουργιών του, τη διεκπεραίωση των καθημερινών δραστηριοτήτων του και την αναπαραγωγή. Μόνο ένα μικρό ποσοστό αυτής της ενέργειας, συνήθως μικρότερο από το ένα τρίτο του συνόλου, χρησιμοποιείται για την αύξηση του οργανισμού (King 1995 σε Τσερπές 1996). Ένα πολύπλοκο σύνολο εξελικτικών επιλογών καθορίζει το μέγεθος του ποσοστού της παραγόμενης ενέργειας που θα επενδυθεί στην αύξηση ενός οργανισμού αντί για άλλες φυσιολογικές λειτουργίες όπως η κίνηση και η αναπαραγωγή.

Κατά το ξεκίνημα της ζωής ενός οργανισμού, συνήθως έχει εξελικτικά διαμορφωθεί ένας γρήγορος ρυθμός αύξησης που του δίνει τη δυνατότητα να είναι ευάλωτος για μικρότερο χρονικό διάστημα σε πολλούς από τους θηρευτές του, καθώς κατά κανόνα τα πιο μεγάλωσυμα άτομα υφίστανται λιγότερη θήρευση από τα μικρόσωμα (Jennings et al. 2001). Σε συνδυασμό με την αντοχή που το μέγεθος προσδίδει στις διακυμάνσεις της διαθέσιμης τροφής και στις περιβαλλοντικές πιέσεις, γίνεται κατανοητό ότι όσο πιο γρήγορα τα ψάρια μεγαλώνουν τόσο πιο γρήγορα μειώνεται η θνησιμότητα (Jennings et al. 2001). Από την αναπαραγωγική σκοπιά μεγάλο σωματικό μέγεθος σημαίνει αυξημένο αριθμό αυγών ή μεγαλύτερα αυγά με αντίστοιχες μεγαλύτερες πιθανότητες επιβίωσης των προνυμφών. Εν τούτοις, το μικρό σωματικό μέγεθος πλεονεκτεί από ενεργειακής απόψεως και μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να επιτρέψει την εκμετάλλευση τροφικών πηγών που δεν είναι διαθέσιμες σε μεγαλύτερα άτομα.

Τα ψάρια κατέχουν μια ιδιαίτερη θέση ανάμεσα στα υπόλοιπα σπονδυλωτά όσον αφορά τις στρατηγικές αύξησής τους. Κι αυτό γιατί, με ελάχιστες εξαιρέσεις, τα διάφορα είδη ψαριών τείνουν τα μεγαλώνουν κατά τρόπο μη-καθορισμένο (indeterminate), με την έννοια ότι η αύξηση του μεγέθους συνεχίζεται σε κάποιο βαθμό καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους (Mommssen 2001). Καθώς μεγαλώνουν σε ηλικία, τα ψάρια επενδύουν περισσότερους πόρους στην αναπαραγωγή αλλά συνολικά συνεχίζει να υπάρχει μια θετική συνεισφορά στην αύξηση (Mommssen 2001).

Ο προσδιορισμός των παραμέτρων αύξησης ενός είδους είναι απαραίτητος προκειμένου να εκτιμηθεί η κατάσταση των αποθεμάτων του και να εφαρμοστούν πρότυπα ορθολογικής εκμετάλλευσής τους.

Το ευρύτερα χρησιμοποιούμενο μοντέλο αύξησης είναι αυτό του Von Bertalanffy (Bertalanffy 1938) το οποίο, παρέχει μια αρκετά αξιόπιστη περιγραφή της αύξησης ενός οργανισμού, με λίγες και αιτιολογημένες υποθέσεις (Τσερπές 1996). Το μοντέλο βασίζεται σε μελέτες του μεταβολισμού των οργανισμών και έχει χρησιμοποιηθεί για να εκφράσει την αύξηση σε ένα μεγάλο αριθμό διαφορετικών ειδών. Βεβαίως είναι μάλλον αδύνατο να περιγραφεί αλάνθαστα η αύξηση ενός οργανισμού κατά τη διάρκεια ολόκληρου του κύκλου ζωής του, συμπεριλαμβάνοντας τις περιόδους πριν και μετά τη γεννητική ωρίμανση, με τη χρήση ενός μόνο μοντέλου, όποιο κι αν είναι αυτό (Day & Taylor 1997).

Για να υπολογιστούν οι παράμετροι αύξησης στα ψάρια, αναγκαία συνθήκη είναι ο προσδιορισμός της ηλικίας τους. Για τον σκοπό αυτό έχουν αναπτυχθεί διάφορες προσεγγίσεις (επισκόπηση από Τσερπές 1996 και Cailliet et al. 2001):

- Η **άμεση προσέγγιση** η οποία βασίζεται στην τεχνική της σήμανσης – επανασύλληψης (tag-recapture). Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει την εκτροφή ή σύλληψη ατόμων ενός είδους από ένα μεγάλο εύρος μεγεθών, προαιρετικά ένεση οξυτετρακυκλίνης που «σημαδεύει» τον ωτόλιθο, απελευθέρωση στο περιβάλλον και κατόπιν επανασύλληψη. Στα επανασυλληφθέντα άτομα η αύξηση μπορεί να υπολογιστεί από την αλλαγή στο σωματικό μέγεθος αλλά να μελετηθεί και ο ρυθμός απόθεσης δακτυλίων αύξησης στα σκληρά του μέρη (π.χ. ωτόλιθοι, λέπια). Η προσέγγιση αυτή είναι η πλέον αξιόπιστη αλλά παρουσιάζει τεχνικές δυσκολίες στην εφαρμογή της.
- Η **στατιστική προσέγγιση** η οποία βασίζεται στις κατανομές μήκους των ατόμων του μελετούμενου είδους. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στο αξίωμα ότι εάν τα άτομα ενός αποθέματος έχουν συγκεκριμένη και σχετικά στενή περίοδο αναπαραγωγής, αναμένεται ότι η κατανομή των μηκών ενός μεγάλου δείγματος ψαριών το οποίο λήφθηκε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή θα αποτελείται από ένα σύνολο κανονικών κατανομών κάθε μία από τις οποίες θα αντιστοιχεί σε μια συγκεκριμένη ηλικιακή κλάση. Από τις αποστάσεις των κορυφών αυτών των κανονικών κατανομών μπορούν να υπολογιστούν οι παράμετροι αύξησης. Η μέθοδος αυτή παρέχει την ευκολία της αποφυγής συγκέντρωσης και επεξεργασίας βιολογικού υλικού αλλά απαιτείται η προϋπόθεση ύπαρξης συγκεκριμένης και στενής αναπαραγωγικής περιόδου.
- Η **ραδιομετρική προσέγγιση** είναι μια πιο πρόσφατη μέθοδος που χρησιμοποιεί μια γνωστή ακολουθία ραδιενεργούς εξασθένισης από των πυρήνων των ωτολίθων. Η πιο κοινή μέθοδος αυτού του τύπου εκμεταλλεύεται τις

ανισσοροπίες (disequilibria) του ^{210}Pb και του ^{226}Ra στους ωτόλιθους, σαν φυσικό χρονόμετρο. Αυτή η τεχνική είναι πολύ χρήσιμη ειδικά για είδη που ζουν πολλά χρόνια, αλλά παρουσιάζει τεχνικές ιδιαιτερότητες.

- Η **ανατομική προσέγγιση** βασίζεται στην εύρεση ζωνών αύξησης σε διάφορους σωματικούς σχηματισμούς (συνήθως λέπια, ωτόλιθους, σπονδύλους, πτερυγιακές ακτίνες), που μπορούν να συσχετισθούν χρονικά. Οι δακτύλιοι που οφείλονται σε περιοδικά φαινόμενα όπως η αλλαγή της θερμοκρασίας του νερού, η φωτοπερίοδος κ.α. μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση της ηλικίας, σε αντίθεση με αυτούς που μπορούν να δημιουργηθούν από τυχαία φαινόμενα τα οποία δημιουργούν πίεση (stress) στον οργανισμό (Parinella 1980).

Γενικότερα, πυκνότερα και παχύτερα στρώματα οργανικής ύλης αποτίθενται σε σχηματισμούς όπως λέπια, ωτόλιθοι και πτερυγιακές ακτίνες κατά τις περιόδους ταχείας ανάπτυξης (που στις εύκρατες θάλασσες αντιστοιχούν στη θερινή περίοδο), και λεπτότερα στρώματα με λιγότερα οργανικά υλικά όταν η αύξηση επιβραδύνεται (κατά τη χειμερινή περίοδο). Τα στρώματα αυτά σχηματίζουν αντίστοιχα φωτεινούς και σκοτεινούς ομόκεντρους κύκλους που μπορούν να παρατηρηθούν στο μικροσκόπιο ή στο στερεοσκόπιο. Η ηλικία του ψαριού σε έτη λοιπόν μπορεί να υπολογιστεί από τον αριθμό των δακτυλίων που εμφανίζουν ετήσια περιοδικότητα.

Η μέθοδος αυτή είναι ιδιαίτερα αξιόπιστη και διαδεδομένη για τη μελέτη της ηλικίας ψαριών από εύκρατες θάλασσες, αλλά για να πιστοποιηθεί η καταλληλότητά της θεμιτό είναι, να αποδεικνύεται η περιοδικότητα των θεωρούμενων ως ετήσιων δακτυλίων μέσα από την ανάλυση προσαύξησης περιθωρίου (marginal increment analysis). Η μέθοδος αυτή εξετάζει το χρόνο σχηματισμού των ετήσιων δακτυλίων μέσω της εξέτασης της απόστασης του τελευταίου δακτυλίου από το περιθώριο της σκληρής δομής (λέπι, ωτόλιθος ή άλλο σκελετικό μέρος). Σημειώνεται παράλληλα ότι στα ψάρια που ζουν πολλά χρόνια υπάρχει μια σχετική δυσκολία στη διάκριση όλων των δακτυλίων αύξησης.

Στην περίπτωση της ανατομικής προσέγγισης, οι δακτύλιοι οι οποίοι σχηματίζονται στα σκληρά μέρη (λέπια, ωτόλιθοι κ.α.) κατά την διάρκεια της ζωής των ψαριών μπορούν να μας δώσουν πολύτιμες πληροφορίες για το μέγεθος των ψαριών αυτών και σε προηγούμενα έτη της ζωής τους. Η μέθοδος με την οποία υπολογίζονται τα μήκη των ψαριών σε προηγούμενα έτη, λέγεται μέθοδος του ανάδρομου υπολογισμού μηκών ανά ηλικία (backcalculation) και στηρίζεται στην υπόθεση ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του μήκους του ψαριού και της ακτίνας του ωτολίθου του καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του (Francis 1990).

Στο παρόν Κεφάλαιο έγινε προσπάθεια αποσαφήνισης του προτύπου αύξησης του *Ruvettus pretiosus* μέσω του υπολογισμού των ηλικιών με την ανατομική

προσέγγιση, την εύρεση των παραμέτρων της εξίσωσης von Bertalanffy και τον ανάδρομο υπολογισμό των μηκών.

2.2 Υλικά και Μέθοδοι

2.2.1 Συλλογή δεδομένων



Εικόνα 2.1. Η περιοχές της ανατολικής Μεσογείου όπου συλλέχθηκαν τα δείγματα. Οι κόκκινοι αστερίσκοι σημειώνουν τις περιοχές συλλήψεων

Τα δείγματα *Ruvettus pretiosus* που χρησιμοποιήθηκαν για την μελέτη του προτύπου αύξησης του είδους συλλέχθηκαν κατά το διάστημα Οκτωβρίου 2007 – Ιουλίου 2008 από περιοχές του Κρητικού Πελάγους, του Μυρτώου Πελάγους, του κεντρικού Αιγαίου και της Λεβαντίνης Θάλασσας (Εικ. 2.1). Τα δείγματα κατά το διάστημα Οκτωβρίου-Μαΐου συλλέχθηκαν από επαγγελματίες αλιείς με βενθικό παραγάδι που στοχεύει κυρίως σε μπακαλιάρους *Merluccius merluccius* ενώ τα δείγματα από το διάστημα Ιουνίου – Ιουλίου και ένα μέρος των δειγμάτων του Απριλίου συλλέχθηκαν από αλιείς με επιπελαγικό παραγάδι που στοχεύει κυρίως σε ξιφίες *Xiphias gladius* (Εικ. 1.8Α).

Το βενθικό παραγάδι ψάρευε κοντά στο βυθό, σε περιοχές κυρίως ιλυώδους υποστρώματος με μικρή κλίση και χωρίς ιδιαίτερες εξάρσεις, σε βάθη 250-450m. Το οικοσύστημα αυτό είναι που προτιμάται και από το *R. pretiosus* (Pakhorukov & Boltachev 2001). Η αλιεία διαρκούσε από νωρίς το απόγευμα έως το μεσημέρι της

επόμενης μέρας και ως δόλωμα χρησιμοποιούνταν ποικιλία μικρών φρέσκων ή αλατισμένων ψαριών (γόπα, μαρίδα, μαρίδα αμερικάνα κ.α.) και κομμάτια καλαμαριών. Τα άτομα *R. pretiosus* ενίοτε βρίσκονταν πιασμένα και σε αγκίστρια όπου είχε πιαστεί προηγουμένως άλλο ψάρι (π.χ. *Merluccius merluccius*).

Το επιτελαγικό παραγάδι ψάρευε στην ανοιχτή θάλασσα, σε περιοχές με μεγάλα βάθη, σε απόσταση 10-20m από την επιφάνεια, κατά τις νυχτερινές ώρες. Αυτός ο χρόνος συμπίπτει με τις κατακόρυφες μεταναστεύσεις του *R. pretiosus* προς την επιτελαγική ζώνη (Pakhovukon & Boltachev 2001). Σαν δόλωμα χρησιμοποιούνταν φρέσκα ή αλατισμένα καλαμάρια και σκουμπριά.

Τα ψάρια συλλέγονταν είτε εν πλω, είτε προμηθεύονταν από τους ψαράδες μετά τον κατάπλου. Στην πρώτη περίπτωση γινόταν επιτόπια αναγνώριση φύλου, μέτρηση ολικού μήκους (TL - με ακρίβεια εκατοστού), κεφαλικού μήκους (HL - με ακρίβεια εκατοστού) και εξαγωγή ωτολίθων. Στη δεύτερη περίπτωση ήταν διαθέσιμα μόνο το κεφάλι και τα εντόσθια των ψαριών (απορριπτόμενα της αλιείας), τα οποία φυλάσσονταν αρχικά σε βαθιά κατάψυξη (-20°C), και στη συνέχεια γινόταν αναγνώριση φύλου, μέτρηση του κεφαλικού μήκους και εξαγωγή των ωτολίθων στο εργαστήριο. Κρατήθηκε μόνο το μεγαλύτερο ζεύγος ωτολίθων (saggitae) και όχι τα μικρότερα ζεύγη των lapilli και asterisci, μιας και στις περισσότερες οικογένειες ψαριών (πλην κάποιων Ostariophysii) οι saggitae (στο εξής θα αναφέρονται ως «ωτόλιθοι») εμφανίζουν τους χαρακτηριστικούς ετήσιους δακτυλίους ανάπτυξης (Parinella 1980). Οι ωτόλιθοι αποθηκεύθηκαν στην κατάψυξη μέχρι την ανάγνωσή τους.

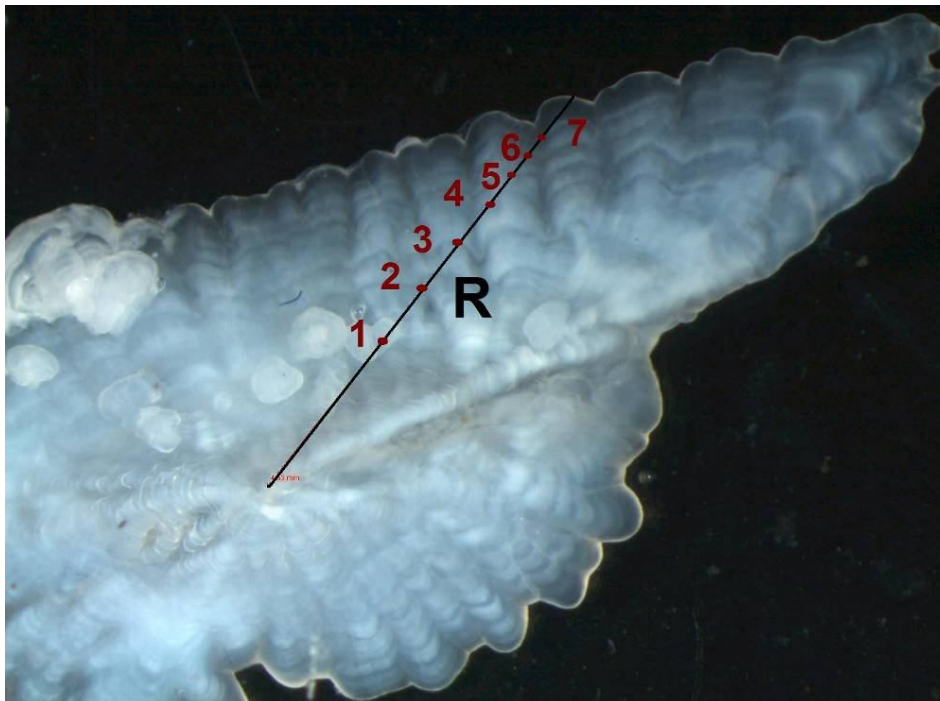
Όλες οι εργαστηριακές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο Αλιείας του Ελληνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών (ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.) στο Ηράκλειο.

2.2.2 Προσδιορισμός ηλικίας

Η ηλικία στα ψάρια υπολογίστηκε με την ανατομική προσέγγιση (βλ. Κεφ. 2.1), χωρίς να γίνει ανάλυση προσαύξησης περιθωρίου λόγω του μικρού αριθμού δειγμάτων. Για την ανάγνωση χρησιμοποιήθηκε στερεοσκόπιο εφοδιασμένο με μικρομετρικό φακό και πλάγιο φωτισμό. Με τη χρήση δισκίου petri με μαύρο πυθμένα και πλάγιο προσπίπτοντα φωτισμό, οι ζώνες οι οποίες σχηματίζονται την περίοδο της ταχείας αύξησης φαίνονται σαν υπόλευκοι-αδιαφανείς (opaque) δακτύλιοι, ενώ οι ζώνες που σχηματίζονται κατά την περίοδο της βραδείας αύξησης, φαίνονται ως διαφανείς (translucent) δακτύλιοι. Η χρήση διερχόμενου φωτισμού δίνει την ακριβώς αντίστροφη εικόνα και χρωματισμό στους δακτυλίους. Προτιμήθηκε η χρήση πλάγιου προσπίπτοντος φωτισμού διότι: α) παρουσιάζει με μεγαλύτερη ευκρίνεια όλες τις ορατές λεπτομέρειες των σχηματισμών των ωτολίθων και β)

αποφεύγεται η σύγχυση στους όρους διαφανής και αδιαφανής δακτύλιος κατά τη σύγκριση των αποτελεσμάτων με αυτά άλλων ερευνητών, εφ' όσον αυτός ο τρόπος φωτισμού χρησιμοποιείται στη συντριπτική πλειονότητα των προσδιορισμών ηλικίας από ωτόλιθους (Κυπαρίσσης 1998). Κατά την διάρκεια της ανάγνωσής τους, οι ωτόλιθοι παρέμεναν βυθισμένοι σε αλκοόλη 10°. Η αλκοόλη αυξάνει την ευκρίνεια των σχηματισμών στους ωτόλιθους, γεγονός που επέτρεψε την ευκολότερη ανάγνωσή τους.

Σε κάθε ωτόλιθο μετρήθηκε: α) η συνολική ακτίνα από το κέντρο του ως το άκρο της διαμέτρου του στην προσθιοκοιλιακή περιοχή, β) ο αριθμός των εμφανών δακτυλίων και γ) η απόσταση από το κέντρο του έως το τέλος κάθε ζώνης (διαφανούς και αδιαφανούς) πάνω στην ακτίνα του (Εικ. 2.2). Η ανάγνωση και οι μετρήσεις έγιναν από το κέντρο του ωτόλιθου προς το προσθιοκοιλιακό μέρος του μιας και: α) οι ζώνες ήταν πιο ευκρινείς στην συγκεκριμένη περιοχή, β) η απόσταση του κέντρου από το περιθώριο σε εκείνη την περιοχή φαινόταν περισσότερο συσχετισμένη με το ολικό μήκος σε σχέση με άλλες περιοχές των ωτολίθων που εμφάνιζαν μεγάλη ποικιλομορφία (Εικ. 2.4), γ) η περιοχή αυτή χρησιμοποιείται και στην ανάγνωση των ωτολίθων στο *Promethichthys prometheus*, ψάρι της ίδιας οικογένειας (Tuset προσωπική επικοινωνία).



Εικόνα 2.2. Ωτόλιθος ατόμου *R. pretiosus* ηλικίας επτά ετών. Διακρίνονται η ακτίνα (R) που υπολογίστηκε, καθώς και η θέση όπου τελειώνει κάθε ετήσιος δακτύλιος. (Μεγέθυνση:15x)

Ως ετήσιος σχηματισμός, θεωρήθηκε η διαδοχή ενός αδιαφανούς και ενός διαφανούς δακτυλίου. Για την επεξεργασία των δεδομένων, έγινε αναγωγή των μετρήσεων σε χιλιοστά (mm).

Στην εργασία αυτή δεν ακολουθήθηκε η τακτική της λήψης μετρήσεων από έναν συγκεκριμένο ωτόλιθο (τον αριστερό ή δεξιό αποκλειστικά) και η αποδοχή μόνο των ηλικιών που υπολογίζονταν ίδιες μετά από δύο ανεξάρτητες μετρήσεις (όπως π.χ. σε Τσερπες 1996, Κυπαρίσσης 1998) γιατί α) το δείγμα ήταν μικρό (46 ζεύγη ωτολίθων) και δεν υπήρχε περιθώριο απόρριψης ωτολίθων, β) οι ωτόλιθοι ήταν μικροί (σε σχέση με το κεφάλι) και ιδιαίτερα εύθραυστοι (λόγω του σχήματος και του μικρού τους πάχους) οπότε συχνά δεν ήταν δυνατή η εξαγωγή και των δύο ωτολίθων ακέραιων από κάθε ψάρι, γ) τα ψάρια είχαν μεγάλη ηλικία πράγμα που δυσχέραινε την ανάγνωση ακριβώς ίδιας ηλικίας σε δύο ανεξάρτητες αναγνώσεις σε όλους τους ωτόλιθους (Cailliet et al. 2001). Έτσι για κάθε ψάρι αναγνώστηκε και μετρήθηκε ο διαθέσιμος ή - όπου ήταν και οι δύο διαθέσιμοι - ο πιο ευκρινής ωτόλιθος, και καταγράφηκε η πιθανότερη ηλικία.

2.2.3 Ανάλυση δεδομένων

Οι μετρήσεις που περιγράφηκαν (Κεφ. 2.2.1, 2.2.2) χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό των παρακάτω:

- Σχέση ολικού μήκους (TL) – κεφαλικού μήκους (HL).
- Κατά μήκος σύνθεση.
- Κατανομή ηλικιών.
- Κλείδα και συνοπτική παρουσίαση της σχέσης ολικού μήκους-ηλικίας.
- Εύρεση των παραμέτρων της εξίσωσης von Bertalanffy από τα πρωτογενή μήκη.
- Ανάδρομος υπολογισμός του μήκους ανά ηλικία (back - calculation).
- Εύρεση των παραμέτρων της εξίσωσης von Bertalanffy από τα ανάδρομα υπολογισμένα μήκη.

Πιο αναλυτικά:

Για να υπολογιστούν τα ολικά μήκη όλων των ψαριών, και με δεδομένο ότι η πλειοψηφία των δειγμάτων (42 από τα 50 ψάρια) προέρχονταν από εκφορτώσεις οπότε ήταν διαθέσιμο μόνο το κεφαλικό μήκος, έγινε αναγωγή του κεφαλικού μήκους σε ολικό μέσω εξίσωσης που συντέθηκε για αυτό το σκοπό. Η εξίσωση προήλθε από τα δεδομένα κεφαλικού μήκους (HL) και ολικού μήκους (TL) από τα οκτώ άτομα που συλλέχθηκαν εν πλω και από ακόμα δύο άτομα από περιοχές της Μεσογείου που περιγράφονταν σε βιβλιογραφικές αναφορές (Bettoso & Dulcic 1999, Elbaraasi et al. 2007) (συνολικά 10 άτομα). Έτσι, στα 42 από τα 50 ψάρια το ολικό μήκος υπολογίστηκε έμμεσα από την εξίσωση παλινδρόμησης του TL επί του HL. Με τα δεδομένα αυτά και σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα της ανάγνωσης των ωτολίθων

(Κεφ. 2.2.2) υπολογίστηκε η κατανομή μηκών και ηλικιών στο δείγμα, και κατασκευάστηκε κλειδα της σχέσης ολικού μήκους – ηλικίας.

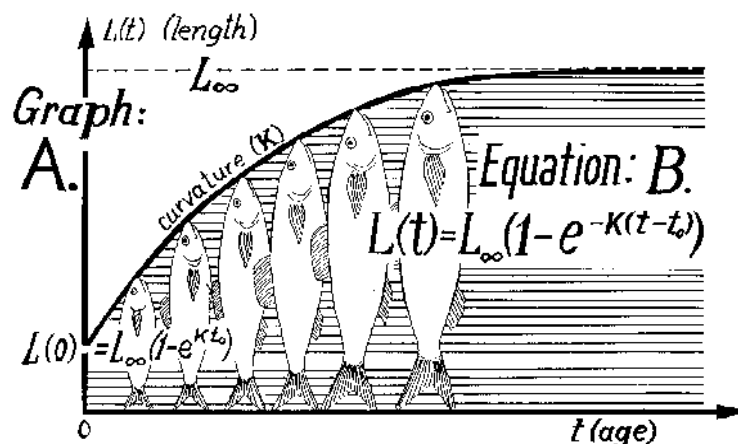
Οι υπολογισμοί για τη θεωρητική αύξηση του μήκους σώματος στη διάρκεια του χρόνου εξήχθησαν προσαρμόζοντας τα δεδομένα μήκους ανα ηλικία στην εξίσωση von Bertalanffy ξεχωριστά για τα θηλυκά μόνο και για το συνδυασμό των δύο φύλων. Η ευρέως χρησιμοποιούμενη εξίσωση αύξησης von Bertalanffy (Εικ. 2.3) δίνεται στην κλασική μορφή της από την παρακάτω σχέση:

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

όπου:

- L_t = το ολικό μήκος σώματος τη χρονική στιγμή t
- L_{∞} = το ασυμπτωτικό ολικό μήκος
- K = ο συντελεστής σωματικής αύξησης
- t = η ηλικία σε έτη
- t_0 = η υποθετική ηλικία που έχει το ψάρι για μηδενικό μήκος

Ο υπολογισμός των παραμέτρων της εξίσωσης von Bertalanffy έγινε με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού που εφάρμοσε την μέθοδο των επαναληπτικών προσεγγίσεων (iterative calculations). Η μέθοδος αυτή, συνίσταται σε μια πρώτη εκτίμηση τιμών των παραμέτρων L_{∞} , K και t_0 , οι οποίες στη συνέχεια χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό καλύτερων τιμών για τις παραμέτρους αυτές. Οι νέες τιμές χρησιμοποιούνται ως καινούργια ομάδα δεδομένων για νέο υπολογισμό καλύτερων εκτιμήσεων κ.ο.κ. (Zar 1996). Στόχος των επαναλαμβανόμενων δοκιμών είναι η εξεύρεση των παραμέτρων που ελαχιστοποιούν το άθροισμα τετραγώνων των κάθετων αποστάσεων των δεδομένων από την καμπύλη αύξησης που περιγράφεται από αυτές. Σαν εκτιμητής της καλής προσαρμογής του μοντέλου στα δεδομένα θεωρήθηκε ο συντελεστής R^2 . Σαν ημερομηνία γέννησης, για τον πιο ακριβή προσδιορισμό του t , ορίστηκε η 1η Αυγούστου αφού από τα ιστολογικά δεδομένα (Κεφ. 4) φαίνεται ότι περίπου κατά τον Ιούλιο ολοκληρώνεται η ωρίμανση των αυγών.



Εικόνα 2.3. Η μορφή της καμπύλης von Bertalanffy (Πηγή: Sparre 1989)

Ο ανάδρομος υπολογισμός του μήκους ανά ηλικία (backcalculation), με τον οποίο εξάγεται μια εκτίμηση του μεγέθους κάθε ψαριού σε ηλικίες μικρότερες αυτής της σύλληψης, μπορεί να γίνει με πολλές μεθόδους (Francis 1990). Στην συγκεκριμένη μελέτη χρησιμοποιήθηκε ο τύπος του Monastyrsky (Francis 1990, Tserpes & Tsimenidis 1995), λόγω καλύτερης προσαρμογής στα δεδομένα, ο οποίος προϋποθέτει εκθετική σχέση μεταξύ της αύξησης του μήκους σώματος του ψαριού και της ακτίνας του ωτόλιθου του. Σύμφωνα με τον τύπο αυτό, το μήκος των ψαριών σε προηγούμενες ηλικίες υπολογίζεται από την σχέση:

$$L_i = (R_i / R_{total})^v L$$

όπου:

- L_i = Το μήκος του ψαριού όταν σχηματίστηκε ο δακτύλιος i
- L = Το μήκος του ψαριού κατά την σύλληψη
- v = Ο εκθέτης της παλινδρόμησης του μήκους (L) επί της ακτίνας (R) που θεωρείται εκθετική συνάρτηση της μορφής $L = aR^v$
- R_i = Η απόσταση από το κέντρο του ωτόλιθου έως το τέλος της ζώνης i
- R_{total} = Η ολική ακτίνα του ωτόλιθου κατά την σύλληψη

Με την χρήση του ανάδρομου υπολογισμού μηκών, τελικά επιτυγχάνουμε την αύξηση του αριθμού των δεδομένων (και έμμεσα του δείγματος) στις προηγούμενες ηλικίες. Από τις μετρήσεις αυτές υπολογίστηκαν τα μέσα μήκη ανά ηλικιακή κλάση για καθένα από τα δύο φύλα. Παράλληλα έγινε υπολογισμός των παραμέτρων της εξίσωσης von Bertalanffy και από τα νέα δεδομένα, μια συνήθης πρακτική σε περιπτώσεις όπου τα δείγματα είναι μικρά (π.χ. Rajuelo et al. 2003).

Οι μετρήσεις στους ωτόλιθους έγιναν με χρήση του προγράμματος Cella for Windows. Όλα τα δεδομένα των μετρήσεων αποθηκεύτηκαν στο πρόγραμμα Excel 7, με τη χρήση του οποίου έγινε και μέρος της στατιστικής επεξεργασίας. Το κύριο μέρος της στατιστικής επεξεργασίας καθώς και ο προσδιορισμός της καμπύλης αύξησης von Bertalanffy, έγινε με το στατιστικό πακέτο Statgraphics Plus v.5.0 for Windows.

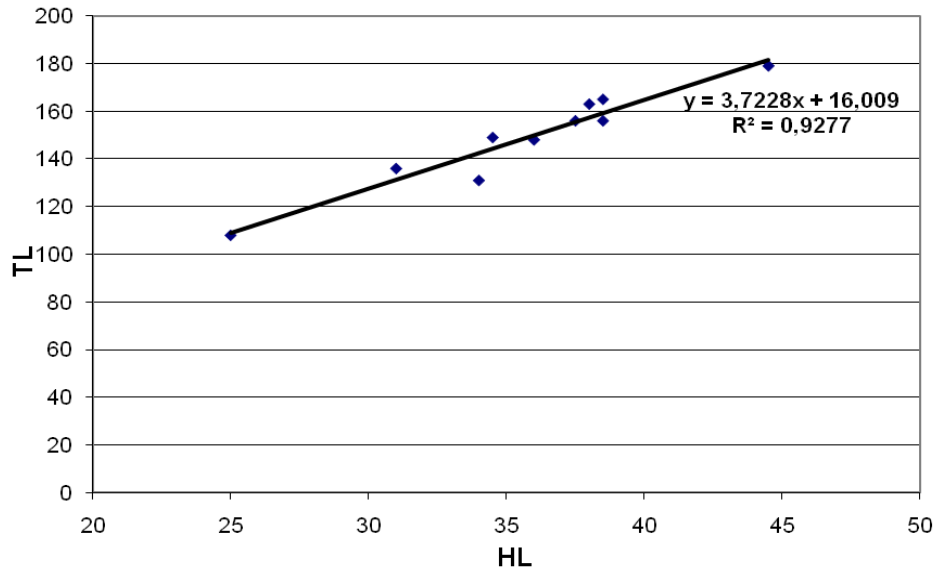
2.3 Αποτελέσματα

Συνολικά συλλέχθηκαν 50 άτομα *Ruvettus pretiosus*. Απο αλιεία με βενθικό παραγάδι προέρχονταν 43 άτομα ενώ απο αλιεία με επιπελαγικό παραγάδι 7 άτομα. Από αυτά, το φύλο αναγνωρίστηκε στα 47 ενώ ανάγνωση και μετρήσεις του ωτόλιθου έγιναν σε 46. Ο λόγος ήταν ότι σε τρεις περιπτώσεις δεν παραδόθηκαν από τους ψαράδες οι γονάδες και σε τέσσερις περιπτώσεις οι ωτόλιθοι είτε είχαν απομακρυνθεί με το πίσω μέρος του κεφαλιού από τους ψαράδες κατά το καθάρισμα, είτε δεν κατέστη δυνατή η ακέραια εξαγωγή τους. Οι ωτόλιθοι παρουσίαζαν μεγάλη ποικιλομορφία, κυρίως όσον αφορά στο μήκος του rostrum και στο πλάτος τους κατά τον νωτοκοιλιακό άξονα (Εικ. 2.4).



Εικόνα 2.4. Παραδείγματα ωτολίθων του *R. pretiosus* (Μεγέθυνση: 7x)

Η σχέση ολικού μήκους – κεφαλικού μήκους (TL – HL) που υπολογίστηκε φαίνεται στο Σχήμα 2.1. Οι παρατηρήσεις από τις οποίες σχηματίστηκε η ευθεία αφορούν ένα εύρος κεφαλικών μηκών (25 – 44,5cm) στο οποίο περιλαμβάνονται όλα τα κεφαλικά μήκη που με τη χρήση της εξίσωσης (Σχ. 2.1) μετατράπηκαν σε ολικά.

