

Κεφάλαιο 9 – Αναπαραγωγή

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ
ΑΛΙΕΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ
ΑΛΙΕΥΤΙΚΗ
ΕΠΙΣΤΗΜΗ

2. ΑΛΙΕΥΤΙΚΑ
ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ
ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

3. ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΕΣ
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΚΑΙ
ΑΛΙΕΥΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ

4. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ
ΑΛΙΕΙΑΣ ΚΑΙ
ΑΛΙΕΥΤΙΚΗ
ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΑ

5. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ
ΑΛΙΕΙΑΣ

6. ΗΛΙΚΙΑ

7. ΑΥΞΗΣΗ

8. ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑ

9. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ

10. ΔΙΑΤΡΟΦΗ

Στέφανος Καλογήρου

Επίκουρος Καθηγητής

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Σχολή Επιστημών των Ζώων, Τμήμα
Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής

Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Υδροβιολογίας

stefanos.kalogirou@aua.gr





Σύνοψη

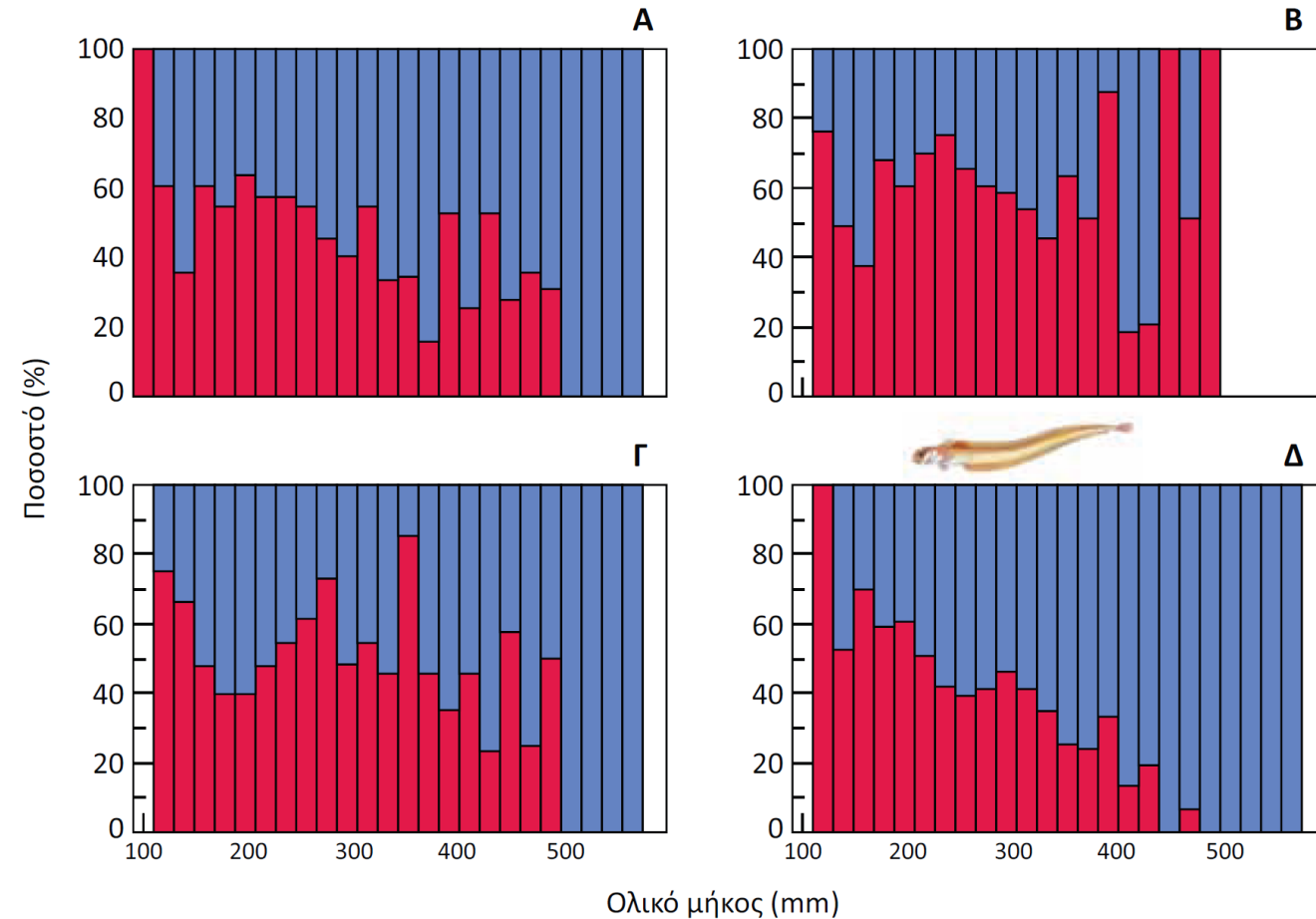
Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται η αναλογία των φύλων στον πληθυσμό, τα στάδια γεννητικής ωρίμασης, η εποχή (έναρξη και διάρκεια) της αναπαραγωγικής περιόδου, οι ορισμοί και μέθοδοι εκτίμησης της ηλικίας και του μήκους πρώτης γεννητικής ωρίμασης και οι γενικοί ορισμοί και μέθοδοι εκτίμησης της γονιμότητας των ψαριών. Οι φοιτητές θα αποκτήσουν δεξιότητες σχετικά με τα βασικά εργαλεία και τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται στην έρευνα της αναπαραγωγής στα ψάρια.



9.1 Αναλογία των φύλων

Η **αναλογία φύλων** (sex ratio), που συνήθως εκφράζεται ως λόγος των θηλυκών προς τα αρσενικά άτομα ενός πληθυσμού, δίνει πληροφορίες για τη σύνθεση του πληθυσμού και για την επικράτηση ενός φύλου ανάλογα με την εποχή, την περιοχή ή το μέγεθος του οργανισμού (Εικόνα 9.1). Η αναλογία των φύλων μπορεί επίσης να εξηγήσει τη συμπεριφορά ενός είδους σε κάποιο στάδιο της ζωής του, την αναπαραγωγική του στρατηγική και πιθανούς μηχανισμούς εξασφάλισης της βιωσιμότητας των απογόνων του.

