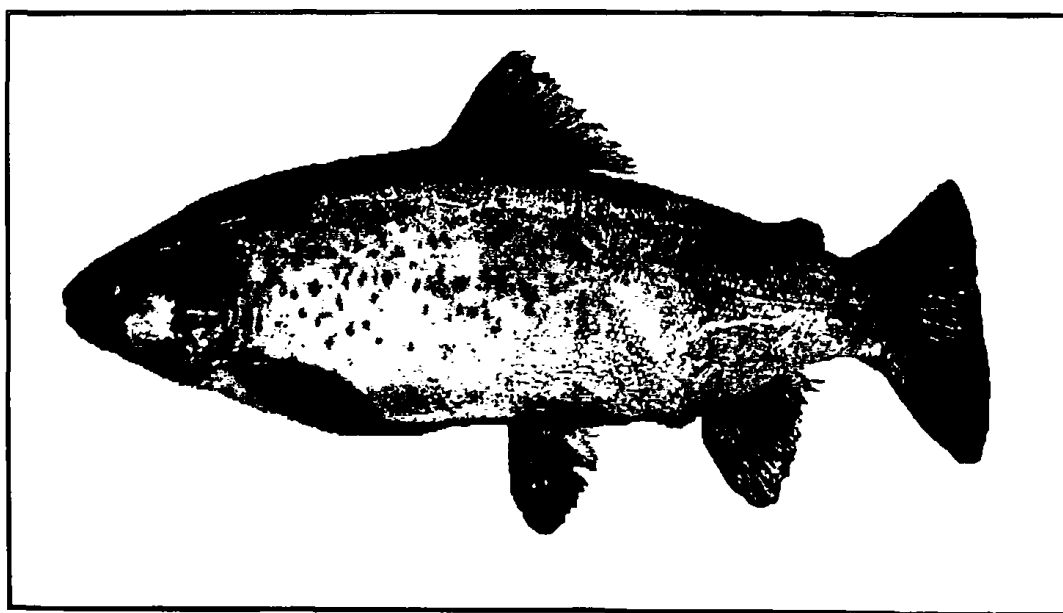


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ»

**Μελέτη της βιολογίας της ενδημικής και απειλούμενης
πέστροφας *Salmo loutrosensis* Delling, 2010 στον Ποταμό Λούρο**



Αλέξανδρος Φ. Ντάκης
Ιχθυολόγος - Περιβαλλοντολόγος

Ιωάννινα 2011



ΜΕΛΗ ΤΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

Λεονάρδος Ιωάννης ^{1,2}

Αναπληρωτής Καθηγητής του Τμήματος Βιολογικών
Εφαρμογών και Τεχνολογιών του ΠΙ

Χταζηλουκάς Ευστάθιος ²

Αναπληρωτής Καθηγητής του Τμήματος Βιολογικών
Εφαρμογών και Τεχνολογιών του ΠΙ

Καραγιάννη Ήρα ²

Λέκτορας του Τμήματος Βιολογικών Εφαρμογών και
Τεχνολογιών του ΠΙ

1 Μέλος της τριμελούς επιτροπής

2 Επιβλέπων καθηγητής



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Αγροχημεία και Βιολογικές Καλλιέργειες» των Τμημάτων Χημείας και Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογιών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Η ανάθεση του θέματος, η πραγματοποίηση της έρευνας και η ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής εργασίας έγινε με την καθοδήγηση του Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογιών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, κ. *Ιωάννη Δ. Λεονάρδου*, τον οποίο ευχαριστώ θερμά τόσο για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, όσο και για την επιστημονική καθοδήγηση και συμπαράσταση που μου παρείχε.

Ευχαριστίες οφείλω στον Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογιών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, κ. *Χαρζηλουκά Ευστάθιο* και στη Λέκτορα του Τμήματος Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογιών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, κα. *Καραγιάννη Ήρα* και για τη συμμετοχή τους στη τριμελή εξεταστική επιτροπή, για τις διορθώσεις και τις υποδείξεις τους.

Θερμές ευχαριστίες οφείλω στον Δρ. *Λιάσκο Ρωμάν*, Ε.Τ.Ε.Π. του Τμήματος ΒΕΤ και στην υποψήφια διδάκτορα κα. *Οικονόμου Ανθή* για την πολύτιμη βοήθειά τους κατά την διάρκεια των δειγματοληψιών.

Στη Δρ. *Αναστασιάδου Χρύσα* και στους υποψήφιους διδάκτορες κ. *Γκένα Χρήστο* και κα. *Τσουμάνη Μαρία* για τη πολύτιμη βοήθειά τους στη συγγραφική επιμέλεια της παρούσης εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Αποκεντρωμένη Διεύθυνση Ηπείρου – Δ. Μακεδονίας, Διεύθυνση Αγροτικών Υποθέσεων Ηπείρου και τη Διεύθυνση Αλιείας και ιδιαιτέρως τους κ. *Φίλη Ευάγγελο*, *Τουφίδη Πανταζή* και την κα. *Σιαπλαούρα Κατερίνα* για την άδεια που μου παραχώρησαν σχετικά με τη χρήση ηλεκτραλιείας κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
1.1 Γενικά	7
1.2 Βιολογία της καφέ πέστροφας	10
1.3 Η καφέ πέστροφα στα Βαλκάνια και στην Ελλάδα.....	18
1.4 Η ενδημική πέστροφα του ποταμού Λούρου	25
1.5 Σκοπός – στόχοι της έρευνας	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	28
ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	28
2.1 Γενικά	29
2.2 Οικολογικά στοιχεία.....	30
2.2.1 Υδρολογικά στοιχεία	30
2.2.2 Χλωρίδα.....	33
2.2.3 Πανίδα	33
2.2.4 Ιχθυοπανίδα	33
2.3 Ανθρωπογενείς δραστηριότητες	34
2.3.1 Οικισμοί.....	34
2.3.2 Χρήσεις γης.....	34
2.3.3 Υδατοκαλλιέργειες	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	36
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	36
3.1 Σταθμός δειγματοληψίας.....	37
3.2 Μέθοδοι δειγματοληψίας.....	39
3.3 Δειγματοληψίες.....	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	44
ΗΛΙΚΙΑ ΚΑΙ ΑΥΞΗΣΗ	44
4.1 Εισαγωγή.....	45
4.2 Υλικά και μέθοδοι.....	47
4.3 Αποτελέσματα	49
4.3.1 Ηλικία	49
4.3.2 Σχέσεις μηκών στο σύνολο του πληθυσμού	52
4.3.3 Σχέσεις Μηκών (SL - FL) – Ολικού Βάρους (TW).....	53
4.3.4 Σχέσεις Μηκών (SL - FL) – Ακτίνας Λεπιδίου (R _{ol})	55
4.3.5 Αύξηση κατά μήκος	57
4.4 Συζήτηση	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	67
ΔΙΑΤΡΟΦΗ	67

5.1	Εισαγωγή.....	68
5.2	Υλικά και Μέθοδοι	69
5.3	Αποτελέσματα	76
5.3.1	Ποσοτική περιγραφή	76
5.3.2	Δείκτης ποικιλότητας Shannon–Wiener (H')	83
5.3.3	Δείκτης ποικιλότητας Simpson (D)	84
5.3.4	Επικάλυψη τροφικού θώκου με το δείκτη Schoener (C).....	85
5.3.5	Συντελεστής εκλεκτικότητας Vanderploeg (E^*).....	86
5.3.6	Στρατηγική διατροφής.....	87
5.4	Συζήτηση	88
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6		96
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....		96
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		100
•	Ελληνόγλωσση	100
•	Ξενόγλωσση	101
•	Διαδικτυακοί τόποι.....	114

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ



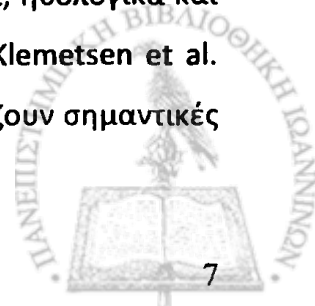
1.1 Γενικά

Τα είδη της οικογένειας των σολομοειδών χαρακτηρίζονται ολοαρκτικά σύμφωνα με το πρότυπο ζωογεωγραφικής κατανομής και εντάσσονται σε 11 γένη (Delling 2003). Απαντώνται σε όλα σχεδόν τα οικοσυστήματα που εμφανίζουν καθαρά ύδατα, καλά οξυγονωμένα και χαμηλής θερμοκρασίας. Μερικά είδη είναι ανάδρομα ενώ άλλα διαβιούν μόνο στα εσωτερικά ύδατα. Τα ανάδρομα είδη περνούν μέρος της ζωής τους στη θάλασσα, άλλα επιστρέφουν στα ποτάμια ή στα ρυάκια για αναπαραγωγή. Τα περισσότερα ανάδρομα είδη μετά το πέρας της αναπαραγωγής πεθαίνουν (www.fishbase.org). Τα σολομοειδή έχουν ως κέντρο κατανομής τους το βόρειο ημισφαίριο αλλά για εμπορικούς λόγους έχουν εισαχθεί σε πολλά φυσικά οικοσυστήματα ανά τον κόσμο, σε υδατοκαλλιέργειες και έχουν προταθεί για εμπλουτισμούς σε λίμνες και ποτάμια (Kottelat & Freyhof 2007).

Στην Ευρωπαϊκή Ήπειρο, τα είδη του γένους *Salmo* είναι αυτόχθονα. Η ευρωπαϊκή πέστροφα ανήκει στο είδος *Salmo trutta*, με κοινή ονομασία «brown trout» (καφέ πέστροφα). Κατανέμεται σε όλη την Ευρώπη, τη Βόρεια Αφρική και τη Δυτική Ασία. Το βορειότερο σύνορα κατανομής του είδους είναι η Ισλανδία, η Βόρεια Σκανδιναβία και η Ρωσία. Τα δυτικά όρια κατανομής καθορίζονται από την ευρωπαϊκή ακτογραμμή του Ατλαντικού Ωκεανού. Νότια, η κατανομή του περιορίζεται από την Οροσειρά του Άτλαντα στη Βόρεια Αφρική, ενώ ανατολικά, από τα Ουράλια Όρη και την Θάλασσα Αράλη (Elliot 1994, Klemetsen et al. 2003). Το μόνο είδος του γένους που είναι αυτόχθονο στη Βόρεια Αμερική είναι το *Salmo salar* (Delling 2003, Laikre et al. 1999).

Εκτός από τη φυσική ζωογεωγραφική περιοχή κατανομής της, η καφέ πέστροφα απαντάται σε 24 επιπλέον χώρες. Οι πρώτες επιτυχείς εισαγωγές του είδους έγιναν το 1852 στη Ρωσία, μεταξύ 1867 και 1885 στη Νέα Ζηλανδία, το 1883 στις ΗΠΑ, το 1887 στον Καναδά, το 1888 στην Αυστραλία, το 1890 στη Νότια Αφρική, το 1892 στην Ιαπωνία και μεταξύ 1904 και 1938 στη Λατινική Αμερική. Αυτό κατέστησε την καφέ πέστροφα από ευρωπαϊκό σε κοσμοπολίτικο είδος σε λιγότερο από 90 χρόνια. Το αποτέλεσμα της ευρείας αυτής κατανομής του είδους είναι η οικολογική του ποικιλομορφία, η ικανότητά του να αποικίζει νέα υδάτινα οικοσυστήματα, καθώς και η προτίμησή του ως αλίευμα για ερασιτεχνική αλιεία και ως εδώδιμο είδος.

Οι πληθυσμοί του συμπλέγματος που συμβατικά αναφέρονται ως καφέ πέστροφα (*Salmo trutta* L.) πολύ πιθανώς να αποτελούν την πιο ευρέως διαδεδομένη μορφολογικά, ηθολογικά και γενετικά ομάδα μεταξύ των ειδών των εσωτερικών υδάτων (Bernatchez 2001, Klemetsen et al. 2003). Ακόμη και γειτονικοί ανάδρομοι πληθυσμοί του γένους *Salmo* παρουσιάζουν σημαντικές



γενετικές διαφορές που οφείλονται στην αναπαραγωγική απομόνωση των παραπόταμων του ιδίου ποταμού (Davidson et al. 1989).

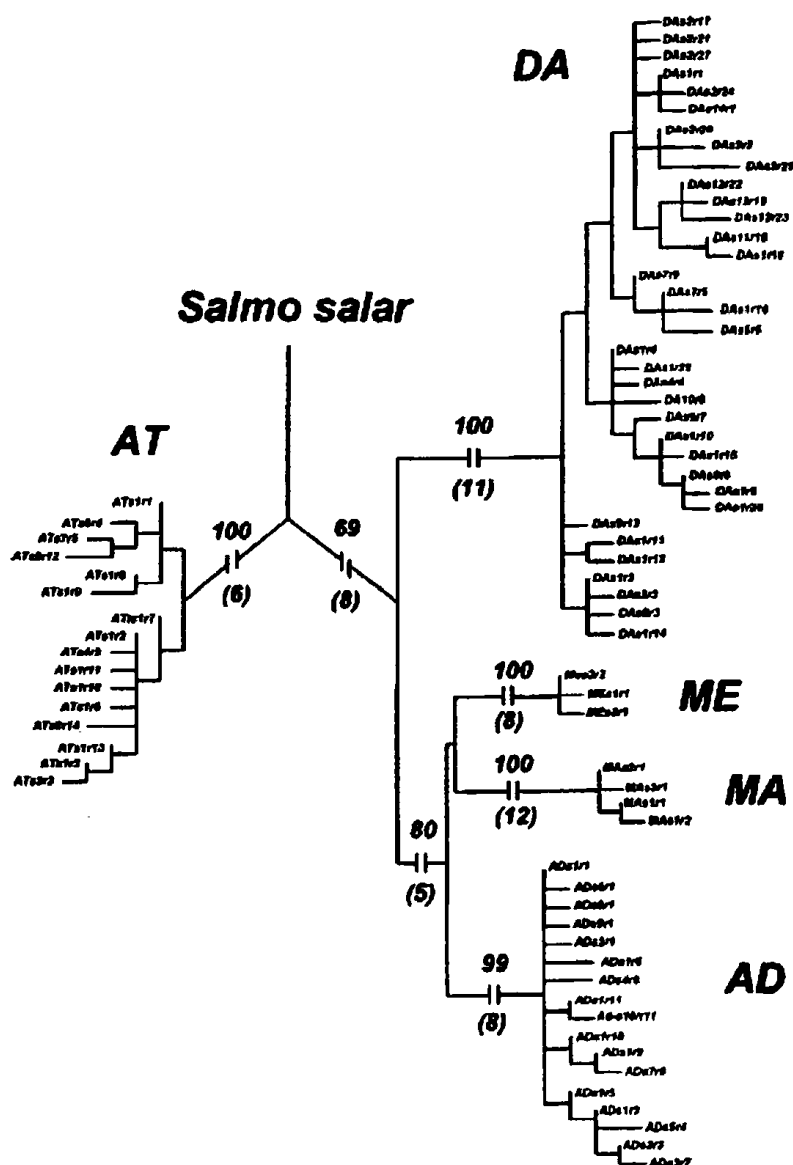
Σε κλίμακα της ευρύτερης Ευρωπαϊκής Ηπείρου, τέθηκε επί τάπητος ένας αριθμός διαφοροποιημένων εξελικτικών γραμμών της καφέ πέστροφας, βάση αναλύσεων μιτοχονδριακού και πυρηνικού DNA. Ένας κλάδος που φαίνεται να είναι και ο πιο αρχέγονος, και που συχνά αναφέρεται ως Ατλαντικό φύλο, επηρεάστηκε περισσότερο από τους παγετώνες κατά το Πλειστόκαινο (Bernatchez et al. 1992). Παρόλα αυτά, το τοπίο δεν είναι τόσο καθαρό όσο φαίνεται. Αυτό συμβαίνει διότι μεταπαγετωνικοί αποικισμοί από είδη τα οποία επέστρεψαν σε περιοχές από τις οποίες ο παγετώνας είχε υποχωρήσει, δημιούργησαν δικές τους εξελικτικές γραμμές, οι οποίες δεν είναι εύκολο να αναγνωριστούν (Hynes et al. 1996, García– Marín et al. 1999, Laikre et al. 1999).

Πέντε κύριες γενεαλογικές γραμμές της καφέ πέστροφας (Εικόνα 1.1.) προτάθηκαν από τον Bernatchez (1995, 2001), οι οποίες εξελίχθηκαν από την γεωγραφική απομόνωση κατά τη διάρκεια του Πλειστόκαινου και έχουν παραμείνει αλλοπάτριες. Αυτές θεωρούνται ότι είναι οι βασικές εξελικτικές ομάδες της καφέ πέστροφας. Το *Salmo salar* θεωρείται ως ο κοινός πρόγονος μεταξύ των πέντε αυτών γραμμών, δηλαδή, της ομάδας του Ατλαντικού (AT), του Δούναβη (DA), της Μεσογείου (ME), της *marmoratus* (MA) και της Αδριατικής (AD). Επιπλέον, ο Bernatchez (2001) βρήκε ότι η γραμμή του Δούναβη είναι γενετικά η πιο ποικίλη, ακολουθούμενη από αυτή της Αδριατικής και του Ατλαντικού. Τόσο οι γραμμές της Μεσογείου όσο και της *marmoratus* δείχνουν τις λιγότερο δυνατές γενετικές ποικιλομορφίες. Η γραμμή του Ατλαντικού αποίκησε την ανατολική λεκάνη του Ατλαντικού από το Μαρόκο μέχρι τη Λευκή Θάλασσα (κοντά στη Θάλασσα του Barent), ενώ αυτή του Δούναβη κυριάρχησε στα ποτάμια της Ποντοκασπιανής λεκάνης. Στη Νότια Ευρώπη, η Μεσογειακή γραμμή, που συσχετίζεται με τη *marmoratus*, περιορίζεται σε ποτάμια της Ιταλίας, Κροατίας και Σλοβενίας που κατέληγαν στην Αδριατική λεκάνη κατά το μέγιστο της παγετώδους περιόδου. Η επικράτηση της γραμμής της Αδριατικής σε ρυάκια της Ανατολικής Μεσογείου και η μεγαλύτερη κλαδιστική ποικιλότητα στους πληθυσμούς των Βαλκανίων, κατέδειξε ότι η γραμμή αυτή προήλθε και εξαπλώθηκε από πληθυσμούς της Βαλκανικής χερσονήσου και της Ανατολίας κατά τη διάρκεια της παγετώδους περιόδου. Τέλος, η μεγαλύτερη αφθονία της γραμμής της Μεσογείου σε ποταμούς που εκβάλλουν στη Δυτική Μεσόγειο, καταδεικνύουν ότι η γραμμή αυτή, προήλθε από τη συγκεκριμένη περιοχή, από απομονωμένα ποτάμια της Νότιας Γαλλίας κατά τη παγετώδη περίοδο (Cortey et al. 2004).

Επιπροσθέτως, ο Bernatchez (2001) υποστηρίζει ότι οι πληθυσμοί καφέ πέστροφας που εξετάστηκαν από τη λεκάνη του Ατλαντικού και του Μαρόκου τοποθετήθηκαν στη γραμμή του Ατλαντικού. Η γραμμή του Δούναβη συσχετίζεται κυρίως με τις λεκάνες της Μαύρης Θάλασσας, της Κασπίας, της Αράλης καθώς και του Περσικού Κόλπου. Η γραμμή της *marmoratus* συσχετίζεται σχεδόν αυστηρά με την Λεκάνη της Αδριατικής. Η γραμμή της Μεσογείου βρέθηκε κατά κύριο λόγο σε ποτάμια και παραπόταμους που απορρέουν στη δυτική λεκάνη της Μεσογείου, δηλαδή σε αντίθεση με τη γραμμή της Αδριατικής που βρίσκεται στην ανατολική λεκάνη της Μεσογείου. Σε μικρότερη κλίμακα, παρατηρήθηκαν μεγάλες γενετικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων ειδών της καφέ πέστροφας στα κράτη της Ευρώπης. Αυτό οφείλεται στα διαφορετικά ενδιαίτηματα που απαντώνται σε κάθε περιοχή που διαβιεί η πέστροφα (Apostolidis et al. 1997, Laikre et al. 1999, Estoup et al. 1998) και στο ότι η πέστροφα είναι ψάρι ανάδρομο, συμβάλλοντας έτσι στην περιορισμένη διασπορά γονιδίων μεταξύ των διαφορετικών πληθυσμών της καφέ πέστροφας. Ο περιορισμός στη διασπορά γονιδίων οφείλεται επίσης και στους απροσπέλαστους για τις πέστροφες γεωγραφικούς φραγμούς, που ενισχύουν τη διαφοροποίηση μεταξύ των πληθυσμών της καφέ πέστροφας.

Οι Laikre et al. (1999) υποστηρίζουν ότι υπάρχει μια σύγχυση αναφορικά με την ταξινόμηση της καφέ πέστροφας. Αυτή η σύγχυση απορρέει από την συνεχόμενη συζήτηση και αντιπαράθεση του πως θα κατηγοριοποιηθούν τα διάφορα μορφολογικά ή/και γενετικά στοιχεία που έχουν καταγραφεί. Αναφορικά με την καφέ πέστροφα όμως, τα μορφολογικά στοιχεία σε αντίθεση με τα γενετικά, φαίνεται να μην είναι σημαντικά για τον καθορισμό των ειδών και των εξελικτικών γραμμών και μπορούν να οδηγήσουν σε λανθασμένα συμπεράσματα.

Οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι ο διαχωρισμός των πληθυσμών πρέπει να γίνει αυστηρώς με βάση τα γενετικά στοιχεία. Παρόλα αυτά, ακόμη και με τον γενετικό διαχωρισμό, παραμένει αρκετά ασαφές για το πως κάποιοι πληθυσμοί θα πρέπει να χαρακτηριστούν (είδος, υποείδος ή ένας γενετικά διακριτός πληθυσμός μέσα σε ένα είδος).



Εικόνα 1.1.: Φυλογενετικό δένδρο της καφέ πέστροφας (Bernatchez, 2001).

1.2 Βιολογία της καφέ πέστροφας

Η καφέ πέστροφα αποθέτει τα αυγά της μέσα σε πυθμένες με κροκάλες και χαλίκι, συνήθως σε τρεχούμενα και καλά οξυγονωμένα νερά. Η αναπαραγωγή σε λιμναία οικοσυστήματα μπορεί να συμβεί περιστασιακά (κυρίως όταν νερό αναβλύζει από τον πυθμένα) και έχει πιστοποιηθεί άμεσα ή έμμεσα με την παρατήρηση ιχθυδίων σε αυτές (Brabrand et al. 2002). Αναπαράγεται κατά τη διάρκεια της άνοιξης ή του χειμώνα. Σε βορειότερα γεωγραφικά πλάτη και σε οικοσυστήματα με μεγάλο υψόμετρο, εξ' αιτίας της χαμηλότερης θερμοκρασίας του νερού και της μεγαλύτερης διάρκειας εκκόλαψης των αυγών, η καφέ πέστροφα αναπαράγεται νωρίτερα.

Τα θηλυκά σκάβουν το ίζημα για τη δημιουργία φωλιών και ένα από τα αρσενικά άτομα που ακολουθούν, γονιμοποιεί τα περισσότερα αυγά. Τα εναπομείναντα αυγά γονιμοποιούνται από

άλλα αρσενικά που ακολουθούν το θηλυκό (Garcia-Vazquez et al. 2001). Μετέπειτα, τα θηλυκά καλύπτουν τη φωλιά με ίζημα, σκάβουν άλλη φωλιά δίπλα στην πρώτη ή σε οποιοδήποτε μέρος του ποταμού για να αποθέσουν ακόμη ένα μέρος των αυγών τους. Η παραπάνω διαδικασία συνεχίζεται έως ότου να γίνει απόθεση όλων των αυγών, διαδικασία που μπορεί να κρατήσει και μερικές μέρες (Klemetsen et al. 2003). Αφού αποθέσει τα αυγά η θηλυκή πέστροφα, εγκαταλείπει την περιοχή αναπαραγωγής, ενώ τα αρσενικά παραμένουν για γονιμοποίηση των αυγών και από άλλες θηλυκές πέστροφες.

Η πρώιμη οντογένεση των σολομοειδών χαρακτηρίζεται από τη διαβίωσή τους μέσα στο ίζημα (Roussel & Bardonnnet 1999). Τα αυγά εκκολάπτονται μέσα στο ίζημα σε διάστημα από ένα έως έξι μήνες, ανάλογα με το είδος και στη συνέχεια τα ιχθύδια αναδύονται στη στήλη του νερού. Η ανάδυση από τον πυθμένα είναι μια συγκεκριμένη συμπεριφορά που διακρίνεται από τις διαφορές μεταξύ των χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος της φωλιάς και αυτών της στήλης του νερού, με πιο σημαντικά την ταχύτητα του νερού, την παρουσία θηρευτών και της αναγκαιότητας για πρόσληψη τροφής. Μερικές πέστροφες που θα αναδυθούν θα καταλάβουν χώρους κοντά στη φωλιά ενώ οι υπόλοιπες μακριά από αυτή (Roussel & Bardonnnet 1999). Η φέρουσα ικανότητα του ρυακιού καθορίζεται από περιβαλλοντικούς παράγοντες, με σημαντικότερους την διαθεσιμότητα της τροφής και της φυσικής καταλληλότητας του χώρου. Επίσης ο αριθμός των ιχθυδίων που καταλαμβάνουν συγκεκριμένους χώρους εξαρτάται και από τις μεταξύ των ατόμων αλληλεπιδράσεις, αφού μεγαλύτερα σε ηλικία και μέγεθος ιχθύδια τείνουν να υπερασπίζονται μεγαλύτερους χώρους στο ρυάκι (Grant & Kramer 1990).

Η ανάπτυξη των σολομοειδών χαρακτηρίζεται από την απουσία της προνυμφικής φάσης (larval stage), περνώντας απευθείας από την εμβρυονική φάση στη φάση του ανήλικου, η οποία ξεκινάει από τη φάση της νύμφης και μετά (alevin, φάση κατά την οποία το ψάρι έχει εκκολαφθεί αλλά δεν έχει απορροφήσει το λεκιθικό σάκο ούτε έχει αναδυθεί από τη φωλιά). Η φάση του ανήλικου ξεκινάει αμέσως μετά την απορρόφηση του λεκιθικού σάκου και της ανόδου του ψαριού από το ίζημα στη στήλη του νερού (Roussel & Bardonnnet 1999). Τα εκκολαπτόμενα ιχθύδια τρέφονται για μερικές εβδομάδες από το λεκιθικό σάκο που φέρουν στην κοιλιά τους. Το διάστημα της εκκόλαψης και της απορρόφησης της λεκίθου ποικίλει και εξαρτάται από τη θερμοκρασία του νερού (Elliott & Hurley 1998). Οι Hubert et al. (1994) αναφέρουν ότι πέστροφες κάτω του ενός έτους τις νυχτερινές ώρες διαβιούν κοντά στις όχθες των ποταμών ενώ την ημέρα μακριά από αυτές. Όμως αυτή η στρατηγική μπορεί να αντιστραφεί σε περίπτωση ισχυρής παρουσίας θηρευτών (Roussel & Bardonnnet 1999).

Όταν το μήκος των ιχθυδίων φτάσει τα 20mm, όπου και η περισσότερη λέκιθος έχει καταναλωθεί, το ιχθύδιο περνάει στη στήλη του νερού και αρχίζει να τρέφεται κοντά στη περιοχή εκκόλαψης (Klemetsen et al. 2003). Τα ιχθύδια είναι επιθετικά, προστατεύουν την περιοχή τους, σχηματίζουν ιεραρχίες και ανταγωνίζονται έντονα για τροφή (Lahti et al. 2001). Επιπροσθέτως, οι ανάδρομες πέστροφες είναι λιγότερο επιθετικές απ' ό,τι αυτές που δεν μετακινούνται (Hutchison and Iwata 1997). Τα κυρίαρχα άτομα βρέθηκε να κρατούν θέσεις όπου είχαν μεγαλύτερη ενεργειακή απόδοση και επομένως αύξηση. Έτσι, είναι αναμενόμενο ότι όσο μεγαλύτερη είναι η χρονική διάρκεια που ένα άτομο ή πληθυσμός παραμένει στο ποτάμι, τόσο μεγαλύτερη είναι η πίεση για χωρική κυριαρχία. Άτομα που διαβιούν σε ποταμούς και επενδύουν στη χωρική κυριαρχία μπορεί να αυξήσουν τις πιθανότητες επιβίωσής τους, αύξησής τους και αναπαραγωγής τους. Έτσι μόνιμοι σε ποταμούς πληθυσμοί πρέπει να θεωρούνται ως οι πιο επιθετικοί (Hutchison and Iwata 1997).

Κατά τη διάρκεια του πρώτου καλοκαιριού, πριν τα άτομα να συμπληρώσουν ένα έτος ζωής, διαβιούν σε ρηχά νερά (Kennedy & Strange, 1982) με μικρές ταχύτητες και σε υπόστρωμα που χαρακτηρίζεται από μικρά σε μέγεθος σωματίδια (Hubert et al. 1994). Επίσης, σε ιχθύδια με μεγέθη κάτω των 30cm παρατηρούνται συγκεντρώσεις ατόμων σε μεγάλες πυκνότητες σε ρηχές περιοχές (<30cm) με σχετικά μεγάλη ροή νερού (Roussel & Bardonnnet 1999). Οι Heggenes & Taaen (1988) αναφέρουν ότι οι κρίσιμες ταχύτητες νερού για τα άτομα που βρίσκονται στη φάση της νύμφης και μπαίνουν στη φάση της ενεργής αναζήτησης τροφής είναι μεταξύ 0.10 και 0.25ms^{-1} και ποικίλλουν μεταξύ των ατόμων, βασιζόμενες στα διάφορα είδη και τη θερμοκρασία του νερού. Επίσης, αναφέρουν ότι αυτή η ευαισθησία στην ταχύτητα του νερού σταδιακά μειώνεται με την αύξηση των ιχθυδίων. Όταν φτάσουν σε μήκος τα 40 και 50mm μπορούν να ανεχτούν ταχύτητες νερού μεγαλύτερες από 0.50ms^{-1} .

Καθώς τα ιχθύδια αναπτύσσονται, προτιμούν βαθύτερα μέρη με πιο ήπια ροή (Heggenes et al. 1999, Heggenes 2002). Επιπροσθέτως προτιμούν να κινούνται κατά τις βραδινές κυρίως ώρες παρά την ημέρα και προτιμούν πετρώδεις πυθμένες, όπου μπορούν να κρυφτούν, αλλά απαντώνται και σε πυθμένες με λεπτό χαλίκι, άμμο και ιλύ (Heggenes et al. 1999).

Συνήθως η καφέ πέστροφα μετακινείται κατά μήκος των ποταμών αλλά μερικές φορές διαβιεί σε μια μόνο περιοχή του (Klemetsen et al. 2003). Η επιλογή του περιβάλλοντος διαβίωσης εξαρτάται από την ποσότητα της τροφής και από τους κινδύνους που εγκυμονούν και η ποικιλότητα αυτών των δυο παραγόντων προκαλεί επιπτώσεις πάνω στην επιβίωση, την αύξηση και την αναπαραγωγή της (Heggenes et al. 1999). Η μετακίνηση μπορεί να οφείλεται σε

περιβαλλοντικές συνθήκες όπως η διαθεσιμότητα τροφής, ένταση ροής και πυκνότητας πληθυσμού. Τα κυρίαρχα άτομα τρέφονται κυρίως την αυγή ή νωρίς το βράδυ, ενώ τα υπόλοιπα τρέφονται κατά τη διάρκεια των υπόλοιπων ωρών. Η ποικιλότητα και η ποιότητα των ενδαιτημάτων επηρεάζουν έντονα την πυκνότητα του πληθυσμού σε ένα ποτάμι (Hegggenes et al. 1999, Juttila et al. 2001). Η ύπαρξη άφθονων ενδαιτημάτων σε ένα ποτάμι με βαθιά νερά, καταρράκτες και υδρόβια βλάστηση έχει σαφώς θετικό ρόλο στην συντήρηση μεγάλου πληθυσμού πέστροφας (Juttila et al. 2001).

Η καφέ πέστροφα είναι οπτικός (Jonsson & Gravem 1985, Young 1999) και ευκαιριακός κυνηγός. Η θολερότητα του νερού είναι κύριος παράγοντας για την κατακόρυφη κατανομή της και η δίαιτά της εξαρτάται από το ενδιαίτημα, την εποχή, την επάρκεια της λείας, το μέγεθος του ψαριού και την ηλικία. Η κύρια περίοδος τροφοληψίας είναι κατά τις πρώτες βραδινές ώρες, όπου η πέστροφα τρέφεται κυρίως με βενθικά ασπόνδυλα. Μια δεύτερη περίοδος είναι κατά τη διάρκεια της ημέρας, όπου χερσαία ασπόνδυλα και αναδυόμενα υδρόβια έντομα αποτελούν ένα μεγάλο τμήμα της δίαιτάς της (Elliot, 1973). Στις λίμνες, σε μικρά βάθη, το ζωοβένθος είναι η κύρια πηγή τροφής, κάτι που αλλάζει με την ανάπτυξη των ατόμων. Οι πληθυσμοί που ζουν αποκλειστικά σε λίμνες, χαρακτηρίζονται από δίαιτα που αποτελείται κυρίως από ζωοπλαγκτό. Ανάδρομες πέστροφες τρέφονται στη θάλασσα και τα υφάλμυρα ύδατα με κρουστοφόρα, πολύχαιτους, ψάρια και επιφανειακά έντομα (Klemetsen et al. 2003). Η καφέ πέστροφα που διαβιεί στα ποτάμια τρέφεται συνήθως κοντά στην επιφάνεια και την ακτή. Τα άτομα μικρού μεγέθους τρέφονται κυρίως με λάρβες εντόμων και χιρονομίδες, αλλά μπορούν να τραφούν και με διάφορα αρθρόποδα. Καθώς το μέγεθος αυξάνεται, αυξάνεται και το μέγεθος της λείας. Αυτή μπορεί να είναι λάρβες από εφημερότερα, πλεκόπτερα, δίπτερα και τριχόπτερα (Jonsson & Gravem 1985, Steingrimsson & Gislason 2002). Κατά τους θερινούς μήνες, η διατροφή αποτελεί την κύρια απασχόληση της πέστροφας κατά τη διάρκεια της ημέρας και την πιο σημαντική κατά τη διάρκεια του σούρουπου και της νύχτας (Young 1999). Τους χειμερινούς μήνες όπου η θερμοκρασία του νερού είναι χαμηλή, η δραστηριότητα αυτή ελαττώνεται και τα ψάρια αναζητούν καταφύγιο και προστασία κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Οι ρυθμοί ανάπτυξης της πέστροφας επηρεάζονται από τη θερμοκρασία του νερού. Επίσης η ανάπτυξη και το μέγεθος κυμαίνονται σημαντικά μεταξύ των ατόμων και των πληθυσμών (άτομο 4 ετών μπορεί να έχει μέγεθος από 20g έως 500g- 1kg). Οι κύριοι παράγοντες για αυτή την κύμανση στην ανάπτυξη πιθανώς να είναι η διαθεσιμότητα της τροφής, το μέγεθός της και όπως ειπώθηκε προηγουμένως, η θερμοκρασία (Klemetsen et al. 2003). Η μεγάλη πληθυσμιακή

πυκνότητα επηρεάζει αρνητικά την αύξηση. Αυτό επιβεβαιώθηκε τόσο για τις λίμνες όσο και για τα ποτάμια (Klemetsen et al. 2003) και οφείλεται στην μείωση της διαθεσιμότητας της τροφής, όπως επίσης και στον αυξημένο ανταγωνισμό για θήρευση και για χώρο μεταξύ των ατόμων ενός πληθυσμού.

Η χαμηλότερη θερμοκρασία για την αύξηση της καφέ πέστροφας είναι στους 3- 6°C και η υψηλότερη οι 25 - 26°C. Οι Elliott & Hurley (2000) αναφέρουν ότι η βέλτιστη θερμοκρασία αύξησης αυξάνεται από τους 13.9°C (με δίαιτα αποτελούμενη από ασπόνδυλα) στους 17.0°C (με δίαιτα αποτελούμενη από ψάρια), με την πρόσληψη τροφής να είναι η μέγιστη και στις δυο περιπτώσεις. Επιπλέον αναφέρουν ότι η πρόσληψη ενέργειας και η βέλτιστη θερμοκρασία για την αύξηση είναι στενά συνδεδεμένες μεταξύ τους. Η βέλτιστη θερμοκρασία για την αύξηση αγγίζει τους 18°C, για την μέγιστη ποσότητα προσλαμβανόμενης ενέργειας, και πιθανότατα αυτή καθορίζει τα όρια για τη μέγιστη αύξηση. Συνήθως οι θερμοκρασίες της έναρξης, του τερματισμού και της μέγιστης αύξησης μειώνονται με τη μείωση του ρυθμού τροφοληψίας και της πληρότητας του στομάχου, χωρίς όμως να είναι ο κανόνας. Η αύξηση συνδέεται και με την ηλικία, με στόχο τη μεγιστοποίηση του αριθμού των βιώσιμων απογόνων. Τα ψάρια αποθηκεύουν ενέργεια για να την χρησιμοποιήσουν για την αναπαραγωγή καθώς και για περιόδους όπου τα επίπεδα τροφής είναι χαμηλά.

Οι πληθυσμοί που διαβιούν στα εσωτερικά ύδατα ωριμάζουν σεξουαλικά σε ηλικία από ενός έτους μέχρι δέκα έτη. Είναι δεδομένο ότι η ωρίμανση αυτή καθυστερεί σε νερά με χαμηλότερες θερμοκρασίες. Στα νοτιότερα όρια κατανομής του είδους και συγκεκριμένα για τις ανάδρομες πέστροφες, η σεξουαλική ωρίμανση μπορεί να επέλθει μετά από την πάροδο καλοκαιριού στη θάλασσα. Στο βορά αντίθετα, πρέπει να περάσουν τα άτομα συνήθως 2 - 3 καλοκαίρια στη θάλασσα προτού ωριμάσουν σεξουαλικά (Klemetsen et al. 2003).

Η ηλικία και η σεξουαλική ωριμότητα ποικίλουν μεταξύ των φύλων. Ο Jonsson (1989) αναφέρει ότι τα αρσενικά άτομα συνήθως ωριμάζουν νωρίτερα και σε διαφορετικά μεγέθη απ' ότι τα θηλυκά, με αποτέλεσμα τα θηλυκά να είναι μεγαλύτερα σε μέγεθος απ' ότι τα αρσενικά κατά την σεξουαλική τους ωρίμανση. Αυτό μπορεί να οφείλεται μερικώς στο ότι τα δυο φύλα τείνουν να εκμεταλλεύονται περιβάλλοντα με διαφορετική σύσταση τροφής και συνθήκες αύξησης. Μέσα στην ίδια ηλικιακή κλάση, τα θηλυκά συναντούνται περισσότερο σε πελαγικές περιοχές και μεταναστεύουν περισσότερο από τα αρσενικά, τα οποία περιορίζονται περισσότερο στα ποτάμια και σε επιβενθικές περιοχές. Στην πελαγική ζώνη, τα αρσενικά βρέθηκαν σε μεγαλύτερη αφθονία κοντά στην επιφάνεια του νερού και τα θηλυκά στον πυθμένα. Σε

περιπτώσεις που τα δυο φύλα εκμεταλλεύονταν τις ίδιες περιοχές για τροφή, αυξάνονταν με τον ίδιο ρυθμό. Έτσι ο Jonsson (1989) συμπέρανε ότι υπάρχει μια συσχέτιση μεταξύ περιβάλλοντος τροφοληψίας και αναπαραγωγικής οικολογίας της καφέ πέστροφας.

Τα αρσενικά άτομα της καφέ πέστροφας συνήθως ωριμάζουν νωρίς στα ρυάκια, όταν ακόμη είναι μικρά σε μέγεθος (μικρότερα από 10cm σε μήκος και λιγότερο από 1 έτους) ή ωριμάζουν σε μεγαλύτερο μέγεθος μετά από μια περίοδο ανάπτυξης σε θάλασσα και λίμνες. Συνήθως τα αρσενικά αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος των ανάδρομων πληθυσμών της καφέ πέστροφας (Klemetsen et al. 2003). Τα θηλυκά που ζούνε σε περιβάλλοντα κοντά στη θάλασσα ωριμάζουν σεξουαλικά συνήθως μετά από μια ή δυο περιόδους διαβίωσης στη θάλασσα (Jonsson et al. 2001).

