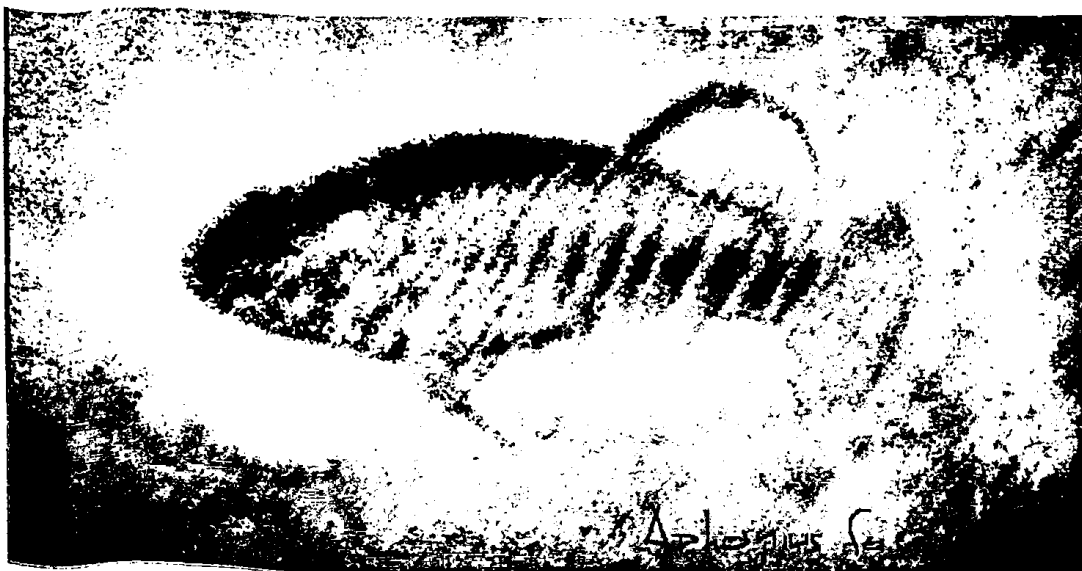


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ  
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ (Δ.Μ.Π.Σ.)  
«ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ»

ANNA Γ. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ

ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΙΚΙΑΣ ΚΑΙ ΑΥΞΗΣΗΣ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ ΤΗΣ ΖΑΜΠΑΡΟΛΑΣ  
(*Aphanius fasciatus* Nardo, 1827) ΣΤΗ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ ΤΟΥ ΠΟΡΤΟ ΛΑΓΟΣ.



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ, 2007



**Στον αγαπημένο μου σύζυγο Κωνσταντίνο  
και τον μονάκριβο γιό μας Μάριο**



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή ξεκίνησε πριν από δύο περίπου χρόνια, στα πλαίσια των μεταπτυχιακών σπουδών μου στο Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (Δ.Μ.Π.Σ.) με τίτλο: «Αγροχημεία και Βιολογικές Καλλιέργειες», το οποίο αποτελεί σύμπραξη του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων με το Τ.Ε.Ι. Ηπείρου. Το πειραματικό της μέρος, καθώς και οι μετρήσεις, πραγματοποιήθηκαν στις εργαστηριακές εγκαταστάσεις των δυο Ιδρυμάτων, χρησιμοποιώντας κυρίως την εργαστηριακή υποδομή του Εργαστηρίου Ιχθυολογίας του Τμήματος Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογιών.

Με αφορμή την παρούσα διατριβή, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους με δίδαξαν, με βοήθησαν και μου συμπαραστάθηκαν όλο αυτό το διάστημα, ώστε να φέρω σε πέρας την εργασία μου.

Το πρώτο ευχαριστώ ανήκει στον Επίκουρο Καθηγητή κ. Γιάννη Λεονάρδο, τόσο για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο άτομό μου με την ανάθεση του θέματος αυτού, όσο και για την επιστημονική καθοδήγηση και ουσιαστική συμπαράσταση που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής και συγγραφικής δουλειάς. Επίσης, μου παρείχε σημαντικές διευκολύνσεις, καθώς και τη δυνατότητα χρήσης του εξοπλισμού του εργαστηρίου του κατά τη διεξαγωγή αυτής της διατριβής.

Ευχαριστώ ιδιαίτερα το επιστημονικό προσωπικό του Ινστιτούτου Αλιευτικών Ερευνών της Καβάλας για την παραχώρηση των δειγμάτων και όλων των απαραίτητων πληροφοριών, χωρίς τα οποία το πειραματικό μέρος της διατριβής μου, θα ήταν πολύ δυσκολότερο.

Ευχαριστώ ακόμη την Καθηγήτρια Α. Τζώρα για την παραχώρηση του στερεοσκοπίου, για τις μετρήσεις των λεπιών.

Τέλος, ευχαριστώ ιδιαίτερα το σύζυγό μου Κωνσταντίνο Καρίπογλου για την αμέριστη συμπαράσταση, ενθάρρυνση,



κατανόηση και ανεξάντλητη υπομονή που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια της διατριβής μου. Σε αυτόν, στον μονάκριβο γιο μας, αλλά και στους γονείς μου αφιερώνεται η παρούσα εργασία.

Άννα Γ. Παπάζογλου

Ιωάννινα, 2007



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| <b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>                                                    | 1  |
| <b>SUMMARY</b>                                                     | 2  |
| <b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>                                                 | 3  |
| 1.1 Γενικά στοιχεία                                                | 3  |
| 1.2 Ταξινόμική θέση του είδους                                     | 5  |
| 1.3 Μορφολογία                                                     | 7  |
| 1.4 Πολυμορφισμοί του είδους                                       | 11 |
| 1.5 Στόχοι της εργασίας                                            | 11 |
| <b>2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ</b>                           | 13 |
| 2.1 Γενικά στοιχεία για τις λιμνοθάλασσες                          | 13 |
| 2.2 Η λιμνοθάλασσα Βιστωνίδα – Πόρτο Λάγος                         | 15 |
| 2.3 Η δημιουργία της λιμνοθάλασσας                                 | 16 |
| 2.4 Κλίμα                                                          | 17 |
| 2.5 Παλίρροια, Ρεύματα, Κυματισμός                                 | 18 |
| 2.6 Ανθρωπογενείς δραστηριότητες, Αλιεία                           | 19 |
| 2.7 Οικολογική σημασία της λιμνοθάλασσας                           | 21 |
| 2.8 Οικολογικά χαρακτηριστικά της λιμνοθάλασσας του<br>Πόρτο Λάγος | 22 |
| 2.8.1 Χλωρίδα και βλάστηση                                         | 22 |
| 2.8.2 Ορνιθοπανίδα                                                 | 24 |
| 2.8.3 Ιχθυοπανίδα                                                  | 26 |
| 2.8.4 Αμφίβια – Ερπετά – Θηλαστικά                                 | 28 |
| <b>3. ΗΛΙΚΙΑ ΚΑΙ ΑΥΞΗΣΗ</b>                                        | 29 |
| 3.1 Γενικά για την ηλικία και την αύξηση                           | 29 |
| 3.2 Υλικά και μέθοδοι                                              | 30 |
| 3.2.1 Δειγματοληψίες                                               | 30 |
| 3.2.2 Αλιευτικό εργαλείο                                           | 31 |



|           |                                                 |           |
|-----------|-------------------------------------------------|-----------|
| 3.2.3     | Συντήρηση δειγμάτων                             | 32        |
| 3.2.4     | Μέτρηση των φυσικοχημικών παραμέτρων            | 32        |
| 3.2.5     | Επεξεργασία δειγμάτων στο εργαστήριο            | 33        |
| 3.2.6     | Στατιστική επεξεργασία                          | 34        |
| <b>4.</b> | <b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b>                | <b>35</b> |
| 4.1       | Σχέση μεταξύ σταθερού και ολικού μήκους σώματος | 35        |
| 4.2       | Ηλικία                                          | 37        |
| 4.2.1     | Χρόνος σχηματισμού του ετήσιου δακτυλίου        | 37        |
| 4.2.2     | Σχέση ολικού μήκους – ακτίνας λεπτιού           | 43        |
| 4.2.3     | Σχέση μήκους - βάρους                           | 45        |
| 4.2.4     | Αναλογία φύλου                                  | 48        |
| 4.2.5     | Γοναδοσωματικός δείκτης                         | 49        |
| 4.3       | Συμπεράσματα και συζήτηση                       | 51        |
| <b>5.</b> | <b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>                             | <b>55</b> |



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το *Aphanius fasciatus* (Nardo, 1827) είναι γνωστό στην Ελλάδα με το κοινό όνομα ζαμπαρόλα. Είναι ένα μικρού μεγέθους ψάρι, το οποίο συναντάται σε λιμνοθάλασσες, αλμυρόβαλτους, και απομονωμένα εσωτερικά νερά, όπου σχηματίζει μεγάλους πληθυσμούς στην παραλιακή ζώνη των λιμνοθαλασσών.

Μελετήθηκε η βιολογία και η δυναμική πληθυσμού του *Aphanius fasciatus* στη λιμνοθάλασσα του Πόρτο Λάγος στην Ξάνθη.

Η ηλικία προσδιορίστηκε από τα λέπια. Η μελέτη της ηλικίας από την ανάγνωση των λεπιών, έδειξε ότι στο Πόρτο Λάγος υπήρχαν άτομα και των δύο φύλων, μέχρι και 2 ετών. Η μελέτη της σχέσης ολικού μήκους – σωματικού βάρους, έδειξε ότι τα θηλυκά ήταν βαρύτερα των αρσενικών για το ίδιο μήκος.

Η μελέτη του γοναδοσωματικού δείκτη (GSI) έδειξε ότι η περίοδος της αναπαραγωγής είναι εκτεταμένη και διαρκεί από τον Μάρτιο μέχρι και τον Αύγουστο.

Μελετήθηκε η αναλογία φύλου, η οποία για το σύνολο των δειγμάτων ήταν 1:1,46 (αρσενικά : θηλυκά) και η οποία διαπιστώθηκε ότι μεταβαλλόταν κατά τη διάρκεια του έτους, ενώ γενικά το ποσοστό των θηλυκών ατόμων στους πληθυσμούς ήταν υψηλότερο.

## SUMMARY

*Aphanius fasciatus* (Nardo, 1827) is commonly known in Greece as zabarola. It is an euryaline teleost fish which lives in lagoons, salt marshes, shallow brackish water ecosystems and inland waters, where it forms large populations which reside in the shore zone of the lagoons.

In the present study, the biology and the population dynamics of the *Aphanius fasciatus* were investigated in Porto Lagos lagoon in Xanthi.

Age was determined from the scales. Scales reading showed that in Porto Lagos there are two age groups for both males and females. The relationship between total length – somatic weight showed that females were heavier than males with the same length.

The study of gonadosomatic index (GSI) showed that the reproductive season was particularly long. It began in March and ended in July.

The overall sex ratio was found 1:1,46 (males : females) and it was changing during the year, although in general females made up the largest proportion of population.

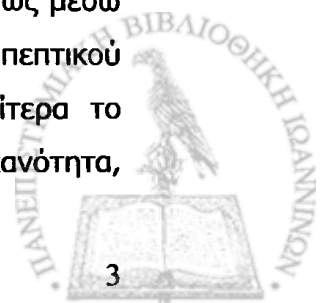
## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Γενικά στοιχεία

Το *Aphanius fasciatus* είναι ένα από τα δύο είδη της οικογένειας των Cyprinodontidae που ζουν στην Ελλάδα. Στη χώρα μας, το *Aphanius fasciatus* (Nardo, 1827) είναι γνωστό με το κοινό όνομα ζαμπαρόλα, γούργος ή ζαχαριάς, όμως μπορεί να το συναντήσουμε και με τις ονομασίες αλυκόψαρο και μπακούλα. Το ψάρι αυτό, το απαντάμε σε μεγάλη ποικιλία οικοσυστημάτων, λόγω της μεγάλης ανθεκτικότητας που παρουσιάζει στις μεταβολές των φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού και ιδιαίτερα στις μεγάλες διακυμάνσεις της αλατότητας, ικανότητα που του επιτρέπει να επιβιώνει σε ακραία περιβάλλοντα (WHEELER, 1983). Ζει σε λιμνοθάλασσες, αλμυρόβαλτους, εκβολές ποταμών, σε υφάλμυρα οικοσυστήματα σχετικά μικρού βάθους και σπάνια σε εσωτερικά νερά. Όπου ζει σε γλυκό νερό, πρόκειται για νερό με υψηλή σκληρότητα. Πάντα όμως ζει σε νερά ήσυχα και ρηχά, κόντ'α στις όχθες των ποταμών ή λιμνών ανάμεσα στα φυτά, σχηματίζοντας μεγάλους πληθυσμούς.

Οι πληθυσμοί της ζαμπαρόλας συναντώνται στις πλέον αποκλεισμένες ζώνες των λιμνοθαλασσών, σε γεωγραφικά απομονωμένα νερά, αλλά και σε περιβάλλοντα τα οποία δεν θα χαρακτηρίζονταν ως ιδανικά για άλλα είδη, όσον αφορά την αλατότητα και την περιεκτικότητά τους σε διάφορα ιόντα (BOUMAIZA, 1980). Συχνά συναντάται ως το μοναδικό ψάρι σε αποκλεισμένες υπέραλες περιοχές της λιμνοθάλασσας, αφού είναι το ψάρι με την μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα στην αλατότητα του νερού στην Ευρώπη, αν όχι παγκόσμια. Επιβιώνει σε τιμές αλατότητας από 0 μέχρι και 180 ‰ (g αλάτι ανά λίτρο νερού).

Η συνολική συγκέντρωση ιόντων στα σωματικά υγρά των θαλάσσιων τελεόστεων, είναι περίπου ίση με το 1/3 αυτής του περιβάλλοντος θαλασσινού νερού (MOYLE & CECHE, 1988). Τα θαλασσινά ψάρια, τείνουν να χάνουν νερό προς το εξωτερικό περιβάλλον και να προσλαμβάνουν ανόργανα ιόντα. Για να διατηρήσουν σταθερή την οσμωτική τους πίεση, πρέπει να επανακτούν το αποβαλλόμενο νερό και να αποβάλλουν διαρκώς ιόντα. Η οσμωτική και ιοντική ρύθμιση γίνεται κυρίως μέσω των νεφρών, των βραγχίων και σε μερικές περιπτώσεις μέσω του πεπτικού συστήματος (WOOTON, 1984). Τα γένη του είδους *Aphanius* και ιδιαίτερα το *Aphanius fasciatus*, επιδεικνύουν σημαντική οσμωρρυθμιστική ικανότητα,

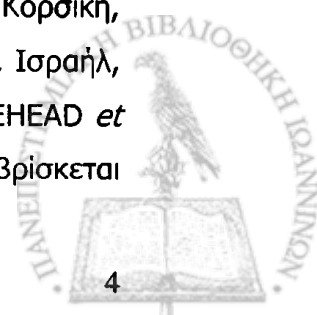


καταφέρνοντας να επιβιώνουν σε ακραία περιβάλλοντα (ABRAHAM, 1975). Η ζαμπαρόλα μπορεί και επιβιώνει ακόμα και στις πρώτες δεξαμενές παραγωγής αλατιού στις αλυκές Μεσολογίου, όπου οι τιμές της αλατότητας του νερού συχνά ξεπερνούν το 100‰, γεγονός που την καθιστά ως έναν από τους λίγους θηρευτές του βραγχιόποδου *Artemia*, στέλεχος του οποίου συναντάται σε μεγάλη αφθονία στις αλυκές αυτές.

Είναι είδος ιδιαίτερα σημαντικό για τις λιμνοθάλασσες, καθώς είναι μεταξύ των λίγων ειδών που ολοκληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο μέσα σ' αυτές. Τα περισσότερα είδη ψαριών που ζουν στις λιμνοθάλασσες, καταφεύγουν στην θάλασσα για να αναπαραχθούν, επιστρέφουν όμως στα υφάλμυρα νερά για να τραφούν καθ' ότι είναι πλούσια σε φυτοπλαγκτόν και ζωοπλαγκτόν. Η ζαμπαρόλα ζει και τρέφεται στην ακτή, συναντάται σε πολύ μικρό βάθος, που δεν μπορούν άλλα είδη να πλησιάσουν. Είναι προσαρμοσμένη να τρέφεται στα χαμηλότερα επίπεδα του τροφικού πλέγματος, παρουσιάζοντας σημαντικό ρόλο στη ροή ενέργειας στο οικοσύστημα. Σε αντίθεση με τα περισσότερα σπονδυλωτά των λιμνοθαλασσών, τα οποία στην πλειονότητά τους είναι σαρκοφάγα ή φυτοφάγα, η ζαμπαρόλα είναι ένα από τα λίγα ιζηματοφάγα είδη και είναι σε θέση να τρέφεται με την οργανική ύλη, που βρίσκεται στο βυθό με τη μορφή αποτιθέμενου ή αποικοδομούμενου οργανικού υλικού. Στη συνέχεια η ζαμπαρόλα, ως λεία άλλων ψαριών ή πουλιών, «επαναφέρει» στο οικοσύστημα την αποτιθέμενη ενέργεια (ΛΕΟΝΑΡΔΟΣ, 1996). Επίσης μπορεί να τρέφεται με ασπόνδυλους οργανισμούς και λάρβες εντόμων και θεωρείται ένα από τα είδη που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη βιολογική αντιμετώπιση των κουνουπιών.

Το *Aphanius fasciatus* είναι ένα είδος, το οποίο περιλαμβάνεται στο παράρτημα II της οδηγίας 92/43 του συμβουλίου της ΕΟΚ «Για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων, καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας». Αυτό δείχνει τη σημασία που έχει το συγκεκριμένο είδος για τα Ευρωπαϊκά οικοσυστήματα και τη μεγάλη σημασία που έχει η μελέτη του είδους. Γενικά, θα λέγαμε ότι δεν έχει καμία εμπορική αξία, αν και κατά τους φθινοπωρινούς μήνες χρησιμοποιείται ως δόλωμα σε παραγάδια, αφού την περίοδο αυτή είναι δύσκολο να βρεθούν άλλα δολώματα ή σπάνια το συναντάμε στα ενυδρεία ως διακοσμητικό ψάρι.

Πρόκειται για ένα είδος, που απαντάται στα νερά που βρίσκονται κοντά στις ακτές της κεντρικής και ανατολικής παράκτιας ζώνης της Μεσογείου, όπως: Κορσική, Σαρδηνία, Μάλτα, Δαλματία, Ελλάδα, θάλασσα του Μαρμαρά, Κύπρο, Συρία, Ισραήλ, Αίγυπτο, διώρυγα του Σουέζ, Αλγερία, Τυνησία (TORTONESE, 1975; WHITEHEAD *et al.*, 1986) (Εικ. 1.1), αλλά και στον Περσικό κόλπο. Στην Ελλάδα το είδος βρίσκεται



στη λιμνοθάλασσα του Πόρτο Λάγος και στη λίμνη Βιστωνίδα, στην Κέρκυρα, στη Ζάκυνθο, στον Αμβρακικό κόλπο, στις λιμνοθάλασσες Μεσολογγίου και Αιτωλικού, στον Μαλιακό κόλπο, την Ήπειρο και την Πελοπόννησο (ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ, 1973; ΡΑΡΑΚΟΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ, 1988).



**Εικόνα 1.1:** Η γεωγραφική κατανομή του *Aphanius fasciatus* (Nardo, 1827) στην περιοχή της Μεσογείου.

## 1.2 Ταξινόμική θέση του είδους

Το *Aphanius fasciatus* ανήκει στην οικογένεια των Cyprinodontidae (μια οικογένεια της τάξης των Atheriniformes) και στην υπόταξη των Cyprinodontoides. Η ταυτοποίηση των μελών αυτής της υπόταξης, γίνεται βάσει των εξής χαρακτηριστικών: την παρουσία μόνο μαλακών ακτινών στα πτερύγιά τους, την ύπαρξη ενός μόνο ραχιαίου πτερυγίου (το οποίο βρίσκεται στο μέσο περίπου του τόξου της ράχης), την απουσία δοντιών από τα βραγχιακά οστά, την ύπαρξη συνήθως κυκλοειδών λεπιών, την απουσία του κογχικοσφηνοειδούς οστού και τη σύνδεση των θωρακικών πτερυγίων με τον σκελετό της κεφαλής (σύνδεσμος του Baudelot). Τα περισσότερα είδη αυτής της υπόταξης έχουν μεγάλα μάτια, σχετικά πεπλατυσμένο κεφάλι και τελικό στόμα με ελαφρά κλίση προς τα επάνω.

Το *Gambusia affinis* (Baird & Girard, 1854), που στην Ελλάδα είναι γνωστό με το όνομα κουνουπόψαρο, αποτελεί ένα άλλο είδος της υπόταξης των Cyprinodontoides και συγκεκριμένα της οικογένειας των Poeciliidae και εκτοπίζει το *Aphanius* ή τα άλλα Cyprinodontidae από τα φυσικά ενδιαίτημά τους (WHEELER, 1983; GARSIA – MARIN *et al.*, 1990).

Σύμφωνα με τον WHEELER (1983), η οικογένεια των Cyprinodontidae διαφέρει ουσιαστικά από αυτή των Cyprinidae, λόγω της παρουσίας δοντιών στις γνάθους των ψαριών που ανήκουν στην πρώτη. Έχουν καταγραφεί περισσότερα από 270 είδη που ανήκουν στην οικογένεια των Cyprinodontidae. Στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου έχουν καταγραφεί έξι αντιπρόσωποι αυτής της οικογένειας, τέσσερις του γένους *Aphanius* και δύο του γένους *Valencia*, οι οποίοι σύμφωνα με τους KIENER & SCHACHTER (1974), SCHOLL *et al.* (1978), VILLWOCK (1982) και FERNANDEZ – DELGADO *et al.* (1988) είναι τα: *Aphanius fasciatus* (Nardo, 1827), *Aphanius iberus* (Valenciennes, 1846), *Aphanius dispar* (Ruppell, 1828) και το *Aphanius mento* (Heckel, 1843) το οποίο συναντάται μόνο στα εσωτερικά νερά, *Valencia hispanica* (Valenciennes, 1846), *Valencia letourneuxi* (Sauvage, 1880), το οποίο είναι το δεύτερο είδος της οικογένειας των Cyprinodontidae που συναντάται στην Ελλάδα. Επίσης έχουν αναφερθεί υβριδισμοί μεταξύ των ειδών *Aphanius fasciatus*, *Aphanius dispar* και *Aphanius mento* (VILLWOCK, 1982, 1985; GOREN & RYCHWALSKI, 1978).

Τα Cyprinodontidae έχουν γίνει αντικείμενο μελετών όσον αφορά τη μορφολογία, το διμορφισμό των φύλων (KIENER & SCHACHTER, 1974; BOUMAIZA, 1980), την αναπαραγωγή (BOUMAIZA *et al.*, 1979), την κατανομή (VILLWOCK, 1985), τους πολυμορφισμούς (KIENER & SCHACHTER, 1974; TIGANO, 1982; TIGANO & FERRITO, 1983a), τη γενετική και τους υβριδισμούς (GOREN & RYCHWALSKI, 1978; VILLWOCK, 1982; TIGANO & FERRITO, 1983b), τη δομή του πληθυσμού και τη βιολογία (PENAZ & ZAKI, 1985), την ηλικία, αύξηση και αναπαραγωγή (FERNANDEZ – DELGADO, 1988).

Η συστηματική κατάταξη του *Aphanius fasciatus* (Nardo, 1827) είναι η εξής:  
(GREENWOOD, 1975):

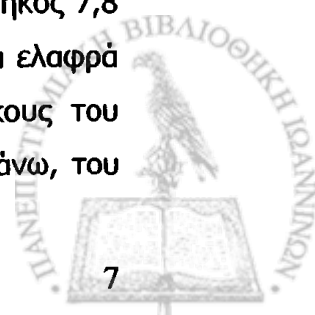
|                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| <b>Κλάση:</b>      | Osteichthyes       |
| <b>Υπόκλαση:</b>   | Euteleostei        |
| <b>Υπέρταξη:</b>   | Acanthopterygii    |
| <b>Σειρά:</b>      | Atherinomorpha     |
| <b>Τάξη:</b>       | Atheriniformes     |
| <b>Υπόταξη:</b>    | Cyprinodontoides   |
| <b>Οικογένεια:</b> | Cyprinodontidae    |
| <b>Γένος:</b>      | Aphanius           |
| <b>Είδος:</b>      | Aphanius fasciatus |

Συνώνυμα του *Aphanius fasciatus* (Nardo, 1827) είναι τα *Lebias calaritana* (Costa, 1839), *Cyprinodon fasciatus* (Boulenger, 1915), *Cyprinodon marmoratus* (Gridelli, 1936) και *Cyprinodon calaritanus* (Valenciennes, 1846) (ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ, 1973; TORTONESE, 1975; WHITEHEAD *et al.*, 1986).

