

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ & ΥΔΑΤΙΝΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Μελέτη της βιολογίας και πληθυσμιακά χαρακτηριστικά του
λυθρινιού (*Pagellus erythrinus* L. 1758) στον Παγασητικό κόλπο»**

Ερντί Χασάν

ΒΟΛΟΣ 2011

«Μελέτη της βιολογίας και πληθυσμιακά χαρακτηριστικά του λυθρινιού (*Pagellus erythrinus* L. 1758) στον Παγασητικό κόλπο»



Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή :

1) Χρήστος Νεοφύτου, Καθηγητής, Ιχθυολογία - Υδροβιολογία, 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) Αργύρης Καλλιανιώτης, Ερευνητής, Ινστιτούτο Αλιευτικής Έρευνας (ΙΝ.ΑΛ.Ε.), Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.), *Μέλος*.



Στους γονείς μου



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όσους συνέβαλαν στο να φέρω σε πέρας την παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα της εργασίας αυτής, καθηγητή κ. Χρήστο Νεοφύτου, για την πολύτιμη βοήθειά του και τη διαρκή υποστήριξή του, τόσο κατά τη διεξαγωγή της έρευνας, όσο και κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής μου, αποτελούμενη από τη λέκτορα κ. Ελένη Γκολομάζου και τον ερευνητή κ. Αργύρη Καλλιανιώτη, για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την καθοδήγησή τους καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους Ιωάννη Καραπαναγιωτίδη και Εμμανουήλ Μαλανδράκη για την άμεση και ανιδιοτελή βοήθειά τους, καθώς επίσης τους φίλους μου από το προπτυχιακό και το μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών για την αμέριστη συμπαράστασή και την πολύτιμη προσφορά τους στην επεξεργασία των δειγμάτων.

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

Τα βενθοπελαγικά είδη αντιπροσωπεύουν περίπου το 40% της συνολικής αλιευτικής παραγωγής στην Ελλάδα. Ένα από τα βενθοπελαγικά είδη είναι και το λυθρίνι (*Pagellus erythrinus*, L.) το οποίο είναι είδος με εμπορική αξία, με γεωγραφική εξάπλωση που εκτείνεται από τη Μεσόγειο και τη Μαύρη Θάλασσα έως τις Ευρωπαϊκές και Αφρικανικές ακτές του Ατλαντικού και αποτελεί σημαντικό αλίευμα στην παράκτια αλιεία της Μεσογείου. Τα τελευταία χρόνια έχει διαπιστωθεί ότι είναι ένα από τα πλέον άφθονα είδη στον Παγασητικό κόλπο.

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή στηρίχθηκε σε δείγματα που αλιεύθηκαν με πειραματική αλιεία στον Παγασητικό κόλπο την περίοδο του Ιουνίου για δύο συνεχόμενα έτη 2010 και 2011. Ο σκοπός της ήταν να μελετηθεί η βιολογία και τα κυριότερα χαρακτηριστικά του πληθυσμού του λυθρινιού στον ημίκλειστο Παγασητικό κόλπο. Στα πλαίσια αυτής της διατριβής μελετήθηκαν η κατανομή της βιομάζας, η κατά μήκος και η κατά ηλικία σύνθεση, η σχέση μήκους-βάρους, η ανάπτυξη, η θνησιμότητα, ο ρυθμός εκμετάλλευσης και τα κυριότερα αναπαραγωγικά χαρακτηριστικά, όπως η αναπαραγωγική στρατηγική, η αναλογία των φύλων, το μήκος αναστροφής φύλου, το μήκος και η ηλικία πρώτης γεννητικής ωρίμανσης και η εποχή αναπαραγωγής του λυθρινιού. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν συγκρίθηκαν με προηγούμενες μελέτες στην υπάρχουσα βιβλιογραφία και συζητήθηκαν.

Η μεγαλύτερη μέση βιομάζα (37,039 kg/h το 2010 και 36,685 kg/h το 2011) του λυθρινιού αλιεύθηκε στο δυτικό τμήμα του Παγασητικού κόλπου. Η μέση βιομάζα του είδους διατηρήθηκε σε χαμηλά επίπεδα στο κεντρικό (1,293 kg/h το 2010 και 2,975 kg/h το 2011) και στο ανατολικό (0,077 kg/h το 2010 και 0 kg/h το 2011) τμήμα του κόλπου. Συνεπώς, παρουσιάζεται γεωγραφική ανομοιομορφία στην κατανομή του



λυθρινιού μέσα στον Παγασητικό κόλπο με το δυτικό τμήμα του να αποτελεί το κυριότερο αλιευτικό πεδίο για την αλιεία του είδους αυτού. Αυτό μπορεί να οφείλεται στις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε τμήμα.

Το ολικό μήκος (TL) των ατόμων που συλλέχθηκαν κυμάνθηκε από 8,7-26,7 cm στο δείγμα του Ιουνίου του 2010 και από 10,1-30,3 cm στο δείγμα του Ιουνίου του 2011. Τα περισσότερα άτομα που αλιεύτηκαν ανήκαν στις κλάσεις μήκους 17,5-20,5 cm. Από τη συσχέτιση του ολικού μήκους και βάρους προέκυψε ότι η σωματική ανάπτυξη του λυθρινιού παρουσιάζει αρνητική αλλομετρία στον Παγασητικό κόλπο τον Ιούνιο του 2010 ($b=2,75$, $t=7,884$, $t_{0,05(2),218}=1,97$) και τον Ιούνιο του 2011 ($b=2,91$, $t=4,353$, $t_{0,05(2),361}=1,96$), γεγονός που δηλώνει ότι το λυθρίνι γίνεται ελαφρύτερο για το μήκος του όσο μεγαλώνει σε μέγεθος, ενώ δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο φύλων (2010: $t=0,3234$, $t_{0,05(2),173}=1,97$, 2011: $t=1,372$, $t_{0,05(2),333}=1,96$).

Η ηλικιακή σύνθεση του λυθρινιού σύμφωνα με τα δεδομένα της πρώτης δειγματοληψίας (Ιούνιος 2010) βρέθηκε ότι κυμαίνεται από 0 έως 8 χρόνια. Στη δεύτερη δειγματοληψία (Ιούνιος 2011) βρέθηκε μια κλάση παραπάνω (0 έως 9). Η πλειονότητα των ατόμων φαίνεται ότι ανήκουν στις ηλικιακές κλάσεις 2, 3 και 4. Η ηλικία των θηλυκών ατόμων κυμάνθηκε από 1 έως 7 χρόνια, ενώ των αρσενικών από 2 έως 8 χρόνια σύμφωνα με τα δεδομένα του Ιουνίου του 2010. Σύμφωνα με τα δεδομένα της δειγματοληψίας του επόμενου έτους η ηλικία των θηλυκών κυμάνθηκε από 1 έως 7 χρόνια ενώ των αρσενικών από 3 έως 9 χρόνια.

Οι παράμετροι ανάπτυξης του von Bertalanffy για το λυθρίνι υπολογίστηκαν από τα παρατηρούμενα μέσα μήκη σε κάθε ηλικιακή κλάση. Για τον Ιούνιο του 2010 το ασυμπτωτικό μήκος (L_{∞}) υπολογίστηκε στα 33,61 cm, η θεωρητική ηλικία μηδενικού



III

μήκους (t_0) -2,21 yr και ο ρυθμός ανάπτυξης (K) $0,15 \text{ yr}^{-1}$. Για τον Ιούνιο του 2011 το ασυμπτωτικό μήκος υπολογίστηκε στα 32,37 cm, η θεωρητική ηλικία μηδενικού μήκους -2,49 yr και ο ρυθμός ανάπτυξης $0,15 \text{ yr}^{-1}$.

Η ανάλυση του μήκους μέσης ανάπτυξης μεταξύ των ηλικιακών κλάσεων έδειξε ότι η ανάπτυξη του λυθρινιού έχει τους ταχύτερους ρυθμούς στο πρώτο έτος της ζωής του (35,92% για το 2010 και 33,33% για το 2011). Η γρήγορη ανάπτυξη του λυθρινιού συνεχίζεται έως και τον τρίτο χρόνο η οποία σταδιακά ελαττώνεται στις επόμενες ηλικίες.

Η ολική θνησιμότητα (Z) υπολογίστηκε στα $0,614 \text{ yr}^{-1}$ για το 2010 και στα $0,622 \text{ yr}^{-1}$ για το 2011. Η φυσική θνησιμότητα (M) σύμφωνα με την εμπειρική εξίσωση του Pauly υπολογίστηκε στα $0,386 \text{ yr}^{-1}$ για το 2010 και στα $0,396 \text{ yr}^{-1}$ για το 2011. Η αλιευτική θνησιμότητα (F) υπολογίστηκε στα $0,228 \text{ yr}^{-1}$ για τον Ιούνιο του 2010 και στα $0,226 \text{ yr}^{-1}$ για τον Ιούνιο του 2011. Ο ρυθμός εκμετάλλευσης (E) του αποθέματος υπολογίστηκε στα 0,372 για το 2010 και στα 0,363 για το 2011.

Η σύνθεση του δείγματος του Ιουνίου του 2010 ήταν 60,73% θηλυκά, 20,09% αρσενικά και 19,18% ανώριμα ή με αδιευκρίνιστο φύλο. Η αναλογία αρσενικών και θηλυκών βρέθηκε 1:3,02. Η σύνθεση του δείγματος του Ιουνίου του 2011 ήταν 77,69% θηλυκά, 15,15% αρσενικά και 6,61% ανώριμα ή με αδιευκρίνιστο φύλο. Επίσης, παρατηρήθηκε ένα μικρό ποσοστό ατόμων (0,55%) στις γονάδες των οποίων οι ωοθήκες και οι όρχεις υπήρχαν ταυτόχρονα. Η αναλογία αρσενικών και θηλυκών βρέθηκε 1:5,13.

Η αναπαραγωγική στρατηγική του λυθρινιού επιβεβαιώθηκε από την επικράτηση των θηλυκών ατόμων στα μικρότερα μήκη, ενώ των αρσενικών στα



μεγαλύτερα. Το μήκος της πρώτης γεννητικής ωρίμανσης (Lm_{50}) υπολογίστηκε στα 16,01 cm (2,1 yr) για τα θηλυκά και 19,77 cm (3,7 yr) για τα αρσενικά.

Λέξεις-κλειδιά: *Pagellus erythrinus*, βιολογία, Παγασητικός κόλπος



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Αλιεία βενθοπελαγικών ειδών	2
1.2 Λυθρίνι (<i>Pagellus erythrinus</i> , L.).....	2
1.2.1 Συστηματική κατάταξη	2
1.2.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	3
1.2.3 Γεωγραφική εξάπλωση	3
1.2.4 Βαθυμετρική κατανομή	3
1.2.5 Αλιευτική παραγωγή στον Παγασητικό κόλπο	4
1.3 Μελέτη βιολογίας των ψαριών.....	5
1.3.1 Σχέσεις μήκους-βάρους.....	5
1.3.2 Ηλικία	6
1.3.3 Ανάπτυξη.....	8
1.3.4 Αναπαραγωγικά χαρακτηριστικά	9
1.4 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας	10
1.5 Σκοπός της διατριβής.....	12
2. ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ	13
2.1 Περιοχή μελέτης.....	13
2.1.1 Παγασητικός κόλπος	13
2.1.2 Αλιεία στον Παγασητικό κόλπο.....	13
2.2 Δειγματοληψία	14
2.3 Ηλικία και ανάπτυξη	16
2.3.1 Συσχέτιση ολικού μήκους - ολικού βάρους	16
2.3.2 Προσδιορισμός ηλικίας.....	17
2.3.3 Ανάδρομος υπολογισμός μηκών	18
2.3.4 Υπολογισμός παραμέτρων ανάπτυξης.....	18
2.3.5 Θνησιμότητα	19
2.4 Αναπαραγωγικά χαρακτηριστικά.....	20
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ	23
3.1 Βιομάζα λυθρινιού.....	23
3.2 Κατά μήκος συνθέσεις.....	25
3.3 Σχέσεις μήκους-βάρους	26
3.4 Σχέση ολικού και μεσουραίου μήκους.....	28
3.5 Ηλικία και ανάπτυξη	33
3.5.1 Περιγραφή ωτολίθων	33



3.5.2	Ηλικιακή σύνθεση	34
3.5.3	Καμπύλη ανάπτυξης von Bertalanffy	39
3.5.4	Ανάδρομα υπολογισμένα μήκη	40
3.5.5	Θνησιμότητα	45
3.6	Αναπαραγωγικά χαρακτηριστικά	46
3.6.1	Αναλογία φύλων	46
3.6.2	Αναπαραγωγική στρατηγική	49
3.6.3	Αναπαραγωγική περίοδος	52
3.6.4	Μήκος πρώτης γεννητικής ωρίμανσης (L_{M50})	54
4.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	56
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	59
	Ξένη βιβλιογραφία	59
	Ελληνική βιβλιογραφία	63
	Ηλεκτρονική βιβλιογραφία	63
	ABSTRACT	64



1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αλιεία έχει μακροχρόνια παράδοση στις μεσογειακές χώρες και πολλές μέθοδοι εκμετάλλευσης των αλιευτικών πόρων έχουν αναπτυχθεί από την αρχαιότητα. Αυτός είναι και ο λόγος που τα αλιευτικά εργαλεία είναι τόσο διαφοροποιημένα, αλλά και η μικρή παράκτια αλιεία είναι τόσο σημαντική δραστηριότητα κατά μήκος των ακτών της Μεσογείου (Leonart & Recasens 1994).

Ο Ελληνικός αλιευτικός τομέας έχει τα περισσότερα χαρακτηριστικά της μεσογειακής αλιείας, τα οποία διαμορφώνονται από το εκτεταμένο μήκος της Ελληνικής ακτογραμμής, τη στενή υφαλοκρηπίδα, τη χαμηλή πρωτογενή παραγωγικότητα των θαλασσών που περιβάλλουν την Ελληνική χερσόνησο, το μεγάλο αριθμό εμπορικών ειδών, την κατά κύριο λόγο βραχύδη φύση του πυθμένα και την περιορισμένη έκταση των περιοχών κατάλληλων για αλιεία της μηχανότρατας. Εξαιτίας αυτών των χαρακτηριστικών τα αλιευτικά σκάφη περιορίζονται σε μια στενή ζώνη αλιείας (Κλαουδάτος και συν. 2010). Όπως προκύπτει και από τα δεδομένα του Κοινού Αλιευτικού Μητρώου το συντριπτικό ποσοστό των σκαφών της Ελλάδας ανήκουν στην κατηγορία της μικρής παράκτιας αλιείας.

Ένας από τους κύριους στόχους της αλιευτικής έρευνας είναι η συλλογή δεδομένων για τη βιολογία, την εξάπλωση και τη δυναμική των αλιευτικών πόρων, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν στη διαχείριση των αποθεμάτων τους. Αυτά τα δεδομένα είναι απαραίτητα σε εθνικό επίπεδο για να μπορούν να διαχειριστούν αειφορικά αυτοί οι πόροι, αλλά και σε διεθνές επίπεδο, στα πλαίσια της Κοινής Αλιευτικής Πολιτικής της Μεσογείου (Polítou 2007).

1.1 Αλιεία βενθοπελαγικών ειδών

Τα βενθοπελαγικά είδη αντιπροσωπεύουν περίπου το 40% της συνολικής αλιευτικής παραγωγής στην Ελλάδα (Politou 2007). Η ομάδα αυτή χαρακτηρίζεται από μεγάλο αριθμό ειδών που έχουν συνήθως υψηλή εμπορική αξία (Leonart & Recasens 1994). Πολλοί διαφορετικοί τύποι εργαλείων χρησιμοποιούνται στην εκμετάλλευση αυτών των ειδών. Η τράτα βυθού είναι το κυριότερο αλιευτικό εργαλείο από την άποψη των συλλήψεων, αλλά και τα χειρωνακτικά εργαλεία (artisanal gears) της μικρής παράκτιας αλιείας είναι επίσης σημαντικά (Leonart & Maynou 2003), δεδομένου ότι το συντριπτικό ποσοστό των σκαφών της Ελλάδας ανήκουν στην μικρή παράκτια αλιεία (Conides 2007). Η αλιεία των βενθοπελαγικών ειδών, ιδιαίτερα στην περίπτωση των μη επιλεκτικών εργαλείων (π.χ. τράτα βυθού) είναι «πολυειδική» (Labropoulou 2007), δηλαδή ένα αλιευτικό εργαλείο συλλαμβάνει πληθώρα ειδών, καθώς και «πολυεργαλειακή», δηλαδή ένα είδος αποτελεί στόχο σε πολλά αλιευτικά εργαλεία.

1.2 Λυθρίνι (*Pagellus erythrinus*, L.)

Ένα από τα βενθοπελαγικά είδη είναι και το λυθρίνι (*Pagellus erythrinus*, L.) το οποίο είναι είδος με εμπορική αξία και αποτελεί σημαντικό αλίευμα στην παράκτια αλιεία της Μεσογείου.

1.2.1 Συστηματική κατάταξη

Φύλο: *Chordata*

Κλάση: *Osteichthyes*

Τάξη: *Perciformes*

Οικογένεια: *Sparidae*

Γένος: *Pagellus*

Είδος: *Pagellus erythrinus* Linnaeus 1758

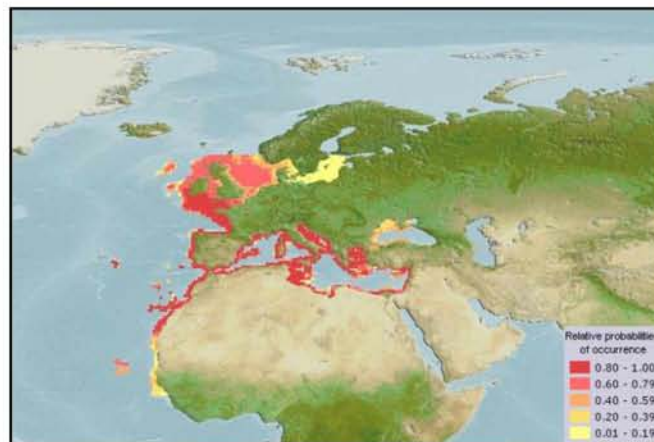


1.2.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Το σώμα του λυθρινιού είναι επίμηκες και πλευρικά συμπιεσμένο με σχετικά μικρό και κυρτό κεφάλι. Στο πίσω μέρος του σώματος φέρει λαμπερό κόκκινο χρωματισμό και το πάνω μέρος των πλευρών του είναι ροζ με ασημί, με μικρά διάσπαρτα μπλε στίγματα. Το μέγιστο μήκος που έχει αναφερθεί είναι 60 cm (σταθερό μήκος) και το μέγιστο βάρος 3,24 kg (fishbase.org). Τα πιο κοινά μεγέθη στις συλλήψεις είναι 10-30 cm (faoadriamed.org).

1.2.3 Γεωγραφική εξάπλωση

Η γεωγραφική εξάπλωση του λυθρινιού (Εικ. 1) εκτείνεται από τη Μεσόγειο και τη Μαύρη Θάλασσα έως τις Ευρωπαϊκές και Αφρικανικές ακτές του Ατλαντικού.



Εικόνα 1: Γεωγραφική εξάπλωση του λυθρινιού (*P. erythrinus*, L.) (Πηγή: fishbase.org)

1.2.4 Βαθυμετρική κατανομή

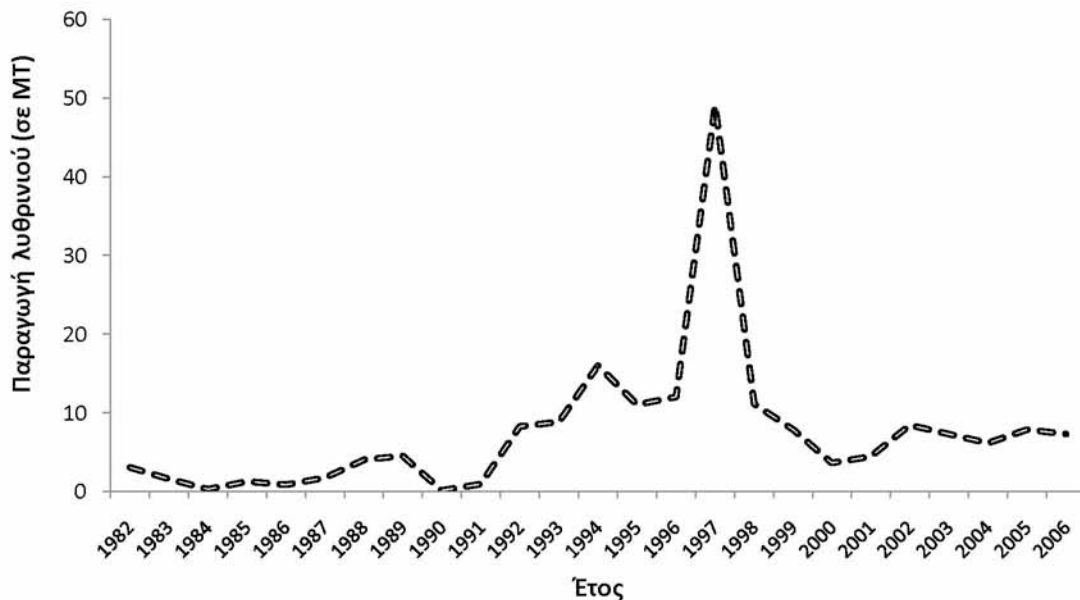
Σε ότι αφορά τη βαθυμετρική κατανομή του είδους, στη Μεσόγειο φθάνει σε βάθος μέχρι 200 m ενώ στον Ατλαντικό σε βάθος μέχρι 300 m. Μετακινείται σε



βαθύτερα σημεία κατά τη διάρκεια του χειμώνα (fishbase.org). Στη Μεσόγειο, έχει βρεθεί ότι το μέσο μέγεθος των ατόμων αυξάνεται με το βάθος, ενώ τα μικρότερα άτομα βρίσκονται σε ρηχότερα και θερμότερα νερά. Τα άτομα που έχουν φθάσει στην πρώτη γεννητική ωρίμανση κατανέμονται κυρίως γύρω από τα λιβάδια που σχηματίζουν τα μακροφύκη και τα αγγειόσπερμα μακρόφυτα (Somarakis & Machias 2002).

