ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Μελέτη της βιολογίας και πληθυσμιακά χαρακτηριστικά του μπακαλιάρου (*Merluccius merluccius*) στον Παγασητικό κόλπο»

Μιλτιάδης Γ. Ζαχαρής

ΒΟΛΟΣ 2011

«Μελέτη της βιολογίας και πληθυσμιακά χαρακτηριστικά του Μπακαλιάρου (*Merluccius merluccius*) στον Παγασητικό κόλπο»

<u>Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή</u> :

1) Χρήστος Νεοφύτου, Καθηγητής, Ιχθυολογίας - Υδροβιολογίας, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Επιβλέπων,***

2) Ελένη Γκολομάζου, Λέκτορας, Ιχθυοπαθολογία, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος,***

3) Γιάννης Καραπαναγιωτίδης, Λέκτορας, Διατροφή Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος.***

Στους γονείς μου,

Γεώργιο και Χρυσούλα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

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

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Ζαχαρή Γεώργιο για την άμεση και ανιδιοτελή βοήθειά του, όσον αφορά στην προμήθεια εργαστηριακού υλικού, καθώς επίσης τους κυρίους/ες Βεργίδου Αναστασία, Μακρυγιάννη Γεώργιο και Οικονόμου Γεώργιο για την αμέριστη συμπαράστασή τους κατά τη διάρκεια του πειράματος.

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

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το είδος που μελετήθηκε στην παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία είναι ο μπακαλιάρος της Μεσογείου (*Merluccius merluccius*), ο οποίος είναι βαθύβιο βενθοπελαγικό είδος και χαρακτηρίζεται από μακρύ και λεπτό σώμα. Εμφανίζεται εκτός από τη Μεσόγειο στις ανατολικές ακτές του Ατλαντικού, καθώς και στη Μαύρη θάλασσα (Lloris *et al.* 2005, www.fishbase.org).

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής ήταν να μελετηθεί η βιολογία του μπακαλιάρου (*M. merluccius*) στον Παγασητικό Κόλπο, η κατάσταση του αποθέματός του, καθώς επίσης και η εύρεση του μήκους πρώτης γεννητικής ωρίμανσης. Για την υλοποίηση της εργασίας αυτής λήφθησαν 139 άτομα το 2010 και 105 άτομα το 2011 από τον Παγασητικό κόλπο με τη χρήση τράτας βυθού, κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου (Ιούνιος). Τα δείγματα αφού καταμετρήθηκαν αποθηκεύτηκαν σε κατάψυξη (-24^{o} C) μέχρι την επεξεργασία τους.

Πραγματοποιήθηκε μέτρηση του ολικού μήκους (TL), του ολικού βάρους (TW), έγινε αφαίρεση των γονάδων και προσδιορίσθηκε το φύλο μακροσκοπικά, έγινε υπολογισμός του γοναδοσωματικού δείκτη. Επίσης αφαιρέθηκαν οι ωτόλιθοι και χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό της ηλικίας τους.

Τα δεδομένα που προήλθαν από τις μετρήσεις επεξεργάσθηκαν προκειμένου να προσδιοριστεί η σύνθεση του δείγματος και να υπολογιστούν διάφοροι παράμετροι που αναδεικνύουν την κατάσταση του πληθυσμού. Οι παράμετροι που υπολογίσθηκαν ήταν οι συντελεστές a και b από τη συσχέτιση μήκους – βάρους, οι παράμετροι αύξησης von Bertalanffy με τη χρήση λογισμικού Statgraphics, οι θνησιμότητες (ολική, φυσική και αλιευτική) και ο ρυθμός εκμετάλλευσης, το μήκος πρώτης γεννητικής ωρίμανσης για κάθε φύλο και ο γοναδοσωματικός δείκτης (GSI).

Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την επεξεργασία των δεδομένων παρατηρήθηκε ότι υπήρχε μεγάλη διακύμανση στα μεγέθη των μπακαλιάρων, με ελάχιστο μήκος 10 cm και μέγιστο 37,2 cm. Και στα δύο έτη των δειγματοληψιών τα περισσότερα άτομα εμφανίστηκαν στις κλάσεις μήκους 22 - 26 cm σε ποσοστό 42,6%. Τα θηλυκά άτομα είχαν μεγαλύτερο ολικό μήκος από τα αρσενικά και τις δύο χρονιές της δειγματοληψίας. Επίσης, το γεγονός ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ατόμων είχε ολικό μήκος μεγαλύτερο των 20 cm σε ποσοστό 86,88% και σε συνδυασμό με τις συχνότητες εμφάνισης των ηλικιών, τα περισσότερα βρίσκονται σε ηλικία δύο και τριών ετών, βγαίνει το συμπέρασμα ότι η αφθονία των νεαρών ατόμων μπακαλιάρου είναι μικρή στον Παγασητικό κόλπο ή ότι τα μέσα δειγματοληψίας ήταν επιλεκτικά. Από τη συσχέτιση ολικού μήκους – βάρους, η παράμετρος συσχέτισης b υπολογίστηκε κοντά στο 3, με μέση τιμή 3,324 για το έτος 2010 και 3,141 για το έτος 2011. Αυτή η παρατήρηση δείχνει ότι τα ψάρια έχουν θετική αλλομετρία ως προς το βάρος τους.

Η ολική θνησιμότητα υπολογίστηκε σε Z = 1,56. Από τη θνησιμότητα μετρήθηκε και ο ρυθμός εκμετάλλευσης που βρέθηκε να είναι E = 0,48. Η τιμή αυτή δείχνει ότι δεν υπάρχει υπεραλίευση του είδους στον Παγασητικό κόλπο (E>0,55 = Υπεραλίευση), ένδειξη που συμφωνεί και με τα στοιχεία μήκους και ηλικίας του πληθυσμού. Το μήκος πρώτης γεννητικής ωρίμανσης (L_{m50}) πήρε τιμές 25,86 cm για τα αρσενικά και 29,80 cm για τα θηλυκά άτομα. Ο γοναδοσωματικός δείκτης βρέθηκε 0,91 για τα αρσενικά άτομα και 1,90 για τα θηλυκά.

Ως γενικό συμπέρασμα της μελέτης υποστηρίζεται ότι υπάρχει πρώτη γεννητική ωρίμανση του μπακαλιάρου στον Παγασητικό κόλπο στα 25,86 cm στα αρσενικά και 29,8 cm για τα θηλυκά και μη ύπαρξη υπεραλίευσης στην περιοχή αυτή.

Λέξεις κλειδιά: *M. merluccius*, Παγασητικός κόλπος, ανάπτυξη.

Keywords: *M. merluccius*, Pagassitikos gulf, growth.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αλιεία υπήρξε μια από τις αρχαιότερες δραστηριότητες του ανθρώπου. Η συνεχής αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού και η μεγαλύτερη ζήτηση ζωικών πρωτεϊνών στις αναπτυγμένες χώρες, έχουν αυξήσει σταθερά την αλιευτική πίεση πάνω στους τροφικούς πόρους της θάλασσας. Η θαλάσσια τροφή και ιδιαίτερα τα αλιεύματα, θεωρούνται βασικές τροφές για τον άνθρωπο (17 kg/άτομο σε παγκόσμια κλίμακα το 2007 (FAO 2010)). Τα αλιεύματα αποτελούν περίπου το 10% της συνολικής ζωικής πρωτεΐνης που καταναλώνεται από τους ανθρώπους (FAO 2010). Αυτό συμβαίνει γιατί είναι πλούσια σε πρωτεΐνες, οι οποίες είναι απαραίτητες για την κανονική ανάπτυξη του ανθρώπου. Τα θαλάσσια ψάρια αποτελούν πολύτιμη και μερικές φορές φθηνή πηγή πρωτεΐνης για την αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού, ο οποίος απαριθμεί 6,94 δισεκατομμύρια άτομα (UN 2004). Το 2050 αναμένεται ότι θα φτάσει τα 10 δισεκατομμύρια (UN 2004). Τα περισσότερα αλιευτικά πεδία του κόσμου έχουν ήδη υποστεί αλιευτική πίεση και η υπεραλίευση και η ρύπανση διαγράφονται απειλητικά στον ορίζοντα, ενώ ορισμένα αλιευτικά πεδία έχουν ήδη εξαντληθεί (Castro & Humber 1999, FAO 2010).

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

1.1 *Merluccius merluccius*

Η οικογένεια Merluccidae, ανήκει στην κλάση Actinopterygii της τάξης Gadiformes, και διαχωρίζεται σε δύο υποοικογένειες, Macruroninae και Merlucciinae. Στην πρώτη υποοικογένεια περιλαμβάνονται τρία γένη: *Lycomodes*, *Lyconus* και *Macruronus*, ενώ στην Merlucciinae ένα γένος, το *Merluccius*. Στο γένος *Merluccius* ανήκει και το είδος που θα μελετηθεί στην παρούσα εργασία *Merluccius merluccius* (Cohen *et al.* 1990).

Συστηματική κατάταξη του Μεσογειακού μπακαλιάρου:

Βασίλειο: Animalia

Φύλο: Χορδωτά

Κλάση: Ακτινοπτερύγια

Τάξη: Γαδίμορφα

Οικογένεια: Merluccidae

Γένος: *Merluccius*

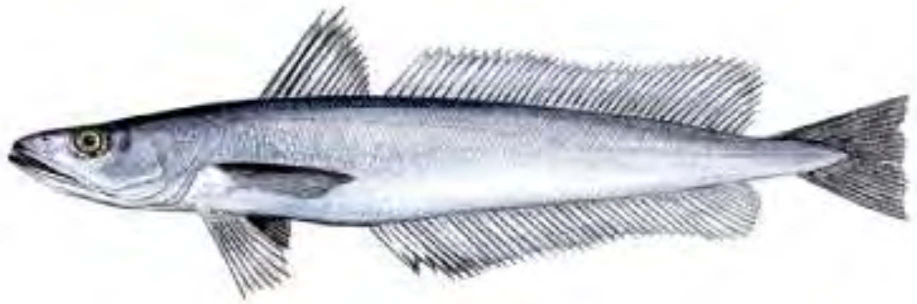
Είδος: *merluccius*

1.1.1 Βιολογικά χαρακτηριστικά

Το *M. merluccius* (Εικ. 1) είναι βαθύβιο βενθοπελαγικό είδος και χαρακτηρίζεται από επίμηκες, ατρακτοειδές σώμα. Το κεφάλι του είναι μεγάλο, φτάνοντας στο 25-30% του μήκους του σώματός του. Το ρύγχος του και η άνω γνάθος αποτελούν περίπου το 30-35% και 48-54% του μήκους του κεφαλιού, αντίστοιχα. Η διάμετρος των οφθαλμών είναι περίπου 16-21% του μήκους του κεφαλιού (Lloris *et al.* 2005).

Έχει διπλό ραχιαίο πτερύγιο, το πρώτο (D_1) είναι μικρό, ενώ το δεύτερο (D_2) σχεδόν συμμετρικό με το εδρικό (A). Ο αριθμός των ακτίνων των πτερυγίων είναι:

D_1: 9 – 11, D_2: 36 – 40, A: 36 – 40.



Εικόνα 1: Μπακαλιάρος της Μεσογείου (*M. merluccius*) (Murua 2010).

Ο χρωματισμός του Μεσογειακού μπακαλιάρου είναι γκρι στο πάνω μέρος του, ανοιχτόχρωμος στις πλευρές και ασημένιος - λευκός στο κάτω μέρος του (Cohen *et al.* 1990). Ζει σε λασπώδεις πυθμένες σε βάθη 50 έως 370 m, αν και έχει βρεθεί και σε βάθη 30 m καθώς και 1075 m. Τα ενήλικα άτομα κατά την περίοδο της ημέρας ζούν στον πυθμένα της θάλασσας, αλλά κατά τη διάρκεια της νύχτας ανεβαίνουν προς την επιφάνεια. Το τροφικό του επίπεδο κυμαίνεται από 3,7 – 4,5 (Stergiou & Karpouzi 2002). Στη Μεσόγειο, τα νεαρά άτομα (μικρότερα των 13 cm) τρέφονται κυρίως με Αμφίποδα, Mysidae, *Pomatoschistus* και δεκάποδα του γένους *Processa*. Τα ενήλικα άτομα τρέφονται κυρίως με Clupeiforms (Lioris *et al*. 2005). Στα βαθιά νερά τρέφεται με σκάρους και το καλοκαίρι με τον μπακαλιάρο μερλάγκο, ενώ στην περιοχή της Νορβηγίας με ρέγκες (Νεοφύτου 2011).

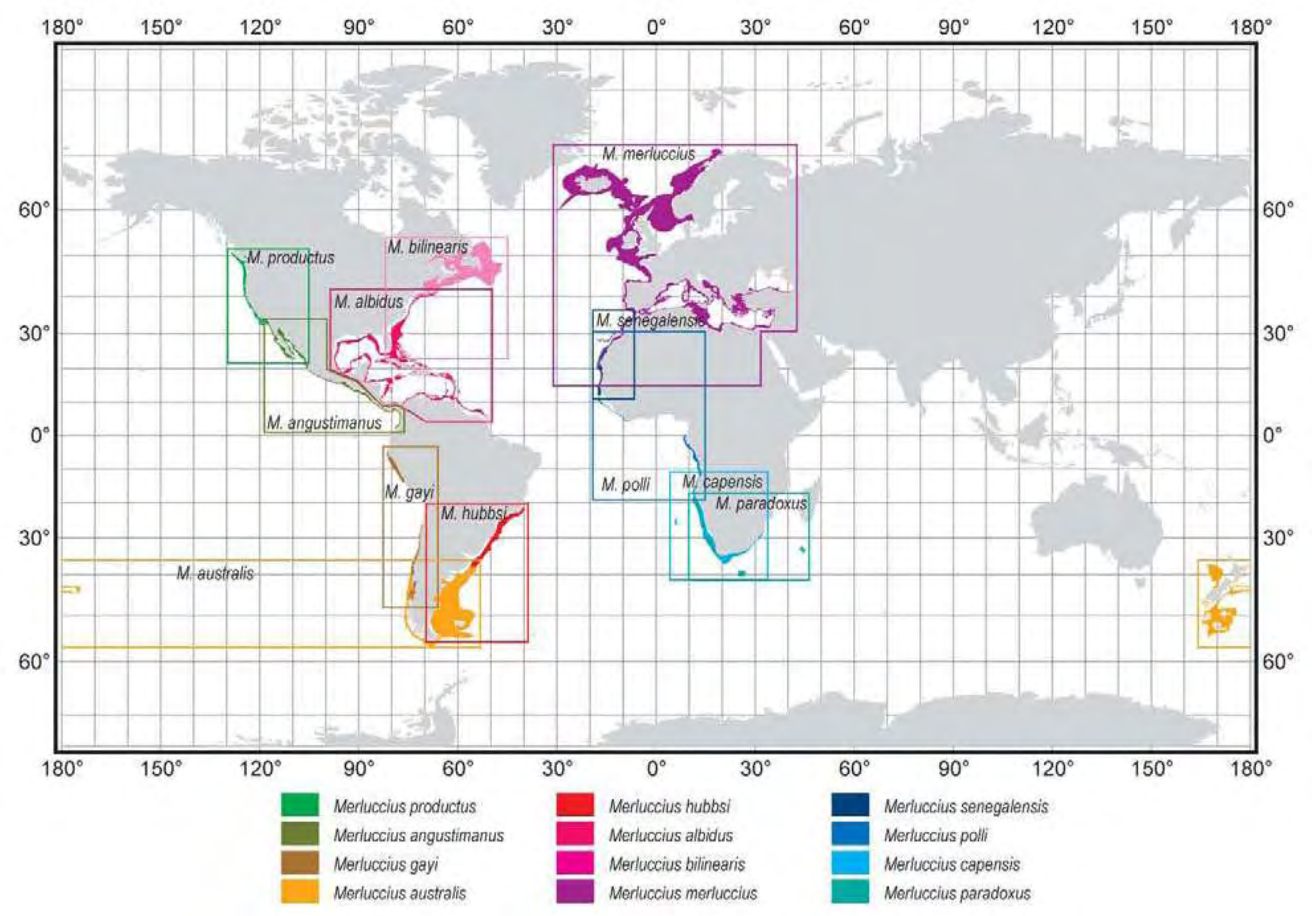
Οι μέγιστες τιμές ολικού μήκους (TL) που έχουν καταγραφεί για τον Μεσογειακό μπακαλιάρο είναι 140 cm για τα αρσενικά και 100 cm για τα θηλυκά(Cohen *et al.* 1990). Το μέγιστο δημοσιευμένο βάρος είναι 15,0 kg (Cohen *et al.* 1990) και η μέγιστη αναφερόμενη ηλικία 20 έτη (Muus & Nielsen 1999). Το μήκος πρώτης γεννητικής ωρίμανσης έχει υπολογιστεί σε L_m = 35 cm για τα αρσενικά άτομα και 45 – 50 cm για τα θηλυκά άτομα (Murua 2010).

1.1.2 Αναπαραγωγή

Η περίοδος ωοτοκίας του είδους αυτού διαφέρει από περιοχή σε περιοχή. Συνήθως αποθέτει τα αυγά του σε βάθος περίπου 200 m. Στη θαλάσσια περιοχή της Ιρλανδίας γεννά από τον Απρίλιο μέχρι τον Ιούλιο, στην περιοχή της Σκωτίας από το Μάιο μέχρι τον Αύγουστο, στο Βισκαϊκό κόλπο νωρίς την άνοιξη και στη θαλάσσια περιοχή του Μαρόκου από τον Ιανουάριο μέχρι το Μάρτιο (Νεοφύτου 2011). Στη Μεσόγειο θάλασσα αναπαράγεται καθ’ όλη τη διάρκεια του χρόνου, αλλά κυρίως το χειμώνα και την άνοιξη (Murua 2010).

