



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ

**ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ
ΚΟΥΤΣΟΜΟΥΡΑΣ (*Mullus barbatus*) ΣΤΗΝ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΤΗΣ ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΛΕΣΒΟΥ.**



ΙΩΣΗΦΙΔΗΣ ΜΑΡΙΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ 2003-04

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΔΡ. ΣΤΡΑΤΗΣ ΓΕΩΡΓΑΚΑΡΑΚΟΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΜΥΤΙΛΗΝΗ 2004

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλους εκείνους που βοήθησαν στην πραγματοποίηση της πτυχιακής εργασίας.

Ιδιαίτερα, ευχαριστώ τον κύριο Στράτη Γεωργακαράκο, καθηγητή του Τμήματος Επιστημών της Θάλασσας του Πανεπιστημίου Αιγαίου, για την ανάθεση της πτυχιακής εργασίας και τις πολύτιμες υποδείξεις του για την ολοκλήρωση της,

Τον κύριο Ιωάννη Μπατζάκα, καθηγητή του Τμήματος Επιστημών της Θάλασσας του Πανεπιστημίου Αιγαίου, για τη συλλογή των δειγμάτων και τη πολύτιμη βοήθεια του στις εργαστηριακές μετρήσεις,

Τον κύριο Γιώργο Κόκκορη, καθηγητή του Τμήματος Επιστημών της Θάλασσας του Πανεπιστημίου Αιγαίου, για τις ουσιαστικές υποδείξεις του στη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων,

Τους κύριους Στράτη Γεωργακαράκο, Δρόσο Κουτσούμπα και Ιωάννη Μπατζάκα, καθηγητές του Τμήματος Επιστημών της Θάλασσας του Πανεπιστημίου Αιγαίου, που δέχθηκαν να συμμετάσχουν στην εξεταστική επιτροπή.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

• ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
• ABSTRACT	4
• ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
• ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	7
- Συλλογή δεδομένων	7
- Εργαστηριακές μετρήσεις	8
- Σχέσεις μήκους-βάρους	8
- Κατά μήκος σύνθεση - ιστογράμματα μήκους	9
- Παράμετροι ωριμότητας	10
- Καμπύλες αλιεύματος	11
- Επιλεκτικότητα εργαλείου	12
- Ρυθμός αύξησης	13
• ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	14
- Κατά βάρος αύξηση	14
- Κατανομή μηκών στον πληθυσμό	19
- Ωριμότητα και Αναπαραγωγή	26
- Πιθανότητα σύλληψης	28
- Περιγραφή αύξησης μήκους	31
- Εκτίμηση θνησιμότητας	34
• ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	39
• ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	48
• ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	51

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Λέξεις κλειδιά : κουτσομούρα (*Mullus barbatus*), σχέση μήκους-βάρους, κατανομές μηκών, ωριμότητα, αναπαραγωγή, θνησιμότητα, πιθανότητα σύλληψης, μοντέλο Von-Bertalanffy, παράμετροι αύξησης, Λέσβος.

Η εκτίμηση των βασικών παραμέτρων δυναμικής πληθυσμού κουτσομούρας (*Mullus barbatus*) στη θαλάσσια περιοχή της νοτιοανατολικής Λέσβου υπήρξε ο στόχος της παρούσας εργασίας για τη περίοδο 2003-04. Οι παράμετροι που εκτιμήθηκαν είναι η σχέση μήκους-βάρους, κατανομές συχνοτήτων ολικών μηκών, στοιχεία ωριμότητας και αναπαραγωγής, η ολική θνησιμότητα, η πιθανότητα σύλληψης και η περιγραφή της αύξησης μήκους με την εξίσωση Von-Bertalanffy. Η σχέση μήκους-βάρους έδειξε στις περισσότερες περιπτώσεις αλλομετρική αύξηση του βάρους οδηγώντας σε άτομα βαρύτερα για το μήκος σώματος τους. Οι κατανομές συχνοτήτων έδειξαν στοιχεία εισόδου νεαρών ατόμων στο απόθεμα στις αρχές φθινοπώρου καθώς και μετανάστευσης των γεννητόρων σε βαθύτερα νερά στη διάρκεια του χειμώνα. Η στατιστική σύγκριση των κατανομών έδειξε ότι τα θηλυκά εμφανίζουν μεγαλύτερα μήκη από τα αρσενικά, καθώς επίσης και η εαρινή περίοδος από την χειμερινή και για τα δύο φύλα. Η εξέλιξη του γοναδοσωματικού δείκτη έδειξε στις αρχές της άνοιξης 2004 την έναρξη της αναπαραγωγικής περιόδου. Σύμφωνα με αυτό, φάνηκε η ωοτοκία να λαμβάνει χώρα τον μήνα Ιούνιο. Τα μήκη ωριμότητας L_m βρέθηκαν 15.3cm για τα θηλυκά και 14.5cm για τα αρσενικά. Η εποχιακή αναλογία ανάμεσα στα δύο φύλα έδειξε μια ισχυρή κυριαρχία των θηλυκών (74.3%) έναντι των αρσενικών (25.7%). Η θνησιμότητα με βάση τις καμπύλες παραγωγής στις περιόδους 2002-03 και 2003-04, εκτιμήθηκε μεγαλύτερη στη περίοδο 2002-03 (27%) για όλα τα άτομα ενώ στην επόμενη περίοδο 2003-04 υπήρξε χαμηλότερη (17%). Η εκτίμηση της θνησιμότητας ανά ηλικιακή κλάση έδειξε στα νεαρά άτομα να είναι κατά πολύ μεγαλύτερη (75%) από ότι στα μεγαλύτερα άτομα (24%). Η επιλεκτικότητα του δικτύου της μηχανότρατας έδειξε το μήκος των 12cm να έχει 50% πιθανότητα να συλληφθεί. Με τη μέθοδο της μη γραμμικής παλινδρόμησης εκτιμήθηκαν οι παράμετροι της σχέσης Von – Bertalanffy όπου το μέγιστο ασυμπτωτικό μήκος L_∞ βρέθηκε να είναι 20.48cm για τα θηλυκά και 19.51cm για τα αρσενικά.

ABSTRACT

Marios Josephides

Key dynamics parameters of Red Mullet (*Mullus barbatus*) populations in Lesvos island/Greece.

Keywords : *Mullus barbatus*, weight-length relationship, length distributions, recruitment, maturity, reproduction, mortality, probability of capture, Von-Bertalanffy growth function, growth parameters, Lesvos island.

Red Mullet (*Mullus barbatus*) is one of the most important species due to its highly economical value in Greek fishery. Samplings of individuals were carried out in the Southeastern coastal region of Lesvos island in Greece, by sampling commercial catches in the period 2003-04. The sampling period started from October of 2003 and finished in May of 2004. Seven monthly samples have been collected each sample included a number of individuals close to 100. The key dynamics parameters of Red Mullet (*Mullus barbatus*) populations that estimated are weight-length relationship, length distributions, maturity and reproduction, mortality, calculated probability of capture and length growth parameters. Weight-length relationship showed by its logarithmic form that in most cases was allometric. Seasonal length distributions represented recruitment at the beginning of autumn (2003) and appearance of larger specimens in the fishing fields at the end of spring (2004). Large specimens were mainly females representing in that way a greater order of growth than males. Using non-linear regression, length at first maturity L_m was calculated 15.3cm for females and 14.5cm for males. The description of reproduction based on the value of gonad index at month revealed that the value gets greater from the beginning of spring with maximum at summer, where spawning takes place. The examination of sex ratio (Males/Females) showed that this ratio differed with season. Females dominated obviously in spring (2004) with a percentage of 74.3%. Mortality estimated from the production level that recorded in two periods (2002-03 and 2003-04). In these two periods there was a difference between the values of percentage mortality close to 10%. The greater mortality in period 2002-03 (27%) related with the greater fishing effort. According to the cohort analysis, young specimens showed a much greater mortality (75%) than larger specimens (24%). The most important selectivity parameter is length at first caught which estimated $L_c = 12\text{cm}$ for mesh size 40mm. The estimation of length growth parameters was performed by using Von-Bertalanffy growth model. Non – linear regression results showed that maximum length L_∞ for females is 20.48cm and for males 19.51cm.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

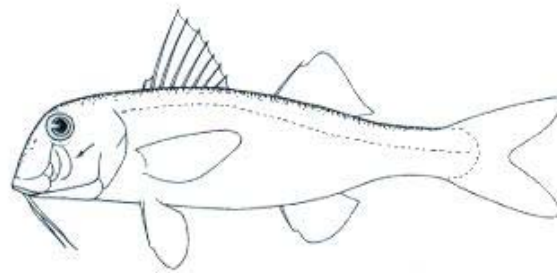
Η κουτσομούρα (*Mullus barbatus*) είναι ένα από τα περισσότερο εμπορικά είδη ψαριών των ελληνικών θαλασσών αλλά και ολόκληρης της Μεσογείου, ενώ απαντάται στις ανατολικές ακτές του Β. Ατλαντικού, στη Βόρεια θάλασσα και στη Μαύρη θάλασσα, κάτι που εντάσσει το είδος στη Βιογεωγραφική ομάδα των Ατλαντικο-Μεσογειακών ειδών (Εικ. 1). Στη Μεσόγειο θεωρείται Α κατηγορίας αλίευμα. Ανήκει στην οικογένεια Mullidae στην οποία ανήκει και το μπαρμπούνι (*Mullus surmuletus*) που είναι επίσης μεγάλης εμπορικής σημασίας στον χώρο της ελληνικής αλιείας. Όσον αφορά τα εξωτερικά χαρακτηριστικά της κουτσομούρας, διαθέτει χρώμα σώματος χρυσοπορτοκαλί ενώ χαρακτηριστικό είναι το σχεδόν κάθετο ρύγχος που φέρει δύο μουστάκια στην κάτω σιαγόνα (Εικ. 2). Συχνά συγχέεται με το μπαρμπούνι το οποίο ξεχωρίζει από το λιγότερο κάθετο ρύγχος που διαθέτει, τα πιο έντονα χρώματα στο σώμα του και τα πιο μακριά μουστάκια που φτάνουν σε μήκος εκείνων των θωρακικών πτερυγίων.



Εικ. 1: Γεωγραφική εξάπλωση πληθυσμών της κουτσομούρας (*Mullus barbatus*) (αριστερά) και χώρες δραστηριοποίησης αλιείας του είδους (δεξιά). (www.fishbase.com / Species summary)

Η κουτσομούρα είναι βενθικό ψάρι και συναντάται κυρίως σε λασπώδεις και αμμολασπώδεις βυθούς σε βάθη από 20 έως 300m των περιοχών της υφαλοκρηπίδας. Απαντά επίσης και σε αμμώδη και χαλικιώδη υποστρώματα. Συνηθίζει να σχηματίζει σμήνη και να τρέφεται με βενθικούς ασπόνδυλους οργανισμούς όπως μαλακόστρακα, σκουλήκια, πολύχαιτους και μαλάκια (Παπαναστασίου, 1976). Ενδιαφέρον αποτελεί ο τρόπος της τροφοληψίας του είδους μιας και ουσιαστικά σκαλίζει την λάσπη και την άμμο με τα μουστάκια που διαθέτει για αυτό τον σκοπό, για την εύρεση της τροφής. Η γενική περίοδος αναπαραγωγής της κουτσομούρας ξεκινά από τον Απρίλη μέχρι τον

Αύγουστο σε μικρά βάθη μεταξύ των 10 και 55m κυρίως κατά τη διάρκεια της νύχτας (Παπαναστασίου, 1976) . Όμως αυτό δεν μπορεί να εξακριβωθεί πλήρως μιας και έχει βρεθεί η αναπαραγωγική περίοδος του είδους να εμφανίζεται σε κάποιες περιοχές περισσότερο εκτεταμένη (Vassilopoulou & Papaconstantinou, 1992). Αυτό δεν συμβαίνει μόνο με την αναπαραγωγή αφού και άλλες παράμετροι φαίνεται να διαφοροποιούνται από περιοχή σε περιοχή. Η διαφοροποίηση αυτή έχει να κάνει μάλλον με την δομή του οικοσυστήματος και τις περιβαλλοντικές παραμέτρους και συνθήκες που επικρατούν σε κάθε περιοχή εμφάνισης του είδους. Το μέγιστο μήκος σώματος που μπορεί να αποκτήσει η κουτσομούρα, θεωρείται ότι είναι τα 25cm στα νερά της Μεσογείου (Παπαναστασίου, 1976) ενώ στον Ατλαντικό τα 30cm (www.fishbase.com / Species summary)



Εικόνα 2: α) Φωτογραφία κουτσομούρας (*Mullus barbatus*) σε αμμώδη πυθμένα, β) Περίγραμμα εξωτερικών μορφολογικών χαρακτηριστικών της κουτσομούρας (*Mullus barbatus*). (www.fishbase.com / Species summary)

Η παρούσα εργασία έχει στόχο την εκτίμηση διάφορων βασικών βιολογικών παραμέτρων δυναμικής πληθυσμού της κουτσομούρας που ζει στη θαλάσσια περιοχή της νοτιοανατολικής Λέσβου με απώτερο σκοπό την ορθολογική διαχείριση του ιχθυοπληθυσμού του είδους στην συγκεκριμένη περιοχή. Αναφορικά οι παράμετροι που εξετάστηκαν είναι η κατά βάρος αύξηση με τη σχέση μήκους-βάρους, η κατά μήκος σύνθεση με την κατανομή των μηκών των ατόμων, οι βασικές παράμετροι που αφορούν την ωριμότητα και την αναπαραγωγή με την εύρεση του μήκους ωριμότητας, τις αναλογίες των φύλων και την εξέλιξη του γοναδοσωματικού δείκτη, η ολική

θνησιμότητα με τις καμπύλες παραγωγής, η πιθανότητα της σύλληψης με την εύρεση του μήκους κατά την πρώτη του σύλληψη, η σχέση μήκους-βάρους και η περιγραφή της αύξησης μήκους με την σχέση του Von-Bertalanffy. Κάποιες εξετάστηκαν σε εποχική βάση και άλλες για όλο το χρόνο.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1. Συλλογή δεδομένων

Η συλλογή των δεδομένων στηρίχτηκε σε μηνιαίες δειγματοληψίες ατόμων κουτσομούρας, όπου κάθε δείγμα αποτελείτο τουλάχιστο από 100 άτομα. Η περίοδος της συλλογής ήταν από τον Οκτώβριο- 2003 μέχρι τον Μάιο- 2004. Τα δείγματα υπήρξαν μέρος της αλιευτικής παραγωγής από τη μηχανότρατα βυθού «Μαρία» που αλίευε στην νοτιοανατολική παράκτια περιοχή Κουτσουμπάρα της Λέσβου, στο στενό της Μυτιλήνης, σε βάθη από 26 έως 32 οργιές, δηλαδή από 46.8 έως 57.6 m και σε απόσταση 2 ναυτικά μίλια από την ακτή (Εικ. 3). Σημειώνεται ότι το δείγμα του Μαρτίου λήφθηκε από παραγωγή στην περιοχή Κόρακα που βρίσκεται βορειοανατολικά της Λέσβου και πάλι στο στενό της Μυτιλήνης. Με τη λήψη των δειγμάτων καταγράφονταν επίσης και οι ολικές παραγωγές κουτσομούρας (Total Catch).



Εικ. 3: Θαλάσσια περιοχή νοτιοανατολικής Λέσβου. Το ορθογώνιο περιβάλλει την περιοχή αλιείας από την οποία ελήφθησαν τα δείγματα.

Η μηχανότρατα «Μαρία», με την οποία λήφθηκαν τα δείγματα, είναι μία από τις τρεις μηχανότρατες που διαθέτει η Μυτιλήνη και που δραστηριοποιείται συνήθως σε αυτή την περιοχή. Η αλιεία με μηχανότρατα απαγορεύεται τους μήνες Ιούνιο – Σεπτέμβριο, ενώ όταν επιτρέπεται πρέπει να χρησιμοποιείται πάντα σε περιοχές που απέχουν 2 ναυτικά μίλια από την ακτή ή σε βάθος μεγαλύτερο των 50 m. Το μάτι του δικτύου με το οποίο αλίευε η μηχανότρατα «Μαρία» ήταν 40mm σύμφωνα με την αλιευτική νομοθεσία (Υπουργείο Γεωργίας, 1998).

2.2. Εργαστηριακές μετρήσεις

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν εργαστηριακά είναι του ολικού μήκους, σταθερού μήκους, υγρού ολικού βάρους, μέγιστου ύψους και πάχους, βάρους γονάδων, φυλετικός διαχωρισμός και εμπειρική εκτίμηση της ηλικίας. Τα μήκη μετρήθηκαν με τη βοήθεια ιχθυόμετρου σε εκατοστά (cm) με ακρίβεια χιλιοστών (mm), τα βάρη με εργαστηριακό ψηφιακό ζυγό, ακριβείας δύο δεκαδικών, σε γραμμάρια (gr) και το μέγιστο ύψος και πάχος με ψηφιακό παχύμετρο σε χιλιοστά (mm). Τα φύλα διαχωρίστηκαν με βάση τις σχηματισμένες γονάδες, όπου οι λευκόχρωμες δήλωναν αρσενικά άτομα ενώ οι πορτοκαλόχρωμες και κοκκινόχρωμες δήλωναν θηλυκά. Η εκτίμηση της ηλικίας στηρίχτηκε σε παρατηρήσεις με τη βοήθεια στερεοσκοπίου, των σχηματισμένων δακτυλίων στους ωτόλιθους των ψαριών. Το σκούρο φόντο στο στερεοσκόπιο καθώς και οι αυξομειώσεις της έντασης του φωτός, βοήθησαν στη διάκριση των εναλλαγών σκοτεινών και θολών ζωνών όπου μία εναλλαγή αντιστοιχεί σε ένα πλήρη ετήσιο κύκλο (Gulland, 1978). Οι ωτόλιθοι της κουτσομούρας ωστόσο, σε αρκετές περιπτώσεις δεν έδιναν καλή χρονολόγηση μιας και οι σχηματισμένοι δακτύλιοι ήταν δυσδιάκριτοι ή και δεν ξεχώριζαν μεταξύ τους δυσχεραίνοντας έτσι την εκτίμηση. Οι παρατηρήσεις συνδύαστηκαν επίσης με τις αναφορές στη σχετική βιβλιογραφία (Καλαγκιά και Κάρλου – Ρήγα, 2003) για την αναμενόμενη σχέση μήκους ψαριού και ηλικίας.