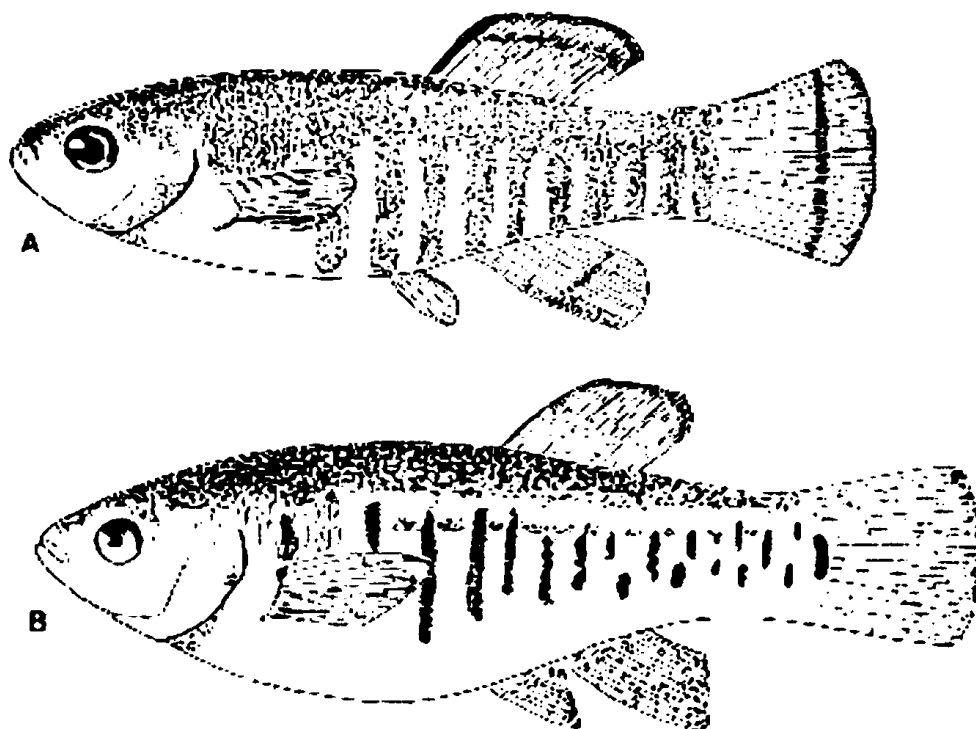
Το *Aphanius fasciatus* έχει μελετηθεί όσον αφορά τη συστηματική του (KIENER & SCHACHTER, 1974; TIGANO & PARENTI, 1988), τη βιομετρία, τους πολυμορφισμούς που εμφανίζει και την αναπαραγωγή του (BOUMAIZA *et al.*, 1979; TIGANO, 1982; TIGANO & FERRITO, 1983a; TIGANO, 1991). Σύμφωνα με την ΚΑΣΤΡΙΤΣΗ – ΚΑΘΑΡΙΟΥ (1992), η περιγραφή των προνυμφών του έγινε από τους LEPORI (1982) και MAZZA (1902), η κατανομή του μελετήθηκε από τους KIENER & SCHACHTER (1974) και BOUMAIZA *et al.* (1979), ενώ τη σπουδαιότητα του *Aphanius fasciatus* ως τροφή στις υδατοκαλλιέργειες μελέτησαν οι KTARI *et al.* (1978).

### 1.3 Μορφολογία

Το *Aphanius fasciatus*, είναι ένας τελεόστεος μικρού μεγέθους, με σώμα κυλινδρικό, μάλλον τορπιλόμορφο, ενώ το μέγιστο ύψος του είναι 4 – 6 φορές μικρότερο από το ολικό μήκος (Εικ. 1.2). Τα θηλυκά έχουν μέγιστο ολικό μήκος 7,8 cm, ενώ τα αρσενικά 7,5 cm (ΛΕΟΝΑΡΔΟΣ, 1996). Το κεφάλι του, που είναι ελαφρά πεπλατυσμένο, καταλαμβάνει σε μήκος το 1/5 περίπου του ολικού μήκους του σώματος του. Η θέση του στόματός του με μια ελαφρά κλίση προς τα επάνω, του



επιτρέπει να τρέφεται με οργανισμούς που επικάθονται στην επιφάνεια του νερού. Η κάτω γνάθος είναι προτεταμένη και φέρει στο εμπρόσθιο τμήμα της περίπου 12 δόντια, αριθμός που ποικίλλει, εξ' αιτίας της ποικιλομορφίας που εμφανίζει η ζαμπαρόλα. Η άνω γνάθος μπορεί να προεκβάλλεται, επιτρέποντας στη ζαμπαρόλα να συλλαμβάνει τροφές που βρίσκονται στον πυθμένα, ενώ φέρει περίπου 15 δόντια, τα οποία καλύπτονται από το παχύ άνω χείλος. Το σχήμα των δοντιών θυμίζει τρίαينا, καθώς το ελεύθερο μέρος τους έχει τρεις κορυφές, ενώ είναι εμφυτευμένα στη γνάθο με μια ρίζα.



**Εικόνα 1.2:** Ενήλικα άτομα του *Aphanis fasciatus* κατά την περίοδο της αναπαραγωγής, στα οποία διακρίνεται ο γαμήλιος χρωματισμός.  
Α. Αρσενικό, Β. Θηλυκό

Το σώμα της ζαμπαρόλας καλύπτεται από κυκλοειδή λέπια, διαφόρων σχημάτων και μεγεθών, ανάλογα με την περιοχή του σώματος που βρίσκονται: στην κοιλιά, στα βραγχιακά επικαλύμματα στην περιοχή της κεφαλής, καθώς και στο μίσχο της ουράς, είναι μικρά κυκλικά ή ελλειπτικά, ενώ στα πλευρά του σώματος είναι αρκετά μεγάλα. Η πλευρική γραμμή, που δεν διακρίνεται με γυμνό μάτι, αν και έχει σχετικά μεγάλο μέγεθος λεπιών, ξεκινάει από το άνω και πίσω μέρος της κεφαλής και

καταλήγει στην αρχή του ουραίου πτερυγίου, αποτελούμενη από 24 – 29 λέπια. Η σπονδυλική στήλη αποτελείται από 25 έως 30 σπονδύλους. Όλα τα πτερύγια αποτελούνται μόνο από μαλακές, διακλαδισμένες ακτίνες. Το ραχιαίο πτερύγιο φέρει 10 - 12 ακτίνες και βρίσκεται στο μέσο περίπου του τόξου της ράχης. Το εδρικό πτερύγιο, το οποίο βρίσκεται στο ίδιο ύψος με το ραχιαίο, φέρει 10 – 12 ακτίνες. Τα κοιλιακά πτερύγια βρίσκονται στο τέλος της κοιλιακής χώρας και φέρουν 6 – 8 ακτίνες. Το ουραίο πτερύγιο είναι μεγάλο, κυκλικό και έχει 26 – 29 ακτίνες. Τα θωρακικά πτερύγια είναι αρκετά ανεπτυγμένα και έχουν 13 – 16 ακτίνες (Πίν. 1.1).

**Πίνακας 1.1:** Μεριστικά χαρακτηριστικά του *Aphanius fasciatus*, όπως αναφέρονται από τους αντίστοιχους ερευνητές

| ΜΕΡΙΣΤΙΚΑ<br>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ |      | KIENER<br>(1974) | BOUMAIZA<br>(1980) | TIGANO<br>(1983) | WHITEHEAD<br><i>et al.</i> , (1986) | ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ<br>(1916) |
|-----------------------------|------|------------------|--------------------|------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| Ακτίνες ραχιαίου πτερυγίου  | (D)  |                  | 10-11              |                  | 10-12                               | 10-12                     |
| Ακτίνες ουραίου πτερυγίου   | (C)  |                  |                    | 26-29            |                                     | 16-17                     |
| Ακτίνες εδρικού πτερυγίου   | (A)  |                  | 10-11              |                  | 9-12                                | 10-12                     |
| Ακτίνες κοιλιακών πτερυγίων | (V)  |                  | 6-7                | 6-8              |                                     | 6-8                       |
| Ακτίνες θωρ/κών πτερυγίων   | (P)  |                  | 15-16              | 14-16            |                                     | 13-16                     |
| Αριθμός σπονδύλων           | (Vc) | 26-30            | 25-30              |                  |                                     |                           |
| Αρ. λεπιών πλευρ. γραμμής   | (LL) | 24-28            | 25-28              |                  | 25-27                               | 26-29                     |
| Αρ. δοντιών άνω/κάτω γνάθου | (T)  |                  |                    |                  | 12-20                               |                           |

Το *Aphanius fasciatus* εμφανίζει φυλετικό διμορφισμό, αφού το κάθε φύλο διαθέτει χαρακτηριστικά, που του προσδίδουν ιδιαίτερη εμφάνιση, καθώς επίσης και χαρακτηριστικό χρωματισμό (Εικ. 1.3). Το χρώμα του σώματος των θηλυκών ατόμων είναι καφέ υποπράσινο μέχρι καφέ λαδί, με πιο σκούρες αποχρώσεις στη ράχη, ενώ η κοιλιακή περιοχή είναι ανοιχτόχρωμη έως άσπρη. Στα πλευρά υπάρχουν 14 περίπου σκοτεινόχρωμες κάθετες ταινίες (ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ, 1916). Κατά τη διάρκεια όλου του έτους, τα πτερύγια έχουν ανοιχτό χρώμα, αλλά την περίοδο της αναπαραγωγής αλλάζουν και αποκτούν ένα υποκίτρινο χρώμα, ενώ οι δύο πρώτες ακτίνες του ραχιαίου πτερυγίου εμφανίζονται μαυριδερές. Σε όλη την περιοχή της ουράς εμφανίζονται διάσπαρτα μαύρα στίγματα, τα οποία κατά την περίοδο της αναπαραγωγής και ιδιαίτερα στα θηλυκά άτομα, συγκεντρώνονται σε μια κηλίδα στο ύψος των υποουραίων πλακών. Ο χρωματισμός στα αρσενικά άτομα (Εικ. 1.4) παρουσιάζεται πιο έντονος, ιδιαίτερα κατά την περίοδο της αναπαραγωγής. Διαθέτουν

μεγαλύτερα πτερύγια από τα θηλυκά και με εντονότερο κιτρινό χρώμα, ενώ κατά την περίοδο της αναπαραγωγής, στο ραχιαίο πτερύγιο οι δυο πρώτες ακτίνες (όπως και η κατάληξη των υπόλοιπων ακτίνων) γίνονται μαύρες, δημιουργώντας κατ' αυτόν τον τρόπο ένα μαύρο περίγραμμα. Στα πλευρά διακρίνονται 10 περίπου κάθετες ταινίες, στο ραχιαίο πτερύγιο ιδιαίτερα κατά την περίοδο της αναπαραγωγής διακρίνονται 2 και σπάνια 3 ταινίες, ενώ στο εδρικό πτερύγιο διακρίνονται 1 και σπάνια 2 ταινίες παράλληλες προς τον κατά μήκος άξονα του σώματος. Στο τέλος του ουραίου πτερυγίου διακρίνεται μια μαύρη ταινία κάθετη προς τον άξονα κατά μήκος άξονα του σώματος (ΛΕΟΝΑΡΔΟΣ, 1996).



**Εικόνα 1.3:** Ζευγάρι ενήλικων ατόμων του *Aphanius fasciatus*



**Εικόνα 1.4:** Αρσενικό άτομο του *Aphanius fasciatus*

## 1.4 Πολυμορφισμοί του είδους

Η ζαμπαρόλα είναι πολυμορφικό είδος, όπως και τα υπόλοιπα είδη του γένους *Aphanius*. Πολυμορφισμοί απαντώνται σε όλη την έκταση της γεωγραφικής κατανομής του είδους και σύμφωνα με τον ΒΟΥΜΑΙΖΑ (1980), αφορούν πολλούς χαρακτήρες, όπως: το χρωματισμό, τους μορφομετρικούς δείκτες, τον αριθμό ακτίνων στα πτερύγια, τον αριθμό σπονδύλων, τον αριθμό λεπιών της πλευρικής γραμμής.

Οι περιβαλλοντικές συνθήκες, που επικρατούν στις διάφορες απομονωμένες περιοχές που ζει το *Aphanius fasciatus*, οι οποίες συχνά μπορεί να είναι ακραίες και να διαφέρουν ως προς κάποια αβιοτικά χαρακτηριστικά του νερού, σε συνδυασμό με τη γεωγραφική απομόνωση, είναι ίσως υπεύθυνες για το μεγάλο πολυμορφισμό που εμφανίζουν οι πληθυσμοί του είδους. Τέτοιες περιοχές, όπως είναι οι λιμνοθάλασσες και οι εκβολές των ποταμών, ασκούν σημαντική επίδραση πάνω στους οργανισμούς που τις κατοικούν, εξ' αιτίας της ποικιλότητας, της ετερογένειας, αλλά και της αστάθειας που εμφανίζουν. Οι έντονες διακυμάνσεις των φυσικοχημικών παραμέτρων σε αυτούς τους βιότοπους, οδηγούν σύμφωνα με τους BAMBER και HENDERSON (1988), στην επιλογή υπερεχόντων γενοτύπων, ικανών να προσαρμόσουν τη μορφολογία, φυσιολογία και συμπεριφορά τους στις συγκεκριμένες συνθήκες, δημιουργώντας έτσι εντονότερες διαδικασίες φυσικής επιλογής.

Έχει βρεθεί ότι οι πολυμορφισμοί στους πληθυσμούς της ζαμπαρόλας, δεν είναι απαραίτητο να σχετίζονται μόνο με τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν στους βιότοπους που αυτοί ζουν. Μερικά χαρακτηριστικά, που ονομάζονται παλινδρομικά ή εκφυλιζόμενα, όπως είναι η παρουσία ή απουσία λεπιών στο *Aphanius*, όπως και σε άλλα Cyprinodontidae, καθορίζονται γενετικά (VILLWOCK, 1982; PARENTI & TIGANO, 1993).

## 1.5 Στόχοι της εργασίας

Είναι διαπιστωμένο, ότι όσον αφορά τη βιολογία, την οικολογία και τη δυναμική του *Aphanius fasciatus*, υπάρχει μεγάλο κενό τόσο στην ελληνική, όσο και στη διεθνή βιβλιογραφία. Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο να συνεισφέρει, με τον δικό της τρόπο, στην κάλυψη του κενού αυτού, που προκύπτει από τις περιορισμένες γνώσεις που υπάρχουν, σχετικά με τους προαναφερθέντες τομείς της ζωής των



λιμνοθαλάσσιων ειδών, όπως είναι η ζαμπαρόλα. Οι πληροφορίες που προκύπτουν από τη μελέτη της βιολογίας αυτών των ειδών, είναι πολύ χρήσιμες για τη διαχείριση των λιμνοθαλασσών, που αποτελούν ιδιαίτερα ευαίσθητα και ασταθή οικοσυστήματα.

Αν και στο παρελθόν το *Aphanius fasciatus* έχει μελετηθεί όσον αφορά τη βιολογία και τη δυναμική του, σε αυτή την εργασία έγινε προσπάθεια μελέτης της βιολογίας και της δυναμικής του *Aphanius fasciatus*, σε άτομα τα οποία συλλέχθηκαν στη λιμνοθάλασσα του Πόρτο Λάγος. Αφού εξετάστηκαν οι βιολογικές και πληθυσμιακές παράμετροι του είδους στην συγκεκριμένη περιοχή δειγματοληψίας, στη συνέχεια έγινε προσπάθεια σύγκρισης των παραμέτρων μεταξύ των δυο φύλων. Επιπλέον, έγινε προσπάθεια διερεύνησης τόσο των βιοτικών, όσο και των αβιοτικών παραγόντων, που επηρεάζουν τις πληθυσμιακές και βιολογικές παραμέτρους του είδους.

Σε μια προσπάθεια λοιπόν, να περιοριστεί το κενό στη βιβλιογραφία για το *Aphanius fasciatus*, καθώς και για όλους τους παραπάνω λόγους, το ενδιαφέρον της παρούσας μελέτης επικεντρώθηκε στα εξής θέματα:

1. Στον προσδιορισμό της ηλικίας και της αύξησης.
2. Στη δομή των πληθυσμών και τη σύνθεση ηλικιών.
3. Στη βιολογική απόκριση του οργανισμού σε σχέση με το μεταβαλλόμενο περιβάλλον της λιμνοθάλασσας.

## 2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

### 2.1. Γενικά στοιχεία για τις λιμνοθάλασσες

Ένας γενικά αποδεκτός ορισμός για τις λιμνοθάλασσες, είναι αυτός που προτείνουν οι DAY *et al.* (1989) και οι RIERA και ABELLA (1991), σύμφωνα με τους οποίους οι λιμνοθάλασσες είναι εσωτερικά υδάτινα οικοσυστήματα, συνήθως μικρού βάθους, που χωρίζονται από τη γειτονική θάλασσα με νησίδες ή άλλης μορφής σχηματισμούς, αλλά παράλληλα επικοινωνούν άμεσα με αυτή. Παρ' όλα αυτά, όμως, ο ορισμός αυτός δεν θεωρείται επαρκής, κυρίως γιατί δεν καθορίζει ικανοποιητικά το βαθμό διαχωρισμού των παράκτιων περιοχών από την ανοιχτή θάλασσα. Αυτό αποτελεί ίσως και το κλειδί καθορισμού των λιμνοθαλασσών ως διακριτών οικοσυστημάτων από πληθώρα άλλων φυσικών σχηματισμών, όπως εκβολές ποταμών και υπέραλων υδάτινων λεκανών (ΔΑΝΙΗΛΙΔΗΣ, 1991).

Υπάρχουν και κάποιοι άλλοι ορισμοί για τις λιμνοθάλασσες, οι οποίοι μπορούν να λειτουργήσουν συμπληρωματικά σε σχέση με τον παραπάνω: Σύμφωνα με τον ΛΕΟΝΑΡΔΟ (1996), ο BIANCHI (1985) χαρακτηρίζει τις λιμνοθάλασσες ως μεταβατικά περιβάλλοντα μεταξύ θάλασσας και γλυκού νερού και η παράμετρος που περιγράφει τις υδρολογικές διαβαθμίσεις που υπάρχουν σε αυτές, είναι η αλατότητα. Οι GUELORGET *et al.* (1983) θεωρούν ότι τα υφάλμυρα νερά δεν είναι μια μεταβατική ζώνη μεταξύ θάλασσας και γλυκών νερών, αλλά αποτελούν μια ξεχωριστή ενότητα. Η ενότητα αυτή, την οποία ονόμασαν «παραλιακή» (*paralique*), χαρακτηρίζεται από μία βιολογική ζώνωση, που εξαρτάται από το βαθμό απομόνωσης και όχι από τις τιμές της αλατότητας. Ο βαθμός απομόνωσης είναι συνάρτηση του απαιτούμενου χρόνου ανανέωσης ενός ορισμένου αριθμού στοιχείων, που προέρχονται από τη θάλασσα και είναι απαραίτητα για τη ζωή (μεταλλικά άλατα, ιχνοστοιχεία, βιταμίνες κ.ά.) και ενδεχομένως από τη φύση του υποστρώματος.

Οι λιμνοθάλασσες και τα εκβολικά συστήματα παρουσίαζαν πάντοτε ιδιαίτερο ενδιαφέρον για πολλούς λόγους, όπως:

- η μεγάλη παραγωγική τους ικανότητα
- η παρουσία πανίδας ιδιαίτερου οικονομικού και επιστημονικού ενδιαφέροντος
- η παροχή πολύτιμων πληροφοριών, μέσω της μελέτης των οργανισμών που κατοικούν σε αυτά τα συστήματα, για την κατανόηση των μηχανισμών

προσαρμογής των οργανισμών από το θαλάσσιο περιβάλλον, σε αυτό των υφάλμυρων νερών και στη συνέχεια των γλυκών.

Οι λιμνοθάλασσες είναι λιγότερο ή περισσότερο προστατευμένες περιοχές και χαρακτηρίζονται από την παρουσία μεγάλων ποσοτήτων θρεπτικών αλάτων, που προέρχονται είτε απ' ευθείας από τα εισρέοντα νερά, είτε είναι αποτέλεσμα της ανταλλαγής των θρεπτικών αλάτων μεταξύ ιζήματος και νερού. Το μεγαλύτερο μέρος αυτών ανακυκλώνονται, κυρίως εξ' αιτίας της δράσης των κυμάτων και ένα μικρό μόνο μέρος τους αποτίθεται στην ακτή (GOLDMAN & HORNE, 1983).

Ο τρόπος σχηματισμού των λιμνοθαλασσών καθορίζει και τον προσανατολισμό τους. Όταν αυτές δημιουργούνται από τον αποκλεισμό αβαθών ακτών (όπως συμβαίνει με τη λιμνοθάλασσα του Μεσολογγίου), τότε ο μεγαλύτερος άξονάς τους είναι παράλληλος προς την ακτή, ενώ όταν σχηματίζονται από φαινόμενα αποκλεισμού ή όταν πρόκειται για λιμνοθάλασσα που σχηματίστηκε από τεκτονικά φαινόμενα (λιμνοθάλασσα Αιτωλικού), τότε παρουσιάζουν συνήθως ακανόνιστο σχήμα, την λεγόμενη «ατυπική λιμνοθάλασσα». Μετά τον αποκλεισμό, αρχίζει να γίνεται ιζηματοαπόθεση, καθώς και μεταφορά του ιζήματος από θέση σε θέση μέσα στη λιμνοθάλασσα, με αποτέλεσμα την τελική διαμόρφωση του πυθμένα (BARNES, 1974; GOLDMAN & HORNE, 1983). Συχνά παρατηρείται το φαινόμενο της δημιουργίας δευτερογενών αναχωμάτων στο εσωτερικό της λιμνοθάλασσας, σχεδόν κάθετα στον κύριο άξονά της, με τελικό αποτέλεσμα τον κατακερματισμό της σε μικρότερες κυκλικές ή ωειδείς αβαθείς λεκάνες. Κατ' αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται δευτερεύουσες λιμνοθάλασσες στο εσωτερικό ή στην περιφέρεια της κύριας λιμνοθάλασσας (λιμνοθάλασσα Κλείσοβας, Θολή, Παλαιοπόταμος).

Το βάθος του νερού είναι ένας παράγοντας, που παίζει σημαντικό ρόλο στη λειτουργία των λιμνοθαλασσών. Σε όσες δημιουργούνται από αποκλεισμό ακτών, το βάθος του νερού σπάνια ξεπερνά τα 10m, ενώ συνήθως παρατηρείται μέσο βάθος περίπου 1m. Αντίθετα οι «ατυπικές» λιμνοθάλασσες, οι οποίες δημιουργούνται από φαινόμενα αποκλεισμού ή κατακρήμνισης, παρουσιάζουν πολύ μεγαλύτερο βάθος, που συχνά ξεπερνά τα 20m (DAY *et al.*, 1989). Ανάλογη περίπτωση αποτελεί η λιμνοθάλασσα του Αιτωλικού με ακανόνιστο σχήμα και μέγιστο βάθος περίπου 33m (ΔΑΝΙΗΛΙΔΗΣ, 1991).