1.2.5 Αλιευτική παραγωγή στον Παγασητικό κόλπο

Η αλιευτική παραγωγή των ιχθύων, δεκάποδων και κεφαλόποδων της παράκτιας αλιείας και της αλιείας με γρι-γρι στον Παγασητικό κόλπο είναι καταγεγραμμένη στα επίσημα στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας της Ελλάδος (ΕΣΥΕ) η οποία διενεργεί μηνιαίες στατιστικές έρευνες. Στο Σχήμα 1 παρουσιάζονται τα δεδομένα για την παραγωγή του λυθρινιού από το 1982 ως το έτος 2006 στον Παγασητικό κόλπο.



Σχήμα 1: Αλιευτική παραγωγή του λυθρινιού στον Παγασητικό κόλπο (Πηγή: ΕΣΥΕ 1982-2006)



Θα πρέπει να επισημανθεί πως τα στοιχεία της ΕΣΥΕ θα πρέπει πάντα να εξετάζονται με επιφύλαξη. Ειδικά για την αλιευτική παραγωγή της παράκτιας αλιείας τα στοιχεία αυτά είναι πολύ πιθανόν υποτιμημένα μιας και επισήμως δεν υποχρεούνται οι παράκτιοι αλιείς να δηλώνουν την αλιεία τους και πωλούν το καθημερινό τους αλίευμα τις περισσότερες φορές χωρίς αυτό να δηλώνετε σε κάποια αρμόδια υπηρεσία. Από την άλλη στον Παγασητικό δεν υπάρχει επίσημος λιμένας εκφόρτωσης ειδικά για τα σκάφη της παράκτιας αλιείας.

1.3 Μελέτη βιολογίας των ψαριών

Η γνώση της βιολογίας των ιχθυοπληθυσμών αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή ενός ορθολογικού σχεδίου αλιευτικής διαχείρισης. Η μελέτη της βιολογίας ενός είδους απαιτεί τη συλλογή δεδομένων που αφορούν τις βασικές βιολογικές διεργασίες όπως την ανάπτυξη, τη στρατηγική και την εποχή της αναπαραγωγής, τις διατροφικές συνήθειες και τις αλληλεπιδράσεις με άλλα είδη στο περιβάλλον.

1.3.1 Σχέσεις μήκους-βάρους

Στην αλιευτική έρευνα, οι σχέσεις μεταξύ του μήκους και του βάρους είναι χρήσιμες για τον υπολογισμό του βάρους από το μήκος, λόγω των τεχνικών δυσκολιών και του απαιτούμενου χρόνου για την καταγραφή του βάρους στο πεδίο (Morato *et al.* 2001), επιτρέπουν τη μετατροπή των εξισώσεων της κατά μήκος ανάπτυξης (growth-in-length) σε κατά βάρος ανάπτυξη (growth-in-weight) για να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μοντέλα εκτίμησης αποθεμάτων, επιτρέπουν την εκτίμηση της βιομάζας από τις κατά μήκος συνθέσεις (Goncalves *et al.* 1997), χρησιμοποιούνται για



τον υπολογισμό της ευρωστίας των ψαριών και τέλος, αποτελούν χρήσιμα εργαλεία για συγκρίσεις βιολογικού κύκλου των πληθυσμών σε διαφορετικές περιοχές εξάπλωσης (Moutopoulos & Stergiou 2002). Στα ψάρια, η σχέση του μήκους με το βάρος περιγράφεται ικανοποιητικά από την εξίσωση $W = a \times L^b$, όπου W είναι το βάρος, L το μήκος και a και b σταθερές της εξίσωσης. Ο συντελεστής b λαμβάνει συνήθως τιμές από 2 έως 4. Όταν ισούται με 3 τότε το ψάρι αναπτύσσεται ισομετρικά.

1.3.2 Ηλικία

Ένα από τα κύρια προβλήματα στην εκτίμηση της ηλικίας είναι η επιλογή της κατάλληλης σκελετικής δομής. Τα λέπια έχουν χρησιμοποιηθεί εκτενώς για την εκτίμηση της ηλικίας των ψαριών. Ωστόσο η χρήση τους έχει επικριθεί διότι συχνά υποτιμάται η ηλικία των μεγαλύτερης ηλικίας ατόμων. Η εκτίμηση της ηλικίας με τους ωτόλιθους πιθανότατα είναι ακριβέστερη μέθοδος επειδή οι ωτόλιθοι έχουν υψηλότερη προτεραιότητα στη χρήση του ασβεστίου.

Οι ωτόλιθοι είναι συμπαγή ασβεστολιθικά οστάρια που είναι τοποθετημένα στο εσωτερικό αυτί των τελεόστεων ψαριών. Λειτουργικά σχετίζονται με την ισορροπία και την ακοή (Campana 1999). Η δομή των ωτολίθων είναι τρισδιάστατη αλλά δεν αυξάνονται απαραίτητως με τον ίδιο ρυθμό σε όλες τις διαστάσεις. Επίσης, το μέγεθος και η μορφή τους ποικίλουν αρκετά μεταξύ των ειδών. Οι ωτόλιθοι αποτελούνται κυρίως από ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3) συνήθως υπό μορφή αραγονίτη. Το υπόλοιπο 10% του ωτόλιθου αποτελείται από δευτερεύοντα στοιχεία και ιχνοστοιχεία μέσα στη μήτρα του αραγονίτη, συστατικά που προέρχονται από το νερό στο οποίο διαβιούν τα ψάρια (Campana & Thorrold 2001).



Ο ωτόλιθος σχηματίζεται από διαδοχικές αποθέσεις ασβεστολιθικού υλικού και πρωτεϊνών, οι οποίες σχηματίζουν ομόκεντρους δακτυλίους ή ζώνες με διαφορετικό πλάτος και υφή. Η εμφάνιση της κάθε ζώνης ποικίλλει από εξαιρετικά αδιαφανή σε πλήρη υαλώδη (διαφανή), ανάλογα με το ποσοστό του οργανικού υλικού σε κάθε ζώνη. Οι αδιαφανείς ζώνες διαμορφώνονται κατά τη διάρκεια της περιόδου γρήγορης αύξησης και οι διαφανείς ζώνες συνήθως κατά τη διάρκεια της περιόδου αργής αύξησης (Rodriguez Mendoza 2006).

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

Ένα άλλο ειδικό χαρακτηριστικό των ωτολίθων είναι ότι αποτελούν τις μοναδικές σκελετικές δομές με αποθέματα ασβεστίου οι οποίες μεγαλώνουν με συνεχή τρόπο σε όλη τη διάρκεια ζωής των ψαριών (Abecasis *et al.* 2008). Η χρήση τους ως όργανο ισορροπίας, προϋποθέτει την συνεχή επαφή με τα τοιχώματα της κύστης όπου περιέχονται. Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει να μεγαλώνουν συνεχώς, ανάλογα με την αύξηση της κεφαλής.

Όλα τα παραπάνω συνηγορούν στο γεγονός ότι οι ωτόλιθοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ισχυρά εργαλεία για τον προσδιορισμό της ηλικίας. Αυτό είναι πολύ σημαντικό διότι η ηλικία, ο ρυθμός ανάπτυξης και η θνησιμότητα είναι τρία από



τα βασικότερα χαρακτηριστικά στο βιολογικό κύκλο των ψαριών που ελέγχουν την παραγωγικότητα των ιχθυοπληθυσμών (Campana 2001). Οι ίδιες παράμετροι είναι χρήσιμες για την εκτίμηση ενός ιχθυαποθέματος.

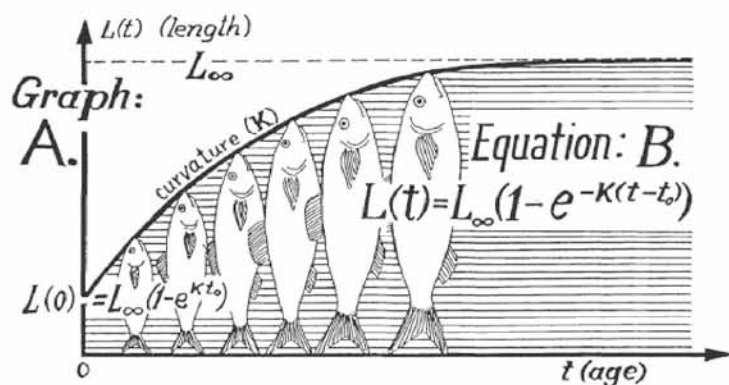
1.3.3 Ανάπτυξη

Η μελέτη της ανάπτυξης στηρίζεται στον προσδιορισμό της σχέσης μεταξύ του μήκους σώματος με την ηλικία, για τον οποίον έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες εξισώσεις (Στεργίου 1991). Η εξίσωση ανάπτυξης του von Bertalanffy περιγράφει ικανοποιητικά την ανάπτυξη σε πολλά είδη ψαριών, καρκινοειδών και μαλακίων με εξαίρεση τα αρχικά στάδια της ζωής (Sparre & Venema 1998). Οι παράμετροι ανάπτυξης που υπολογίζονται δίνουν τη δυνατότητα σύγκρισης του προτύπου ανάπτυξης ενός είδους σε διάφορες θαλάσσιες περιοχές.

Η εξίσωση ανάπτυξης του von Bertalanffy ορίζεται από τον τύπο: $L_t = L_\infty(1 - e^{-K(t-t_0)})$ όπου, L_t είναι το μήκος στην ηλικία t , L_∞ είναι το ασυμπτωτικό μήκος, K ο ρυθμός με τον οποίο το ψάρι προσεγγίζει το ασυμπτωτικό μήκος και t_0 είναι η θεωρητική ηλικία όπου το ψάρι έχει μηδενικό μήκος.

Σύμφωνα με αυτή την εξίσωση το μήκος σώματος ενός ψαριού τείνει να αποκτήσει ασυμπτωτικά μια μέγιστη τιμή. Έτσι, το γράφημα του μήκους σε σχέση με την ηλικία (Σχ. 2) σχηματίζει καμπύλη της οποίας η κλίση πλησιάζει ασυμπτωτικά μια παράλληλη προς τον άξονα της ηλικίας (Στεργίου 1991) και όπου θεωρητικά η ανάπτυξη του ψαριού ολοκληρώνεται.





Σχήμα 2: Σχηματική απεικόνιση της εξίσωσης ανάπτυξης του von Bertalanffy (Πηγή: Sparre & Venema 1998)

1.3.4 Αναπαραγωγικά χαρακτηριστικά

Ο αναπαραγωγικός κύκλος των ψαριών αποτελείται από διακριτές φάσεις που περιλαμβάνει τη διαμόρφωση, την ανάπτυξη και την ωρίμανση των γονάδων και που κορυφώνεται με την ωοτοκία και τη γονιμοποίηση των αυγών (Jobling 1995). Πολλά είδη ψαριών έχουν διακριτές εποχές αναπαραγωγής και η ωοτοκία τείνει να περιοριστεί σε λίγες εβδομάδες του έτους, γεγονός που δηλώνει ότι ο αναπαραγωγικός κύκλος των ψαριών ρυθμίζεται από τις περιβαλλοντικές αλλαγές που συμβαίνουν σε εποχιακή βάση (Jobling 1995).

Τα ψάρια παρουσιάζουν πληθώρα αναπαραγωγικών στρατηγικών. Τα περισσότερα είδη είναι γονοχωριστικά, στα οποία τα δύο φύλα είναι ξεχωριστά. Υπάρχουν ωστόσο και είδη που είναι ερμαφρόδιτα στα οποία ένα άτομο παρουσιάζει τα αναπαραγωγικά χαρακτηριστικά και των δύο φύλων. Στο σύγχρονο ερμαφροδιτισμό τα αρσενικά και τα θηλυκά αναπαραγωγικά όργανα είναι λειτουργικά την ίδια χρονική στιγμή ενώ στον διαδοχικό ερμαφροδιτισμό το ένα αναπαραγωγικό σύστημα είναι λειτουργικό και το άλλο είναι ανενεργό (Wootton 1998).



1.4 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

Η βιολογία, η οικολογία και η δυναμική του λυθρινιού έχουν μελετηθεί σε διάφορες περιοχές της εξάπλωσής του (Πίν. 1). Η συντριπτική πλειοψηφία αυτών των μελετών πραγματοποιήθηκαν στη Μεσόγειο. Οι υπόλοιπες μελέτες αφορούν το Ανατολικό τμήμα του Ατλαντικού Ωκεανού. Το ενδιαφέρον που παρουσιάζεται για το λυθρίνι στην υπάρχουσα βιβλιογραφία δείχνει ότι το είδος αποτελεί σημαντικό αλιεύμα σε αυτές τις περιοχές. Η πληροφορία που παρέχεται από αυτές τις μελέτες στοχεύει στο γεγονός ότι η διαχείριση της αλιείας του λυθρινιού πρέπει να γίνεται με τον ορθό τρόπο για τη διατήρηση της αλιείας του είδους.



Πίνακας 1: Ανασκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας για το λυθρίνι

Βιβλιογραφική αναφορά	Περιοχή μελέτης	Σχέση μήκους-βάρους	Ηλικία - ανάπτυξη	Αναπαραγωγή	Διατροφή	Θνησιμότητα	Γεωγραφική & βαθυμετρική κατανομή
Al-Zahaby <i>et al.</i> 1994	Αίγυπτος	+	+				
Benli <i>et al.</i> 2001	Νότιο Αιγαίο				+		
Caragitsou & Papaconstantinou 1988	Πατραϊκός & Κορινθιακός Κόλπος, Ιόνιο				+		
Coelho <i>et al.</i> 2010	Νότια Πορτογαλία		+	+			
Hossucu & Cakir 2003	Κόλπος Edremit	+	+	+		+	
Metin <i>et al.</i> 2011	Κόλπος Σμύρνης	+	+	+			
Pajuelo & Lorenzo 1998	Κανάρια νησιά	+	+	+		+	
Rizkalla <i>et al.</i> 1999	Αίγυπτος				+		
Santos <i>et al.</i> 1995	Νότια Πορτογαλία	+		+			
Somarakis & Machias 2002	Κρήτη		+	+			+
Spedicato <i>et al.</i> 2002	Μεσόγειος						+
Livadas 1989	Κύπρος	+	+	+		+	
Mytilineou 1989	Ευβοϊκός (& Παγασητικός) κόλπος	+	+	+		+	+
Fanelli <i>et al.</i> 2011	Κόλπος Castellammare				+		
Hajje <i>et al.</i> 2010	Κόλπος Γκαμπές	+					
Petrakis & Stergiou 1995	Νότιος Ευβοϊκός κόλπος	+					
Moutopoulos & Stergiou 2002	Κυκλάδες	+					
Dulcic & Kraljevic 1996	Κροατία	+					
Cherif <i>et al.</i> 2008	Κόλπος Τύνιδας	+					
Gonçalves <i>et al.</i> 1997	N. & N. Δυτ. Πορτογαλία	+					
Καραγκίτσου Η. & Παπακωνσταντίνου Κ. 1985	Σαρωνικός κόλπος				+		



1.5 Σκοπός της διατριβής

Ο σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας ήταν να μελετηθούν οι διάφορες πτυχές της βιολογίας και των κυριότερων χαρακτηριστικών του πληθυσμού του λυθρινιού, το οποίο κατατάσσεται στα εμπορικά είδη στην ελληνική και στη μεσογειακή αλιεία, στον ημίκλειστο Παγασητικό κόλπο. Στα πλαίσια αυτής της διατριβής μελετήθηκαν η κατανομή της βιομάζας, η κατά μήκος και η κατά ηλικία σύνθεση, η σχέση μήκους-βάρους, η ανάπτυξη, η θνησιμότητα, ο ρυθμός εκμετάλλευσης και τα κυριότερα αναπαραγωγικά χαρακτηριστικά όπως η αναπαραγωγική στρατηγική, η αναλογία των φύλων, το μήκος αναστροφής φύλου, το μήκος και η ηλικία πρώτης γεννητικής ωρίμανσης και η εποχή αναπαραγωγής του λυθρινιού. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν συγκρίθηκαν με προηγούμενες μελέτες στην υπάρχουσα βιβλιογραφία και συζητήθηκαν. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν πιθανώς να συμβάλουν στη βελτιστοποίηση της διαχείρισης της αλιείας του είδους.



2. ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Περιοχή μελέτης

2.1.1 Παγασητικός κόλπος

Ο Παγασητικός κόλπος βρίσκεται στα δυτικά του Αιγαίου πελάγους και βόρεια της Εύβοιας. Πρόκειται για έναν σχετικά αβαθή (μέσο και μέγιστο βάθος 69 και 102 m, αντίστοιχα) ημίκλειστο κόλπο, με συνολική επιφάνεια 520 km² και μέσο όγκο 36 km³ (Petihakis *et al.* 2005). Ο κόλπος χωρίζεται στην ανατολική λεκάνη που έχει βάθος μεγαλύτερο από 80 m και πυθμένα που καλύπτεται με ιζήματα πλούσια σε ιλύ και φτωχά σε άργιλο και στη δυτική λεκάνη που έχει βάθος μικρότερο από 80 m και πυθμένα που καλύπτεται από άμμο και βιογενή θρύμματα. Η επικοινωνία του με το Δυτικό Αιγαίο και το Βόρειο Ευβοϊκό γίνεται μέσω του διαύλου του Τρίκερι πλάτους 5,5 km και βάθους 80 m (Petihakis *et al.* 2005).

2.1.2 Αλιεία στον Παγασητικό κόλπο

Στον κόλπο αυτό αλιεύονται τα περισσότερα εμπορικά είδη της Μεσογείου. Σύμφωνα με τις καταγραφές στον Παγασητικό κόλπο αλιεύονται περίπου 73 είδη ιχθύων, 5 είδη δεκαπόδων και 11 είδη κεφαλόποδων. Από αυτά κάποια είδη αποτελούν μεγάλης εμπορικής αξίας, κάποια άλλα χαμηλότερης εμπορικής αξίας, ενώ άλλα παρουσιάζουν ελάχιστη ή καθόλου εμπορική αξία αλλά λόγω της σημαντικής αφθονίας τους διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην οικολογία της περιοχής. Στον Παγασητικό κόλπο αναπαράγονται περίπου 90 είδη ψαριών (Caragitsou *et al.* 2001), πολλά από τα οποία έχουν μεγάλη οικονομική σημασία.

Ο Παγασητικός αποτελεί ειδική περίπτωση για την ελληνική αλιεία καθώς είναι από τις λίγες περιοχές όπου απαγορεύεται η αλιεία με συρόμενα εργαλεία βυθού καθ'



όλη τη διάρκεια του έτους. Οι τράτες βυθού θεωρούνται διεθνώς τα λιγότερο επιλεκτικά δυναμικά αλιευτικά εργαλεία για τα αποθέματα. Στον κόλπο η αλιεία εξασκείται με γρι-γρι, δίχτυα και παραγάδια καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, με παγίδες επίσης καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου εκτός των καλοκαιρινών μηνών. Λόγω της καθολικής απαγόρευσης της αλιείας με μηχανότρατα, οι επιπτώσεις αυτού του αλιευτικού εργαλείου στα είδη των οποίων ο βιολογικός κύκλος ολοκληρώνεται μέσα στον κόλπο έχουν εξαλειφθεί. Δηλαδή, τα είδη τα οποία αναπαράγονται και ενηλικιώνονται μέσα στον κόλπο δεν υφίστανται πλέον αλιευτική πίεση από τη μηχανότρατα. Είδη τα οποία μεταναστεύουν εκτός του κόλπου, είτε για φωτοκία είτε για διατροφή, υφίστανται τις επιδράσεις της μηχανότρατας.