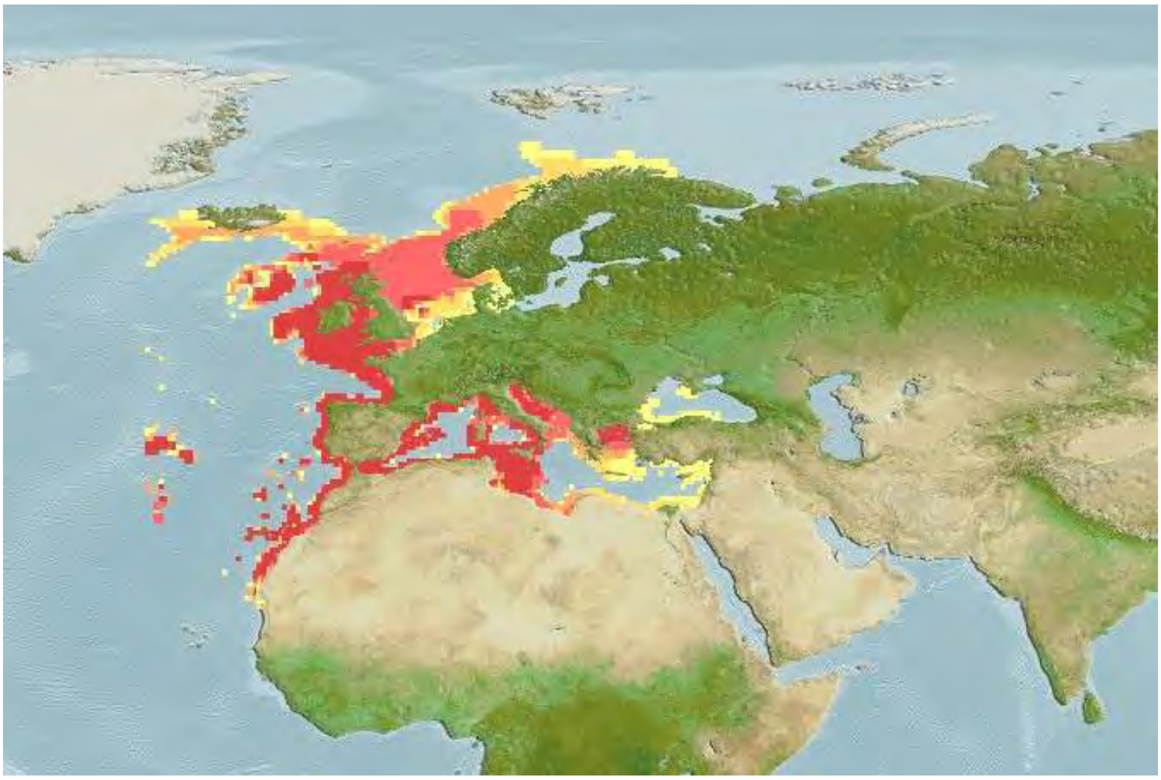
1.1.3 Γεωγραφική κατανομή

Το γένος *Merluccius* έχει ευρεία γεωγραφική εξάπλωση, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 2. Εμφανίζεται στο βόρειο καθώς και στο νότιο ημισφαίριο, στις δύο πλευρές του Ατλαντικού Ωκεανού, σε όλο τον Ανατολικό Ειρηνικό και περιοδικά υπάρχουν καταγραφές μπακαλιάρων στο Δυτικό Ειρηνικό και στο νότιο Ινδικό Ωκεανό. Επίσης, το γένος συναντάται στη Μεσόγειο θάλασσα, στο νότιο μέρος της Μαύρης θάλασσας και ένα απομονωμένο απόθεμα είναι γνωστό στην Ερυθρά θάλασσα. Στη δυτική ατλαντική ακτή της Αμερικής, οι μπακαλιάροι βρίσκονται από το Bell Island Canal στον Καναδά έως το Cape Horn (Lloris *et al.* 2005, www.fishbase.org).



Εικόνα 2: Γεωγραφική εξάπλωση του γένους *Merluccius* (Lloris *et al.* 2005).

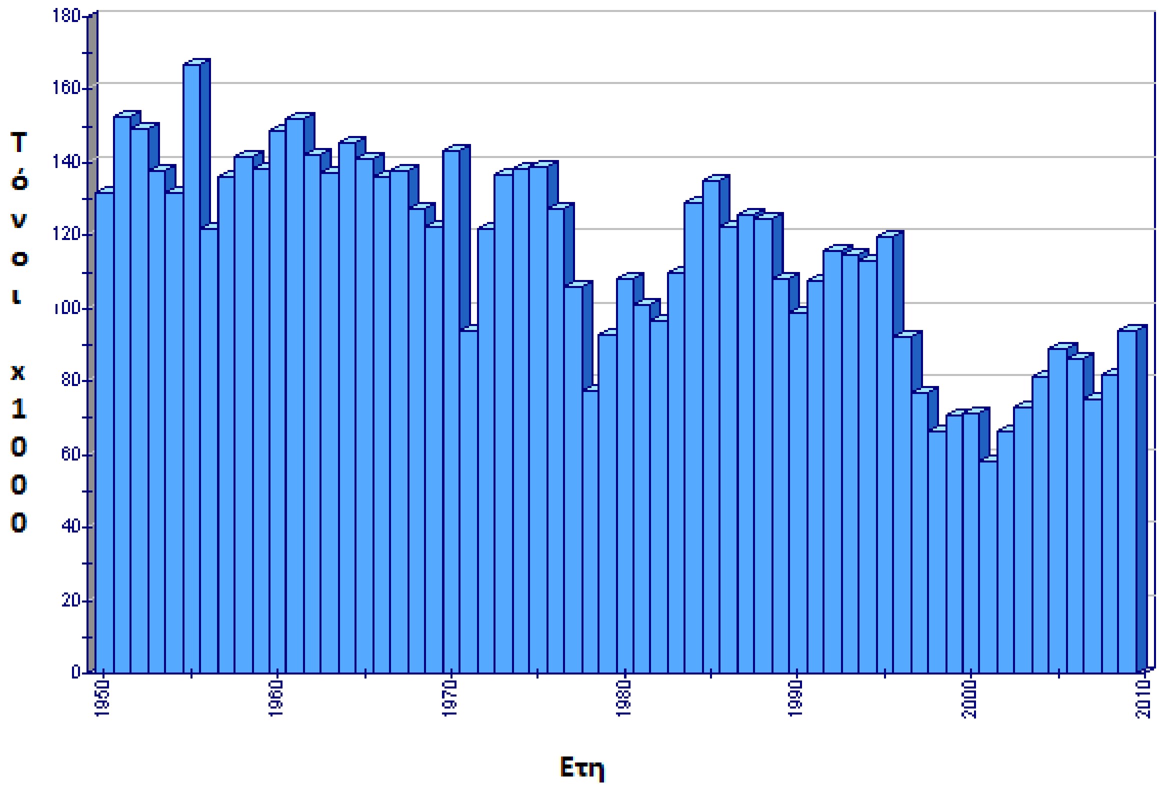
Το είδος *M. merluccius* που μελετήθηκε στην παρούσα εργασία έχει εξάπλωση στις ανατολικές ακτές του Ατλαντικού Ωκεανού, στη Μεσόγειο Θάλασσα καθώς και στη Μαύρη θάλασσα (Εικ. 3).



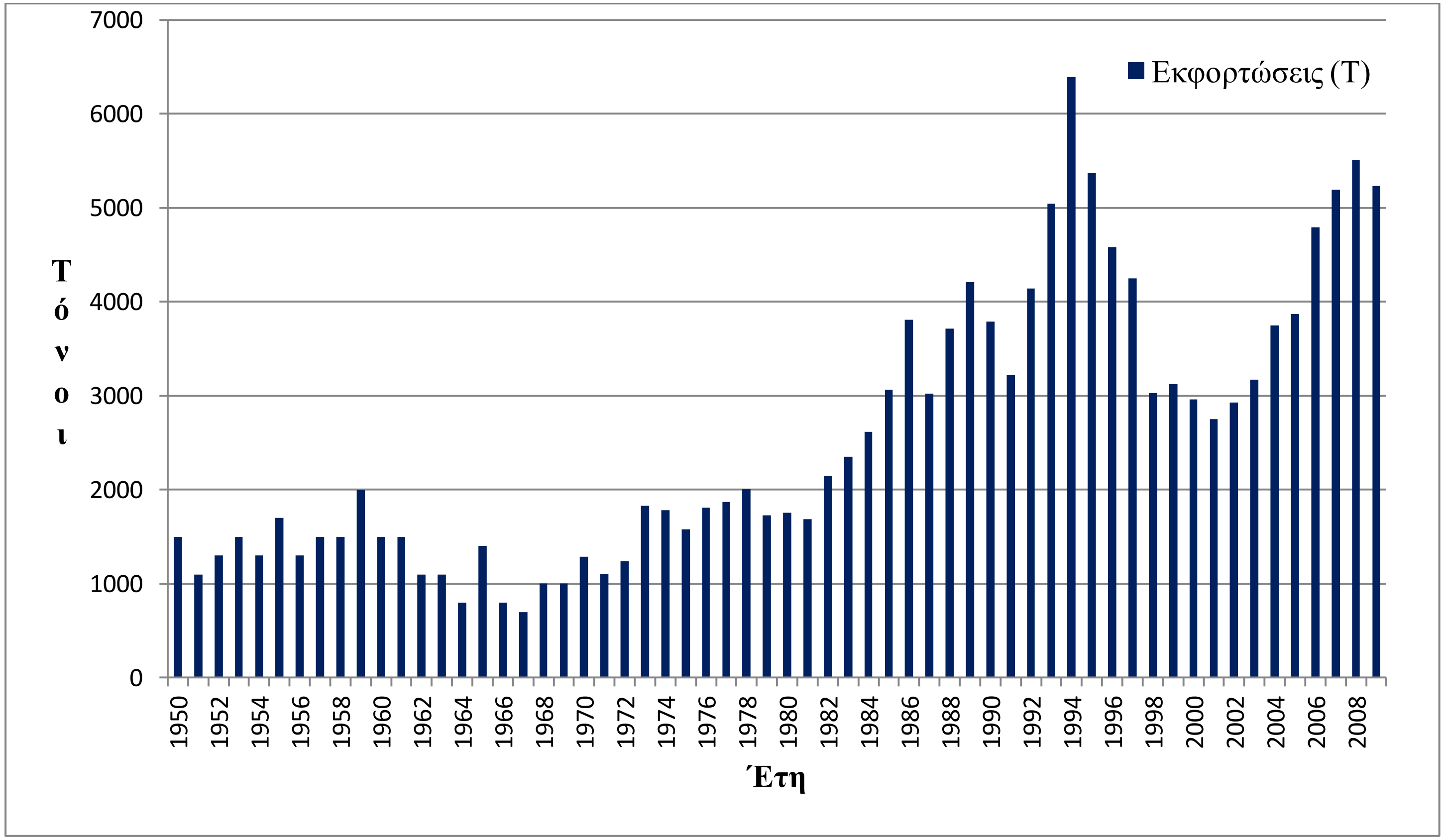
Εικόνα 3: Γεωγραφική εξάπλωση του είδους *M. merluccius* (http://www.aquamaps.org/receive.php).

1.1.4 Η αλιεία του Μπακαλιάρου

Ο Μεσογειακός μπακαλιάρος αποτελεί μια από τις σημαντικές πηγές τροφής για τους πληθυσμούς της Ευρώπης. Η αλιεία του γίνεται κυρίως με τράτες βυθού, καθώς και με παραγάδια και απλάδια δίχτυα. Τα τελευταία 5 χρόνια , παγκοσμίως, αλιεύονται κατά μέσο όρο 90 χιλιάδες τόνοι ανά έτος όπως φαίνεται στο Σχήμα 1. Στις ελληνικές θάλασσες ο μπακαλιάρος είναι από τα πιο έντονα αλιευόμενα βενθοπελαγικά είδη (Papaconstantinou & Stergiou 1995, ΕΑΤΕ 1998, Βραντάς *και συν.* 2000), τα τελευταία 50 χρόνια αλιεύονται κατά μέσο όρο 2555 τόνοι μπακαλιάρου ετησίως, με τη διακύμανση των εκφορτώσεών του να δίνεται στο Σχήμα 2. Η χρονιά με τις περισσότερες εκφορτώσεις *M. merluccius*, όπως προκύπτει από το Σχήμα 2, ήταν το 1994 με 6.390 τόνους (FAO 2011).



Σχήμα 1: Παγκόσμιες συνολικές εκφορτώσεις του μεσογειακού μπακαλιάρου (FAO 2011).



Σχήμα 2: Οι εκφορτώσεις του Ευρωπαϊκού μπακαλιάρου στην Ελλάδα (FAO 2011).

1.2 Ηλικία

Ο υπολογισμός της ηλικίας των ψαριών είναι απαραίτητος στην αλιευτική έρευνα και βάση αυτής υπολογίζονται ο ρυθμός ανάπτυξης, η θνησιμότητα και η παραγωγικότητα (Campana 2001). Οι βασικές μέθοδοι υπολογισμού της ηλικίας των ψαριών ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες (Νεοφύτου 2011):

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

1.2.1 Εμπειρική μέθοδος

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην άμεση παρατήρηση ψαριών που διαβιούν σε περιορισμένο χώρο ή ψάρια που σημάνθηκαν και επανασυλλήφθηκαν. Είναι η αρχαιότερη μέθοδος και χρησιμοποιήθηκε αρχικά από τους ιχθυοτρόφους και στηριζόταν στη μέτρηση του μεγέθους των εκτρεφόμενων ειδών στις διάφορες γνωστές ηλικίες. Σήμερα χρησιμοποιείται ελάχιστα καθώς παρουσιάζει πάρα πολλά προβλήματα (Νεοφύτου 2011).

1.2.2 Στατιστική μέθοδος (*Petersen*)

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

1.2.3 Ανατομική μέθοδος

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

Οι ανακοπές αυτές ονομάζονται ετήσιοι δακτύλιοι ανάπτυξης και σχηματίζονται κατά τη διάρκεια διαδοχικών περιόδων ταχείας και βραδείας ανάπτυξης και συμπίπτουν με την περίοδο ανάπτυξης ή μη ανάπτυξης των ψαριών κατά τη διάρκεια του χρόνου (Νεοφύτου 2011).

1.3 Ανάπτυξη

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

1.4 Σκοπός της εργασίας

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε μελέτη της βιολογίας και των πληθυσμιακών χαρακτηριστικών του μπακαλιάρου του Παγασητικού κόλπου εκτίμηση του αποθέματος και εύρεση του μήκους κάτω από το οποίο δε θα πρέπει να αλιεύεται ο μπακαλιάρος.

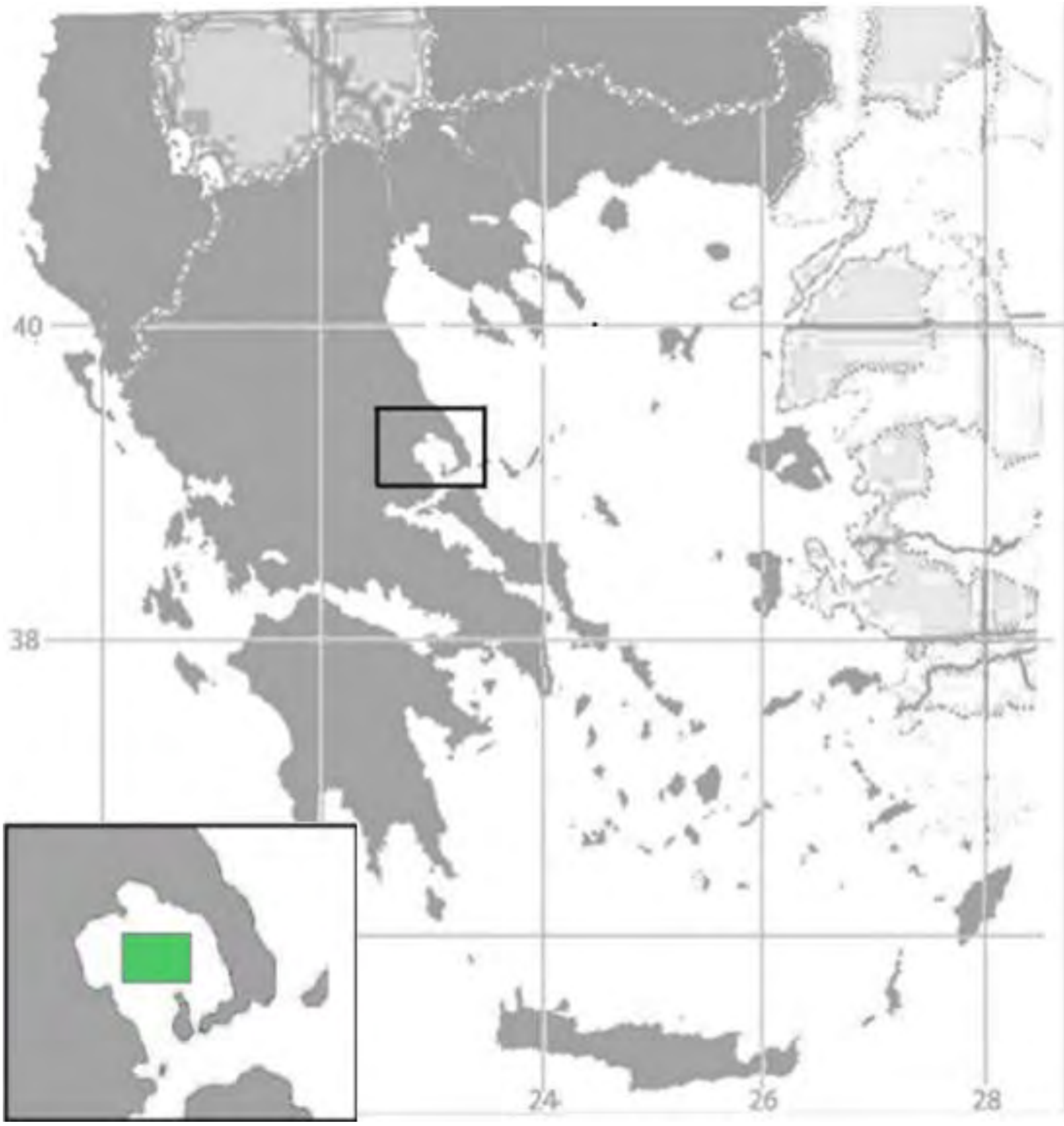
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Δειγματοληψίες