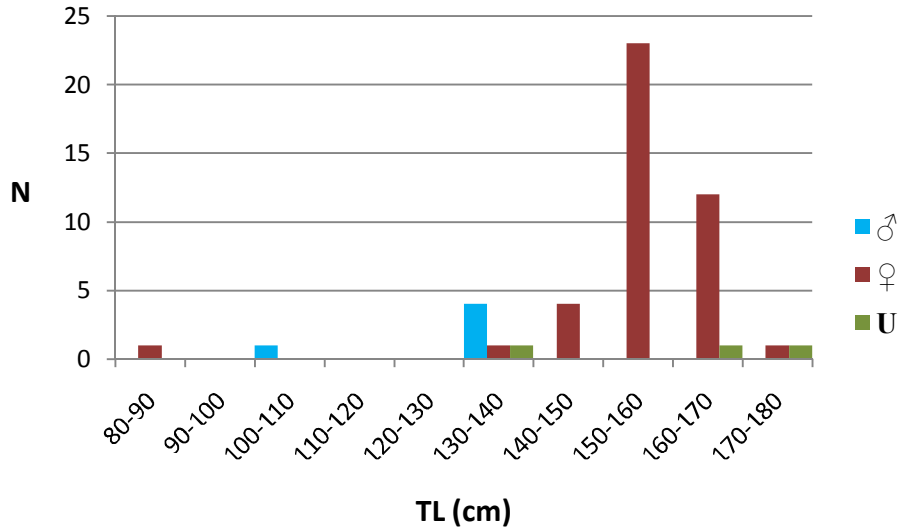


Σχήμα 2.1. Σχέση Κεφαλικού Μήκους (HL) – Ολικού μήκους (TL) στο *R. pretiosus*

Από την σχέση $TL = 3,7228HL + 16,009$ (Σχ. 2.1), υπολογίστηκε το ολικό μήκος στα ψάρια για τα οποία ήταν διαθέσιμο μόνο το κεφαλικό μήκος και κατασκευάστηκε η κατανομή μηκών (Πιν. 2.1, Σχ. 2.2). Τα άτομα που συνέθεταν το δείγμα ήταν μήκους 89-178cm, ενώ το 92% των ατόμων ήταν μήκους 130-170cm και το 72% μήκους 150-170cm (Πιν. 2.1). Το δείγμα περιελάμβανε 5 αρσενικά άτομα, 42 θηλυκά και 3 αγνώστου φύλου (Πιν. 2.1). Τα αρσενικά κυριαρχούσαν στα μήκη <140cm (62,5%) ενώ κανένα αρσενικό δε βρέθηκε με μήκος μεγαλύτερο των 140cm (Σχ. 2.2).

Πίνακας 2.1. Η κατανομή μηκών των ατόμων *R. pretiosus*. M: Αρσενικά άτομα, F: Θηλυκά άτομα, U: άτομα μη καθορισμένου φύλου, TL: ολικό μήκος

TL (cm)	M	F	U	Σύνολο
80-90		1		1
90-100				0
100-110	1			1
110-120				0
120-130				0
130-140	4	1	1	6
140-150		4		4
150-160		23		23
160-170		12	1	13
170-180		1	1	2
Σύνολο	5	42	3	50



Σχήμα 2.2. Η κατανομή μηκών των ατόμων *R. pretiosus*. U: άτομα μη καθορισμένου φύλου, TL: ολικό μήκος

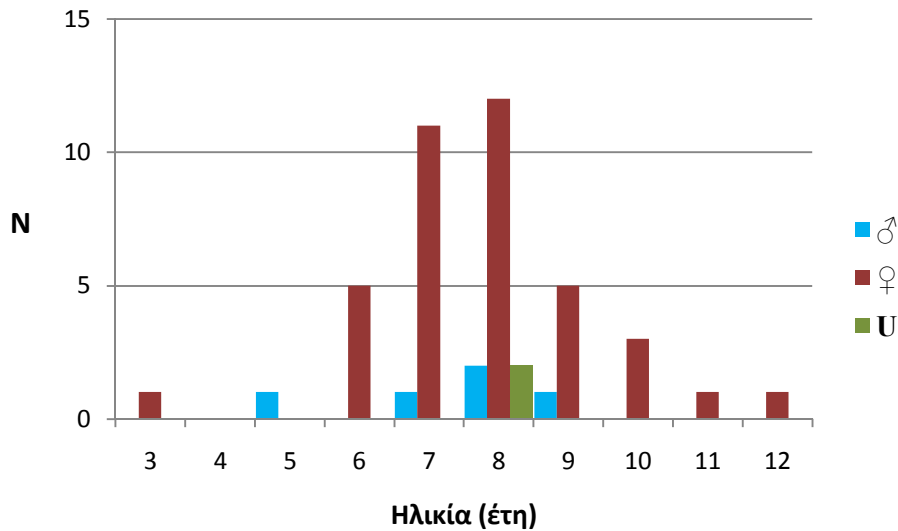
Από την ανάγνωση των ωτολίθων κατασκευάστηκε κλείδα ολικού μήκους – ηλικίας και Σχήμα κατανομής ηλικιών για τα αρσενικά και τα θηλυκά άτομα (Πιν. 2.2, Σχ. 2.3). Όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.3, βρέθηκαν ηλικιακές κλάσεις από 3 έως 12 έτη, ενώ τα περισσότερα άτομα (61%), ανεξαρτήτως φύλου, εντάσσονται στις ηλικιακές κλάσεις 7 και 8.

Πίνακας 2.2. Κλείδα ολικού μήκους – ηλικίας του δείγματος των *R. pretiosus*. TL: ολικό μήκος

TL (cm)	Άτομα	Ηλικίες									
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
80-90	1	1									
90-100											
100-110	1			1*							
110-120											
120-130											
130-140	6				1	1*	2*+1**	1*			
140-150	4				2	2					
150-160	22				2	7	7	4	2		
160-170	12					2	5+1**	1	1	1	1
Σύνολα	46	1	0	1	5	12	16	6	3	1	1

*Αρσενικά άτομα

**Άτομα όπου δεν καθορίστηκε το φύλο



Σχήμα 2.3. Κατανομή ηλικιών στο *R. pretiosus*

Οι μέσες διαφορές μήκους μεταξύ διαδοχικών ηλικιακών κλάσεων ελέγχθηκαν για τις ηλικιακές κλάσεις 6 έως 9 στα θηλυκά άτομα, μιας και ήταν οι μόνες όπου υπήρχαν πέντε ή περισσότερα άτομα, και έδειξαν ότι ο ρυθμός αύξησης ακολουθεί το αναμενόμενο πρότυπο, δηλαδή μειώνεται όσο αυξάνεται η ηλικία (Πιν. 2.3). Παρόμοια παρουσίαση δεν ήταν δυνατό να γίνει για τα αρσενικά άτομα λόγω μικρού αριθμού ατόμων, σημειώνεται πάντως ότι τέσσερα αρσενικά άτομα ηλικίας 7-9 ετών που συλλέχθηκαν ήταν μικρότερα των 140cm (Πιν. 2.2).

Πίνακας 2.3. Συνοπτική παρουσίαση δεδομένων ολικού μήκους – ηλικίας στις 4 αφθονότερες ηλικιακές κλάσεις των θηλυκών ατόμων *R. pretiosus*

Ηλικία (έτη)	Αριθμός ατόμων	Μέσο ολικό μήκος (cm)	Τυπικό σφάλμα	Εύρος μήκους (cm)	Μέση ετήσια αύξηση (cm/γ)
6	5	146,31	4,60	129,55 - 157,48	-
7	11	154,51	1,95	140,72 - 163,06	8,21
8	12	159,40	0,86	155,61 - 164,92	4,89
9	5	160,08	0,74	159,34 - 163,06	0,68

Η προσαρμογή των παρατηρηθέντων μηκών ανά ηλικία στο μοντέλο του von Bertalanffy έδωσε εκτιμήσεις των παραμέτρων της εξίσωσης αύξησης (Πιν. 2.4), που οδήγησαν στη σύνθεση της εξίσωσης ως:

$$TL = 163,514 * (1 - e^{-0,543(t-2,27)}) \text{ με } R^2 = 0,815 \text{ για τα θηλυκά άτομα και}$$

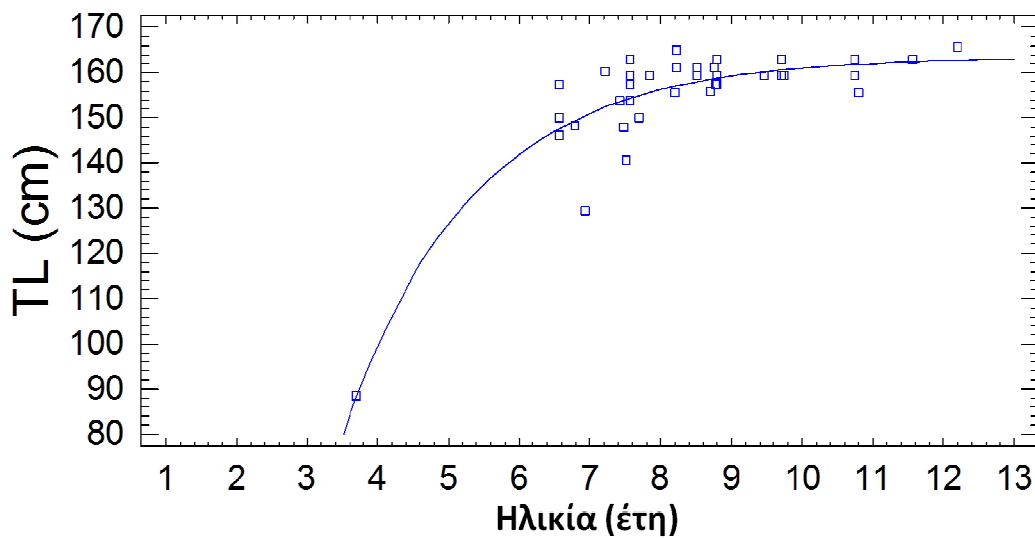
$$TL = 162,812 * (1 - e^{-0,479(t-2,13)}) \text{ με } R^2 = 0,587 \text{ για το σύνολο των ατόμων}$$

Παρά τη μικρή διαφορά στον αριθμό των τιμών στις δυο περιπτώσεις (Πιν. 2.4), είναι φανερή η μεγάλη πτώση της τιμής του συντελεστή συσχέτισης όταν στα δεδομένα προστεθούν τα αρσενικά άτομα.

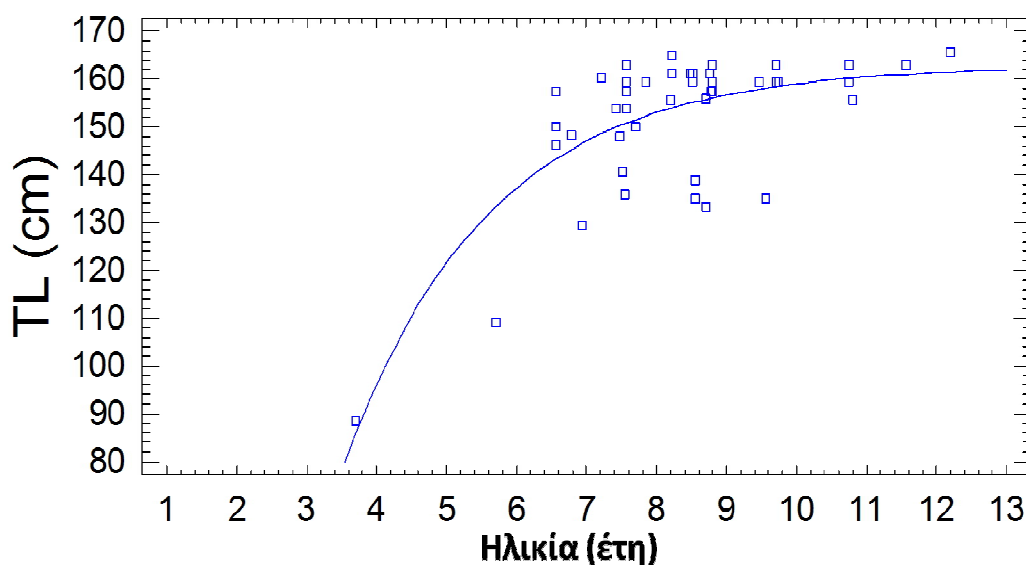
Πίνακας 2.4. Εκτιμήσεις των παραμέτρων της εξίσωσης αύξησης von Bertalanffy για τα θηλυκά και για τα άτομα και των δυο φύλων του *R. pretiosus*. R^2 : συντελεστής συσχέτισης, n: αριθμός τιμών

Παράμετρος	Θηλυκά (n=39) ($R^2=0,815$)	Όλα τα άτομα (n=46) ($R^2=0,587$)
L_{∞}	163,514	162,812
K	0,543	0,479
t_0	2,27	2,13

Στα Σχήματα 2.4 και 2.5 παρουσιάζεται γραφικά οι εξισώσεις αύξησης von Bertalanffy που κατασκευάστηκαν με τις παραμέτρους του Πίνακα 2.4, για τα θηλυκά και για τα άτομα και των δύο φύλων αντίστοιχα.

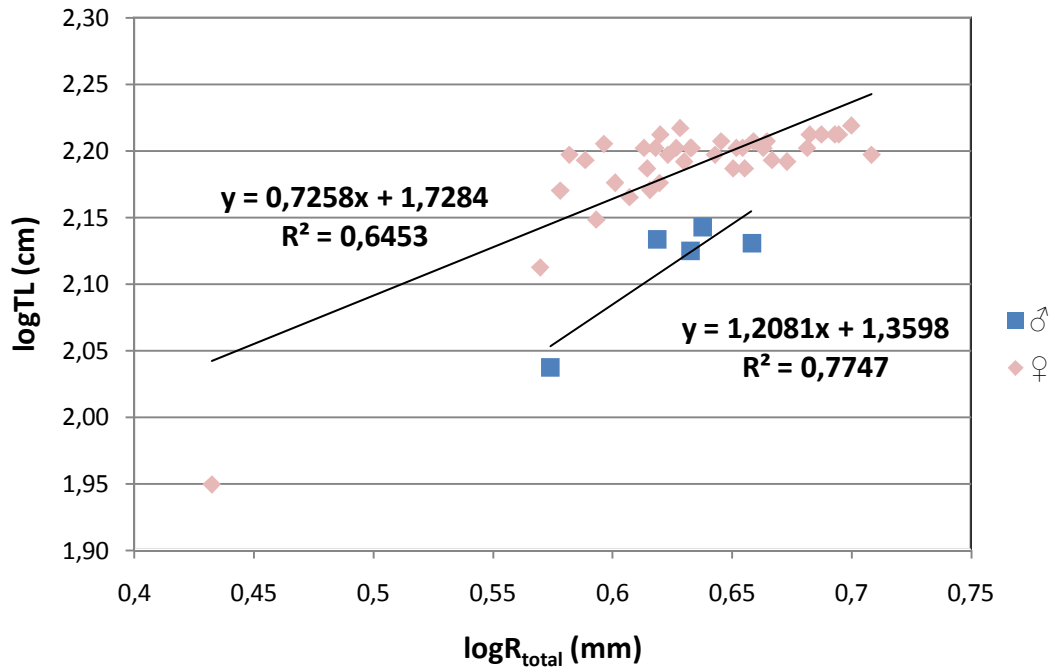


Σχήμα 2.4. Γραφική απεικόνιση της εξίσωσης αύξησης von Bertalanffy βασισμένη στα πρωτογενή μήκη για τα θηλυκά άτομα *R. pretiosus*



Σχήμα 2.5. Γραφική απεικόνιση της εξίσωσης αύξησης von Bertalanffy βασισμένη στα πρωτογενή μήκη για τα άτομα *R. pretiosus* και των δύο φύλων

Η τιμή του εκθέτη που χρησιμοποιήθηκε στον τύπο του Monastyrsky για τον ανάδρομο υπολογισμό των μηκών (backcalculation) εξήχθη από τον λογαριθμικό μετασχηματισμό της εκθετικής παλινδρόμησης του TL επί της ακτίνας του ωτόλιθου (R_{total}), όπου συνέπιπτε με την κλίση της ευθείας. Η σχέση υπολογίστηκε ξεχωριστά για τα θηλυκά και τα αρσενικά άτομα (Σχ. 2.6). Η γραμμική σχέση που υπολογίστηκε ήταν στατιστικά σημαντική για τα θηλυκά ($F=64,02$, $p<0,001$) και τα αρσενικά άτομα ($F=10,31$, $p=0,0489$).



Σχήμα 2.6. Γραμμική παλινδρόμηση (log-log) του ολικού μήκους (TL) ως προς την ολική ακτίνα ωτόλιθου (R_{total}) για τα θηλυκά και τα αρσενικά άτομα *R. pretiosus*

Οι κλίσεις των δύο ευθειών δεν παρουσίαζαν στατιστικά σημαντική διαφορά ($F=1,03$, $\alpha=0,05$, $p=0,32$), αλλά ύστερα από εξίσωσή τους υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στο σημείο τομής των δύο ευθειών με τον κάθετο άξονα ($F=30,08$, $\alpha=0,05$, $p<0,001$).

Με αυτά τα δεδομένα κατασκευάστηκαν οι κατά Monastyrsky τύποι ανάδρομου υπολογισμού των μηκών που είχαν τη μορφή:

$$TL_i = (R_i / R_{total})^{0,7258} \quad \text{TL για τα θηλυκά άτομα και}$$

$$TL_i = (R_i / R_{total})^{1,2081} \quad \text{TL για τα αρσενικά άτομα}$$

Αφού υπολογίστηκαν ανάδρομα όλα τα μήκη ανά ηλικιακή κλάση, κατασκευάστηκαν νέες εξισώσεις von Bertalanffy, αυτή τη φορά με τα δεδομένα από τον ανάδρομο υπολογισμό μιας και ο αριθμός των τιμών ήταν κατά πολύ

μεγαλύτερος με αυτόν τον τρόπο. Σε αντίθεση με τον προηγούμενο υπολογισμό (Πιν. 2.4, Σχ. 2.4, 2.5), στην περίπτωση αυτή θεωρήσαμε σαν κοινή ημερομηνία γέννησης των ψαριών κάθε ηλικιακής κλάσης την 1^η Αυγούστου. Η προσαρμογή των ανάδρομα υπολογισμένων μηκών ανά ηλικία στο μοντέλο του von Bertalanffy έδωσε εκτιμήσεις των παραμέτρων της εξίσωσης αύξησης (Πιν. 2.5), που οδήγησαν στη σύνθεση της εξίσωσης ως:

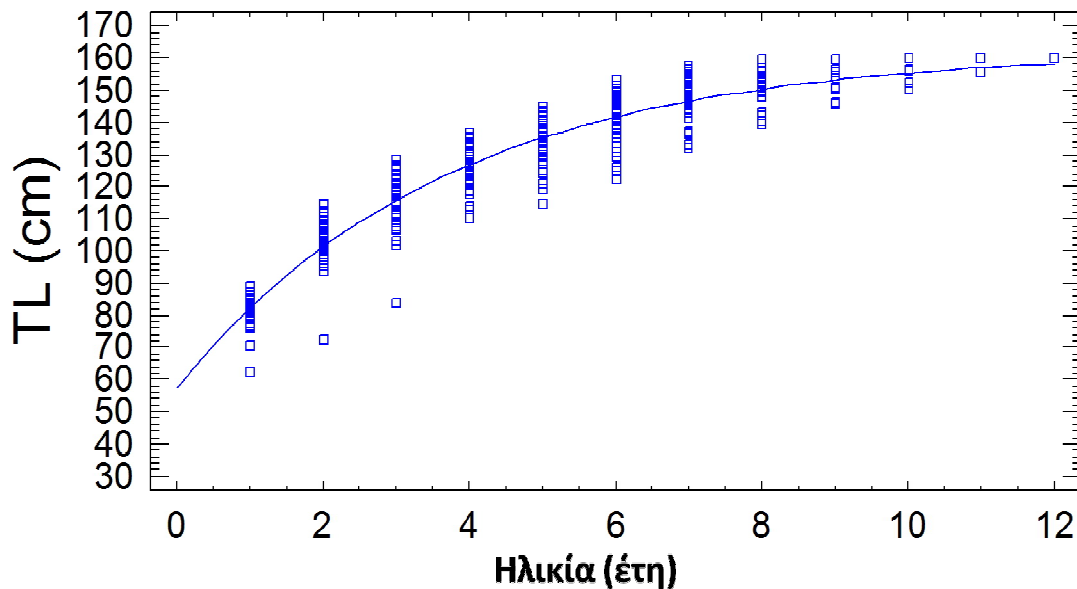
$$TL = 162,14 * (1 - e^{-0,273(t+1,60)}) \text{ με } R^2 = 0,919 \text{ για τα θηλυκά άτομα και}$$

$$TL = 162,051 * (1 - e^{-0,255(t+1,57)}) \text{ με } R^2 = 0,775 \text{ για το σύνολο των ατόμων}$$

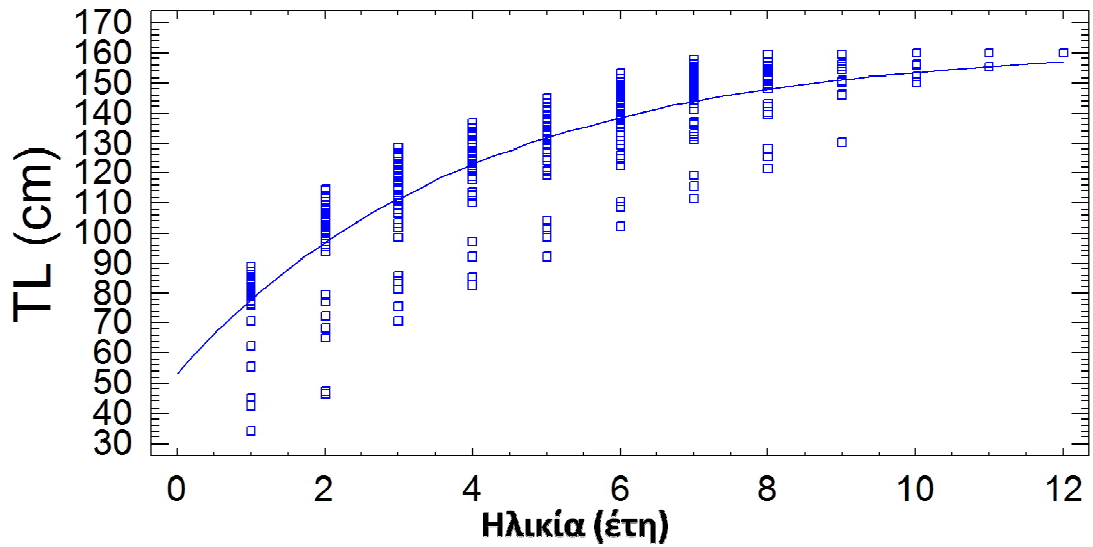
Πίνακας 2.5. Εκτιμήσεις των παραμέτρων της εξίσωσης αύξησης von Bertalanffy για τα θηλυκά και για τα άτομα και των δυο φύλων του *R. pretiosus*. R^2 : συντελεστής συσχέτισης, n: αριθμός τιμών

Παράμετρος	Θηλυκά (n=302) ($R^2=0,919$)	Όλα τα άτομα (n=339) ($R^2=0,775$)
L_{∞}	162,14	162,051
K	0,273	0,255
t_0	-1,60	-1,57

Στα Σχήματα 2.7 και 2.8 παρουσιάζεται γραφικά οι εξισώσεις αύξησης von Bertalanffy που κατασκευάστηκαν με τις παραμέτρους του Πίνακα 2.5, για τα θηλυκά και για τα άτομα και των δύο φύλων αντίστοιχα.



Σχήμα 2.7. Γραφική απεικόνιση της εξίσωσης αύξησης von Bertalanffy για τα θηλυκά άτομα *R. pretiosus* με δεδομένα από τον ανάδρομο υπολογισμό μηκών

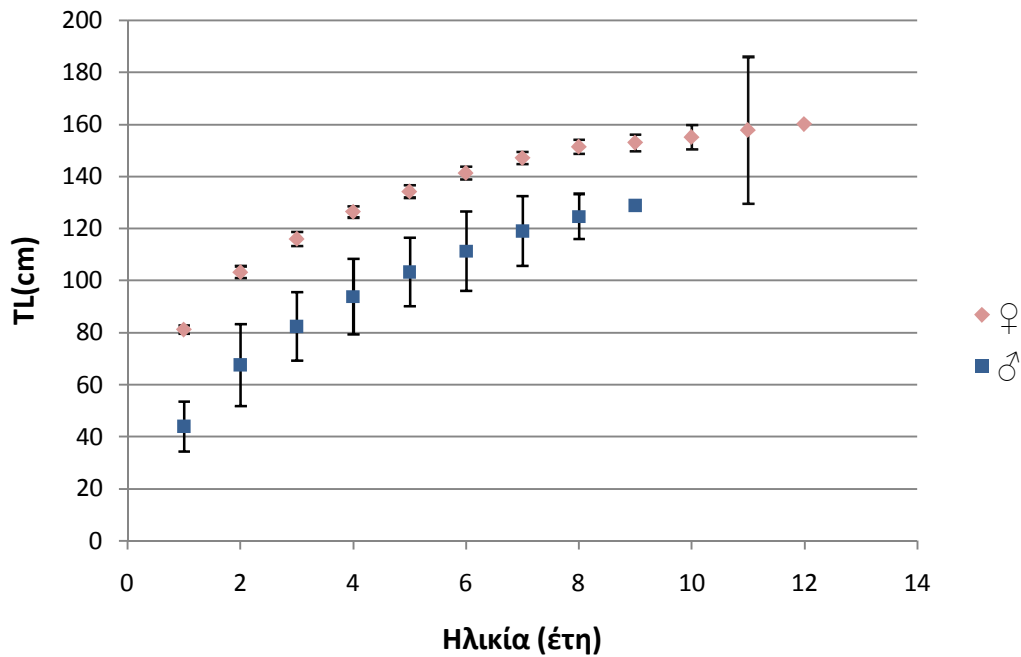


Σχήμα 2.8. Γραφική απεικόνιση της εξίσωσης αύξησης von Bertalanffy για τα άτομα *R. pretiosus* και των δύο φύλων με δεδομένα από τον ανάδρομο υπολογισμό μηκών

Τελικά υπολογίστηκαν τα θεωρητικά μήκη σε κάθε ηλικιακή κλάση α) μέσω της εξίσωσης von Bertalanffy από τα πρωτογενή μήκη για τα θηλυκά άτομα, β) μέσω της εξίσωσης von Bertalanffy από τα ανάδρομα υπολογισμένα μήκη για τα θηλυκά άτομα και γ) μέσω του ανάδρομου υπολογισμού μηκών για τα δύο φύλα (Πιν. 2.6, Σχ. 2.9). Από τα αποτελέσματα φάνηκε σχετική συμφωνία των τριών μεθόδων όσον αφορά τα μήκη των θηλυκών ατόμων σε ηλικίες >5 , ενώ από την τρίτη μέθοδο φάνηκε και ύπαρξη μικρότερου ρυθμού αύξησης στα αρσενικά άτομα σε σχέση με τα θηλυκά (Σχ. 2.9).

Πίνακας 2.6. Τα μήκη των ατόμων *R. pretiosus* ανα ηλικιακή κλάση όπως υπολογίζονται από την εξίσωση von Bertalanffy για τα θηλυκά άτομα και όπως υπολογίζονται μέσω του ανάδρομου υπολογισμού μηκών. A: Υπολογισμοί από παρατηρηθέντα μήκη, B: Υπολογισμοί από μήκη που κατασκευάστηκαν ανάδρομα, N: αριθμός τιμών, S.E.: τυπικό σφάλμα

Ηλικίες	Προβλεπόμενα μήκη (von Bertalanffy) (cm)		Μήκη από ανάδρομο υπολογισμό (μέσες τιμές) (cm)					
	Θηλυκά		Θηλυκά			Αρσενικά		
	A (N=39)	B (N=302)	N	Μήκος	S.E.	N	Μήκος	S.E.
1	-	82,41	39	81,29	0,78	5	43,81	3,47
2	-	101,46	39	103,24	1,15	5	67,56	5,69
3	53,51	115,95	39	116,02	1,32	5	82,45	4,74
4	99,60	126,99	38	126,42	1,08	5	93,93	5,24
5	126,38	135,39	38	134,25	1,19	5	103,51	4,71
6	141,94	141,78	38	141,27	1,21	4	111,54	4,78
7	150,98	146,64	33	147,09	1,13	4	119,35	4,22
8	156,23	150,35	21	151,42	1,28	3	125,09	2,01
9	159,28	153,16	10	152,93	1,41	1	130,30	-
10	161,06	155,31	5	155,03	1,68			
11	162,09	156,94	2	157,72	2,22			
12	162,68	158,18	1	160,02	-			



Σχήμα 2.9. Τα μήκη ανα ηλικιακή κλάση για τα αρσενικά και τα θηλυκά άτομα *R. pretiosus* όπως υπολογίστηκαν από τον ανάδρομο υπολογισμό μηκών. Σημειώνονται τα όρια εμπιστοσύνης 95%

2.4 Συζήτηση

Ο ευκαιριακός χαρακτήρας των συλλήψεων ατόμων *Ruvettus pretiosus* και η εμπορική αξία του είδους, οδήγησαν σε αδυναμία λήψης άμεσων μετρήσεων ολικού μήκους για όλα τα άτομα του δείγματος. Η αναγωγή των ολικών μηκών από τα κεφαλικά ενέχει κινδύνους μεροληψίας, μιας και τόσο οι επαγγελματίες ψαράδες της ανατολικής Μεσογείου (προσωπική επικοινωνία) όσο και αυτοί της Καραϊβικής (Gudger & Mowbray 1927) αναφέρουν ότι τα άτομα του είδους παρουσιάζουν μεγάλη πλαστικότητα στην μορφολογία ώστε να υπάρχουν λ.χ. άτομα στενόμακρα και άλλα πιο σωματώδη. Αυτό είναι ένα σημείο που θα έπρεπε να εξεταστεί σε μελλοντική έρευνα ή/και να συνυπολογιστεί ώστε η σχέση ολικού μήκους – ηλικίας να προέρχεται από άμεσα και όχι έμμεσα δεδομένα όπως στην παρούσα εργασία.

Σύμφωνα με τους Pakhorukov & Boltachev (2001) τα νεαρότερα και πιο μικρόσωμα άτομα *R. pretiosus* αναμένεται να βρίσκονται στο μέσον της στήλης του νερού και όχι στο βένθος. Οι Santos et al. (2002) αναφέρουν συλλήψεις σχετικά μικρόσωμων ατόμων *R. pretiosus* (62-100cm) σε βάθη 500-700m κοντα στις ακτές της νότιας Πορτογαλίας κατά το διάστημα Μαΐου-Σεπτεμβρίου. Στην παρούσα έρευνα η πλειοψηφία των δειγμάτων προερχόταν από βενθικά παραγάδια και από το διάστημα Οκτωβρίου-Απριλίου. Πιθανόν το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τη γενικά μικρή συχνότητα παρουσίας του *R. pretiosus* στα αλιευτικά εργαλεία, να οδήγησε στη σύνθεση ενός σχετικά ολιγάριθμου δείγματος που κυριαρχείται στη σύνθεση του από μεγάλωσα άτομα (150-170cm) (Σχ. 2.2). Παράλληλα, η εξαγωγή συμπερασμάτων για τα αρσενικά ψάρια ήταν επισφαλής καθώς η αναλογία φύλων στο δείγμα υπέρ των θηλυκών ήταν συντριπτική (Πιν. 2.1). Η παρατηρούμενη αναλογία φύλων θα συζητηθεί στο κεφάλαιο της Αναπαραγωγής (Κεφ. 4). Η ύπαρξη περισσότερων νεαρών ατόμων στο δείγμα, όπως θα εξηγηθεί παρακάτω, θα διευκόλυνε την πιο πιστή ανάγνωση των ωτολίθων των πιο ηλικιωμένων ατόμων ενώ θα έδινε και πιο αξιόπιστες καμπύλες αύξησης von Bertalanffy, και ακριβέστερο ανάδρομο υπολογισμό μηκών.

Η μελέτη της αύξησης στα βαθύβια ψάρια παρουσιάζει γενικά αρκετές δυσκολίες. Πέρα από την περιορισμένη δυνατότητα σύλληψης πολυάριθμων ατόμων καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, δυσκολίες υπάρχουν και στον υπολογισμό των ηλικιών. Αυτό συμβαίνει γιατί τα ψάρια αυτά τείνουν να ζουν γενικά περισσότερα χρόνια, και να σχηματίζουν ζώνες ανάπτυξης στα σκληρά τους μέρη αρκετά δυσδιάκριτες στις μεγαλύτερες ηλικίες (Lorenzo & Rajuelo 1995, Cailliet et al. 2001).

Η ανατομική προσέγγιση στον υπολογισμό των ηλικιών παρουσίαζε κάποιες επιπλέον δυσκολίες στο *R. pretiosus*. Ο υπολογισμός των ηλικιών μέσω των δακτυλίων στις ακτίνες των πτερυγίων, όπως γίνεται σε άλλα μεγάλα πελαγικά είδη (π.χ. Tserpes & Tsimenidis 1995) δεν ήταν δυνατός λόγω της σπογγώδους υφής τους

(βλ. Κεφ 1.3.3), ενώ και τα λέπια ήταν δυσανάγνωστα. Έτσι επελέγησαν οι ωτόλιθοι οι οποίοι, ενώ γενικά ήταν ευανάγνωστοι, παρουσίαζαν μια αρκετά μεγάλη ποικιλία στο σχήμα τους (Εικ. 2.4). Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα το μήκος των ακτινών των ωτολίθων μετρημένο σε μια συγκεκριμένη περιοχή της επιφάνειάς τους, όπως υπολογίστηκε στην παρούσα εργασία, να μην συμβαδίζει απόλυτα με το ολικό μήκος των ατόμων. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με το μικρό εύρος των περισσότερων διαθέσιμων τιμών ολικού μήκους, λόγω της παρουσίας ελάχιστων νεαρών ατόμων, οδήγησε σε μια μέτρια συσχέτιση του ολικού μήκους με την ακτίνα των ωτολίθων. Αυτή η μέτρια συσχέτιση απεικονίζεται στη σχετικά μικρή τιμή του συντελεστή συσχέτισης που υπολογίστηκε για τις σχέσεις ολικού μήκους – ακτίνας ωτόλιθου (Σχ. 2.6). Μεγαλύτερος αριθμός ατόμων (άρα και ωτολίθων) στο δείγμα θα έδινε πιο ακριβείς σχέσεις, ενώ θα επέτρεπε και την απόρριψη ωτολίθων με πολύ μεγάλες μορφολογικές διαφοροποιήσεις από την πλειοψηφία, οπότε και ο ανάδρομος υπολογισμός των μηκών θα γινόταν με μεγαλύτερη ακρίβεια. Παράλληλα, ο μεγαλύτερος αριθμός ατόμων και η κατανομή τους σε όλους τους μήνες του χρόνου, θα επέτρεπε τη διενέργεια ανάλυσης προσαύξησης περιθωρίου που θα πιστοποιούσε την περιοδικότητα των δακτυλίων. Πάντως σημειώνεται ότι στο είδος *Promethichthys prometheus*, της ίδιας οικογένειας και με παρόμοια οικολογία με το *R. pretiosus* (βαθύβιο με κατακόρυφες μεταναστεύσεις), έχει πιστοποιηθεί μέσω τέτοιας ανάλυσης η ετήσια περιοδικότητα του σχηματισμού μιας αδιαφανούς και μιας διαφανούς ζώνης στον ωτόλιθο (Lorenzo & Rajuelo 1995, Lorenzo & Rajuelo 1999).