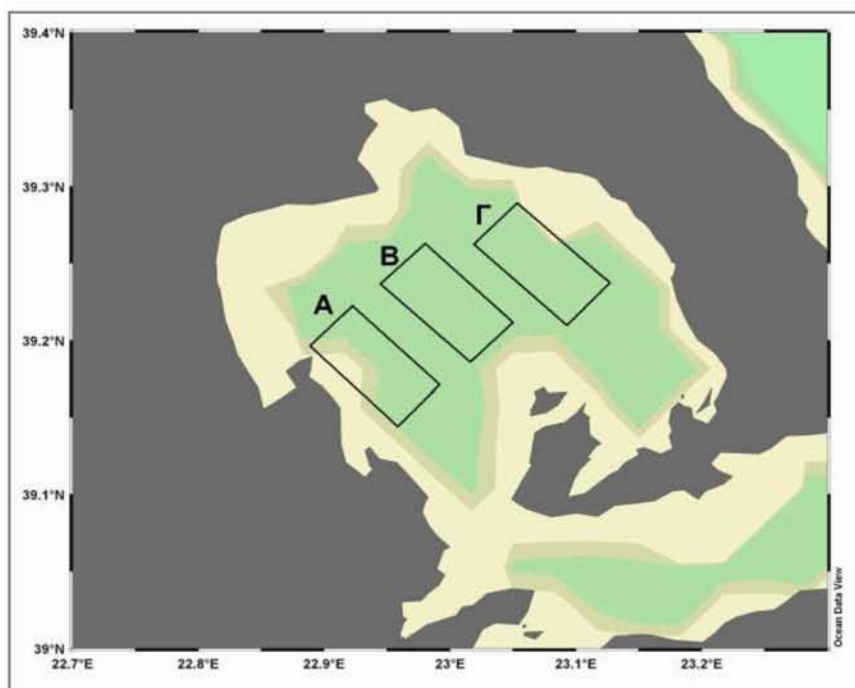
2.2 Δειγματοληψία

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή στηρίχθηκε σε δείγματα που αλιεύθηκαν με πειραματική αλιεία στον Παγασητικό κόλπο την περίοδο του Ιουνίου για δύο συνεχόμενα έτη (2010 και 2011). Για τους σκοπούς της δειγματοληψίας ο κόλπος χωρίστηκε σε τρία τμήματα (Α: δυτικό, Β: κεντρικό και Γ: ανατολικό) (Εικ. 2). Για τη δειγματοληψία χρησιμοποιήθηκε η μηχανότρατα «ΦΙΛΙΠΠΟΣ» της οποίας η είσοδος έγινε κατόπιν ειδικής άδειας από τις συναρμόδιες ελληνικές υπηρεσίες. Τα δείγματα συλλέχθηκαν με εμπορική τράτα βυθού με τεντωμένο άνοιγμα ματιού 43 mm (stretched length). Σε κάθε τμήμα του κόλπου πραγματοποιήθηκαν δύο σύρσεις διάρκειας 30 min σε βάθη από 59 έως 97 μέτρων. Συγκεκριμένα, οι σύρσεις στο δυτικό τμήμα πραγματοποιήθηκαν σε βάθη από 59 μέχρι 88 μέτρων, στο κεντρικό τμήμα σε βάθη από 73 μέχρι 97 μέτρων και στο ανατολικό τμήμα σε βάθη από 87 μέχρι 97 μέτρων. Σε κάθε σύρση σημειώθηκε το ακριβές στίγμα του σκάφους, το βάθος, η ταχύτητα, η



κατεύθυνση και ο χρόνος στην αρχή και στο τέλος της κάθε σύρσης (Πίν. 2). Σε κάθε τμήμα υπολογίστηκαν οι μέσες τιμές αλιεύματος ανά ώρα αλιείας (Kg/h). Η τράτα βυθού είναι δυναμικό, πολυειδικό και μη επιλεκτικό αλιευτικό εργαλείο και επιλέχθηκε με σκοπό να αλιευθούν όσο το δυνατό μεγαλύτερο εύρος μεγεθών.

Τα δείγματα λυθρινιού αμέσως μετά τη διαλογή μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο και καταψύχθηκαν. Στο εργαστήριο μετρήθηκε το ολικό και το μεσουραίο μήκος με ακρίβεια mm και ζυγίστηκε το ολικό βάρος με ακρίβεια 0,01 g. Τα λέπια, τα βραγχιοκαλύμματα και οι ωτόλιθοι αφαιρέθηκαν και τοποθετήθηκαν σε ατομικά φακελάκια. Οι γονάδες αφαιρέθηκαν, ζυγίστηκαν με ακρίβεια 0,01 g και τοποθετήθηκαν σε διάλυμα φορμόλης 10%. Το φύλο και τα στάδια γεννητικής ωρίμανσης προσδιορίστηκαν μακροσκοπικά πριν τη τοποθέτηση των γονάδων σε διάλυμα φορμόλης.



Εικόνα 2: Χάρτης του Παγασητικού κόλπου και οι περιοχές της δειγματοληψίας



Πίνακας 2: Οι σταθμοί δειγματοληψίας σε κάθε περιοχή, η ταχύτητα (kt) και κατεύθυνση (°) της σύρσης καθώς και το βάθος σε οργιές (fm) τη στιγμή της έναρξης της σύρσης

	Περιοχή	Σύρση	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος	Ταχύτητα (kt)	Κατεύθυνση (°)	Βάθος (fm)
Δειγματοληψία 2010	A	1 ^η	39.11.30	22.55.49	2,8	161	34
	A	2 ^η	39.13.30	23.00.24	2,6	153	48
	B	1 ^η	39.07.92	22.58.21	3	321	42
	B	2 ^η	39.14.81	23.06.35	2,9	302	53
	Γ	1 ^η	39.12.52	23.01.03	2,8	334	48
	Γ	2 ^η	39.13.56	23.07.98	2,7	320	52
Δειγματοληψία 2011	A	1 ^η	39.10.79	22.55.09	2,5	169	32,3
	A	2 ^η	39.12.97	22.55.22	2,8	178	34
	B	1 ^η	39.12.19	23.00.79	2,9	341	48
	B	2 ^η	39.12.20	23.01.16	2,8	357	49
	Γ	1 ^η	39.13.15	23.09.01	2,8	350	51
	Γ	2 ^η	39.13.52	23.07.30	2,7	353	48

2.3 Ηλικία και ανάπτυξη

2.3.1 Συσχέτιση ολικού μήκους - ολικού βάρους

Σε κάθε άτομο λυθρινιού μετρήθηκε το ολικό μήκος και ζυγίστηκε το ολικό βάρος και η μεταξύ τους σχέση υπολογίστηκε από την εξίσωση $W = a * L^b$ (1) όπου, W το ολικό βάρος (g), L το ολικό μήκος (cm), a και b παράμετροι της εξίσωσης. Οι παράμετροι a και b υπολογίστηκαν από τη γραμμική παλινδρόμηση της σχέσης μήκους-βάρους, χρησιμοποιώντας τη λογαριθμική μορφή της εξίσωσης (1): $\log(W) = \log(a) + b * \log(L)$ (2). Η σχέση αυτή υπολογίστηκε τόσο για το σύνολο των ατόμων όσο και για τα δύο φύλα χωριστά. Η υπόθεση της ισομετρικής ανάπτυξης ($b=3$) και οι διαφορές μεταξύ των δύο φύλων εξετάστηκαν με το t-test (Zar 1999).



2.3.2 Προσδιορισμός ηλικίας

Στην παρούσα εργασία για τον προσδιορισμό της ηλικίας και για τον υπολογισμό της ανάπτυξης του λυθρινιού χρησιμοποιήθηκαν οι ωτόλιθοι. Οι ωτόλιθοι μέχρι την ανάγνωση διατηρήθηκαν μέσα σε φακελάκια. Ωστόσο, εξετάστηκαν και τα λέπια και τα βραγχοκαλύμματα προκειμένου να διαπιστωθεί εάν δίνουν ή όχι συγκρίσιμα αποτελέσματα.

2.3.2.1 Ανάγνωση ωτολίθων

Συνολικά εξετάστηκαν 219 ωτόλιθοι για το 2010 και 363 ωτόλιθοι για το 2011 καλύπτοντας όλο το εύρος των μεγεθών στο συνολικό δείγμα. Οι ωτόλιθοι καθαρίστηκαν από τους ιστούς με ζεστό νερό, εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα αιθανόλης 75% - γλυκερόλης 25% (Gordoa & Moli 1997) μέχρι πλήρους κάλυψης και η ανάγνωση έγινε σε στερεοσκόπιο με μαύρο υπόβαθρο και με προσπίπτοντα φωτισμό. Η καταμέτρηση των δακτυλίων έγινε στην ακτίνα που ενώνει τον πυρήνα με την άκρη του ωτόλιθου. Οι ηλικιακές κλάσεις καθορίστηκαν με βάση τον αριθμό των δακτυλίων, καθώς είναι γνωστό ότι σχηματίζεται ένας δακτύλιος ανά έτος.

2.3.2.2 Ανάγνωση λεπιών και βραγχοκαλυμμάτων

Τα λέπια αφού καθαρίστηκαν από τους ιστούς με θρυψίνη, τοποθετήθηκαν μεταξύ δύο αντικειμενοφόρων πλακών και η ανάγνωση τους έγινε σε στερεοσκόπιο με μαύρο υπόβαθρο και με προσπίπτοντα φωτισμό. Τέλος, τα βραγχοκαλύμματα τοποθετήθηκαν σε βρασμένο νερό, προκειμένου να απομακρυνθούν οι ιστοί (Phelps *et al.* 2007, Khan & Khan 2009), εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα αιθανόλης 75% - γλυκερόλης



25% και η ανάγνωση έγινε σε στερεοσκόπιο με μαύρο υπόβαθρο και με προσπίπτοντα φωτισμό.

2.3.3 Ανάδρομος υπολογισμός μηκών

Οι ωτόλιθοι φωτογραφήθηκαν στο στερεοσκόπιο με τη βοήθεια ενσωματωμένης κάμερας και οι μετρήσεις έγιναν με ανάλυση εικόνας με τη βοήθεια του λογισμικού Adobe Photoshop CS3 (Εικ. 3). Σε κάθε ωτόλιθο μετρήθηκαν ο αριθμός των δακτυλίων, η ολική ακτίνα του κάθε ωτόλιθου και η απόσταση κάθε δακτυλίου από τον πυρήνα.

Για τον υπολογισμό των μέσων αναδρομικών μηκών χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση των Fraser-Lee (Francis 1990) θεωρώντας ότι η σχέση μεταξύ του μήκους του ψαριού και ακτίνας του ωτόλιθου είναι γραμμική: $TL_n = a + (TL_c - a) * \left(\frac{R_n}{R}\right)$ (3), όπου, TL_n είναι το ολικό μήκος ψαριού στο δακτύλιο n, TL_c είναι το ολικό μήκος στη σύλληψη, R_n είναι η απόσταση από τον πυρήνα έως το δακτύλιο n, R είναι η ακτίνα του ωτόλιθου. Η παράμετρος a υπολογίστηκε από τη γραμμική παλινδρόμηση του μήκους του ψαριού και της ακτίνας του ωτόλιθου.

2.3.4 Υπολογισμός παραμέτρων ανάπτυξης

Για τη μελέτη της ανάπτυξης του λυθρινιού χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση του von Bertalanffy: $L_t = L_\infty(1 - e^{-K(t-t_0)})$ (4) όπου, L_t είναι το μήκος στην ηλικία t, L_∞ είναι το ασυμπτωτικό μήκος, δηλαδή το μήκος που θα αποκτούσε το ψάρι αν ζούσε απεριόριστα, K ο ρυθμός με τον οποίο το ψάρι προσεγγίζει το ασυμπτωτικό μήκος και t_0 είναι η θεωρητική ηλικία όπου το ψάρι έχει μηδενικό μήκος. Τα μέσα μήκη ανά



ηλικιακή κλάση χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των παραμέτρων ανάπτυξης στην εξίσωση von Bertalanffy.



Εικόνα 3: Μέτρηση αποστάσεων (ακτίνα, απόσταση από πυρήνα έως η δακτύλιο) σε φωτογραφία ωτόλιθου στο λογισμικό Adobe Photoshop CS3 (Φωτογραφικό αρχείο συγγραφέα)

2.3.5 Θνησιμότητα

Υπάρχουν πολλοί τρόποι για την εκτίμηση της ολικής στιγμιαίας θνησιμότητας Z . Στην παρούσα εργασία για τον υπολογισμό της παραμέτρου Z χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση Beverton & Holt (Beverton & Holt 1956), $Z = K * (L_{\infty} - L_M / L_M - L')$, όπου L_{∞} είναι το ασυμπτωτικό μήκος, K είναι ο ρυθμός αύξησης, L' είναι το μήκος εκείνο πάνω από το οποίο όλα τα άτομα συλλαμβάνονται από το αλιευτικό εργαλείο και L_M είναι το μέσο μήκος των ατόμων με μήκος μεγαλύτερο του L' .

Η άμεση εκτίμηση της φυσικής θνησιμότητας (M) είναι πολύ δύσκολη και έτσι η εκτίμησή της γίνεται έμμεσα με τη χρήση άλλων παραμέτρων μέσα από εμπειρικές εξισώσεις. Στην παρούσα εργασία, για το υπολογισμό της φυσικής θνησιμότητας



χρησιμοποιήθηκε η εμπειρική εξίσωση του Pauly (1980) η οποία βασίζεται σε βιβλιογραφικά δεδομένα για τις παραμέτρους ανάπτυξης 175 αποθεμάτων σε ένα μεγάλο εύρος οικοσυστημάτων. Η εμπειρική εξίσωση του Pauly έχει τη μορφή $\ln M = -0,0152 - 0,279 \ln L_{\infty} + 0,6543 \ln K + 0,463 \ln T$, όπου, L_{∞} είναι το ασυμπτωτικό μήκος, K είναι ο ρυθμός ανάπτυξης και T είναι η μέση ετήσια επιφανειακή θερμοκρασία της θάλασσας στον Παγασητικό κόλπο (16,4 °C).

Η αλιευτική θνησιμότητα (F) υπολογίστηκε ως $F = Z - M$. Ο ρυθμός εκμετάλλευσης (E) του αποθέματος, που εκφράζει τη θνησιμότητα που προκαλείται από την αλιεία σε σχέση με τη θνησιμότητα που προκαλείται από φυσικά αίτια, υπολογίστηκε ως $E = \frac{F}{F+M}$. Η παράμετρος E παίρνει τιμές από 0 ως 1 και όταν οι τιμές είναι μεγαλύτερες από 0,55 αποτελεί ένδειξη για την υπεραλίευση του αποθέματος.

2.4 Αναπαραγωγικά χαρακτηριστικά

Το φύλο και τα στάδια της γεννητικής ωρίμανσης προσδιορίστηκαν με τη μέθοδο της μακροσκοπικής παρατήρησης. Οι γονάδες μετά την απομάκρυνσή τους από το ψάρι, ζυγίστηκαν με ακρίβεια 0,01 g. Για την περιγραφή του σχετικού μεγέθους των γονάδων χρησιμοποιήθηκε ο γοναδοσωματικός δείκτης (GSI) που ορίζεται ως $GSI =$

$$100 * \frac{\text{Βάρος γονάδων}}{\text{Βάρος σώματος}} \quad (5).$$

Για τον καθορισμό των σταδίων γεννητικής ωρίμανσης χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα των Holden & Raitt (1974). Αυτή η κλίμακα περιλαμβάνει πέντε στάδια: I ανώριμα, II ανάπαυση, III ωρίμανση, IV ωριμότητα και V εξάντληση (Πίν. 3) και στην υπάρχουσα βιβλιογραφία για το λυθρίνι προτείνεται η χρήση της για τον καθορισμό των σταδίων γεννητικής ωρίμανσης του είδους (Pajuelo & Lorenzo 1998, Hossucu & Cakir 2003).



Η χρήση αυτής της κλίμακας ενδείκνυται για τα είδη που έχουν παρατεταμένη αναπαραγωγική περίοδο και στα οποία μπορούν να βρεθούν ώριμα ωοκύτταρα σε πολύ διαφορετικά στάδια ανάπτυξης μέσα στην ίδια ωοθήκη σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή (Holden & Raitt 1974).

Τα αναπαραγωγικά ώριμα στάδια θεωρήθηκαν το 3^ο, το 4^ο και το 5^ο στάδιο για τον υπολογισμό του μήκους της πρώτης γεννητικής ωρίμανσης (L_{m50}), δηλαδή του μέσου μήκους στο οποίο το 50% των ατόμων είναι ώριμα. Το L_{m50} υπολογίστηκε από τη σχέση μεταξύ του ποσοστού των ώριμων ατόμων σε κάθε κλάση μήκους ($P = e^{(a+bL)} / (1 + e^{(a+bL)})$) (6).

Η αναπαραγωγική στρατηγική και η αναλογία των φύλων καθορίστηκε λαμβάνοντας υπόψη τους φυλετικούς προσδιορισμούς (αρσενικά:θηλυκά, M:F). Η αλλαγή του φύλου προσδιορίστηκε με την ανάλυση της συχνότητας εμφάνισης των δύο φύλων σε κάθε κλάση μήκους (1 cm) και σε κάθε ηλικιακή κλάση.



Πίνακας 3: Η κλίμακα των Holden & Raitt (1974) για τα στάδια γεννητικής ωρίμανσης του λυθρινιού

Στάδιο	Κατάσταση	Περιγραφή
I	Ανώριμα	Οι ωθήκες και όρχεις έχουν μήκος περίπου το 1/3 της σωματικής κοιλότητας. Ωθήκες ροζ, διαφανή και οι όρχεις υπόλευκοι. Ωοκύτταρα δεν είναι ορατά με γυμνό μάτι
II	Ανάπτυξη	Οι ωθήκες και όρχεις έχουν μήκος περίπου το 1/2 της σωματικής κοιλότητας. Ωθήκες ροζ και διαφανή. Ωοκύτταρα δεν είναι ορατά στο γυμνό μάτι. Οι όρχεις υπόλευκοι, λίγο ή πολύ συμμετρικοί
III	Ωρίμανση	Οι ωθήκες και όρχεις έχουν μήκος περίπου το 2/3 της σωματικής κοιλότητας. Ωθήκες ροζ-κίτρινο με κοκκώδη εμφάνιση. Δεν παρατηρούνται διαφανή ωοκύτταρα. Οι όρχεις υπόλευκοι και κρεμώδεις
IV	Ωριμότητα	Οι ωθήκες και όρχεις γεμίζουν πλήρως τα 2/3 του μήκους της σωματικής κοιλότητας. Ωθήκες πορτοκαλί-ροζ με ευδιάκριτα αιμοφόρα αγγεία στην επιφάνεια. Παρατηρούνται μεγάλα διαφανή ώριμα ωοκύτταρα. Οι όρχεις υπόλευκοι με μαλακή και κρεμώδη υφή
V	Εξάντληση	Οι ωθήκες και όρχεις συρρικνώνονται στο περίπου το 1/2 της σωματικής κοιλότητας. Έλλειψη τοιχωμάτων. Οι ωθήκες πιθανόν να περιέχουν υπολείμματα ωοκυττάρων. Οι όρχεις ερεθισμένοι και χαλαροί.



3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1 Βιομάζα λυθρινιού

Το συνολικό αλίευμα του λυθρινιού βρέθηκε ότι ανέρχεται κατά μέσο όρο στα 38,409 kg/h στη δειγματοληψία του 2010, ενώ στη δειγματοληψία του 2011 ανέρχεται στα 39,66 kg/h. Το μέσο αλίευμα του λυθρινιού ήταν 37,039 kg/h το 2010 και 36,685 kg/h το 2011 στην περιοχή Α. Το μέσο αλίευμα του λυθρινιού ήταν 1,293 kg/h το 2010 και 2,975 kg/h το 2011 στην περιοχή Β. Τέλος, στην περιοχή Γ το μέσο αλίευμα του λυθρινιού ήταν μόνο 0,077 kg/h το 2010 και 0 kg/h το 2011. Στον Πίνακα 4 παρουσιάζεται το μέσο αλίευμα (kg/h) του λυθρινιού σε κάθε τμήμα του Παγασητικού κόλπου κατά τη διάρκεια των δύο δειγματοληψιών.

Στην περιοχή Α, που αντιστοιχεί στο δυτικό τμήμα του Παγασητικού κόλπου αλιεύθηκε η μεγαλύτερη μέση βιομάζα του λυθρινιού ανά ώρα αλιείας. Η μέση βιομάζα του λυθρινιού διατηρήθηκε σε χαμηλά επίπεδα στην περιοχή Β που αντιστοιχεί στο κεντρικό τμήμα και στην περιοχή Γ που αντιστοιχεί στο ανατολικό τμήμα του κόλπου.

Συνεπώς, αυτό δείχνει ότι υπάρχει γεωγραφική ανομοιομορφία στην κατανομή του λυθρινιού μέσα στον Παγασητικό κόλπο και το δυτικό τμήμα του αποτελεί το κυριότερο αλιευτικό πεδίο για την αλιεία του λυθρινιού. Αυτό συμφωνεί με τα αποτελέσματα της παλαιότερης πειραματικής αλιείας, τα οποία έδειξαν ότι στον Παγασητικό κόλπο η γεωγραφική κατανομή των κυριότερων αλιευμάτων ποικίλλει ανάλογα με το είδος, με την καραβίδα (*Nephrops norvegicus*) να εξαπλώνεται στο βόρειο ανατολικό τμήμα του κόλπου, το μπακαλιάρο (*Merluccius merluccius*) στο κεντρικό και την κουτσομούρα (*Mullus barbatus*) με το λυθρίνι (*P. erythrinus*) να εξαπλώνονται στο νότιο δυτικό τμήμα του (Β' Παραδοτέα Έκθεση του υποέργου «Αειφορική Αλιευτική Στήριξη του Παγασητικού Κόλπου» 2008).