Για την πραγματοποίηση της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκαν 139 μπακαλιάροι που αλιεύθηκαν τον Ιούνιο του 2010 και 105 μπακαλιάροι που αλιεύθηκαν τον Ιούνιο του 2011 στον Παγασητικό Κόλπο (Εικ. 4 και 5), τα οποία αλιεύθηκαν με τράτα με σύρσεις σε βάθη 50-60 m κατά τα έτη 2010 και 2011 (Ιούνιος). Το μήκος του σκάφους ήταν 25 m, η ιπποδύναμη 275 HP, το οριζόντιο άνοιγμα της τράτας του εργαλείου ήταν 10,5 m και το τεντωμένο άνοιγμα ματιού (stretched length) 43 mm. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν επτά καλάδες, οι οποίες περιείχαν δύο σύρσεις η κάθε μια, τα χαρακτηριστικά τους δίνονται στον Πίνακα 1. Ο συνολικός αριθμός δειγμάτων ανήλθε στα 244, ενδεικτικά τα δείγματα από τις καλάδες παρουσιάζονται στην Εικόνα 5. Τα δείγματα αποθηκεύτηκαν σε κατάψυξη (-24^{o} C) του Εργαστηρίου Ιχθυολογίας - Υδροβιολογίας του Τμήματος Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

2.2 Περιοχή έρευνας

Τα δείγματα πάρθηκαν από τον Παγασητικό Κόλπο. Πρόκειται για έναν ημίκλειστο κόλπο που βρίσκεται στο δυτικό Αιγαίο Πέλαγος. Περιβάλλεται από το Χαλκοδόνι όρος βόρεια, τα όρη Γούρας (δυτικά), το όρος Όθρυς Νοτιοδυτικά και το Πήλιο (ανατολικά - νοτιοανατολικά). Το μέγιστο βάθος του κόλπου είναι 102 μέτρα και το ελάχιστο 69 μέτρα. Η συνολική του επιφάνεια είναι 520 km^2 και μέσο όγκο $36km^3$περίπου. Συναντά το Αιγαίο Πέλαγος στο δίαυλο του Τρικερίου με πλάτος 5,5 km και βάθος 80m. Στον κόλπο εκβάλλουν μικροί ποταμοί και χείμαρροι. (ΕΚΘΕ 2000, Karageorgis *et al.* 2002, Smith & Papadopoulou 2003).



Εικόνα 4: Χάρτης δειγματοληψίας. (Αρχείο Συγγραφέα)

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά των δειγματοληψιών.

Καλάδες	Ημ/νία	Συρση 1$^{\eta}$						Σύρση 2$^{\eta}$						
		Ωρα	Βορράς	Ανατολή	Km	Βάθος (m.)	Δ/νση	Ωρα	Βορράς	Ανατολή	Km	Βάθος (m.)	Δ/νση	Αριθμός Δειγμάτων
1$^{\eta}$	8/6/2010	13:15	39^{o} 07′ 92^{o} 41′	22^{o} 58′ 21^{o} 00′	3	42	321^{o}	13:45	39^{o} 09′ 52^{o} 34′	22^{o} 57′ 01^{o} 78′	3	40	337^{o}	54
2$^{\eta}$	9/6/2010	9:40	39^{o} 12′ 52^{o} 69′	23^{o} 01′ 03^{o} 15′	2,8	48	334^{o}	10:00	39^{o} 13′ 56^{o} 11′	23^{o} 00′ 69^{o} 74′	2,9	49	344^{o}	75
3$^{\eta}$	10/6/2010	12:10	39^{o} 13′ 56^{o} 52′	23^{o} 07′ 98^{o} 30′	2,7	52	320^{o}	12:30	39^{o} 14′ 46^{o} 70′	23^{o} 07′ 14^{o} 07′	3	53	319^{o}	10
4$^{\eta}$	13/6/2011	10:30	39^{o} 13′ 30^{o} 94′	23^{o} 00′ 24^{o} 42′	2,6	48	153^{o}	10:50	39^{o} 12′ 33^{o} 74′	23^{o} 00′ 74^{o} 87′	2,7	47	159^{o}	25
5$^{\eta}$	14/6/2011	10:00	39^{o} 11′ 30^{o} 31′	22^{o} 55′ 49^{o} 28′	2,8	34	161^{o}	10:20	39^{o} 09′ 98^{o} 71′	22^{o} 56′ 16^{o} 77′	2,8	37	327^{o}	4
6$^{\eta}$	14/6/2011	11:10	39^{o} 14′ 81^{o} 28′	23^{o} 06′ 35^{o} 21′	2,9	53	302^{o}	11:30	39^{o} 15′ 38^{o} 70′	23^{o} 04′ 88^{o} 85′	3	53	298^{o}	55
7$^{\eta}$	14/6/2011	12:30	39^{o} 15′ 87^{o} 35′	23^{o} 56′ 34^{o} 87′	2,9	50	317^{o}	12:50	39^{o} 15′ 56^{o} 98	23^{o} 12′ 23^{o} 59′	3	39	313^{o}	21

2.3 Φυσικά χαρακτηριστικά

Γενικά, στον Παγασητικό κόλπο παρατηρείται ένα αντικυκλωνικό σύστημα στα ανατολικά και ένα κυκλωνικό στο κέντρο – δυτικό κόλπο. Το κλίμα της ευρύτερης περιοχής του Παγασητικού ακολουθεί τα γενικότερα πλαίσια της Μεσογειακής λεκάνης που επηρεάζεται άμεσα από το αντικυκλωνικό σύστημα του Ατλαντικού μετά την επέκτασή του στην προς την Ν.Α. Ευρώπη. Γενικότερα, η υπό εξέταση περιοχή παρουσιάζει εύκρατο κλίμα με μεγάλα ημερήσια και ετήσια θερμομετρικά εύρη, θερμό-ξηρό καλοκαίρι και ήπιο βροχερό χειμώνα. Σύμφωνα με παρατηρήσεις 32 ετών της Ε.Μ.Υ. (1956 – 1988) η μέση ετήσια υγρασία είναι 67,2%. Ο ετήσιος αριθμός ημερών βροχής είναι 89,2 και ο ετήσιος αριθμός ημερών καταιγίδας είναι 12,4 (κυρίως στα τέλη της άνοιξης και του καλοκαιριού). Η μέση τιμή της ετήσιας βροχόπτωσης είναι 420mm. Οι άνεμοι που πνέουν στην περιοχή είναι μικρής έντασης (1-4 Beauford) με συχνότητα στις εντάσεις 1 και 2 Beauford.

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

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

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

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

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

Οι τιμές της θερμοκρασίας των νερών παρουσιάζουν ετήσια περιοδικότητα από 12,5 ^{0}C – 13,7^{0}C το χειμώνα και 17,3^{0}C - 27,4 ^{0}C κατά τους θερινούς μήνες (Πετυχάκης *και συν.* 2005). Κατά τη διάρκεια του χειμώνα η υδάτινη στήλη παρουσιάζεται ομογενοποιημένη, ενώ την άνοιξη σχηματίζεται το εποχιακό θερμοκλινές, όπου απομονώνει το επιφανειακό από το βαθύτερο στρώμα νερού. Κατά τη διάσπαση του και πριν τη δημιουργία του παρατηρείται άνθιση του φυτοπλαγκτού.

2.4 Ρεύματα

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

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

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

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

Εικόνα 5 : Δείγματα που μελετήθηκαν κατά καλάδα

2.5 Πειραματικό μέρος

Προκειμένου να μελετηθούν τα βιολογικά χαρακτηριστικά του μπακαλιάρου πραγματοποιήθηκαν τα παρακάτω βήματα για τα δείγματα που προήλθαν από τη δειγματοληψία.

1. Μέτρηση ολικού μήκους (TL)
2. Μέτρηση ολικού βάρους (TW)
3. Αφαίρεση ωτόλιθων και χρήση τους για προσδιορισμό της ηλικίας των ιχθύων
4. Άνοιγμα των δειγμάτων και προσδιορισμός του φύλου, σε κάθε ιχθύ, μακροσκοπικά από το χρώμα των γονάδων
5. Αφαίρεση των γονάδων και μέτρηση του βάρους τους

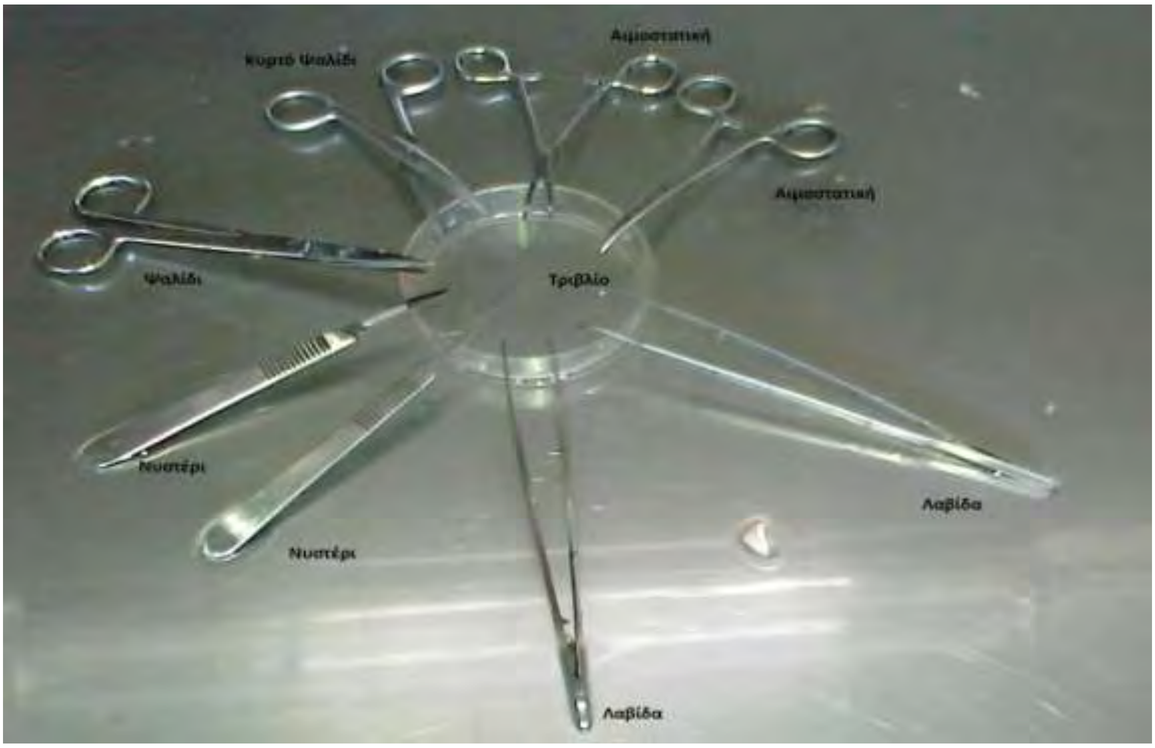
Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για το άνοιγμα των δειγμάτων είναι τα ακόλουθα (Εικ. 6):

- Ψαλίδι
- Λαβίδα
- Αιμοστατική
- Νυστέρι
- Τριβλίο

Στο σύνολο των δειγμάτων υπολογίστηκε το ολικό μήκος (TL) με τη χρήση ιχθυόμετρου ακριβείας 0,1 cm (Εικ. 7). Έπειτα μετρήθηκε το ολικό βάρος (W) με τη χρήση ζυγού ακριβείας 0,1 g (Εικ. 8). Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε κάθετη τομή στο κεφάλι πίσω από τους οφθαλμούς και εγκάρσια τομή από το μπροστινό τμήμα της κεφαλής προς την κάθετη τομή και με τη χρήση λαβίδας λήφθηκαν οι ωτόλιθοι (Εικ. 9). Αφού καθαρίστηκαν με ζεστό νερό, προκειμένου να απαλλαχθούν από υπολείμματα αίματος και ιστών, τοποθετήθηκαν σε χάρτινο φακελάκι προκειμένου να αποφευχθεί η αλλοίωσή τους (Νεοφύτου 1997). Ο προσδιορισμός της ηλικίας των δειγμάτων έγινε με παρατήρηση των ωτόλιθων σε ηλεκτρονικό στερεοσκόπιο Olympus SZX9, με ενσωματωμένη φωτογραφική μηχανή, το οποίο ήταν συνδεδεμένο με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Οι ωτόλιθοι διαβάστηκαν από τον πυρήνα προς τη ραχιαία άκρη και αντίστροφα, όπου μετρήθηκαν οι δακτύλιοι και η διάμετρός τους. Ο μέσος όρος των δυο αναγνώσεων θεωρήθηκε ως η ηλικία του δείγματος (Belcari *et al*. 2006).

Ο προσδιορισμός του φύλου του κάθε ατόμου έγινε μακροσκοπικά από τις γονάδες. Πραγματοποιήθηκε τομή με τη χρήση ψαλιδιού από την έδρα έως τα βράγχια, κάτω από το πλευρικό πτερύγιο, προκειμένου να αφαιρεθούν οι γονάδες. Έπειτα, από το χρώμα τους προσδιορίστηκε το φύλο και μετρήθηκε το βάρος τους. Επίσης από τις γονάδες βρέθηκε και το στάδιο γεννητικής ωρίμανσης σύμφωνα με την κλίμακα Nikolskii (1963). Η κλίμακα αυτή περιλαμβάνει έξι στάδια ωρίμανσης:

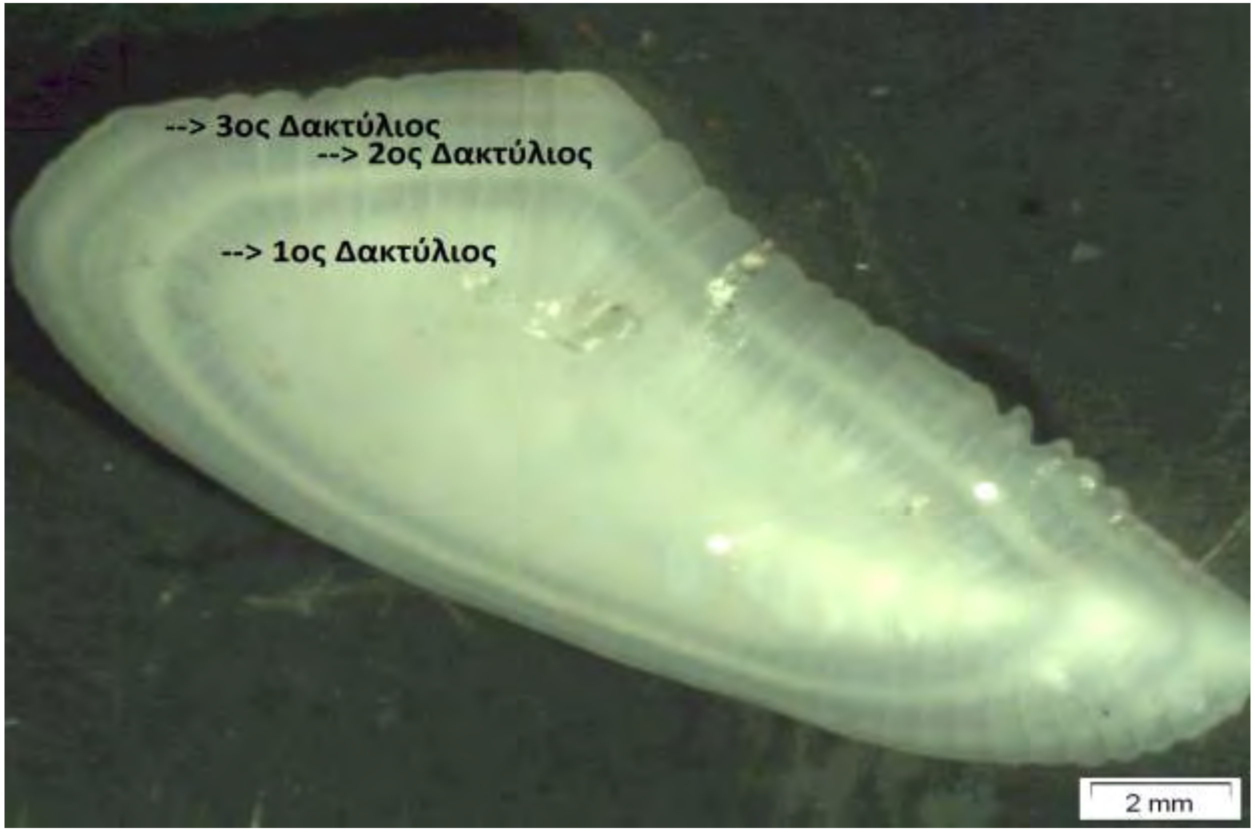
I. Ανώριμα
II. Στάδιο ανάπαυσης
III. Ωρίμανση
IV. Ωριμότητα
V. Αναπαραγωγή
VI. Εξάντληση



Εικόνα 6: Εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για το άνοιγμα των μπακαλιάρων (Αρχείο Συγγραφέα).

