

**ΤΜΗΜΑΤΑ ΧΗΜΕΙΑΣ & ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ
ΤΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ**



**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
<< ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ >>**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΘΕΜΑ: «Η ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ ΤΟΥ ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΥ ΚΑΙ Η
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΒΑΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ ΤΗΣ
ΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥΣ»**

ΚΑΛΑΜΟΒΡΑΚΑΣ ΛΟΥΚΑΣ

ΒΙΟΛΟΓΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΛΕΟΝΑΡΔΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1/1/2018

A.M.:



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
ABSTRACT	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	3
Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ	3
Εισαγωγή	3
Λειτουργική Ποικιλότητα	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	9
Λιμνοθάλασσες	9
Ιχθυοπανίδα Και Ελληνικές Θάλασσες	11
Ιχθυοπανίδα.....	11
Προβλήματα που αντιμετωπίζει η ιχθυοπανίδα	11
Αμβρακικός κόλπος.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	15
ΟΙΚΟΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΡΟΦΟΛΗΨΙΑ (<i>food acquisition</i>)	15
Food niche	15
Οικομορφολογία & Αναζήτηση τροφής.....	15
Διατροφή των ψαριών και μορφολογικά χαρακτηριστικά	17
ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΙΧΘΥΩΝ	19
Α. Διατροφικές συνήθειες.....	19
Β. Θέση του στόματος	20
Διαφορετικοί τύποι στόματος για την πρόσληψη της τροφής	22
Γ. Προσαρμογές τον τρόπο αναζήτησης και λήψης της τροφής (σύλληψη της λείας) ...	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	24
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	24
Σταθμοί Δειγματοληψίας.....	24
Μέθοδοι δειγματοληψίας & έρευνας	25
Λειτουργικός και μορφομετρικός χαρακτηρισμός των ψαριών	26
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ / ΣΥΖΗΤΗΣΗ / ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	29
Υλικά - Μέθοδοι	29
Αποτελέσματα.....	31
Ανάλυση Και Αποτελέσματα Της PCA.....	31
Αποτελέσματα της DFA	36
Αποτελέσματα της CA	38

ΣΥΖΗΤΗΣΗ	39
Συμπερασματικά	44
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	46
Α. ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	47
Νεοχώρι.....	47
Μάζωμα	47
ΚΟΡΩΝΗΣΙΑ	48
ΣΤΡΟΓΓΥΛΗ	48
Β. ΕΙΔΗ ΙΧΘΥΩΝ	49
<i>Anguilla anguilla</i>	49
<i>Atherina boyeri</i>	51
<i>Gambusia holbrooki</i>	53
<i>Liza aurata</i>	55
<i>Liza ramada</i>	57
<i>Liza saliens</i>	59
<i>Zosterisessor ophiocephalus</i>	61
<i>Gobius niger</i>	62
<i>Sarpa salpa</i>	64
<i>Belone belone</i>	66
<i>Sparus aurata</i>	67
Γ. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	77
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΚΟΝΑΣ	77
IMAGE PRO.....	77
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ).....	77
SPSS	77
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΛΥΠΑΡΑΓΟΝΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ).....	79
PCA (Principal Components Analysis)	79
DFA (Discriminant Factor Analysis)	79
CA (Cluster Analysis).....	79
PAST.....	80
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	81
REFERENCES	81
WEBLINKS	92

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή χωρίζεται σε δύο θεματικές ενότητες, οι οποίες ουσιαστικά αποτελούν αυτοτελή κεφάλαια που συνθέτουν τον κορμό της παρούσας μελέτης. Οι ενότητες αυτές παρουσιάζουν αυτονομία μιας και ορισμένα από τα αποτελέσματα και συμπεράσματα που προέκυψαν για παράδειγμα στην πρώτη ενότητα, θεωρούνται ως δεδομένα και χρησιμοποιούνται στη δεύτερη για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Η πρώτη ενότητα (κεφάλαια **1, 2, 3**) πραγματεύεται θέματα που αφορούν την βιοποικιλότητα που αναπτύσσεται σε συγκεκριμένες περιοχές-σταθμούς του Αμβρακικού κόλπου. Στη δεύτερη ενότητα (κεφάλαιο **4**) της παρούσας εργασίας χρησιμοποιούνται πολλά από τα στοιχεία και τα αποτελέσματα της πρώτης έτσι ώστε να γίνει μια ακριβής προσέγγιση στην έννοια της λειτουργικής ποικιλότητας, όσον αφορά την **πρόσληψη της τροφής των ιχθύων (food acquisition)**.

Βασίζεται στην ταυτοποίηση των οικομορφολογικών μοτίβων που χαρακτηρίζουν τα ψάρια που βρέθηκαν στον Αμβρακικό κόλπο. Από ένα σύνολο 9 διαφορετικών μορφολογικών χαρακτηριστικών προέκυψαν 4 λειτουργικά χαρακτηριστικά για την πρόσληψη της τροφής και υπολογίσθηκαν για να εκτιμηθούν οι οικομορφολογικές αποστάσεις και συμπεριφορές των διάφορων ειδών. Με την χρήση των PCA, DFA, Cluster Analysis θα εκτιμηθούν οι οικομορφολογικές συμπεριφορές που εξηγούν την ποικιλότητα ή μη μεταξύ των ειδών.

Σαν ένα γενικό συμπέρασμα φαίνεται να προκύπτουν κάποια οικομορφολογικά μοτίβα όσον αφορά την πρόσληψη της τροφής των ιχθύων ακόμα και σε είδη που έχουν μεγάλη ταξινομική απόσταση μεταξύ τους.

ABSTRACT

This current thesis is divided into two thematic sections, which are essentially separate chapters that make up the core of this study. These sections are autonomous since some of the results and conclusions that emerged for example in the first section are considered as data and are used in the second section to make conclusions. The first section (chapters **1,2,3**) deals with biodiversity issues that are being developed in specific Amvrakikos Bay area sites. In the second section (chapter **4**) of this paper, many of the data and results of the first section are used to make an accurate approach to the concept of functional diversity in the **intake of fish feed (food acquisition)**.

It is based on the identification of the ecomorphic motifs that characterize the fish found in the Amvrakikos bay. From a set of 9 different morphological characteristics, 4 functional characteristics were obtained for food intake and were calculated to estimate the ecomorphological distances and behaviors of the different species. With the use of PCA, DFA, Cluster Analysis, the ecomorphic behaviors will explain if there is variability between species or not.

As a general conclusion, some ecomorphological patterns appear to arise in the ingestion of fish feed even in species with a large taxonomic distance between them.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

Εισαγωγή

Η βιολογική ποικιλότητα έχει προβληματίσει τους οικολόγους για αιώνες (e.g. Darwin 1859, Rejmánek et al. 2004). «Πώς είναι δυνατόν να συνυπάρχουν τόσα είδη;» ή «Πώς επηρεάζεται η λειτουργία του οικοσυστήματος από την ποικιλομορφία του;» είναι κάποια από τα ερωτήματα που προσπαθούν να απαντήσουν οι οικολόγοι για πολλά χρόνια.

Ωστόσο, το πρώτο βήμα για την απάντηση σε τέτοια ερωτήματα είναι η ποσοτικοποίηση της ποικιλότητας. Αρχικά, η ποικιλομορφία των ειδών (ο αριθμός των συνυπαρχόντων ειδών, που μετράται από σύνθετους δείκτες που ενσωματώνουν σχετικές αναλογίες μεμονωμένων ειδών) έχει χρησιμοποιηθεί ως η κύρια μορφή ποσοτικοποίησης της βιοποικιλότητας (Magurran 2004).

Παρόλα αυτά, διάφορα μηχανιστικά μοντέλα που αφορούν τις λειτουργικές συνέπειες της ποικιλότητας έχουν στηριχθεί στο γεγονός ότι τα είδη διαφέρουν το ένα με το άλλο (και για αυτό λειτουργούν διαφορετικά, MacArthur 1955). Ομοίως η σημαντικότητα των διαφορών μεταξύ των ειδών για την διατήρηση της συνύπαρξης τους εκφράστηκε ρητά στην έννοια της “οριακής ομοιότητας” (MacArthur & Levins 1967).

Έτσι οι οικολόγοι συνειδητοποίησαν ότι τα είδη διαφέρουν μεταξύ τους ως προς κάποια χαρακτηριστικά (Díaz & Cabido 2001) και ότι η επίδραση της οικολογικής ή λειτουργικής ποικιλομορφίας θα μπορούσε να βασίζεται στην “επέκταση της ανομοιότητας των χαρακτηριστικών μεταξύ των ειδών σε ένα οικοσύστημα” (Tilman 2001, Petchey & Gaston 2002).

Γενικότερα, η ποικιλότητα των ειδών θεωρείται ως υποκατάστατο της λειτουργικής ποικιλότητας στις περισσότερες μελέτες συνδέοντας την βιοποικιλότητα με την λειτουργία του οικοσυστήματος (Díaz & Cabido 2001; Loreau et al. 2003). Όμως κάποια ζευγάρια ειδών είναι πολύ όμοια μεταξύ τους, ενώ κάποια άλλα είναι πολύ διαφορετικά. Συνεπώς, η σχέση μεταξύ της

ποικιλότητας των ειδών και της λειτουργικής ποικιλότητας αναμένεται να είναι θετική (Petchey & Gaston 2002) αλλά όχι απαραίτητα πολύ στενή (Díaz & Cabido 2001, Petchey & Gaston 2006).

Εκατοντάδες μελέτες έδειξαν ότι η βιοποικιλότητα γενικά ενισχύει την λειτουργία ενός οικοσυστήματος, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής βιομάζας, την απόδοση της χρήσης των πόρων, και την ανακύκλωση των θρεπτικών συστατικών, αλλά υπάρχουν και αρκετά παραδείγματα όπου η ποικιλότητα έχει έναν ουδέτερο ή και αρνητικό ρόλο στην λειτουργία ενός οικοσυστήματος (Hooper et al. , Cardinale et al., 2006, 2012, Lefcheck et al., 2013, Gamfeldt κ.ά., 2015). Μια πιθανή εξήγηση για την επικράτηση των αρνητικών επιπτώσεων της ποικιλότητας είναι ότι τα είδη που χρησιμοποιούνται ήδη αλληλοεπικαλύπτονται σε σχέση με τις οικολογικές τους στρατηγικές για να αποτρέψουν μηχανισμούς που θα προκύψουν από την χρήση των φυσικών πόρων (Hooper et al. 2005). Ένας τρόπος να χαρακτηριστεί ο βαθμός πλεονάσματος των ειδών είναι να εξεταστούν και ληφθούν υπόψιν τα λειτουργικά τους χαρακτηριστικά, οι πτυχές της μορφολογίας τους, της φυσιολογίας, της φαινολογίας και της συμπεριφοράς που διακρίνει οικολογικές διαφορές μεταξύ των ειδών. Η ποικιλία σε αυτά τα χαρακτηριστικά σε όλα τα είδη, σε ένα οικοσύστημα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εξηγήσει την ποικιλομορφία των λειτουργικών χαρακτηριστικών.

Στην μελέτη της βιοποικιλότητας των οικοσυστημάτων, οι ειδικοί έχουν πλέον αναγνωρίσει ότι είναι συχνά αδύνατο να εντοπισθούν όλα τα είδη αλλά και η σχετική τους αφθονία σε μία περιοχή όσο μεγάλη και να είναι η ένταση της δειγματοληψίας των ειδών. Έτσι, οι περιορισμοί που τίθενται από την ένταση, την διάρκεια και τον τρόπο δειγματοληψίας των ειδών έχει δειχθεί ότι επηρεάζουν σημαντικά τον υπολογισμό της βιοποικιλότητας σε μια βιοκοινότητα, ιδιαίτερα όταν αυτή χαρακτηρίζεται από υψηλό πλούτο ειδών και παρουσία πολλών σπάνιων ειδών (Colwell and Coddington 1994; Chazdon et al. 1998; Colwell et al. 2004; Magurran 2004).

Λειτουργική Ποικιλότητα

Η χρήση του όρου "λειτουργική ποικιλότητα" έχει αυξηθεί εκθετικά την τελευταία δεκαετία στην επιστημονική βιβλιογραφία (Petchey and Gaston 2006) και αφορά μελέτες για μια πληθώρα από χερσαίες και θαλάσσιες ταξινομικές ομάδες (Zak et al. 1994; Stevens et al. 2004). Η πληθώρα εφαρμογών της 'λειτουργικής ποικιλότητας' τα τελευταία χρόνια έχει ως αποτέλεσμα σήμερα να υπάρχουν αρκετοί ορισμοί για τον όρο αυτό στη διεθνή επιστημονική βιβλιογραφία καθώς επίσης και για τον τρόπο μέτρησης της.

Σε όλη την ιστορία της επιστήμης της Βιολογίας, η αναγνώριση της σημαντικότητας των χαρακτηριστικών και της οικολογίας των ειδών έχει βοηθήσει στην κατανόηση των διαειδικών σχέσεων και πως τα είδη αλληλεπιδρούν με τον κόσμο. Για παράδειγμα ο αιρετικός Ρωμαίος αυτοκράτορας και φυσιοδίφης Frederick II (1194-1250), απέρριψε το σύστημα της αριστοτελικής ταξινόμησης για ένα άλλο το οποίο βασιζόνταν σε φυσικά χαρακτηριστικά και συμπεριφορές (Wilkins 2009). Σε αυτό το σύστημα οι οικολόγοι συνειδητοποιούν ολοένα και περισσότερο μια άποψη βασισμένη στα χαρακτηριστικά για την ποικιλομορφία μπορεί να είναι πιο σημαντική και ουσιώδης από τον πλούτο ή την σύνθεση των ειδών (McGill et al. 2006). Οι οικολόγοι συνήθως συσσωρεύουν τα είδη μαζί σύμφωνα με τις ομοιότητες στην λειτουργία τους ή σύμφωνα με τις αβιοτικές συνθήκες (Grime 1973), αλλά η χρήση των χαρακτηριστικών έχει επεκταθεί σε μεγάλο βαθμό τελευταία στην οικολογία. Οικολογικά, είδος είναι μια συλλογή ατόμων με φαινοτυπικά και συμπεριφορικά χαρακτηριστικά τα οποία καθορίζουν πότε και που μπορούν να υπάρξουν και πως αλληλεπιδρούν με άτομα άλλων ειδών (McGill et al. 2006). Η άποψη των ειδών σαν συνάθροιση χαρακτηριστικών αναδιαμορφώνει τον τρόπο με τον οποίο οι οικολόγοι μετρούν την ποικιλομορφία, εκτιμούν την συνύπαρξη των ειδών και αποκαθιστούν τα ενδιαίτημα (Fukami et al. 2005).

Πιο σημαντική βέβαια είναι η άποψη ότι μετρώντας και κατανοώντας την διαφορετικότητα των χαρακτηριστικών, μπορεί κανείς να πάρει καλύτερες και σημαντικότερες αποφάσεις για την διατήρηση και την αποκατάσταση των

ενδαιτημάτων. Χαρακτηριστικό θεωρείται οποιοδήποτε μετρήσιμο χαρακτηριστικό ενός ατόμου το οποίο δυνητικά επηρεάζει την απόδοση, την εμφάνιση ή την φυσική κατάσταση και μπορεί να είναι είτε φυσικά (π.χ. μορφολογία δοντιών ενός αρπακτικού), είτε βιοχημικά (π.χ. φωτοσύνθεση), ή ακόμα και συμπεριφορικά (π.χ. νυκτόβια).

Ανάλογα με την ακριβή φύση των μετρούμενων χαρακτηριστικών, αυτά μπορούν να επηρεάσουν περιβαλλοντικές ανοχές και απαιτήσεις των ενδαιτημάτων. Έτσι τα χαρακτηριστικά προσδιορίζουν το που μπορεί να ζήσει ένα είδος (Steneck & Dethier 1994; Lavorel et al. 1997), πως τα είδη αλληλεπιδρούν το ένα με το άλλο, επικοινωνώντας την δύναμη και τους άξονες του ανταγωνισμού ή την αποδοτικότητα ενός αρπακτικού (Davies et al. 2007) ή ακόμα και την συνεισφορά των ειδών στην λειτουργία και την ισορροπία ενός οικοσυστήματος για παράδειγμα, μέσω διαφορών στην χρήση και την αποθήκευση των θρεπτικών συστατικών (Hillebrand, Bennett & Cadotte 2008; Mokany, Ash & Roxburgh 2008; Lavorel et al. 2011). Με την ολοένα και αυξανόμενη άποψη ότι τα χαρακτηριστικά των ειδών επηρεάζουν την συνύπαρξη και τη λειτουργία ενός οικοσυστήματος οι οικολόγοι πλέον ποσοτικοποιούν τη ποικιλότητα των χαρακτηριστικών ή τις πολυδιάστατες διάφορες χαρακτηριστικών μέσα σε μία κοινότητα που γενικά αναφέρεται ως λειτουργική ποικιλότητα. Από τεχνική άποψη αντιπροσωπεύει την ποικιλότητα των χαρακτηριστικών αλλά θεωρείται ότι αντιπροσωπεύει την ποικιλία των θέσεων ή των λειτουργιών (Petchey, Hector & Gaston 2004, McGill et al. 2006; Petchey & Gaston 2006; Villegger, Mason & Mouillot 2008). Ως αναπαράσταση των θέσεων ή των λειτουργιών, η λειτουργική ποικιλότητα χρησιμοποιείται για να γίνει κατανοητό το πως ο πλούτος των ειδών ή η ποικιλομορφία σχετίζονται με την λειτουργία του οικοσυστήματος (Petchey, Hector & Gaston 2004; Cadotte et al. 2009; Flynn et al. 2011) και πως η ποικιλομορφία αντιδρά σε περιβαλλοντικούς παράγοντας στρες και διαταραχής (Nørberg et al. 2001; Suding et al. 2008).

Η δύναμη της λειτουργικής ποικιλότητας είναι ότι σε αντίθεση με τις κλασσικές παραδοσιακές μετρήσεις του πλούτου των ειδών και της ποικιλομορφίας, προϋποθέτει έναν μηχανιστικό σύνδεσμο μεταξύ της ποικιλομορφίας και των οικολογικών φαινομένων. Αυτός ο σύνδεσμος είναι

ελκυστικός και εμφανίζεται στην βιβλιογραφία με αυξανόμενη συχνότητα. Για να υποστηριχθεί η χρήση των μετρήσεων της λειτουργικής ποικιλότητας, προϋποθέτει μηχανιστικούς συνδέσμους με εξειδικευμένες και λειτουργικές πτυχές της ποικιλότητας των ειδών. Αναθεωρώντας την βιβλιογραφία καθορίζεται το πώς η λειτουργική ποικιλότητα διαφέρει από τις παραδοσιακές μετρήσεις της ποικιλότητας (εστιάζοντας αρχικά στον πλούτο δεδομένης της ευρείας χρήσης της) και τι μπορεί να δώσει και να ερμηνεύσει η λειτουργική ποικιλότητα για την λειτουργία και την δομή του οικοσυστήματος. Η σχέση μεταξύ του πλούτου των ειδών και του λειτουργικού πλούτου δημιουργεί προκλήσεις όσον αφορά τη διάγνωση των δυναμικών που δημιουργούν τα πρότυπα και οι σχετικές επιπτώσεις τους στις διαδικασίες ενός οικοσυστήματος (Naeem 2002). Η παραδοχή για την χρήση των μετρήσεων της λειτουργικής ποικιλότητας ως ρεαλιστική εκπροσώπηση των πιθανών διαφορών στηρίζεται στην υπόθεση ότι ποικιλία στις τιμές των λειτουργικών χαρακτηριστικών είναι πιθανό να δώσει μια εικόνα για τη λειτουργία του οικοσυστήματος πέραν εκείνης που παρέχεται από απλές μετρήσεις ποικιλομορφίας των ειδών (π.χ. Diaz & Cabido 2001, Petchey & Gaston 2002b).