Η αναλογία των φύλων είναι σημαντικό χαρακτηριστικό στην αλιευτική διαχείριση γιατί, ως πληθυσμιακή παράμετρος, περιλαμβάνεται σε διάφορα μοντέλα που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της αναπαραγωγικής βιομάζας και τη συνολική πληθυσμιακή γονιμότητα. Επίσης περιλαμβάνεται μεταξύ των παραγόντων που καθορίζουν το αναπαραγωγικό δυναμικό ενός αποθέματος.



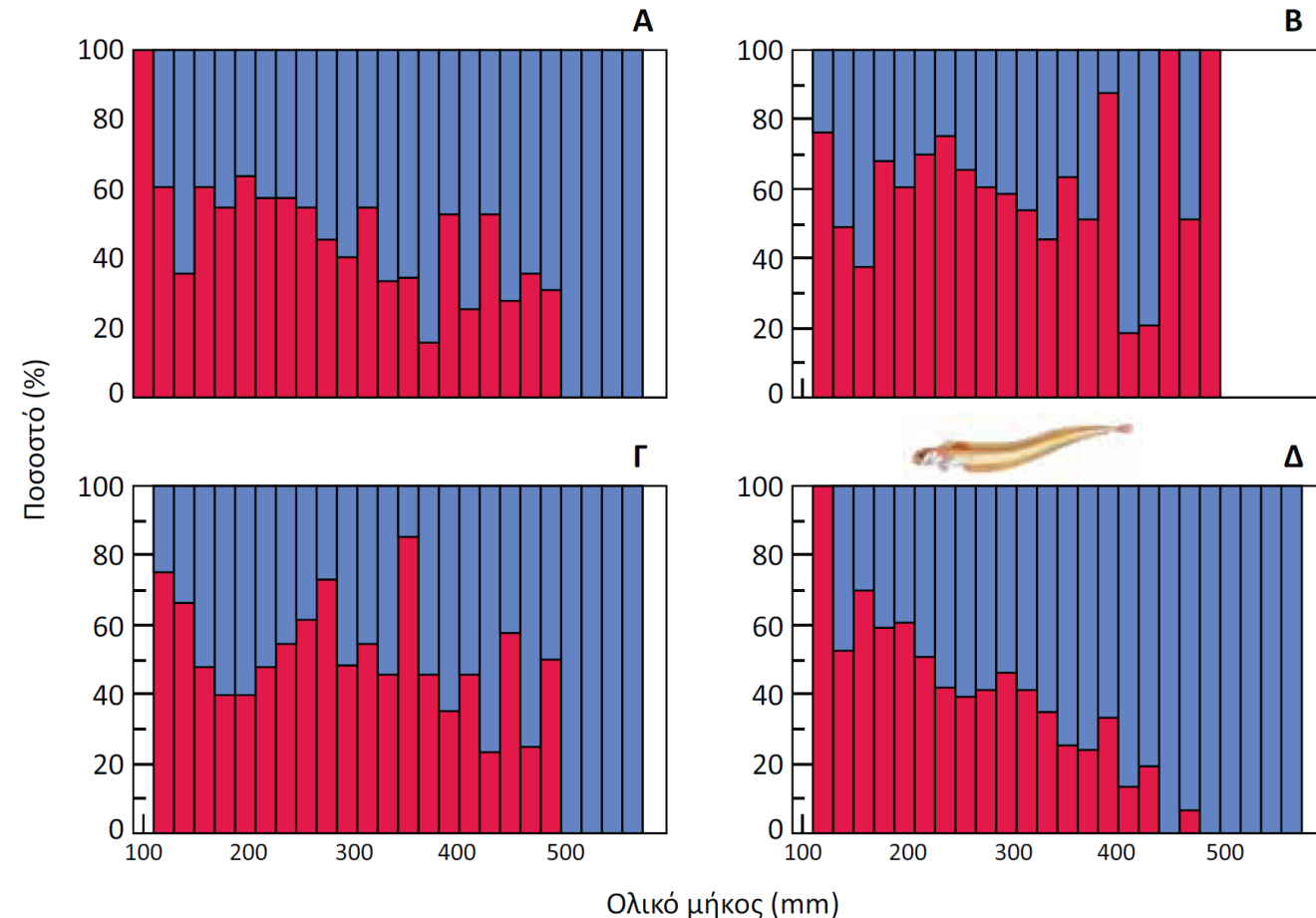
Εικόνα 9.1. Αναλογία των φύλων (κόκκινο: θηλυκά, μπλε: αρσενικά) της κορδέλας *Cepola macrophthalmia* στον Ευβοϊκό Κόλπο σε σχέση με το μήκος σώματος και την εποχή (α) Σεπτέμβριος 1986-1987, (β) Δεκέμβριος 1986-1987, (γ) Μάρτιος 1987-1988 και (δ) Ιούνιος 1987-1988 (τροποποιημένη από Stergiou et al. 1996).



9.1 Αναλογία των φύλων

Αν και η αναλογία των φύλων σε φυσικούς πληθυσμούς ποικίλλει μεταξύ των ειδών και μεταξύ πληθυσμών του ίδιου είδους, στις περισσότερες περιπτώσεις θεωρείται ότι είναι ίση με τη μονάδα (Roff 1992). Δυσαναλογίες μεταξύ αρσενικών και θηλυκών παρατηρούνται στα ψάρια και συνήθως προκαλούνται από διαφορές των δύο φύλων στην αύξηση, τη θνησιμότητα ή το ενεργειακό κόστος της αναπαραγωγής.