Όπως αναμενόταν με βάση τα χαρακτηριστικά του δείγματος, οι υπολογισμοί του μήκους ανά ηλικιακή κλάση με τους τρεις τρόπους που επελέγησαν (Πιν. 2.5) είναι αρκετά συμβατοί μόνο στις ηλικιακές κλάσεις (≥ 5 έτη) όπου υπάρχει ικανός αριθμός ατόμων. Επίσης, όπως είναι φυσιολογικό, οι υπολογισμοί του μήκους ανά ηλικιακή κλάση από την εξίσωση von Bertalanffy με δεδομένα από τα ανάδρομα υπολογισμένα μήκη συμφωνεί περισσότερο με τις μέσες τιμές των ανάδρομα υπολογισμένων μηκών από ότι με τους υπολογισμούς από την εξίσωση von Bertalanffy από τα πρωτογενή μήκη (Πιν 2.5).

Όσον αφορά στις εξισώσεις von Bertalanffy που υπολογίστηκαν από τα πρωτογενή (Πιν. 2.4) και από τα ανάδρομα υπολογισμένα μήκη (Πιν. 2.5), τα ασυμπτωτικά μήκη που υπολογίστηκαν για τα θηλυκά άτομα (163,514 και 162,14cm – Πιν. 2.4&2.5) είναι σχετικά μικρά βάσει των μέγιστων μηκών που αναφέρονται στη βιβλιογραφία (Nakamura & Parin 1993), αλλά και αν συνυπολογίσουμε ότι στα πλαίσια της παρούσας εργασίας συλλέχθηκαν και δύο άτομα άνω των 170cm (Πιν. 2.1) από τα οποία όμως δεν ήταν διαθέσιμοι οι ωτόλιθοι. Οπότε, τα ασυμπτωτικά μήκη που υπολογίστηκαν μάλλον είναι ένα αποτέλεσμα της σύνθεσης του δείγματος. Όσον αφορά στις τιμές του συντελεστή αύξησης (K), ο υπολογισμός μέσω των ανάδρομα υπολογισμένων μηκών (Πιν. 2.5 – $K = 0,273$) φαίνεται πιο σωστός σε

σχέση με αυτόν από τα πρωτογενή μήκη (Πιν. 2.4 – $K=0,543$). Κι αυτό γιατί: α) συμφωνεί περισσότερο με τους αντίστοιχους υπολογισμούς που έχουν γίνει για άλλα βαθύβια είδη της οικογένειας Gempylidae όπως το *Rexea solandri* (Rowling & Reid 1992) και το *Promethichthys prometheus* (Lorenzo & Pajuelo 1999), β) ένα μικρό K σηματοδοτεί ένα ψάρι με μεγάλη διάρκεια ζωής το οποίο χρειάζεται αρκετά χρόνια για να φτάσει σε ένα μεγάλο ασυμπτωτικό μήκος (Jennings et al. 2001), ταιριάζοντας έτσι περισσότερο στο προφίλ ενός ψαριού όπως το *R. pretiosus*. Επιπροσθέτως η τιμή του t_0 που προκύπτει από τα ανάδρομα υπολογισμένα μήκη ($t_0=-1,60$) είναι πιο κοντά την θεωρητικά αναμενόμενη τιμή (0) σε σχέση με αυτή που προέρχεται από τα πρωτογενή μήκη ($t_0=2,27$). Οι τιμές των παραμέτρων της εξίσωσης von Bertalanffy δεν υπολογίστηκαν για τα αρσενικά άτομα λόγω του μικρού αριθμού ατόμων που διαθέταμε και θα ήταν ενδιαφέρον να υπολογιστούν στο μέλλον ώστε να αντιπαραβληθούν με αυτές των θηλυκών ατόμων.

Μία άλλη ένδειξη που προκύπτει από την παρούσα εργασία είναι η ύπαρξη διαφορετικού προτύπου αύξησης στα αρσενικά σε σχέση με τα θηλυκά άτομα η οποία φαίνεται: α) από την μεγάλη μείωση του συντελεστή συσχέτισης όταν στα δεδομένα της εξίσωσης von Bertalanffy προστεθούν τα αρσενικά άτομα (Πιν. 2.4&2.5, Σχ. 2.4&2.8), β) από τον ανάδρομο υπολογισμό μηκών (Πιν. 2.6, Σχ. 2.9). Τα αρσενικά άτομα φαίνεται να μεγαλώνουν πιο αργά και να φτάνουν σε μικρότερα μήκη από τα θηλυκά, χωρίς να υπάρχει επικάλυψη των ορίων εμπιστοσύνης 95% σε καμία ηλικιακή κλάση (Σχ. 2.9). Αυτή η υπεροχή μεγέθους των θηλυκών ατόμων έχει παρατηρηθεί και σε άλλο είδος της οικογένειας Gempylidae, το *Rexea solandri* (Rowling & Reid 1992), αλλά και σε άλλα μεγάλα πελαγικά είδη όπως ο ξιφίας (*Xiphias gladius*) (Tserpes & Tsimenidis 1995 και συμπεριλαμβανόμενες αναφορές) και οι γαλάζιοι ιστιοφόροι *Makaira nigricans* και *Makaira mazara* (Skillman & Yong 1976, Wilson 1991). Βέβαια, το δείγμα των αρσενικών ατόμων είναι πάρα πολύ μικρό και χρειάζεται να διερευνηθεί η αύξηση τους από ένα δείγμα μεγαλύτερου εύρους μηκών και πιο πολυάριθμο. Οι Gudger και Mowbray (1927) αναφέρουν αλιεία αρσενικού ατόμου σχεδόν 2m στην Καραϊβική, κάτι που είναι δείχνει ότι και τα αρσενικά άτομα μπορούν να φτάσουν σε μεγάλα μήκη.

3. ΔΙΑΤΡΟΦΗ

3.1 Εισαγωγή

Οι μηχανισμοί που χρησιμοποιούνται από τα ψάρια για τη διατροφή τους αντιπροσωπεύουν προσαρμογές που τους επιτρέπουν να εκμεταλλεύονται συγκεκριμένους τύπους λείας. Έτσι, για παράδειγμα ψάρια που στοχεύουν σε μεγάλη και κινητική λεία έχουν μεγάλο στοματικό άνοιγμα και μεγάλα και ισχυρά δόντια (όπως το *Ruvettus pretiosus*) ενώ ψάρια που τρέφονται με λείες μικρότερου μεγέθους (π.χ. μικρά απόνδυλα) έχουν μικρό στοματικό άνοιγμα, μικρά δόντια, και συχνά εκτατές γνάθους (Alexander 1974 σε Λαμπροπούλου 1995).

Οι μελέτες που εξετάζουν με άμεση παρατήρηση τη συμπεριφορά των ψαριών κατά τη διατροφή τους στο φυσικό τους περιβάλλον δεν είναι πολύ διαδεδομένες λόγω των προφανών τεχνικών δυσκολιών που παρουσιάζουν. Για το *R. pretiosus* τέτοιες άμεσες παρατηρήσεις για τη διατροφή του έχουν γίνει από τους Pakhorukon & Boltachev (2001) (βλ. Κεφ. 1.3.4). Τις περισσότερες φορές τα συμπεράσματα για τον τρόπο και το είδος της διατροφής των ψαριών εξάγονται αναλύσεις στομαχικών περιεχομένων σε ψάρια που πιάνονται είτε από επαγγελματική αλιεία, είτε από στοχευμένες επιστημονικές αλιευτικές δειγματοληψίες.

Ο Hyslop (1980) διακρίνει δύο κατηγορίες μελετών που αφορούν στη ανάλυση της διατροφής των ψαριών: Η πρώτη εξετάζει την διατροφή ενός ιχθυοπληθυσμού με σκοπό τη διελεύκανση της διατροφικής θέσης του είδους στο πλαίσιο της βιοκοινότητας των ψαριών. Σε αυτό τον τύπο μελέτης ενδιαφέρον μπορεί να παρουσιάζουν στοιχεία όπως η εποχιακή ποικιλιότητα στη διατροφή, η διατροφική σύγκριση μεταξύ υποομάδων του ίδιου είδους ή μεταξύ διαφορετικών συμπάτριων ειδών, ή ακόμη η παρακολούθηση της έντασης της διατροφής ενός ιχθυοπληθυσμού στη διάρκεια της μέρας. Η δεύτερη κατηγορία αφορά μελέτες που προσπαθούν να υπολογίσουν τη συνολική ποσότητα τροφής που καταναλώνεται από ένα ιχθυοπληθυσμό. Αυτές οι εκτιμήσεις προκύπτουν από τον υπολογισμό της ημερήσιας κατανάλωσης ή του ενεργειακού αποθέματος, από παρατηρήσεις στο πεδίο ή στο εργαστήριο.

Όσον αφορά τις μελέτες της πρώτης κατηγορίας, στις οποίες εντάσσεται και η παρούσα, ο Hyslop (1980) αναφέρει πέντε κατηγορίες μεθόδων για την ανάλυση στομαχικών περιεχομένων:

- Οι **μέθοδοι παρουσίας** (occurrence methods) βασίζονται στη μέτρηση του αριθμού των στομαχίων που περιέχουν ένα ή περισσότερα άτομα από κάθε

τροφική κατηγορία. Ο αριθμός αυτός εκφράζεται ως ποσοστό όλων των στομαχιών ή των γεμάτων μόνο στομαχιών. Οι μέθοδοι αυτού του τύπου είναι απλές και γρήγορες αλλά δεν δίνουν ιδιαίτερη πληροφορία για τις σχετικές ποσότητες των διαφορετικών τροφικών αντικειμένων.

- Οι **αριθμητικές μέθοδοι** (numerical methods) αφορούν στη μέτρηση των ατόμων κάθε τροφικής κατηγορίας σε όλα τα στομάχια, και στην έκφραση του συνόλου ως λόγο (συνήθως ποσοστό) όλων των ατόμων από όλες τις τροφικές κατηγορίες. Η καταλληλότητα αυτών των μεθόδων αφορά κυρίως περιπτώσεις όπου τα άτομα διαφορετικών ειδών που συνυπάρχουν στη λεία είναι της ίδιας τάξης μεγέθους. Στην αντίθετη περίπτωση η χρήση μόνο αυτής της μεθόδου για τον χαρακτηρισμό του διατροφικού προτύπου οδηγεί σε μεροληπτική έμφαση της σημαντικότητας μικρών τροφικών αντικειμένων που λαμβάνονται σε μεγάλους αριθμούς.
- Οι **ογκομετρικές μέθοδοι** (volumetric methods) βασίζονται στον ολικό όγκο που καταλαμβάνει στο στομάχι κάθε τροφικό αντικείμενο ή τα αντικείμενα κάθε τροφικής κατηγορίας, όπως αυτός υπολογίζεται συνήθως με εργαστηριακές μεθόδους.
- Οι **βαρομετρικές μέθοδοι** (gravimetric methods) στηρίζονται στον υπολογισμό του υγρού ή ξηρού βάρους κάθε τροφικού αντικειμένου και στην έκφρασή του ως ποσοστό του συνόλου. Η αντιπροσωπευτικότητα των μεθόδων αυτών μειώνεται όπως είναι φυσικό όταν στα τροφικά αντικείμενα υπάρχει ένα ή μερικά αντικείμενα με ιδιαίτερα μεγάλο βάρος.
- Οι **υποκειμενικές μέθοδοι** (subjective methods) βασίζονται στη θέσπιση μιας τεχνητής κλίμακας στα διάφορα επίπεδα της οποίας ο ερευνητής τοποθετεί τα άτομα ανάλογα με την πληρότητα του στομάχου τους, ή τα τροφικά αντικείμενα ανάλογα με την οπτικά ελεγμένη ογκομετρική συνεισφορά τους.

Με δεδομένο ότι η κάθε μία από τις μεθόδους που περιγράφηκαν εστιάζει σε διαφορετικό τομέα (αριθμητικό, βαρυτικό, παρουσίας/απουσίας κλπ.) της διατροφικής ανάλυσης, γίνεται κατανοητό ότι ο συνδυασμός περισσότερων της μιάς μεθόδων δίνει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για το διατροφικό πρότυπο του κάθε είδους (Hyslop 1980).

Στο παρόν Κεφάλαιο γίνεται για πρώτη φορά μια αδρή ποσοτική προσέγγιση (και όχι απλώς ποιοτική όπως σε Nakamura & Parin 1993, Pakhorukon & Boltachev 2001) των διατροφικών προτιμήσεων του *R. pretiosus* μέσω ανάλυσης στομαχικών περιεχομένων.

3.2 Υλικά και Μέθοδοι

3.2.1 Συλλογή δεδομένων

Η συλλογή των ατόμων *Ruvettus pretiosus* έγινε όπως περιγράφηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο (Κεφ. 2.2.1). Όταν τα ψάρια συλλέγονταν είτε εν πλω είτε απο εκφορτώσεις, τα στομάχια αφαιρούνταν και τοποθετούνταν σε βαθιά κατάψυξη (-20°C) μέχρι να γίνει η ανάλυση του στομαχικού περιεχομένου. Όταν τα δείγματα προέρχονταν απο εκφορτώσεις, τα στομάχια σε κάποιες περιπτώσεις είχαν διαρραγεί σε μικρό ή μεγάλο βαθμό κατα το καθάρισμα του ψαριού απο τους ψαράδες, οπότε σε αυτές τις περιπτώσεις δεν έγινε ανάλυση στομαχικού περιεχομένου.

Τα τροφικά αντικείμενα αναγνωρίστηκαν, μετρήθηκαν και ζυγίστηκαν, και τοποθετήθηκαν για συντήρηση σε διάλυμα αλκοόλης 70%. Η τροφή ήταν συχνά αρκετά χωνεμένη, καθιστώντας αδύνατη την αναγνώριση σε επίπεδο είδους, κάτι που σε πολλές περιπτώσεις αποδόθηκε στη μεσολάβηση αρκετών ημερών ανάμεσα στη σύλληψη και την εξέταση των κατεψυγμένων στομάχων (Mehl 1969).

Όλες οι εργαστηριακές αναλύσεις έγιναν στο εργαστήριο Αλιείας του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. στο Ηράκλειο.

3.2.2 Ανάλυση δεδομένων

Για την ανάλυση του στομαχικού περιεχομένου χρησιμοποιήθηκαν η ποσοστιαία αριθμητική μέθοδος και η ποσοστιαία μέθοδος παρουσίας (Hyslop 1980, Hernandez-Garcia 1995, Chancollon et al. 2006).

Η ποσοστιαία αριθμητική συχνότητα της λείας (%N_o) υπολογίστηκε απο τον τύπο:

$$\%N_o = (N_i/N_t)*100$$

όπου:

- N_i = ο αριθμός των ατόμων σε κάθε τροφική κατηγορία
- N_t = ο συνολικός αριθμός ατόμων της λείας

Τα άτομα σε κάθε στομάχι στην περίπτωση αυτή υπολογίστηκαν ως ο μικρότερος αριθμός ατόμων απο τον οποίο θα μπορούσαν να προέρχονται τα παρατηρηθέντα υπολλείμματα (Cortez et al. 1995).

Το ποσοστό της παρουσίας κάθε τροφικής κατηγορίας στη λεία (%O) δίνεται απο τον τύπο:

$$\%O = (N_{si}/N_{sf})*100$$

όπου:

- N_{si} = O αριθμός των στομαχιών με την τροφή i

- N_{sf} = Ο συνολικός αριθμός των γεμάτων στομαχιών, όπου το κάθε στομάχι μετρήθηκε τόσες φορές όσες οι τύποι τροφής που περιείχε (Cortez et al. 1995)

Επίσης υπολογίστηκε ένας δείκτης αριθμητικής σημαντικότητας για κάθε τύπο λείας (Hernandez-Garcia 1995) απο τον τύπο :

$$\%I = (\%N_o * \%O)^{1/2} * 100$$

Όλα τα δεδομένα των μετρήσεων αποθηκεύτηκαν στο πρόγραμμα Excel 7, με τη χρήση του οποίου έγινε και η στατιστική επεξεργασία.

3.3 Αποτελέσματα

Απο τα 50 άτομα *R. pretiosus* που συνέθεταν το δείγμα, μόνο σε 30 ήταν διαθέσιμο το στομάχι ακέραιο (βλ. Κεφ. 3.2.1). Απο αυτά τα στομάχια, το 63,3% ήταν άδεια, και πιο συγκεκριμένα το 100% των ατόμων που αλιεύθηκαν με επιπελαγικό παραγάδι και το 52% όσων αλιεύθηκαν με βενθικό, είχαν άδειο στομάχι (Πιν. 3.1).

Πίνακας 3.1. Η κατάσταση πληρότητας στομάχων των ατόμων *R. pretiosus* ανάλογα με το αλιευτικό εργαλείο που συνελήφθησαν. Άδεια: πλήρης απουσία στομαχικών περιεχομένων, Γεμάτα: έστω και ένα τροφικό αντικείμενο

Στομάχια	Επιπελαγικό Παραγάδι	Βενθικό Παραγάδι	Σύνολο
Άδεια	7	12	19
Γεμάτα	0	11	11
Σύνολο	7	23	30

Στα τροφικά αντικείμενα που βρέθηκαν μέσα σε στομάχια (Εικ. 3.1) περιλαμβάνονταν κυρίως υπολείμματα τελεόστεων οστεϊχθύων και υπολείμματα κεφαλοπόδων ενώ βρέθηκαν και δύο αυγά χονδριχθύος. Τα πιο ανθεκτικά στην πέψη μέρη των ατόμων της λείας φάνηκε πως ήταν η σπονδυλική στήλη και τα λέπια των οστεϊχθύων και τα ράμφη και οι φακοί των κεφαλοπόδων.

Αναγνώριση των τροφικών αντικειμένων επετεύχθη σε λίγες μόνο περιπτώσεις, λόγω της προχωρημένης πέψης. Συγκεκριμένα, όσον αφορά στους οστεϊχθείς, αναγνωρίστηκαν τα είδη *Merluccius merluccius* (Gadiformes, Merlucciidae) (4 άτομα), *Lepidopus caudatus* (Perciformes, Trichiuridae), *Conger conger* (Anguilliformes, Congridae), και αντιπρόσωπος της οικογένειας Macrouridae, ενώ όσον αφορά στα κεφαλόποδα αναγνωρίστηκε άτομο *Todarodes* sp..



Εικόνα 3.1. Παράδειγματα στομαχικών περιεχομένων από άτομα *R. pretiosus*. Άνω δεξιά και άνω στη μέση: σπονδυλική στήλη και κάτω γνάθος οστεϊχθύων, πάνω αριστερά και κάτω δεξιά: φακοί και ράμφη κεφαλόποδων, κάτω αριστερά: αυγά χονδριχθύος.

Η πλειοψηφία των υπολειμμάτων, τόσο αριθμητικά όσο και αναφορικά με τη συχνότητα παρουσίας, ανήκαν σε τελεόστεους. Συγκεκριμένα τα ποσοστά αριθμητικής συχνότητας, συχνότητας παρουσίας αλλά και οι τιμές του δείκτη σημαντικότητας ήταν σχεδόν διπλάσια σε κάθε περίπτωση για τους τελεόστεους σε σχέση με τα κεφαλόποδα (Πιν. 3.2).

Πίνακας 3.2. Αριθμητική συχνότητα, συχνότητα παρουσίας και δείκτης σημαντικότητας για κάθε τροφική κατηγορία από αυτές που βρέθηκαν σε στομάχια *R. pretiosus*. Α.Χ.: αυγά χονδριχθύος

Τροφική Κατηγορία	Αριθμητική Συχνότητα (%N _o)	Συχνότητα Παρουσίας (%O)	Δείκτης Σημαντικότητας (%I)
Τελεόστεοι	61,90	60,0	60,84
Κεφαλόποδα	28,57	33,33	30,86
Α.Χ.	9,09	6,67	7,79

3.4 Συζήτηση

Αρχικά σημειώνεται ότι το ποσοστό άδειων στομαχιών που παρατηρήθηκαν στο *Ruvettus pretiosus* (63,3%) είναι πολύ μεγαλύτερο σε σχέση με μελέτες που έχουν γίνει σε μεγάλα πελαγικά ψάρια όπως ξιφίες (*Xiphias gladius*) και τόννοι (*Thunnus alalunga*) (π.χ. Chancollon et al. 2006, Potier et al. 2007) όπου το ποσοστό άδειων στομάχων είναι συνήθως κάτω του 20%. Αυτό μπορεί να έχει σχέση με τον λιγότερο κινητικό τρόπο ζωής του είδους (Pakhorukon & Boltachev 2001) που προφανώς δεν απαιτεί πολύ έντονο μεταβολισμό.

Οι Pakhorukon & Boltachev (2001) περιγράφοντας την ηθολογία του είδους (βλ. Κεφ. 1.3.4) ανέφεραν ότι μόνο ένα μέρος του πληθυσμού εκτελούσε κατακόρυφες θηρευτικές μεταναστεύσεις προς την επιφάνεια στη διάρκεια της νύχτας, ενώ τα υπόλοιπα έμεναν κοντά στο βυθό. Παράλληλα, παρατήρησαν θηρευτική δραστηριότητα των ατόμων του είδους τόσο στον βυθό όσο και κοντά στην επιφάνεια. Στην παρούσα εργασία παρατηρήθηκαν άδεια στομάχια στο σύνολο των ατόμων που πιάστηκαν με επιπελαγικό παραγάδι σε αντίθεση με τα άτομα που πιάστηκαν στον βυθό όπου το ποσοστό αυτό ήταν 52% (Πιν 3.1). Επιπροσθέτως, αναγνωρίστηκαν βενθικά και βενθοπελαγικά είδη ψαριών στα γεμάτα στομάχια. Ο συνδυασμός των βιβλιογραφικών δεδομένων με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, δείχνουν ότι πιθανότατα η νυχτερινή μετανάστευση προς την επιφάνεια των ατόμων *R. pretiosus* γίνεται μόνο όταν δεν είναι δυνατή η εύρεση θηραμάτων στον βυθό. Είναι λογικό οι τόσο ενεργοβόρες διαδικασίες της μετανάστευσης και θήρευσης σε βάθη πολλές εκατοντάδες μέτρα ρηχότερα από τον ημερήσιο οικότοπο του είδους, να συμβαίνουν μόνο όταν έχουν εξαντληθεί οι πιθανότητες να καλυφθούν οι μεταβολικές ανάγκες στα βάθη που το είδος κινείται στη διάρκεια της μέρας. Οι Pakhorukon και Boltachev (2001) ανέφεραν την ύπαρξη μεσοπελαγικών ψαριών σε στομάχια *R. pretiosus* που αλιεύθηκαν με μεσοπελαγικές τράτες στη διάρκεια της νύχτας. Τέτοιου είδους ψάρια στα στομαχικά περιεχόμενα των ατόμων του είδους δεν παρατηρήθηκαν στην παρούσα εργασία, αλλά πιθανότατα να παρατηρούνταν σε γεμάτα στομάχια ατόμων πιασμένων σε επιπελαγικά παραγάδια.

Από τα στομάχια που αναλύθηκαν φάνηκε ότι το είδος είναι κατά κύριο λόγο ιχθυοφάγο (Πιν 3.2) συμφωνώντας και με τις παρατηρήσεις των Pakhorukon & Boltachev (2001). Βέβαια, ο βαθμός σημαντικότητας των ψαριών στη διατροφή του είδους πιθανόν να υπερεκτιμήθηκε λόγω του τρόπου σύλληψης, μιας και είναι πιθανόν τα άτομα *R. pretiosus* που πιάνονταν να είχαν καταναλώσει και ψάρια τα οποία ήταν ήδη πιασμένα στο παραγάδι. Αυτό επιβεβαιώθηκε σε τουλάχιστον μία περίπτωση όπου βρέθηκε άτομο *Merluccius merluccius* με το αγκίστρι του παραγαδιού ακόμη στο στόμα του, μέσα σε στομάχι *R. pretiosus*. Πάντως πολλά Gempylidae έχει παρατηρηθεί ότι είναι κατά το μεγαλύτερο βαθμό ιχθυοφάγα,

τρεφόμενα σε κάποιο βαθμό και με κεφαλόποδα (Nakamura & Parin 1993). Σημειώνεται επίσης πως παρά το ότι οι Nakamura & Parin (1993) αναφέρουν το *R. pretiosus* ως θηρευτή και καρκινοειδών, στην παρούσα μελέτη δεν βρέθηκαν υπολείμματα καρκινοειδών σε κανένα από τα 11 γεμάτα στομάχια.

Είναι γεγονός ότι μια μελέτη βασισμένη σε μεγαλύτερο αριθμό γεμάτων στομαχιών, προερχόμενων από άτομα που πιάστηκαν σε διάφορα σημεία της στήλης του νερού, θα έδινε μια ακόμα πιο πλήρη εικόνα των διατροφικών συνηθειών του *R. pretiosus*. Επίσης, η χρήση και βαρομετρικών μεθόδων (Hyslop 1980) βασισμένων σε ανακατασκευασμένα βάρη των τροφικών αντικειμένων (π.χ. Potier et al. 2007) για την ανάλυση στομαχικού περιεχομένου, θα απεικόνιζε ακόμη πληρέστερα το διατροφικό πρότυπο του είδους.

4. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ

4.1 Εισαγωγή

Η ενέργεια που είναι διαθέσιμη για την αναπαραγωγή στου ζωντανούς οργανισμούς μπορεί να χρησιμοποιηθεί με μια ποικιλία τρόπων (Jennings et al. 2001). Ειδικά στα θαλάσσια ψάρια απαντώνται ένας μεγάλος αριθμός διαφορετικών αναπαραγωγικών τακτικών. Οι τακτικές αυτές αφορούν στον αριθμό των αναπαραγωγικών γεγονότων (μία ή πολλές φορές στη διάρκεια της ζωής του ψαριού), στη συχνότητα της ωοτοκίας (τα αυγά να απελευθερώνονται μία ή περισσότερες φορές κατά τη διάρκεια της ίδιας αναπαραγωγικής περιόδου), στη φυλετική στρατηγική (γονοχωριστικά ή ερμαφρόδιτα άτομα), στον τύπο γονιμοποίησης (εξωτερική ή εσωτερική), στα αναπαραγωγικά πρότυπα (ωοτοκία ή ζωοτοκία), στην ύπαρξη ή μη γονικής φροντίδας κ.ο.κ. (Murua & Saborido-Rey 2003).

Στην πλειονότητα των περιπτώσεων που αφορούν στους θαλάσσιους τελεόστεους, κάθε θηλυκό γεννά από χιλιάδες έως εκατομμύρια αυγά κάθε χρόνο. Τα ωοτόκα είδη μπορεί να διασπείρουν τα αυγά τους στο πελαγικό περιβάλλον, να τα απελευθερώνουν κοντά ή πάνω στο υπόστρωμα, ή ακόμα και να τα τοποθετούν σε πέτρες, κοχύλια ή φωλιές (Jennings et al. 2001). Τα πελαγικά αυγά, που παράγονται από τα περισσότερα είδη, μπορεί να μετακινηθούν δεκάδες ή εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά από τον τόπο εναπόθεσης πριν εκκολαφθούν (Jennings et al. 2001).

Τα περισσότερα ψάρια αναπαράγονται σε μια συγκεκριμένη αναπαραγωγική περίοδο κάθε χρόνο. Ειδικά για τα είδη που ζουν σε περιβάλλοντα με παρατεταμένες περιόδους κλιματικών μεταβολών, όπως για παράδειγμα στις πολικές ή εύκρατες ζώνες, η αναπαραγωγική περίοδος αντιστοιχεί σε μια συγκεκριμένη και σύντομη περίοδο του χρόνου (Κοκοκύρης 1998). Αντίθετα, στους τροπικούς η περίοδος αναπαραγωγής μπορεί να είναι πιο εκτεταμένη (Jennings et al. 2001).

Όσον αφορά τη μελέτη της αναπαραγωγής στα φυλετικά αναπαραγόμενα ψάρια, δεσπόζουσα σημασία κατέχουν οι πληροφορίες για τα θηλυκά άτομα καθώς συνήθως αυτά καθορίζουν σε μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με τα αρσενικά τον αριθμό και την επιβίωση των απογόνων (Murua & Saborido-Rey 2003). Οπότε οι αναπαραγωγικές μελέτες στα ψάρια στοχεύουν κυρίως στην αποσαφήνιση στοιχείων και διεργασιών όπως: ο χρόνος και ο τόπος της ωοτοκίας, το μήκος και η ηλικία ωρίμανσης των ατόμων, η συχνότητα της ωοτοκίας και η γονιμότητα των θηλυκών ατόμων (West 1990). Παράλληλα σημαντική είναι και η γνώση της αναλογίας του

φύλου στον πληθυσμό μιας και μπορεί να δώσει ενδιαφέρουσες πληροφορίες σχετικά με τα αναπαραγωγικά πρότυπα (Devlin & Nagahama 2002).

Για όλες αυτές τις μελέτες απαιτείται γνώση για τα στάδια ανάπτυξης των γονάδων. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται ποικίλουν από την ιστολογική μελέτη – την πιο εμπειριστατωμένη μέθοδο αλλά και την πιο χρονοβόρα – έως την οπτική κατηγοριοποίηση – πιθανότατα την λιγότερο ακριβή αλλά την πιο γρήγορη. Ανάμεσα στα δύο αυτά άκρα βρίσκονται μέθοδοι όπως η μέτρηση των μεγεθών των ωοκυττάρων, η κατηγοριοποίηση ανάλογα με τη μορφή των ωοκυττάρων και η χρήση γοναδικών δεικτών (gonad indices) που συσχετίζουν το στάδιο ανάπτυξης των ωοκυττάρων με το σχετικό βάρος της γονάδας (West 1990).

Η γονάδα των περισσότερων θαλάσσιων τελεόστεων είναι ένα ζεύγος κοίλων οργάνων που στα θηλυκά άτομα περιέχει *γαμετικά κύτταρα*, *στηρικτικό ιστό* ή *στρώμα* (stroma), *αιμοφόρα αγγεία*, καθώς και *νευρικό ιστό* (Σωμαράκης 1999). Τα ωοθηλάκια (ovarian follicles) αναπτύσσονται από ή σε στενή σύνδεση με το βλαστικό επιθήλιο (germinal epithelium), το οποίο καλύπτει την επιφάνεια της γονάδας (σαν προέκταση του περιτόναιου) και επίσης επεκτείνεται στην κοιλότητα της ωοθήκης (ovarian cavity ή lumen). Με τη συμμετοχή και αγγειοβρειθούς συνδετικού ιστού σχηματίζεται ένα πυκνό δίκτυο ωογενών πτυχών (ovigenous folds), μέσα στις οποίες σχηματίζονται τα ωογόνια από τα πρωτογενή βλαστικά κύτταρα μέσα ή κοντά στο βλαστικό επιθήλιο.

Τα ωογόνια πολλαπλασιάζονται με επανειλημμένες μιτωτικές διαιρέσεις με αποτέλεσμα την μεγάλη αύξηση του αριθμού τους. Όταν παύουν να διαιρούνται μιτωτικά μπαίνουν στη φάση της πρώτης μειωτικής διαίρεσης και τότε ονομάζονται πρωτοταγή ωοκύτταρα. Τα ωοκύτταρα διαθέτουν ειδικούς μηχανισμούς που συμβάλλουν στη τεράστια αύξησή του μεγέθους τους. Αυτό πραγματοποιείται με τη παρουσία ενός συστήματος υποστήριξης βοηθητικών κυττάρων. Τα βοηθητικά κύτταρα έχουν προέλευση σωματική ή βλαστική, αναπτύσσονται ταυτόχρονα με το ωοκύτταρο και διακρίνονται σε θυλακιακά και διατροφικά. Κάθε ωοκύτταρο περιβάλλεται από μια στιβάδα επιθηλιακών κοκκωδών κυττάρων (κοκκιώδη στιβάδα, granulosa cell layer) και μια στιβάδα μεσεγχυματικών θυλακιακών κυττάρων (κύτταρα θήκης, thecal cell layer). Τα κύτταρα της θήκης περιέχουν ινοβλάστες, ίνες κολλαγόνου, αιμοφόρα αγγεία και άλλα ειδικά κύτταρα. Το αναπτυσσόμενο ωοκύτταρο χωρίζεται απ' το ωοθηλάκιο μέσω μιας μη κυτταρικής μεμβράνης, της ακτινωτής ζώνης (zona radiata) (Σωμαράκης 1999).