Η διαφορά της σεξουαλικής ωρίμανσης μεταξύ των δυο φύλων φαίνεται να καθορίζεται γενετικά και είναι ανεξάρτητη του ρυθμού αύξησης (Jonsson 1989). Σε πειράματα που πραγματοποιήθηκαν, σε ίδιες συνθήκες διαβίωσης, ανώριμα αρσενικά και θηλυκά αναπτύχθηκαν με τους ίδιους ρυθμούς, αλλά τα θηλυκά ωρίμασαν αργότερα κατά μέσο όρο απ' ότι τα αρσενικά. Οι διαφορές στο μέγεθος κατά την ωρίμανση μεταξύ των δυο φύλων, δεν φαίνεται να εξαρτάται από το διαφορετικό ρυθμό αύξησης των δυο αυτών. Παρόλα' αυτά, σε φυσικό περιβάλλον βρέθηκε ότι τα νεότερα σεξουαλικά ώριμα θηλυκά ήταν μεγαλύτερα σε μήκος απ' ότι τα ανώριμα και ώριμα αρσενικά (Jonsson 1989). Ο Jonsson (1989) αναφέρει ότι αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι τα αρσενικά επιζητούν λιγότερο επικίνδυνα περιβάλλοντα, στα οποία όμως η αύξηση είναι πιο αργή.

Η δυναμική της αναπαραγωγής για τα θηλυκά καθορίζεται από τον αριθμό και την ποιότητα των αυγών. Μεγάλα σε διάμετρο αυγά δίνουν μεγάλους απογόνους, οι οποίοι ανταγωνίζονται καλύτερα για χώρο και τροφή (Elliott 1995). Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος του αυγού, με το μέγεθος του γενήτορα να παίζει το πιο σημαντικό ρόλο. Το μέγεθος της γονάδας αυξάνεται με το μέγεθος του θηλυκού εξ' αιτίας της διαθέσιμης ενέργειας (λόγω αύξησης λιπιδίων) για την παραγωγή των αυγών, του μεγέθους της κοιλιακής κοιλότητας που τα φιλοξενεί και του περιβάλλοντος (Jonsson & Jonsson 1997, Jonsson & Jonsson 1999). Όμως το ότι το μέγεθος των αυγών αυξάνει με το μέγεθος της γονάδας δεν είναι πλήρως κατανοητό. Αντιθέτως οι Jonsson & Jonsson (1997) σε πειραματικές μελέτες βρήκαν ότι με εντατική τροφοδοσία στα θηλυκά, από το στάδιο της ωρίμανσής τους και μετά, παρήγαγαν μεγάλα αυγά ακόμη και σε μικρά μεγέθη γονάδων. Επιπλέον, οι Jonsson & Jonsson (1999) αναφέρουν ότι σε υψηλές θερμοκρασίες νερού κατά τη διάρκεια της απορρόφησης της λέκιθου μπορεί να

προκύψουν μεγαλύτερα μεγέθη αυγών. Συμπερασματικά, άτομα που αναπαράγονται πιο αργά, δηλαδή την άνοιξη, πιθανότατα να έχουν αυγά μεγαλύτερα σε μέγεθος από αυτά που αναπαράγονται νωρίς. Και αυτό διότι τα ιχθύδια που θα εκκολαφθούν θα αναπτυχθούν σε θερμοκρασίες νερού μεγαλύτερες κατά την άνοιξη απ' ότι το χειμώνα.

Η αλλαγή ενδιαιτήματος της καφέ πέστροφας συμβαίνει σε διαφορετικές χωρικές κλίμακες και σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης της. Η πρώτη αλλαγή ενδιαιτήματος συμβαίνει κατά το τέλος της εμβρυονικής φάσης όπως προαναφέρθηκε. Λίγο μετά την εκκόλαψη, η νύμφη απομακρύνεται από τη φωλιά. Σύμφωνα με τους Klemetsen et al. (2003), οι νύμφες κινούνται κυρίως στα κατάντη των ποταμών, αλλά αρκετά μπορούν να παραμείνουν στη ευρύτερη περιοχή ή να μετακινηθούν στα ανάντη. Κατά τη διάρκεια του πρώτου καλοκαιριού, τα ιχθύδια παραμένουν στο ρυάκι όπου εκκολάφθηκαν (Elliott 1986).

Το ενδιαίτημα που χρησιμοποιείται από τις πέστροφες κατά τα επόμενα αναπτυξιακά στάδια ποικίλλει μεταξύ των πληθυσμών. Υπάρχουν τρεις διαφορετικές στρατηγικές. Στην πρώτη, τα ανήλικα άτομα μετακινούνται από το ρυάκι εκκόλαψής τους σε μεγαλύτερα τμήματα του ποταμού προς αναζήτηση τροφής. Στη δεύτερη, οι πέστροφες που διαβιούν σε λίμνες, αποθέτουν τα αυγά τους σε περιοχές επικοινωνίας της λίμνης με ποταμούς, και τα ιχθύδια μεταναστεύουν από τα ρυάκια εκκόλαψης στις λίμνες (Arawomo 1981, Forseth et al. 1999, Jonsson et al. 1999). Στην τρίτη στρατηγική, που συναντάται σε ανάδρομες πέστροφες (από τη θάλασσα προς τους ποταμούς), τα ιχθύδια μεταναστεύουν σε εκβολικά ή παράκτια συστήματα για να τραφούν και επιστρέφουν στα ποτάμια για να αναπαραχθούν ή να διαχειμάσουν (Berg & Berg 1987, Jonsson & Jonsson 2002). Μια τέταρτη στρατηγική συναντάται όταν οι πέστροφες είναι απομονωμένες στα ποτάμια και δεν μπορούν να μεταναστεύσουν σε πλουσιότερα ενεργειακά ενδιαιτήματα (Jonsson & Sandlund 1979, Rincón P.A. & Iobón - Cervia J., 2002).

Κατά τον πρώτο χρόνο ζωής της, οι πληθυσμοί της καφέ πέστροφας διασπείρονται εκτενώς. Μεταναστεύσεις παρατηρήθηκαν κατά την ηλικία των 0+, από ρυάκια εκκόλαψης σε μεγαλύτερους ποταμούς (Baglinière et al. 1994), όπως επίσης και μεταναστεύσεις κατά την ηλικία των 0+ και 1+ από ρυάκια σε λίμνες (Thorpe 1974). Τα ιχθύδια των ανάδρομων καφέ πέστροφών μπορούν να μετακινηθούν στη θάλασσα μόνο όταν αυτά αποκτήσουν το κατάλληλο μέγεθος και ηλικία, χωρίς όμως αυτό να αποτελεί και τον κανόνα. Οι ηλικίες της μετανάστευσης ποικίλουν με το γεωγραφικό πλάτος, πιθανότατα λόγω διαφορετικής θερμοκρασίας νερού (L'Abée-Lund et al. 1989).

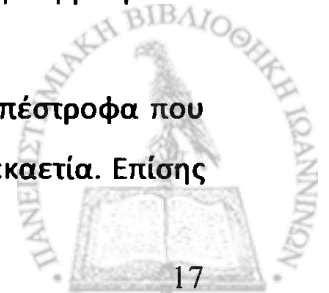
Τα ιχθύδια που διαβιούν σε ρυάκια που εκβάλλουν σε υφάλμυρα νερά, μπορούν να μεταναστεύσουν στη θάλασσα σε μικρό μέγεθος (Titus & Mosegaard 1989). Ο Landergren (2001) υποστήριξε ότι ιχθύδια από ένα μικρό ρυάκι στη Σουηδία, μεταναστεύουν στη Βαλτική Θάλασσα σε ηλικία 3 μηνών και σε μήκος 30mm. Περεταίρω, κατέληξε στο γεγονός ότι το υφάλμυρο νερό γύρω από την περιοχή αυτή δεν αποτελεί εμπόδιο για την επιβίωση των ιχθυδίων, και δεν διαδραματίζει κανένα ρόλο στην αύξησή τους.

Η μετανάστευση προς τη θάλασσα δεν γίνεται απ' όλα τα άτομα την ίδια χρονική περίοδο. Ο διαχωρισμός μεταξύ μεταναστευτικών πληθυσμών έχει να κάνει με το μήκος και την ηλικία του κάθε ατόμου (Arawomo 1981, Bohlin et al. 1996, Jonsson & Jonsson 2002). Υπάρχουν πολλοί πιθανοί λόγοι για αυτή τη διαφοροποίηση. Η μετανάστευση προς τη θάλασσα εγκυμονεί κινδύνους για τις νεαρές πέστροφες όπως προβλήματα ώσμωσης καθώς και αυξημένους κινδύνους θήρευσης. Γενικά, η ικανότητα για επιβίωση στη θάλασσα αυξάνεται με το μέγεθος του ψαριού (Wagner et al. 1969, Finstad & Ugedal 1998).

Ένας λόγος για την αλλαγή ενδιαίτηματος των ιχθυδίων μπορεί να είναι η ικανότητά τους να χρησιμοποιούν ενεργειακά αποθέματα και να αποφεύγουν τη θήρευση. Άλλος λόγος είναι αποφυγή αφιλόξενων περιβαλλόντων όπως ο σχηματισμός πάγου σε ρυάκια με χαμηλή στάθμη νερού ή την αποξήρανσή τους κατά τους θερινούς μήνες. Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως η θερμοκρασία του νερού είναι καθοριστικοί για τον χρόνο της αρχής της μετανάστευσης. Η ηλικία της μετανάστευσης σχετίζεται επίσης και με τον ρυθμό αύξησης των ιχθυδίων, και όσο πιο γρήγορα αυξάνονται τα ιχθύδια τόσο πιο γρήγορα μεταναστεύουν (Klemetsen et al. 2003).

Η περίοδος κατά τη μετανάστευση προς τη θάλασσα διαφέρει από ποτάμι σε ποτάμι όπως και από το μέγεθος του ψαριού και γίνεται κυρίως μεταξύ Μαρτίου και Ιουνίου (Klemetsen et al. 2003). Σημαντικό ρόλο στη μετανάστευση παίζει και το γεωγραφικό πλάτος, όσο πιο νότια, τόσο πιο γρήγορα γίνεται η μετανάστευση. Ο χρόνος της επιστροφής των πεστροφών στα ποτάμια εξαρτάται από το μέγεθος του ποταμού. Η πέστροφες που μεταναστεύουν στη θάλασσα και αποθέτουν τα αυγά τους σε μεγάλα ποτάμια, επιστρέφουν στις περιοχές αναπαραγωγής έξι μήνες πριν την περίοδο της αναπαραγωγής (Campbell 1977), ενώ οι πέστροφες που αναπαράγονται σε μικρά ρυάκια συχνά επιστρέφουν στις περιοχές αυτές λίγο πριν την περίοδο της αναπαραγωγής. Τέλος, αλλαγές στους περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως η θερμοκρασία και η ροή του νερού παίζουν σημαντικό ρόλο στη μετανάστευση.

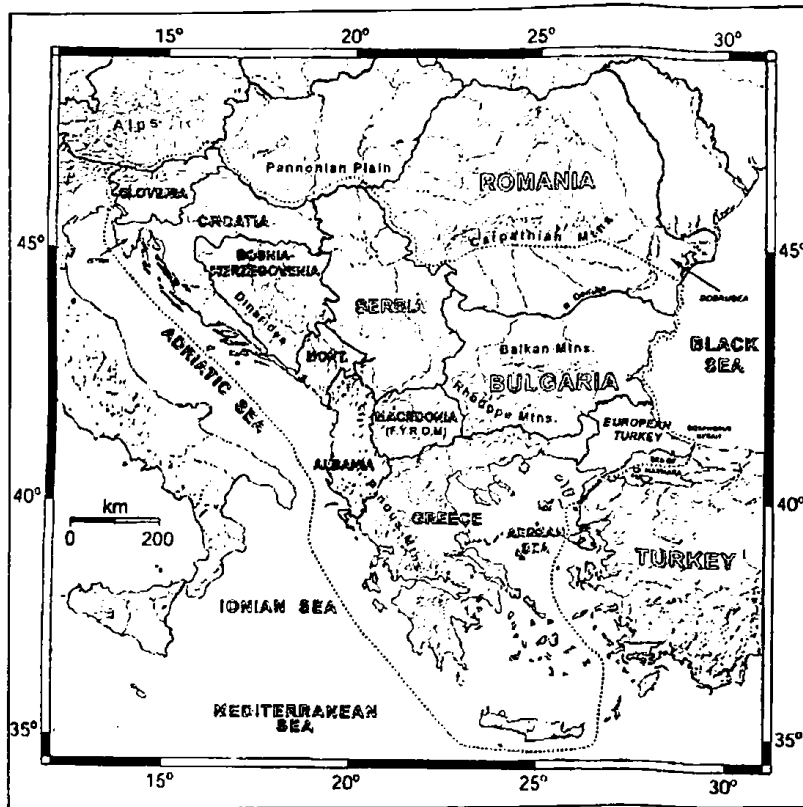
Στους Klemetsen et al. (2003) αναφέρεται ότι η μεγαλύτερη σε ηλικία καφέ πέστροφα που έχει αλιευθεί ήταν 20 ετών, αλλά συνήθως οι περισσότερες δεν ξεπερνούν την δεκαετία. Επίσης



για τις ανάδρομες καφέ πέστροφες η μακροζωία αυξάνεται με το γεωγραφικό πλάτος. Αυτό συνδέεται στενά με τη θερμοκρασία του νερού. Σε χαμηλές θερμοκρασίες νερού μια αργή αλλά σταθερή ανάπτυξη συνδέεται με καθυστερημένη σεξουαλική ωρίμανση και μακροζωία. Αυτό φαίνεται να ισχύει για τις ανάδρομες αλλά και τις πέστροφες που δεν μετακινούνται. Ακόμη άτομα που ωριμάζουν νωρίς τείνουν να πεθαίνουν νωρίτερα εξ' αιτίας της αναπαραγωγικής τους διαδικασίας. Επιπροσθέτως, άτομα που αναπτύσσονται γρήγορα μπορεί να αποβιώνουν νωρίτερα λόγω της μεγαλύτερης ευαισθησίας τους σε ασθένειες, λόγω του ότι μπορεί να καθίστανται πιο ευάλωτοι στους θηρευτές, συμπεριλαμβανομένης της αλιείας, επειδή είναι πιο ενεργητικά και πιο εκτεθειμένα (Jonsson & Gravem 1985).

1.3 Η καφέ πέστροφα στα Βαλκάνια και στην Ελλάδα

Η Βαλκανική Χερσόνησος, ένα ακανόνιστο και ανεστραμμένο τρίγωνο ξηράς, εκτείνεται από τη Κεντρική Ευρώπη στα βόρεια μέχρι την Ανατολική Μεσόγειο στα νότια και διαβρέχεται από την Αδριατική, το Ιόνιο, το Αιγαίο Πέλαγος και τη Μαύρη Θάλασσα (Εικόνα 1.3.1.) (Reed et al. 2004). Ο ποταμός Δούναβης και ο παραπόταμός του, ο Ντάβα, καθορίζουν τα βορειότερα όρια της Βαλκανικής. Στα βορειοανατολικά, η οριοθέτηση περιπλέκεται στην περιοχή της Ρουμανίας. Μερικοί συμπεριλαμβάνουν ολόκληρη την Ρουμανία, ενώ άλλοι μόνο την επαρχία της Ντομπρούτζας (Dobruja) μέχρι τους πρόποδες των Καρπάθιων, έτσι ώστε να συμπεριληφθεί και το δέλτα του Δούναβη. Τα βορειοδυτικά όρια της χερσονήσου οριοθετούνται εν μέρει από τα παράλια της Αδριατικής και τα νησιά ανοιχτά της Κροατίας και από τους πρόποδες των Άλπεων (Ιουλιανές Άλπεις, Julian Alps). Η χερσόνησος περιλαμβάνει πολλά ποτάμια και λίμνες με τις μεγαλύτερες να είναι της Οχρίδας, των Πρεσπών, της Σκόδρας και των Ιωαννίνων (Bănbărescu 2004).



Εικόνα 1.3.1.: Η Βαλκανική Χερσόνησος (Reed et al. 2004).

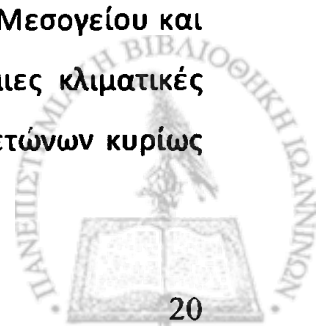
Σε γεωλογική κλίμακα, αλλαγές στη μορφολογία του εδάφους και στο κλίμα επηρέασαν την εξέλιξη στη χλωρίδα και την πανίδα της Βαλκανικής Χερσονήσου. Στο πρόσφατο παρελθόν, η τοπογραφική διαμόρφωση της Βαλκανικής συνδέθηκε με την ορογένεση των Άλπεων, η οποία κορυφώθηκε στο μέσο της Τριτογενούς περιόδου. Στην πιο απλή της περιγραφή, τα Βαλκάνια κατηγοριοποιούνται φυσιογεωγραφικά ως τμήμα της Οροσειράς των Άλπεων. Η ορογένεση των Άλπεων ξεκίνησε στην Τριασική περίοδο (πρώιμος Μεσοζωικός αιώνας, 200 εκ. χρόνια) και κλιμακώθηκε στο μέσο της Κρητιδικής περιόδου (τέλος Μεσοζωικού αιώνα, 100 εκ. χρόνια) καθώς και στο μέσο της Τριτογενούς περιόδου (30 εκ. χρόνια). Η γεωλογική δραστηριότητα στα Βαλκάνια συνεχίζεται από τότε και μερικές περιοχές είναι ακόμα τεκτονικά ενεργές. Η ηπειρωτική τεκτονική πλάκα της Αφρικής συγκλίνει με αυτή της Ανατολίας και περνάει από την Ελλάδα στη Τουρκία, ενώ η τάφρος που σχηματίζεται από τη σύγκλιση των ηπειρωτικών πλακών της Ευρασίας και της Ανατολίας διασχίζει με κατεύθυνση από τα ανατολικά προς τα δυτικά, τη δυτική Τουρκία και την Κεντρική Ελλάδα.

Κατά τη διάρκεια της πρώιμης εξέλιξης της Τηθύως (πιστεύεται ότι χρονολογείται από το τέλος του Παλαιοζωικού αιώνα ή τις αρχές του Μεσοζωικού), προφανώς σχηματίστηκε μια κοιλότητα μεταξύ της Ευρασίας και της Αφρικής που σχημάτιζαν την Παγγαία, η οποία δεν επικοινωνούσε με τη Πανθάλασσα. Η κοιλότητα αυτή ήταν η πρώιμη Μεσόγειος. Η

αλληλεπίδραση μεταξύ των τεκτονικών πλακών προκάλεσε τον τεμαχισμό της Παγγέας και κατά συνέπεια και της κοιλότητας αυτής. Κατά τη διάρκεια του τέλους του Μεσοζωικού Αιώνα, την Κρητιδική Περίοδο (130 εκ. χρόνια) θεωρείται ότι η Παγγαία διαχωρίστηκε στην Ευρασιατική Λαυρασία (στο Βόρειο Ημισφαίριο) και στην Αφρικανική Γκοντγουάνα (Νότιο Ημισφαίριο) και ακολούθησε η δημιουργία του Ατλαντικού Ωκεανού (περίπου 173 εκ. χρόνια). Εκείνη την περίοδο μικρές τεκτονικές πλάκες συμπεριλαμβανομένης αυτής της Αδριατικής και του Ελληνικού τμήματος, αποκόπηκαν από τη Γκοντγουάνα και κινήθηκαν προς τη πλάκα της Ευρασίας. Καμία επικοινωνία με γέφυρες ξηράς της Ευρασίας και της Γκοντγουάνας δεν υπήρξε, τουλάχιστον μέχρι την ανώτερη Κρητιδική (τέλη Μεσοζωικής Περιόδου, 120 εκ. χρόνια), όπου οι δυο αυτές μάζες (Αδριατικής και Ροδόπης- Μοισίας) συναντήθηκαν.

Κατά τη διάρκεια της Τριτογενούς Περιόδου (70 – 65 εκ. χρόνια), η κίνηση των δυο αυτών τεκτονικών πλακών οδήγησε σε σύγκλιση και τελικά σε σύγκρουση μεταξύ τους και επιπλέον κίνηση των γειτονικών μικροπλακών. Το βόρειο μέρος της Αφρικανικής πλάκας που είναι ωκεάνιο και πιο λεπτό συναντά το νότιο της Ευρασίας που και αυτό είναι ωκεάνιο με αποτέλεσμα τη δημιουργία νησιωτικού τόξου στη περιοχή του σημερινού Αιγαίου Πελάγους. Η επιπλέον άσκηση πίεσης εκ του νότου στη Βαλκανική χερσόνησο κατά τη διάρκεια της Τριτογενούς Περιόδου, οδήγησε στη σύγκρουση της χερσονήσου της Αδριατικής- Απουλίας με την Ευρασία, που σηματοδότησε την ορογένεση των Άλπεων (20 εκ. χρόνια). Με την ορογένεση αυτή σχηματίστηκε η λεγόμενη Νεοευρώπη (Πυρηναία, Ιταλία, Άλπεις, Βαλκανική χερσόνησος), η οποία αποκαλείται και Αλπική ορογένεση (Αναγνώστου & Χρόνης, 2002).

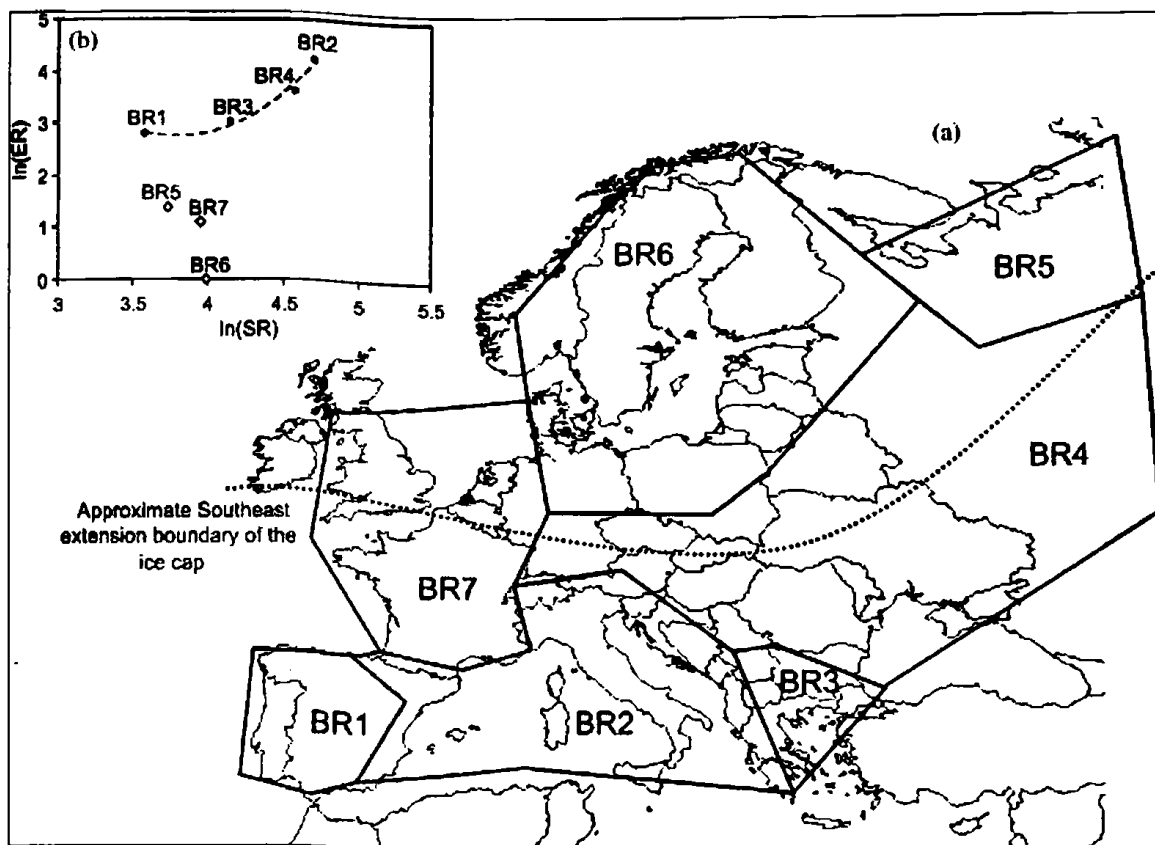
Περί τα 5.7 – 5.4 εκατομμύρια χρόνια, η λεκάνη της Μεσογείου αποκόπηκε από τον Ινδο-Ειρηνικό και η σταδιακή μείωση της επικοινωνίας με τον Ατλαντικό οδήγησε στην ολοκληρωτική αποκοπή της και από την θάλασσα αυτή (κλείσιμο του Γιβραλτάρ). Αυτό είχε ως τελικό αποτέλεσμα την μετατροπή της αρχέγονης Μεσογείου σε μια κλειστή θάλασσα. Εκεί το υδάτινο ισοζύγιο εξαρτιόνταν μόνο από τις χερσαίες εισροές, τις βροχοπτώσεις και την εξάτμιση. Καθώς τα ποσοστά της εξάτμισης ήταν ιδιαιτέρως αυξημένα, η αρχέγονη Μεσόγειος υπέστη αποξήρανση και το εναπομείναν νερό συγκεντρώθηκε σε μερικές μικρές λίμνες, οι οποίες είχαν υψηλά ποσοστά αλατότητας. Η περίοδος αυτή είναι γνωστή ως Μεσσηνιακή Κρίση και το μεγαλύτερο μέρος των υδρόβιων οργανισμών εξαφανίσθηκε. Η αποξήρανση της Μεσογείου και τα υψηλά ποσοστά αλάτων που συγκεντρώθηκαν εκεί οδήγησαν σε παγκόσμιες κλιματικές αλλαγές, όπως η μείωση της παγκόσμιας θερμοκρασίας και ο σχηματισμός παγετώνων κυρίως στην Ανταρκτική.



Ο επανασχηματισμός της Μεσογείου συνέβη πριν από 5.4 εκατομμύρια χρόνια με ένα μεγάλο σεισμό, δημιουργώντας τον μεγαλύτερο καταρράκτη στην ιστορία της γης, στη περιοχή του Γιβραλτάρ. Τεράστιες ποσότητες νερού εισέρευσαν στη Μεσόγειο για περίπου 1000 χρόνια, με αποτέλεσμα τη μείωση της παγκόσμιας στάθμης κατά 12 μέτρα περίπου.

Παρά τις γεωλογικές αυτές ανακατανομές στην Ευρωπαϊκή ήπειρο που επηρέασαν την βιοποικιλότητά της, οι κλιματικές αλλαγές με τους παγετώδεις περιόδους έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην βιοποικιλότητα όχι μόνο της Βαλκανικής, αλλά ολόκληρης της ηπείρου. Οι παγετώνες του Πλειστόκαινου έχουν αυξημένη βαρύτητα πάνω στην εξέλιξη των περισσότερων ψαριών. Τεράστιες εκτάσεις παγκοσμίως καλύφθηκαν από μεγάλα στρώματα πάγου, προκαλώντας γεωλογικές αλλαγές σε ηπειρωτική κλίμακα. Τουλάχιστον 20 παγετώνες έχουν καταγραφεί κατά τη διάρκεια του Πλειστόκαινου, με διάρκεια εξάπλωσης περί τα 100 χιλιάδες χρόνια και με μεσοπαγετώδεις περιόδους να διαρκούν περί τα 10 – 12 χιλιάδες χρόνια (Bernatsez & Willson 1998). Κατά τη διάρκεια του τελευταίου μέγιστου, η Β. Ευρώπη καλύφθηκε με πάγο ή είχε μόνιμο ψύχος. Τα πουλιά και τα θηλαστικά μπόρεσαν να μεταναστεύσουν στις περι-Μεσογειακές περιοχές, ενώ αντιθέτως τα ψάρια της Β. Ευρώπης εγκλωβίστηκαν, πράγμα που οδήγησε σε μια περίοδο μαζικής εξαφάνισης. Γι' αυτό οι περισσότεροι απόγονοι των σημερινών ιχθύων των εσωτερικών υδάτων κατάγονται από τη Ποντοκασπιανή και τις περι-Μεσογειακές ζωογεωγραφικές περιοχές (Εικόνα 1.3.2) (Reyjol et al. 2008).

Οι παγετώνες αυτοί άλλαξαν ριζικά τα εσωτερικά υδάτινα οικοσυστήματα, μέσω της καταστροφής των παλιών ενδιαιτημάτων και τη δημιουργία νέων υδατοσυλλογών και ποταμών. Οι υδρόβιοι οργανισμοί επηρεάστηκαν περισσότερο γιατί αναγκάστηκαν να εγκαταλείψουν τα οικοσυστήματά τους καθώς ο παγετώνας προέλαβε, και διότι οι οργανισμοί αυτοί ήταν αναγκασμένοι να διαβιούν σε περιθωριακές των παγετώνων περιοχές για χιλιάδες χρόνια (Bernatsez & Willson 1998). Σε περιοχές όπου ο παγετώνας υποχωρούσε, κατά τη διάρκεια των μεσοπαγετώδων περιόδων, δημιουργήθηκαν μεγάλες προπαγετώδεις λίμνες, φιλοξενώντας πολλούς υδρόβιους οργανισμούς. Οι υδρόβιοι οργανισμοί που βρέθηκαν σε τέτοιες λίμνες, είχαν την ευκαιρία να εξαπλωθούν σε μεγάλες γεωγραφικές εκτάσεις. Πέραν των εσωτερικών υδάτων, η παγκόσμια στάθμη της θάλασσας έπεσε λίγο πάνω από τα 100 μέτρα παγκοσμίως εξ' αιτίας των παγετώνων, καθώς και ένα ξηρό κλίμα επικράτησε σε όλο τον πλανήτη. Οι διαταραχές που προκλήθηκαν παγκοσμίως σε γεωλογικό και κλιματικό επίπεδο από τους παγετώνες, είχαν αντίκτυπο πάνω στη γονιδιακή σύνθεση των υδρόβιων και ανάδρομων οργανισμών (Bernatsez & Willson 1998).

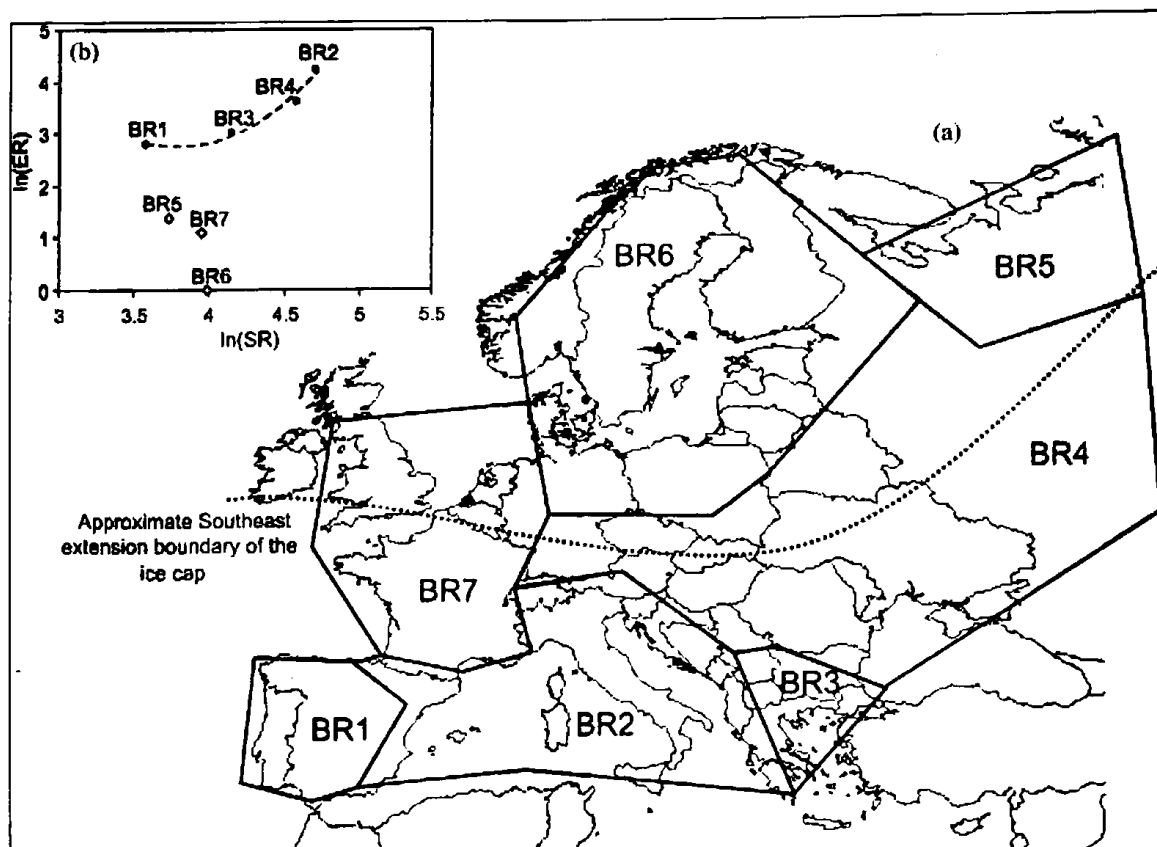


Εικόνα 1.3.2.: α) Ευρωπαϊκός χάρτης με τις ζωογεωγραφικές περιοχές για τους ιχθύες των εσωτερικών υδάτων.

β) Σχέση μεταξύ αφθονίας ειδών και ενδημισμού στις ζωογεωγραφικές περιοχές (Reyjol et al. 2008).

Ένας άλλος δρόμος που προτείνεται για τον αποικισμό των ψαριών της Β. Ευρώπης είναι μέσω της θάλασσας κατά τη διάρκεια της Μεσσηνιακής κρίσης (πριν 5 εκ. χρόνια). Όπως προαναφέρθηκε, η αύξηση της αλατότητας θα εμπόδιζε την εξάπλωση των ιχθύων των εσωτερικών υδάτων την περίοδο αυτή, εκτός από μια μικρή περίοδο (πριν 0,1 εκ. χρόνια) όπου γλυκό νερό από τη Σαρματική Θάλασσα (Παραρτηθύς, εσωτερική θάλασσα που κάλυπτε μεγάλα μέρη της Κεντροδυτικής Ευρώπης) εισέρευσε στη Μεσόγειο. Αυτή η φάση εισροής γλυκού νερού ονομάζεται Lago Mare και μπορεί να επέτρεψε σε ψάρια των εσωτερικών υδάτων της περιοχής της Παραρτηθύος να αποικίσουν της περιοχές της εγγείους Μεσογείου (Ketmaier et al. 2008, Levy et al. 2009).

Η Βαλκανική χερσόνησος είναι μια περιοχή με ιδιαίτερη βαρύτητα στη μεταπαγετώδη περίοδο όσον αφορά την πανιδική εξέλιξη και τον αποικισμό της Ευρώπης με την υποχώρηση των πάγων. Για το λόγο αυτό βρίσκεται στο επίκεντρο για τη μελέτη της βιοποικιλότητάς της (Krystufek & Reed 2004, Maric et al. 2006). Η ιχθυοπανίδα της Βαλκανικής Χερσονήσου είναι πολύπλοκη αφού κάθε ποτάμι, λίμνη και οροσειρά έχει τη δική της ξεχωριστή βιοποικιλότητα.



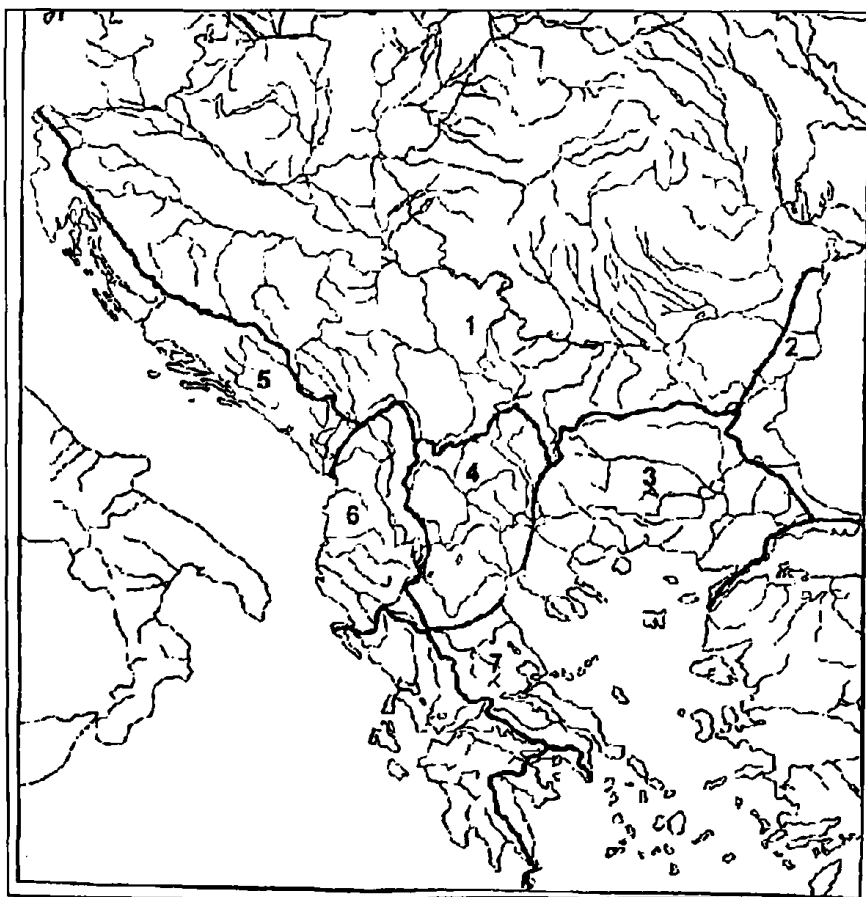
Εικόνα 1.3.2.: α) Ευρωπαϊκός χάρτης με τις ζωογεωγραφικές περιοχές για τους ιχθύες των εσωτερικών υδάτων.
 β) Σχέση μεταξύ αφθονίας ειδών και ενδημισμού στις ζωογεωγραφικές περιοχές (Reyjol et al. 2008).

Ένας άλλος δρόμος που προτείνεται για τον αποικισμό των ψαριών της Β. Ευρώπης είναι μέσω της θάλασσας κατά τη διάρκεια της Μεσσηνιακής κρίσης (πριν 5 εκ. χρόνια). Όπως προαναφέρθηκε, η αύξηση της αλατότητας θα εμπόδιζε την εξάπλωση των ιχθύων των εσωτερικών υδάτων την περίοδο αυτή, εκτός από μια μικρή περίοδο (πριν 0,1 εκ. χρόνια) όπου γλυκό νερό από τη Σαρματική Θάλασσα (Παραρτηθύς, εσωτερική θάλασσα που κάλυπτε μεγάλα μέρη της Κεντροδυτικής Ευρώπης) εισέρευσε στη Μεσόγειο. Αυτή η φάση εισροής γλυκού νερού ονομάζεται Lago Mare και μπορεί να επέτρεψε σε ψάρια των εσωτερικών υδάτων της περιοχής της Παραρτηθύος να αποικίσουν της περιοχές της εγγείους Μεσογείου (Ketmaier et al. 2008, Levy et al. 2009).

Η Βαλκανική χερσόνησος είναι μια περιοχή με ιδιαίτερη βαρύτητα στη μεταπαγετώδη περίοδο όσον αφορά την πανιδική εξέλιξη και τον αποικισμό της Ευρώπης με την υποχώρηση των πάγων. Για το λόγο αυτό βρίσκεται στο επίκεντρο για τη μελέτη της βιοποικιλότητάς της (Krystufek & Reed 2004, Maric et al. 2006). Η ιχθυοπανίδα της Βαλκανικής Χερσονήσου είναι πολύπλοκη αφού κάθε ποτάμι, λίμνη και οροσειρά έχει τη δική της ξεχωριστή βιοποικιλότητα.

Επτά ζωογεωγραφικές περιοχές καταγράφονται, σύμφωνα με τον Bănărescu (2004) στη χερσόνησο αυτή (Εικόνα 1.3.3.). Προσθέτει επίσης ότι όλα τα ψάρια των εσωτερικών υδάτων ανήκουν στις Ολοαρκτικές και Ευρασιατικές οικογένειες ή υποοικογένειες.

Στη Βαλκανική χερσόνησο απαντώνται τέσσερις εξελικτικές γραμμές της καφέ πέστροφας που εξελίχθησαν από τη γεωγραφική απομόνωση κατά τη διάρκεια του Πλειστόκαινου και παρέμειναν σε μεγάλο βαθμό αλλοπάτριοι από τότε. Μερικές εξαιρέσεις υπάρχουν σε λίμνες, όπου συμπάτριες γραμμές είναι αναπαραγωγικά απομονωμένες, μορφολογικά διαφορετικές και με διαφορετικούς κύκλους ζωής (Kottelat & Freyhof 2007). Οι γραμμές που συναντώνται στη Βαλκανική χερσόνησο είναι αυτή του Δούναβη με είδη που κυριαρχούν στην Ποντοκασπιανή περιοχή, της *marmoratus*, της Δυτικής Μεσογείου με εξάπλωση και στην Αδριατική και τέλος της Αδριατικής που εξαπλώνεται κυρίως στη βαλκανική χερσόνησο (Bernatchez 2001, Cortey et al. 2004, Kottelat & Freyhof 2007). Οι Maric et al. (2006) διαπίστωσαν τρεις γραμμές στους ποταμούς της Σερβίας, αυτόν του Δούναβη, της Αδριατικής και των συναφών απλοτύπων της, καθώς και αυτόν του Ατλαντικού.