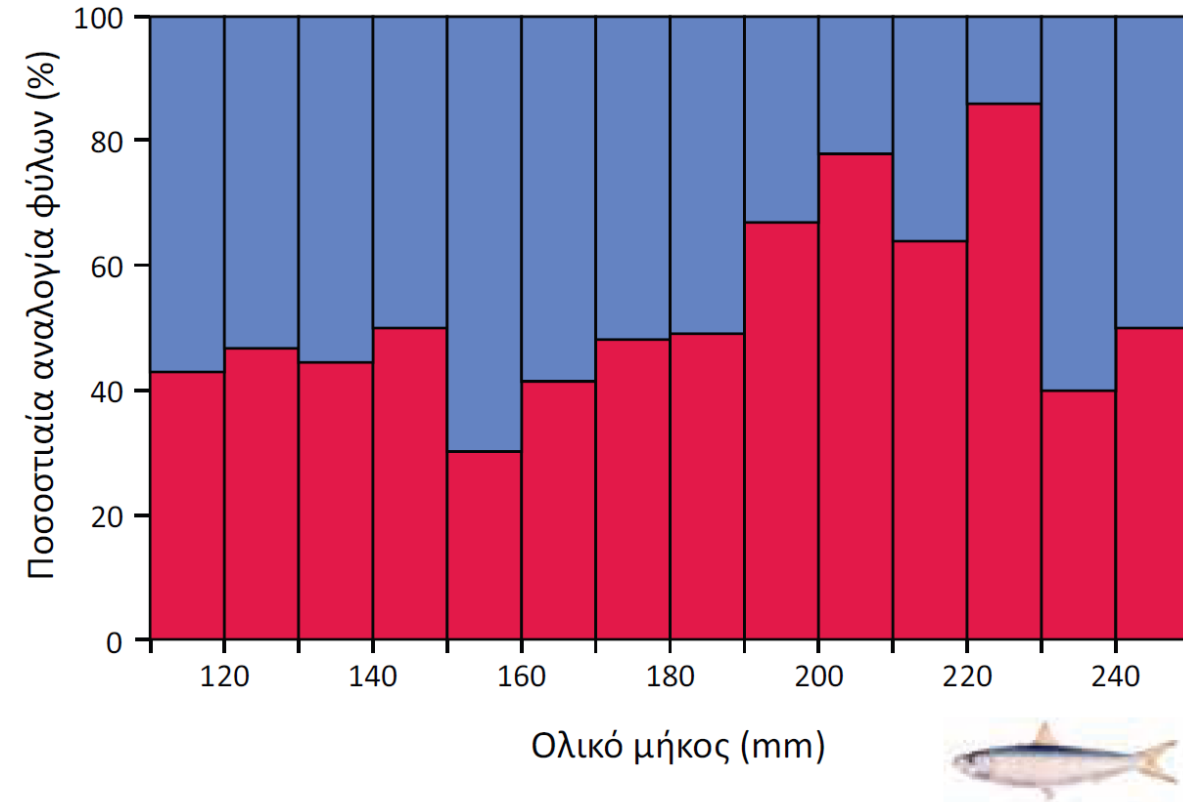
Για παράδειγμα, από την αναλογία των φύλων της κορδέλας *Cepola macrophthalma* στον Ευβοϊκό Κόλπο (Εικόνα 9.1), είναι φανερό ότι σε μήκη μεγαλύτερα από 500 mm κυριαρχούν τα αρσενικά άτομα, γεγονός που οφείλεται στην ταχύτερη αύξηση των αρσενικών ατόμων και τη υψηλότερη φυσική θνησιμότητα των θηλυκών ατόμων. Τέλος, η αναλογία των φύλων διαφοροποιείται επίσης και από εποχή σε εποχή (Εικόνα 9.1).



Εικόνα 9.1. Αναλογία των φύλων (κόκκινο: θηλυκά, μπλε: αρσενικά) της κορδέλας *Cepola macrophthalma* στον Ευβοϊκό Κόλπο σε σχέση με το μήκος σώματος και την εποχή (α) Σεπτέμβριος 1986-1987, (β) Δεκέμβριος 1986-1987, (γ) Μάρτιος 1987-1988 και (δ) Ιούνιος 1987-1988 (τροποποιημένη από Stergiou et al. 1996).

9.1 Αναλογία των φύλων

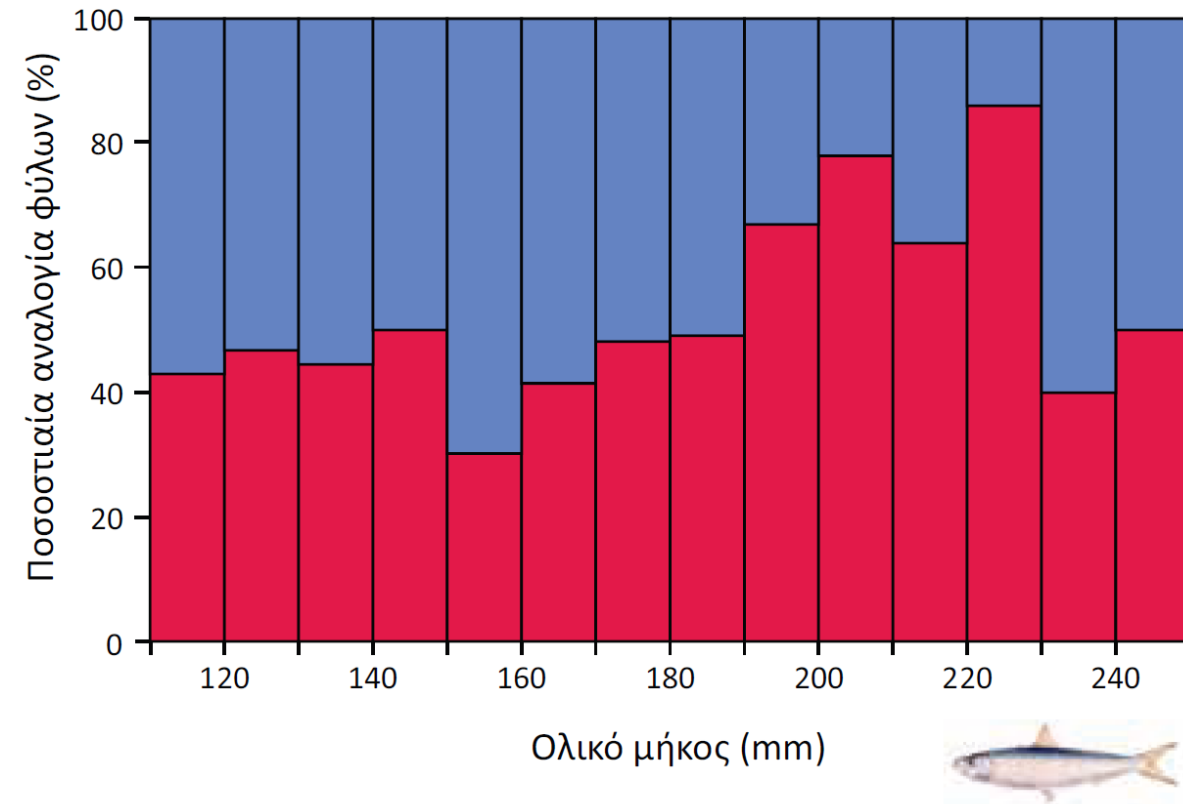
Αντίθετα, η αναλογία των φύλων της φρίσσας *Sardinella aurita* στο βόρειο Αιγαίο έχει αντίθετο πρότυπο (Εικόνα 9.2) με τα θηλυκά να κυριαρχούν στα μεγαλύτερα μήκη ως αποτέλεσμα της υψηλότερης θνησιμότητας των αρσενικών ατόμων (Tsikliras & Antonopoulou 2006). Η αναλογία των φύλων επηρεάζεται σημαντικά από την αλιευτική δραστηριότητα καθώς τα πολύ επιλεκτικά αλιευτικά εργαλεία, που αλιεύουν συγκεκριμένες κλάσεις μήκους, μπορούν πρακτικά να συλλαμβάνουν τα άτομα του ενός φύλου μόνο. Στα είδη που εμφανίζουν φυλετικό διμορφισμό (διαφορετικά χαρακτηριστικά μεταξύ αρσενικών και θηλυκών) ως προς την αύξηση, θνησιμότητα και διάρκεια ζωής, τα δύο φύλα επηρεάζονται με διαφορετικό τρόπο από την αλιεία. Η επίδραση αυτή αφορά όλα τα είδη με φυλετικό διμορφισμό, αλλά μπορεί να είναι μεγαλύτερη στα διαδοχικά ερμαφρόδιτα ψάρια καθώς υπάρχει περίπτωση το ένα φύλο να αλιεύεται δυσανάλογα σε σχέση με το άλλο