Οι περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν και τα είδη των θηραμάτων που είναι διαθέσιμα σε κάθε τμήμα του κόλπου πιθανώς να επηρεάζουν τη γεωγραφική κατανομή των ειδών. Η ανατολική λεκάνη του κόλπου έχει βάθος μεγαλύτερο από 80 m και ο πυθμένας του καλύπτεται από ιζήματα πλούσια ιλύ και φτωχά σε άργιλο ενώ η δυτική λεκάνη του έχει βάθος μικρότερο από 80 m και ο πυθμένας του καλύπτεται από άμμο και βιογενή θρύμματα (Petihakis *et al.* 2005). Η μελέτη του μακροζωοβένθους του Παγασητικού κόλπου έδειξε διακυμάνσεις στην αφθονία και τη σύνθεση των βιοκοινωνιών σε κάθε τμήμα του. Στα κεντρικά του κόλπου η ποικιλότητα εμφανίζει χαμηλότερες τιμές εξαιτίας των μικρότερων τιμών διαλυμένου οξυγόνου και του λεπτόκοκκου ιζήματος. Η περιοχή κοντά στην είσοδο του κόλπου (νότιο δυτικά) χαρακτηρίζεται από σχετικά υψηλές τιμές ποικιλότητας που οφείλονται στα υψηλά επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου με την ύπαρξη ρευμάτων κοντά στον πυθμένα (Β' Παραδοτέα Έκθεση του υποέργου «Αειφορική Αλιευτική Στήριξη του Παγασητικού Κόλπου» 2008).

Στο ανατολικό τμήμα του κόλπου επικρατεί ένα κρύο ρεύμα νερού, το δεν το βρίσκουμε σε ανάλογα βάθη σε άλλες παράκτιες περιοχές της Ελλάδας. Αυτό μαζί με την υφή του υποστρώματος δικαιολογεί την μεγαλύτερη παρουσία του είδους στην δυτική πλευρά. Αν πάρουμε ως δείκτη την караβίδα η οποία ζει σε νερά με θερμοκρασία από 13-16° C, η μέση θερμοκρασία στο ανατολικό τμήμα δεν πρέπει να ξεπερνάει αυτό το όριο για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Αυτό δημιουργεί το ρηχότερο πεδίο караβίδας στο Αιγαίο, ακριβώς επειδή οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές. Αντίθετα στο δυτικό μέρος όπου οι θερμοκρασίες εποχιακά έχουν μέσες τιμές υψηλότερες, σε συνδυασμό με τις τραγάνες και την αμμόλασπη, ευνοούν την εξάπλωση του λυθρινιού



(Β' Παραδοτέα Έκθεση του υποέργου «Αειφορική Αλιευτική Στήριξη του Παγασητικού Κόλπου» 2008).

Πίνακας 4: Μέση βιομάζα του λυθρινιού που αλιεύθηκε στον Παγασητικό κόλπο στις δειγματοληψίες του Ιουνίου του 2010 και του Ιουνίου του 2011

Περιοχή	Δειγματοληψία 2010		Δειγματοληψία 2011	
	Σύρσεις	Μέσο αλίευμα (kg/h)	Σύρσεις	Μέσο αλίευμα (kg/h)
A	2	37,039	2	36,685
B	2	1,293	2	2,975
Γ	2	0,077	2	0
Σύνολο	6	38,409	6	39,66

3.2 Κατά μήκος συνθέσεις

Συνολικά για τη μελέτη της κατά μήκος σύνθεσης χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα μήκους από 315 άτομα από τη δειγματοληψία του 2010 και από 439 άτομα από τη δειγματοληψία του 2011. Για τον ορισμό του βήματος μεταξύ των κλάσεων μήκους, χρησιμοποιήθηκε ο στατιστικός κανόνας του Rice. Σύμφωνα με αυτόν, τα δεδομένα χωρίζονται σε $2\sqrt{N}$ κλάσεις, όπου N είναι το μέγεθος του δείγματος. Το βήμα για τη δημιουργία της κατά μήκος σύνθεσης του λυθρινιού ορίστηκε ως 0,5 cm για τα δεδομένα και των δύο ετών.

Η συνολική κατά μήκος σύνθεση του λυθρινιού στον Παγασητικό κόλπο παρουσιάζεται στα Σχήματα 3 και 4. Το ελάχιστο και το μέγιστο μήκος που παρατηρήθηκε στο δείγμα του Ιουνίου του 2010 ήταν 8,7 και 26,7 cm, αντίστοιχα. Το εύρος μηκών των ατόμων που συλλέχθηκαν στη δειγματοληψία του Ιουνίου του 2011



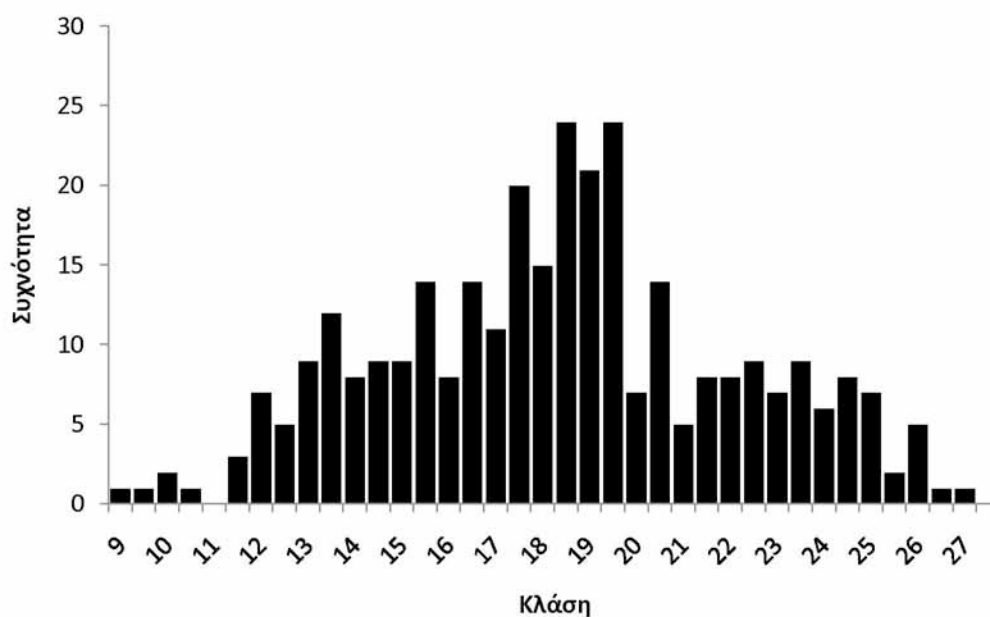
κυμάνθηκε από 10,1-30,3 cm. Από τα σχήματα φαίνεται ότι τα περισσότερα άτομα που αλιεύτηκαν με την τράτα ανήκουν στις κλάσεις μήκους 17,5-20,5 cm.

3.3 Σχέσεις μήκους-βάρους

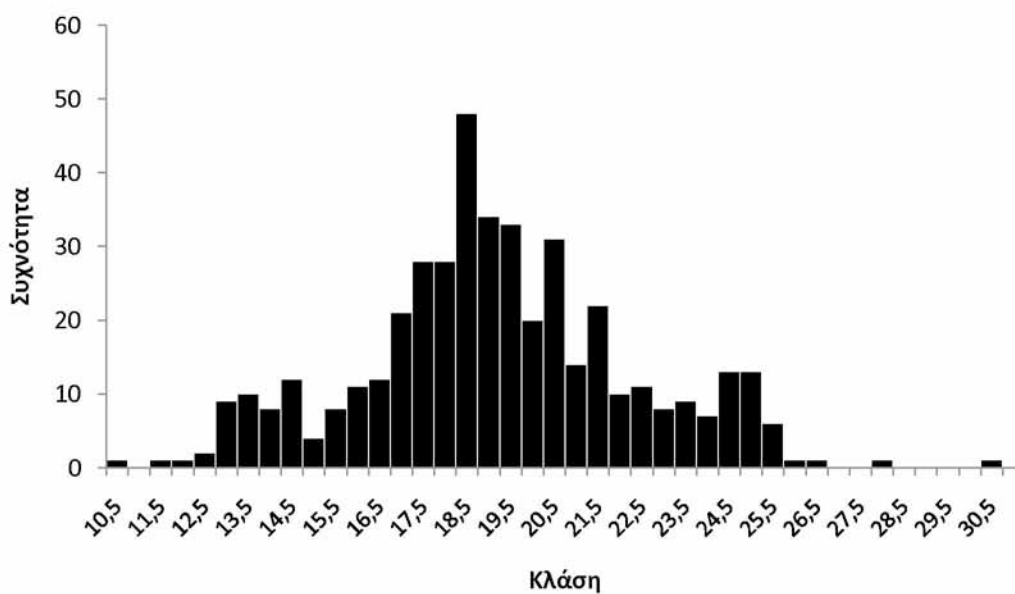
Η γραφική απεικόνιση της σχέσης μεταξύ του ολικού μήκους και βάρους για κάθε φύλο και για το σύνολο των ατόμων παρουσιάζονται στα Σχήματα 5, 6, 7, 8, 9 και 10. Οι παράμετροι που υπολογίστηκαν για κάθε φύλο και για το σύνολο των ατόμων δίνονται στους Πίνακες 5 και 6. Οι συντελεστές παλινδρόμησης των εξισώσεων (τιμή b) στις συσχετίσεις του μήκους-βάρους των αρσενικών και θηλυκών ατόμων δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους τον Ιούνιο του 2010 (t -test: $t=0,3234$, $t_{0,05(2),173}=1,97$). Η τιμή b που υπολογίστηκε για το σύνολο των ατόμων βρέθηκε σημαντικά μικρότερη ($b < 3$) από τη θεωρητική τιμή b ($t=7,884$, $t_{0,05(2),218}=1,97$). Οι τιμές b των αρσενικών και των θηλυκών ατόμων διέφεραν σημαντικά από τη θεωρητική τιμή b (αρσενικά: $t=3,727$, $t_{0,05(2),43}=2,021$ και θηλυκά: $t=5,937$, $t_{0,05(2),132}=1,98$).

Στατιστικά σημαντική διαφορά δεν παρουσιάστηκε επίσης στις συντελεστές παλινδρόμησης των εξισώσεων (τιμή b) στις συσχετίσεις του μήκους-βάρους των αρσενικών και θηλυκών ατόμων τον Ιούνιο του 2011 ($t=1,372$, $t_{0,05(2),333}=1,96$). Η τιμή b για το σύνολο των ατόμων βρέθηκε σημαντικά μικρότερη ($b < 3$) από τη θεωρητική τιμή b ($t=4,353$, $t_{0,05(2),361}=1,96$). Επίσης, η τιμή b των αρσενικών και των θηλυκών ατόμων βρέθηκε σημαντικά μικρότερη (αρσενικά: $t=2,503$, $t_{0,05(2),53}=2,009$ και θηλυκά: $t=2,74$, $t_{0,05(2),280}=1,96$) από $b=3$. Ωστόσο, στη σύγκριση των τιμών b του συνόλου των ατόμων μεταξύ του 2010 και του 2011 παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($t=4,46$, $t_{0,05(2),578}=1,96$).





Σχήμα 3: Συνολική κατά μήκος σύνθεση του λυθρινιού στον Παγασητικό Κόλπο (Ιούνιος 2010)



Σχήμα 4: Συνολική κατά μήκος σύνθεση του λυθρινιού στον Παγασητικό Κόλπο (Ιούνιος 2011)

Στην παρούσα εργασία βρέθηκε ότι η σωματική ανάπτυξη του λυθρινιού παρουσιάζει αρνητική αλλομετρία στον Παγασητικό κόλπο τόσο τον Ιούνιο του 2010

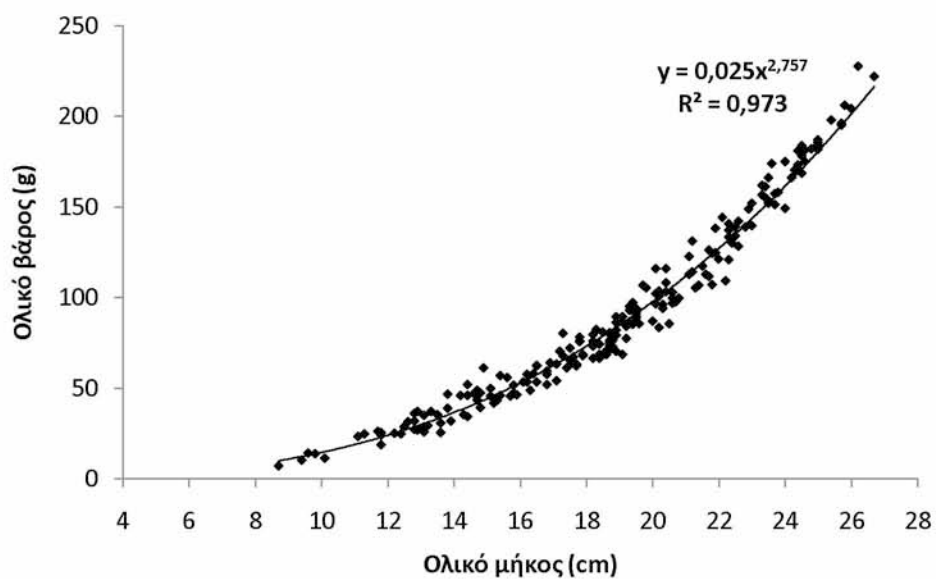


($b=2,75$) όσο και τον Ιούνιο του 2011 ($b=2,91$), γεγονός που δηλώνει ότι το λυθρίνι γίνεται ελαφρύτερο για το μήκος του όσο μεγαλώνει σε μέγεθος. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν βρεθεί και σε άλλες περιοχές του Αιγαίου και της Μεσογείου (Livadas 1989, Dulcic & Kraljevic 1996, Hoşsucu & Çakır 2003, Metin *et al.* 2011). Αντιθέτως, η Mytilineou (1989) και οι Rajuelo & Lorenzo (1998) αναφέρουν ισομετρική ανάπτυξη για το λυθρίνι. Είναι γνωστό ότι η σχέση μήκους-βάρους επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Το διαθέσιμο εύρος των μηκών σε κάθε μελέτη μπορεί να επηρεάσει τα αποτελέσματα. Η εποχή συλλογής του δείγματος μπορεί να παίζει επίσης σημαντικό ρόλο καθώς η τιμή b δεν παραμένει σταθερή σε όλη τη διάρκεια ενός έτους και μεταβάλλεται εποχικά. Επίσης, μπορεί να διαφέρει ανάλογα με το φύλο, την ηλικία, τη γεννητική ωρίμανση και την αφθονία της τροφής (Ricker 1975).

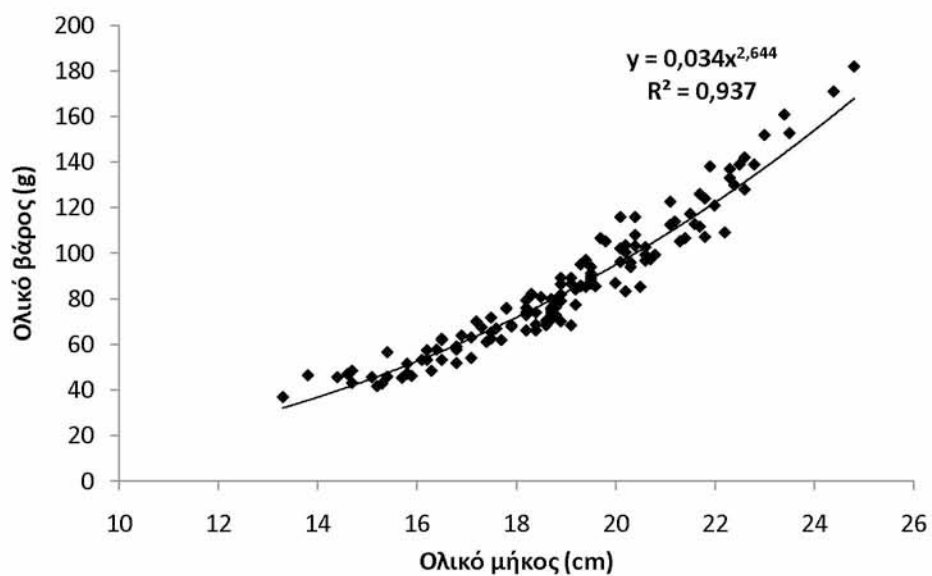
3.4 Σχέση ολικού και μεσουραίου μήκους

Στο Σχήμα 11 παρουσιάζεται η συσχέτιση του ολικού μήκους με το μεσουραίο μήκος για τα άτομα που συλλέχθηκαν τον Ιούνιο του 2011. Η σχέση μεταξύ του μεσουραίου και του ολικού μήκους για το λυθρίνι έδειξε ισχυρή γραμμική συσχέτιση ($FL=-0,0256+0,8733TL$, $n=439$, $R^2=0,986$). Από τη σχέση αυτή προκύπτει ότι το μεσουραίο μήκος αποτελεί περίπου το 87,3% του ολικού μήκους του λυθρινιού. Παρόμοιο αποτέλεσμα βρέθηκε από τους Coelho *et al.* (2010) στη Νότια Πορτογαλία ($n=337$) όπου το μεσουραίο μήκος αποτελεί το 87,2% του ολικού μήκους του λυθρινιού. Μικρότερη τιμή βρέθηκε από τους Moutopoulos & Stergiou (2002) στον πληθυσμό των Κυκλάδων ($n=323$) όπου το μεσουραίο μήκος αποτελεί το 85% του ολικού μήκους του λυθρινιού.



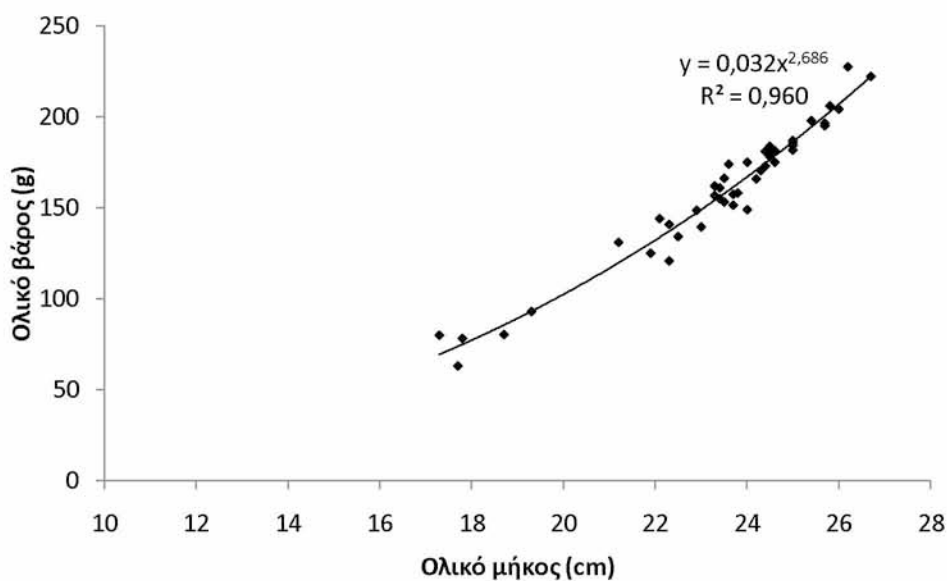


Σχήμα 5: Σχέση ολικού μήκους-βάρους για το σύνολο των ατόμων του λυθρινιού (Ιούνιος 2010)

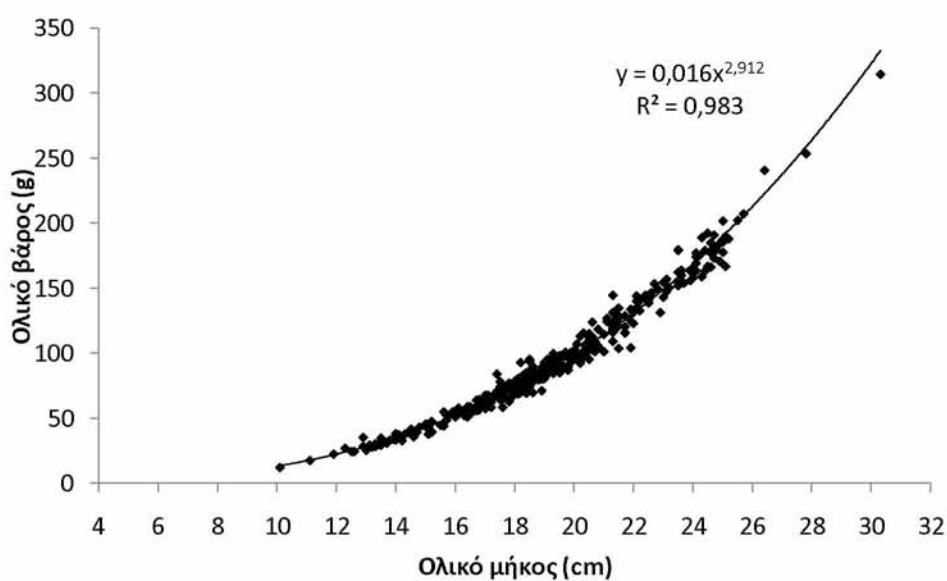


Σχήμα 6: Σχέση ολικού μήκους-βάρους για τα θηλυκά άτομα του λυθρινιού (Ιούνιος 2010)