Εικόνα 1.3.3.: Ζωογεωγραφικές περιοχές της Βαλκανικής Χερσονήσου (Bănărescu 2004).

Όσων αφορά τη γραμμή της Αδριατικής, αυτός εξαπλώνεται σε μια ευρεία κλίμακα, από την Ιβηρική χερσόνησο στα δυτικά, μέχρι τις ανατολικές ακτές της Τουρκίας συμπεριλαμβανομένου του Περσικού Κόλπου (Apostolidis et al. 1997, Bernatchez 2001, Cortey et al. 2004, Bardakci et al. 2006, Marić et al. 2006). Η λεκάνη της Αδριατικής δεν επηρεάστηκε άμεσα από τους παγετώνες του Πλειστόκαινου αλλά από τη μεγάλη πτώση της στάθμης της θάλασσας, περίπου 120 μέτρα, κατά το μέγιστο της παγετώδους περιόδου καθώς επίσης και αλλαγές στο παλαιοϋδρολογικό καθεστώς που επέτρεπαν σε υδάτινες διαδρομές να επικοινωνούν μεταξύ τους ενώ τώρα είναι απομονωμένες. Στη περιοχή αυτή υπάρχει και η παλαιότερη ευρωπαϊκή λίμνη, η λίμνη της Οχρίδας η οποία χρονολογείται από την εποχή της Παρατηθύως Θάλασσας (Sunsik et al. 2007).

Πολυάριθμα είδη πέστροφας έχουν περιγραφεί στη Βαλκανική χερσόνησο αλλά η συστηματική τους κατάσταση είναι ασαφής (Delling 2003). Ο Delling (2003) υποστηρίζει ότι υπάρχουν 11 διαφορετικά είδη καφέ πέστροφας στη Βαλκανική, με το *Salmo lenticus* από τη λίμνη της Οχρίδας να έχει 4 υποείδη, ενώ οι Kottelat & Freyhof (2007) υποστηρίζουν την ύπαρξη 13. Το πρόβλημα της ταξινόμησης της καφέ πέστροφας απασχολεί πολλούς επιστήμονες για δεκαετίες. Πολλές μελέτες έγιναν πάνω σε αυτές τόσο μορφομετρικές όσο και γενετικές, χωρίς όμως να μπορέσουν να ξεκαθαρίσουν το τοπίο.

Η Ελλάδα έχει ένα πολύπλοκο δίκτυο εσωτερικών υδάτων και φιλοξενεί μια από τις πλουσιότερες ιχθυοπανίδες της Ευρώπης (Economidis 1995). Ο αριθμός των ειδών που υπάρχουν στην Ελλάδα είναι ακόμη υπό διερεύνηση (Economou et al. 2007). Ο Οικονομίδης (1991) ανέφερε την παρουσία 105 ενδημικών και εισαγόμενων ειδών, συμπεριλαμβανομένων και των ευρύαλων. Σύμφωνα με τον Bănărescu (2004) η Ελλάδα αποτελεί ένα βιολογικό σταυροδρόμι μεταξύ της Μεσογείου, της Μαύρης Θάλασσας και της Ανατολίας.

Ο Bănărescu (2004) χωρίζει την Ελλάδα σε έξι υδρογραφικές λεκάνες, αυτή του Βορείου Αιγαίου (συμπεριλαμβάνει την Θράκη, την Μακεδονία και τη Θεσσαλία), της Νοτίου Αδριατικής (συμπεριλαμβανομένου του ποταμού Αώου και τις Πρέσπες), του Ιονίου (περιλαμβάνει όλα τα νησιά του Ιονίου, καθώς και σχεδόν όλη την Πελοπόννησο εκτός από την ανατολική), της Ανατολικής Πελοποννήσου, της Αττικο-Βοιωτίας (συμπεριλαμβανομένης της Εύβοιας και της Φθιώτιδας) και τέλος του Αιγαίου (συμπεριλαμβανομένης της Κρήτης). Επιπροσθέτως η υδρολογική λεκάνη της Ελλάδας χωρίζεται σε τρεις διακριτές ιχθυογεωγραφικές περιοχές, αυτή της Πόντο-Αιγιακής, της Αττικο-Βοιωτικής και αυτής της Νοτίου Αδριατικής-Ιονικής (Economidis & Bănărescu 1991). Η τελευταία περιλαμβάνει και την Ήπειρο (Βορειοδυτική Ελλάδα) που θεωρείται μια από τις πιο απομονωμένες ζωογεωγραφικά περιοχές της Ευρώπης, με πολλά

διαφορετικά υδρόβια οικοσυστήματα και με πολλά ενδημικά είδη (Economidou et al. 2007). Σύμφωνα με τους Kottelat & Freyhof (2007), τρία είδη ενδημικής πέστροφας συναντώνται μόνο στην Ήπειρο, από τα πέντε που απαντώνται στην Ελλάδα και τα 14 στη Βαλκανική χερσόνησο.

Μελέτες στους πληθυσμούς της πέστροφας στην Ελλάδα βασιζόμενες σε αλληλόζυμα κατέτασσαν την καφέ πέστροφα της Ελλάδος σε πέντε υποείδη (Karakousis & Triandaphyllidis 1990). Επιπλέον μορφολογικές μελέτες (Karakousis et al. 1991) χαρακτήριζαν την καφέ πέστροφα της Βορειοδυτικής Ελλάδας ως *S. trutta dentex*. Αυτές οι δύο αναφορές ανέφεραν μικρές γενετικές διαφορές και ελλιπή μορφομετρικό διαχωρισμό μεταξύ των πληθυσμών αυτών. Οι Apostolidis et al. (1996) αναφέρουν την ύπαρξη δυο γενεαλογικών σειρών της καφέ πέστροφας στην Ελλάδα, αυτόν της Νοτίου Αδριατικής- Ιονίου και της Ποντο-Αιγιακής ζώνης, όπως επίσης και ότι η καφέ πέστροφα της Δυτικής Ελλάδας ανήκει στη γενεαλογική σειρά της Μεσογείου. Νεότερες μελέτες με τη χρήση μιτοχονδριακού και μικροδρυφορικού DNA αποκάλυψαν ότι τέσσερις από τις πέντε γενεαλογικές σειρές της καφέ πέστροφας υπάρχουν στην Ελλάδα και ότι οι πληθυσμοί της εμφανίζουν μια ισχυρή, μεταξύ του πληθυσμού, διαφοροποίηση και μειωμένη, εντός του πληθυσμού, γενετική ποικιλότητα (Apostolidis et al. 1997, 2008).

Ο Dellling (2003) πρότεινε την ύπαρξη τεσσάρων ειδών του γένους *Salmo* στην Ελλάδα: το *S. cf. farioides* Karaman, 1937 και *S. dentex* Heckel, 1852 κατανέμονται στην Βαλκανική με ένα ακανόνιστο τρόπο, ενώ το *S. lourosensis* Dellling, 2010 και *S. peristericus* Karaman, 1937 είναι ενδημικές στον ποταμό Λούρο και την λίμνη Πρέσπα, αντίστοιχα (Dellling 2010). Οι Kottelat & Freyhof (2007) γενικώς συμφωνούν με τον Dellling (2003, 2010) αλλά προσθέτουν το *S. pelagonicus* Karaman, 1938 να διαβιεί στα ανάντη του ποταμού Αλιάκμονα, είδος που χαρακτηρίστηκε ως απροσδιόριστο είδος από τον Dellling (2003).

1.4 Η ενδημική πέστροφα του ποταμού Λούρου

Όπως προαναφέρθηκε, η βιοποικιλότητα της Βαλκανικής χερσονήσου είναι εντυπωσιακή, πράγμα που την φέρνει στο επίκεντρο των ερευνητών. Πολλά είδη του γένους *Salmo* έχουν περιγραφεί από τα Βαλκάνια και η συστηματική κατάσταση για πολλά από αυτά είναι αβέβαιη Dellling (2003). Πέραν των ειδών που έχουν περιγραφεί από τα Δυτικά Βαλκάνια (*S. obtusirostris* και *S. ohridanus*, το *Salmo letnica* από την λίμνη της Οχρίδας) τα υπόλοιπα είδη της καφέ πέστροφας στα Βαλκάνια, που στο μεγαλύτερο μέρος τους περιγράφηκαν από τον Stanko

Καραμαν κατά την διάρκεια του πρώτου μισού του 20ού αιώνα, βρίσκονται υπό ταξινομική αμφισβήτηση και γι' αυτό απαιτείται επανεξέταση και αναθεώρηση τους (Delling 2010).

Το είδος *S. lourosensis* Delling, 2010 είναι ενδημικό στον ποταμό Λούρο. Η συστηματική του κατάταξη είναι η εξής:

Κλάση	: <i>Actinopterygii</i>
Τάξη	: <i>Salmoniformes</i>
Οικογένεια	: <i>Salmonidae</i>
Υποοικογένεια	: <i>Salmoninae</i>
Γένος	: <i>Salmo</i>
Είδος	: <i>Salmo lourosensis</i>

Ο Delling (2003, 2010) έδωσε για πρώτη φορά στοιχεία από τη μορφομετρία του είδους και σημείωσε ότι διαφέρει μορφολογικά από το *S. dentex* και *S. peristericus*. Οι Kottelat & Freyhof (2007) αναφέρουν ότι διαφέρει από τις άλλες βαλκανικές πέστροφες από τα μικρά μαύρα στίγματα στο βραγχιακό επικάλυμμα και στο άνω μέρος της ράχης και από τις κόκκινες κηλίδες στα πλευρά της. Το ύψος του σώματος αποτελεί το 26- 30% του σταθερού μήκους του, ο αριθμός των βραγχιακών ακάνθων ποικίλει από 18- 21, το προεδρικό μήκος αποτελεί το 73- 77% του σταθερού μήκους, το μήκος της σιαγόνας αποτελεί το 37- 41% του μήκους της κεφαλής, εγκάρσιο μήκος στο στενότερο μέρος της κεφαλής (interorbital distance) 30 - 32% του μήκους της κεφαλής και σταθερό μήκος περισσότερο από 217mm. Ο Delling (2003, 2010) αναφέρει ότι η πέστροφα του Λούρου έχει μικρότερο εγκάρσιο μήκος της κεφαλής (29.5 - 31.9 %) από τα *S. dentex* και *S. peristericus* (19.9 - 27.0% και 26.2 - 28.3%, αντίστοιχα). Ύψος σώματος στο σημείο εκκίνησης του ραχιαίου πτερυγίου 26.0 - 29.4 % του σταθερού μήκους σε αντίθεση με το *S. farioides* από τον ποταμό Krka (23.7 - 26.0%). Το κοντό κεφάλι (23.3 - 24.7% του σταθερού μήκους) διαχωρίζει το *S. lourosensis* από το *S. farioides* του Εύηνου (25.5 - 28.3% του σταθερού μήκους) και του Μόρνου (25.3 - 28.1% του σταθερού μήκους). Οι κόκκινες και οι μαύρες κηλίδες στα πλευρά της πέστροφας του Λούρου είναι ένα χαρακτηριστικό που τη διαχωρίζει από το *S. farioides*. Η απουσία ακάνθων στο τρίτο βραγχιακό τόξο (χαρακτήρας που συναντάται μόνο στο *S. obtusirostris*) είναι ακόμη ένα χαρακτηριστικό που τη διαχωρίζει από το *S. farioides*.

Στον Delling (2003, 2010) αναφέρεται ότι η πέστροφα του Λούρου έχει 107 - 111 λέπια στην πλευρική γραμμή και 15 - 16 λέπια από το λιπώδες πτερύγιο μέχρι την πλευρική γραμμή. Βραγχιοστεγή τόξα αριστερής πλευράς 10 - 11, δεξιάς 9 - 11. Θωρακικά πτερύγια 1,11. Κοιλιακά

πτερύγια I, 7 - 8. Ουραίο πτερύγιο 19 κύριες ακτίνες, 12 - 13 άνω και 11 - 12 κάτω δευτερεύουσες. Ραχιαίο πτερύγιο III - V, 9 - 10 ακτίνες με στηρίζονται από 12 - 13 πτερυγιοφόρα. Εδρικό πτερύγιο IV - V, 7 - 8 ακτίνες, με 9 - 11 πτερυγιοφόρα. Το χρώμα της είναι κιτρινωπό- καφέ. Μαύρες κηλίδες διαφόρων μεγεθών διακρίνονται στο κεφάλι, σε όλο το σώμα καθώς και στο ραχιαίο πτερύγιο. Οι κηλίδες αυτές είναι περισσότερες στο άνω μέρος του σώματος. Επίσης στο σώμα και στο ραχιαίο πτερύγιο υπάρχουν κόκκινες κηλίδες. Σκουρόχρωμες λωρίδες διατρέχουν κάθετα το σώμα, συνήθως μετά το κεφάλι, κάτω από το ραχιαίο πτερύγιο, πάνω από το εδρικό πτερύγιο και ακριβώς μπροστά από το ουραίο πτερύγιο.

Το είδος *S. lourosensis* απαντάται μόνο στον ποταμό Λούρο και έχει χαρακτηριστεί ως απειλούμενο είδος (Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ειδών της Ελλάδας). Οι απειλές που αντιμετωπίζει είναι κυρίως ανθρωπογενείς. Οι κυριότερες είναι: καταστροφή των ενδιαιτημάτων από δημόσια έργα νόμιμα ή παράνομα, αφαίρεση και ρύπανση των υδάτων, παράνομη αλιεία, κυρίως την εποχή της αναπαραγωγής, με τη χρήση δηλητηριωδών φυτών (π.χ. φλόμος, γαλασίδα), χημικών ουσιών (κυρίως χλωρίνη) ή δυναμίτη (Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ειδών της Ελλάδας).

1.5 Σκοπός – στόχοι της έρευνας

Η παρούσα έρευνα έχει σαν σκοπό τη μελέτη της ενδημικής πέστροφας του ποταμού Λούρου *S. lourosensis* ως μια προσπάθεια για την κατανόηση της βιολογίας της, της καταγραφής του πληθυσμού της από τη στιγμή που θεωρείται ως απειλούμενο είδος και την παροχή γνώσης ως μια πιθανή μελλοντική προσπάθεια για την τεχνητή αναπαραγωγή της αλλά και την αντικατάσταση της εισαγόμενης ιριδίζουσας πέστροφας *Oncomyrchus mykiss* από τις τοπικές πεστροφοκαλλιέργειες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

2.1 Γενικά

Ο ποταμός Λούρος βρίσκεται στη Βορειοδυτική Ελλάδα και διατρέχει δυο Νομούς, Ιωαννίνων και Πρεβέζης και εκβάλει στον Αμβρακικό κόλπο στη περιοχή της Ροδιάς (Τσουμάνη 2005). Το ποτάμι έχει μήκος 75km, με συνολική λεκάνη επιφανείας 1150km² και διακρίνεται σε τέσσερεις υπολεκάνες. Η πρώτη έχει έκταση 365km² και βρίσκεται ανάντι του υδροηλεκτρικού φράγματος της ΔΕΗ, η δεύτερη έχει έκταση 520km² και σχηματίζεται ανάντι της γέφυρας της Πέτρας. Οι άλλες δυο αντιστοιχούν στις λεκάνες του Θεσπρωτικού και του Ζαλόγγου εκτάσεως 175km² και 90km² αντίστοιχα. Ο ποταμός Λούρος πηγάζει από το όρος Τόμαρος (υψόμετρο 1976m) στο Νομό Ιωαννίνων, κοντά στη λίμνη του Βυρού. επίσης, δέχεται παραποτάμους από την περιοχή του χωριού Βαρυάδες και από το Όρος του Ξηροβουνίου. Ρέει παραπλεύρως της Εθνικής οδού Ιωαννίνων – Πρεβέζης, περνώντας διαδοχικά από τα χωριά Βουλιάστας, Μουσιωτίτσας και Κουκλεσίου στο Ν. Ιωαννίνων και Κλεισούρας, Κερασώνα, Αγ. Γεωργίου στον Ν. Πρεβέζης ανάντι του φράγματος, της πόλης της Φιλιπιάδας και των χωριών της Νέας Κερασούντας και του Αγίου Σπυρίδωνος στα κατάντι του φράγματος.

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί του ποταμού και της ευρύτερης περιοχής αποτελούνται κυρίως από κλαστικά (Πίνακας 2.1.1.), ασβεστιτικά και πυριτικά πετρώματα, όπως επίσης και από ασβεστόλιθους (Karsimalis et al. 2005, Katsaounos et al. 2007). Η μέση ετήσια παροχή του ποταμού είναι 19- 28.6m³s⁻¹ (Katsaounos et al. 2007) και αυξομειώνεται από Βορρά προς Νότο εξ' αιτίας των διαφόρων πηγών και του καρστικού υδροφόρου ορίζοντα. Οι πηγές που τροφοδοτούν τον Λούρο είναι 17 τον αριθμό σε όλο το μήκος του (Πίνακας 2.1.2.).

Ο υδρολογικός κύκλος του ποταμού είναι σχετικά σταθερός καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, γεγονός που αποδίδεται στο ότι το μεγαλύτερο τμήμα της διαδρομής του διαπερνά ανθρακικούς σχηματισμούς της περιοχής που ρυθμίζουν την παροχή του νερού. Σημαντικό ρόλο παίζουν επίσης η μεγάλη λεκάνη απορροής και η σημαντική εναπόθεση των καρστικοποιημένων ασβεστόλιθων. Οι ανθρακικοί σχηματισμοί συνίστανται κυρίως από δολομίτες και ασβεστόλιθους του Ανώτερου Τριαδικού- Ηώκαινου με πάχος μεγαλύτερο των 2000m. Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης τροφοδοσίας του συστήματος είναι περίπου 750m, ενώ η συνολική επιφάνεια του καρστικού συστήματος είναι 900km² (Πάσχος και συν. 1997).

Πίνακας 2.1.: Γεωλογικά χαρακτηριστικά του ποταμού Λούρου (Kapsimalis et al, 2005).

Πέτρωμα	Ποσοστό %
Κλαστικά (φλύσχη, αλλουβιακό)	32,5
Ανθρακικά	66,0
Μεταμορφωμένα	1,5

Πίνακας 2.2.: Οι κυριότερες πηγές του ποταμού Λούρου.

Πηγή	Παροχή m ³ /s	Πηγή	Παροχή m ³ /s
Χανόπουλο	3,70	Εμίν Αγά	0,50
Σκάλα	3,20	Μουσιωτίτσα	0,43
Άγιος Γεώργιος	2,83	Μελιγγοί	0,16
Βαθύ	1,60	Συκιες	0,12
Καμπή	0,82	Κεφαλόβρυσο Πριάλας	0,09
Πριάλα	0,63	Κεφαλόβρυσο Παιδούπολης	0,07
Βυρός Τερόβου	0,60	Νέα Κερασούντα	0,07
Κεράσοβο	0,60	Κουκλέσι	0,06
Ομορφάδα	0,60		

2.2 Οικολογικά στοιχεία

Τα οικολογικά στοιχεία που παραθέτονται στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν κυρίως από την Μελέτη Περιβαλλοντικών όρων Ιχθυοτροφείων ποταμού Λούρου (Πάσχος και συν. 1997).

2.2.1 Υδρολογικά στοιχεία

Στο ποταμό Λούρο, τα διαθέσιμα δεδομένα δεν επαρκούν για την αναλυτική περιγραφή των υδρολογικών μεταβολών. Στο ποτάμι έχουν λειτουργήσει ιστορικά τρεις σταθμοί συστηματικής μέτρησης των παροχών, οι οποίοι στο σύνολό τους έχουν λειτουργήσει για πολύ μικρά χρονικά διαστήματα και σε παρελθούσες δεκαετίες. Ο μακροβιότερος των τριών, η Γέφυρα Παντάνασσας, λειτούργησε στο διάστημα 1968-1978. Τα στοιχεία του σταθμού παραμένουν ανεπεξέργαστα όσον αφορά τις μέσες ημερήσιες παροχές, ωστόσο σε πρόσφατη υδρολογική μελέτη στο πλαίσιο της μελέτης νέας οδικής γέφυρας επί του Λούρου που αποτελεί τμήμα της οδού σύνδεσης της Πρέβεζας με την Ιόνια οδό (ΕΥΔΕ-ΜΕΔΕ, 2009), απομονώθηκαν και μελετήθηκαν πλημμυρικά γεγονότα που είχαν καταγραφεί στο σταθμό λόγος περί των οποίων γίνεται παρακάτω.

Τα πλέον μακροπρόθεσμα στοιχεία, αλλά διαθέσιμα μόνον σε μηνιαίο βήμα, αφορούν τις εισροές στον ταμιευτήρα νερού του φράγματος του Λούρου. Το μικρό μέγεθος του ταμιευτήρα

και η πλήρωσή του με φερτές ύλες καθιστούν αδύνατη την αξιόπιστη μετατροπή της ημερήσιας διακύμανσης της στάθμης σε όγκο και ακολούθως σε παροχή και έτσι διατίθενται μόνον μηνιαία δεδομένα. Η σχετική χρονοσειρά εκτείνεται από το 1957 έως το 2000. Στον Πίνακα 2.2.2.1. παρουσιάζονται τα παραπάνω δεδομένα αναλυτικά.

Σε ότι αφορά τις μεταβολές στο υδρολογικό καθεστώς, αυτές γενικά δεν είναι σημαντικές καθώς το φράγμα Λούρου δεν έχει την δυνατότητα σημαντικής ρύθμισης των απορροών. Το έργο λειτουργεί «κατά-τη-ροή» δηλαδή εκμεταλλεύεται την διαθέσιμη παροχή όπως αυτή καταφθάνει στον ταμιευτήρα, η οποία επιστρέφει στο σύνολό της στο ποτάμι. Έτσι, η σημαντικότερη μεταβολή εντοπίζεται στο τμήμα της κοίτης μεταξύ του φράγματος και της εξόδου του σταθμού του ΥΗΕ Λούρου, μήκους περί τα 2,5 km, το οποίο για παροχές μέχρι τα 22 m³/s που είναι η μέγιστη παροχευτικότητα του ΥΗΕ, δεν εμφανίζει καθόλου ροή. Μόνον κατά την εμφάνιση πλημμυρικών φαινομένων, τα οποία υπερβαίνουν την δυναμικότητα του ΥΗΕ και υπερχειλίζουν από το φράγμα δέχεται νερά το τμήμα αυτό της κοίτης. Επομένως, το τμήμα αυτό της κοίτης δεν δέχεται σχεδόν ποτέ νερά κατά το διάστημα αυτό και μόνον περιστασιακά κατά τη χειμερινή περίοδο. :Λόγω της παλαιότητας του έργου, για το τμήμα αυτό δεν είχε προβλεφθεί περιβαλλοντική παροχή. Οι δύο εκκενωτές πυθμένα που βρίσκονται στη βάση του φράγματος και θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για το σκοπό αυτό έχουν περιπέσει εδώ και πολλά χρόνια σε αχρησία λόγω παλαιότητας και μη χρήσης και λόγω της πλήρωσης του ταμιευτήρα με φερτά υλικά.

Από τα πλημμυρικά δεδομένα που κατεγράφησαν κατά την δεκαετή λειτουργία του υδρομετρικού σταθμού στη Γέφυρα Παντάναςσας προκύπτει ότι πλημμυρικές αιχμές της τάξης > 100 m³/s είναι σχετικά σπάνιες. Κατά τη δεκαετία 1968-1978 που λειτούργησε ο σταθμός σημειώθηκαν τρία τέτοια γεγονότα, δύο με αιχμή περί τα 120 m³/s και ένα περί τα 140 m³/s. Η πλημμύρα περιόδου επαναφοράς 100 ετών εκτιμήθηκε στα 360 m³/s. Όλα τα γεγονότα αυτά προκαλούν υπερχειλίση του φράγματος. Το καθεστώς της απορροής κατάντη του φράγματος επηρεάζεται κυρίως από τις εκφορτίσεις των καρστικών πηγών του κάτω ρου του Λούρου και τις αρδευτικές απολήψεις που διενεργούνται από την κεντρική υδροληψία της Καμπής και του Αγ. Γεωργίου.

Πίνακας 2.2.1.1.: Μέσες μηνιαίες παροχές εισροών στο φράγμα Λούρου (m³/s).

Υ.Ε.	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
1957-1958	9.9	10.4	15.3	27.6	20.1	31.3	25.5	19.6	16.1	13.8	12.4	11.1	17.8
1958-1959	10.1	12.2	20.3	42.1	23.2	19.2	18.8	17.4	14.1	12.5	10.5	10.5	17.6
1959-1960	10.4	13.8	28.3	55.7	36.2	28.4	25.8	21.6	18.4	15.2	13.0	11.7	23.2
1960-1961	11.1	10.7	25.2	22.0	17.6	17.2	14.4	12.1	10.3	9.3	8.6	8.5	13.9
1961-1962	8.3	11.0	11.8	12.7	16.1	33.4	22.7	18.1	14.9	12.2	10.2	10.0	15.1
1962-1963	10.6	40.1	46.6	61.7	85.3	51.8	40.7	29.5	23.8	19.3	15.9	13.4	36.6
1963-1964	12.3	10.5	17.8	13.5	14.5	18.1	16.4	13.6	12.7	11.9	11.2	10.4	13.6
1964-1965	11.2	15.4	27.7	28.3	30.0	26.8	30.8	23.9	18.8	15.9	13.9	11.5	21.2
1965-1966	10.2	11.8	24.3	48.4	32.2	29.1	21.8	18.0	15.3	12.7	10.8	10.4	20.4
1966-1967	10.6	16.2	35.5	36.5	23.6	18.6	16.7	15.1	12.6	11.7	10.3	10.4	18.1
1967-1968	9.6	8.3	11.2	23.8	23.4	19.0	15.9	13.5	12.3	11.0	10.1	9.3	13.9
1968-1969	8.7	8.9	13.2	18.5	30.7	30.8	21.3	17.0	14.5	12.4	11.7	11.5	16.6
1969-1970	10.1	9.0	29.8	34.6	31.7	30.0	23.9	19.0	15.5	13.4	11.8	10.9	20.0
1970-1971	11.0	10.1	10.2	18.3	21.0	30.8	27.5	18.6	15.1	13.1	11.6	10.9	16.5
1971-1972	10.3	10.4	13.9	13.9	26.4	28.3	19.2	17.4	14.2	12.7	11.3	10.4	15.7
1972-1973	12.0	11.5	11.6	14.8	23.5	28.2	22.3	16.9	14.5	12.8	11.1	11.4	15.9
1973-1974	11.6	11.1	18.9	15.9	23.2	19.0	18.8	16.9	13.8	12.1	10.6	10.6	15.2
1974-1975	11.4	16.2	15.7	14.0	14.6	15.0	13.9	12.3	10.6	9.5	8.7	8.0	12.5
1975-1976	8.3	8.0	9.1	8.6	10.3	10.1	9.9	9.4	8.9	8.4	7.4	7.0	8.8
1976-1977	6.8	11.7	22.9	21.7	16.8	14.3	12.6	10.7	9.6	8.4	7.7	7.3	12.6
1977-1978	6.8	6.7	9.1	10.6	19.8	15.9	19.9	15.6	13.5	11.7	10.3	10.5	12.5
1978-1979	9.2	8.7	10.4	23.8	37.1	24.1	32.6	23.6	17.8	14.4	12.6	11.2	18.8
1979-1980	10.5	11.4	12.0	20.5	17.6	22.9	19.1	17.8	15.3	13.1	11.5	10.4	15.2
1980-1981	10.8	11.7	24.6	23.1	27.6	21.3	17.0	14.9	13.1	11.5	10.3	9.7	16.3
1981-1982	9.8	9.1	25.0	18.5	15.1	16.3	15.2	13.7	11.7	10.1	9.2	8.8	13.5
1982-1983	9.1	10.6	25.0	17.9	16.5	16.1	13.5	12.1	10.8	9.7	8.4	8.4	13.2
1983-1984	7.9	8.3	12.7	24.2	30.0	23.3	19.2	15.3	13.3	11.6	10.2	9.8	15.5
1984-1985	9.4	8.7	7.9	12.6	14.2	16.8	14.0	12.4	10.7	9.7	8.7	8.3	11.1
1985-1986	7.5	9.6	10.3	17.7	29.2	26.9	18.5	15.5	13.7	11.9	10.5	9.9	15.1
1986-1987	9.3	8.5	8.3	10.2	12.1	16.0	15.7	13.0	11.5	10.2	9.2	8.4	11.0
1987-1988	8.6	11.5	15.4	12.1	15.5	16.1	13.7	11.8	10.1	9.1	8.5	7.9	11.7
1988-1989	7.3	8.1	10.5	9.5	9.4	10.5	9.5	9.6	8.3	7.2	6.5	6.0	8.5
1989-1990	7.5	9.9	11.2	10.4	9.7	8.9	8.2	7.4	6.5	5.8	5.5	5.2	8.0
1990-1991	5.1	5.4	18.3	11.8	16.6	13.5	12.6	12.0	10.5	9.9	9.2	8.4	11.1
1991-1992	7.8	7.9	7.3	6.8	6.4	5.9	7.5	6.9	6.1	5.6	4.9	4.7	6.5
1992-1993	4.7	5.5	9.9	8.1	7.7	8.2	8.7	9.4	8.4	7.4	6.7	6.4	7.6
1993-1994	5.9	6.5	10.7	14.8	16.6	14.6	14.1	12.1	10.2	9.1	8.8	8.2	11.0
1994-1995	7.6	9.4	11.2	17.3	15.1	17.3	14.1	12.4	10.7	9.6	9.0	8.9	11.9
1995-1996	7.8	8.1	12.6	16.8	18.9	17.0	18.7	13.9	12.0	10.4	9.3	9.6	12.9
1996-1997	9.1	13.5	31.3	31.3	19.8	16.6	14.6	12.4	10.6	9.2	8.7	8.0	15.4
1997-1998	8.6	10.8	20.3	18.6	27.8	15.4	13.2	11.7	9.7	8.6	7.9	7.7	13.4
1998-1999	7.4	9.3	13.6	13.0	18.8	17.3	17.7	14.7	12.6	11.0	9.3	9.2	12.8
1999-2000	8.7	9.2	12.8	14.6	16.0	14.1	12.9	11.3	9.7	8.6	7.9	7.3	11.1
Μ.Ο.	9.1	10.8	17.2	20.9	21.8	20.3	17.9	14.9	12.6	11.0	9.8	9.3	14.6
Τ.Α.	1.8	5.2	8.6	12.4	12.5	8.5	6.7	4.5	3.4	2.7	2.1	1.9	5.0
ΜΕΓ.	12.3	40.1	46.6	61.7	85.3	51.8	40.7	29.5	23.8	19.3	15.9	13.4	36.6
ΕΛΑΧ.	4.7	5.4	7.3	6.8	6.4	5.9	7.5	6.9	6.1	5.6	4.9	4.7	6.5

2.2.2 Χλωρίδα

Στη λεκάνη απορροής του Λούρου διακρίνονται δασικές εκτάσεις, πολλές από τις οποίες είναι υποβαθμισμένες εξ' αιτίας της ανθρωπογενούς επίδρασης και της υπερβόσκησης. Οι δασικές αυτές εκτάσεις ανήκουν στις Μεσογειακές διαπλάσεις.

2.2.3 Πανίδα

Στη λεκάνη του ποταμού Λούρου διακρίνονται πλήθος θηλαστικών, ερπετών, ασπόνδυλων και ψαριών. Ιδιαίτερη έλλειψη υπάρχει όμως σε μεγάλα σαρκοφάγα θηλαστικά (λύκος *Canis lupus*, αρκούδα *Ursus arctos* κλπ) και σε φυτοφάγα (ελάφι *Cervus elaphus*, ζαρκάδι *Capreolus capreolus*, αγριογούρουνο *Sus scrofa* κλπ) λόγω της έντονης ανθρωπογενούς επίδρασης στην περιοχή και της μη ύπαρξης μεγάλων ορεινών δασών. Τα μικρότερα θηλαστικά είναι κοινά, όπως η αλεπού *Vulpes vulpes*, το κουνάβι *Mustela putorius furo*, η νυφίτσα *Mustela nivalis* Linné, ο ασβός *Meles meles*, ο λαγός *Oryctolagus cuniculus*, ο σκαντζόχοιρος κλπ. Τα ερπετά είναι πολυπληθή, μεταξύ των οποίων πολλά είδη φιδιών, σαυρών, χελωνών και αμφιβίων.

2.2.4 Ιχθυοπανίδα

Στο ποταμό Λούρο έχουν καταγραφεί 11 είδη ψαριών (Πίνακας 2.2.4.1.) (Λεονάρδος και συν. 2010), όλα ενδημικά της Ελλάδας. Δύο από τα είδη αυτά (*Eudontomyzon hellenicus*, *Salmo lourosensis*) είναι ενδημικά του οικοσυστήματος και απειλούνται με εξαφάνιση. Ένα τρίτο είδος (*Valencia letournexi*) απαντάται σε μεμονωμένες περιοχές της Δυτικής Ελλάδας και είναι επίσης απειλούμενο.

Πίνακας 2.2.4.1.: Ιχθυοπανίδα του ποταμού Λούρου (Λεονάρδος και συν. 2010).

αα	Είδος
1	<i>Barbus albanicus</i>
2	<i>Barbus peloponnesius peloponnesius</i>
3	<i>Cobitis hellenica</i>
4	<i>Economidichthys pygmaeus</i>
5	<i>Eudontomyzon hellenicus</i>
6	<i>Gasterosteus aculeatus</i>
7	<i>Leuciscus cephalus</i>
8	<i>Phoxinellus pleurobipunctatus</i>
9	<i>Pseudophoxinus stymphalicus</i>
10	<i>Salmo luroensis</i>
11	<i>Valencia letourneuxi</i>

2.3 Ανθρωπογενείς δραστηριότητες

Οι ανθρωπογενείς πιέσεις περιλαμβάνουν τις σημειακές καθώς και τις αντίστοιχες διάχυτης/μη-σημειακής ρύπανσης πηγές, οι οποίες σχετίζονται με βιομηχανικές (συμπεριλαμβανομένης της επεξεργασίας κρέατος και σφαγείων), αστικές και αγρο-κτηνοτροφικές δραστηριότητες (συμπεριλαμβανομένων των χοιροτροφείων και μερικών ελαιοτριβείων) (Katsaounos et al. 2007). Επίσης συμπεριλαμβάνονται οι κύριες χρήσεις γης στη περιοχή μελέτης (αστικές, βιομηχανικές, αγροτικές) καθώς και τα αλιευτικά πεδία. Εκτενής ανάλυση και εκτίμηση των ανθρωπογενών πιέσεων στον Π. Λούρο παρουσιάζεται ακολούθως.

2.3.1 Οικισμοί

Κατά μήκος του ποταμού Λούρου από τις πηγές μέχρι και το δέλτα του υπάρχουν 19 οικισμοί.

2.3.2 Χρήσεις γης

Οι αρδευόμενες σήμερα εκτάσεις στη λεκάνη του Λούρου καλύπτουν 77000 περίπου στρέμματα και είναι η μεγαλύτερη αρδευόμενη έκταση σε όλο το υδατικό διαμέρισμα της Ηπείρου. Οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις αποτελούνται στο μεγαλύτερο μέρος τους από κηπευτικά είδη, εσπεριδοειδή, αραβόσιτο, βαμβάκι και ελαιόδεντρα (Katsaounos et al. 2007). Μέχρι το έτος 2015 οι αρδευόμενες εκτάσεις αναμένεται να φθάσουν τα 206000 στρέμματα. Αν και μέρος των αρδευτικών αναγκών θα καλυφθεί με μεταφορά νερών από τον Άραχθο, μία τέτοια επέκταση μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα στο υδατικό δυναμικό. Τα σημαντικότερα από τα υφιστάμενα

αρδευτικά έργα είναι της Λάμαρης και των ζωνών Α και Β Λούρου. Το 1954 κατασκευάστηκε από τη ΔΕΗ μικρός ταμιευτήρας χωρητικότητας 1,08 hm³, που τροποποιεί τη ροή του νερού. Τα τελευταία χρόνια ο ταμιευτήρας έχει γίνει πάρα πολύ ρηχός εξαιτίας της αυξημένης ιζηματοπόθεσης.

2.3.3 Υδατοκαλλιέργειες

Κατά μήκος του ποταμού υπάρχουν αρκετές δεκάδες πεστροφοτροφείων που χρησιμοποιούν μεθόδους καλλιέργειας εντατικής μορφής. Τα ιχθυοτροφεία αυτά εγκαταστάθηκαν σταδιακά μετά την ίδρυση του πρώτου Κρατικού Ιχθυογεννητικού σταθμού το 1956 στην Βουλιάστα. Στο Ν. Ιωαννίνων σήμερα, λειτουργούν 19 πεστροφοτροφεία από τα 23 που έχουν καταγραφεί. Λόγω του μεγάλου αριθμού των μονάδων και των υψηλών ιχθυοφορτίσεων που χρησιμοποιούνται, επηρεάζονται τόσο το περιβάλλον όσο και η ποιότητα των νερών του ποταμού. Στον ποταμό απαντώνται πέστροφες του είδους *Oncorhynchus mykiss*, που έχουν διαφύγει από τα ιχθυοτροφεία. Η επίδραση αυτών των ψαριών στους εγχώριους ιχθυοπληθυσμούς είναι άγνωστη. Λαμβάνοντας υπόψη την πιθανότητα μεταφοράς ασθενειών στους άγριους πληθυσμούς από τα ιχθυοτροφεία, αλλά και το πρόβλημα της ρύπανσης που σχετίζεται με τη λειτουργία των ιχθυοτροφείων, η δυνατότητα περαιτέρω ανάπτυξης των υδατοκαλλιεργειών στον ποταμό Λούρο πρέπει να εξετασθεί με προσοχή. Στα περισσότερα σημεία το νερό του ποταμού μπορεί να χαρακτηριστεί ως καθαρό ή σχεδόν καθαρό (σύμφωνα με το δείκτη Trend). Μειωμένη δυνατότητα αυτοκαθαρισμού παρουσιάζει το τμήμα του ποταμού που είναι κοντά στις εκβολές. Λίγα χιλιόμετρα πριν τις εκβολές, υπάρχουν κοντά στις όχθες του ποταμού Λούρου κτηνοτροφικές μονάδες (κυρίως χοιροστάσια) που επιβαρύνουν τον ποταμό με σημαντικές ποσότητες οργανικού φορτίου και στερεών υλικών. Οι πολλές μονάδες ιχθυοκαλλιεργειών επιβαρύνουν το ποτάμι με ανόργανο φορτίο. Στη λεκάνη απορροής του ποταμού υπάρχουν αρκετοί, μικροί σχετικά οικισμοί (κανένα μεγάλο αστικό κέντρο). Οι νότιες περιοχές της λεκάνης απορροής του Λούρου καλλιεργούνται εντατικά και γίνεται μεγάλη χρήση αζωτούχων και φωσφορούχων λιπασμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

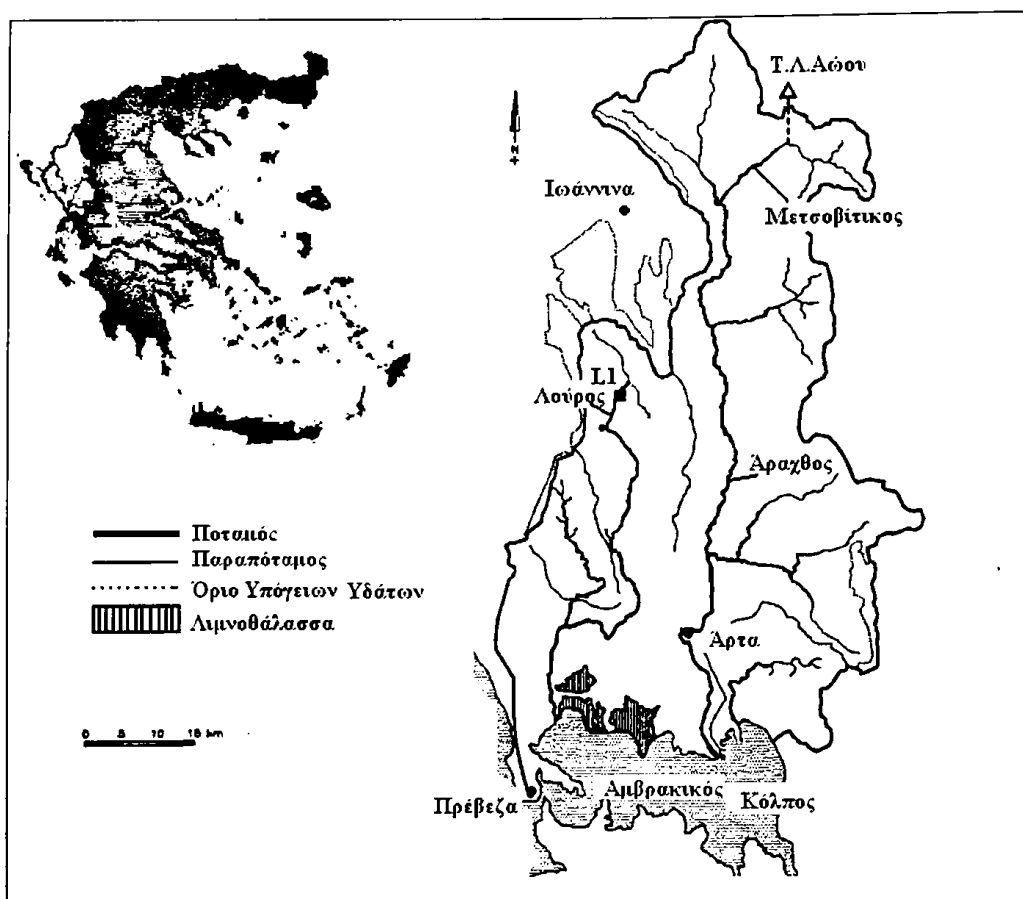
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1 Σταθμός δειγματοληψίας

Βάσει των εποχικών προκαταρκτικών δειγματοληψιών για τον εντοπισμό των πληθυσμών της *S. louroensis* καθώς και από τα αποτελέσματα ερευνητικού προγράμματος που εξέτασε μεταξύ των άλλων και την ιχθυοπανίδα του ποταμού Λούρου (Λεονάρδος και συν. 2010) και της επιστημονικής έρευνας των τοπικών πληθυσμών ειδών του γένους *Salmo* της περιοχής της Ηπείρου (Liasko et al. 2011) κρίθηκε σκόπιμο η μελέτη να περιοριστεί στο άνω ρεϊθρο του ποταμού Λούρου και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή Χάνι Τερόβου.