Εικόνα 9.2. Αναλογία των φύλων (κόκκινο: θηλυκά, μπλε: αρσενικά) της φρίσσας *Sardinella aurita* σε σχέση με το μήκος σώματος στο βόρειο Αιγαίο (τροποποιημένη από Tsikliras & Antonopoulou 2006).

9.1 Αναλογία των φύλων

Η αναλογία των φύλων επηρεάζεται σημαντικά από την αλιευτική δραστηριότητα καθώς τα πολύ επιλεκτικά αλιευτικά εργαλεία, που αλιεύουν συγκεκριμένες κλάσεις μήκους, μπορούν πρακτικά να συλλαμβάνουν τα άτομα του ενός φύλου μόνο (Jennings et al. 2001). Στα είδη που εμφανίζουν φυλετικό διμορφισμό (διαφορετικά χαρακτηριστικά μεταξύ αρσενικών και θηλυκών) ως προς την αύξηση, θνησιμότητα και διάρκεια ζωής, τα δύο φύλα επηρεάζονται με διαφορετικό τρόπο από την αλιεία (Fogarty & O'Brien 2009). Η επίδραση αυτή αφορά όλα τα είδη με φυλετικό διμορφισμό, αλλά μπορεί να είναι μεγαλύτερη στα διαδοχικά ερμαφρόδιτα ψάρια καθώς υπάρχει περίπτωση το ένα φύλο να αλιεύεται δυσανάλογα σε σχέση με το άλλο (Tsikliras & Stergiou 2014β, 2015).

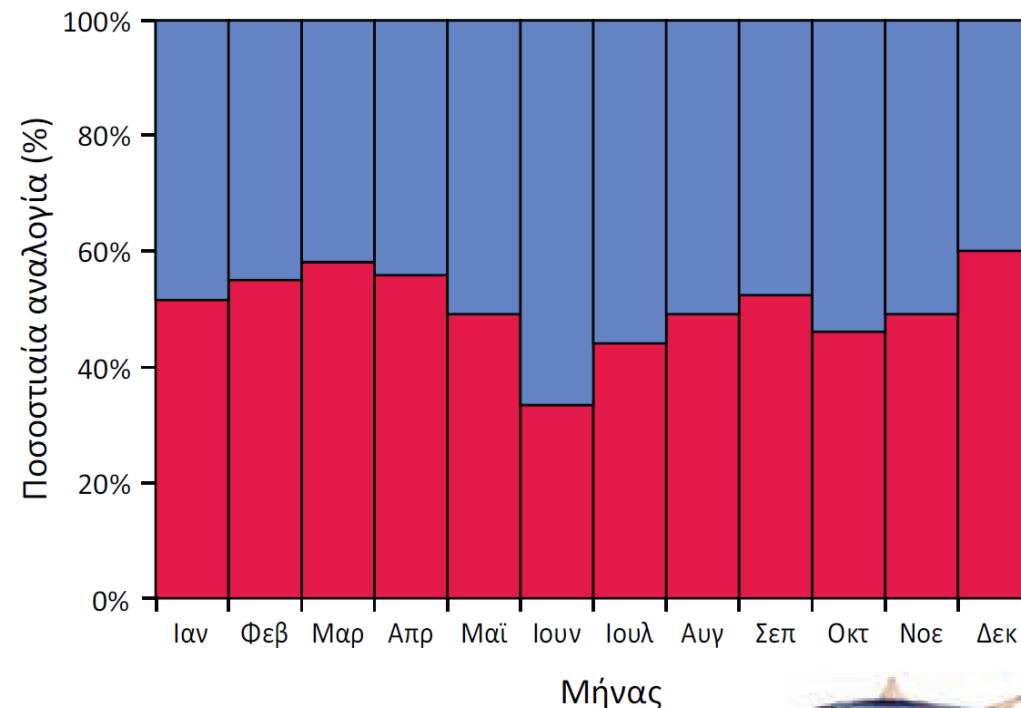


Εικόνα 9.2. Αναλογία των φύλων (κόκκινο: θηλυκά, μπλε: αρσενικά) της φρίσσας *Sardinella aurita* σε σχέση με το μήκος σώματος στο βόρειο Αιγαίο (τροποποιημένη από Tsikliras & Antonopoulou 2006).