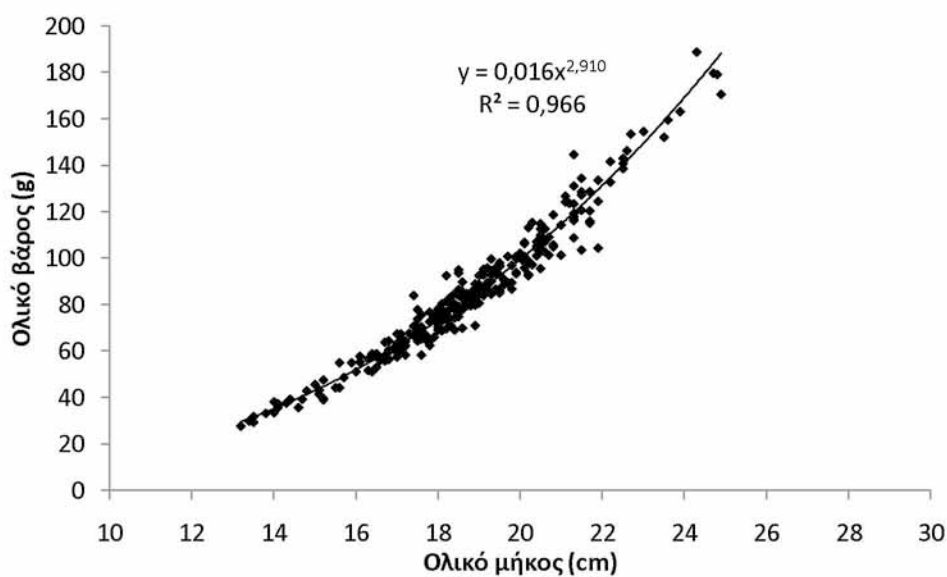


Σχήμα 7: Σχέση ολικού μήκους-βάρους για τα αρσενικά άτομα του λυθρινιού (Ιούνιος 2010)

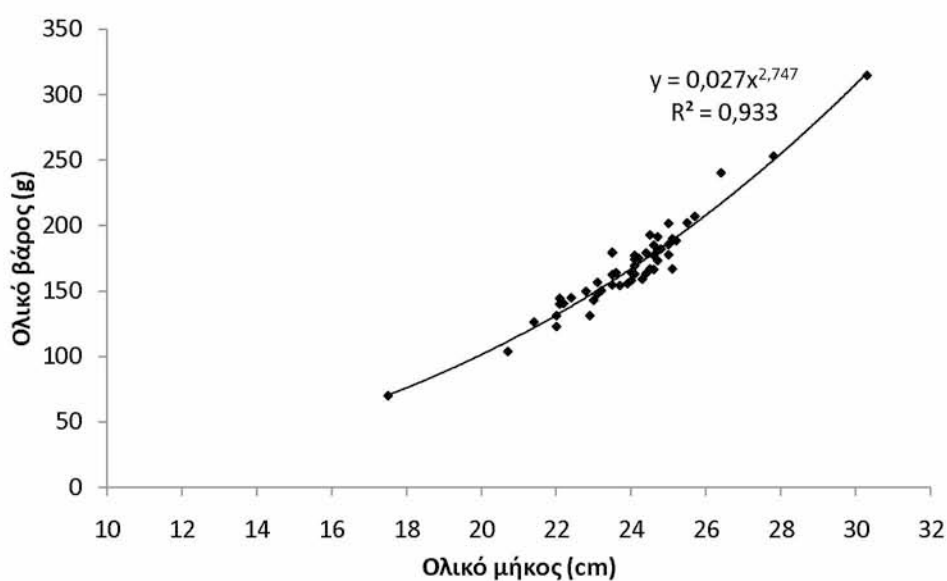


Σχήμα 8: Σχέση ολικού μήκους-βάρους για το σύνολο των ατόμων του λυθρινιού (Ιούνιος 2011)





Σχήμα 9: Σχέση ολικού μήκους-βάρους για τα θηλυκά άτομα του λυθρινιού (Ιούνιος 2011)



Σχήμα 10: Σχέση ολικού μήκους-βάρους για τα αρσενικά άτομα του λυθρινιού (Ιούνιος 2011)



Πίνακας 5: Ο αριθμός του δείγματος, το εύρος μηκών, οι συντελεστές των εξισώσεων (a,b), το τυπικό σφάλμα της κλίσης (SE) και ο συντελεστής προσδιορισμού (r^2) για τα αρσενικά, θηλυκά και το σύνολο των ατόμων του λυθρινιού στον Παρασητικό κόλπο (Ιούνιος 2010)

	N	Ελάχιστο μήκος (cm)	Μέγιστο μήκος (cm)	a	b	SE(b)	r^2
Αρσενικά	44	17,3	26,7	0,033	2,68*	0,084	0,960
Θηλυκά	133	13,3	24,8	0,034	2,64*	0,060	0,937
Όλα	219	8,7	26,7	0,025	2,75*	0,031	0,973

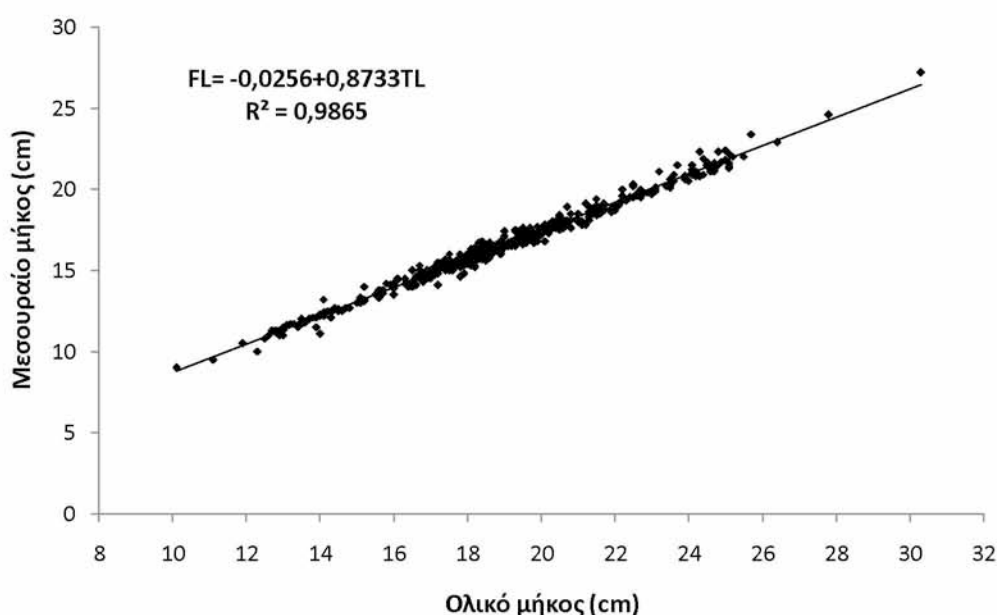
* στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη θεωρητική τιμή $b=3$

Πίνακας 6: Ο αριθμός του δείγματος, το εύρος μηκών, οι συντελεστές των εξισώσεων (a,b), το τυπικό σφάλμα της κλίσης (SE) και ο συντελεστής προσδιορισμού (r^2) για τα αρσενικά, θηλυκά και το σύνολο των ατόμων του λυθρινιού στον Παρασητικό κόλπο (Ιούνιος 2011)

	N	Ελάχιστο μήκος (cm)	Μέγιστο μήκος (cm)	a	b	SE(b)	r^2
Αρσενικά	55	17,5	30,3	0,027	2,74*	0,101	0,933
Θηλυκά	282	13,2	24,9	0,016	2,91*	0,033	0,966
Όλα	363	10,1	30,3	0,016	2,91*	0,020	0,983

* στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη θεωρητική τιμή $b=3$





Σχήμα 11: Σχέση του ολικού και του μεσουραίου μήκους (FL-TL) για το σύνολο των ατόμων του λυθρινιού

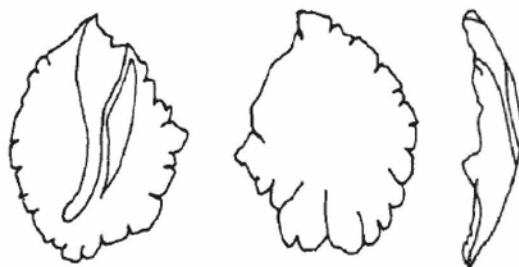
3.5 Ηλικία και ανάπτυξη

3.5.1 Περιγραφή ωτολίθων

Η οπτική παρατήρηση έδειξε ότι οι ωτόλιθοι του λυθρινιού έχουν χρώμα άσπρο. Η μια πλευρά είναι κοίλη και λεία ενώ η άλλη είναι αδρή (Εικ. 4). Στην αδρή πλευρά παρατηρούνται οι δακτύλιοι. Με την εφαρμογή προσπίπτοντος φωτός επάνω στον ωτόλιθο παρατηρούνται γύρω από τον πυρήνα μια φωτεινή ζώνη που ακολουθείται από έναν σκοτεινό δακτύλιο και ακολουθούν εναλλασσόμενοι φωτεινοί και σκοτεινοί δακτύλιοι.

Στην υπάρχουσα βιβλιογραφία η ανάγνωση των ωτολίθων αποτελεί την πιο κοινή μέθοδο για την εκτίμηση της ηλικίας του λυθρινιού (Mytilineou 1989, Rajuelo & Lorenzo 1998, Hossucu & Cakir 2003, Metin *et al.* 2011). Επίσης, χρησιμοποιείται και η μέθοδος των λεπιών (Papaconstantinou *et al.* 1988, Somarakis & Machias 2002).





Εικόνα 4: Μορφολογία των ωτολίθων του λυθρινιού

3.5.2 Ηλικιακή σύνθεση

Από τα δείγματα του 2010 εξετάστηκαν οι ωτόλιθοι συνολικά 219 ατόμων που κάλυπταν όλο το εύρος των μεγεθών. Τελικά σε 212 άτομα (96,8%) ήταν δυνατή η ανάγνωση των ωτολίθων και η εκτίμηση της ηλικίας. Το εύρος του ολικού μήκους των ατόμων κυμάνθηκε από 8,7-26,7 cm. Από τα δείγματα του 2011 εξετάστηκαν οι ωτόλιθοι συνολικά 363 ατόμων που κάλυπταν όλο το εύρος των μεγεθών. Σε 332 άτομα (91,51%) ήταν δυνατή η ανάγνωση των ωτολίθων και η εκτίμηση της ηλικίας. Το εύρος του ολικού μήκους των ατόμων κυμάνθηκε από 10,1-30,3 cm. Οι ωτόλιθοι που απορρίφθηκαν ήταν είτε σπασμένοι είτε η δομή των δακτυλίων ήταν δυσανάγνωστη.

Η ηλικιακή σύνθεση του λυθρινιού σύμφωνα με τα δεδομένα της πρώτης δειγματοληψίας (Ιούνιος 2010) βρέθηκε ότι κυμαίνεται από 0 έως 8 χρόνια στον Παγασητικό κόλπο. Στη δεύτερη δειγματοληψία (Ιούνιος 2011) βρέθηκε μια κλάση παραπάνω (0 έως 9). Η ηλικιακή κλάση 9 δεν λήφθηκε υπόψη στον υπολογισμό των παραμέτρων ανάπτυξης και των μέσων αναδρομικών μηκών καθώς περιείχε ένα μόνο άτομο και έτσι δεν ήταν δυνατός υπολογισμός των απαιτούμενων μέσων τιμών σε κάθε περίπτωση. Οι κλείδες ηλικίας-μήκους του λυθρινιού παρουσιάζονται στους Πίνακες 7 και 8.



Η πλειονότητα των ατόμων φαίνεται ότι ανήκουν στις ηλικιακές κλάσεις 2, 3 και 4. Η ηλικία των θηλυκών ατόμων κυμάνθηκε από 1 έως 7 χρόνια, ενώ των αρσενικών από 2 έως 8 χρόνια σύμφωνα με τα δεδομένα του Ιουνίου του 2010. Σύμφωνα με τα δεδομένα της δειγματοληψίας του επόμενου έτους η ηλικία των θηλυκών κυμάνθηκε από 1 έως 7 χρόνια ενώ των αρσενικών από 3 έως 9 χρόνια. Παρόμοιο αποτέλεσμα με την παρούσα εργασία για την ηλικιακή σύνθεση των αρσενικών και των θηλυκών ατόμων έχει βρεθεί από τους Rajuelo & Lorenzo (1998) στα Κανάρια νησιά.

Η ανάλυση του μήκους μέσης ανάπτυξης μεταξύ των ηλικιακών κλάσεων έδειξε ότι στον Παρασητικό κόλπο η ανάπτυξη του λυθρινιού έχει τους ταχύτερους ρυθμούς στον πρώτο χρόνο της ζωής του αποκτώντας περίπου το 50% του μέγιστου μήκους του από το δεύτερο χρόνο. Η σχετικά γρήγορη ανάπτυξη του λυθρινιού συνεχίζεται έως και το τρίτο έτος της ηλικίας του, η οποία μετά σταδιακά ελαττώνεται στις επόμενες ηλικίες. Η μείωση της ανάπτυξης στις επόμενες ηλικιακές κλάσεις μπορεί να εξηγηθεί από τη γεννητική ωρίμανση του είδους (Jobling 2002). Συνεπώς, φαίνεται ότι η χρήση της ενέργειας εκτρέπεται στο λυθρίνι και καταναλώνεται για τις ανάγκες της αναπαραγωγής και την ανάπτυξη των γονάδων και εξαιρείται από τη κατά μήκος ανάπτυξη.



Πίνακας 7: Κλείδα ηλικίας-μήκους, μέσο μήκος ανά ηλικιακή κλάση, τυπική απόκλιση και μέση ετήσια ανάπτυξη για το λυθρίνι στον Παγασητικό κόλπο (Ιούνιος 2010)

Κλάσεις μήκους (cm)	Σύνολο ατόμων	Άτομα στα οποία έγινε εκτίμηση ηλικίας	Αριθμός ετήσιων δακτυλίων									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	
9	1	1	1									
10	3	3	3									
11	1	1		1								
12	6	6		6								
13	9	9		7	2							
14	11	11		8	3							
15	12	12		2	10							
16	13	13			12	1						
17	12	11			7	4						
18	17	16			4	9	3					
19	30	28			2	21	5					
20	20	20				6	13	1				
21	17	16				4	9	3				
22	15	15					2	11	2			
23	15	13					1	10	2			
24	15	15						6	9			
25	15	15							9	6		
26	5	5								3	2	
27	2	2									2	
N	219	212	4	24	40	45	33	31	22	9	4	
%	100	96,8	1,83	10,96	18,26	20,55	15,07	14,16	10,05	4,11	1,83	
Μέσο μήκος			9,38	12,65	15,54	18,37	19,60	22,08	23,67	25,10	26,10	
Τυπική απόκλιση			0,48	1,04	1,43	1,12	1,12	1,06	0,96	0,51	0,45	
Μέση ανάπτυξη			9,38	3,28	2,89	2,83	1,23	2,48	1,59	1,43	1,00	
Μέση ανάπτυξη %			35,92	12,55	11,08	10,83	4,72	9,50	6,08	5,49	3,83	



Πίνακας 8: Κλείδα ηλικίας-μήκους, μέσο μήκος ανά ηλικιακή κλάση, τυπική απόκλιση και μέση ετήσια ανάπτυξη για το λυθρίνι στον Παγασητικό κόλπο (Ιούνιος 2011)

Κλάσεις μήκους (cm)	Σύνολο ατόμων	Ατομα στα οποία έγινε εκτίμηση ηλικίας	Αριθμός ετήσιων δακτυλίων											
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
11	1	1	1											
12	2	2		2										
13	8	8		8										
14	16	16		12	4									
15	11	11		4	7									
16	14	13			13									
17	26	24			18	6								
18	45	40			16	22	2							
19	68	63			6	44	13							
20	40	38				14	23	1						
21	39	36				11	23	2						
22	26	23					8	14	1					
23	17	13					1	6	6					
24	15	11						2	9					
25	25	23							7	16				
26	7	7								2		5		
27	1	1										1		
28	1	1										1		
31	1	1												1
N	363	332	1	26	64	97	70	25	23	18	7	1		
%	100	91,51	0,28	7,16	17,63	26,72	19,28	6,89	6,34	4,96	1,93	0,28		
Μέσο μήκος			10,10	13,29	16,30	18,57	19,88	21,74	23,48	24,67	25,83	30,30		
Τυπική απόκλιση				0,81	1,31	0,96	0,95	0,89	0,74	0,29	0,98			
Μέση ανάπτυξη			10,10	3,19	3,01	2,27	1,31	1,87	1,73	1,19	1,16			
Μέση ανάπτυξη %			33,33	10,54	9,93	7,48	4,32	6,17	5,72	3,94	3,82			



Η εξέταση των λεπιών του λυθρινιού από κάθε ηλικιακή κλάση που συγκρίθηκε με την ανάγνωση των ωτολίθων έδειξε παρόμοια αποτελέσματα, καθώς βρέθηκε η ίδια ηλικιακή κατανομή στον Παγασητικό κόλπο. Στην εξέταση των βραγχιοκαλυμμάτων του λυθρινιού από κάθε ηλικιακή κλάση που συγκρίθηκε με την ανάγνωση των ωτολίθων παρουσιάστηκαν προβλήματα, καθώς η δομή ήταν δυσανάγνωστη που περιορίζαν την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων (Εικ. 5).



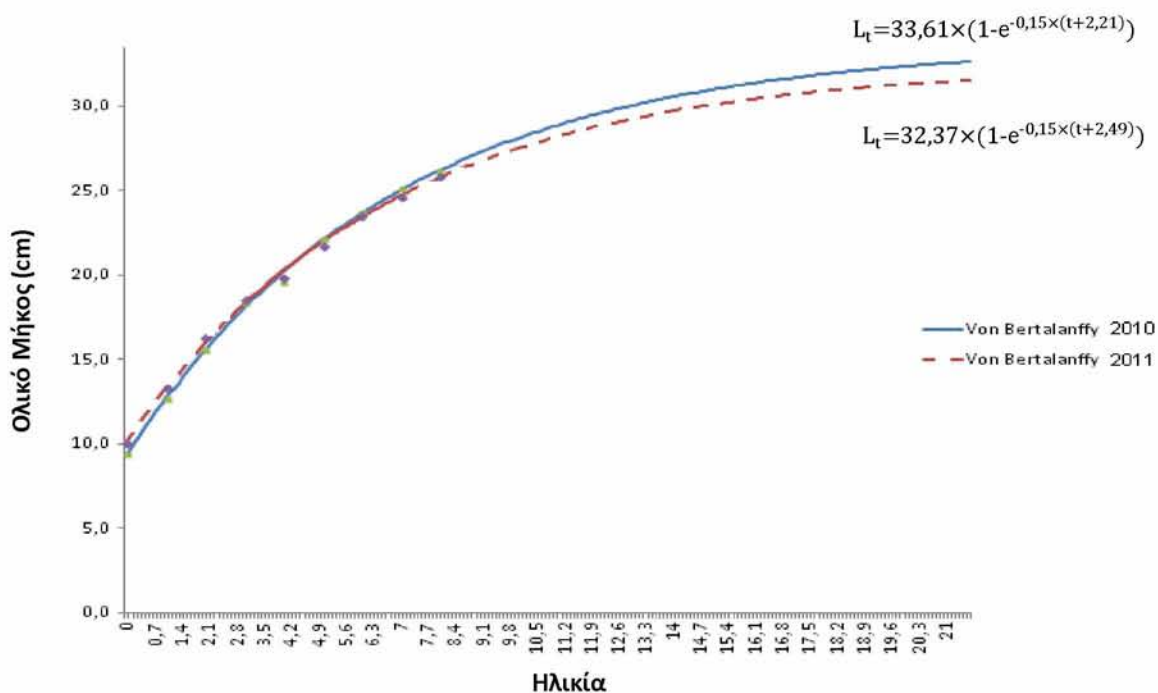
Εικόνα 5: Φωτογραφία στο στερεοσκόπιο από λέπι και βραγχιοκάλυμμα του λυθρινιού (Φωτογραφικό αρχείο συγγραφέα)

Η μέγιστη ηλικία του λυθρινιού στον Παγασητικό κόλπο ήταν 9 χρόνια. Η ηλικιακή σύνθεση του πληθυσμού του έχει μελετηθεί σε αρκετές θαλάσσιες περιοχές της Μεσογείου. Στο Αιγαίο, η μέγιστη ηλικία του βρέθηκε να είναι στα 7 χρόνια στην Κρήτη με τη χρήση των λεπιών (Somarakis & Machias 2002), ενώ με τη χρήση των ωτολίθων εκτιμήθηκε στα 8 χρόνια (εύρος 7,7-22,8 cm FL) στον Κόλπο Edremit (Hoşsucu & Çakır 2003), στα 10 χρόνια (εύρος 4,1-27,8 cm TL) στον Κόλπο της Σμύρνης (Metin *et al.* 2011) και στα 11 χρόνια (εύρος 4,2-43 cm TL) στον Ευβοϊκό Κόλπο (Mytilineou 1989). Στις βιβλιογραφικές αναφορές που υπάρχουν εκτός Μεσογείου, η μέγιστη ηλικία του μελετηθέντος είδους βρέθηκε να είναι στα 10 χρόνια (εύρος 7,5-37,1 cm TL) Pajuelo & Lorenzo 1998).