Ακόμα, αρκετές μελέτες για την λειτουργία βιοποικιλότητας-οικοσυστήματος έχουν διαχειριστεί τον πλούτο των ειδών και στη συνέχεια συνήγαγαν τις τάσεις της λειτουργικής ποικιλότητας, υποθέτοντας μια θετική συσχέτιση μεταξύ αυτών των δύο μετρήσεων ποικιλομορφίας (Naeem & Wright 2003). Είναι επομένως χρήσιμο να αξιολογηθεί η εγκυρότητα του πλούτου των ειδών ως προαπαιτούμενο για την λειτουργική ποικιλότητα. Ο πλούτος των ειδών και ο λειτουργικός πλούτος είναι εγγενώς συνδεδεμένοι.

Μια μελέτη στη ποικιλομορφία των ψαριών σε ένα οικοσύστημα έδειξε ότι η αύξηση στον πλούτο των ειδών των ψαριών και της ηλικίας του ενδαιτήματος του οικοσυστήματος αντικατοπτρίζεται στον λειτουργικό πλούτο και τις μετρήσεις της λειτουργικής ποικιλότητας (Bihh , Gebauer & Brandl 2010). Παρομοίως ο Heino & Toivonen (2008) σημείωσε ότι υπάρχει δυνατός συσχετισμός μεταξύ του πλούτου των ειδών και του λειτουργικού πλούτου σε παράκτια μακροασπόνδυλα. Μια εξήγηση για τον δυνατό αυτό συσχετισμό είναι η επίδραση της επιλογής όπως αυτή ορίζεται από τον

Mayfield (Mayfield et al. 2010). Αυτή η επιρροή της επιλογής εμφανίζεται όταν η πιθανότητα του προσδιορισμού του εύρους των λειτουργικών χαρακτηριστικών σε μία δεξαμενή ειδών σε ένα οικοσύστημα, αυξάνεται ανάλογα με τον πλούτο των ειδών (Huston 1997).

Έχει υπάρξει μεγάλο ενδιαφέρον για την χρήση της λειτουργικής ποικιλότητας στην πρόβλεψη της λειτουργίας ενός οικοσυστήματος επειδή τα χαρακτηριστικά δεν σημαίνουν μόνο ότι υπάρχει λειτουργική πληθώρα πιθανόν (Rosenfeld 2002), αλλά επίσης παρέχουν έναν μηχανιστικό σύνδεσμο με τα προς μελέτη αποτελέσματα διαφοροποίησης (Díaz and Cabido 2001). Πρόσφατες μελέτες έχουν ενσωματώσει πολλαπλά χαρακτηριστικά σε πολυπαραγοντικούς δείκτες της λειτουργικής ποικιλότητας οι οποίοι έχουν παράσχει ποικίλη υποστήριξη για την χρησιμότητα και την σημαντικότητα της λειτουργικής ποικιλότητας ως προγνωστικός δείκτης της λειτουργίας ενός οικοσυστήματος, και κυρίως για την μόνιμη απόθεμα βιομάζας του (Petchey et al. 2004, Mouillot et al. 2011, Flynn et al. 2011, Gagic et al. 2015). Ωστόσο οι περισσότερες πειραματικές μελέτες που χρησιμοποιούν πολυπαραγοντική λειτουργική ποικιλότητα έχουν μια "post hoc" προσέγγιση (εκ των υστέρων ανάλυση). Αυτή η προσέγγιση μπορεί να οδηγήσει σε διφορούμενα αποτελέσματα αν τα αντίγραφα εντός και μεταξύ των επιπέδων του οικολογικού πλούτου των ειδών δεν είναι ικανοποιητικά διαφοροποιημένα όσον αφορά τα λειτουργικά τους χαρακτηριστικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Λιμνοθάλασσες

Τα οικοσυστήματα της λιμνοθάλασσας, όπως και τα περισσότερα υφάλμυρα περιβάλλοντα, είναι βιότοποι με μεγάλη οικολογική αξία, που χαρακτηρίζονται από υψηλή βιοποικιλότητα και τροφικές μεταναστεύσεις, τα οποία θα μπορούσαν να διακινδυνεύσουν χωρίς την κατάλληλη διαχείριση και εκτίμηση κινδύνου (Cognetti και Maltagliati 2000).

Οι παράκτιοι ημίκλειστοι κόλποι είναι εξαιρετικά διαφορετικά οικοσυστήματα με ένα ευρύ φάσμα φυσικής απομόνωσης από την ανοιχτή θάλασσα και τα μοτίβα ανακύκλωσης του νερού (Ferentinos et al., 2010). Από οικολογικής άποψης, αυτές οι λεκάνες συνήθως χαρακτηρίζονται από υψηλή παραγωγικότητα και αποτελούν σημαντικό φυσικό καταφύγιο στο οποίο ευδοκιμούν διάφορα εμπορεύσιμα είδη ψαριών, και υπόκεινται σε έντονη ιχθυοκαλλιέργεια και αλιεία. Λόγω της εγγύτητάς τους με το έδαφος, είναι συχνά οι παραλήπτες της αστικής, βιομηχανικής και γεωργικής ρύπανσης, κάτι το οποίο ιστορικά έχει οδηγήσει στην προστασία τους από διεθνείς συμβάσεις (Valiela 1991). Η υψηλή παραγωγικότητα αυτών των περιοχών, σε συνδυασμό με την μορφολογία τους, και τα πρότυπα στρωματοποίησης και κυκλοφορίας, οι χρόνοι κατακράτησης νερού και οι εισροές γλυκού νερού έχουν οδηγήσει στην ύπαρξη συνθηκών υποξίας (διαλυμένου οξυγόνου $<2 \text{ mg l}^{-1}$) ή ανοξικών (διαλυμένου οξυγόνου $<0,2 \text{ mg l}^{-1}$) κυρίως στα βαθύτερα τμήματα τους. Τις τελευταίες δεκαετίες, ο αριθμός των περιοχών που χαρακτηρίζονται από υποξικές και ανοξικές συνθήκες έχει εξαπλωθεί σε όλο τον κόσμο με σοβαρές συνέπειες στη λειτουργία των οικοσυστημάτων (Diaz & Rosenberg 2008).

Αποτελώντας το 13% της παγκόσμιας ακτογραμμής, οι λιμνοθάλασσες, όντας κοινά στοιχεία των παράκτιων ζωνών των ωκεανών και των θαλασσών, είναι ζωτικής σημασίας ως προς την βιολογική παραγωγικότητα και στοιχείο ανακύκλωσης της (Kjerfve 1994). Είναι το σταυροδρόμι των χερσαίων και θαλάσσιων τροφικών αλυσίδων. Μικροοργανισμοί διαφορετικών τροφικών επιπέδων διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο σε αυτό το σύστημα σχέσεων

(Anderson et al. 1979; Lam-Hoai et al. 1997; Ramdani κ.ά., 2009). Στη Μεσόγειο Θάλασσα υπάρχουν περισσότερες από 100 λιμνοθάλασσες με διαφορετικά επίπεδα αλατότητας (Pérez-Ruzafa et al., 2011).

Η κατανόηση του μηχανισμού λειτουργίας των λιμνοθαλασσών είναι ζωτικής σημασίας για τη δυναμική των ιχθυοαποθεμάτων και αποτελεί προτεραιότητα για τη διαχείριση. Οι λιμνοθάλασσες λόγω του ενδιάμεσου χαρακτήρα τους (άμεση επίδραση από τη θάλασσα και τα εσωτερικά νερά) αποτελούν σημαντικά πεδία αναζήτησης τροφής και προστασίας ορισμένων από τα πιο εμπορικά βενθο-πελαγικά ειδών ψαριών με διαφορετικά πρότυπα ιστορίας ζωής (Katselis et al., 2007). Παράλληλα, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των λιμνοθαλασσών (αβαθή συστήματα με έντονη επίδραση από τη θάλασσα και την ξηρά) τις καθιστούν ευμετάβλητες σε περιβαλλοντικές διακυμάνσεις (Katselis et al. 2003; Leonardos & Sinis 1999) και προσβάσιμες σε ανθρωπογενείς παρεμβάσεις (Katselis et al. 2003).

Οι λιμνοθάλασσες είναι ευαίσθητες στις μεταβολές της υδρολογικής ισορροπίας, της αλατότητας και στη ρύπανση των υδάτων τους. Οι κύριες απειλές προκύπτουν από τη γεωργία (αλόγιστη χρήση λιπασμάτων και αλλαγές στις χρήσεις γης στη λεκάνη απορροής τους), τη διαχείριση των υδατικών πόρων (αύξηση της ζήτησης σε νερό στη λεκάνη απορροής και διασυννοριακή ρύπανση), τις υδατοκαλλιέργειες (εμπλουτισμοί με χρήση μη ντόπιων γεννητόρων, αυθαίρετοι εμπλουτισμοί με καλλιεργούμενα τοπικά είδη, διάνοιξη τάφρων και καναλιών με εμπειρικό τρόπο), την τουριστική και οικιστική ανάπτυξη (αυθαίρετη δόμηση σε περιοχές που γειτνιάζουν με τις λιμνοθάλασσες, διάθεση ακατέργαστων λυμάτων, αυθαίρετες απορρίψεις σε μη χωροθετημένες για αυτόν τον σκοπό περιοχές που γειτνιάζουν με τις λιμνοθάλασσες) και την παράνομη αλιεία (Dukakes 2003)

Οι λιμνοθάλασσες λόγω της σημασίας τους αποτελούν οικότοπο προτεραιότητας Κοινοτικού ενδιαφέροντος. Η κατάσταση διατήρησής τους, σύμφωνα με τη 2η εθνική εξαετή έκθεση εφαρμογής της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ είναι κακή. Για να τις προστατεύσει αποτελεσματικά η Ελλάδα θα πρέπει να χαρακτηρίσει, έως το 2013, Ειδικές Ζώνες Διατήρησης. Επιπλέον, έως το 2015, η ποιότητα των νερών στις λιμνοθάλασσες θα πρέπει να είναι

τουλάχιστον καλή, σύμφωνα με τις υποχρεώσεις της χώρας έναντι της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ.

Ιχθυοπανίδα στην Ελλάδα

Ιχθυοπανίδα

Η Ελλάδα θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως ένας σημαντικός τόπος της Ευρωπαϊκής ιχθυοπανίδας γλυκού νερού, καθώς περιλαμβάνει κυρίως ενδημικά και Ασιατικής προέλευσης είδη (Economou et al. 2007; Kottelat & Freyhof 2007). Η Ελλάδα, όσον αφορά ιχθυοπανίδα εσωτερικών υδάτων, παρουσιάζει την μεγαλύτερη ποικιλομορφία στην Ευρώπη (Economidis & Banarescu 1991; Economidis 1995; Zardoya et al. 1999; Economou et al. 2007; Kottelat & Freyhof 2007). Ένα σύνολο 177 ειδών (συμπεριλαμβανομένων και κάπποιων στις εκβολές των ποταμών) σε 88 γένη, 27 οικογένειες και 15 τάξεις έχουν καταγραφεί. Μεταξύ των καταγεγραμμένων ειδών, το 57,0% είχε σχήμα κυπρινοειδές, το 11,7% περκόμορφα και 8,9% Salmoniformes. Τα κυπρινοειδή είναι η κυρίαρχη οικογένεια με 86 είδη (48%) που απαντώνται σχεδόν σε κάθε οικοσύστημα γλυκού νερού, ακολουθούμενη από Salmonidae με 16 είδη και γοβιοειδή και Cobitidae με 12 είδη, αντίστοιχα. Από τα μέλη της οικογένειας Cyprinidae, το 54,6% ανήκει στην υποοικογένεια των Leuciscinae. Τα περισσότερα από αυτά είναι σχετικά μικρού μεγέθους είδη που βρίσκονται σε μικρά υδατοστοιχεία.

Προβλήματα που αντιμετωπίζει η ιχθυοπανίδα

Λόγω της συνεχώς αυξανόμενης αύξησης της ανθρώπινης επιρροής στα υδάτινα οικοσυστήματα, ειδικότερα στα εσωτερικά ύδατα (Perry & Vanderklein 1996; Maitland & Morgan 1997; Trudgill et al. 1999; Boon et al. 2000), η διατήρηση και η προστασία της βιοποικιλότητας τους έχει γίνει βασικής σημασίας (Kirchhofer & Hefti 1996; Collares-Pereira et al., 2002). Στην Ελλάδα η κατάσταση δεν είναι διαφορετική από οπουδήποτε αλλού, και πολλά είδη ψαριών απειλούνται από πολλούς παράγοντες προς εξαφάνιση (Minns 2001; Souchon & Keith 2001; Bobori & Economidis 2006). Το μικρό μέγεθος των υδάτινων οικοσυστημάτων, η αύξηση των απαιτήσεων σε νερό

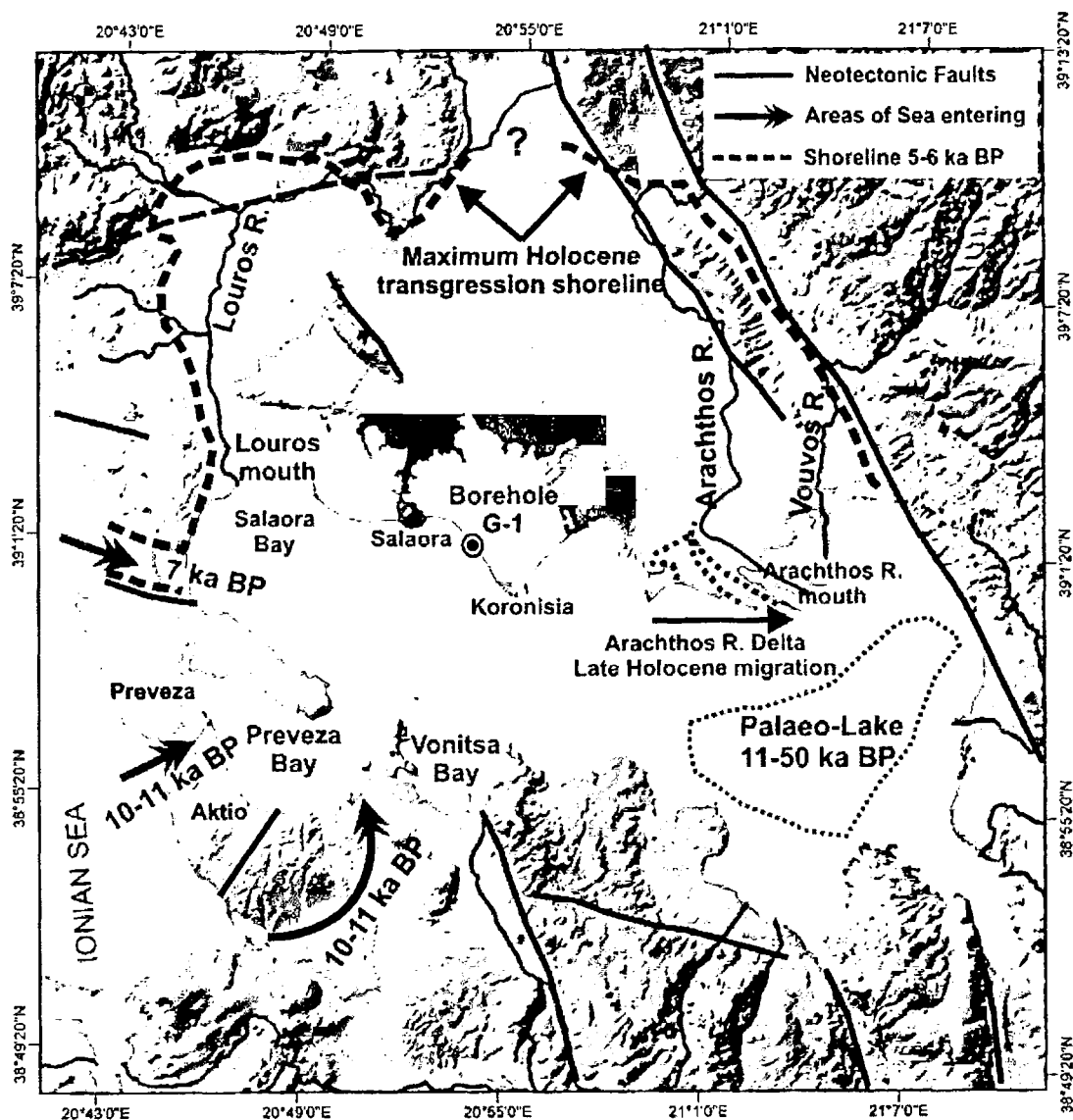
στην διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών (Angelakis & Diamadoroulos 1995) σε συνδυασμό με την ρύπανση των υδάτων, των ευτροφισμό (Kagalou & Leonardos 2009), η ρύθμιση των καναλιών και της ροής τους έχουν συμβάλει στην υποβάθμιση των επιφανειακών υδάτινων πηγών και των υδροβίων οργανισμών. Εξαιτίας των προαναφερόμενων, καθώς και της ανεξέλεγκτης εισροής εξωτικών ειδών, κάποιοι πληθυσμοί έχουν γίνει ευάλωτοι σε τοπικό επίπεδο, και είτε απειλούνται σοβαρά είτε έχουν ήδη εξαφανιστεί (Economidis 1991, 1995, 2002; Economou et al. 2007).

Αμβρακικός κόλπος

Η περιοχή της έρευνας είναι το σύμπλεγμα λιμνοθαλασσών του Αμβρακικού κόλπου στην Δυτική Ελλάδα, ένας από τους μεγαλύτερους ημίκλειστους κόλπους της Μεσογείου, του οποίου χαρακτηριστικά είναι τα πολλά φιόρδ (Εικόνα 1) . Στον Αμβρακικό κόλπο υπάρχουν περιφερειακά 14 λιμνοθάλασσες που καλύπτουν μια έκταση περίπου 86 km² με τα δυο μεγάλα λιμνοθαλάσσια συγκροτήματα, Λογαρού και Τσουκαλιό-Ροδιά στις βόρειες ακτές του Αμβρακικού, να καλύπτουν το 70% της συνολικής έκτασης, ενώ οι υπόλοιπες η κάθε μία καλύπτει μια έκταση που κυμαίνεται από 0,2-5 km² . Οι λιμνοθάλασσες του Αμβρακικού κόλπου Gulf (38° 59' N, 20°57' E) προστατεύονται από την συνθήκη Ramsar ως ένας υδροβιότοπος από τους σημαντικότερους Διεθνούς σημασίας και είναι καταχωρημένες στο δίκτυο Natura 2000, επιπρόσθετα έχουν χαρακτηριστεί ως περιοχές ειδικής προστασίας από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ferentinis et al. 2010). Ο Αμβρακικός κόλπος σχηματίστηκε στα μέσα της Τεταρτογενούς περιόδου (Kapsimalis et al. 2005; Anastasakis et al. 2007) και έχει περίπου 35 Km μήκος με πλάτος που κυμαίνεται από 6-15 Km .Ο κόλπος συνδέεται με το Ιόνιο πέλαγος μέσω ενός στενού καναλιού, το στενό Πρέβεζας- Ακτίου (Kapsimalis et al. 2005). Το σύμπλεγμα των λιμνοθαλασσών στο βορειοδυτικό τμήμα του Αμβρακικού έχει σχηματιστεί από τους ποταμούς του Άραχθου και του Λούρου (Poulos et al. 1995) με λεκάνες απορροής 1894 και 785 km² αντίστοιχα. (Kountoura & Zacharias 2011). Εξαιτίας αυτής της υψηλής εισροής φρέσκου νερού, ο κόλπος έχει θετικό ισοζύγιο υδάτων και θεωρείται ένα υφάλμυρο περιβάλλον με αλατότητες που κυμαίνονται από 17

έως 38 ‰ (Panayotidis et al. 1994; Kountoura & Zacharias 2011). Η δομή και η λειτουργία των λιμνοθαλάσσιων οικοσυστημάτων καθορίζονται σε μεγάλο βαθμό από την εισροή οργανικής ύλης από χερσαία και θαλάσσια περιβάλλοντα, καθώς και από την ατμόσφαιρα (Viaroli et al. 2008).