## 2.2 Η λιμνοθάλασσα Βιστωνίδα – Πόρτο Λάγος

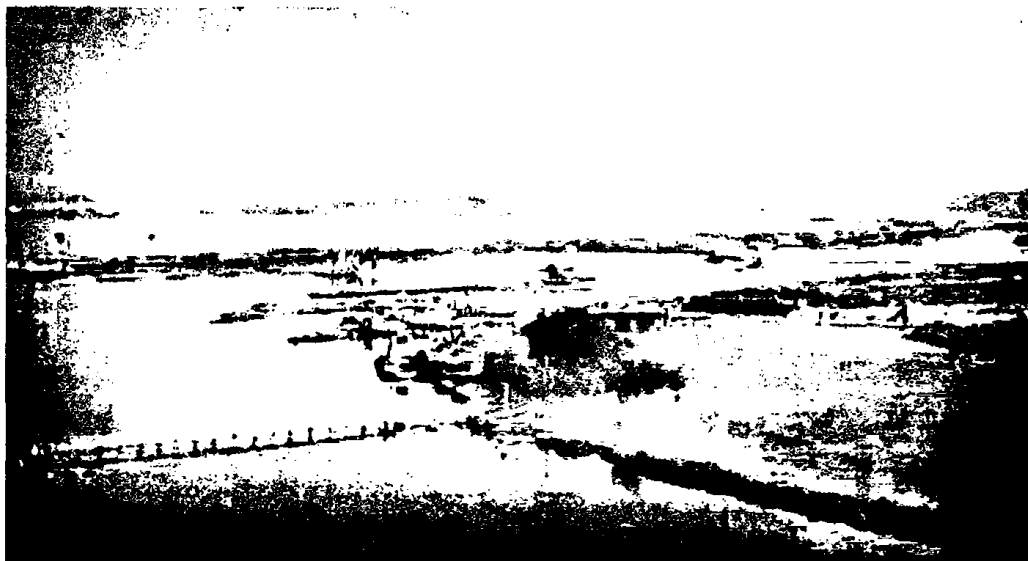
Η λιμνοθάλασσα Βιστωνίδα ( $27^{\circ} 7' \text{ B}$ ,  $41^{\circ} 3' \text{ A}$ ) βρίσκεται στη Δυτική Θράκη, μεταξύ των Νομών Ξάνθης και Ροδόπης (Εικ. 2.1). Η λεκάνη απορροής της έχει συνολική έκταση  $1.479 \text{ Km}^2$  και από μορφολογική άποψη διαμορφώνεται σε τρεις περιοχές: στην ορεινή ζώνη, στη λοφώδη περιοχή και στην πεδινή περιοχή. Η λιμνοθάλασσα τροφοδοτείται από 17 υδρολογικές λεκάνες, διαφορετικού μεγέθους και δυνατότητας παροχής νερού. Η Βιστωνίδα κείται στο κέντρο μιας ευρείας προσχωματικής πεδιάδας μικρών κλίσεων, μεταξύ της θάλασσας και της οροσειράς της Ροδόπης, με αποτέλεσμα τη μεγάλη υδάτινη επιφάνεια ( $45 \text{ Km}^2$ ) και το μικρό βάθος (μέγιστο βάθος της λιμνοθάλασσας:  $3,5 \text{ m}$ ).



**Εικόνα 2.1:** Χάρτης της περιοχής της λιμνοθάλασσας Βιστωνίδας.

Αποτελεί κλασική μορφή λιμνοθάλασσας, η οποία διαχωρίζεται από τη θάλασσα με έναν ηθμό από θίνες στην περιοχή του Πόρτο Λάγος (Εικ. 2.2). Με τον κόλπο του Πόρτο Λάγος επικοινωνεί με έναν διάυλο πλάτους  $60 \text{ m}$  και βάθους περίπου  $5 \text{ m}$ . Επίσης, υπάρχουν πρόσθετοι και περιστασιακοί διέξοδοι επικοινωνίας με τη θάλασσα, που έχουν τη μορφή υπερχειλίσεων. Ο πυθμένας της καλύπτεται από ιλυοαμμώδες υλικό, που δηλώνει την ύπαρξη ρευμάτων από το κέντρο προς τις ακτές και τα οποία έχουν σαν αποτέλεσμα τη συνεχιζόμενη επέκταση του ηθμού. Η γεωλογική διάταξη

των πετρωμάτων της περιοχής δημιουργεί εμπόδιο στην αμοιβαία επικοινωνία των νερών των γύρω υδροφορέων με τη λιμνοθάλασσα (ΔΙΑΜΑΝΤΗΣ, 1985).



**Εικόνα 2.2:** Η λιμνοθάλασσα του Πόρτο Λάγος.

### **2.3 Η δημιουργία της λιμνοθάλασσας**

Η υδρολογική λεκάνη της Βιστωνίδας ανήκει στη γεωτεκτονική ζώνη της μάζας της Ροδόπης και αποτελεί τμήμα της ευρύτερης τριτογενούς λεκάνης Ξάνθης – Κομοτηνής, που διαμορφώθηκε από την προοδευτική βύθιση της νότιας περιοχής της μάζας της Ροδόπης. Η δημιουργία της Βιστωνίδας (Εικ. 2.3) τοποθετείται πιθανόν στο τέλος του Μειόκαινου με αρχές Πλειστόκαινου, όταν μετά από καθοδικές κινήσεις, χαρακτηριστικές της περιόδου αυτής, η θάλασσα εισχώρησε στην περιοχή, με συνέπεια τη δημιουργία μιας κλειστής λιμνοθάλασσας. Η δημιουργία του ηθμού αποδίδεται στην ενέργεια ρευμάτων μέσα στην κλειστή θάλασσα, τα οποία δρούσαν αντίθετα προς τη φορά των θαλασσιών ρευμάτων. Στο Πλειστόκαινο, εφόσον είχε συντελεστεί η δημιουργία των υδρολογικών λεκανών, άρχισε ο περιορισμός της έκτασής της, εξ' αιτίας της απόθεσης υλικών από τους ήδη διαμορφωμένους χείμαρρους (ΔΙΑΜΑΝΤΗΣ, 1985).



**Εικόνα 2.3:** Πανοραμική άποψη της λίμνης Βιστωνίδας και στο βάθος η οροσειρά της Ροδόπης.

Στον ορεινό χώρο της λεκάνης απορροής της Βιστωνίδας, κυριαρχούν σκληροί και συμπαγείς σχηματισμοί γνευσίων, γρανιτών και σχιστόλιθων, ευπαθών στις διαβρώσεις και τις ολισθήσεις. Στα πεδινά κυριαρχούν λεπτόκοκκα υλικά, που δημιουργούν γόνιμα εδάφη. Ο συνδυασμός των έντονων βροχοπτώσεων, με τους παραπάνω πετρολογικούς σχηματισμούς, έχει ως αποτέλεσμα τη διάβρωση και αποσάθρωσή τους και συνεπώς, τη δημιουργία άφθονων φερτών υλών. Χαρακτηριστική είναι η ανάπτυξη ζωνών με αδρομερή υλικά κατά μήκος των κοιτών των παλαιών και νέων χειμάρρων, τα οποία γίνονται λεπτομερέστερα προς την κατεύθυνση της λίμνης. Γύρω από τη λίμνη συναντώνται υλικά με αργιλική ή ιλυοαμμώδη σύσταση. Το σύνολο των ιζημάτων κάτω και γύρω από τη λίμνη, αποτελείται από υλικά ποικίλης κοκκομετρικής σύστασης, με έντονη ετερογένεια, τόσο κατά την κατακόρυφη, όσο και κατά την οριζόντια έννοια (ΔΕΛΗΜΑΝΗ & ΞΕΙΔΑΚΗΣ, 2004).

## 2.4 Κλίμα

Το κλίμα στη λιμνοθάλασσα του Πόρτο Λάγος μπορεί να χαρακτηριστεί σαν μέσο - μεσογειακό. Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται στους 15 °C. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία είναι 20 °C, ενώ η μέση ελάχιστη 10 °C.

Σύμφωνα με τον ΔΙΑΜΑΝΤΗ (1985), το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται από τα παρακάτω στοιχεία: Το μέσο ετήσιο ύψος των βροχοπτώσεων στην ορεινή ζώνη

της λεκάνης κυμαίνεται από 760 mm μέχρι 1.207 mm, γεγονός που κατατάσσει το κλίμα της ορεινής ζώνης μεταξύ ημι-υγρού και υγρού τύπου. Στη λοφώδη και πεδινή ζώνη, το μέσο ετήσιο ύψος βροχής κυμαίνεται από 685 mm μέχρι 840 mm, κατατάσσοντας το κλίμα της ζώνης αυτής στον ημι-υγρό τύπο. Η ετήσια κατανομή των βροχοπτώσεων παρουσιάζει ένα κύριο μέγιστο το Δεκέμβριο και δύο μικρότερα το Μάιο και Οκτώβριο. Υγρή περίοδος είναι το διάστημα Οκτωβρίου – Μαΐου και ξηρή περίοδος το εξάμηνο Απριλίου – Σεπτεμβρίου, με εξαίρεση, όπως προαναφέρθηκε, τον Μάιο.

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του κλίματος του Β. Αιγαίου, αποτελεί το σύστημα των ετήσιων ανέμων που επικρατούν στο Αιγαίο και είναι γενικά ισχυροί βόρειοι άνεμοι, οι οποίοι πνέουν πάντα την ίδια εποχή, από Μάιο έως Σεπτέμβριο. Η κύρια διεύθυνση των ανέμων στην ευρύτερη περιοχή είναι ΒΑ και γενικότερα βόρειοι άνεμοι, ακολουθούν οι ΝΑ και ΝΔ διεύθυνσης ασθενείς ως μέτριοι άνεμοι και έπονται οι ανατολικής διεύθυνσης (ΔΕΛΗΜΑΝΗ & ΞΕΙΔΑΚΗΣ, 2004).

## **2.5 Παλίρροια, Ρεύματα, Κυματισμός**

Σε περιόδους χαμηλής παροχής των υδατορεμάτων (θερινή περίοδος), η Βιστωνίδα επηρεάζεται ιδιαίτερα από τη θάλασσα, με την οποία επικοινωνεί στο νότιο τμήμα της μέσω μιας τεχνητής διόδου μήκους 1.500 m. Ομοίως, επικοινωνεί με τη λιμνοθάλασσα του Πόρτο Λάγος σε άλλα δυο σημεία. Οι ελώδεις εκτάσεις της νότιας περιοχής της Βιστωνίδας, επηρεάζονται από παλιρροϊκά φαινόμενα, εξ' αιτίας της παλίρροιας που υπάρχει στο Βιστωνικό κόλπο και είναι της τάξεως περίπου των 0,40m.

Οι τρεις δίοδοι επικοινωνίας με τη θάλασσα, έχουν σαν αποτέλεσμα την αυξημένη εισροή θαλασσινού νερού, κυρίως την ξηρή εποχή του έτους, που η τροφοδοσία της λίμνης με γλυκό νερό από τους χείμαρρους είναι, όπως προαναφέρθηκε, περιορισμένη. Η διαδικασία εισροής αλμυρού νερού δημιουργεί ρεύματα κυκλοφορίας διαφορετικής πυκνότητας, που συντελούν επίσης και στον αυτοκαθαρισμό της λίμνης. Αυτό συμβαίνει, γιατί η λίμνη είναι αβαθής και το νερό που εισρέει συνολικά σε μια χρονιά, είναι τρεισήμισι φορές περισσότερο από τον όγκο του νερού της λίμνης.

Στο λιμάνι του Πόρτο Λάγος, το χειμώνα επικρατούν βορειοανατολικοί άνεμοι και το φθινόπωρο νότιοι ασθενείς. Το χειμώνα με τους νότιους ανέμους, το ύψος του

κύματος εξωτερικά του λιμένα φθάνει 1 – 1,5 m, ενώ μέσα στο λιμένα μέχρι 0,40 m περίπου. Από τα παραπάνω στοιχεία εκτιμάται ότι δημιουργείται αξιόλογος κυματισμός στη λίμνη (ΔΕΛΗΜΑΝΗ & ΞΕΙΔΑΚΗΣ, 2004).

## **2.6 Ανθρωπογενείς δραστηριότητες, Αλιεία**

Η υποβάθμιση του περιβάλλοντος από τον άνθρωπο, που άρχισε με τη συγκρότηση των πρώτων οικισμών, αυξήθηκε εκθετικά μετά τη βιομηχανική επανάσταση και έχει στην εποχή μας πάρει τόσο μεγάλες διαστάσεις, ώστε να αποτελεί πλέον σοβαρό κίνδυνο για το ανθρώπινο γένος. Η σωστή διαχείριση του περιβάλλοντος μιας περιοχής, αποτελεί πλέον πρόκληση, τόσο για την αντίστοιχη πολιτική ηγεσία, όσο και για τους επιστημονικούς φορείς.

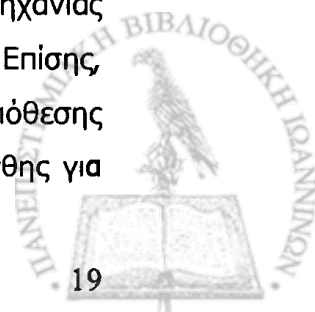
Η οικονομική ανάπτυξη της περιοχής, που αποτελεί τη λεκάνη απορροής της Βιστωνίδας και η αύξηση του αριθμού, της έντασης και της ποικιλίας των οικονομικών δραστηριοτήτων, επηρεάζουν τη λιμνοθάλασσα. Οι βασικοί και άμεσοι φορείς ρύπανσης της Βιστωνίδας είναι οι εξής:

- Ο χείμαρρος Κόσυνθος
- Ο χείμαρρος Κομψάτος
- Ο χείμαρρος Τράχος
- Το αποστραγγιστικό δίκτυο της περιοχής

Ο Κόσυνθος μεταφέρει:

- α. Τα μη επεξεργασμένα αστικά υγρά λύματα της πόλης της Ξάνθης, η οποία έχει πληθυσμό περίπου 45.000 κατοίκους.
- β. Τα μη επεξεργασμένα υγρά απόβλητα των Δημοτικών Σφαγείων της Ξάνθης και του Πολυσίτου
- γ. Υπολείμματα λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων από τις καλλιέργειες στο πεδινό τμήμα της λεκάνης απορροής του Κόσυνθου (σιτάρι, καπνά, τεύτλα, οπωροκηπευτικά κ.λ.π.).

Μέχρι το 1985 και για μια δεκαετία περίπου, στον Κόσυνθο κατέληγαν τα ημι-επεξεργασμένα (διέλευση από αμμόφιλτρο) υγρά απόβλητα της ΣΕΒΑΘ (βιομηχανίας επεξεργασίας γεωργικών προϊόντων, κυρίως ντομάτας και πατάτας). Επίσης, σημειώνεται ότι τμήμα της ευρείας κοίτης του Κόσυνθου, αποτελεί χώρο απόθεσης (μήκους 1.000 m και πλάτους 400 m) των στερεών απορριμμάτων της Ξάνθης για



αρκετές δεκαετίες. Η απόθεση των στερεών απορριμμάτων στο χώρο αυτό, είναι ουσιαστικά ανεξέλεγκτη.

Οι χείμαρροι Κομφάτος και Τράχος, καθώς και το εκτεταμένο αποστραγγιστικό δίκτυο στη Β.Α. πλευρά της Βιστωνίδας, μεταφέρουν σε αυτήν τα υπολείμματα των λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, που χρησιμοποιούνται για τις καλλιέργειες της πεδινής περιοχής. Στις πηγές ρύπανσης της Βιστωνίδας πρέπει ακόμα να προστεθούν τα απόβλητα εκτροφής ζώων, καθώς και οι φερτές ύλες που μεταφέρονται από τους χείμαρρους (ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΥ, 1989).

Η γεωργία κατέχει την πρώτη θέση στην οικονομία της περιοχής, αλλά και όλης της Θράκης. Το 25% της έκτασης του Νομού διατίθεται για τη γεωργία. Το 63% της καλλιεργήσιμης γης διατίθεται για δημητριακά, το 10% για ηλίανθο, το 7% για καπνό και ακολουθούν τα κηπευτικά, το βαμβάκι κ.ά.

Η κτηνοτροφία παρουσιάζει πτώση τα τελευταία χρόνια, τόσο στο ζωικό κεφάλαιο, όσο και στην παραγωγή κτηνοτροφικών προϊόντων. Οι πεδινοί βοσκότοποι συνεχώς μειώνονται, ενώ στην ορεινή περιοχή δεν υπάρχει το αναγκαίο δυναμικό. Στασιμότητα υπάρχει και στην ορνιθοτροφία.

Η διαμόρφωση του παράκτιου χώρου με τις αβαθείς ακτές, δεν επιτρέπει τη διαμόρφωση αλιευτικών καταφυγίων, με επακόλουθο τη μη δυνατότητα ανάπτυξης αλιευτικού στόλου. Υπάρχει ένας αλιευτικός συνεταιρισμός παράκτιας αλείας, του οποίου οι επιδόσεις τα τελευταία χρόνια υποδεικνύουν δυνατότητες εκμετάλλευσης και εμπορίας. Στη Βιστωνίδα υπάρχει ιχθυοτροφείο με ιχθυοσυλληπτικές εγκαταστάσεις (Εικ. 2.4), που τις εκμεταλλεύεται συνεταιρισμός και η εκμετάλλευση γίνεται σε πολύ εντατικό ρυθμό, ώστε να παρουσιάζονται φαινόμενα υπεραλίευσης. Η ιχθυοπαραγωγή παρουσιάζει έντονες διακυμάνσεις κατ' έτος στη συνολική παραγωγή κυπρίνων, κεφάλων και χελιών και γενικά δεν θεωρείται ικανοποιητική, γεγονός που αποδόθηκε σε περιβαλλοντικές και ανθρωπογενείς επιδράσεις.



**Εικόνα 2.4:** Ιχθυοσυλληπτικές εγκαταστάσεις στη λίμνη Βιστωνίδα.

## 2.7 Οικολογική σημασία της λιμνοθάλασσας

Η σπουδαιότητα της λιμνοθάλασσας Βιστωνίδας έχει αναγνωριστεί διεθνώς και η περιοχή έχει ενταχθεί στον κατάλογο των υγροτόπων διεθνούς σημασίας, σύμφωνα με τη σύμβαση Ramsar. Η Βιστωνίδα, η οποία χρησιμοποιούμενη ως δέκτης αστικών και βιομηχανικών λυμάτων και εκπλύσεων καλλιεργειών, απειλείται με οικολογική καταστροφή, προστατεύεται από τη «Διεθνή Συμφωνία περί Προστασίας των Διεθνούς Ενδιαφέροντος Υγροτόπων ιδία Υγροβιοτόπων», η οποία υπογράφηκε στις 2 Φεβρουαρίου 1971 στην πόλη Ramsar του Ιράν και κυρώθηκε με το Νομοθετικό Διάταγμα 191 στις 19 Νοεμβρίου 1974. Το Φεβρουάριο του 1980 η Βιστωνίδα περιλήφθηκε στις προστατευόμενες φυσικές περιοχές της Ελλάδας, σύμφωνα με τη Συνθήκη Ramsar, από το Εθνικό Συμβούλιο Χωροταξίας και Περιβάλλοντος. Το Συμβούλιο "αναθέτει στις αρμόδιες υπηρεσίες των Υπουργείων Συντονισμού και Γεωργίας, τη σύνταξη μελετών καθορισμού των χρήσεων των υδάτων των λεκανών απορροής των υγροτόπων αυτών και των ποταμών που τους τροφοδοτούν, καθώς και τη σύνταξη μελετών καθορισμού των χρήσεων γης των περιοχών που τους περιβάλλουν".

Είναι φανερό, ότι το πρόβλημα της διαχείρισης του οικοσυστήματος της Βιστωνίδας γίνεται βαθμιαία όλο και πιο σοβαρό, καθώς ακόμα δεν έχει καθοριστεί η κοινωνικώς αποδεκτή χρήση του. Ταυτόχρονα και παράλληλα, διατίθενται χρήματα για μελέτες ή έργα αλληλοσυγκρουόμενα ως προς τη χρήση της λιμνοθάλασσας.

Έργα για διευκόλυνση και εντατικοποίηση της γεωργίας, καθώς και έργα διευθέτησης της κοίτης των χειμάρρων, συμβάλλουν στην αύξηση της παροχής θρεπτικών αλάτων (και στην αύξηση του ευτροφισμού). Φράγματα και ταμιευτήρες μειώνουν τις εισροές γλυκών νερών, με αποτέλεσμα την ανατροπή του φυσιολογικού κύκλου μεταβολής της αλατότητας και της κυκλοφορίας των νερών, κάτι που θεωρείται καταστρεπτικό για τις λιμνοθάλασσες. Από την άλλη μεριά, τόσο ο ευτροφισμός, όσο και η μείωση των εισροών, έχουν αρνητική επίπτωση σε τουριστικές δραστηριότητες, αλλά και στην ιχθυοπαραγωγή και ιχθυοκαλλιέργεια, ενώ μακροπρόθεσμα μπορεί να οδηγήσουν στην καταστροφή του βιοτόπου, τον οποίο η χώρα μας έχει αναλάβει διεθνώς την υποχρέωση να προστατεύει (ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΥ, 1989)(Εικ. 2.5).



**Εικόνα 2.5:** Μια γενική άποψη του βιοτόπου της Βιστωνίδας, που εμφανίζει μεγάλη βιοποικιλότητα.

## **2.8 Οικολογικά χαρακτηριστικά της λιμνοθάλασσας του Πόρτο Λάγος**

### **2.8.1 Χλωρίδα και βλάστηση**

Οι ακτές της λιμνοθάλασσας καλύπτονται από χαρακτηριστική βλάστηση, που καθορίζεται από τις κλιματικές συνθήκες, τη γεωγραφική τοποθεσία του συστήματος και την αλατότητα των νερών. Η βλάστηση της περιοχής αποτελείται από αλόφυτα, ιτιές, σκλήθρα, πλατάνια, φτελιές, φράξους, λυκίσκους, καλαμιώνες κ.ά. Στα παράλια του Πόρτο Λάγος, η βλάστηση που επικρατεί, σχηματίζεται από διάφορα αμμόφιλα

είδη, όπως η *Cakile maritima*, η *Salicornia europaea* και ο θαλάσσιος κρίνος (*Pancratium maritimum*). Μπροστά ακριβώς στο λιμάνι του Πόρτο Λάγος, υπάρχει άλσος με παραθαλάσσια πεύκα (*Pinus amaritima*), προερχόμενα από αναδάσωση (Εικ. 2.6).

Στα μικρά νησιά που βρίσκονται μέσα στη Βιστωνίδα και στα παρόχθια οικοσυστήματα, υπάρχουν εκτεταμένοι καλαμιώνες που αποτελούνται από καλάμια (*Arundo donax*), Σάζα (*Typha latifolia*) και Αγριοκάλαμα (*Phragmites australis*). Στη Βιστωνίδα η επιπλέουσα βλάστηση ανήκει στα γένη *Trapa*, *Lemna*, *Myriophyllum* και *Potamogeton*. Στα αλμυρά τέλματα φυτρώνει το *Arthrocneum ftuticosum*, που εναλλάσσεται με τα *Juncus* sp. και τα Αρμυρίκια (*Tamarix* sp.).



**Εικόνα 2.6:** Άλσος με παραθαλάσσια πεύκα στο Πόρτο Λάγος.

Στις εκβολές των ποταμών Κομφάτου και Κόσυνθου υπάρχουν παραποτάμια δάση που αποτελούνται από Ασημόλευκες (*Populus alba*), Καβάκια (*Populus nigra*), Ιτιές (*Salix alba*, *S. pyrrpurea*, *S. triadra*), Φτελιές (*Ulmus minor*) και Πλάτανους (*Platanus orientalis*). Άλλα φυτά που υπάρχουν στη γύρω περιοχή είναι η Αγράμπελη (*Clematis flammula*), ο Λυκίσκος (*Humulus lupulus*) η Αγριοσταφυλίτσα (*Solanum dulcamara*), το Αγριόκλημα (*Vitis vinifera - sylvestris*), κ.α.