2.3. Σχέσεις μήκους βάρους

Η κατά βάρος αύξηση της κουτσομούρας υπολογίστηκε για το σύνολο των ατόμων κάθε δείγματος ανά μήνα, για τα δύο φύλα χωριστά καθώς και για τις τρεις εποχές (χειμώνας, φθινόπωρο, άνοιξη) δειγματοληψίας με βάση την σχέση :

$$W = aL^b \quad (1)$$

Όπου W - το ολικό υγρό βάρος του σώματος, L - το ολικό μήκος του σώματος, a και b παράμετροι της σχέσης (King, 1996). Η σχέση αυτή αναπαριστά την εκθετική αύξηση του βάρους σε σχέση με το μήκος. Αυτό που μελετάται στη σχέση είναι ο συντελεστής b ο οποίος δείχνει με την τιμή του αν το άτομο αναπτύσσεται ομοιόμορφα και στις τρεις κατευθύνσεις ($b \sim 3$) και τότε λέγεται ότι η ανάπτυξη είναι ισομετρική. Εάν όμως η τιμή είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη τότε η ανάπτυξη είναι αλλομετρική (Xiao & Ramm, 1994). Η σχέση μήκους- βάρους χρησιμοποιήθηκε στη λογαριθμική της μορφή :

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

η οποία υπολογίστηκε με βάση τον αλγόριθμο γραμμικής παλινδρόμησης του πακέτου MS Excel 2000 (Froese & Palomares, 2000). Χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό κριτήριο t -test για να διαπιστωθεί αν ο εκθέτης b βρίσκεται στο διάστημα εμπιστοσύνης 95% και η στατιστική δοκιμασία ανάλυσης της διακύμανσης (ANOVA) για το αν η κατά βάρος αύξηση μεταξύ των δύο φύλων αλλά και μεταξύ των εποχών, διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους.

2.4. Κατά μήκος σύνθεση - ιστογράμματα μήκους

Η μελέτη της κατά μήκος σύνθεσης των ατόμων που αλιεύθηκαν πραγματοποιήθηκε και εδώ για το σύνολο των ατόμων, για τα δύο φύλα χωριστά και για τις τρεις εποχές δειγματοληψίας με ιστογράμματα συχνότητας μήκους σώματος. Η μορφή που αποκτά μια κατανομή μηκών είναι αποτέλεσμα της ίδιας της δυναμικής του πληθυσμού που διαμορφώνεται από την είσοδο των νεαρών ατόμων στο απόθεμα, την ανάπτυξη και τη θνησιμότητα. Τέτοιες κατανομές είναι περισσότερο χρήσιμες όταν η είσοδος των νεαρών ατόμων στο απόθεμα (recruitment) εμφανίζεται εποχιακά και ο ρυθμός αύξησης είναι σχετικά γρήγορος στη διάρκεια του έτους (Macdonald, 1979). Για την απεικόνιση των κατανομών συχνοτήτων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS και το MS Excel 2000. Η διερεύνηση της διαφοράς στους μέσους όρους δύο κατηγοριών του δείγματος (θηλυκά, αρσενικά), έγινε με την επιλογή του κριτηρίου t για ανεξάρτητα δείγματα. Ο έλεγχος της στατιστικής σημαντικότητας της διαφοράς των κατανομών έγινε με το διπλό Kolmogorov–Smirnov test , το οποίο συγκρίνει αθροιστικές καμπύλες κατανομών με μηδενική υπόθεση ότι οι διαφορές που παρατηρήθηκαν είναι τυχαίες. Η δοκιμή εφαρμόστηκε μεταξύ των δύο φύλων που καταγράφηκαν σε όλη την περίοδο

δειγματοληψίας αλλά και μεταξύ των δύο περιόδων όπου στη χειμερινή εντάσσονται οι μήνες Οκτώβριο μέχρι Ιανουάριο και στην εαρινή Φεβρουάριο μέχρι Μάιο. Και πάλι για τον έλεγχο αυτό χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS.

2.5. Παράμετροι ωριμότητας

Ο υπολογισμός των βασικών παραμέτρων ωριμότητας και αναπαραγωγής εκτιμήθηκε μέσω της σχέσης που εμφανίζει ο δείκτης ωριμότητας με το ολικό μήκος του σώματος, την εξέλιξη του γοναδοσωματικού δείκτη ανά μήνα στη διάρκεια του έτους και την αναλογία που εμφάνισαν τα δύο φύλα ανά εποχή. Η σχέση μεταξύ του δείκτη ωριμότητας και του ολικού μήκους εκφράστηκε μαθηματικά με βάση την εξίσωση του Gunderson (1977) για υπολογισμό του μήκους ωριμότητας L_m και για τα δύο φύλα. Η σχέση που δίνει σιγμοειδή καμπύλη εκφράζεται ως εξής :

$$P = \frac{1}{1 + e^{[-r(L-L_m)]}} \quad (3)$$

Όπου P- το ποσοστό (%) ωριμότητας, r- η κλίση της καμπύλης, L- το ολικό μήκος και L_m – το μήκος ωριμότητας. Το ποσοστό της ωριμότητας υπολογίστηκε με βάση το λόγο του αριθμού ώριμων ατόμων συγκεκριμένου μήκους προς τον ολικό αριθμό ατόμων του ίδιου μήκους. Η προσαρμογή του μοντέλου (3) στα δεδομένα έγινε με τη μη γραμμική παλινδρόμηση στο SPSS για την εύρεση του μήκους ωριμότητας. Η εξέλιξη του μέσου γοναδοσωματικού δείκτη ανά μήνα για κάθε φύλο παραστήθηκε γραφικά στο MS Excell 2000, εκτιμώντας την περίοδο ωρίμανσης των γονάδων και ωοτοκίας. Η αναλογία των φύλων παραστήθηκε για κάθε εποχή με δημιουργία κυκλικού γραφήματος στο SPSS, δείχνοντας έτσι τα ποσοστά κυριαρχίας και σχετίζοντάς τα με την αναπαραγωγική διαδικασία (Howitt & Cramer, 2003). Με βάση την κλίμακα που περιγράφει τα στάδια γεννητικής ωριμότητας, τα ώριμα άτομα κουτσομούρας διακρίθηκαν και μακροσκοπικά όπου οι γονάδες, κυρίως οι ωοθήκες, καταλάμβαναν ένα μεγάλο τμήμα της σωματικής κοιλότητας δείχνοντας το τελικό στάδιο ωρίμανσης (Τσιμενίδης και συνεργάτες, 1998). Ως ώριμες κουτσομούρες καταγράφηκαν αυτές που ήταν τετάρτου (IV) και πέμπτου (V) βαθμού γεννητικής ωριμότητας διότι η επόμενη φάση που ακολουθεί είναι η ωοτοκία. Σε αυτή την περίπτωση ξεχώρισαν εμφανώς διότι στα μεν θηλυκά άτομα τα ζεύγη ωοθηκών ήταν κίτρινα και κοκκινωπά, ορατά με γυμνό μάτι τα ωάρια, ενώ στα αρσενικά το ζεύγος των όρχεων είχαν λευκή απόχρωση από το περιεχόμενο σπερματικό υγρό.

2.6. Καμπύλες αλιεύματος

Με την παραδοχή ότι τα επίπεδα της παραγωγής βρίσκονται σε αναλογία με την αφθονία του αποθέματος, χρησιμοποιήθηκε η παραγωγή σαν δείκτης της αφθονίας. Τα στοιχεία παραγωγής κουτσομούρας παραχωρήθηκαν από το Τμήμα Αλιείας της Διεύθυνσης Γεωργίας Λέσβου. Για τον υπολογισμό της ολικής στιγμιαίας θνησιμότητας χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της καμπύλης παραγωγής Pauly(1983) (Τσιμενίδης και συνεργάτες, 1998) με τη σχέση του ρυθμού μεταβολής της παραγωγής σε αριθμό ατόμων στο χρόνο :

$$N_t = N_0 e^{-zt} \quad (4)$$

Όπου N_t ο αριθμός ατόμων μιας ηλικιακής κλάσης μετά από χρόνο (t), N_0 η αρχική αφθονία ατόμων της ηλικιακής κλάσης ($t=0$) και z ο στιγμιαίος ρυθμός θνησιμότητας (King, 1996). Για να χρησιμοποιηθεί ο τύπος (4) έπρεπε το αλίευμα που ήταν εκφρασμένο σε κιλά να μετατραπεί σε αριθμό ατόμων (N), διαιρώντας την ολική παραγωγή κάθε μήνα με το μέσο βάρος που εμφάνισαν τα άτομα κουτσομούρας σε κάθε δείγμα.

$$N = \frac{Catch}{MeanWeight} \quad (5)$$

Επίσης, η χρήση του τύπου (4) σε παραγωγές μεικτών ηλικιακών κλάσεων, αντί του πληθυσμού μιας μόνο ηλικιακής κλάσης, προϋποθέτει ότι:

Η φυσική και αλιευτική θνησιμότητα, η συλληπτικότητα του εργαλείου και η αλιευτική προσπάθεια κατά την περίοδο των τελευταίων 3-4 χρόνων ήταν σχετικά σταθερές. Οι προϋποθέσεις αυτές, ίσως να είναι αμφισβητήσιμες, όμως είναι απαραίτητες, αφού δεν υπάρχουν πληροφορίες παραγωγής ανά ηλικιακή κλάση, τουλάχιστον για τρία συνεχή χρόνια (King, 1996).

Με τη λογαριθμική μορφή της σχέσης (4) υπολογίζεται η ολική θνησιμότητα Z που είναι και η κλίση της καινούριας εξίσωσης :

$$\ln N_t = \ln N_0 - z t \quad (6)$$

Με τον υπολογισμό του στιγμιαίου ρυθμού θνησιμότητας Z ακολούθησε και η εύρεση της ποσοστιαίας θνησιμότητας σύμφωνα με τη σχέση :

$$Z_p [\%] = 100(1 - e^{-z}) \quad (7)$$

2.7. Επιλεκτικότητα εργαλείου

Η επιλεκτικότητα που έχει ένα αλιευτικό εργαλείο περιγράφεται από τη σχέση της πιθανότητας σύλληψης με το μέγεθος των ψαριών. Σαφώς ο διαχωρισμός μεταξύ μικρού και μεγάλου μεγέθους σχετίζεται με το μάτι του σάκου του δικτύου μιας και στη συγκεκριμένη περίπτωση η σύλληψη πραγματοποιείται με το συρόμενο δίκτυ της μηχανότρατας. Η σύλληψη ατόμων κουτσομούρας πραγματοποιήθηκε πάνω από ένα συγκεκριμένο μέγεθος ενώ τα μικρότερα είχαν δυνατότητα διαφυγής από τα ανοίγματα του δικτύου. Γραφικά στη θεωρία η αναλογία έχει σιγμοειδή μορφή καμπύλη όπου και εντοπίζεται το σημαντικότερο σημείο της που είναι το μέσο μήκος κατά την πρώτη σύλληψη L_{50} στο οποίο υπάρχει ποσοστό πιθανότητας 50% να παραμείνει το ψάρι στο δίκτυ και να αλιευθεί και 50% πιθανότητα να διαφύγει (King, 1996). Η λογιστική σιγμοειδής καμπύλη περιγράφεται από τη σχέση :

$$P = \frac{1}{1 + e^{[-r(L-Lc)]}} \quad (8)$$

Όπου r είναι σταθερός συντελεστής ο οποίος αυξάνεται με την κλίση της καμπύλης και Lc (ή L_{50}) το μήκος σώματος των ψαριών.

Η εκτίμηση του L_{50} απαιτεί δειγματοληψία με ιδιαίτερα κατασκευασμένο διπλό σάκο στο δίχτυ, που δεν ήταν δυνατόν να πραγματοποιηθεί στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας. Για αυτό το λόγο η επιλεκτικότητα του δικτύου στηρίχτηκε σε βιβλιογραφικές αναφορές επιλεκτικότητας παρόμοιας μηχανότρατας σε αλιεία κουτσομούρας, αφού προηγουμένως έγιναν οι απαραίτητες διορθώσεις λόγω διαφορετικού ανοίγματος ματιού στο σάκο. Για την προσαρμογή του μήκους L_{50} στο άνοιγμα ματιού που χρησιμοποιήθηκε, απαιτήθηκαν μετρήσεις του μέγιστου ύψους και πάχους του σώματος των ψαριών στο ύψος των βραγχίων για υπολογισμό της μέγιστης περιμέτρου διατομής σε σχέση με το μήκος του σώματος. Για τον υπολογισμό της περιμέτρου χρησιμοποιήθηκε η εμπειρική σχέση:

$$\Pi = 2\pi (\beta/2) + 2 (\alpha-\beta) \quad (9)$$

Όπου α είναι το μέγιστο ύψος και β είναι το μέγιστο πάχος της διατομής του σώματος. Αφού έχει υπολογιστεί η περίμετρος διατομής για κάθε άτομο στη συνέχεια βρέθηκε η σχέση μεταξύ της περιμέτρου και του ολικού μήκους σώματος. Η σχέση

χρησιμοποιήθηκε με γνωστό μήκος L_{50} ($=L_2$) και γνωστό άνοιγμα διχτυού d_2 και υπολογίστηκε το ζητούμενο L_{50} (L_1) για το δεδομένο άνοιγμα d_1 που μας ενδιαφέρει:

$$\Lambda = \frac{\Pi(L_1)}{d_1} = \frac{\Pi(L_2)}{d_2} \quad (10)$$

όπου, $\Pi(L_i)$ είναι η περίμετρος στο ύψος των βραγχιών ψαριού με μήκος L . Μέσω αυτού του λόγου βρέθηκε η ζητούμενη περίμετρος της διατομής του σώματος αφού ήταν γνωστό το άνοιγμα του ματιού του σάκου που αλίευε τα δείγματα (40mm). Η περίμετρος της διατομής του σώματος που υπολογίστηκε χρησιμοποιήθηκε στη σχέση περιμέτρου και ολικού σώματος για εύρεση του ζητούμενου μέσου μήκους κατά την πρώτη σύλληψη του.

Μετά την εκτίμηση του L_{50} υπολογίστηκε η θεωρητική καμπύλη της πιθανότητας σύλληψης $P(L)$ με το δεδομένο σάκο, σύμφωνα με τη σχέση (8) και στη συνέχεια διορθώθηκε η κατά μήκος σύνθεση του αλιεύματος, από την μεροληψία της δειγματοληψίας. Ουσιαστικά η αφθονία του κάθε μήκους υπολογίστηκε από το λόγο του αριθμού μήκους στο δείγμα προς την πιθανότητα σύλληψης του :

$$N(L)_{stock} = \frac{N(L)_{sample}}{P(L)} \quad (11)$$

2.8. Ρυθμός αύξησης

Ακόμα μια σημαντική παράμετρος στην αλιευτική έρευνα είναι η εκτίμηση του βαθμού αύξησης ενός εμπορεύσιμου είδους όπως είναι η κουτσομούρα, διότι ως γνωστό η αύξηση μαζί με την είσοδο των νεαρών ατόμων στο απόθεμα επηρεάζουν το επίπεδο της εσοδείας στην παραγωγή σε βάρος. Για την περιγραφή της αύξησης χρειάζονται δεδομένα τουλάχιστον ενός έτους και γενικά μεγάλης περιόδου για το λόγο ότι μόνο ένα μικρό μέρος της ενέργειας που λαμβάνεται από την τροφή είναι διαθέσιμο για την αύξηση του μεγέθους. Οπότε χρειάζεται να καταγραφούν όσο το δυνατό περισσότερα μεγέθη. Βέβαια ο ρυθμός της αύξησης επηρεάζεται από μια σειρά περιβαλλοντικών συνθηκών όπως είναι η αφθονία της τροφής, η θερμοκρασία, η αλατότητα, ο βαθμός ρύπανσης κλπ. Έχουν προταθεί διάφορα μοντέλα με απλές μαθηματικές εξισώσεις για την περιγραφή της αύξησης. Το μοντέλο ανάπτυξης Von – Bertalanffy χρησιμοποιείται συχνότερα στις μελέτες δυναμικής πληθυσμού θαλάσσιων οργανισμών, έτσι και στην παρούσα εργασία έχει επιλεγεί για την περιγραφή της αύξησης της κουτσομούρας. Το

μοντέλο αυτό έχει βρεθεί να ταιριάζει με τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί για ένα μεγάλο εύρος θαλάσσιων ειδών. Η εξίσωση που περιγράφει την αύξηση του μήκους γράφεται ως εξής :

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)}) \quad (12)$$

Όπου L_t το ολικό μήκος στην ηλικία t , L_∞ το θεωρητικό μέγιστο ή ασυμπτωτικό μήκος που μπορεί να φτάσει ο οργανισμός, k ο συντελεστής ανάπτυξης ή καμπυλότητας, t η ηλικία και t_0 η θεωρητική ηλικία μηδενικού μήκους όπου συχνά έχει αρνητικές τιμές (King,1996). Για την προσαρμογή του πιο πάνω μοντέλου και την εκτίμηση των παραμέτρων ανάπτυξης χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα μήκους ανά ηλικία, εφαρμόζοντας τη μέθοδο της μη γραμμικής παλινδρόμησης στο πακέτο SPSS εκτιμώντας και τα σφάλματα. Η διαδικασία έγινε για τα θηλυκά και αρσενικά χωριστά για παρατήρηση τυχόν διαφοράς στο ρυθμό αύξησης. Οι δύο μέθοδοι υπολογισμού των παραμέτρων ανάπτυξης πραγματοποιήθηκαν για να συγκριθούν οι δύο τρόποι αναπαράστασης της σχέσης Von – Bertalanffy και κατά πόσο είναι αξιόπιστη μέθοδος στη περιγραφή της αύξησης.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Κατά βάρος αύξηση

Οι σχέσεις μήκους – βάρους στα δείγματα περιγράφουν την κατά βάρος αύξηση της κουτσομούρας σύμφωνα με τους τύπους που δόθηκαν παραπάνω. Με τις μετρήσεις στα επτά δείγματα έχουν υπολογιστεί οι πιο κάτω σχέσεις στο σύνολο των ατόμων και για κάθε φύλο χωριστά με τους αντίστοιχους συντελεστές συσχέτισης τους (Πιν.1).

Μήνες, φύλα και εποχές	Εξισώσεις	R^2
Οκτώβριος 2003	$W = 0.0057L^{3.263}$	0.986
Θηλυκά	$W = 0.004L^{3.391}$	0.94
Αρσενικά	$W = 0.0097L^{3.061}$	0.907
Νοέμβριος 2003	$W = 0.0062L^{3.234}$	0.955
Θηλυκά	$W = 0.0062L^{3.236}$	0.949
Αρσενικά	$W = 0.0065L^{3.210}$	0.957
Δεκέμβριος 2003	$W = 0.0059L^{3.242}$	0.957
Θηλυκά	$W = 0.0068L^{3.194}$	0.964

Μήνες, φύλα και εποχές	Εξισώσεις	R^2
Αρσενικά	$W = 0.0054L^{3.276}$	0.902
Ιανουάριος 2004	$W = 0.0072L^{3.166}$	0.937
Θηλυκά	$W = 0.0092L^{3.076}$	0.930
Αρσενικά	$W = 0.0077L^{3.141}$	0.928
Φεβρουάριος 2004	$W = 0.0059L^{3.236}$	0.953
Θηλυκά	$W = 0.0035L^{3.443}$	0.969
Αρσενικά	$W = 0.0099L^{3.035}$	0.947
Μάρτιος 2004	$W = 0.0051L^{3.268}$	0.981
Θηλυκά	$W = 0.0047L^{3.305}$	0.986
Αρσενικά	$W = 0.011L^{2.967}$	0.934
Μάιος 2004	$W = 0.0103L^{3.056}$	0.898
Θηλυκά	$W = 0.0112L^{3.026}$	0.905
Αρσενικά	-	-
Φθινόπωρο--2003	$W = 0.0058L^{3.259}$	0.985
Θηλυκά	$W = 0.005L^{3.311}$	0.950
Αρσενικά	$W = 0.0071L^{3.18}$	0.958
Χειμώνας 2003 -2004	$W = 0.0068L^{3.196}$	0.949
Θηλυκά	$W = 0.0065L^{3.208}$	0.955
Αρσενικά	$W = 0.0087L^{3.088}$	0.927
Άνοιξη 2004	$W = 0.0032L^{3.466}$	0.962
Θηλυκά	$W = 0.0046L^{3.340}$	0.942
Αρσενικά	$W = 0.0077L^{3.113}$	0.951

Πιν.1 : Εξισώσεις μήκους- βάρους της κουτσομούρας από το φθινόπωρο 2003 μέχρι την άνοιξη 2004.