9.1 Αναλογία των φύλων

Είδη της οικογένειας *Clupeidae* αποφεύγουν τον τεχνητό φωτισμό λίγο πριν και κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής τους δραστηριότητας. Τα ψάρια αποφεύγουν την συγκέντρωσή τους σε φωτεινές περιοχές κατά την διάρκεια της νύχτας, πριν ή κατά την διάρκεια της αναπαραγωγής τους. Η συμπεριφορά αυτή τους εξασφαλίζει την παραμονή τους σε περιοχές που είναι «αόρατα» από τους θηρευτές (της αλιείας συμπεριλαμβανομένης) για διάστημα μεγαλύτερο από 24 ώρες με αποτέλεσμα την προστασία του αναπαραγωγικού τους δυναμικού από την αλιευτική θνησιμότητα. Αυτή η συμπεριφορά έχει ως αποτέλεσμα η αναλογία των φύλων την εποχή της αναπαραγωγής να ακολουθεί διαφορετικό πρότυπο. Έτσι, απουσία θηλυκών ατόμων από τις συλλήψεις των γρι-γρι έχει αναφερθεί για πολλά μικρά πελαγικά είδη ψαριών. Το φαινόμενο έχει πρόσφατα παρατηρηθεί και στις συλλήψεις της φρίσσας *Sardinella aurita* στο βόρειο Αιγαίο (Εικόνα 9.3), όπου φαίνεται ότι τα θηλυκά άτομα, όταν αναπαράγονται (Μάιος-Ιούνιος), είτε αποφεύγουν τη συγκέντρωση στο τεχνητό φως, είτε δημιουργούν ξεχωριστά κοπάδια, γεγονός που διευκολύνει την αποφυγή της αλίευσης και της θήρευσής τους και συνεπώς συμβάλλει στην προστασία του αναπαραγωγικού δυναμικού του αποθέματος.



Εικόνα 9.3. Αναλογία των φύλων (κόκκινο: θηλυκά, μπλε: αρσενικά) της φρίσσας *Sardinella aurita* σε σχέση με τον μήνα σύλληψης στο βόρειο Αιγαίο (τροποποιημένη από Tsikliras & Antonopoulou 2006).



9.1 Αναλογία των φύλων

Η επιλεκτική αφαίρεση των μεγαλόσωμων ατόμων ενός αποθέματος από την αλιεία μπορεί να προκαλέσει δυσαναλογίες μεταξύ των δύο φύλων, είτε επειδή η αναλογία φύλων διαφέρει ανάλογα με το μέγεθος, είτε επειδή κάποια θαλάσσια είδη παρουσιάζουν διαδοχικό **ερμαφροδιτισμό** (όπως είδη των οικογενειών *Sparidae*, *Serranidae* και *Labridae*).

Επιλεκτική αλιεία ως προς το μέγεθος ή το φύλο μπορεί να προκαλέσει μείωση του μήκους αλλαγής φύλου και ανισορροπία στην αναλογία των φύλων, καθώς και σε περιορισμό σπέρματος. Στα διαδοχικά ερμαφρόδιτα είδη, δηλαδή τα είδη που αρχικά ωριμάζουν ως ενός φύλου και μετά αλλάζουν στο άλλο φύλο, η αυξημένη αλιευτική θνησιμότητα επηρεάζει περισσότερο το φύλο που εκφράζεται αργότερα.



9.1 Αναλογία των φύλων

Έτσι, στα **πρωτόγυνα** είδη (αυτά που από θηλυκά μετατρέπονται σε αρσενικά), όπως το φαγγρί *Pagrus pagrus*, η γόπα *Boops boops* ο ροφός *Epinephelus marginatus* το λυθρίνι *Pagellus erythrinus* και η κατσούλα *Xyrichthys novacula*, τα αρσενικά άτομα είναι μεγαλύτερα σε μέγεθος από τα θηλυκά άτομα, πιο ευάλωτα στην αλιεία και η αφαίρεσή τους μπορεί να οδηγήσει σε περιορισμένη γονιμοποίηση (Pavlon et al. 2009). Η επιλεκτική αφαίρεση των μεγαλύτερων σε μέγεθος αρσενικών ροφών στην Ιταλία οδήγησε σε αναλογία 3,7 θηλυκών για κάθε αρσενικό (Tsikliras et al. 2010α). Αντίθετα, στα **πρώτανδρα** είδη (αυτά που από αρσενικά μετατρέπονται σε θηλυκά), όπως η σάλπα *Sarpa salpa*, η μουρμούρα *Lithognathus mormyrus* και η τσιπούρα *Sparus aurata*, τα θηλυκά είναι μεγαλύτερα και συνεπώς αλιεύονται σε υψηλότερους ρυθμούς από τα αρσενικά άτομα. Η δυσανάλογη αφαίρεση περισσότερων θηλυκών ατόμων μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη πληθυσμιακή γονιμότητα (Marshall et al. 1998). Τα **σύγχρονα ερμαφρόδιτα** είδη (αυτά που έχουν ταυτόχρονα λειτουργικούς όρχεις και ωοθήκες, αλλά δεν αυτογονιμοποιούνται), όπως το μυτάκι *Diplodus puntazzo*, αντιμετωπίζουν τα ίδια προβλήματα με τα γονοχωριστικά είδη.



9.2 Εποχή (έναρξη και διάρκεια) αναπαραγωγής

Η **εποχή αναπαραγωγής** (spawning period) έχει κυρίαρχο ρόλο στην αλιευτική διαχείριση σε περιοχές όπου η διαχειριστική πολιτική βασίζεται σε εποχικές απαγορεύσεις αλιευτικών εργαλείων, και ως εκ τούτου με την αναπαραγωγική δραστηριότητα ενός ή περισσότερων αποθεμάτων. Πολλές μεσογειακές χώρες έχουν υιοθετήσει την εποχική απαγόρευση συρόμενων αλιευτικών εργαλείων ως το κυριότερο διαχειριστικό τους μέτρο. Σύμφωνα με το διαχειριστικό σχέδιο της μηχανότρατας που εκδόθηκε το 2014, η αλιεία με τράτα βυθού απαγορεύεται στις ελληνικές θάλασσες κάθε έτος από την 24η Μαΐου μέχρι την 30η Σεπτεμβρίου προστατεύοντας έτσι τα περισσότερα **παραβενθικά** (περιλαμβάνουν τα **βενθοπελαγικά** και **βενθικά** ή **βύθια** ψάρια) ψάρια που αναπαράγονται τους καλοκαιρινούς μήνες. Παρομοίως, με το διαχειριστικό σχέδιο του γρι-γρι, η αλιεία με γρι-γρι απαγορεύεται από τις 15 Δεκεμβρίου μέχρι το τέλος Φεβρουαρίου προστατεύοντας έτσι το αναπαραγωγικό δυναμικό της σαρδέλας *Sardina pilchardus* που αναπαράγεται το χειμώνα.