Παρά τις προσπάθειες που έχουν γίνει για την προστασία και την διατήρηση αυτής της μοναδικής περιοχής, το δυτικό κομμάτι του κόλπου υποφέρει από εποχιακή υποξία (συγκεντρώσεις οξυγόνου <2 mg L⁻¹), και



Εικόνα 1. (P. Avramidis et al. 2013). Τοπικός χάρτης του Αμβρακικού Κόλπου που δείχνει τις κύριες νεοτεκτονικές δομές (Pashos, 2003), τις περιοχές εισόδου νερού στον Κόλπο (Jing and Rapp 2003, Kapsimalis et al. 2005, Anastasakis et al. 2007) και τις εισροές του ποταμού Λούρου και Αράχθου (Poulios et al. 2008)

έτσι επίσης το ανατολικό κομμάτι επηρεάζεται από εποχιακές ανοξικές καταστάσεις (με συγκεντρώσεις $<0.5 \text{ mg L}^{-1}$). Αυτό οφείλεται στην υπερβολική χρήση γεωργικών λιπασμάτων στη γύρω περιοχή μαζί με την αύξηση των αποθεμάτων των ζώων, της εντατικής ιχθυοκαλλιέργειας και των αστικών λυμάτων τα τελευταία 20 με 30 χρόνια (Ferentinos et al. 2010; Kountoura & Zacharias 2011) το οποίο οδήγησε σε ένα τεράστιο γεγονός θνησιμότητας των ιχθύων της περιοχής. Η παράκτια ανάπτυξη, η ρύπανση και ένα μεγάλο εύρος ανθρωπογενών δραστηριοτήτων συμπεριλαμβανομένης της εκτεταμένης γεωργίας, των υδατοκαλλιεργειών των αστικών και των βιομηχανικών αποβλήτων είναι κύριες αιτίες παρακμής και απώλειας παράκτιων οικοτόπων που παρατηρούνται. Από τη δεκαετία του 1970 ο Κόλπος έχει αλλάξει, κυρίως λόγω της εκτεταμένης γεωργίας, της υδατοκαλλιέργειας και της αστικής ανάπτυξης, καθώς και της ίδρυσης πετρελαϊκών σταθμών κατά μήκος των νότιων συνόρων του κόλπου. Επιπλέον, δεδομένου ότι η κατασκευή δύο φραγμάτων έχει ελεγχθεί η απορροή του ποταμού Αράχθου. (Ferentinos et al. 2010).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Οικομορφολογία και τροφοληψία (*food acquisition*)

Διατροφικός θώκος (Food niche)

Η οικοθέση-βιόθεση (niche) είναι ένας γενικός όρος στην οικολογία που ορίζει τη λειτουργία ενός ζώου στο περιβάλλον του. Ο διατροφικός θώκος (food niche) ορίζεται ως "ο ρόλος του ζώου στο οικοσύστημα που διαβιώνει με βάση τη διατροφή του, και τη σχέση του με την τροφή που είναι διαθέσιμη" (Weatherly 1963). Η ίδια η θέση (niche) έχει ονομαστεί και πολυδιάστατη θέση από τον Hutchinson (1957) καθώς ελέγχεται από πολλούς παράγοντες, τόσο βιοτικούς όσο και αβιοτικούς. Οι αβιοτικοί παράγοντες χαρακτηρίζονται για παράδειγμα από το φως του ηλίου, τη θερμοκρασία και την πίεση σε διάφορους χημικούς παράγοντες όπως το οξυγόνο, ο φώσφορος και το άζωτο. Συνήθως αυτοί οι παράγοντες μπορούν να περιοριστούν σε λίγους που επηρεάζουν τη διατροφική συμπεριφορά του κάθε είδους. Οι βιοτικοί παράγοντες έχουν μεγάλη εμβέλεια. Πολλοί από αυτούς έχουν επιπτώσεις στην αναπαραγωγή. Η συμπεριφορά παρασιτισμού, η ωτοκία και άλλες παρόμοιες συμπεριφορές αποτελούν σημαντικά χαρακτηριστικά τα οποία συμβάλλουν στην επιτυχή αναπαραγωγή.

Οικομορφολογία & Αναζήτηση τροφής

Η οικομορφολογία μπορεί να λειτουργήσει υπό την προϋπόθεση ότι οι οικολογικές σχέσεις μπορούν να συναχθούν από ένα κατάλληλο σύνολο μορφολογικών χαρακτηριστικών (Hespenheide 1973). Ο τομέας της οικομορφολογίας προσδιορίζει σχέσεις μεταξύ μορφολογικών χαρακτηριστικών και οικολογικών διεργασιών, όπως για παράδειγμα η χρήση πόρων (π.χ., Motta & Kotrschal 1991, Wainwright 1996). Για παράδειγμα, ο λόγος του μήκους του εντέρου προς το μήκος υποδεικνύει μια τροφική κατάσταση των ιχθύων (Kramer & Bryant 1995; Elliott & Bellwood 2003).

Η απροσδιόριστη ανάπτυξη, ή η ανάπτυξη στη διάρκεια της ζωής, είναι το σημαντικότερο στοιχείο στην ιστορία της ζωής των ιχθύων που επηρεάζει

το πώς η θεωρία της αναζήτησης της τροφής εφαρμόζεται σε αυτήν. Καθώς αναπτύσσονται, η στρατηγική τους στην αναζήτηση της τροφής αλλάζει καθώς αυτή αλλάζει σε ποσότητα, μέγεθος, ή σε άλλα χαρακτηριστικά. Το στάδιο της προνύμφης, για παράδειγμα, είναι πολύ λιγότερο ανεπτυγμένο από το νεαρότερο από τα περισσότερα άλλα σπονδυλωτά, και η πρόσληψη τροφής σε σχέση με το μέγεθος και την ποικιλία είναι εξαιρετικά περιορισμένη σε σύγκριση με αυτήν ενός ενήλικα. Για αυτό, η βέλτιστη στρατηγική αναζήτησης τροφής δεν είναι ένα σταθερό χαρακτηριστικό στην ζωή ενός ψαριού, αλλά η στρατηγική αλλάζει από ένα στάδιο της ζωής σε ένα άλλο (Pyke 1984). Ο γενικός στόχος της θεωρίας της αναζήτησης τροφής είναι να προβλέψουμε πώς τα ζώα μπορούν να επιτύχουν ένα μέγιστο καθαρό ενεργειακό όφελος με στόχο τη μεγιστοποίηση της αναπαραγωγικής επιτυχίας ή της φυσικής κατάστασης. Η συνολική ενέργεια που καταναλώνεται ως τρόφιμο, μείον το ενεργειακό κόστος της απόκτησης αυτής, είναι το καθαρό κέρδος ενέργειας. Το επιθυμητό αποτέλεσμα είναι ένας μακροπρόθεσμος μέσος ρυθμός καθαρού ενεργειακού κέρδους που λαμβάνει υπόψη τις μεταβαλλόμενες συνθήκες του θηράματος και του θηρευτή για μια χρονική περίοδο. Ο τρόπος επίτευξης ενός μέγιστου καθαρού ενεργειακού κέρδους είναι μια βέλτιστη στρατηγική αναζήτησης. Η θεωρία της αναζήτησης της τροφής χρησιμοποιείται με τρεις τρόπους : (1) να μοντελοποιήσει το πώς μπορεί να μεγιστοποιηθεί η καθαρή ενεργειακή απόκτηση, (2) παρατηρήσεις πεδίου και πειράματα για επαλήθευση ή άρνηση ενός μοντέλου και (3) εργαστηριακά πειράματα για επαλήθευση ή άρνηση ενός προκαθορισμένου μοντέλου μέρος του μοντέλου. (Emlen 1966).

Όλα τα μοντέλα πρόσληψης τροφής περιέχουν τρία στοιχεία : (1) αποφάσεις που παίρνονται από τον θηρευτή να επιτεθεί ή όχι σε ένα υποψήφιο θύμα, (2) το ισοζύγιο ενέργειας όπως ειπώθηκε παραπάνω, και (3) τους περιορισμούς ή τους παράγοντες που καθορίζουν τη σχέση μεταξύ απόφασης και ισοζυγίου. Η απόφαση ενός αρπακτικού να επιτεθεί ή να μην επιτεθεί σε θήραμα είναι το αποτέλεσμα μιας αναζήτησης και συνάντησης. Η αναζήτηση μπορεί να είναι μια γρήγορη εξέταση πιθανής θήρας, όπως αυτή ενός είδους που τρέφεται με πλαγκτόν, ή μια πιο αργή, πιο σκόπιμη αναζήτηση, όπως η αναζήτηση ενός βενθικού ζώου από ένα που κινείται στον

πτυθμένα. Η απόφαση παίρνεται με την αναγνώριση της λείας με τα αισθητήρια όργανα.

Η όραση έχει εξεταστεί προσεκτικά σε πλαγκτονικούς οργανισμούς. Οι βιολόγοι που ασχολούνται με τα ψάρια έχουν κάνει διάκριση μεταξύ του πραγματικού μεγέθους και του εμφανούς μεγέθους ενός θηράματος. Οι διακρίσεις μεταξύ των δύο είναι σημαντικές επειδή η απόφαση ενός ψαριού να επιτεθεί μπορεί να είναι επιλογή μεταξύ του ενός ή του άλλου. Το μεγαλύτερο κέρδος σε ενέργεια μπορεί να βρίσκεται σε ένα μεγαλύτερο θήραμα που βρίσκεται σε κάποια απόσταση από το θηρευτή, παρόλο που φαίνεται να είναι μικρότερη από ένα θήραμα που βρίσκεται πιο κοντά. Ο θηρευτής κάνει μια κρίση μεταξύ της ενέργειας και του χρόνου που απαιτείται για να φτάσει στο μεγαλύτερο θήραμα και στη σύλληψη ενός πλησιέστερου και μικρότερου θηρευτή. Η απόφαση θα επηρεαστεί επίσης από τον τύπο της αναζήτησης αυτής. Μια αναζήτηση που αποκαλύπτει πολλά θηράματα μαζί στο οπτικό πεδίο είναι αρκετά διαφορετική από μια αναζήτηση η οποία περιλαμβάνει ένα πιθανό θήραμα κάθε φορά.

Διατροφή των ψαριών και μορφολογικά χαρακτηριστικά

Στα ψάρια, τα μοτίβα που σχετίζονται με τη μορφολογία και τη διατροφή έχουν μελετηθεί καλά (π.χ., Wainwright 1996, Amundsen et al. 2004, Hendry et al. 2009). Για παράδειγμα υπάρχει ποικιλία στο μέγεθος, το σχήμα, τη θέση του στόματος μεταξύ των ειδών (terminal, superior, inferior, subterminal, elongated), η ύπαρξη δοντίων (ή φαρυγγικά δόντια), η δομή και ο αριθμός των βραγχιακών ακάνθων, καθώς και η δομή των φαρυγγικών οστών καθορίζουν και διευκολύνουν τις ενέργειες για την σύλληψη συγκεκριμένης τροφής (Al-Hussaini 1947; Verigina 1991). Με άλλα λόγια, η μορφολογία διαδραματίζει ουσιαστικό ρόλο στον καθορισμό των ελάχιστων, μέγιστων μεγεθών λείας διαμορφώνοντας έτσι την τελική σύνθεση της δίαιτάς του (Wainwright & Richard 1995; Wootton 1998).

Η τροφή προσφέρει στα ψάρια την ενέργεια και τις θρεπτικές ουσίες που χρειάζονται με σκοπό, να αναπτυχθούν, να αναπαραχθούν και γενικά για να επιβιώσουν (Wootton 1998). Η μελέτη της διατροφής των ψαριών είναι

σημαντική καθώς δίνει απαντήσεις σε κάποια σημαντικά οικολογικών θεμάτων όπως είναι (Stergiou & Kargrouzi 2002) :

- α)** η επιλογή της λείας,
- β)** οι σχέσεις μεγέθους λείας-θηρευτή,
- γ)** οι οντογενετικές αλλαγές στη διατροφή
- δ)** η επιλογή λείας σε περιπτώσεις ενδοειδικού και διαειδικού ανταγωνισμού
- ε)** η επιλογή ενδαιτήματος
- στ)** ο υπολογισμός του τροφικού επιπέδου
- ζ)** η δομή των τροφικών πλεγμάτων

Η διατροφή αποτελεί μια σειρά διαδικασιών με τις οποίες το ψάρι προσλαμβάνει την τροφή για να επιβιώσει, και την αφομοιώνει (θρέψη) προκειμένου να αναπτυχθεί και να αναπαραχθεί. Επιτυγχάνεται με την πρόσληψη τροφής, χημικών ενώσεων και στοιχείων από το περιβάλλον (τροφοληψία). Στη συνέχεια, ακολουθεί η πέψη της τροφής και η μετατροπή της μέσω του μεταβολισμού σε κατάλληλες ενώσεις για τη θρέψη των κυττάρων και την παραγωγή της απαραίτητης ενέργειας, ενώ μέσω της απέκκρισης αποβάλλονται τα άχρηστα ή τοξικά προϊόντα του μεταβολισμού της τροφής προς στο περιβάλλον. (Gene Helfman et. al.2009).

Οι προσαρμογές που εμπλέκονται στη διατροφή σαφώς και περιλαμβάνουν μορφολογικές δομές που χρησιμοποιούνται για την απόκτηση και επεξεργασία της τροφής όπως είναι το σχήμα, η θέση και η επιφάνεια του στόματος των ιχθύων . Η ικανότητα διατροφής σχετίζεται με τη μορφολογία του στόματος ή τη δύναμη της γνάθου (Wainwright 1991, Nilsson and Broenmark 2000). Λιγότερο προφανές αλλά εξίσου σημαντικό είναι και οι μορφολογικές προσαρμογές που αφορούν το σημείο που βρίσκονται τα μάτια και η λειτουργία τους , το σχήμα του σώματος και οι κινητικές τους συνήθειες . Για πολλά ψάρια μία απλή ματιά στη μορφολογία της κεφαλής, στον τύπο του στόματος και το σχήμα του σώματος μας επιτρέπει την ακριβή πρόβλεψη για το τι τρώει ένα ψάρι και πως αυτό πιάνει το θήραμά του (Gene Helfman et. al.2009).

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΙΧΘΥΩΝ

A. Διατροφικές συνήθειες

Τα ψάρια από οικολογική άποψη είναι καταναλωτές (τρέφονται με βιομάζα, που παράγεται από άλλους οργανισμούς). Η διατροφή ψαριών στο φυσικό τους περιβάλλον μπορεί να αποτελείται από διάφορα σπονδυλωτά (άλλα ψάρια, λάρβες ψαριών), ασπόνδυλα (καρκινοειδή, μαλάκια, προνύμφες εντόμων), φυτά (μακρόφυτα, νηματώδη φύκη) ή ακόμη από βιογενή θρύμματα και πλαγκτόν. Ανάλογα με την κατηγορία της κύριας προτιμώμενης τροφής τα ψάρια (όπως και όλοι οι καταναλωτές) μπορούν να ταξινομηθούν σε (Gene Helfman et. al.2009) :

- Φυτοφάγα , που τρέφονται με φυτοπλαγκτόν, διάτομα, νηματώδη φύκη, μακρόφυτα (**Herbivores**). Πολλά όμως είδη φυτοφάγων ψαριών φαίνεται να ξεκινούν τη ζωή τους ως σαρκοφάγα ή παμφάγα και μεταλλάσσονται καθώς μεγαλώνουν και κάνουν μια πιο φυτοφάγα διατροφή (White 1985)
- Θρυμματοφάγα, που τρέφονται με βιογενή θρύμματα του βένθους ή της στήλης του νερού. (**Detrivores / Detritophages**)
- Σαρκοφάγα, που τρέφονται με ζωοπλαγκτόν (κωπήποδα, αυγά ψαριών κ.ά.), βενθικά ασπόνδυλα, κνιδόζωα, άλλα ψάρια (**Ιχθυοβόρα/Piscivorous**) ή ακόμη έντομα ή και ζώα της ξηράς όπως για παράδειγμα τα πιράνχας (**Carnivores**). Τα περισσότερα ψάρια είναι σαρκοφάγα σε διάφορα τροφικά οικολογικά επίπεδα .
- Πλαγκτοφάγα τρέφονται με πλαγκτικούς οργανισμούς, δηλαδή με φυτοπλαγκτό, ζωοπλαγκτό, ακόμη και ιχθυοπλαγκτό. (**Planktivores**)
- Κοπρονεκροφάγα τρέφονται με απορρίμματα και νεκρούς οργανισμούς ή τμήματα αυτών. (**Scavengers**)
- Παμφάγα, που δεν τρέφονται αποκλειστικά με μία συγκεκριμένη κατηγορία τροφής (**Omnivores**) και παρουσιάζουν ποικίλες προτιμήσεις, κατά

περιόδους ή σταθερά, καταναλώνοντας τόσο φυτικούς όσο και ζωικούς οργανισμούς (Karpouzi & Stergiou 2003).




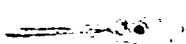
Ανάλογα με την ηλικία οι τροφικές συνήθειες των ψαριών αλλάζουν και συνδέονται με μεταβολές στη δομή του σώματος (αλλαγές στις διαστάσεις του στόματος, στην οξύτητα στην όραση, στην πεπτική ικανότητα και στην καλύτερη κολυμβητική ικανότητα που). (Keast & Webb 1966 , Kaiser & Hughes 1993 , Juanes 1994 ,Juanes & Conover 1994 , Hart 1997 , Wootton 1998). Στα σαρκοφάγα ψάρια, καθώς το μέγεθος του σώματος αυξάνει, αντίστοιχα αυξάνει και το μέγεθος και το φάσμα της λείας (Karpouzi & Stergiou 2003).

B. Θέση του στόματος

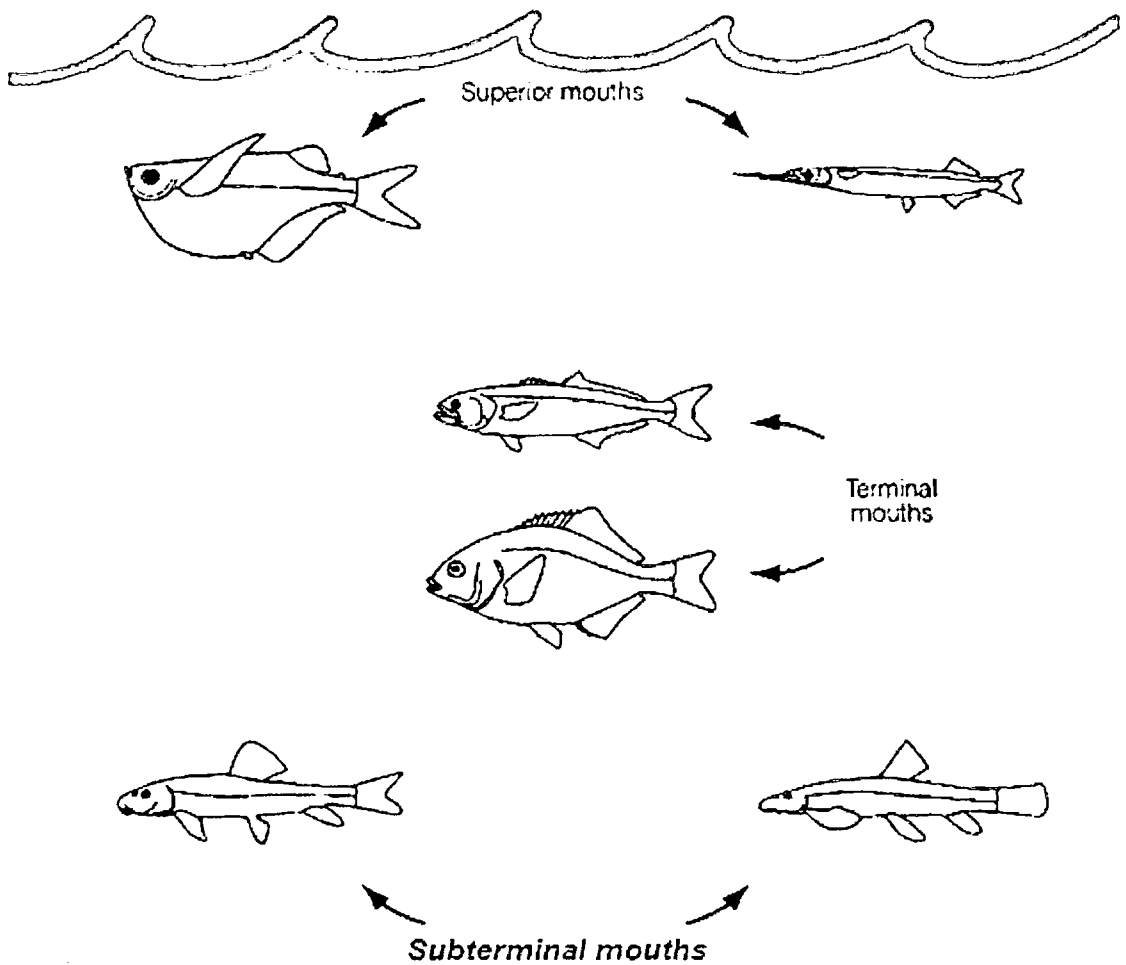
Σχεδόν κάθε είδος προσλαμβάνει την τροφή με αναρρόφηση. Αν και κάθε φυσική δομή του στόματος έχει μεγάλη διακύμανση από μια ομάδα ψαριών σε άλλη, ο βασικός σχεδιασμός του στόματος είναι κοινός για όλα τα είδη (Liem 1980).