### 2.8.2 Ορνιθοπανίδα

Στα νότια του Νομού Ξάνθης και ιδιαίτερα στη λίμνη Βιστωνίδα και το Πόρτο Λάγος, ο κόσμος των πουλιών είναι χωρίς αμφιβολία αυτός που κυριαρχεί, με τους εντυπωσιακούς αριθμούς των πληθυσμών και την ποικιλία των ειδών του. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία από πουλιά που φωλιάζουν, που διαχειμάζουν στην περιοχή, αλλά και μεταναστευτικά (Εικ. 2.7). Περισσότερα από 300 είδη υδρόβιων και παρυδάτιων πουλιών έχουν παρατηρηθεί στην περιοχή, από τα οποία 9 είναι παγκοσμίως απειλούμενα, όπως ο Αργυροπελεκάνος, η Νανόχηνα, η Κοκκινόχηνα, η Βαλτόπαπια, το Κεφαλούδι, ο Στικταετός, ο Βασιλαετός, το Κίρκινέζι και η Λεπτομούτα. Πολλά από αυτά αναπαράγονται εδώ, άλλα ξεχειμωνιάζουν ή περιοδικά χρησιμοποιούν τη λίμνη κατά τη μετανάστευσή τους. Το ήπιο κλίμα της λιμνοθάλασσας εξ' άλλου, αλλά και το αρκετά μεγάλο τροφικό δυναμικό της, ιδιαίτερα μάλιστα κατά τη χειμερινή περίοδο, επιτρέπουν στα πουλιά να διαχειμάζουν και να τρέφονται. Η περιοχή είναι προστατευόμενη από τη συνθήκη Ramsar, ενταγμένη στο δίκτυο Natura 2000 και από την Ε.Ε. ως περιοχή ειδικής προστασίας της Ορνιθοπανίδας.

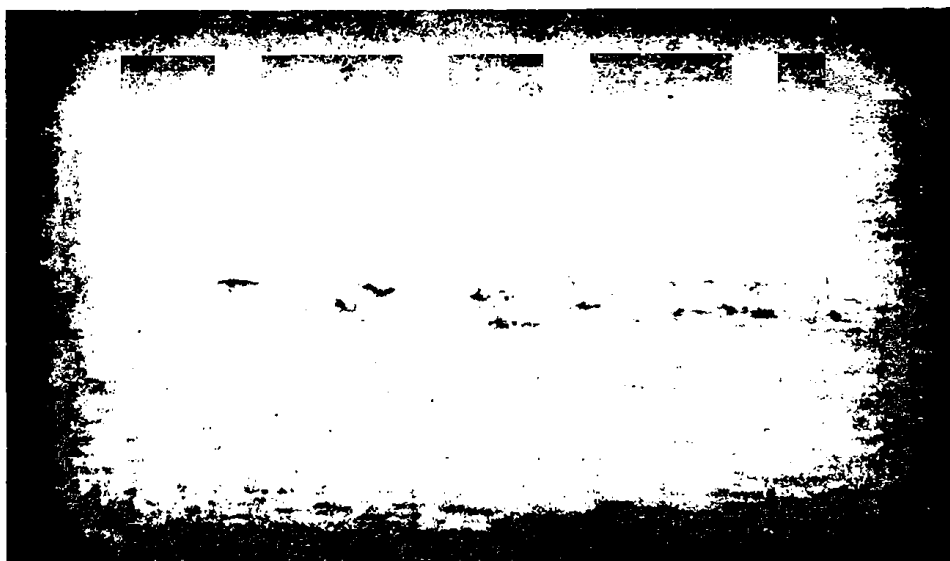


**Εικόνα 2.7:** Η αφθονία τροφής χαρακτηρίζει τα πλούσια οικοσυστήματα της περιοχής, με αποτέλεσμα να διατρέφονται χιλιάδες πουλιά στην ευρύτερη περιοχή.

Τα υδρόβια πουλιά που διαχειμάζουν στην περιοχή Βιστωνίδας - Πόρτο Λάγος, υπερβαίνουν συχνά τα 100.000 άτομα και ανήκουν σε 20 περίπου είδη. Στις αλυκές που βρίσκονται δυτικά του Πόρτο Λάγος, φωλιάζουν η Αβοκέτα (*Recurvirostra avosetta*), ο Καλαμοκάνας (*Himantopus himantopus*) και η Αγκαθολημάννα (*Hoplopterus spinosus*), σπάνιο είδος της Ελλάδας και της Ευρώπης. Η Θράκη είναι η

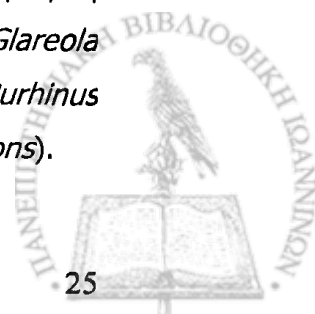
μοναδική περιοχή φωλιάσματος και διατροφής σε όλη την Ευρώπη για το είδος αυτό. Επίσης, παρατηρήθηκε τελευταία μεγάλος πληθυσμός από Μαυροκέφαλους γλάρους (*Larus melanocephalus*) να φωλιάζουν στην Αλυκή.

Η αναπαραγόμενη ορνιθοπανίδα περιλαμβάνει σημαντικούς αριθμούς ειδών, με σπουδαιότερα από αυτά τη μικτή αποικία ερωδιών (Εικ. 2.8), με κύριους αντιπροσώπους τον Λευκοτσικνιά (*Egretta garzetta*), Σταχτοτσικνιά (*Ardea cinerea*), Κρυπτοτσικνιά (*Ardeola ralloides*). Στα αναπαραγόμενα είδη περιλαμβάνονται ο Νυχτοκόρακας (*Nycticorax nycticorax*), η υδρόβια Λαγγόνα (*Phalacrocorax pygmeus*), η Βαλτόπαπια (*Aythya nyroca*), το Νεροχελίδονο (*Glareola pratincola*), το Ποταμογλάρονο (*Sterna hirundo*), το Νανογλάρονο (*Sterna albifrons*), η Χαλκοκουρούνα (*Coracias Garrulus*), η Γαλιάντρα (*Melanocorypha calandra*), ο Γαϊδουροκεφαλός (*Lanius minor*) και άλλα πολύ σπάνια είδη πουλιών.



**Εικόνα 2.8:** Αποικία ερωδιών στη λιμνοθάλασσα του Πόρτο Λάγος.

Στη βόρεια πλευρά της λίμνης Βιστωνίδας φωλιάζουν Μαυροπελαργοί (*Ciconia nigra*) και μεγάλα σπάνια αρπακτικά, όπως ο Θαλασσαετός (*Haliaetus albicilla*), ίσως ο Βασιλαετός (*Aquila heliaca*), ο Κραγαετός (*Aquila pomarina*), ο Σταυραετός (*Hieraaetus pennatus*), ο Χρυσαιετός (*Aquila chrysaetus*) ο Φιδαιετός (*Circaetus gallicus*), ο Πετρίτης (*Falco peregrinus*), ο Δενδρογέρακας (*Falco subbueto*) και το Σαΐνι (*Accipiter brevipes*). Σε περιοχές με αλοφυτική βλάστηση, γύρω από τη λίμνη και σε όλες τις παράκτιες λιμνοθάλασσες, φωλιάζουν τα Νεροχελίδονα (*Glareola pratincola*), ο Κοκκινোসκέλης (*Tringa totanus*), η Πετροτριλίδα (*Burhinus oedipnemos*) και υπάρχουν μικρές αποικίες από Ποταμογλάρονα (*Sterna albifrons*).



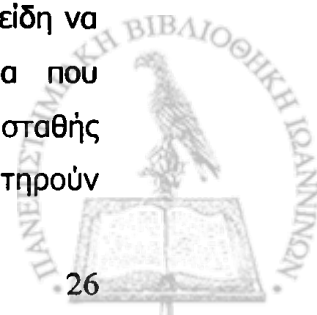
Κατά τη μετανάστευση, πολλά είδη περνούν από την περιοχή και σταματούν τη μεταναστευτική τους πορεία για τροφή και κουρνιάσμα, όπως ο Ροδοπελεκάνος (*Pelecanus onocrotalus*), ο Αργυροπελεκάνος (*Pelecanus crispus*), η Χαλκόκοτα (*Plegadis falcinellus*) και η Λεπτομούτα (*Numenius tenuirostris*) (η δεύτερη σημαντικότερη περιοχή στην Ελλάδα για το είδος). Από την Άνοιξη του 1983, στη Θράκη και ειδικά στην περιοχή του Πόρτο Λάγος, εμφανίστηκαν τα Φλαμίγκος (*Phoenicopterus ruber*), τα οποία παρατηρούνται όλο το χρόνο στην περιοχή.

Το χειμώνα εμφανίζονται μεγάλοι αριθμοί υδρόβιων πουλιών, όπως ο Κορμοράνος (*Phalacrocorax carbo sinensis*), ο Αργυροπελεκάνος (*Pelecanus crispus*), ο Αργυροτσικνιάς (*Egretta alba*), η Ασπρομέτωπη χήνα (*Anser albifrons*), η Νανόχηνα (*Anser erythropus*), η Σταχτόχηνα (*Anser anser*), η Βαρβάρα (*Tadorna tadorna*), η Καστανόχηνα (*Tadorna ferrunginea*), η Ψαλίδα (*Anas acuta*), το Γκισάρι (*Aythya ferina*), η Φαλαρίδα (*Fulica atra*). Στη Βιστωνίδα το χειμώνα, κάνουν επίσης την εμφάνισή τους οι Κυνηγόπαπες (*Aythya ferina*), τα Σφυριστάρια (*Anas penelope*), η Μαυροκέφαλη πάπια (*Aythya fuligula*), η Χουλιάρόπαπια (*Anas clypeata*), η Πρασινοκέφαλη (*Anas platyrhynchos*) και το Κιρκίρι (*Anas crecca*) (Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία, 1994).

### 2.8.3 Ιχθυοπανίδα

Μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τον άνθρωπο από οικονομικής άποψης, παρουσιάζει η ιχθυοπανίδα των λιμνοθαλασσών, η οποία είναι ιδιαίτερα πλούσια και εμπορικά εκμεταλλεύσιμη. Οι λιμνοθάλασσες χαρακτηρίζονται από μικρότερη ποικιλότητα, αλλά μεγαλύτερη αφθονία σε σχέση με τα εσωτερικά νερά ή την ανοιχτή θάλασσα (GOLDMAN & HORNE, 1983).

Ο αριθμός των ειδών που ολοκληρώνουν τον κύκλο ζωής τους στις λιμνοθάλασσες είναι περιορισμένος. Πρόκειται για είδη ανθεκτικά σε μεγάλο εύρος αλατοτήτων, που είναι παράλληλα και ανθεκτικά σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών. Οι λιμνοθάλασσες είναι δυναμικά και μεταβαλλόμενα (ημερήσια και εποχικά) περιβάλλοντα, τα οποία απαιτούν υψηλή δαπάνη ενέργειας από τα ψάρια, για να ανταπεξέλθουν στις αντίξοες συνθήκες που επικρατούν, με αποτέλεσμα λίγα είδη να μπορούν να επιβιώσουν μέσα σ' αυτές. Το σημαντικότερο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν τα ψάρια των λιμνοθαλασσών, είναι η μεταβαλλόμενη και ασταθής αλατότητα, πράγμα που σημαίνει ότι θα πρέπει να προσπαθούν να διατηρούν

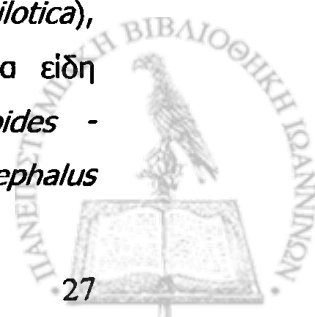


σταθερή την εσωτερική τους οσμωτική πίεση, απέναντι σε ένα μεταβαλλόμενο εξωτερικό περιβάλλον. Οι τιμές της αλατότητας του νερού μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια της ημέρας σε σχέση με τα παλιρροϊκά ρεύματα, αλλά και εποχικά σε σχέση με το ισοζύγιο των εισερχόμενων γλυκών νερών και του όγκου των εξατμιζόμενων από το σύστημα νερών. Χαρακτηριστικά είδη των λιμνοθαλασσών είναι είδη των οικογενειών *Gobiidae*, *Gasterosteidae*, *Syngnathidae*, *Cyprinodontidae* και *Atherinidae*, τα οποία ολοκληρώνουν τη ζωή τους μέσα στις λιμνοθάλασσες (ΛΕΟΝΑΡΔΟΣ, 1996).

Η ιχθυοπανίδα των λιμνοθαλασσών μπορεί να διακριθεί σε τρεις κυρίως κατηγορίες: α) Τα ψάρια της παραλιακής ζώνης, τα οποία κατοικούν κυρίως κοντά στην ακτή, δεν παρουσιάζουν μεταναστευτική δραστηριότητα και είναι συνήθως μικρά σε μέγεθος. Κυριότεροι αντιπρόσωποι αυτής της ομάδας είναι είδη της οικογένειας των *Cyprinodontidae*, τα οποία τρέφονται κυρίως με βενθικούς οργανισμούς, καθώς και της οικογένειας των *Syngnathidae*. β) Πελαγικά είδη, τα οποία συναντώνται στα ανοιχτά λιμνοθαλασσών και συνήθως δημιουργούν κοπάδια κοντά στην επιφάνεια του νερού. Τα πελαγικά είδη είναι είτε πλαγκτονοφάγα, είτε σαρκοφάγα. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι αντιπρόσωποι της οικογένειας των *Atherinidae* (BAMBER & HENDERSON, 1988). γ) Βενθικά είδη που συνήθως ζουν τρεφόμενα κοντά στον πυθμένα, αλλά αρκετές φορές ανεβαίνουν και τρέφονται σε όλη τη στήλη του νερού, όπως είναι τα είδη της οικογένειας των *Gobiidae* (DEGAN, 1989).

Η λιμνοθάλασσα της Βιστωνίδας – Πόρτο Λάγος, αποτελεί έναν τόπο συγκέντρωσης και ανάπτυξης ψαριών. Τα περισσότερα είδη εισέρχονται περιστασιακά στις αρχές τις άνοιξης, παραμένουν εκεί για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα και στη συνέχεια, όταν οι περιβαλλοντικές συνθήκες το επιβάλλουν, τις εγκαταλείπουν και επιστρέφουν στην ανοιχτή θάλασσα, είτε για να ωοτοκήσουν, είτε για να βρουν καταφύγιο στα βαθύτερα και θερμότερα νερά κατά τη χειμερινή περίοδο. Τα ψάρια είναι πολύ σημαντικός κρίκος στην τροφική αλυσίδα των λιμνοθαλασσών, για το λόγο ότι αποτελούν τους κορυφαίους και ενδιάμεσους θηρευτές, καθώς επίσης με τη θήρευση ρυθμίζουν κατώτερα τροφικά επίπεδα (DEGAN, 1989).

Από μελέτες που έχουν γίνει στην περιοχή, διαπιστώθηκε ότι η ιχθυοπανίδα της Βιστωνίδας αποτελείται από διάφορα είδη, όπως: Φρίσσα (*Alosa fallax nilotica*), Λιπαριά (*Alosa caspialosa macedonica*), Χέλι (*Anguilla anguilla*), διάφορα είδη κεφάλων, Βιριάνα (*Barbus cyclolepis*), Γελάρτζα (*Chalcalburnus chalcoides macedonicus*), Μικροσίρκο (*Leucaspius delineatus*), Τυλινάρι (*Leuciscus cephalus*



*macedonicus*), Τσαϊλάκι (*Leuciscus borysthenicus*), Μουρμουρίτσα (*Rhodeus sericeus amarus*), Τσιρόνι (*Rutilus rutilus*), Κοκκινόφτερα (*Scardinious erythrophthalmus*), Γλήνι (*Tinca tinca*), Ζαμπαρόλα (*Aphanius fasciatus*), Μουστακάς (*Gobio gobio*), Πετρόψαρο (*Blennius fluviatilis*), Φιδόψαρο (*Cobitis taenia*), Κουνουπόψαρο (*Gambusia affinis*), Αγκαθόψαρο (*Gasterosteus aculeatus*), Ποντογωβιός (*Knipowitschia caucasica*), Μουρούνα (*Acipenser sturio*) κ.ά.

#### 2.8.4 Αμφίβια – Ερπετά – Θηλαστικά

Στην περιοχή αυτή η αφθονία των ζώων είναι απaráμιλλη. Υπάρχουν ζώα φυτοφάγα και σαρκοφάγα, διαφόρων μεγεθών.

Αμφίβια: Τα αμφίβια που υπάρχουν στην περιοχή της Βιστωνίδας είναι ο Τρίτωνας (*Triturus vulgaris*), η Βομβίνη (*Bombina variegata*), ο Φρύνος (*Bufo bufo*), ο Πρασινόφρυνος (*Bufo viridis*) και οι βάτραχοι (*Rana dalmatina* και *Rana ridibunda*).

Ερπετά: Στα νερά των υγροτόπων της περιοχής υπάρχουν καλοί πληθυσμοί από Νερόχελώνες (*Emys orbicularis* και *Mauremys caspica*) και από Νερόφιδα (*Natrix natrix* και *Natrix testelata*). Στα γύρω μέρη ζουν πολλές Χερσοχελώνες (*Testudo graeca*, *Testudo hermanni*). Άλλα είδη ερπετών: Οχιές (*Vipera ammodytes*), Σπιτόφιδα (*Elaphe situla*), Λαφιότες (*Elaphe quatorlineata*, *Elaphe longissima*), Σαΐτες (*Coluber najadum*), Κοιλοπέλτες (*Malpolon monspensullanus*) και διάφορες σαύρες όπως η Πρασινόσαυρα (*Lacerta viridis*) και η Τρανόσαυρα (*Lacerta trilineata*).

Θηλαστικά: Τα δάση που υπάρχουν στα Δέλτα των ποταμών Κορμπάτου και Κόσουνθου χρησιμοποιούνται σαν καταφύγια για τη βίδρα (*Lutra lutra*), τον Αγριόγατο (*Felis sylvestris*), τον Ασβό (*Meles meles*), την Αλεπού (*Vulpes vulpes*), το Τσακάλι (*Canis aureus*), την Στοϊκτίδα (*Vormela pargusna*), το Δασομυξό (*Glis glis*) κ.α. Σε μικρούς πληθυσμούς υπάρχουν επίσης στην περιοχή, το Ζαρκάδι (*Capreolus capreolus*), ο Λύκος (*Canis lupus*), το Αγριογούρουνο (*Sus scrofa*), οι Λαγοί (*Lepus capensis*) κ.α. Στις ελώδεις εκτάσεις της περιοχής βόσκει μια αγέλη από Βουβάλια (*Bubalus bubalus*). Είναι ό,τι έχει απομείνει από τα πλήθη των Βουβαλιών που υπήρχαν άλλοτε στη Θράκη και χρησιμοποιούνταν σαν ζώα έλξης και στο όργωμα των χωραφιών.

### 3. ΗΛΙΚΙΑ ΚΑΙ ΑΥΞΗΣΗ

#### 3.1 Γενικά για την ηλικία και την αύξηση

Η ικανότητα του υπολογισμού της ηλικίας και της αύξησης των ψαριών από τα σκληρά μέρη του σώματός τους, είναι μια από τις σπουδαιότερες εργασίες για τους ιχθυολόγους. Ο τρόπος αυτός υπολογισμού των παραπάνω παραμέτρων για τα ψάρια, άρχισε εδώ και 200 περίπου χρόνια. Πολλά συμπεράσματα για αρκετά βιολογικά φαινόμενα στα ψάρια, είναι πλήρως εξαρτώμενα από το σωστό υπολογισμό της ηλικίας και της αύξησής τους. Γενικά ο υπολογισμός των δυο αυτών παραμέτρων, μπορεί να δώσει πληροφορίες γύρω από τη διάρκεια της ζωής τους, την ηλικία ωρίμανσης, τη θνησιμότητα, τη σύνθεση του πληθυσμού και τις επιδράσεις του περιβάλλοντος στην ανάπτυξή τους.

Ο όρος αύξηση (growth) στους ζωικούς οργανισμούς υποδηλώνει αλλαγές στο μέγεθός τους. Η μεταβολή αυτή αναφέρεται είτε στο μήκος του ζωικού οργανισμού, είτε σε άλλες φυσικές διαστάσεις του, περιλαμβανομένου του όγκου, του βάρους, της μάζας ή ακόμη και ολόκληρου του μεγέθους του σώματός του, με όλες τις ιστολογικές και κυτταρολογικές αλλαγές (πρωτεΐνες, λίπη κ.λπ.). Όλα τα επιμέρους χαρακτηριστικά της ανάπτυξης των ψαριών εμπλέκονται στη βιολογία τους και γενικότερα στην οικολογία και στη διαχείρισή τους.

Ο υπολογισμός της ηλικίας των ψαριών είναι απαραίτητος στις διαχειριστικές αποφάσεις και συνεπώς η εκτίμησή της θα πρέπει να δίνει πειστικά αποτελέσματα. Είναι πολύ ωφέλιμο να είναι γνωστό σε ποιο μέγεθος και ηλικία, κάποιο είδος ψαριού φθάνει στη σεξουαλική ωρίμανση. Επίσης, για συγκριτικές μελέτες, είναι απαραίτητο να είναι γνωστό το μέσο μέγεθος των ψαριών, καθώς και η διακύμανσή του στις διάφορες ηλικίες.

Οι βασικές μέθοδοι υπολογισμού της ηλικίας των ψαριών που έχουν εξελιχθεί, ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες:

**α) Εμπειρική μέθοδος:** Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην άμεση παρατήρηση ψαριών που κρατούνται σε περιορισμένο χώρο ή ψαριών που σημάνθηκαν και επανασυλλήφθηκαν. Πρόκειται για την αρχαιότερη μέθοδο, που χρησιμοποιήθηκε αρχικά από τους ιχθυοτρόφους και στηριζόταν στη μέτρηση του μεγέθους των εκτρεφόμενων ειδών στις διάφορες γνωστές ηλικίες. Σήμερα πολύ λίγο χρησιμοποιείται, γιατί παρουσιάζει πάρα πολλά προβλήματα.



β) **Στατιστική μέθοδος:** Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην κατανομή των συχνοτήτων των μηκών των ψαριών. Για την εφαρμογή της γίνεται ταξινόμηση των ψαριών σύμφωνα με το μήκος τους και αφού ομαδοποιηθούν σε κλάσεις μηκών, σχηματίζεται το ιστόγραμμα τους. Από το ιστόγραμμα αυτό, προκύπτει μια κανονικότητα κατά κλάση ηλικίας, χωρίς να αποκλείεται η υπερκάλυψη μεταξύ των κλάσεων. Τα ιστογράμματα είναι πολύ προσεγγιστικά, ιδίως για τα ψάρια μεγάλης ηλικίας.

γ) **Ανατομική μέθοδος:** Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην εκτίμηση της ηλικίας είτε από τα λέπια, είτε από άλλα ανατομικά μέρη του σώματος των ψαριών. Η βάση για τη χρήση της ανατομικής μεθόδου υπολογισμού της ηλικίας των ψαριών, είναι η αρίθμηση των ετήσιων «ανακοπών», που εμφανίζονται πάνω στα σκληρά μέρη του σώματός τους (οστά, λέπια, ωτόλιθοι, βραγχιακά επικαλύμματα και ακτίνες). Οι ανακοπές αυτές ονομάζονται ετήσιοι δακτύλιοι ανάπτυξης και σχηματίζονται κατά τη διάρκεια διαδοχικών περιόδων ταχείας και βραδείας ανάπτυξης και συμπίπτουν με την περίοδο ανάπτυξης ή μη ανάπτυξης των ψαριών κατά τη διάρκεια του χρόνου. Η μέθοδος αυτή είναι οπτική και στηρίζεται στην ικανότητα και πείρα του ερευνητή, με όλα τα συνεπακόλουθα μειονεκτήματα (ΝΕΟΦΥΤΟΥ, 1997).

Η σύγχρονη ηλεκτρονική ανάπτυξη δεν θα μπορούσε να αφήσει έξω την ιχθυολογία, γι' αυτό σήμερα έχουν αναπτυχθεί, με τη βοήθεια του ηλεκτρονικού υπολογιστή, σύγχρονες τεχνικές για την εκτίμηση της ηλικίας των ψαριών. Η όλη τεχνική στηρίζεται στην υπόθεση ότι όταν γίνει προσπάθεια να διαπεράσει φως από τα πυκνά τμήματα των χρησιμοποιούμενων για την εκτίμηση της ηλικίας ανατομικών οργάνων των ψαριών, ο υπολογιστής κάνει αναγνώριση αυτών και αμέσως εμφανίζονται σε προκαθορισμένο υπόβαθρο, με αποτέλεσμα να γίνεται προσμέτρηση του αριθμού τους και συνεπώς εκτίμηση της ηλικίας των ψαριών.