Εικόνα 7: Ιχθυόμετρα ακριβείας 0,1 cm (Αρχείο Συγγραφέα).

Εικόνα 8: Ζυγός ακριβείας.(Αρχείο Συγγραφέα)



Εικόνα 9: Πρόσδιορισμός ηλικίας μπακαλιάρου με τη μέθοδο των δακτυλίων. (Ωτόλιθος θηλυκού δείγματος 3 ετών -δείγμα 85). (Αρχείο Συγγραφέα)

2.6 Επεξεργασία δεδομένων

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

- Οι συντελεστές a και b από τη συσχέτιση ολικού μήκους – βάρους,
- Οι παράμετροι αύξησης von Bertalanffy (L_∞, K, t_0) με τη χρήση του λογισμικού STATGRAPHICS,
- Οι θνησιμότητες: ολική (Z), φυσική (M) και αλιευτική (F), και ο ρυθμός εκμετάλλευσης (E),
- Το μήκος πρώτης γεννητικής ωρίμανσης (L_{m50}) για κάθε φύλο,
- Ο γοναδοσωματικός δείκτης (GSI)
- Ο δείκτης ευρωστίας (K)

2.7 Εξίσωση von Bertalanffy

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

$$L_t = L_\infty \times \left(1 - e^{-K\times(t-t_o)}\right)$$

όπου,

L_t = Το μήκος του ψαριού τη χρονική στιγμή t,

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

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

t = Η ηλικία σε έτη,

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

2.8 Σχέση μήκους – βάρους

Η σχέση μεταξύ του μήκους και του βάρους στα ψάρια συνήθως εκφράζεται από την εξίσωση:

$$W = \mathrm{a} \times L^{b}$$

όπου,

W = Το βάρος (σε g),

L = Το μήκος (σε cm),

a και b = Σταθερές.

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

$$\log \mathrm{W} = \log \mathrm{a} + \mathrm{b} \times \log \mathrm{L}$$

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

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

$$K = \frac{100 \cdot W}{L^b}$$

όπου,

W = Το βάρος (σε g),

L = Το μήκος (σε cm),

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

2.9 Θνησιμότητες και ρυθμός εκμετάλλευσης

Η ολική θνησιμότητα (Z) υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας την καμπύλη σύλληψης της δειγματοληψίας. Η φυσική θνησιμότητα (M) υπολογίστηκε από τη χρήση της εμπειρικής εξίσωσης του Pauly (1980) και η αλιευτική θνησιμότητα (F) υπολογίστηκε από τον τύπο $Z = F + M$. Ο ρυθμός εκμετάλλευσης (E) υπολογίστηκε από τον τύπο $E = \frac{F}{F+M}$ (Beverton 1963).

Εμπειρική εξίσωση του Pauly:

$$\log(M) = -0.0152 - 0.279 \times \log(L_\infty) + 0.6543 \times \log(K) + 0.463 \times \log(T)$$

όπου,

L_∞ = το ασυμπτωτικό μήκος (cm),

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

T = η μέση ετήσια θερμοκρασία (^oC) της στήλης του νερού.

Το μήκος πρώτης γεννητικής ωρίμανσης (Lm_{50}) υπολογίστηκε από τη σχέση μεταξύ του ποσοστού των ώριμων ατόμων σε κάθε κλάση μήκους:

$$(\mathrm{P} = \frac{e^{(a+bL)}}{(1+e^{(a+bL)})})$$ (Ni & Sandeman 1984).

όπου,

P = Το εκτιμώμενο ποσοστό των ψαριών σε κάθε κλάση,

L = Το μήκος (σε cm),

a και b = Οι συντελεστές παλινδρόμησης, από τη συσχέτιση του μήκους και του βάρους.

2.10 Γοναδοσωματικός και ενδοσπλαχνικός δείκτης

Για τον υπολογισμό του γοναδοσωματικού δείκτη (GSI) χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:

$$\mathrm{GSI} = \frac{\mathrm{WG}}{\mathrm{TW}} \times 100$$

όπου,

WG = το βάρος της γονάδας (σε g),

TW = το ολικό σωματικό βάρος (σε g).

Ο ενδοσπλαχνικός δείκτης υπολογίστηκε από τον τύπο:

$$Ενδοσπλαχνικός\ δείκτης = \frac{Βάρος\ Εντοσθίων}{TW}$$

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1 Κατά μήκος σύνθεση

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι συχνότητες κατά μήκους σύνθεσης του μπακαλιάρου στον Παγασητικό κόλπο. Η συνολική κατά μήκος σύνθεση του μπακαλιάρου στον Παγασητικό Κόλπο κατά το έτος 2010 παρουσιάζεται στο Σχήμα 3, με ελάχιστο μήκος 10 cm και μέγιστο 37,2 cm. Η κατά μήκος σύνθεση των αρσενικών ατόμων και των θηλυκών για το ίδιο έτος παρουσιάζονται στα σχήματα 4 και 5, αντίστοιχα. Τα θηλυκά, όπως φαίνεται και από τα συγκεκριμένα σχήματα, εμφανίζουν μεγαλύτερο μέγεθος στις ίδιες ηλικίες από τα αρσενικά. Μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης παρουσιάζουν τα αρσενικά στις κλάσεις μήκους 22 - 24 cm, ενώ τα θηλυκά στις κλάσεις 28 - 32 cm. Επίσης υπολογίστηκαν τα ανάδρομα μήκη όπου παρουσιάζονται στον Πίνακα 3 και η απόλυτη και σχετική ανάπτυξη των γονάδων παρουσιάζονται στον Πίνακα 4, ανά φύλο.

Αντίστοιχα για το έτος 2011, η κατά μήκος σύνθεση του συνολικού πληθυσμού δίνεται στο Σχήμα 6, με ελάχιστο ολικό μήκος 10,1 cm και μέγιστο 35,5 cm. Οι συχνότητες εμφάνισης των αρσενικών και θηλυκών ατόμων για το έτος αυτό παρουσιάζονται στα Σχήματα 7 και 8, αντίστοιχα, όπου παρατηρείται ότι τα θηλυκά άτομα έχουν μεγαλύτερα μεγέθη από τα αρσενικά, παρατήρηση που συμφωνεί και με τα δεδομένα της δειγματοληψίας για το 2010.

Πίνακας 2: Συχνότητες κατά μήκους σύνθεσης.

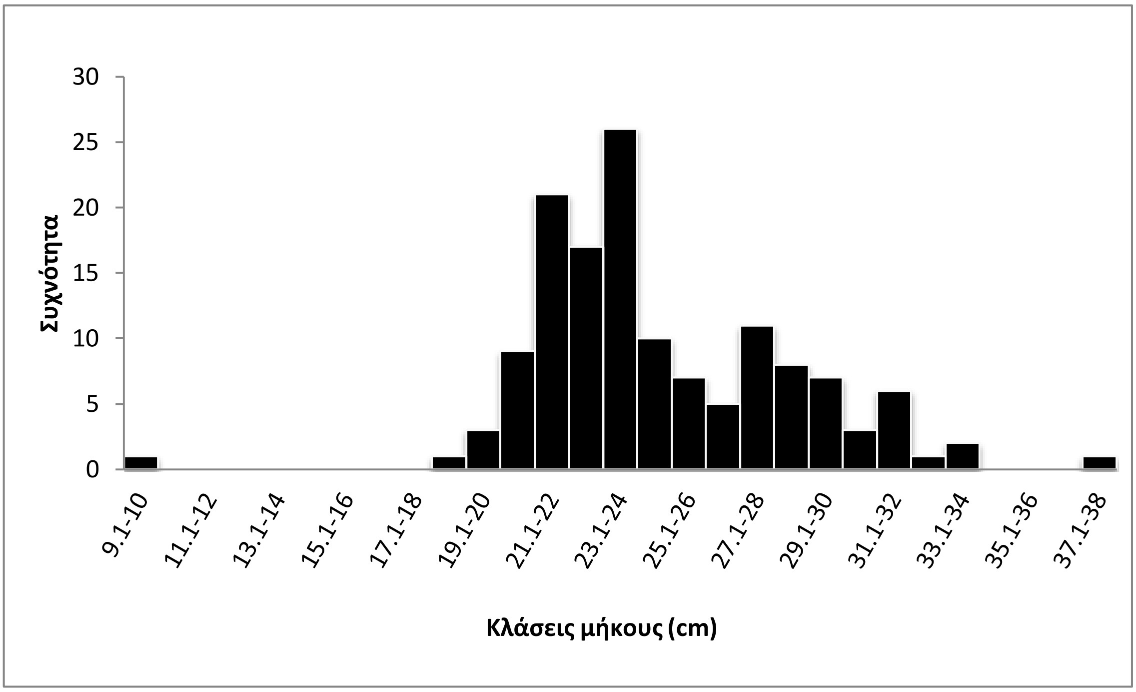
Κλάσεις Μήκους cm	Συχνότητα		Κλάσεις Μήκους cm	Συχνότητα	
	2010	2011		2010	2011
10	1	0	25	10	10
11	0	6	26	7	8
12	0	5	27	5	4
13	0	0	28	11	3
14	0	2	29	8	1
15	0	6	30	7	2
16	0	2	31	3	0
17	0	4	32	6	0
18	0	1	33	1	3
19	1	1	34	2	0
20	3	0	35	0	0
21	9	9	36	0	1
22	21	9	37	0	0
23	17	12	38	1	0
24	26	16			
Σύνολο	78	73		6	32

Πίνακας 3: Υπολογισμός ανάδρομων μηκών για το Μπακαλιάρο του Παγασητικού.

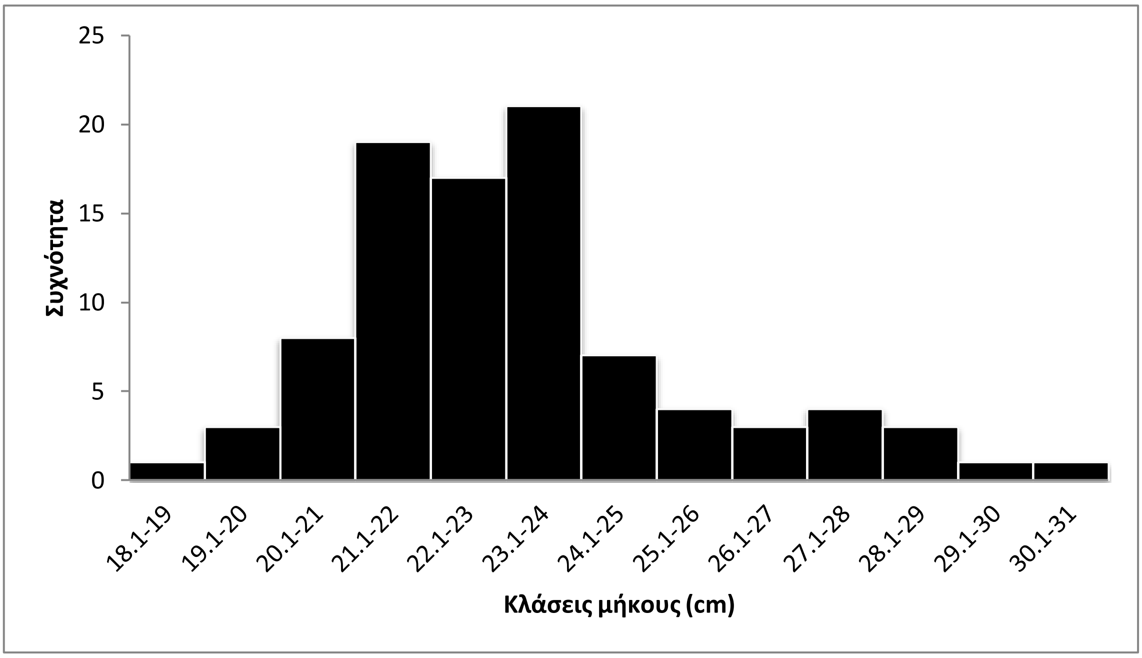
		Κλάσεις Ηλικίας					
Ηλικία	Μέσο μήκος κατά τη σύλληψη (cm)	I	II	III	IV	V	
1+	19,07 ± 1.56	12,7 ± 3,82					30
2+	23,2 ± 1,19	16,16 ± 4,06	20,7 ± 3,47				62
3+	26,55 ± 0,8	17,57 ± 3,18	21,8 ± 3,02	26,37 ± 3,09			88
4+	27,64 ± 0,67	16,43 ± 2,64	21,94 ± 3,32	26,01 ± 2,79	28,48 ± 2,85		27
5+	29,49 ± 1,24	13,9 ± 4,31	17,11 ± 3	20,51 ± 2,79	23,36 ± 2,27	26,63 ± 3	17
							224
		15,35 ± 3,6	20,38 ± 3,2	24,3 ± 2,9	25,92 ± 2,56	26,63 ± 3	
		15,35	5,03	3,92	1,62	0,71	

Πίνακας 4: Απόλυτη ανάπτυξη των γονάδων του μπακαλιάρου κατά τη διάρκεια ζωής ανά φύλο

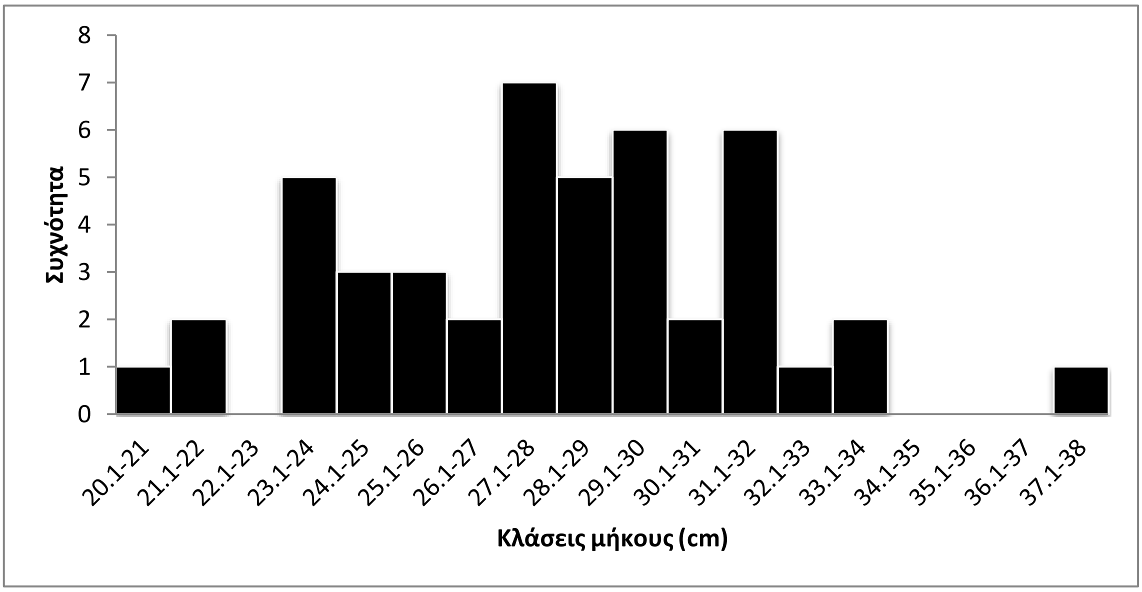
Αρσενικά					**Θηλυκά**			
Ηλικία	Αριθμός Ιχθύων	Μήκος (cm)	Μέσος Ορος Βάρους (g)	Μ.Ο. Β. Γονάδας (g)	Αριθμός Ιχθύων	Μήκος (cm)	Μέσος Όρος Βάρους (g)	Μ.Ο. Β. Γονάδας (g)
1+	25	18,6 ± 1,63	39,46 ± 12,34	0,5	5	21,42 ± 1,21	52,03 ± 16,94	1,19
2+	37	22,46 ± 1,36	90,12 ± 28.9	0,58	25	24,3 ± 0,94	131,95 ± 41,87	2,34
3+	60	26,19 ± 0,75	123,05 ± 49,48	0,92	28	27,35 ± 0,91	200,35 ± 78.8	5,15
4+	21	27,01 ± 0,6	164,3 ± 4,66	1,32	6	29,88 ± 0,92	223,4 ± 68,09	3,75
5+	12	27,87 ± 1,01	177,4 ± 34,55	1,42	5	33,38 ± 1,79	255,56 ± 86,19	3,19



Σχήμα 3: Κατά μήκος σύνθεση του συνολικού πληθυσμού του μπακαλιάρου για το έτος 2010.