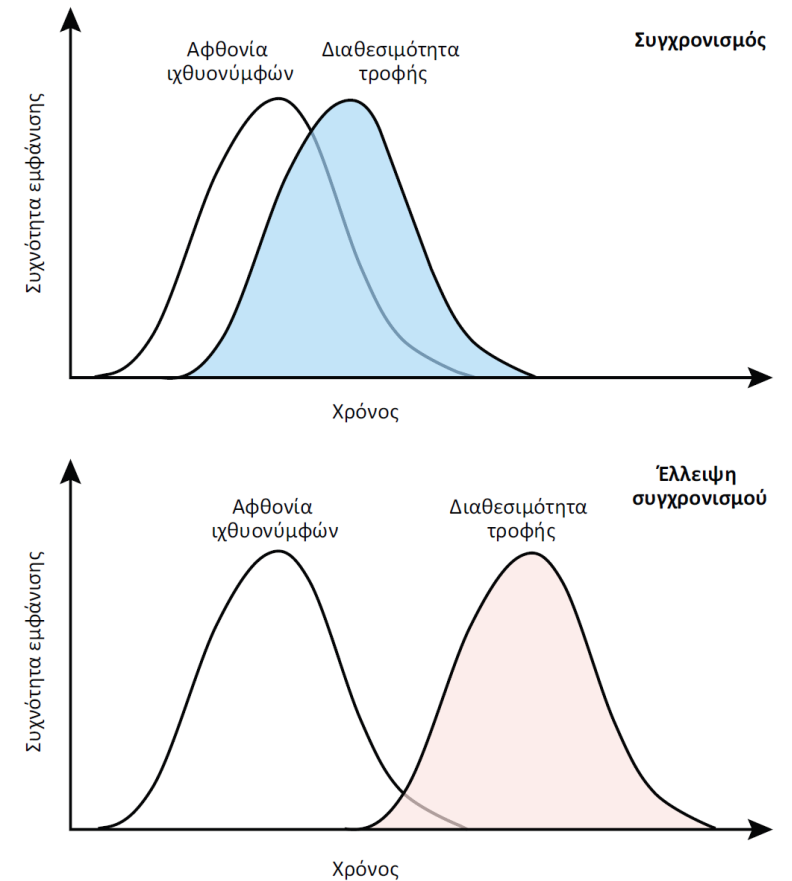
9.2 Εποχή (έναρξη και διάρκεια) αναπαραγωγής

Σε πολλά είδη η ακριβής έναρξη της αναπαραγωγικής περιόδου εξαρτάται από τη θαλάσσια θερμοκρασία. Σε περίπτωση που συνεχιστεί η αύξηση της θαλάσσιας θερμοκρασίας στη Μεσόγειο (Tsikliras 2008) και επαληθευτούν τα δυσοίωνα κλιματικά σενάρια, μπορεί να μεταβληθεί η αναπαραγωγική στρατηγική διαφόρων ειδών που θα αναπαράγονται νωρίτερα μέσα στο έτος αφού η επιθυμητή θερμοκρασία για την αναπαραγωγή θα έχει επιτευχθεί νωρίτερα. Άρα, θα χρειαστεί να επαναπροσδιοριστούν τα μέτρα διαχείρισής τους που βασίζονται σε εποχικές απαγορεύσεις αλιευτικών εργαλείων. Ως προς την εποχή αναπαραγωγής, τα περισσότερα μεσογειακά αποθέματα αναπαράγονται προς το τέλος της άνοιξης ή στην αρχή του καλοκαιριού (Πλαίσιο 9.1), κάτι που αποτελεί μάλλον παγκόσμιο πρότυπο, τουλάχιστον στην εύκρατη και υποτροπική ζώνη (Wootton 1984). Η εαρινή/καλοκαιρινή αναπαραγωγή εξασφαλίζει τη διατροφή των ιχθυονυμφών, αφού η παρουσία τους συγχρονίζεται με την αφθονία ζωοπλαγκτού στις παράκτιες περιοχές, ενώ τα θερμότερα νερά ενισχύουν την ιχθυονυμφική αύξηση.



9.2 Εποχή (έναρξη και διάρκεια) αναπαραγωγής

Ο Cushing (1990) χρησιμοποίησε τον όρο «σύγχρονη-ασύγχρονη» υπόθεση (match-mismatch) για να εξηγήσει τη διαχρονική μεταβλητότητα στη νεοσυλλογή των αλιευτικών αποθεμάτων ψαριών (Εικόνα 9.4). Η «σύγχρονη-ασύγχρονη» υπόθεση θεωρεί ότι η έναρξη και η διάρκεια της αναπαραγωγής –άρα και η χρονική εμφάνιση των ιχθυονυμφών– είναι σχετικά σταθερή κάθε χρόνο. Όταν συγχρονίζεται με την κορύφωση της πρωτογενούς παραγωγής και της αφθονίας ζωοπλαγκτού που ακολουθεί αμέσως μετά (Εικόνα 9.4), μεγιστοποιείται η επιβίωση των απογόνων, ενώ όταν η εμφάνιση των ιχθυονυμφών δεν συγχρονίζεται με τη λεία τους, τότε η θνησιμότητα είναι υψηλότερη και η νεοσυλλογή, δηλαδή ο αριθμός των ατόμων που θα ενσωματωθούν στον ενήλικο πληθυσμό, μειώνεται (Cushing 1990). Κατά συνέπεια μειώνεται η μελλοντική αφθονία και η βιομάζα του αποθέματος και επηρεάζεται η αλιευτική παραγωγή. Προκειμένου να συγχρονιστεί η παρουσία των ιχθυονυμφών στο οικοσύστημα με την υψηλότερη διαθεσιμότητα τροφής που παρατηρείται στο τέλος της άνοιξης στις εύκρατες και υποτροπικές περιοχές, τα περισσότερα ψάρια των περιοχών αυτών έχουν



Εικόνα 9.4. Σχηματική απεικόνιση του συγχρονισμού της αναπαραγωγικής περιόδου με τη υψηλότερη διαθεσιμότητα τροφής στο οικοσύστημα που επιτρέπει καλύτερες συνθήκες για την επιβίωση των ιχθυονυμφών. Έλλειψη συγχρονισμού με τη διαθεσιμότητα τροφής μπορεί να οδηγήσει σε χαμηλή μελλοντική αφθονία και βιομάζα στο απόθεμα και συνεπώς χαμηλή αλιευτική παραγωγή. Η υπόθεση αυτή διατυπώθηκε από τον Cushing (1990).