### **3.2 Υλικά και μέθοδοι**

#### **3.2.1 Δειγματοληψίες**

Μια σειρά προκαταρκτικών δειγματοληψιών σε διάφορα σημεία της λιμνοθάλασσας του Πόρτο Λάγος, οδήγησαν στην επιλογή της κατάλληλης θέσης δειγματοληψίας. Πραγματοποιήθηκαν προκαταρκτικές δειγματοληψίες σε σημεία που αντιπροσώπευαν χαρακτηριστικούς βιοτόπους της λιμνοθάλασσας, ενώ δοκιμάστηκαν

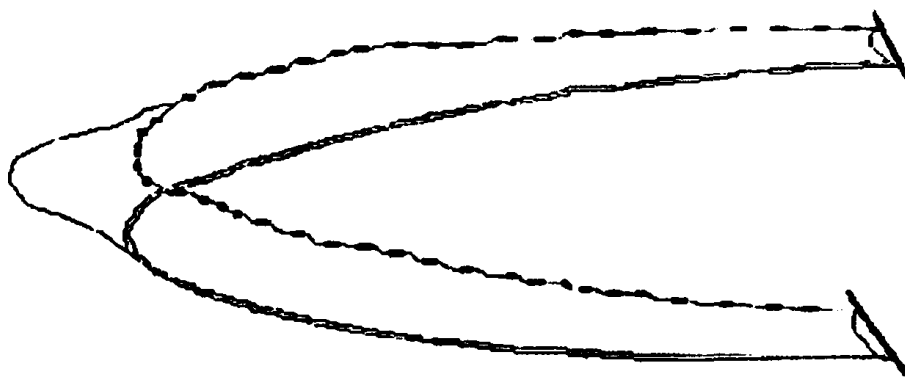


διάφορα αλιευτικά εργαλεία στην προσπάθεια επιλογής του καλύτερου. Σε αυτές τις δειγματοληψίες μελετήθηκαν οι ιδιαιτερότητες των σταθμών δειγματοληψίας, η δυνατότητα πρόσβασης, η μορφή και κάλυψη του πυθμένα, η ιχθυοπανίδα, καθώς και η κατανομή του *Aphanius fasciatus*. Στα περισσότερα σημεία, ο βυθός ήταν καλυμμένος από λεπτόκοκκο ίζημα, γεγονός που μετέτρεψε την πρόσβαση στο σταθμό δειγματοληψίας, στη μεγαλύτερη δυσκολία που έπρεπε να αντιμετωπιστεί, για το λόγο ότι και το σύρσιμο του δίχτυου, όπως και το βάδισμα ήταν αρκετά δύσκολα. Οι δειγματοληψίες ήταν μηνιαίες και διήρκησαν από τον Απρίλιο του 1989 έως και τον Αύγουστο του 1990, πραγματοποιούνταν πάντοτε την τελευταία εβδομάδα κάθε μήνα, κατά τις πρώτες πρωινές ώρες.

### 3.2.2 Αλιευτικό εργαλείο

Για τη συλλογή των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε δίχτυ αλείας γόνου (γρίπος) δίχως κόμπους, ανοίγματος ματιού 2,5 mm, μήκους 15 m, ύψους 1,5 m στις άκρες και 2 m στο κέντρο, το οποίο έφερε σάκο μήκους 3 m και διαμέτρου 1,5 m (Εικ. 3.1). Για να διευκολύνεται το σύρσιμο και η διαλογή των ψαριών, ένα κομμάτι δίχτυου, ύψους 20 cm και ανοίγματος ματιού 5 mm, ήταν ραμμένο στο κάτω μέρος του εργαλείου και σε όλο του το μήκος, ώστε να αποφεύγεται κατά το σύρσιμο, η συσσώρευση λάσπης, οστράκων και διάφορων στερεών σωμάτων. Σε ένα σχοινί, που βρισκόταν στο κάτω μέρος του εργαλείου, υπήρχαν ενσωματωμένα βαρίδια, σχετικά μικρού βάρους ανά μονάδα μήκους, ώστε το δίχτυ κατά το σύρσιμο να εφάπτεται στο μαλακό υπόστρωμα, δίχως να εισχωρεί στη λάσπη και να είναι αποτελεσματικό στη σύλληψη των ψαριών, τα οποία μόλις αντιληφθούν το δίχτυ, προσπαθούν να κρυφτούν μέσα στη λεπτή λάσπη του πυθμένα.

Ο σχεδιασμός του εργαλείου στηρίχθηκε στα δίχτυα που χρησιμοποιούνται από τους ντόπιους ψαράδες για τη σύλληψη ψαριών μικρού μεγέθους. Επιδίωξη ήταν η σύλληψη όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτικού δείγματος του πληθυσμού. Γι' αυτό σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε έτσι ώστε να είναι δυνατή η σύλληψη ικανοποιητικού αριθμού ψαριών όλων των μεγεθών, να μπορεί να χρησιμοποιείται στη συγκεκριμένη περιοχή και από περιορισμένο αριθμό ατόμων.



**Εικόνα 3.1:** Σχέδιο του χρησιμοποιούμενου αλιευτικού εργαλείου (γρίπος) για τις δειγματοληψίες.

Η κίνηση που πραγματοποιούνταν κάθε φορά για τη σύλληψη του δείγματος, ήταν η εξής: Δυο άτομα έπιαναν τα άκρα του δίχτυου και το έσερναν κάθετα προς την ακτή, με μια σχετικά σταθερή ταχύτητα, διατρέχοντας πάντοτε τον ίδιο χώρο, ώστε να εξασφαλίζεται η σταθερή αλιευτική προσπάθεια (EVERHART & YOUNGS, 1989). Τα δυο άτομα βρίσκονταν μεταξύ τους σε απόσταση 8 – 10 m, έτσι ώστε το δίχτυ να σχηματίζει ένα τόξο όσο και το μήκος του.

### 3.2.3 Συντήρηση δειγμάτων

Αμέσως μόλις τελείωνε η διαδικασία της δειγματοληψίας, τα ψάρια που συλλαμβάνονταν, ξεπλένονταν με καθαρό γλυκό νερό και χωρίς να χαθεί χρόνος, τοποθετούνταν σε δοχεία, που γεμίζονταν με διάλυμα φορμόλης 10% περίπου. Στη συνέχεια, τα δείγματα μεταφέρονταν στο εργαστήριο, όπου το αλieuμα διαχωριζόταν ανάλογα με το είδος του ψαριού. Έπειτα, τα δείγματα του *Aphanius fasciatus* τοποθετούνταν σε δοχεία με διάλυμα φορμόλης 4%, όπου και παρέμεναν μέχρι τη στιγμή της εξέτασης.

### 3.2.4 Μέτρηση των φυσικοχημικών παραμέτρων

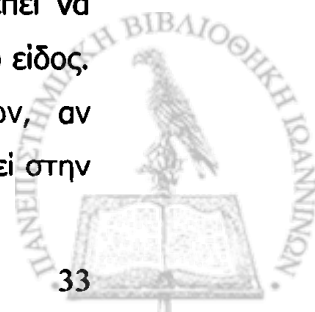
Σε μια προσπάθεια που έγινε, ώστε να συσχετισθούν οι μεταβολές κάποιων φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού, με τις βιολογικές και πληθυσμιακές παραμέτρους του ψαριού, κατά τη διάρκεια της έρευνας μετρούνταν οι τιμές

ορισμένων φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού στις θέσεις δειγματοληψίας. Στη διάρκεια κάθε δειγματοληψίας λαμβάνονταν οι τιμές της θερμοκρασίας του νερού και του αέρα, της αλατότητας, του διαλυμένου στο νερό οξυγόνου και του pH. Οι μετρήσεις των παραπάνω φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού, γίνονταν πάντοτε μετά τη σύλληψη των ψαριών και την τοποθέτησή τους στο διάλυμα με τη φορμόλη 10% για συντήρηση.

### 3.2.5 Επεξεργασία δειγμάτων στο εργαστήριο

Προκειμένου να μετρηθούν οι βιολογικές παράμετροι, τα δείγματα των ψαριών τοποθετούνταν για διάστημα 1-2 ημερών σε δοχεία με νερό βρύσης, ώστε να απομακρυνθούν τα υπολείμματα της φορμόλης, ενώ στη συνέχεια αφήνονταν σε απορροφητικό χαρτί, ώστε να απομακρυνθεί η περίσσεια υγρασία και λαμβάνονταν τα εξής στοιχεία – μετρήσεις:

- Το ολικό βάρος του ψαριού μετρήθηκε με ψηφιακό ζυγό ακριβείας 0,1 mg.
- Το ολικό μήκος του ψαριού λαμβάνονταν ως η απόσταση μεταξύ του πρόσθιου μέρους της κεφαλής (με το ρύγχος κλειστό) και του τέλους του ουραίου πτερυγίου και μετρήθηκε με τη βοήθεια ψηφιακού μικρομέτρου ακριβείας 0,01 mm.
- Ο πεπτικός σωλήνας αφαιρούνταν, ζυγιζόταν και στη συνέχεια τοποθετούνταν σε ατομικά δοχεία για τη μελέτη της διατροφής, που δεν συμπεριλήφθηκε στην παρούσα μελέτη.
- Για τον υπολογισμό του γοναδοσωματικού δείκτη, οι γονάδες αφαιρούνταν προσεκτικά από την κοιλιακή περιοχή, ζυγίζονταν και φυλάσσονταν σε ατομικά δοχεία με φορμόλη 10%.
- Το φύλο προσδιοριζόταν από εξωτερικά χαρακτηριστικά, επειδή το *Aphanius fasciatus* παρουσιάζει φυλετικό διμορφισμό, αλλά συμπληρωματικά και από την εξέταση των γονάδων τους (LAGLER, 1978; TABER, 1986).
- Λέπια. Παρά το γεγονός ότι η συλλογή λεπιών από το σώμα των ψαριών είναι η πιο απλή εργασία, εντούτοις, η απομάκρυνσή τους θα πρέπει να γίνεται με προσοχή και με σταθερή διαδικασία. Η αφαίρεση των λεπιών θα πρέπει να γίνεται από μια ορισμένη θέση του σώματος των ψαριών, ανάλογα με το είδος. Είναι πολύ εύκολο να παρθούν λέπια από το σώμα των ψαριών, αν χρησιμοποιηθεί κάποιο αιχμηρό όργανο. Μεγάλη προσοχή πρέπει να δοθεί στην

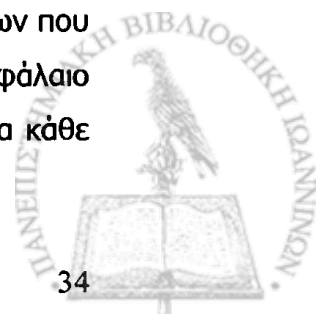


πλευρά που λαμβάνονται τα λέπια και η οποία πρέπει να είναι ίδια για όλα τα ψάρια. Στη συγκεκριμένη μελέτη, για τον προσδιορισμό της ηλικίας, τη μελέτη της αύξησης και τον προσδιορισμό του χρόνου σχηματισμού του ετήσιου δακτυλίου, λαμβάνονταν 6 – 8 λέπια από την αριστερή πλευρά του σώματος του ψαριού, από την περιοχή που ορίζεται μεταξύ του τέλους του θωρακικού και της αρχής του ραχιαίου πτερυγίου (NIKOLSKY, 1963; LAGLER, 1978; JEARLD, 1983). Στη θέση αυτή, τα λέπια είναι κανονικού μεγέθους και οι ετήσιοι δακτύλιοι πιο εύκολα αναγνωρίσιμοι.

Τα λέπια πριν χρησιμοποιηθούν για την ανάγνωση της ηλικίας, έπρεπε να απαλλαγούν με τη βοήθεια δυο βελονών ανατομίας, από τους επιδερμικούς ιστούς που έφεραν στην επιφάνειά τους. Για το λόγο αυτό, ξεπλένονταν με άφθονο απεσταγμένο νερό και τοποθετούνταν ανάμεσα σε δυο αντικειμενοφόρες πλάκες, οι οποίες στερεώνονταν με ταινία περιελιγμένη στα άκρα τους (ΣΙΝΗΣ, 1981). Για την παρατήρηση και ανάγνωση των ετησίων δακτυλίων χρησιμοποιήθηκε στερεοσκόπιο ZEISS 2000, με διερχόμενο και ανακλώμενο φως, με μεγέθυνση 32 X. Η ανάγνωση της ηλικίας έγινε στα λέπια όλης της δειγματοληπτικής περιόδου. Το κάθε λέπι παρατηρήθηκε δυο φορές, χωρίς να λαμβάνονται υπ' όψιν κατά τη δεύτερη παρατήρηση τα αποτελέσματα της πρώτης και χωρίς να είναι γνωστά τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του ψαριού, όπως μήκος, βάρος, φύλο. Σε περίπτωση ασυμφωνίας των παρατηρήσεων, γινόταν και τρίτη ανάγνωση και αν πάλι δεν υπήρχε συμφωνία, τότε το ψάρι αυτό δεν λαμβανόταν υπ' όψιν στους υπολογισμούς που σχετίζονταν με την ηλικία. Η ολική ακτίνα του λεπιού και η ακτίνα του ετήσιου δακτυλίου, μετρήθηκαν ως η μικρότερη απόσταση από το κέντρο του λεπιού μέχρι το πρόσθιο χείλος του (CHANG *et al.*, 1980).

### **3.2.6 Στατιστική επεξεργασία**

Όλες οι μετρήσεις καταγράφονταν σε ειδικά δελτία με χαρακτηριστικό κωδικό αριθμό για το κάθε άτομο και στη συνέχεια καταχωρούνταν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή για την περαιτέρω επεξεργασία τους. Τα στοιχεία από τις μετρήσεις των ψαριών, καθώς και από τις επιμέρους μετρήσεις, εισήχθησαν σε βάση δεδομένων που σχεδιάστηκε κατάλληλα. Η στατιστική επεξεργασία αναφέρεται σε κάθε κεφάλαιο χωριστά, δεδομένου ότι οι τρόποι και οι μέθοδοι επεξεργασίας είναι ειδικές για κάθε περίπτωση.



## 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

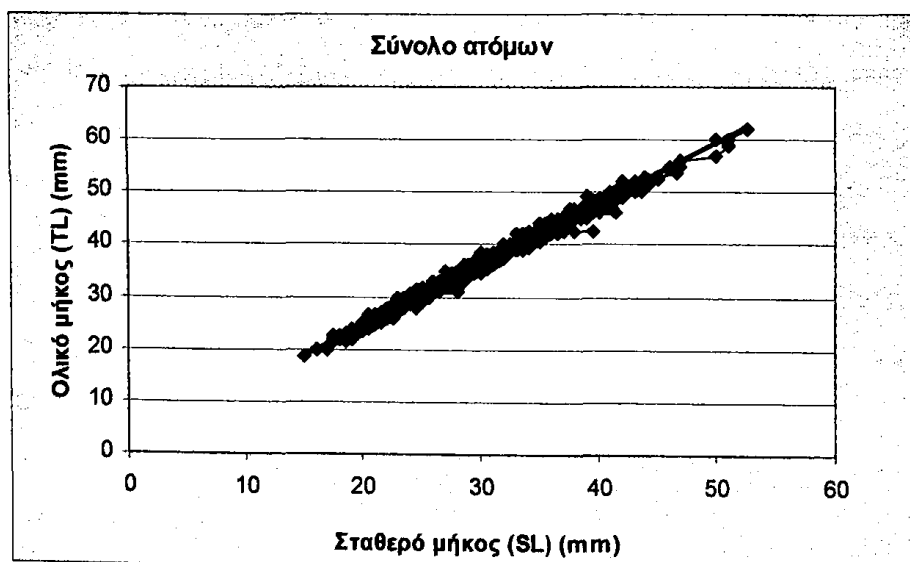
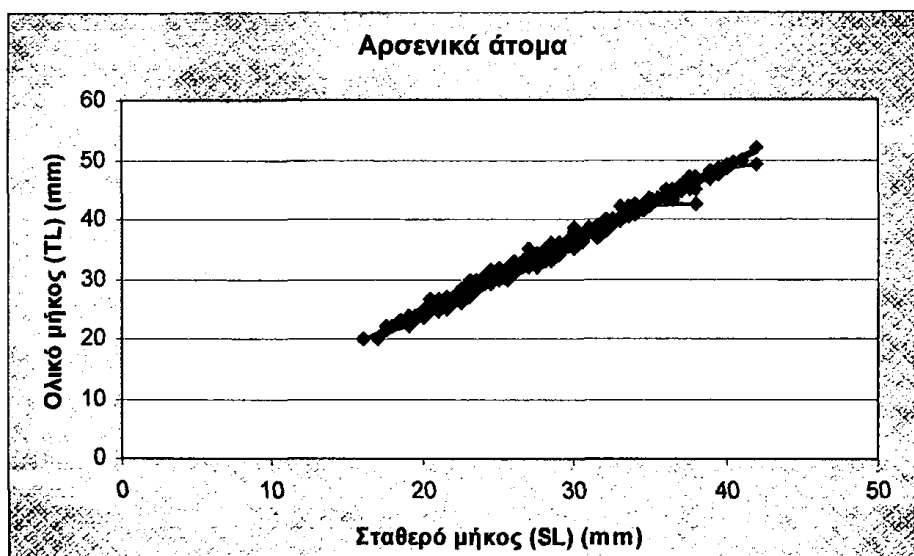
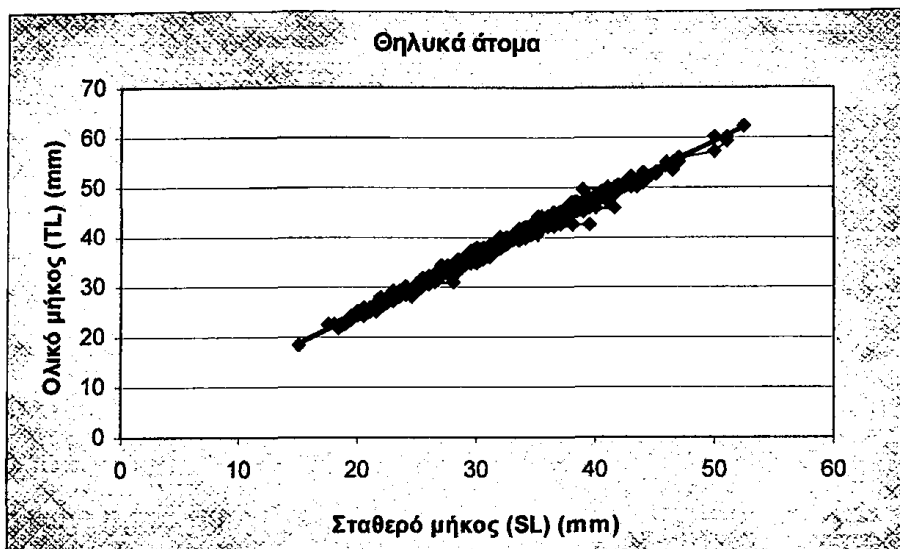
### 4.1 Σχέση μεταξύ σταθερού και ολικού μήκους σώματος

Οι διάφοροι ερευνητές στις μελέτες τους, συχνά χρησιμοποιούν διαφορετικούς τρόπους μέτρησης για τα σωματικά μήκη. Το γεγονός αυτό, επιβάλλει την αναζήτηση των σχέσεων που συνδέουν τα μήκη αυτά μεταξύ τους, έτσι ώστε σε κάθε περίπτωση να είναι δυνατή η μετατροπή τους από το ένα μήκος στο άλλο και η σύγκρισή τους με αποτελέσματα παρόμοιων ερευνών. Σε αντίθετη περίπτωση, η σύγκριση θα ήταν αναπόφευκτη και οι μελέτες των ερευνητών δεν θα μπορούσαν να καταστούν αξιοποιήσιμες, αφού δεν θα ήταν δυνατό να υπάρξει κοινό σημείο αναφοράς. Σύμφωνα με τον ΚΟΥΤΡΑΚΗ (1994), η αναζήτηση αυτών των σχέσεων πρέπει να γίνεται για κάθε περιοχή μελέτης, γιατί δεν είναι σίγουρο ότι θα ισχύουν σχέσεις από διαφορετικές περιοχές.

Η σχέση μεταξύ ολικού (TL) και σταθερού μήκους (SL) μελετήθηκε για κάθε φύλο χωριστά, αλλά και για το σύνολο των ατόμων από τις δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν (Πιν. 4.1). Οι σχέσεις βρέθηκαν να εκφράζονται ικανοποιητικά από τη γραμμική παλινδρόμηση (Εικ. 4.1).

**Πίνακας 4.1:** Παράμετροι της σχέσης ολικού μήκους TL (mm) και σταθερού μήκους σώματος (SL) (mm) του *Aphanius fasciatus* σε σχέση με το φύλο στο Πόρτο Λάγος.

| Φύλο     | $TL = a + b \cdot SL$     | $R^2$  | N     |
|----------|---------------------------|--------|-------|
| Θηλυκά   | $TL = 1,3247 + 1,1563 SL$ | 0,9906 | 643   |
| Αρσενικά | $TL = 0,265 + 1,21 SL$    | 0,9907 | 440   |
| Σύνολο   | $TL = 1,3604 + 1,1604 SL$ | 0,9906 | 1.083 |



**Εικόνα 4.1:** Σχέσεις μεταξύ ολικού μήκους (TL) (mm) και σταθερού μήκους (SL) (mm) του *Arphanius fasciatus* για θηλυκά, αρσενικά και σύνολο ατόμων από το Πόρτο Λάγος.

## 4.2 Ηλικία

### 4.2.1 Χρόνος σχηματισμού του ετήσιου δακτυλίου

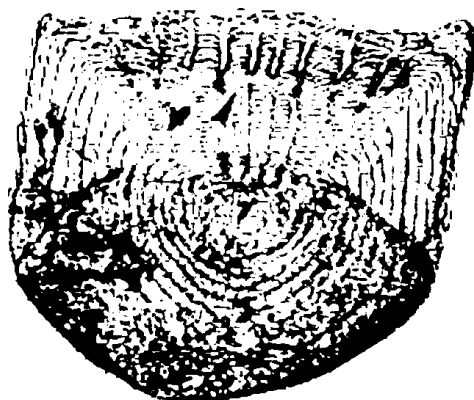
Η γνώση της ηλικίας των ατόμων ενός ιχθυοπληθυσμού, καθώς και ο προσδιορισμός του ρυθμού αύξησής τους, αποτελούν ίσως δυο από τα βασικότερα προβλήματα της διαχείρισης ενός ιχθυοαποθέματος. Η μελέτη της αύξησης σημαίνει καθορισμό του μήκους και του βάρους του σώματος του ψαριού, σε συνάρτηση με την ηλικία του. Η αύξηση φαίνεται ως το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ της δυννητικής ικανότητας για αύξηση, που καθορίζεται από το γενότυπο του ψαριού και των συνθηκών του περιβάλλοντος στις οποίες εκτίθεται το ψάρι (WOOTON, 1992).

Στη συγκεκριμένη μελέτη, προτιμήθηκε η χρησιμοποίηση των λεπιών για τον προσδιορισμό της ηλικίας του ψαριού, γιατί το μικρό μέγεθος του ψαριού και κατά συνέπεια το μικρό μέγεθος του ωτόλιθου, κάνουν δύσκολη την εξαγωγή και την επεξεργασία του ωτόλιθου για τη μελέτη της ηλικίας. Επιπλέον, η χρησιμοποίηση της φορμόλης για τη συντήρηση των δειγμάτων δεν επιτρέπει τη μελέτη του ωτόλιθου, γιατί η φορμόλη οξειδώνεται σε φορμικό οξύ, το οποίο στη συνέχεια απασβεστώνει τα οστά και ιδιαίτερα τους ωτόλιθους (BAGENAL & TECH, 1978; HAEDRICH, 1983). Ο BOEHLERT (1985) αναφέρει ότι για τα ψάρια που παρουσιάζουν μικρή διάρκεια ζωής και επομένως υψηλούς ρυθμούς αύξησης, προτιμώνται τα λέπια για τον προσδιορισμό της ηλικίας. Σε αυτά, οι ετήσιοι δακτύλιοι είναι συνήθως ευδιάκριτοι, σε αντίθεση με τα ψάρια που παρουσιάζουν μεγάλη διάρκεια ζωής και κατά συνέπεια αργούς ρυθμούς αύξησης, στα λέπια των οποίων οι δακτύλιοι είναι δυσδιάκριτοι.