Η ιστολογική μελέτη των γονάδων ενός είδους στοχεύει κυρίως στην περιγραφή και διάκριση των διαφόρων σταδίων ανάπτυξης των ωοκυττάρων. Τα στάδια ανάπτυξης των ωοκυττάρων έχουν περιγραφεί από πολλούς ερευνητές, και στη βιβλιογραφία παρουσιάζεται πλειάδα διαφορετικών διαιρέσεων των σταδίων

ανάπτυξης σε διάφορα ψάρια (επισκοπήσεις από West 1990, Tyler & Sumpter 1996, Murua & Saborido-Rey 2003). Μια αδρή ευρεία διαίρεση περιλαμβάνει: α) ένα στάδιο πρωτογενούς ανάπτυξης όπου τα ωοκύτταρα είναι μικρά και διαθέτουν μεγάλο πυρήνα και σταδιακά μεγαλώνουν και αποθηκεύουν λιπίδια, β) ένα στάδιο δευτερογενούς ανάπτυξης κατά το οποίο λαμβάνει χώρα η λεκιθογένεση και γ) το στάδιο της τελικής ωρίμανσης όπου τα ωοκύτταρα διογκώνονται έντονα λόγω ενυδάτωσης (Σωμαράκης 1999). Τα τρία αυτά γενικά στάδια μπορούν να χωριστούν σε πιο λεπτομερή ανάλογα με τις διαφοροποιήσεις στη μορφολογία των ωοκυττάρων. Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας ακολουθήθηκε η διαίρεση που προτείνουν οι Corriero et al. (2003) βασισμένοι στην γονάδα του γαλάζιου τόνου (*Thunnus thynnus*) λόγω σχετικής ομοιότητας των σταδίων ανάπτυξης των ωοκυττάρων σε αυτό το είδος με αυτά του *Ruvettus pretiosus*. Η διαίρεση αυτή περιλαμβάνει επτά στάδια (Corriero et al. 2003):

Πρωτογενής Ανάπτυξη

- **Περιπυρηνισκικό στάδιο** (Perinucleolar stage) (διάμετρος 25-110μm). Τα ωοκύτταρα αυτού του σταδίου είναι μικρά, πολυεδρικά, με έντονα βασεόφιλο ωόπλασμα. Πολλοί μικροί πυρηνίσκοι φαίνονται συνδεδεμένοι με τον πυρηνικό φάκελο, ενώ παρατηρείται και υψηλή τιμή στην αναλογία πυρήνας/κυτταρόπλασμα.
- **Στάδιο λιπιδίων** (Lipid stage) (διάμετρος 110-220μm). Τα ωοκύτταρα αυτού του σταδίου παρουσιάζουν λιγότερο βασεόφιλο ωόπλασμα και χαρακτηρίζονται από την παρουσία σταγονιδίων λιπιδίων και μιας λεπτής περιβάλλουσας ακτινωτής ζώνης.

Δευτερογενής Ανάπτυξη

- **Πρώιμη λεκιθογένεση** (Early vitelogenesis stage) (διάμετρος 220-300μm). Τα ωοκύτταρα στην αρχή της λεκιθογένεσης χαρακτηρίζονται από την παρουσία μικρών σφαιρικών ηωσινόφιλων κοκκίων (πρώιμα σφαιρίδια λεκίθου) και φλοιωδών κυψελίδων (cortical alveoli) στο ωόπλασμα, ενώ η ακτινωτή ζώνη εμφανίζεται παχύτερη (3μm). Το ωοκύτταρο περιβάλλεται από κυβοειδή κοκκιώδη κύτταρα.
- **Ύστερη λεκιθογένεση** (Late vitelogenesis stage) (διάμετρος 300-500μm). Τα ωοκύτταρα σε αυτό το προχωρημένο στάδιο παρουσιάζουν μια αξιοσημείωτη αύξηση στον αριθμό και το μέγεθος των σφαιριδίων λεκίθου καθώς και συγκέντρωση των φλοιωδών κυψελίδων στην περιφέρεια του ωοπλάσματος. Η ακτινωτή ζώνη εμφανίζεται ακόμη πιο παχιά (12μm).

Τελική Ωρίμανση

- **Στάδιο μετανάστευσης του πυρήνα** (Migratory nucleus stage) (διάμετρος 500-650μm). Σε αυτό το στάδιο παρατηρείται σταδιακή μετανάστευση του πυρήνα προς τον ζωικό πόλο ενώ αρχίζει η συνένωση των σταγονιδίων των λιπιδίων και των σφαιριδίων της λεκίθου.
- **Προ-ενυδατωμένο στάδιο** (Pre-hydrated stage) (διάμετρος 650-750μm). Τα ωοκύτταρα αυτού του σταδίου παρουσιάζουν συνένωση των λιπιδίων και των σφαιριδίων λεκίθου, αποδιοργάνωση της πυρηνικής μεμβράνης και αποκόλληση από το στρώμα των ωοθυλακικών κυττάρων.
- **Στάδιο ενυδάτωσης** (Hydrated stage) (διάμετρος 750-900μm). Τα ωοκύτταρα σε αυτό το στάδιο διαμορφώνουν ένα ακανόνιστο σχήμα και περιέχουν μια μάζα λεκίθου και μια μεγάλη σταγόνα ελαίου που προήλθαν από τη πλήρη συνένωση των σφαιριδίων λεκίθου και των λιπιδίων.

Σημειώνεται ότι το στάδιο των φλοιωδών κοκκίων (cortical alveoli stage), το οποίο συχνά αναφέρεται ως ξεχωριστό στάδιο σε πολλά ψάρια πριν τη λεκιθογένεση (Tyler & Sumpter 1996), δεν αναφέρθηκε παραπάνω καθώς σε αρκετά μεγάλα πελαγικά είδη δεν είναι ιδιαίτερα εμφανές (Micale et al. 1999, Corriero et al. 2003).

Το τελευταίο στάδιο της τελικής ωρίμανσης είναι η ωορρηξία (ovulation): Μετά την ολοκλήρωση της πρώτης μειωτικής διαίρεσης, τα ωοθυλάκια αποκολλούνται από το χόριο, διαρρηγνύονται, και τα αυγά (είναι πλέον αυγά και όχι ωοκύτταρα) ελευθερώνονται στην κοιλότητα της γονάδας (ovarian lumen). Τα αυγά συνεχίζουν τη μείωση έως και τη δεύτερη μειωτική μετάφαση. Η απελευθέρωσή τους στο νερό γίνεται μέσω των ωαγωγών (oviducts).

Η διαδικασία της ωορρηξίας οδηγεί στο σχηματισμό κενών ωοθυλακίων (postovulatory follicles, corpora lutea), δομές που απορροφούνται γρήγορα ή αργά ανάλογα με τη θερμοκρασία.

Ανάλογα με τη δυναμική της οργάνωσης στην γονάδα μπορούν να διακριθούν τρία πρότυπα ωοκυτταρικής αναπτυξιακής οργάνωσης (West 1990, Murua & Saborido-Rey 2003):

- **Σύγχρονο** (Synchronous), όπου όλα τα ωοκύτταρα αναπτύσσονται και γεννιούνται συγχρονισμένα, οπότε δεν συμβαίνει περαιτέρω ανεφοδιασμός από νεαρότερα στάδια. Τέτοιο πρότυπο απαντάται συνήθως στους τελεόστεους που γεννούν μια φορά στη ζωή τους και ύστερα πεθαίνουν (π.χ. ο σολομός *Oncorhynchus mykiss*).

- **Ομαδοσύγχρονο** (Group-Synchronous), όπου τουλάχιστον δύο πληθυσμοί ωοκυττάρων μπορούν να αναγνωριστούν κάθε στιγμή. Ένας σχετικά σύγχρονος πληθυσμός μεγαλύτερων ωοκυττάρων, κι ένας πιο ετερογενής πληθυσμός μικρότερων ωοκυττάρων από όπου τα πρώτα στρατολογούνται. Ο πρώτος πληθυσμός περιλαμβάνει τα ωοκύτταρα που θα γεννηθούν κατά την τρέχουσα περίοδο αναπαραγωγής ενώ ο δεύτερος αυτά που θα ωριμάσουν σε επόμενες αναπαραγωγικές περιόδους. Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται οι γονάδες πολλών βενθικών ψαριών σε κρύα νερά (π.χ. *Gadus morhua*, *Melanogrammus aeglefinus*).
- **Ασύγχρονο** (Asynchronous), όπου ωοκύτταρα από όλα τα στάδια ανάπτυξης είναι παρόντα χωρίς κάποιος πληθυσμός να κυριαρχεί. Η γονάδα φαίνεται να αποτελείται από μια τυχαία μίξη ωοκυττάρων σε κάθε δυνατό στάδιο ανάπτυξης. Μόνο όταν εμφανιστούν τα ενυδατωμένα ωοκύτταρα υπάρχει ένα φανερά ξεχωριστό σύνολο ωοκυττάρων όσον αφορά στη διάμετρο. Αυτό το πρότυπο απαντάται σε μικρά πελαγικά είδη εύκρατων θαλασσών αλλά και σε κάποια βενθικά είδη (π.χ. *Scomber scombrus*, *Merluccius merluccius*).

Σε άμεση συνάφεια με το πρότυπο ανάπτυξης των ωοκυττάρων βρίσκεται και το πρότυπο ωοτοκίας. Όσον αφορά λοιπόν στο ρυθμό με τον οποίο τα ώριμα ωοκύτταρα απελευθερώνονται στο περιβάλλον, απαντώνται δύο τύποι ψαριών (Tyler & Sumpter 1996, Murua & Saborido-Rey 2003):

- **Απλοί ή ολικοί εναποθέτες** (single ή total spawners). Είδη στα οποία η ωορρηξία συμβαίνει μια μόνο φορά κατά την αναπαραγωγική περίοδο και τα αυγά απελευθερώνονται είτε όλα μαζί την ίδια στιγμή είτε κατά τη διάρκεια ενός μικρού χρονικού διαστήματος (μια έως δυο εβδομάδες)
- **Πολλαπλοί εναποθέτες** (batch spawners). Αυτά τα είδη απελευθερώνουν το ετήσιο αναπαραγωγικό τους προϊόν κατά ομάδες ωοκυττάρων, στα πλαίσια ενός πιο εκτεταμένου χρονικού διαστήματος κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου.

Ανάλογα με το πρότυπο απόθεσης που ακολουθείται έχουν αναπτυχθεί τεχνικές που ανιχνεύουν και τη γονιμότητα κάθε είδους, δηλαδή το σύνολο των αυγών που απελευθερώνεται από κάθε θηλυκό άτομο κατά την περίοδο της αναπαραγωγής (Murua & Saborido-Rey 2003).

Το πρότυπο ανάπτυξης των αρσενικών γονάδων είναι αρκετά πιο συντηρημένο στα διάφορα είδη ψαριών σε σχέση με αυτό των θηλυκών γονάδων

(Nobrega et al. 2008). Διακρίνονται τρεις κύριες φάσεις ανάπτυξης των αρσενικών αναπαραγωγικών κυττάρων (Nobrega et al. 2008):

- **Η πολλαπλασιαστική ή φάση σπερματογονίων** (proliferative ή spermatogonial phase) όπου τα πρόδρομα αρσενικά αναπαραγωγικά κύτταρα, τα *σπερματογόνια* υπόκεινται σε διαδοχικές μιτωτικές διαιρέσεις.
- **Η μειωτική ή φάση σπερματοκυττάρων** (meiotic ή spermatocytary phase) στην διάρκεια της οποίας τα σπερματογόνια μετατρέπονται σε *σπερματοκύτταρα*, το γενετικό υλικό διπλασιάζεται, ανασυνδυάζεται και διαχωρίζεται και τελικά τα σπερματοκύτταρα μετατρέπονται σε *σπερματίδες*.
- **Η φάση της διαφοροποίησης ή της σπερμιογένεσης** (differentiation ή spermiogenic phase) κατά την οποία οι σπερματίδες υπόκεινται σε δραστικές μορφολογικές και λειτουργικές αλλαγές, όπως συμπύκνωση του πυρήνα και διαμόρφωση μαστιγίου, δίνοντας γένεση στα *σπερματοζώαρια* που είναι κατάλληλα δομικά εξοπλισμένα για να φτάσουν και να γονιμοποιήσουν το αυγό.

Τελικά τα ώριμα σπερματοζώαρια απελευθερώνονται στο εσωτερικό των σπερματικών σωληναρίων κατά τη φάση της *σπερμιάσης* (spermiation).

Στο Κεφάλαιο αυτό εξετάζεται και σχολιάζεται η αναλογία φύλων στον πληθυσμό του *Ruvettus pretiosus*, ενώ περιγράφεται και η ιστολογική ανάλυση των θηλυκών και αρσενικών γονάδων σε διάφορα στάδια ανάπτυξης ούτως ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα για το αναπαραγωγικό πρότυπο του είδους.

4.2 Υλικά και μέθοδοι

4.2.1 Συλλογή δεδομένων

Τα άτομα του δείγματος στα οποία στηρίχθηκε η εξέταση στοιχείων της αναπαραγωγής του *Ruvettus pretiosus* συλλέχθηκαν κατά τον τρόπο που περιγράφηκε σε προηγούμενο Κεφάλαιο (Κεφ. 2.2.1). Οι γονάδες, όταν η δειγματοληψία γινόταν εν πλω, ταυτοποιούνταν και ζυγίζονταν, και λαμβάνονταν δείγματα ωοκυττάρων από τρεις περιοχές κατά μήκος του ενός λοβού της γονάδας (οπίσθια, μέση και εμπρόσθια περιοχή). Όταν τα δείγματα προέρχονταν από εκφορτώσεις, οι γονάδες φυλάσσονταν στην κατάψυξη του πλοίου κατά τη διάρκεια του αλιευτικού ταξιδιού και κατόπιν σε βαθιά κατάψυξη (-20°C) στις εγκαταστάσεις του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.. Και στη δεύτερη περίπτωση λαμβάνονταν δείγματα από τις ίδιες περιοχές της γονάδας. Τα ιστολογικά δείγματα φυλάσσονταν σε διάλυμα συντήρησης (Παράρτημα).

Πρέπει να αναφερθεί ότι στα δείγματα που προέρχονταν από εκφορτώσεις οι γονάδες συχνά είχαν διαρραγεί κατά το καθάρισμα του ψαριού από τους ψαράδες. Στην περίπτωση αυτή αναγνωριζόταν το φύλο όπου ήταν δυνατόν, αλλά δεν γινόταν ζύγιση των γονάδων.

Όλες οι αναλύσεις που σχετίζονταν με την αναπαραγωγή έγιναν στο εργαστήριο Αλιείας του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. Ηρακλείου.

4.2.2 Ιστολογική ανάλυση

Ολόκληρη η διαδικασία και τα αντιδραστήρια μονιμοποίησης, έγκλισης και χρώσης των ιστών περιγράφονται στο Παράρτημα

Οι διάφοροι τύποι ωοκυττάρων παρατηρήθηκαν στις ιστολογικές τομές με τη χρήση μικροσκοπίου, φωτογραφήθηκαν και τοποθετήθηκαν σε στάδια ανάπτυξης. Παρατηρήσεις έγιναν και για την ιστολογική δομή των αρσενικών γονάδων. Οι γονάδες τοποθετήθηκαν σε στάδια ανάπτυξης ανάλογα με τον πιο ανεπτυγμένο τύπο ωοκυττάρων ή σπερματικών κυττάρων που ανιχνευόταν στις ιστολογικές τομές (West 1990).

4.2.3 Ανάλυση Δεδομένων

Η αναλογία φύλων που εμφανίζεται στα άτομα προερχόμενα από το επιπελαγικό και από το βενθικό παραγάδι συγκρίθηκε με την θεωρητικώς αναμενόμενη αναλογία 1:1 με έλεγχο χ^2 (όπως π.χ. σε Rajuelo & Lorenzo 1999).

Ως μακροσκοπικός δείκτης της κατάστασης ωριμότητας των θηλυκών ατόμων χρησιμοποιήθηκε ο γοναδικός δείκτης GI (Schaefer & Orange 1956 σε West 1990) ο οποίος δίνεται από τον τύπο:

$$GI = w/L^3 * 10^8$$

όπου:

- w = το βάρος της γονάδας (g)
- L = το ολικό μήκος του ψαριού (mm) είτε όπως μετρήθηκε, είτε όπως υπολογίστηκε από τη σχέση μεταξύ κεφαλικού μήκους – ολικού μήκους που κατασκευάστηκε στο Κεφάλαιο 2.3 για τα ψάρια που ήταν διαθέσιμο μόνο το κεφαλικό μήκος

Ο δείκτης αυτός παρουσιάζει καλή συσχέτιση με τον βαθμό ωριμότητας των ωοκυττάρων, ειδικά όταν δεν συμπεριλαμβάνονται άτομα από τα τελικά στάδια ωριμότητας (West 1990), όπως στην περίπτωση των ατόμων του παρόντος δείγματος. Η τιμή του GI για τα θηλυκά άτομα σε κάθε μήνα συγκρίθηκε με έλεγχο ANOVA για τον εντοπισμό τυχόν διαφορών ανάλογα με το μήνα.

Στα ωοκύτταρα κάθε σταδίου όπως αυτά διακρίθηκαν κατά την ιστολογική ανάλυση, μετρήθηκε η διάμετρος σε τουλάχιστον 100 από κάθε στάδιο ώστε να υπολογιστεί η μέση διάμετρος ανά στάδιο. Η διάμετρος μετρήθηκε μόνο στα ωοκύτταρα που η τομή διαπερνούσε τον πυρήνα τους (West 1990).

Σημειώνεται ότι η έλλειψη ατόμων με ωοκύτταρα στο τελικό στάδιο ωρίμανσης (προ-ενυδατωμένα ή ενυδατωμένα) εμπόδισε τη διενέργεια ελέγχων για τη γονιμότητα του είδους, καθώς και τη διενέργεια ελέγχου της κατανομής των διαμέτρων των ωοκυττάρων για την ασφαλέστερη αποσαφήνιση του προτύπου ανάπτυξης των ωοκυττάρων (Murua & Saborido-Rey 2003).

Οι μετρήσεις των διαμέτρων των ωοκυττάρων έγιναν με χρήση του προγράμματος Cella for Windows. Όλα τα δεδομένα των μετρήσεων αποθηκεύτηκαν στο πρόγραμμα Excel 7, με τη χρήση του οποίου έγινε και μέρος της στατιστικής επεξεργασίας. Το κύριο μέρος της στατιστικής επεξεργασίας έγινε με τα στατιστικά πακέτα Statgraphics Plus v.5.0 for Windows και S-Plus for Windows.

4.3 Αποτελέσματα

4.3.1 Αναλογία φύλου

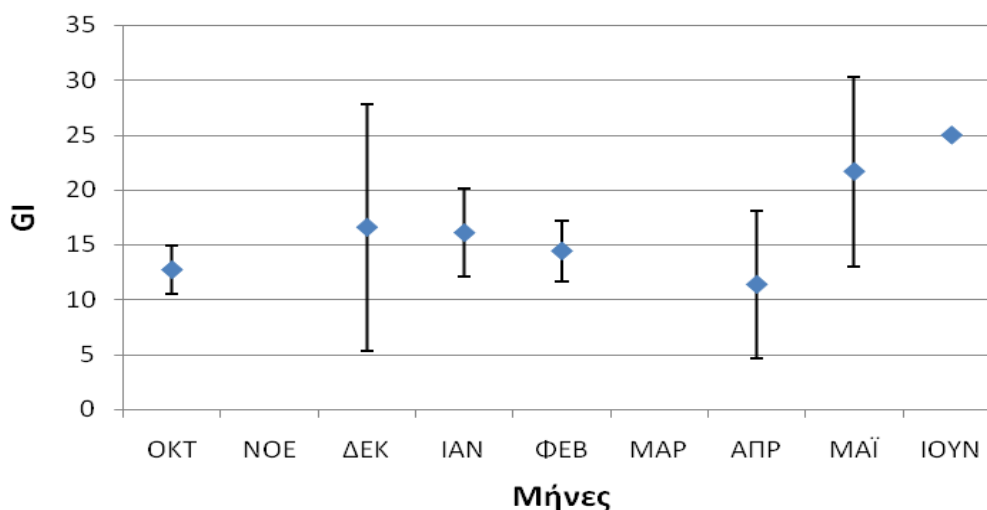
Το *Rivettus pretiosus* βρέθηκε ότι είναι γονοχωριστικό είδος με τις αρσενικές γονάδες να ξεχωρίζουν σαφώς από τις θηλυκές λόγω της γενικά πιο ανοιχτόχρωμης εμφάνισής τους και της ύπαρξης εμφανών σπερματικών καναλιών στους δύο λοβούς.

Από τα 47 άτομα *R. pretiosus* στα οποία προσδιορίστηκε το φύλο τα 42 ήταν θηλυκά (89,4%) και τα 5 (10,6%) ήταν αρσενικά (Πιν. 4.1). Η συνολική αναλογία αρσενικών προς θηλυκά άτομα στο δείγμα διαμορφώθηκε έτσι στο 1:8,4. Η αναλογία φύλου (αρσενικά : θηλυκά) στα άτομα που συνελήφθησαν σε επιπελαγικά παραγάδια ήταν 1:2,5 ενώ η αντίστοιχη αναλογία σε αυτά που προήλθαν από βενθικά παραγάδια ήταν 1:14,3 (Πιν. 4.1). Η αναλογία αρσενικά : θηλυκά στο επιπελαγικό παραγάδι δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά από την αναλογία 1:1 ($\chi^2 = 0,0749$, $df = 1$, $p = 0,7844$). Αντίθετα η ίδια αναλογία στα άτομα προερχόμενα από βενθικό παραγάδι διέφερε στατιστικά σημαντικά από την αναλογία 1:1 ($\chi^2 = 15,6217$, $df = 1$, $p = 0,0001$).

Πίνακας 4.1. Τα άτομα που συλλέχθηκαν από κάθε αλιευτικό εργαλείο ανάλογα με το φύλο τους

Φύλο	Επιπελαγικό Παραγάδι	Βενθικό Παραγάδι	Σύνολο
♀	5	37	42
♂	2	3	5
Σύνολο	7	40	47

4.3.2 Γοναδική ανάπτυξη

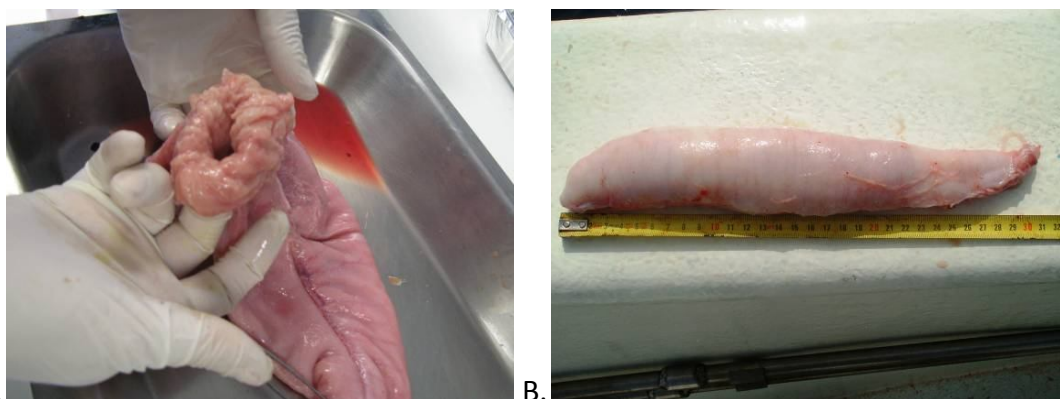


Σχήμα 4.1. Μέσες τιμές και διαστήματα εμπιστοσύνης 95% του γοναδικού δείκτη (GI) των θηλυκών ατόμων για κάθε μήνα δειγματοληψίας

Ο υπολογισμός του GI για όλα τα θηλυκά άτομα, εκτός του Νο 31 (Πιν 4.2) που ήταν ανώριμο λόγω μεγέθους, έδειξε ότι οι μεγαλύτερες τιμές του δείκτη σημειώνονται κατά τον Μάιο και τον Ιούνιο ενώ στο διάστημα Οκτωβρίου – Απριλίου είναι πιο χαμηλές (Πιν. 4.2, Σχ. 4.1). Εν τούτοις ο έλεγχος ANOVA δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις τιμές του GI για τους διάφορους μήνες ($F=1,77$, $\alpha=0,05$, $p=0,152$).

Όσον αφορά στη μακροσκοπική μορφολογία των γονάδων, παρατηρήθηκε ότι κατά τη διάρκεια του διαστήματος Οκτωβρίου – Φεβρουαρίου οι θηλυκές γονάδες ενώ ήταν ευμεγέθεις, διέθεταν πλαδαρή υφή και στο εσωτερικό τους έφεραν κοιλότητα (Εικ. 4.1α), έχοντας την εμφάνιση γονάδων στη φάση κατανάλωσης (spent) (West 1990). Αντίθετα κατά το διάστημα Απριλίου – Μαΐου οι γονάδες εμφάνιζαν γενικά πιο στιβαρή υφή και ήταν γεμάτες με ιστό, δηλαδή σε φάση ανάπτυξης (Εικ 4.1β).

Δεν υπήρχε κάποια διαφορά στη μορφολογία ή στο βάρος μεταξύ των δύο λοβών της γονάδας του ίδιου ατόμου ενώ δεν παρατηρήθηκαν και διαφορές στα στάδια ανάπτυξης των ωοκυττάρων ανάμεσα στους ιστούς που είχαν ληφθεί από διαφορετικές περιοχές της γονάδας (εμπρόσθια, μέση, οπίσθια).

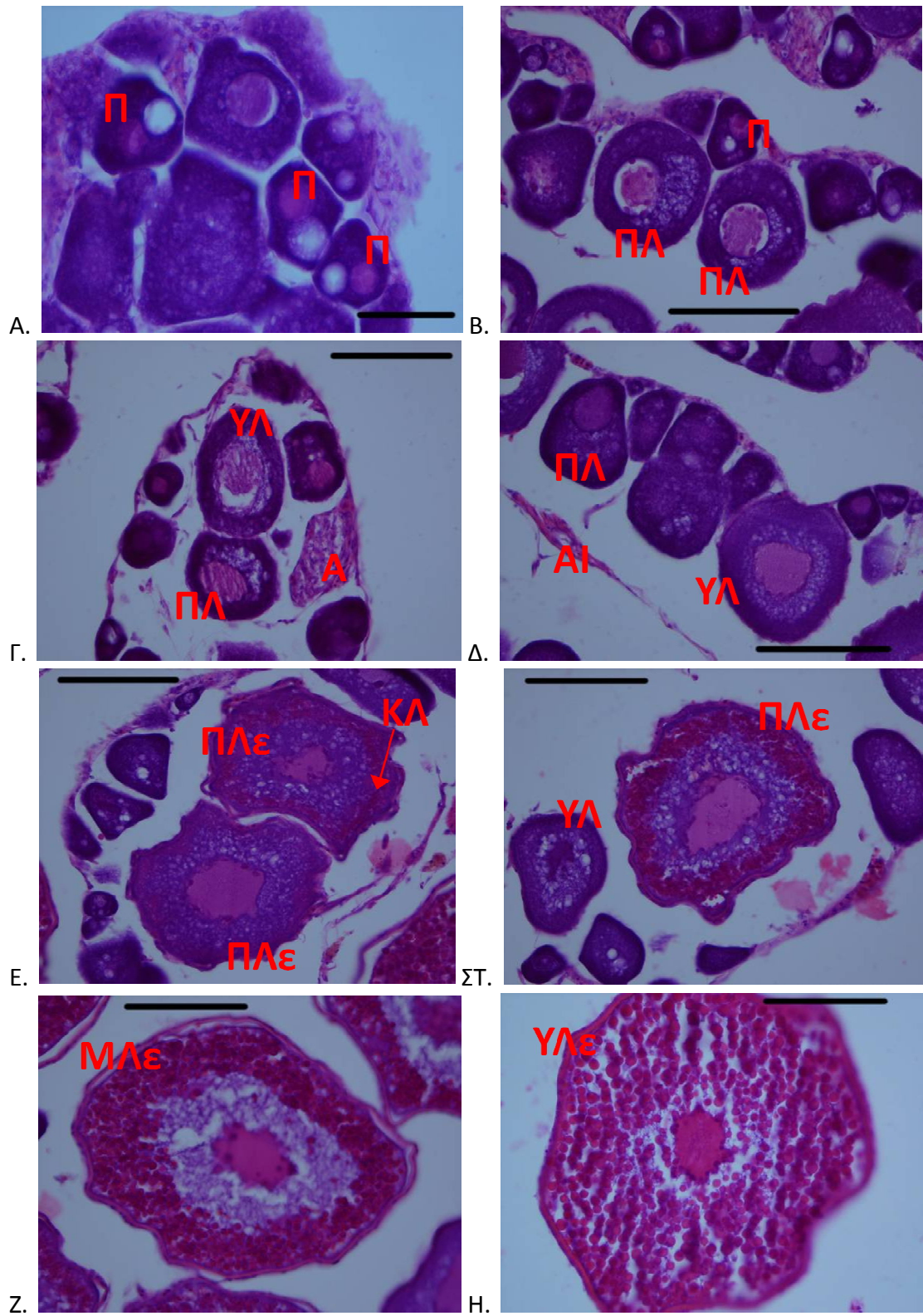


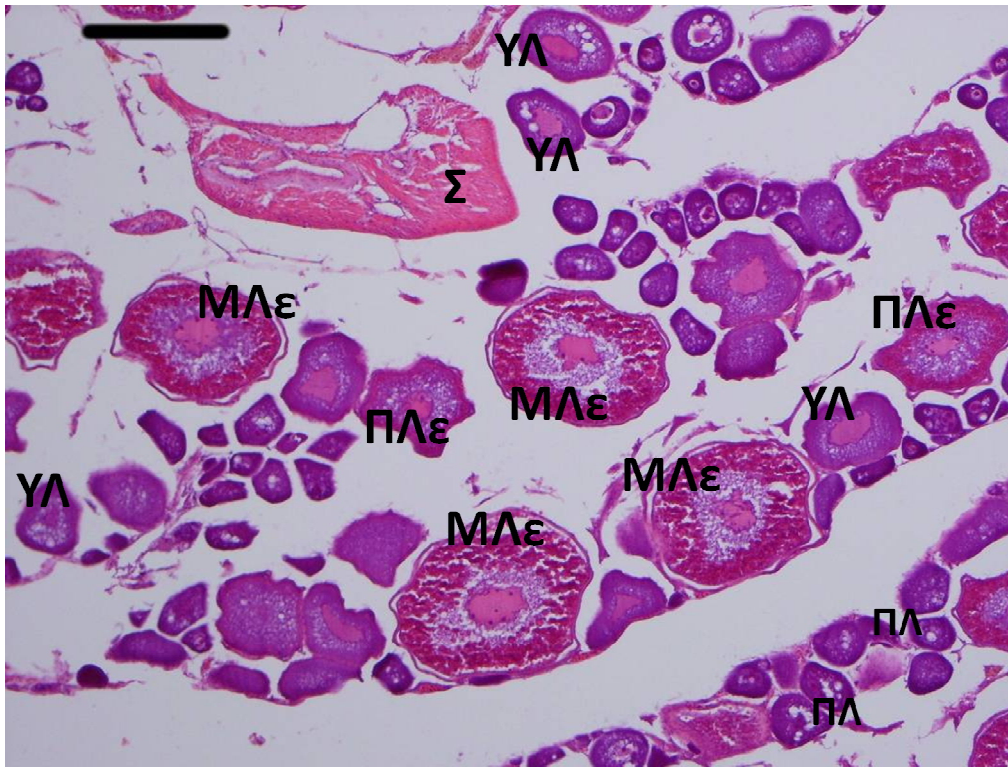
Εικόνα 4.1. Α. Θυληκή γονάδα από άτομο πιασμένο τον Ιανουάριο. Β. Λοβός θηλυκής γονάδας από άτομο πιασμένο τον Απρίλιο

Πίνακας 4.2. Συγκεντρωτική παράθεση όλων των ατόμων *R. pretiosus* στα οποία αναγνωρίστηκε το φύλο. TL: ολικό μήκος, GW: βάρος γονάδων, GI: γοναδικός δείκτης, N/A: Μη διαθέσιμα στοιχεία

A/A	Μήνας	Φύλο	TL	GW	GI	Στάδιο Ανάπτυξης
1	Οκτώβριος	♀	156	443	11,76	Ύστερο Λιπιδίων
2	Οκτώβριος	♀	166	505	11,11	Ύστερο Λιπιδίων
3	Οκτώβριος	♀	161	639	15,26	Ύστερο Λιπιδίων
4	Οκτώβριος	♀	165	616	13,73	Ύστερο Λιπιδίων
5	Οκτώβριος	♀	160	479	11,60	Ύστερο Λιπιδίων
6	Δεκέμβριος	♀	159	780	19,28	Ύστερο Λιπιδίων
7	Δεκέμβριος	♀	182	680	11,34	Ύστερο Λιπιδίων
8	Δεκέμβριος	♀	154	692	19,04	Ύστερο Λιπιδίων
9	Ιανουάριος	♀	154	620	17,06	Πρώιμη Λεκιθογένεση

10	Ιανουάριος	♀	159	685	16,93	Ύστερο Λιπιδίων
11	Ιανουάριος	♀	150	480	14,21	Ύστερο Λιπιδίων
12	Φεβρουάριος	♀	141	568	20,38	Ύστερο Λιπιδίων
13	Φεβρουάριος	♀	159	380	9,39	Ύστερο Λιπιδίων
14	Φεβρουάριος	♀	161	553	13,20	Ύστερο Λιπιδίων
15	Φεβρουάριος	♀	159	470	11,62	Ύστερο Λιπιδίων
16	Φεβρουάριος	♀	154	488	13,43	Ύστερο Λιπιδίων
17	Φεβρουάριος	♂	139	197	-	Σπερματογονίων
18	Φεβρουάριος	♀	154	420	11,56	Ύστερο Λιπιδίων
19	Φεβρουάριος	♀	150	509	15,07	Ύστερο Λιπιδίων
20	Φεβρουάριος	♀	157	N/A	N/A	N/A
21	Φεβρουάριος	♂	135	509	-	Σπερμιογένεσης
22	Φεβρουάριος	♀	163	N/A	N/A	Ύστερο Λιπιδίων
23	Φεβρουάριος	♀	146	N/A	N/A	Ύστερο Λιπιδίων
24	Φεβρουάριος	♀	157	739	18,92	Ύστερο Λιπιδίων
25	Φεβρουάριος	♀	163	695	16,03	Ύστερο Λιπιδίων
26	Απρίλιος	♂	131	520	-	Σπερμιογένεσης
27	Απρίλιος	♀	159	610	15,08	Πρώιμη Λεκιθογένεση
28	Απρίλιος	♀	156	550	14,60	Πρώιμη Λεκιθογένεση
29	Απρίλιος	♀	144	280	9,29	Ύστερο Λιπιδίων
30	Απρίλιος	♂	109	40	-	Σπερμιογένεσης
31	Απρίλιος	♀	89	9	1,29	Περιπυρηνισκικό
32	Απρίλιος	♂	133	664	-	Σπερμιογένεσης
33	Απρίλιος	♀	163	N/A	N/A	N/A
34	Απρίλιος	♀	159	260	6,43	Ύστερο Λιπιδίων
35	Μάιος	♀	159	615	15,20	Πρώιμη Λεκιθογένεση
36	Μάιος	♀	159	694	17,16	Μέση Λεκιθογένεση
37	Μάιος	♀	161	866	20,67	Ύστερη Λεκιθογένεση
38	Μάιος	♀	163	565	13,03	Ύστερη Λεκιθογένεση
39	Μάιος	♀	159	362	8,95	Ύστερο Λιπιδίων
40	Μάιος	♀	148	1190	36,58	Ύστερη Λεκιθογένεση
41	Μάιος	♀	157	555	14,21	Πρώιμη Λεκιθογένεση
42	Μάιος	♀	156	725	19,24	Μέση Λεκιθογένεση
43	Μάιος	♀	157	N/A	N/A	Μέση Λεκιθογένεση
44	Μάιος	♀	159	1970	48,70	Ύστερη Λεκιθογένεση
45	Μάιος	♀	163	990	22,83	Ύστερη Λεκιθογένεση
46	Ιούνιος	♀	159	1010	24,97	Ύστερη Λεκιθογένεση
47	Ιούλιος	♀	130	130	5,98	N/A





Θ.