3.5.3 Καμπύλη ανάπτυξης von Bertalanffy

Οι παράμετροι ανάπτυξης για το λυθρίνι υπολογίστηκαν από τα παρατηρούμενα μέσα μήκη σε κάθε ηλικιακή κλάση. Η σχηματική απεικόνιση των καμπυλών ανάπτυξης του μελετηθέντος είδους στον Παγασητικό κόλπο παρουσιάζεται στο Σχήμα 12. Για τον Ιούνιο του 2010 το ασυμπτωτικό μήκος του λυθρινιού (L_{∞}) υπολογίστηκε στα 33,61 cm, η θεωρητική ηλικία μηδενικού μήκους (t_0) -2,21 yr και ο ρυθμός ανάπτυξης (K) $0,15 \text{ yr}^{-1}$ ($R^2=0,998$). Για τον Ιούνιο του 2011 το ασυμπτωτικό μήκος του λυθρινιού υπολογίστηκε στα 32,37 cm, η θεωρητική ηλικία μηδενικού μήκους -2,49 yr και ο ρυθμός ανάπτυξης $0,15 \text{ yr}^{-1}$ ($R^2=0,998$). Οι παράμετροι ανάπτυξης των δύο ετών ελέγχθηκαν για στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους με το “likelihood ratio test” (95% όριο εμπιστοσύνης) όπως προτείνεται από τον Kimura (1980). Η ανάλυση αυτή δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των παραμέτρων των δύο ετών ($p>0,05$).



Σχήμα 12: Καμπύλες ανάπτυξης von Bertalanffy για το λυθρίνι στον Παγασητικό κόλπο



Στον Πίνακα 9 συνοψίζονται οι παράμετροι ανάπτυξης για το λυθρίνι έτσι όπως υπολογίστηκαν σε αντίστοιχες έρευνες στη Μεσόγειο και στον Ανατολικό Ατλαντικό. Σε έρευνες στην Ανατολική Μεσόγειο, το L_{∞} βρέθηκε 27,8 cm στην Κρήτη (Somarakis & Machias 2002), 30,67 cm στον Κόλπο της Σμύρνης (Metin *et al.* 2011), 32,6 cm στο Ιόνιο (Paraconstantinou *et al.* 1988) και 30 cm στην Κύπρο (Livadas 1989). Στον κόλπο της Λυών (Δυτική Μεσόγειος) το L_{∞} βρέθηκε 34,5 cm από τους Girardin & Quignard (1985). Στις έρευνες εκτός της Μεσογείου, το L_{∞} του λυθρινιού βρέθηκε 41,7 cm στα Κανάρια Νησιά (Pajuelo & Lorenzo 1998) και 47,14 cm στη Νότια Πορτογαλία (Coelho *et al.* 2010). Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η ανάπτυξη του λυθρινιού διαφοροποιείται μεταξύ της Μεσογείου και του Ανατολικού Ατλαντικού. Η διαφορά αυτή πιθανόν να οφείλεται στις διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν στις δύο περιοχές (Shepherd & Grimes 1983, Metin *et al.* 2011). Σύμφωνα με τους Pajuelo & Lorenzo (1998) το γεγονός αυτό οφείλεται στο μέγιστο μήκος που συλλέχθηκε σε κάθε περιοχή μελέτης.

3.5.4 Ανάδρομα υπολογισμένα μήκη

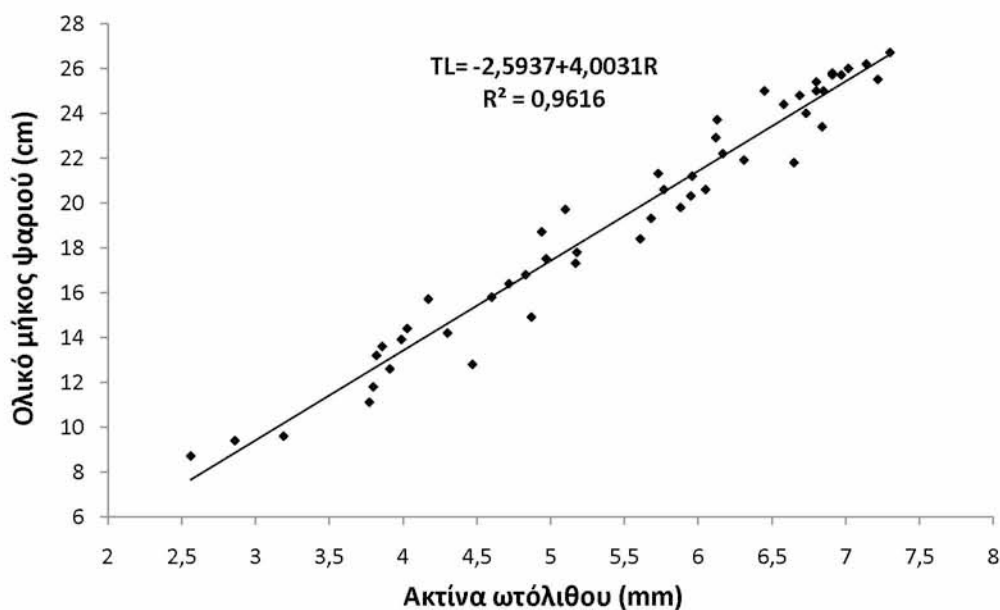
Η σχέση μεταξύ του ολικού μήκους του ψαριού και ακτίνας του ωτόλιθου έδειξε ισχυρή γραμμική συσχέτιση ($TL = -2,5937 + 4,0031R$, $R^2 = 0,9616$) στα δείγματα του 2010 (Σχ. 13). Τα μέσα ανάδρομα υπολογισμένα μήκη για το λυθρίνι τον Ιούνιο του 2010 συνοψίζονται στον Πίνακα 10.

Η σχέση μεταξύ του ολικού μήκους του ψαριού και ακτίνας του ωτόλιθου έδειξε ισχυρή γραμμική συσχέτιση ($TL = -0,4094 + 3,6182R$, $R^2 = 0,9411$) στα δείγματα του 2011 (Σχ. 14). Τα μέσα ανάδρομα υπολογισμένα μήκη για το λυθρίνι τον Ιούνιο του 2011 συνοψίζονται στον Πίνακα 11.



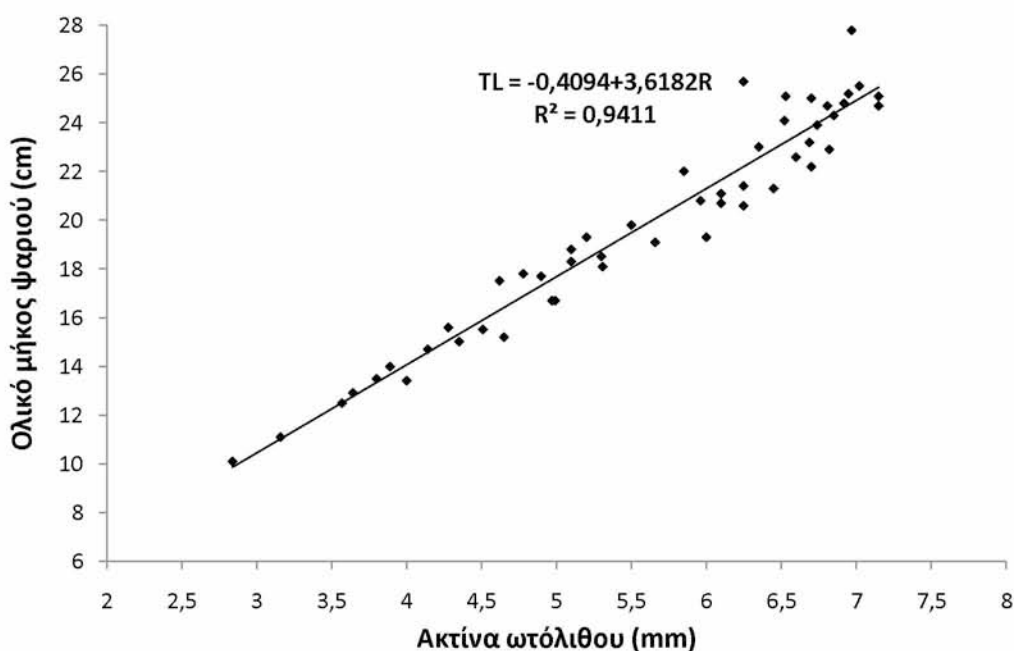
Πίνακας 9: Παράμετροι ανάπτυξης von Bertalanffy για το λυθρίνι από διάφορες θαλάσσιες περιοχές

L_{∞} (cm)	K (yr ⁻¹)	t_0 (yr)	Περιοχή	Βιβλιογραφική αναφορά
27,8	0,317	-0,739	Κρήτη	Somarakis & Machias 2002
30,67	0,165	-0,857	Κόλπος Σμύρνης	Metin <i>et al.</i> 2011
32,6	0,18	-0,04	Ιόνιο	Papaconstantinou <i>et al.</i> 1988
30	0,203	-1,623	Κύπρος	Livadas 1989
34,5	0,33	-	Κόλπος Λυών	Girardin & Quignard 1985
41,7	0,205	-0,55	Κανάρια Νησιά	Rajuelo & Lorenzo 1998
47,14	0,084	-4,42	Νότια Πορτογαλία	Coelho <i>et al.</i> 2010
33,61	0,15	-2,21	Παγασητικός κόλπος	Παρούσα εργασία 2010
32,37	0,15	-2,49	»	» 2011



Σχήμα 13: Συσχέτιση του ολικού μήκους του ψαριού και ακτίνας του ωτόλιθου για το λυθρίνι στον Παγασητικό κόλπο (Ιούνιος 2010)





Σχήμα 14: Συσχέτιση του ολικού μήκους του ψαριού και ακτίνας του ωτόλιθου για το λυθρίνι στον Παγασητικό κόλπο (Ιούνιος 2011)

Η ανάλυση του μήκους μέσης ανάπτυξης μεταξύ των ηλικιακών κλάσεων έδειξε ότι στον Παγασητικό κόλπο η ανάπτυξη του λυθρινιού έχει τους ταχύτερους ρυθμούς στον πρώτο έτος της ζωής του (35,92% για το 2010 και 33,33% για το 2011). Η γρήγορη ανάπτυξη του λυθρινιού συνεχίζεται έως και τον τρίτο χρόνο η οποία σταδιακά ελαττώνεται στις επόμενες ηλικίες. Η μείωση του ρυθμού ανάπτυξης πιθανόν να εξηγείται από την αναπαραγωγική δραστηριότητα του λυθρινιού (Jobling 2002).



Πίνακας 10: Μέσα ανάδρομα υπολογισμένα μήκη, τυπική απόκλιση και μέση ετήσια ανάπτυξη (TL, cm) για το λυθρίνι στον Παρασητικό Κόλπο (Ιούνιος 2010)

Κλάση ηλικίας	Μέσο μήκος κατά τη σύλληψη	Μέσα ανάδρομα υπολογισμένα μήκη σε διάφορα έτη ηλικίας								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
I	12,65	11,95±1,06								
II	15,54	10,29±1,54	14,40±1,99							
III	18,37	10,48±1,37	14,31±1,39	17,28±1,74						
IV	19,60	11,24±1,05	15,04±1,25	17,31±1,51	18,89±1,55					
V	22,08	12,39±1,09	16,27±0,93	18,25±1,28	20,21±1,24	21,53±1,47				
VI	23,67	12,80±1,44	16,48±1,5	18,42±1,79	20,17±2,37	21,32±1,64	22,67±1,43			
VII	25,10	13,46±1,05	17,28±1,02	19,18±0,84	20,74±0,66	22,19±0,75	23,47±0,66	24,54±0,57		
VIII	26,10	12,07±1,01	16,18±1,07	18,33±1,27	19,99±1,3	21,51±0,91	23,23±0,82	24,59±0,54	25,44±0,60	
Μέσο μήκος		11,83±1,20	15,71±1,31	18,13±1,40	20,00±1,42	21,64±1,19	23,12±0,97	24,57±0,56	25,44±0,60	
Ετήσια ανάπτυξη		11,83	3,87	2,42	1,87	1,64	1,48	1,44	0,88	
Ετήσια ανάπτυξη %		46,51	15,22	9,52	7,36	6,44	5,83	5,67	3,45	



Πίνακας 11: Μέσα ανάδρομα υπολογισμένα μήκη, τυπική απόκλιση και μέση ετήσια ανάπτυξη (TL, cm) για το λυθρίνι στον Παρασητικό Κόλπο (Ιούνιος 2011)

Κλάση ηλικίας	Μέσο μήκος κατά τη σύλληψη	Μέσα ανάδρομα υπολογισμένα μήκη σε διάφορα έτη ηλικίας								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
I	13,29	12,36±1,06								
II	16,30	12,13±0,91	14,90±0,66							
III	18,57	12,28±0,46	15,27±0,39	17,39±0,92						
IV	19,88	13,41±1,05	15,95±1,32	17,77±1,13	19,06±1,25					
V	21,74	13,46±1,43	15,98±1,48	17,88±1,14	19,23±1,04	20,39±1,05				
VI	23,48	13,67±1,6	16,93±1,44	19,19±1,25	20,73±0,98	21,77±0,82	22,62±0,75			
VII	24,67	14,74±1,04	17,65±1,02	19,64±0,68	20,77±0,68	21,98±0,76	23,20±0,64	24,13±0,33		
VIII	25,83	14,80±1,17	17,64±1,1	19,09±1,32	20,47±1,21	21,99±1	23,20±1,03	24,16±1,22	25,14±1,12	
Μέσο μήκος		13,36±1,09	16,33±1,06	18,49±1,08	20,05±1,03	21,53±0,91	23,00±0,81	24,15±0,78	25,14±1,12	
Ετήσια ανάπτυξη		13,36	2,98	2,16	1,56	1,48	1,47	1,14	1,00	
Ετήσια ανάπτυξη %		53,13	11,84	8,6	6,2	5,89	5,85	4,54	3,96	



3.5.5 Θνησιμότητα

Για τον υπολογισμό της ολικής στιγμιαίας θνησιμότητας (Z) χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση Beverton & Holt (1956). Η ολική θνησιμότητα υπολογίστηκε στα $0,614 \text{ yr}^{-1}$ για τον Ιούνιο του 2010 και στα $0,622 \text{ yr}^{-1}$ για τον Ιούνιο του 2011. Η φυσική θνησιμότητα (M) σύμφωνα με την εμπειρική εξίσωση του Pauly υπολογίστηκε στα $0,386 \text{ yr}^{-1}$ για τον Ιούνιο του 2010 και στα $0,396 \text{ yr}^{-1}$ για τον Ιούνιο του 2011. Η αλιευτική θνησιμότητα (F) η οποία προέκυψε από τη διαφορά της ολικής θνησιμότητας με τη φυσική θνησιμότητα ($F=Z-M$) υπολογίστηκε στα $0,228 \text{ yr}^{-1}$ για τον Ιούνιο του 2010 και στα $0,226 \text{ yr}^{-1}$ για τον Ιούνιο του 2011.

Ο ρυθμός εκμετάλλευσης (E) του αποθέματος που εκφράζει τη θνησιμότητα που προκαλείται από την αλιεία σε σχέση με τη θνησιμότητα που προκαλείται από τα φυσικά αίτια, υπολογίστηκε ως $0,372$ για τον Ιούνιο του 2010 και ως $0,363$ για τον Ιούνιο του 2011. Οι τιμές E που εκτιμήθηκαν και για τις δύο χρονιές είναι μικρότερες από τη τιμή $E (0,55)$ που δείχνει τάση υπεραλίευσης ενός αποθέματος. Το γεγονός αυτό ($E < 0,55$) δείχνει ότι το απόθεμα του λυθρινιού του Παγασητικού κόλπου βρίσκεται προς το παρόν σε καλή κατάσταση και είναι σχετικά ανεκμετάλλευτο. Σε αυτό πιθανώς να συμβάλλει η ολική απαγόρευση της αλιείας με συρόμενα εργαλεία (π.χ. τράτα βυθού) σε όλη τη διάρκεια του έτους μέσα στον κόλπο και η επιλεκτικότητα των χρησιμοποιούμενων αλιευτικών σταθερών εργαλείων.



3.6 Αναπαραγωγικά χαρακτηριστικά

3.6.1 Αναλογία φύλων

Η σύνθεση του δείγματος του Ιουνίου του 2010 ήταν 60,73% θηλυκά, 20,09% αρσενικά και 19,18% ανώριμα ή το φύλο ήταν αδιευκρίνιστο. Η αναλογία αρσενικών και θηλυκών βρέθηκε 1:3,02 και η ανάλυση με το κριτήριο χ^2 έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά από τη θεωρητική αναλογία 1:1 ($\chi^2=22,376$, $\chi^2_{0,05,1}=3,841$). Επίσης εξετάστηκε η αναλογία μεταξύ των δύο φύλων σε κάθε κλάση μήκους (1 cm) και σε κάθε ηλικιακή κλάση. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων παρουσιάζονται στους Πίνακες 12 και 13, αντίστοιχα. Εκτός από τη συνολική αναλογία αρσενικών και θηλυκών ατόμων, στατιστικά σημαντικές διαφορές βρέθηκαν επίσης και στις αναλογίες στις κλάσεις μήκους 19, 20 και 22 cm και στις ηλικιακές κλάσεις 2, 3 και 4.

Πίνακας 12: Ποσοστά και αναλογία αρσενικών και θηλυκών ατόμων ανά κλάση μήκους για το λυθρίνι στον Παγασητικό κόλπο (Ιούνιος 2010)

Κλάσεις μήκους	Θηλυκά (F)		Αρσενικά (M)		Αναλογία M:F
	N	%	N	%	
14	2	100	0	0	-
15	4	100	0	0	-
16	10	100	0	0	-
17	12	100	0	0	-
18	14	82,35	3	17,65	1:4,67
19	29	96,67	1	3,33	1:29*
20	19	95	1	5	1:19*
21	17	100	0	0	-
22	13	86,67	2	13,33	1:6,5*
23	9	60	6	40	1:1,5
24	2	14,29	12	85,71	1:0,17
25	2	14,29	12	85,71	1:0,17
26	0	0	5	100	-
27	0	0	2	100	-

* στατιστικά σημαντικές διαφορές από την αναλογία 1:1



Πίνακας 13: Ποσοστά και αναλογία αρσενικών και θηλυκών ατόμων ανά κλάση ηλικίας για το λυθρίνι στον Παγασητικό κόλπο (Ιούνιος 2010)

Κλάσεις ηλικίας	Θηλυκά (F)		Αρσενικά (M)		Αναλογία M:F
	N	%	N	%	
II	26	92,85714	2	7,142857	1:13*
III	44	97,77778	1	2,222222	1:44*
IV	30	90,90909	3	9,090909	1:10*
V	21	70	9	30	1:2,33
VI	5	22,72727	17	77,27273	1:0,29
VII	1	12,5	7	87,5	1:0,14
VIII	0	0	4	100	-

* στατιστικά σημαντικές διαφορές από την αναλογία 1:1

Η σύνθεση του δείγματος του Ιουνίου του 2011 ήταν 77,69% θηλυκά, 15,15% αρσενικά και 6,61% ανώριμα ή το φύλο ήταν αδιευκρίνιστο. Επίσης, παρατηρήθηκε ένα μικρό ποσοστό ατόμων (0,55%) στις γονάδες των οποίων οι ωοθήκες και οι όρχεις υπήρχαν ταυτόχρονα. Τα άτομα αυτά πιθανότατα βρίσκονταν στη διαδικασία αλλαγής του φύλου.

Η αναλογία αρσενικών και θηλυκών βρέθηκε 1:5,13 και η ανάλυση με το κριτήριο χ^2 έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά από τη θεωρητική αναλογία 1:1 ($\chi^2=76,45$, $\chi^2_{0,05,1}=3,841$). Τα αποτελέσματα της αναλογίας μεταξύ των δύο φύλων σε κάθε κλάση μήκους (1 cm) και σε κάθε ηλικιακή κλάση παρουσιάζονται στους Πίνακες 14 και 15, αντίστοιχα. Εκτός από τη συνολική αναλογία αρσενικών και θηλυκών ατόμων, στατιστικά σημαντικές διαφορές βρέθηκαν επίσης και στις αναλογίες στις κλάσεις μήκους 18, 21, 22 και 25 cm και στις ηλικιακές κλάσεις 3, 4, 5 και 7.