Ο βασικός σχεδιασμός της δομής του στόματος αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο ποσοστό διατροφής των ειδών. Ένα είδος μπορεί να έχει τη δυνατότητα να τρέφεται με περισσότερες από μία πηγές τροφής, ενώ άλλα είδη μπορούν να τρέφονται με μία μόνο πηγή τροφής (τροφική προσαρμοστικότητα). Η πλειοψηφία των ψαριών χρησιμοποιούν την αίσθηση της όρασης για τον εντοπισμό της τροφής. **(Πίνακας 1.)**

Πίνακας 1. Σχήμα / θέση στόματος και λειτουργίες ανά είδος μελέτης

ΣΧΗΜΑ	ΕΙΔΟΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
 <i>(superior)</i> ανώτερο	Gambusia holbrooki	<ul style="list-style-type: none"> > Ψάρια που ζουν κυρίως στην επιφάνεια > Εντοπίζουν την λεία τους πάνω από το ύψος κεφαλής
 <i>(terminal)</i> τελικό	Diplodus vulgaris Sparus aurata Symphodus cinereus Anguilla anguilla Zosterisessor ophiocephalus Liza saliens Liza aurata Liza ramada Atherina boyeri	<ul style="list-style-type: none"> > Εντοπίζονται σε διάφορα βάθη > Συνήθως κινούνται στο μέσο της στήλης του νερού > Εντοπίζουν τη λεία τους στο ύψος της ευθείας του σώματος
 <i>(subterminal)</i> υποτελικό	Mullus barbatus Gobius niger Sarpa sarpa Parablennius tentacularis	<ul style="list-style-type: none"> > Τρέφονται στα χαμηλότερα στρώματα της στήλης του νερού > Εντοπίζουν τη λεία τους κάτω από το ύψος της κεφαλής
 <i>(elongated)</i> επίμηκες	Belone belone	<ul style="list-style-type: none"> > Ψάρια που ζουν και ψάχνουν τη λεία τους κυρίως στην επιφάνεια

Οι καταναλωτές πλαγκτόν και οι κολυμβητές-αρπακτικά είναι προφανή παραδείγματα. Ωστόσο, πολλά θηράματα, αμφότερα τα σπονδυλωτά και τα ασπόνδυλα, έχουν αναπτύξει συμπεριφορές καμουφλάζ και κρυψώνας για να αναχαιπιστεί η θήρευση. Για παράδειγμα, το μέγεθος και το σχήμα της διαστολής στο στόμα, η απόσταση μεταξύ του στόματος του ψαριού και του θηράματος και οι κινήσεις του σώματος θα επηρεάσουν την απόδοση της τροφοδοσίας με αναρρόφηση. Η προεξοχή της σιαγόνας είναι ένα πρόσθετο χαρακτηριστικό που μπορεί να αυξήσει την απόδοση τροφοδοσίας αναρρόφησης. Με βάση πρόσφατα στοιχεία, η ενδοστοματική επεξεργασία (μάσημα) φαίνεται επίσης να είναι σχετικά κοινό χαρακτηριστικό μεταξύ των ψαριών. Οι μηχανισμοί στους οποίους βασίζεται η παροχή αναρρόφησης σε ψάρια είναι αρκετά περίπλοκοι. (Liem 1990). Ο τρόπος και ο τόπος στον οποίο ένα ψάρι τρέφεται καθορίζεται από την θέση του στόματος του (Helfman et. al.2009). **(Εικόνα 2.)**



Εικόνα 2. Συσχέτιση μεταξύ θέσης στόματος, τροφικών συνηθειών, και προσανατολισμού στη σήλη του νερού των τελεόστεων. Ψάρια με ανώτερα στόματα συνήθως ζουν και τρέφονται κοντά στην επιφάνεια, ενώ ψάρια με κατώτερα στόματα συχνά τρέφονται με άλγη ή σκάβουν τον πυθμένα και το υπόστρωμα για να τραφούν. Ψάρια με τελικά στόματα τρέφονται συχνά με άλλα ψάρια ή ζωοπλαγκτόν που επίσης ζουν σε ίδια επίπεδα της σήλης του νερού, αλλά είναι το ίδιο πιθανό να τρέφονται και στην επιφάνειά ή σε δομές (βραχώδεις ή φύκια) στον πυθμένα. Σκίτσο (Nelson 2006)

Διαφορετικοί τύποι στόματος για την πρόσληψη της τροφής

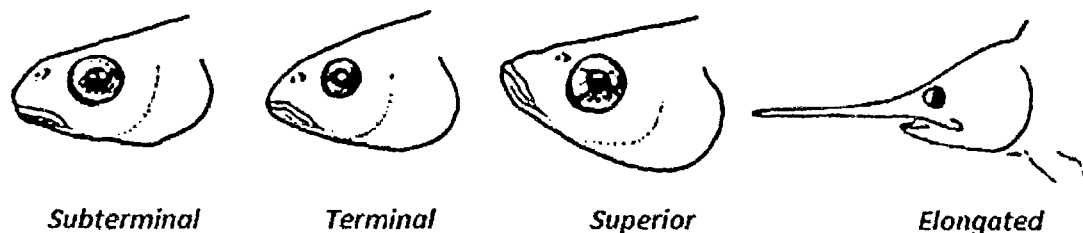
A. Η μεγάλη πλειοψηφία των ψαριών παρουσιάζει τελικά (**terminal**) στόματα. Σε αυτά το στόμα εντοπίζεται στο μέσο, και στο τέλος της κεφαλής και κυνηγούν την τροφή τους και τρέφονται με οτιδήποτε βρίσκεται ακριβώς μπροστά από αυτά. Είναι συνήθως επιθετικοί και γρήγοροι κολυμβητές. Εάν είναι γρήγοροι κολυμβητές αυτό σημαίνει ότι μάλλον είναι και καλοί θηρευτές.

B. Ανώτερο στόμα (**superior**) έχει ένα ψάρι όταν το στόμα είναι γυρισμένο προς τα πάνω ή κοντά στην κορυφή της κεφαλής. Ψάρια με τέτοιο στόμα τρέφονται με τροφή που βρίσκεται πάνω από αυτά και είναι είτε θηρευτές είτε φιλτράρουν για την τροφή τους.

Γ. Εάν το στόμα ενός ιχθύος είναι στραμμένο προς τα κάτω ή στο κατώτερο σημείο της κεφαλής, τότε αυτό είναι στην κατώτερη θέση (**inferior**). Αυτά τα ψάρια συνήθως τρέφονται στο βένθος και είναι είτε θηρευτές είτε βοσκητές.

Δ. Ψάρια με στόματα κάτω από το απόλυτο μπροστινό άκρο της κεφαλής, έχουν υποτελικά (**subterminal**) στόματα. Κάποια ρουφούν και φιλτράρουν και άλλα τρέφονται στο βένθος. Γενικότερα είναι χαρακτηριστική θέση των ψαριών που τρέφονται με άλγεια ή βενθικούς οργανισμούς.

Ε. Ψάρια με επίμηκες στόμα (**elongated**), είναι ψάρια που ζουν και ψάχνουν την λεία τους κυρίως στην επιφάνεια της στήλης του νερού. (*Εικόνα 3.*)



Εικόνα 3. Θέσεις στόματος (Jenkins και Burkhead 1993)

Γ. Προσαρμογές στον τρόπο αναζήτησης και λήψης της τροφής (σύλληψη της λείας)

Οι διάφορες προσαρμογές, που έχουν αναπτύξει τα ψάρια για τη σύλληψη της τροφής τους, προσδίδουν ορισμένα ιδιαίτερα μορφολογικά και ηθολογικά χαρακτηριστικά πρότυπα στον τρόπο αναζήτησης και λήψης της τροφής. Ανάλογα με αυτά τα χαρακτηριστικά τα ψάρια διακρίνονται σε ορισμένα χαρακτηριστικά πρότυπα ή τύπους αναζήτησης και λήψης της τροφής (Moore 2009) :

α) Θηρευτές (predators): διακρίνονται σε κυνηγούς (**hunters**), αυτοί που κυνηγούν ενεργητικά τη λεία τους, καθιστικοί θηρευτές (**ambush**), που περιμένουν τη λεία να περάσει κοντά τους και να επιτεθούν αιφνίδια .

β) Βοσκητές (grazers): ανήκουν τα ψάρια, που κόβουν ολόκληρα κομμάτια φυτών και τα καταβροχθίζουν, άλλα ψάρια ξύνουν την επιφάνεια ζωντανών οργανισμών (όπως κοράλια, πολύποδες κ.λπ.) ή και βράχων ή τρέφονται με την επιπανίδα ή τα επίφυτα που είναι προσκολλημένα στα στελέχη των μακροφύτων.

γ) Διηθητές (filter feeders) : ανήκουν τα ψάρια, που φιλτράρουν το νερό με τη βοήθεια των βραγχιακών ακανθών και κατακρατούν έτσι διάτομα, καρκινοειδή ή αιωρούμενα στερεά βιογενή θρύμματα. Εδώ ανήκουν τα πλαγκτονοφάγα ψάρια.

δ) Μυζητικός τύπος (suckers) : απαντάται κυρίως σε βενθοφάγα που απομυζούν τη λεία τους από το υπόστρωμα. Ορισμένα καταβροχθίζουν τη λεία μαζί με το υπόστρωμα, πέπτουν τη λεία και αποβάλλουν το υπόστρωμα.

ε) παρασιτικός τύπος (parasitic) : στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι κυκλόστομοι και οι μυξίνοι, που τρέφονται με σωματικά υγρά των ψαριών που παρασιτούν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

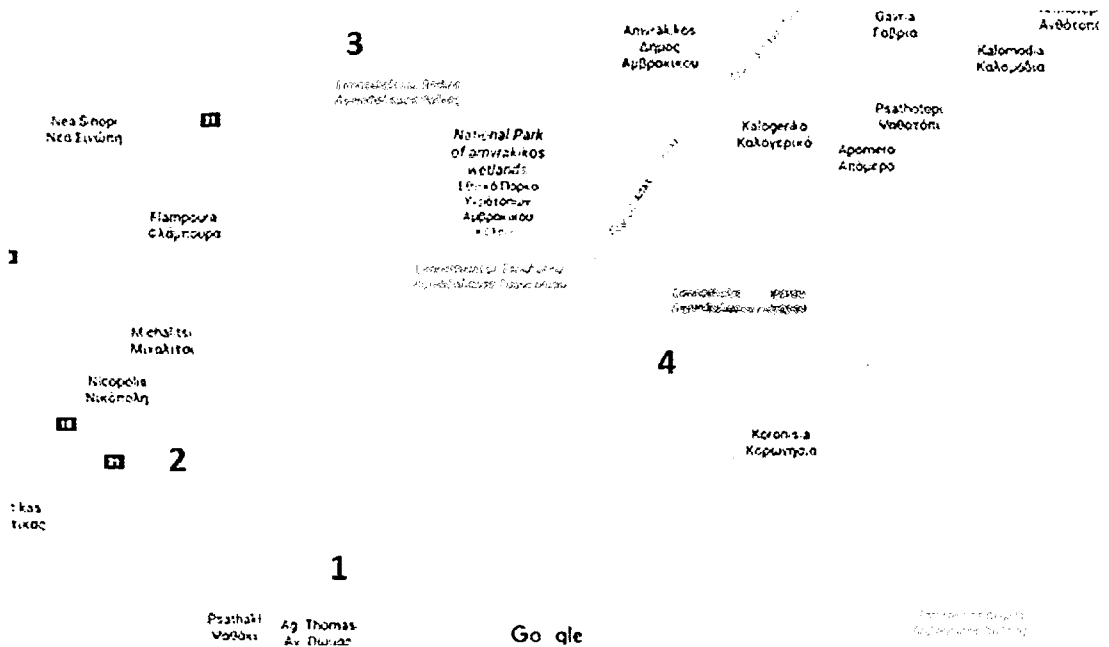
Σταθμοί Δειγματοληψίας

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες σε τέσσερις διαφορετικούς σταθμούς του Αμβρακικού κόλπου (Εικόνα 4.) :

1. Σταθμός Νεοχωρίου
2. Σταθμός Μάζωμα
3. Σταθμός Στρογγυλή
4. Σταθμός Κορωνησία

Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα στις εξής ημερομηνίες:

- 14/03/2012 λιμνοθάλασσα "Στρογγυλή"
- 29/03/2012 λιμνοθάλασσα "Μάζωμα"
- 04/04/2012 λιμνοθάλασσα "Στρογγυλή"
- 18/05/2012 σταθμός "Κορωνησία"
- 18/05/2012 σταθμός "Νεοχώρι"
- 30/06/2012 σταθμός "Κορωνησία"
- 30/06/2012 σταθμός "Νεοχώρι"



Εικόνα 4. Σταθμοί δειγματοληψίας: 1.Νεοχώρι, 2.Μάζωμα, 3.Στρογγυλή, 4.Κορωνησία

Μέθοδοι δειγματοληψίας & έρευνας

- Ως αλιευτικό εργαλείο χρησιμοποιήθηκε ο γρίπος (μήκους 16m, ύψους 1,4m, ανοίγματος ματιού 2mm στο κέντρο και 4mm στα άκρα, χωρίς σάκο). Κάθε φορά πραγματοποιούνταν 8-10 κάθετες προς την ακτή σύρσεις του γρίπου σε περιοχές με λειμώνες φανερόγαμων, ώστε να καλυφθεί μια επιφάνεια (640 m²) αντιπροσωπευτική του εκάστοτε οικοσυστήματος. Σε κάθε προσπάθεια τα συλληφθέντα άτομα απομακρύνονταν και τοποθετούνταν σε διάλυμα ουδετεροποιημένης φορμόλης 4% όπου και διατηρούνταν μέχρι την εξέταση τους στο εργαστήριο. Πέραν της χρήσης του γρίπου ως αλιευτικό εργαλείο, δειγματοληψίες έγιναν και με την βοήθεια ψαράδων της περιοχής έτσι ώστε τα δείγματα να είναι όσο πιο αντιπροσωπευτικά της βιοποικιλότητας του εκάστοτε οικοσυστήματος γίνεται. Οι ψαράδες χρησιμοποιούσαν δίχτυα ανοίγματος ματιού 6mm. Τέλος δειγματοληψίες έγιναν και με την χρήση απόχης. Επιλέχθηκαν λοιπόν 3 διαφορετικές μέθοδοι δειγματοληψίας έτσι ώστε το δείγμα που θα προκύψει σε κάθε σταθμό να είναι όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτικό του οικοσυστήματος που μελετάται.
- Αφού διαχωρίστηκαν ανά σταθμό μελέτης, τα δείγματα ιχθύων προσδιορίστηκαν σε επίπεδο είδους με τη χρήση ειδικών κλειδών (π.χ. Handbook of European Freshwater Fishes, Kottelat & Freyhof, 2007) ,καταμετρήθηκε ο αριθμός των ατόμων ανά είδος για τον προσδιορισμό της αφθονίας και έγινε η επιλογή των κατάλληλων λειτουργικών χαρακτηριστικών τα οποία περιγράφουν την βασική λειτουργία (πρόσληψη τροφής) (*Villéger et al., 2010*).
- Έπειτα τα άτομα φωτογραφήθηκαν για την ακριβή μέτρηση του μήκους και για περαιτέρω μορφολογική ανάλυση τους μέσω προγράμματος H/Y (Image Pro).
- Την κατασκευή πινάκων με τα είδη και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά
- Στατιστική ανάλυση (μέσω Spss & Past) των δειγμάτων και εφαρμογή της κατάλληλης μεθόδου (πολυμεταβλητών PCA,DFA,CLUSTER) για την δημιουργία λειτουργικών ομάδων (functional groups).

Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν :

(α): **Bl** : μήκος του σώματος, **Bd** : βάθος του σώματος, **CPd** : μίσχο της ουράς (ελάχιστο βάθος), **CFd** : βάθος ουραίου πτερυγίου, **CFs** : επιφάνεια ουραίο πτερύγιο, **PFi** : απόσταση μεταξύ του θωρακικού πτερυγίου ως το κάτω μέρος του σώματος, **PFb** : απόσταση από το ύψος του θωρακικού, **PFI** : μήκος θωρακικού πτερυγίου, **PFs** : επιφάνεια θωρακικού πτερυγίου, **Hd** : ύψος κεφαλής, **Ed** : διάμετρος του οφθαλμού, **Eh** : απόσταση μεταξύ κέντρο του ματιού προς τον πυθμένα της κεφαλής, **Mo** : απόσταση από την κορυφή του στόματος.

(β): **Bw** πλάτος σώματος , **Md** μήκος ανοίγματος στόματος, **Mw** πλάτος στόματος.

Οι μετρήσεις που έγιναν (εικόνα 5.) μεταφέρθηκαν σε υπολογιστικό φύλλο του προγράμματος H/Y Microsoft Excel. Για να πραγματοποιηθεί η σύγκριση των μορφομετρικών μετρήσεων των πληθυσμών των δειγμάτων και να ελαχιστοποιηθούν οι αποκλίσεις μεταξύ μεγέθους – σχήματος πραγματοποιήθηκε μετασχηματισμός των μορφομετρικών χαρακτήρων με λογαρίθμιση, έτσι ώστε να μπορούν να εξαχθούν μεταβλητές που να επηρεάζονται μόνο από το σχήμα και όχι από το μέγεθος και να μπορούν να επεξηγηθούν τα σχηματικά πρότυπα. Στη συνέχεια ακολουθήθηκε διόρθωση τιμών, δηλαδή ο μετασχηματισμός των απόλυτων μετρήσεων σε μεταβλητές ανεξάρτητες από το μέγεθος σύμφωνα με τον τύπο :

$$X = Xi * (SLaver / SLi) ^ a$$

όπου **X** είναι η τροποποιημένη μορφομετρική τιμή , **Xi** η αρχική μη-τροποποιημένη μορφή, **SLaver** η μέση τιμή του σταθερού μήκους όλων των ατόμων του προς εξέταση πληθυσμού, **SLi** η εκάστοτε τιμή του σταθερού μήκους και **a** η σταθερά στην εξίσωση παλινδρόμησης της μη-διορθωμένης τιμής ως προς το σταθερό μήκος.

Σε αυτήν την περίπτωση προέκυψαν **16** μορφομετρικές μετρήσεις εκ των οποίων προέκυψαν **4** λειτουργικά χαρακτηριστικά. Αυτά τα χαρακτηριστικά μεταφράστηκαν σε λειτουργικά χαρακτηριστικά που περιγράφουν πώς οι βασικές λειτουργίες επιτελούνται από τα ψάρια. Στη συνέχεια υπολογίστηκαν τα παρακάτω λειτουργικά χαρακτηριστικά (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Λίστα με τα λειτουργικά χαρακτηριστικά, και τους τύπους τους σε σχέση με την λειτουργία τους (πρόσληψη τροφής). (τροποποιημένο από Villéger et al. 2010)

FOOD ACQUISITION - ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΤΡΟΦΗΣ			
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ (CODE)	ΤΥΠΟΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ (FUNCTION)
Oral gape surface	Osf	$\frac{Mw \times Md}{Bw \times Bd}$	Σχετίζεται με το μέγεθος της τροφής και το φίλτραρίσματος του νερού (adapted from Karpouzi and Stergiou 2003)
Oral gape shape	Osh	$\frac{Md}{Mw}$	Σχετίζεται με το σχήμα της τροφής και την πρόσληψη της (Karpouzi and Stergiou 2003)
Oral gape position	Ops	$\frac{Mo}{Hd}$	Σχετίζεται με την θέση του θηραμάτων στη στήλη του νερού (adapted from Sibbing and Nagelkerke 2001)
Eye size	Edst	$\frac{Ed}{Hd}$	Σχετίζεται με τον εντοπισμό της λείας στο νερό (adapted from Boyle and Horn 2006)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ / ΣΥΖΗΤΗΣΗ / ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Υλικά - Μέθοδοι

Για την πρόσληψη τροφής χρησιμοποιήθηκαν 7 μορφολογικά χαρακτηριστικά (**Mw,Md,Bw,Bd,Mo,Hd,Ed**) (Εικόνα 4.) εκ των οποίων προέκυψαν και υπολογίσθηκαν 4 τύποι : oral gape surface (**Osf**), oral gape shape (**Osh**), oral gape position (**Ops**), eye size (**Edst**), οι οποίοι υποδηλώνουν κάποια λειτουργικά χαρακτηριστικά τα οποία είναι χρήσιμα για τον προσδιορισμό του τρόπου που αντιλαμβάνεται και τελικά προσλαμβάνει την τροφή του το κάθε είδος. (Πίνακας 2.).