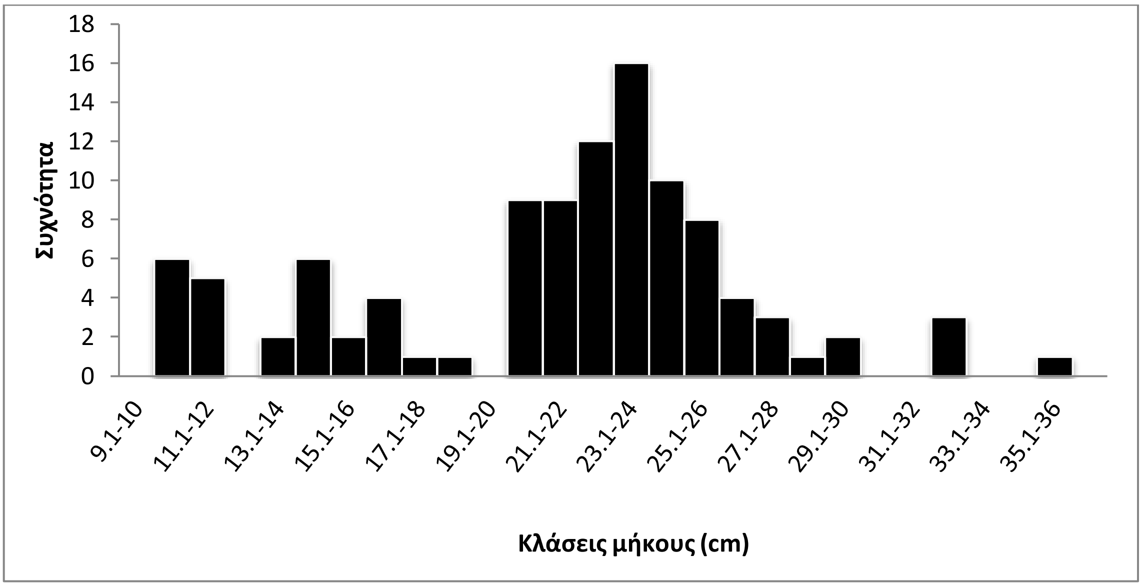
Σχήμα 4: Κατά μήκος σύνθεση των αρσενικών ατόμων μπακαλιάρου για το έτος 2010.



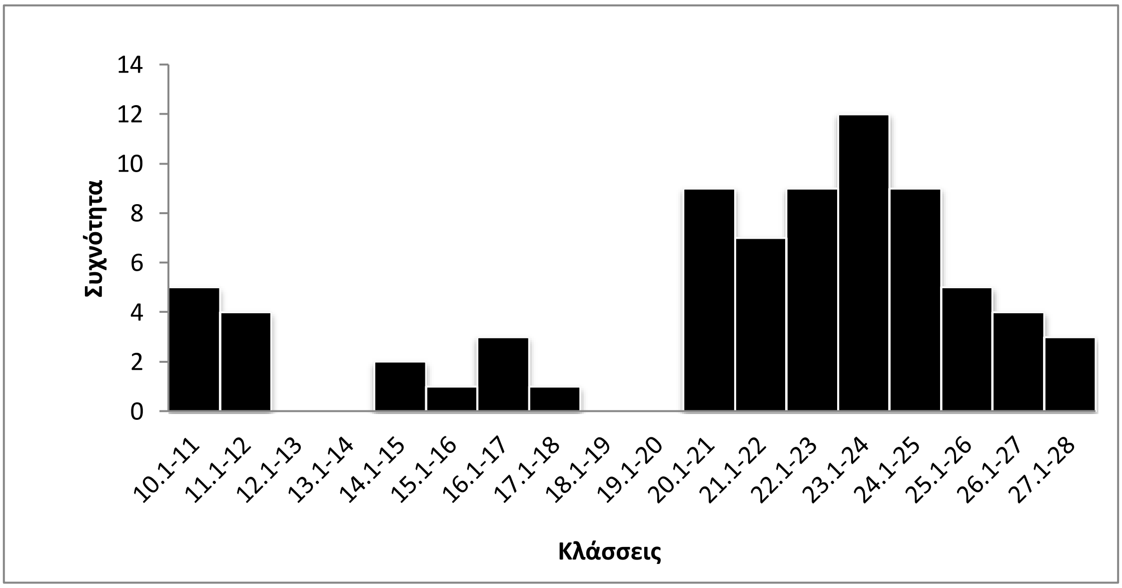
Σχήμα 5: Κατά μήκος σύνθεση των θηλυκών ατόμων μπακαλιάρου για το έτος 2010.

Από τα αποτελέσματα που εξήχθηκαν από την επεξεργασία των δεδομένων παρατηρήθηκε ότι υπήρχε μεγάλη διακύμανση στα μεγέθη των μπακαλιάρων, με ελάχιστο μήκος 10 cm και μέγιστο 37,2 cm. Και στα δύο έτη των δειγματοληψιών τα περισσότερα άτομα εμφανίστηκαν στις κλάσεις μήκους 22 - 26 cm. Όπως φαίνεται στα Σχήματα 4, 5, 7 και 8, τα θηλυκά άτομα είχαν μεγαλύτερο ολικό μήκος από τα αρσενικά και τις δύο χρονιές της δειγματοληψίας.

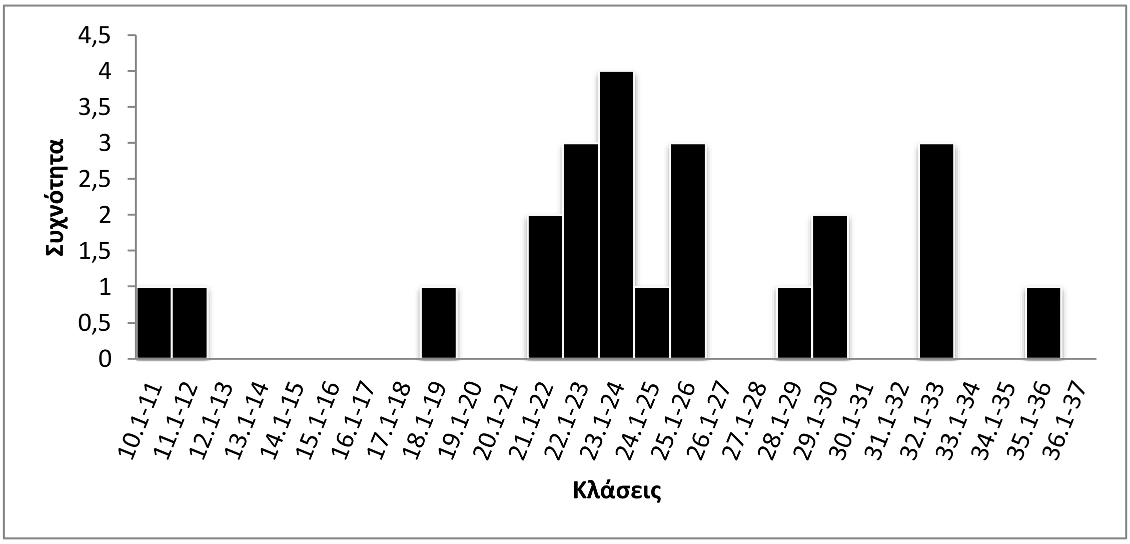
Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το διαφορετικό ρυθμό αύξησης που υποστηρίζουν οι Lucio *et al.* (2000), όπου τα αρσενικά αυξάνονται πιο γρήγορα απ' ότι τα θηλυκά μέχρι να φτάσουν στη γεννητική ωρίμανση και έπειτα συμβαίνει το αντίστροφο. Καλύτερη και γρηγορότερη αύξηση των θηλυκών σε σχέση με τα αρσενικά, είναι ένα σύνηθες φαινόμενο σε πολλά βενθοπελαγικά είδη (Landa & Pineiro 2000).



Σχήμα 6: Κατά μήκος σύνθεση του συνολικού πληθυσμού του μπακαλιάρου για το έτος 2011.



Σχήμα 7: Κατά μήκος σύνθεση των αρσενικών ατόμων μπακαλιάρου για το έτος 2011.



Σχήμα 8: Κατά μήκος σύνθεση των θηλυκών ατόμων μπακαλιάρου για το έτος 2011.

3.2 Συσχέτιση Ολικού Μήκους – Βάρους

Το ολικό μήκος (TL) και το ολικό βάρος (W) μετρήθηκε σε όλα τα δείγματα μπακαλιάρου και έγινε συσχέτιση μεταξύ τους. Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται τα στοιχεία του βάρους. Η σχέση μεταξύ τους δίνεται από την εξίσωση (1), όπου οι παράμετροι της εξίσωσης a και b υπολογίστηκαν με τη λογαρίθμηση της εξίσωσης (1) που μετασχηματίζεται στην (2).

(1) $W = \mathrm{a} * TL^b$

(2) $\log(W) = \log(\mathrm{a}) + b * \log(L)$

Στο Σχήμα 9 εμφανίζεται η συσχέτιση μήκους - βάρους για το σύνολο των δειγμάτων της δειγματοληψίας του 2010, ενώ για κάθε φύλο ξεχωριστά παρουσιάζονται οι συσχετίσεις στα Σχήματα 10 και 11. Αντίστοιχα, για τη δειγματοληψία του έτους 2011 οι συσχετίσεις παρουσιάζονται στα Σχήματα 12, 13 και 14. Συνοπτικά οι παράμετροι της συσχέτισης παρουσιάζονται στους Πίνακες 6 και 7 για τα έτη 2010 και 2011 αντίστοιχα. Από τα δεδομένα μήκους και βάρους υπολογίστηκε και ο δείκτης ευρωστίας K, όπου για το 2010 K = 0,265 και για το 2011 K = 0,271.

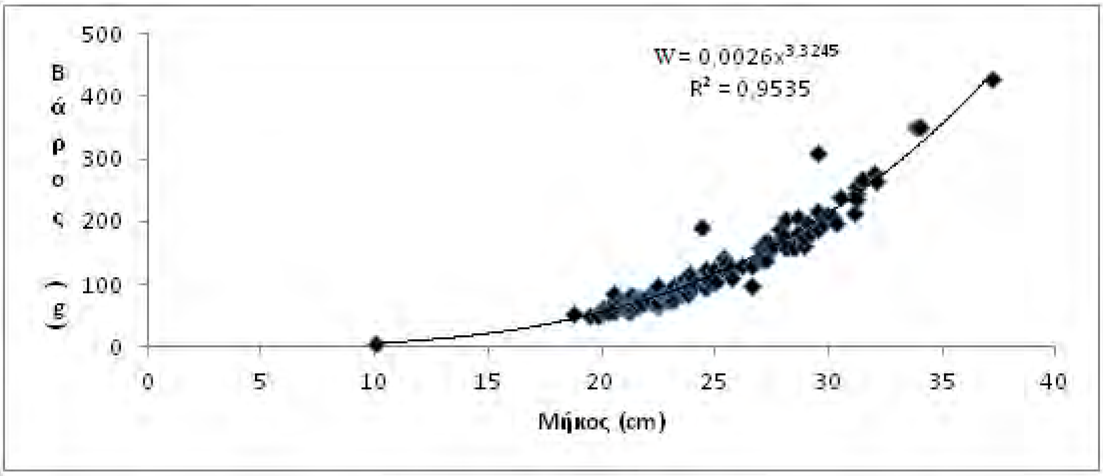
Πραγματοποιήθηκε στατιστική επεξεργασία με το κριτήριο t- test των τιμών του δείκτη ευρωστίας και διαπιστώθηκε ότι δεν παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά. Συγκεκριμένα υπολογίσθηκε t -1,49 < $t_{0.5}$=1,97 για βαθμούς ελευθερίας 242. Επίσης, υπολογίσθηκε ο ενδοσπλαχνικός δείκτης ο οποίος βρέθηκε 1.027 για τα αρσενικά δείγματα και 1.04 για τα θηλυκά. Ομοίως μετά από στατιστική επεξεργασία με το κριτήριο t-test διαπιστώθηκε ότι στις τιμές του ενδοσπλαχνικού δείκτη δεν παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά με t = -1,09 < $t_{0.5}$ = 1,97.

Πίνακας 5: Στοιχεία βάρους για το μπακαλιάρο στον Παγασητικό κόλπο.

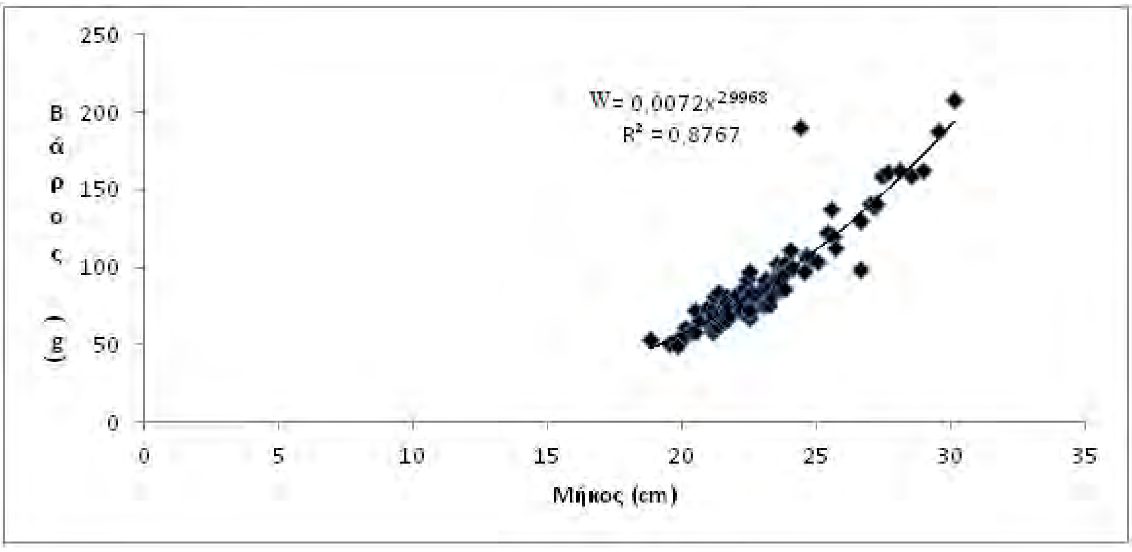
	Αριθμός Δειγμάτων	Μέγιστο	Ελάχιστο	Μέσος όρος
Βάρος αρσενικών (g.)	155	207,7	6,1	86,55 ± 30,96
Βάρος θηλυκών (g.)	69	427,8	9,3	168,02 ± 63,53
Βάρος απροσδιορίστων (g.)	20	31,5	5,3	19,79 ± 6,54

Πίνακας 6: Παράμετροι συσχέτισης μήκους βάρους για το έτος 2010.

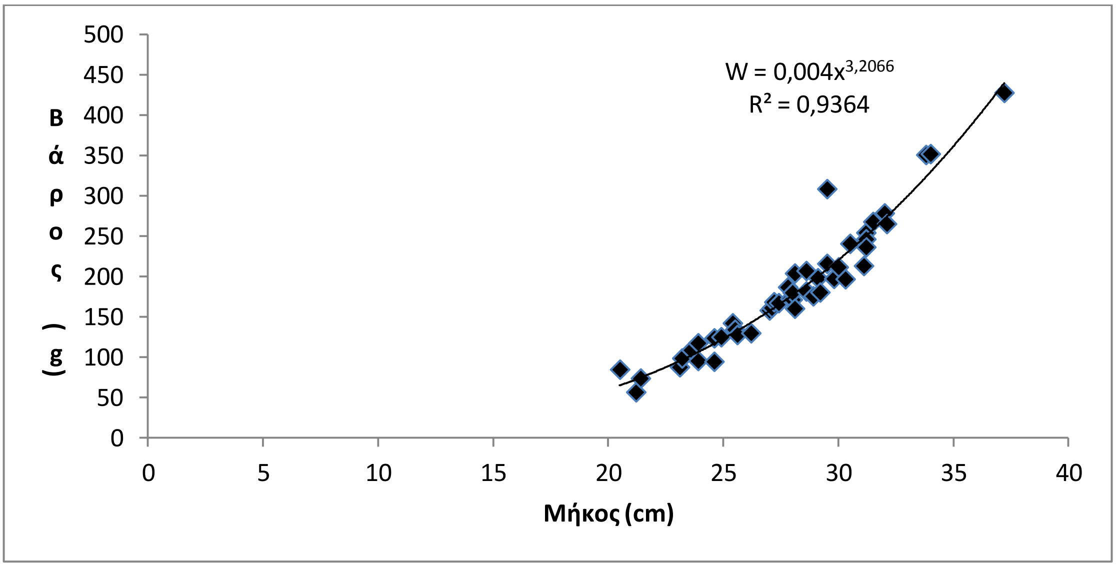
2010	a	b	R^2
Αρσενικά	0,007	2,996	0,876
Θηλυκά	0,004	3,206	0,936
Σύνολο	0,002	3,324	0,953



Σχήμα 9: Σχέση ολικού μήκους - βάρους του συνολικού πληθυσμού των μπακαλιάρων για το έτος 2010.