Ο σταθμός αυτός (Εικόνες 3.1, 3.2, 3.3) ($39^{\circ}25'081''\text{N}$, $20^{\circ}50'661''\text{E}$; 239m) βρίσκεται στα 5km μετά τις πηγές του οικοσυστήματος όπου και έχει άμεσο επηρεασμό από αυτές. Πρόκειται για μια βόρεια θέση στο ποτάμιο οικοσύστημα με πολλά χαρακτηριστικά ενδιαειρήματα, βλάστηση και έντονη ροή νερού. Το πλάτος του ποταμού στο σταθμό αυτό κυμαίνεται από 2 m έως 5 m και το πλάτος των πλημμυρικών πεδίων εκτείνεται μόλις στο 1 m. Ο γεωλογικός τύπος των πετρωμάτων είναι ασβεστόλιθος και η διαφάνεια των υδάτων φτάνει τα 0,5 m. Αν και το βάθος διαφάνειας φαίνεται μικρό, ο σταθμός χαρακτηρίζεται συνήθως από πολύ μικρά βάθη και επομένως η καταμετρούμενη διαφάνεια είναι σημαντικά υψηλή, δηλαδή τα νερά είναι διαυγή μέχρι το σημείο του πυθμένα (Λεονάρδος και συν. 2010).

Στη θέση του σταθμού δεν καταγράφηκαν παρόχθιοι εγκλωβισμοί υδάτων ή νερόλακκοι κατά μήκος του ποταμού, γεγονός το οποίο επιβεβαιώνεται και από το περιορισμένο εύρος των πλημμυρικών πεδίων. Με άλλα λόγια, στον άνω ρου του ποταμού Λούρου δεν παρατηρούνται έντονες αυξομειώσεις της στάθμης των υδάτων ή αλλαγή της κοίτης. Αντιθέτως, το ποτάμι παρουσιάζει πολλούς μαιάνδρους σε μικρή απόσταση ο ένας από τον άλλον και λίγες αναβαθμίδες. Η μορφολογία του τοπίου και του ποταμού είναι ήπια και απουσιάζουν οι καλλιεργούμενες εκτάσεις και τα λιβάδια. Παρόλα αυτά υπάρχει παραποτάμιο δάσος κατά μήκος και των δύο όχθων. Η αστικοποίηση στην περιοχή του σταθμού έχει καταγραφεί ως μικρή εξαιτίας του γεγονότος ότι ο παραποτάμιος δρόμος βρίσκεται σχετικά μακριά από το οικοσύστημα και οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις και κάποιες κατασκευές από ιχθυοτροφεία πέστροφας της περιοχής είναι τοποθετημένες τουλάχιστον 2 km από τη θέση δειγματοληψίας (Λεονάρδος και συν. 2010).



Εικόνα 3.1.: Χάρτης της περιοχής της Ηπείρου, όπου σημειώνεται ο σταθμός δειγματοληψίας στον Ποτ (Λεονάρδος και συν. 2010).



Εικόνα 3.2.: Νότια άποψη του σταθμού, στο Χάνι Τερόβου (Λεονάρδος και συν. 2010).



Εικόνα 3.3. Βόρεια άποψη του σταθμού, στο Χάνι Τερόβου (Λεονάρδος και συν. 20

3.2 Μέθοδοι δειγματοληψίας

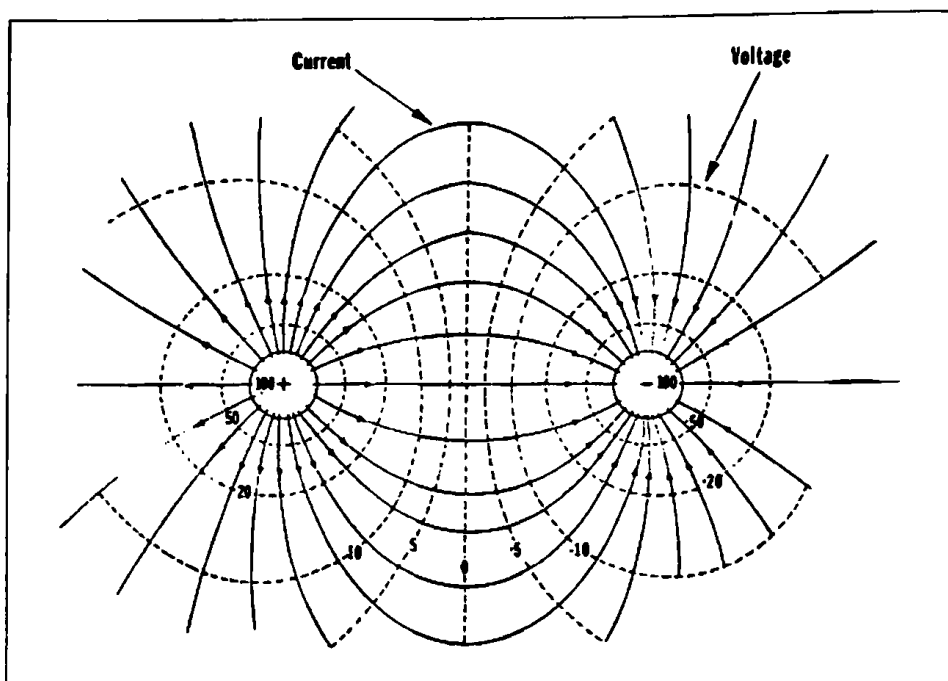
Η συλλογή - καταγραφή των ψαριών από ένα ποταμό θα πρέπει να είναι απο- αντιπροσωπευτική των ειδών που ζουν στο συγκεκριμένο ενδιαίτημα, για στρατηγικών διαχείρισης από βιολόγους και περιβαλλοντολόγους. Η α- μεγιστοποίηση της ποσότητας και της ποιότητας των συλλεγόμενων στοιχείων με μείωση του χρόνου και της προσπάθειας δειγματοληψίας, απέδωσε μια ποικιλ δειγματοληψίας, επικεντρώνοντας στην επιλογή της μικρότερης περιοχής δειγμ- την μέγιστη απόδοσή της (Kimmel et al, 2006). Οι μέθοδοι συλλογής ψαριών ε- είναι πολλές. Ανάλογα με τη μορφολογία και τον τύπο του ποταμού ενδείκνυται η- μανωμένων δυχτιών, η καταμέτρηση μέσω κατάδυσης και η ηλεκτραλιεία. Γ- ρυάκια που διασχίζονται με τα πόδια, η φορητή ηλεκτραλιεία είναι το προτε- δειγματοληψίας για τη συλλογή των ιχθύων (Meador et al. 2003).

Όμως η απόδοση της αλίευσης με ηλεκτραλιεία μπορεί να μειωθεί με το αυξ- του ποταμού γιατί απαιτείται από τον χειριστή να ακολουθήσει μια πορεία- καλυφθεί όλη η περιοχή δειγματοληψίας. Ως αποτέλεσμα το βολταϊκό τόξο το- ασκεί το απαιτούμενο ηλεκτρικό πεδίο στους ιχθύες και συνεπώς το ποσοστό- τους αυξάνεται (Meador et al. 2003).



Με βάση την κοίτη του ποταμού, τη μέση ροή του και την παρόχθια βλάστηση, η αποτελεσματικότερη μέθοδος για την αλίευση της *S. louroensis* κρίθηκε ότι είναι η χρήση φορητής ηλεκτραλιείας.

Η συλληψιμότητα της ηλεκτραλιείας εξαρτάται άμεσα από την πρόκληση ηλεκτροσόκ στους ιχθύες καθώς και από την άμεση αντίδρασή τους που τελικά θα οδηγήσει στη σύλληψή τους. Το είδος του ψαριού, το μέγεθός του καθώς και η ηθολογία του παίζουν σημαντικό ρόλο στην αποδοτικότητα της ηλεκτραλιείας (Reynolds 1983). Περιβαλλοντικοί παράγοντες που παίζουν σημαντικό ρόλο στην απόδοση της ηλεκτραλιείας είναι η επίδραση της αγωγιμότητας που είναι και η πιο σημαντική, της θερμοκρασίας, της ροής και του τύπου του υποστρώματος του ποταμού σε συνδυασμό με τον τρόπο χειρισμού της συσκευής από τον χειριστή, που τελικά θα καθορίσουν τη σωστή ρύθμιση της τάσης της συσκευής (Holliman et al. 2003, Reynolds 1983). Η τάση του συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος που απαιτείται για την σύλληψη ιχθύων σε αγωγιμότητες από 80- 800 mS/cm μπορεί να καταστεί αναποτελεσματική σε νερά με αγωγιμότητα <80 mS/cm (Habera & Strange 1996). Επίσης, οι Habera & Strange (1996) υποστηρίζουν ότι το συνεχές ρεύμα μπορεί να είναι αναποτελεσματικό στην αλίευση σαλομοειδών σε νερά με χαμηλή αγωγιμότητα, ακόμη και σε υψηλή τάση. Η ένταση του ρεύματος εξασθενεί με την απομάκρυνση από το ηλεκτρόδιο (Reynolds 1983).



Εικόνα 3.2.1.: Αρχή λειτουργίας της ηλεκτραλιείας είναι η δημιουργία ηλεκτρικού πεδίου μεταξύ δύο ηλεκτροδίων (Reynolds, 1983).

Η μη σωστή ρύθμιση της συσκευής, όπως η μη σωστή ρύθμιση της τάσης, η συχνότητα του παλμού και ο χρόνος έκθεσης σε εξάρτηση με το μήκος του ψαριού μπορεί να οδηγήσουν σε θνησιμότητες εξ' αιτίας του ηλεκτροσόκ (Holliman et al. 2003). Από τη χρήση της ηλεκτραλιείας μπορούν να προκληθούν εσωτερικές αιμορραγίες, κακώσεις στη σπονδυλική στήλη καθώς και αιμορραγίες σε όλο το μήκος της (Habera & Strange 1996, Hollender & Carline 1994, Synder 2003). Ο Synder (2003) αναφέρει ότι τα σολομονοειδή είναι από τις πιο ευαίσθητες ομάδες στην πρόκληση τραυματισμών καθώς και στην εμφάνιση μεγαλύτερων ποσοστών θνησιμότητας από ηλεκτροσόκ.

Ο Reynolds (1983) αναφέρει ότι το συνεχές ρεύμα είναι πιο ασφαλές για τους ιχθύες. Αυτό συμβαίνει διότι το ψάρι κατευθύνεται προς το ανόδιο με εξαναγκασμένη κίνηση (galvanotaxis) και στη συνέχεια υπεισέρχεται μυϊκή χαλάρωση (galvanoparcsosis) που προκαλείται από το ηλεκτρικό πεδίο. Έτσι το ψάρι μπορεί να συλληφθεί εύκολα προκαλώντας το μικρότερο δυνατό τραυματισμό σε αυτό. Επιπλέον, η αλίευση με συνεχές ρεύμα απαιτεί λιγότερα βολτ για να είναι αποδοτική απ' ό,τι το εναλλασσόμενο.

Παρά τις όποιες δυσκολίες, όμως, αποτελεί την πλέον ακολουθούμενη μέθοδο λόγω της ευκολίας εφαρμογής της ιδιαίτερα σε μικρούς ποταμούς, αλλά και σε μεγαλύτερους, όπου εφαρμόζεται από χειριστές μέσα σε βάρκες.

3.3 Δειγματοληψίες

Το μήκος του σταθμού δειγματοληψίας καθορίστηκε στα νότια από μια τεχνητή αναβαθμίδα και στα βόρεια από μια αερογέφυρα, σε απόσταση περίπου 400m. Το πλάτος του ποταμού σε όλο αυτό το μήκος παραμένει σχετικά σταθερό. Η περιοχή μελέτης διαχωρίστηκε σε τομείς ανά 100m περίπου ο καθένας. Αυτό έγινε αφ' ενός για να ελέγχονται και οι δυο όχθες του ποταμού καλύτερα, αλλά και για να μην προκληθούν σωματικές βλάβες στις πέστροφες που έχουν συλλεχθεί αλλά και στρες.

Χρησιμοποιήθηκε μια συσκευή φορητής ηλεκτραλιείας (*Hans Grassl, type IG 200/2*) από έναν χειριστή, ακολουθούμενο από ένα άτομο με απόχη (30cm x 35 cm, άνοιγμα ματιού 2mm) για τη σύλληψη των ατόμων και άλλο ένα με απόχη (45cm x 68cm, άνοιγμα ματιού 2mm) για τη μεταφορά των συλλεχθέντων ατόμων. Η απόσταση του ανοδίου (διαμέτρου 32cm) από το καθόδιο ήταν περί τα 3m. Ρεύμα συνεχούς τάσεως συχνότητας 60Hz χρησιμοποιήθηκε με σταθερή την τάση του ρεύματος στα 50 V, για την μεγιστοποίηση της συλληψιμότητας και τη μείωση της θνησιμότητας. Δίχτυα ή άλλα μέσα για τη συλλογή των ιχθύων δεν χρησιμοποιήθηκαν. Όλες οι δειγματοληπτικές προσπάθειες έγιναν με φορά προς τον άνω ρου του ποταμού και από τις δυο όχθες. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα σε μηνιαία βάση, από τον Ιούλιο του 2010 έως και τον Ιούλιο του 2011, καλύπτοντας έτσι ένα ημερολογιακό έτος. Όλες οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της ημέρας και έγινε προσπάθεια να διεξαχθούν την ίδια περίπου ώρα.

Μετά το πέρας της κάθε δειγματοληπτικής προσπάθειας (κάθε 100m περίπου) τα συλληφθέντα άτομα αφήνονταν εντός της απόχης σε σημείο του ποταμού με χαμηλή ταχύτητα νερού. Τα συλληφθέντα άτομα αναισθητοποιούνταν με φαινοξυαιθανόλη. Η φαινοξυαιθανόλη (ethylene glycol monophenyl ether ή 2- Phenoxyethanol, $C_8H_{10}O_2$) είναι άχρωμο υγρό, λιπαρής υφής, λίγο βαρύτερο από το νερό (1.11 g/mL) και μερικώς διαλυτή σ' αυτό, αλλά πλήρως διαλυτή στην αιθανόλη (Summerfelt & Smith 1990). Φαινοξυαιθανόλη διαλύονταν σε ποσότητα 0.4ml σε νερό όγκου περίπου 5L, και μετά τη μερική αναισθησία των ιχθύων ακολουθούσε η καταγραφή του ολικού τους βάρους (TW), η φωτογράφιση με κλίμακα για τη ψηφιακή μέτρηση των μηκών του, η απόσπαση λεπιών για την εύρεση της ηλικίας, η σήμανση στα πτερύγια και η πλύση στομάχου για τη μελέτη της διατροφής. Τέλος, το κάθε άτομο ξεχωριστά αφήνονταν σε λεκάνη με νερό όγκου περίπου 2L για να επανακτήσει τις αισθήσεις του από το αναισθητικό και τοποθετούνταν στη συνέχεια σε σημείο του ποταμού με χαμηλή ταχύτητα ροής για να

αποφευχθεί η παράσυρση του από το ρεύμα του ποταμού, έως ότου επανέλθει πλήρως στη φυσιολογική του κατάσταση και είναι σε θέση να κολυμπήσει.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΗΛΙΚΙΑ ΚΑΙ ΑΥΞΗΣΗ

4.1 Εισαγωγή

Οι Busaker et al (1990) υποστηρίζουν ότι η αύξηση μπορεί να θεωρηθεί ως μια συνεχής διαδικασία ή σαν κάτι που συνέβη κατά τη διάρκεια της ζωής ενός οργανισμού. Η έννοια της αύξησης εμπεριέχει πολλά στοιχεία και πολλές φορές παρουσιάζεται με ένα λανθασμένο τρόπο. Αυτή η ανακρίβεια μπορεί να οδηγήσει σε παρερμηνεία των παρατηρήσεων ή των αποτελεσμάτων. Η αύξηση μπορεί να είναι θετική ή αρνητική, προσωρινή ή διαρκείας. Αναλόγως τον οργανισμό η αύξηση μπορεί να μετρηθεί με αριθμητικές μεθόδους, σε γραμμική διάσταση, με βάρος, με όγκο, με την περιεκτικότητα σε ενέργεια ή με το ποσό ενός συγκεκριμένου στοιχείου όπως των πρωτεϊνών. Επιπλέον η αύξηση μπορεί να μετρηθεί με τις αλλαγές στην αύξηση ή ως ρυθμός αύξησης.

Η αύξηση στους ιχθύες εκτιμάται συνήθως με μετρήσεις μήκους και καταγραφές βάρους. Ο ρυθμός της αλλαγής στο μήκος των ατόμων και η κατανομή των συχνοτήτων μήκους είναι καθοριστικά γνωρίσματα για τους πληθυσμούς των ιχθύων. Η εκτίμηση του μήκους για κάθε ηλικία και η ετήσια αύξηση μήκους είναι μέθοδοι για τη μέτρηση της διαδικασίας της αύξησης. Η αύξηση σε κάθε άτομο καθώς και οι φαινομενικές μέσες τιμές τους για κάθε ηλικία καθορίζονται από τις μετρήσεις του μήκους κατά τη σύλληψη αλλά και από τα ανάδρομα μήκη. Συχνά ιστογράμματα κατανομής μήκους προσφέρουν σημαντικές πληροφορίες για την εκτίμηση της ηλικίας και της αύξησης. Τέτοια ιστογράμματα προσφέρουν επίσης σημαντικές πληροφορίες για τη κατανομή ενός πληθυσμού (Anderson & Gutreuter 1983).

Οι μετρήσεις βάρους είναι επίσης σημαντικό κριτήριο για τη δυναμική ενός πληθυσμού. Η διαδικασία της αύξησης οδηγεί στη δημιουργία ιστού. Οι συνηθέστερες καταγραφές μήκους είναι το καθαρό και το ολικό βάρος. Η καταγραφή του βάρους ανά ηλικία καθώς και η ετήσια αύξηση βάρους αποτελούν μετρήσεις που μπορούν να ερμηνεύσουν τη διαδικασία της αύξησης ενός ατόμου ή πληθυσμού. Η ετήσια αύξηση στο βάρος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την εκτίμηση της κατανάλωσης τροφής (Anderson & Gutreuter 1983).

Η εκτίμηση της ηλικίας στους ιχθύες γίνεται από ασβεστιτικές δομές, πολλές από τις οποίες δημιουργούν περιοδικές δομές αύξησης, σε ετήσια ή ημερήσια κλίμακα (Bagenal 1974, Campana 2001). Πολλές διαφορετικές ασβεστιτικές δομές χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της ηλικίας (Johal et al. 2001), όπως ωτόλιθοι, λέπια, ακτίνες πτερυγίων (Leonardos et al. 2010) και σπονδύλους.

Λεπτομερής γνώση της σύνθεσης της ηλικίας καθώς και των μεταβολών της στους πληθυσμούς που μελετώνται είναι καθοριστική για την ανάλυση της δυναμικής των πληθυσμών



αυτών. Ο καθορισμός της ηλικίας στους ιχθύες με τη μελέτη των ετήσιων δακτυλίων είναι πλέον μια συνηθισμένη μέθοδος, η οποία έχει τις ρίζες της στον Van Leeuwenhoek (1685) (Van Utrecht & Schenkkan 1972). Η ηλικία διακρίνεται από τη χαρακτηριστική ασυνέχεια των δακτυλίων που είναι εμφανείς στα λέπια. Οι δακτύλιοι σχηματίζονται σε πιο πυκνές δομές κατά τις περιόδους που οι ρυθμοί αύξησης του οργανισμού είναι χαμηλοί, κυρίως τους χειμερινούς μήνες (Ball & Jones 1960, Jearld 1983), ενώ κατά τους θερινούς μήνες οι δακτύλιοι είναι πιο αραιοί. Καθώς τα άτομα συνεχίζουν να αναπτύσσονται η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται και έτσι μπορεί κανείς να εκτιμήσει την ηλικία. Η έξω άκρη του δακτυλίου, δηλαδή αυτή που βρίσκεται πιο κοντά στο περιθώριο του λεπιού σηματοδοτεί την λήξη της ετήσιας αύξησης. Περιβαλλοντικοί και φυσιολογικοί παράγοντες μπορούν να προκαλέσουν μεταβολές στο χρόνο κατά τον οποίο σχηματίζεται ο ετήσιος δακτύλιος (Jearld 1983).

Ενστάσεις υπάρχουν στη χρήση μόνο λεπιών για τον προσδιορισμό της ηλικίας. Τα λέπια σχηματίζουν την εξωτερική περιοχή προστασίας των ιχθύων και υπόκεινται συνεχώς στους περιβαλλοντικούς παράγοντες, καθώς και ότι είναι μερικώς εξωδερμικής προέλευσης και παρουσιάζουν ένα δικό τους ανεξάρτητο τρόπο αύξησης. Επιπλέον για τη μελέτη της ηλικίας πρέπει να εντοπίζεται μια περιοχή πάνω στο ψάρι όπου οι δακτύλιοι είναι εμφανείς και μπορούν να εξεταστούν με ευκολία.

Το κυριότερο πρόβλημα στην εκτίμηση της ηλικίας από λέπια είναι η δυσκολία που προκύπτει στο να διαπιστωθεί αν δημιουργήθηκαν δακτύλιοι μετά από μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο ή τότε ένας συγκεκριμένος αριθμός δακτυλίων σχηματίσθηκε. Σε γενικές γραμμές η αύξηση των ιχθύων και συνεπώς και των λεπιών τους εξαρτάται από τη θερμοκρασία του νερού και τη διαθεσιμότητα της τροφής (Van Utrecht & Schenkkan, 1972). Σε πολλές περιπτώσεις κατά τη διάρκεια ενός έτους διαμορφώνονται περισσότεροι από ένας δακτύλιοι. Στην περίπτωση αυτή ο δακτύλιος αυτός ονομάζεται ψευδοδακτύλιος και δεν υπολογίζεται στην εκτίμηση της ηλικίας.

Για την εκτίμηση της αύξησης των ιχθύων σε φυσικούς πληθυσμούς οι Bushaker et al. (1990) αναφέρουν τρεις μεθόδους:

1. την ανάλυση των συχνοτήτων του μήκους από τις διακριτές ομάδες ηλικιών, με τη δημιουργία ιστογραμμάτων.
2. την εύρεση των ανάδρομων μηκών των ιχθύων με την καταγραφή των ηλικιών από σκληρές δομές και
3. την επανασύλληψη μαρκαρισμένων ιχθύων γνωστού μήκους.

Η εκτίμηση της αύξησης από τα μήκη είναι μια προκαταρκτική καθώς και γρήγορη και εύκολη διαδικασία. Η διαδικασία αυτή λειτουργεί με το σκεπτικό ότι τα μήκη από άτομα της ίδιας ηλικίας τείνουν να σχηματίζουν μια κατανομή πάνω στο ιστόγραμμα. Έτσι οι διάφορες ομάδες ηλικιών σχηματίζουν τις αντίστοιχες ακολουθίες με αποτέλεσμα την διάκριση των ηλικιακών κλάσεων στο ιστόγραμμα. Όμως οι ακολουθίες επικαλύπτονται μεταξύ τους σε μεγαλύτερες ηλικίες και έτσι η μέθοδος καθίσταται αναξιόπιστη για άτομα με μεγάλη ηλικία.

4.2 Υλικά και μέθοδοι

Όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο 3.2 τα συλλεχθέντα άτομα αναισθητοποιούνταν και στη συνέχεια καταγραφόταν το βάρος *in situ* με φορητό ζυγό ακριβείας 0,1gr (Ohaus CS2000). Κανένα άτομο δεν θανατώθηκε και έτσι μόνο το ολικό βάρος καταγραφόταν πάντοτε. Στη συνέχεια το κάθε άτομο φωτογραφίζονταν ξεχωριστά από την αριστερή πλευρά με ψηφιακή φωτογραφική μηχανή και με τη χρήση κλίμακας γνωστού μήκους διαπιστώθηκε το σταθερό τους μήκος (SL) καθώς και το μεσουραίο μήκος (FL). Όλα τα μήκη προσδιορίστηκαν με ακρίβεια 0,00001cm. Οι μετρήσεις σταθερού και μεσουραίου μήκους είναι από τις συνηθέστερες μετρήσεις μήκους σε ιχθύες (Bushaker et al. 1990).

Το σταθερό μήκος προσδιορίστηκε από το πρόσθιο μέρος της κεφαλής, με κλειστό ρύγχος, έως το οπίσθιο άκρο του ουρόστυλου (Anderson & Gutreuter 1983). Το μεσουραίο μήκος προσδιορίστηκε από το πρόσθιο μέρος της κεφαλής, με κλειστό ρύγχος, έως το άκρο των μεσαίων ακτίνων του ουραίου πτερυγίου (Anderson & Gutreuter 1983).

Λέπια από κάθε άτομο ξεχωριστά αφαιρούνταν με χρήση λαβίδας πάντοτε από την αριστερή πλευρά και κάτω από το ραχιαίο πτερύγιο, όπως αναφέρει ο Jearld (1983) για τα σολομονοειδή, για την εκτίμηση της ηλικίας. Τα λέπια αφού καθαριζόταν με απιονισμένο νερό για την απομάκρυνση της βλέννας, τοποθετούνταν μεταξύ δυο αντικειμενοφόρων. Οι αντικειμενοφόροι στη συνέχεια συγκολλούνταν μεταξύ τους με χαρτοταινία για να κρατηθούν τα λέπια σε επίπεδη διάταξη έτσι ώστε να μην υπάρξει πρόβλημα με τον φωτισμό κατά τη διάρκεια της ανάγνωσης της ηλικίας τους.

Η κατανομή των συχνοτήτων μήκους αντανακλά τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ρυθμών της αναπαραγωγής, της αύξησης και της θνησιμότητας των ηλικιακών ομάδων που αντιπροσωπεύουν. Οι κατανομές αυτές και οι διαφοροποιήσεις τους με τον χρόνο δίνουν πληροφορίες για τη δυναμική του πληθυσμού.



Η σχέση σταθερού (SL) και μεσουραίου μήκους (FL) μελετήθηκε στο σύνολο των ατόμων. Η σχέση αυτή υπολογίστηκε από τον τύπο:

$$FL = a SL + b,$$

όπου SL = Σταθερό Μήκος, TL = Ολικό Μήκος, a και b = παράμετροι.

Η σχέση μήκους βάρους μπορεί να περιγραφεί από την εξίσωση:

$$TW = a L^b$$

όπου TW = ολικό Βάρος, L = μήκος σώματος (FL, SL), a και b = παράμετροι που εξαρτώνται από το είδος του ψαριού, την περιοχή, την ηλικία, το φύλο, τη γεννητική ωριμότητα και το στομαχικό περιεχόμενο. Σε γενικές γραμμές, ο εκθέτης b κυμαίνεται μεταξύ 2 και 4, συνήθως όμως κυμαίνεται γύρω στο 3. Όταν το b είναι μικρότερο του 3 η αύξηση είναι αλλομετρική και το ψάρι αυξάνεται λιγότερο σε όγκο απ' ό,τι σε μήκος. Όταν το b είναι μεγαλύτερο του 3 η αύξηση είναι επίσης αλλομετρική και το ψάρι αυξάνεται περισσότερο σε όγκο απ' ό,τι σε μήκος. Όταν το b είναι ίσο του 3, τότε η αύξηση είναι ισομετρική και το σχήμα του ψαριού δεν αλλάζει καθώς αυτό αυξάνεται (Anderson & Gutreuter 1983).

Οι συντελεστές a και b μπορούν να υπολογισθούν και από την λογαρίθμηση ($\log_{10}$) της εξίσωσης $TW = a L^b$. Η εξίσωση αυτή μετά τη λογαρίθμηση είναι η εξής:

$$\log TW = \log a + b \log L$$

όπου TW = Ολικό Βάρος, L = Μήκος σώματος (FL, SL), a = συντελεστής της λογαριθμικής εξίσωσης και b = συντελεστής παλινδρόμησης της λογαριθμικής εξίσωσης.

Για την εκτίμηση του ανάδρομου μήκους υπάρχουν διάφορες μέθοδοι όπως αναφέρεται στους Bushaker et al. (1990). Στη παρούσα εργασία θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος Fraser – Lee καθώς και παραλλαγές της. Η μέθοδος αυτή εκφράζεται με μια γραμμική σχέση μεταξύ του μήκους ψαριού και μήκους λεπιού (από το κέντρο του έως το περιθώριό του).

$$L = a + b R_{ol}$$



όπου L = Μήκος σώματος (FL, SL), $R_{ολ}$ = το ολικό μήκος της ακτίνας του λεπιού, a και b = παράμετροι.

Το ανάδρομο (back- calculated) σταθερό μήκος υπολογίσθηκε στη συνέχεια από μια παραλλαγή της εξίσωσης Fraser – Lee :

$$L_i = b + (R_i / R_{ολ}) * (L - b)$$

όπου L_i = το ανάδρομο μήκος του κάθε ατόμου, R_i = το μήκος της ηλικίας κάθε ατόμου πάνω στο λέπι, $R_{ολ}$ = το ολικό μήκος της ακτίνας του λεπιού, L = το μήκος σώματος και b = σταθερά από την εξίσωση Fraser – Lee. Σε γενικές γραμμές η γνώση του ανάδρομου μήκους επιτρέπει την καταγραφή της αύξησης των ιχθύων σε ετήσια επίπεδα.

Για την εύρεση του ρυθμού αύξησης, τα ανάδρομα σταθερά μήκη ως προς την ηλικία χρησιμοποιήθηκαν στον τύπο του Von Bertalanffy:

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

όπου L_t = μήκος ατόμου ηλικίας t , L_{∞} = μέγιστο δυνατό μήκος, t_0 = θεωρητική ηλικία ατόμου στην οποία έχει μήκος μηδέν, k = συντελεστής ανάπτυξης (συντελεστής που εκφράζει τη μείωση του ρυθμού ανάπτυξης).

Καθώς οι παράμετροι αύξησης k και L_{∞} συσχετίστηκαν αντίστροφα, ο δείκτης ολικής αύξησης είναι ο εξής:

$$\Phi' = 2 \text{ Log } L_{\infty} + \text{Log } k.$$

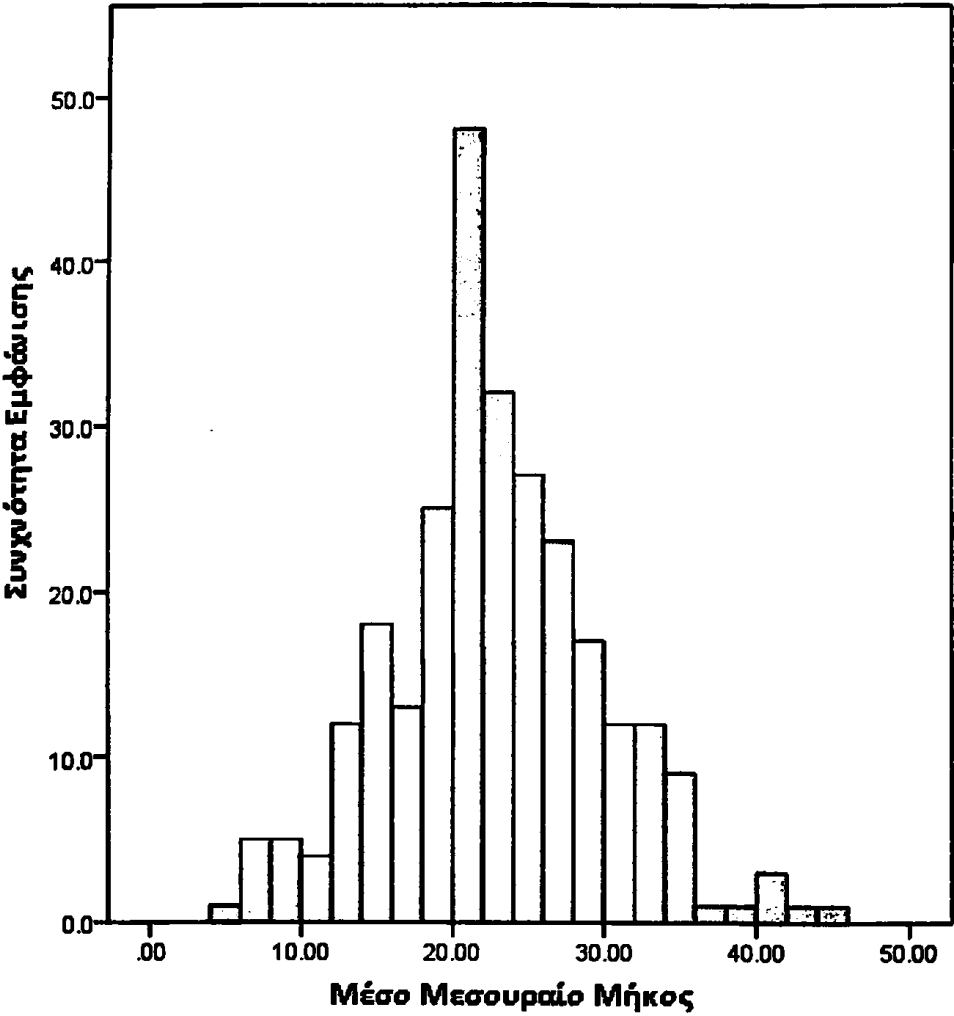
Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν τα λογισμικά προγράμματα Microsoft Excel 2003 και SPSS 19.

4.3 Αποτελέσματα

4.3.1 Ηλικία

Η κατανομή 267 ατόμων σε ένα ιστόγραμμα συχνοτήτων έδειξε έξι ηλικιακές κλάσεις (Εικόνα 4.3.1.1.), όπως και η εξέταση των λεπιών (Εικόνες 4.3.1.2., 4.3.1.3., 4.3.1.4., 4.3.1.5., 4.3.1.6. και 4.3.1.7.). Η εξέταση των λεπιών για την εύρεση της ηλικίας ήταν εφικτή για 193 άτομα. Έτσι βρέθηκε ότι η ηλικιακή κλάση που κυριαρχεί να είναι η τρίτη (2+) με 115 άτομα και ποσοστό

59,59%. Αναλυτικά οι ηλικιακές κλάσεις με τα ποσοστά τους επί του συνολικού πληθυσμού δίνονται στον Πίνακα 4.3.1.1. Επίσης στον Πίνακα 4.3.1.2. παρουσιάζεται και ο πίνακας ζωής των συλληφθέντων ατόμων.



Εικόνα 4.3.1.1.: Ιστόγραμμα συχνοτήτων σταθερού μήκους της *S. lourosensis*.

Πίνακας 4.3.1.1.: Οι ηλικιακές κλάσεις και τα ποσοστά τους επί του συνολικού πληθυσμού της *S. lourosensis*.

Ηλικία	N	%
0	5	2.59
1	28	14.51
2	115	59.59
3	34	17.62
4	7	3.63
5	4	2.07



Εικόνα 4.3.1.2.: Λέπι ηλικίας 0+.



Εικόνα 4.3.1.3.: Λέπι ηλικίας 1+.



Εικόνα 4.3.1.4.: Λέπι ηλικίας 2+.



Εικόνα 4.3.1.5.: Λέπι ηλικίας 3+.



Εικόνα 4.3.1.6.: Λέπι ηλικίας 4+.

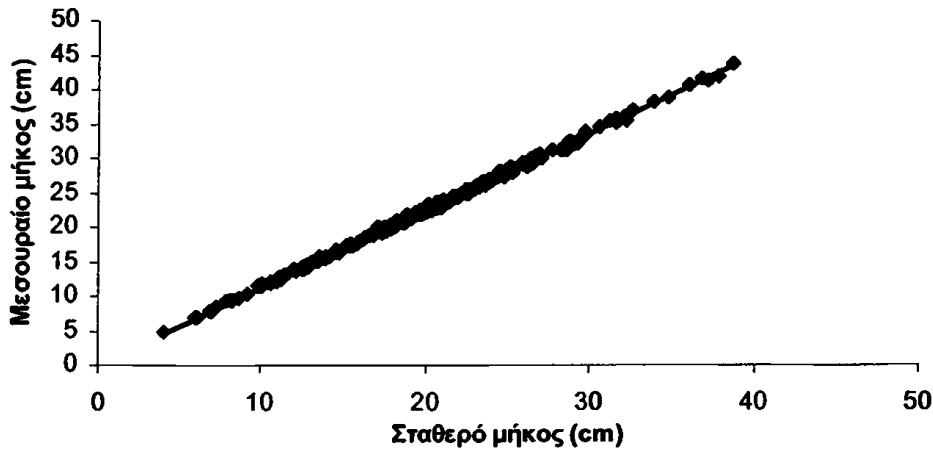


Εικόνα 4.3.1.7.: Λέπι ηλικίας 5+.

4.3.2 Σχέσεις μηκών στο σύνολο του πληθυσμού

Η σχέση μεταξύ μεσουραίου (FL) και σταθερού μήκους (SL) μελετήθηκε στο σύνολο του πληθυσμού, δηλαδή για 266 άτομα. Το ελάχιστο σταθερό μήκος που καταγράφηκε ήταν 4,02cm από άτομο ηλικίας 0+, ενώ το μεγαλύτερο ήταν 38,75cm από άτομο ηλικίας 5(+) (MO: 20,09cm). Το ελάχιστο μεσουραίο μήκος που καταγράφηκε ήταν 4,86cm και το μέγιστο 44,97cm (MO: 22,86cm). Οι σχέσεις βρέθηκαν να εκφράζονται ικανοποιητικά από τη γραμμική παλινδρόμηση (Εικόνα 4.3.2.1.). Η εξίσωση που συνδέει τα δυο μήκη βρέθηκε ότι ήταν $FL = 1,1099 SL - 0,2214$, ο συντελεστής συσχέτισης $R^2 = 0,999$, το 95% όριο εμπιστοσύνης του a κυμάνθηκε από 1,105 – 1,115 και η πιθανότητα $p < 0.001$.

Σχέση Σταθερού - Μεσουραίου μήκους



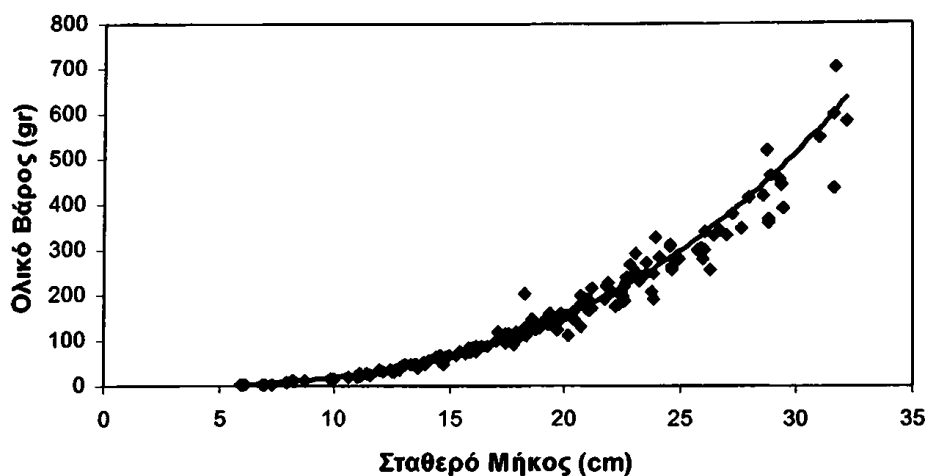
Εικόνα 4.3.2.1.: Σχέση σταθερού μήκους (SL) – μεσουραίου μήκους (FL) της *S. lourosensis*.