Στην παρούσα μελέτη υπολογίσθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν οι μέσοι όροι των λειτουργικών χαρακτηριστικών για κάθε είδος, παραδεχόμενοι ότι οι ενδοειδικές διακυμάνσεις είναι μικρότερες από τις διαειδικές (Dumay et al.2004) Κατά την διάρκεια της μελέτης αυτής, χρησιμοποιήθηκαν **262** άτομα από **15** διαφορετικά είδη ιχθύων.

Για την εύρεση των μορφολογικών διαφορών μεταξύ των πληθυσμών και του τρόπου με τον οποίο αυτοί διαχωρίζονται με βάση αυτές, χρησιμοποιήθηκαν δυο τεχνικές πολυπαραγοντικής ανάλυσης : η ανάλυση κυρίων παραγόντων (μέθοδος των κυρίων συνιστωσών) Principal Component Analysis (PCA) και η ανάλυση διαχωρισμού Discriminant Function Analysis (DFA). Επίσης χρησιμοποιήθηκαν και τεχνικές ταξινόμησης-ομαδοποίησης (clustering). Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με τα στατιστικά υπολογιστικά προγράμματα SPSS και Past.

Χρησιμοποιήθηκε η στατιστική μέθοδος PCA (Principal Components Analysis), βασιζόμενη στον πίνακα διασποράς (covariance matrix) για να απεικονισθούν και να εντοπισθούν τα σημαντικότερα μορφολογικά χαρακτηριστικά των ειδών που συμβάλουν στον πιθανό διαχωρισμό βάσει της λειτουργίας πρόσληψης της τροφής τους.

Γενικά, η στατιστική μέθοδος DFA είναι μια ισχυρή πολυπαραγοντική στατιστική μέθοδος, η οποία χρησιμοποιείται για τη διάκριση ή διαφοροποίηση ή ταξινόμηση αντικειμένων σε κατηγορίες ή ομάδες με βάση ορισμένες ανεξάρτητες μεταβλητές. Η DFA συνδυάζει τις

διαθέσιμες μεταβλητές κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να μεγιστοποιούνται οι υπάρχουσες διαφορές μεταξύ των ομάδων. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο αριθμός και το είδος των ομάδων θα πρέπει να είναι γνωστός πριν την εφαρμογή της DFA. Τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των οποίων οι μέσες τιμές παρουσίασαν στατιστικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών χρησιμοποιήθηκαν στην διαχωριστική ανάλυση, (DFA) προκειμένου να βρεθεί το πώς διαχωρίζονται οι μορφομετρικά διαφοροποιημένοι πληθυσμοί.

Χρησιμοποιήθηκε η επιλογή του γραφήματος 'Biplot' (Past) έτσι ώστε να απεικονιστούν ταυτόχρονα, στον οριζόντιο και τον κάθετο άξονα, οι μεταβλητές και τα δείγματα. Πρόκειται για ακόμα μια πολυμεταβλητή οπτικοποίηση δεδομένων, των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την συνολική στατιστική ανάλυση. Τα δείγματα εμφανίζονται ως σημεία στο διάγραμμα και οι μεταβλητές ως διανύσματα, από το οποίο μπορεί να αναλυθεί πως συμπεριφέρεται η κάθε μεταβλητή σε κάθε είδος ξεχωριστά.

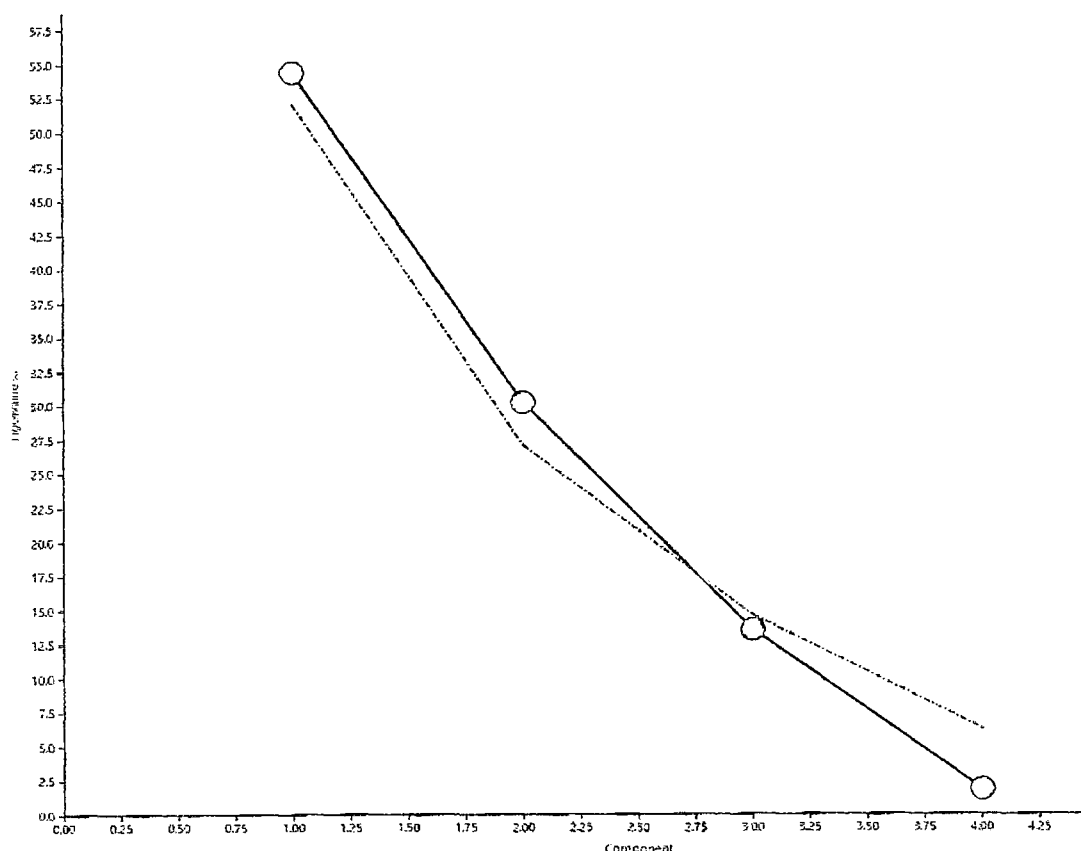
Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε η στατιστική μέθοδος Cluster Analysis (ανάλυση συστάδων), που είναι βασικά μια περιγραφική μέθοδος που έχει ως στόχο τη δημιουργία κατάλληλων ομάδων, έτσι ώστε οι παρατηρήσεις κάθε ομάδας να είναι όσο γίνεται πιο ομοιογενείς μεταξύ τους και ταυτόχρονα να διαφέρουν όσο γίνεται περισσότερο από παρατηρήσεις άλλων ομάδων. Η μέθοδος βασίζεται στις αποστάσεις ή μέτρα ανομοιότητας μεταξύ των μεταβλητών. Η μέθοδος σύνδεσης που υιοθετήθηκε ήταν η average linkage between groups (UPGMA) με βάση την Ευκλείδεια απόσταση (Euclidean distance) και έτσι μας δόθηκε ένα δενδρόγραμμα το οποίο συνοψίζει την συγγένεια των ειδών με βάση τα λειτουργικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν. Επίσης στο πρόγραμμα ρυθμίστηκε η επιλογή του "Boot N" η οποία επανέλαβε την ομαδοποίηση 1000 φορές βασισμένη σε τυχαίες επιλογές των στηλών. Για κάθε ομάδα το ποσοστό των τυχαίων επαναλήψεων εμφανίζεται στην ρίζα του δενδροδιαγράμματος και αυτό δίνει την εντύπωση της εγκυρότητας των ομάδων.

Αποτελέσματα

Ανάλυση Και Αποτελέσματα Της PCA

Η PCA είχε ως αποτέλεσμα την εξαγωγή δύο κύριων συνιστωσών (PCs) (Πίνακας 3) των οποίων οι ιδιοτιμές (Eigenvalues) ήταν μεγαλύτερες της μονάδας και ερμήνευαν το 84,7% της ολικής διακύμανσης (Πίνακας 4).

Πίνακας 3. Εργαλείο για τον προσδιορισμό του κατάλληλου αριθμού των συνιστωσών (*Scree Plot*)



Πίνακας 4. Ιδιοτιμές συνιστωσών και ποσοστό εξήγησης των αποτελεσμάτων

PC	Eigenvalue	% variance
1	2.17693	54.423
2	1.20976	30.244
3	0.54061	13.515
4	0.0726932	1.8173

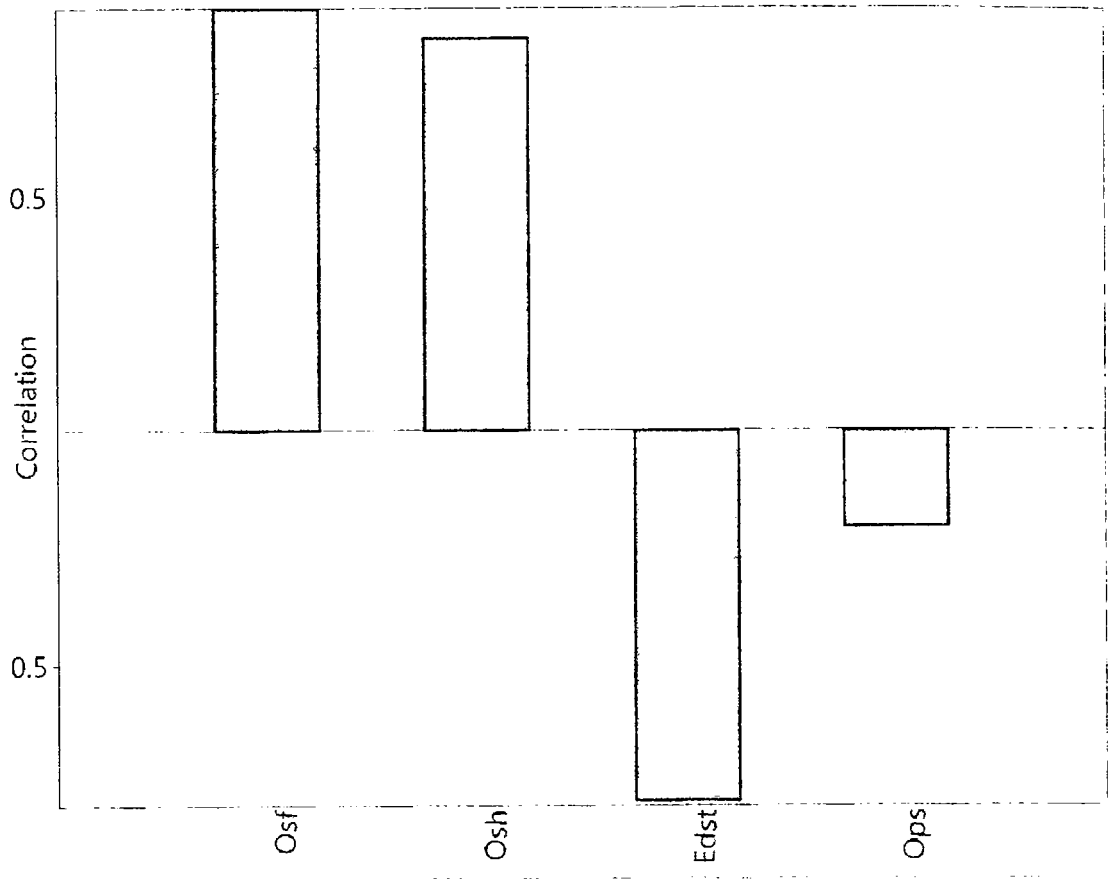
Η πρώτη συνιστώσα αποτελούσε το 54,4% της ολικής διακύμανσης (Πίνακας 4). Ερμηνεύεται από τρία βασικά λειτουργικά χαρακτηριστικά (oral gape surface, oral gape shape, eye size) που σχετίζονται με τα εξής μορφολογικά χαρακτηριστικά (Πίνακας 5):

A) του σχήματος του στόματος (Md,Mw) oral gape shape

B) την επιφάνεια του στόματος (Md,Mw) δια του μέγιστου ύψους και πλάτους του σώματος (Bw,Bd) oral gape surface

Γ) του μεγέθους και της θέσης του οφθαλμού στην κεφαλή του ιχθύος (Ed,Hd) eye size. (Εικόνα 5)

Πίνακας 5. Διαγραμματική απεικόνιση των *Loading plots PC1* (Σημαντικότητα των μεταβλητών)

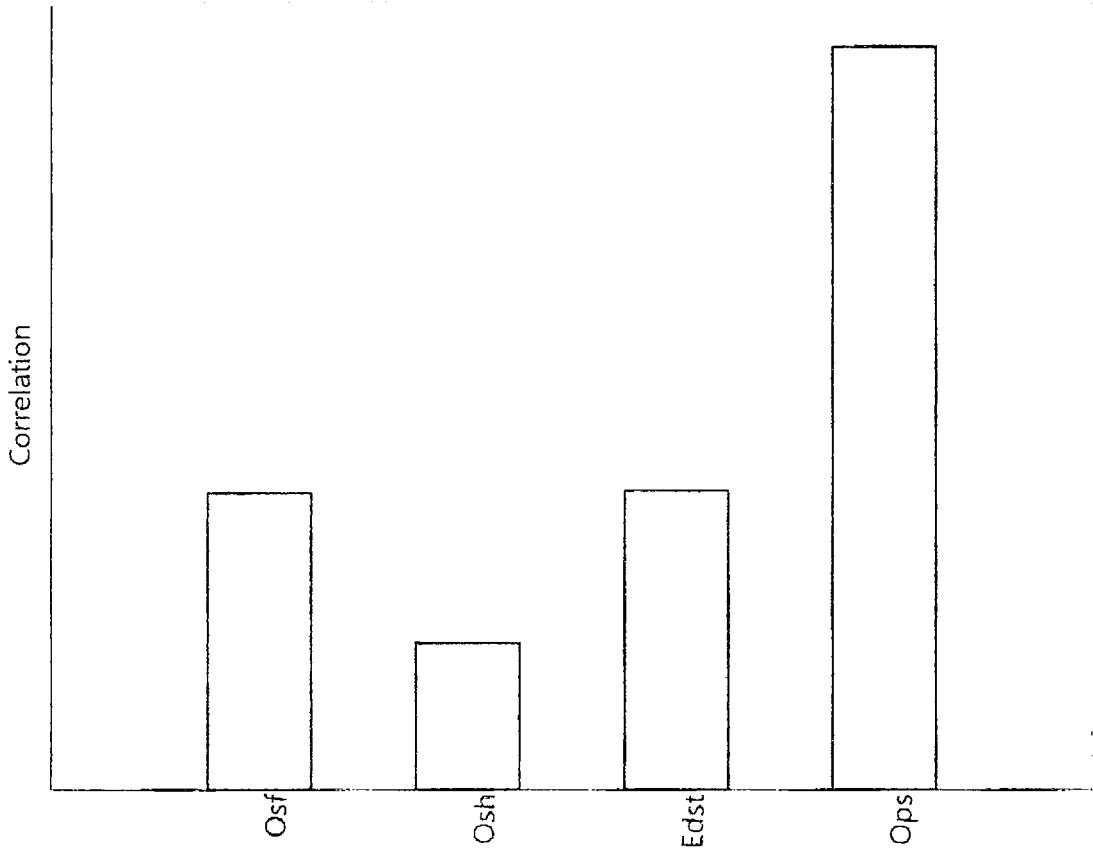


Τα παραπάνω λειτουργικά χαρακτηριστικά της PC1 σχετίζονται με το μέγεθος και το σχήμα της τροφής, τη θέση της στην στήλη του νερού , την απόσταση του θηράματος από τον θηρευτή .

Η δεύτερη συνιστώσα αποτέλεσε το 30,3% της ολικής διακύμανσης (Πίνακας 4). Ερμηνεύεται από ένα βασικό λειτουργικό χαρακτηριστικό (oral gape position) που σχετίζεται με τα εξής μορφολογικά χαρακτηριστικά (Πίνακας 6) :

- Απόσταση από την κορυφή του στόματος έως το κατώτερο σημείο της κεφαλής (Mo) προς το ύψος της κεφαλής (Hd) που περιγράφουν την μέθοδο του εντοπισμού της τροφής από τον θηρευτή.

Πίνακας 6. Διαγραμματική απεικόνιση των *Loading plots PC2* (Σημαντικότητα των μεταβλητών)



Πίνακας 7. Οι μέσες τιμές για τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των ειδών

	Osf	Osh	Edst	Ops
L.ramada	2.962770568	0.904015865	0.879295811	0.879784784
L.saliens	2.487821667	0.962088667	0.904211458	0.871393167
A.boyeri	2.681230468	1.08593066	0.899076936	0.874893702
D.vulgaris	2.319288333	1.061638667	0.846878	0.799363
G.niger	2.770487152	0.958311909	0.833423182	0.773316333
P.tentacularis	3.061235333	0.981804	0.752674667	0.748812333
S.aurata	2.496616	1.0982696	0.8484456	0.8018276
S.cinereus	3.316439	0.984577	0.792486	0.884106
Z.ophiocephalus	3.360405667	0.962212167	0.803483	0.883415167
L.aurata	2.785450667	0.914605333	0.877262667	0.904615667
S.salpa	2.609897421	0.972734474	0.866363632	0.862856895
B.belone	0.01	0.01	0.913322294	0.850352647
M.barbatus	2.453229	1.026471875	0.822844125	0.818610375
A.anguilla	3.853752563	0.98810325	0.835524938	0.884627125
G.holbrooki	1.3627458	0.95643365	0.90115255	0.824956725

Πίνακας 8. *Loadings* (Αποτελέσματα των μεταβλητών σε κάθε συνιστώσα)

	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4
Osf	0.60992	0.34268	-0.15338	0.69789
Osh	0.56708	0.16921	0.68268	-0.42865
Edst	-0.53555	0.3453	0.63421	0.43787
Ops	-0.14004	0.85715	-0.32894	-0.37079

Πίνακας 9. Τα αποτελέσματα της *PCA* για κάθε είδος

	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4
L.ramada	-0.20385	0.99297	0.0065986	0.31699
L.saliens	-0.66074	0.88306	0.64064	0.15627
A.boyeri	-0.21026	1.063	0.83902	0.024569
D.vulgaris	0.32226	-0.86213	0.65156	-0.1108
G.niger	0.63444	-1.3356	0.30135	0.48754
P.tentacularis	1.89	-2.2611	-0.62079	0.10317
S.aurata	0.49661	-0.71414	0.72211	-0.039073
S.cinereus	1.203	0.61099	-1.0615	-0.39874
Z.ophiocephala	1.0585	0.68249	-0.97225	-0.21825
L.aurata	-0.35112	1.3719	-0.13769	-0.053352
S.salpa	-0.091447	0.49763	0.18915	-0.057607
B.belone	-4.4592	-0.9955	-1.1737	0.06944
M.barbatus	0.55636	-0.66134	0.071585	-0.32901
A.anguilla	1.0738	1.1478	-0.55715	0.41367
G. holbrooki	-1.2584	-0.42017	1.101	-0.3648

Πίνακας 10. Οι μέσες τιμές των ειδών για κάθε μορφολογικό χαρακτηριστικό

	Bd	Hd	Ed	Mo	Bw	Md	Mw
Liza ramada	2,21467	1,876399	1,651846	1,651939	2,007417	1,549575	1,712118
Liza saliens	2,054491	1,772131	1,600622	1,545729	1,822763	1,443561	1,505765
Atherina boyeri	2,004292	1,844304	1,656623	1,61634	1,737177	1,585086	1,46185
Diplodus vulgaris	2,104579	1,879252	1,591379	1,502739	1,610223	1,371934	1,291718
Gobius niger	2,030446	1,897966	1,579747	1,469021	1,877341	1,563982	1,633565
Parablennius tentaculatis	2,163358	2,006286	1,50813	1,504582	1,839001	1,597026	1,627237
Sparus aurata	2,037004	1,90579	1,616545	1,529392	1,616583	1,471535	1,343456
Symphodus cinereus	2,423687	2,12285	1,682329	1,876824	2,049063	1,6615	1,687526
Zosterisessor ophiocephalus	2,181652	2,004724	1,610409	1,77163	2,005718	1,709328	1,780718
Liza aurata	2,155305	1,862577	1,634084	1,684663	1,839543	1,492588	1,634775
Sarpa salpa	2,278402	1,991842	1,724288	1,722036	1,816789	1,418483	1,468602
Belone belone	1,786642	1,756283	1,604059	1,49546	1,60592	0,01	0,01
Mullus barbatus	2,016415	1,904694	1,567331	1,559513	1,691538	1,450669	1,418578
Anguilla anguilla	2,394108	1,965887	1,642324	1,73963	2,1054	1,82801	1,849903
Gambusia holbrooki	1,676485	1,372283	1,234178	1,132732	1,528489	1,088278	1,138282

Αποτελέσματα της DFA

Η DFA έδειξε ότι υπάρχουν διαφορές μεταξύ των 15 ειδών βασισμένη στα μορφολογικά τους γνωρίσματα. Τα αποτελέσματα της DFA ήταν στατιστικά σημαντικά Wilk's $\lambda=0,002$, d.f.=56, $P<0,001$ για την 1η συνιστώσα και Wilks' $\lambda=0,076$, d.f. =39 $P<0,001$ για την 2η συνιστώσα. Στον πίνακα 13 της διαχωριστικής ισχύος της DFA η διαχωριστική ικανότητα της ανάλυσης υπολογίστηκε στο 73,3%, ένα πολύ ισχυρό ποσοστό διαχωριστικής ικανότητας.