Εικόνα 4.2. Τα διάφορα στάδια ανάπτυξης των ωοκυττάρων του *R. pretiosus* όπως φαίνονται στις ιστολογικές τομές. **Α.** Ωοκύτταρα περιπυρηνισκικού σταδίου· διακρίνονται τα ευμεγέθη σταγονίδια λίπους (ράβδος=50μm), **Β.** Ωοκύτταρα πρώιμου λιπιδικού σταδίου· διακρίνονται οι περιοχές συγκέντρωσης των λιπιδίων (ράβδος=100μm), **Γ.** Ωοκύτταρα πρώιμου και ύστερου λιπιδικού σταδίου· διακρίνεται η διαφοροποίηση στη διασπορά των λιπιδίων γύρω από τον πυρήνα (ράβδος=100μm), **Δ.** Ωοκύτταρα πρώιμου και ύστερου λιπιδικού σταδίου κοντά σε αιμοφόρο αγγείο (ράβδος=100μm), **Ε.** Ωοκύτταρα πρώιμου σταδίου λεκιθογένεσης· διακρίνονται τα κοκκία λεκίθου (ράβδος=100μm), **ΣΤ.** Ωοκύτταρο πρώιμου σταδίου λεκιθογένεσης λίγο πριν περάσει στο μέσο στάδιο λεκιθογένεσης (ράβδος=100μm), **Ζ.** Ωοκύτταρο μέσου σταδίου λεκιθογένεσης· στην περιφέρεια διακρίνονται τα σφαιρίδια λεκίθου (ράβδος=100μm), **Η.** Ωοκύτταρο ύστερου σταδίου λεκιθογένεσης όπου τα σφαιρίδια λεκίθου έχουν μεγαλώσει κι έχουν καλύψει όλη την επιφάνειά του (ράβδος=100μm), **Θ.** Γενική άποψη γονάδας στο μέσο στάδιο λεκιθογένεσης· διακρίνονται όλα σχεδόν τα στάδια ανάπτυξης των ωοκυττάρων (ράβδος=200μm). **Π:** Περιπυρηνισκικό στάδιο, **ΠΛ:** Πρώιμο στάδιο λιπιδίων, **ΥΛ:** Ύστερο στάδιο λιπιδίων, **ΠΛε:** Πρώιμο στάδιο λεκιθογένεσης, **ΜΛε:** Μέσο στάδιο λεκιθογένεσης, **ΥΛε:** Ύστερο στάδιο λεκιθογένεσης, **Α:** Ατρητικό κύτταρο, **ΑΙ:** Αιμοφόρο αγγείο, **ΚΛ:** Κοκκία λεκίθου **Σ:** Συνδετικός ιστός



Εικόνα 4.3. Η σταδιακή πάχυνση της ακτινωτής ζώνης και η αύξηση του μεγέθους των λεκιθικών σφαιριδίων στο ωοκύτταρο κατά την πορεία της λεκιθογένεσης (απο αριστερά προς τα δεξιά): πρώιμο λεκιθογενετικό στάδιο → μέσο λεκιθογενετικό στάδιο → ύστερο λεκιθογενετικό στάδιο (ράβδος=100μm)

Καθώς δεν έχει ξαναγίνει ανάλυση της μορφολογίας των ωοκυττάρων και κατάταξή τους σε στάδια ανάπτυξης για το *R. pretiosus*, στα πλαίσια της παρούσας εργασίας και με βάση τις παρατηρήσεις των Corriero et al. (2003) για το *Thynnus thynnus*, διακρίθηκαν τα παρακάτω έξι στάδια ανάπτυξης ωοκυττάρων (Εικ. 4.2):

Πρωτογενές στάδιο ανάπτυξης

- **Περιπυρηνισκικό στάδιο** (Εικ. 4.2Α, 4.2Β) (διάμετρος: 23-69μm, μέση διάμετρος: 44μm): Στο στάδιο αυτό τα ωοκύτταρα εμφανίζονται μικρά και πολυεδρικά με μεγάλη αναλογία πυρήνα : κυτταροπλάσματος. Στο στάδιο αυτό έντονη είναι η παρουσία λιπιδίων. Συχνά μάλιστα διακρίνεται και ένα ευμεγέθους σταγονίδιο λίπους, παρόμοιο σε μέγεθος με τον πυρήνα, το οποίο τον εξωθεί προς την περιφέρεια του ωοκυττάρου. Ο πυρήνας φέρει μικρό αριθμό (1-3) ευμεγεθών πυρηνίσκων και το ωόπλασμα παρουσιάζεται έντονα βασεόφιλο.
- **Πρώμο στάδιο λιπιδίων** (Εικ. 4.2Β, 4.2Γ) (διάμετρος: 54-97μm, μέση διάμετρος: 70μm). Το στάδιο λιπιδίων (Corriero et al. 2003) διαχωρίστηκε σε δύο στάδια στην παρούσα εργασία λόγω των διαφορών που παρατηρήθηκαν ανάμεσα στα ωοκύτταρα αυτού του σταδίου. Στο πρώμο στάδιο λιπιδίων τοποθετήθηκαν τα ωοκύτταρα που εμφανίζουν μια περιοχή με λιπίδια συγκεντρωμένα κυρίως σε μια συγκεκριμένη περιοχή του ωοπλάσματος, κοντά στον πυρήνα. Πιθανολογείται ότι η περιοχή αυτή έχει προκύψει εν μέρει από τη διάσπαση της αρχικής ευμεγέθους σταγόνας λιπιδίων του περιπυρηνισκικού σταδίου. Στο στάδιο αυτό τα ωοκύτταρα αυξάνονται σε μέγεθος λόγω αύξησης του ωοπλάσματος και εμφανίζουν περισσότερους πυρηνίσκους (συνήθως 5-7) στην περιφέρεια του πυρήνα.
- **Ύστερο στάδιο λιπιδίων** (Εικ. 4.2Γ, 4.2Δ) (διάμετρος: 68-161μm, μέση διάμετρος: 106μm). Στο στάδιο αυτό, τα λιπίδια που προηγουμένως βρίσκονταν συγκεντρωμένα κυρίως σε μια συγκεκριμένη περιοχή, διασπείρονται σε όλο το ωόπλασμα και ιδιαίτερα στην περιοχή γύρω από τον πυρήνα. Το ωόπλασμα αυξάνεται περαιτέρω και γίνεται λιγότερο βασεόφιλο ενώ οι πυρηνίσκοι μειώνονται σε μέγεθος και αυξάνονται σε αριθμό, εξακολουθώντας να βρίσκονται διατεταγμένοι στην περιφέρεια του πυρήνα.

Δευτερογενές στάδιο ανάπτυξης

- **Πρώμο στάδιο λεκιθογένεσης** (Εικ. 4.2Ε, 4.2ΣΤ) (διάμετρος: 102-194μm, μέση διάμετρος: 140μm). Σε αυτό το στάδιο αρχίζει να εμφανίζεται μια ηωσινόφιλη περιοχή στην περιφέρεια του ωοπλάσματος η οποία προέρχεται από κοκκία λεκίθου που ξεκινούν να διαμορφώνονται. Παράλληλα, στο στάδιο αυτό ξεκινά να εμφανίζεται μια λεπτή ηωσινόφιλη ακτινωτή ζώνη (*zona radiata*) γύρω

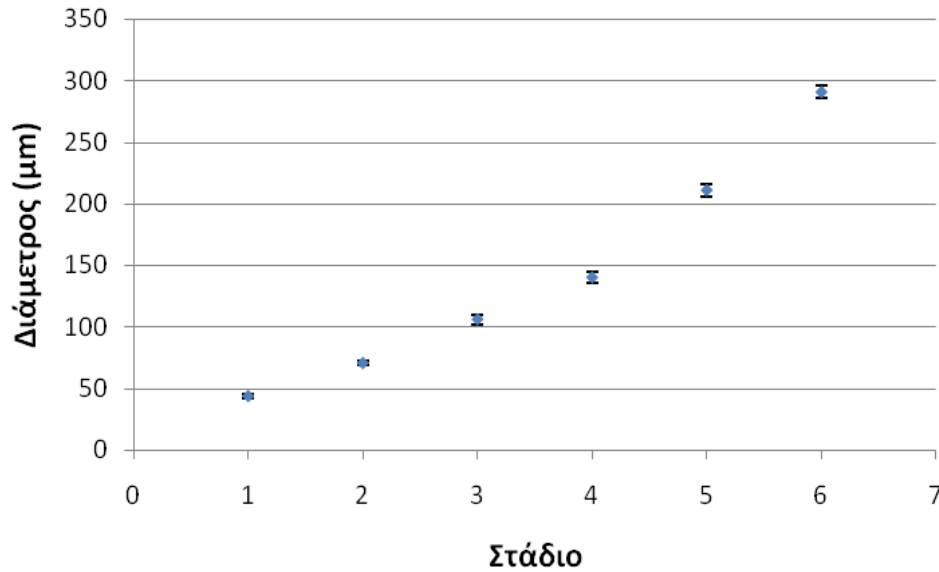
απο το ωόπλασμα η οποία με τη σειρά της περιβάλλεται από τα ωοθυλακικά κύτταρα (follicle cells) (Εικ. 4.3). Τα λιπίδια συνεχίζουν να αυξάνονται στο χώρο του ωοπλάσματος μειώνοντας την βασηοφιλία του.

- **Μέσο στάδιο λεκιθογένεσης** (Εικ. 4.2Z, 4.2Θ) (διάμετρος: 169-272μm, μέση διάμετρος: 211μm). Το ύστερο στάδιο λεκιθογένεσης κατά Corriero et al. 2003 χωρίστηκε σε δύο στάδια στην παρούσα εργασία. Στο μέσο στάδιο της λεκιθογένεσης έχουν διαμορφωθεί τα ηωσινόφιλα σφαιρίδια λεκίθου που διατάσσονται στην περιφέρεια του ωοπλάσματος και έχει μειωθεί περαιτέρω η βασηοφιλία του ωοπλάσματος λόγω της αύξησης της συγκέντρωσης λιπιδίων. Τα λιπίδια πλέον είναι ορατά μόνο στον περιπυρηνικό χώρο που είναι η μόνη περιοχή που δεν έχει καλυφθεί από σφαιρίδια λεκίθου. Σε αυτό το στάδιο το μέγεθος του ωοκυττάρου αυξάνεται σημαντικά ενώ παρατηρείται και πάχυνση της ακτινωτής ζώνης (Εικ.4.3).
- **Ύστερο στάδιο λεκιθογένεσης** (Εικ. 4.2H) (διάμετρος: 224-366μm, μέση διάμετρος: 290μm). Στο στάδιο αυτό τα ηωσινόφιλα σφαιρίδια λεκίθου αυξάνονται σε μέγεθος (Εικ. 4.3) και σε αριθμό, καταλαμβάνοντας πλέον ολόκληρο το ωόπλασμα. Το ωοκύτταρο αυξάνεται σημαντικά σε μέγεθος ενώ παρατηρείται και περαιτέρω πάχυνση της ακτινωτής ζώνης (Εικ. 4.3).

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής δεν κατέστη δυνατό να συλλεχθούν άτομα πιο ώριμα αναπαραγωγικά ώστε να γίνει δυνατή η παρατήρηση πιο ανεπτυγμένων μορφών ωοκυττάρων στο τρίτο στάδιο ανάπτυξης, αυτό της τελικής ωρίμανσης (στάδιο μετανάστευσης του πυρήνα, ενυδατωμένο στάδιο) (Corriero et al. 2003).

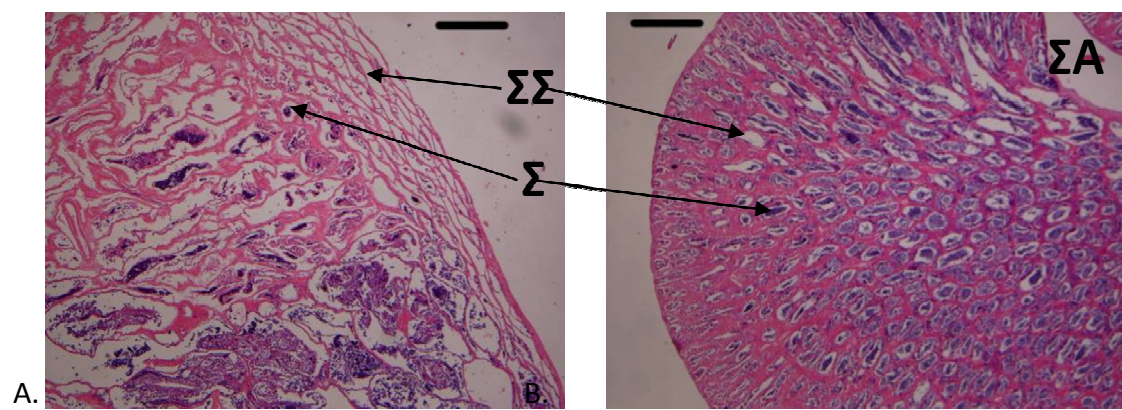
Στις ιστολογικές τομές που παρατηρήθηκαν, τα ωοκύτταρα ήταν διατεταγμένα πάνω σε ελάσματα (lamellae) συνδετικού ιστού. Εκτός από τα ωοκύτταρα που περιγράφηκαν, παρατηρήθηκαν επίσης κάποιες μορφές ατρησίας (Εικ. 4.2Γ), περιοχές συνδετικού ιστού (Εικ. 4.2Θ), καθώς και αιμοφόρα αγγεία (Εικ. 4.2Δ).

Η τιμή της διαμέτρου των ωοκυττάρων κάθε σταδίου φαίνεται στο Σχήμα 4.2.

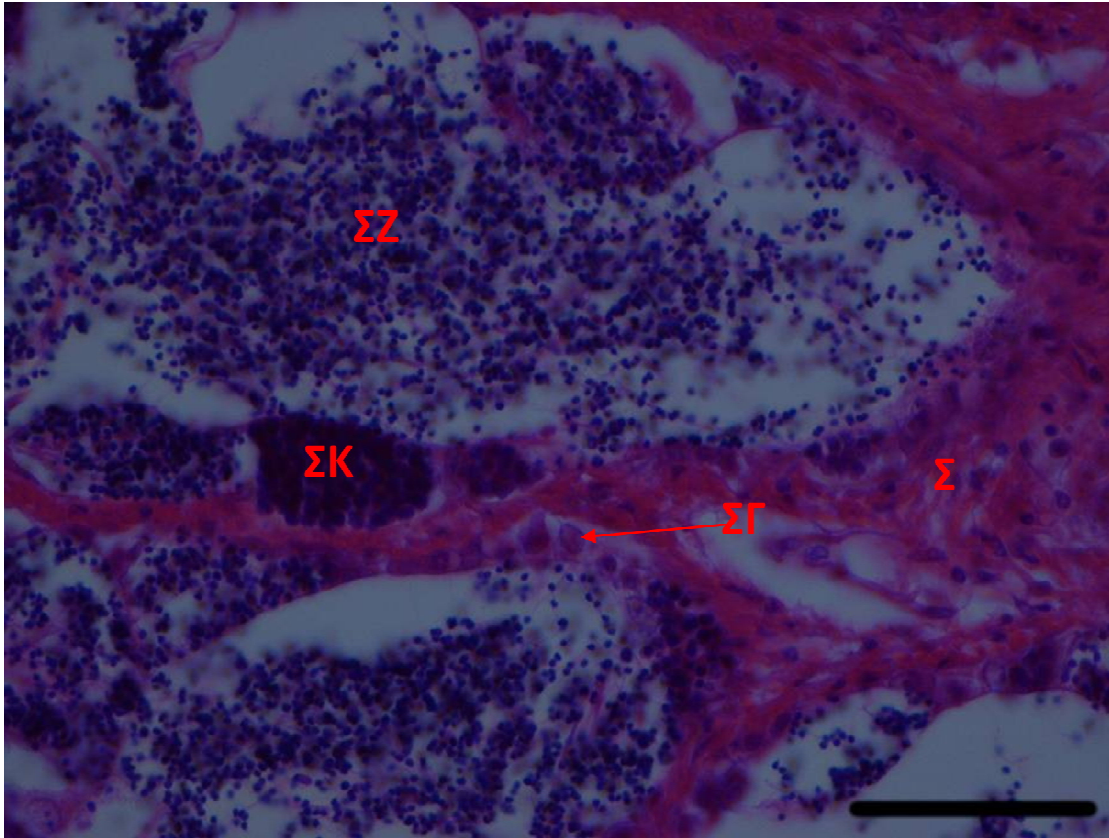


Σχήμα 4.2. Η μέση τιμή και τα διαστήματα εμπιστοσύνης 95% για τις διαμέτρους των ωοκυττάρων του *R. pretiosus* σε κάθε στάδιο ανάπτυξης. 1: Περιπυρηνισκικό στάδιο, 2: Πρώιμο στάδιο λιπιδίων, 3: Ύστερο στάδιο λιπιδίων, 4: Πρώιμο στάδιο λεκιθογένεσης, 5: Μέσο στάδιο λεκιθογένεσης, 6: Ύστερο στάδιο λεκιθογένεσης

Όσον αφορά στα αρσενικά άτομα: Ένα άτομο που πιάστηκε στις αρχές Φεβρουαρίου είχε γονάδα σε φάση κατανάλωσης - σπερματογένεσης (spent) (Εικ. 4.4A). Τα υπόλοιπα τέσσερα αρσενικά άτομα που προέρχονταν από το διάστημα τέλος Φεβρουαρίου – τέλος Απριλίου είχαν γονάδα στη φάση της σπερμιόγνεσης, με τα σπερματικά σωληνάρια γεμάτα με σπερματοζωάρια (Εικ. 4.4B). Στα τελευταία αυτά άτομα μπορούσαν να διακριθούν σε ιστολογική τομή και οι τρεις κύριες φάσεις ανάπτυξης των αρσενικών αναπαραγωγικών κυττάρων (Εικ. 4.5)



Εικόνα 4.4. Α. Τομή αρσενικής γονάδας σε φάση κατανάλωσης - σπερματογένεσης· διακρίνονται τα αποδιοργανωμένα και άδεια ή με υπολείμματα σπέρματος σπερματικά σωληνάρια (ράβδος=200μm)
Β. Τομή αρσενικής γονάδας στη σπερμιόγνεση· διακρίνονται τα γεμάτα με σπέρμα σπερματικά σωληνάρια και ο σπερματικός αγωγός (ράβδος=200μm). **Σ:** Σπέρμα, **ΣΣ:** Σπερματικά σωληνάρια, **ΣΑ:** Σπερματικός αγωγός



Εικόνα 4.5. Σπερματικά σωληνάκια αρσενικού ατόμου *R. pretiosus* στη φάση της σπερμιογένεσης (ραβδος=50μm). ΣΓ: Σπερματογόνιο, ΣΚ: Σπερματοκύτταρα, ΣΖ: Σπερματοζωάρια, Σ: Συνδετικός ιστός

Η ώριμη αρσενική γονάδα του *R. pretiosus* αποτελείται από σπερματικά σωληνάκια διεσπαρμένα στο συνδετικό στρώμα, κατανομημένα ακτινωτά γύρω από το σπερματικό αγωγό (Εικ. 4.4B). Μέσα στα σωληνάκια μπορούν να διακριθούν τα κύτταρα του σπέρματος (Εικ. 4.4B, 4.5). Τα *σπερματογόνια* εμφανίζονται μονήρη, στην περιφέρεια των σωληναρίων με ηωσινόφιλη χρώση. Τα *σπερματοκύτταρα* είναι μικρότερα σε μέγεθος και σχημάτιζαν ομάδες κοντά στην περιφέρεια των σπερματικών σωληναρίων ενώ παρουσιάζουν και ιδιαίτερα βασεόφιλη χρώση. Οι *σπερματίδες* δεν είναι εύκολο να διακριθούν με βεβαιότητα από τα σπερματοζωάρια λόγω της ομοιότητας στην εμφάνιση (Corriero et al. 2007). Τα *σπερματοζωάρια* φέρουν μαστίγια με ηωσινόφιλη χρώση, ενώ η ωοειδής κεφαλή τους βάφεται έντονα από την αιματοξυλίνη. Το κέντρο των σπερματικών σωληναρίων είναι γεμάτο με ομάδες σπερματοζωαρίων.

4.4 Συζήτηση

Η ύπαρξη γονοχωριστικής αναπαραγωγικής στρατηγικής στο *Ruvettus pretiosus* συμφωνεί με τις παρατηρήσεις που έχουν γίνει σε άλλα βενθοπελαγικά και μεσοπελαγικά Gempylidae (Rowling & Reid 1992, Nakamura & Parin 1993, Lorenzo & Rajuelo 1999, Griffiths 2002).

Όσον αφορά στην μεγάλη υπεροχή των θηλυκών ατόμων στο δείγμα που μελετήθηκε, ιδιαίτερα στα άτομα που προέρχονται από αλιεία με βενθικό παραγάδι (Πιν. 4.2) (που ψαρεύει στα 250-450m), αυτή μπορεί να αποδοθεί σε πιθανές διαφορές στη κατακόρυφη κατανομή των αρσενικών και θηλυκών ατόμων του είδους. Οι Lorenzo & Rajuelo (1999) παρατήρησαν ότι η αναλογία φύλων στο *Promethichthys prometheus* (είδος της ίδιας οικογένειας με το *R. pretiosus* και με παρόμοια οικολογία) κυμαινόταν από 1:6,5 έως 1:5,3 υπέρ των θηλυκών σε βάθη 200-500m, ενώ αντίθετα η αναλογία αυτή γινόταν 1:0,63 έως 1:0,37 υπέρ των αρσενικών σε βάθη 600-900m. Εκτός αυτού, στο *Thyrstites atun* (βενθοπελαγικό είδος της ίδιας οικογένειας) ο Griffiths (2002) παρατήρησε υπεροχή των θηλυκών ατόμων σε περιοχές πιο ρηχές και πιο κοντινές στην ακτή (inshore), με παράλληλη υπεροχή των αρσενικών ατόμων σε βαθύτερες περιοχές (offshore) κατά την αναπαραγωγική περίοδο. Την διαφορά αυτή ο Griffiths (2002) την απέδωσε σε ενεργειακούς λόγους (ευκολότερη πρόσβαση των θηλυκών σε τροφικούς πόρους κατά την ενεργοβόρα περίοδο της αναπαραγωγής). Ο συνδυασμός των δύο αυτών παρατηρήσεων με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας επιτρέπει την υπόθεση ότι πιθανότατα και στο *R. pretiosus* ισχύει μια διαίρεση της κατανομής των δύο φύλων ανάλογα με το βάθος. Έτσι μπορεί να εξηγηθεί και το γεγονός ότι η διαφορά στην αναλογία φύλων των ατόμων που συλλέχθηκαν με βενθικό παραγάδι αμβλύνεται όταν εξετάζονται οι συλλήψεις στο επιπελαγικό παραγάδι (Πιν. 4.2). Κι αυτό γιατί προφανώς τα άτομα και των δύο φύλων αναμένεται να εκτελούν την νυχτερινή κατακόρυφη μετανάστευση όταν δεν βρίσκουν τροφή στο βένθος (βλ. Κεφ. 3).

Η διαφορά αυτή στην κατανομή των ατόμων των δύο φύλων πιθανόν να εξηγείται ενεργειακά, όπως πρότεινε ο Griffiths (2002) για το *Thyrstites atun*. Δηλαδή, η εξελικτική προσαρμογή της διαβίωσης εγγύτερα στην επιφάνεια να είναι ενεργειακά πιο συμφέρουσα για τα θηλυκά, καθώς ξοδεύουν λιγότερη ενέργεια κατά τις κατακόρυφες τροφικές μεταναστεύσεις (Σωμαράκης, προσωπική επικοινωνία). Υπενθυμίζεται ότι τα θηλυκά άτομα είναι πιο μεγαλόσωμα (βλ. Κεφ. 2) και παράλληλα έχουν μεγαλύτερες μεταβολικές ανάγκες, ιδιαίτερα κατά την περίοδο της αναπαραγωγής, σε σχέση με τα αρσενικά άτομα.

Όπως παρατηρούν και οι Lorenzo & Rajuelo (1999) για το *Promethichthys prometheus*, μια διαίρεση των φύλων του πληθυσμού όπως αυτή που περιγράφηκε, είναι σαφές ότι εκθέτει τα θηλυκά σε μεγαλύτερη αλιευτική πίεση από βενθικά

παραγάδια σε σχέση με τα αρσενικά. Το γεγονός αυτό καθιστά περισσότερο ευάλωτο το ιχθυοαπόθεμα του *R. pretiosus* σε σχέση με είδη που δεν παρουσιάζουν αυτό το χαρακτηριστικό και πιθανόν πρέπει να εξεταστεί η χάραξη μιας κατάλληλης στρατηγικής εκμετάλλευσης (Lorenzo & Rajuelo 1999).

Στα θηλυκά άτομα ήταν αδύνατος ο υπολογισμός του γοναδοσωματικού δείκτη (GSI) ο οποίος χρησιμοποιείται συνήθως ως ένδειξη αναπαραγωγικής ωριμότητας, λόγω έλλειψης στοιχείων για το ολικό βάρος των συλληφθέντων ατόμων. Παράλληλα, δεν υπήρχε δυνατότητα εξαγωγής του ολικού βάρους από το ολικό μήκος μέσω κάποιας δημοσιευμένης μαθηματικής σχέσης. Η μόνη δημοσιευμένη σχέση μήκους – βάρους για το *Ruvettus pretiosus* αφορούσε άτομα ολικού μήκους κάτω του ενός μέτρου (Santos et al. 2002) και θεωρήθηκε ακατάλληλη για το παρόν δείγμα. Ο γοναδικός δείκτης GI που προτιμήθηκε, καθώς στηρίζεται στο ολικό μήκος, φαίνεται να παρουσιάζει μια μέτρια συσχέτιση με το στάδιο ανάπτυξης των ωοκυττάρων (Πιν. 4.2). Δηλαδή, ενώ τιμές του δείκτη άνω του 20 σχετίζονται σε γενικές γραμμές με άτομα τα οποία βρίσκονται στη φάση της μέσης και ύστερης λεκιθογένεσης, ο δείκτης δεν φαίνεται ικανός να διαχωρίσει επιτυχώς άτομα που βρίσκονται σε μικρότερα στάδια ωοκυτταρικής ανάπτυξης. Η μέτρια καταλληλότητα του δείκτη πιθανώς να οφείλεται: α) στο ότι γονάδες σε φάση κατανάλωσης – έναρξης του νέου κύκλου που συλλέχτηκαν το χειμώνα, κατακρατούν νερό στις κοιλότητές τους έτσι ώστε το βάρος τους να υπερεκτιμάται, β) στο γεγονός ότι τα ολικά μήκη των ψαριών έχουν εξαχθεί από τα κεφαλικά μήκη, κάτι που μπορεί να ενέχει κάποιο βαθμό ανακρίβειας (βλ. Κεφ. 2.4).

Κατά το διάστημα Οκτωβρίου – Φεβρουαρίου σε όλα τα θηλυκά άτομα πλην ενός τα ωοκύτταρα βρίσκονταν στο ύστερο στάδιο λιπιδίων. Αυτό φαίνεται πως είναι και το «στάδιο ηρεμίας» (“resting stage”) των ωοκυττάρων (Forberg 1982). Τα πρώτα άτομα με ωοκύτταρα σε στάδιο πρώιμης λεκιθογένεσης εμφανίζονται κατά τον Απρίλιο, ενώ κατά τον Μάιο και τον Ιούνιο τα ωοκύτταρα φτάνουν στο στάδιο της μέσης και ύστερης λεκιθογένεσης. Πιθανόν η πρώιμη λεκιθογένεση να ξεκινά ήδη από τον Μάρτιο, κατά τη διάρκεια του οποίου δεν κατέστη δυνατή η συλλογή ατόμων. Οι παρατηρήσεις αυτές φανερώνουν ότι οι καλοκαιρινοί μήνες αποτελούν την αναπαραγωγική περίοδο του είδους, με πιθανή κορύφωση κατά το διάστημα Ιουλίου – Αυγούστου.

Παρόμοιο αναπαραγωγικό πρότυπο έχει παρατηρηθεί και στο *Promethichthys prometheus* από τους Lorenzo & Rajuelo (1999). Οι τελευταίοι παρατήρησαν ότι η αναπαραγωγή του είδους συμβαίνει στις ίδιες περιοχές και βάθη που διαβιεί το είδος και τον υπόλοιπο χρόνο, σε βάθη ενδιάμεσα της διαίρεσης αρσενικών – θηλυκών ατόμων (450-650m). Επίσης παρατήρησαν ότι η αναπαραγωγή του *Promethichthys*

prometheus φαίνεται να σχετίζεται με τη θερμοκρασία του νερού, και να συμβαίνει όταν αυτή προσεγγίζει τις μέγιστες τιμές της, κάτι που φαίνεται ότι πιθανώς ισχύει και για το *R. pretiosus*.

Κατά το διάστημα Μαΐου – Σεπτεμβρίου η αλιεία με βενθικά παραγάδια στην ανατολική Μεσόγειο εμφανίζεται μειωμένη λόγω της ενασχόλησης των ψαράδων με ψάρεμα στην επιπελαγική ζώνη. Το γεγονός αυτό εμποδίζει την λήψη δειγμάτων *R. pretiosus* από τον ημερήσιο οικότοπο διαβίωσής του. Παράλληλα, κατά την κορύφωση της πιθανής αναπαραγωγικής περιόδου, μειώνονται και οι συλλήψεις *R. pretiosus* στην επιπελαγική ζώνη όπως θα δειχθεί και θα συζητηθεί στο επόμενο κεφάλαιο (Κεφ. 5). Αυτά τα δύο γεγονότα είχαν σαν αποτέλεσμα την αδυναμία συλλογής ώριμων αναπαραγωγικά ατόμων στα πλαίσια της παρούσας εργασίας. Μελλοντικά, στοχευμένη πειραματική ή εμπορική αλιεία στους βενθικούς οικοτόπους του είδους κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, θα μπορούσε να αποφέρει περισσότερες πληροφορίες για την αύξηση του μεγέθους των γονάδων και για τα ώριμα ωοκυτταρικά στάδια ανάπτυξης κατά την κορύφωση της περιόδου αναπαραγωγής. Με τον τρόπο αυτό, καθώς και με ένα δείγμα που θα περιλάμβανε μεγαλύτερο εύρος μεγεθών, θα μπορούσε να γίνει και υπολογισμός του μεγέθους των ψαριών κατά την ωριμότητα (size at maturity).

Η σύνθεση των ωοκυττάρων κατά το διάστημα Μαΐου – Ιουνίου, οπότε παρατηρούνται ωοκύτταρα από όλα τα στάδια ανάπτυξης (Εικ. 4.2Θ), φανερώνει ότι το πρότυπο ανάπτυξης των ωοκυττάρων είναι είτε ομαδοσύγχρονο είτε ασύγχρονο. Αυτό μπορεί να διευκρινιστεί με μελλοντικό έλεγχο της κατανομής των διαμέτρων των ωοκυττάρων σε ώριμα αναπαραγωγικά θηλυκά άτομα με ενυδατωμένα ωοκύτταρα (Murua & Saborido-Rey 2003). Πάντως, αναλύσεις στο *Thyrsites atun* από τον Griffiths (2002) έδειξαν ότι το είδος είναι πολλαπλός αποθέτης και τα ωοκύτταρά του ακολουθούν το ασύγχρονο πρότυπο ανάπτυξης. Το ίδιο ισχύει και για άλλα φυλογενετικά συγγενή είδη των Gempylidae όπως ο γαλάζιος τόνος (*Thunnus thynnus* – Scombridae) (Abascal & Medina 2005), το σκουμπρί (*Scomber scombrus* – Scombridae), (Murua & Saborido-Rey 2003), και το *Trichiurus lepturus* (Trichiuridae) (Silva Martins & Haimovici 2000). Αυτές οι παρατηρήσεις μπορεί να αποτελούν ενδείξεις και για το *R. pretiosus*.

Τα στάδια ανάπτυξης των ωοκυττάρων που διακρίθηκαν ακολουθούν γενικά την κατηγοριοποίηση που προτείνουν οι Corriero et al. (2003) βασισμένοι σε παρατηρήσεις στον γαλάζιο τόνο (*Thunnus thynnus*). Οι μόνες διαφορές είναι η διαίρεση του σταδίου των λιπιδίων σε δύο στάδια στην παρούσα εργασία (Πρώιμο και Ύστερο) λόγω των διαφορών που παρατηρήθηκαν, καθώς και η διάκριση της

φάσης της λεκιθογένεσης σε τρία αντί για δύο στάδια, όπως προτείνουν και οι Grau et al. (1996) για το μαγιάτικο (*Seriola dumerili*).