Πίνακας 14: Ποσοστά και αναλογία αρσενικών και θηλυκών ατόμων ανά κλάση μήκους για το λυθρίνι στον Παρασητικό κόλπο (Ιούνιος 2011)

Κλάσεις μήκους	Θηλυκά (F)		Αρσενικά (M)		Αναλογία M:F
	N	%	N	%	
14	7	100	0	0	-
15	9	100	0	0	-
16	12	100	0	0	-
17	26	100	0	0	-
18	44	97,78	1	2,22	1:44*
19	68	100	0	0	-
20	40	100	0	0	-
21	37	97,37	1	2,63	1:37*
22	23	88,46	3	11,54	1:7,67*
23	9	56,25	7	43,75	1:1,29
24	3	20	12	80	1:0,25
25	4	16	21	84	1:0,19*
26	0	0	7	100	-
27	0	0	1	100	-
28	0	0	1	100	-
29	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-
31	0	0	1	100	-

* στατιστικά σημαντικές διαφορές από την αναλογία 1:1

Πίνακας 15: Ποσοστά και αναλογία αρσενικών και θηλυκών ατόμων ανά κλάση ηλικίας για το λυθρίνι στον Παρασητικό κόλπο (Ιούνιος 2011)

Κλάσεις ηλικίας	Θηλυκά (F)		Αρσενικά (M)		Αναλογία M:F
	N	%	N	%	
I	10	100	0	0	-
II	57	100	0	0	-
III	96	98,97	1	1,03	1:96*
IV	67	97,10	2	2,90	1:33,5*
V	20	83,33	4	16,67	1:5*
VI	6	26,09	17	73,91	1:0,35
VII	3	16,67	15	83,33	1:0,2*
VIII	0	0	7	100	-
IX	0	0	1	100	-

* στατιστικά σημαντικές διαφορές από την αναλογία 1:1

Η αναλογία των φύλων για το λυθρίνι έδειξε την επικράτηση των θηλυκών στον πληθυσμό του Παρασητικού κόλπου. Η μελέτη της αναλογίας μεταξύ αρσενικών και

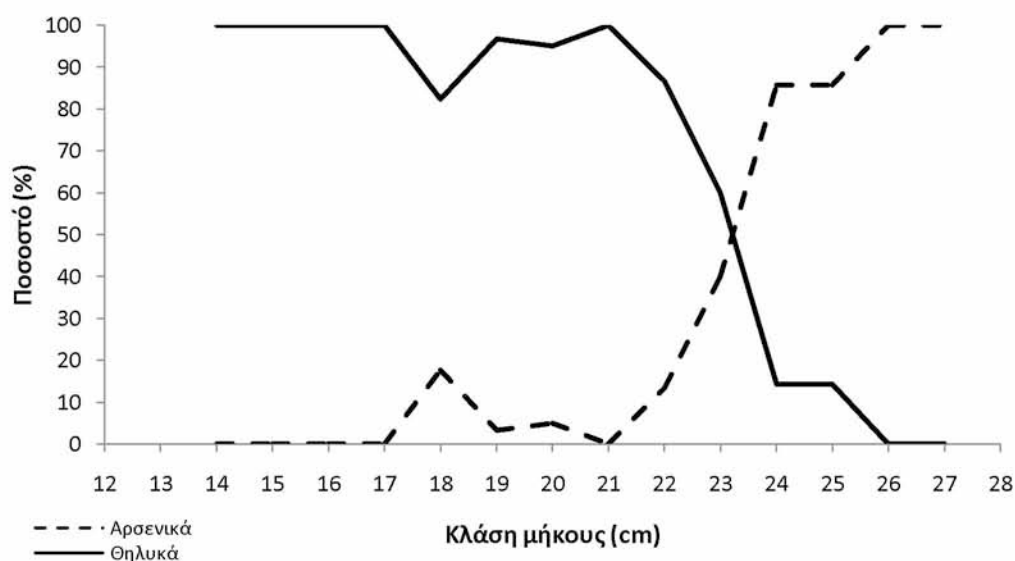


θηλυκών ατόμων σε διάφορες θαλάσσιες περιοχές της Μεσογείου έδειξε την επικράτηση των θηλυκών ατόμων σε διάφορες αναλογίες που διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή (Vassilopoulou *et al.* 1986, Mytilineou 1989, Rajuelo & Lorenzo 1998, Metin *et al.* 2011). Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι το λυθρίνι είναι πρωτόγυνο ερμαφρόδιτο είδος και ότι τα άτομα με μικρά και μεσαία μεγέθη επικρατούν συνήθως σε έναν πληθυσμό εξαιτίας της επιλεκτικής αλιείας των μεγαλύτερων μεγεθών ατόμων.

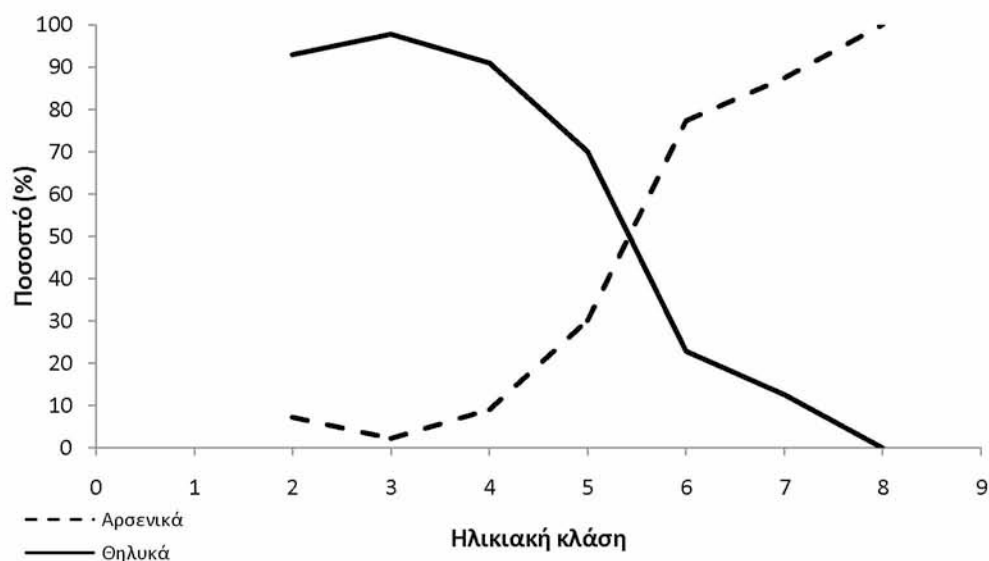
3.6.2 Αναπαραγωγική στρατηγική

Το λυθρίνι είναι πρωτόγυνο ερμαφρόδιτο είδος. Η αναπαραγωγική στρατηγική του λυθρινιού επιβεβαιώθηκε από την επικράτηση των θηλυκών ατόμων στα μικρότερα μήκη ενώ των αρσενικών στα μεγαλύτερα. Αυτό δηλώνει ότι τα θηλυκά άτομα μετά από κάποιο μέγεθος (ή ηλικία) αλλάζουν φύλο και συμπεριφέρονται ως αρσενικά. Το μέγεθος αυτό διαφέρει από άτομο σε άτομο. Μερικά θηλυκά αλλάζουν φύλο σε μικρότερο μέγεθος ενώ μερικά σε μεγαλύτερο. Τα πρώτα αρσενικά άτομα εμφανίζονται στη κλάση των 18 cm. Η αλλαγή του φύλου πραγματοποιείται στις κλάσεις μεταξύ των 18-25 cm (ηλικία 2 έως 7). Όλα τα άτομα που είναι μεγαλύτερα από 26 cm συμπεριφέρονται πλέον ως αρσενικά (Σχ 15, 16, 17, 18).



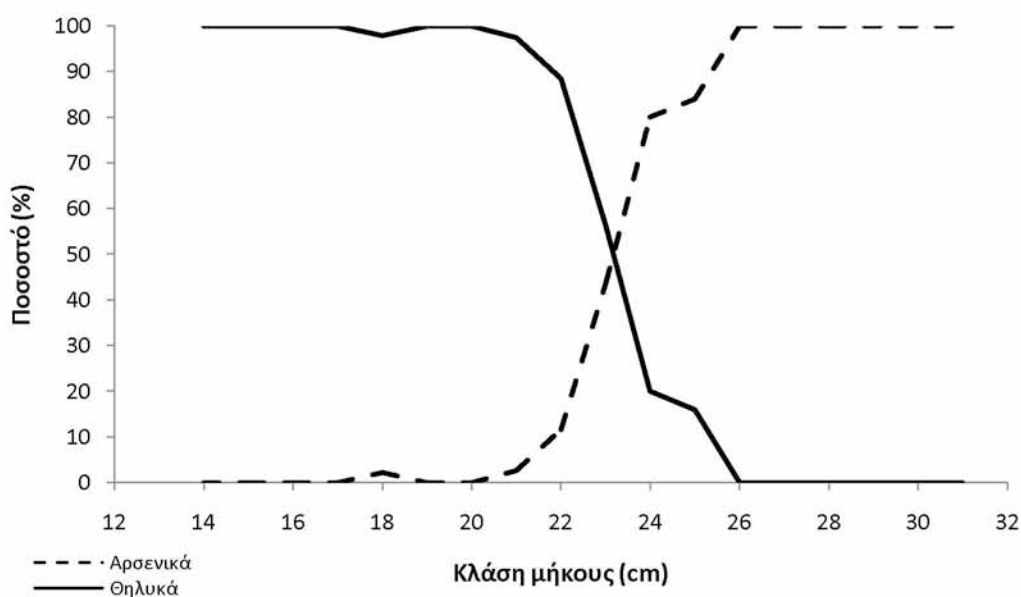


Σχήμα 15: Ποσοστό θηλυκών και αρσενικών ατόμων ανά κλάση μήκους για το λυθρίνι στον Παγασητικό κόλπο (Ιούνιος 2010)

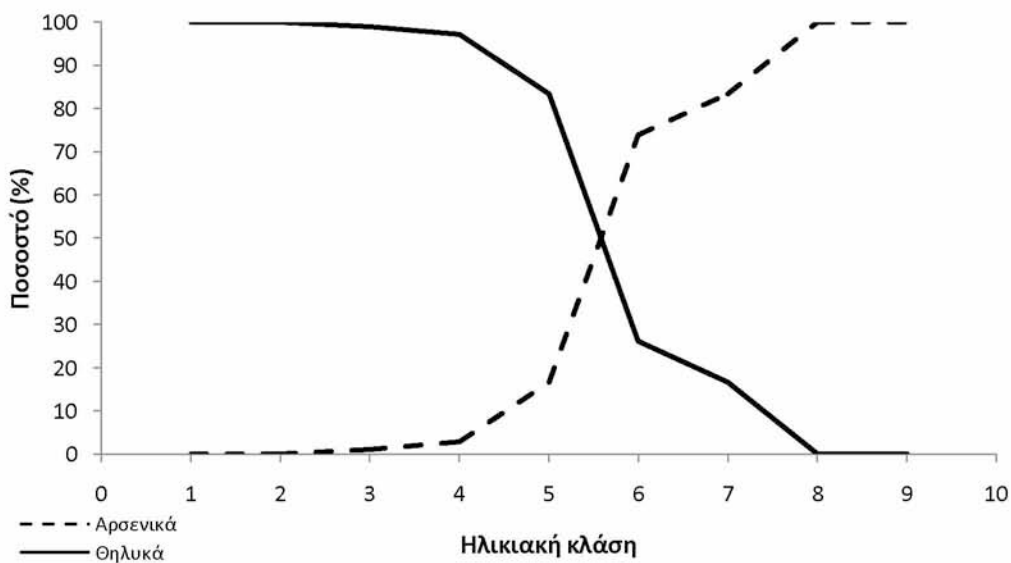


Σχήμα 16: Ποσοστό θηλυκών και αρσενικών ατόμων ανά ηλικιακή κλάση για το λυθρίνι στον Παγασητικό κόλπο (Ιούνιος 2010)





Σχήμα 17: Ποσοστό θηλυκών και αρσενικών ατόμων ανά κλάση μήκους για το λυθρίνι στον Παγασητικό κόλπο (Ιούνιος 2011)



Σχήμα 18: Ποσοστό θηλυκών και αρσενικών ατόμων ανά ηλικιακή κλάση για το λυθρίνι στον Παγασητικό κόλπο (Ιούνιος 2011)



3.6.3 Αναπαραγωγική περίοδος

Η αναπαραγωγική περίοδος των ψαριών μπορεί να καθοριστεί με την ανάλυση της χρονικής εξέλιξης στη συχνότητα των σταδίων γεννητικής ωρίμανσης και με τον υπολογισμό της εποχικής διακύμανσης των τιμών του GSI. Στην παρούσα εργασία, η έλλειψη της εποχικής διακύμανσης του GSI ή της εποχικής συχνότητας των σταδίων γεννητικής ωρίμανσης του είδους περιορίζει την εξαγωγή συμπερασμάτων για τη χρονική στιγμή και τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου του λυθρινιού εντός του Παγασητικού κόλπου.

Ωστόσο, τα περισσότερα άτομα βρίσκονταν στο στάδιο της ωριμότητας την περίοδο της δειγματοληψίας (Πίν. 16). Ο γοναδοσωματικός δείκτης (GSI) υπολογίστηκε ως 2,23 για τα θηλυκά και ως 1,06 για τα αρσενικά τον Ιούνιο του 2010 και ως 2,80 για τα θηλυκά και 1,76 για τα αρσενικά τον Ιούνιο του 2011. Το γεγονός αυτό πιθανώς να δείχνει ότι το λυθρίνι αναπαράγεται τους καλοκαιρινούς μήνες μέσα στον Παγασητικό κόλπο και ότι η ωοτοκία λαμβάνει χώρα μετά τον Ιούνιο.

Πίνακας 16: Συχνότητα και ποσοστό των σταδίων εξέλιξης των γονάδων για το λυθρίνι τους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούνιος) στον Παγασητικό κόλπο

Στάδιο	2010		2011	
	Συχνότητα	P%	Συχνότητα	P%
1 ^ο	40	18,43	24	6,61
2 ^ο	30	13,82	24	6,61
3 ^ο	51	23,50	35	9,64
4 ^ο	96	44,24	280	77,13
5 ^ο	0	0,00	0	0,00

Στη Μεσόγειο και στον Ανατολικό Ατλαντικό, σύμφωνα με τα βιβλιογραφικά στοιχεία, η αναπαραγωγική περίοδος του λυθρινιού αρχίζει την άνοιξη, κορυφώνεται το



καλοκαίρι και εκτείνεται έως τον Οκτώβρη. Στον Πίνακα 17 συνοψίζονται οι εποχές αναπαραγωγής του λυθρινιού έτσι όπως αναφέρονται στην υπάρχουσα βιβλιογραφία. Συγκεκριμένα, οι Pajuelo & Lorenzo (1998) αναφέρουν ότι η κορύφωση της αναπαραγωγικής δραστηριότητας του λυθρινιού συμπίπτει με την κορύφωση της επιφανειακής θερμοκρασίας της θάλασσας στα Κανάρια Νησιά. Δεν συμβαίνει όμως το ίδιο και στη Μεσόγειο. Στον κόλπο της Σμύρνης η μέγιστη αναπαραγωγική δραστηριότητα του λυθρινιού λαμβάνει χώρα πριν η επιφανειακή θερμοκρασία της θάλασσας φτάσει στις μέγιστες τιμές της (Metin *et al.* 2011). Αυτό επιβεβαιώνεται και από την εργασία των Valdes *et al.* (2004) οι οποίοι υποστηρίζουν ότι τα αυγά του λυθρινιού χάνουν νερό σε υψηλές θερμοκρασίες (>22-24 °C) γεγονός που οδηγεί στην εμφάνιση ανωμαλιών.

Πίνακας 17: Εποχές αναπαραγωγής του λυθρινιού στη Μεσόγειο και στον Ανατολικό Ατλαντικό

Περιοχή	Εποχή αναπαραγωγής											Βιβλιογραφική αναφορά	
	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N		Δ
Κόλπος Edremit				■	■	■	■	■	■	■			Hossucu & Cakir 2003
Κόλπος Σμύρνης						■	■	■	■	■			Metin <i>et al.</i> 2011
Κρήτη				■	■	■	■						Somarakis & Machias 2002
Νότια Πορτογαλία					■	■	■	■					Santos <i>et al.</i> 1995
Κανάρια Νησιά				■	■	■	■	■	■				Pajuelo & Lorenzo 1998
Νότια Πορτογαλία			■	■	■	■	■						Coelho <i>et al.</i> 2010



3.6.4 Μήκος πρώτης γεννητικής ωρίμανσης (L_{m50})

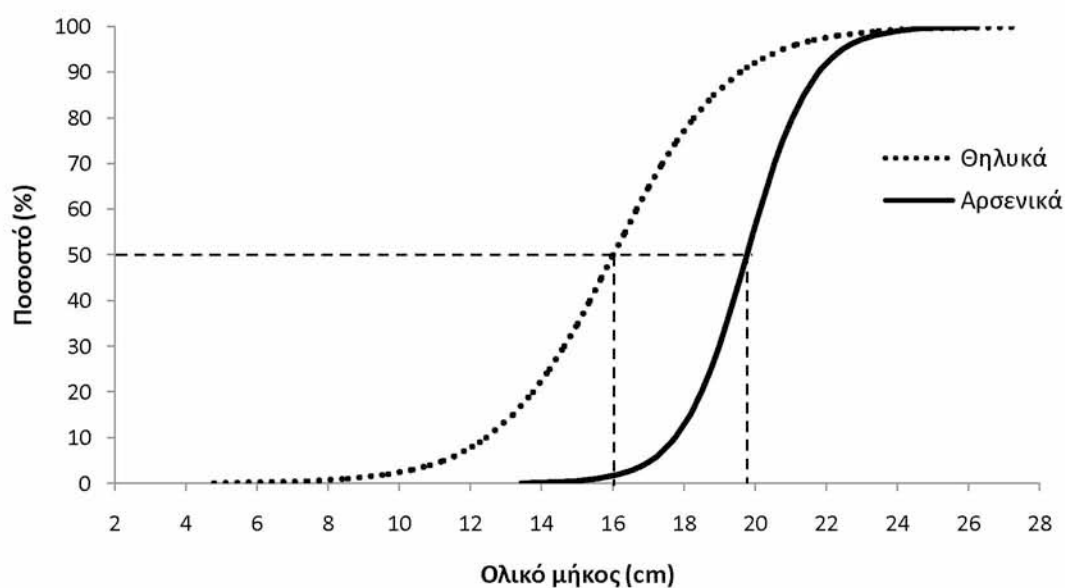
Το ποσοστό των ώριμων ατόμων σε κάθε κλάση μήκους για τα δύο φύλα υπολογίστηκε προκειμένου να εκτιμηθεί το μήκος στο οποίο το 50% του πληθυσμού ωριμάζει γεννητικά. Ο γοναδοσωματικός δείκτης που υπολογίστηκε για τα δύο φύλα, η εμφάνιση μεγάλου ποσοστού ώριμων γονάδων (στάδιο 4) και η έλλειψη γονάδων που βρίσκονταν στο στάδιο εξάντλησης (στάδιο 5) κατά το μήνα της δειγματοληψίας (Ιούνιος) δηλώνει ότι το λυθρίνι ενδεχομένως βρίσκεται εντός της αναπαραγωγικής περιόδου και πιθανώς πριν από την ωοτοκία. Έτσι το σύνολο των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του L_{m50} .

Επειδή σε μερικές κλάσεις μήκους το πλήθος των ατόμων ήταν πολύ μικρό, τα δεδομένα των δύο δειγματοληψιών (Ιούνιος 2010 και Ιούνιος 2011) θεωρήθηκαν ως σύνολο. Το μήκος της πρώτης γεννητικής ωρίμανσης (L_{m50}) υπολογίστηκε στα 16,01 cm (2,1 yr) για τα θηλυκά και στα 19,77 cm (3,7 yr) για τα αρσενικά (Πίν. 18). Η σχηματική απεικόνιση του ποσοστού των ώριμων θηλυκών και αρσενικών παρουσιάζεται στο Σχήμα 19.

Πίνακας 18: Παράμετροι που υπολογίστηκαν για το μήκος πρώτης γεννητικής ωρίμανσης των θηλυκών και αρσενικών για το λυθρίνι στον Παγασητικό κόλπο

Παράμετρος	Θηλυκά	Αρσενικά
L_{m50}	16,015	19,771
Όρια εμπιστοσύνης 95%	15,110 – 16,699	19,26 - 20,208
a	-9,849	-21,517
b	0,615	1,088
SE _a	1,598	3,401
SE _b	0,092	0,168





Σχήμα 19: Σχηματική απεικόνιση του ποσοστού των ώριμων θηλυκών και αρσενικών για το λυθρίνι στον Παγασητικό κόλπο

Στο Αιγαίο, οι Somarakis & Machias (2002) αναφέρουν το L_{m50} του λυθρινιού στα 13,4 cm στα θηλυκά και 14,2 cm στα αρσενικά (μεσουραίο μήκος) ενώ οι Metin *et al.* (2011) το εκτίμησαν στα 11,30 cm για τα θηλυκά και στα 15,08 cm για τα αρσενικά. Οι εκτιμήσεις αυτές είναι μικρότερες από εκείνες που αναφέρονται από τους Rajuelo & Lorenzo (1998) στον Ανατ. Ατλαντικό (θηλυκά 17,4 cm, αρσενικά 23,2 cm).