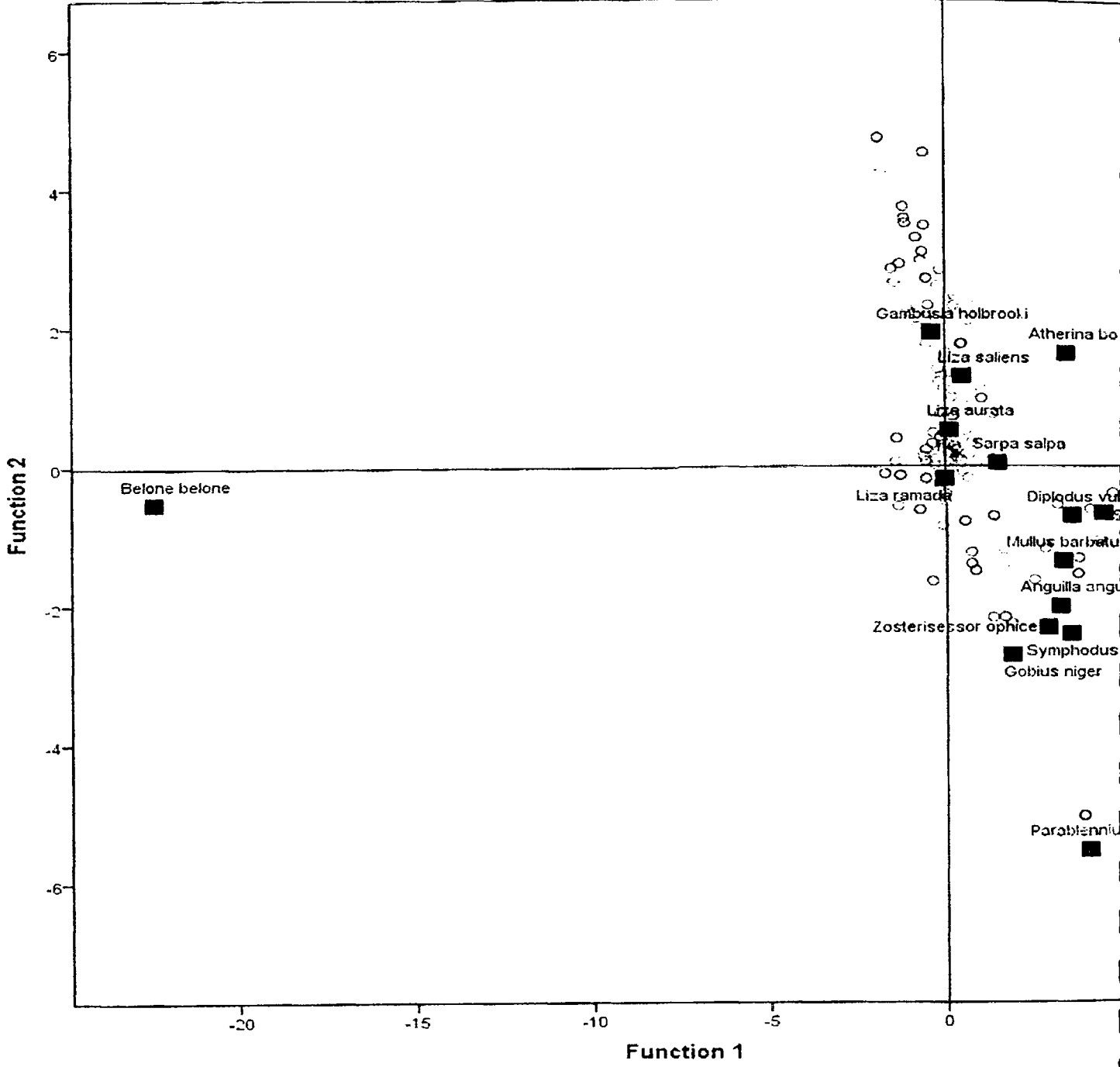
Πίνακας 11. Αποτελέσματα της DFA

Eigenvalues				
Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	39.357 ^a	88,7	88,7	,988
2	3.149 ^a	7,1	95,8	,871
3	1.695 ^a	3,8	99,6	,793
4	.181 ^a	,4	100,0	,392

a. First 4 canonical discriminant functions were used in the analysis.

Wilks' Lambda				
Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1 through 4	,002	1579,111	56	,000
2 through 4	,076	649,126	39	,000
3 through 4	,314	291,251	24	,000
4	,846	41,940	11	,000

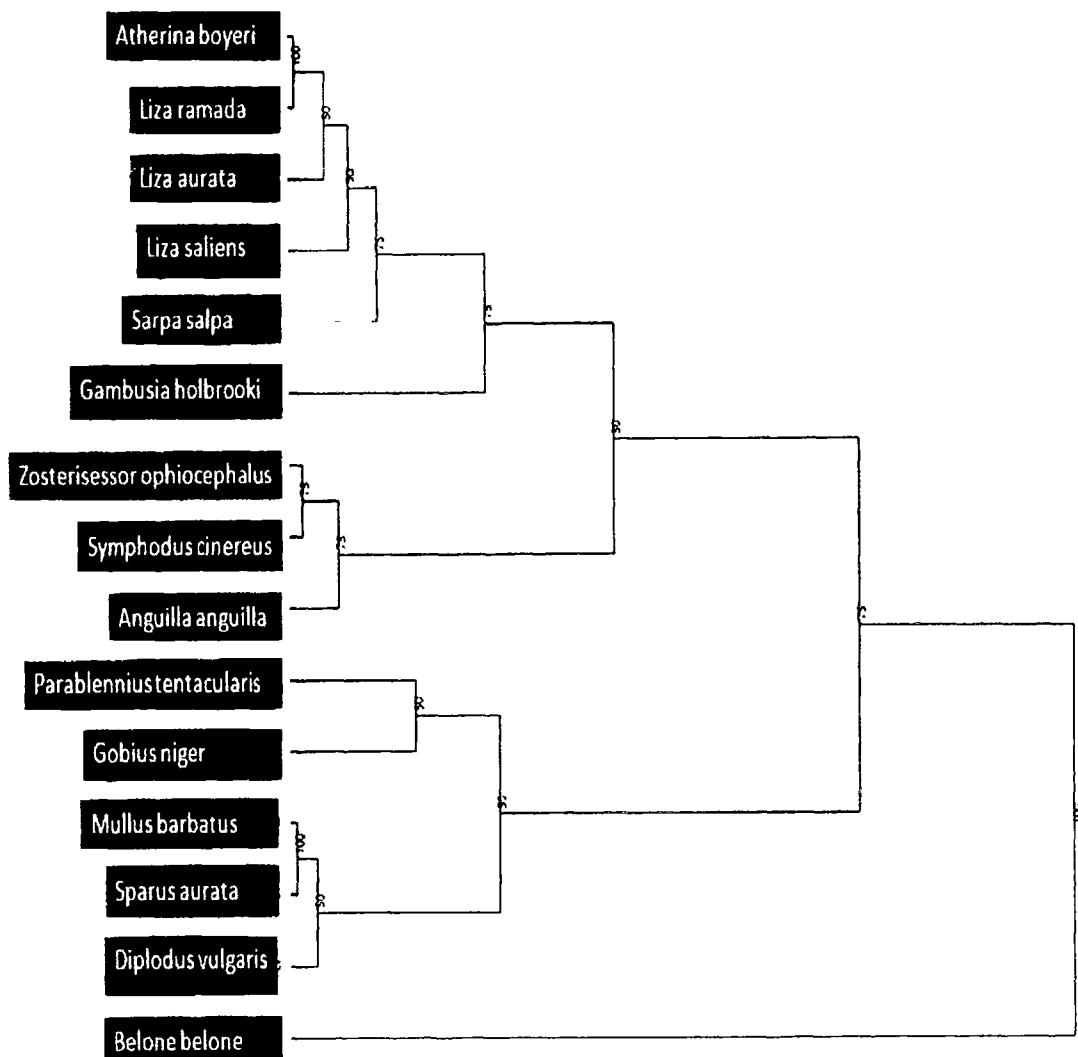
Canonical Discriminant Functions



Αποτελέσματα της CA

Για να εντοπιστούν οι λειτουργικές ομάδες μεταξύ των ειδών πραγματοποιήθηκε μια Cluster Analysis. Σύμφωνα με την μέθοδο Ward Distance δημιουργήθηκαν τα εξής (**Πίνακας 14**) Στην παρούσα μελέτη δοκιμάστηκαν διάφορες μέθοδοι της ανάλυσης συστάδων και όπως θα δούμε παρακάτω η μέθοδος που ήταν πιο ακριβής και αντιπροσωπευτική για την αποτύπωση και την επεξήγηση των αποτελεσμάτων ήταν η μέθοδος Ward Distance.

Πίνακας 14. Δενδρόγραμμα από την cluster analysis μεταξύ των διαφορετικών λειτουργικών ομάδων χρησιμοποιώντας τα δεδομένα της PCA

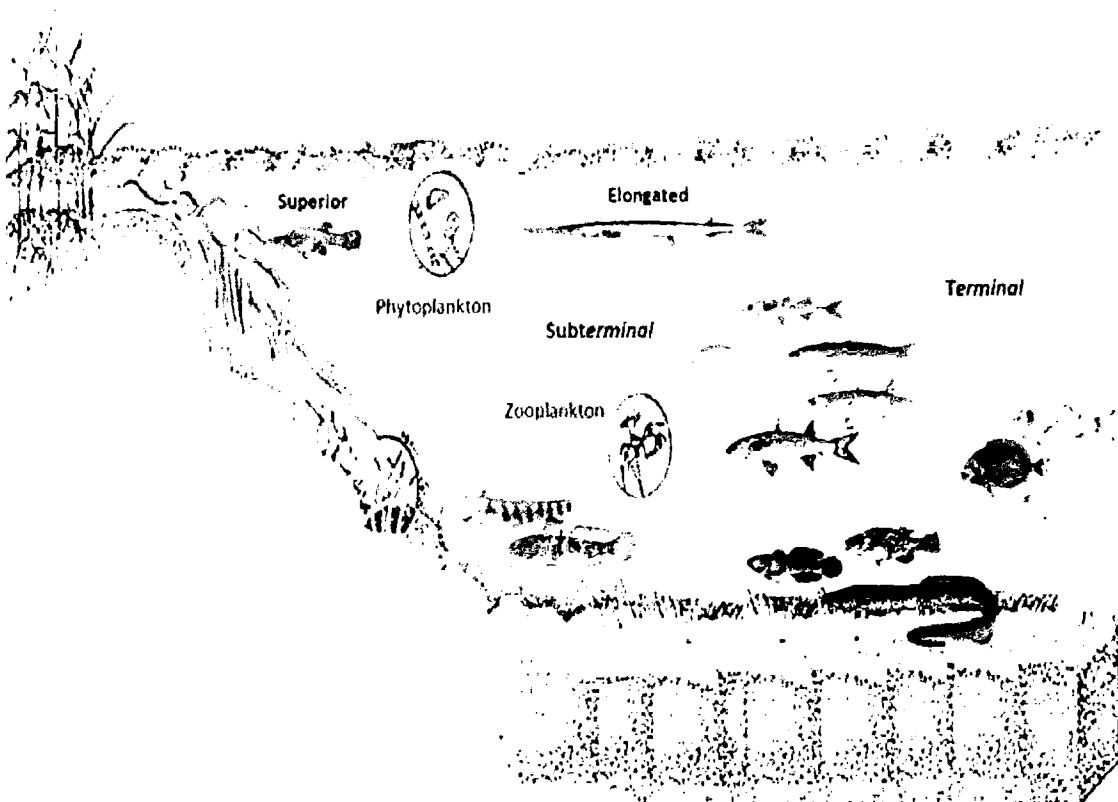


ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η παρούσα μελέτη έχει ως στόχο να μελετήσει τις πιθανότητες της χρήσης πολυπαραγοντικών αναλύσεων (PCA, DFA, Cluster Analysis), να διακριθούν λειτουργικές ομάδες βασιζόμενοι σε ανατομικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά των υπό μελέτη ψαριών. Οι πολυπαραγοντικές αναλύσεις επέτρεψαν τη διάκριση 6 διαφορετικών ομάδων με βάση απεικονίζοντας τα ενδαιτήματα, την διατροφή, την μέθοδο πρόσληψης και τη θέση του στόματος (food acquisition). (Πίνακας 15.)(Εικόνα 6.).

Πίνακας 15. Ομαδοποίηση των ειδών με βάση τα αποτελέσματα της PCA,DFA,CA

	Habitat	Diet	Capture Method	Mouth Position
Group 1 <i>Belone belone</i>	Επιφάνεια	Piscivores	Hunter	Elongated
Group 2 <i>Diplodus vulgaris</i> <i>Sparus aurata</i> <i>Mullus barbatus</i>	Βενθοπελαγικό Βενθοπελαγικό Βενθοπελαγικό	Carnivores / Omnivores Carnivores / Omnivores Carnivores / Omnivores	Hunter Hunter Grazer	Terminal Terminal Subterminal/Barbel
Group 3 <i>Gobius niger</i> <i>Parablennius tentacularis</i>	Βενθικό Βενθικό	Carnivores Carnivores	Ambush Ambush	Subterminal Subterminal
Group 4 <i>Anguilla anguilla</i> <i>Symphodus cinereus</i> <i>Zosterisessor ophiocephalus</i>	Βενθικό Βενθικό Βενθικό	Carnivores / Piscivores Carnivores Carnivores	Hunter Ambush Ambush	Terminal Terminal Terminal
Group 5 <i>Gambusia holbrooki</i>	Ριχά νερά/Επιφάνεια	Carnivores	Filtration/Gulping	Superior
Group 6 <i>Sarpa salpa</i> <i>Liza saliens</i> <i>Liza aurata</i> <i>Liza ramada</i> <i>Atherina boyeri</i>	Βενθοπελαγικό Πελαγικό/Ακτές Πελαγικό/Ακτές Πελαγικό/Ακτές Επιφάνεια	Carnivores / Herbivores Carnivores / Herbivores Carnivores / Herbivores Carnivores / Herbivores Carnivores / Planktivores	Digger/Grazer Digger/Grazer Digger/Grazer Digger/Grazer Hunter	Subterminal Terminal Terminal Terminal Terminal



Εικόνα 6. Γραφική απεικόνιση του πίνακα 1&15 και εικόνας 2. με βάση τη θέση του στόματος (**mouth position**), τις διατροφικές συνήθειες (**diet**) και τον προσανατολισμό στη στήλη του νερού (**habitat**)

Για την διάκριση των λειτουργικών ομάδων χρησιμοποιήθηκε το Biplot με βάση την PCA (Πίνακας 16), η DFA (Πίνακας 12) και αναφορές από την fishbase.org και την iucnredlist.org . Μερικά λειτουργικά χαρακτηριστικά είναι κοινά μεταξύ κάποιων Group της Cluster Analysis (Πίνακας 14), αλλά κάθε Group χαρακτηρίζεται από έναν δικό του και μοναδικό συνδυασμό κάποιων χαρακτηριστικών.

Στο Biplot (Πίνακας 16) η PC1 τοποθετεί τα είδη Pt, Gn, Dv, Sa, Mb, Sc, Zo, Aa στα δεξιά του άξονα. Πρόκειται για είδη που σχετίζονται με τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του σχήματος και της επιφάνειας του στόματος για την πρόσληψη της τροφής. Τα Osh και Gsf συσχετίζονται θετικά με τα είδη Aa, Sc, Zo. Είναι είδη με ικανότητα σύλληψης μεγαλύτερης τροφής, και όπως παρατηρείται στις τιμές τα Aa, Sc, Zo εμφανίζουν τις μεγαλύτερες τιμές για τα μορφολογικά χαρακτηριστικά Mw, Md και Bw (Πίνακας 10). Σε αντίθεση τα *Gambusia holbrooki* και *Belone Belone* τα οποία σχετίζονται αρνητικά με τα Osh και Osf καθώς έχουν τη μικρότερη επιφάνεια και σχήμα στόματος. (Πίνακας 7). Στα αριστερά του άξονα τοποθετούνται τα είδη Gh, Bb, Ss, Ls, Lr,

La, Ab. Πρόκειται για είδη που σχετίζονται με το μέγεθος του οφθαλμού και τη θέση του στόματος. Το Edst σχετίζεται θετικά με το Ls και εμφανίζει την μεγαλύτερη τιμή εν αντιθέσει με το Pt το οποίο σχετίζεται αρνητικά και εμφανίζει την μικρότερη τιμή για το Eye size (Πίνακας 7).