Οι παράμετροι στις σχέσεις υπολογίστηκαν μέσω των λογαριθμικών τους μορφών. Οι συντελεστές (R^2) εκφράζουν το επί τις εκατό ποσοστό διακύμανσης που εξηγεί η ευθύγραμμη συσχέτιση.

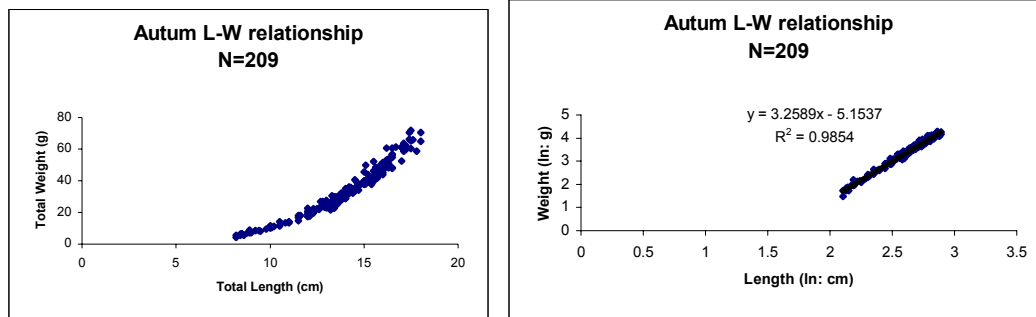
Τα διαστήματα εμπιστοσύνης (95%), στα οποία κινείται ο εκθέτης των παραπάνω εξισώσεων δείχνουν ότι σε ορισμένες περιπτώσεις η κατά βάρος αύξηση της κουτσομούρας είναι αλλομετρική, οδηγώντας σε άτομα βαρύτερα για το μήκος σώματος τους (Πιν.2).

One-Sample Test

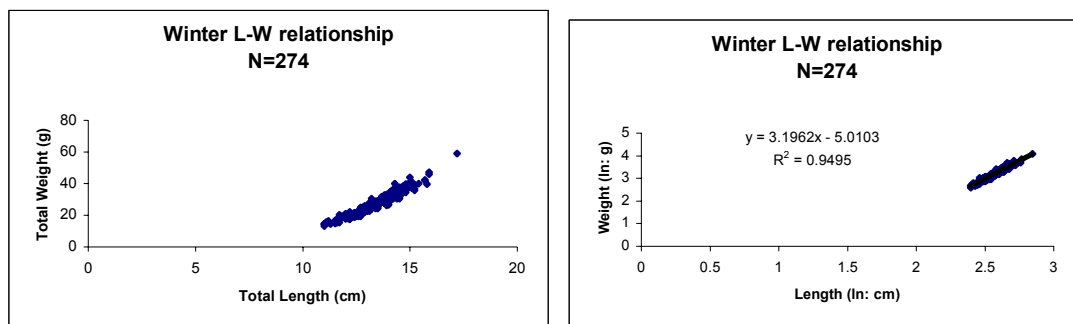
	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
B	141.149	28	.000	3.2076	3.1610	3.2541

Πιν.2 : Αποτελέσματα του κριτηρίου t – test που δείχνει τα διαστήματα στα οποία κινείται ο εκθέτης b της σχέσης μήκους-βάρους κουτσομούρας.

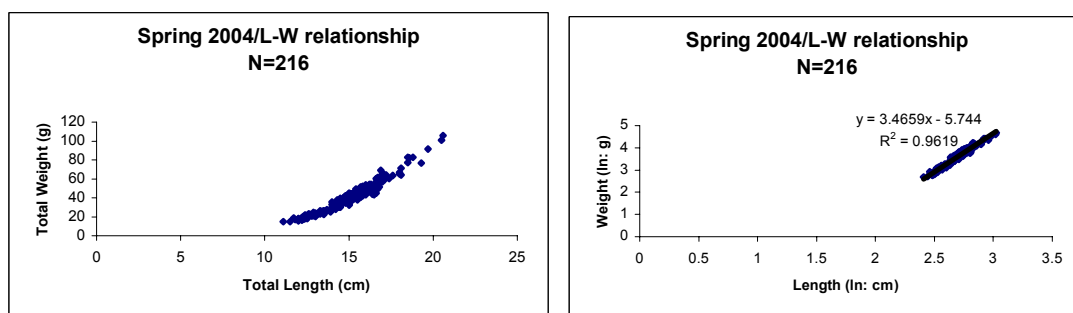
Ωστόσο καταγράφονται και κάποιες περιπτώσεις που ακολουθούν ομοιόμορφη ισομετρική ανάπτυξη όπως τα αρσενικά Οκτωβρίου, τα θηλυκά Ιανουαρίου, τα αρσενικά Φεβρουαρίου, τα αρσενικά Μαρτίου, όλο το δείγμα Απριλίου καθώς και τα θηλυκά του ίδιου μηνός. Όπως φαίνεται τα αρσενικά άτομα δείχνουν να τείνουν περισσότερο προς την ισομετρική ανάπτυξη από ότι τα θηλυκά, εξαιρώντας τους μήνες Δεκέμβριο και Ιανουάριο όπου τα αρσενικά αποκτούν μια τάση αλλομετρικής αύξησης. Παρακάτω δίνονται γραφικά οι σχέσεις μήκους βάρους για τις τρεις εποχές μελέτης. (Εικ.4,5,6).



Εικ.4 : Σχέση μήκους- βάρους κουτσομούρας για όλα τα άτομα κατά την εποχή του φθινοπώρου 2003 στην κανονική (αριστερά) αλλά και την λογαριθμική της μορφή (δεξιά).



Εικ.5 : Σχέση μήκους- βάρους κουτσομούρας για όλα τα άτομα κατά την εποχή του χειμώνα 2003-2004 στην κανονική (αριστερά) αλλά και την λογαριθμική της μορφή (δεξιά).



Εικ.6 : Σχέση μήκους- βάρους κουτσομούρας για όλα τα άτομα κατά την εποχή της άνοιξης 2004 στην κανονική (αριστερά) αλλά και την λογαριθμική της μορφή (δεξιά).

Επειδή τα μηνιαία δεδομένα μήκους - βάρους δεν είναι στατιστικά ανεξάρτητα μεταξύ τους, πραγματοποιείται σύγκριση του εκθέτη b μεταξύ θηλυκών-αρσενικών αφενός και μεταξύ των τριών εποχών αφετέρου. Η στατιστική δοκιμασία Ανάλυσης της Διακύμανσης (ANOVA) έδειξε ότι οι τιμές του εκθέτη b των δύο φύλων δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ των φύλων ($F = 2.622$, $P = 0.134 > 0.05$) [Πιν.3], ούτε μεταξύ των τριών εποχών δειγματοληψίας ($F = 1.064$, $P = 0.402 > 0.05$) [Πιν.4] .

Μήνες	Θηλυκά	Αρσενικά	Συνολικά
Οκτώβριος 2003	3.39	3.06	3.26
Νοέμβριος 2003	3.24	3.21	3.23
Δεκέμβριος 2003	3.19	3.28	3.24
Ιανουάριος 2004	3.08	3.14	3.17
Φεβρουάριος 2004	3.44	3.04	3.24
Μάρτιος 2004	3.31	2.97	3.27
Μάιος 2004	3.03	-	3.06

ANOVA

B / SEX	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.049	1	.049	2.622	.134
Within Groups	.206	11	.019		
Total	.255	12			

Πιν.3 : (Πάνω) Τιμές του εκθέτη b των δύο φύλων και ατόμων συνολικά κουτσομούρας στους αντίστοιχους μήνες δειγματοληψίας, (κάτω) Αποτέλεσμα της μονόδρομης ανάλυσης διασποράς του εκθέτη b μεταξύ των δύο φύλων.

Άτομα	Φθινόπωρο	Χειμώνας	Ανοιξη
Συνολικά	3.26	3.20	3.47
Θηλυκά	3.31	3.21	3.34
Αρσενικά	3.18	3.09	3.11

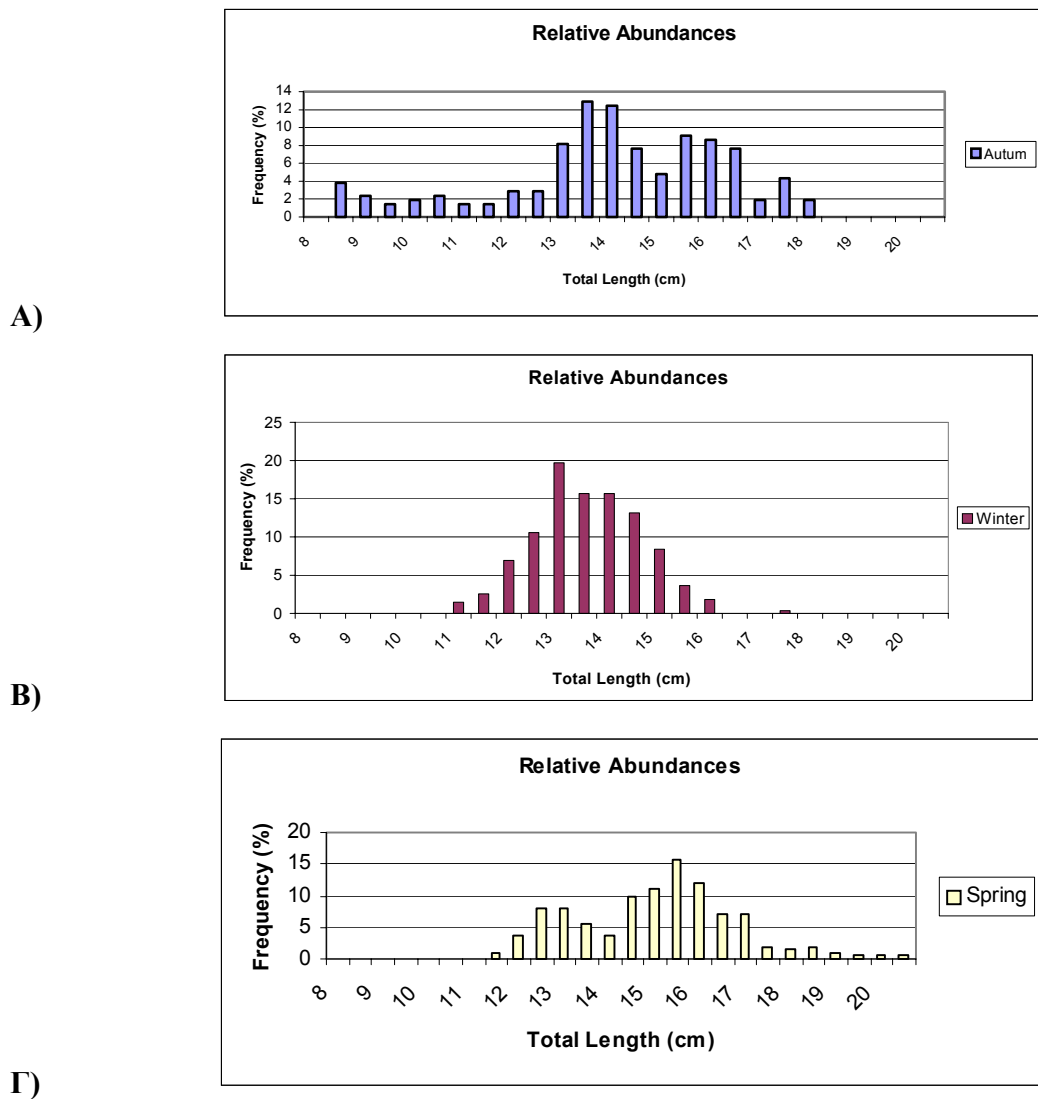
ANOVA

B / SEASON	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.030	2	.015	1.064	.402
Within Groups	.084	6	.014		
Total	.114	8			

Πιν.4 : (Πάνω) Τιμές του εκθέτη b στα άτομα κουτσομούρας συνολικά και στα δύο φύλα χωριστά στις αντίστοιχες εποχές δειγματοληψίας, (κάτω) Αποτέλεσμα της μονόδρομης ανάλυσης διασποράς του εκθέτη b μεταξύ των τριών εποχών.

3.2. Κατανομή μηκών στον πληθυσμό

Η σύγκριση της κατά μήκος σύνθεσης ανά εποχή δειγματοληψίας απεκάλυψε αρχικά ότι τα νεαρά άτομα κουτσομούρας, ολικού μήκους 8 –11 cm, εμφανίστηκαν το φθινόπωρο στην περιοχή της νοτιοανατολικής Λέσβου. Παρακάτω παρατηρούνται οι κατανομές μηκών όπως καταγράφηκαν για κάθε εποχή (Εικ.7).



Εικ.7 : Εποχικές κατανομές (Α) φθινοπώρου, Β) χειμώνα, Γ) άνοιξης) ολικού μήκους σώματος κουτσομούρας .

Για το λόγο ότι ο αριθμός των ατόμων ανά εποχή ήταν διαφορετικός, η παράσταση των κατανομών έγινε και με σχετικές συχνότητες σε ένα εύρος μηκών ώστε η οπτική σύγκριση να είναι ευκολότερη. Παρακάτω δίνονται και οι πίνακες των στατιστικών στοιχείων που προέκυψαν (μέσο μήκος, τυπική απόκλιση, ελάχιστο και μέγιστο μήκος) από τις πιο πάνω κατανομές (Πιν.5).

A)		B)		Γ)				
Autum	N	209	Winter	N	274	Spring	N	216
Mean		13.84	Mean		13.375	Mean		14.92
Std. Deviation		2.2827	Std. Deviation		1.0714	Std. Deviation		1.7556
Minimum		8.20	Minimum		11.00	Minimum		11.10
Maximum		18.00	Maximum		17.20	Maximum		20.60

Πιν.5 : Βασικά στατιστικά στοιχεία των εποχικών κατανομών μήκους κουτσομούρας (A) φθινόπωρο, B) χειμώνας, Γ) άνοιξη).

Η μετατόπιση της κατανομής μηκών στα δεξιά του ιστογράμματος από το φθινόπωρο 2003 μέχρι την άνοιξη 2004 δείχνει την κυριαρχία μεγαλύτερων μηκών μιας και οι συχνότητες μικρών μηκών (<11cm) μηδενίζονται από τη χειμερινή περίοδο. Αξίζει να σημειωθεί ότι στα δείγματα της άνοιξης του 2004 εμφανίστηκαν μεγάλα μήκη ατόμων κουτσομούρας (19 – 21cm) που δεν καταγράφηκαν στα προηγούμενα.

Η κατανομή μηκών μελετήθηκε κυρίως σε εποχική βάση συγκρίνοντας τα μέσα μήκη ανάμεσα στα θηλυκά και αρσενικά άτομα της ίδιας εποχής και σε ετήσια βάση συγκρίνοντας τις κατανομές των δύο φύλων και των δύο περιόδων (χειμερινής και εαρινής) δειγματοληψίας.

Η σύγκριση του μέσου μήκους ανάμεσα στα αρσενικά και θηλυκά για κάθε εποχή απέδειξε ότι οι διαφορές για:

- το Φθινόπωρο και το Χειμώνα δεν είναι στατιστικά σημαντικές. (Πίνακας 6: Υπάρχει ομοιογένεια στις διακυμάνσεις αφού η τιμή 0.497 της πιθανότητας P δεν είναι στατιστικά σημαντική και η διαφορά των μέσων δεν είναι στατιστικά σημαντική, επίπεδο σημαντικότητας διπλής ουράς P=0.394, Πίνακας 7: Υπάρχει ανομοιογένεια στις διακυμάνσεις αφού η τιμή 0.040 της πιθανότητας P είναι σημαντική και η διαφορά των μέσων δεν είναι στατιστικά σημαντική, επίπεδο σημαντικότητας διπλής ουράς P = 0.773).
- την Άνοιξη είναι στατιστικά σημαντικές. (Πίνακας 8: Υπάρχει ομοιογένεια στις διακυμάνσεις αφού η τιμή 0.322 της πιθανότητας P δεν είναι στατιστικά σημαντική

και η διαφορά των μέσων είναι στατιστικά σημαντική, επίπεδο σημαντικότητας διπλής ουράς $P < 0.01$).

A)	SEX	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
AUTUM	1.00	69	14.9609	1.40725	.16941
	2.00	79	14.7544	1.51385	.17032

B)		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Equal variances assumed	AUT	0.463	0.497	0.855	146	0.394	0.2064	0.24142	-0.2707	0.68358

Πιν.6 : A) Στατιστικά κριτήρια και B) αποτελέσματα κριτηρίου t για ανεξάρτητα δείγματα που συγκρίνουν το μέσο μήκος αρσενικών και θηλυκών ατόμων κουτσομούρας του φθινοπώρου.

A)	SEX2	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
WINTER	1.00	149	13.4342	1.13773	.09321
	2.00	100	13.4720	.91851	.09185

B)		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
WINTER	Equal variances assumed	4.282	.040	-277	247	.782	-.0378	.13643	-.30648	.23094

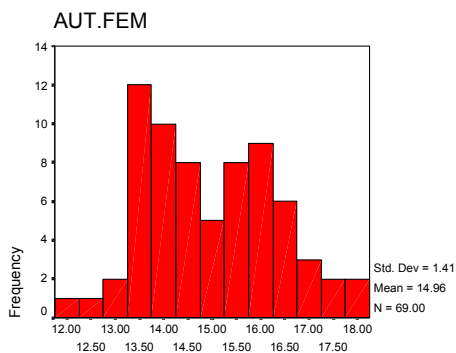
Πιν.7: A) Στατιστικά κριτήρια και B) αποτελέσματα κριτηρίου t για ανεξάρτητα δείγματα που συγκρίνουν το μέσο μήκος αρσενικών και θηλυκών ατόμων κουτσομούρας του χειμώνα.