4.3.3 Σχέσεις Μηκών (SL - FL) – Ολικού Βάρους (TW)

Μελετήθηκε η σχέση σταθερού μήκους (SL) - ολικού βάρους (TW) και μεσουραίου μήκους (FL) – ολικού βάρους (TW) στη προσπάθεια διερεύνησης της αλλομετρικής ή ισομετρικής αύξησης του ψαριού. Η σχέση αυτή μελετήθηκε για 154 άτομα (Εικόνες 4.3.3.1. και 4.3.3.2.) με εύρος ολικού βάρους από 3gr έως 704gr (Μ.Ο. 143,36gr), εύρος σταθερού μήκους από 4,02cm έως 31,67cm (Μ.Ο. 18,04cm) και εύρος μεσουραίου μήκους από 4,85cm έως 35,61cm (Μ.Ο. 20,31cm). Η εξίσωση που συνδέει το σταθερό και μεσουραίο μήκος με το ολικό βάρος δίνεται στον Πίνακα 4.3.3.1.

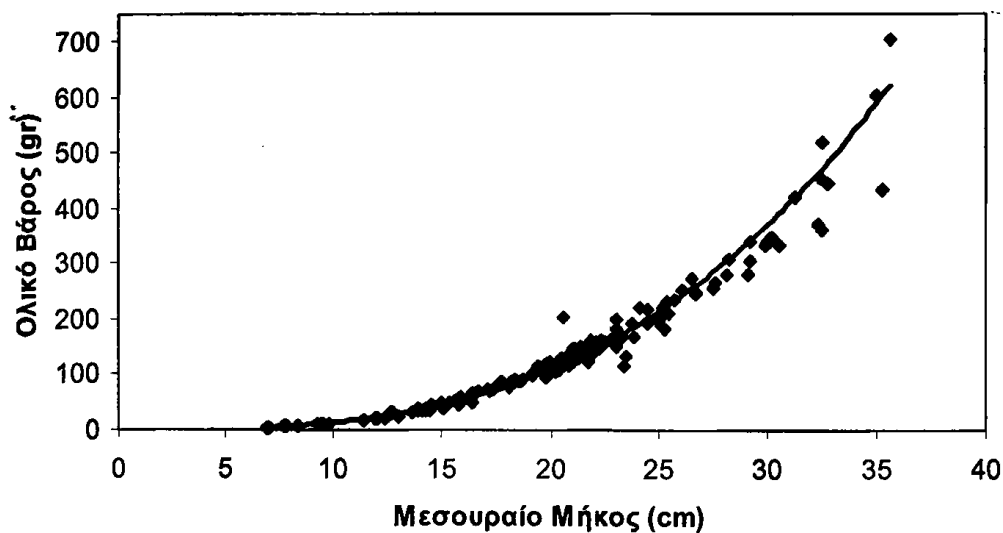
Στο σύνολο του πληθυσμού το 37,01% (57 άτομα) των ατόμων βρέθηκε μεταξύ 0-100gr, το 40,91% (63 άτομα) μεταξύ 100-200gr, το 11,69% (18 άτομα) μεταξύ 200-300gr, το 5,84% (9 άτομα) μεταξύ 300-400gr, το 2,6% (4 άτομα) μεταξύ 400-500gr και το 0,65% (1 άτομο) για άτομα μεταξύ 500-600gr, 600-700gr και 700-800gr (Εικόνα 4.3.3.3.).

Σχέση Σταθερού Μήκους - Ολικού Βάρους



Εικόνα 4.3.3.1.: Σχέση σταθερού μήκους (SL) – ολικού βάρους (TW) της *S. lourosensis*.

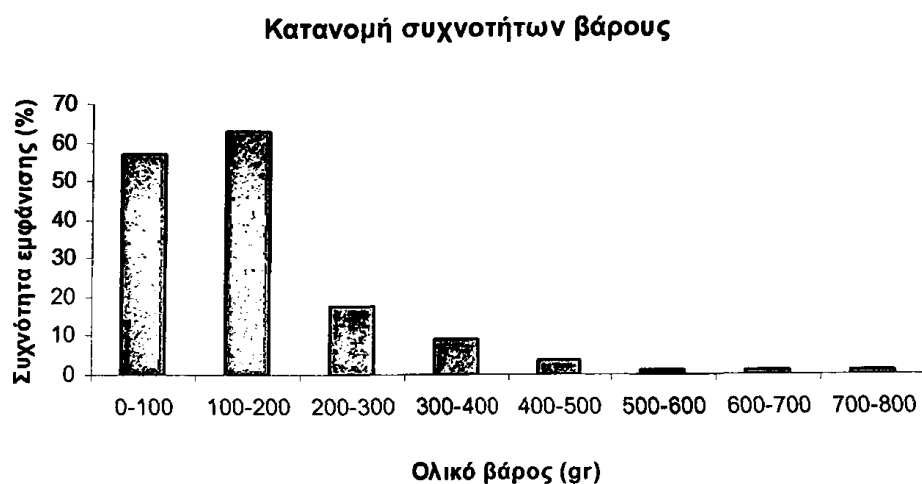
Σχέση Μεσουραίου Μήκους - Ολικού Βάρους



Εικόνα 4.3.3.2.: Σχέση μεσουραίου μήκους (FL) – ολικού βάρους (TW) της *S. lourosensis*.

Πίνακας 4.3.3.1.: Παράμετροι των σχέσεων σταθερού (SL) και μεσουραίου μήκους (FL) με το ολικό βάρος (TW) της *S. lourosensis*.

Σχέση μήκους - Βάρους	$TW=a SL^b$	95% όριο εμπιστοσύνης του b	R^2	N	P
Σταθερό μήκος	$TW=0,0233 SL^{2,9352}$	2,876 – 2,994	0,9845	154	<0,001
Μεσουραίο μήκος	$TW=0,0142 FL^{2,983}$	2,925 – 3,041	0,9854	154	<0,001



Εικόνα 4.3.3.3.: Κατανομή συχνοτήτων βάρους της *S. lourosensis*.

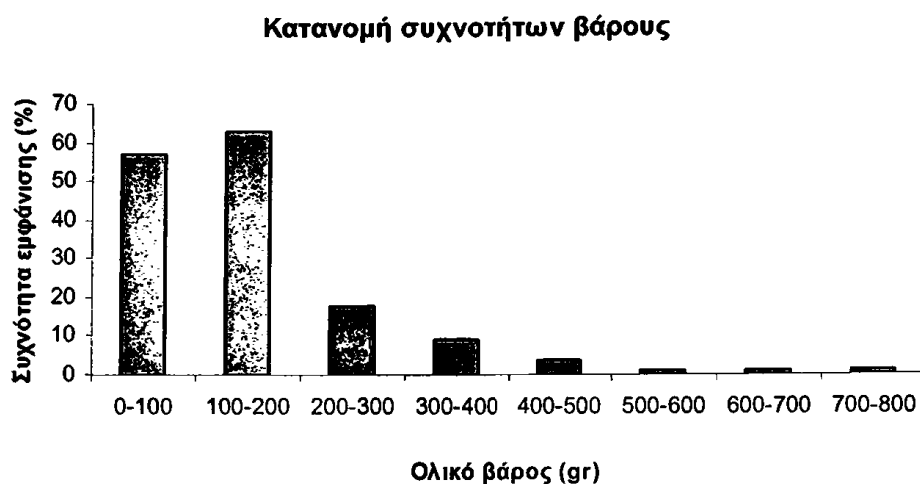
Στον Πίνακα 4.3.3.2. διακρίνονται συγκεντρωτικά οι καταγεγραμμένες τιμές για το μέσο σταθερό και μεσουραίο μήκος, το μέσο ολικό βάρος καθώς και οι ελάχιστες και μέγιστες τιμές τους ανά ηλικία.

Πίνακας 4.3.3.2.: Σταθερό Μήκος (SL, cm), Μεσουραίο Μήκος (FL, cm), Ολικό Βάρος (TW, gr) ανά ηλικιακή κλάση της *S. lourosensis*.

SL	Ελάχιστο	Μέγιστο	FL	Ελάχιστο	Μέγιστο	TW	Ελάχιστο	Μέγιστο	Άτομα
6,68	6,03	7,30	7,6	6,99	8,40	5,2	4	6	5
12,6	8,25	18,65	14,21	9,52	21,26	42,04	12	130	28
19,48	14,53	29,06	21,8	16,43	32,08	132,59	50	256	115
25,11	19,74	32,33	28,09	21,94	35,78	242	144	346	34
31,85	28,35	38,75	35,56	31,32	43,60	468,75	370	602	7
33,4	29,87	37,3	37,2	33,52	41,19	667,5	436	1112	4

4.3.4 Σχέσεις Μηκών (SL - FL) – Ακτίνας Λεπιού (R_{ολ})

Μελετήθηκε η σχέση σταθερού (SL) και μεσουραίου (FL) μήκος σώματος και ακτίνας λεπιού (R_{ολ}) για 193 άτομα, η οποία είναι απαραίτητη για τον ανάδρομο υπολογισμό του μήκους σώματος και της ηλικιακής αύξησης των ψαριών. Η απλή γραμμική παλινδρόμηση έδωσε την καλύτερη προσαρμογή. Η γραμμική συσχέτιση μήκους σώματος και ακτίνας τομής, έδειξε ότι η αύξηση της ακτίνας είναι ανάλογη με την αύξηση του ψαριού (Εικόνες 4.3.4.1. και 4.3.4.2.). Οι εξισώσεις που συνδέουν τα δυο μήκη με την ακτίνα του λεπιού παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.4.1.



Εικόνα 4.3.3.3.: Κατανομή συχνοτήτων βάρους της *S. lourosensis*.

Στον Πίνακα 4.3.3.2. διακρίνονται συγκεντρωτικά οι καταγεγραμμένες τιμές για το μέσο σταθερό και μεσουραίο μήκος, το μέσο ολικό βάρος καθώς και οι ελάχιστες και μέγιστες τιμές τους ανά ηλικία.

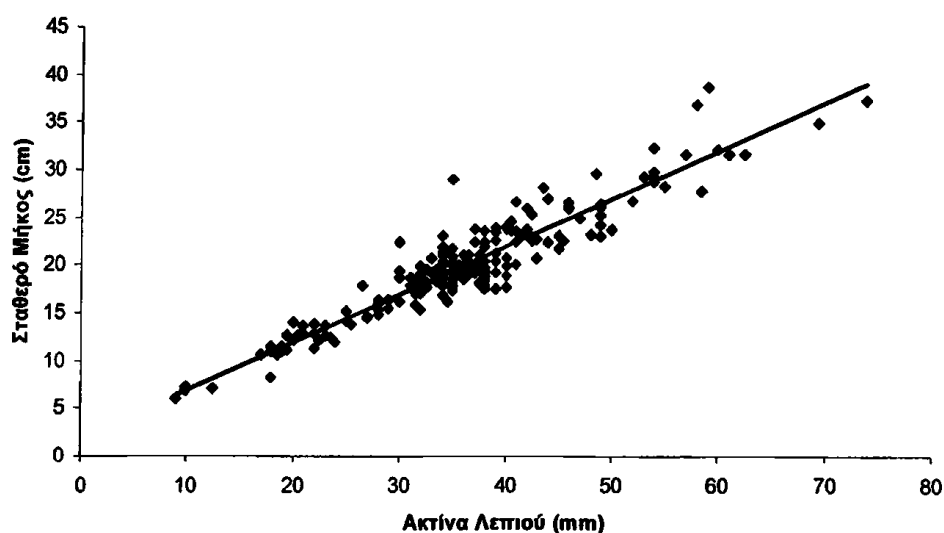
Πίνακας 4.3.3.2.: Σταθερό Μήκος (SL, cm), Μεσουραίο Μήκος (FL, cm), Ολικό Βάρος (TW, gr) ανά ηλικιακή κλάση της *S. lourosensis*.

SL	Ελάχιστο	Μέγιστο	FL	Ελάχιστο	Μέγιστο	TW	Ελάχιστο	Μέγιστο	Άτομα
6,68	6,03	7,30	7,6	6,99	8,40	5,2	4	6	5
12,6	8,25	18,65	14,21	9,52	21,26	42,04	12	130	28
19,48	14,53	29,06	21,8	16,43	32,08	132,59	50	256	115
25,11	19,74	32,33	28,09	21,94	35,78	242	144	346	34
31,85	28,35	38,75	35,56	31,32	43,60	468,75	370	602	7
33,4	29,87	37,3	37,2	33,52	41,19	667,5	436	1112	4

4.3.4 Σχέσεις Μηκών (SL - FL) – Ακτίνας Λεπιού (Roλ)

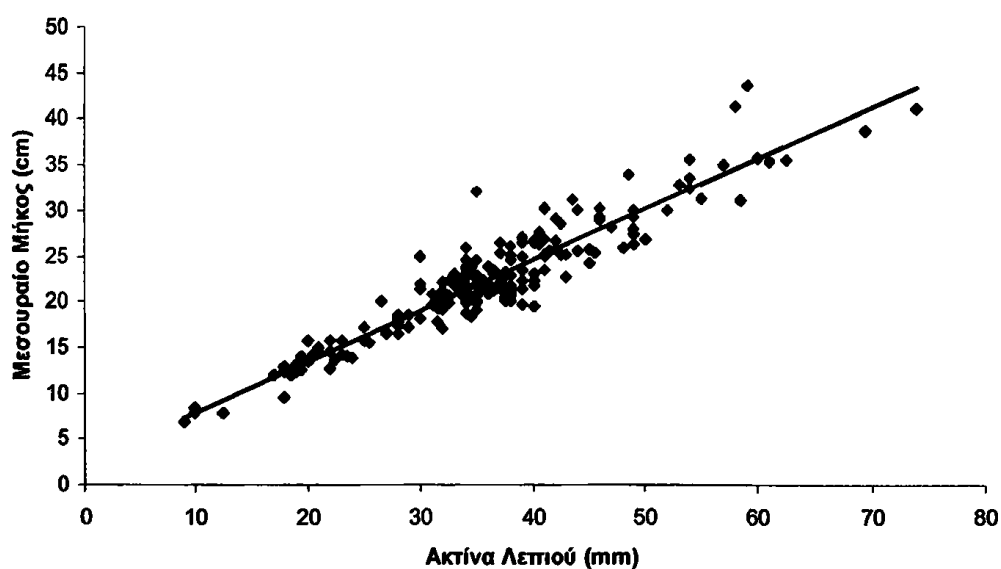
Μελετήθηκε η σχέση σταθερού (SL) και μεσουραίου (FL) μήκος σώματος και ακτίνας λεπιού ($R_{oλ}$) για 193 άτομα, η οποία είναι απαραίτητη για τον ανάδρομο υπολογισμό του μήκους σώματος και της ηλικιακής αύξησης των ψαριών. Η απλή γραμμική παλινδρόμηση έδωσε την καλύτερη προσαρμογή. Η γραμμική συσχέτιση μήκους σώματος και ακτίνας τομής, έδειξε ότι η αύξηση της ακτίνας είναι ανάλογη με την αύξηση του ψαριού (Εικόνες 4.3.4.1. και 4.3.4.2.). Οι εξισώσεις που συνδέουν τα δυο μήκη με την ακτίνα του λεπιού παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.4.1.

Σχέση Σταθερού Μήκους - Ακτίνας Λεπιδίου



Εικόνα 4.3.4.1: Σχέση σταθερού μήκους (SL) – ολικού μήκους ακτίνας ($R_{ολ}$) της *S. lourosensis*.

Σχέση Μεσουραίου Μήκους - Ακτίνας Λεπιδίου



Εικόνα 4.3.4.2: Σχέση μεσουραίου μήκους (FL) – ολικού μήκους ακτίνας ($R_{ολ}$) της *S. lourosensis*.

Πίνακας 4.3.4.1.: Παράμετροι των σχέσεων σταθερού (SL) και μεσουραίου μήκους (FL) με το ολικό μήκος της ακτίνας λεπιδίου ($R_{ολ}$) της *S. lourosensis*.

Σχέση μήκους σώματος - λεπιδίου	$L = a + b R_{ολ}$	95% όριο εμπιστοσύνης του a	R^2	N	P
Σταθερό μήκος	$SL = 0,5008 R_{ολ} + 1,94$	0,470 – 0,527	0,8837	193	<0,001
Μεσουραίο μήκος	$FL = 0,5546 R_{ολ} + 2,3927$	0,520 – 0,584	0,8825	193	<0,001

4.3.5 Αύξηση κατά μήκος

Για την εκτίμηση της κατά μήκος αύξησης του *S. lourosensis* χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του ανάδρομου υπολογισμού, για την εύρεση του μεσουραίου μήκους σώματος των ψαριών κατά τα προηγούμενα έτη της ζωής τους.

Το μοντέλο αύξησης του Von Bertalanffy εφαρμόστηκε στο σύνολο του πληθυσμού με βάση τα υπολογισμένα ανάδρομα μήκη. Οι παράμετροι της εξίσωσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.5.1.

Πίνακας 4.3.5.1.: Παράμετροι εξίσωσης του Von Bertalanffy για την *S. lourosensis*.

Παράμετρος	Τιμή	95% όρια εμπιστοσύνης
L_{∞}	48,79	33,558 – 64,021
k	0,254	0,117 – 0,39
t_0	0,148	- 0,129 – 0,424

Έτσι η εξίσωση του Von Bertalanffy διαμορφώθηκε ως εξής:

$$L_t = 48,79 * (1 - e^{-0,254 * (t - 0,148)})$$

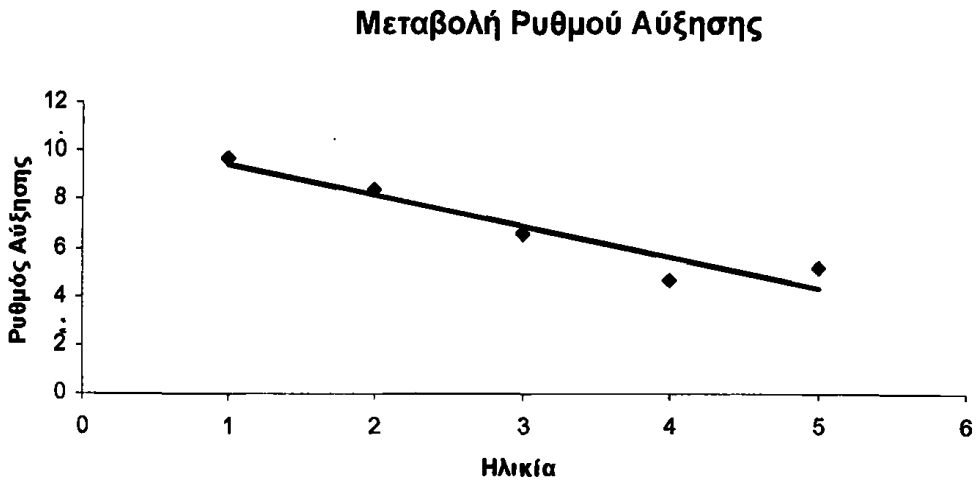
Τέλος ο ολικός δείκτης αύξησης (Φ') βρέθηκε να είναι 2.78.

Στον Πίνακα 4.3.5.2. παρουσιάζονται λεπτομερώς τα θεωρητικά υπολογιζόμενα μήκη της εξίσωσης του Von Bertalanffy για κάθε ηλικία ξεχωριστά. Στην εικόνα διακρίνεται ο παρατηρούμενος και προβλεπόμενος ρυθμός αύξησης του *S. lourosensis*.

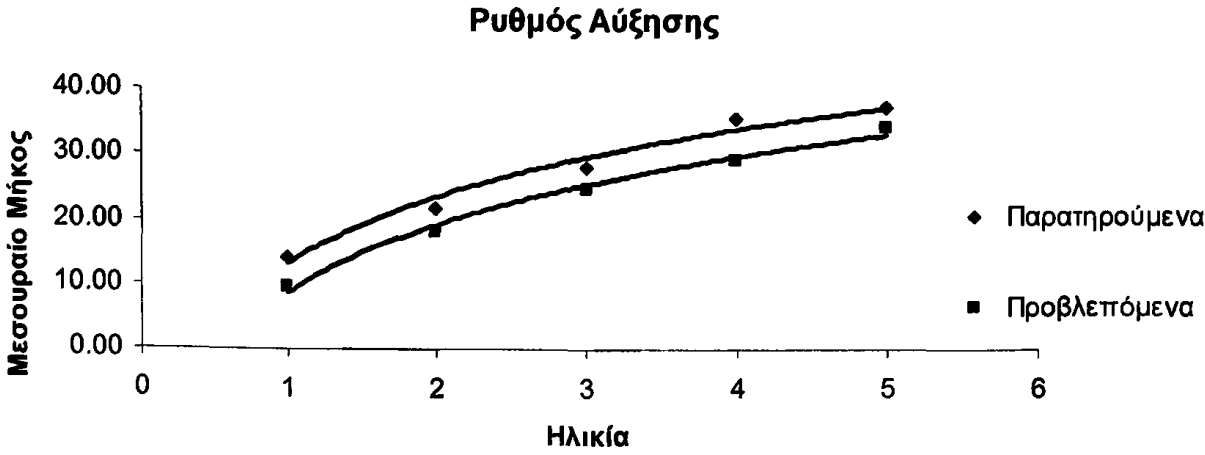
Πίνακας 4.3.5.2.: Τα ανάδρομα υπολογισμένα μεσουραία μήκη (FL) ανά ηλικία για του *S. lourosensis*.

Ηλικία (έτη)	Μέσα Παρατηρούμενα Μεσουραία Μήκη	Όρια Εμπιστοσύνης	N	Ηλικία (έτη)				
				Μέσα Ανάδρομα Υπολογισμένα Μεσουραία Μήκη				
				1	2	3	4	5
0	7,60	6,9-8,3	5					
1+	14,21	13,2-15,23	28	9,54				
2+	21,80	21,16-22,44	115	9,82	18,23			
3+	28,09	26,5-29,69	34	9,09	17,75	25,29		
4+	35,56	26,36-44,75	7	9,72	16,66	22,90	29,91	
5+	37,20	32,77-41,62	4	9,03	14,01	20,49	27,53	34,39
N			193					
Μέσα Αν, Υπ, Σταθ, Μήκη ανά Ηλικία				9,63	17,97	24,56	29,24	34,39
Όρια εμπιστοσύνης των Μέσων Αν, Υπ, Μηκών				0,37	0,70	1,45	3,03	4,37
Ετήσια Αύξηση				9,63	8,34	6,59	4,68	5,14
Ετήσια Αύξηση (%)				32,93	28,53	22,54	16,00	14,96
N				188	160	40	11	4

Ο ρυθμός αύξησης είναι υψηλός. Η εξίσωση μεταξύ της ηλικίας και της ετήσιας αύξησης είναι $\text{Ηλικία} = -1,2645 \times \text{Μέση Αύξηση} + 10,688$, ο συντελεστής συσχέτισης $R^2 = 0,9047$ το 95% όριο εμπιστοσύνης του b κυμάνθηκε από 4,881 – 10,968 και η πιθανότητα $p < 0,05$. Στις Εικόνες 4.3.5.1, 4.3.5.2. και 4.3.5.3. παρουσιάζονται η μεταβολή του ρυθμού αύξησης, ο ρυθμός αύξησης καθώς και η σχέση μεταξύ προβλεπόμενων και παρατηρούμενων μεσουραίων μηκών. Η εξίσωση μεταξύ των προβλεπόμενων και παρατηρούμενων μεσουραίων μηκών είναι $\text{Παρατηρούμενα} = 1,0002 \times \text{Προβλεπόμενα} - 0,0018$, ο συντελεστής συσχέτισης $R^2 = 0,747$, το 95% όριο εμπιστοσύνης του b κυμάνθηκε από -1,076 – 1,076 και η πιθανότητα $p < 0,001$.



Εικόνα 4.3.5.1.: Μεταβολή του ρυθμού αύξησης του *S. lourosensis*.



Εικόνα 4.3.5.2.: Ο παρατηρούμενος και προβλεπόμενος ρυθμός αύξησης της *S. lourosensis*.



Εικόνα 4.3.5.3.: Σχέση μεταξύ προβλεπόμενων και παρατηρούμενων μεσουραίων μηκών του *S. lourosensis*.

4.4 Συζήτηση

Η μελέτη των λεπιών της πέστροφας δεν είναι μια απλή και εύκολη διαδικασία. Η θερμοκρασία και η διατροφή παίζουν σημαντικό ρόλο στο σχηματισμό των δακτυλίων. Σε υψηλές θερμοκρασίες παρατηρήθηκε να σχηματίζονται αραιοί δακτύλιοι ενώ το αντίθετο συμβαίνει σε χαμηλές θερμοκρασίες, αλλά η επάρκεια ή η έλλειψη τροφής δεν έχει καμία επίδραση πάνω στο πάχος του κάθε δακτυλίου, αλλά μόνο στον αριθμό τους (Bathia 1932). Σε λέπια που μελετήθηκαν στη παρούσα εργασία βρέθηκαν αραιοί δακτύλιοι σαν αυτούς που παρατήρησε ο Bathia (1932), δακτύλιοι που σχηματίστηκαν κάτω από συνθήκες έντονης τροφοληψίας. Οι Ball & Jones (1960) διαπίστωσαν ότι η μεγαλύτερη αύξηση στο λέπι γίνεται μεταξύ Απριλίου και Οκτωβρίου στη καφέ πέστροφα στη λίμνη Bala στην Ουαλία. Ο Van Oosten (1957) ανέφερε ότι η απόσταση μεταξύ των δακτυλίων ποικίλει ανάλογα με την σωματική αύξηση. Σε περιπτώσεις όπου η αύξηση μειώνεται οι δακτύλιοι γίνονται πιο λεπτοί και δυσδιάκριτοι. Στη παρούσα έρευνα, βρέθηκαν άτομα με τον πρώτο δακτύλιο αρκετά μεγάλο. Ο δακτύλιος αυτός συνήθως προσέγγιζε το μήκος του δακτυλίου του δεύτερου έτους. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι τα άτομα αυτά εκκολάφθηκαν προς το τέλος του φθινοπώρου, βρίσκοντας έτσι συνθήκες σχετικής έλλειψης τροφής, χαμηλής θερμοκρασίας νερού και ατμόσφαιρας, πράγμα που οδήγησε σε μια σχετικά πιο αργή αύξηση του οργανισμού.

Από τη δομή του ιχθυοπληθυσμού και από την εξέταση των λεπιών προέκυψε ότι από το σύνολο των συλλεχθέντων ατόμων βρέθηκαν άτομα ηλικίας έως 5 ετών (5+). Παρόμοιες ηλικίες από καφέ πέστροφα παρατηρήθηκαν επίσης από τους Crisp & Beaumont (1996) από τους ποταμούς Severn και Wye στη κεντρική Ουαλία και τους Bagliniere & Maisse (2002) από τον

ποταμό Scorff στη Βρετάνη. Αντιθέτως ηλικίες μικρότερες των 5 ετών αναφέρθηκαν από τους Κλώσσα-Κίλια (1990) στον άνω ρου του Αχελώου, τον Treasurer (1976) στη Σκωτία, τους Lobon-Cervia et al (1997), τους Ball & Jones (1960) στη λίμνη Bala στην Ουαλία, τους Carlson et al. (2008) σε ένα ρυάκι στη νοτιοανατολική Νορβηγία και τους Kheyrandish e al. (2010) στο νότιο τμήμα της λεκάνης της Κασπίας. Ηλικίες άνω των 5 ετών αναφέρθηκαν από τους Dauod et al (1986) από μια τεχνητή λίμνη στην ανατολική Ιρλανδία, ο Elliot (1988) από δυο λίμνες στην Αγγλία, οι Jonsson & Sandlund (1979) από το ποτάμιο σύστημα Sore Osa στη Νορβηγία, οι Tomoya et al (2002) από το Hokkaido της Ιαπωνίας, οι McFadden & Cooper (1962) από, οι Frost & Smyly (1952) από, ο Sigler (1952) από τον ποταμό Logan στη Utah των ΗΠΑ, οι Ozvarol et al (2010) από την λεκάνη του ποταμού Coruh στη βορειοανατολική Τουρκία, οι Steingrimsen & Gislason (2002) από τον ποταμό Laxá στη βορειοανατολική Ισλανδία, οι Parra et al (2009) από την Ισπανία, οι Alp et al (2005) από τον ποταμό Seychan στη Τουρκία και ο Campel (1971) από τις βόρειες λίμνες της Σκωτίας. Οι καταγραφμένες ηλικίες ανά συγγραφέα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 4.4.1.

Η πολυπληθέστερη ηλικιακή κλάση για το είδος *S. lourosensis* βρέθηκε να είναι η τρίτη (2+) με ποσοστό 59,59% (Frost & Smyly, 1952; Treasurer, 1976) και μέσο μήκος 21,8cm. Ακολουθούν αυτή της τέταρτης (3+) με ποσοστό 17,62%, της δεύτερης (1+) με ποσοστό 14,51%, της πέμπτης (4+) με ποσοστό 3,63% και της έκτης (5+) με ποσοστό 2,07%. Συλλέχθηκαν μόνο 5 άτομα ηλικίας 0+ (2,59%), πράγμα που δεν αντανακλά την κατάσταση του πληθυσμού αλλά πιθανώς είναι αποτέλεσμα της επιλεκτικότητας της ηλεκτραλιείας σε σχέση με το μήκος του ψαριού (Sigler, 1952). Επιπλέον άτομα μεγαλύτερης ηλικίας δεν βρέθηκαν στη περιοχή δειγματοληψίας καθ' όλη τη διάρκεια του έτους αλλά και στις προκαταρκτικές δειγματοληψίες.

Πίνακας 4.4.1.: Συγκεντρωτικός βιβλιογραφικός πίνακας ηλικιών της καφέ πέστροφας.

Συγγραφέας	Χώρα μελέτης	Υποείδος	Μέγιστη αναφερόμενη ηλικία (years)
Lobon-Cervia et al (1997)	Ισπανία	<i>S. trutta</i> , L.	3 (+)
Κλώσσα-Κίλια (1990)	Ελλάδα	<i>S. trutta macrostigma</i> , D.	3 (+)
Ball & Jones (1960)	Ουαλία	<i>S. trutta</i> , L.	4 (+)
Carlson et al. (2008)	Νορβηγία	<i>S. trutta</i> , L.	4 (+)
Kheyrandish e al. (2010)	Ιράν	<i>S. trutta</i> , L.	4 (+)
Treasurer (1976)	Σκωτία	<i>S. trutta</i> , L.	4 (+)
Crisp & Beaumont (1996)	Ουαλία	<i>S. trutta</i> , L.	5 (+)
Bagliniere & Maisse (2002)	Γαλλία	<i>S. trutta</i> , L.	5 (+)
Παρούσα έρευνα (2011)	Ελλάδα	<i>S. lourosensis</i> , D.	5 (+)
Dauod et al (1986)	Ιρλανδία	<i>S. trutta</i> , L.	6 (+)
Elliot (1988)	Αγγλία	<i>S. trutta</i> , L.	6 (+)
Jonsson & Sandlund (1979)	Νορβηγία	<i>Salmo trutta m. fario</i>	6 (+)
Tomoya et al (2002)	Ιαπωνία	<i>S. trutta</i> , L.	6 (+)
McFadden & Cooper (1962)	ΗΠΑ	<i>S. trutta</i> , L.	7 (+)
Frost & Smyly (1952)	Αγγλία	<i>S. trutta</i> , L.	8 (+)
Sigler (1952)	ΗΠΑ	<i>Salmo trutta fario</i> , L.	8 (+)
Ozvarol et al (2010)	Τουρκία	<i>S. trutta</i> , L.	8 (+)
Steingrimsen & Gislason (2002)	Ισλανδία	<i>S. trutta</i> , L.	9 (+)
Parra et al (2009)	Ισπανία	<i>S. trutta</i> , L.	9 (+)
Alp et al (2005)	Τουρκία	<i>S. trutta macrostigma</i> , D.	9 (+)
Campel (1971)	Σκωτία	<i>S. trutta</i> , L.	14 (+)

Το μέσο μεσουραίο μήκος για άτομα ηλικίας 0+ βρέθηκε να είναι 7,6cm (6,99cm – 8,40cm), για άτομα ηλικίας 1+ 14,21cm (9,52cm – 21,26cm), για άτομα ηλικίας 2+ 21,80cm (16,43cm – 32,08cm), για άτομα ηλικίας 3+ 28,09cm (21,94cm – 35,78cm), για άτομα ηλικίας 4+ 35,56cm (31,32cm – 43,6cm) και για άτομα ηλικίας 5+ 37,20cm (33,52cm – 41,19cm). Στους Πίνακες 4.4.2.

Πίνακας 4.4.1.: Συγκεντρωτικός βιβλιογραφικός πίνακας ηλικιών της καφέ πέστροφας.

Συγγραφέας	Χώρα μελέτης	Υποείδος	Μέγιστη αναφερόμενη
			ηλικία (years)
Lobon-Cervia et al (1997)	Ισπανία	<i>S. trutta</i> , L.	3 (+)
Κλώσσα-Κίλια (1990)	Ελλάδα	<i>S. trutta macrostigma</i> , D.	3 (+)
Ball & Jones (1960)	Ουαλία	<i>S. trutta</i> , L.	4 (+)
Carlson et al. (2008)	Νορβηγία	<i>S. trutta</i> , L.	4 (+)
Kheyrandish e al. (2010)	Ιράν	<i>S. trutta</i> , L.	4 (+)
Treasurer (1976)	Σκωτία	<i>S. trutta</i> , L.	4 (+)
Crisp & Beaumont (1996)	Ουαλία	<i>S. trutta</i> , L.	5 (+)
Bagliniere & Maisse (2002)	Γαλλία	<i>S. trutta</i> , L.	5 (+)
Παρούσα έρευνα (2011)	Ελλάδα	<i>S. lourosensis</i> , D.	5 (+)
Dauod et al (1986)	Ιρλανδία	<i>S. trutta</i> , L.	6 (+)
Elliot (1988)	Αγγλία	<i>S. trutta</i> , L.	6 (+)
Jonsson & Sandlund (1979)	Νορβηγία	<i>Salmo trutta m. fario</i>	6 (+)
Tomoya et al (2002)	Ιαπωνία	<i>S. trutta</i> , L.	6 (+)
McFadden & Cooper (1962)	ΗΠΑ	<i>S. trutta</i> , L.	7 (+)
Frost & Smyly (1952)	Αγγλία	<i>S. trutta</i> , L.	8 (+)
Sigler (1952)	ΗΠΑ	<i>Salmo trutta fario</i> , L.	8 (+)
Ozvarol et al (2010)	Τουρκία	<i>S. trutta</i> , L.	8 (+)
Steingrimsen & Gislason (2002)	Ισλανδία	<i>S. trutta</i> , L.	9 (+)
Parra et al (2009)	Ισπανία	<i>S. trutta</i> , L.	9 (+)
Alp et al (2005)	Τουρκία	<i>S. trutta macrostigma</i> , D.	9 (+)
Campel (1971)	Σκωτία	<i>S. trutta</i> , L.	14 (+)

Το μέσο μεσουραίο μήκος για άτομα ηλικίας 0+ βρέθηκε να είναι 7,6cm (6,99cm – 8,40cm), για άτομα ηλικίας 1+ 14,21cm (9,52cm – 21,26cm), για άτομα ηλικίας 2+ 21,80cm (16,43cm – 32,08cm), για άτομα ηλικίας 3+ 28,09cm (21,94cm – 35,78cm), για άτομα ηλικίας 4+ 35,56cm (31,32cm – 43,6cm) και για άτομα ηλικίας 5+ 37,20cm (33,52cm – 41,19cm). Στους Πίνακες 4.4.2.

και 4.4.3. παρουσιάζονται οι επικρατούσες ηλικίες τα μέσα μεσουραία μήκη ανά ηλικία, τα ελάχιστα και μέγιστα τους, καθώς και οι τιμές αυτές από βιβλιογραφικές πηγές.

Πίνακας 4.4.2.: Επικρατούσες ηλικίες της καφέ πέστροφας από την παρούσα έρευνα αλλά και από βιβλιογραφικές πηγές.

Συγγραφέας	Χώρα Μελέτης	Επικρατούσα ηλικία επί του πληθυσμού
Sigler 1952	ΗΠΑ	1+
Frost & Smyly (1952)	Αγγλία	2+
McFadden & Cooper (1962)	ΗΠΑ	0+
Treasurer (1976)	Σκωτία	2+
Dauod et al (1986)	Ιρλανδία	0+
Κλώσσα-Κύλια (1990)	Ελλάδα	1+
Kheyrandish e al. (2010)	Ιράν	1+
Παρούσα έρευνα	Ελλάδα	2+

Το θεωρητικό μέγιστο μεσουραίο μήκος που υπολογίστηκε είναι 48,79cm. Οι Alp et al (2005) βρήκαν τιμές αρκετά κοντά στο θεωρητικό μέγιστο (51cm) για την *S. trutta macrostigma* από ένα ρυάκι στη Τουρκία καθώς και οι Bagliniere & Maisse (2002) από τη Γαλλία (44,5cm). Στον Πίνακα 4.4.4 παρουσιάζονται συγκριτικά οι παράμετροι της εξίσωσης του Von Bertalanffy από την παρούσα έρευνα αλλά και από βιβλιογραφικές πηγές.

Το γεγονός ότι η αύξηση και το μέγεθος του *S. lourosensis* είναι υψηλό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι ο ποταμός Λούρος έχει στην ουσία ασβεστιτική λεκάνη απορροής. Οι Τσουμάνη και συνεργάτες (2003) αναφέρουν αγωγιμότητα νερού σχετικά σταθερή (350μS/cm), τιμή που χαρακτηρίζεται φυσιολογική για την ποιότητα του νερού. Οι Logez & Pont (2011) βρήκανε ότι η αύξηση του *S. trutta* ήταν κατά μέση τιμή μικρότερη σε πυριτικές λεκάνες απορροής απ’ ότι σε ασβεστιτικές. Αυτό πιθανώς να οφείλεται στην υψηλότερη αγωγιμότητα του νερού καθώς και από την ποσότητα των θρεπτικών στο νερό (Kwak & Waters 1997, Almodóvar et al, 2006) σε ποτάμια με ασβεστιτικές λεκάνες απορροής. Στο ρυθμό αύξησης παίζει σημαντικό ρόλο η ατμοσφαιρική θερμοκρασία (Logez & Pont 2011), η θερμοκρασία του νερού (Lobon-Cervia et al, 1997) καθώς και από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής διαβίωσης της πέστροφας (Logez & Pont 2011). Η αύξηση αυτή όμως μπορεί να είναι εφικτή μόνο αν υπάρχει πληθώρα τροφής στο περιβάλλον. Οι Steingrimsen & Gislason (2002) αναφέρουν ότι για τους πληθυσμούς της καφέ

πέστροφας που διαβιούν σε ρυάκια μπορούν να διατηρήσουν ένα υψηλό ρυθμό αύξησης μόνο αν έχουν πρόσβαση είτε σε ενεργειακά υψηλής ποιότητας τροφή, είτε σε λείες μεγάλου μεγέθους είτε σε μικρού μεγέθους λεία αλλά σε υψηλή αφθονία.

Στη περίπτωση του ποταμού Λούρου, ο πληθυσμός της πέστροφας είναι απομονωμένος από τον κάτω ρου του ποταμού λόγω της ύπαρξης φράγματος στη τοποθεσία Άγιος Γεώργιος. Λόγω της ιδιομορφίας της λεκάνης απορροής του ποταμού, των κλιματικών συνθηκών και της ύπαρξης ικανοποιητικού αριθμού τροφής, σχεδόν καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, οι πληθυσμοί της ενδημικής πέστροφας βρίσκουν ένα περιβάλλον ευνοϊκό για την αύξησή τους. Οι Johnsson & Sandlund (1979) μελέτησαν την αύξηση της ενδημικής πέστροφας στο ποτάμιο σύστημα Sore Osa στη Νορβηγία, σε ένα σύστημα όπου το ποτάμι έχει αποκοπεί από την κατασκευή φράγματος, Βρήκανε ότι τα άτομα που συλλέχθηκαν εκεί παρουσίαζαν μια πολύ ετερογενή κατανομή μηκών, αλλά μεταβάλλεται με την αύξηση της ηλικίας. Για τις μεγαλύτερες ηλικίες συλλέχτηκαν άτομα μήκους 22-33cm, με αναφορές από αλιείς μέχρι 45cm. Η ύπαρξη λίμνης στο Sore Osa προϋποθέτει τη διαρκή παροχή τροφής στις πέστροφες καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Στη περίπτωση της ενδημικής πέστροφας του Λούρου θα πρέπει να εξεταστεί εάν υπάρχουν πληθυσμοί πέστροφας μετά τις πηγές του Αγίου Γεωργίου, δηλαδή στη λεκάνη της φραγμαλίμνης. Λόγω του σταθερού όγκου νερού, των μικρότερων θερμοκρασιακών μεταβολών του νερού στη διάρκεια του έτους, καθώς και της διαρκούς παροχής τροφής στις λίμνες (Johnsson & Sandlund 1979), θεωρητικά η φραγμαλίμνη υποστηρίζει πληθυσμό ενδημικής πέστροφας ηλικίας μεγαλύτερης των 5 ετών. Η έλλειψη ατόμων ηλικίας μεγαλύτερης 5 ετών στον άνω ρου του ποταμού μπορεί να αποδοθεί ότι άτομα μεγάλου μεγέθους δυσκολεύονται να κινηθούν στο ποτάμι, ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς και φθινοπωρινούς μήνες όπου η στάθμη των υδάτων είναι αρκετά χαμηλή.