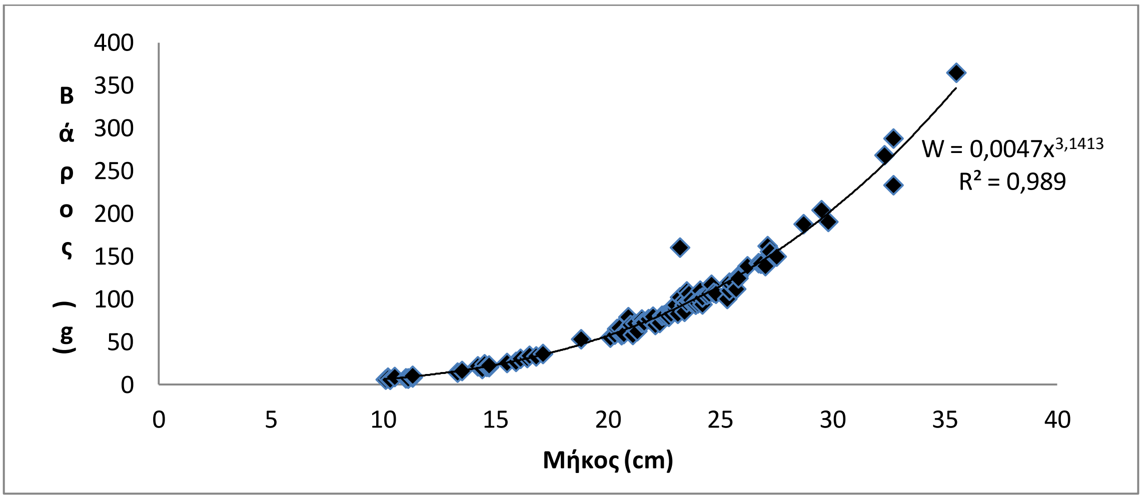
Σχήμα 10: Συσχέτιση του ολικού μήκους με το βάρος στα αρσενικά άτομα, για το έτος 2010



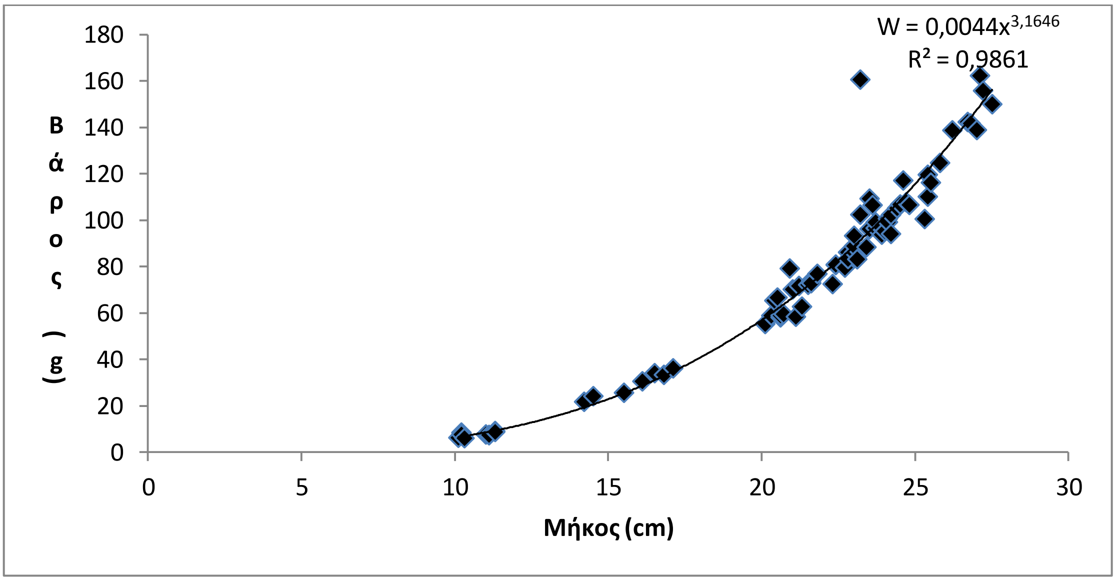
Σχήμα 11: Σχέση ολικού μήκους - βάρους στα θηλυκά άτομα για το έτος 2010.

Πίνακας 7: Παράμετροι συσχέτισης μήκους βάρους για το έτος 2011.

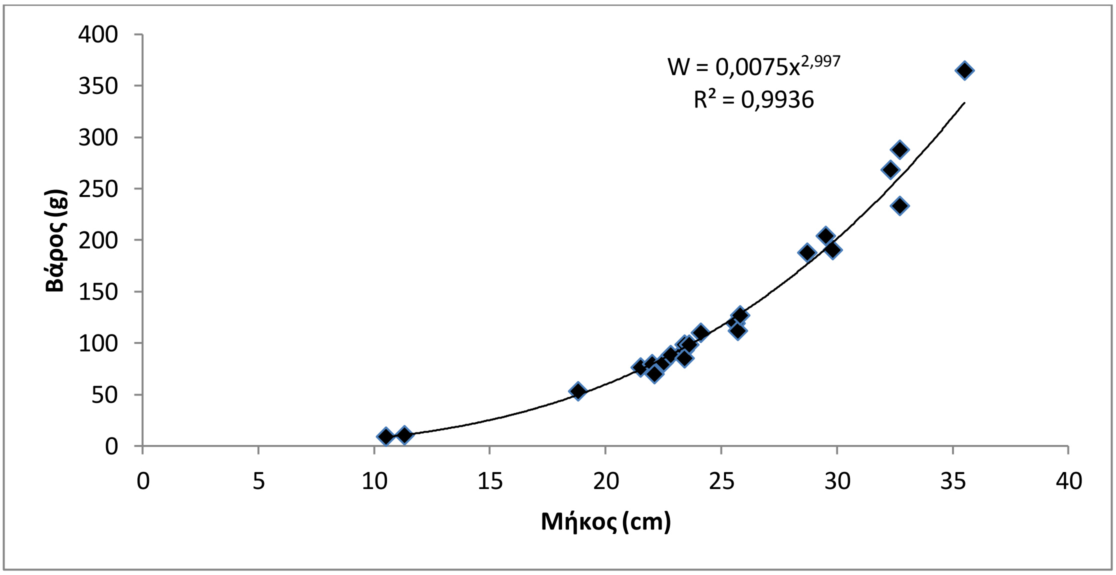
2011	α	b	R^2
Αρσενικά	0,004	3,164	0,986
Θηλυκά	0,007	2,997	0,993
Σύνολο	0,004	3,141	0,989



Σχήμα 12: Σχέση ολικού μήκους - βάρους του συνολικού πληθυσμού των μπακαλιάρων για το έτος 2011.



Σχήμα 13: Σχέση ολικού μήκους - βάρους στα αρσενικά άτομα για το έτος 2011.



Σχήμα 14: Σχέση ολικού μήκους - βάρους στα θηλυκά άτομα για το έτος 2011.

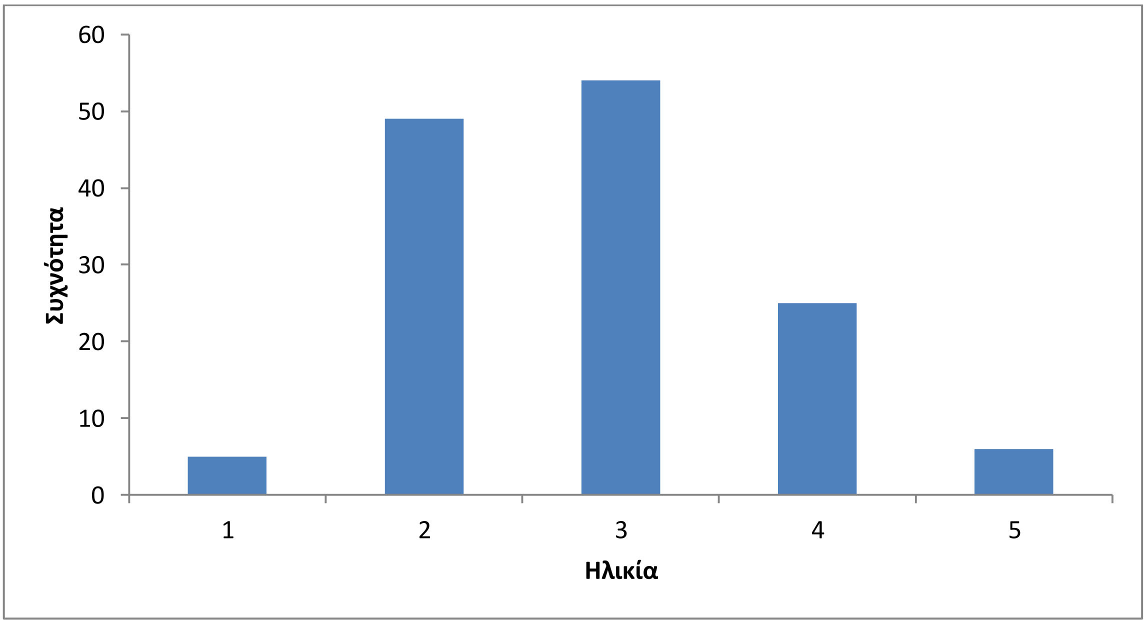
Από τη συσχέτιση ολικού μήκους – βάρους, η παράμετρος συσχέτισης b υπολογίστηκε κοντά στο 3, με τιμή 3,324 για το έτος 2010 και 3,141 για το έτος 2011. Οι τιμές αυτές ελέγχθηκαν στατιστικά σε σχέση με την τιμή 3 και βρέθηκαν και οι δύο στατιστικώς μη σημαντικές, καθώς βρέθηκε το t=0,284 ενώ t_{05} =1,96 με βαθμούς ελευθερίας 138 για το 2010 και t=0.32 με t_{05} =1,985 και βαθμούς ελευθερίας 104 για το 2011. Αυτή η παρατήρηση δείχνει ότι τα άτομα του είδους έχουν θετική αλλομετρία, δηλαδή το βάρος τους αυξάνετε γρηγορότερα σε σχέση με το μήκος τους. Οι μελέτες των Livadas (1988), Παπακωνσταντίνου *και συν.* (1989, 1994), Lucio *et al.* (2000), Uckun et al. (2000), Karlou-Riga *et al.* (2005) συμφωνούν με την παρούσα μελέτη καθώς εμφανίζουν τιμές b > 3 άρα έχουνε θετική αλλομετρία. Τα αποτελέσματα αυτά για τον Παγασητικό κόλπο επιβεβαιώνονται και από τις δύο προηγούμενες μελέτες που έγιναν στην περιοχή με τιμές b = 3,179 (Παπακωνσταντίνου *και συν.* 1989). Αντιθέτως αρνητική αλλομετρία βρέθηκε από τους Çiçek & Avşar (2010) και Piñeiro & Sainza (2003) με τιμές 2,53 και 2,981 αντίστοιχα (Πίνακας 8). Η θετική αλλομετρία που παρουσιάστηκε στον Παγασητικό πιθανών να οφείλεται στα φυσικά χαρακτηριστικά της περιοχής (ημίκλειστος κόλπος) όπου η τροφή δεν αποτελεί περιοριστικό παράγοντα.

Πίνακας 8: Παράμετροι a και b της συσχέτισης ολικού μήκους και βάρους

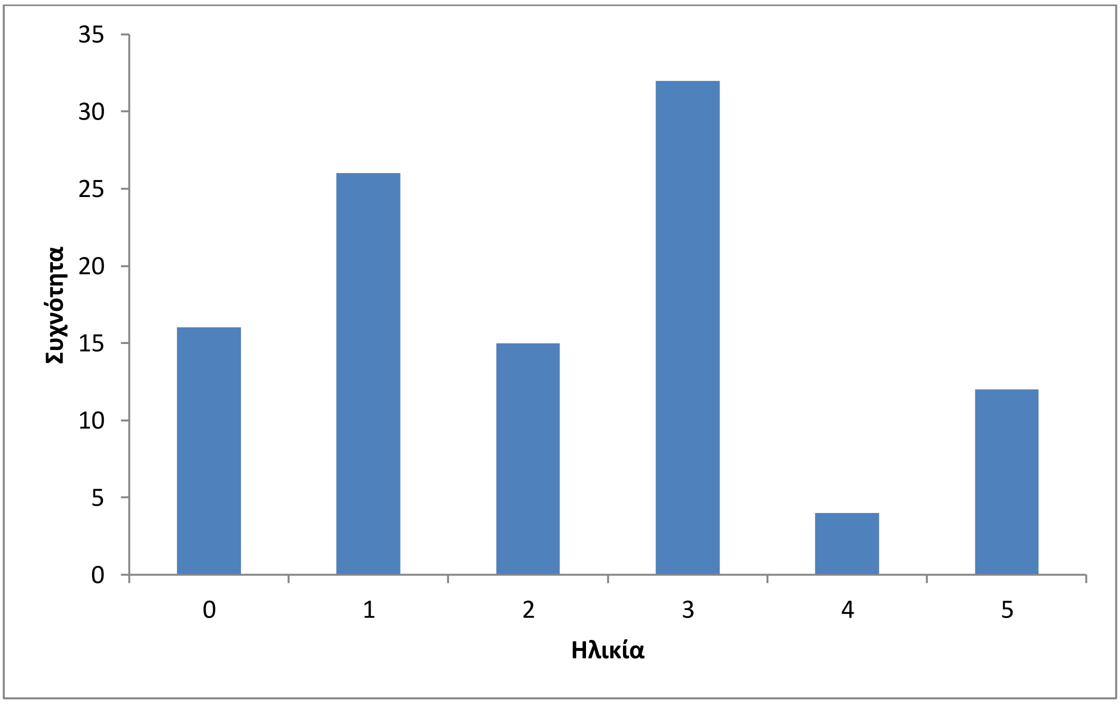
Πηγή	**Περιοχή**	**a**		**b**	
		2010	2011	2010	2011
Ζαχαρής 2011	Παγασητικός	$2,0*10^{-3}$	$4,0*10^{-3}$	3,324	3,141
Παπακωνσταντίνου *και συν.* 1994	Θερμαϊκός	$3,2*10^{-6}$		3,153	
Παπακωνσταντίνου *και συν.* 1989	Παγασητικός	$3,0*10^{-6}$		3,179	
	Ευβοϊκός	$2,0*10^{-6}$		3,216	
	Ν. Ευβοϊκός	$2,0*10^{-6}$		3,208	
	Κόλπος Πεταλίων	$4,0*10^{-6}$		3,115	
	Δίαυλος Ωρέων και Τρικερίου	$2,0*10^{-6}$		3,28	
Livadas 1988	Κυπριακό Πέλαγος	$5,87*10^{-3}$		3,07	
Çiçek & Avşar 2010	Ακτές Καρατάς (Τουρκία)	$2,67*10^{-2}$		2,53	
Uckun *et al*. 2000	Ακτή Ισμίρ (Τουρκία)	$4,5*10^{-2}$		3,194	
Karlou-Riga *et al.* 2005	Σαρωνικός	$6*10^{-3}$		3,13	
Piñeiro & Sainza 2003	Βόρεια και Βορειοδυτικά της Ιβηρικής χερσονήσου	$7,33*10^{-3}$		2,981	
Lucio *et al.* 2000	Βισκαϊκός κόλπος	$6,32*10^{-3}$		3,019	

3.3 Ηλικία

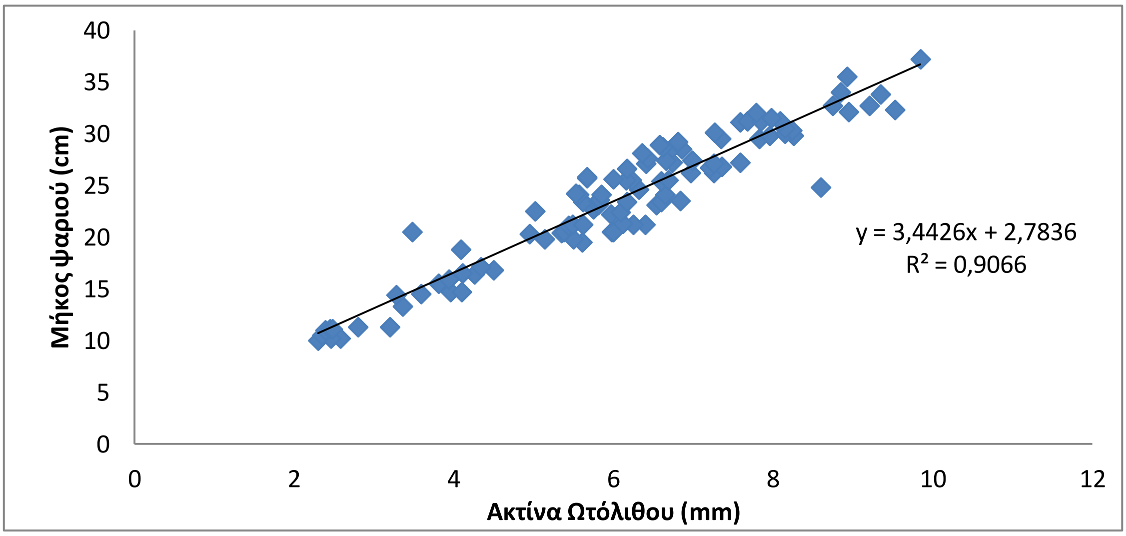
Η ηλικία των δειγμάτων προσδιορίστηκε με την ανάγνωση των ωτόλιθων από τα δείγματα, με τη χρήση ηλεκτρονικού στερεοσκόπιου. Η ηλικία προσδιορίστηκε σε 139 δείγματα για το 2010 και σε 105 δείγματα για το 2011. Οι συχνότητες της ηλικίας παρουσιάζονται στα σχήματα 15 και 16, για τα έτη 2010 και 2011, αντίστοιχα. Η ηλικιακή κατανομή βρέθηκε από 0+ έως 5 έτη, με το 36% των ατόμων να είναι $3^{ων}$ ετών. Οι παράμετροι αύξησης υπολογίστηκαν από την εξίσωση von Bertanlanffy με τη χρήση του λογισμικού STATGRAPHICS και παρουσιάζονται στον Πίνακα 10, όπου το ασυμπτωτικό μήκος (L_{∞}) βρέθηκε 34,8102 cm, η θεωρητική ηλικία μηδενικού μήκους (t_0) -1,27952 yr και ο ρυθμός αύξησης (K) 0,322702 yr^{-1}. Επίσης, έγινε συσχέτιση του ολικού μήκους των ψαριών με την ακτίνα των ωτόλιθων, όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 17, όπου υπήρξε γραμμική συσχέτιση μεταξύ τους.



Σχήμα 15: Συχνότητες ηλικίας των δειγμάτων για το έτος 2010.



Σχήμα 16: Συχνότητες ηλικίας των δειγμάτων για το έτος 2011.



Σχήμα 17: Συσχέτιση ολικού μήκους ψαριών με την ακτίνα ωτολίθου.

Πίνακας 10: Παράμετροι αύξησης von Bertalanffy του μπακαλιάρου στον Παγασητικό κόλπο.