A)	SEX	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
SPRING	1.00	159	15.5164	1.52668	.12107
	2.00	55	13.2200	1.15348	.15554

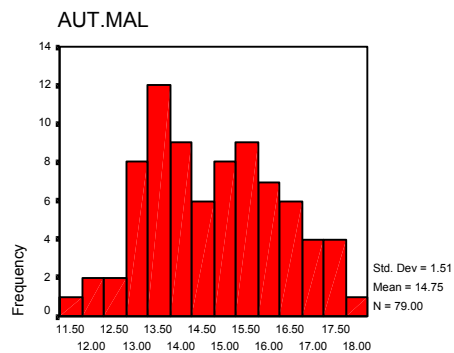
B)		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
SPRING	Equal variances assumed	.985	.322	10.18	212	.000	2.2964	.22539	1.85206	2.74065
	Equal variances not assumed			11.657	123.7	.000	2.2964	.19710	1.90622	2.68648

Πιν.8 : A) Στατιστικά κριτήρια και B) αποτελέσματα κριτηρίου t για ανεξάρτητα δείγματα που συγκρίνουν το μέσο μήκος αρσενικών και θηλυκών ατόμων κουτσομούρας της άνοιξης.

Τα σχετικά ιστογράμματα της κατά μήκος σύνθεσης ανά φύλο και εποχή δειγματοληψίας παριστάνονται στις Εικόνες 8 έως 10.

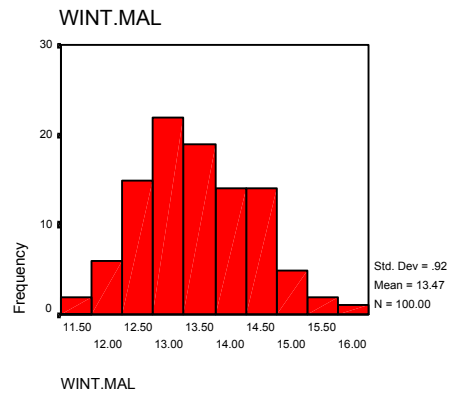
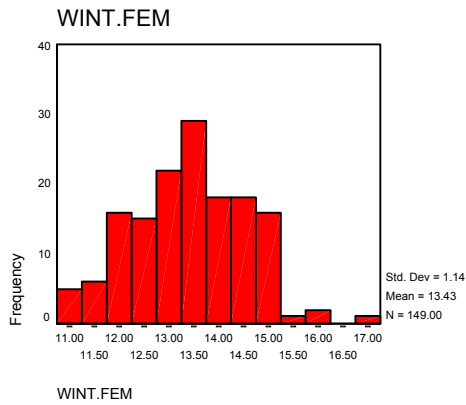


A) AUT.FEM



B) AUT.MAL

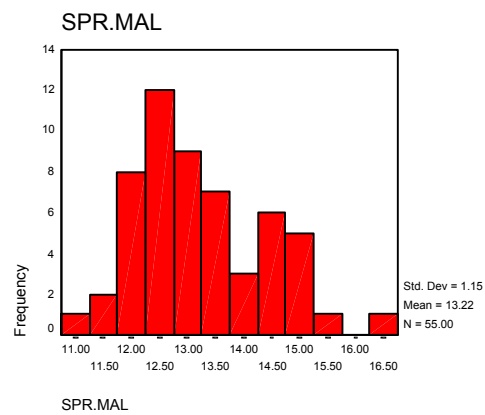
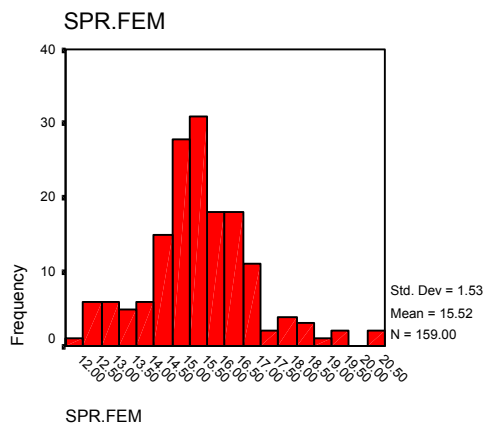
Εικ.8 : Κατανομές μηκών κουτσομούρας των δύο φύλων (A) θηλυκά, B) αρσενικά) στην εποχή του φθινοπώρου 2003.



A)

B)

Εικ.9 : Κατανομές μηκών κουτσομούρας των δύο φύλων (A) θηλυκά, B) αρσενικά) στην εποχή του χειμώνα 2003-2004.



Εικ.10 : Κατανομές μηκών κουτσομούρας των δύο φύλων (A) θηλυκά, B) αρσενικά) στην εποχή της άνοιξης 2004.

Τα ιστογράμματα των κατανομών των δύο φύλων συγκρίθηκαν μεταξύ τους μέσω της δοκιμής διπλού Kolmogorov – Smirnov για έλεγχο των διαφορών στις κατανομές τους. Ο έλεγχος ανάμεσα στις κατανομές μηκών των δύο φύλων για όλη τη διάρκεια δειγματοληψίας βεβαίωσε την ύπαρξη σημαντικής στατιστικής διαφοράς ($Z = 2.946$, $P < 0.01$) [Πιν.9].

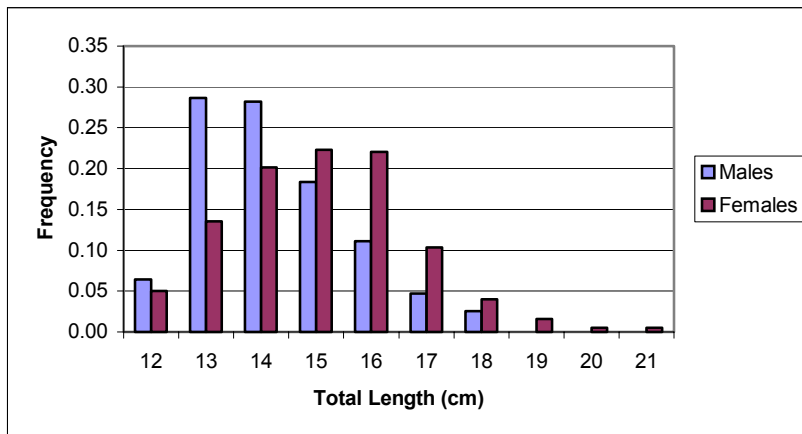
Frequencies	Sex - Group	N
M.barbatus	1.00 - Fem	377
	2.00 - Male	234
	Total	611

A)

Test Statistics(a)		
Most Extreme Differences	Absolute	.245
	Positive	.013
	Negative	-.245
Kolmogorov-Smirnov Z		2.946
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

B) a Grouping Variable: Sex

Πιν.9 : A) Αριθμοί ατόμων κουτσομούρας κάθε φύλου(1-θηλυκά, 2-αρσενικά) και B) αποτελέσματα σύγκρισης κατανομών μήκους μεταξύ θηλυκών και αρσενικών ατόμων κουτσομούρας για όλη τη περίοδο δειγματοληψίας.



Εικ.11 : Κατανομές μηκών των δύο φύλων κουτσομούρας από όλη την περίοδο δειγματοληψίας, για τα δύο φύλα (μπλέ-αρσενικά, κόκκινο-θηλυκά) .

Ο έλεγχος ανάμεσα στις κατανομές μηκών των δύο περιόδων, χειμερινής και εαρινής, αποκάλυψε την ύπαρξη σημαντικής στατιστικής διαφοράς όπου ($Z = 3.589$, $P < 0.01$) [Πιν.10]. Οι διαφορές των κατανομών παριστάνονται στα ιστογράμματα της Εικόνας 12, για τις δυο περιόδους της αλίευσης.

A)

Frequencies	Sex-Group	N
PERIOD	1.00 – P1	408
	2.00 – P2	291
	Total	699

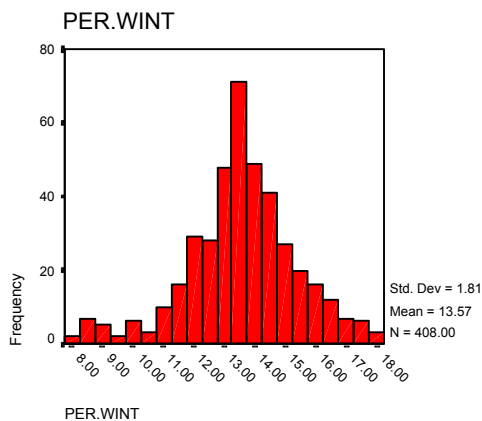
B)

Most Extreme Differences	Absolute	.275
	Positive	.275
	Negative	.000
Kolmogorov-Smirnov Z		3.589
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

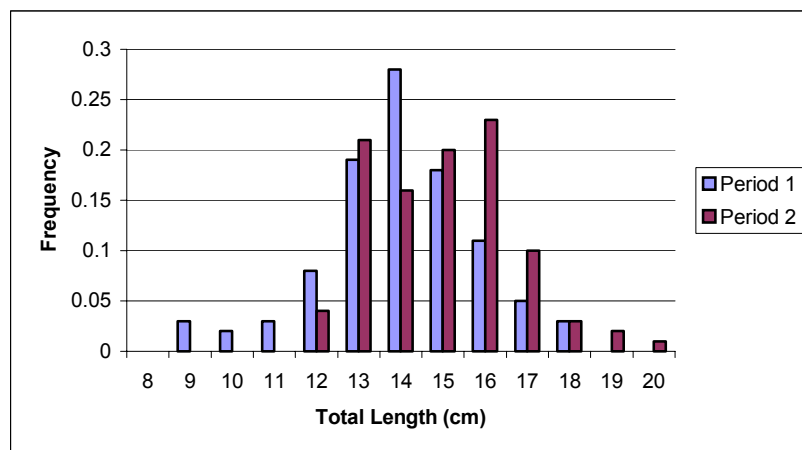
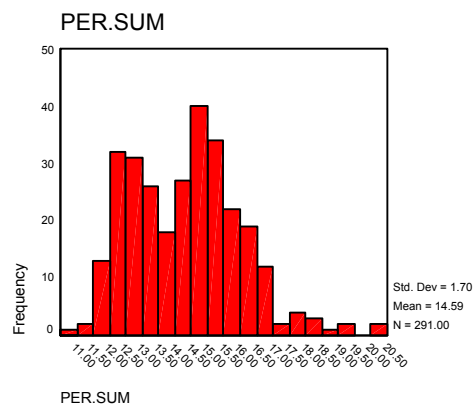
Πιν.10 : A) Αριθμοί ατόμων κουτσομούρας κάθε περιόδου (1-χειμερινή, 2-εαρινή) και B) αποτελέσματα σύγκρισης κατανομών μήκους μεταξύ των δύο περιόδων για όλη τη περίοδο δειγματοληψίας.

A)

A1



A2



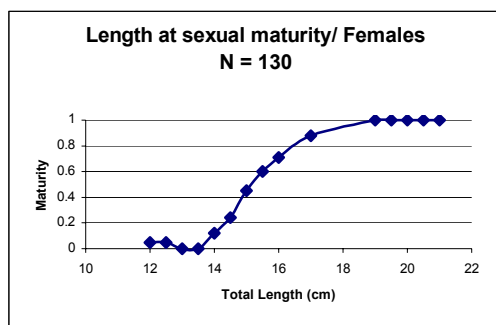
Εικ.12 : Κατανομές μηκών κουτσομούρας στις δύο περιόδους, χειμερινή και εαρινή, δειγματοληψίας. A) Ξεχωριστά για τις δύο περιόδους (A1-χειμερινή, A2-εαρινή), B) και για τις δύο περιόδους (μπλέ-χειμερινή, κόκκινο-εαρινή).

Τα αποτελέσματα του ελέγχου των διαφορών ανάμεσα στις παραπάνω κατανομές αποκαλύπτουν ότι τα μεν θηλυκά όλης της περιόδου δειγματοληψίας, συγκεντρώνουν τις συχνότητες δεξιότερα του ιστογράμματος σε μεγαλύτερα μήκη από ότι τα αρσενικά που βρίσκονται μετατοπισμένα αριστερότερα. Επίσης μεταξύ των δύο περιόδων, χειμερινής και εαρινής, φαίνεται η εαρινή να συγκεντρώνει τις συχνότητες σε μεγαλύτερα μήκη από ότι η χειμερινή. Αξίζει να σημειωθεί ότι στη χειμερινή περίοδο δεν παρατηρήθηκαν μήκη άνω των 18cm που υπήρξαν στη εαρινή, ενώ στην εαρινή δεν καταγράφηκαν μήκη κάτω των 12cm.

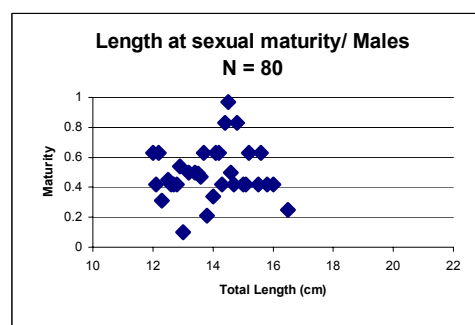
3.3. Ωριμότητα και Αναπαραγωγή

Ωριμες κουτσομούρες παρατηρήθηκαν την άνοιξη (Μάιο) όπου τα θηλυκά άτομα που αποτελούσαν τον κύριο όγκο των ατόμων που αλιεύθηκαν κατά την εποχή αυτή, παρουσίαζαν τέταρτο (IV) και πέμπτο (V) στάδιο γεννητικής ωριμότητας ενώ αντίστοιχα τα αρσενικά άτομα δεν βρέθηκαν ώριμα παράλληλα, παρουσιάζοντας όμως την μεγαλύτερη τιμή του γοναδοσωματικού δείκτη στην περίοδο της άνοιξης με τρίτο στάδιο (III) κυρίως γεννητικής ωριμότητας. Το μήκος της πρώτης γεννητικής ωριμότητας βρέθηκε να είναι $L_m = 15.3\text{cm}$ για τα θηλυκά και $L_m = 14.5\text{cm}$ για τα αρσενικά άτομα κουτσομούρας. Παρακάτω φαίνονται τα γραφήματα του δείκτη ωριμότητας με το ολικό μήκος και για τα δύο φύλα (Εικ.13).

A)



B)



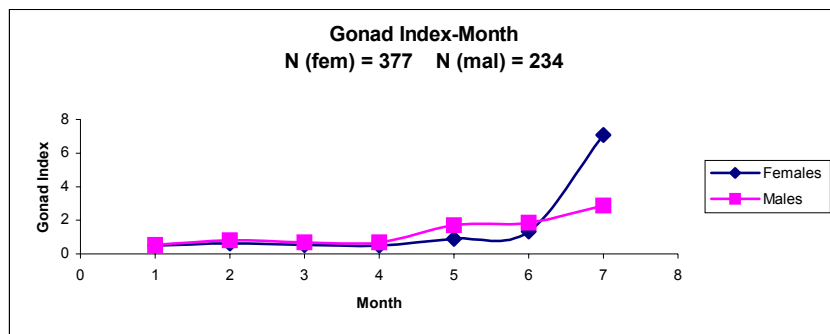
Εικ.13 : Σχέση του δείκτη ωριμότητας κουτσομούρας με το ολικό μήκος για A) θηλυκά και B) αρσενικά.

Η σχέση του δείκτη ωριμότητας με το ολικό μήκος φαίνεται να ταιριάζει καλά στα μήκη των ώριμων θηλυκών ατόμων που καταγράφηκαν ενώ όχι τόσο στα μήκη των αρσενικών ατόμων. Στο γράφημα με την ωριμότητα των θηλυκών φαίνεται το μήκος της πρώτης γεννητικής ωριμότητας που αντιστοιχεί στο 50% των ατόμων να έχουν ωριμάσει σε αυτό το μήκος. Αντίθετα στα αρσενικά δεν είναι ξεκάθαρη η τιμή του μήκους της πρώτης γεννητικής ωριμότητας, ωστόσο η προσαρμογή του μοντέλου στα δεδομένα υπολογίζει μια τιμή με κάποιο σφάλμα που επιτρέπει την παρατήρηση της διακύμανσης αυτής της τιμής. Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα υπολογισμού του μήκους ωριμότητας (Lm) και της κλίσης r της καμπύλης και για τα δύο φύλα με το αντίστοιχο τυπικό σφάλμα (Πιν.11).

Φύλο	Lm (cm)	Std.Error	r	Std.Error
Θηλυκά	15.3	0.05	1.45	0.1
Αρσενικά	14.5	3.39	0.04	0.1

Πιν.11 : Πίνακας με το μήκος πρώτης γεννητικής ωριμότητας κουτσομούρας και κλίσης της καμπύλης για τα δύο φύλα με το αντίστοιχο τυπικό σφάλμα.

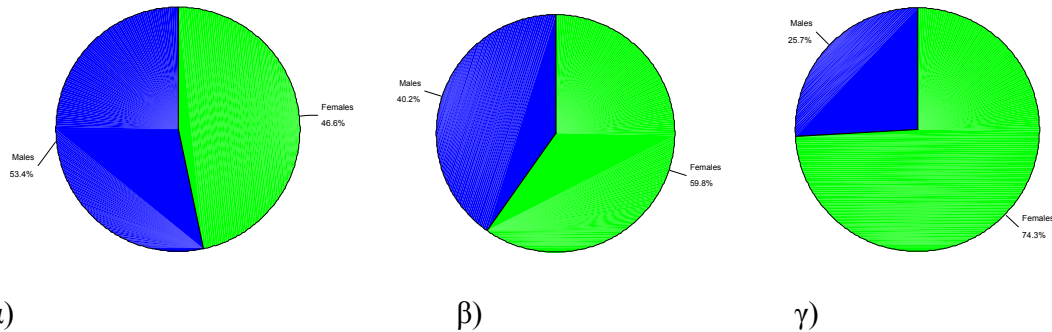
Η εξέλιξη του γοναδοσωματικού δείκτη των δύο φύλων φαίνεται στο παρακάτω γράφημα (Εικ.14) :



Εικ.14 : Σχέση του μέσου γοναδοσωματικού δείκτη κουτσομούρας ανά μήνα και για τα δύο φύλα (μπλέ-θηλυκά, ρόζ- αρσενικά)

Παρατηρείται στη διάρκεια Νοέμβριος(2) – Μάρτιος(6) μια ελαφρώς μεγαλύτερη ωριμότητα των αρσενικών έναντι των θηλυκών με τη διαφορά να αυξάνεται το

Φεβρουάριο(5) ενώ από το Μάρτιο(6) και μετά αρχίζει μια απότομη άνοδος ωριμότητας των θηλυκών ξεπερνώντας κατά πολύ των αρσενικών που αυτά φαίνεται να ωριμάζουν σταδιακά και ομαλά προς την περίοδο του καλοκαιριού. Οι εποχιακές αναλογίες των δύο φύλων φαίνονται πιο κάτω στα κυκλικά γραφήματα δεδομένων (Εικ.15).