Πίνακας 4.4.3.: Μέσα παρατηρούμενα μεσουραία μήκη, ελάχιστα και μέγιστα ανά ηλικία, από την παρούσα έρευνα και από βιβλιογραφικές πηγές,

Συγγραφέας	Χώρα	Υποείδος	Age									
			0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+
West & Smyly (1952)	Αγγλία	<i>S. trutta</i> , L.	8,6	18,1	21,8	24,2	26,1	27,2	27,6	28,7		
El & Jones (1960)	Ουαλία	<i>S. trutta</i> , L.	9,1	15,3	21,7	26,6	30,6					
Πάσσα-Κύλια (1990)	Ελλάδα	<i>S. t. macrostigma</i>	10,1 (5-15)	15,7 (9-27)	21 (13-31)	22,2 (19-29)						
Anna et al (1992)	Ισπανία	<i>S. trutta</i> , L.		(8,2-10,7)	(11,6-17,5)	(14,5-17,9)						
Sp & Beaumont (1995)	Αγγλία	<i>S. trutta</i> , L.	(2,8-7,2)	(7,9-10,7)	(11,6-13,7)	(14,4-15,9)	(16,3-17,4)					
Don-Cervia et al (1997)	Ισπανία	<i>S. trutta</i> , L.	7,85 (6,9-9,1)	13,75 (10,7-16,8)	19,28 (16,4-23,2)							
Ingrimson & Mason (2002)	Ισλανδία	<i>S. trutta</i> , L.	2,5	5,7								
Novaya et al (2002)	Ιαπωνία	<i>S. trutta</i> , L.		(7-13)	(21-27)	(18-33)	(29-31)	(31-46)	(56-67)			
et al (2005)	Τουρκία	<i>S. t. macrostigma</i>	9,2 (8-10)	11,8 (8,7-14,9)	15,97 (13,5-16,6)	21,2 (18,2-24,3)	26,8 (24,7-28,1)	30,8 (29,5-32,8)	35,3 (35-35,5)	37 (34-39,5)		48,5
Ar et al (2009)	Ισπανία	<i>S. trutta</i> , L.	6,8 (5,7-10,1)	13,9 (11,2-17,6)	18,3 (15,6-24)	22,9 (19,4-29,1)						
Arrol et al (2010)	Τουρκία	<i>S. trutta</i> , L.	(4,3-6,4)	(9,3-11,1)	(12,9-13,6)	(14,9-17,8)	(17,7-20,1)	(19,7-23,7)	(23,3-25,3)	26,9	38,5	
Πάσσα εργασία (2011)	Ελλάδα	<i>S. lourosensis</i> , D.	7,6 (6,99-8,4)	14,6 (9,52-1,26)	22,1 (16,43-32,08)	28,09 (21,94-35,78)	35,56 (31,32-43,6)	37,20 (33,52-41,19)				



Πίνακας 4.4.4.: Παράμετροι της εξίσωσης του Von Bertalanffy από την παρούσα έρευνα και από βιβλιογραφικές πηγές,

Συγγραφέας	Περιοχή μελέτης	Υποείδος	L_{∞}	k	t_0	Φ
Dauod et al (1986)	Ιρλανδία	<i>S. trutta</i> , L.	28,5	0,45	0,62	
Crisp & Beaumont (1995)	Ουαλία	<i>S. trutta</i> , L.	21,6	0,31		
Crisp & Beaumont (1996)	Ουαλία	<i>S. trutta</i> , L.	21,5	0,20		
			21,6	0,31		
			21,5	0,34		
Bagliniere & Maisse (2002)	Γαλλία	<i>S. trutta</i> , L.	10,67	0,0005	468	
			44,5	0,23	0,54	
Alp et al (2005)	Τουρκία	<i>S. t. macrostigma</i> , D.	51	0,131	-1,220	
			72,75	0,097	-0,91	
Ozvarol et al (2010)	Τουρκία	<i>S. trutta</i> , L.	31,91	0,161	1,476	2,2146
			28,52	0,195	1,071	2,2003
			40,93	0,148	0,693	2,3943
			35,61	0,134	1,512	2,2302
Παρούσα εργασία (2011)	Ελλάδα	<i>S. lourosensis</i> , D.	48,79	0,254	0,148	2,78

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΔΙΑΤΡΟΦΗ

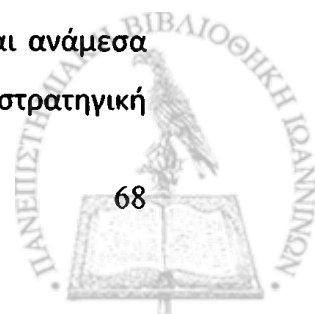


5.1 Εισαγωγή

Η επιβίωση, η αύξηση, η αναπαραγωγή αλλά και γενικότερα οι βιολογικές διεργασίες των ιχθύων εξαρτώνται από την πρόσληψη ενέργειας και θρεπτικών συστατικών, τα οποία εξασφαλίζονται από τη διατροφική τους δραστηριότητα. Η αύξηση και η ευρωστία των ιχθύων, σχετίζονται άμεσα όχι μόνο με την ποσότητα αλλά και από την ποιότητα της τροφής. Η παρουσία μιας συγκεκριμένης λείας στη δίαιτα ενός ιχθύος εξαρτάται από τη διαθεσιμότητά της, από τη δυνατότητα εντοπισμού της, από το θηρευτή καθώς από την επιλογή της λείας ως τροφή (Wootton 1990). Σύμφωνα με τους Weatherley & Gill (1987) η μορφολογία του σώματος, του στόματος, των δοντιών, των βραγχιακών ακάνθων και του πεπτικού σωλήνα καθορίζουν τη σύσταση της λείας. Επιπλέον, βάσει αυτών των μορφολογικών χαρακτηριστικών, οι ιχθύες τείνουν να επιλέγουν την κατά δυνατόν μεγαλύτερη λεία για την κάλυψη των ενεργειακών του απαιτήσεων. Στις περιπτώσεις που μικρού μεγέθους λεία βρίσκεται σε αφθονία σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον, τότε ο θηρευτής προσαρμόζει τη διατροφή του πάνω σε αυτόν τον οργανισμό, μετατοπίζοντας έτσι τη θήρευση προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση (Weatherley & Gill, 1987).

Οι οργανισμοί που ζουν στα εσωτερικά ύδατα επηρεάζονται άμεσα από εξωγενείς παράγοντες όπως είναι οι περιβαλλοντικές παράμετροι και οι ανθρώπινες εισροές αλλά και από ενδογενείς παράγοντες όπως είναι οι τροφικές τους συνήθειες, το μέγεθος και η αποφυγή των κινδύνων (Miller 1990).

Η διατροφή της καφέ πέστροφας στα φυσικά οικοσυστήματα όπως ρυάκια και λίμνες έχει μελετηθεί επαρκώς (Hunt & Jones, 1972). Η καφέ πέστροφα, όπως και όλα τα σολομοειδή, είναι σαρκοφάγος οργανισμός. Από βιβλιογραφικές πηγές τρέφεται κυρίως με αρθρόποδα (ζωοβένθος, νηκτονικά) υδρόβια ή/και χερσαία, σκώληκες, μαλάκια και ιχθύες (www.fishbase.org). Η διατροφή της ενδημικής πέστροφας του ποταμού Λούρου μελετάται για πρώτη φορά. Από τη μελέτη αυτή θα απαντηθούν ερωτήματα σχετικά με τη τροφική δραστηριότητα του είδους σε σχέση με το μήκος σώματος, την ποιοτική και ποσοτική σύσταση της τροφής σε εποχική βάση σε σχέση με το μήκος σώματος. Το τροφικό επίπεδο και οι μεταβολές αυτού θα αναλυθούν σε εποχικό επίπεδο και σε σχέση με τις ηλικιακές κλάσεις. Ακόμη, θα εκτιμηθεί το τροφικό εύρος και η τροφική επικάλυψη που εμφανίζεται ανάμεσα στις διάφορες εποχές και το μέγεθος των ατόμων καθώς και θα περιγραφεί η στρατηγική



διατροφής που χρησιμοποιεί η πέστροφα σύμφωνα με την τροποποιημένη μέθοδο του Costello (Amundsen et al. 1996).

5.2 Υλικά και Μέθοδοι

Μετά την αναισθητοποίηση των ιχθύων και την καταγραφή βάρους, τα άτομα φωτογραφιζόταν, και ακολουθούσε η αφαίρεση των λεπιών, και η συλλογή του στομαχικού τους περιεχομένου. Εξ' αιτίας της κατάστασης που βρίσκεται το είδος (Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ειδών της Ελλάδας) κρίθηκε σκόπιμο να μη θανατωθεί κανένα άτομο. Έτσι, για την αφαίρεση του στομαχικού περιεχομένου επιλέχθηκε η μέθοδος της πλύσης του στομάχου (Giles, 1980; Lagarigue et al, 2002). Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στην Ελλάδα και η πραγματοποίησή της με προσεκτικούς χειρισμούς περιορίζει τις θνησιμότητες των ιχθύων πρακτικώς στο μηδέν.

Για τη μέθοδο πλύσης στομάχου χρησιμοποιήθηκε εύκαμπτο πλαστικό σωληνάκι πάχους 4mm το οποίο τοποθετούνταν στη στομαχική κοιλότητα του κάθε ατόμου από την στοματική περιοχή. Στη συνέχεια, νερό υπό πίεση διοχετεύονταν στο στομάχι των ιχθύων με τη βοήθεια σύριγγας 100mL. Το στομαχικό περιεχόμενο εξερχόταν συνεχόμενα δια της στοματικής οδού με τη συνεχόμενη παροχή νερού και το στομαχικό περιεχόμενο συλλεγόταν σε πλαστικό δοχείο. Μετά την αφαίρεση του περιττού νερού, το στομαχικό περιεχόμενο αποθηκευόταν σε πλαστικά δοχεία, ακολουθούσε κωδικοποίηση του δείγματος (κωδικός ψαριου, ημερομηνία κτλ.) και συντήρηση. Η συντήρηση έγινε με διάλυμα φορμαλδεΐδης 4%. Σε περιπτώσεις όπου στο στομαχικό περιεχόμενο εμπεριέχονταν ιχθύες, για τη συντήρηση του δείγματος χρησιμοποιούταν διάλυμα φορμαλδεΐδης 10%.

Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου ελέγχθηκε πριν εφαρμοστεί στην ενδημική πέστροφα, σε πέστροφες καλλιέργειας *Oncorhynchus mykiss*, στον Κρατικό Ιχθυογεννητικό Σταθμό Λούρου, με την άδεια των υπευθύνων. Πέντε άτομα ιριδίζουσας πέστροφας διαφόρων μηκών αναισθητοποιήθηκαν με φαινοξυαιθανόλη και στη συνέχεια εφαρμόστηκε η παραπάνω μέθοδος. Στη συνέχεια τα άτομα αυτά αφέθηκαν στο αναισθητικό έως ότου θανατωθούν και με τη χρήση ανατομικού ψαλιδιού αφαιρέθηκε ολόκληρο το πεπτικό σύστημά τους. Κατά την εξέτασή των στομάχων, κανένα υπόλειμμα τροφής δεν βρέθηκε μέσα σ' αυτά όπως και στο υπόλοιπο πεπτικό σύστημα. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι μετά από προσεκτική



παρατήρηση των οισοφάγων και των στομάχων, κανένας τραυματισμός από τον πλαστικό σωλήνα δεν παρατηρήθηκε στους ιστούς.

Η ανάλυση του στομαχικού περιεχομένου έγινε σε 279 άτομα της πέστροφας *S. lurosensis*. Επίσης, καταγράφηκε ο αριθμός των άδειων στομαχιών. Πριν εξεταστεί το στομαχικό περιεχόμενο, αυτό ξεπλενόταν μερικές φορές για την απομάκρυνση της φορμόλης. Η παρατήρηση και η εξέταση του στομαχικού περιεχομένου έγινε με τη χρήση στερεοσκοπίου με διερχόμενο φως (Nikon SMZ-1). Οι διαφορετικές ομάδες οργανισμών ταυτοποιήθηκαν με χρήση κλείδας (Needham & Needham, 1962), καταμετρήθηκαν και αφού αφέθηκαν σε απορροφητικό χαρτί για λίγα λεπτά, μετρήθηκε το υγρό τους βάρος σε ζυγό ακριβείας (OHAUS Adventurer 0,001gr). Οι λάρβες των τριχόπττερων ζυγίσθηκαν μαζί με τις φωλιές τους, όπου αυτές συναντιόταν.

Λόγω της τεχνικής που ακολουθήθηκε, στις περισσότερες των περιπτώσεων το στομαχικό περιεχόμενο ήταν, αν όχι σε άριστη, σε πολύ καλή κατάσταση και έτσι ήταν εφικτός ο προσδιορισμός της λείας σε επίπεδο γένους και όχι απλώς σε επίπεδο οικογένειας όπως είθισται.

Για την καλύτερη ανάλυση των εποχικών και ενδο-ειδικών διακυμάνσεων στη διατροφή, οι μήνες κατηγοριοποιήθηκαν σε εποχές (Φθινόπωρο: Σεπτέμβριος-Νοέμβριος, Χειμώνας: Δεκέμβριος-Φεβρουάριος, Άνοιξη: Μάρτιος-Μάιος, Καλοκαίρι: Ιούνιος-Αύγουστος).

Για την ποσοτική περιγραφή της δίαιτας χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της συχνότητας εμφάνισης, η αριθμητική μέθοδος και η βαρομετρική μέθοδος.

Η μέθοδος της συχνότητας εμφάνισης είναι η πιο γρήγορη προσέγγιση για την ποσοτική εκτίμηση της δίαιτας των ιχθύων (Bowen, 1983). Δημιουργήθηκε μια λίστα με όλες της ομάδες λείας που εντοπίστηκαν σε όλα τα άτομα και καταγράφηκε η παρουσία ή η απουσία τους από το κάθε άτομο. Το ποσοστό των υπό μελέτη ατόμων που περιέχουν ένα ή περισσότερα άτομα της ίδιας λείας αποτελεί τη συχνότητα εμφάνισης αυτού του τύπου στη δίαιτα. Τα αποτελέσματα της μεθόδου αυτής δείχνουν τον βαθμό ομοιομορφίας που εκδηλώνουν τα άτομα ενός δείγματος ως προς την επιλογή της λείας. Αν σχεδόν όλα τα άτομα ενός πληθυσμού καταναλώνουν ένα είδος τροφής αυτό τότε θα έχει υψηλή συχνότητα εμφάνισης, ενώ τα άτομα που καταναλώνουν μόνο ορισμένες λείες θα έχουν χαμηλή συχνότητα



παρατήρηση των οισοφάγων και των στομάχων, κανένας τραυματισμός από τον πλαστικό σωλήνα δεν παρατηρήθηκε στους ιστούς.

Η ανάλυση του στομαχικού περιεχομένου έγινε σε 279 άτομα της πέστροφας *S. lurosensis*. Επίσης, καταγράφηκε ο αριθμός των άδειων στομαχιών. Πριν εξεταστεί το στομαχικό περιεχόμενο, αυτό ξεπλενόταν μερικές φορές για την απομάκρυνση της φορμόλης. Η παρατήρηση και η εξέταση του στομαχικού περιεχομένου έγινε με τη χρήση στερεοσκοπίου με διερχόμενο φως (Nikon SMZ-1). Οι διαφορετικές ομάδες οργανισμών ταυτοποιήθηκαν με χρήση κλείδας (Needham & Needham, 1962), καταμετρήθηκαν και αφού αφέθηκαν σε απορροφητικό χαρτί για λίγα λεπτά, μετρήθηκε το υγρό τους βάρος σε ζυγό ακριβείας (OHAUS Adventurer 0,001gr). Οι λάρβες των τριχόπττερων ζυγίσθηκαν μαζί με τις φωλιές τους, όπου αυτές συναντιόταν.

Λόγω της τεχνικής που ακολουθήθηκε, στις περισσότερες των περιπτώσεων το στομαχικό περιεχόμενο ήταν, αν όχι σε άριστη, σε πολύ καλή κατάσταση και έτσι ήταν εφικτός ο προσδιορισμός της λείας σε επίπεδο γένους και όχι απλώς σε επίπεδο οικογένειας όπως είθισται.

Για την καλύτερη ανάλυση των εποχικών και ενδο-ειδικών διακυμάνσεων στη διατροφή, οι μήνες κατηγοριοποιήθηκαν σε εποχές (Φθινόπωρο: Σεπτέμβριος-Νοέμβριος, Χειμώνας: Δεκέμβριος-Φεβρουάριος, Άνοιξη: Μάρτιος-Μάιος, Καλοκαίρι: Ιούνιος-Αύγουστος).

Για την ποσοτική περιγραφή της δίαιτας χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της συχνότητας εμφάνισης, η αριθμητική μέθοδος και η βαρομετρική μέθοδος.

Η μέθοδος της συχνότητας εμφάνισης είναι η πιο γρήγορη προσέγγιση για την ποσοτική εκτίμηση της δίαιτας των ιχθύων (Bowen, 1983). Δημιουργήθηκε μια λίστα με όλες της ομάδες λείας που εντοπίστηκαν σε όλα τα άτομα και καταγράφηκε η παρουσία ή η απουσία τους από το κάθε άτομο. Το ποσοστό των υπό μελέτη ατόμων που περιέχουν ένα ή περισσότερα άτομα της ίδιας λείας αποτελεί τη συχνότητα εμφάνισης αυτού του τύπου στη δίαιτα. Τα αποτελέσματα της μεθόδου αυτής δείχνουν τον βαθμό ομοιομορφίας που εκδηλώνουν τα άτομα ενός δείγματος ως προς την επιλογή της λείας. Αν σχεδόν όλα τα άτομα ενός πληθυσμού καταναλώνουν ένα είδος τροφής αυτό τότε θα έχει υψηλή συχνότητα εμφάνισης, ενώ τα άτομα που καταναλώνουν μόνο ορισμένες λείες θα έχουν χαμηλή συχνότητα



εμφάνισης. Η μέθοδος αυτή δεν δείχνει τη σημαντικότητα των διαφόρων τύπων λείας στη δίαιτα. Επίσης, η υψηλή συχνότητα εμφάνισης μιας λείας δεν συνεπάγεται κατ' ανάγκη και την υψηλή θρεπτική της αξία.

Με την αριθμητική μέθοδο, ο αριθμός των διαφορετικών λειών καταγράφεται για κάθε άτομο ξεχωριστά (Bowen, 1983). Ο αριθμός των διαφορετικών λειών αυτών εκφράζεται επί ποσοστιαίας βάσης στον συνολικό αριθμό καταναλωμένων λειών ανά κατηγορία. Η μέση εκατοστιαία αριθμητική σύσταση κάθε τύπου τροφής προκύπτει από την άθροιση όλων των τιμών από κάθε ψάρι και τη διαίρεση τους με τον αριθμό του δείγματος. Η μέθοδος αυτή περιγράφει την κατ' άτομο σύνθεση τροφής και συχνά συνδυάζεται με την εκατοστιαία βαρομετρική μέθοδο καθώς επίσης και με μετρήσεις του ρυθμού κατανάλωσης της λείας για την εκτίμηση της επίδρασης των θηρευτών στη δυναμική του πληθυσμού της λείας.

Με τη βαρομετρική μέθοδο το βάρος της κάθε ομάδας λείας εκφράζεται ως ποσοστό του συνολικού βάρους της καταναλωμένης τροφής για κάθε άτομο ξεχωριστά (Bowen, 1983). Όπως προαναφέρθηκε, μετρήθηκε το υγρό βάρος για κάθε άτομο λείας. Η ποσοστιαία σύσταση κατά βάρος προτιμήθηκε από την ογκομετρική γιατί η αξία της τροφής είναι περίπου αναλογική του βάρους. Έτσι η ποσοστιαία σύσταση κατά βάρος εκφράζει τη σχετική σημαντικότητα των διαφόρων κατηγοριών τροφής στη θρέψη των ψαριών.

Το εκατοστιαίο ποσοστό (%) του αριθμού των ατόμων κάθε κατηγορίας λείας (Cn) εκφράζεται από τη σχέση:

$$C_n = n \times 100 / \Sigma n,$$

όπου n = ο αριθμός ατόμων μιας συγκεκριμένης λείας και Σn = ο συνολικός αριθμός λειών του στομαχικού περιεχομένου.

Το εκατοστιαίο ποσοστό (%) του βάρους των ατόμων κάθε κατηγορίας λείας (Cw) εκφράζεται από τη σχέση:

$$C_w = w \times 100 / \Sigma w,$$

όπου w = το βάρος των ατόμων μιας συγκεκριμένης λείας και Σw = το συνολικό βάρος των λειών του στομαχικού περιεχομένου.

Η συχνότητα συνάντησης κάθε λείας (F) εκτιμήθηκε από τον τύπο:

$$F = 100 \times N / (T - E),$$

όπου N = ο αριθμός των στομαχικών περιεχομένων που περιέχουν μια συγκεκριμένη λεία, T = ο συνολικός αριθμός των στομαχικών περιεχομένων που εξετάστηκαν και E = ο αριθμός των κενών στομάχων.

Κατά τη διατροφική μελέτη ενός οργανισμού οι πληροφορίες που προέρχονται από τις πρώτες τρεις μεθόδους συχνά έχουν κάποια στατιστική απόκλιση μεταξύ τους όσον αφορά τη σημαντικότητα της τροφής (Hyslop, 1980). Για την εκτίμηση της σημαντικότητας της κάθε λείας, έχουν δημιουργηθεί δείκτες που συνδυάζουν τις παραπάνω μεθόδους που αποσκοπούν στη μείωση του στατιστικού σφάλματος, όπως ο δείκτης IRI (Index of Relative Importance) (Hyslop, 1980):

$$IRI = (\%N + \% \Sigma w) \times \%F$$

Η ποικιλία των ειδών της λείας που βρέθηκε στο στομαχικό περιεχόμενο και αντανακλά το εύρος του τροφικού θώκου (Scrimgeour & Winterbourn 1987) εκτιμήθηκε μέσω του δείκτη ποικιλότητας H' (Shannon & Weaver 1963):

$$H' = - \sum (p_i \times \ln p_i),$$

οπού: p_i το ποσοστό των ατόμων που ανήκουν στο είδος i .

Το ποσοστό p_i μπορεί να εκφράζει αριθμητική αφθονία, βιομάζα και συχνότητα εμφάνισης (παρουσία – απουσία), ενός είδους λείας. Ο δείκτης ποικιλότητας υπολογίσθηκε λαμβάνοντας υπόψη την αριθμητική αφθονία για κάθε εποχή και κάθε ηλικιακή κλάση. Ο δείκτης αυτός θεωρείται αρκετά ευαίσθητος στην ανίχνευση μεταβολών της ποικιλότητας των ειδών και



παρέχει μια γενική ένδειξη για το σχετικό μέγεθος της τροφικής εξειδίκευσης.

Η ποικιλότητα της λείας εκτιμήθηκε με τον δείκτη Simpson. Ο δείκτης αυτός δείχνει αν δυο τυχαία δείγματα από το ίδιο περιβάλλον δεν ανήκουν στο ίδιο είδος (όσο μεγαλύτερη είναι η αφθονία μεταξύ των ειδών, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα τα δυο αυτά δείγματα να ανήκουν σε διαφορετικά είδη. Ο δείκτης Simpson είναι ο εξής:

$$D = 1 - \sum (p_i^2),$$

όπου p_i = το ποσοστό των ατόμων που ανήκουν στο είδος i . Ο δείκτης αυτός παίρνει τιμές από 0 έως 1, με τη μονάδα να σημαίνει πλήρη ομαλότητα, δηλαδή όλα τα είδη απαντώνται σε ίσους αριθμούς.

Για την εύρεση της τροφικής επικάλυψης χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης Schoener (Schoener's Index). Ο δείκτης Schoener (C) επιτρέπει τη σύγκριση της δίαιτας μεταξύ ειδών (δια-ειδικός ανταγωνισμός) αλλά και μεταξύ ηλικιακών κλάσεων (ενδο-ειδικός ανταγωνισμός). Υπολογίζει το βαθμό στον οποίο τα είδη χρησιμοποιούν τις ίδιες τροφικές πηγές και περιγράφεται από την εξίσωση:

$$C = 1 - 0.5 \times (|P_{xi} - P_{yi}|),$$

όπου: p_{xi} = το ποσοστό της τροφής i που χρησιμοποιείται από το είδος x και p_{yi} = το ποσοστό της τροφής i που χρησιμοποιείται από το είδος y . Οι τιμές του δείκτη τροφικής επικάλυψης κυμαίνονται από 0 (εντελώς ανόμοιο διαιτολόγιο) ως 1 (εντελώς όμοιο διαιτολόγιο). Ο υπολογισμός του δείκτη τροφικής επικάλυψης έγινε με βάση τη βιομάζα των ειδών λείας που συμμετείχαν στη δίαιτα, διότι θεωρήθηκε ότι το βάρος της τροφής είναι περισσότερο αντιπροσωπευτικό της ενέργειας που προσλαμβάνει ο οργανισμός με τη διαδικασία της θρέψης. Η επικάλυψη των τροφικών θώκων μεταξύ των ειδών θεωρείται ότι έχει σημαντική βιολογική σημασία όταν η τιμή του δείκτη είναι μεγαλύτερη από 0,6 (Wallace 1981).

Δείγματα βένθους συλλέχθηκαν σε μηνιαία βάση για το συσχετισμό της διατροφής με τη λεία που υπήρχε στο ενδιαίτημα (Steingrimssohn & Gislason, 2002). Ο συντελεστής



εκλεκτικότητας (E^*) κατά Vanderploeg και Scavia (1979), θεωρείται από τον Lechowicz (1982) περισσότερο αξιόπιστος από άλλες μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση της προτίμησης λείας. Ο δείκτης (E^*) υπολογίζεται ως εξής:

$$E^*_i = (W_i - n^{-1}) \times (W_i + n^{-1})^{-1},$$

όπου n είναι ο αριθμός των διαθέσιμων ειδών λείας και W_i υπολογίζεται ως εξής:

$$W_i = (r_i \times p_i^{-1}) \times \Sigma[(r_i \times p_i^{-1})]^{-1},$$

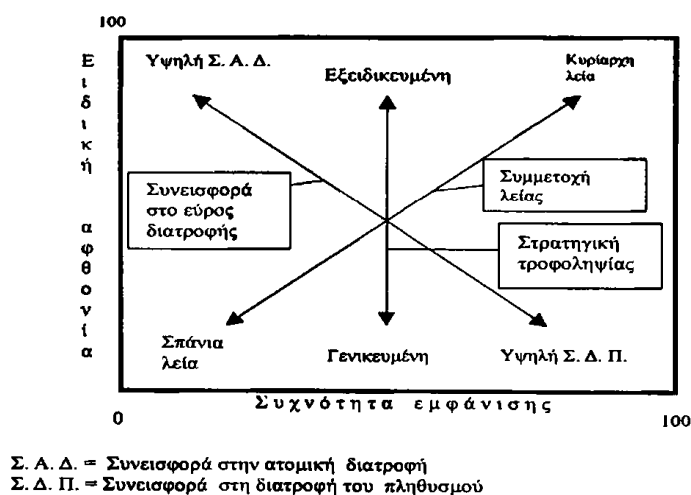
όπου r_i και p_i είναι το ποσοστό του τύπου λείας i στα στομάχια των ψαριών και στο περιβάλλον, αντίστοιχα. Ο δείκτης (E^*) κυμαίνεται από -1 έως 1. Θεωρητικά, οι αρνητικές τιμές σημαίνουν αποφυγή, οι θετικές τιμές δείχνουν προτίμηση και η τιμή 0 δεν αντιπροσωπεύει καμία επιλογή. Θα πρέπει να σημειωθεί, ωστόσο, ότι η μέγιστη προτίμηση 1 μπορεί να επιτευχθεί μόνον υπό ρεαλιστικές συνθήκες όπου $r = 1$, $p = 0$ και ο αριθμός των ειδών διατροφής είναι άπειρος (Lechowicz 1982).

Για τη μελέτη της στρατηγικής της διατροφής ενός είδους ο Costello (1990) πρότεινε τη χρήση μεθοδολογίας, η οποία βασίζεται στη γραφική απεικόνιση σε σύστημα αξόνων, της συχνότητας εμφάνισης και της αφθονίας της λείας όπως έχει καταμετρηθεί στα στομάχια των ατόμων που εξετάστηκαν. Απεικονίζει δηλαδή τη σχετική σημασία της λείας (κυρίαρχη ή σπάνια) και το βαθμό ομοιογένειας που δείχνουν οι θηρευτές στην επιλογή της λείας. Η τροποποίηση που πρότειναν οι Amundsen et al. (1996) για να παρακάμψουν κάποια μειονεκτήματα της παραπάνω μεθόδου, που είχαν επισημανθεί από τους Costello et al. (1991), Tokeshi (1991) και Amundsen et al. (1996), εισάγει την παράμετρο της ειδικής αφθονίας της λείας, η οποία ορίζεται ως το ποσοστό των ατόμων της λείας εκφραζόμενο μόνο στα στομάχια στα οποία η συγκεκριμένη λεία έχει βρεθεί και υπολογίζεται από τον τύπο:

$$P_i = (\Sigma S_{ij} / \Sigma S_{ii}) \times 100,$$

όπου, P_i είναι η ειδική αφθονία της λείας i , S_i το στομαχικό περιεχόμενο (όγκος, βάρος ή αριθμός) που περιέχει τη λεία i και S_H το συνολικό στομαχικό περιεχόμενο των θηρευτών με τη λεία i στα στομάχια τους.

Από τη γραφική απεικόνιση, όπως φαίνεται στην Εικόνα 5.2.1., λαμβάνονται πληροφορίες σχετικές με τη στρατηγική διατροφής και τη σημασία της κάθε τροφής κατά μήκος των διαγωνίων και των αξόνων του διαγράμματος. Η αφθονία αυξανόμενη κατά τη διαγώνιο από την κάτω αριστερή προς την πάνω δεξιά γωνία, δίνει μια μέτρηση της σημαντικότητας της λείας, με επικρατέστερη λεία αυτή που βρίσκεται στην επάνω γωνία και σπάνια λεία στην κάτω. Ο κάθετος άξονας αντιπροσωπεύει τη στρατηγική διατροφής του θηρευτή ορίζοντας την εξειδίκευση (specialization) για τροφές που είναι τοποθετημένες στο πάνω μέρος του γραφήματος ή τη γενίκευση (generalization) για τροφές που συναντώνται στην κάτω περιοχή και έχουν καταναλωθεί περιστασιακά.



Εικόνα 5.2.1.: Επεξηγηματικό διάγραμμα της τροποποιημένης μεθόδου Costello (Amundsen et al. 1996).

Τροφές οι οποίες είναι τοποθετημένες στην επάνω αριστερή ή στην κάτω δεξιά γωνία είναι ενδεικτικές της διαφορετικής στρατηγικής διατροφής των ατόμων του υπό μελέτη είδους, κατά τους Amundsen et al. (1996). Η λεία με υψηλή ειδική αφθονία και χαμηλή συχνότητα εμφάνισης (επάνω αριστερά), έχει καταναλωθεί από μικρό μέρος του πληθυσμού που επιδεικνύει εξειδίκευση. Η λεία αυτή έχει υψηλή συνεισφορά στη διατροφή λίγων ατόμων τα οποία έχουν στενό ατομικό εύρος διατροφής. Η λεία με χαμηλή ειδική αφθονία και υψηλή

συχνότητα εμφάνισης (κάτω δεξιά), έχει συλληφθεί περιστασιακά από τα περισσότερα άτομα του πληθυσμού. Η λεία αυτή έχει υψηλή συνεισφορά στο σύνολο του πληθυσμού, αλλά χαμηλή συνεισφορά στο ατομικό διαιτολόγιο του κάθε ατόμου, τα οποία επιδεικνύουν μεγαλύτερο ατομικό εύρος διατροφής.

5.3 Αποτελέσματα

5.3.1 Ποσοτική περιγραφή

Από τα 279 στομάχια που εξετάστηκαν, τα 256 (91,76%) περιείχαν τροφή, ενώ τα 23 (8,24%) ήταν άδεια. Το ποσοστό των κενών στομαχιών ανά εποχή ήταν 4,17% το καλοκαίρι, 9,3% το φθινόπωρο, 25,53% το χειμώνα και 9,46% την άνοιξη.

Αναγνωρίστηκαν 12 τροφικές κατηγορίες οι οποίες ανήκουν σε 6 κύριες ομάδες: κρουστοφόρα, έντομα, μαλάκια, αραχνοειδή, δακτυλιοσκήληκες και οστεϊχθείς (Πίνακας 5.3.1.1.). Στον πίνακα αυτό παρουσιάζονται επίσης οι δείκτες % *F*, % *Cn*, % *Cw* και % *IRI* προκειμένου να αξιολογηθεί η συνολική συνεισφορά κάθε κατηγορίας λείας στη διατροφή του είδους. Επίσης στους πίνακες 5.3.1.2. και 5.3.1.3. παρουσιάζεται η εποχική σύνθεση της δίαιτας και η σύνθεση της δίαιτας για κάθε ηλικιακή κλάση, όπως επίσης και οι δείκτες % *F*, % *Cn*, % *Cw* και % *IRI*.

Στα καρκινοειδή διακρίνονται τα αμφίποδα, και ειδικότερα το είδος *Echinogammarus artemedii*, (S. Karaman, 1931) και τα ισόποδα (*Oniscus* sp.). Στα έντομα διακρίνονται οι τάξεις των εφημερόπτερων, των πλεκόπτερων, των τριχόπτερων, των δίπτερων και των κολεόπτερων. Από τα εφημερόπτερα αναγνωρίστηκαν τρία γένη: *Ephemera* sp., *Ironodes* sp. και *Baetis* sp. Από τα πλεκόπτερα αναγνωρίστηκαν δυο γένη: *Pteronarcissa* sp. και *Leuctra* sp. Από τα τριχόπτερα αναγνωρίστηκαν τέσσερα γένη και μία οικογένεια: *Leptocella* sp., *Rhyacophylla* sp., *Hydropsyche* sp., *Halesus* sp. και *Limnophilidae*. Από τα δίπτερα αναγνωρίστηκαν τέσσερα γένη: *Chironomus* sp. (larvae, pupa), *Simulium* sp., *Bibiocephala* sp. και *Sarcophaga* sp. Από τα κολεόπτερα αναγνωρίστηκαν δύο γένη και μία οικογένεια: *Promoesia* sp., *Helophorus* sp. και *Helodidae*. Από τα μαλάκια αναγνωρίστηκαν τρία γένη: το γαστερόποδο *Physa* sp., και τα δίθυρα *Lymnaea* sp. και *Pisidium* sp. Τα μαλάκια συγχωνευτήκαν και παρουσιάζονται ως μια τάξη.

Τα είδη που παρουσίασαν τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης (F %) στα στομάχια της πέστροφας που αναλύθηκαν ήταν τα εφημερόπτερα (84,82%) και τα αμφίποδα (82,10%). Δευτερεύοντα ρόλο στο διαιτολόγιο είχαν τα τριχόπτερα (46,69%) τα δίπτερα (44,36%) και τα πλεκόπτερα (34,63%). Οι υπόλοιπες λείες παρουσίασαν χαμηλά σχετικά ποσοστά εμφάνισης, με μικρότερα εκείνα των αραχνοειδών (1,17%).

Με βάση την αριθμητική μέθοδο (Cn %), τα αμφίποδα αποτέλεσαν την κύρια τροφή, φθάνοντας το 65,39% του συνολικού αριθμού λειών που συμπεριλαμβάνονταν στο στομαχικό περιεχόμενο. Ακολουθούν με μεγάλη διαφορά τα εφημερόπτερα (25,58%) με την αμέσως επόμενη τα τριχόπτερα (3,03%). Όλες οι άλλες τροφικές ομάδες στη σύνθεση του διαιτολογίου ήταν πολύ χαμηλότερες (2-0,02%).

Πίνακας 5.3.1.: Συνολική σύνθεση της δίαιτας της *S. lourosensis*, ως προς την (%) εμφάνιση συχνότητας, την (%) αριθμητική μέθοδο, την % κατά βάρος και το % Δ.Κ.Σ. των κύριων τροφικών λειών.

Τροφική κατηγορία	F (%)	N	Cn (%)	Cw (%)	IRI (%)
Καρκινοειδή					
Αμφίποδα	82,10	8692	65,39	40,92	61,50
Ισόποδα	8,95	31	0,23	2,10	0,15
Έντομα					
Εφημερόπτερα	84,82	3400	25,58	18,70	26,47
Πλεκόπτερα	34,63	205	1,54	7,46	2,20
Δίπτερα	46,69	266	2,00	11,00	4,28
Τριχόπτερα	44,36	403	3,03	8,60	3,64
Κολεόπτερα	4,67	12	0,09	0,53	0,02
Άλλα έντομα	10,12	73	0,55	2,60	0,22
Μαλάκια	28,79	199	1,50	5,95	1,51
Αραχνοειδή	1,17	3	0,02	0,44	0
Δακτυλιοσκήληκες	1,95	5	0,04	0,42	0,01
Οστεϊχθείς	1,56	4	0,03	1,28	0,01

Πίνακας 5.3.1.2.: Συνολική σύνθεση της διαίτας της *S. lourosensis*, , ως προς την (%) εμφάνιση συχνότητας, την (%) αριθμητική μέθοδο, την % κατά βάρος και το % Δ.Κ.Σ. των κύριων τροφικών λειών, ανά εποχή.

Τροφική κατηγορία	Εποχή									
	Καλοκαίρι					Φθινόπωρο				
	% F	N	% Cn	% Cw	% IRI	% F	N	% Cn	% Cw	% IRI
Καρκινοειδή										
Αμφίποδα	95,65	3111	73,46	44,37	68,64	91,46	3777	83,25	53,10	81,52
Ισόποδα	7,25	5	0,12	2,10	0,10	12,20	15	0,33	2,48	0,22
Έντομα										
Εφημερόπτερα	94,20	822	19,41	18,12	21,53	68,29	512	11,28	14,52	11,52
Πλεκόπτερα	28,99	28	0,66	5,97	1,17	32,93	82	1,81	6,53	1,80
Δίπτερα	55,07	109	2,57	12,23	4,97	42,68	51	1,12	9,88	3,07
Τριχόπτερα	43,48	97	2,29	8,19	2,78	21,95	28	0,62	3,65	0,61
Κολεόπτερα	2,90	2	0,05	0,34	0,01	2,44	2	0,04	0,30	0,01
Άλλα έντομα	14,49	38	0,90	3,17	0,36	13,41	25	0,55	3,32	0,34
Μαλάκια	15,94	19	0,45	3,91	0,42	24,39	41	0,90	4,69	0,89
Αραχνοειδή	2,90	2	0,05	1,09	0,02	1,22	1	0,02	0,38	
Δακτυλιοσκώληκες	2,90	2	0,05	0,50	0,01	2,44	2	0,04	0,71	0,01
Οστεϊχθείς						1,22	1	0,02	0,44	

Πίνακας 5.3.1.2. (συνέχεια): Συνολική σύνθεση της διαίτας της *S. lourosensis*, , ως προς την (%) εμφάνιση συχνότητας, την (%) αριθμητική μέθοδο, την % κατά βάρος και το % Δ.Κ.Σ. των κύριων τροφικών λειών, ανά εποχή.

Τροφική κατηγορία	Εποχή									
	Χειμώνας					Άνοιξη				
	% F	N	% Cn	% Cw	% IRI	% F	N	% Cn	% Cw	% IRI
Καρκινοειδή										
Αμφίποδα	75,00	324	42,69	28,65	33,91	64,18	1480	43,31	35,58	31,73
Ισόποδα	5,56	2	0,26	1,22	0,05	8,96	9	0,26	2,51	0,16
Έντομα										
Εφημερόπτερα	86,11	287	37,81	25,05	34,31	98,51	1779	52,06	27,26	48,97
Πλεκόπτερα	63,89	67	8,83	18,04	1,88	28,36	28	0,82	7,98	1,56
Δίπτερα	36,11	24	3,16	10,81	3,20	50,75	82	2,40	13,90	5,18
Τριχόπτερα	47,22	72	9,49	11,69	6,34	73,13	206	6,03	16,81	10,47
Κολεόπτερα	2,78	1	0,13	0,97	0,02	10,45	7	0,20	1,04	0,08
Άλλα έντομα						7,46	10	0,29	2,70	0,14
Μαλάκια	63,89	91	11,99	15,83	11,26	29,85	48	1,40	7,50	1,67
Αραχνοειδή										
Δακτυλιοσκώληκες	2,78	1	0,13	0,49	0,01					
Οστεϊχθείς	5,56	2	0,26	0,24	0,02	1,49	1	0,03	4,76	0,04

Μελετώντας τα αποτελέσματα υπολογισμού της μεθόδου κατά βάρος (Cw %), δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις στη συμμετοχή της κάθε λείας σε σύγκριση με

την αριθμητική μέθοδο (Cn %). Τα αμφίποδα κατέλαβαν ποσοστό 40,92%, με τα εφημερόπτερα να ακολουθούν 18,7% και τα τριχόπτερα με ποσοστό 8,6%.