Όσον αφορά στη μορφολογία των ωοκυττάρων του *R. pretiosus*, παρατηρείται μια έντονη συσσώρευση λιπιδίων στα ωοκύτταρα ήδη από το περιπυρηνισκικό στάδιο, η οποία συχνά εμφανίζεται με τη μορφή μιας μεγάλης ελαιώδους σταγόνας (Εικ. 4.2Α). Συνήθως, η συσσώρευση λιπιδίων στο ωοκύτταρο ξεκινά από το στάδιο των λιπιδίων σε άλλα μεγάλα πελαγικά είδη όπως ο γαλάζιος τόνος (*Thunnus thynnus*) (Corriero et al. 2003) και το μαγιάτικο (*Seriola dumerili*) (Grau et al. 1996), ή ακόμη και στο στάδιο της πρώιμης λεκιθογένεσης στον ξιφία (*Xiphias gladius*) (Arocha 2002). Ο λόγος της ύπαρξης σταγονιδίων λιπιδίων ήδη από το περιπυρηνισκικό στάδιο στο *R. pretiosus* είναι άγνωστος, αλλά πιθανώς συνδέεται με τη γενικά μεγάλη παρουσία λιπιδίων (κυρίως κηρωδών εστέρων) σε όλους τους ιστούς του (Nevenzel et al. 1965, Ruiz-Gutierrez et al. 1997, Nichols et al. 2001). Μια βιοχημική ανάλυση της σύστασης της ελαιώδους σταγόνας του περιπυρηνισκικού σταδίου θα μπορούσε να δώσει περισσότερες πληροφορίες για το ρόλο της.

Κατά τα άλλα, τα στάδια ανάπτυξης των ωοκυττάρων σχετίζονται μορφολογικά περισσότερο με αυτά που περιγράφουν οι Corriero et al. (2003) για τον γαλάζιο τόνο *Thunnus thynnus* σε σχέση με τις αναφορές για άλλα μεγάλα πελαγικά είδη όπως το μαγιάτικο (*Seriola dumerili*) (Grau et al. 1996) και ο ξιφίας (*Xiphias gladius*) (Arocha 2002). Αυτό είναι κάτι αναμενόμενο λόγω της στενής φυλογενετικής σχέσης μεταξύ των οικογενειών Gempylidae και Scombridae (Nakamura 1989 σε Nakamura & Parin 1993). Μια βασική διαφορά όμως που παρατηρείται και αναλύεται παρακάτω έγκειται στο μέγεθος των ωοκυττάρων.

Από το μικρό μέγεθος των ωοκυττάρων του *R. pretiosus* φάνηκε ότι το είδος γεννά ελεύθερα πελαγικά αυγά (Tyler & Sumpter 1996). Αλλά αν οι διάμετροι των ωοκυττάρων που υπολογίστηκαν στην παρούσα εργασία συγκριθούν με αυτές άλλων μεγάλων πελαγικών και βενθοπελαγικών ειδών που γεννούν επίσης πελαγικά αυγά, παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στα μεγέθη (Πιν 4.4). Ακόμη και αν υποτεθεί ότι η διάμετρος των ωοκυττάρων του *R. pretiosus* στο στάδιο της ενυδάτωσης διπλασιάζεται σε σχέση με το τέλος της λεκιθογένεσης (όπως στο *Seriola dumerili* – Grau et al. 1996), τελικά τα αυγά θα έχουν διάμετρο που δεν θα ξεπερνά τα 800μm. Επιπροσθέτως, ακόμη και στην περίπτωση που συνυπολογιστεί η συρρίκνωση από τη διαδικασία παρασκευής των ιστολογικών τομών, που υπολογίζεται περίπου στο 13% (Davis 1982 σε West 1990), το *R. pretiosus* αναμένεται να γεννά αυγά διαμέτρου μικρότερης του ενός χιλιοστού (1mm).

Πιθανώς το μικρό μέγεθος του αυγού να αντισταθμίζεται από την αποθήκευση μεγάλης ποσότητας θρεπτικών ουσιών (μεγάλη θερμιδική αξία – Kamler 2005), γεγονός το οποίο θα εξηγούσε την παρουσία μεγάλων ποσοτήτων σταγονιδίων λίπους στα ωοκύτταρα ήδη από τα πολύ πρώιμα αναπτυξιακά στάδια. Παράλληλα, οι Kolm

& Ahnesjo (2005) αναφέρουν ότι μια εξελικτική πίεση, όπως η μεγάλη και στοχαστική θνησιμότητα στα αυγά ενός είδους, μπορεί να οδηγήσει στην διαμόρφωση στρατηγικής γέννησης πολύ μικρών και πολυάριθμων αυγών. Εάν υποθεθεί ότι η αναπαραγωγή του *R. pretiosus* γίνεται σε βάθη εκατοντάδων μέτρων όπως στο *Promethichthys prometheus* (Lorenzo & Rajuelo 1999) και συνυπολογιστεί ότι ο γόνος του είδους απαντάται στα επιφανειακά στρώματα (Pakhovukon & Boltachev 2001), γίνεται αντιληπτή η τεράστια απόσταση την οποία τα αυγά ή/και οι ιχθυονύμφες χρειάζεται να διανύσουν διαμέσου της μεσοπελαγικής ζώνης. Στο διάστημα αυτό είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένα σε θήρευση ή σε τυχαία διασπορά σε ακατάλληλους οικοτόπους, οπότε ο συνδυασμός μικρό μέγεθος – μεγάλος αριθμός αυγών φαίνεται ο πλέον κατάλληλος υπο αυτές τις συνθήκες της μεγάλης θνησιμότητας (Kolm & Ahnesjo 2005). Ο Marshall (1953) αναφέρει επίσης και άλλα, μικρόσωμα κυρίως, βαθυπελαγικά είδη που παράγουν αυγά με διάμετρο μικρότερη του ενός χιλιοστού. Πιθανόν λοιπόν τα μικρά και πολυάριθμα αυγά που γεννά το *R. pretiosus* και άλλα βαθυπελαγικά είδη να εξυπηρετούν α) τη γρηγορότερη διασπορά και μετακίνησή τους προς την επιπελαγική ζώνη, β) την αντιστάθμιση της μεγάλης θνησιμότητας που αναμένεται να αντιμετωπίζουν.

Πίνακας 4.3. Διάμετρος των ωοκυττάρων (όπως υπολογίζεται σε ιστολογικές τομές) στην αρχή και στο τέλος της λεκιθογένεσης καθώς και στο στάδιο της ενυδάτωσης για διάφορα μεγάλα πελαγικά και βενθοπελαγικά είδη ψαριών. N/A: Μη διαθέσιμη

Είδος	Διάμετρος Οοκυττάρων (μm)			Αναφορά
	Αρχή λεκιθογένεσης	Τέλος λεκιθογένεσης	Στάδιο Ενυδάτωσης	
<i>Thunnus thynnus</i> (Scombridae)	220-300	300-500	750-900	Corriero et al. 2003
<i>Xiphias gladius</i> (Xiphiidae)	300-500	500-900	950-1300	Arocha 2002
<i>Seriola dumerili</i> (Carangidae)	170-275	231-454	930	Grau et al. 1996
<i>Gadus morhua</i> (Gadidae)	200-300	375-830	1100	Tomkiewicz et al. 2003
<i>Dicentrarchus labrax</i> (Moronidae)	260-440	530-800	1100- 1200	Mayer et al. 1988
<i>Ruvettus pretiosus</i> (Gempylidae)	102-194	224-366	N/A	Παρούσα εργασία

Τέλος, η ιστολογική εικόνα των αρσενικών γονάδων του *R. pretiosus* παρουσιάζει μεγάλες ομοιότητες με αυτή των αρσενικών γονάδων του ξιφία (*Xiphias gladius*) όπως περιγράφονται από τους Corriero et al. (2007), προφανώς λόγω του αρκετά συντηρημένου προτύπου ανάπτυξης των αρσενικών γονάδων στα διάφορα είδη ψαριών (Nobrega et al. 2008). Σημειώνεται παράλληλα η παρουσία ώριμων

σπερματοζωαρίων στις αρσενικές γονάδες ήδη από το τέλος Φεβρουαρίου, αρκετούς μήνες δηλαδή πριν την αναπαραγωγική περίοδο. Είναι γενικά σύνηθες φαινόμενο η μεγαλύτερη διάρκεια της κατάστασης ωριμότητας στα αρσενικά σε σχέση με τα θηλυκά άτομα σε αρκετά είδη οστεϊχθύων (π.χ. Rijnsdorp 1989).

5. ΚΑΤΑΝΟΜΗ

5.1 Εισαγωγή

Η καταλληλότητα ενός ενδιαιτήματος για έναν ιχθυοπληθυσμό καθορίζεται από ένα συνδυασμό περιβαλλοντικών παραγόντων και φυσιολογικών αποκρίσεων. Η γεωγραφική κατανομή των διαφόρων ειδών καθορίζεται από τον καλύτερο συνδυασμό αυτών των στοιχείων, που συνήθως απαντάται κοντά στο μέσον του εύρους κατανομής τους (Jennings et al. 2001). Εν τούτοις, λόγω των τοπικών και εποχιακών διαφοροποιήσεων, τόσο των περιβαλλοντικών παραγόντων (π.χ. μεταβολές θερμοκρασίας, αλατότητας, διαθεσιμότητας τροφής κ.α.) όσο και των παραμέτρων της φυσιολογίας (π.χ. ανάγκη για αναπαραγωγή, σωματική αύξηση κ.α.), οι ιχθυοπληθυσμοί προβαίνουν σε μετακινήσεις.

Τα περισσότερα είδη ψαριών εκτελούν διαφόρων τύπων μετακινήσεις στη διάρκεια της ζωής τους. Οι μετακινήσεις αυτές μπορεί να είναι τοπικού χαρακτήρα και να συνδέονται με βραχυπρόθεσμες δραστηριότητες που συνεισφέρουν στην αύξηση, στην επιβίωση και στην αναπαραγωγή. Άλλες είναι μεγαλύτερης κλίμακας και περιλαμβάνουν τη μετακίνηση σε νέα περιβάλλοντα.

Οι μετακινήσεις της μικρότερης κλίμακας ονομάζονται *κινήσεις διατήρησης θέσης* (station keeping movements). Αυτές για παράδειγμα διατηρούν τα ψάρια σε συγκεκριμένη θέση καθώς περιμένουν να τραφούν με ζωοπλαγκτόν που παρασύρεται από ένα ρεύμα. Σε μεγαλύτερη χωρική και χρονική κλίμακα μπορούν να παρατηρηθούν *θηρευτικές κινήσεις* (foraging movements) σε αναζήτηση διατροφικών πόρων. Σε αυτή την κατηγορία εντάσσεται και η νυχτερινή κατακόρυφη μετανάστευση του *Ruvettus pretiosus* που εξετάστηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο (Κεφ. 3). Άλλο είδος μετακίνησης είναι οι *χωροκρατικές κινήσεις* (territorial movements) όπου ένα άτομο εποπτεύει το χώρο του και εμφανίζει επιθετική συμπεριφορά εναντίον εισβολέων. Τέλος, υφίστανται και οι *κινήσεις περιπλάνησης* (ranging movements) που αφορούν την εξερεύνηση περιοχών σε αναζήτηση πόρων (Jennings et al. 2001).

Οι *μεταναστεύσεις* (migrations) αποτελούν μια εντελώς ξεχωριστή κατηγορία μετακινήσεων που διαφέρουν από αυτές που περιγράφηκαν παραπάνω. Η μετανάστευση των ιχθυοπληθυσμών ενός είδους περιλαμβάνει συνεχόμενες μετακινήσεις μεγαλύτερης διάρκειας, σε μεγαλύτερες αποστάσεις και με πιο συγκεκριμένη κατεύθυνση σε σχέση με τις μικρότερης κλίμακας κινήσεις (Jennings et al. 2001). Πολλά από τα σημαντικότερα για την αλιεία είδη ψαριών εκτελούν

μεταναστεύσεις. Κάποια από τα πιο γνωστά είναι τα χέλια (*Anguillidae*) τα οποία εκτελούν μεταναστεύσεις από τα ποτάμια προς τη θάλασσα και τα σολομοειδή (*Salmonidae*) τα οποία εκτελούν αναπαραγωγικές μεταναστεύσεις αντίθετης φοράς (Hickman et al. 2001). Άλλα αποκλειστικά θαλάσσια ψάρια εκτελούν μεταναστεύσεις μεταξύ πεδίων αναπαραγωγής, διατροφής και διαχείμασης (Russell 1936).

Απο τα παραπάνω φαίνεται ότι η κατανομή των ιχθυοπληθυσμών μπορεί να παρουσιάζει σαφείς χωρικές και χρονικές μεταβολές ως αποτέλεσμα των μετακινήσεων των ψαριών, ειδικά όταν αυτές είναι του μεγέθους των μεταναστεύσεων. Αυτές οι εποχικές διαφοροποιήσεις στην κατανομή των ειδών έχουν ως συνέπεια και μεταβολές στην αλληλεπίδραση των ατόμων του είδους με τοπικούς περιβαλλοντικούς πόρους, αλλά και αλλαγές στη διαθεσιμότητα των ιχθυοπληθυσμών στην αλιεία. Πιο συγκεκριμένα, η σημασία των μετακινήσεων των ιχθυοπληθυσμών για την αλιεία, έγκειται στο ότι οι μετακινήσεις μπορεί να φέρνουν τα ψάρια μέσα ή έξω από μια προστατευόμενη περιοχή, να τα οδηγούν στη διάσχιση εθνικών και διεθνών υδάτων και να τα καθιστούν περισσότερο προσβάσιμα στους αλιείς καθώς συγκεντρώνονται σε συγκεκριμένες περιοχές (Jennings et al. 2001).

Το πρότυπο κατανομής σε σχέση με περιβαλλοντικούς και βιολογικούς παράγοντες αποτελεί βασική πληροφορία για ένα είδος, καθώς παρέχει τη δυνατότητα αποσαφήνισης στοιχείων του βιολογικού του κύκλου και συνεισφέρει στην αποτελεσματικότερη διαχείριση του αποθέματός του. Στην παρούσα εργασία επιχειρήθηκε η παρουσίαση των τάσεων που παρατηρούνται στην αφθονία του *R. pretiosus* στα αλιευτικά εργαλεία της ανατολικής Μεσόγειο ως συνάρτηση χωρικών και χρονικών μεταβλητών. Οι μεταβλητές που ελέγχθηκαν ήταν το έτος, ο μήνας και η περιοχή αλιείας. Οι μεταβολές στην αφθονία ελέγχθηκαν με τη χρήση Γενικευμένων Αθροιστικών Μοντέλων (Generalized Additive Models – GAMs). Η τεχνική αυτή είναι ευρύτατα διαδεδομένη για τη συσχέτιση αλιευτικών δεδομένων με περιβαλλοντικές και χωροχρονικές μεταβλητές (Venables & Dichmont 2004).

5.2 Υλικά και Μέθοδοι

5.2.1 Συλλογή δεδομένων



Εικόνα 5.1. Οι τοποθεσίες προέλευσης των δειγμάτων *R. pretiosus*. A: Κρητικό Πέλαγος, B: Κυκλάδες, C: Δωδεκάνησα, D: Θάλασσα Λεβαντινής (ράβδος=150km)

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε μια χρονοσειρά δεδομένων που αφορούσε στις συλλήψεις *Ruvettus pretiosus* και στην αλιευτική προσπάθεια των κύριων ελληνικών αλιευτικών στόλων που χρησιμοποιούν επιπελαγικά παραγάδια. Οι ελληνικοί αλιευτικοί στόλοι που χρησιμοποιούν το συγκεκριμένο αλιευτικό εργαλείο, ψαρεύουν στην ανατολική Μεσόγειο και έχουν ως κύριο είδος-στόχο τον ξιφία (*Xiphias gladius*). Τα δεδομένα (βάρος και αριθμός ατόμων *R. pretiosus*, τοποθεσία αλιείας, αλιευτική προσπάθεια) συλλέχθηκαν στα πλαίσια ερευνητικών προγραμμάτων του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. για την παρακολούθηση της αλιείας του ξιφία, και προέρχονταν από την καταγραφή των εκφορτώσεων σε επιλεγμένα ελληνικά λιμάνια αλλά και από παρατηρήσεις εν πλω. Συγκεκριμένα, τα δεδομένα προήλθαν από τους αλιευτικούς στόλους της Καλύμνου και των Χανίων, οι συλλήψεις των οποίων αντιπροσωπεύουν το 50-70% της ολικής ελληνικής παραγωγής ξιφία (Tserpes et al. 2003a). Οι στόλοι με έδρα τα δύο αυτά λιμάνια ψαρεύουν κυρίως στο κεντρικό και νότιο Αιγαίο Πέλαγος, στο Κρητικό Πέλαγος και στη θάλασσα της Λεβαντινής (Εικ. 5.1). Το ψάρεμα του ξιφία με επιπελαγικά παραγάδια γίνεται κατά το διάστημα Φεβρουαρίου – Σεπτεμβρίου, αφού ισχύει απαγόρευση στην ελληνική επικράτεια για το διάστημα Οκτωβρίου – Ιανουαρίου.

Η χρονοσειρά δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε αφορούσε αλιευτικά ταξίδια που έγιναν σε εννέα συνεχόμενες αλιευτικές περιόδους (1999 – 2007). Οι παρατηρήσεις αφορούσαν και στους οκτώ μήνες (Φεβρουάριος – Σεπτέμβριος) κάθε

αλιευτικής περιόδου. Διακρίθηκαν τέσσερις κύριες περιοχές αλιείας: το Κρητικό Πέλαγος, οι Κυκλάδες, τα Δωδεκάνησα και η θάλασσα της Λεβαντίνης (Εικ. 5.1). Ως δείκτης αφθονίας του *R. pretiosus* στα αλιεύματα χρησιμοποιήθηκε η «παραγωγή ανά μονάδα αλιευτικής προσπάθειας» (Catch per Unit Effort – CPUE), η οποία εκφράστηκε σε κιλά ανά 1000 αγκίστρια (Kg/1000αγκίστρια). Η συγκεκριμένη έκφραση του δείκτη αφθονίας χρησιμοποιείται ευρέως στην περίπτωση αλιείας με επιπελαγικά παραγάδια.

5.2.2 Ανάλυση Δεδομένων

Για την ανάλυση της επίδρασης της χρονικής περιόδου και της περιοχής αλιείας στο CPUE κατά τις εννέα προαναφερθείσες αλιευτικές περιόδους χρησιμοποιήθηκαν Γενικευμένα Αθροιστικά Μοντέλα (GAMs). Τα μοντέλα αυτά είναι μη παραμετρικές γενικεύσεις της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης, λιγότερο περιοριστικά σε υποθέσεις όσον αφορά στην επικρατούσα κατανομή των δεδομένων (Hastie & Tibshirani 1990). Τα GAMs μπορούν να περιγράψουν μη γραμμικές σχέσεις μεταξύ μιας εξαρτημένης μεταβλητής και πολλαπλών μεταβλητών πρόβλεψης (predictor variables) στα πλαίσια του ίδιου μοντέλου.

Οι μεταβλητές πρόβλεψης που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία ήταν α) το έτος, β) ο μήνας και γ) η περιοχή αλιείας. Η μεταβλητή «έτος» είχε εννέα επίπεδα, όσα και τα έτη της χρονοσειράς των δεδομένων (1999-2007). Η μεταβλητή «μήνας» θεωρήθηκε συνεχής, ενώ η μεταβλητή «περιοχή αλιείας» είχε τέσσερα επίπεδα που αφορούσαν στις θαλάσσιες περιοχές προέλευσης των δεδομένων (Α-Κρητικό Πέλαγος, Β-Κυκλάδες, C-Δωδεκάνησα, D-θάλασσα Λεβαντίνης) (Εικ. 5.1).

Λόγω της υψηλής συχνότητας μηδενικών τιμών (αλιευτικά ταξίδια χωρίς συλλήψεις *R. pretiosus*) στο σύνολο των δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε ένα μοντέλο τύπου Delta-X-error. Τα μοντέλα αυτού του τύπου επιτρέπουν την ανεξάρτητη εξέταση του ερωτήματος εάν η εξαρτημένη μεταβλητή είναι μηδέν ή όχι, από την ερώτηση σχετικά με τις αναμενόμενες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής στην περίπτωση που είναι μη μηδενικές (Vignaux 1996). Στην πρώτη περίπτωση δηλαδή, η εξαρτημένη μεταβλητή ήταν η παρουσία ή απουσία *R. pretiosus* ανάμεσα στα αλιεύματα κάθε αλιευτικού ταξιδιού, ενώ στη δεύτερη περίπτωση εξαρτημένη μεταβλητή ήταν η αναμενόμενη τιμή του CPUE (για CPUE>0). Η χρονοσειρά δεδομένων που αναλύθηκε συμπεριελάμβανε 1614 αλιευτικά ταξίδια. Σε 941 από αυτά δεν παρατηρήθηκε αλίευση ατόμων *R. pretiosus*, ενώ παρατηρήθηκε αλίευση ενός ή περισσότερων ατόμων στα υπόλοιπα 673.

Όσον αφορά στο πρώτο κομμάτι της ανάλυσης, που πραγματοποιήθηκε για το σύνολο των αλιευτικών ταξιδιών· για κάθε αλιευτική εξόρμηση χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα παρουσίας – απουσίας, αποδίδοντας την τιμή 0 σε ταξίδια όπου δεν αλιεύθηκαν άτομα *R. pretiosus* (CPUE=0) και την τιμή 1 όπου παρουσιάζονταν ένα ή περισσότερα άτομα ανάμεσα στα αλιεύματα (CPUE>0). Οι μετρήσεις θεωρήθηκε ότι ακολουθούν μια δυνωμική κατανομή, όπου η αναμενόμενη πιθανότητα είναι γραμμική συνάρτηση των μεταβλητών πρόβλεψης. Η συνάρτηση logit χρησιμοποιήθηκε για να συνδέσει τη γραμμική συνιστώσα και το σφάλμα δυνωμικού τύπου. Με αυτό τον τρόπο υπολογίστηκε η πιθανότητα ύπαρξης *R. pretiosus* ανάμεσα στα αλιεύματα, σε συνάρτηση με τις μεταβλητές πρόβλεψης. Καθώς τα δεδομένα έχουν τις τιμές 0/1, η απόκλιση ακολουθεί μια κατανομή χ^2 , οπότε έγινε έλεγχος χ^2 για τη στατιστική σημαντικότητα των μεταβλητών πρόβλεψης (Ye et al. 2001).

Η επιλογή της πιο κατάλληλης συνδετικής συνάρτησης και κατανομής σφαλμάτων για την ανάλυση των αλιευτικών ταξιδιών με μη μηδενικά CPUE έγινε με βάση τα διαγράμματα υπολειπόμενων τιμών (residual plots). Τελικά χρησιμοποιήθηκε ένα γάμμα-μοντέλο (gamma model) σε συνδυασμό με μια λογαριθμική συνάρτηση σύνδεσης. Με αυτό τον τρόπο υπολογίστηκε η αναμενόμενη τιμή του CPUE για το *R. pretiosus* (σε περίπτωση που CPUE>0) στα 673 ταξίδια όπου πραγματοποιήθηκαν συλλήψεις του είδους, σε συνάρτηση με τις μεταβλητές πρόβλεψης. Η στατιστική σημαντικότητα της επίδρασης των μεταβλητών πρόβλεψης στην εξαρτημένη μεταβλητή εξακριβώθηκε μέσω Ανάλυσης Διασποράς (Analysis of Deviance).

Αφού εξήχθησαν οι προσαρμοσμένες τιμές της πιθανότητας (P) ύπαρξης μη μηδενικού CPUE και της αναμενόμενης τιμής του CPUE (μ) στην περίπτωση που CPUE>0, τελικά η τιμή του τυποποιημένου (standardized) CPUE δόθηκε από το γινόμενο $P*\mu$ (Ye et al. 2001). Και στην περίπτωση αυτή εξετάστηκε η τυποποιημένη τιμή του CPUE (συμπεριλαμβάνοντας μηδενικές και μη μηδενικές τιμές), για τους διάφορους συνδυασμούς των μεταβλητών πρόβλεψης.

Η ανάλυση έγινε με την χρήση του πακέτου “mgcv” σε περιβάλλον της γλώσσας R (R Development Core Team, 2008). Η στατιστική σημαντικότητα ορίστηκε στο επίπεδο 95%.

5.3 Αποτελέσματα

5.3.1 Γενικευμένο Προσθετικό Μοντέλο (GAM) με δεδομένα παρουσίας/απουσίας

Στην ανάλυση αυτή χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα από όλα τα αλιευτικά ταξίδια ανεξάρτητα από την παρουσία η μή *Ruvettus pretiosus* ανάμεσα στα αλιεύματα.

Ο έλεγχος χ^2 για τη στατιστική σημαντικότητα των μεταβλητών πρόβλεψης στην παρουσία/απουσία ατόμων *R. pretiosus* ανάμεσα στα αλιεύματα, έδειξε ότι και οι τρεις μεταβλητές (έτος, περιοχή αλιείας, μήνας) είχαν στατιστικά σημαντική επίδραση (Πιν. 5.1).

Πίνακας 5.1 Ανάλυση διασποράς του GAM που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των δεδομένων παρουσίας/απουσίας. Β.Ε.: Βαθμοί ελευθερίας

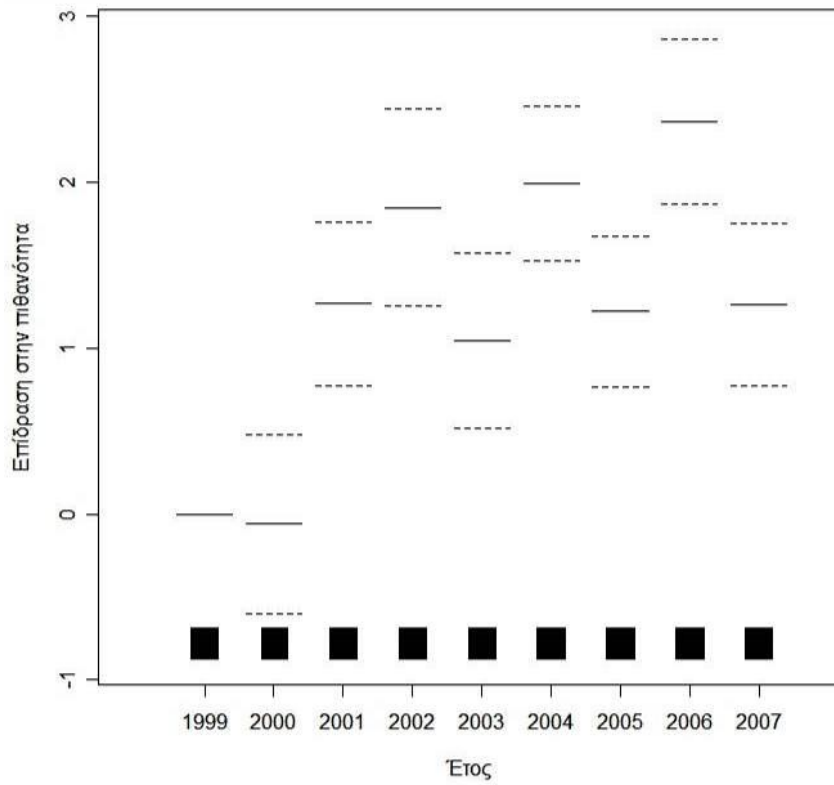
Μεταβλητές	Β.Ε.	Εξηγούμενη Απόκλιση (%)	χ^2	p
Έτος	8	6,74	155,4	<0,001
Περιοχή	3	7,06	119,3	<0,001
Μήνας	2,53	0,8	19,56	<0,001

Η επίδραση των εξετασθέντων μεταβλητών στην πιθανότητα παρουσίας *R. pretiosus* στα αλιεύματα, απεικονίζεται στα παρακάτω Σχήματα (Σχ. 5.1, 5.2, 5.3). Οι μαύρες ράβδοι (rugs) στους οριζόντιους άξονες αντικατοπτρίζουν τον αριθμό των παρατηρήσεων. Η επίδραση κάθε μεταβλητής στην πιθανότητα παρουσίας παρουσιάζεται σε σχετική κλίμακα στα σχήματα. Η τιμή 0 στον κάθετο άξονα αντιστοιχεί στη μέση τιμή της πιθανότητας που εκτιμήθηκε από το αντίστοιχο μοντέλο. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται ως εξής:

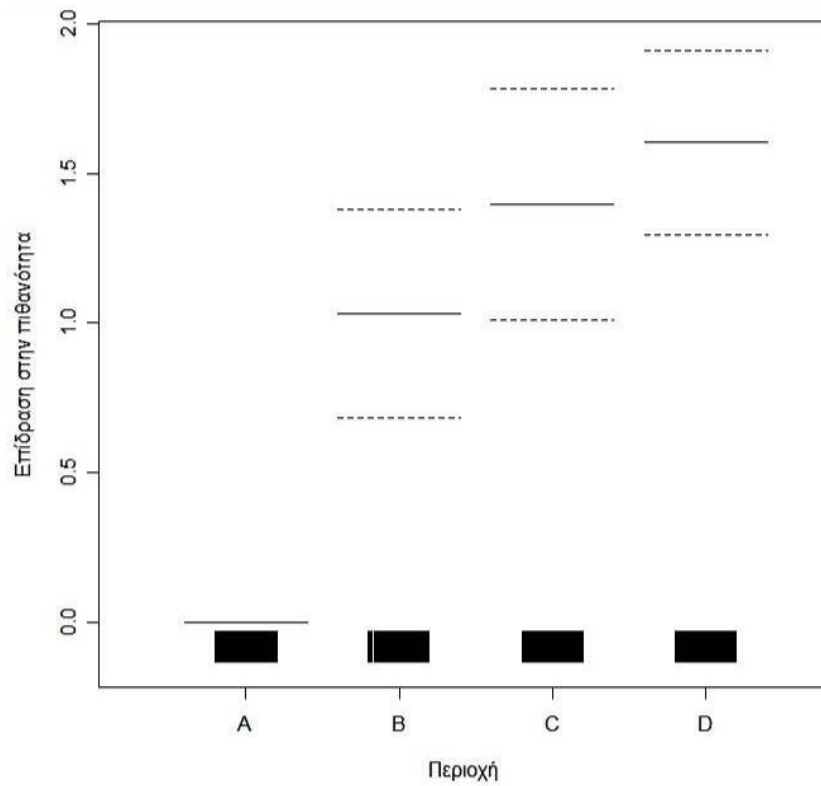
(α) Παρατηρούνται ετήσιες διακυμάνσεις στην πιθανότητα σύλληψης ατόμων *R. pretiosus* χωρίς να διακρίνεται κάποια σαφής τάση αύξησης ή μείωσης με την πάροδο των ετών (Σχ. 5.1).

(β) Στην περιοχή του Κρητικού Πελάγους εμφανίζεται η μικρότερη πιθανότητα αλίευσης ατόμων του είδους, ενώ στη θάλασσα της Λεβαντίνης η μεγαλύτερη (Σχ. 5.2).

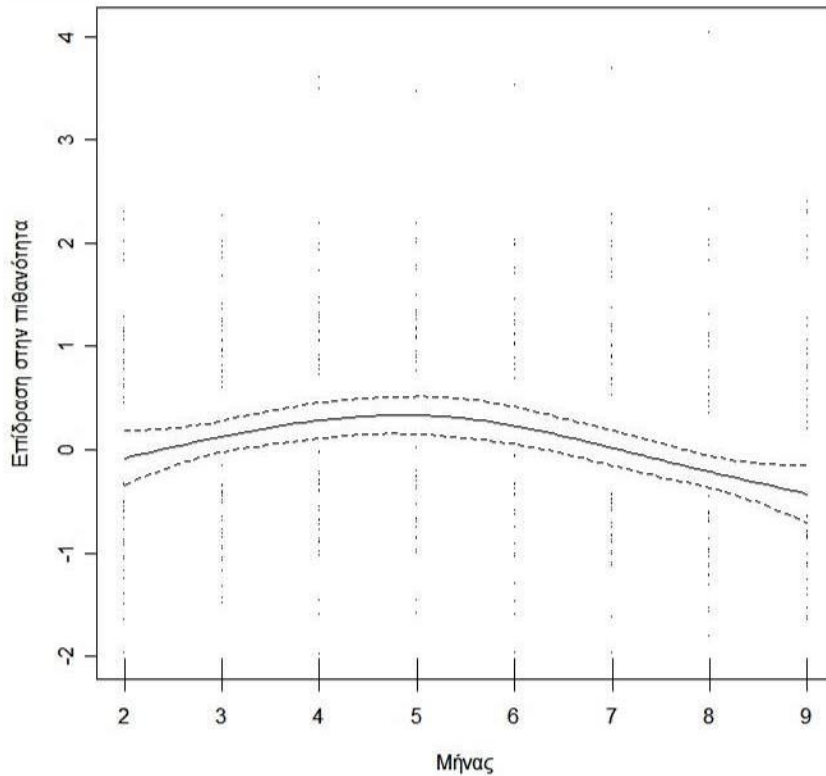
(γ) Η πιθανότητα σύλληψης αυξάνεται από το Φεβρουάριο προς τον Απρίλιο, παρουσιάζεται αυξημένη κατά το διάστημα Απριλίου – Ιουνίου, με κορύφωση τον Μάιο· για να παρουσιάσει πτωτική τάση κατά το διάστημα Ιουλίου – Σεπτεμβρίου (Σχ. 5.3).



Σχήμα 5.1. Η επίδραση του έτους στην πιθανότητα σύλληψης *R. pretiosus* με 95% διαστήματα εμπιστοσύνης



Σχήμα 5.2. Η επίδραση της περιοχής αλιείας στην πιθανότητα σύλληψης *R. pretiosus* με 95% διαστήματα εμπιστοσύνης. A: Κρητικό Πέλαγος, B: Κυκλάδες, C: Δωδεκάνησα, D: Θάλασσα Λεβαντίνης



Σχήμα 5.3. Η επίδραση του μήνα αλιείας στην πιθανότητα σύλληψης *R. pretiosus* με 95% διαστήματα εμπιστοσύνης

5.3.2 Γενικευμένο Προσθετικό Μοντέλο (GAM) με δεδομένα θετικής παρουσίας

Η ανάλυση των δεδομένων θετικής παρουσίας έγινε με τη χρήση των παρατηρήσεων από τα αλιευτικά ταξίδια όπου εμφανίζονταν μη μηδενικά CPUE για το *R. pretiosus*.

Η ανάλυση διασποράς, έδειξε ότι και οι τρεις μεταβλητές (έτος, περιοχή αλιείας, μήνας) είχαν στατιστικά σημαντική επίδραση (Πιν. 5.2).