Το *Aphanius fasciatus* έχει κυκλοειδή λέπια και σ' αυτά που εξετάστηκαν, εμφανίζεται χαρακτηριστική ασυνέχεια στις ζώνες απόθεσης υλικού. Κατά την ανάπτυξη του ψαριού, πάνω στα λέπια σχηματίζονται διαδοχικές ζώνες, που σχηματίζονται κατά τις περιόδους ταχείας και βραδείας ανάπτυξης. Ο προσδιορισμός της ηλικίας των ψαριών στηρίζεται στην ανάγνωση αυτών των διαδοχικών ζωνών. Στις πρώτες περιόδους ανάπτυξης, οι ζώνες απόθεσης έχουν μεγάλο μεσοδιάστημα μεταξύ τους, η κυκλική περιοχή αργής ανάπτυξης χαρακτηρίζεται από πυκνότερους δακτυλίους, με τελικό αποτέλεσμα την παρατηρούμενη αδιαφάνεια (Εικ. 4.2). Στις μεγαλύτερες ηλικίες, όπου οι ρυθμοί αύξησης είναι σχετικά αργοί, δε φαίνονται εύκολα οι πυκνώσεις και τα αραιώματα των δακτυλίων, με αποτέλεσμα οι ετήσιοι δακτύλιοι να διακρίνονται με δυσκολία. Οι ετήσιοι δακτύλιοι στα λέπια της ζαμπαρόλας διακρίνονται σε ολόκληρη σχεδόν την περίμετρο του λεπιού. Ένα



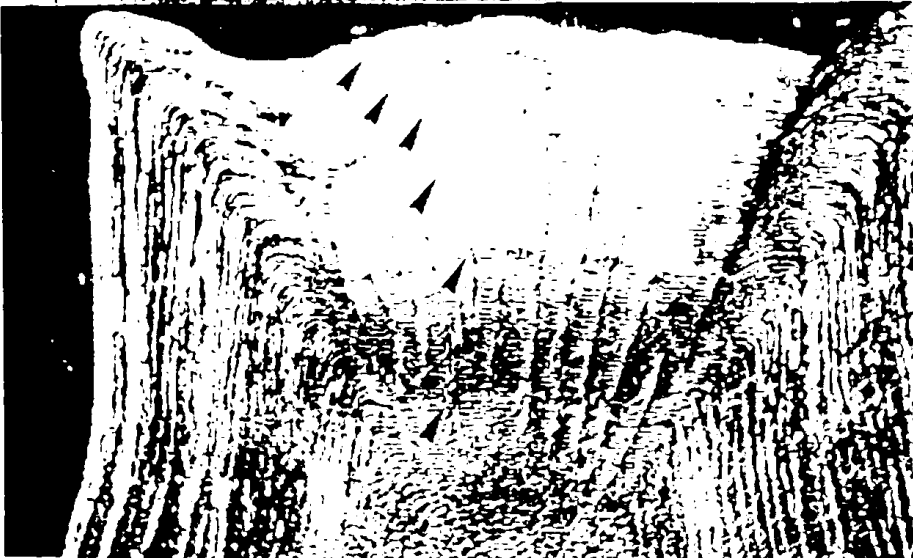
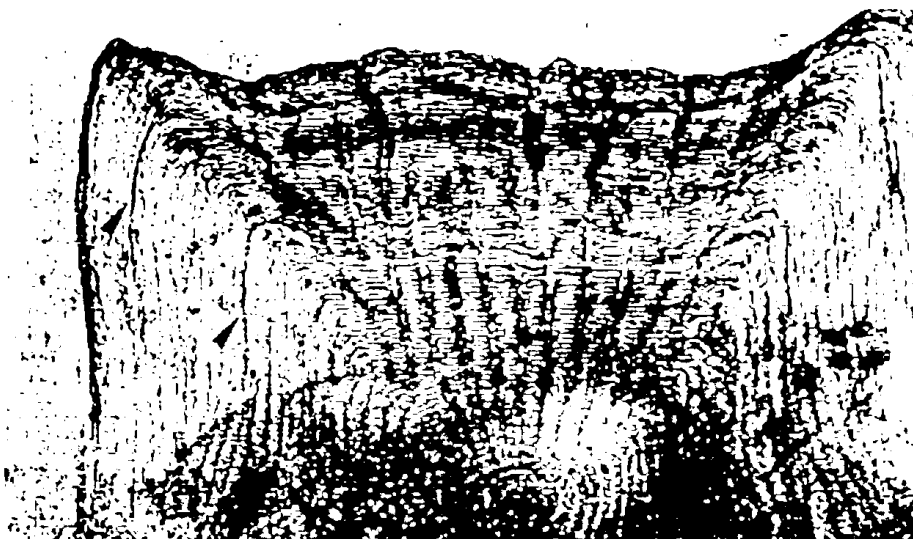
χαρακτηριστικό κριτήριο για τη διάκριση ενός ετήσιου δακτυλίου στα λέπια του *Aphanius fasciatus*, είναι η δημιουργία νέων ακτίνων ή η διακλάδωση μιας ήδη υπάρχουσας ακτίνας ή η συγχώνευση ήδη υπάρχουσών ακτίνων, μετά το σχηματισμό του (Εικ. 4.3).



**Εικόνα 4.2:** Λέπι του *Aphanius fasciatus* ηλικίας 1+.

Ο τύπος της αύξησης του περιθωρίου του λεπιού παρουσιάζει εποχιακή μεταβολή. Σε μια μελέτη στην οποία πρέπει να προσδιοριστεί ο χρόνος σχηματισμού του ετήσιου δακτυλίου, είναι απαραίτητο να αναγνωστούν τα λέπια των ψαριών όλων των δειγμάτων. Ο χρόνος που σχηματίζεται ο ετήσιος δακτύλιος βρίσκεται από τις τιμές που λαμβάνει το περιθώριο του λεπιού. Συγκεκριμένα υπολογίζεται η μεταβολή του περιθωρίου ως η μηνιαία διαφορά της ολικής ακτίνας του λεπιού ( $R$ ) από την απόσταση του τελευταίου ετήσιου δακτυλίου από το κέντρο του λεπιού ( $R_n$ ) (WHITTE & CHITTENDEN, 1977).

Σύμφωνα με τον ΛΕΟΝΑΡΔΟ (1996), το μεγαλύτερο μέρος της αύξησης του περιθωρίου του λεπιού παρατηρήθηκε την άνοιξη και τη θερινή περίοδο, ιδιαίτερα κατά τους μήνες Μάρτιο ως και Ιούλιο. Την περίοδο από Οκτώβριο ως και Ιανουάριο το περιθώριο του λεπιού φάνηκε να αυξάνεται ελάχιστα, ενώ στο διάστημα των μηνών μεταξύ Ιανουαρίου και Μαρτίου, οι τιμές που παρουσίαζε το περιθώριο του λεπιού ήταν πολύ μικρές. Η μεγαλύτερη αναλογία στόμων με δακτύλιο στο τέλος του λεπιού βρέθηκε κατά το μήνα Φεβρουάριο, έτσι θεωρήθηκε η πρώτη Φεβρουαρίου ως ημερομηνία σχηματισμού του ετήσιου δακτυλίου της ζαμπαρόλας (FERNANDEZ – DELGANDO, 1988).



**Εικόνα 4.3:** Λέπια του *Aphanius fasciatus* ηλικίας 2+, 4+ και 6+.

Στη συγκεκριμένη έρευνα, προέκυψε μεγάλο πρόβλημα με την ανάγνωση των δακτυλίων στα λέπια της ζαμπαρόλας και κατ' επέκταση με τον προσδιορισμό της ηλικίας των ατόμων των δειγμάτων, λόγω του ότι τα περισσότερα από τα λέπια ήταν σε άσχημη κατάσταση και κατεστραμμένα σε μεγάλο βαθμό. Επίσης, κατά τη διάρκεια της μελέτης βρέθηκαν αρκετά λέπια από αναγέννηση, που αποτελούσαν ένα μεγάλο μέρος του συνόλου των λεπιών που παρατηρήθηκαν. Σε αυτά οι ετήσιοι δακτύλιοι δεν ήταν δυνατόν να αναγνωριστούν και επομένως δε χρησιμοποιήθηκαν στον προσδιορισμό της ηλικίας. Βρέθηκαν πολύ λίγα λέπια με ψευδοδακτύλιους, οι οποίοι έδειχναν να σχηματίζονται κατά τη θερινή περίοδο. Η μείωση της αύξησης σε συγκεκριμένες περιόδους, έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία σημαδιών με τη μορφή δακτυλίων στα οστά αυτών των ειδών, στα λέπια, στα βραγχιακά επικαλύμματα και στους ωτόλιθους. Επίσης δεν διαπιστώθηκε ο σχηματισμός ψευδοδακτυλίου που να σχετίζεται με την αναπαραγωγή του ψαριού, πιθανώς λόγω του γεγονότος ότι τα ψάρια μπορούν να τρέφονται κατά τη διάρκεια της παρατεταμένης αναπαραγωγικής περιόδου.

Στους παρακάτω πίνακες (Πιν. 4.2, 4.3, 4.4, 4.5) παρατίθενται οι τιμές για το μέσο μήκος και τα όρια εμπιστοσύνης ανά ηλικία και ανά φύλο, για τα άτομα του *Aphanius fasciatus* της συγκεκριμένης μελέτης στο Πόρτο Λάγος.

**Πίνακας 4.2:** Μέσο μήκος και όρια εμπιστοσύνης για τα θηλυκά άτομα ηλικίας 0+ του *Aphanius fasciatus* στο Πόρτο Λάγος.

| ΘΗΛΥΚΑ ΗΛΙΚΙΑΣ 0+           |             |
|-----------------------------|-------------|
| Μέσος                       | 35,9283848  |
| Τυπικό σφάλμα               | 0,35532321  |
| Διάμεσος                    | 37          |
| Επικρατούσα τιμή            | 42          |
| Μέση απόκλιση τετραγώνου    | 7,290622728 |
| Διακύμανση                  | 53,15317977 |
|                             | -           |
| Κύρτωση                     | 0,869477309 |
| Ασυμμετρία                  | 0,078987025 |
| Εύρος                       | 36,5        |
| Ελάχιστο                    | 18,5        |
| Μέγιστο                     | 55          |
| Άθροισμα                    | 15125,85    |
| Πλήθος                      | 421         |
| Βαθμός εμπιστοσύνης (95,0%) | 0,698433325 |

**Πίνακας 4.3:** Μέσο μήκος και όρια εμπιστοσύνης για τα θηλυκά άτομα ηλικίας 1+ του *Aphanius fasciatus* στο Πόρτο Λάγος.

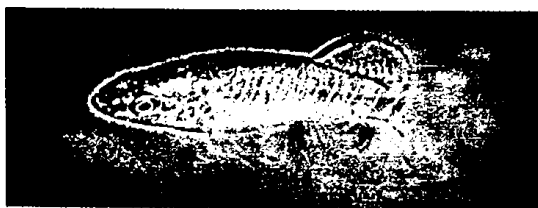
| <i>ΘΗΛΥΚΑ ΗΛΙΚΙΑΣ 1+</i>    |             |
|-----------------------------|-------------|
| Μέσος                       | 43,60313636 |
| Τυπικό σφάλμα               | 0,417359555 |
| Διάμεσος                    | 43,75       |
| Επικρατούσα τιμή            | 40          |
| Μέση απόκλιση τετραγώνου    | 6,190442603 |
| Διακύμανση                  | 38,32157962 |
| Κύρτωση                     | 0,495630799 |
|                             | -           |
| Ασυμμετρία                  | 0,030164132 |
| Εύρος                       | 39,5        |
| Ελάχιστο                    | 22,5        |
| Μέγιστο                     | 62          |
| Άθροισμα                    | 9592,69     |
| Πλήθος                      | 220         |
| Βαθμός εμπιστοσύνης (95,0%) | 0,822555298 |

**Πίνακας 4.4:** Μέσο μήκος και όρια εμπιστοσύνης για τα αρσενικά άτομα ηλικίας 0+ του *Aphanius fasciatus* στο Πόρτο Λάγος.

| <i>ΑΡΣΕΝΙΚΑ ΗΛΙΚΙΑΣ 0+</i>  |             |
|-----------------------------|-------------|
| Μέσος                       | 30,10466942 |
| Τυπικό σφάλμα               | 0,362762965 |
| Διάμεσος                    | 29          |
| Επικρατούσα τιμή            | 26          |
| Μέση απόκλιση τετραγώνου    | 5,643267359 |
| Διακύμανση                  | 31,84646649 |
|                             | -           |
| Κύρτωση                     | 0,119047646 |
| Ασυμμετρία                  | 0,734627055 |
| Εύρος                       | 28,5        |
| Ελάχιστο                    | 20          |
| Μέγιστο                     | 48,5        |
| Άθροισμα                    | 7285,33     |
| Πλήθος                      | 242         |
| Βαθμός εμπιστοσύνης (95,0%) | 0,714590861 |

**Πίνακας 4.5:** Μέσο μήκος και όρια εμπιστοσύνης για τα αρσενικά άτομα ηλικίας 1+ του *Aphanius fasciatus* στο Πόρτο Λάγος.

| <i>ΑΡΣΕΝΙΚΑ ΗΛΙΚΙΑΣ 1+</i>  |             |
|-----------------------------|-------------|
| Μέσος                       | 36,69353535 |
| Τυπικό σφάλμα               | 0,451324006 |
| Διάμεσος                    | 35,75       |
| Επικρατούσα τιμή            | 35          |
| Μέση απόκλιση τετραγώνου    | 6,350691687 |
| Διακύμανση                  | 40,3312849  |
|                             | -           |
| Κύρτωση                     | 0,733617614 |
| Ασυμμετρία                  | 0,137284054 |
| Εύρος                       | 29          |
| Ελάχιστο                    | 23          |
| Μέγιστο                     | 52          |
| Άθροισμα                    | 7265,32     |
| Πλήθος                      | 198         |
| Βαθμός εμπιστοσύνης (95,0%) | 0,890046589 |



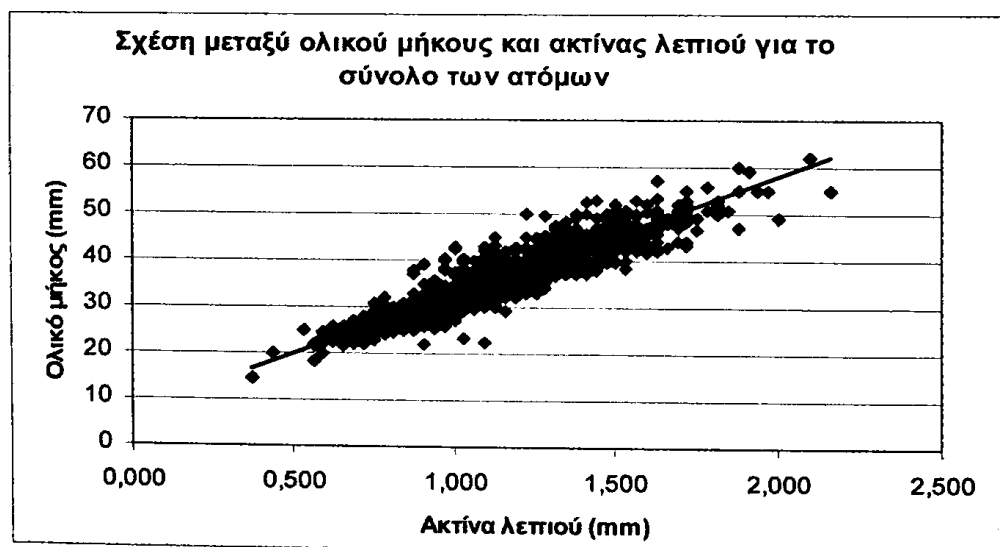
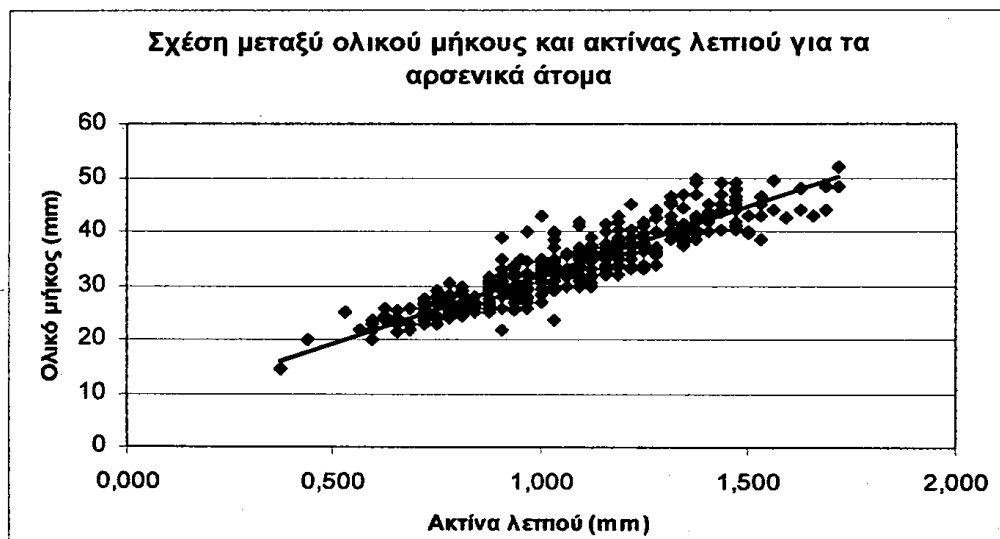
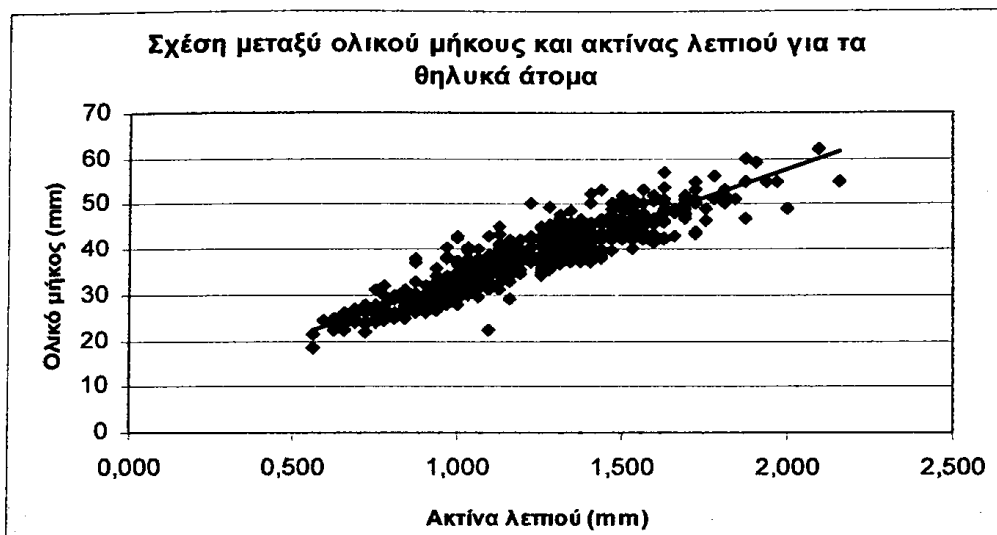
#### 4.2.2 Σχέση ολικού μήκους – ακτίνας λεπιού

Για τη μελέτη της αύξησης στα ψάρια με τη μέθοδο του ανάδρομου υπολογισμού, είναι απαραίτητη η γνώση της σχέσης, που συνδέει την ακτίνα του λεπιού με το μήκος του σώματος (BAGENAL & TESCH, 1978). Ο καθορισμός της σχέσης μεταξύ του μήκους του σώματος του ψαριού και της ακτίνας του λεπιού, ενός δείγματος μεγάλου εύρους μηκών ψαριών, είναι το πρώτο βήμα σε κάθε μελέτη για τον ανάδρομο υπολογισμό του μήκους σε έναν πληθυσμό ψαριών. Για τη μελέτη της σχέσης μήκους σώματος - ακτίνας λεπιού, χρησιμοποιήθηκαν 1.083 άτομα και των δύο φύλων, που είχαν αλιευθεί στις μηνιαίες δειγματοληψίες, κατά τη διάρκεια της μελέτης. Η απλή γραμμική παλινδρόμηση έδωσε την καλύτερη προσαρμογή για τη σχέση μήκους σώματος (TL) και ακτίνας λεπιού (R), η οποία μελετήθηκε για κάθε φύλο χωριστά (Πιν. 4.6., Εικ. 4.4) .

Εξετάζοντας τα άτομα των δύο φύλων και συγκρίνοντας τα αποτελέσματα μεταξύ τους, διαπιστώθηκε ότι οι κλίσεις των εξισώσεων δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (24,772 και 24,399 για θηλυκά και αρσενικά άτομα αντίστοιχα).

**Πίνακας 4.6:** Παράμετροι της σχέσης μήκους σώματος TL (mm) και ακτίνας λεπιού R (mm) του *Aphanius fasciatus* σε σχέση με το φύλο στο Πόρτο Λάγος.

| Φύλο     | TL = a + b*R          | R <sup>2</sup> | N     |
|----------|-----------------------|----------------|-------|
| Θηλυκά   | TL = 8,21 + 24,772R   | 0,8439         | 643   |
| Αρσενικά | TL = 7,6172 + 24,399R | 0,7991         | 440   |
| Σύνολο   | TL = 6,9588 + 25,482R | 0,8575         | 1.083 |



**Εικόνα 4.4:** Σχέσεις μεταξύ ολικού μήκους (mm) και ακτίνας λεπιού (mm) του *Arphanius fasciatus* για θηλυκά, αρσενικά και σύνολο ατόμων από το Πάρτο Λάγος.

### 4.2.3 Σχέση μήκους – βάρους

Η μελέτη της σχέσης μεταξύ του μήκους και του βάρους στα ψάρια, χρησιμοποιείται σύμφωνα με τον LE CREN (1951), για δυο διαφορετικούς λόγους. Ο πρώτος είναι για να μπορεί κυρίως να γίνει μαθηματική περιγραφή της σχέσης που υπάρχει μεταξύ του μήκους και του βάρους, αλλά και για να υπάρχει η δυνατότητα μετατροπής του ενός μεγέθους στο άλλο, χωρίς μεγάλη δυσκολία. Ο δεύτερος λόγος είναι για να μπορεί να γίνει εφικτός ο υπολογισμός της απόκλισης από το αναμενόμενο βάρος για κάποιο μήκος του ψαριού, με σχετικά μεγάλη ακρίβεια. Συχνά τα ψάρια αποκρίνονται σε αλλαγές των χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος, με μεταβολές στους ρυθμούς αύξησής τους. Κατά τη διάρκεια της ζωής ενός ψαριού, διάφοροι εξωγενείς (περιβαλλοντικοί) και ενδογενείς (γενότυπος) παράγοντες, επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο αυτό αυξάνεται.

Μελετήθηκε η σχέση ολικού μήκους – σωματικού βάρους, στην προσπάθεια διερεύνησης του τρόπου με τον οποίο το φύλο (ενδογενής παράγοντας) επηρεάζει την κατά βάρος αύξηση του ψαριού. Η σχέση ολικού μήκους και καθαρού σωματικού βάρους του ψαριού εξετάστηκε για κάθε φύλο χωριστά, αφού μελετήθηκαν συνολικά 1.083 άτομα, που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας (Πιν. 4.7, Εικ. 4.5). Διερευνήθηκε η σχέση που συνδέει το ολικό μήκος με το καθαρό σωματικό βάρος και διαπιστώθηκε ότι οι τιμές των συντελεστών συσχέτισης των λογαριθμικών εξισώσεων ήταν πολύ υψηλές, αγγίζοντας το 0,97 για τα θηλυκά άτομα και το 0,96 για τα αρσενικά.

**Πίνακας 4.7:** Παράμετροι της σχέσης σωματικού βάρους  $W$  (g) και μήκους σώματος  $L$  (mm) του *Aphanius fasciatus* σε σχέση με το φύλο στο Πόρτο Λάγος.