Η χρησιμοποίηση του δείκτη σχετικής σπουδαιότητας έδειξε τη σημασία των αμφιπόδων στη διατροφή της ενδημικής πέστροφας του π. Λούρου (61,5%). Από τις υπόλοιπες τροφικές κατηγορίες τα εφημερόπτερα κατέχουν την αμέσως επόμενη θέση (26,47%) με τα δίπτερα να κατέχουν την τρίτη θέση (4,28%).

Πίνακας 5.3.1.3.: Συνολική σύνθεση της διαίτας της *S. lourosensis*, ως προς την (%) εμφάνιση συχνότητας, την (%) αριθμητική μέθοδο, την % κατά βάρος και το % Δ.Κ.Σ. των κύριων τροφικών λειών, ανά ηλικία.

Τροφική κατηγορία	Ηλικία									
	0+					1+				
	% F	N	% Cn	% Cw	% IRI	% F	N	% Cn	% Cw	% IRI
Καρκινοειδή										
Αμφίποδα	50,00	1	25,00	27,27	15,03	41,94	72	8,07	10,60	5,44
Ισόποδα						9,68	3	0,34	2,89	0,22
Έντομα										
Εφημερόπτερα	100,00	3	75,00	72,73	84,97	96,77	615	68,95	26,61	64,20
Πλεκόπτερα						54,84	43	4,82	14,95	7,53
Δίπτερα						45,16	29	3,25	13,90	5,38
Τριχόπτερα						67,74	69	7,74	18,94	12,55
Κολεόπτερα						6,45	2	0,22	1,31	0,07
Άλλα έντομα						3,23	1	0,11	0,53	0,01
Μαλάκια						41,94	56	6,28	9,48	4,59
Αραχνοειδή										
Δακτυλιοσκόληκες						3,23	1	0,11	0,53	0,01
Οστείχθεις						3,23	1	0,11	0,26	0,01

Πίνακας 5.3.1.3.(συνέχεια): Συνολική σύνθεση της διαίτας της *S. lourosensis*, ως προς την (%) εμφάνιση συχνότητας, την (%) αριθμητική μέθοδο, την % κατά βάρος και το % Δ.Κ.Σ. των κύριων τροφικών λειών, ανά ηλικία.

Τροφική κατηγορία	Ηλικία									
	2+					3+				
	% F	N	% Cn	% Cw	% IRI	% F	N	% Cn	% Cw	% IRI
Καρκινοειδή										
Αμφίποδα	85,05	3290	54,38	35,08	49,48	100	2087	83,75	54,57	81,32
Ισόποδα	6,54	9	0,15	1,71	0,08	11	5	0,20	1,89	0,14
Έντομα										
Εφημερόπτερα	95,33	2248	37,16	23,64	37,69	81	241	9,67	11,27	9,92
Πλεκόπτερα	30,84	47	0,78	6,96	1,55	33	22	0,88	7,65	1,67
Δίπτερα	52,34	152	2,51	12,71	5,18	56	41	1,65	8,82	3,42
Τριχόπτερα	54,21	218	3,60	10,63	5,02	39	51	2,05	5,18	1,65
Κολεόπτερα	6,54	7	0,12	0,63	0,03	3	1	0,04	0,23	
Άλλα έντομα	7,48	23	0,38	1,46	0,09	22	24	0,96	5,15	0,80
Μαλάκια	21,50	50	0,83	5,22	0,85	31	20	0,80	5,24	1,09
Αραχνοειδή	2,80	3	0,05	1,13	0,02					
Δακτυλιοσκόληκες	2,80	3	0,05	0,83	0,02					
Οστεϊχθείς										

Πίνακας 5.3.1.3.(συνέχεια): Συνολική σύνθεση της διαίτας της *S. lourosensis*, ως προς την (%) εμφάνιση συχνότητας, την (%) αριθμητική μέθοδο, την % κατά βάρος και το % Δ.Κ.Σ. των κύριων τροφικών λειών, ανά ηλικία.

Τροφική κατηγορία	Ηλικία									
	4+					5+				
	% F	N	% Cn	% Cw	% IRI	% F	N	% Cn	% Cw	% IRI
Καρκινοειδή										
Αμφίποδα	100,00	211	85,43	43,86	75,44	100,00	254	96,21	76,91	93,45
Ισόποδα	33,33	6	2,43	4,00	1,25					
Έντομα										
Εφημερόπτερα	100,00	21	8,50	25,19	19,66					
Πλεκόπτερα	16,67	1	0,40	7,88	0,81					
Δίπτερα	33,33	3	1,21	5,78	1,36	66,67	4	1,52	8,03	3,43
Τριχόπτερα						33,33	3	1,14	2,51	0,66
Κολεόπτερα										
Άλλα έντομα	16,67	3	1,21	10,14	1,10	33,33	3	1,14	12,55	2,46
Μαλάκια	16,67	2	0,81	3,15	0,39					
Αραχνοειδή										
Δακτυλιοσκόληκες										
Οστεϊχθείς										

Για άτομα ηλικίας 0+, τα εφημερόπτερα παρουσίασαν τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης (F %) (100%) με τα αμφίποδα να ακολουθούν (50%). Στην ηλικιακή κλάση 1+, τα εφημερόπτερα παρουσίασαν τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης (96,77%) με τα τριχόπτερα δεύτερα (67,74%) και τα πλεκόπτερα τρίτα (54,84%). Στην ηλικιακή κλάση 2+, κυριαρχούν τα

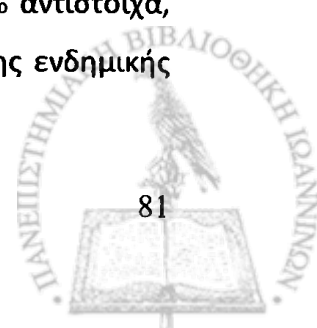
εφημερόπτερα (95,33%) και τα αμφίποδα (85,05%). Για τα άτομα ηλικίας 3+ τα αμφίποδα παρουσίασαν τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης (100%) με τα εφημερόπτερα να έχουν συχνότητα εμφάνισης 80,56%. Για τις ηλικιακές κλάσεις 4+ και 5+ τα αμφίποδα παρουσίασαν συχνότητα εμφάνισης 100% αντίστοιχα.

Με βάση την αριθμητική μέθοδο (C_n %), για τα άτομα ηλικίας 0+ τα εφημερόπτερα αποτέλεσαν την κύρια τροφή (75%) με τα αμφίποδα στη δεύτερη θέση (25%). Στα άτομα ηλικίας 1+ τα εφημερόπτερα είναι η κυρίαρχη λεία με ποσοστό 68,95%. Τα αμφίποδα που ακολουθούν έχουν ποσοστό μόλις 8,07%. Στην ηλικιακή κλάση 2+ τα αμφίποδα έχουν το μεγαλύτερο ποσοστό με 54,38% και τα εφημερόπτερα ακολουθούν με ποσοστό 37,16%. Στις ηλικιακές κλάσεις 3+, 4+ και 5+ τα αμφίποδα είναι η κυρίαρχη λεία και καταλαμβάνουν ποσοστό 83,75%, 85,43% και 96,21% αντίστοιχα.

Μελετώντας τα αποτελέσματα υπολογισμού της μεθόδου κατά βάρος (C_w %), στην ηλικιακή κλάση 1+ παρόλο που τα εφημερόπτερα με βάση την αριθμητική μέθοδο είχαν ποσοστό 68,98%, στη μέθοδο αυτή καταλαμβάνουν ποσοστό 26,61%. Σε γενικές γραμμές τα αποτελέσματα με τη μέθοδο αυτή είναι παρόμοια με τη μέθοδο του αριθμητικού υπολογισμού.

Ο δείκτης σχετικής σπουδαιότητας διαμορφώθηκε και αυτός σε γενικές γραμμές σύμφωνα με τις μεθόδους του αριθμητικού υπολογισμού και του βάρους σε όλες τις ηλικιακές κλάσεις.

Η σπουδαιότητα που έδειξαν οι κύριες τροφικές κατηγορίες και τις τέσσερις εποχές ήταν παρόμοια με το διατροφικό πρότυπο που έδειξε ο πληθυσμός της ενδημικής πέστροφας καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Οι λείες ταξινομήθηκαν σε 12 βασικές κατηγορίες και οι εποχικές διακυμάνσεις του IRI παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.3.1.4. Τα αμφίποδα μαζί με εφημερόπτερα αποτέλεσαν τις κύριες κατηγορίες σε όλες τις εποχές. Το καλοκαίρι συμμετείχαν στη διατροφή με ποσοστό 68,64% και 21,53% αντίστοιχα, το φθινόπωρο με ποσοστό 81,52% και 11,52% αντίστοιχα, το χειμώνα με ποσοστό 33,91% και 34,31% αντίστοιχα και την άνοιξη με ποσοστό 31,73% και 48,97% αντίστοιχα. Εκτός των υπόλοιπων λειών που συμμετείχαν στο διαιτολόγιο με πολύ μικρά ποσοστά, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι τον χειμώνα τα πλεκόπτερα και τα διάφορα έντομα έφτασαν σε σπουδαιότητα το ποσοστό του 10,88% και 11,26% αντίστοιχα, ενώ την άνοιξη τα δίπτερα το ποσοστό του 10,47%. οι μεταβολές στη δίαιτα της ενδημικής



πέστροφας μπορεί να οφείλονται στη μεταβολή της αφθονίας των οργανισμών ανάλογα με τις εποχές.

Στον Πίνακα 5.3.1.5. παρουσιάζονται οι μεταβολές του ποσοστού του IRI κατά ηλικιακή κλάση. Στην πρώτη ηλικιακή κλάση (0+) τα εφημερόπτερα είναι κύρια τροφική κατηγορία, όπως και στ δεύτερη (1+). Σε όλες τις άλλες ηλικιακές κλάσεις τα αμφίποδα κυριαρχούν έναντι των άλλων λειών, με τα εφημερόπτερα να ακολουθούν.

Πίνακας 5.3.1.4.: Εποχική διακύμανση της διαίτας της <i>S. lourosensis</i> .				
Τροφικές Κατηγορίες	Εποχές			
	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας	Άνοιξη
Αμφίποδα	68,64	81,52	33,91	31,73
Ισόποδα	0,1	0,22	0,05	0,16
Εφημερόπτερα	21,53	11,52	34,31	48,97
Πλεκόπτερα	1,17	1,8	10,88	1,56
Τριχόπτερα	4,97	3,07	3,20	5,18
Δίπτερα	2,78	0,61	6,34	10,47
Κολεόπτερα	0,01	0,01	0,02	0,08
Μαλάκια	0,36	0,34		0,14
Διάφορα έντομα	0,42	0,89	11,26	1,67
Αραχνοειδή	0,02			
Δακτυλιοσκόληκες	0,01	0,01	0,01	
Οστεϊχθείς			0,02	0,04

Πίνακας 5.3.1.5.: Διακύμανση της δίαιτας της *S. lourosensis*, ανά ηλικιακή κλάση.

Τροφικές κατηγορίες	Ηλικιακή κλάση					
	0+	1+	2+	3+	4+	5+
Αμφίποδα	1	72	3290	2087	211	254
Ισόποδα		3	9	5	6	
Εφημερόπτερα	3	615	2248	241	21	
Πλεκόπτερα		43	47	22	1	
Τριχόπτερα		29	152	41	3	4
Δίπτερα		69	218	51		3
Κολεόπτερα		2	7	1		
Μαλάκια		1	23	24	3	3
Διάφορα έντομα		56	50	20	2	
Αραχνοειδή			3			
Δακτυλιοσκώληκες		1	3			
Οστείχθεις		1				

5.3.2 Δείκτης ποικιλότητας Shannon–Wiener (H')

Το εύρος του τροφικού θώκου ως προς τα είδη λείας που εκμεταλλεύονται οι ενδημικές πέστροφες είναι στενό εξαιτίας της εξειδίκευσης που δείχνουν σε αμφίποδα και έντομα και ειδικότερα σε εφημερόπτερα. Οι τιμές του αριθμού των διαφόρων κατηγοριών λείας καθώς και του δείκτη ποικιλότητας Shannon–Wiener (H') του στομαχικού περιεχομένου της *S. lourosensis*, στις τέσσερις εποχές παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.3.2.1., όπως και για τις έξι ηλικιακές κλάσεις στον Πίνακα 5.3.2.2. Το φθινόπωρο καταναλώθηκε ο μεγαλύτερος αριθμός τύπων λείας λόγω αμφιπόδων. Γενικά τα αμφίποδα κυριαρχούν στη διατροφή της πέστροφας σε όλες τις εποχές. Η μεγαλύτερη τιμή του δείκτη ποικιλότητας στο διαιτολόγιο του είδους εμφανίσθηκε στα δείγματα του χειμώνα ($H' = 1.52$) ενώ μικρότερη ποικιλότητα εμφανίσθηκε τη περίοδο του φθινοπώρου ($H' = 0,65$).

Πίνακας 5.3.2.1.: Εύρος τροφικού θώκου της *S. lourosensis*, σύμφωνα με το δείκτη ποικιλότητας Shannon–Wiener (H') και αριθμός των λειών που βρέθηκαν στα στομάχια ανά εποχή.

Εποχές	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας	Άνοιξη
Αριθμός λειών	4235	4537	871	3650
H'	0,84	0,65	1,52	1,1

Πίνακας 5.3.2.2.: Εύρος τροφικού θώκου της *S. lourosensis*, σύμφωνα με το δείκτη ποικιλότητας Shannon–Wiener (H') και αριθμός των λειών που βρέθηκαν στα στομάχια ανά ηλικία.

Ηλικίες	0+	1+	2+	3+	4+	5+
Αριθμός λειών	4	892	6050	2492	247	264
H'	0,56	1,14	1,04	0,66	0,60	0,20

5.3.3 Δείκτης ποικιλότητας Simpson (D)

Η βιοποικιλότητα του στομαχικού περιεχομένου ανά εποχή παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.3.3.1. και ανά ηλικιακή κλάση στον Πίνακα 5.3.3.2. Φαίνεται ότι ο δείκτης και στους δυο πίνακες να είναι κοντά στο μηδέν. Αυτό σημαίνει ότι από τα καταγεγραμμένα είδη που μπορεί να υπάρχουν στο στομαχικό περιεχόμενο της ενδημικής πέστροφας, το πιθανότερο είναι να συναντήσει ελάχιστα είδη, δηλαδή υπάρχει ανομοιογένεια στα δείγματα του στομαχικού περιεχομένου. Στην Εικόνα 5.3.3.1. φαίνεται η συσχέτιση μεταξύ δείκτη Shannon – Simpson.

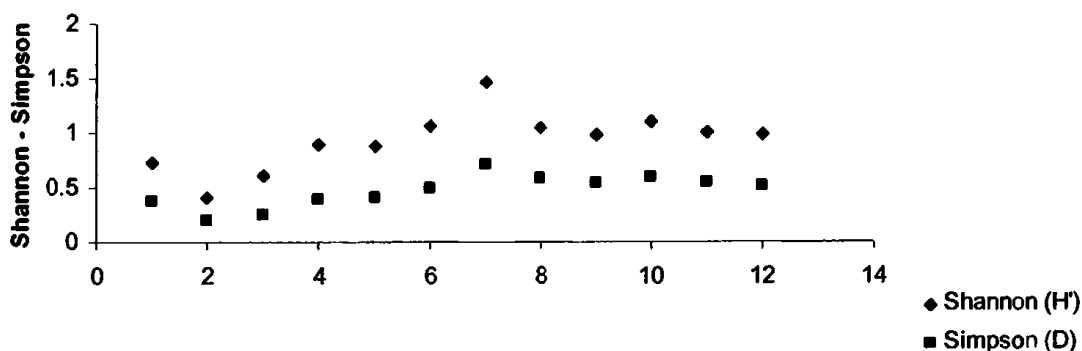
Πίνακας 5.3.3.1.: Βιοποικιλότητα του στομαχικού περιεχομένου της *S. lourosensis*, σύμφωνα με το δείκτη ποικιλότητας Simpson (D) και αριθμός των λειών που βρέθηκαν στα στομάχια ανά εποχή.

Εποχές	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας	Άνοιξη
Αριθμός λειών	4235	4537	871	3650
D	0,42	0,29	0,73	0,59

Πίνακας 5.3.3.2.: Βιοποικιλότητα του στομαχικού περιεχομένου της *S. lourosensis*, σύμφωνα με το δείκτη ποικιλότητας Simpson (D) και αριθμός των λειών που βρέθηκαν στα στομάχια ανά ηλικία.

Ηλικίες	0+	1+	2+	3+	4+	5+
Αριθμός λειών	4	892	6050	2492	247	264
D	0,38	0,5	0,56	0,26	0,29	0,07

Συσχέτιση Δεικτών Βιοποικιλότητας Shannon - Simpson



Εικόνα 5.3.3.1.: Συσχέτιση δεικτών Shannon – Simpson του στομαχικού περιεχομένου της *S. lourosensis*.

5.3.4 Επικάλυψη τροφικού θώκου με το δείκτη Schoener (C)

Η διατροφή του είδους ανάμεσα στις διάφορες εποχές δειγματοληψίας όπως και στις διάφορες ηλικίες χαρακτηρίζεται από διαφοροποίηση όπως υποδηλώνεται από τις τιμές του δείκτη Schoener ($C > 0,6$), οι οποίες φαίνονται στους Πίνακες 5.3.4.1. και 5.3.4.2.

Οι περιπτώσεις κατά τις οποίες βρέθηκε σημαντικά μεγάλη ομοιότητα του στομαχικού περιεχομένου προήλθε από τον υπολογισμό της τροφικής επικάλυψης ανάμεσα στα ζεύγη των εποχών Καλοκαίρι – Φθινόπωρο ($C = 0,88$), Καλοκαίρι – Χειμώνας ($C = 0,63$), Καλοκαίρι – Άνοιξη ($C = 0,66$) και Χειμώνας – Άνοιξη ($C = 0,80$).

Σημαντικά μεγάλη ομοιότητα του στομαχικού περιεχομένου προήλθε από τον υπολογισμό της τροφικής επικάλυψης ανάμεσα στα ζεύγη των ηλικιών 0 – 1 ($C = 0,77$), 0 – 2 ($C = 0,62$), 2 – 3 ($C = 0,70$), 2 – 4 ($C = 0,66$), 3 – 4 ($C = 0,96$), 3 – 5 ($C = 0,87$) και 4 – 5 ($C = 0,88$). Από τον Πίνακα 5.3.11. προκύπτει ότι η δίαιτα των ατόμων ηλικίας 0, 1 και 2 ετών είναι πανομοιότυπη όπως επίσης και η δίαιτα των ατόμων ηλικίας 2, 3, 4 και 5 ετών. Η δίαιτα των ατόμων μικρής ηλικίας (0+, 1+) διαφέρει αισθητά από αυτή των ατόμων μεγαλύτερης ηλικίας (3+, 4+, 5+).

Πίνακας 5.3.4.1.: Επικάλυψη του τροφικού θώκου της *S. lourosensis*, ανά εποχή.

Εποχή	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας	Άνοιξη
Καλοκαίρι	-	0,88	0,63	0,66
Φθινόπωρο		-	0,53	0,56
Χειμώνας			-	0,80
Άνοιξη				-

Πίνακας 5.3.4.2.: Επικάλυψη του τροφικού θώκου της *S. lourosensis*, ανά ηλικία.

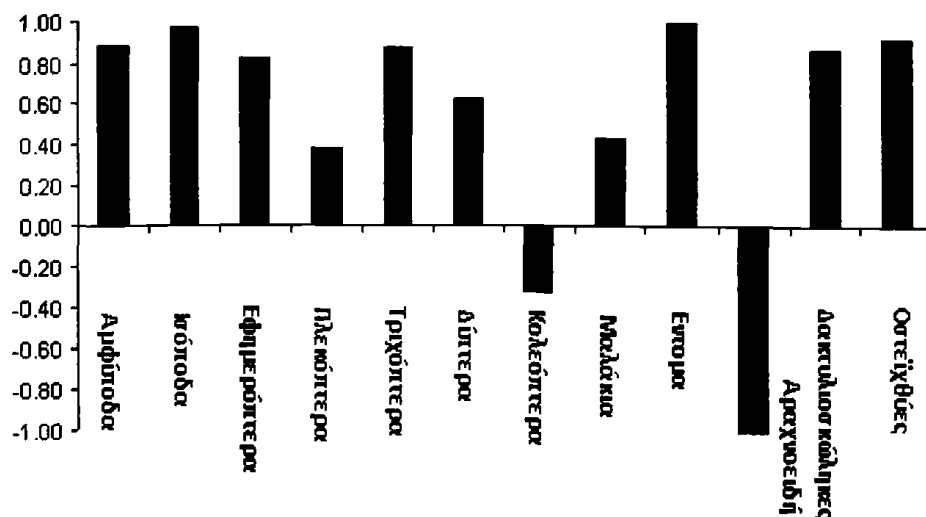
Ηλικία	0	1	2	3	4	5
0	-	0,77	0,62	0,35	0,34	0,25
1		-	0,53	0,23	0,19	0,25
2			-	0,70	0,66	0,57
3				-	0,96	0,87
4					-	0,88
5						-

5.3.5 Συντελεστής εκλεκτικότητας Vanderploeg (E*)

Οι προτιμήσεις που εκδήλωσε το υπό μελέτη είδος απέναντι στις τροφικές κατηγορίες του περιβάλλοντός του, υπολογίσθηκαν με βάση τον συντελεστή εκλεκτικότητας (E^*) Vanderploeg και Scavia και παρουσιάζονται στην Εικόνα 5.3.2. Οι τιμές του δείκτη εκλεκτικότητας κυμάνθηκαν από -1 για τα αραχνοειδή έως 0,99 για τα κολεόπτερα. Αρνητική τιμή επίσης εμφάνισαν και τα διάφορα έντομα. Τα κολεόπτερα εμφάνισαν τιμή εκλεκτικότητας 0,99, τα πλεκόπτερα και τα μαλάκια 0,96 αντίστοιχα, τα δίπτερα 0,93, τα εφημερόπτερα 0,84, οι δακτυλιοσκόληκες 0,79, τα τριχόπτερα 0,78, τα αμφίποδα 0,76 και οι οστεϊχθύες 0,68. Οι χαμηλές τιμές του δείκτη εκλεκτικότητας συνιστούν ουδέτερη προτίμηση της πέστροφας για τα ισόποδα (0,16). Στον πίνακα 5.3.5.1. παρουσιάζονται οι αριθμοί των διατροφικών λειών στο ενδιαίτημα και στο στομαχικό περιεχόμενο.

Πίνακας 5.3.5.1.: Αφθονίες ατόμων της κάθε τροφικής κατηγορίας, εκφρασμένες σε αριθμό ατόμων (N), για το ενδιαίτημα και το στομαχικό περιεχόμενο της *S. lourosensis*, στο σύνολο του πληθυσμού.

Διατροφική κατηγορία	Ενδιαίτημα (N)	Στομαχικό περιεχόμενο (N)
Αμφίποδα	23355	8692
Ισόποδα	16	31
Εφημερόπτερα	14909	3400
Πλεκόπτερα	4087	205
Τριχόπτερα	808	266
Δίπτερα	4226	403
Κολεόπτερα	1038	12
Μαλάκια	1309	73
Έντομα	23	199
Αρανοειδή	0	3
Δακτυλιοσκόλληκες	16	5
Οστεϊχθείς	8	4



Εικόνα 5.3.2.: Δείκτης εκλεκτικότητας Vanderploeg (E^*) για τις διάφορες τροφικές κατηγορίες που βρέθηκαν στα στομάχια της *S. lourosensis*. Θετικές τιμές υποδηλώνουν επιλογή λείας και αρνητικές τιμές υποδηλώνουν αποφυγή λείας. Μηδενικές τιμές υποδηλώνουν καμία επιλογή.

5.3.6 Στρατηγική διατροφής

Τα αποτελέσματα της γραφικής μεθόδου Costello (κατόπιν τροποποίησης Amundsen et al., 1996) για τη περιγραφή της διατροφικής στρατηγικής του *S. lourosensis* παρουσιάζονται στην Εικόνα 5.3.3. Στην εικόνα αυτή φαίνεται ότι τα αμφίποδα είναι η κυρίαρχη λεία, αφού παρουσίασαν υψηλή ειδική αφθονία και συχνότητα εμφάνισης σε σχέση με τις πιο πολλές

Η καφέ πέστροφα είναι σαρκοφάγος οργανισμός και εμφανίζει μεγάλη διακύμανση στην

Από την ετήσια ανάλυση των στομαχικών περιεχομένων μέσω της ποσοτικής περιγραφής, η ενδημική πέστροφα του Ποταμού Λούρου, φαίνεται να έχει μια ιδιαίτερη προτίμηση στα βενθικά εφημερόπτερα όπως και στο αμφίποδο *Echinogammarus aptelbecki*, (S. Karaman, 1931). Ακολουθούν τα τριχόπτερα, τα δίπτερα, τα πλεκόπτερα, τα διάφορα έντομα, τα μαλάκια, τα κολεόπτερα, οι δακτυλιοσκώληκες, οι οστεϊχθύες και τα αραχνοειδή. Στη διαπίστωση αυτή καταλήγει και ο Horton (1961), που αναφέρει ότι τα βενθικά ασπόνδυλα κυριαρχούν στη δίαιτα της καφέ πέστροφας, ενώ τα χερσαία απαντώνται σε μικρά ποσοστά.

Τα εφημερόπτερα αποτέλεσαν την πιο συχνά εμφανιζόμενη τροφή, αλλά τα αμφίποδα είχαν τη μεγαλύτερη συμμετοχή στην αριθμητική αλλά και βαρομετρική μέθοδο (Otto, 1976), δεδομένου ότι ο συνολικός αριθμός τους ανήλθε στα 8692 άτομα. Τα εφημερόπτερα ακολουθούν με σημαντική ποσοστιαία διαφορά, 25,58% (Cn%) και 18,7% (Cw%) (Πίνακας 5.3.1.). Όσον αφορά τη σημαντικότητα της κάθε λείας τα αμφίποδα κυριαρχούν ακολουθούμενα από τα εφημερόπτερα, με ποσοστό 61,50% και 26,67%, αντιστοίχως. Οι Alp et al (2005) βρήκαν ότι τα αμφίποδα (*Gammarus* sp.) και τα πλεκόπτερα είχαν τη μεγαλύτερη σχετική σπουδαιότητα στη δίαιτα της καφέ πέστροφας (70% και τα δυο μαζί). Οι υπόλοιπες τροφικές κατηγορίες κατέλαβαν πολύ μικρό ποσοστό στη σημαντικότητα της δίαιτας και μάλιστα με ποσοστά μικρότερα του 5% έκαστη.

Τα αραχνοειδή ήταν εξαιρετικά σπάνια και πιθανότατα η θήρευσή τους να γίνεται ευκαιριακά, από δένδρα και κλαδιά τα οποία έχουν πέσει ή καταλήξει στη κοίτη του ποταμού (Teixeira & Cortes 2006). Επίσης πολύ χαμηλά ποσοστά θήρευσης εμφάνισαν και οι δακτυλιοσκώληκες.

Οι οστεϊχθείες που βρέθηκαν στο στομαχικό περιεχόμενο ήταν ολόκληροι ή βρέθηκαν μόνο οστά τους και πιο συγκεκριμένα οστά από τα βραγχιοεπικαλυματικά. Το ολόκληρο ιχθύδιο που βρέθηκε άνηκε στο είδος *Onkorhynchus mykiss*, αλλά δεν κατέστη δυνατή η ταυτοποίηση των βραγχιοεπικαλυματικών ώστε να αναγνωριστεί το είδος του ιχθύος στις άλλες περιπτώσεις. Η ύπαρξη εκτροφείων ιριδίζουσας πέστροφας και η διαφυγή ατόμων του είδους αυτού στο ενδιαίτημα, τα περισσότερα των οποίων είναι μικρής ηλικίας και μήκους, καθιστά το είδος αυτό ως μια ακόμη λεία για την ενδημική πέστροφα. Τα ποσοστά θήρευσης ιριδίζουσας πέστροφας και πιθανώς μικρών ατόμων την *Salmo lourosensis* ήταν πολύ χαμηλά



(1,56%). Ο Bjornsson (2001) δίνει ποσοστό 7% θήρευσης σολομονοειδών από καφέ πέστροφα στη λίμνη Ellidavatn, στη νοτιοδυτική Ισλανδία. Από την άλλη πλευρά, οι Jensen et al. (2004) βρήκαν ότι η δίαιτα της καφέ πέστροφας σε μια υποαρκτική υδάτινη διαδρομή στα σύνορα Νορβηγίας και Ρωσίας αποτελούταν στο μεγαλύτερο ποσοστό (πάνω από 90%) από ιχθύες. Επίσης, οι συγγραφείς αναφέρουν ότι η θήρευση ιχθύων από την πέστροφα είναι συνηθισμένη σε λιμναία οικοσυστήματα, κάτι που διαπίστωσαν και οι Miler & Holey (1992) για την πέστροφα *Salvelinus namaycush namaycush*, στη λίμνη του Michigan. Πιθανότατα η ενδημική πέστροφα του Ποταμού Λούρου μπορεί να στραφεί στον κανιβαλισμό, ελλείψει τροφής.

Σε εποχική βάση, το καλοκαίρι, η σημαντικότερη τροφική κατηγορία που βρέθηκε ήταν τα αμφίποδα τόσο από άποψη σημαντικότητας, όσο και από την αριθμητική και βαρομετρική μέθοδο, αλλά και από άποψη σχετικής σπουδαιότητας. Το καλοκαίρι, ο αριθμός των αμφιπόδων που βρέθηκε στο στομακικό περιεχόμενο ανέρχεται στα 3.111 άτομα. Ακριβώς το ίδιο ισχύει και το φθινόπωρο, όπου τα αμφίποδα ανέρχονται στα 3.777 άτομα. Σε συσχέτιση με τον αριθμό των αμφιπόδων που βρέθηκαν στο ίζημα το καλοκαίρι (9.128 άτομα) και το φθινόπωρο (12.099 άτομα), θεωρείται ότι τα αμφίποδα τους μήνες αυτούς ήταν σε αφθονία, με αποτέλεσμα να είναι η κύρια πηγή τροφής της ενδημικής πέστροφας του ποταμού Λούρου. Ακολουθώντας, τα εφημερόπτερα αποτέλεσαν τη δεύτερη σημαντικότερη πηγή τροφής για την πέστροφα το καλοκαίρι και το φθινόπωρο (Πίνακας 5.3.2.). Το καλοκαίρι τα δίπτερα αποτέλεσαν τη τρίτη σημαντικότερη τροφική κατηγορία, σε εκατοστιαία εμφάνιση συχνότητας, σε αριθμό ατόμων, με βάση την αριθμητική και βαρομετρική μέθοδο αλλά και με βάση την σχετική σημαντικότητα. Το φθινόπωρο, τα δίπτερα ήταν τρίτα όσον αφορά την εκατοστιαία εμφάνιση συχνότητας, με βάση τη βαρομετρική μέθοδο αλλά και με βάση τη σχετική σημαντικότητα. Όσον αφορά όμως τον αριθμό των ατόμων και κατά συνέπεια την αριθμητική μέθοδο, τα πλεκόπτερα υπερίσχυαν των δίπτερων. Αυτό μπορεί να οφείλετε στο γεγονός ότι το βάρος των καταναλωμένων δίπτερων να ήταν μεγαλύτερο από το βάρος των πλεκόπτερων, με αποτέλεσμα να μη συμβαδίζει με τον αριθμό τους στο στομακικό περιεχόμενο. Όλες οι άλλες τροφικές κατηγορίες εμφάνισαν χαμηλά ποσοστά θήρευσης.

Το χειμώνα, οι τροφικές κατηγορίες παρουσίασαν πτώση όσο αφορά τη θήρευσή τους. Τα αμφίποδα ήταν περισσότερα στον αριθμό, και κατέλαβαν περισσότερο βάρος στο στομαχικό περιεχόμενο, αλλά τα εφημερόπτερα είχαν μεγαλύτερη εκατοστιαία συχνότητα αλλά και υψηλότερο δείκτη σπουδαιότητας. Σημαντικό είναι το γεγονός ότι τα μαλάκια κατέλαβαν την τρίτη θέση στη προτίμηση της πέστροφας. Αυτό μπορεί να ερμηνευθεί με το γεγονός ότι η διαθεσιμότητα στα έντομα και τα κρουστοφόρα ήταν μειωμένη την περίοδο αυτή. Την άνοιξη, τα εφημερόπτερα κατέλαβαν την πρώτη θέση στη προτίμηση της πέστροφας, με τα εφημερόπτερα να ακολουθούν. Σε γενικές γραμμές και λόγω της αφθονίας των εντόμων, λόγω καιρικών συνθηκών και αναπαραγωγής, αυτά αποτέλεσαν την κύρια πηγή τροφής της πέστροφας την άνοιξη.

Η καφέ πέστροφα που διαβιεί σε ρυάκια, μπορεί να προσαρμόσει τη διατροφή της στις εποχικές αλλαγές της αφθονίας των λειών (Faush et al, 1997). Οι διακυμάνσεις στα διατροφικά πρότυπα της πέστροφας οδηγούν στην εξεύρεση της λείας με την μεγαλύτερη αφθονία (Lagarigue et al, 2002). Σημαντικό ρόλο σε αυτή την εποχική διακύμανση της τροφής παίζει και η αυξομείωση της στάθμης του νερού (Lagarigue et al, 2002), η οποία πολλές φορές μπορεί να προκαλέσει απώλεια των βενθικών ασπόνδυλων για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα (Moog, 1993; Céréghino & Lavandier, 1998).

Τα βενθικά ασπόνδυλα σύμφωνα με τον McCormack (1962) αποτελούν πιθανότατα την πιο σημαντική τροφή των ατόμων ηλικίας 0+. Ο Elliot (1970) αναφέρει ότι η ποικιλότητα καθώς και το μέγεθος της τροφής συνήθως αυξάνει με την ηλικία, όμως τα βενθικά ασπόνδυλα παραμένουν σημαντική πηγή τροφής για άτομα ηλικίας 1+. Επιπλέον, άτομα ηλικίας 1+, τρέφονται και με ασπόνδυλα στη στήλη του νερού αλλά και χερσαία. Ακόμη αναφέρει ότι οι πέστροφες ηλικίας 2+ και μεγαλύτερες τρέφονται κυρίως με χερσαία ασπόνδυλα και ασπόνδυλα από τη στήλη του νερού, αλλά τρέφονται και με βενθικά ασπόνδυλα τα οποία συμβάλλουν στη σύσταση μεγάλου μέρους της βιομάζας της διατροφής. Οι Frost & Brown (1967) αναφέρουν όμως ότι οι διατροφικές συνήθειες της καφέ πέστροφας εξαρτώνται και από το οικοσύστημα στο οποίο διαβιεί αυτή.

Τα στομαχικά περιεχόμενα από άτομα ηλικίας 0+ που εξετάστηκαν, βρέθηκαν να έχουν καταναλώσει μόνο εφημερόπτερα και αμφίποδα. Λόγω του μικρού τους μεγέθους και στη



δυσκολία τους να κινηθούν σε περιοχές του ποταμού με έντονη ροή, τα μικρά άτομα τρέφονται κυρίως με βενθικά ασπόνδυλα. Οι Faush et al (1997) αναφέρουν ότι τα ψάρια επιλέγουν περιοχές όπου η ροή του ρεύματος είναι χαμηλή, για ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας από την κολύμβηση και κατά συνέπεια μεγιστοποίηση της αύξησης. Η κύρια τροφική κατηγορία των ατόμων ηλικίας 1+ ήταν τα εφημερόπτερα (Πίνακας 5.3.3.). Τα τριχόπτερα και τα πλεκόπτερα, όπως και τα εφημερόπτερα, είχαν μεγάλη εμφάνιση συχνότητας στα στομάχια. Τα δίπτερα, τα αμφίποδα και τα μαλάκια εμφάνισαν μια σχετικά μέση συχνότητα εμφάνισης. Φαίνεται ότι η διαίτα των ατόμων ηλικίας 1+ αποτελείται κυρίως από νύμφες υδρόβιων εντόμων, αλλά και από αμφίποδα. Η διαίτα των ατόμων ηλικίας 2+, 3+, 4+ και 5+ παρουσιάζει μεγάλες ομοιότητες, με τα αμφίποδα και τα εφημερόπτερα να κυριαρχούν.

Το διατροφικό φάσμα της ενδημικής πέστροφας του Ποταμού Λούρου παρουσιάζει εποχικές διακυμάνσεις. Με βάση το IRI κυρίαρχη θέση στη διαίτα της πέστροφας παίζουν τα αμφίποδα τους καλοκαιρινούς και φθινοπωρινούς μήνες. Η αφθονία των αμφιπόδων στο ενδιαίτημα τα καθιστά ως την πιο εύκολα ανευρέσιμη λεία. Για το λόγο αυτό ο δείκτης ποικιλότητας H' είναι χαμηλός το καλοκαίρι (0.84), ιδιαιτέρως όμως το φθινόπωρο (0.65). Τους χειμερινούς μήνες τα εφημερόπτερα έχουν τον κύριο λόγο στη διαίτα με τα αμφίποδα να έχουν σχεδόν τα ίδια ποσοστά, ενώ την άνοιξη ο κυρίαρχος τύπος της διαίτας είναι τα εφημερόπτερα. Η αφθονία των ειδών μειώνεται σημαντικά τους χειμερινούς μήνες, αναγκάζοντας έτσι την πέστροφα να προσαρμόσει την διαίτά της, θηρεύοντας ότι υπάρχει διαθέσιμο στο ενδιαίτημα. Για το λόγο αυτό το χειμώνα παρατηρούνται αυξημένες τιμές IRI στα πλεκόπτερα (10,88%), στα μαλάκια (11,26%) και στα δίπτερα (6,34%). Αξίζει να σημειωθεί το γεγονός ότι τα εφημερόπτερα τους χειμερινούς μήνες είχαν ποσοστό 34.91% ενώ τα αμφίποδα 33,91%. Εξαιτίας αυτού, ο δείκτης ποικιλότητας H' εμφάνισε την υψηλότερη τιμή το χειμώνα (1.52). Την άνοιξη σχεδόν η μισή διαίτα της πέστροφας αποτελούταν από εφημερόπτερα (48,97%). Αθροιστικά τα έντομα αποτέλεσαν σχεδόν το 68% όσον αφορά τη σπουδαιότητα της διαίτας της πέστροφας την άνοιξη. Η προτίμηση της πέστροφας σε βενθικά έντομα τους ανοιξιάτικους μήνες μπορεί να ερμηνευτεί από το γεγονός ότι αυτά βρέθηκαν σε μεγάλες αφθονίες στο ίζημα, με αποτέλεσμα η πέστροφα να στραφεί στη θήρευσή τους για την κάλυψη των ενεργειακών της αναγκών.



Σε γενικές γραμμές η πέστροφα φαίνεται να προτιμάει τα βενθικά ασπόνδυλα (κυρίως όμως αμφίποδα και εφημερόπτερα) καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, αλλά σε περιπτώσεις μη επαρκούς κάλυψης των τροφικών της αναγκών στρέφεται σε οτιδήποτε μπορεί να καταναλώσει από το οικοσύστημα. Ο Johnsen (1978) επίσης παρατήρησε στη λίμνη Dalsvatn στη Νορβηγία ότι η δίαιτα της καφέ πέστροφας αποτελούταν κυρίως από βενθικά ασπόνδυλα. Το οικοσύστημα που διαβιεί η καφέ πέστροφα παίζει σημαντικό ρόλο στη διατροφή της. Οι πέστροφες που ζουν στη στήλη του νερού (θάλασσα, λίμνες) στρέφονται κυρίως σε επιφανειακά αρθρόποδα ή σε αυτά που βρίσκονται στη στήλη του νερού, ενώ η επιβενθικές, όπως η πέστροφα του Λούρου, στρέφονται στο ζωοβένθος για την κάλυψη των τροφικών τους αναγκών (Jonsson, 1989).

Το εύρος του τροφικού θώκου μεταξύ των ηλικιακών κλάσεων επίσης παρουσιάζει διακυμάνσεις. Για άτομα ηλικίας 0+ το εύρος ήταν χαμηλό, μόλις 0.56, βάσει του IRI. Ο μικρός αριθμός στομαχικών περιεχομένων από άτομα της κλάσης αυτής, δημιουργεί πρόβλημα στην εξεύρεση ορθών αποτελεσμάτων για τις διατροφικές προτιμήσεις της πέστροφας. Πάντως βάσει IRI, τα άτομα ηλικίας 0+ κατανάλωσαν περίπου στα $\frac{3}{4}$ βενθικά εφημερόπτερα, πράγμα που συμφωνεί με τις παρατηρήσεις των Mann & Orr (1969) για άτομα μήκους κάτω των 10cm. Τα άτομα που ανήκουν στην ηλικιακή κλάση 1+ κατανάλωσαν περισσότερα βενθικά έντομα (κυρίως εφημερόπτερα και δίπτερα) απ' ότι αμφίποδα. Όμως οι ηλικιακές κλάσεις 1+ και 2+ παρουσίασαν μεγάλο εύρος στις τροφικές κατηγορίες. Για τις υπόλοιπες ηλικιακές κλάσεις το τροφικό εύρος ήταν στενό, αφού η συντριπτική πλειοψηφία της τροφής βάσει του IRI, ήταν τα αμφίποδα. Στη δίαιτα της ενδημικής πέστροφας του Ποταμού Λούρου δεν παρατηρήθηκε το φαινόμενο της ελάττωσης στην κατανάλωση των βενθικών αρθροπόδων με την αύξηση της ηλικίας, όπως διαπίστωσαν οι Teixeira & Cortes (2006) σε δυο ρυάκια στη βορειοανατολική Πορτογαλία. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί πάλι βάσει του ότι η πέστροφα του Λούρου είναι επιβενθική και τρέφεται κατά κύριο λόγο με βενθικά αρθρόποδα (Jonsson, 1989).