Παράμετρος	**Εκτίμηση**	**Τυπικό σφάλμα**	**Όρια εμπιστοσύνης 95%**	
			Κατώτερο	**Ανώτερο**
L∞	34,8102	4,52075	25,8433	43,7771
K	0,322702	0,120718	0,083259	0,562146
t_0	-1,27952	0,441022	-2,15428	-0,40475

Το γεγονός ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ατόμων είχε ολικό μήκος μεγαλύτερο του 20 cm και σε συνδυασμό με τις συχνότητες εμφάνισης των ηλικιών, που όπως φαίνεται στα Σχήματα 15 και 16 τα περισσότερα βρίσκονται σε ηλικία δύο και τριών ετών, βγαίνει το συμπέρασμα ότι η αφθονία των νεαρών ατόμων μπακαλιάρου στον Παγασητικό κόλπο είναι πολύ μικρή. Το συμπέρασμα αυτό έρχεται σε αντίθεση με τη μελέτη του Πετράκη (2000), όπου τα περισσότερα άτομα είχαν μήκος μικρότερο των 20 cm και ηλικία 0+. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να οφείλεται στη μέθοδο εκτίμησης της ηλικίας και σε απόκλιση των αποτελεσμάτων κατά την επεξεργασία των ωτολίθων, καθώς η παρουσία ψευδοδακτύλιων μπορεί να οδηγήσει σε μη ακριβή αποτελέσματα όπωςέχει αναφερθεί για το M. merluccius τόσο στον Ατλαντικό (Hickling 1933, Descamps & Labastie 1978, Goni 1983) όσο και στη Μεσόγειο (Morales-Nin *et al.* 1998).

Οι παράμετροι ανάπτυξης von Bertalanffy της παρούσας μελέτης (L_∞ = 34,8102 cm, K = 0,322702 yr^{-1}, t_0 = -1,27952 yr) δε συμφωνούν με τις προηγούμενες μελέτες των Jürgen and Pitcher (1995), Παπακωνσταντίνου και συν (1989, 1998), Recasens *et al.* (1998), Διαπούλη *και συν.* (2000), Lucio *et al.* 2000, Uckun *et al.* (2000), Godinho *et* *al*. (2001), Garcia-Rodriguez and Esteban (2002), Pineiro and Sainza (2003), Karlou-Riga *et al*. (2005) και Çiçek, & Avşar (2010) (Πίν. 11), καθώς εμφανίζουν τιμές πολύ μεγαλύτερες (από 426,1 έως 1106 mm) απ’ ότι της παρούσας μελέτης. Η ένδειξη αυτή δείχνει ότι ο μπακαλιάρος στον Παγασητικό έχει μικρό ρυθμό ανάπτυξης τα τελευταία χρόνια.

Πίνακας 11: Παράμετροι αύξησης von Bertalanffy

Πηγή	**Περιοχή**	**L∞ (mm)**	**K**	**to**
Ζαχαρής 2011	Παγασητικός	34,8102	0,322702	-1,27952
Παπακωνσταντίνου κ.α., 1989	Παγασητικός	597,9	0,145	-1,6
Jürgen and Pitcer, 1995	Σαρωνικός	992	0,077	-1,484
Παπακωνσταντίνου κ.α., 1998	Ν. Αιγαίο	1000	0,23	-1,119
Uckun et al., 2000	Ακτή Ισμίρ (Τουρκία)	817	0,085	-1,155
Garcia-Rodriguez and Esteban, 2002	Αλικάντε (Ισπανία)	1106	0,08	-0,97
Godinho et al., 2001	Ατλαντικός	647,5	0,12	-1,08
Pineiro and Sainza, 2003	Ατλαντικός	887	0,128	-1,174
Çiçek and Avşar, 2010	Ακτές Καρατάς (Τουρκία)	426,1	0,123	-1,906
Karlou-Riga *et al*. 2005	Σαρωνικός	731	0,27	-0,15
Διαπούλη *και συν*. 2000	Σαρωνικός	736	0,24	-0,62
Lucio *et al*. 2000	Βισκαϊκός κόλπος	1100	0,124	-0,452

3.4 Θνησιμότητα και ρυθμός εκμετάλλευσης

Από τις παραμέτρους ανάπτυξης που βρέθηκαν (L_∞ και K) και από την κατά μήκος σύνθεση των δειγμάτων, υπολογίστηκαν η ολική (Z) και φυσική (M) θνησιμότητα. Η ολική θνησιμότητα, χρησιμοποιώντας την καμπύλη σύλληψης από τις δειγματοληψίες μας, βρέθηκε Z = 1,56 και η φυσική με τη χρήση της εμπειρικής εξίσωσης του Pauly (1980) σε M = 0,81. Έπειτα, υπολογίστηκαν η αλιευτική θνησιμότητα (F) και ο ρυθμός εκμετάλλευσης (E) ,

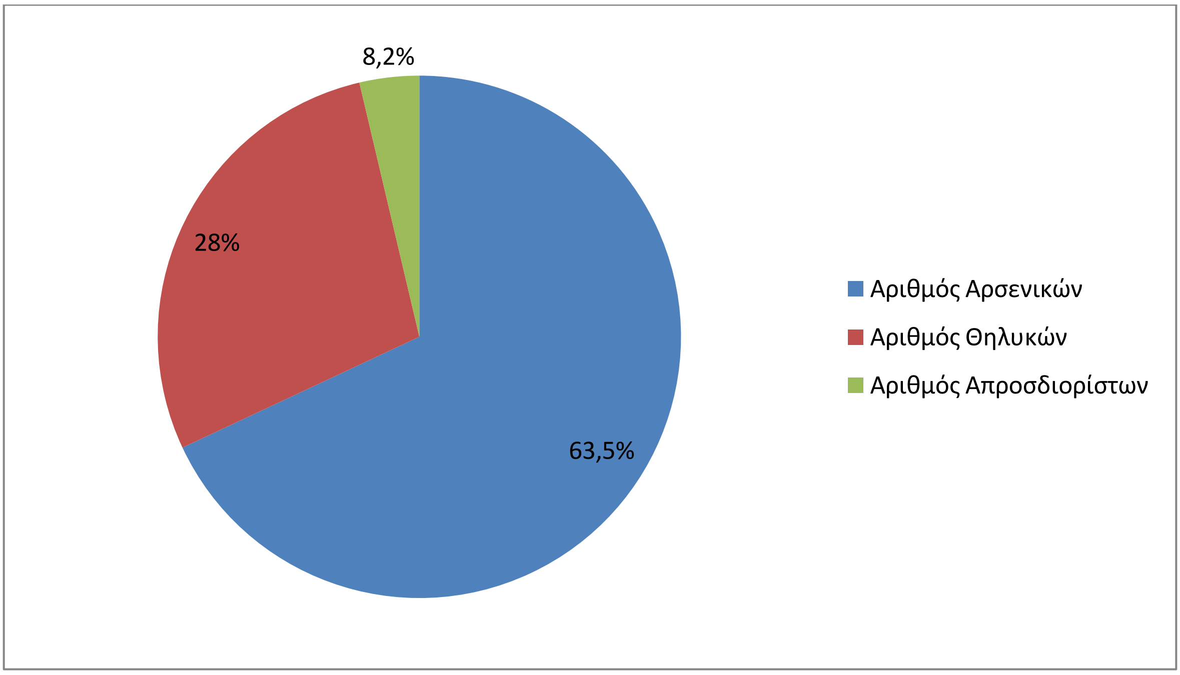
Έτσι προέκυψε F = 0,74 και E = 0,48.

Η ολική θνησιμότητα Z = 1,56 που υπολογίστηκε, είναι μεγαλύτερη από τη θνησιμότητα που βρέθηκε στο Β. Αιγαίο (Z = 0,83) για τα έτη 1994 έως 1999 από τους Orsi Relini *et al.* (2002), αλλά έρχεται σε αντίθεση με τη θνησιμότητα που βρέθηκε στο Σαρωνικό κόλπο από τους Βραντζάς *και συν*. (2000) με τιμή Z = 2,4. Οι διαφορές αυτές πιθανό να οφείλονται στη διαφορετική αλιευτική πίεση που υπάρχει σε κάθε περιοχή. Στο Σαρωνικό το απόθεμα έχει εκτιμηθεί έντονα υπεραλιευμένο (ΕΑΤΕ 1998, Βράντζας *και συν*. 2000). Από τη θνησιμότητα μετρήθηκε και ο ρυθμός εκμετάλλευσης που είχε τιμή E = 0,48. Η τιμή αυτή δείχνει ότι δεν υπάρχει υπεραλίευση στον Παγασητικό κόλπο (E>0,55 = υπεραλίευση), ένδειξη που συμφωνεί και με τα στοιχεία μήκους και ηλικίας του πληθυσμού. Σε αντίθεση με τον Παγασητικό κόλπο, στις ακτές Καρατάς, στην Τουρκία, η ολική θνησιμότητα βρέθηκε από τους Çiçek & Avşar (2010) Z = 2,41 και ο ρυθμός εκμετάλλευσης E = 0,88. Δηλαδή ο μπακαλιάρος στις ακτές αυτές είναι έντονα υπεραλιευμένος.

3.5 Αναπαραγωγή – Γεννητική Ωρίμανση

Η ηλικία και το στάδιο γεννητικής ωρίμανσης προσδιορίστηκε μακροσκοπικά χρησιμοποιώντας την κλίμακα του Nikolskii (1963). Σε σύνολο 244 δειγμάτων, τα αρσενικά ήταν 155 (63,5%), τα θηλυκά 69 (28%) και απροσδιόριστα 20 (8,2%) όπως φαίνεται στο Σχήμα 18. Η αναλογία θηλυκά : αρσενικά βρέθηκε 1 : 2,4. Επίσης, υπολογίστηκε το μήκος πρώτης γεννητικής ωρίμανσης (L_{m50}) και για τα δύο φύλα, όπου βρέθηκε να είναι 25,86 cm για τα αρσενικά και 29,80 cm για τα θηλυκά.

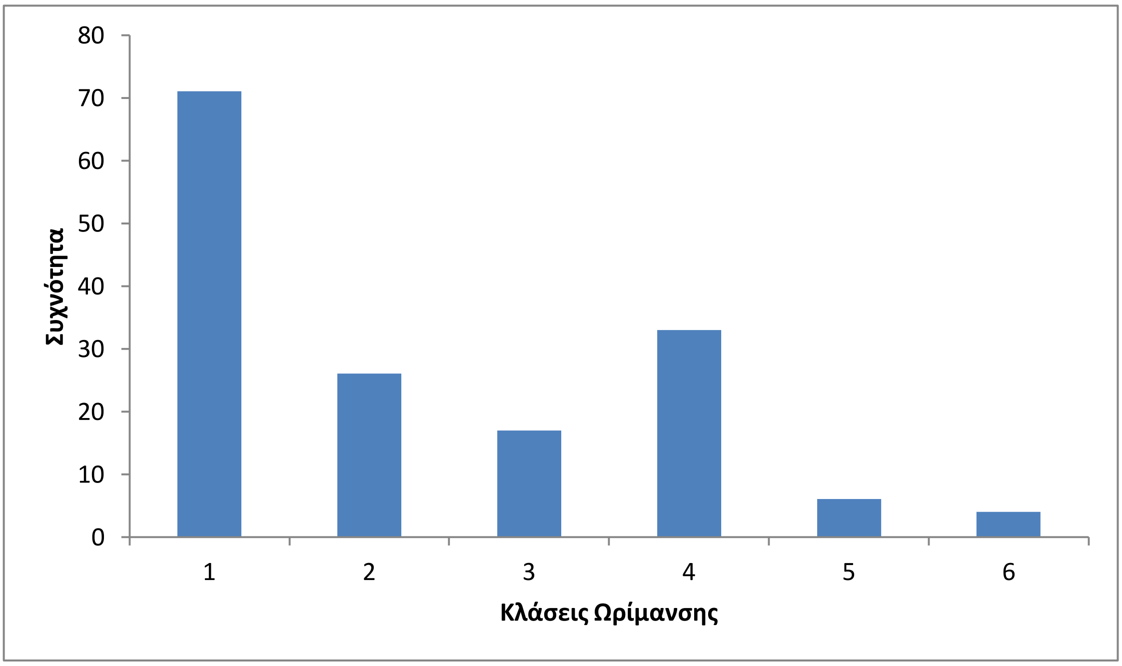
Οι συχνότητες γεννητικής ωρίμανσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 12 και στο Σχήμα 19 για τα αρσενικά άτομα και στο Σχήμα 20 για τα θηλυκά. Παρατηρήθηκε ότι τα περισσότερα αρσενικά άτομα ήταν ανώριμα (27,39% ώριμα), σε αντίθεση με τα θηλυκά όπου τα περισσότερα ήταν ώριμα (50,72%). Ο γοναδοσωματικός δείκτης (GSI) στα αρσενικά βρέθηκε 0,91 και στα θηλυκά 1,90.



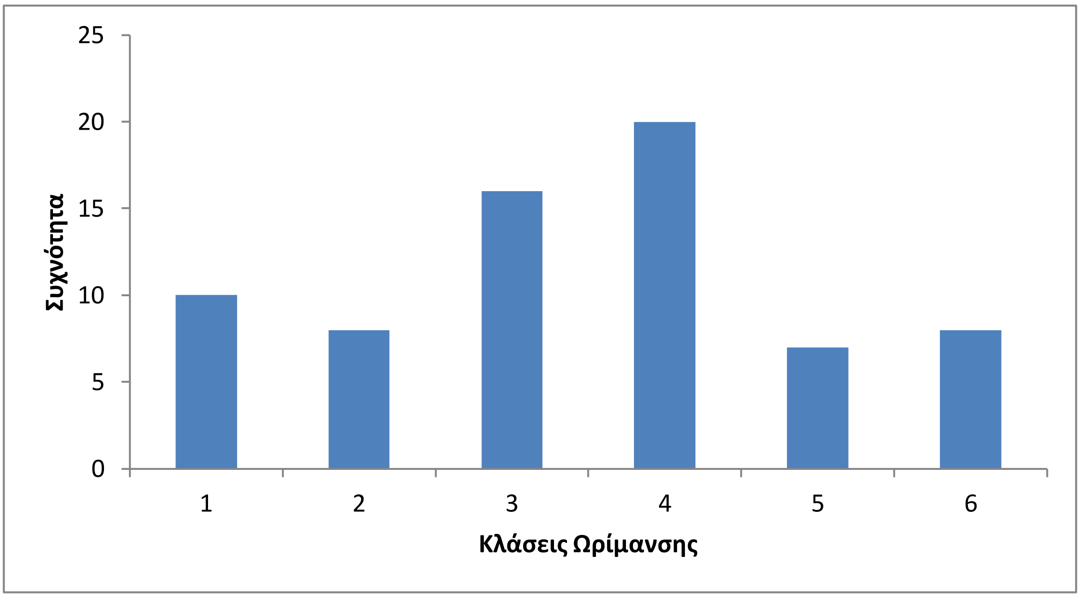
Σχήμα 18: Συχνότητες των φύλων για το μπακαλιάρο στον Παγασητικό κόλπο.

Πίνακας 12: Συχνότητες γεννητικής ωρίμανσης για το σύνολο των δειγμάτων.

Στάδιο γεννητικής ωρίμανσης	**Αρσενικά**		**Θηλυκά**	
	Συχνότητα	**P %**	**Συχνότητα**	**P %**
I	70	45,22	10	14,49
II	25	16,56	8	11,59
III	17	10,82	16	23,19
IV	33	21,02	20	28,99
V	6	3,82	7	10,14
VI	4	2,55	8	11,59



Σχήμα 19: Συχνότητες γεννητικής ωρίμανσης των αρσενικών ατόμων.



Σχήμα 20: Συχνότητες γεννητικής ωρίμανσης των θηλυκών ατόμων.