Πίνακας 5.2. Ανάλυση διασποράς του GAM που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των θετικών τιμών CPUE. Β.Ε.: Βαθμοί ελευθερίας

Μεταβλητές	Β.Ε.	Εξηγούμενη Απόκλιση (%)	F	p
Έτος	8	5,9	7,209	<0,001
Περιοχή	3	6,1	18,225	<0,001
Μήνας	3,695	2,6	5,04	<0,001

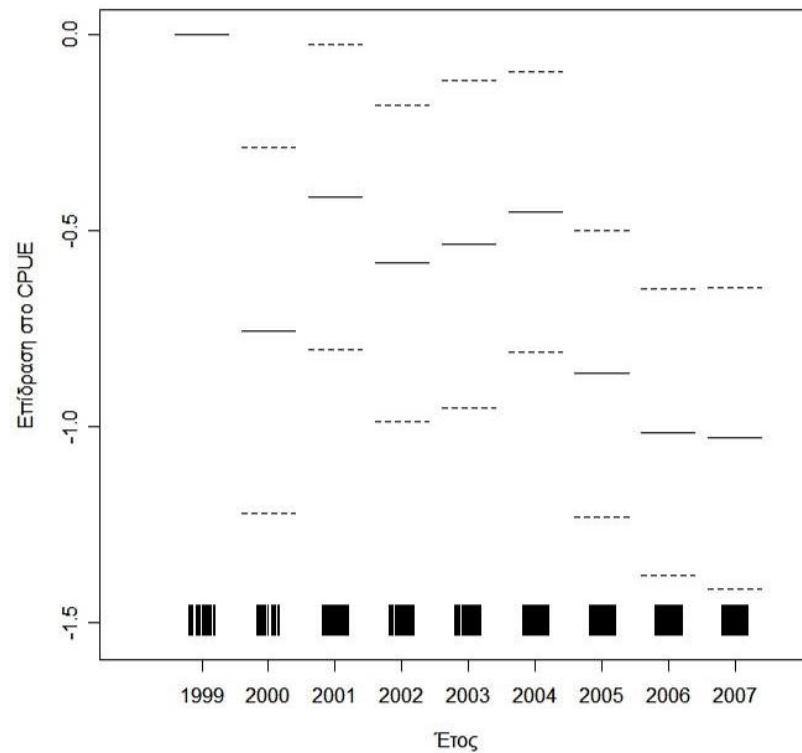
Η επίδραση των διαφόρων επιπέδων κάθε μιας μεταβλητής πρόβλεψης στο μέγεθος του CPUE του *R. pretiosus* απεικονίζεται στα παρακάτω Σχήματα (Σχ. 5.1, 5.2, 5.3). Οι μαύρες μπάρες (rugs) στους οριζόντιους άξονες αντικατοπτρίζουν τον αριθμό των παρατηρήσεων. Η επίδραση κάθε μεταβλητής στο CPUE παρουσιάζονται

σε σχετική κλίμακα στα σχήματα. Η τιμή 0 στον κάθετο άξονα αντιστοιχεί στη μέση τιμή του CPUE που εκτιμήθηκε από το αντίστοιχο μοντέλο. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται ως εξής:

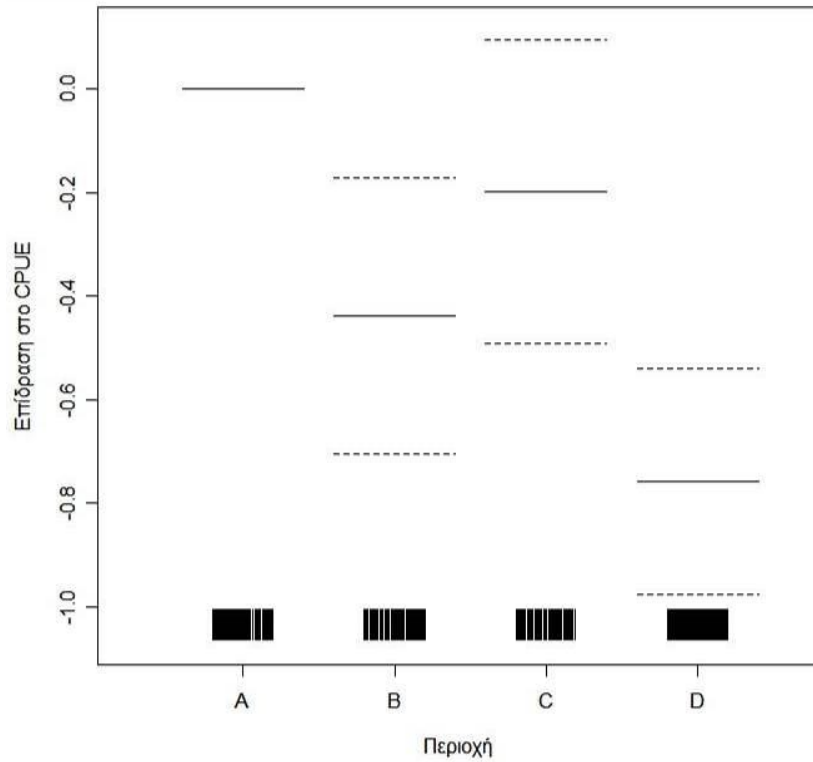
(α) Παρατηρείται μια τάση μείωσης της τιμής CPUE την τελευταία τριετία (Σχ. 5.4).

(β) Στην περιοχή του Κρητικού Πελάγους εμφανίζεται το μεγαλύτερο CPUE ενώ το μικρότερο στη θάλασσα της Λεβαντίνης (Σχ. 5.5).

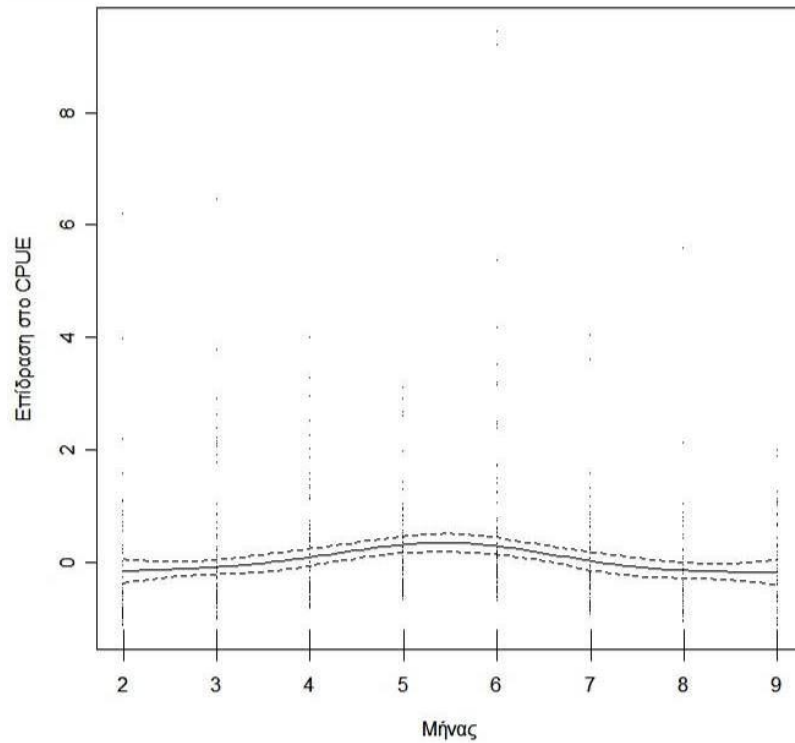
(γ) Το CPUE αυξάνεται απο το Φεβρουάριο προς τον Απρίλιο, παρουσιάζεται αυξημένο κατα το διάστημα Μαΐου – Ιουνίου, και παρουσιάζει πτωτική τάση κατά το διάστημα Ιουλίου – Σεπτεμβρίου (Σχ. 5.6).



Σχήμα 5.4. Η επίδραση του έτους στο μέγεθος του παρατηρούμενου CPUE του *R. pretiosus* (για CPUE > 0) με 95% διαστήματα εμπιστοσύνης



Σχήμα 5.5. Η επίδραση της περιοχής αλιείας στο μέγεθος του παρατηρούμενου CPUE του *R. pretiosus* (για CPUE>0) με 95% διαστήματα εμπιστοσύνης. A: Κρητικό Πέλαγος, B: Κυκλάδες, C: Δωδεκάνησα, D: Θάλασσα Λεβαντίνης



Σχήμα 5.6. Η επίδραση του μήνα αλιείας στο μέγεθος του παρατηρούμενου CPUE του *R. pretiosus* (για CPUE>0) με 95% διαστήματα εμπιστοσύνης

5.3.3 Συνδυασμένη επίδραση στο CPUE

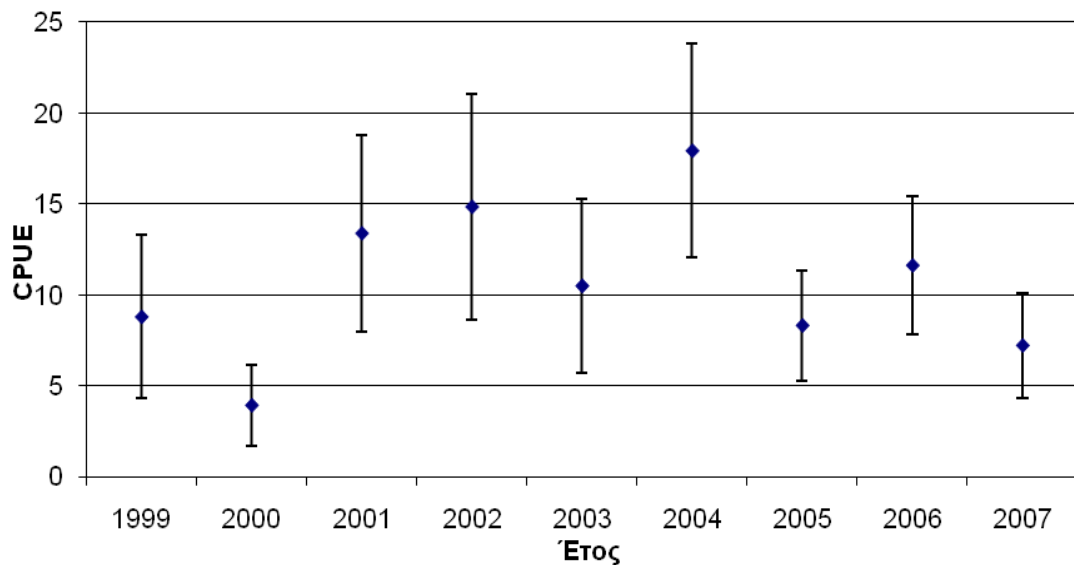
Απο το συνδυασμό των αποτελεσμάτων των δύο προηγούμενων αναλύσεων (5.3.1, 5.3.2), υπολογίστηκε τελικά η τυποποιημένη (standardized) τιμή του αναμενόμενου CPUE για τους διάφορους συνδυασμούς των μεταβλητών πρόβλεψης. Στα παρακάτω Σχήματα (Σχ. 5.7, 5.8, 5.9) παρουσιάζονται οι τυποποιημένες τιμές του CPUE για τα διάφορα επίπεδα των μεταβλητών πρόβλεψης.

Τα αποτελέσματα συνοψίζονται ως εξής:

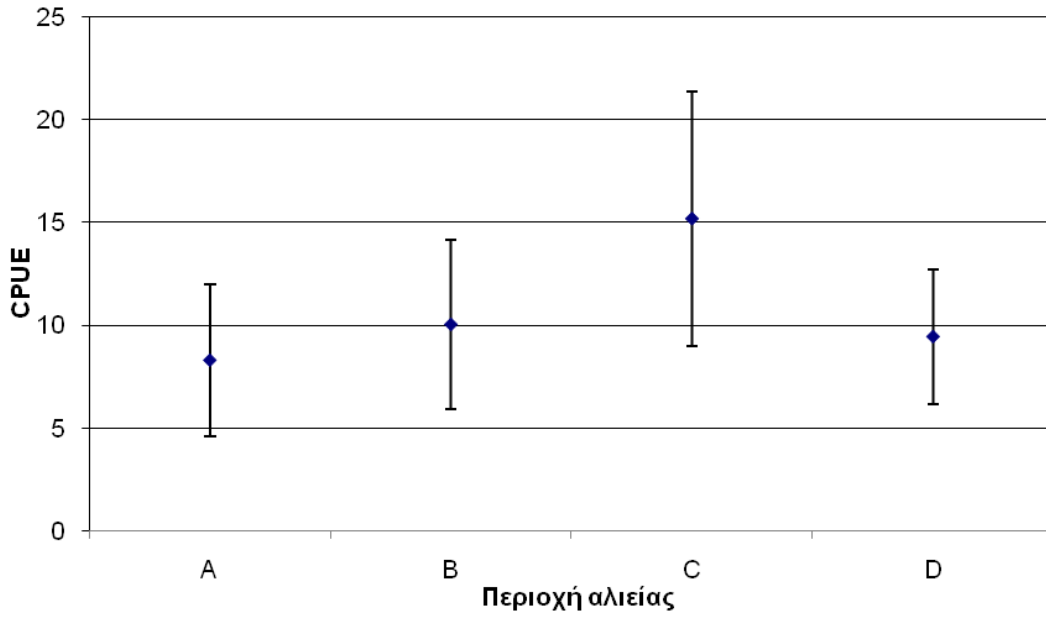
(α) Παρουσιάζονται αυξομειώσεις στην τυποποιημένη τιμή του CPUE τα τελευταία εννέα χρόνια χωρίς να υπάρχει κάποια σαφής τάση αύξησης ή μείωσης με την πάροδο των ετών (Σχ. 5.7).

(β) Η μεγαλύτερη τιμή του τυποποιημένου CPUE εμφανίζεται στην περιοχή των Δωδεκανήσων (Σχ. 5.8).

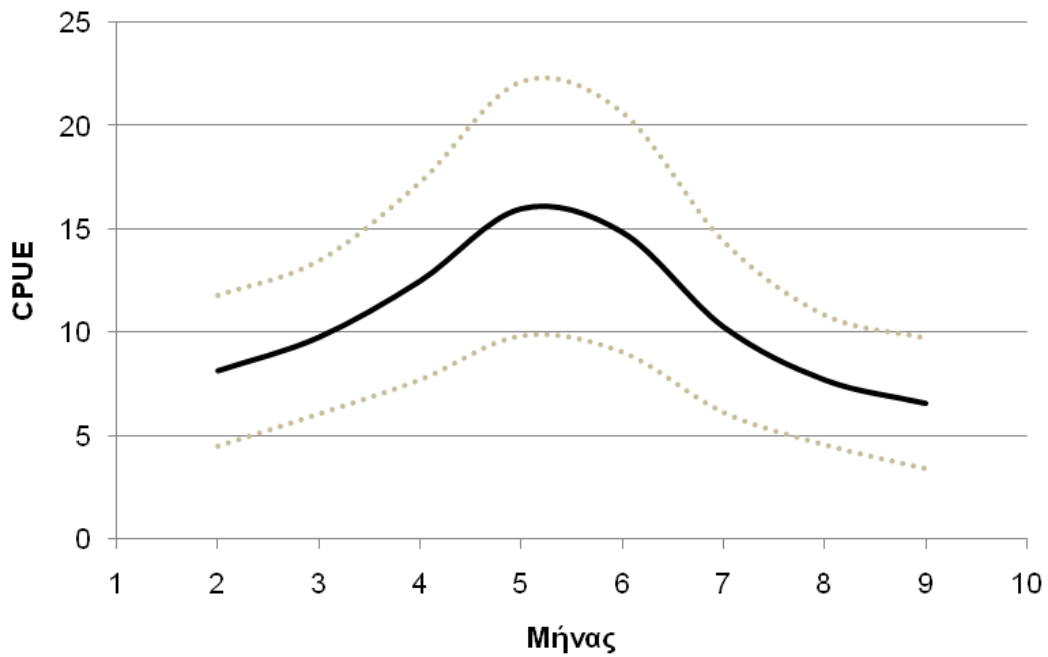
(γ) Το τυποποιημένο CPUE αυξάνεται απο το Φεβρουάριο προς τον Απρίλιο, εμφανίζει κορύφωση κατα το διάστημα Μαΐου – Ιουνίου, και μειώνεται κατά το διάστημα Ιουλίου – Σεπτεμβρίου (Σχ. 5.9).



Σχήμα 5.7. Τυποποιημένη τιμή του CPUE ανά έτος με 95% διαστήματα εμπιστοσύνης



Σχήμα 5.8. Τυποποιημένη τιμή του CPUE σε κάθε περιοχή αλιείας με 95% διαστήματα εμπιστοσύνης. A: Κρητικό Πέλαγος, B: Κυκλάδες, C: Δωδεκάνησα, D: Θάλασσα Λεβαντίνης



Σχήμα 5.9. Τυποποιημένη τιμή του CPUE ανά μήνα με 95% διαστήματα εμπιστοσύνης

5.4 Συζήτηση

Απο τους στατιστικούς ελέγχους που πραγματοποιήθηκαν φάνηκε ότι και οι τρεις μεταβλητές (έτος, περιοχή αλιείας, μήνας αλιείας) έχουν στατιστικά σημαντική επίδραση τόσο στην πιθανότητα σύλληψης ατόμων *Ruvettus pretiosus* (Πιν. 5.1) όσο και στις ποσότητες που συλλαμβάνονται στα αλιευτικά ταξίδια όπου το *R. pretiosus* εμφανίζεται ανάμεσα στα αλιεύματα (Πιν. 5.2). Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει συσχέτιση του προτύπου κατανομής με χωρικές και χρονικές μεταβλητές, κάτι που φανερώνει μετακινήσεις ή/και αλλαγές στην τροφική συμπεριφορά του είδους κατά τη διάρκεια του έτους.

Όσον αφορά στην επίδραση της μεταβλητής «έτος» παρατηρούνται ετήσιες διακυμάνσεις στην πιθανότητα σύλληψης ατόμων *R. pretiosus* χωρίς να διακρίνεται κάποια σαφής τάση αύξησης ή μείωσης (Σχ. 5.1). Αντίθετα στην ανάλυση που αφορά στα αλιευτικά ταξίδια με θετικό CPUE παρατηρείται μια τάση μείωσης της τιμής του την τελευταία τριετία (Σχ. 5.4). Αυτό σημαίνει ότι το CPUE στα ταξίδια που παρατηρείται αλιεία ατόμων *R. pretiosus* φαίνεται να μειώνεται τα τελευταία τρία χρόνια. Δηλαδή η κατανομή του είδους παρουσιάζεται λιγότερο συγκεντρωτική. Το γεγονός αυτό φαίνεται να αμβλύνεται από τις προαναφερθείσες αυξομειώσεις στην πιθανότητα παρουσίας στα αλιεύματα, με αποτέλεσμα το τυποποιημένο CPUE να μην παρουσιάζει κάποια σαφή αυξητική ή μειωτική τάση στο πέρασμα των χρόνων (Σχ. 5.7). Αυτές οι παρατηρήσεις δείχνουν ότι το απόθεμα του *R. pretiosus* στην ανατολική Μεσόγειο τα τελευταία εννέα χρόνια παρουσιάζει σε γενικές γραμμές μια σταθερότητα.

Η περιοχή αλιείας φαίνεται να επηρεάζει τόσο την παρουσία *R. pretiosus* όσο και το CPUE στα ταξίδια όπου το είδος αλιεύεται. Στην περιοχή του Κρητικού Πελάγους εμφανίζεται η μικρότερη πιθανότητα αλίευσης ατόμων του είδους (Σχ. 5.2) αλλά ταυτόχρονα το μεγαλύτερο CPUE στα αλιευτικά ταξίδια όπου το είδος παρουσιάζεται ως αλιεύμα (Σχ. 5.5). Αυτό δείχνει την ύπαρξη μεγαλύτερης πιθανότητας για αλιεία πολλών κιλών *R. pretiosus* σε ένα αλιευτικό ταξίδι με $CPUE > 0$ στο Κρητικό, κάτι που μπορεί να συνδέεται με μια τάση συγκέντρωσης των ατόμων του είδους σε συγκεκριμένες περιοχές του Κρητικού (συγκεντρωτική κατανομή). Η ακριβώς αντίθετη τάση εμφανίζεται στη θάλασσα της Λεβαντίνης, ενώ ενδιάμεσες είναι οι τάσεις στις Κυκλάδες και στα Δωδεκάνησα (Σχ. 5.2, 5.5). Αυτό σημαίνει ότι στη θάλασσα της Λεβαντίνης παρουσιάζεται μεγαλύτερη πιθανότητα αλιείας ατόμων *R. pretiosus*, τα οποία όμως εμφανίζουν μια σχετικά τυχαία κατανομή. Συνδυάζοντας τα μοντέλα, οι μεγαλύτερες τιμές τυποποιημένου CPUE εμφανίζονται στην περιοχή των Δωδεκανήσων (Σχ. 5.8).

Οι διαφορές στην κατανομή των ατόμων του είδους στις περιοχές αλιείας που εξετάστηκαν πιθανότατα συνδέεται με τα διαφορετικά ωκεανογραφικά

χαρακτηριστικά των περιοχών αυτών. Το *R. pretiosus* είναι γενικά ένα θερμόφιλο είδος (Bettoso & Dulcic 1999) που παράλληλα η αφθονία του στη διάρκεια της ημέρας είναι μεγαλύτερη σε βάθη μικρότερα από 1000m, συνήθως 200-600m (Nakamura & Parin 1993, Pakhorukon & Boltachev 2001, Δαμαλάς & Μεγαλοφώνου 2008). Αυτό σημαίνει ότι είναι λογική η εύρεση μεγαλύτερης αφθονίας του είδους στα νερά των Δωδεκανήσων που συνδυάζουν θερμά νερά και μικρά βάθη σε σχέση με τα πολύ βαθιά νερά του Κρητικού και της Λεβαντίνης και τα λιγότερο θερμά νερά των Κυκλάδων (Marullo et al. 1999). Επιπροσθέτως, η πιο συγκεντρωτική κατανομή που εμφανίζεται στο Κρητικό, πιθανώς συνδέεται με την παρουσία ατόμων κυρίως κοντά σε περιοχές με μικρά βάθη (200-600m) που απαντώνται μόνο στα όρια της πλατιάς και βαθιάς θαλάσσιας περιοχής του Κρητικού.

Η παρουσία του *R. pretiosus* στην επιπελαγική ζώνη παρουσιάζει επίσης μια σαφή εποχιακή τάση. Τόσο η πιθανότητα σύλληψης όσο και η αφθονία του σε ταξίδια με θετικό CPUE αυξάνεται από το Φεβρουάριο προς τον Απρίλιο, παρουσιάζεται αυξημένη κατά το διάστημα Απριλίου – Ιουνίου, με κορύφωση τον Μάιο για να παρουσιάσει πτωτική τάση κατά το διάστημα Ιουλίου – Σεπτεμβρίου (Σχ. 5.3, 5.6). Η ίδια τάση παρατηρείται και στο τυποποιημένο CPUE (Σχ. 5.9).

Η αυξημένη παρουσία του *R. pretiosus* στα αλιεύματα των επιπελαγικών παραγαδιών κατά τα τέλη Άνοιξης – αρχές Καλοκαιριού αποτελεί μια ένδειξη αυξημένης παρουσίας των ατόμων του είδους στην επιπελαγική ζώνη. Πιθανόν αυτό να οφείλεται σε αύξηση του αριθμού των ατόμων που εκτελούν νυχτερινές κατακόρυφες τροφικές μετακινήσεις (βλ. Κεφ. 3) ή/και αύξηση του ρυθμού κατανάλωσης τροφής. Το διάστημα αυτό, όπως αναλύθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο (Κεφ. 4) συμπίπτει με την περίοδο της λεκιθογένεσης στα θηλυκά άτομα και της σπερμιόγένεσης στα αρσενικά. Είναι λοιπόν πιθανόν οι τροφικές ανάγκες των ατόμων του είδους να είναι πιο αυξημένες κατά την περίοδο αυτή, ειδικά για τα θηλυκά άτομα που χρειάζεται να διαθέσουν αυξημένους πόρους στην ωογένεση (Izquierdo et al. 2001). Άλλωστε, η αύξηση της θερμοκρασίας και της παραγωγικότητας στα επιπελαγικά στρώματα κατά τους εαρινούς και θερινούς μήνες αυξάνει και την αφθονία επιπελαγικής λείας όπως μικρά πελαγικά ψάρια (Lloret et al. 2000), λεία που προτιμά το *R. pretiosus* κατά τις κατακόρυφες μεταναστεύσεις (Pakhorukon & Boltachev 2001). Φαίνεται λοιπόν ότι η αυξημένη παρουσία του *R. pretiosus* στην επιπελαγική ζώνη κατά το διάστημα Απριλίου - Ιουνίου σχετίζεται με τροφικούς και αναπαραγωγικούς παράγοντες.

Η μείωση που παρατηρείται στην πιθανότητα σύλληψης, αλλά και στην αφθονία του είδους κατά τους τελευταίους μήνες του Καλοκαιριού και τον Σεπτέμβριο (Σχ. 5.3, 5.6, 5.9), συνδέεται μάλλον με αναπαραγωγικούς παράγοντες. Όπως φάνηκε στο Κεφάλαιο 4 η αναπαραγωγική περίοδος του είδους πιθανότατα είναι το διάστημα Ιουλίου – Αυγούστου. Όπως αναλύθηκε στο ίδιο Κεφάλαιο, η

αναπαραγωγή είναι πολύ πιθανόν να συμβαίνει στο βένθος όπως σε άλλα Gempylidae με παρόμοια οικολογία (Lorenzo & Rajuelo 1999, Griffiths 2002). Αυτό σημαίνει ότι την περίοδο της αναπαραγωγής τα άτομα *R. pretiosus* ενδεχομένως να προτιμούν να μένουν περισσότερο στη βενθοπελαγική ζώνη για να αναπαραχθούν, μειώνοντας τις ενεργοβόρες μετακινήσεις τους στην επιπελαγική ζώνη. Άλλωστε, απουσία ατόμων στο τελικό στάδιο αναπαραγωγικής ωρίμανσης ανάμεσα στα αλιεύματα εργαλείων που ψαρεύουν στην επιπελαγική ζώνη, έχει παρατηρηθεί και στο είδος *Thyrssites atun* της ίδιας οικογένειας (Gempylidae) (Griffiths 2002). Ο Griffiths (2002) αποδίδει το γεγονός αυτό επίσης στη μετακίνηση και παραμονή των ώριμων αναπαραγωγικά ατόμων σε βαθύτερα νερά. Παράλληλα, σημειώνεται ότι ο Griffiths (2002) παρατήρησε στο *Thyrssites atun*, και ιδιαίτερα στα θηλυκά άτομα, ραγδαία μείωση των αποθεμάτων μεσεντερικού λίπους κατά την κορύφωση της αναπαραγωγικής περιόδου, κάτι που πιθανόν οφείλεται στη μειωμένη διατροφή κατά την περίοδο αυτή (Σωμαράκης προσωπική επικοινωνία). Οπότε, ο περιορισμός της διατροφής των θηλυκών ατόμων *R. pretiosus* κατά την περίοδο της αναπαραγωγής μπορεί να είναι και αυτός ένας δυνητικός παράγοντας που να προκαλεί μείωση της παρουσίας του είδους στα επιπελαγικά παραγάδια κατά το τέλος του Καλοκαιριού.

Δύο ακόμη μελέτες έχουν γίνει για την κατανομή του *R. pretiosus* στην ανατολική Μεσόγειο σε συνάρτηση με χωρικές και χρονικές μεταβλητές. Η πρώτη αφορούσε σύνολο δεδομένων παρουσίας/απουσίας τεσσάρων ετών με άτομα προερχόμενα από τις ίδιες περιοχές (Tserpes et al. 2006). Η προαναφερθείσα εργασία συμφωνεί με την παρούσα στην παρατήρηση ετήσιων αυξομειώσεων της πιθανότητας σύλληψης ατόμων του είδους, και στην εξακρίβωση του διαστήματος Μαΐου – Ιουνίου ως περίοδο κορύφωσης της πιθανότητας αλίευσης ατόμων του είδους. Από την άλλη εμφανίζει την περιοχή των Δωδεκανήσων ως αυτή που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη πιθανότητα αλίευσης *R. pretiosus*, περιοχή που στην παρούσα εργασία εμφανίζεται δεύτερη πίσω από τη θάλασσα της Λεβαντίνης.

Η δεύτερη μελέτη βασίστηκε σε αλιευτικά δεδομένα της περιόδου 1998-2005 κυρίως από το Λιβυκό Πέλαγος και το δυτικό Κρητικό και αναφέρει αύξηση της πιθανότητας σύλληψης και της σχετικής αφθονίας των ατόμων του είδους με την πάροδο των ετών (Δαμαλάς & Μεγαλοφώνου 2008). Επιπροσθέτως, το εκτιμώμενο πρότυπο μηνιαίων διακυμάνσεων αφθονίας είναι διαφορετικό από αυτό της παρούσας εργασίας. Πιθανόν οι διαφορές οφείλονται στο γεγονός ότι η εργασία των Δαμαλάς & Μεγαλοφώνου (2008) περιλαμβάνει περιορισμένο αριθμό παρατηρήσεων από περιοχές έντονης αλιευτικής δραστηριότητας, όπως το ΝΑ Αιγαίο και η Λεβαντίνη. Αντίθετα τα δεδομένα της παρούσας εργασίας καλύπτουν αντιπροσωπευτικά όλες τις περιοχές που δραστηριοποιείται ο ελληνικός στόλος αλιείας ξιφία.

Για την ολοκληρωμένη περιγραφή της κατανομής του *R. pretiosus* σε συνάρτηση με χωροχρονικές μεταβλητές αλλά και βιολογικές παραμέτρους είναι

απαραίτητη εκτενέστερη έρευνα. Η παρακολούθηση ευρύτερων περιοχών της ανατολικής Μεσογείου θα μπορούσε να αποκαλύψει τυχόν οριζόντιες μετακινήσεις – μεταναστεύσεις των ατόμων του είδους, και να δώσει πληρестeres πληροφορίες για τους οικότοπους που προτιμά. Ο συνδυασμος δε στοιχείων τόσο απο επιπελαγικά όσο και απο βενθικά παραγάδια θα μπορούσε να δώσει μια ολοκληρωμένη εικόνα της κατανομής σε ολόκληρη τη στήλη του νερού, αλλά και να αποσαφηνίσει το πρότυπο των κατακόρυφων μεταναστεύσεων.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα εργασία είχε σαν στόχο τη μελέτη των βιολογικών παραμέτρων και της κατανομής του *Ruvettus pretiosus* στην ανατολική Μεσόγειο. Για πρώτη φορά εξήχθησαν με σαφή πειραματική διαδικασία βασικές πληροφορίες που αφορούν σε παραμέτρους όπως η αύξηση, η διατροφή και η αναπαραγωγή του είδους, ενώ περιγράφηκε και η κατανομή του σε συνάρτηση με χωροχρονικές μεταβλητές. Τα συμπεράσματα κάθε Κεφαλαίου συνοψίζονται ως εξής:

Αύξηση

- Οι ωτόλιθοι των ατόμων του είδους παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλομορφία, εν τούτοις εμφανίζουν ετήσιους δακτυλίους ανάπτυξης και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της ηλικίας.
- Η πλειοψηφία των ατόμων που αλιεύονται με βενθικό και επιπελαγικό παραγάδι στην ανατολική Μεσόγειο, ξεπερνούν σε μήκος το 1,5m και σε ηλικία τα επτά έτη.
- Τα θηλυκά άτομα φαίνεται ότι μεγαλώνουν γρηγορότερα και φτάνουν σε μεγαλύτερα μεγέθη από τα αρσενικά.
- Οι παράμετροι της εξίσωσης αύξησης von Bertalanffy για τα θηλυκά άτομα του είδους όπως υπολογίζονται από τον ανάδρομο υπολογισμό μηκών είναι: $L_{\infty}=162,14\text{cm}$, $K=0,273\text{y}^{-1}$, $t_0=-1,60\text{y}$.

Διατροφή

- Το είδος είναι κατά κύριο λόγο ιχθυοφάγο, ενώ τρέφεται και με κεφαλόποδα.
- Τα άτομα που αλιεύονται στην επιπελαγική ζώνη έχουν συχνότερα άδεια στομάχια από αυτά στη βενθοπελαγική. Τα δεύτερα παρουσιάζουν μεγαλύτερο ποσοστό γεμάτων στομαχιών, κυρίως με βενθοπελαγικές λείες.
- Πιθανόν τα άτομα τείνουν να εκτελούν κατακόρυφες μεταναστεύσεις κυρίως όταν εξαντλούν τις πιθανότητες να βρουν τροφή στη βενθοπελαγική ζώνη.

Αναπαραγωγή

- * Η ιστολογική ανάλυση απέδειξε ότι το είδος είναι γονοχωριστικό.
- * Φαίνεται να υπάρχει διαίρεση της κατανομής αρσενικών και θηλυκών ατόμων ανάλογα με το βάθος, με τα θηλυκά να υπερτερούν αριθμητικά σε βάθη 250-450m.

- * Τα ωκύτταρα χαρακτηρίζονται από έντονη παρουσία λιπιδίων ήδη από τα πρώιμα στάδια ανάπτυξης.
- * Στο διάστημα Οκτωβρίου-Φεβρουαρίου τα ωκύτταρα βρίσκονται σε διάπαυση (resting stage), τον Απρίλιο ξεκινά η λεκιθογένεση που κορυφώνεται τον Ιούνιο, ενώ η αναπαραγωγική περίοδος φαίνεται πως είναι κατά το διάστημα Ιουλίου – Αυγούστου.
- * Το είδος γεννά πελαγικά αυγά, τα οποία αναμένεται να είναι πολύ μικρά σε μέγεθος (<1mm).
- * Τα αρσενικά άτομα εμφανίζονται σε φάση σπερμιογένεσης ήδη από τα τέλη Φεβρουαρίου.

Κατανομή

- Η πιθανότητα σύλληψης ατόμων *R. pretiosus* στα επιπελαγικά παραγάδια της ανατολικής Μεσογείου παρουσιάζει αυξομειώσεις από χρόνο σε χρόνο· είναι μεγαλύτερη στην περιοχή της Λεβαντίνης και ελάχιστη στην περιοχή του Κρητικού· μεγιστοποιείται κατά τους μήνες Απρίλιο – Ιούνιο για να ελαχιστοποιηθεί κατά τους μήνες Αύγουστο – Σεπτέμβριο.
- Ο δείκτης αφθονίας στα ταξίδια που καταγράφεται το είδος ανάμεσα στα αλιεύματα· παρουσιάζει μέγιστο στην περιοχή του Κρητικού και ελάχιστο στην περιοχή της Λεβαντίνης· μεγιστοποιείται κατά τους μήνες Μάιο – Ιούνιο και ελαχιστοποιείται κατά τους μήνες Φεβρουάριο και Σεπτέμβριο.
- Στο Κρητικό Πέλαγος υπάρχουν ενδείξεις συγκεντρωτικής κατανομής, ενώ η πιο τυχαία κατανομή απαντάται στη θάλασσα της Λεβαντίνης
- Η μεγαλύτερη τυποποιημένη (standardized) κατά βάρος αφθονία εμφανίζεται στην περιοχή των Δωδεκανήσων και κατά τους μήνες Μάιο – Ιούνιο.
- Το πρότυπο κατανομής μπορεί να εξηγηθεί με βάση διατροφικές και αναπαραγωγικές ανάγκες του είδους.