9.3 Στάδια γεννητικής ωρίμανσης

Στάδιο	Περιγραφή
I. Ανώριμα	Νεαρά άτομα που δεν έχουν αναπαραχθεί ποτέ (παρθένα). Γονάδες πάρα πολύ μικρού μεγέθους. Όρχεις και ωθήκες διαφανείς και άχρωμοι.
II. Ανάπαυση	Τα προϊόντα αναπαραγωγής δεν έχουν αρχίσει ακόμη να αναπτύσσονται. Γονάδες πολύ μικρού μεγέθους. Τα ωκύτταρα δεν είναι ευδιάκριτα με γυμνό μάτι.
III. Ωρίμαση	Τα ωκύτταρα διακρίνονται με γυμνό μάτι. Πολύ γρήγορη και συνεχιζόμενη αύξηση των γονάδων σε βάρος. Οι όρχεις αποκτούν απαλό ροζ χρώμα.
IV. Ωριμότητα	Οι γονάδες έχουν αποκτήσει το μέγιστο βάρος τους, αλλά τα προϊόντα αναπαραγωγής δεν εκκρίνονται με την εφαρμογή ελαφριάς πίεσης στην κοιλιά. Όρχεις λευκοί, ωκύτταρα στρογγυλά.
V. Αναπαραγωγή	Σπέρμα και ωκύτταρα εκκρίνονται με την εφαρμογή πολύ ελαφριάς πίεσης στην κοιλιά.
VI. Εξάντληση	Όρχεις και ωθήκες άδειοι, ίσως με μερικά υπολείμματα σπέρματος και ωκυττάρων αντίστοιχα. Η γενετική οπή είναι ερεθισμένη.



9.4 Πρώτη γεννητική ωρίμανση

Το μήκος της **πρώτης γεννητικής ωρίμανσης** (length at maturity, L_m) ορίζεται ως το μέσο μήκος στο οποίο τα άτομα ενός πληθυσμού ωριμάζουν γεννητικά για πρώτη φορά ή το μέγεθος εκείνο στο οποίο το 50% των ατόμων είναι γεννητικά ώριμα, ενώ έχουν διατυπωθεί ή χρησιμοποιούνται και άλλοι ορισμοί. Το L_m είναι σημαντικός διαχειριστικός παράγοντας που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του ποσοστού των ατόμων ενός εκμεταλλεύσιμου πληθυσμού που ωριμάζουν και αναπαράγονται. Η γνώση του L_m είναι απαραίτητη ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που το **ελάχιστο επιτρεπόμενο μέγεθος αλίευσης** (minimum landing size, MLS) αποτελεί το κύριο διαχειριστικό εργαλείο (Tsikliras & Stergiou 2014β). Το L_m είναι καθοριστικό για διαχειριστικούς σκοπούς, καθώς ένας οργανισμός πρέπει να έχει αναπαραχθεί τουλάχιστον μια φορά πριν αλιευτεί, έτσι ώστε να διασφαλιστεί με τον ελάχιστο τρόπο η αντικατάσταση του ατόμου από τους απογόνους του. Αυτό σημαίνει ότι το μήκος σύλληψης θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το L_m . Επίσης, το L_m , σε συνδυασμό με το εύρος μηκών ενός είδους που συλλαμβάνονται από ένα συγκεκριμένο αλιευτικό εργαλείο, μπορεί να καθορίσει το άνοιγμα ματιού του εργαλείου και έτσι την **επιλεκτικότητά** του. Η υπερβολική αλίευση μικρών και ανώριμων ατόμων μπορεί να οδηγήσει σε αυξητική υπεραλίευση που επηρεάζει τα μεγαλόσωμα είδη, που αυξάνουν αργά, ζουν πολλά χρόνια και ωριμάζουν αργά στη ζωή τους.



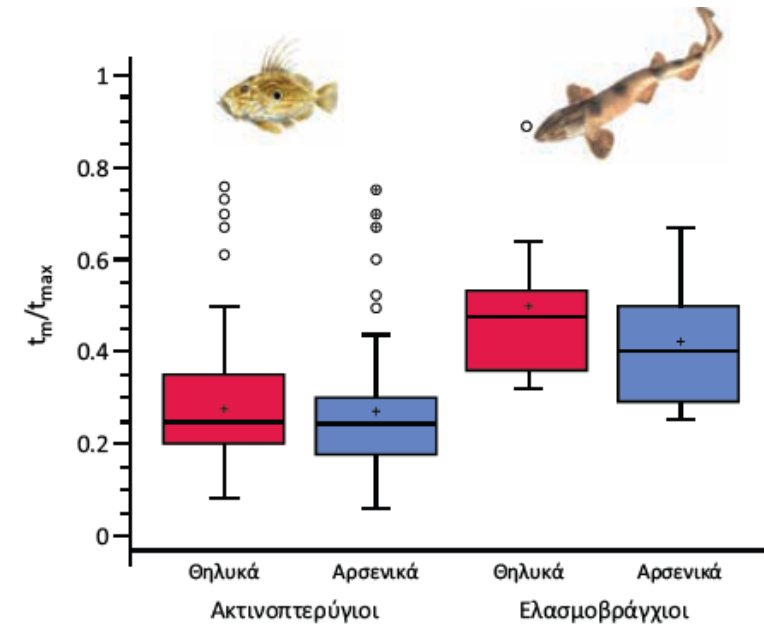
Ηλικία πρώτης γεννητικής ωρίμανσης

Η ηλικία πρώτης γεννητικής ωρίμανσης (age at maturity, t_m) είναι ιδιαίτερα σημαντική στις στρατηγικές ζωής των ψαριών και έχει ευρέως χρησιμοποιηθεί σε μοντέλα και ομαδοποιήσεις ειδών, στον υπολογισμό της φυσικής θνησιμότητας, και ως δείκτης καταπόνησης εξαιτίας της αλιείας. Έχει αναφερθεί ότι οι ταυτόχρονη μείωση του ρυθμού αύξησης και της t_m αποτελούν ενδείξεις εξελικτικής αντίδρασης του Ατλαντικού γάδου *Gadus morhua* που προέρχεται από την πληθυσμιακή μείωση εξαιτίας της αλιείας. Η t_m είναι επίσης καθοριστική στις δημογραφικές αναλύσεις καθώς αποτελεί το ελάχιστο όριο του χρόνου γενεάς, δηλαδή της μέσης ηλικίας του αναπαραγόμενου αποθέματος, που σχετίζεται ισχυρά με τον ενδογενή ρυθμό πληθυσμιακής αύξησης.