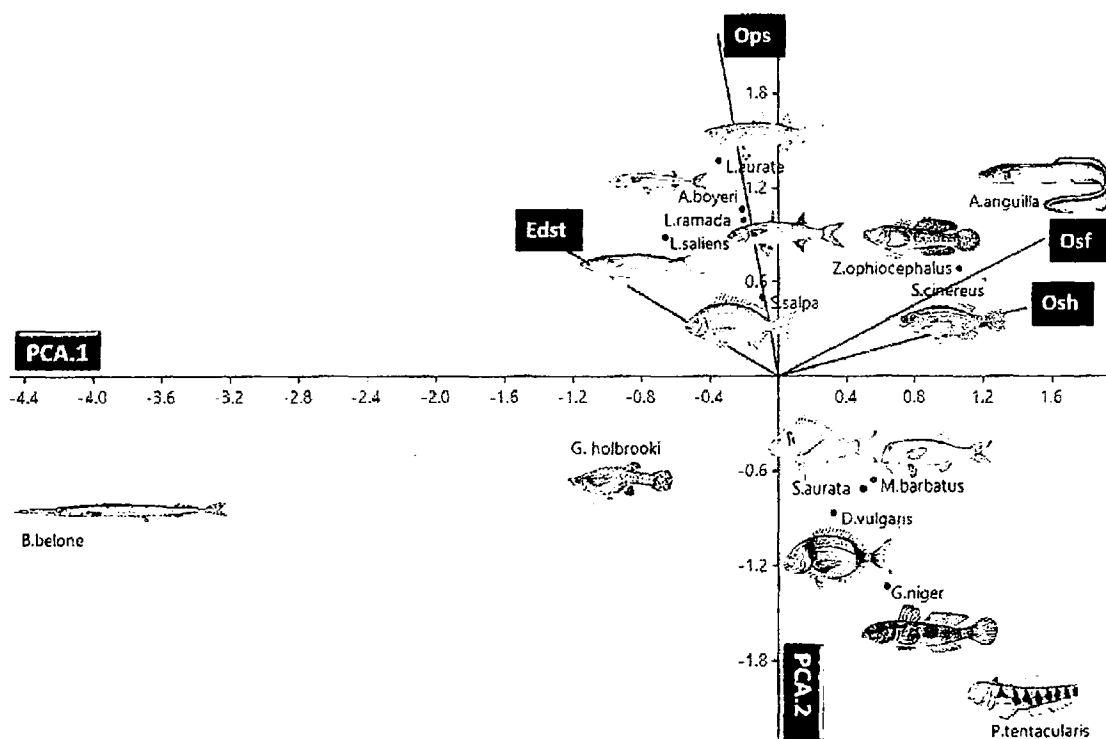
Προς την θετική πλευρά του άξονα της PC2 τοποθετούνται τα Sc, Zo, Aa, Ss, Ls, Lr, La, Ab. Τα είδη με την μεγαλύτερη θετική συσχέτιση του Ops oral gape position είναι τα La, Ab, Lr και εμφανίζουν τις μεγαλύτερες τιμές για αυτό (Πίνακας 6). Προς την αρνητική πλευρά του κάθετου άξονα τοποθετούνται τα Bb, Gh, Sa, Mb, Dv, Gn, Pt. Την μεγαλύτερη αρνητική συσχέτιση με το oral gape position παρουσιάζουν τα Pt, Gn και εμφανίζουν τις μικρότερες τιμές για την θέση του στόματος (Πίνακας 7).

Τα αποτελέσματα δείχνουν μια λειτουργική διαχωριστική άποψη μεταξύ των ομάδων. Μεταξύ των λειτουργικών ομάδων 2,4,6 παρατηρείται μεγάλη λειτουργική αφθονία που αντιπροσωπεύεται από μέλη των οικογενειών Gobiidae, Mugilidae, Sparidae, Labridae, Atherinidae, Mullidae. Σε αυτά τα γκρουπ η λειτουργική ομαδοποίηση δεν συμπίπτει ακριβώς με την ταξινομική προέλευση των ειδών. Για παράδειγμα στο γκρουπ 2 τα Sparidae (*Sparus aurata*, *Diplodus vulgaris*) εμφανίζονται στην ίδια λειτουργική ομάδα με τα *Mullus barbatus* (Mullidae) παρόλο που δεν σχετίζονται ταξινομικά. Το ίδιο παρατηρείται και στο γκρουπ 6 με τα Mugilidae (*Liza saliens*, *Liza aurata*, *Liza ramada*) να εμφανίζονται μαζί με τις *Atherina boyeri* (Atherinidae) και τα *Sarpa salpa* (Sparidae).

- Το **Oral gape surface (Osf)** έχει θετική επίδραση στα είδη του γκρουπ 4 (A.a., S.o., Z.o.) καθώς απαρτίζεται από είδη τα οποία έχουν τα μεγαλύτερα scores (Πίνακας 7). Τα είδη που είναι σε αυτό είναι **βενθικά**, σαρκοφάγα με σχήμα στόματος τελικό (terminal) και κατά βάση στήνουν **ενέδρα** στο θήραμα τους. Είναι τα είδη με την μεγαλύτερη επιφάνεια στόματος (oral gape surface) και πιο πλατιά σώματα μορφολογικό χαρακτηριστικό που σχετίζεται άμεσα με το μέγεθος της τροφής. Αντίθετα τα γκρουπ 1, 5 & 2 το oral gape surface έχει αρνητική επίδραση καθώς τα είδη αυτά έχουν την μικρότερη επιφάνεια στόματος παρουσιάζοντας και σώματα πιο συμπιεσμένα προτιμώντας μικρότερο μέγεθος τροφής.

- **To Oral gape shape (Osh):** έχει θετική επίδραση στα είδη του γκρουπ 4 (A.a., S.c., Z.o.). Τα είδη αυτά εμφανίζουν τις μεγαλύτερες τιμές για το πλάτος του στόματος και το κάθετο άνοιγμα του (Md,Mw) (Πίνακας 10) . Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι η συγκεκριμένη ομάδα έχει τα πλατύτερα και μεγαλύτερα σε μέγεθος στόματα από όλα τα είδη που εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη. Αντίθετα τα είδη των γκρουπ 1 & 5 B.b., G.h. είναι τα είδη που επηρεάζονται αρνητικά από το oral gape shape. Παρουσιάζουν τα πιο στενά στόματα και αυτά με το μικρότερο άνοιγμα. Το B.b. έχει επίμηκες στόμα και κυνηγά στην επιφάνεια του νερού και το G.h. το οποίο είναι το μοναδικό είδος που έχει ανώτερο σχήμα στόματος και παράλληλα έχει την μικρότερη επιφάνεια στόματος, συνεπώς και το μικρότερο μέγεθος τροφής.

Πίνακας 16 . **Biplot (Ταυτόχρονη απεικόνιση loadings και scores)** για όλα τα είδη : *Anguilla anguilla* (A.a.), *Parablennius tentacularis* (P.t.), *Gobius niger* (G.n.), *Zosterisessor ophiocephalus* (Z.o.), *Gambusia holbrooki* (G.h.), *Symphodus cinereus* (S.c.), *Liza sallens* (L.s.), *Liza aurata* (L.a.), *Liza ramada* (L.r.), *Atherina boyeri* (A.b.), *Sarpa salpa* (S.s.), *Diplodus vulgaris* (D.v.), *Sparus aurata* (S.a.), *Mullus barbatus* (M.b.), *Belone belone* (B.b)



- Το **Eye size (Edst)** σχετίζεται με την θέση και την ανίχνευση του θηράματος από τον θηρευτή (Villéger et al., 2010). Κατά κανόνα το μέγεθος

του οφθαλμού σε ένα ψάρι δεν συνδέεται με την διατροφή του (φυτοφάγο, σαρκοφάγο), αλλά με την μέθοδο σύλληψης της τροφής, την ώρα της διατροφικής δραστηριότητας (ημέρα ή νύχτα), καθώς και τη φωτεινότητα στο μικροενδιαίτημα του (βένθος ή επιφάνεια), ή πιθανότατα με την απόσταση του θηράματος από το θηρευτή (τροποποιημένο from Boyle and Horn 2006). Τα μάτια είναι συνήθως αμφίπλευρα στη θέση τους, αλλά βρίσκονται και σε άλλες θέσεις: σε ραχιαία θέση στα ψάρια που βρίσκονται στον πυθμένα, είτε να προεξέχουν σε ορισμένες προνύμφες και ενήλικες και μια μονομερής θέση είτε στην αριστερή είτε στην δεξιά πλευρά των περυγίων, που ακουμπούν στο στο βυθό. Τα μάτια που βρίσκονται μπροστά στο κεφάλι έχουν περιορισμένη αλλά χρήσιμη διόφθαλμη όραση. Η γωνία της εμπρόσθιας, διπλής, αλληλεπικαλυπτόμενης όρασης, η οποία οφείλεται στην διόφθαλμη όραση, ποικίλλει πολύ από 4 ° έως > 30 °. Τα ψάρια του πυθμένα έχουν οπίσθια διοφθαλμική όραση. Τα μάτια ορισμένων ψαριών βρίσκονται πολύ πίσω στο κεφάλι και κατά συνέπεια έχουν μόνο μονοφθαλμική όραση.

Το γκρουπ 1 *Belone belone* εμφανίζει το μεγαλύτερο eye size από όλα τα εξεταζόμενα ήδη. Για τα γκρουπ 1,5,6 το eye size έχει θετική επίδραση βάση της PC1 ενώ τα γκρουπ 2,3,4 επηρεάζονται αρνητικά και εμφανίζουν τα χαμηλότερα score. Τα γκρουπ 1,5,6 αποτελούνται από είδη που δρουν στην επιφάνεια κυρίως και είναι πελαγικά. Σε αντίθεση τα γκρουπ 2,3,4 αποτελούνται από είδη που δρουν στο βένθος και χαρακτηρίζονται ως βενθικά και βενθοπελαγικά, δηλαδή σε βάθη με μικρότερη φωτεινότητα αλλά και με διαφορετικές μεθόδους σύλληψης της τροφής τους σε σχέση με τα γκρουπ 1,5,6. **(Πίνακας 15)**

- Στο γκρουπ 6 (A.b., L.r., L.s., L.a., S.s.) το **oral gape position (Ops)** (θέση του στόματος) έχει θετική επίδραση σε σχέση με τα γκρουπ 3 & 2 στα οποία έχει αρνητική. Το μορφολογικό χαρακτηριστικό oral gape surface σχετίζεται με τη θέση του θηράματος στη στήλη του νερού αλλά και με την μέθοδο σύλληψης της τροφής. Στο γκρουπ 6 επικρατούν είδη πελαγικά και παράκτια τα οποία σκάβουν και βόσκουν για την τροφή τους στο βένθος με σχήμα στόματος τελικό (Terminal). Το γκρουπ 3 αποτελείται από τα είδη με τα μικρότερα scores για το oral gape position ,

τα οποία είναι βενθικά είδη στήνοντας ενέδρα για την τροφή τους και χαρακτηρίζονται από subterminal στόμα. Στο γκρουπ 2 βρίσκουμε βενθοπελαγικά και σαρκοφάγα είδη τα οποία κυρίως προσλαμβάνουν την τροφή τους κυνηγώντας . τα άτομα στο γκρουπ 6 η θέση του στόματος είναι πολύ κοντά στο μάτι καθώς εμφανίζουν τις μικρότερες τιμές Hd Τα είδη αυτού του γκρουπ εμφανίζουν μικρότερες τιμές Hd αλλά μεγαλύτερες τιμές για το Mo σε σχέση με το γκρουπ 2. **(Πίνακες 7,10)**

Συμπερασματικά

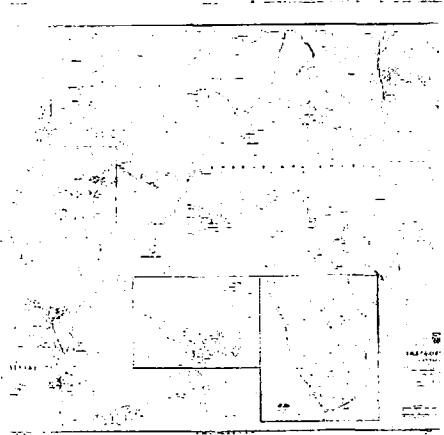
Η διάκριση των ιχθύων εξαρτάται από την προτιμώμενη τροφή (σαρκοφάγα, φυτοφάγα, ιχθυοβόρα, παμφάγα), την στρατηγική για την διατροφική συμπεριφορά κατά την οποία τα είδη χωρίζονται σε κυνηγούς, σε αυτούς που βόσκουν, σε αυτούς που κάνουν ενέδρα, σε αυτούς που σκάβουν για την τροφή τους και σε αυτούς που φιλτράρουν την τροφή τους και τέλος την θέση του στόματος των ιχθύων (τελικό, υποτελικό, ανώτερο, κατώτερο).

Οι λειτουργικές ομάδες με βάση τις ομοιότητες των ειδών για την πρόσληψη της τροφής επέτρεψαν την κατανόηση της ύπαρξης διαφορετικών κοινοτήτων στα διάφορα ενδιαιτήματα. Αυτό ήταν χρήσιμο ώστε να προσδιοριστεί μία λειτουργική αφθονία που δεν είναι αυστηρά εξαρτώμενη σε ταξινομικές ταυτότητες. Αυτή η μελέτη είχε ως στόχο να δοκιμάσει την πιθανότητα της χρησιμοποίησης των πολυπαραγοντικών αναλύσεων για να διακριθούν οι λειτουργικές ομάδες βασισμένες σε μορφολογικά και ανατομικά χαρακτηριστικά στα διάφορα είδη. Πράγματι το μέγεθος του στόματος και η μορφή του σώματος είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες που καθορίζουν την ικανότητα αναζήτησης τροφής και κατά συνέπεια την διατροφή του ψαριού (Breck, 1993; Magnhagen & Heibo, 2001). Κάποια είδη φαίνεται να είναι ξεκάθαρα διαχωρισμένα από όλα τα υπόλοιπα όπως το *Belone belone* και το *Gambusia holbrooki*. Αυτά τα δύο είδη δεν μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σαν βενθικοί οργανισμοί και πρόκειται για τα μοναδικά της παρούσας μελέτης που τρέφονται αποκλειστικά στην επιφάνεια. Για τα υπόλοιπα λειτουργικά γκρουπ υπάρχουν σαφείς διαχωριστικές γραμμές, όμως τα στοιχεία δεν εμφανίζονται τόσο ισχυρά όσο στις δύο προηγούμενες περιπτώσεις.

Τελειώνοντας, η τοποθέτηση των διαφόρων ειδών σε συγκεκριμένες ομάδες δεν είναι πάντοτε σωστό εξαιτίας των πολλών μεταβολών που μπορεί να προκύψουν κατά την διάρκεια της ζωής των ψαριών, που μπορεί να προκαλούνται από διάφορες αλλοιώσεις του περιβάλλοντος ή εσωτερικά κίνητρα, κατά την ανάπτυξη τους στα στάδια του κύκλου ζωής τους.

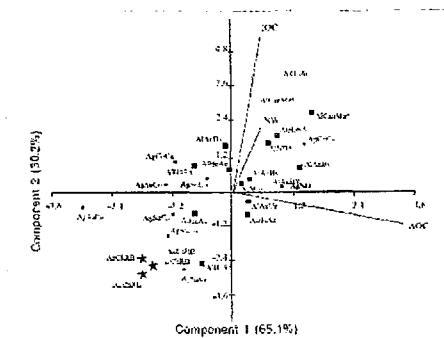
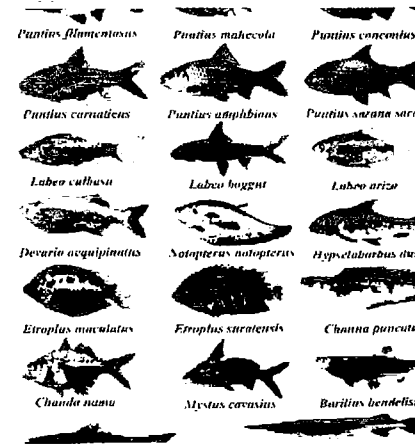
Η λειτουργική μορφολογία της διατροφής αξίζει λεπτομερής έρευνας λόγω της στενής σύνδεσης με όλες τις πτυχές της βιολογικής εξέλιξης του ψαριού .

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Α ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

Β ΕΙΔΗ ΙΧΘΥΩΝ



Γ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Fig. 2. Principal Component Analysis (PCA) of three nasal measurements of Colombian specimens in the genus *Apoys* from the western variant of the...

Figure 2. Principal Component Analysis (PCA) of three nasal measurements of Colombian specimens in the genus *Apoys* from the western variant of the...

Α.ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

Νεοχώρι

Συντεταγμένες : 38°59'55.80"N, 20°45'43.55"E

Ο σταθμός δειγματοληψίας, βρίσκεται στα παράλια του οικισμού Νεοχωρίου, 5 km από το Λιμάνι της Πρέβεζας, και γειτνιάζει με την Λιμνοθάλασσα του Μαζώματος. Κυρίαρχη βλάστηση της περιοχής είναι οι πυκνοί λειμώνες φανερογάμων, *Posidonia oceanica*.

Η περιοχή βρίσκεται αρκετά κοντά στο άνοιγμα του Αμβρακικού κόλπου προς το Ιόνιο πέλαγος. Το κύριο χαρακτηριστικό του είναι ο σταθερός πυθμένας .

Μάζωμα

Συντεταγμένες: 39°0'41"N , 20°44'47"E

Μέσο Βάθος: 0,8 m

Μέγιστο Βάθος: 1,2 m

Έκταση: 1800-1890 στρ.

Βορειοδυτικά του σταθμού "Νεοχώρι" βρίσκεται το "Μάζωμα". Χρησιμοποιείται κυρίως για ιχθυοκαλλιέργεια. Πρόκειται για μια μεγάλη λιμνοθάλασσα η οποία βρίσκεται στη ίδια λεκάνη απορροής με τις υπόλοιπες λιμνοθάλασσες της δυτικής ακτογραμμής του Αμβρακικού Κόλπου. Έχει έκταση 77,3 εκτάρια και μέσο βάθος 0,8 m, συνεπώς θεωρείται ρηχή. Η συγκεκριμένη Λιμνοθάλασσα διαχωρίζεται από τη θάλασσα με ένα φαρδύ φράγμα μήκους 1,8 km και ελάχιστου πλάτους 50 m (φωτογραφία 5.9). Είναι 'κλειστού' τύπου και παρουσιάζει ενδιάμεση σύνδεση με τη θάλασσα. Επίσης η εισροή γλυκού νερού προς τη Λιμνοθάλασσα χαρακτηρίζεται ως ενδιάμεση.

Διαθέτει τρία (3) στόμια – διαύλους επικοινωνίας με τον Αμβρακικό κόλπο και οριοθετείτε από φυσική λουρονησίδα από κελύφη ελασματοβραγχίων μήκους 2.000 μέτρων. Υπάρχει γεώτρηση που δεν χρησιμοποιείται.

Η Λιμνοθάλασσα Μάζωμα περιβάλλεται από υγρότοπο έκτασης 42,5 εκταρίων. Το τμήμα αυτό της λιμνοθάλασσας περιοχής αντιστοιχεί σε ποσοστό 19,3 % του συνόλου της έκτασης και εμφανίζει απλή δομή χωρίς νησίδες. Ο πυθμένας της λιμνοθάλασσας θεωρείται αμμώδης και λασπώδης και αυτό δυσχεραίνει την προσπάθεια για την πραγματοποίηση δειγματοληψίας με την χρήση του γρίππου από την ακτή. (Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία)

ΚΟΡΩΝΗΣΙΑ

Συντεταγμένες : 39°0'49"N 20°55'6"E

Ο συγκεκριμένος σταθμός δειγματοληψίας βρίσκεται στο τοπικό διαμέρισμα Κορωνησίας, με υψόμετρο 10 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας, σε γεωγραφικό πλάτος 39°0'49"N και γεωγραφικό μήκος 20°55'6"E.