Τα άτομα του είδους που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα προέρχονταν από εμπορική αλιεία με άλλα είδη – στόχους. Η εκπόνηση συστηματικών και στοχευμένων στο *R. pretiosus* δειγματοληψιών που θα εκτελούνταν σε ένα μεγαλύτερο βάθος χρόνου, και σε ολόκληρη τη στήλη του νερού, θα μπορούσε να αποσαφηνίσει με πιο ολοκληρωμένο τρόπο τα βιολογικά χαρακτηριστικά και την κατανομή του είδους στην ανατολική Μεσόγειο.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ηλεκτρονική

Froese, R., Pauly, D. (Editors) (2008). *Ruvettus pretiosus*. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (06/2008).

<http://free.imd.it/colapesce/pescitalia/pisces/Perciformi/Gempilidi/Ruvetto.htm>

http://www.ecvn.com/ROOT/offerUpload/home/haivuong01/images/1c27d783ac_tunavu.jpg

<http://www.fao.org/fishery/statistics>

http://www.tbnsa.gov.tw/attachment_file/00000469/c_05_3.jpg

http://www.tradenote.net/images/users/000/306/285/products_images/317721.jpg

Έντυπη

Abascal, F. J., Medina, A. (2005). Ultrastructure of oogenesis in the bluefin tuna, *Thunnus thynnus*. *Journal of Morphology*, 264 (2): 149-160

Berman, P., Harley, E.H., Spark, A.A. (1981). Keriorrhoea—the passage of oil per rectum—after ingestion of marine wax esters. *South African Medicine Journal*, 23;59 (22): 791-2

Bertalanffy von L., (1938). A quantitative theory of organic growth. II. Inquires on growth laws. *Human Biology*, 10: 181-213

Best, P.B. (1999). Food and feeding of sperm whales *Physeter macrocephalus* off the West Coast of South Africa. *South African Journal of Marine Science*, 21: 393-413

Bettoso, N., Dulčić, J. (1999). First record of the oilfish *Ruvettus pretiosus* (Pisces: Gempylidae) in the northern Adriatic Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 79 (6): 1145-1146

Bone, Q. (1972). Buoyancy and hydrodynamic functions of integument in the castor oil fish, *Ruvettus pretiosus* (Pisces: Gempylidae). *Copeia*, 1972 (1): 78-87

Bromhead, D., Wise, B. (2005). Byproduct: catch, economics and co-occurrence in the Australia's Eastern Tuna and Billfish longline fishery. *1st Meeting of the*

Scientific Committee of the Western and Central Pacific Fisheries Commission WCPFC–SC1

- Cailliet, G.M., Andrews, A.H., Burton, E.J., Watters, D.L., Kline, D.E., Ferry-Graham, L.A. (2001). Age determination and validation studies of marine fishes: Do deep-dwellers live longer? *Experimental Gerontology*, 36 (4-6): 739-764
- Castro J., de la Serna, J.M., Macías, D., Mejuto, J. (2000). Estimaciones científicas de los desembarcos de especies asociadas realizados por la flota española de palangre de superficie en 1997 y 1998. *Collective Volume Of Scientific Papers ICCAT*, 51 (6): 1882-1893. [In Spanish]
- Chancollon, O., Pusineri, C., Ridoux, V. (2006). Food and feeding ecology of Northeast Atlantic swordfish (*Xiphias gladius*) off the Bay of Biscay. *ICES Journal of Marine Science*, 63 (6): 1075-1085
- Chocca, J.F., Marín, Y.H., Barea, L.C. (2000). PARTE 1. Evolucion del palangre pelagic en la pesqueria de pez espada y atunes en la flota uruguaya. In: Arena, G., Rey, M., Captura de grandes peces pelagicos (pez espada y atunes) en el Atlantico sudoccidental, y su interaccion con otras poblaciones. *Proyecto URU/92/003*, Montevideo [In Spanish]
- Corriero, A., Desantis, S., Bridges, C.R., Kime, D.E., Megalofonou, P., Santamaria, N., Cirillo, F., Ventriglia, G., Di Summa, A., Deflorio, M., Campobasso, F., De Metrio, G. (2007). Germ cell proliferation and apoptosis during different phases of swordfish (*Xiphias gladius* L.) spermatogenetic cycle. *Journal of Fish Biology*, 70 (1): 83-99.
- Corriero, A., Desantis, S., Deflorio, M., Acone, F., Bridges, C.R., De La Serna, J.M., Megalofonou, P., De Metrio, G. (2003). Histological investigation on the ovarian cycle of the bluefin tuna in the western and central Mediterranean. *Journal of Fish Biology*, 63 (1): 108-119.
- Cortez, T., Castro, B.G., Guerra, A. (1995). Feeding dynamics of *Octopus mimus* (Mollusca: Cephalopoda) in northern Chile waters. *Marine Biology*, 123 (3): 497-503
- Cox Jr., W.M., Reid, E.E. (1932). The chemical composition of oil of *Ruvettus pretiosus*, the "castor oil fish". *Journal of the American Chemical Society*, 54 (1): 220-229
- Day, T., Taylor, P.D. (1997). Von Bertalanffy's growth equation should not be used to model age and size at maturity. *American Naturalist*, 149 (2): 381-393
- Devlin, R. H., Nagahama, Y. (2002). Sex determination and sex differentiation in fish: An overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Aquaculture*, 208 (3-4): 191-364

- Elbaraasi, H., Elmariami, M., Elmeghrabi, M., Omar, S. (2007). First record of oilfish, *Ruvettus pretiosus* (Actinopterygii, Gempylidae), off the coast of Benghazi, Libya (southern Mediterranean). *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 37 (1): 67-69
- Erzini, K., Gonçalves, J.M. S., Bentes, L., Lino, P.G., Ribeiro, J. (2001). The hake deepwater semi-pelagic ("pedra-bola") longline fishery in the Algarve (southern Portugal). *Fisheries Research*, 51 (2-3): 327-336
- Forberg, K. (1982). A histological study of development of oocytes in capelin (*Mallotus villosus villosus* (M)). *Journal of Fish Biology*, 20: 143-154
- Francis, M.P., Griggs, L.B., Baud, S.J. (2004). Fish bycatch in New Zealand tuna longline fisheries, 1998-99 to 1999-2000. *New Zealand Fisheries Assessment Report 2004/22* 62 p.
- Francis, R. I. C. C. (1990). Back-calculation of fish length: A critical review. *Journal of Fish Biology*, 36 (6): 883-902
- Grau, A., Crespo, S., Riera, F., Pou, S., Carmen Sarasquete, M. (1996). Oogenesis in the amberjack *Seriola dumerili* (Risso, 1810). An histological, histochemical and ultrastructural study of oocyte development. *Scientia Marina*, 60 (2-3): 391-406
- Gregory, J. (2002). Outbreaks of diarrhoea associated with butterfish in Victoria. *Communicable diseases intelligence*, 26 (3): 439-440
- Griffiths, M.H. (2002). Life history of south african snoek, *Thyrsites atun* (Pisces: Gempylidae): A pelagic predator of the benguela ecosystem. *Fishery Bulletin*, 100 (4): 690-710
- Gudger, E.W. (1928). The distribution of *Ruvettus*, the oil fish, throughout the South Seas, as shown by the distribution of the peculiar wooden hook used in its capture. *The American Naturalist*, 62 (682): 467-477
- Gudger, E.W., Mowbray, L.L. (1927). The oilfish, *Ruvettus pretiosus*, at Bermuda. *Science*, 65 (1675): 145-146
- Hastie, T.J., Tibshirani, R.J. (1990). Generalized Additive Models. Chapman and Hall, London: 335 p.
- Hernandez-Garcia, V. (1995). The diet of the swordfish *Xiphias gladius* Linnaeus, 1758, in the central east Atlantic, with emphasis on the role of cephalopods. *Fishery Bulletin*, 93 (2): 403-411
- Hickman, C.P., Roberts, L.S., Larsson, A. (2001). Ζωολογία-Ολοκληρωμένες Αρχές, Β' Τόμος. Εκδόσεις Ιων, Αθήνα. σελ. 67-70
- Hyslop, E.J. (1980). Stomach contents analysis - a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17 (4): 411-429

- Izquierdo, M.S., Fernández-Palacios, H., Tacon, A.G.J. (2001). Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture*, 197 (1-4): 25-42
- Jennings, S., Kaiser, M.J., Reynolds, J.D. (2001). *Marine Fisheries Ecology*. Blackwell Science Inc, USA pp. 55-69
- Júnior, T.V., Maria Vooren, C., Paula Lessa, R. (2004). Feeding habits of four species of Istiophoridae (Pisces: Perciformes) from northeastern Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 70 (3): 293-304
- Kamler E (2005) Parent-egg-progeny relationships in teleost fishes: an energetics perspective. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 15: 399–421
- Karl, H., Rehbein, H. (2004). Butterfish on the German market [Buttermakrelen auf dem deutschen Markt] *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 100 (5): 176-184 [in German]
- Kolm, N., Ahnesjö, I. (2005). Do egg size and parental care coevolve in fishes? *Journal of Fish Biology*, 66 (6): 1499-1515
- Koslow, J.A., Boehlert, G.W., Gordon, J.D.M., Haedrich, R.L., Lorange, P., Parin, N. (2000). Continental slope and deep-sea fisheries: implications for a fragile ecosystem. *ICES Journal of Marine Science*, 57 (3): 548-557
- Lawson, T. (2001). Observed data held by the oceanic fisheries programme covering tuna fisheries bycatches in the western and central Pacific Ocean. Working paper. 14th Meeting of the Standing Committee on Tuna and Billfish SWG–9
- Leask, A., Yankos, P., Ferson, M.J. (2004). Fish, so foul! Foodborne illness caused by combined fish histamine and wax ester poisoning. *Communicable diseases intelligence* 28 (1): 83-85
- Lloret, J., Lleonart, J., Solé, I. (2000). Time series modelling of landings in northwest Mediterranean Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 57(1): 171-184
- Lorenzo, J. M., Pajuelo, J. G. (1995). Biological parameters of the roudi escolar *Promethichthys prometheus* (pisces: Gempylidae) off the Canary islands. *Fisheries Research*, 24 (1): 65-71
- Lorenzo, J. M., Pajuelo, J. G. (1999). Biology of a deep benthopelagic fish, roudi escolar *Promethichthys prometheus* (Gempylidae), off the Canary islands. *Fishery Bulletin*, 97 (1): 92-99
- Marín, Y.H., Brum, F., Barea, L.C., Chocca, J.F. (2000). PARTE 3. Captura incidental y su aprovechamiento en la pesquería de pez espada con palangre pelagico en el Atlantico sudoccidental. In: Arena, G., Rey, M., Captura de grandes peces pelagicos (pez espada y atunes) en el Atlantico sudoccidental, y su interaccion con otras poblaciones. *Proyecto URU/92/003*, Montevideo [In Spanish]

- Marshall, N.B. (1953). Egg size in arctic, antarctic and deep-sea fishes. *Evolution*, 7: 328-341
- Martins, A. S., Haimovici, M. (2000). Reproduction of the cutlassfish *Trichiurus lepturus* in the southern Brazil subtropical convergence ecosystem. *Scientia Marina*, 64 (1): 97-105
- Marullo, S., Santoleri, R., Malanotte-Rizzoli, P., Bergamasco, A. (1999). The sea surface temperature field in the eastern Mediterranean from advanced very high resolution radiometer (AVHRR) data: Part I. seasonal variability. *Journal of Marine Systems*, 20 (1-4): 63-81
- Mayer, I., Shackley, S.E., Ryland, J.S. (1988). Aspects of the reproductive biology of the bass, *Dicentrarchus labrax* L. I. An histological and histochemical study of oocyte development. *Journal of Fish Biology*, 33 (4): 609-622
- Mehl, J.A.P. (1969). Food of barracouta (Teleostei: Gempylidae) in eastern Cook Strait. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 3: 389-394.
- Mejuto J., García-Cortés, B., de la Serna J.M. (2002). Preliminary scientific estimations of by-catches landed by the Spanish surface longline fleet in 1999 in the Atlantic Ocean and Mediterranean Sea. *Collective Volume Of Scientific Papers ICCAT*, 54 (4): 1150-1163
- Mejuto, J., García-Cortés, B., de la Serna, J.M., Ramos-Cartelle, A. (2006). Scientific estimations of by-catch landed by the Spanish surface longline fleet targeting swordfish (*Xiphias gladius*) in the Atlantic Ocean: 2000-2004 period. *Collective Volume Of Scientific Papers ICCAT* 59 (3): 1014-1024.
- Micale, V., Maricchiolo, G., Genovese, L. (1999). The reproductive biology of the amberjack, *Seriola dumerili* (Risso 1810). I. Oocyte development in captivity. *Aquaculture Research*, 30 (5): 349-355
- Mommsen, T.P. (2001). Paradigms of growth in fish. *Comparative Biochemistry and Physiology - B Biochemistry and Molecular Biology*, 129 (2-3): 207-219
- Murray, T., Griggs, L., Wallis, P. (2002). New Zealand Domestic Tuna Fisheries, 1990 – 2001. *15th Meeting of the Standing Comitee on Tuna and Billfish NFR-13*.
- Murua, H., Saborido-Rey, F. (2003). Female reproductive strategies of marine fish species of the north Atlantic. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 33: 23-31
- Nakamura, I. (1984). Gempylidae. In: Fischer, W., Bianchi, G. (Eds.), *FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Indian Ocean fishing area 51. Vol. II*.

- Nakamura, I., Parin, N.V. (1993). FAO species catalogue. Vol. 15. Snake mackerels and cutlassfishes of the world (families Gempylidae and Trichiuridae). *FAO Fisheries Synopsis*, 125 (15): 136 p.
- Nevenzel, J.C. (1970). Occurrence, function and biosynthesis of wax esters in marine organisms. *Lipids*, 5 (3): 308-319
- Nevenzel, J.C., Rodegker, W., Mead, J.F. (1965). The lipids of *Ruvettus pretiosus* muscle and liver. *Biochemistry*, 4 (8): 1589-1594
- Nichols, P.D., Mooney, B.D., Elliott, N.G. (2001). Unusually high levels of non-saponifiable lipids in the fishes escolar and rudderfish: Identification by gas and thin-layer chromatography. *Journal of Chromatography A*, 936 (1-2): 183-191.
- Nóbrega, R.H., Batlouni, S.R., França, L.R. (2008). An overview of functional and stereological evaluation of spermatogenesis and germ cell transplantation in fish. *Fish Physiology and Biochemistry*, , 1-10.
- Pajuelo, J.G., Lorenzo, J.M., Domínguez-Seoane, R. (2003). Age estimation and growth of the zebra seabream *Diplodus cervinus cervinus* (lowe, 1838) on the Canary islands shelf (central-east Atlantic). *Fisheries Research*, 62 (1): 97-103
- Pakhorukov, N.P., Boltachev A.R. (2001). On the distribution and behavior of the oilfish *Ruvettus pretiosus* (Gempylidae) over seamounts. *Journal of Ichthyology*, 41 (9): 755-760
- Parinella, G. (1980). Chapter 15. Growth patterns in fish saggitae. In: Rhoads, D.C., Lutz, R.A. Skeletal growth of aquatic organisms. Plenum Press, USA. pp. 519-556
- Peristeraki, N., Kypraios, N., Lazarakis, G., Tserpes, G. (2007). By catches and discards of the greek swordfish fisheries. *Collective Volume Of Scientific Papers ICCAT*, 106
- Phleger, C.F. (1998). Buoyancy in marine fishes: Direct and indirect role of lipids. *American Zoologist*, 38 (2): 321-330
- Pieiro, C.G., Casas, M., Baón, R. (2001). The deep-water fisheries exploited by spanish fleets in the northeast Atlantic: A review of the current status. *Fisheries Research*, 51 (2-3): 311-320
- Potier, M., Marsac, F., Cherel, Y., Lucas, V., Sabatié, R., Maury, O., Ménard, F. (2007). Forage fauna in the diet of three large pelagic fishes (lancetfish, swordfish and yellowfin tuna) in the western equatorial Indian Ocean. *Fisheries Research*, 83 (1): 60-72

- Rijnsdorp A.D. (1989). Maturation of male and female North Sea plaice (*Pleuronectes platessa* L.). *Journal du Conseil - Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 46: 35-51
- Romanov, E.V. (2002). Bycatch in the tuna purse-seine fisheries of the western Indian ocean. *Fishery Bulletin*, 100 (1): 90-105
- Rowling, K.R., Reid, D.D. (1992). Effect of temporal changes in size composition on estimates of von Bertalanffy growth parameters for gemfish, *Rexea solandri* (Cuvier), Gempylidae. *Australian Journal of Marine & Freshwater Research*, 43 (5): 1229-1239
- Ruiz-Gutierrez, V., Perez-Zarza, M.C., Muriana, F.J.G., Bravo, L. (1997). Lipid and fatty acid composition of muscle and internal organs from *Ruvettus pretiosus*. *Journal of Fish Biology*, 50 (6): 1353-1357
- Russell, E.S. (1937). Fish Migrations. *Biological Reviews*, 12 (3): 320-337
- Saito, H., Kotani, Y. (2000). Lipids of four boreal species of calanoid copepods: Origin of monoene fats of marine animals at higher trophic levels in the grazing food chain in the subarctic ocean ecosystem. *Marine Chemistry*, 71 (1-2): 69-82
- Santos, M.N., Gaspar M.B., Vasconcelos, P., Monteiro, C.C. (2002). Weight-length relationships for 50 selected fish species of the Algarve coast (southern Portugal). *Fisheries Research*, 59 (1-2): 289-295
- Santos, M.N., Gaspar, M.B., Monteiro, C.C., Vasconcelos, P. (2002). Gill net and long-line catch comparisons in a hake fishery: The case of southern Portugal. *Scientia Marina*, 66 (4): 433-441
- Shadbolt, C., Kirk, M., Roche, P. (2002). Diarrhoea associated with consumption of escolar (rudderfish). *Communicable diseases intelligence*, 26 (3): 436-438
- Shimose, T., Yokawa, K., Saito, H., Tachihara, K. (2007). Evidence for use of the bill by blue marlin, *Makaira nigricans*, during feeding. *Ichthyological Research*, 54 (4): 420-422
- Skillman, R., Yong., M. (1976). Von Bertalanffy growth curves for striped marlin *Tetrapturus audax* and blue marlin *Makaira nigricans* in the North central Pacific. *Fishery Bulletin*, 74: 553-566
- Sparre, P. (1989). Introduction to tropical fish stock assessment part 1. manual. *FAO fisheries technical paper*, 306 (1) 337 pp.
- Stobbs, R.E., Bruton, M.N. (1991). The fishery of the Comoros, with comments on its possible impact on coelacanth survival. *Environmental Biology of Fishes*, 32 (1-4): 341-359

- Tomkiewicz, J., Tybjerg, L., Jespersen, A. (2003). Micro- and macroscopic characteristics to stage gonadal maturation of female baltic cod. *Journal of Fish Biology*, 62 (2): 253-275
- Tserpes, G., Darby, C., Di Natale, A., Peristeraki, P., Mangano A. (2003). Assessment of the Mediterranean swordfish stock based on greek and italian fisheries data. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT*, 55: 94-106
- Tserpes, G., Tatamanidis, G., Peristeraki, P. (2006). Oilfish and shark by-catches of the Greek swordfish fishery in the E. Mediterranean: A preliminary analysis applied to “presence-absence” data. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT*, 59 (3): 987-991
- Tserpes, G., Tsimenides, N. (1995). Determination of age and growth of swordfish, *Xiphias gladius* L., 1758, in the eastern Mediterranean using anal-fin spines. *Fishery Bulletin*, 93 (3): 594-602
- Tyler, C.R., Sumpter, J.P. (1996). Oocyte growth and development in teleosts. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 6 (3): 287-318
- Venables, W.N., Dichmont, C.M. (2004). GLMs, GAMs and GLMMs: An overview of theory for applications in fisheries research. *Fisheries Research*, 70 (2-3 SPEC. ISS.): 319-337
- Vignaux, M. (1996). Analysis of spatial structure in fish distribution using commercial catch and effort data from the New Zealand hoki fishery. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 53: 963-973
- Ward, P., Kalish, J., Bromhead, D. (2003). Australia’s tuna and billfish fisheries: catch, effort and fleet statistics, 2003. *National Tuna Fishery Report – Australia*
- Webb, H., Hobday, A. (2004). Draft Ecological Risk Assessment for the Effects of Fishing: Southwest Tuna and Billfish Fishery (v7). In: Hobday, A., Smith, A.D.M., Stobutzki, I., Ecological Risk Assessment for Australian Commonwealth Fisheries. Final Report - Stage 1. Hazard identification and preliminary risk assessment. *Report to the Australian Fisheries Management Authority*, Canberra, Australia
- West, G. (1990). Methods of assessing ovarian development in fishes: a review. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 41: 199-222
- Wilson, C.A. (1991). An examination of sexual dimorphism in atlantic and pacific blue marlin using body weight, sagittae weight, and age estimates. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 151 (2): 209-225
- Yamamura, O. (1997). Scavenging on discarded saury by demersal fishes off Sendai Bay, northern Japan. *Journal of Fish Biology*, 50 (5): 919-925

- Ye Y., Hisaini M.A., Baz A.A. (2001). Use of Generalized Linear Models to analyze catch rates having zero values: the Kuwait driftnet fishery. *Fisheries Research* 53: 151-168
- Yohannes, K., Dalton, C.B., Halliday, L., Unicomb, L.E., Kirk, M. (2002). An outbreak of gastrointestinal illness associated with the consumption of escolar fish. *Communicable diseases intelligence*, 26 (3): 441-445
- Zar H.J. (1996). *Biostatistical Analysis*, Third Edition. Prentice-Hall Inc., USA, 662 p.
- Δαμαλάς, Δ., Μεγαλοφώνου, Π. (2008). Συλλήψεις του *Ruvettus pretiosus* (Cocco 1829) στα ξιφοπαράγαδα της ανατολικής Μεσογείου και η συσχέτιση τους με χωρικές, χρονικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους. *Πρακτικά 13ου Πανελληνίου Συνεδρίου Ιχθυολόγων*, Μυτιλήνη: 113-116
- Καλλιανιώτης, Α.Α. (1992). Βιολογία και δομή των πληθυσμών γόπας (*Boops boops* (L.)) στην θαλάσσια περιοχή νήσου Κρήτης. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ηράκλειο: 227-230
- Κοκοκύρης, Λ. (1998). Ο αναπαραγωγικός κύκλος και η φύση του ερμαφροδιτισμού του φαγκριού (*Pagrus pagrus*). Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ηράκλειο: 1-3
- Κυπαρίσσης Σ. (1998). Συμβολή στη δημογραφική ανάλυση του κολιού (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782) στις Ελληνικές θάλασσες. Μεταπτυχιακή εργασία ειδίκευσης. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ηράκλειο: 18-25
- Λαμπροπούλου, Μ. (1995). Οικολογία διατροφής βενθικών ψαριών στον κόλπο του Ηρακλείου. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ηράκλειο: 1-6
- Σταματάκη, Χ. (2004). Η επίδραση της παρουσίας ιχθυοκαλλιεργειών στην αναπαραγωγή των *Mullus barbatus* και *Serranus hepatus*. Μεταπτυχιακή εργασία ειδίκευσης. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ηράκλειο: 24-29
- Σωμαράκης, Σ. (1999). Ιχθυοπλαγκτό του βορειο-ανατολικού Αιγαίου με έμφαση στο γαύρο, *Engraulis encrasicolus* (Ιούνιος 1993, 1994, 1995). Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ηράκλειο: 133-134, 167-169
- Τσερπές, Γ. (1996). Συμβολή στη μελέτη της δυναμικής και αλιευτικής εκμετάλλευσης βενθοπελαγικών ιχθυοαποθεμάτων της Κρήτης. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ηράκλειο: 4-5, 10-25

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΜΟΝΙΜΟΠΟΙΗΣΗ, ΕΓΚΛΙΣΗ ΚΑΙ ΧΡΩΣΗ ΓΟΝΑΔΩΝ

Μονιμοποίηση

Για να γίνει η ιστολογική παρατήρηση των γονάδων, οι ιστοί χρειάζεται να συντηρηθούν και να μονιμοποιηθούν προκειμένου να αποφευχθούν αλλοιώσεις των χαρακτηριστικών τους λόγω της δράσης βακτηριδίων ή λόγω της αυτόλυσης των ιστών από τη δράση των απελευθερωμένων ενζύμων (Καλλιανιώτης 1992)

Για τη συντήρηση και τη μονιμοποίηση των γονάδων του *R. pretiosus* χρησιμοποιήθηκε ουδέτερο διάλυμα φορμαλδεΐδης 10% ρυθμισμένο με φωσφορικά που παρασκευάστηκε ως εξής (Πίν. 1) (Σταματάκη 2004):

Πίνακας 1. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή του διαλύματος συντήρησης

Υλικά	Ποσότητα
Απιονισμένο νερό	900ml
$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (σκόνη)	4g
$\text{H}_2\text{NaO}_4\text{P}$ (σκόνη)	6,5g
Διαλύμα φορμαλδεΐδης (37%)	100ml

Έγκλειση

Για την παραγωγή ιστολογικών τομών με τη χρήση μικροτόμου έγινε έγκλειση του ιστού σε παραφίνη. Η διαδικασία προϋποθέτει τρία διαδοχικά βήματα προετοιμασίας (Καλλιανιώτης 1992, Σταματάκη 2004):

- 1) Αφυδάτωση με αιθυλική αλκοόλη
- 2) Διαύγαση με ξυλόλη
- 3) Σκλήνωση (Παραφίνωση)

1) Αφυδάτωση

Οι ιστοί που έχουν μονιμοποιηθεί σε υδατικά διαλύματα πρέπει να αφυδατωθούν διότι η παραφίνη που θα τους εμποτίσει στο τελικό στάδιο είναι αδιάλυτη στο νερό. Σκοπός της διαδικασίας της αφυδάτωσης είναι η απομάκρυνση του νερού που περιέχεται στον ιστό και η αντικατάστασή του με αλκοόλη. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται σειρά διαλυμάτων αλκοόλης αυξανόμενης συγκέντρωσης στα οποία εκτίθενται οι ιστοί για μεγάλα χρονικά διαστήματα.

Τα δείγματα των γονάδων αφού κόπηκαν σε τεμάχια τοποθετήθηκαν με τη βοήθεια ιστοκινέτας σε σειρά διαλυμάτων αιθυλικής αλκοόλης (Πιν. 2).

2) Διαύγαση

Σκοπός της διαύγασης είναι η αντικατάσταση της αιθυλικής αλκοόλης με ξυλόλη, στην οποία το υλικό σκλήρωσης (παραφίνη) είναι απόλυτα διαλυτό. Η διαύγαση έγινε με δυο διαδοχικά λουτρά ξυλόλης διάρκειας 50 και 40min αντίστοιχα (Πιν. 2).

3) Σκλήνωση

Η σκλήνωση είναι η διαδικασία εμπότισης του ιστού με ουσία, η οποία να του προσδίδει δύσκαμπτη σύσταση, ώστε να είναι δυνατή η παραγωγή λεπτών τομών με τη μικροτόμο. Το υλικό έγκλισης στην παρούσα εργασία ήταν η παραφίνη. Ο ιστός τοποθετήθηκε σε δυο λουτρά λειωμένης παραφίνης (σημείο τήξης 54-56 °C) στους 58-60 °C, θερμοκρασία η οποία προκαλεί την εξάτμιση του διαλύτη διαύγασης και αντικατάστασή του από παραφίνη (Πιν. 2).

Πίνακας 2: Διαδοχικά βήματα προετοιμασίας της έγκλισης των ιστών σε παραφίνη

Διαδικασία	Βήματα	Αντιδραστήρια	Διάρκεια
Αφυδάτωση	1	Αιθυλική αλκοόλη 30%	60 min
	2	Αιθυλική αλκοόλη 50%	60 min
	3	Αιθυλική αλκοόλη 70%	60 min
	4	Αιθυλική αλκοόλη 95%	60 min
	5	Αιθυλική αλκοόλη 95%	60 min
	6	Απόλυτη αιθυλική αλκοόλη	60 min
	7	Απόλυτη αιθυλική αλκοόλη	60 min
	8	Απόλυτη αιθυλική αλκοόλη	90 min
Διαύγαση	9	Ξυλόλη	50 min
	10	Ξυλόλη	40 min
Σκλήνωση	11	Παραφίνη	120 min
	12	Παραφίνη	120 min

Μετά το στάδιο της σκλήνωσης, οι ιστοί, διαποτισμένοι με παραφίνη, τοποθετήθηκαν μέσα σε ειδικά καλούπια (κασέτες έγκλισης) και περιλούστηκαν με καθαρή, λιωμένη παραφίνη. Ο ιστός σταθεροποιείται μέσα στην παραφίνη καθώς αυτή στερεοποιείται και παίρνει το σχήμα του κύβου (έγκλιση).

Παραγωγή τομών

Οι κύβοι παραφίνης κόπηκαν με μικροτόμο ώστε να παραχθούν τομές πάχους 5 μm . Οι τομές αφέθηκαν στην επιφάνεια ζεστού νερού ($\approx 50\text{-}52\text{ }^\circ\text{C}$) για να απλωθούν και να ισιώσουν και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν πάνω σε αντικειμενοφόρους πλάκες. Οι τελευταίες αφέθηκαν πάνω σε θερμαινόμενη τράπεζα για να εξατμιστούν και τα τελευταία ίχνη νερού.

Χρώση

Η χρώση των ιστολογικών τομών έγινε με αιματοξυλίνη και ηωσίνη (Καλλιανιώτης 1992). Η όξινη στυπτηριακή αιματοξυλίνη κατά Mayer, παρασκευάστηκε από τα υλικά που φαίνονται στον Πίνακα 3:

Πίνακας 3. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή του διαλύματος αιματοξυλίνης

Υλικά	Ποσότητα
Αιματοξυλίνη (σκόνη)	5g
Απεσταγμένο νερό	700ml
Στυπτηρία αλουμινίου αμμωνίου $[(\text{NH}_4)_2\cdot\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3]\cdot 24\text{H}_2\text{O}$	50g
Ιωδικό νάτριο (NaIO_3)	0.25g

Μετά τη διάλυση όλων των συστατικών στο νερό προστέθηκαν 300ml γλυκερίνης και 20ml οξικό οξύ.

Το διάλυμα αλκοολούχου ηωσίνης παρασκευάστηκε ως εξής (Πιν. 4):

Πίνακας 4. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή του διαλύματος ηωσίνης

Διάλυμα Αποθήκευσης	
Υλικά	Ποσότητα
Ηωσίνη Υ	1g
Απεσταγμένο νερό	20ml
Αιθυλική αλκοόλη 95%	80ml
Διάλυμα Χρώσης	
Υλικά	Ποσότητα
Διάλυμα αποθήκευσης	1 μέρος
Αιθυλική αλκοόλη 80%	3 μέρη

Τα βασικά βήματα για τη χρώση τομών παραφίνης είναι τα ακόλουθα (Καλλιανιώτης 1992):

- 1) Αποπαραφίνωση με ξυλόλη
- 2) Απομάκρυνση ξυλόλης
- 3) Ενυδάτωση με σειρά διαλυμάτων αλκοόλης
- 4) Χρώση αιματοξυλίνης
- 5) Διαφοροποίηση για τη διαβάθμιση της χρώσης
- 6) Αφυδάτωση με σειρά διαλυμάτων αλκοόλης
- 7) Χρώση ηωσίνης
- 8) Διαφοροποίηση για τη διαβάθμιση της χρώσης
- 9) Αφυδάτωση με σειρά διαλυμάτων αλκοόλης
- 10) Διαύγαση με ξυλόλη

Στον Πίνακα 5 περιγράφονται αναλυτικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν.

Πίνακας 5. Τα διαδοχικά βήματα που ακολουθήθηκαν για τη χρώση των τομών

Διαδικασία	Βήματα	Αντιδραστήρια	Διάρκεια
Αποπαραφίνωση	1	Ξυλόλη	5 min
	2	Ξυλόλη	5 min
Απομάκρυνση ξυλόλης	3	Απόλυτη αιθυλική αλκοόλη	5 min
	4	Απόλυτη αιθυλική αλκοόλη	5 min
	5	Αιθυλική αλκοόλη 95%	2 min
Ενυδάτωση	6	Αιθυλική αλκοόλη 95%	2 min
	7	Αιθυλική αλκοόλη 70%	2 min
	8	Αιθυλική αλκοόλη 50%	2 min
	9	Αιθυλική αλκοόλη 30%	2 min
Χρώση αιματοξυλίνης	10	Απεσταγμένο νερό	2 min
	11	Διάλυμα αιματοξυλίνης	7 min
Διαφοροποίηση	12	1% υδροχλωρικό οξύ (8 σταγόνες διαλύματος 1M HCl σε 100ml διαλύματος αιθυλικής αλκοόλης 70%)	10 sec
	13	Νερό βρύσης	10 min
	14	Αιθυλική αλκοόλη 30%	2 min
Αφυδάτωση	15	Αιθυλική αλκοόλη 50%	2 min
	16	Αιθυλική αλκοόλη 70%	2 min
	17	Αιθυλική αλκοόλη 95%	5 sec
Χρώση ηωσίνης	18	Διάλυμα ηωσίνης	40 sec
	19	Αιθυλική αλκοόλη 95%	2-3 min
Αφυδάτωση	20	Απόλυτη αιθυλική αλκοόλη	2-3 min
	21	Απόλυτη αιθυλική αλκοόλη	2-3 min
Διαύγαση	22	Ξυλόλη	2 min
	23	Ξυλόλη	5 min

Τέλος, έγινε κάλυψη των τομών με συνθετική ακρυλακρική ρητίνη (Endelan) και τοποθέτηση καλυπτρίδας.