Η βιοποικιλότητα του στομαχικού περιεχομένου με βάση τον δείκτη ποικιλότητας Simpson (D) παρουσίασε χαμηλές τιμές το καλοκαίρι και το φθινόπωρο, ενώ σχετικά υψηλές τιμές το χειμώνα και την άνοιξη. Οι χαμηλές τιμές τους δυο αυτούς μήνες οφείλεται στο γεγονός ότι τα αμφίποδα και τα εφημερόπτερα ήταν οι κυρίως προτιμώμενες τροφικές κατηγορίες. Ο υψηλός



δείκτης ποικιλότητας τον χειμώνα μπορεί να αποδοθεί στη μείωση του αριθμού της κύριας τροφής της πέστροφας, δηλαδή τα αμφίποδα και τα εφημερόπτερα, πράγμα που οδηγεί την πέστροφα στην εξεύρεση άλλων τύπων λείας για την αναπλήρωση των ενεργειακών της αναγκών. Η σχετικά υψηλή ποικιλότητα την άνοιξη μπορεί να αποδοθεί στον αυξημένο αριθμό των βενθικών εντόμων στο ενδιαίτημα, πέραν των αμφιπόδων.

Άτομα που ανήκουν στην ηλικιακή κλάση 0+ εμφάνισαν χαμηλή βιοποικιλότητα του στομαχικού περιεχομένου με βάση τον δείκτη ποικιλότητας Simpson (D). Αυτό οφείλεται στο ότι ο αριθμός των λειών στο στομαχικό περιεχόμενο ήταν πολύ μικρός και στο ότι υπήρξαν μόνο τρεις τροφικές κατηγορίες. Τα άτομα ηλικίας 1+ και 2+ εμφάνισαν μια μέση βιοποικιλότητα, με τιμές 0.5 και 0.56 αντίστοιχα. Αυτό αποδίδεται στο γεγονός ότι τα άτομα των ηλικιών αυτών, εκτός από αμφίποδα και εφημερόπτερα, κατανάλωναν και αρκετούς άλλους τύπους λείας. Για τα άτομα ηλικίας 3+, 4+ και 5+, ο δείκτης βιοποικιλότητας του στομαχικού περιεχομένου ήταν εξαιρετικά χαμηλός, πράγμα που οφείλεται στην εκλεκτικότητα των κλάσεων αυτών κυρίως στα αμφίποδα και τα εφημερόπτερα.

Το καλοκαίρι και το φθινόπωρο σημειώθηκε ιδιαίτερα υψηλή τροφική επικάλυψη των θώκων της *S. lourosensis*, που οφείλεται στο γεγονός ότι τις δυο αυτές εποχές η διαίτα της πέστροφας παρουσιάζει έντονη ομοιομορφία, αφού οι πέστροφες τρέφονταν κυρίως με αμφίποδα και εφημερόπτερα. Χαμηλή τροφική επικάλυψη μεταξύ φθινοπώρου - χειμώνα και άνοιξης οφείλεται στο γεγονός ότι η διαίτα μεταξύ αυτών των εποχών παρουσίασε διακυμάνσεις, όπως έχει προαναφερθεί.

Για τις ηλικιακές κλάσεις η τροφική επικάλυψη παρουσιάζει ορισμένες ιδιαιτερότητες. Άτομα ηλικίας 0+ παρουσίασαν υψηλή τροφική επικάλυψη μεταξύ ατόμων ηλικίας 1+ και 2+, πράγμα που σημαίνει ότι η διαίτά τους ήταν ομοιόμορφη. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι η ηλικιακή κλάση 1+ αποτέλεσε μια ιδιαίτερη περίπτωση αφού η τροφική επικάλυψη με τις άλλες ηλικιακές κλάσεις ήταν χαμηλή (<0.6). Τα μεγαλύτερα άτομα παρουσίασαν υψηλή τροφική επικάλυψη μεταξύ τους εξ' αιτίας της ομοιομορφίας της διαίτάς τους, δεδομένου ότι η διαίτά τους αποτελούταν κυρίως από αμφίποδα και εφημερόπτερα.

Η αρνητική τιμή του δείκτη E^* για τα αραχνοειδή υποδηλώνει ότι αυτή η διατροφική κατηγορία δεν απαντάται στη στήλη του νερού, ούτε στο βένθος, αλλά θηρεύεται ευκαιριακά



από τις πέστροφες, όταν τα αραχνοειδή καταλήγουν στο νερό από την παρόχθια βλάστηση. Η ενδημική πέστροφα φαίνεται να μη προτιμάει τα κολεόπτερα, αφού ελάχιστα από αυτά βρέθηκαν στα εξετασμένα στομαχικά περιεχόμενα σε αντίθεση με το ίζημα, όπου ο αριθμός τους ήταν σημαντικός. Δηλαδή τα μεγαλύτερα άτομα ακολουθούν μια στρατηγική όπου εκμεταλλεύονται τους ίδιους τροφικούς πόρους στο οικοσύστημα. Σχετικά χαμηλές τιμές του δείκτη E^* για τα πλεκόπτερα και τα μαλάκια υποδηλώνουν ότι η πέστροφα δείχνει μια μέση προτίμηση σε αυτές τις τροφικές κατηγορίες στη διατροφή της σε σχέση με τις υπόλοιπες (παρουσίασαν τιμές δείκτη $E^* > 0.5$, εκτός από τα κολεόπτερα και τα αραχνοειδή). Τα αμφίποδα και τα εφημερόπτερα είχαν υψηλό δείκτη E^* εξ' αιτίας της αφθονίας τους στο οικοσύστημα καθώς και της αφθονίας τους στα στομαχικά περιεχόμενα. Όσον αφορά τις άλλες τροφικές κατηγορίες (ισόποδα, τριχόπτερα, διάφορα έντομα, δακτυλιοσκώληκες και οστεϊχθύες) που παρουσίασαν υψηλό δείκτη εκλεκτικότητας, αυτό συμβαίνει διότι οι λείες αυτές βρέθηκε να έχουν μεγάλο αριθμό ατόμων στα στομαχικά περιεχόμενα απ' ότι στο οικοσύστημα, με αποτέλεσμα ο λόγος r_i/p_i να είναι υψηλός και έτσι να αλλοιώνει την τιμή του δείκτη E^* .

Από την ανάλυση της σύνθεσης του διαιτολογίου η ενδημική πέστροφα του Ποταμού Λούρου έχει ομοιογενή διατροφική στρατηγική και περιορισμένο τροφικό εύρος. Με βάση την τροποποιημένη μέθοδο Costello (Amundsen et al. 1996) ο πληθυσμός της πέστροφας στον άνω ρου του ποταμού εμφανίζει ένα εξειδικευμένο τροφικό φάσμα. Από βιβλιογραφικές πηγές θεωρείται όμως ότι η πέστροφα είναι ευκαιριακός θηρευτής και ότι παρουσιάζει μια γενικευμένη διατροφική στρατηγική θηρεύοντας ένα σχετικά μεγάλο εύρος περιστασιακών λειών. Η ειδίκευση που παρατηρήθηκε προς τα αμφίποδα και τα εφημερόπτερα οφείλεται στο γεγονός ότι οι δυο αυτές τροφικές κατηγορίες υπήρχαν σε μεγαλύτερη αφθονία στο οικοσύστημα από όλες τις άλλες τροφικές κατηγορίες καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Όπως προαναφέρθηκε στην αρχή του παρόντος κεφαλαίου, η πέστροφα του Ποταμού Λούρου ακολουθεί μια γενικευμένη στρατηγική, η οποία προσαρμόζεται με την εποχική διαθεσιμότητα των λειών της.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η ιχθυοπανίδα της Βαλκανικής Χερσονήσου είναι πολυποίκιλη αφού κάθε ποτάμι, λίμνη και οροσειρά έχει τη δική της ξεχωριστή βιοποικιλότητα. Η καφέ πέστροφα εμφανίζει υψηλή ποικιλότητα στην Ευρωπαϊκή Ήπειρο, αλλά ιδιαιτέρως στη Βαλκανική χερσόνησο. Η καφέ πέστροφα του ποταμού Λούρου, *S. lourosensis*, χαρακτηρίστηκε πρόσφατα ως νέο είδος από τον Delling (2010) με βάση μορφομετρικά και μεριστικά χαρακτηριστικά, δείχνοντας ότι αρκετή πληροφορία πρέπει να συλλεχθεί ακόμη για την ταξινόμηση των ειδών της καφέ πέστροφας στην Ευρώπη, αντικείμενο που κατά τους Kottelat & Freyhof (2007) αποτελεί το "αγκάθι" των ιχθυολόγων.

Πέραν της μορφομετρίας και των μεριστικών που μελετήθηκαν από τους Delling (2003,2010) και Liasko et al. (2010), η βιολογία της ενδημικής πέστροφας του ποταμού Λούρου δεν είχε μελετηθεί. Με την παρούσα έρευνα, για πρώτη φορά, επιχειρήθηκε να μελετηθεί η βιολογία του *S. lourosensis* με μια αναίμακτη μέθοδο εξ' αιτίας του χαρακτηρισμού της ως απειλούμενου είδους (Κόκκινο Βιβλίο των απειλούμενων ειδών της Ελλάδος). Η ηλικία και η αύξηση μελετήθηκε σε πρώτη φάση από τη συλλογή λεπιών και τις μετρήσεις ολικού βάρους και διαφόρων μηκών σώματος, ενώ η μελέτη της διατροφής μελετήθηκε από το στομαχικό της περιεχόμενο.

Από την εξέταση των λεπιών βρέθηκε ότι η σύσταση του πληθυσμού της ενδημικής πέστροφας στον άνω ρου του ποταμού Λούρου, αποτελείται από άτομα ηλικίας από μηδέν (0+) έως πέντε ετών (5+). Η σχέση μεταξύ ολικού βάρους και μεσουραίου μήκους έδειξε ότι η πέστροφα αυτή παρουσιάζει ισομετρική αύξηση, δηλαδή όσο αυξάνει σε μήκος αυξάνει και σε όγκο. Επίσης η συσχέτιση μεταξύ ακτίνας λεπιού και σωματικού μήκους κατέδειξε την ανάλογη αύξηση του λεπιού με την αύξηση του μήκους του σώματος του ψαριού. Η εκτίμηση των ανάδρομων μηκών και η χρήση τους στο μοντέλο αύξησης του Von Bertalanffy, έδωσε το θεωρητικό μέγιστο μεσουραίο μήκος του *S. lourosensis* τα 48.79cm. Ο γοναδοσωματικός (GSI) και ηπατοσωματικός (LSI) δείκτης δεν ήταν εφικτό να υπολογισθούν εξ' αιτίας της μεθόδου που ακολουθήθηκε για τη συλλογή των δεδομένων.

Η συλλογή του στομαχικού περιεχομένου για την εκτίμηση της διατροφής έγινε με την αναίμακτη μέθοδο της έκπλυσης στομάχου με χρήση μόνο νερού και την εισαγωγή μικρής διαμέτρου σωλήνα στα στομάχια των συλληφθέντων ατόμων. Από την επεξεργασία του



στομαχικού περιεχομένου βρέθηκε ότι η διατροφή του *S. lourosensis* συμπεριλαμβάνει ένα μεγάλο εύρος τροφής, δηλαδή υπάρχει διαθέσιμο στο οικοσύστημα στις διάφορες εποχές του χρόνου. Φάνηκε να προτιμάει ιδιαίτερα τα αμφίποδα και τα βενθικά εφημερόπτερα, όπου υπάρχουν σε αφθονία στο ενδιαίτημα σε διαφορετικές εποχές του χρόνου. Ελλείψει αυτών ή όταν η αφθονία τους είναι χαμηλή, η ενδημική πέστροφα του ποταμού Λούρου στρέφεται προς οτιδήποτε μπορεί να καταναλώσει, από μικρά ασπόνδυλα έως ψάρια, χαρακτηρίζοντας έτσι την δίαιτά της ως ομοιογενής (τροποποιημένη μέθοδος Costello).

Κατά την ετήσια δειγματοληψία στον άνω ρου του ποταμού Λούρου αλιεύθηκε η ενδημική πέστροφα *Salmo lourosensis*, καθώς και η ιριδίζουσα πέστροφα *Onkorhynchus mykiss*, απόρροια των τοπικών πεστροφοεκτροφείων. Αυγά που καταλήγουν στις αποχετεύσεις των εκτροφείων μπορεί να εκκολαφθούν και τα ιχθύδια να διαφύγουν στο ποτάμι. Επίσης πολλά άτομα μικρής ηλικίας, συνήθως 0+ διαφεύγουν κυρίως κατά τη χειμερινή περίοδο ή την άνοιξη, από τις αποχετεύσεις ή τα κανάλια εισαγωγής νερού των εκτροφείων. Ο βαθμός της πίεσης που ασκεί η ιριδίζουσα πέστροφα πάνω στην ενδημική είναι άγνωστος και χρίζει περαιτέρω μελέτης.

Η μελέτη της βιολογίας του *S. lourosensis* πρέπει να συνεχιστεί αρχικά στον άνω ρου του ποταμού Λούρου και ιδιαίτερα στην φραγμαλίμνη. Πιθανότατα η τεχνητή αυτή λίμνη να συντηρεί πληθυσμό καφέ πέστροφας ηλικίας μεγαλύτερης των πέντε ετών. Στον κάτω ρου του ποταμού δεν υπάρχουν πληροφορίες για την ύπαρξη πληθυσμού του είδους αυτού. Δειγματοληπτικοί έλεγχοι με τη χρήση ηλεκτραλιείας από τη στεριά είναι αποτρεπτικοί και μη αποδοτικοί τόσο στη φραγμαλίμνη όσο και στον κάτω ρου του ποταμού. Έτσι η χρήση πλωτού μέσου και διχτύων είναι επιτακτική ανάγκη. Από την συλλογή των δεδομένων αυτών θα υπάρξει μια σαφής εικόνα όσων αφορά το μέγεθος του πληθυσμού και της κατάστασης της ενδημικής πέστροφας στον ποταμό Λούρο.

Τέλος η γνώση της βιολογίας της πέστροφας αυτής θα μπορέσει να αποτελέσει τη βάση για την εκτροφή της από τους ιχθυοπαραγωγούς κατά μήκος του ποταμού Λούρου. Η εκτροφή αυτού του είδους θα είναι πλήρως εναρμονισμένη με την οδηγία 92/43/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 21^{ης} Μαΐου 1992 για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας (ΕΕ L 206, 22/7/1992, ρ. 7). Επίσης, η εκτροφή του είδους αυτού εναρμονίζεται



πλήρως με τις γενικές αρχές της βιολογικής παραγωγής, όπως ορίζονται στα άρθρα 4 και 5 του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 για τη διαφύλαξη της βιοποικιλότητας των φυσικών υδάτινων οικοσυστημάτων (ΕΕ L 189/1, 20/7/2007) καθώς και της χρησιμοποίησης τοπικών εκτρεφόμενων ειδών, Κεφάλαιο 2^α, Τμήμα 2, Άρθρο 25δ, Καταγωγή των βιολογικών ζώων υδατοκαλλιέργειας (ΕΕ L 204/20, 6/8/2009).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Ελληνόγλωση**

Αναγνώστου Χ. & Χρόνης Γ. 2002. Το Γήινο Σύστημα, Εισαγωγή στις Γεωεπιστήμες. Χαμηλοθώρης Κων/νος, Αθήνα, σελ. 103-105.

Κλώσσα-Κίλια Ε., 1990. Συμβολή της μελέτης της βιολογίας της *Salmo trutta macrostigma* του άνω ρου του Αχελώου ποταμού. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πάτρας, Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Βιολογίας Ζώων, Εργαστήριο Ζωολογίας, σελ. 195.

Λεονάρδος Ι.Δ., Λιάσκο Ρ., Αναστασιάδου Χ., Γκένας Χ., Λιούσια Β. & Ντάκης Α., 2010. Δημιουργία συστήματος παρακολούθησης και εκτίμηση της περιβαλλοντικής κατάστασης των ποτάμιων συστημάτων Λούρου και Άραχθου και της ευρύτερης περιοχής του Αμβρακικού, Δημιουργία εδαφολογικών χαρτών και έλεγχος της ποιότητας των εδαφών των πεδινών εκτάσεων του βόρειου Αμβρακικού και Διερεύνηση αβιοτικών και βιοτικών παραμέτρων στον πυθμένα του Αμβρακικού Κόλπου και συσχετίσή τους με την ιχθυοπαραγωγή. Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Άρτας, Τελική Περιβαλλοντική Έκθεση.

Οικονομίδης Π.Σ., . 1992. Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας.

Πάσχος Ι., Κάγκαλου Ι., Σιαπλαούρα Κ., Ζαρμπαλάς Κ., Βίννης Ε., Μήτσης Γ., Τσιμαράκης Γ. & Νάτσης Λ., 1997. Μελέτη Περιβαλλοντικών όρων Ιχθυοστροφείων ποταμού Λούρου. Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Ιωαννίνων, Εταιρία Αγροτικής Ανάπτυξης «Ήπειρος» Α.Ε.

Τσουμάνη Μ., Σαλαμούρα Α., Κούγκουλης Κ., Χατζαρόπουλος Ι., Σταύρου Α. & Στράτζαλη Α., 2005. Εκτίμηση της ποιότητας των επιφανειακών υδάτων ποτάμιων συστημάτων Ν. Ιωαννίνων. Πρακτικά 12^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ιχθυολόγων, Δράμα 13-16/10/2005.

Τσουμάνη Μ., Στράντζαλη Α., Κούγκουλης Κ. & Τσιότσιας Α., 2003. Πεστροφοκαλλιέργεια στον ποταμό Λούρο πενήντα χρόνια μετά. Πρακτικά 11^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ιχθυολόγων, Πρέβεζα 10-13/4/2003.

- Ξενόγλωση

Almodóvar A., Nicola G.G. & Elvira B. 2006. Spatial variation in brown trout production: the role of environmental factors. Transactions of the American Fisheries Society, 135: 1348–1360.

Alp A., Kara C. & Murat H., 2005. Age, Growth and Diet Composition of the Resident Brown Trout, *Salmo trutta macrostigma* Dumeril 1858, in Firniz Stream of the River Ceyhan, Turkey. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 29: 285 – 295.

Amundsen P.A., Gabler H.M. & Staldvik F.J., 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data—modification of the Costello (1990) method. Journal of Fish Biology, 48: 607 – 614.

Anderson R.O. & Gutreuter S.J., 1983. Length, Weight, and Associated Structural Indices. In: Nielsen L.A. & Johnson D.L. (eds). Fisheries Techniques, 283 – 300.

Apostolidis A.P., Karakousis Y. & Triantaphyllidis C., 1996. Genetic divergence and phylogenetic relationships among *Salmo trutta* L. (brown trout) populations from Greece and other European countries. Heredity, 76: 551—560.

Apostolidis A.P., Loukovitis D. & Tsigenopoulos C.S., 2008. Genetic characterization of brown trout (*Salmo trutta*) populations from the Southern Balkans using mtDNA sequencing and RFLP analysis. Hydrobiologia, 600: 169 – 176.

Apostolidis A.P., Triantaphyllidis C., Kouvatsi A. & Economidis P.S., 1997. Mitochondrial DNA sequence variation and phylography among *Salmo trutta* L. (Greek brown trout polulations). *Molecular Ecology*, 6: 531 – 542.

Arawomo G.A.O., 1981. Downstream movement of juvenile brown trout, *Salmo trutta*, L. in the tributaries of loch Leven, Kinross, Scotland. *Hydrobiologia*, 77: 129 – 131.

Bagenal T.B., 1974. The Ageing of Fish. Unwin Brothers Limited, The Gresham Press, Old Woking, Surrey, England, pp 233.

Baglinière J.L. & Maisse G., 2002. La biologie de la truite commune (*Salmo trutta* L.) dans la rivière Scorff, Bretagne : une synthèse des études de 1972 à 1997. *INRA Productions Animales*, 15: 319 – 331.

Ball J.N. & Jones J.W., 1960. On the growth of the brown trout of Llyn Tegid. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 1: 1 – 41.

Bănărescu P. 2004. Distribution pattern of the aquatic fauna of the Balkan peninsula, in: Griffiths H.I., Kryštufek B. (Eds.), *Balkan Biodiversity, Pattern and process in the European hotspot*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht-Boston-London, pp. 203 – 217.

Bardakci F., Degerli N., Ozdemir O. & Basibuyuk H.H., 2006. Phylogeography of the Turkish brown trout *Salmo trutta* L.: mitochondrial DNA PCR-RFLP variation. *Journal of Fish Biology*, 68: 36 – 55.

Bhathia D., 1932. Factors involved in the production of annual zones on the scales of the rainbow trout (*Salmo irideus*). *Journal of Experimental Biology*, 9: 6 – 11.

Berg O.K. & Berg M., 1987. Migrations of sea trout, *Salmo trutta* L., from the Vardnes river in northern Norway. *Journal of Fish Biology*, 31: 113 – 121.

Bernatchez L., 2001. The evolutionary history of brown trout (*Salmo trutta* L.) inferred from phylogeographic, nested clade and mismatch analyses of mitochondrial DNA variation. *Evolution* 55: 351-379.

Bernatchez L. & Wilson C.C., 1998. Comparative phylogeography of Nearctic and Palearctic fishes. *Molecular Ecology*, 7: 431 – 452.

Bohlin T., Dellefors C. & Faremo U., 1996. Date of smolt migration depends on body-size but not age in wild sea-run brown trout. *Journal of Fish Biology*, 49: 157 – 164.

Brabrand A., Koestler A.G. & Borgstrøm R., 2002. Lake spawning of brown trout related to groundwater influx. *Journal of Fish Biology*, 60: 751 – 763.

Brava F., Nicieza A.G. & Toledo M.M., 1992. Effects of angling on population structure of brown trout, *Salmo trutta* L., in mountain streams of Northern Spain. *Hydrobiologia*, 237: 61 – 66.

Busacker G.P., Adelman I.R. & Goolish E.M., 1990. Growth. In: Schreck C.B. & Moyle P.B. (eds). *Methods of Fish Biology*: 363 – 378.

Campana S.E., 2001. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *Journal of Fish Biology*, 59: 197 – 242.

Campbell J. S., 1977. The growth of brown trout *Salmo trutta* L. in northern Scottish lochs with special reference to the improvement of fisheries. *Journal of Fish Biology*, 3: 1 – 28.



Campbell J. S., 1977. Spawning characteristics of brown trout and sea trout *Salmo trutta* L. in Kirk Burn, River Tweed, Scotland. *Journal of Fish Biology*, 11: 217 – 229.

Carlson S.M., Olsen E.M. & Asbjørn Vøllestad L., 2008. Seasonal mortality and the effect of body size: a review and an empirical test using individual data on brown trout. *Functional Ecology*, 22: 663 – 673.

Cortey M., Pla C. & García - Marín J.-L., 2004. Historical biogeography of Mediterranean trout. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 33: 831 – 844.

Crisp D.T. & Beaumontb W.R.C., 1996. The trout (*Salmo trutta* L.) populations of the headwaters of the Rivers Severn and Wye, mid-Wales, UK. *The Science of the Total Environment*, 177: 113 – 123.

:

Dauod H.A., Bolger T. & Bracken J.J., 1986. Age, growth and diet of the brown trout *Salmo trutta* L. in the Roundwood Reservoir System. *Irish Fisheries Investigations*, The Stationery Office, 28: Series A., pp 21.

Delling B., 2003. Species diversity and phylogeny of *Salmo* with emphasis on southern trouts (Teleostei, Salmonidae). Stockholm University: PhD Thesis, Jannes Snabbtryck AB, Sweden.

Delling B., 2010. Diversity of western and southern Balkan trouts, with the description of a new species from the Louros River, Greece (Teleostei: Salmonidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 21: 4, 331 – 344.

Economidis P.S., 1991. Check list of freshwater fishes of Greece, Recent Status of Threats and Protection. Hellenic Society for the Protection of Nature Athens, pp 51.

Economidis P. S., 1995. Endangered freshwater fishes of Greece. *Biological Conservation*, 72: 201 – 211.

Economidis P.S. & Bănărescu P.M., 1991. The distribution and origins of freshwater fishes from Balkan Peninsula, especially in Greece. *Internationale Revue gesamten Hydrobiologie*, 76: 257 – 83.

Elliott J.M., 1973. The Food of Brown and Rainbow Trout (*Salmo trutta* and *S. gairdneri*) in Relation to the Abundance of Drifting Invertebrates in a Mountain Stream. *Oecologia*, 12: 329 – 347.

Elliott J.M., 1986. Spatial Distribution and Behavioural Movements of Migratory Trout *Salmo trutta* in a Lake District Stream. *Journal of Animal Ecology*, 55: 3, 907 – 922.

Elliott J.M., 1988. Growth, size, biomass and production in contrasting populations of trout *Salmo trutta* in two lake district streams. *Journal of Animal Ecology*, 57: 49 – 60.

Elliot J.M., 1994. Quantitative ecology and the brown trout. *Oxford Series in Ecology and Evolution*, Oxford University Press, Oxford, Great Britain, pp.286.

Elliot J.M., 1995. Fecundity and egg density in the redd for sea trout. *Journal of Fish Biology*, 47: 893 – 901.

Elliott J.M. & Hurley M.A., 2000. Daily energy intake and growth of piscivorous brown trout, *Salmo trutta*. *Freshwater Biology*: 44, 237 – 245.

Estoup A., Rousset F., Michalakis Y., Cornuet J.M., Adriamanga M. & Guyomard R., 1998. Comparative analysis of microsatellite and allozyme markers: a case study investigating microgeographic differentiation in brown trout (*Salmo trutta*). *Molecular Ecology*, 7: 339 – 353.



Finstad B, & Ugedal O., 1998. Smolting of sea trout *Salmo trutta* L. in northern Norway. *Aquaculture*, 168: 341 – 349.

Forseth T., Næsje T.F., Jonsson B. & Hårsaker K., 1999. Juvenile migration in brown trout: a consequence of energetic state. *Journal of Animal Ecology*, 57: 672 – 682.

Frost W.E. & Smyly W.J.P., 1952. The Brown Trout of a Moorland Fishpond. *Journal of Animal Ecology*, 21: 1, 62 – 86.

García – Marín J.L., Utter F.M. & Pla C., 1999. Postglacial colonization of brown trout in Europe based on distribution of allozyme variants. *Heredity*, 82: 46 – 56.

Garçia – Vasquez E., Moran P., Martínez J.L., Perez J., de Gaudemar B. & Beall E., 2001. Alternative mating strategies in atlantic salmon and brown trout. *The American Genetic Association*, 92: 146 – 149.

Grant J.W.A. & Kramer D.L., 1990. Territory Size as a Predictor of the Upper Limit to Population Density of Juvenile Salmonids in Streams. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47: 1724 – 1737.

Habera J.W., Strange R.J., Carter B.D. & Moore S.E., 1996. Short-Term Mortality and Injury of Rainbow Trout Caused by Three-Pass AC Electrofishing in a Southern Appalachian Stream. *North American Journal of Fisheries Management*, 16: 192 – 200.

Heggenes J., Bagliniere J.L. & Cunjak R.A., 1999. Spatial niche variability for young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*S. trutta*) in heterogeneous streams. *Ecology of Freshwater Fish*, 8: 1 - 21.

Heggenes J. & Traaen D.T., 1988. Downstream migration and critical water velocities in stream channels for fry of four salmonid species. *Journal of Fish Biology*, 32: 717 – 727.

Heggenes J., Saltveit S.J., Bird D. & Grew R., 2002. Static habitat partitioning and dynamic selection by sympatric young Atlantic salmon and brown trout in south-west England streams. *Journal of Fish Biology*, 60: 72 – 86.

Hollender B.A. & Carline R.F., 1994. Injury to Wild Brook Trout by Backpack Electrofishing. *North American Journal of Fisheries Management*, 14: 643 – 649.

Holliman F.M., Reynolds J.B. & Kwak T.J., 2003. MANAGEMENT BRIEFS: Electroshock-Induced Injury and Mortality in the Spotfin Chub, a Threatened Minnow. *North American Journal of Fisheries Management*, 23: 962 – 966.

:

Hubert W.A., Harris D.D. & Wesche T.A., 1994. Diurnal shifts in use of summer habitat by age-0 brown trout in a regulated mountain stream. *Hydrobiologia*, 284: 147- 156.

Hunt P.C. and Jones J.W., 1972. The food of brown trout in Llyn Maw, Anglesey, North Wales. *Journal of Fish Biology*, 4: 333 – 352.

Hutchison M.J. & Iwata M., 1997. A comparative analysis of aggression in migratory and non-migratory salmonids. *Environmental Biology of Fishes*, 50: 209 – 215.

Hynes R.A., Ferguson A. & McCann M.A., 1996. Variation in mitochondrial DNA and post-glacial colonization of north western Europe by brown trout. *Journal of Fish Biology*, 48: 54–67.

Jerald A., 1983. Age Determination. In: Nielsen L.A. & Johnson D.L. (eds). *Fisheries Techniques*: 301 – 324.



Johal M.S., Esmaeli H.R. & Tandon K.K., 2001. A comparison of back-calculated lengths of silver carp derived from bony structures. *Journal of Fish Biology*, 59: 1483 – 1493.

Jonsson B., 1989. Life history and habitat use of Norwegian brown trout (*Salmo trutta*). *Freshwater Biology*, 21: 71 – 86.

Jonsson B. & Gravem F.R., 1985. Use of space and food by resident and migrant brown trout, *Salmo trutta*. *Environmental Biology of Fishes*, 14: 281 - 293.

Jonsson B. & Jonsson N., 1997. Energy allocation in polymorphic Brown Trout. *Functional Ecology*, 11: 310 – 317.

Jonsson B. & Jonsson N., 1999. Trade-off between egg mass and egg number in brown trout. *Journal of Fish Biology*, 55: 767 – 783.

Jonsson B. & Sandlund O.T., 1979. Environmental factors and life histories of isolated river stocks of brown trout (*Salmo trutta m. fario*) in Søre Osa river system, Norway. *Environmental Biology of Fish*, 4: 43 – 54.

Jonsson B., Jonsson N., Brodtkorb E. & Ingebrigtsen P.J., 2001. Life-history traits of Brown Trout vary with the size of small streams. *Functional Ecology*, 15: 310 – 317.

Jonsson N. & Jonsson B., 2002. Migration of anadromous brown trout *Salmo trutta* in a Norwegian river. *Freshwater Biology*, 47: 1391 – 1401.

Jonsson N., Næsje T.F., Jonsson B., Saksgård R. & Sandlund A.T., 1999. The influence of piscivory on life history traits of brown trout. *Journal of Fish Biology*, 55: 1129 – 1141.

Jutila E., Ahvonen A. & Julkunen M., 2001. Instream and catchment characteristics affecting the occurrence and population density of brown trout, *Salmo trutta* L., in forest brooks of a boreal river basin. *Fisheries Management and Ecology*, 8: 501 – 511.

Kapsimalis V., Pavlakis P., Poulos S.E., Alexandri S., Tziavos C., Sioulas A., Filippas D. & Lykousis V., 2005. Internal structure and evolution of the Late Quaternary sequence in a shallow embayment: The Amvrakikos Gulf, NW Greece. *Marine Geology*, 222–223: 399 – 418.

Karakousis Y. & Triantaphyllidis C., 1990. Genetic structure and differentiation among Greek brown trout (*Salmo trutta* L.) populations. *Heredity*, 64: 297 – 304.

Karakousis Y., Triantaphyllidis C. & Economidis P.S., 1991. Morphological variability among seven populations of brown trout, *Salmo trutta* L., in Greece. *Journal of Fish Biology*, 38: 807 – 817.

Katsaounos C.Z., Giokas D.L., Leonardos I.D. & Karayannis M.I., 2007. Speciation of phosphorus fractionation in river sediments by explanatory data analysis. *Water Research*, 41: 406 – 418.

Kennedy G.J.A. & Strange C.D., 1982. The distribution of salmonids in upland streams in relation to depth and gradient. *Journal of Fish Biology*, 20: 519 – 591.

Ketmaier V., Bianco P.G. & Durand J.D., 2008. Molecular systematics, phylogeny and biogeography of roaches (*Rutilus*, Teleostei, Cyprinidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 49: 362 – 367.

Kheyrandish A., Abdoli A., Mostafavi H., Niksirat H., Naderi M. & Vatandoost S., 2010. Age and Growth of Brown Trout (*Salmo trutta*) in Six Rivers of the Southern Part of Caspian Basin. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences* 1: 8 – 12.



Klemetsen A., Amundsen P.A., Dempson J.B., Jonsson B., Jonsson N., O'Connell M.F. & Mortensen E., 2003. Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. *Ecology of Freshwater Fish*, 12: 1–59.

Kottelat M. & Freyhof J., 2007. Handbook of European freshwater fishes. Berlin: Kottelat, Cornol & Freyhof: 646pp.

Kryštufek B. & Reed J.M., 2004. Pattern and process in Balkan Biodiversity – an overview in: Griffiths H.I., Kryštufek B. (Eds.), *Balkan Biodiversity, Pattern and process in the European hotspot*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht-Boston-London, pp. 1 – 8.

Kwak T. J. & Waters T. F. (1997). Trout production dynamics and water quality in Minnesota streams. *Transactions of the American Fisheries Society*, 126: 35–48.

L'Abée-Lund J.H., Jonsson B., Jensen A.J., Saettem L.M., Heggberget T.G., Johnsen B.O. & Næsje T.F., 1989. Latitudinal variation in life-history characteristics of sea-run migrant brown trout *Salmo trutta*. *Journal of Animal Ecology*, 58: 2, 525 – 542.

Lahti K., Laurila A., Enberg K. & Piironen J., 2001. Variation in aggressive behaviour and growth rate between populations and migratory forms in the brown trout, *Salmo trutta*. *Animal Behaviour*, 62: 935 – 944.

Laikre L., 1999. Conservation Genetic Management of Brown Trout (*Salmo trutta*) in Europe. Division of Population Genetics, Stockholm University, Sweden: 91pp.

Landergren P., 2001. Survival and growth of sea trout parr in fresh and brackish water. *Journal of Fish Biology*, 58: 591 – 593.



Leonardos I.D., Tsikliras A.C., Batzakas I., Ntakís A. & Liouisia V., 2009. Life-history characteristics of the endangered Aristotle's catfish (*Silurus aristotelis* Garman, 1890), Lake Pamvotis, north-western Greece. *Journal of Applied Ichthyology*, 25, 746 – 751.

Levy A., Doadrio I. & Almada V.C., 2009. Historical biogeography of European leuciscins (Cyprinidae): evaluating the Lago Mare dispersal hypothesis. *Journal of Biogeography*, 36: 55 – 65.

Liasko R., Anastasiadou Ch., Ntakís A., Gkenas Ch. & Leonardos I.D. Morphological differentiation among native trout populations in North-Western Greece. *Journal of Biological Research*. (in Press *Journal of Biological Research*).

Lobon-Cervia J., Utrilla C.G., Rincón P.A. & Amezcua F., 1997. Environmentally induced spatio-temporal variations in the fecundity of brown trout *Salmo trutta* L.: tradeoffs between egg size and number. *Freshwater Biology*, 38: 277 – 288.

Logez M. & Pont D., 2011. Variation of brown trout *Salmo trutta* young-of-the-year growth along environmental gradients in Europe. *Journal of Fish Biology*, 78: 1269 – 1276.

Marić S., Sušnik S., Simonović P. & Snoj A., 2006. Phylogeographic study of brown trout from Serbia, based on mitochondrial DNA control region analysis. *Genetics Selection Evolution*, 38: 411 – 430.

McFadden J. & Cooper E.L., 1962. An Ecological Comparison of Six Populations of Brown Trout (*Salmo trutta*). *Transactions of the American Fisheries Society*, 91: 1, 53 – 62.

Meador M.R., McIntyre J.P. & Pollock K.H., 2003. Assessing the Efficacy of Single-Pass Backpack Electrofishing to Characterize Fish Community Structure. *Transactions of the American Fisheries Society*, 132: 39 – 46.

Miller P.J., 1990. The endurance of endemism: the Mediterranean freshwater gobies and their prospects for survival. *Journal of Fish Biology*, 37: 145 – 156.

Needham J.G. & Needham P.R., 1962. A guide to the study of Fresh – water Biology. WCB/McGraw – Hill, p. 108.

Ozvarol Z.A.B., Yildirim A., Bektas S., Ozvarol Y. & Yilmaz S., 2010. Intrabasin variation in growth and condition of brown trout (*Salmo trutta*) inhabited Coruh Basin, Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9: 2245 – 2254.

Parça I., Almodóvar A., Nicola G.G. & Elvira B., 2009. Latitudinal and altitudinal growth patterns of brown trout *Salmo trutta* at different spatial scales. *Journal of Fish Biology*, 74: 2355 – 2373.

Reyjol Y., Huguenyb B., Biancoc P.G. & Pontd D., 2008. Congruence between riverine fish species richness and endemism at the biogeographical scale: the role of history. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18: 1311 – 1314.

Reynolds J.B., 1983. Electrofishing. In: Nielsen L.A. & Johnson D.L. (eds). *Fisheries Techniques*, 147 – 164.

Rincón P.A. & Lobón - Cervia J., 2002. Nonlinear self-thinning in a stream-resident population of brown trout (*Salmo trutta*). *Ecology*, 83: 1808 – 1816.

Roussel J.-M. & Bardonnnet A., 1999. Ontogeny of diel pattern of stream-margin habitat use by emerging brown trout. *Environmental Biology of Fishes*, 56: 253 – 262.



Sigler W.F., 1952. Age and Growth of the Brown Trout, *Salmo trutta fario* Linnaeus, in Logan River, Utah. Transactions of the American Fisheries Society, 81: 1, 171 – 178.

Steingrímsson S.O. & Gíslason G.M., 2002. Body size, diet and growth of landlocked brown trout, *Salmo trutta*, in the subarctic River Laxa, North-East Iceland. Environmental Biology of Fishes, 63: 417 – 426.

Summerfelt R.C. & Smith L.S., 1990. Anesthesia, Surgery and Related Techniques. In: Schreck C.B. & Moyle P.B. (eds). Methods of Fish Biology: 236 – 237.

Sušnik S., Snoj A., Wilson I.F., Mrdak D. & Weiss S., 2007. Historical demography of brown trout (*Salmo trutta*) in the Adriatic drainage including the putative *S. letnica* endemic to Lake Ohrid. Molecular Phylogenetics and Evolution, 44: 63 – 76.

Snyder D.E., 2003. Electrofishing and Its Harmful Effects on Fish. Information and Technology Report, USGS/BRD/ITR--2003-0002, pp 161.

Thorpe J.E., 1976. The movements of brown trout, *Salmo trutta* (L.) in Loch Leven, Kinross, Scotland. Journal of Fish Biology, 6: 153 – 180.

Titus R.G. & Mosegaard H. 1989. Smolting at age 1 and its adaptive significance for migratory trout, *Salmo trutta* L., in a small Baltic- coast stream. Journal of Fish Biology, 35: 351 – 353.

Tomoya A., Tatsuya T., Kazutaka S., Tatsuya K. 2002. Age, Growth and Sexual Maturity of Brown Trout, *Salmo trutta*, in Hokkaido, Japan. Scientific Reports of the Hokkaido Fish Hatchery, 56: 115 – 123.

Treasure J.W. 1976. Age, growth and length-weight relationship of brown trout *Salmo trutta* (L.) in the Loch of Strathbeg, Aberdeenshire. *Journal of Fish Biology*, 8: 241 – 253.

Wagner H.H., Conte F.P. & Fessler J.L. 1969. Development of osmotic and ionic regulation in two races of chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 29: 325 – 341.

Wootton R.I. 1990. Ecology of teleost fishes. Chapman and Hall, Fish and Fisheries 1, London, New York: 404 pp.

Weatherley A.H. & Gill H.S. 1987. The biology of fish growth. Academic Press, London.

Van Oosten J. 1957. The skin and scales. In Brown, M. E. (ed.) 1: 207-244. New York : Academic Press.

:

Van Utrecht W.L. & Schenkkan E.J. 1972. On the analysis of the periodicity in the growth of scales, vertebrae and other hard structures in a teleost. *Aquaculture*, 1: 293 – 316.

Young M.K., 1999. Summer diel activity and movement of adult brown trout in high-elevation streams in Wyoming, U.S.A. *Journal of Fish Biology*, 54: 181 – 189.

- **Διαδικτυακοί τόποι**

www.fishbase.org