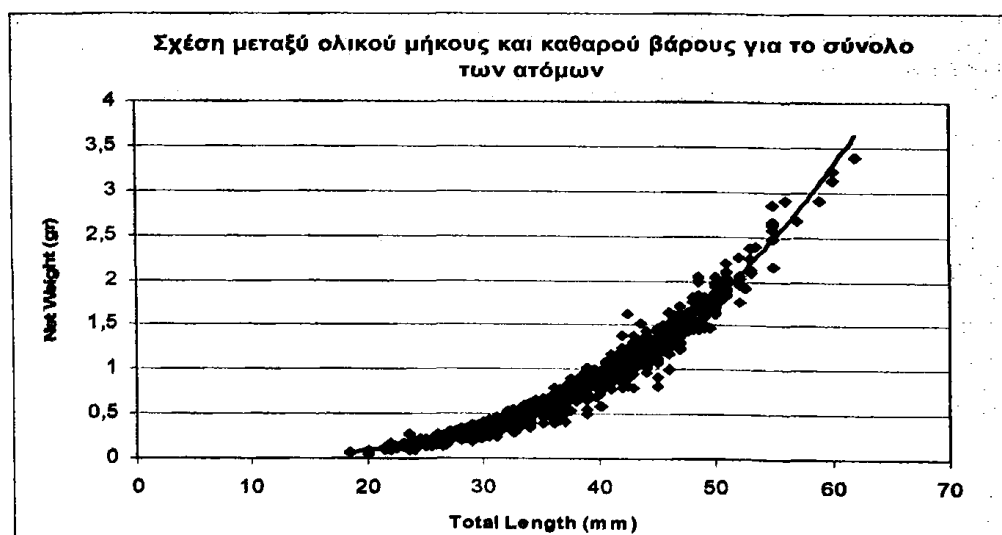
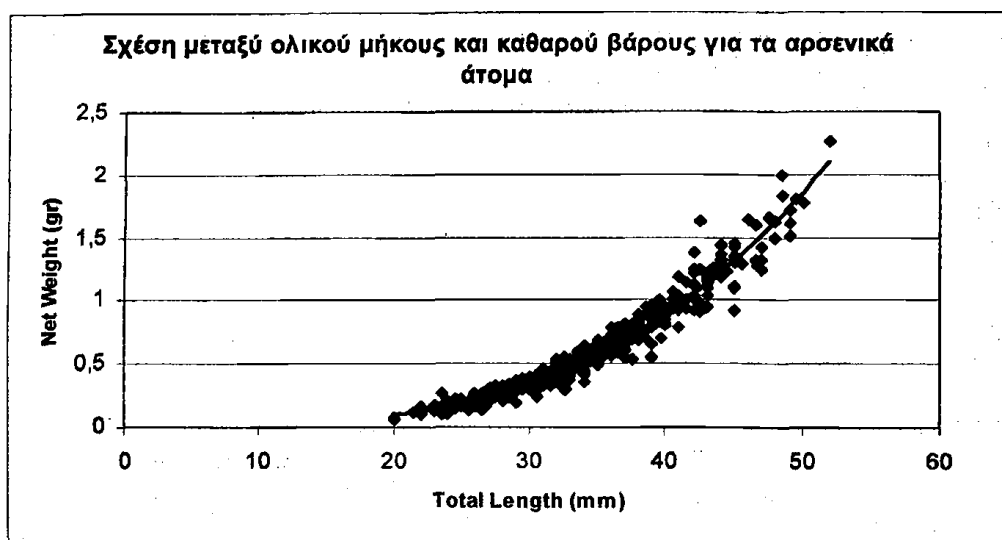
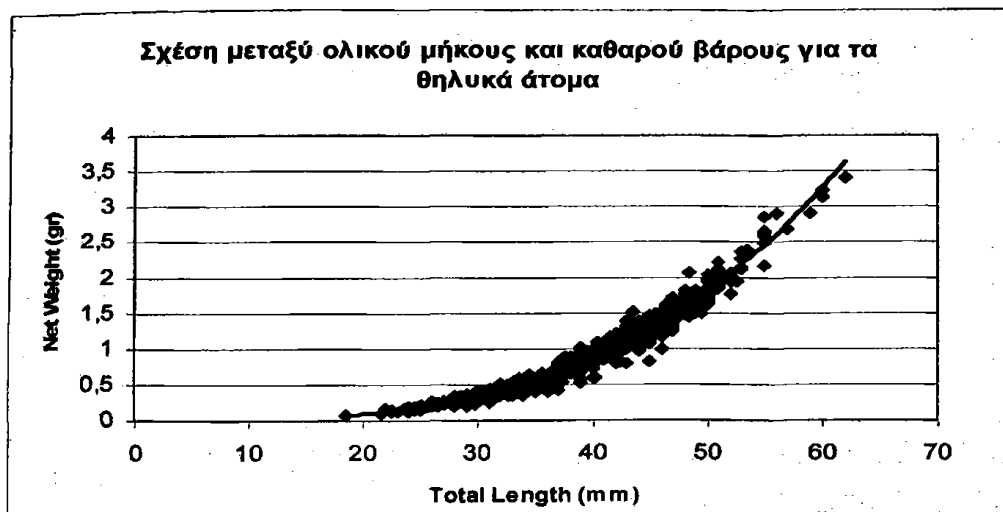
| Φύλο     | $W = a L^b$            | $R^2$  | N     |
|----------|------------------------|--------|-------|
| Θηλυκά   | $W = 5E-06 L^{3,2596}$ | 0,9697 | 643   |
| Αρσενικά | $W = 5E-06 L^{3,2776}$ | 0,9602 | 440   |
| Σύνολο   | $W = 5E-06 L^{3,2493}$ | 0,9692 | 1.083 |

Συμπεραίνεται ότι η εκθετική εξίσωση ή η λογαριθμημένη μορφή της περιγράφουν ικανοποιητικά τη σχέση μεταξύ ολικού μήκους σώματος (TL) και καθαρού σωματικού βάρους (W):

$$W = a TL^b \quad \text{ή} \quad \text{Log } (W) = \text{Log } a + b \text{ Log } (TL)$$

Όπου W=καθαρό βάρος, TL=ολικό μήκος, a και b σταθερές οι οποίες εξαρτώνται από το είδος του ψαριού, την περιοχή δειγματοληψίας, την ηλικία, το φύλο, το στάδιο γεννητικής ωριμότητας, καθώς και από την ώρα της ημέρας που έγινε η δειγματοληψία. Ο εκθέτης b συνήθως κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 2 και 4, όμως η συνηθέστερη τιμή του βρίσκεται κοντά στο 3 (LE CREN, 1951; WEATHERLEY, 1972, 1987, BAGENAL & TESCH, 1978). Στην περίπτωση όπου b=3, το ψάρι αυξάνεται ισομετρικά, δηλαδή το σχήμα του παραμένει το ίδιο καθώς αυτό αυξάνεται, ενώ όταν b≠3, τότε το ψάρι αυξάνεται αλλομετρικά, παρουσιάζοντας διαφοροποιημένη αύξηση του βάρους σε σχέση με το μήκος (LE CREN, 1951; RICKER, 1975).

Από τις εξισώσεις που συνδέουν το ολικό μήκος με το καθαρό σωματικό βάρος, προκύπτει ότι οι τιμές που παίρνει ο συντελεστής "b" της εξίσωσης, είναι 3,2596 και 3,2776 για τα θηλυκά και τα αρσενικά άτομα αντίστοιχα. Σε κάθε περίπτωση οι τιμές του "b" ήταν μεγαλύτερες από την τιμή «3», συνεπώς η κατά βάρος αύξηση του *Aphanius fasciatus* μπορεί να θεωρηθεί ως αλλομετρική (RICKER, 1975), κάτι που σύμφωνα με τον LE CREN (1951) ισχύει για τα περισσότερα είδη ψαριών.



**Εικόνα 4.5:** Σχέσεις μεταξύ ολικού μήκους (mm) και καθαρού σωματικού βάρους (g) του *Aphanius fasciatus* για θηλυκά, αρσενικά και σύνολο ατόμων από το Πόρτο Λάγος.

#### 4.2.4 Αναλογία φύλου

Σύμφωνα με το ΛΕΟΝΑΡΔΟ (1996), ο ΝΙΚOLSKY (1963) αναφέρει ότι η αναλογία φύλου σε έναν πληθυσμό, διαφέρει σε σχέση με το είδος. Αν και στην πλειονότητα των ειδών είναι κοντά στην αναλογία 1:1, διαφέρει σε σχέση με τους πληθυσμούς του ίδιου είδους, ενώ μπορεί να διαφέρει κι από έτος σε έτος, αντικατοπτρίζοντας έτσι τη σχέση αυτού του είδους με το περιβάλλον.

Η αναλογία φύλου μελετήθηκε σε ένα δείγμα 1.083 ψαριών, τα οποία αλιεύθηκαν κατά τη διάρκεια 15 μηνιαίων δειγματοληψιών στο Πόρτο Λάγος και εξετάστηκαν ως προς το φύλο. Στα άτομα που συλλέχθηκαν στις δειγματοληψίες αυτές, βρέθηκαν 643 θηλυκά και 440 αρσενικά άτομα. Η αναλογία φύλου τόσο στο σύνολο των ψαριών, όσο και στις επιμέρους μηνιαίες δειγματοληψίες, διέφερε στατιστικά από τη θεωρητική αναλογία 1:1, παρουσιάζοντας σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις, μια μικρή υπεροχή των θηλυκών ατόμων έναντι των αρσενικών, με συνολική αναλογία 1,46:1. Στον παρακάτω πίνακα (Πιν. 4.8), εμφανίζεται η αναλογία φύλου συνολικά στο δείγμα, αλλά και ανά μήνα δειγματοληψίας.

**Πίνακας 4.8:** Αναλογία φύλου ανά μήνα δειγματοληψίας του *Aphanius fasciatus* στο Πόρτο Λάγος

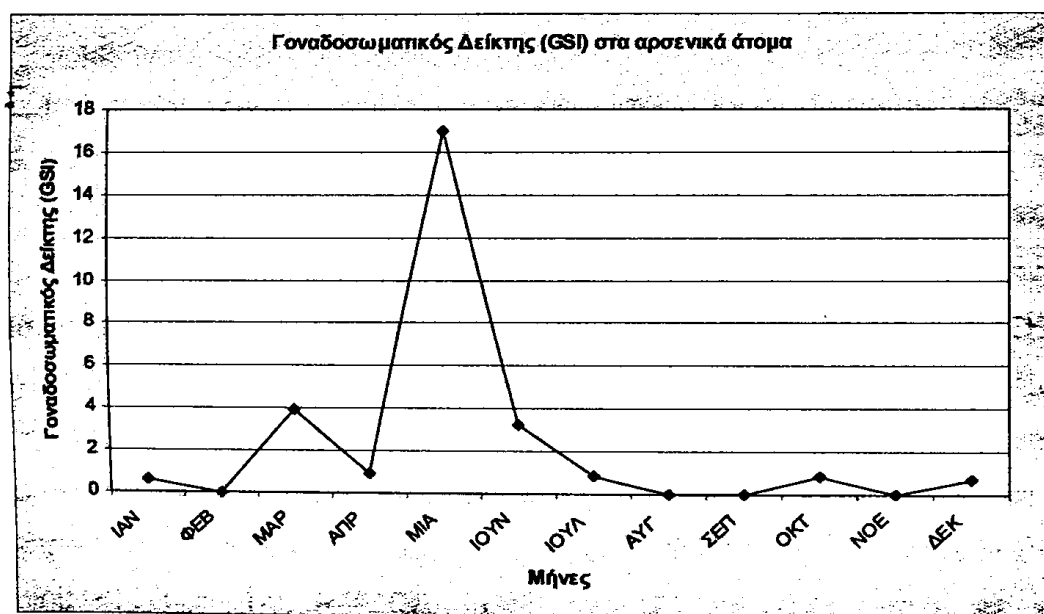
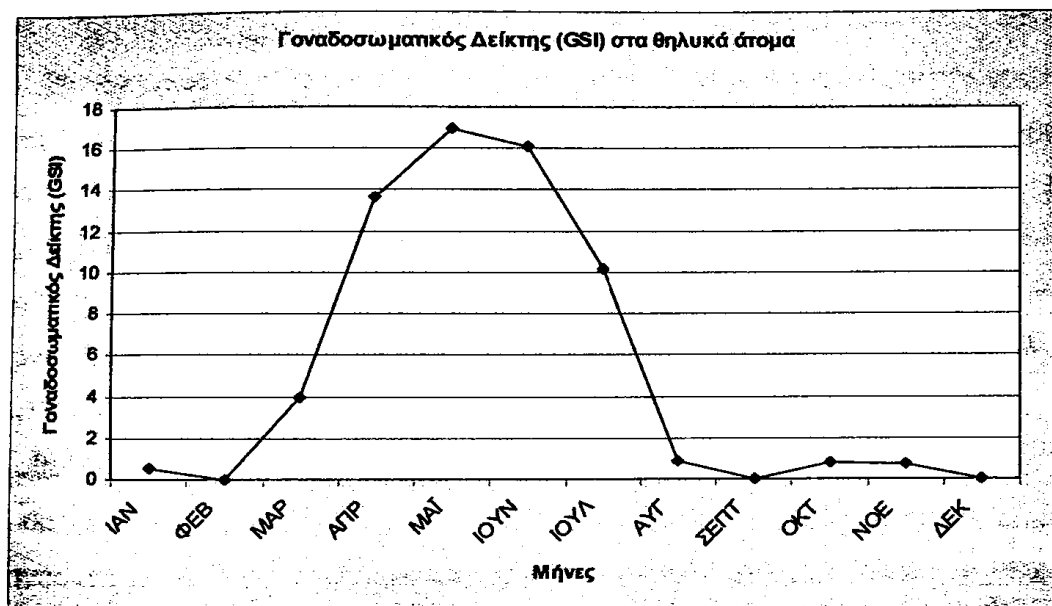
| <b>ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΦΥΛΩΝ (ΑΡΣΕΝΙΚΑ : ΘΗΛΥΚΑ)</b> |                   |                 |
|-------------------------------------------|-------------------|-----------------|
|                                           | <b>Αρ. ατόμων</b> | <b>Αναλογία</b> |
| <b>ΣΥΝΟΛΙΚΑ</b>                           | <b>440:643</b>    | <b>1:1,46</b>   |
| Ιανουάριος                                | 7:10              | 1:1,43          |
| Φεβρουάριος                               | -                 |                 |
| Μάρτιος                                   | 5:2               | 1:0,4           |
| Απρίλιος                                  | 54:39             | 1:0,72          |
| Μάιος                                     | 119:144           | 1:1,21          |
| Ιούνιος                                   | 26:31             | 1:1,19          |
| Ιούλιος                                   | 7:16              | 1:2,29          |
| Αύγουστος                                 | 149:172           | 1:1,15          |
| Σεπτέμβριος                               | 13:26             | 1:2             |
| Οκτώβριος                                 | 50:193            | 1:3,86          |
| Νοέμβριος                                 | 10:0              | 1:0             |
| Δεκέμβριος                                | 0:10              | 0:1             |

Η αναλογία φύλου δείχνει να μεταβάλλεται εποχιακά. Το ποσοστό των αρσενικών παρουσιάζει υψηλές τιμές στις αρχές της άνοιξης (Μάρτιος, Απρίλιος) και χαμηλές τιμές κατά τους θερινούς και φθινοπωρινούς μήνες (Ιούνιος, Ιούλιος, Σεπτέμβριος, Οκτώβριος). Ο ΛΕΟΝΑΡΔΟΣ (1996) αναφέρει ότι στα σχετικά μικρά μεγέθη, η αναλογία φύλου για τα θηλυκά και τα αρσενικά άτομα του *Aphanius fasciatus* είναι περίπου ίση, γεγονός που δείχνει ότι ίσοι αριθμοί ατόμων και των δυο φύλων γεννώνται και εισέρχονται στον πληθυσμό, ενώ η διαφορετική αναλογία φύλου στα μεγάλα μεγέθη, δείχνει ότι περισσότερα αρσενικά πεθαίνουν κατά τη διάρκεια της ζωής τους. Σύμφωνα με τον ΚΟΥΤΡΑΚΗ (1994), ο ΝΙΚΟΛΣΚΥ (1963) αναφέρει ότι η κακή ποιότητα και η μειωμένη ποσότητα τροφής, αυξάνουν την αναλογία των θηλυκών. Η άποψη αυτή είναι ανάλογη με τις γενικότερες αιτίες που επιδρούν στη μεταβολή της αναλογίας του φύλου από τη σχέση 1:1. Φαίνεται ότι ένα από τα χαρακτηριστικά της βιολογικής στρατηγικής του *Aphanius fasciatus*, είναι το υψηλότερο ποσοστό των θηλυκών ατόμων στους πληθυσμούς.

#### 4.2.5 Γοναδοσωματικός δείκτης

Ο γοναδοσωματικός δείκτης (GSI), είναι ένας δείκτης ο οποίος χρησιμοποιείται ώστε να υπάρχει η δυνατότητα ακριβούς περιγραφής της μεταβολής του σχετικού μεγέθους της γονάδας ως προς το χρόνο και σε κάποιο βαθμό αντικατοπτρίζει την ωρίμανση των γονάδων (WOOTON, 1990). Επίσης, ο γοναδοσωματικός δείκτης χρησιμοποιείται πολύ συχνά στην Αλιευτική Βιολογία για τον προσδιορισμό του χρόνου της μέγιστης αναπαραγωγικής δραστηριότητας, καθώς και του εύρους της αναπαραγωγικής περιόδου.

Παρακάτω (Εικ 4.6) εμφανίζεται η μηνιαία διακύμανση του γοναδοσωματικού δείκτη, τόσο στα θηλυκά, όσο και στα αρσενικά άτομα του δείγματος που εξετάστηκε. Οι τιμές του GSI αρχίζουν να παρουσιάζουν αύξηση κατά τους πρώτους μήνες της άνοιξης, φτάνοντας στις υψηλότερες τιμές του στα τέλη της άνοιξης. Πιο συγκεκριμένα, τα θηλυκά άτομα παρουσίασαν αυξημένες τιμές του δείκτη GSI από τον Μάρτιο μέχρι και τον Αύγουστο, με την υψηλότερη τιμή GSI να κάνει την εμφάνισή του τον Μάιο, ενώ τα αρσενικά, που επίσης έχουν την υψηλότερη τιμή του GSI τον Μάιο, παρουσίασαν αυξημένες τιμές του δείκτη αυτού από τον Μάρτιο μέχρι και τον Ιούλιο.



**Εικόνα 4.6:** Μηνιαία διακύμανση του Γοναδοσωματικού Δείκτη του *Aphanis fasciatus* για θηλυκά και αρσενικά άτομα από το Πόρτο Λάγος.

#### 4.3 Συμπεράσματα και συζήτηση

Το *Aphanius fasciatus* ανήκει στα λίγα είδη ψαριών, που ολοκληρώνουν τον κύκλο της ζωής τους μέσα στις λιμνοθάλασσες, καθώς παρουσιάζει σημαντική προσαρμοστική ικανότητα, που του επιτρέπει να επιβιώνει σε ένα διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον. Συναντάται κυρίως στα αβαθή των λιμνοθαλασσών. Την άνοιξη και το καλοκαίρι βρίσκεται στην παραλιακή ζώνη, όπου και τρέφεται με οργανισμούς που ζουν στον πυθμένα, αλλά και την επιφάνεια του νερού. Κατά τους χειμερινούς μήνες κάνει μικρής κλίμακας μετακινήσεις στο εσωτερικό της λιμνοθάλασσας, σε λίγο βαθύτερες περιοχές, που παρέχουν προστασία από τους ανέμους και τους κυματισμούς, σε αντίθεση με τα περισσότερα είδη ψαριών, που μεταναστεύουν από τη λιμνοθάλασσα προς την ανοιχτή θάλασσα. Η ζαμπρόλα έχει αναπτύξει κάποιες προσαρμογές, που τις επιτρέπουν να καταφέρνει να επιβιώνει σε αποκλεισμένους υδάτινους χώρους, όταν κατά τη θερινή περίοδο η αλατότητα του νερού ανεβαίνει σε θανατηφόρες για άλλα είδη τιμές. Αυτές οι προσαρμογές, όμως, έχουν σημαντικό ενεργειακό κόστος για το ψάρι, το οποίο αντανakλάται σε διάφορες παράμετρους της αύξησης, της αναπαραγωγής, της γονιμότητας ή της δομής των πληθυσμών του.

Το *Aphanius fasciatus* είναι ένα είδος ψαριού που παρουσιάζει φυλετικό διμορφισμό, ιδιαίτερα μάλιστα κατά την περίοδο της αναπαραγωγής του, κατά την οποία το αρσενικό εμφανίζει εντονότατους χρωματισμούς (KIENER & SCHACHTER, 1974). Πολλές είναι οι διαφορές που παρατηρούνται στα χαρακτηριστικά μεταξύ των δύο φύλων αυτού του είδους και ανάμεσα σε αυτές ξεχωρίζουν το μήκος και το σχήμα των πτερυγίων. Φαίνεται ότι μια από τις πιο χαρακτηριστικές εκφράσεις του διμορφισμού των φύλων, είναι και οι παρατηρούμενες διαφορές του μεγέθους του ουραίου πτερυγίου (ΛΕΟΝΑΡΔΟΣ, 1996). Ανάλογες διαφορές διαπίστωσε και ο ΒΟΥΜΑΙΖΑ (1980), μελετώντας το *Aphanius fasciatus* από διάφορες περιοχές της Τυνησίας, όπου σε όλες τις περιπτώσεις το μήκος του ουραίου πτερυγίου των αρσενικών ήταν πάντοτε μεγαλύτερο από αυτό των θηλυκών.

Τα διαφορετικά περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά επιδρούν πάνω στα άτομα του είδους αυτού, παρουσιάζοντας διαφορετικούς φαινότυπους, στους οποίους οφείλονται και οι διαφορές του μεγέθους του ουραίου πτερυγίου των ατόμων του ίδιου φύλου, που διαπιστώνονται σε διαφορετικές περιοχές. Ο DOBZHANSKY (1979) αναφέρει ότι τα μορφομετρικά και μεριστικά χαρακτηριστικά είναι φαινοτυπικοί χαρακτήρες, που μπορεί να προκύπτουν από γονίδια, των οποίων η γενετική βάση



δεν είναι σαφώς καθορισμένη. Η εμφάνιση τέτοιων φαινοτυπικών χαρακτήρων μπορεί να είναι αποτέλεσμα της έκφρασης γονιδίων σε συνάρτηση με το περιβάλλον, αλλά και σε συνδυασμό με ολόκληρο τον υπόλοιπο γενότυπο.

Ανάλογες διαφορές, οι οποίες αποδόθηκαν στην εμφάνιση πολυμορφισμών κάτω από την επίδραση της αλατότητας, παρατήρησαν οι KIENER & SCHACHTER (1974) μελετώντας πληθυσμούς του *Aphanius fasciatus* στην Ιταλία, καθώς και ο BOUMAIZA (1980) σε πληθυσμούς της Τυνησίας. Οι BAMBER & HENDERSON (1988) αναφέρουν ότι οι συνεχείς μεταβολές της θερμοκρασίας και τις αλατότητας, στις οποίες υπόκεινται όλοι οι πληθυσμοί που ζουν στα περιβάλλοντα των λιμνοθαλασσών, σε πολλές περιπτώσεις έχουν άμεση σχέση με τις ενδοειδικές διαφορές που εμφανίζονται σε πληθυσμούς του είδους *Atherina boyeri*. Επιπλέον οι ίδιοι μελετητές αναφέρουν ότι ο αριθμός των σπονδύλων των ψαριών επηρεάζεται από τις συνθήκες αλατότητας που επικρατούν στο νερό και πιο συγκεκριμένα υποστηρίζουν ότι ο αριθμός των σπονδύλων των ψαριών, τα οποία γεννήθηκαν σε περιβάλλοντα χαμηλής αλατότητας, είναι μικρότερος απ' ό,τι σε αυτά που γεννήθηκαν σε περιβάλλοντα υψηλότερης αλατότητας.