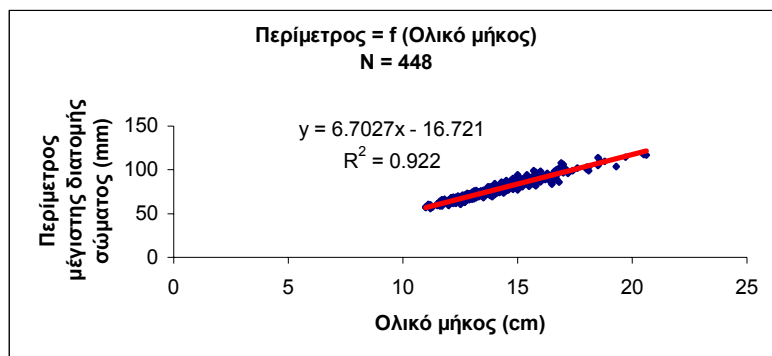


Εικ.15 : Κυκλικά γραφήματα δεδομένων για αναπαράσταση ποσοστιαίας αναλογίας θηλυκών (πράσινο) και αρσενικών (μπλέ) ατόμων κουτσομούρας, όπου α) φθινόπωρο, β) χειμώνας και γ) άνοιξη.

Από τα κυκλικά γραφήματα φαίνεται το φθινόπωρο του 2003 να παρουσιάζει μια κυριαρχία των αρσενικών ατόμων έναντι των θηλυκών σε ποσοστά 53.4% για τα αρσενικά και 46.6% για τα θηλυκά, το χειμώνα να ξεπερνούν τα θηλυκά με 59.8% έναντι των αρσενικών που συγκεντρώνουν 40.2% ενώ την άνοιξη παρουσιάζεται μια ισχυρή κυριαρχία των θηλυκών με 74.3% έναντι των αρσενικών με 25.7%.

3.4. Πιθανότητα σύλληψης

Η εύρεση του μέσου μήκους σώματος κατά τη πρώτη του σύλληψη στηρίχθηκε στη σχέση που εμφανίζει η περίμετρος της μέγιστης διατομής του σώματος με το ολικό μήκος και στο λόγο της περιμέτρου με το άνοιγμα του ματιού στο δίκτυο. Η σχέση που βρέθηκε ανάμεσα στην περίμετρο και το ολικό μήκος φαίνεται στο πιο κάτω γράφημα με την αντίστοιχη εξίσωση και το συντελεστή συσχέτισης (Εικ.16) :

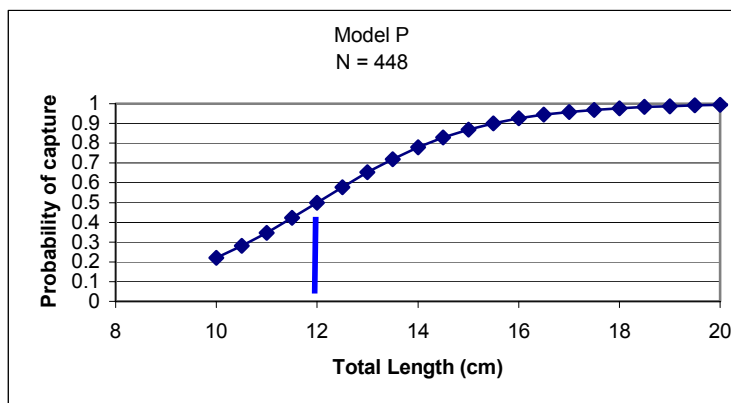


Εικ. 16 : Σχέση περιμέτρου μέγιστης διατομής του σώματος κουτσομούρας με το ολικό μήκος.

Χρησιμοποιώντας γνωστό μέσο μήκος κατά την πρώτη του σύλληψη $L_1 = 12.98$ και άνοιγμα ματιού του δικτύου $d_1 = 44\text{mm}$ (Kinacigil et al, 2003), υπολογίζεται η περίμετρος Π_1 μέσω της σχέσης που βρέθηκε πιο πάνω. Σκοπός του υπολογισμού αυτού είναι να βρεθεί η ζητούμενη περίμετρος Π_2 χρησιμοποιώντας τον λόγο $\lambda = \Pi / d$ που θεωρείται σταθερός. Έτσι με το άνοιγμα ματιού δικτύου του σάκου $d_2 = 40\text{mm}$ που αλίευε τα δείγματα, σχηματίζεται δεύτερος λόγος που εξισώνεται με τον πρώτο.

$$\Lambda = \frac{\Pi(L_1)}{d_1} = \frac{\Pi(L_2)}{d_2}$$

Από την εξίσωση αυτή προκύπτει ότι, για άνοιγμα ματιού δικτύου σάκου $d_2 = 40\text{mm}$, αντιστοιχεί περίμετρος $\Pi_2 = 63.88\text{mm}$. Χρησιμοποιώντας και πάλι την σχέση της περιμέτρου με το ολικό μήκος, υπολογίζεται ότι στο δίχτυ της μηχανότρατας «Μαρία» το αντίστοιχο L_{50} είναι 12 cm . Η σιγμοειδής καμπύλη που εμφανίζει τη σχέση της ποσοστιαίας πιθανότητας σύλληψης (%) με το ολικό μήκος (cm) παριστάνεται στο παρακάτω γράφημα (Εικ.17).

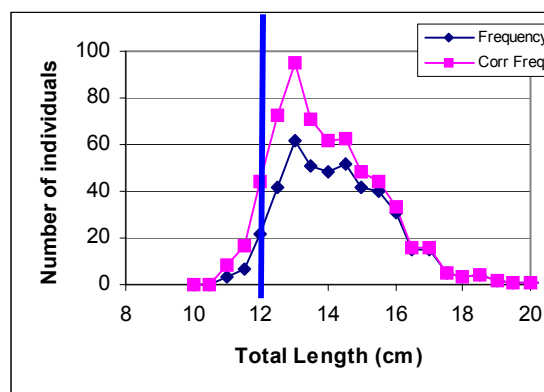


Εικ.17 : Σχέση της πιθανότητας σύλληψης (%) με το ολικό μήκος (cm) κουτσομούρας.

Από το γράφημα φαίνεται ότι η 50% πιθανότητα σύλληψης αντιστοιχεί στα 12 cm του ολικού μήκους. Πρέπει να σημειωθεί ότι η κλίση r που δόθηκε στην εξίσωση είναι 0.63 (Kınacıgil et al, 2001) και θεωρείται σταθερή για το είδος και το εργαλείο.

Οι αφθονίες των μηκών στο απόθεμα δίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πιν.12) όπου χρησιμοποιήθηκαν μήκη μεγαλύτερου βήματος (0.5 cm) για πιο καλή παράσταση των δεδομένων (Εικ.18).

Μήκος (cm)	Συχνότητα	P-Σύλληψης	Διορθωμένη Συχνότητα
10	0	0.220974	0
10.5	0	0.279891	0
11	3	0.347511	8.632831738
11.5	7	0.421895	16.59181518
12	22	0.5	44
12.5	42	0.578105	72.65113272
13	62	0.652489	95.02069166
13.5	51	0.720109	70.82265812
14	48	0.779026	61.61539327
14.5	52	0.828495	62.76439274
15	42	0.868756	48.34501597
15.5	40	0.900698	44.41002101
16	31	0.925532	33.49424781
16.5	15	0.944538	15.88077789
17	15	0.958909	15.6427819
17.5	5	0.969675	5.156365027
18	3	0.977687	3.068468074
18.5	4	0.983617	4.066622985
19	2	0.987991	2.024310357
19.5	1	0.991207	1.008870714
20	1	0.993568	1.006473748
20.5	1	0.995298	1.004724469
21	1	0.996564	1.003447865
21.5	0	0.99749	0
22	0	0.998167	0
22.5	0	0.998662	0

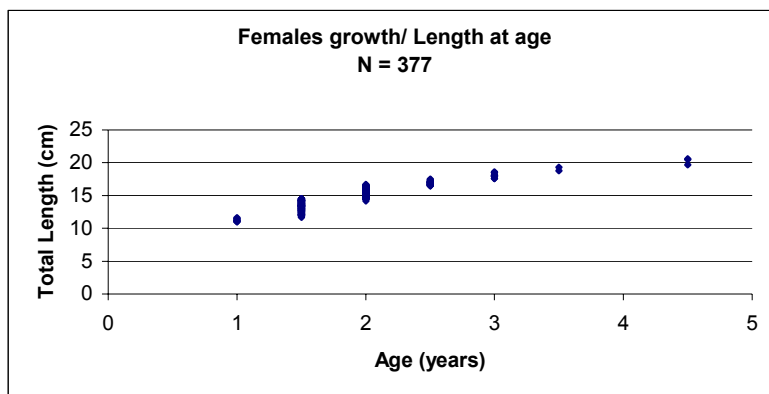


Εικ. 18: Γράφημα παράστασης συχνοτήτων μηκών κουτσομούρας στο δείγμα και στο απόθεμα.

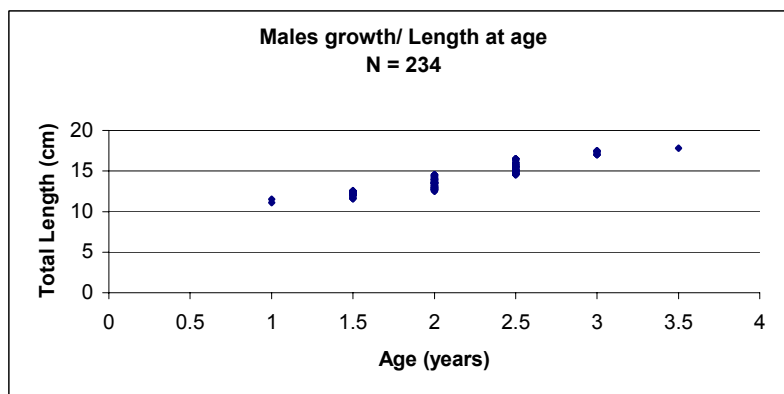
Πιν.12: Πίνακας μηκών κουτσομούρας διαστήματος 0.5cm με τις αντίστοιχες αφθονίες τους στο δείγμα αλλά και τις διορθωμένες στο απόθεμα.

3.5. Περιγραφή αύξησης μήκους

Για τον προσδιορισμό των παραμέτρων ανάπτυξης μήκους χρησιμοποιήθηκε η μη γραμμική παλινδρόμηση στη σχέση του με την ηλικία. Οι αρχικές τιμές των παραμέτρων που δόθηκαν, βασίστηκαν στις σχέσεις που εμφάνισαν γραφικά τα δεδομένα των μηκών και ηλικιών για τα δύο φύλα. Πιο κάτω φαίνονται τα γραφήματα μήκους ανά ηλικία για κάθε φύλο χωριστά (Εικ.19 & 20) :



Εικ.19 : Σχέση ολικού μήκους θηλυκών κουτσομούρας με τις αντίστοιχες ηλικίες τους.



Εικ.20 : Σχέση ολικού μήκους κουτσομούρας αρσενικών με τις αντίστοιχες ηλικίες τους.

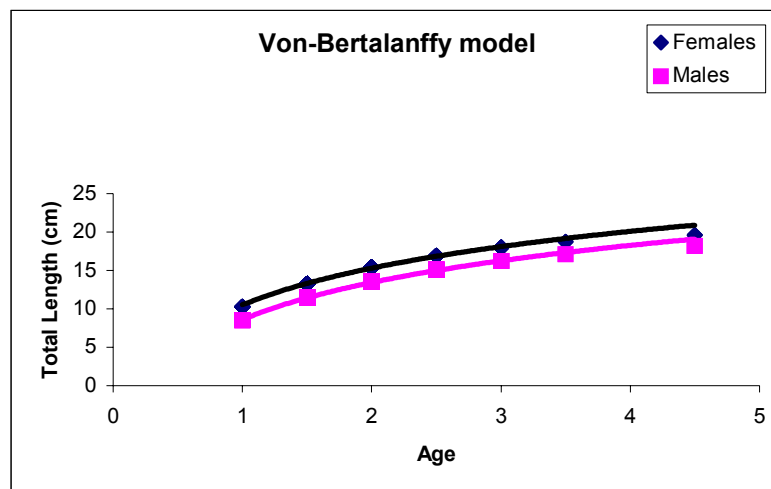
Παρατηρείται και στα δύο γραφήματα, ότι τα δεδομένα κατανέμονται σύμφωνα με τον τύπο της καμπύλης για το μήκος του Von – Bertalanffy. Θα πρέπει όμως να γίνει προσαρμογή του μοντέλου στα δεδομένα για πιο σωστή εκτίμηση των παραμέτρων ανάπτυξης που είναι το ασυμπτωτικό μήκος L_{∞} και ο συντελεστής ανάπτυξης ή καμπυλότητας k . Έτσι στα θηλυκά άτομα δόθηκαν αρχικές τιμές L_{∞} (20 cm) [Εικ.19] και k (0.43) [Καλαγκιά και Κάρλου-Ρήγα, 2003]. Το αποτέλεσμα της μη γραμμικής παλινδρόμησης για τα θηλυκά έδωσε $L_{\infty} = 20.48$ cm και $k = 0.70$. Για τα αρσενικά άτομα δόθηκαν αρχικές τιμές L_{∞} (18 cm) [Εικ.20] και k (0.41) [Καλαγκιά και Κάρλου-Ρήγα., 2003] και το αποτέλεσμα της παλινδρόμησης ήταν $L_{\infty} = 19.51$ cm , $k = 0.60$. Για

τα θηλυκά βρέθηκε $t_0 = -0.01$ ενώ για τα αρσενικά -0.04 . Παρακάτω δίνεται ο πίνακας των παραμέτρων που υπολογίστηκαν με τις αντίστοιχες τιμές των σφαλμάτων (Πιν.13).

Φύλο	L_{inf} (cm)	Std.Error	k	Std.Error	t_0	Std.Error
Θηλυκά	20.48	0.25	0.70	0.17	-0.01	0.008
Αρσενικά	19.51	0.45	0.60	0.03	-0.04	0.012

Πιν.13 : Πίνακας παραμέτρων της εξίσωσης Von –Bertalanffy και για τα δύο φύλα κουτσομούρας με τις τιμές των τοπικών σφαλμάτων.

Αντικαθιστώντας τις παραμέτρους στην εξίσωση φαίνεται καλύτερα γραφικά η αύξηση του μήκους σε σχέση με την ηλικία καθώς και η διαφορά αύξησης ανάμεσα στα δύο φύλα (Εικ.21).

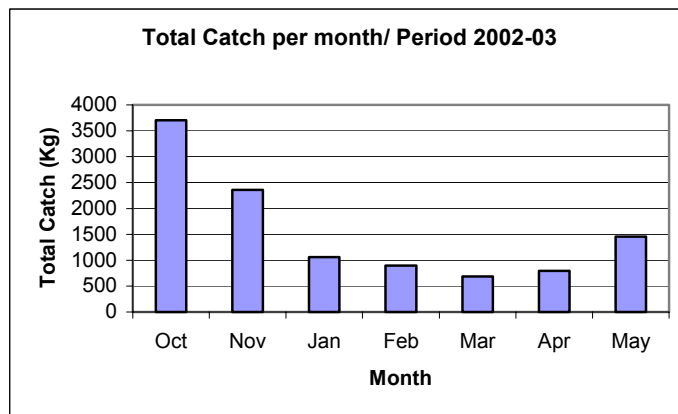


Εικ.21 : Γραφική παράσταση του μοντέλου Von-Bertalanffy και για τα δύο φύλα κουτσομούρας

3.6. Εκτίμηση θνησιμότητας

Οι παραγωγές ενός επαγγελματικού σκάφους που αλιεύει στο ίδιο αλιευτικό πεδίο κουτσομούρα, τα έτη 2002-2004 χρησιμοποιήθηκαν, με τις προϋποθέσεις που αναφέρονται στη Μεθοδολογία, ως ανάλογες της σχετικής αφθονίας του πληθυσμού στην περιοχή Μυτιλήνης. Στην πρώτη αλιευτική περίοδο, 2002-2003, η εξέλιξη της παραγωγής παριστάνεται στην Εικόνα 22.

A)



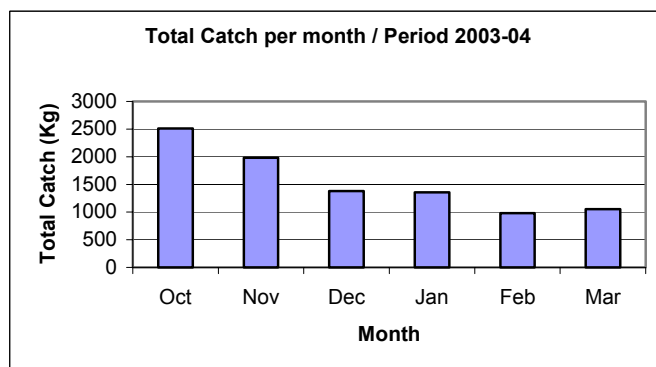
B)

Μήνας	Παραγωγή(Kg)
Οκτώβριος	3705
Νοέμβριος	2359
Ιανουάριος	1056
Φεβρουάριος	896
Μάρτιος	683
Απρίλιος	795
Μάιος	1456

Εικ.22 : A) Εξέλιξη παραγωγής κουτσομούρας σε βάρος (Kg) ανά μήνα στη περίοδο 2002-03, B) Πίνακας με τους μήνες και τις παραγωγές.

Αντίστοιχα για την αλιευτική περίοδο 2003-2004 δίνεται το γράφημα και ο πίνακας παραγωγής (Εικ.23).

A)



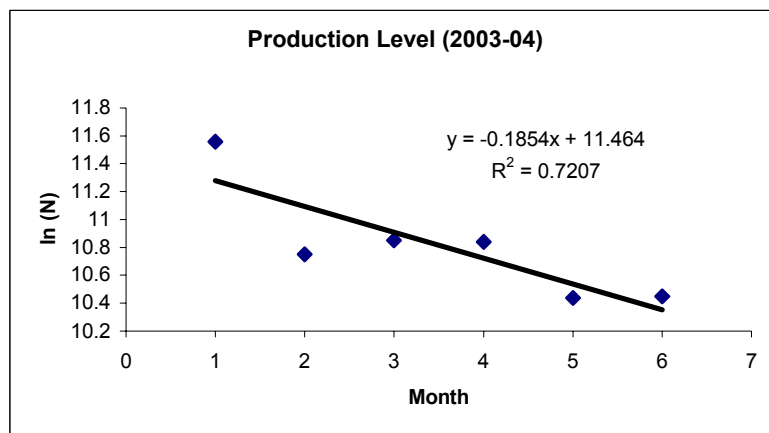
B)

Μήνας	Παραγωγή(Kg)
Οκτώβριος	2508
Νοέμβριος	1979
Δεκέμβριος	1380
Ιανουάριος	1356
Φεβρουάριος	981
Μάρτιος	1053

Εικ.23: A) Εξέλιξη παραγωγής κουτσομούρας σε βάρος (Kg) ανά μήνα στη περίοδο 2003-04, B) Πίνακας με τους μήνες και τις παραγωγές.