4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το λυθρίνι είναι είδος που έχει εμπορική αξία. Μέσα στον Παγασητικό κόλπο αλιεύεται με όλα τα γνωστά αλιευτικά εργαλεία της παράκτιας αλιείας. Αν και τα τελευταία χρόνια έχει διαπιστωθεί ότι είναι από τα πιο άφθονα είδη που αλιεύονται, τα στοιχεία που αφορούν τη βιολογία και τα πληθυσμιακά χαρακτηριστικά του είδους είναι ελάχιστα. Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή πιθανόν να καλύψει αυτό το κενό στην αλιευτική έρευνα ή/και να συμπληρώσει τις προηγούμενες υπάρχουσες μελέτες.

- Το καλύτερο αλιευτικό πεδίο για το λυθρίνι είναι το δυτικό τμήμα του Παγασητικού κόλπου καθώς στη γύρω περιοχή αλιεύεται η υψηλότερη βιομάζα του είδους.
- Το ελάχιστο και το μέγιστο μήκος που παρατηρήθηκε ήταν 8,7 και 30,3 cm αντίστοιχα. Το απόθεμα αποτελείται στην πλειονότητα από άτομα των μεσαίων μεγεθών (17,5-20,5 cm) που αντιστοιχούν στις ηλικιακές κλάσεις 2, 3 και 4.
- Η σωματική ανάπτυξη στο σύνολο των ατόμων παρουσιάζει αρνητική αλλομετρία ($b < 3$) στον Παγασητικό κόλπο.
- Για τον προσδιορισμό της ηλικίας του λυθρινιού η χρήση των ωτολίθων είναι πιο αποτελεσματική μέθοδος. Η ανάγνωση των λεπιών είναι επίσης εφικτή με παρόμοια αποτελέσματα. Ωστόσο, στην ανάγνωση των βραγχιοκαλυμμάτων του είδους παρουσιάζονται δυσκολίες.
- Η μέγιστη ηλικία που βρέθηκε για το λυθρίνι ήταν 9 χρόνια. Η ηλικία των θηλυκών κυμαίνεται από 1 έως 7 χρόνια, ενώ η ηλικία των αρσενικών από 2 έως 9 χρόνια.
- Η ανάπτυξη του λυθρινιού έχει τους ταχύτερους ρυθμούς στον πρώτο χρόνο της ζωής του αποκτώντας περίπου το 50% του μέγιστου μήκους του από το δεύτερο



χρόνο. Η σχετικά γρήγορη ανάπτυξη του λυθρινιού συνεχίζεται έως και την 3^η ηλικία η οποία σταδιακά ελαττώνεται στις επόμενες ηλικίες.

- Ο ρυθμός εκμετάλλευσης (E) του αποθέματος που εκφράζει τη θνησιμότητα που προκαλείται από την αλιεία σε σχέση με τη θνησιμότητα που προκαλείται από τα φυσικά αίτια, έδειξε ότι το απόθεμα του λυθρινιού του Παγασητικού κόλπου βρίσκεται προς το παρόν σε καλή κατάσταση και είναι σχετικά ανεκμετάλλευτο. Σε αυτό πιθανώς να συμβάλλει η ολική απαγόρευση της αλιείας με συρόμενα εργαλεία (π.χ. τράτα βυθού) σε όλη τη διάρκεια του έτους μέσα στον κόλπο.
- Η αναλογία αρσενικών και θηλυκών βρέθηκε 1:3,02 στο δείγμα του Ιουνίου του 2010 και 1:5,13 στο δείγμα του Ιουνίου του 2011. Τα θηλυκά άτομα υπερισχύουν αριθμητικά των αρσενικών ατόμων στο απόθεμα.
- Το λυθρίνι είναι πρωτόγυνο ερμαφρόδιτο είδος. Η αναπαραγωγική στρατηγική του λυθρινιού επιβεβαιώθηκε από την επικράτηση των θηλυκών ατόμων στα μικρότερα μήκη ενώ των αρσενικών στα μεγαλύτερα. Αυτό δηλώνει ότι τα θηλυκά άτομα μετά από κάποιο μέγεθος (ή ηλικία) αλλάζουν φύλο και συμπεριφέρονται ως αρσενικά. Το μέγεθος αυτό διαφέρει από άτομο σε άτομο. Μερικά θηλυκά αλλάζουν φύλο σε μικρότερο μέγεθος ενώ μερικά σε μεγαλύτερο.
- Η αναπαραγωγική περίοδος των ψαριών μπορεί να καθοριστεί με την ανάλυση της χρονικής εξέλιξης στη συχνότητα των σταδίων γεννητικής ωρίμανσης και με τον υπολογισμό της εποχικής διακύμανσης των τιμών του GSI. Στην παρούσα εργασία, η έλλειψη της εποχικής διακύμανσης του GSI ή της εποχικής συχνότητας των σταδίων γεννητικής ωρίμανσης του είδους περιορίζει την εξαγωγή συμπερασμάτων για τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου του λυθρινιού εντός του Παγασητικού κόλπου. Ωστόσο, τα περισσότερα άτομα



βρίσκονταν στο στάδιο της ωριμότητας την περίοδο της δειγματοληψίας. Το γεγονός αυτό πιθανώς να δείχνει ότι το λυθρίνι αναπαράγεται τους καλοκαιρινούς μήνες μέσα στον Παγασητικό κόλπο και ότι η ωοτοκία λαμβάνει χώρα μετά τον Ιούνιο.

- Το μήκος της πρώτης γεννητικής ωρίμανσης (L_{m50}) υπολογίστηκε στα 16,01 cm (2,1 yr) για τα θηλυκά και στα 19,77 cm (3,7 yr) για τα αρσενικά.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη βιβλιογραφία

- Abecasis D., Bentes L., Coelho R., Correia C., Lino P.G., Monteiro P., Goncalves J.M.S., Ribeiro J., Erzini K. (2008) Ageing seabreams: A comparative study between scales and otoliths. *Fisheries Research*, 89:37-48
- Benli H.A., Kaya M., Unluoglu A., Katagan T., Cihangir B. (2001) Summertime diet variations in the diet composition and feeding periodicity of red pandora (*Pagellus erythrinus*) in Hisaronu Bay. *Journal of Mar. Biol. Ass. U.K.*, 81:185-186
- Beverton R.J.H., Holt S.J. (1956) A review of methods for estimating mortality rates in fish populations with special references to sources of bias in catch sampling. *Rapp. P.V. Reun. Cons. Ins. Explor. Mer.* 140:67-83
- Campana S.E. (1999) Chemistry and composition of fish otoliths: pathways, mechanisms and applications. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 188:263-297
- 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
- Campana S.E., Thorrold S.R. (2001) Otoliths, increments, and elements: keys to a comprehensive understanding of fish populations? *Can. Journ. Fish. Aquat. Sci.* 58:30-38
- Caragitsou E., Papaconstantinou C. (1988) Feeding habits of red pandora (*Pagellus erythrinus*) off the western coast of Greece. *Journal of Applied Ichthyology*, 4:14-22
- Caragitsou E., Siapatis A., Anastasopoulou A. (2001) Seasonal structure of fish larvae assemblages in the Pagasitikos Gulf (Greece). *Rapp Comm Int Mer Médit* 36: 250
- Coelho R., Bentes L., Correia C., Goncalves J.M.S., Lino P.G., Monteiro P., Ribeiro J., Erzini K. (2010) Life history of the common pandora, *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758) (*Actinopterygii: Sparidae*) from Southern Portugal. *Brazilian Journal of Oceanography*, 58 (3):233-245
- Conides A. (2007) Socio-economic status of the Hellenic capture fisheries sector. In: *State of Hellenic Fisheries* (eds Papaconstantinou C., Zenetos A., Vassilopoulou V. and Tserpes G.). Hellenic Centre for Marine Research, Athens, pp. 172-178
- Dulcic J., Kraljevic M. (1996) Weight-length relationships for 40 fish species in the Eastern Adriatic (Croatian waters). *Fisheries Research*, 28:243-251



- Fanelli E., Badalamenti F., D'Anna G., Pipitone C., Riginella E., Azzuro E. (2011) Food partitioning and diet temporal variation in two coexisting sparids, *Pagellus erythrinus* and *Pagellus acarne*. *Journal of Fish Biology*, 78:869-900
- Francis R.I.C.C. (1990) Back-calculation of fish length: a critical review. *Journal of Fish Biology* 36:883-902
- Girardin M., Quignard J.P. (1985) Croissance de *Pagellus erythrinus* (Pisces: Teleosteans Sparidae) dans le Golf du Lion. *Cybium*, 9:359-374
- Goncalves J.M.S., Bentes L., Lino P.G., Ribeiro J., Carkrio A.V.M., Erzini K. (1997) Weight-length relationships for selected small-scale demersal fisheries of the south of Portugal. *Fisheries Research*, 30:253-256
- Gordoa A., Moli B. (1997) Age and growth of the sparids *Diplodus vulgaris*, *D. sargus* and *D. annularis* in adult populations and the differences in their juvenile growth patterns in the north-western Mediterranean Sea. *Fisheries Research* 33:123-129
- Holden M.J., Raitt D.F.S. (1974) Manual of Fisheries Science. Part 2: Methods of Resource Investigation and their Application. FAO, Rome
- Hossucu B., Cakir D.T. (2003) Some parameters about population biology of the common pandora (*Pagellus erythrinus* L., 1758) (*Sparidae*) in the Edremit Bay (Turkey). *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 20(3-4):329-336
- Jobling M. (1995) Environmental Biology of Fishes. Chapman & Hall, London, 455 p.
- Jobling M. (2002) Environmental factors and rates of development and growth. In: *Handbook of Fish Biology and Fisheries, Volume 1: Fish Biology* (eds Hart P.J.B & Reynolds J.D). Blackwell Publishing, UK, pp. 97-122
- Khan M.F., Khan S. (2009) Comparison of age estimates from scale, opercular bone, otolith, vertebrae and dorsal fin ray in *Labeo rohita* (Hamilton), *Catla catla* (Hamilton) and *Channa marulius* (Hamilton). *Fisheries Research* 100:255-259
- Kimura D.K. (1980) Likelihood methods for the Von Bertalanffy growth curve. *Fishery Bulletin* 77(4):765-776
- Labropoulou M. (2007) Fish community structure and diversity of demersal species. In: *State of Hellenic Fisheries* (eds Papaconstantinou C., Zenetos A., Vassilopoulou V. and Tserpes G.). Hellenic Centre for Marine Research, Athens, pp. 35-42
- Livadas R.J. (1989) A study of the biology and population dynamics of pandora (*Pagellus erythrinus* L., 1758), family *Sparidae*, in the Seas of Cyprus. *FAO Fish. Rep.*, 412:58-75
- Lleonart J. and Maynou F. (2003) Fish stocks assessments in the Mediterranean: state of the art. *Scientia Marina*, 67(1):37-49
- Lleonart J. and Recasens L. (1994) Fisheries and the environment in the Mediterranean Sea. In: *Resource and environmental issues relevant to Mediterranean fisheries*



management. *Studies and Reviews*. (ed Caddy J.F.). General Fisheries Council for the Mediterranean, No 66, Rome, FAO, pp 5-18

- Metin G., Ilkyaz A.T., Soykan O., Kınacıgil H.T. (2011) Biological characteristics of the common pandora, *Pagellus erythrimus* (Linnaeus, 1758), in the central Aegean Sea. *Turkish Journal of Zoology*, 35(3): doi:10.3906/zoo-0904-4
- Morato T., Afonso P., Lourinho P., Barreiros J.P., Santos R.S., Nash R.D.M. (2001) Length-weight relationships for 21 coastal fish species of the Azores, north-eastern Atlantic. *Fisheries Research*, 50:297-302
- Moutopoulos D. K., Stergiou K. I. (2002) Length-weight and length-length relationships of fish species from the Aegean Sea (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 18:200-203
- Mytilineou C. (1989) Données biologiques sur le pageot, *Pagellus erythrimus*, des côtes orientales de la Grèce centrale. *FAO Fish. Rep.*, 412:77-82
- Pajuelo J.G., Lorenzo J.M. (1998) Population biology of the common pandora *Pagellus erythrimus* (Pisces: Sparidae) off the Canary Islands. *Fisheries Research*, 36:75-86
- Papaconstantinou C., Mytilineou C., Panos T. (1988) Aspects of the life history and fishery of red pandora, *Pagellus erythrimus* (Sparidae), off western Greece. *Cybium*, 132:159-167
- Pauly D. (1980) On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 39:175-192
- Petihakis G., Triantafyllou G., Pollani A., Koliou A., Theodorou A. (2005) Field data analysis and application of a complex water column biogeochemical model in different areas of a semi-enclosed basin: towards the development of an ecosystem management tool. *Marine Environmental Research* 59:493-518
- Phelps Q.E., Edwards K.R., Willis D.W. (2007) Precision of five structures for estimating age of common carp. *North American Journal of Fisheries Management* 27:103-105
- Politou C.Y. (2007) Current state of demersal fisheries resources. In: *State of Hellenic Fisheries* (eds Papaconstantinou C., Zenetos A., Vassilopoulou V. and Tserpes G.). Hellenic Centre for Marine Research, Athens, pp. 183-191
- Ricker W.E. (1975) Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.*, 191:1-382
- Rizkalla S.I., Wadie W.F., Al-Zahaby A.S., El-Serafy (1999) Feeding habits of sea breams (*Genus Pagellus*) in the Egyptian Mediterranean waters. *Marine Science*, 10:125-140



- Rodriguez Mendoza R.P. (2006) Otoliths and their applications in fishery science. *Ribarstvo* 64(3):89-102
- Santos M.N., Monteiro C.C., Erzini K. (1995) Aspects of the biology and gillnet selectivity of the axillary seabream (*Pagellus acarne*, Risso) and common pandora (*Pagellus erythrinus*, Linnaeus) from the Algarve (South Portugal). *Fisheries Research*, 23:223-236
- Shepherd G., Grimes C.B. (1983) Geographic and historic variations in growth of weakfish, *Cynoscion regalis*, in the Middle Atlantic Bight. *Fish. Bull.*, 81:803-813
- Somarakis S., Machias A. (2002) Age, growth and bathymetric distribution of red pandora (*Pagellus erythrinus*) on the Cretan shelf (eastern Mediterranean). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 82:149-160
- Sparre P., Venema S.C. (1998) Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1: Manual. *FAO Fisheries Technical Paper No 306.1*, Rev. 2. Rome, FAO, 407p.
- Valdes P., Garcia-Alcazar A., Abdel I., Arizcun M., Suarez C., Abellan E. (2004) Seasonal changes on gonadosomatic index and maturation stages in common pandora *Pagellus erythrinus* (L.). *Aquaculture International*, 12:333-343
- Vassilopoulou V., Mytilineou C., Papaconstantinou C. (1986) Preliminary biological data on the red pandora (*Pagellus erythrinus* L. 1758) in the Greek seas. *FAO Fish. Rep.*, 361:107-112
- Wootton R.J. (1998) Ecology of Teleost Fishes, 2nd edition. Kluwer Academic Publishers, Fish and Fisheries Series 24, Dordrecht, The Netherlands, 386 p.
- Zar J.H. (1999) Biostatistical Analysis 4th edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey



Ελληνική βιβλιογραφία

- Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδας (1982-2006) Αποτελέσματα Έρευνας Θαλάσσιας Αλιείας με Μηχανοκίνητα Σκάφη. Ετήσια Δελτία, Αθήνα
- Καραγκίτσου Η., Παπακωνσταντίνου Κ. (1985) Η διατροφή του λυθρινιού (*Pagellus erythrinus* L., 1758) στον Σαρωνικό κόλπο. *Θαλασσογραφικά*, 8:19-31
- Κλαουδάτος Δ.Σ., Μαραβέλιας Χ.Δ., Παπακωνσταντίνου Κ. (2010) Ιστορική αναδρομή στην εξέλιξη της βενθοπελαγικής αλιείας στον Ελλαδικό χώρο τον 20^ο αιώνα. Πρακτικά 14^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ιχθυολόγων. Πειραιάς, σελ. 123-126
- Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος. Επιστημονική Παρακολούθηση. Β' Παραδοτέα Έκθεση του υποέργου «Αειφορική Αλιευτική Στήριξη του Παρασητικού κόλπου», Βόλος 2008
- Στεργίου Κ.Ι. (1991) Βιολογία, οικολογία και δυναμική του ψαριού *Cepola macrophthalmia* (L., 1758) (Pisces: Cepolidae) στον Ευβοϊκό και Παρασητικό κόλπο. Διδακτορική διατριβή, Θεσσαλονίκη 1991

Ηλεκτρονική βιβλιογραφία

<http://www.faoadriamed.org> (Ημερομηνία πρόσβασης: 24/03/2011)

<http://www.fishbase.org> (Ημερομηνία πρόσβασης: 24/03/2011)



ABSTRACT

The demersal species represent about 40% of the total Hellenic fisheries production. One of the demersal species is the common pandora (*Pagellus erythrinus* L. 1758) which is a species with commercial value. The geographic distribution of common pandora extends from the Mediterranean and Black Sea to European and African coasts of Atlantic and constitutes a popular catch for small-scale fishery in Mediterranean coasts. In recent years, it is one of the most abundant species within the Pagasitikos gulf.

The aim of the present study was to investigate aspects of biology and main population characteristics of the common pandora in the semi-enclosed Pagasitikos gulf, including distribution of biomass, length and age distribution, length-weight relationship, growth, mortality, exploitation rate and the main reproductive characteristics such as reproductive strategy, sex ratio, sex inversion length, first maturity length and age and spawning period. The findings were compared with previous studies in existent literature and discussed.

The highest total biomass of the common pandora was caught in the western part of the Pagasitikos gulf. The biomass of the common pandora remained at low levels in central and eastern part of the Pagasitikos gulf. Therefore, there was geographic variation in distribution of the common pandora within the Pagasitikos gulf and the western part of the gulf constitutes the main area for the fishery of this species. This may be due to environmental conditions prevailing in each area.

Specimens ranged from 8,7 to 26,7 cm in total length in June 2010 and from 10,1 to 30,3 cm in total length in June 2011. The length-weight relationship showed negative allometric growth for common pandora in Pagasitikos gulf in June of 2010



($b=2,75$) and 2011 ($b=2,91$). This declares that the common pandora becomes lighter for his length as it grows in size, while were not observed significant differences between two sexes.

The age of the first sample (June 2010) ranged between 0 and 8 years. The age of the second sample (June 2011) ranged between 0 and 9 years. The age composition of the common pandora was characterized by the high frequency of 2, 3 and 4 year old fish in the Pagasitikos gulf. The age of females ranged from 1 to 7 years, while males ranged from 2 to 8 years according to sample of June 2010. According to the sample of the next year (June 2011) the age of females ranged from 1 to 7 years, while males ranged from 3 to 9 years.

The growth parameters for the common pandora were calculated using the mean observed length at age data. For the sample of June 2010 the asymptotic length (L_{∞}) was 33,61 cm; the theoretical age at zero length (t_0) was -2,21 yr; and the growth coefficient (K) was $0,15 \text{ yr}^{-1}$. For the sample of June 2011 the asymptotic length (L_{∞}) was 32, 37 cm; the theoretical age at zero length (t_0) was -2,49 yr; and the growth coefficient (K) was $0,15 \text{ yr}^{-1}$.

The analysis of the mean size increments between age classes showed rapid growth in the first year of life. The rapid growth of the common pandora continues until the third year, which gradually decreases in subsequent ages. This may be explained by the reproductive activity of the common pandora.

The total mortality (Z) was calculated as $0,614 \text{ yr}^{-1}$ for June 2010 and $0,622 \text{ yr}^{-1}$ for June 2011. The natural mortality (M) according to the empirical equation of Pauly was calculated as $0,386 \text{ yr}^{-1}$ for June 2010 and $0,396 \text{ yr}^{-1}$ for June 2011. The fishing mortality (F) was calculated as $0,228 \text{ yr}^{-1}$ for June 2010 and $0,226 \text{ yr}^{-1}$ for June



2011. The exploitation rate (E) of the stock was calculated as 0.372 for June 2010 and 0.363 for June 2011.

The composition of the sample of June 2010 was 60,73% females, 20,09% males and 19,18% immature individuals. The sex ratio was calculated as 1:3,02. The composition of the sample of June 2011 was 77,69% females, 15,15% males and 6,61% immature individuals. Furthermore, there was a small percentage of individuals (0.55%) in the gonads whose ovaries and testes were simultaneously. The sex ratio was calculated as 1:5,13. The reproductive strategy of the common pandora was confirmed by the predominance of females in smaller length classes, while males dominated in larger length classes. The length at first maturity (L_{m50}) was calculated as 16,01 cm (2,10 yr) for females and 19,77 cm (3,78 yr) for males.

Keywords: *Pagellus erythrinus*, biology, Pagasitikos gulf