Ηλικία πρώτης γεννητικής ωρίμανσης

Σε σχέση με το μήκος πρώτης γεννητικής ωρίμανσης (L_m) υπάρχει περιορισμένη διαθέσιμη δημοσιευμένη πληροφορία για την t_m (για ανασκόπηση: Tsikliras & Stergiou 2015). Η διαθέσιμη πληροφορία για τα μεσογειακά ψάρια επιβεβαιώνει το γενικό πρότυπο ότι τα ψάρια που ζουν περισσότερα χρόνια ωριμάζουν αργότερα σε μέγεθος σε σχέση με αυτά που ζουν λιγότερο ότι τα θηλυκά ωριμάζουν αργότερα από τα αρσενικά. Σύμφωνα με την ίδια ανασκόπηση, αναφέρεται ότι τα είδη με αργή στρατηγική ζωής, όπως οι καρχαρίες και τα σαλάκια, ωριμάζουν αργότερα σε σχέση με τα ακτινοπτερύγνια (Εικόνα 9.12). Συνεπώς επιβεβαιώνεται η ευαισθησία των ειδών αυτών στην αλιευτική πίεση. Όπως το L_m , έτσι και η ηλικία πρώτης γεννητικής ωρίμανσης t_m μπορεί να υπολογιστεί με βάση το ποσοστό των ώριμων ατόμων ανά ηλικία με σιγμοειδή εξίσωση και από εμπειρικές εξισώσεις, αρκεί να είναι γνωστή η μέγιστη ηλικία (t_{max}).



Εικόνα 9.12. Λόγος t_m/t_{max} των θηλυκών και αρσενικών ακτινοπτερύγιων και ελασμοβράγχιων ψαριών της Μεσογείου. Η μέση τιμή διακρίνεται με + (τροποποιημένη από Tsikliras & Stergiou 2015).



9.6 Γονιμότητα

Η διαθέσιμη ενέργεια για την αναπαραγωγή ενός είδους μπορεί να επιμεριστεί με διάφορους τρόπους. Έτσι, υπάρχουν ψάρια που παράγουν πολλά μικρά ωοκύτταρα (**ωοτοκία**), άλλα που παράγουν λίγα και μεγάλα και άλλα που γεννούν μικρά άτομα (**ζωοτοκία**).

Αν και έχουν παρατηρηθεί πολλές στρατηγικές καταμερισμού της ενέργειας για αναπαραγωγή, στα περισσότερα θαλάσσια τελεόστεα ψάρια κυριαρχεί η παραγωγή πολλών μικρών ωοκυττάρων σε αντίθεση με τους ελασμοβράγχιους (καρχαρίες και σαλάχια) που παράγουν λίγα και μεγάλα ωοκύτταρα. Επιπλέον, περισσότερα ωοκύτταρα παράγουν τα ψάρια εκείνα που έχουν επιπλέοντα **πελαγικά** αυγά και λιγότερα αυτά που παρέχουν κάποιου είδους γονική φροντίδα. Γενικά, στα ψάρια που έχουν γρήγορη αύξηση παρατηρείται μεγαλύτερη γονιμότητα όπως επίσης και στα είδη εκείνα που υπόκεινται σε συνθήκες υψηλής θνησιμότητας εξαιτίας έντονης θήρευσης ή υπεραλίευσης.



9.6 Γονιμότητα

Η διαθέσιμη ενέργεια για την αναπαραγωγή ενός είδους μπορεί να επιμεριστεί με διάφορους τρόπους. Έτσι, υπάρχουν ψάρια που παράγουν πολλά μικρά ωοκύτταρα (**ωοτοκία**), άλλα που παράγουν λίγα και μεγάλα και άλλα που γεννούν μικρά άτομα (**ζωοτοκία**).

Αν και έχουν παρατηρηθεί πολλές στρατηγικές καταμερισμού της ενέργειας για αναπαραγωγή, στα περισσότερα θαλάσσια τελεόστεα ψάρια κυριαρχεί η παραγωγή πολλών μικρών ωοκυττάρων σε αντίθεση με τους ελασμοβράγχιους (καρχαρίες και σαλάχια) που παράγουν λίγα και μεγάλα ωοκύτταρα. Επιπλέον, περισσότερα ωοκύτταρα παράγουν τα ψάρια εκείνα που έχουν επιπλέοντα **πελαγικά** αυγά και λιγότερα αυτά που παρέχουν κάποιου είδους γονική φροντίδα. Γενικά, στα ψάρια που έχουν γρήγορη αύξηση παρατηρείται μεγαλύτερη γονιμότητα όπως επίσης και στα είδη εκείνα που υπόκεινται σε συνθήκες υψηλής θνησιμότητας εξαιτίας έντονης θήρευσης ή υπεραλίευσης.



Ασκήσεις

1. Το ποσοστό των ώριμων ατόμων σε σχέση με το μήκος ενός είδους είναι 0,0,0,0, 0,1, 0,3, 0,4, 0,6, 0,8, 0,9, 0,95, 1, 1, 1 και 1 για τις κλάσεις μήκους 10-12, 12-14, 14-16, 16-18, 18-20, 20-22, 22-24, 24-26, 26-28, 28-30, 30-32, 32-34, 34-36, 36-38, 38-40. Να υπολογιστούν τα L_m , L_{m25} , L_{m75} .

2. Τρία Μεσογειακά αποθέματα τριών ειδών και ένα απόθεμα ενός είδους στον Ειρηνικό Ωκεανό έχουν μέγιστο μήκος 30, 80, 120 και 120 cm, αντίστοιχα. Να υπολογιστεί το L_m των αποθεμάτων αυτών.

3. Ο αριθμός των παραγόμενων ωοκυττάρων σε σχέση με το μήκος ενός είδους είναι:

Μήκος (cm) Αριθμός ωοκυττάρων

12 5.000

18 12.000

24 22.000

30 35.000

35 60.000

40 100.000

50 150.000

α. να υπολογιστεί η σχέση γονιμότητας-μήκους και να γίνει το γράφημα

β. πόση θα είναι η γονιμότητα ενός ατόμου του είδους αυτού με μήκος 55 cm;

4. Ένα ψάρι μήκους 60 cm έχει ωοθήκη ολικού βάρους 30 g, από την οποία αφαιρούμε 4 κομμάτια βάρους 1, 2, 1,5 και 1,5 g. Ο αριθμός των ωοκυττάρων σε κάθε κομμάτι της ωοθήκης είναι 300, 500, 500 και 600. Να υπολογιστεί η γονιμότητα του ατόμου αυτού.