Και στις δύο χρονικές περιόδους δραστηριοποίησης της αλιείας από μηχανότρατα, παρατηρείται μια μείωση της παραγωγής προς την περίοδο της άνοιξης. Αυτό οφείλεται στη σταδιακή μείωση της αφθονίας κάθε ηλικιακής κλάσης από μήνα σε μήνα. Εάν η φυσική και αλιευτική θνησιμότητα θεωρηθούν σταθερές στο χρονικό διάστημα 2002-04, η αλιευτική προσπάθεια σταθερή, καθώς επίσης και η αφθονία ατόμων (N) ανάλογη του αλιεύματος ανά μονάδα αλιευτικής προσπάθειας (CPUE), τότε η εκθετική Σχέση 4 μπορεί να εκφραστεί και με τα αλιεύματα (Catch) ανά ηλικιακή κλάση $C_t = C_0 e^{-zt}$. Για τη γραμμική έκφραση της πτώσης (Σχέση 6), λογαριθμίζονται οι αριθμοί ατόμων (N) κάθε παραγωγής και αναπαρίστανται στα πιο κάτω γραφήματα με εκτίμηση της εξίσωσης της οποίας η κλίση είναι ο στιγμιαίος ρυθμός θνησιμότητας (Εικ.24 & 25). Σημειώνεται ότι για την περίοδο 2002-03 που δεν υπήρχαν δείγματα, ο αριθμός των ατόμων κάθε παραγωγής (N) υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας το μέσο βάρος των ατόμων που αντιστοιχούν στα δείγματα της περιόδου 2003-04.

A)

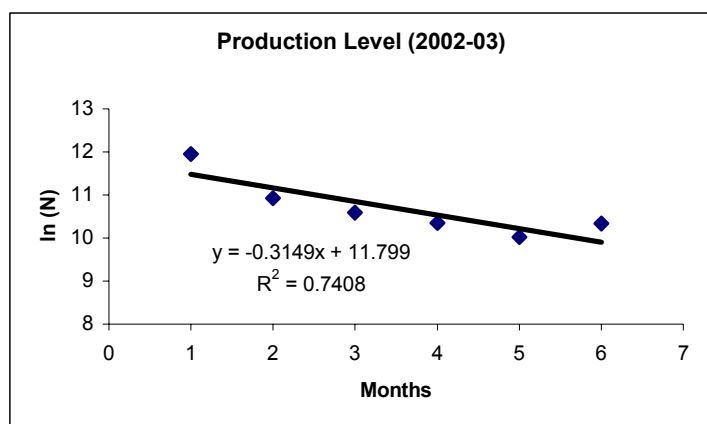


B)

Μήνας 2003-2004	Μέσο βάρος(g)	Αριθμός ln(N)
Oct-1	24	11.56
Nov-2	42.35	10.75
Dec-3	26.75	10.85
Jan-4	26.58	10.84
Feb-5	28.55	10.44
Mar-6	30.5	10.45

Εικ.24 : A) Λογαριθμική μορφή της πτώσης παραγωγής κουτσομούρας ανά μήνα (Οκτώβριο-Μάρτιο) στην περίοδο 2003-04, B) Πίνακας με το μέσο βάρος ατόμων και τον αριθμό ατόμων στο δείγμα.

A)



B)

Μήνας 2002-2003	Μέσο βάρος(g)	Αριθμός ln(N)
Oct-1	24	11.95
Nov-2	42.35	10.93
Jan-3	26.58	10.59
Feb-4	28.55	10.35
Mar-5	30.5	10.02
May-6	47.28	10.34

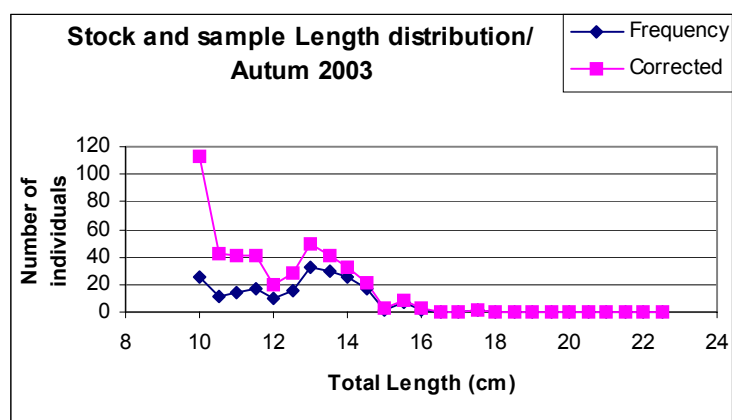
Εικ.25 : Α) Λογαριθμική μορφή της πτώσης παραγωγής κουτσομούρας ανά μήνα (Οκτώβριο-Μάιο) στην περίοδο 2002-03, Β) Πίνακας με το μέσο βάρος ατόμου και τον αριθμό ατόμων στο δείγμα.

Η εξίσωση στο γράφημα για την περίοδο 2003-04 (Εικ.24), δείχνει την κλίση της ευθείας που είναι -0.185 και δίνει τον στιγμιαίο ρυθμό θνησιμότητας. Η ποσοστιαία θνησιμότητα βρέθηκε να είναι 17% για την περίοδο αυτή. Το ποσοστό αυτό εκφράζεται ως 17% μείωση της παραγωγής ανά μήνα στην συγκεκριμένη περίοδο. Η εξίσωση στο γράφημα για την περίοδο 2002-03 (Εικ.25), δείχνει την κλίση να είναι -0.315 , μια τιμή που αυξάνει την ποσοστιαία θνησιμότητα στο 27%.

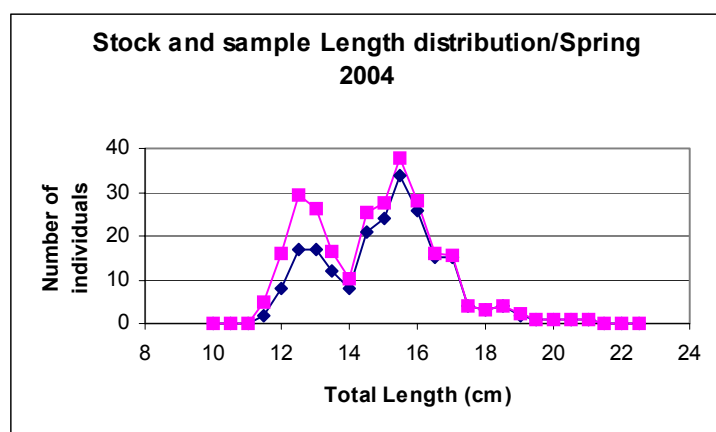
Η παραπάνω εκτίμηση της θνησιμότητας, επειδή βασίστηκε σε μεικτά δεδομένα παραγωγής και στηρίχτηκε σε πολλές προϋποθέσεις, δεν πρέπει να θεωρηθεί ακριβής.

Με βάση τις μετρήσεις που έγιναν στην παρούσα εργασία θα επιχειρηθεί ο υπολογισμός της ολικής θνησιμότητας για κάθε ηλικιακή κλάση ξεχωριστά.

Οι ηλικιακές κλάσεις ξεχώρισαν στα γραφήματα κατανομής μηκών σε αριθμό ατόμων στο απόθεμα, χρησιμοποιώντας τη πιθανότητα σύλληψης $P(L)$. Τα μήκη που χρησιμοποιήθηκαν ήταν του φθινοπώρου 2003 (Οκτώμβριος-Νοέμβριος) και της άνοιξης 2004 (Απρίλιος-Μάιος) όπου ξεχώρισαν και οι ηλικιακές κλάσεις. Παρακάτω δίνονται τα γραφήματα συχνότητας μηκών στο δείγμα και στο απόθεμα (Εικ.26 & Εικ.27).



Εικ.26 : Γράφημα παράστασης συχνοτήτων μηκών κουτσομούρας φθινοπώρου 2003 σε αριθμό ατόμων στο δείγμα (μαύρο) και στο απόθεμα (ρόζ).



Εικ.27 : Γράφημα παράστασης συχνοτήτων μηκών κουτσομούρας άνοιξης 2004 σε αριθμό ατόμων στο δείγμα (μαύρο) και στο απόθεμα (ρόζ).

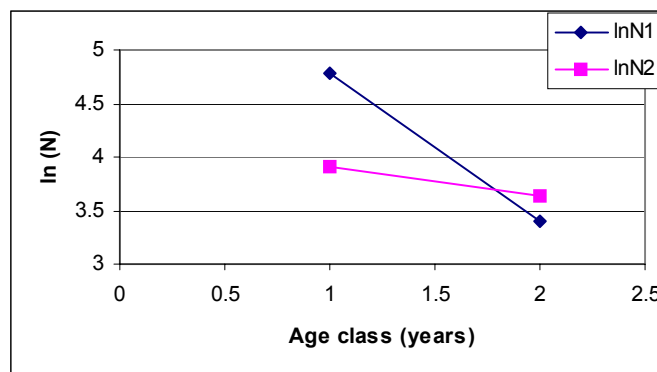
Αυτό που παρατηρείται στα δύο παραπάνω γραφήματα κατανομών είναι κάποιες κορυφές όπου σύμφωνα με τη σχέση μήκους και ηλικίας που έχει βρεθεί για την εκτίμηση της αύξησης μήκους, είναι ηλικιακές κλάσεις. Στο γράφημα (Εικ.26) φαίνονται καθαρά δύο ηλικιακές κλάσεις των 0+ και 1+ με τα μέσα μήκη τους να είναι 10cm και 13cm αντίστοιχα. Στο γράφημα της άνοιξης (Εικ.27) μετατοπίζονται οι κορυφές που παρουσιάστηκαν το φθινόπωρο σε μεγαλύτερα μέσα μήκη 13cm και 16cm

κάτι που δηλώνει την αύξηση των ατόμων των δυο ηλικιακών κλάσεων. Τα άτομα δηλαδή του φθινοπώρου με 0+ και 1+ ηλικία εμφανίζονται την άνοιξη με ηλικία 1+ και 2+ αντίστοιχα. Το σημαντικότερο που παρατηρείται όμως σε αυτά τα γραφήματα είναι η πτώση της αφθονίας ατόμων μιας ηλικιακής κλάσης από το φθινόπωρο στην άνοιξη, κάτι που επιτρέπει την εκτίμηση της θνησιμότητας σύμφωνα με την Σχέση 4. Για την εκτίμηση χρησιμοποιούνται οι διορθωμένες αφθονίες στο απόθεμα. Έτσι καταγράφονται οι αφθονίες των ηλικιακών κλάσεων που εμφανίζουν μέγιστα. Παρακάτω δίνεται πίνακας με τις ηλικιακές κλάσεις, τις αφθονίες και τις λογαριθμικές αφθονίες προκειμένου να παρασταθούν οι εξελίξεις για την εκτίμηση της θνησιμότητας (Πιν.14).

Class	Age	Number (N)	Ln N
I	0+ (autum)	120	4.787492
I	1+ (spring)	30	3.401197
II	1+ (autum)	50	3.912023
II	2+ (spring)	38	3.637586

Πιν.14 : Πίνακας ηλικιακών κλάσεων και ηλικιών κουτσομούρας με τις αφθονίες τους στο απόθεμα

Στον πίνακα (Πιν.14) φαίνεται η πτώση των αφθονιών των ηλικιακών κλάσεων στη διάρκεια της άνοιξης. Γραφικά οι πτώσεις των αφθονιών των ηλικιακών κλάσεων 1 (0+ - 1+) και 2 (1+ - 2+) στην εξάμηνη περίοδο 2003-04 φαίνονται στο πιο κάτω γράφημα (Εικ.28).



Εικ. 28 : Γραμμική πτώση της αφθονίας ηλικιακών κλάσεων 1(μαύρο) και 2(ρόζ)

Οι κλίσεις των ευθειών έδωσαν τιμές ολικής θνησιμότητας $z_1 = -1.39$ για την ηλικιακή κλάση 1 (0+ - 1+) και $z_2 = -0.27$ για την ηλικιακή κλάση 2 (1+ - 2+). Οι ποσοστιαίες θνησιμότητες υπολογίστηκαν 75% για την ηλικιακή κλάση 1 (0+ - 1+) και 24% για την ηλικιακή κλάση 2 (1+ - 2+).

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι συντελεστές συσχέτισης (r) που υπολογίστηκαν για τις σχέσεις μήκους – βάρους

$$W = aL^b$$

της κουτσομούρας, ήταν αρκετά υψηλοί (>0.9), καθιστώντας κατάλληλη τη σχέση για την περιγραφή της κατά βάρος αύξησης από μετρήσεις μηκών παρά την αλλομετρική τάση αύξησης που παρουσιάστηκε στο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα της περιόδου δειγματοληψίας.

Η δοκιμασία ανάλυσης της διακύμανσης (ANOVA) δεν έδειξε διαφορά στις τιμές της παραμέτρου b ανάμεσα στα δύο φύλα και στις εποχές. Επομένως δεν μπορεί να γίνει κάποιος ισχυρισμός για μείωση του ρυθμού αύξησης του βάρους κατά τη διάρκεια του χειμώνα ή για αύξηση στη διάρκεια της άνοιξης όπως θα αναμενόταν να παρατηρηθεί. Πιθανόν σε ένα μεγαλύτερο δείγμα, οι διαφορές στις τιμές της παραμέτρου b να ήταν στατιστικά σημαντικές.

Σημειώνεται ότι για τα αρσενικά άτομα του μήνα Μαΐου 2004 δεν έχει υπολογισθεί σχέση μήκους-βάρους για το λόγο ότι υπήρξαν μόνο 7 άτομα στο δείγμα.

Η εμφάνιση νεαρών ατόμων στη διάρκεια του φθινοπώρου είναι κάτι που φαίνεται στο Ιστόγραμμα Α κατανομής μηκών (Εικ. 7). Όπως φαίνεται, κατά την εποχή αυτή λαμβάνει χώρα η είσοδος των νεαρών ατόμων στο αλίευμα της μηχανότρατας. Το φαινόμενο αυτό γνωστό ως είσοδος των νεαρών ατόμων στο απόθεμα (recruitment) αποτελεί μαζί με την ωτοκία τις σημαντικότερες φάσεις του αναπαραγωγικού κύκλου. Η αύξηση του μέσου μήκους για όλα τα άτομα από το φθινόπωρο που έχει τιμή 13.8 cm στην άνοιξη με 14.9 ~15cm, δείχνει μάλλον την αύξηση του είδους κατά τη διάρκεια του έτους μετά το φαινόμενο της στρατολόγησης που πραγματοποιείται στις αρχές του φθινοπώρου. Στο Ιστόγραμμα Α (Εικ.7), παρατηρείται ότι στο φθινόπωρο υπάρχει ένα μεγάλο εύρος μηκών κάτι που επιτρέπει και τη μελέτη της ηλικιακής σύνθεσης σε σχέση με το μήκος. Με βάση τη περιγραφή της αύξησης μήκους σε σχέση με την ηλικία όπως

προέκυψε από την προσαρμογή του μοντέλου Von – Bertalanffy (Εικ.21), βρέθηκαν οι ηλικιακές κλάσεις (0+, 1+, 2+ και 3+) που η κάθε μία περιλάμβανε κάποιο εύρος μηκών τα οποία είναι 8-12cm, 13-15cm, 15.5-17cm και 17.5-19cm αντίστοιχα.

Η κατανομή μηκών στο χειμώνα, δείχνει περιορισμένο το εύρος μηκών και η κανονικότητα που παρίσταται δεν επιτρέπει την ασφαλή καταγραφή των ηλικιακών κλάσεων όπως έγινε στο φθινόπωρο (Ιστόγραμμα Β, Εικ.7). Την άνοιξη το εύρος των μηκών παρουσιάζεται αυξημένο και πάλι, με τα μικρά μήκη να απουσιάζουν και συγκεκριμένα το εύρος 8-12cm που αντιστοιχεί στην ηλικιακή κλάση 0+. Οι άλλες τρεις κλάσεις όμως έχουν καταγραφεί οι οποίες και ξεχωρίζουν σύμφωνα με το εύρος μηκών που παρουσίασαν στη κατανομή του φθινοπώρου (Ιστόγραμμα Γ, Εικ.7). Βέβαια στη διάρκεια του χειμώνα όπως προκύπτει από τα βασικά στατιστικά στοιχεία, φαίνεται ότι υπάρχει μια πτώση του μέσου μήκους (Πίν.5). Αυτό πιθανό να οφείλεται στη μείωση του ρυθμού αύξησης ή στην έλλειψη μεγάλων μηκών. Η δοκιμή t για ανεξάρτητα δείγματα έδειξε διαφορά στα μέσα μήκη μεταξύ αρσενικών και θηλυκών ατόμων στην περίοδο της άνοιξης με τα θηλυκά να έχουν 15.5cm ενώ τα αρσενικά 13.2cm (Πίν.8). Η διαφορά αυτή μπορεί να σχετίζεται με την αναλογία που εμφανίζουν τα δύο φύλα στην εποχή της άνοιξης όπου παρουσιάζεται μια ισχυρή κυριαρχία των θηλυκών με 74.3% έναντι των αρσενικών με 25.7% (Εικ.15(γ)). Τα περισσότερα θηλυκά στην εποχή αυτή και συγκεκριμένα όλα τα θηλυκά του Μαΐου που υπήρξαν το 94% ατόμων στο δείγμα, ήταν περισσότερο ώριμα από τα αρσενικά, γεγονός που εξηγεί το αυξημένο μέσο μήκος των θηλυκών και το μειωμένο μέσο μήκος των αρσενικών. Ο έλεγχος για διαφορά στατιστικής σημαντικότητας μεταξύ κατανομών μήκους που έγινε με το διπλό Kolmogorov-Smirnov test, αποκάλυψε ότι τα θηλυκά άτομα που συγκεντρώνουν τις συχνότητες τους σε μεγαλύτερα μήκη έχουν μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης από ότι τα αρσενικά που συγκεντρώνουν τις συχνότητες τους σε μικρότερα μήκη (Εικ.11B). Επίσης με την ίδια δοκιμή φάνηκε η εαρινή περίοδος να συγκεντρώνει μεγαλύτερα μήκη κουτσομούρας από ότι η χειμερινή (Εικ.12B). Στις δύο αυτές περιόδους μπορούν να δοθούν κάποιες πιθανές εξηγήσεις της διαφοράς στις κατανομές που υπάρχει. Η πιο πιθανή εξήγηση για τη διαφορά που υπήρξε στις δύο περιόδους είναι η εμφάνιση των γεννητόρων (ώριμων ατόμων) στην εαρινή περίοδο για να ξεκινήσει η αναπαραγωγική διαδικασία κάτι που συνηθίζεται την εποχή αυτή από την αρχή της άνοιξης και στο

βάθος (47-58 m) που πραγματοποιούνταν οι σύρσεις, μιας και η αναπαραγωγή της κουτσομούρας πραγματοποιείται σε μικρά βάθη (10-55 m) [Παπαναστασίου, 1976]. Άλλη πιθανή εξήγηση είναι η σχέση της αύξησης του ατόμου με το επίπεδο της πρωτογενούς παραγωγικότητας στο θαλάσσιο περιβάλλον που αλλάζει με την εποχή. Η εαρινή περίοδος που χαρακτηρίζεται από ψηλότερες θερμοκρασίες, αυξάνει τον μεταβολισμό των ψαριών και στη συνέχεια τον ρυθμό αύξησης με την προϋπόθεση ότι υπάρχει επάρκεια τροφής στη θάλασσα. Είναι γνωστό όμως ότι στις εαρινές περιόδους αυξάνεται η πρωτογενής παραγωγή και στη συνέχεια η δευτερογενής παραγωγή. Επομένως η διαθεσιμότητα σε τροφή την εαρινή περίοδο είναι αυτή που οδηγεί τα άτομα σε ταχύτερο ρυθμό αύξησης.