Το μήκος πρώτης γεννητικής ωρίμανσης (Lm50) πήρε τιμές 25,86 cm για τα αρσενικά και 29,80 cm για τα θηλυκά άτομα. Οι τιμές αυτές είναι μικρότερες σε σύγκριση με τις μελέτες των Recasens et al. (1998), 28,5 cm για τα αρσενικά και 38 cm για τα θηλυκά, των Lucio et al. (2000), 37,8 cm για τα αρσενικά και 48,8 cm για τα θηλυκά, και των Pineiro and Sainza (2003) με τιμές 32,8 και 45,4 cm για αρσενικά και θηλυκά αντίστοιχα. Οι διαφορές αυτές μπορεί να προήλθαν από την έντονη αλιευτική πίεση που δέχτηκαν τα αποθέματα τα τελευταία χρόνια, με αποτέλεσμα να ωριμάζουν γρηγορότερα προκειμένου να επιβιώσει ο πληθυσμός. Παράγοντες που μπορεί να επηρεάζουν την αλιευτική πίεση είναι η ερασιτεχνική αλιεία καθώς και η χρήση διχτυών με διαφορετικό εύρος οφθαλμών στις διαφορετικές περιοχές μελέτης. Το ίδιο συμπέρασμα ενισχύεται και από τις εργασίες των ICES (1996), Goni (1998), Rochet (1998) και Pineiro & Sainza (2003), οι οποίοι υποστηρίζουν ότι το μήκος στο οποίο ο μπακαλιάρος φτάνει σε γεννητική ωρίμανση έχει μειωθεί λόγο των μεγάλων αλιευτικών θνησιμοτήτων. Τέλος, ο γοναδοσωματικός δείκτης βρέθηκε 0,91 για τα αρσενικά άτομα και 1,90 για τα θηλυκά.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μελέτη υποστήριξε την ύπαρξη ηλικιακά μεγάλων και γεννητικά ώριμων ατόμων μπακαλιάρου στον Παγασητικό κόλπο, που σε συνδυασμό με το μικρό ρυθμό αύξησης υποδεικνύει την ωρίμανση των ιχθύων σε μικρότερο μήκος απ’ ότι τα παλαιότερα χρόνια. Από τις τιμές θνησιμότητας και τον ρυθμό εκμετάλλευσης βγαίνει το συμπέρασμα ότι δεν υπάρχει υπεραλίευση στην περιοχή της μελέτης. Επίσης, το μικρό μήκος πρώτης γεννητικής ωρίμανσης, πιθανών οφείλεται στην έντονη αλιευτική πίεση που δεχόταν τα αποθέματα μπακαλιάρου τις τελευταίες δεκαετίες ή στην αλλαγή των κλιματικών παραγόντων. Τα αποτελέσματα αυτά ήρθαν σε αντίθεση με παλαιότερες εργασίες για την περιοχή του Παγασητικού, οπότε κρίνεται απαραίτητη η περαιτέρω έρευνα και η χρήση χρονοσειρών για την εξαγωγή περισσότερων συμπερασμάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνικη Βιβλιογραφία

- Βράντζας, Ν., Κάρλου, Κ., Καλαγκιά, Μ. & Ε. Διαπούλη (2000) Εκτίμηση της κατάστασης αποθεμάτων κουτσομούρας και μπακαλιάρου στο Σαρωνικό κόλπο.
- Διαπούλη, Ε., Βράντζας, Ν., Καλαγκιά, Μ. & Κ. Κάρλου (2000) Ηλικία και αύξηση του μπακαλιάρου στο Σαρωνικό κόλπο.
- Ε.Α.Τ.Ε. (Εργαστήριο Αλιευτικής Τεχνολογίας & Εφαρμογών Υπ. Γεωργίας) (1998) Εκτίμηση Ιχθυαποθεμάτων στο Σαρωνικό κόλπο. Τεχνική Έκθεση, pp 182.
- ΕΚΘΕ (2000) Ανάπτυξη ολοκληρωμένης πολιτικής για την αειφόρο διαχείριση του Παγασητικού Κόλπου. Τελική Έκθεση.
- Θεοδώρου Α.Ι., Παναγιωτάκη Π., Μπουλταδάκη Α., Πνευματικάτος Η. (1997) Οικολογική κατάσταση του Παγασητικού κόλπου και δυνατότητες χρήσης παράκτιων περιοχών του για εκτροφή ιχθύων. Επιθεώρηση Ζωοτεχνικής Επιστήμης, 23: 29-49.
- Λυκάκης Σ. (1996) Υδροβιολογία. Πάτρα σελ. 150 – 151.
- Νεοφύτου Χ. (2006) Βιολογία Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών.Πανεπιστημιακές Παραδόσεις Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος Εργαστήριο Ιχθυολογίας – Υδροβιολογίας *Βόλος 2006.*
- Παπακωνσταντίνου Κ., Πετράκης Γ., Καραγκίτσου Η., Λαμπροπούλου Μ., Καρκάνη Μ., Βασιλοπούλου Β., Μυτιληναίου Χ., Λευκαδίτου Ε., Σιαπάτης Α., Καββαδάς Σ., Χατζηνικολάου Π., Αναστασοπούλου Κ., Καπίρης Κ., Terrats A., Ντογραμάτζη Κ., Μπάκας Π., Χρηστίδης Γ., Φουρτούνη Α. (1998) Εκτίμηση

των βενθοπελαγικών ιχθυαποθεμάτων που παρουσιάζουν εμπορική σημασία στο Ν. Αιγαία. Τελική τεχνική έκθεση.

- Παπακωνσταντίνου κ., Πετράκης Γ., Μυτιληναίου Χ., Πολίτου Χ., Βασιλοπούλου Β., Φουρτούνη Α. (1989) Αλιευτική έρευνα των βενθοπελαγικών ψαριών του Ευβοϊκού και Παγασητικού κόλπου. Τεχνική έκθεση.
- Παπακωνσταντίνου Κ., Πολίτου Χ-Γ., Καραγκίτσου Η., Στεργίου Κ., Μυτιληναίου Χ., , Βασιλοπούλου Β., Φουρτούνη Α., Καρκάνη Μ., Καββαδάς Σ., Πετράκης Γ., Σιαπάτης Α., Χατζηνικολάου Π., Γιαγνίση Μ. (1994) Εκτίμηση των βενθοπελαγικών ιχθυαποθεμάτων που παρουσιάζουν εμπορική σπουδαιότητα στο Θερμαϊκό κόλπο και το Θρακικό πέλαγος. Τελική τεχνική έκθεση.
- Πετράκης Γ. (2000) Ανάπτυξη ολοκληρωμένης πολιτικής για την αειφόρο διαχείριση του Παγασητικού κόλπου. Τελική έκθεση.

Ξένη Βιβλιογραφία

- Belcari P., Ligas A., Viva C. (2006) Age Determination and growth of Juveniles of the European hake, *Merluccius merluccius* (L. 1758), in the northern Tyrrhenian Sea (NW Mediterranean). *Fisheries Research,* 78: 211-217.
- Beverton R. J. H. (1963) Maturation, growth and mortality of clupeid and engraulid stocks in relation to fishing. Rapports et Proces-Verbaux des Reunions Conseil International pour l' Exploration de la Mer, 154: 44-67.
- Bogdanos C., Satsmadjis J. (1983) The macrozoobenthos of an Aegean embayment. Thalassographica, 6: 77-105.

- Campana S.E. (2001) Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *Journal of Fish Biology* 59: 197 – 242.
- Castro P., Huber M.E. (1999) Θαλάσσια Βιολογία (Μετάφραση Κούκουρας Θ. & Βουλτσιάδου Ε.). University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
- Çiçek E., Avşar D. (2010) population parameters, morality and exploitation rates of European hake, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) in Iskenderun Bay (off Karatas coasts Adana). Journal of New World Sciences Academy Ecological Life Sciences, 5(2): 146-154.
- Cohen D.M., Inada T., Iwamoto T., Scialabba N. (1990) FAO Species catalogue. Vol. 10. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). An annotated and illustrated Catalogue of Gods, Hakes, Grenadiers and other Gadiform fishes Known to Date. *FAO Fish. Synopsis* 125.
- Descamps, P., and Labastie, J. (1978) Note sur la lecture et l'interpretation des otolithes du merlu. ICES CM 1978/G: 41. 21 pp.
- F.A.O. (2010) The State Of World Fisheries And Aquaculture
- Friligos N. (1987) Eutrophication assessment in Greek coastal waters. Toxicological and Environmental Chemistry, 15: 185-196.
- Friligos N. (1988) Nutrient enrichment and circulation of water masses in the Pagassitikos Gulf (Aegean Sea). Oceanol. Acta. In: Oceanographie pelagigue mediterraneenee (Ed. Minas H. J. et Neval P.), 111-122.
- Friligos N., Gotsis-Skretas O. (1989) Eutrophication and red tide in Aegean coastal waters. Toxicological and Environmental Chemistry, 24: 171-180.

- Gabrielides G., Friligos N. (1977) Nutrient distribution in the Pagassitikos Gulf (August, 1975). Thalassia Jugoslavica, 3(1/2): 45-51.
- Gabrielides G.P., Theocharis A.C. (1978) Physical and chemical characteristics of Pagassitikos Gulf, Greece. Thalassographica, 2: 135-154.
- Garcia-Rodriguez M., Esteban A. (2002) How fast does hake grow? A study on the Mediterranean hake (*Merluccius merluccius* L.) comparing whole otoliths readings land length frequency distributions data. Scientia Marina, 66(2) 145-156.
- Godinho M. L., Afonso M. H., Morgado C. (2001) Age and growth of hake Merluccius merluccius Linnaeus, 1758 from the Northeast Atlantic (ICES Division IXa). Boletín Instituto Español de Oceanografía, 17: 255 – 262.
- Goni, R. (1983) Growth studies of European hake (Merluccius merluccius L.) from the Northwest African shelf. ICES CM 1983/G: 10. 3 pp.
- Goni, R. (1998) Ecosystem effects of marine fisheries: an overview. Ocean and Coastal Management, 40: 37–64.
- C. Karlou-Riga,. I. Anastopoulou & A. Argyrokastritis (2005) Hake (Merluccius merluccius) Stock Assessment in the Saronikos Gulf (GFCM Geographical Sub-Area, 22) in 2004.
- ICES. (1996) Report of the Working Group on Ecosystem Effects of Fishing Activities. ICES CM 1996/Assess/ENV: 1. 131 pp.
- Jürgen A., Pitcher T. J. (1995) Hake: Biology, Fisheries and Markets. Chapman & Hall, London.

- Karageorgis A. P., Sioulas A. I., Anagnostou C.L. (2002) Use of surface sediments in Pagassitikos Gulf, Greece, to detect anthropogenic influence. Geo-Mar Lett, 21: 200-211.
- Landa, J., and Pin˜eiro, C. (2000) Megrim (Lepidorhombus whiffiagonis) growth in the north-eastern Atlantic based onback-calculation of otolith rings. ICES Journal of Marine Science, 57: 1077–1090.
- Livadas J. R. (1988) Contribution to the knowledge of the biology and population dynamics of hake (*Merluccius merluccius* L.), Family gagidae, in Cyprian waters. Thalassographica, 11(1): 65-77.
- Lloris D., Matallanas J., Oliver P. (2005) Hakes of the world (Family *Merlucciidae*). An annotated and illustrated catalogue of hake species known to date. *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes* No. 2.
- Lucio, P., Murua, H., and Santurtu´n, M. (2000) Growth and reproduction of hake (Merluccius merluccius) in the Bay of Biscay during the period 1996–1997. Ozeanografika, 3: 325–354.
- Morales-Nin, B., Torres, G. J., Lombarte, A., and Recasens, L. (1998) Otolith growth and age estimation in the European hake. Journal of Fish Biology, 53(6): 1155–1168
- Murua H. (2010) The Biology and Fisheries of European Hake, Merluccius merluccius, in the North-East Atlantic. Advances in Marine Biology, 58: 97-154.
- Muus, B.J. and J.G. Nielsen (1999) Sea fish. Scandinavian Fishing Year Book, Hedehusene, Denmark. 340 p.

- Ni I-H, Sandeman E.J. (1984) Size at maturity for northwest Atlantic Redfishes (*Sebastes*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 41: 1753-1762.
- Nikolskii G.V. (1963) The ecology of fishes. Academic Press, London & New York.
- Orsi Relini L., Papaconstaninou C., Jukic-Peladic S., Souplet A., de Sola L. G., Piccinetti C., Kavadas S., Rossi M. (2002) Distribution of the Mediterranean hake populations (Merluccius merluccius smiridus Rafinesque, 1810) (Osteichthyes: Gadiformes) based on six years monitoring by trawl-surveys: some implications for management. Scientia Marina 66(2): 21-38.
- Pauly D. (1980) On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. Journal de Conseil Internationale pour l' Exploration de la Mer 39: 175-192.
- Petihakis G., Triantafyllou G., Theodorou A. (2000) Enrichment of Pagassitikos Gulf by run off fertilizers: a modeling study. Period. Biol., 102:130-136.
- Petihakis G., Triantafyllou G., Koliou A., Theodorou A. (2002) Exploring the Dynamics of a Marine Ecosystem (Pagassitikos Gulf, Western Aegean, Greece) through the analysis of Temporal and Spatial Variability of Nutrients. Littoral, 22-26 September, Porto, Portugal.
- Petihakis G., Triantafyllou G., Theodorou A. (2003) A time dependent ecosystem operational tool for Pagasitikos gulf. Simulation of biogeochemical variables in space and time. Geophysical Research Abstracts, 5.
- Petihakis G., Triantafyllou G., Pollani A., Koliou A., Theodorou A. (2005) Field data analysis and application of a complex water column biogeochemical model

in different areas of a semi-enclosed basin: towards the development of an ecosystem management tool. Marine Environmental Research 59: 493-518.

- Pineiro C. & Sainza M. (2003) Age estimation, growth and maturity of European hake (*Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758)) from Iberian Atlantic water-ICES. Journal of Marine Science 60: 1086-1102.
- Recasens L., Lombarte A., Morales-Nin B., Torres G.J. (1998) Spatiotemporal variation in the population structure of the European hake in the NW Mediterranean. *Journal of Fish Biology* 53: 387-401.
- Rochet, M. J. (1998) Short-term effect of fishing of life history traits of fishes. ICES Journal of Marine Science, 55: 371–391.
- Schneider J. C., Laarman P. W., Gowing H. (2000) Length-weight relationships. Chapter 17 *in* Schneider, James C. (ed.) 2000. Manual of fisheries survey methods II: with periodic updates. Michigan Department of Natural Resources, Fisheries Special Report 25, Ann Arbor.
- Smith C.J., Papadopoulou K.N. (2003) Burrow density and stock size fluctuations of Nephrops norvegicus in a semi-enclosed bay. ICES J Mar Sci., 60: 798-805.
- Stergiou K., Karpouzi S.V. (2002) Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish. *Fish biology and fisheries* 11: 217 – 254.
- Theocharis A., Laskaratos A. (1985) Water type formation and spreading in Pagassitikos Gulf (NW Aegean). Rapp. Comm. Int Mer. Medit., 29(3): 37-38.
- Theodorou A.I. (1995) Ecological monitoring studies for Volos Sea Outfall (Pagassitikos Gulf, Western Aegean Sea). Wat. Sci. Tech., 32: 273-280.

- Triantafyllou G., Petihakis G., Dounas C., Theodorou A. (2001) Assessing marine ecosystem response to nutrient inputs. Marine Pollution Bulletin 43: 175-186.
- Uckun, D., Togulga, M., Taskavak, E. (2000) A Preliminary Study on the Growth of the Common Hake (Merluccius merluccius L., 1758) in Izmir Bay, Aegean Sea. Acta Adriatica, 41 (2), pp: 25-34.
- United Nations (2004) World Population to 2300 pp: 5
- Voutsinou - Taliadouri F., Balopoulos E.T. (1989) Geochemical and water flow features in a semiclosed embayment of the Western Aegean Sea (Pagassitikos Gulf, Greece) and plysical oceanographic and geochemical conditions in Thermaikos Bay (Northwestern Aegean). Wat. Sci. Tech., 21: 1881-1886.

Ηλεκτρονική βιβλιογραφία

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

ABSTRACT

Merluccidae family belongs in the order of Actinopterygii of the class Gadiformes and is divided in two subfamilies Macruroninae and Merlucciinae. The first subfamily includes three genera *Lycomodes*, *Lyconus* and *Macroconus*. Subfamily Merlucciinae includes the genus *Merluccius*. Genus Merluccius includes the species which is going to be studied, which is *Merluccius merluccius*.

M. merluccius is a deep sea demersal species and has a long and thin body. Its head is big and reaches 25-30% of its' total length. The snout and the upper – jaw have a total length of 30 - 35 % and 48 – 54% of the head's total length. The eyes' diameter is about 16-21% of the length of the head.

It is found in the north and the south hemisphere, in both sides of the Atlantic Ocean, all over the Pacific Ocean and periodically there are references of cods to the Western Pacific and to south Indian Ocean. This particular species is found to the eastern coasts of the Atlantic Ocean to the Mediterranean Sea as also to the Black sea.

Sampling for this experiment took place in order to be studied the biology of the cod across the Mediterranean, the status of the stock as also the specification of the minimum length under which cod cannot be fished. Samples were taken from the Pagassitikos Gulf with tow trawls during the summer period of the years 2010 – 2011. The samples were numbered and storage in deep freezer (-24^{o} C).

Total length (TL) and weight (W) were measured. Removal of gonads and digestive system took place. The weight of gonads and digestive was measured. Samples where opened and otoliths where removed in order to specify the fish age. Otoliths were read from the core to the edge and versa. The mean of the two readings

specified the age of the fish. Sex of each species was specified macroscopically by gonad’s color.

Tools that were used in order to open the fishes were medical forceps, curved scissors, scalpels. In order to specify species total length a fish-ruler. For the specification of the total weight electronical scale and finally for the specification of gonads’ weight as also for the digestive system’s weight electronical precision scale. Otoliths’ observation took place with electronical stereoscope.

All data which came out from the observations were processed in order so that the composition of the sample could be determined and various parameters that highlight the status of the population. Parameters that were calculated were the factors a and b from the correlation of length – weight and von Bertalanffy growth parameters using the software Statgraphics, mortalities, total, natural and fishing and the exploitation rate, the length of the first genetic maturation for each sex and gonadosomatic Index(GSI). Rate of exploitation was also calculated. Weight-length diagrams were made from the findings of male and female subjects in order observe the growth of fishes. Age classes were created and species were allocated in order to determine the age distribution of the stock.

From the results that were taken from the data processing a great variation was observed in the sizes of cod with a minimum length of 10 cm. and a maximum of 37.2 cm. In both ages of sampling most of the species were observed between length classes of 22 – 26 cm. Females had a bigger total length than males in both ages of sampling. In addition the fact that the bigger amount of samples was bigger than 20cm. long in correlation to the incidences of age, most are aged two and three years, it follows that there are no young persons in the Pagassitikos Gulf.

From the correlation of the total length – weight the correlation parameter b was calculated around 3, with a price of 3.324 for the year 2010 and 3.141 for the year 2011. This observation indicates that fishes grow symmetrically in relation to their weight. The overall mortality was estimated at Z = 1.56. From mortality the exploitation rate was measured R = 0.48. This price indicates that there is no overfishing in Pagassitikos Bay, indication which goes accord to the data of length and age of the population. The first genetic maturation length (L_{m50}) was calculated 25.86 cm for males and 29.8 for females. Gonad-body index was calculated 0.91 for males and 1.9 for females.

In conclusion, this approach suggests an early sex maturation in Pagasitikos Gulf and a lack of overfishing in this region.

Keywords: *M. Merluccius*, Pagassitikos, growth