Ο γενότυπος ενός ψαριού είναι αυτός που καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την δυνητική του ικανότητα για αύξηση. Ο τρόπος με τον οποίο τελικά αυξάνεται το σώμα ενός ψαριού, όμως, φαίνεται ότι είναι το αποτέλεσμα της αλληλοεπίδρασης, τόσο της δυνητικής ικανότητάς του για αύξηση, όσο και της επίδρασης των παραμέτρων του περιβάλλοντος στο οποίο ζει. Έτσι, το φύλο φαίνεται να επηρεάζει την κατά βάρος αύξηση, καθιστώντας τα θηλυκά βαρύτερα των αρσενικών για το ίδιο μήκος (Πιν. 4.7., Εικ. 4.5). Επίσης η περιοχή επηρεάζει την κατά βάρος αύξηση δείχνοντας ότι σε θέσεις όπου η αλατότητα κυμαίνεται σε υψηλές τιμές, τα ψάρια είναι ελαφρύτερα για το ίδιο μήκος, από αυτά που προέρχονται από άλλες περιοχές (ΛΕΟΝΑΡΔΟΣ, 1996).

Όσον αφορά τη σχέση ολικού μήκους – σωματικού βάρους και πιο συγκεκριμένα τις τιμές που εμφανίζει ο συντελεστής "b" αυτής της σχέσης (Πιν. 4.7), φαίνεται ότι αυτές διαφέρουν αισθητά από τις τιμές που υπολογίστηκαν από τους PENAZ & ZAKI (1985) στη λίμνη Mariut της Αιγύπτου. Οι ερευνητές αυτοί, βρήκαν στη μελέτη τους να ισχύουν οι σχέσεις:  $W=0,0068 TL^{3,62}$  για τα θηλυκά και  $W=0,0156 TL^{2,74}$  για τα αρσενικά, ενώ διαπίστωσαν ότι τα θηλυκά ήταν σημαντικά βαρύτερα των αρσενικών για το ίδιο μήκος, αλλά βρήκαν την αύξηση των αρσενικών υπομετρική ( $b<3$ ). Στην παρούσα μελέτη προέκυψε ότι οι τιμές που παίρνει ο συντελεστής "b" της εξίσωσης, ήταν 3,2596 και 3,2776 για τα θηλυκά και τα

αρσενικά άτομα αντίστοιχα. Σε κάθε περίπτωση οι τιμές του "b" ήταν μεγαλύτερες από την τιμή «3», γεγονός που φανερώνει αλλομετρική μορφή αύξησης, ενώ διαπιστώθηκε επίσης ότι για το ίδιο μήκος ψαριού, τα θηλυκά άτομα ήταν σημαντικά βαρύτερα των αρσενικών.

Ο προσδιορισμός της ηλικίας των ατόμων που αποτελούσαν το δείγμα, έγινε από τα λέπια, τα οποία είναι κυκλοειδή και σχετικά μεγάλα για το μέγεθος του ψαριού. Η μελέτη έδειξε ότι η ζαμπάρολα είναι ένα είδος βραχύβιο κι ότι οι πληθυσμοί του στη λιμνοθάλασσα του Πόρτο Λάγος αποτελούνται κυρίως από άτομα μικρής ηλικίας, 0<sup>+</sup> και 1<sup>+</sup> έτους, ενώ σπάνια συναντήθηκαν άτομα ηλικίας 2<sup>+</sup> ετών.

Από τη μελέτη των λεπιών για την ανάγνωση της ηλικίας διαπιστώθηκε ότι αυτή η διαδικασία είναι αρκετά δύσκολη, όταν στηρίζεται στις κλασικές οπτικές μεθόδους, ιδιαίτερα για τα άτομα μεγάλης σχετικά ηλικίας, όπου οι ρυθμοί αύξησης είναι σχετικά αργοί και μάλιστα όταν τα δείγματα δεν είναι σε πολύ καλή κατάσταση. Στη συγκεκριμένη μελέτη, λόγω του ότι βρέθηκαν ελάχιστα άτομα μεγάλης ηλικίας, ο κίνδυνος σφάλματος εξ' αιτίας αυτού του παράγοντα, ήταν σχεδόν μηδενικός. Ο σχηματισμός του δακτυλίου στο λέπι του ψαριού στηρίζεται σε διάφορους βιολογικούς μηχανισμούς, οι οποίοι δεν είναι πλήρως κατανοητοί, σχετίζονται όμως με τις αλλαγές του μεταβολισμού του ασβεστίου στο λέπι. Οι WEATHERLEY και GILL (1987) αναφέρουν ότι υπάρχουν παράγοντες που μπορούν να προκαλέσουν το σχηματισμό δακτυλίων, οι οποίοι δεν είναι πλήρως γνωστοί. Μερικοί από αυτούς, οι οποίοι προκαλούν παύση ή μείωση της αύξησης, είναι: η χαμηλή ή υψηλή θερμοκρασία, η μειωμένη τροφοληψία, η αναπαραγωγική δραστηριότητα. Οι CHANG *et. al.* (1980) αναφέρουν ότι οι παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η αλατότητα, η τροφοληψία, το φως και η αναπαραγωγική δραστηριότητα, σχετίζονται με τους μηχανισμούς αποταμίευσης και απορρόφησης ασβεστίου στο λέπι του ψαριού και φαίνεται ότι επιδρούν στο σχηματισμό δακτυλίου. Ο FAGADE (1973) μελετώντας το σχηματισμό των δακτυλίων στην *Tilapia melanotheron* στη λιμνοθάλασσα Lagos στον κόλπο της Guinea (Νιγηρία) διαπίστωσε ότι οι δακτύλιοι πιθανώς σχηματίζονται κατά τη διάρκεια βροχοπτώσεων, όταν η αλατότητα μειώνεται, η αυξημένη θολερότητα και η πτώση της θερμοκρασίας του νερού οδηγούν σε ελάττωση της παραγωγικότητας και κατά συνέπεια μείωση της τροφοληψίας. Ο σχηματισμός του ετήσιου δακτυλίου στα λέπια του *Aphanius fasciatus* φαίνεται να ακολουθεί χρονικά την εποχή που παρατηρείται η χαμηλότερη θερμοκρασία του νερού. Φαίνεται ότι η θερμοκρασία κυρίως, αλλά και οι άλλοι φυσικοχημικοί παράγοντες του νερού, καθώς



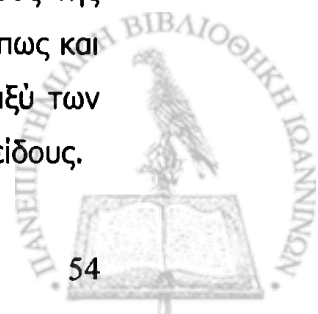
και η τροφοληψία, σχετίζονται με το σχηματισμό του ετήσιου δακτυλίου (ΛΕΟΝΑΡΔΟΣ, 1996).

Ο σχηματισμός και η αύξηση των λεπιών γίνεται στο δέρμα και οφείλεται στη δράση των ινοβλαστών και των οστεοβλαστών, τα οποία είναι εκκριτικά κύτταρα που παράγουν πρωτεΐνες, κυρίως κολλαγόνο και στη συνέχεια οστεοποιούν το λέπι με την απόθεση αλάτων και κυρίως  $\text{CaCO}_3$  (SIMKISS, 1974; MOYLE & CECH, 1988). Η παρατήρηση των λεπιών της ζαμπαρόλας, δείχνει ότι η απόθεση υλικού πραγματοποιείται κυρίως στα πλευρικά σημεία και ιδιαίτερα στις γωνίες, παρά στο μέσον. Φαίνεται ότι οι οστεοβλάστες αποθέτουν περισσότερο πρωτεϊνικό υλικό στα πλευρικά μέρη και στις δυο γωνίες του λεπιού, παρά στο εσωτερικό μέρος.

Η διαιώνιση ενός είδους σύμφωνα με τους MOYLE & CECH (1988), τελικά καθορίζεται από την ικανότητα των ψαριών να αναπαράγονται επιτυχώς σε μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα και συνεπώς να δίνουν βιώσιμους απογόνους. Το *Aphanius fasciatus* είναι ένα από τα λίγα είδη ψαριών, που καταφέρνουν να περάσουν όλη τους τη ζωή στα νερά των λιμνοθαλασσών. Συναντάται κατά κύριο λόγο στις αβαθείς περιοχές, όπου δημιουργεί μεγάλα κοπάδια, τα οποία συνωστιζονται στην παραλιακή ζώνη ή σε μικρές εσοχές της. Η ζαμπαρόλα ανήκει στον περιορισμένο αριθμό ειδών ψαριών, που μπορούν και αναπαράγονται στις λιμνοθάλασσες, τα περισσότερα εκ των οποίων έχουν μικρό σώμα (WOOTON, 1992).

Κατά την περίοδο της γεννητικής ωριμότητας, στο σώμα των θηλυκών ατόμων σχηματίζεται μία ογκώδης γονάδα, η οποία στη πλήρη ανάπτυξή της καταλαμβάνει το σύνολο σχεδόν της κοιλιακής κοινότητας. Στο σώμα των αρσενικών από την άλλη, σχηματίζονται δύο γονάδες, οι οποίες βρίσκονται πλευρικά του πεπτικού συστήματος. Τόσο το αναπαραγωγικό, όσο και το πεπτικό σύστημα αυτών των ψαριών είναι καλυμμένα από περιτόναιο μαύρου χρώματος. Η εκτεταμένη χρονικά αναπαραγωγική περίοδος της ζαμπαρόλας, διαπιστώνεται από τη μεγάλη χρονική διάρκεια των υψηλών τιμών του γοναδοσωματικού δείκτη (GSI), που φαίνεται να διαρκεί περίπου 6 μήνες, από τον Μάρτιο μέχρι και τον Αύγουστο. Το *Aphanius fasciatus* παρουσιάζει παρόμοια χρονική διάρκεια στην αναπαραγωγική περίοδό του και στην Τυνησία (BOUMAIZA *et al.* 1979), όπου αναπαράγεται το ίδιο περίπου χρονικό διάστημα.

Από τη μελέτη της αναλογίας φύλου της ζαμπαρόλας, προκύπτει ότι το υψηλότερο ποσοστό των θηλυκών ατόμων στους πληθυσμούς αποτελεί μέρος της βιολογικής στρατηγικής του είδους. Η «επένδυση» αυτή στο θηλυκό φύλο, όπως και τα μεγαλύτερα βάρη και μήκη που εμφανίζουν τα θηλυκά άτομα, είναι μεταξύ των χαρακτηριστικών που δείχνουν αυτή την τάση στη βιολογική στρατηγική του είδους.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ABRAHAM, M. 1975. The pituitary of *Mugil cephalus* during adaptation to biotopes of the different salinities. *Aquaculture*, 5: 199-204.
- BAGENAL, T. & F., TESCH. 1978. Age and Growth. In: BAGENAL, T. B. (ed). *Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters*. IBP Handbook No 3. Blackwell Scientific Publications, Oxford. pp 101-136.
- BAMBER, R., N. & P., A. HENDERSON 1988. Pre-adaptive plasticity in atherinids and the estuarine seat of teleost evolution. *J. Fish Biol.* 33: 17-23.
- BARNES, R. S. K. 1974. *Estuarine biology*. The Institute of Biology's. *Studies in Biology* no 49. Edward Arnold. 76 pp.
- BOEHLERT, G. 1985. Using objective criteria and multiple regression models for age determination in fishes. *Fishery bulletin* Vol. 83 No.2: 103-117.
- BOUMAIZA, M.. 1980. Dimorphisme sexual et polymorphisme d' *Aphanius fasciatus* Nardo 1827 (Pisces: Cyprinodontidae). *Bull. Off. nat. Pech., Tunisia*, 4 (1): 83-143.
- BOUMAIZA, M., J. QUINARD & M., KTARI 1979. Contribution a la biologie de la reproduction d' *Aphanius fasciatus* Nardo 1827 (Pisces: Cyprinodontidae) de Tynisiae. *Bull. de l' office nat. des pesc. de Tynis*. 3 (2): 221-240.
- CHANG – PO, C., H. HWEY – LIA, & C. KUN – HSIUNG, 1980. Age and Growth of the Grouper, *Epinephelus diacanthus* (Cuvier et Valenciensis) in the waters of Nothern Taiwan. *Bull. Inst. Zool., Acad. Sinica* 19 (1): 1-9.
- ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΥ, Τ. 1989. Δομή – διαχείριση υφάλμυρων οικοσυστημάτων. Η περίπτωση ευτροφισμού της Βιστωνίδας. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Δ.Π.Θ. Ξάνθη.
- ΔΑΝΙΗΛΙΔΗΣ, Δ. 1991. Η συστηματική και οικολογική μελέτη των διατόμων στη λιμνοθάλασσα Μεσολογίου, Αιτωλικού και Κλείσοβας. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Αθηνών. σελ 287.
- ΔΕΛΗΜΑΝΗ Π. & ΞΕΙΔΑΚΗΣ Γ. 2004. Γεωμορφολογικές μεταβολές των ακτών της λίμνης Βιστωνίδας τα τελευταία 170 χρόνια. Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας, τόμος XXXVI, 2004. Πρακτικά 10<sup>ου</sup> Διεθνούς Συνεδρίου Θεσσαλονίκη 2004 σελ.988-997.

- DAY, J., C. HALL, M. KEMP & A. YANEZ – ARANCIBIA 1989. Estuarine Ecology. John Wiley & Sons. 558 pp.
- DEGAN, L. A., 1989. Nekton the free swimming consumers. p. 376-437. in DAY, J., HALL, C., KEMP, M & A. YANEZ – ARANCIBIA (eds) Estuarine Ecology. John Wiley & Sons. 558 pp.
- ΔΙΑΜΑΝΤΗΣ, Ι. Β., 1985: Υδρογεωλογική μελέτη λεκάνης Λίμνης Βιστωνίδας, μελέτη υδροφόρων οριζόντων μέσα σ' ένα ευρύ πεδίο. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Δ.Π.Θ. Ξάνθη.
- DOBZHANSKY, T. 1979. Genetics of the evolutionary process. (Greek Translation) Η ΓΕΝΕΤΙΚΗ της ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΗΣ πορείας. (ΜΕΤ. Κ. Δ. ΚΑΣΤΡΙΤΣΗΣ), Εκδ. Παρατηρητής. Θεσσαλονίκη σελ. 737.
- ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΟΡΝΙΘΟΛΟΓΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ, 1994. Σημαντικές περιοχές για τα πουλιά της Ελλάδας .
- EVERHART, W. H. & W. D. YOUNGS 1989. Principles of Fishery Science. Cornell University Press, New York 14850. 349 p.
- FAGADE, S.O. 1973. Age determination in *Tilapia melanotheron* (Ruppell) in the Lagos Lagoon, Lagos Nigeria. In: BAGENAL, T. (ed.) The Ageing of Fish. Unwin Brothers Limited pp. 71-77.
- FERNANDEZ – DELGADO, C., J.A. HERNANDO, M. HERRERA & M. BELLIDO 1988. Sobre el status taxonomico del genero *Valencia* (Myers, 1928) en el suroeste de Iberia. Donana, Acta Vertebrata, 13 161 - 163.
- FERNANDEZ – DELGADO, C. 1988. Age, growth and reproduction of *Aphanius iberus* (Cuv.& Val., 1864) in the lower reaches of the Guadalquivir river (south-west Spain). Freshwater biology, 20: 227-234.
- GARSIA – MARIN, J., L. A. VILA & C. PLA. 1990. Genetic variation in the Iberian toothcarp, *Aphanius iberus* (Cuvier & Valenciennes). Journal of Fish Biology. 37: 233 – 234.
- GOLDMAN, C. & A. HORNE 1983. Limnology. Mc Graw – Hill. Pp 317 – 340.
- GOREN, M. & E. RYCHWALSKI 1978. Hybrids of *Aphanius dispar* and *Aphanius mento* (Cyprinodontidae: Pisces). Zoological Journal of the Linnean Society. 63 (3): 259 – 264.
- GUELORGET, O., G. F. FRISONI & J. P. PERTHUISOT 1983. La zonation biologique des milieux lagunaires: Definition d' une achelle de confinement dans le domaine paralique Mediterranéen. Journal de recherché Oceanographique. 8: 1 – 35.

- HEADRICH, R. L. 1983. Reference collection and faunal surveys. In: NIELSEN, L. A. & D. L. JOHNSON (eds.) Fisheries Techniques. American Fisheries Society. Bethesda, Maryland pp. 275 – 282.
- JEARLD, A. 1983. Age determination. In: NIELSEN, L. A. & D. L. JOHNSON (eds.) Fisheries Techniques. American Fisheries Society. Bethesda, Maryland pp. 301 – 324.
- ΚΑΣΤΡΙΤΣΗ – ΚΑΘΑΡΙΟΥ, Ι. 1992. Η ζωή στις Αλυκές Μεσολογγίου. Ελληνικές Αλυκές Α.Ε. Αθήνα. 144 pp.
- KIENER, A. & D. SCHACHTER, 1974. Polymorphisme d' *Aphanius fasciatus* Nardo, 1827 (Poisson Cyprinodontidae) des eaux saumâtres. (Populations de Corse et de la lagune italienne de Commachio). Bulletin du Museum national d' Histoire naturelle. 142: 317 – 339.
- ΚΟΥΤΡΑΚΗΣ, Ε. 1994. Βιολογία και δυναμική των κεφάλων (Pisces: Mugilidae) στη λίμνη Βιστωνίδα και τη λιμνοθάλασσα του Πόρτο Λάγος. Διδακτορική Διατριβή. Α. Π. Θ. 224 σελ.
- LAGLER, K. F. 1978. Capture, sampling and examination of fishes. In: BAGENAL, T. B. (ed) Methods for assessment of fish production in fresh production in fresh waters. – IBP No 3. Blackwell Scientific Publication, 3<sup>rd</sup> edition, London, pp. 7 – 47.
- LE CREN, E. D. 1951. The length – weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch *Perca fluviatilis*. Jour. Of Animal Ecology. 20: 201 – 219.
- ΛΕΟΝΑΡΔΟΣ, Ι. 1996. Δυναμική πληθυσμών της Ζαμπαρόλας (*Aphanius fasciatus* Nardo, 1827) στις λιμνοθάλασσες Μεσολογγίου και Αιτωλικού. Διδακτορική διατριβή Α.Π.Θ.
- MOYLE, P., B. & J. J. CECI 1988. Fishes. An introduction to Ichthyology. 2<sup>nd</sup> ed. Prentice – Hall, Inc. pp 559.
- ΝΕΟΦΥΤΟΥ, Χ. 1997. Ιχθυολογία. University Studio Press. σελ. 116 – 129.
- NIKOLSKY, G. V. 1963. The Ecology of Fishes. London & New York. Academic Press, 353 pp.
- ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ, Π. 1973. Κατάλογος των ιχθύων της Ελλάδος. Ελλ. Ωκεαν. Λιμν. 6: 421 – 599.
- ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ, Π. 1916. Θαλάσσια ιχθυοτροφία και οι ιχθύες της λιμνοθαλάσσης Μεσολογγίου. Υπουργείον Εθνικής Οικονομίας. Δελτίον Υδροβιολογικού σταθμού. Αθήνα. 1: 329 – 448.

- PAPAKONSTANTINOY, C. 1988. Check – list of marine fishes of Greece. Fauna Graeciae. National Centre for Marine Research – Hellenic Zoological Society. 257 p.
- PARENTI, L. R., C. TIGANO 1993. Polymorphic skeletal characters in *Aphanius fasciatus* (Teleostei: Cyprinodontiformes). Copeia (4) 1132 – 1137.
- PENAZ, M. & M. ZAKI 1985. Cyprinodont Fishes of lake Mariut, Egypt. Folia Zoologica, 34: 373 – 384.
- RICKER, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd. Canada, 191: 382 p.
- RIERRA, X. G. & C. A. ABELLA 1991. Limnological cycle of the coastal lagoon La Massona (Girona, NE Spain). Origin, dynamics and influence of the sporadic seawater infall on the meromixis. Verh. International Limnology 24: 1029 – 1031.
- SCHOLL, A. B. CORZILLIUS & W. VILLWOCK, 1978. Beitrag zur Verwandtschaftsanalyse altweltlicher Zahnkarpfen der Tribus Aphaniini (Pisces, Cyprinodontidae) mit Hilfe elektrophoretischer Untersuchungsmethoden. Z. zool. Syst. Evolut. – forsch. 16 (1978) 116 – 132.
- SIMKISS, K., 1974. Calcium metabolism of fish in relation to ageing. In: BAGENAL, T. (ed) Ageing of fish. Unwin Brothers Limited. 1 – 13.
- ΣΙΝΗΣ, Α. Ι., 1981. Η αυτοοικολογία του ενδημικού είδους *Alosa (Caspialosa) macedonica* (Vinciguerra) (Pisces: Clupeidae), της λίμνης Βόλβης. Διδακτορική διατριβή Α.Π.Θ. 198 σελ.
- TABER, C. 1986. Population structure, Growth and Reproduction of the Arkansas Darter *Etheostoma cragini* (Percidae). The South. Natur. 31 (2): 207 – 214.
- TIGANO, C. 1982. Le popolazioni di *Aphanius fasciatus* (Nardo, 1827) della Sicilia orientale (Pisces: Cyprinodontidae). Animalia 9 (1/3): 153 – 183.
- TIGANO, C. 1991. Il Polimorfismo della mascella superiore in *Aphanius fasciatus* Nardo (Pisces, Cyprinodontidae). Animalia 18: 61 – 70.
- TIGANO, C., & V. FERRITO. 1983a. Studio Biometrico e morfologico in popolazioni di *Aphanius fasciatus* (Nardo) dell' Adriatico e di Sicilia (Pisces, Cyprinodontidae). Nova Thalassia. 6:679 – 680.
- TIGANO, C., & V. FERRITO. 1983b. Rinvenimento di due individui anomaly di *Aphanius fasciatus* (Nardo) (Pisces, Cyprinodontidae). Animalia, 10 (1/3): 61 – 67.
- TIGANO, C. & L. PARENTI. 1988. Homology of the median ethmoid ossifications of the *Aphanius fasciatus* and other Atherinomorph fishes. Copeia 4: 866 – 870.
- TORTONESE, E. 1975. Osteichthyes In: Fauna d' Italia. Vol. X. Bologna. Pp. 485 – 489

- VILLWOCK, W. 1982. *Aphanius* (Nardo, 1827) and *Cyprinodon* (Jac., 1803) (Pisces: Cyprinodontidae), an attempt for genetic interpretation of speciation. Z. zool. Syst. Evolut. –forsch. 20: 187 – 197.
- VILLWOCK, W. 1985. Über Naturbastarde zwischen zwei validen Arten der Gattung *Aphanius* (Nardo, 1827) (Pisces: Cyprinodontidae) aus der Bardawil – Lagune, Nordsinai / Agypten. Mitt. Hamb. Zool. Mus. Inst. 82: 311 – 317.
- WEATHERLY, A. H. 1972. Growth and Ecology of Fish Populations. Academic Press London, 293 pp.
- WEATHERLY, A. H. & H. S. GILL 1987. The Biology of Fish Growth. Academic Press London. 443 pp.
- WHEELER, 1983. Freshwater fishes of Britain and Europe. Kingfisher Books Ltd. 124 pp.
- WHITE, M. & M. CHITTENDEN 1977. Age determination, Reproduction and Population Dynamics of the Atlantic Croaker, *Micropogonias undulatus* Fishery Bulletin. 35 (1): 109 – 123.
- WHITEHEAD, P., J. P. BAUCHOT, M.L. HUREAU, J. C. NIELSEN & E. J. TORTONESE 1986. Fishes of the North – Eastern Atlantic and the Mediterranean. Volume II. Unesco, Paris. pp 1007.
- WOOTON, R. J. 1984. A functional biology of sticklebacks. Croom Helm London Sydney: 265 pp.
- WOOTON, R. J. 1990. Ecology of Teleost Fishes. Chapman and Hall. Pp.117-158.
- WOOTON, R. J. 1992. Fish ecology. Blackie & Son Ltd. Glasgow and London. 212 pp.

[www.hellogreece.gr](http://www.hellogreece.gr)  
[www.ornithologiki.gr](http://www.ornithologiki.gr)  
[www.tsamisaquarium.gr](http://www.tsamisaquarium.gr)  
[www.xanthi.ilsp.gr](http://www.xanthi.ilsp.gr)

Εικόνες 2.3, 2.5, 2.7: Παντσόγλου Χρήστος  
 Εικόνες 1.2, 3.1, 4.2, 4.3: Λεονάρδος Ιωάννης  
 Εικόνες 1.3, 1.4: [www.tsamisaquarium.gr](http://www.tsamisaquarium.gr)