Τα αποτελέσματα υπολογισμού μήκους ωριμότητας και για τα δύο φύλα (Πίν.11) δείχνουν να είναι μεγαλύτερα από εκείνα που αναφέρονται από τους Vasilopoulou & Papaconstantinou (1992) όπου το μήκος ωριμότητας Lm για τα θηλυκά είναι 11.11cm ενώ για τα αρσενικά 10.57cm. Τα αποτελέσματα αυτά βρέθηκαν για την θαλάσσια περιοχή των Κυκλάδων. Επομένως η διαφορά μπορεί να οφείλεται στις διαφορετικές περιοχές μελέτης. Είναι γνωστό ότι η θαλάσσια περιοχή των Κυκλάδων και γενικά το νότιο Αιγαίο χαρακτηρίζεται περισσότερο ολιγοτροφικό από το Βόρειο Αιγαίο στο οποίο εντάσσεται και η θαλάσσια περιοχή της νοτιοανατολικής Λέσβου. Ο ολιγοτροφισμός έχει ως επίπτωση στους οργανισμούς τον αργό ρυθμό αύξησης ενώ ένα πιο εύτροφο περιβάλλον όπως είναι το Στενό της Μυτιλήνης και γενικά το Βόρειο Αιγαίο ευνοεί ένα ταχύτερο ρυθμό αύξησης. Πιθανόν για αυτό τα μήκη ωριμότητας των δύο περιοχών διαφέρουν κατά 4 cm που είναι μια αρκετά σημαντική διαφορά. Το μήκος ωριμότητας για τα θηλυκά υπολογίστηκε με μικρό σφάλμα ενώ για τα αρσενικά παρουσιάστηκε με αρκετά μεγαλύτερο. Αυτό προφανώς οφείλεται στην απουσία μεγάλων μηκών από τα αρσενικά με αποτέλεσμα η προσαρμογή να μην ήταν τόσο ακριβής.

Η εξέλιξη του γοναδοσωματικού δείκτη για τα δύο φύλα έδειξε μια σταδιακή και ομαλή ωρίμανση για τα αρσενικά προς την περίοδο του καλοκαιριού σε αντίθεση με τα θηλυκά που εμφάνισαν απότομη άνοδο στην περίοδο της άνοιξης (Εικ.14). Παρόλα αυτά η ωρίμανση των δύο φύλων φαίνεται να είναι παράλληλη. Η έλλειψη όμως δεδομένων από το καλοκαίρι που είναι απαγορευμένη περίοδος αλιείας από μηχανότρατες βυθού, δεν επέτρεψε την παρατήρηση της φάσης ωοτοκίας και στα δύο φύλα. Ωστόσο η απουσία

ατόμων με γεννητική ωριμότητα στη διάρκεια του φθινοπώρου, υποδηλώνει ότι η φάση της ωοτοκίας πραγματοποιείται στη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών κλείνοντας έτσι και τον κύκλο της αναπαραγωγικής διαδικασίας όπως ορίζει η βιβλιογραφία για το είδος (Παπαναστασίου, 1976). Συγκεκριμένες μελέτες έχουν αποδείξει ότι η ωοτοκία λαμβάνει χώρα από αρχές Μαΐου, όπως άλλωστε φάνηκε και στην παρούσα μελέτη, μέχρι τα μέσα Ιουλίου με το μέγιστο να εμφανίζεται στη διάρκεια του Ιουνίου (Wirszubski et al. 1953, Haidar et al.1970, Vassilopoulou & Papaconstantinou 1992, Machias & Labropoulou 2002, Florentino et al.1996).

Το μέσο μήκος κατά την πρώτη του σύλληψη L_c βρέθηκε σύμφωνα με τις μετρήσεις μηκών και υπολογισμού των περιμέτρων μέγιστης διατομής του σώματος να είναι 12cm, διαφορετικό από τους Kınacıgil et al, 2001 που υπολογίστηκε 12.98 ~ 13 cm μιας και χρησιμοποιήθηκε διαφορετικό άνοιγμα ματιού του δικτύου. Άρα όσο αυξάνεται το άνοιγμα του ματιού του δικτύου η πιθανότητα συλληπτικότητας 50% μετατοπίζεται σε μεγαλύτερα μήκη. Αυτό που παρατηρείται στο ιστόγραμμα συχνότητας μηκών, είναι ότι οι διορθωμένες αφθονίες, (εκτιμήσεις της σχετικής αφθονίας του αποθέματος), παρουσιάζουν τα μεγάλα μήκη (>16cm) να ισοβαθμούν με τα μήκη που υπάρχουν στο δείγμα, γεγονός που δηλώνει ότι τα μεγάλα άτομα στο απόθεμα δεν είχαν δυνατότητα διαφυγής από το σάκο του δικτύου με αποτέλεσμα την ολική αλίευση τους. Αντίθετα τα μικρότερα μήκη παρουσιάζονται περισσότερα και με μεγαλύτερη δυνατότητα διαφυγής σύμφωνα με τη διαφορά των δύο γραμμών στο γράφημα (Εικ.18) .

Τα αποτελέσματα της προσαρμογής του μοντέλου Von – Bertalanffy στα δεδομένα, δείχνουν ότι τα θηλυκά άτομα αποκτούν μεγαλύτερο ασυμπτωτικό μήκος (L_∞) από ότι τα αρσενικά (Πίν.13). Ο μεγαλύτερος ρυθμός αύξησης των θηλυκών της κουτσομούρας αναφέρεται και από άλλους ερευνητές (Bougis 1952, Gottlieb 1956, Haidar 1970, Charbi & Ktari 1981, Papaconstantinou et al. 1981, Livadas 1989, Tursi et al. 1994, Καλαγκιά και Κάρλου-Ρήγα. 2003). Εξάλλου ο μεγαλύτερος ρυθμός αύξησης των θηλυκών έναντι των αρσενικών ατόμων έχει διαπιστωθεί και στην κατά μήκος σύνθεση. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο προσδιορισμός του μέγιστου μήκους της κουτσομούρας σε μια θαλάσσια περιοχή και για μια συγκεκριμένη περίοδο δεν ισχύει για όλες τις θαλάσσιες περιοχές και για όλες τις χρονικές περιόδους. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες, η δομή του οικοσυστήματος, η τροφή, ο βαθμός ρύπανσης και ο βαθμός της αλιευτικής πίεσης είναι

πέντε σημαντικοί και πιθανοί παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση της κουτσομούρας και κάθε θαλάσσιου οργανισμού από χρόνο σε χρόνο και από περιοχή σε περιοχή. Συγκεκριμένα αναφέρεται το παράδειγμα αποτελεσμάτων από Καλαγκιά και Κάρλου-Ρήγα (2003), όπου την χρονική περίοδο 1992-93 τα θηλυκά και αρσενικά άτομα κουτσομούρας παρουσίασαν ασυμπτωτικό μήκος (L_{∞}) 24.29cm και 21.88cm αντίστοιχα, ενώ τη χρονική περίοδο 1998-99 εμφάνισαν 21.78cm και 20.13cm αντίστοιχα στην ίδια περιοχή μελέτης. Εμφανής είναι η πτώση ιδιαίτερα στα θηλυκά άτομα κάτι που δηλώνει την μείωση του ρυθμού αύξησης. Η μείωση αυτή υποδηλώνει σύμφωνα με τους Καλαγκιά και Κάρλου-Ρήγα. (2003) και Karlou-Riga & Vrantzas (2001), την άσκηση μεγαλύτερης αλιευτικής πίεσης για το συγκεκριμένο είδος στην περιοχή μελέτης του αποθέματος που ήταν ο Σαρωνικός κόλπος. Κάτι ανάλογο θα μπορούσε να διαπιστωθεί και στη θαλάσσια περιοχή της νοτιοανατολικής Λέσβου, αλλά η απουσία αποτελεσμάτων προσδιορισμού παραμέτρων αύξησης από προηγούμενες χρονικές περιόδους δεν επιτρέπει μια παρόμοια εκτίμηση.

Στη καμπύλη παραγωγής κουτσομούρας ανά μήνα της περιόδου 2003-04, λείπουν οι παραγωγές Απριλίου και Μαΐου παρακολουθώντας έτσι μια σταδιακή πτώση της παραγωγής στη διάρκεια της περιόδου (Εικ.22). Η καμπύλη παραγωγής όμως κουτσομούρας τη προηγούμενη χρονική περίοδο 2002-03 έδειξε μια σταδιακή πτώση της παραγωγής μέχρι τον Μάρτιο και έπειτα ακολούθησε μια σταδιακή αύξηση στους μήνες Απρίλιο και Μάιο (Εικ.23). Η απαγόρευση της αλιείας από μηχανότρατες βυθού στην καλοκαιρινή περίοδο δεν επέτρεψε την παρακολούθηση της εξέλιξης της παραγωγής μέχρι το τέλος του έτους. Ωστόσο μπορεί να γίνει κάποια υπόθεση συνδυάζοντας την και πάλι με τον αναπαραγωγικό κύκλο του είδους. Όπως φαίνεται από την καμπύλη παραγωγής (Εικ.23), ξεκινά τον Μάιο μια φανερή άνοδος της παραγωγής η οποία προφανώς θα συνέχιζε σταδιακά και στους καλοκαιρινούς μήνες με το μέγιστο της παραγωγής να εμφανίζεται τον Οκτώβριο ή και τον Σεπτέμβριο. Η άνοδος της παραγωγής τον Μάιο προφανώς θα οφείλεται στην εμφάνιση των γεννητόρων για να ξεκινήσουν την αναπαραγωγική διαδικασία, η οποία σύμφωνα με τα αποτελέσματα της εξέλιξης του γοναδοσωματικού δείκτη ολοκληρώνεται κατά τους καλοκαιρινούς μήνες με την ωοτοκία να λαμβάνει χώρα τον Ιούνιο. Τον Οκτώβριο που ξεκινά η αλιεία από την μηχανότρατα παρουσιάζεται το μέγιστο της παραγωγής που πιθανόν να οφείλεται

στην αύξηση της βιομάζας από την είσοδο των νεαρών ατόμων (8-11cm) στο απόθεμα αλλά και την προσωρινή παραμονή των γεννητόρων (>15cm) που έχουν ήδη ωοτοκήσει μιας και οι γονάδες τον μήνα αυτό, τουλάχιστον για την περίοδο 2003-04, ήτανε κενές. Το Χειμώνα αρχίζει μια πτώση της παραγωγής, που οφείλεται πιθανόν, τόσο στην αλιευτική δραστηριότητα, όσο και στην επιστροφή των μεν γεννητόρων σε βαθύτερα νερά, των δε νεαρών ατόμων σε ρηχότερα. Αυτό φάνηκε και στα αποτελέσματα της εποχικής κατά μήκους σύνθεσης στο σύνολο των ατόμων όπου στην εποχή του χειμώνα πέφτει η τιμή του μέσου μήκους ενώ αυξάνεται απότομα την άνοιξη εξαιτίας της επανεμφάνισης των γεννητόρων. Οι μετακινήσεις αυτές έρχονται να δικαιολογήσουν τη μορφή των εποχικών κατανομών μήκους (Εικ.7). Στο φθινόπωρο η είσοδος των νεαρών ατόμων στο απόθεμα και η προσωρινή παραμονή των μεγάλων μεγεθών αυξάνουν το εύρος στην κατανομή με αποτέλεσμα να ξεχωρίζουν οι ηλικιακές κλάσεις 0+, 1+, 2+ και 3+. Το εύρος περιορίζεται το χειμώνα μιας και τα μικρά μεγέθη (<11cm) φαίνεται να μεταναστεύουν σε ρηχότερα νερά για αναζήτηση τροφής, ενώ τα μεγάλα μεγέθη (>16cm) μεταναστεύουν σε βαθύτερα νερά για μείωση του ρυθμού μεταβολισμού τους. Κατά την άνοιξη το εύρος των μηκών αυξάνει και πάλι με τις ηλικιακές κλάσεις 1+, 2+ και 3+. Η απουσία της κλάσης 0+ πιθανώς να δηλώνει την αύξηση των μηκών που παρουσιάστηκαν το φθινόπωρο και συνεπώς την ένταξη τους στην κατά μία ηλικιακή τάξη μεγαλύτερη που είναι η 1+ . Το ίδιο μπορεί να συνέβη και με τις κλάσεις 1+ και 2+ του φθινοπώρου οι οποίες την άνοιξη εντάσσονται στις 2+ και 3+ κλάσεις αντίστοιχα. Η φανερή εναπόθεση των θολών ζωνών στους ωτόλιθους κουτσομούρας της άνοιξης είναι σημαντικό στοιχείο που δικαιολογεί την αύξηση. Η εξήγηση της μετανάστευσης των μεγαλύτερων ατόμων είναι βάσιμη μιας και υπάρχει ένας γενικός κανόνας για τα μεγέθη πολλών εμπορικών ειδών να παρουσιάζονται αυξημένα με το βάθος. Η μετανάστευση των ώριμων ατόμων σε μεγαλύτερα βάθη, προφανώς οφείλεται στην εξασφάλιση ενός χαμηλότερου ρυθμού μεταβολισμού σε χαμηλότερες θερμοκρασίες αυξάνοντας έτσι και τη διάρκεια ζωής τους (Macpherson & Duarte, 1991). Πάντως η κουτσομούρα είναι ένα από τα είδη που δείχνουν θετική σχέση του μήκους τους με το βάθος μιας και τα νεαρά άτομα εμφανίζουν μεγαλύτερη πυκνότητα στο πληθυσμό σε μικρότερα βάθη σε αντίθεση με τα μεγαλύτερα και ώριμα άτομα που εμφανίζουν μια πιο ευρεία βαθυμετρική εξάπλωση (Machias & Labropoulou et al. 2001).

Παρατηρώντας τις καμπύλες και τους πίνακες παραγωγής των δύο χρονικών περιόδων (Εικ.22 και Εικ.23), φαίνεται ότι η διαφορά πτώσης από μήνα σε μήνα είναι μεγαλύτερη την περίοδο 2002-03 με ποσοστό 27% ενώ είναι μικρότερη την επόμενη περίοδο 2003-04 με ποσοστό 17% μείωση της παραγωγής. Η διαφορά αυτή μπορεί να σχετίζεται με το βαθμό της αλιευτικής προσπάθειας, με διαφορές στη φυσική θνησιμότητα ή με την ίδια τη δειγματοληψία. Οι παραγωγές εκφρασμένες σε αριθμό ατόμων δεν δείχνουν σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δυο αλιευτικές περιόδους.

Η μελέτη της θνησιμότητας ανά ηλικιακή κλάση, παρακολουθώντας τις διορθωμένες αφθονίες στο απόθεμα, έδωσε σημαντική πληροφορία για την ευαισθησία που δείχνει μια ηλικιακή κλάση στην αλιευτική πίεση. Η ηλικιακή κλάση 1 (0+ - 1+) εμφάνισε πολύ μεγάλο ποσοστό ολικής θνησιμότητας (75%) κάτι που μαρτυρεί την ευαισθησία της κλάσης αυτής τόσο στις περιβαλλοντικές συνθήκες όσο και στην αλιευτική πίεση. Για αυτό και θα εμφανίζει αυξημένη τόσο τη φυσική όσο και την αλιευτική της θνησιμότητα μιας και το άθροισμα αυτών των δύο δίνουν την ολική θνησιμότητα. Αντίθετα η μεγαλύτερη ηλικιακή κλάση 2 (1+ - 2+) εμφάνισε μικρό ποσοστό θνησιμότητας (24%), κάτι που δείχνει την καλύτερη ικανότητα επιβίωσης των μεγαλύτερων ατόμων του πληθυσμού στις αλιευτικές πιέσεις και στις μεταβολές των περιβαλλοντικών παραμέτρων. Επίσης η εξαφάνιση και επανεμφάνιση των μεγαλύτερων ατόμων λόγω της μεταναστευτικής τους ικανότητας που περιγράφηκε παραπάνω, είναι ακόμα ένα στοιχείο που δικαιολογεί το μειωμένο ποσοστό της πτώσης της αφθονίας τους σε σχέση με τα νεαρά άτομα που δεν έχουν μια τέτοια δυνατότητα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η εκτίμηση της θνησιμότητας z από δεδομένα μιας χρονιάς προϋποθέτει κάποιες παράμετροι να είναι σταθερές όπως η είσοδος των νεαρών ατόμων στο απόθεμα (recruitment), η αλιευτική θνησιμότητα, η φυσική θνησιμότητα και ο συντελεστής συλληπτικότητας. Αυτές οι παράμετροι όμως δεν είναι σταθερές με το χρόνο, για αυτό και τα ποσοστά της ολικής θνησιμότητας που υπολογίστηκαν με βάση τον ολικό αριθμό ατόμων κάθε παραγωγής για τις περιόδους 2002-03 και 2003-04, είναι υποθετικά και μεροληπτικά. Όταν όμως είναι γνωστές οι αφθονίες των ατόμων στο απόθεμα καθώς και οι ηλικιακές κλάσεις, τότε είναι δυνατή η εκτίμηση της θνησιμότητας z ανά ηλικιακή κλάση με βάση τη σχέση που δίνει το N_t .

Επομένως συνοπτικά τα δεδομένα της παρούσας εργασίας για τις βασικές παραμέτρους δυναμικής πληθυσμών κουτσομούρας στη θαλάσσια περιοχή της νοτιοανατολικής Λέσβου, φανερώνουν ότι :

- Η κατά βάρος αύξηση της κουτσομούρας ήταν αλλομετρική, οδηγώντας σε άτομα βαρύτερα για το μήκος σώματος τους.
- Τα θηλυκά άτομα παρουσίασαν μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης από τα αρσενικά.
- Η αναλογία των φύλων υπήρξε διαφορετική ανά εποχή.
- Το επικρατέστερο μήκος στο απόθεμα ήταν των 13 cm σύμφωνα με την διορθωμένη κατά μήκος σύνθεση.
- Η αναπαραγωγική περίοδος ξεκίνησε στις αρχές της άνοιξης 2004 και φαίνεται να ολοκληρώνεται στα μέσα του καλοκαιριού 2004.
- Η είσοδος των νεαρών ατόμων στο απόθεμα (recruitment) πραγματοποιήθηκε αρχές φθινοπώρου 2003.
- Τα μήκη του φθινοπώρου 2003 εντάχθηκαν σε ηλικιακή τάξη κατά μια μεγαλύτερη στη διάρκεια της άνοιξης 2004 κάτι που δηλώνει την αύξηση του είδους στη διάρκεια του έτους.
- Οι ποσοστιαίες θνησιμότητες για όλα τα άτομα στις παραγωγές, βρέθηκε να διαφέρουν μεταξύ τους κατά 10% από την περίοδο 2002-03 στην επόμενη 2003-04.
- Τα νεαρά άτομα παρουσιάστηκαν πολύ περισσότερο ευάλωτα στην αλιευτική πίεση παρά τα μεγαλύτερα σύμφωνα με την εκτίμηση της θνησιμότητας ανά ηλικιακή κλάση.
- Τα μέσα μήκη που παρατηρούνται ανά εποχή έχουν να κάνουν με τον ρυθμό αύξησης που επεξηγήθηκε στη κατά μήκος σύνθεση αλλά και με τις μεταναστεύσεις των νεαρών και ώριμων ατόμων .

Εξαιτίας της μικρής χρονικής περιόδου μελέτης, είναι δύσκολο να προκύψουν από τα παραπάνω αποτελέσματα ασφαλή συμπεράσματα για την ορθολογική διαχείριση των αποθεμάτων κουτσομούρας της νοτιοανατολικής θαλάσσιας περιοχής Λέσβου. Για το σκοπό αυτό απαιτείται μελέτη μεγαλύτερης διάρκειας. Ωστόσο η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάλλιστα για εκπόνηση μελετών μεγαλύτερης διάρκειας. Κάποια σημεία όμως από τα αποτελέσματα μπορούν να

τονιστούν προκειμένου να ληφθούν κάποια βασικά διαχειριστικά μέτρα για την διασφάλιση του αποθέματος.

Το πρώτο σημείο αφορά την αναπαραγωγική περίοδο η οποία αφού ξεκινά στις αρχές της άνοιξης, θα πρέπει η αλιευτική προσπάθεια να περιορίζεται την περίοδο αυτή ώστε να αποφεύγεται η αυξημένη σύλληψη των γεννητόρων. Έτσι κατά κάποιο τρόπο διασφαλίζεται σε ένα βαθμό η ωοτοκία που λαμβάνει χώρα τον Ιούνιο και η είσοδος των νεαρών ατόμων στο απόθεμα (recruitment) που πραγματοποιείται στις αρχές φθινοπώρου.

Το δεύτερο σημείο αφορά τα μήκη των ανώριμων ατόμων κουτσομούρας (13, 14 και 15cm) τα οποία φαίνεται να αλιεύονται σύμφωνα με την γραφική παράσταση της πιθανότητας σύλληψης (Εικ.17). Η υπεραλίευση των ανώριμων ατόμων που βρίσκονται σε φάση λίγο πριν την ωρίμανση στη διάρκεια μιας αλιευτικής περιόδου, επηρεάζει αρνητικά την ισορροπία του αναπαραγωγικού κύκλου, μειώνοντας την αφθονία των γεννητόρων, την ωοτοκία και την είσοδο των νεαρών ατόμων στο απόθεμα (recruitment) με τελικό αντίκτυπο τη μείωση του αποθέματος. Για αυτό ίσως θα πρέπει να αποφεύγεται η υπεραλίευση των μηκών αυτών χρησιμοποιώντας δίκτυ μεγαλύτερου ανοίγματος (>40mm), μετατοπίζοντας έτσι το L_c σε μεγαλύτερα μήκη από τα 12cm.

Το τρίτο και τελευταίο σημείο που εντοπίστηκε αφορά το μέγιστο μήκος της σχέσης του Von-Bertalanffy το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν δείκτης της αλιευτικής πίεσης που ασκείται σε μια περιοχή. Μια αυξημένη αλιευτική πίεση σε ένα ιχθυοπληθυσμό μπορεί να αποτρέψει τη φυσιολογική αύξηση του μήκους κάθε ατόμου μη αποκτώντας έτσι το μέγιστο μήκος που θα μπορούσε να φτάσει σε φυσιολογικές συνθήκες. Εάν λοιπόν σε μια περιοχή το μέγιστο μήκος εκτιμηθεί μικρότερο συγκρινόμενο με προηγούμενες χρονικές περιόδους, τότε θα πρέπει να ληφθούν μέτρα μείωσης της αλιευτικής πίεσης προκειμένου να αποφευχθεί κάποια διατάραξη του ρυθμού αύξησης των ατόμων στο απόθεμα. Σύμφωνα με τον Gulland (1978), η απουσία ατόμων μεγαλύτερων ηλικιών υποδηλώνει άσκηση μεγαλύτερης αλιευτικής πίεσης. Για να γίνει όμως ένας τέτοιος ισχυρισμός, θα πρέπει να είναι γνωστά τα διαστήματα εμπιστοσύνης στα οποία θα βρίσκονται τα σημεία της σχέσης μήκους – ηλικίας. Εάν είναι στενά γύρω από τις τιμές τους τότε η σύγκριση μπορεί να πραγματοποιηθεί. Σε περίπτωση όμως που

εμφανίζουν μεγάλο εύρος και υπάρχει αλληλοεπικάλυψη τότε δεν μπορεί γίνει κάποια ασφαλή σύγκριση.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Bougis P. R., 1952. Recherches biometriques sur les rougets (*Mullus barbatus* L., *Mullus surmuletus* L.). *Archives de Zoologie Experimentale et Generale* 89, p. 57-174.

Charbi H. & Ktari M., 1981. Croissance des royget en Tunisie. *Bulletin de l' Institut Nationale Scientifique et Technique d' Oceanographie et de Peche. Salammbô* 8, p. 5-40.

Florentino F., Zamboni A., Rossi M. & G. Relini, 1996. The growth of the Red Mullet (*Mullus barbatus*, L. 1758) during the first years of life in the Ligurian Sea (Mediterranean). *Invest. Pesq.*, p. 65-78.

Froese R. & M. Palomares, 2000. Growth, natural mortality, length-weight relationship, maximum length and length-at-first-maturity of the coelacanth *Latimeria chalumnae*. *Environmental Biology of Fishes*, 2000, p. 45-52.

Gottlieb E., 1956. The age and growth of the red mullet *Mullus barbatus* L. in Israel waters 1953-1955. *Sea Fisheries Research Bulletin* 7, p. 3-20.

Gulland J. A., 1978. Fish Population Dynamics. *John Wiley & Sons*, p. 371.

Gunderson, D. R. 1977. Population biology of Pacific Ocean Perch, *Sebastes alutus*, stocks in the Washington - Queen Charlotte Sound region, and their response to fishing. - *Fishery Bulletin* 75, p. 369-403.

Haidar Z., 1970. L' oecologie du rouget (*Mullus barbatus* L.) en Adriatique orientale. *Acta Adriatica* 14, p. 3-95.

Howitt D. & D. Cramer, 2003. Στατιστική με το SPSS 11 για WINDOWS. *Εκδόσεις Κλειδάριθμος*, σελ. 27-37.

Karlou-Riga C. & N. Vrantzas, 2001. Assessment of the state of some demersal fish stocks in the Saronikos Gulf and the Cyclades islands. WD In : *Report of the 2nd Session of the Working Group on Demersal Fisheries, GFCM-SAC*, Tunis, Tunisia, 13-16 March 2001, p. 93.

Kinacigil H., Ilkyaz A., Akyol O., Metin G., Cira E. & A. Ayaz, 2001. Growth Parameters of Red Mullet (*Mullus barbatus* L., 1758) and Seasonal Cod-end Selectivity of Traditional Bottom Trawl Nets in Izmir Bay (Aegean Sea). *Journal of Acta Adriatica Inst. Of Oceanography and Fisheries*, Vol : 42(1), p.113-123.

King M., 1996. Fisheries Biology, Assessment and Management. *Fishing News Books*, Victoria 3053, Australia, p. 79-197.

Livadas R. J., 1989. A study on the growth and maturity of striped Mullet (*Mullus barbatus* L.) in waters of Cyprus. *FAO Fisheries Report* 412, p. 44-76.

Macdonald P., 1979. Analysis of length-frequency distributions. *The Age and Growth of Fish*, edited by Robert C. Summerfelt and Gordon, 1987, p. 371- 383.

Machias A. & M. Labropoulou, 2002. Intra-specific Variation in Resource Use by Red Mullet (*Mullus barbatus*). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* (2002), p. 565-578.

Macpherson E. & Duarte C. M., 1991. Bathymetric trends in demersal fish size : is there a general relationship? *Marine Ecology Progress Series* 71, p. 103-112.

Papacostantinou C., Tsimenidis N. & Ch. Daoulas, 1981. Age, growth and reproduction of Red Mullet (*Mullus barbatus* L. 1758) in the Gulfs of Saronikos and Thermaikos. *Thalassographica*, p. 39-66.

Tursi A., A. Mataresse, G. D' Onghia & L. Sion, 1994. Population biology of red mullet (*Mullus barbatus* L.) from the Ionian Sea. *Marine Life*, 4(2), p. 33-43.

Vassilopoulou V. & C. Papaconstantinou, 1992. Aspects of the biology and dynamics of Red Mullet (*Mullus barbatus*) in the Aegean sea. *FAO Gen. Fisheries Council for the Mediterranean. Rome*, p. 115-126.

Vrantzas N., Kalagia M. & C. Karlou, 1992. Age, growth and state of stock of Red Mullet (*Mullus barbatus*, L. 1758) in the Saronikos Gulf of Greece. *FAO Gen. Fisheries Council for the Mediterranean. Rome*, p. 51-67.

Wirszubski A., 1953. On the biology and biotope of the red mullet (*Mullus barbatus* L.). *Ministry of agriculture, ministry of fisheries Israel. Bulletin 7*, p. 19.

Xiao Y. & D. Ramm, 1994. A simple generalized model of allometry, with examples of length and weight relationships for 14 species of groundfish. *Fishery Bulletin* (1994), p. 664-670.

Καλαγκιά Μ. & Κ. Κάρλου-Ρήγα, 2003. Συγκριτική μελέτη της αύξησης της κουτσομούρας (*Mullus barbatus*) σε διαφορετικές περιοχές και χρονικές περιόδους. *Πρακτικά 11^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ιχθυολόγων. Πρέβεζα 10-13 Απριλίου 2003*. σελ. 87-90.

Παπαναστασίου Δ., 1976. Αλιεύματα – Τόμος Α, *Εκδόσεις ΙΩΝ*, σελ. 419-421.

Τσιμενίδης Ν., Μαχιάς Θ. & Παπακωνσταντίνου Κ., 1998. Τελική Έκθεση Έργου {{Ανάπτυξη της Ελληνικής Αλιείας }}. ΕΠΕΤ ΙΙ, ΓΓΕΤ, σελ. 139-146.

Υπουργείο Γεωργίας, 1998. Αλιευτική νομοθεσία. ΠΑΣΕΓΕΣ, σελ. 46.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης για εύρεση μήκους ωριμότητας Lm

A) Θηλυκά

All the derivatives will be calculated numerically.

—

Iteration	Residual SS	L	R
1	.3967714577	15.0000000	.500000000
1.1	.0914616553	15.6833593	.903277924
2	.0914616553	15.6833593	.903277924
2.1	.0230407832	15.2143445	1.25468656
3	.0230407832	15.2143445	1.25468656
3.1	.0150796075	15.2915494	1.43367645
4	.0150796075	15.2915494	1.43367645
4.1	.0149903280	15.2780353	1.44456792
5	.0149903280	15.2780353	1.44456792
5.1	.0149894718	15.2773437	1.44713226
6	.0149894718	15.2773437	1.44713226
6.1	.0149894638	15.2772132	1.44721069
7	.0149894638	15.2772132	1.44721069
7.1	.0149894637	15.2772071	1.44723532

Run stopped after 14 model evaluations and 7 derivative evaluations.
Iterations have been stopped because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSSCON = 1.000E-08

Nonlinear Regression Summary Statistics Dependent Variable VAR00005

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	6.90301	3.45151
Residual	13	.01499	1.153036E-03
Uncorrected Total	15	6.91800	

(Corrected Total) 14 2.54400

R squared = 1 - Residual SS / Corrected SS = .99411

Parameter	Estimate	Asymptotic Std. Error	Asymptotic 95 % Confidence Interval	
			Lower	Upper
L	15.277207143	.051436606	15.166085110	15.388329175
R	1.447235322	.104502686	1.221470995	1.672999649

Asymptotic Correlation Matrix of the Parameter Estimates

	L	R
L	1	
R		1

L	1.0000	-.1523
R	-.1523	1.0000

B) Αρσενικά

All the derivatives will be calculated numerically.

-

Iteration	Residual SS	L	R
1	1.877001686	13.0000000	.500000000
1.1	1.002899935	13.1712803	-.00972300
2	1.002899935	13.1712803	-.00972300
2.1	1.026162817	10.5583694	.029650927
2.2	1.000739116	12.7364461	.021598135
3	1.000739116	12.7364461	.021598135
3.1	.9991574105	13.1736989	.015000131
4	.9991574105	13.1736989	.015000131
4.1	.9963799533	14.0489754	.025100481
5	.9963799533	14.0489754	.025100481
5.1	.9951492732	14.7702625	.040221129
6	.9951492732	14.7702625	.040221129
6.1	.9949017014	14.4975305	.040226197
7	.9949017014	14.4975305	.040226197
7.1	.9949016962	14.4970349	.040267339

Run stopped after 15 model evaluations and 7 derivative evaluations.
Iterations have been stopped because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSCON = 1.000E-08

Nonlinear Regression Summary Statistics Dependent Variable VAR00006

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	8.07590	4.03795
Residual	31	.99490	.03209
Uncorrected Total	33	9.07080	
(Corrected Total)	32	.99982	

R squared = 1 - Residual SS / Corrected SS = .00492

Parameter	Estimate	Asymptotic Std. Error	Asymptotic 95 % Confidence Interval	
			Lower	Upper
L	14.497034890	3.394824547	7.573244579	21.420825201
R	.040267339	.102750405	-.169293494	.249828172

Asymptotic Correlation Matrix of the Parameter Estimates

	L	R
L	1.0000	-.4055
R	-.4055	1.0000

Αποτελέσματα μή γραμμικής παλινδρόμησης για τον προσδιορισμό μέγιστου μήκους L_{∞} και συντελεστή ανάπτυξης k .

A) Θηλυκά

All the derivatives will be calculated numerically.

-

Iteration	Residual SS	L	K
1	5715.686952	20.0000000	.430000000
1.1	1013.597384	18.0573463	.730264896
2	1013.597384	18.0573463	.730264896
2.1	159.4427199	20.4589503	.700882015
3	159.4427199	20.4589503	.700882015
3.1	158.8194447	20.4798507	.703420592
4	158.8194447	20.4798507	.703420592
4.1	158.8194362	20.4788478	.703495954
5	158.8194362	20.4788478	.703495954
5.1	158.8194362	20.4788155	.703498279

Run stopped after 10 model evaluations and 5 derivative evaluations. Iterations have been stopped because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSSCON = 1.000E-08

Nonlinear Regression Summary Statistics Dependent Variable TL.FEM

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	81151.47056	40575.73528
Residual	375	158.81944	.42352
Uncorrected Total	377	81310.29000	
(Corrected Total)	376	1039.46451	

R squared = 1 - Residual SS / Corrected SS = .84721

Parameter	Estimate	Asymptotic Std. Error	Asymptotic 95 % Confidence Interval	
			Lower	Upper
L	20.478815535	.248506549	19.990174583	20.967456486
K	.703498279	.017532221	.669024495	.737972063

Asymptotic Correlation Matrix of the Parameter Estimates

	L	K
L	1.0000	-.9821
K	-.9821	1.0000

B) Αρσενικά

All the derivatives will be calculated numerically.

-

Iteration	Residual SS	L	K
1	3178.847059	18.0000000	.410000000
1.1	214.8371083	18.1709836	.634613056
2	214.8371083	18.1709836	.634613056
2.1	103.5204993	19.4651902	.609132472
3	103.5204993	19.4651902	.609132472
3.1	103.3716615	19.5096503	.608551170
4	103.3716615	19.5096503	.608551170
4.1	103.3716601	19.5104243	.608503566
5	103.3716601	19.5104243	.608503566
5.1	103.3716601	19.5104874	.608499556

Run stopped after 10 model evaluations and 5 derivative evaluations.
 Iterations have been stopped because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSSCON = 1.000E-08

Nonlinear Regression Summary Statistics Dependent Variable TL.MAL

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	45190.25834	22595.12917
Residual	232	103.37166	.44557
Uncorrected Total	234	45293.63000	

(Corrected Total) 233 434.86073

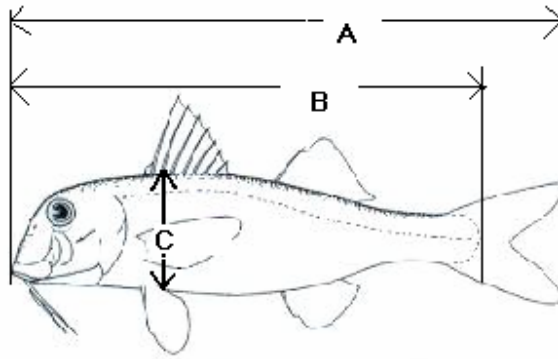
R squared = 1 - Residual SS / Corrected SS = .76229

Parameter	Estimate	Asymptotic Std. Error	Asymptotic 95 % Confidence Interval	
			Lower	Upper
L	19.510487378	.453562881	18.616858768	20.404115987
K	.608499556	.028609329	.552132255	.664866856

Asymptotic Correlation Matrix of the Parameter Estimates

	L	K
L	1.0000	-.9908
K	-.9908	1.0000

Σχηματική απόδοση εξωτερικών μορφολογικών χαρακτηριστικών κουτσομούρας που μετρήθηκαν.



A : Ολικό μήκος σώματος (Total Length)

B : Σταθερό μήκος σώματος (Fork Length)

C : Μέγιστο ύψος σώματος

Το ύψος ανάμεσα στα δύο θωρακικά πτερύγια (στα δύο σημεία C), δίνει το Μέγιστο πάχος του σώματος.

Ορισμοί

Γοναδοσωματικός δείκτης (Gonad Index) : Ο συγκεκριμένος δείκτης εκφράζει την ανάπτυξη των γονάδων του ψαριού σε σχέση με το βάρος του (Βάρος γονάδων x 100/ Σωματικό βάρος).

Ολικό υγρό βάρος ψαριού (Total wet Weight) : Το βάρος του ψαριού που έρχεται στο εργαστήριο μετά από αλίευση χωρίς καμία άλλη επεξεργασία.

Ωτόλιθοι (Otoliths) : Ασβεστοποιημένοι σχηματισμοί που βρίσκονται στο εσωτερικό του κεφαλιού πάνω από τα μάτια μέσα σε σωλήνες που αποτελούν προέκταση της πλευρικής γραμμής.