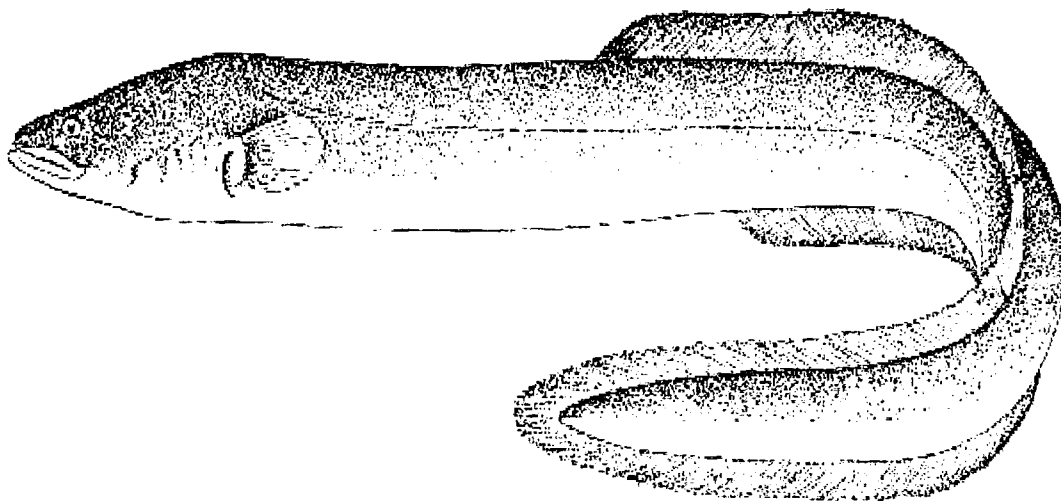
ΣΤΡΟΓΓΥΛΗ

Συντεταγμένες : 39°7'33"N 20°48'45"E

Ο σταθμός δειγματοληψίας βρίσκεται στον οικισμό της Στρογγυλής, χωμένος σχεδόν μέσα στη λιμνοθάλασσα και στο βάλτο της Ροδιάς. Η λιμνοθάλασσα της Ροδιάς είναι μια εσωτερική λιμνοθάλασσα που συνορεύει με την λιμνοθάλασσα Τσουκαλιό, και έχει έκταση περίπου 12.000 στρέμματα. (Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία)

B. ΕΙΔΗ ΙΧΘΥΩΝ

Anguilla anguilla



Εικόνα 7. *Anguilla anguilla* από Food and Agriculture Organization of the United Nations

Οικογένεια : **Anguillidae**

Γένος : **Anguilla**

Είδος : **anguilla (Linnaeus,1758)**

Anguilla anguilla

Το *Anguilla anguilla* έχει ευρεία εξάπλωση στον κόσμο (Ευρώπη, Βόρεια Αφρική-Αίγυπτος, Μαρόκο-Βαλτική Θάλασσα). Στην Ελλάδα ζει σχεδόν σε όλα τα ποτάμια. Πρόκειται για ένα βενθοπελαγικό, κατάδρομο , ευρύαλο είδος που απαντά σε εσωτερικά γλυφά και υφάλμυρα νερά και εύκρατο κλίμα. Κινείται στον πυθμένα, καλυπτόμενο ανάμεσα στα βράχια, τις πέτρες και άλλα υλικά, από βάθη 0-700 m και θερμοκρασίες 2-20°C. (Fishbase)

Μορφολογία

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του είδους αποτελεί το πολύ μακρύ (≤ 60 cm), κυλινδρικό σώμα του το οποίο δεν φέρει ξεκάθαρα διαχωρισμένα πτερύγια. Ουσιαστικά υπάρχει ένα ενιαίο πτερύγιο το οποίο ξεκινά από την αρχή του ραχιαίου, συνεχίζει στο ουραίο και καταλήγει στο εδρικό. Η αρχή του εδρικού είναι σαφώς πιο πίσω από την αρχή του ραχιαίου και το ουραίο είναι πρωτόκερκο, σε αντίθεση με τα πιο πολλά ψάρια, που έχουν ομόκερκο ουραίο πτερύγιο. Δεν φέρει κοιλιακά πτερύγια και τα πλευρικά του είναι ατροφικά. Το πτερύγιο του αποτελείται από μαλακές ακτίνες, όχι λιγότερες από 500. Η κεφαλή του είναι ελαφρώς οξεία και η κάτω γνάθος πιο μεγάλη από την επάνω (προγναθισμός). Ο χρωματισμός στη ράχη του είναι καφέ-πράσινος, ενώ στην κοιλιά κίτρινος. Όταν το άτομο ωριμάσει σεξουαλικά τα χρώματα αλλάζουν και γίνονται σκούρο καφέ-μαύρο και ασημένιο αντίστοιχα. (Fishbase)

Μήκος ≤ 60 cm	Βάρος <35-36 Kg	Κοινή Ονομασία Χέλι
-----------------------	--------------------	-------------------------------

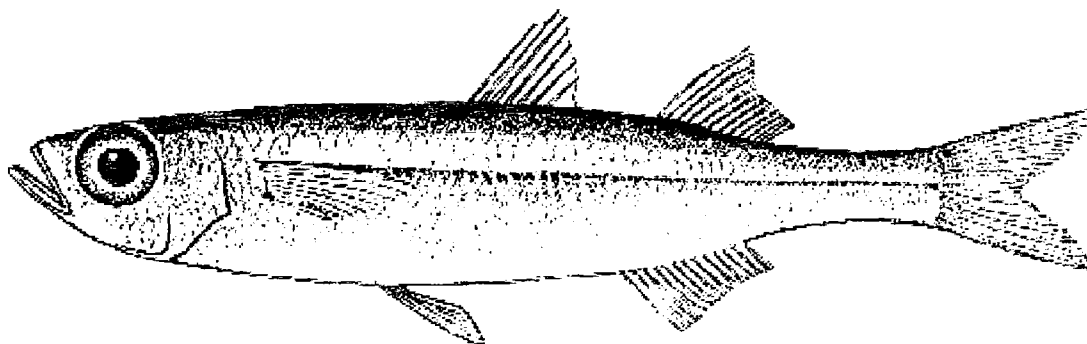
Αναπαραγωγή

Η αναπαραγωγή του λαμβάνει χώρα τον χειμώνα και την άνοιξη στη Θάλασσα των Σαργασσών στον Κεντρικό Ατλαντικό. Οι προνύμφες που εκκολάπτονται από τα αυγά λέγονται λεπτοκέφαλοι εξαιτίας της χαρακτηριστικής μορφής τους. Αυτές ταξιδεύουν με τη βοήθεια του ρεύματος του Κόλπου μέχρι τις ακτές της Ευρώπης, διαδικασία που μπορεί να κρατήσει μέχρι και 3 χρόνια. Φτάνοντας στον προορισμό τους οι λεπτοκέφαλοι έχουν μεγαλώσει φτάνοντας το μήκος των 6-9 cm και έχουν πια άλλη μορφή

(γυαλόχελα). Τότε αρχίζει η σταδιακή τους μεταμόρφωση σε χέλια, στην αρχή έχοντας διάφανο ή θολό σώμα.

Κατά την μεταμόρφωσή τους αυτή, μικραίνει το μήκος τους. Την στιγμή αυτή αρχίζουν και ανεβαίνουν στα ποτάμια, όσο πιο ψηλά μπορούν, και σχηματίζουν τις αποικίες τους. Η άνοδός τους γίνεται κυρίως τις βραδινές ώρες και τις εξής εποχές: φθινόπωρο στη Νότια Ευρώπη και καλοκαίρι στη Βόρεια Ευρώπη. Τα ψάρια μεγαλώνουν και ωριμάζουν γεννητικά στα γλυκά νερά (αρσενικά 6-12 χρόνια, Θηλυκά 9-20 χρόνια), πριν αρχίσει η μετανάστευση τους προς τη βαθιά Θάλασσα όπου αναπαράγονται. Το ταξίδι της επιστροφής διαρκεί περίπου 6 μήνες. Το χέλι περιλαμβάνεται στη λίστα IUCN και στο Κόκκινο Βιβλίο και χαρακτηρίζεται κρίσιμα απειλούμενο είδος. (Fishbase)

Atherina boyeri



Εικόνα 8.. *Atherina boyeri* από Food and Agriculture Organization of the United Nations

Οικογένεια: **Atherinidae**

Γένος: **Atherina**

Είδος: **boyeri** (Risso, 1810)

Γεωγραφική κατανομή

Αφορά το ίδιο είδος το οποίο διαβιεί στη θάλασσα και απαντά ευρέως στον ανατολικό Ατλαντικό (Πορτογαλία, Ισπανία), σε όλη τη Μεσόγειο και Μαύρη Θάλασσα, και απομονωμένοι πληθυσμοί στην Αγγλία και τις Κάτω

Χώρες. Υποείδη (*Pontica boyeri* & *Caspia boyeri*) απαντούν σε Μαύρη και Κασπία Θάλασσα. Στην Ελλάδα -και σε ό,τι αφορά τα γλυκά νερά- απαντά στις λ. Τριχωνίδα και Βιστονίδα και στο Δέλτα τον Νέστου. (Fishbase)

Περιβάλλον-Κλίμα

Βενθοπελαγικό είδος, διαβιεί στα κατώτερα τμήματα των ποταμών, στις εκβολές, στις παράκτιες λίμνες και στη Θάλασσα σε υποτροπικό κλίμα. Οι πληθυσμοί του γλυκού νερού προτιμούν χαμηλής ή καθόλου ροής νερά. Στις λίμνες είναι δραστήριο σε όλη τη στήλη του νερού. Σχηματίζει σμήνη και μπορεί να ζήσει 1-2 χρόνια. (Fishbase)

Μορφολογία

Η αθερίνα είναι μικρό γκριζωπό ψάρι με μια χαρακτηριστική ασημένια γραμμή στην πλευρική περιοχή και το σώμα του είναι περίπου τέσσερις φορές μεγαλύτερο από το κεφάλι. (Fishbase)

Μήκος ≤15 cm	Βάρος <4 gr	Κοινή Ονομασία Αθερίνα
-----------------	----------------	----------------------------------

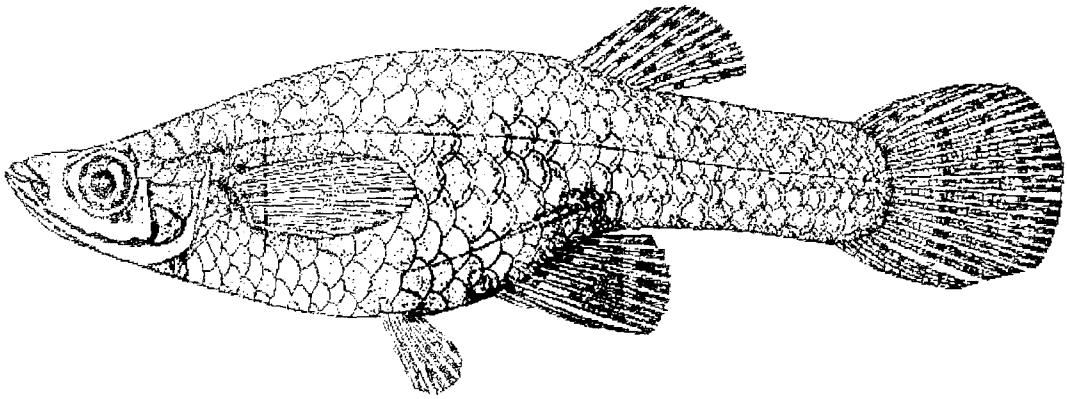
Αναπαραγωγή

Μέτριος ρυθμός ανάπτυξης, με ελάχιστο χρόνο διπλασιασμού του πληθυσμού τα 1,4-4,4 έτη. Ο πληθυσμός της λ. Τριχωνίδας αναπαράγεται από τον Μάρτιο έως τον Οκτώβριο. Τα μεγαλύτερα άτομα φαίνεται να είναι πολλαπλοί αποθέτες, καθώς γεννούν για μεγαλύτερη περίοδο. Οι προνύμφες είναι πελαγικές και σχηματίζουν σμήνη κοντά στις ακτές. (Fishbase)

Διατροφή

Τρέφεται με προνύμφες, σκουλήκια, καρκινοειδή, μαλάκια, κτλ. Πρόκειται για ένα είδος με υψηλή εμπορική αξία με εξαγωγικό προσανατολισμό των αλιευμάτων του. (Fishbase)

Gambusia holbrooki



Εικόνα 9. *Gambusia holbrooki* από Food and Agriculture Organization of the United Nations

Οικογένεια: **Poeciliidae**

Γένος: **Gambusia**

Είδος: **holbrooki** (Baird & Girard, 1853)

Γεωγραφική κατανομή

Ενδημικό είδος σε περιοχές της Αμερικής. Έχει εισαχθεί σε πολλές χώρες παγκοσμίως. Αλλόχθονο είδος για την Ελλάδα. Εισήχθη επισήμως το 1937 για την καταπολέμηση της ελονοσίας. (Fishbase)

Περιβάλλον-Κλίμα

Βενθοπελαγικό είδος, ζει σε γλυκά και υφάλμυρα νερά και υποτροπικό κλίμα. Ευρύθερμο είδος με προτίμηση τα ρηχά, ζεστά και καθαρά νερά και επιλέγει σημεία με στάσιμα ή πολύ χαμηλής ροής νερά. (Fishbase)

Αναπαραγωγή

Υψηλός ρυθμός ανάπτυξης, καθώς μια γέννηση δίνει 50-300 άτομα. Η αναπαραγωγή πραγματοποιείται το καλοκαίρι, παρέχοντας 3-4 γέννες κάθε 4-6 εβδομάδες. Γεννά ψάρια και όχι αυγά. (Fishbase)

Μορφολογία

Μικρόσωμο είδος, με λεπτή ουρά και στενό ουραίο μίσχο. Και τα δύο φύλα εμφανίζουν κύρτωση αμέσως πριν από το ραχιαίο πτερύγιο, ενώ το θηλυκό είναι πλατύτερο στην περιοχή της κοιλιάς. Γύρω από το μάτι υπάρχει ένας σκούρος δακτύλιος. Το κουνουπόφαρο είναι γκρίζο με γαλάζιες ανταύγειες στα πλευρά. Η περιοχή της κοιλιάς είναι ασημένια και τα πτερύγια κιτρινωπά. Το ραχιαίο και το ουραίο πτερύγιο φέρουν μαύρες κηλίδες. Έχει 7-9 μαλακές ραχιαίες ακτίνες και 9-10 μαλακές εδρικές ακτίνες. Φέρει επίσης 8 οριζόντιες βαθμιαίες γραμμώσεις μεταξύ της ράχης και της κοιλιακής περιοχής. Η αρχή του ραχιαίου πτερυγίου βρίσκεται απέναντι από την 7η ακτίνα του εδρικού πτερυγίου. Τα ώριμα άτομα φτάνουν τα 4cm (αρσενικά) και τα 7cm (θηλυκά), ενώ η μέγιστη αναφερόμενη ηλικία είναι τα 3 έτη.

Μήκος ≤7 cm	Βάρος <2 gr	Κοινή Ονομασία Κουνουπόφαρο
----------------	-------------	---------------------------------------

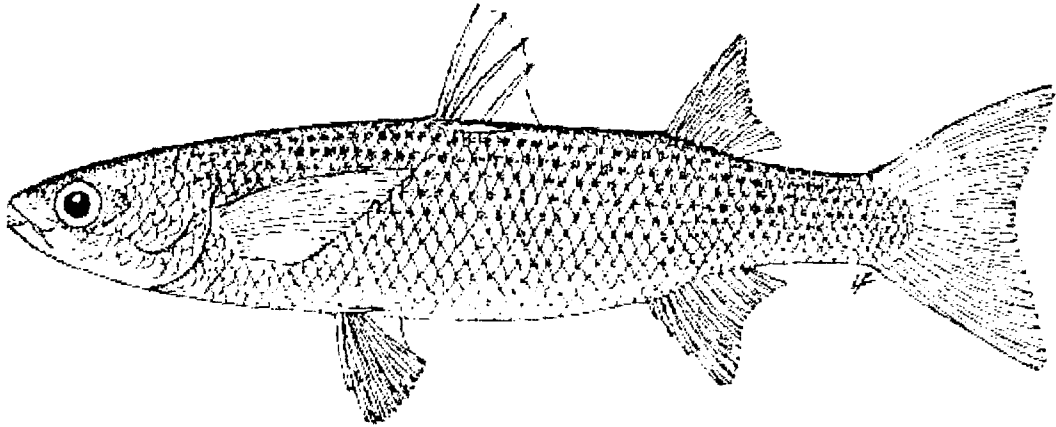
Διατροφή (Fishbase)

Την τροφή του, αποτελούν εκτός από τις προνύμφες εντόμων, και καρκινοειδή, ζωοπλαγκτόν και φύκη. Δεν διστάζουν όμως να επιτεθούν και σε μικρά ψάρια άλλων ειδών με συνέπεια να έχουν προκαλέσει πρόβλημα στην επιβίωση ενδημικών ειδών, όπως είναι τα *Aphanius fasciatus* και τα *Valencia letourneuxi*

Απειλές: Ο πληθυσμός του λακωνικού πελασγού απειλείται τόσο από την εποχική αποξήρανση όσο και από τον ανταγωνισμό από το κουνουπόφαρο (*Gambusia holbrooki*) και, στον Βασιλοπόταμο, ίσως από τη θήρευση από τα λαβράκια. Ωστόσο, το είδος είναι εξαιρετικά ανθεκτικό, με μεγάλη ικανότητα

επαναποικισμού περιοχών και καλά προσαρμοσμένο στις ασταθείς συνθήκες της περιοχής. (Fishbase)

Liza aurata



Εικόνα 10. *Liza aurata* από Food and Agriculture Organization of the United Nations

Οικογένεια: **Mugilidae**

Γένος: **Liza**

Είδος: **aurata** (Risso, 1810)

Γεωγραφική κατανομή

Απαντά από τη Μεσόγειο και τη Μαύρη Θάλασσα, έως τον Ατλαντικό (Νορβηγία, Β. Θάλασσα, Ερυθρά Θάλασσα). (Fishbase)

Περιβάλλον-Κλίμα

Κατάδρομο είδος που διαβιεί κυρίως στην παράκτια ζώνη και κινείται σε ένα ευρύ φάσμα αλατότητας, που του επιτρέπει να εισέρχεται σε λιμνοθάλασσες και εκβολικά συστήματα ποταμών. (Fishbase)

Μορφολογία

Το σώμα του είναι ελαφριά συμπιεσμένο πλευρικά με φαρδύ και σχετικά μικρό (σε ύψος) κεφάλι. Η γωνία της σχισμής του σώματος καταλήγει κάτω από τη ρινική οπή. Στο άνω και οπίσθιο μέρος των βραγχιακών επικαλυμμάτων υπάρχει χαρακτηριστική κηλίδα με χρυσή απόχρωση. Το σώμα του ψαριού καλύπτεται από παχύ στρώμα βλέννας, από την οποία πήρε την κοινή ονομασία «μυξινάρι». (Fishbase)

Μήκος ≤59 cm	Βάρος <3 Kg	Κοινή Ονομασία Μυξινάρι
-----------------	----------------	----------------------------

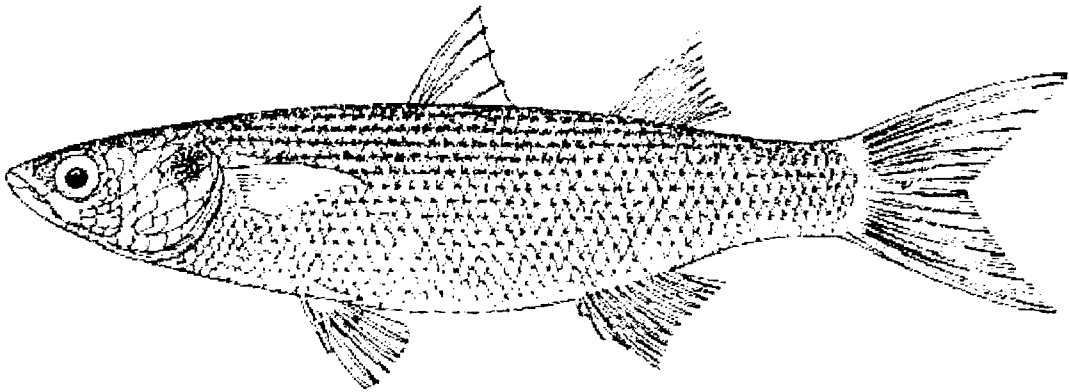
Διατροφή

Είναι τριμματοφάγο, αλλά μπορεί να καταναλώσει και ζωντανή μικρού μεγέθους τροφή όπως φυτοπλαγκτό, ζωοπλαγκτό (αμφίποδα, κωπήποδα) και βενθικά ασπόνδυλα. Είδος με υψηλή εμπορική αξία. (Fishbase)

Αναπαραγωγή

Η αναπαραγωγή λαμβάνει χώρα στη θάλασσα από τον Ιούλιο μέχρι τον Νοέμβριο και στη Β. Ελλάδα από τον Οκτώβριο έως τον Δεκέμβριο. (Fishbase)

Liza ramada



Εικόνα 11. *Liza ramada* από *Food and Agriculture Organization of the United Nations*

Οικογένεια: **Mugilidae**

Γένος: **Liza**

Είδος: **ramada** (Risso, 1826)

Γεωγραφική κατανομή

Είδος με εξάπλωση στη Μεσόγειο Θάλασσα, τη Μαύρη Θάλασσα και από τις ακτές της Νορβηγίας έως το Μαρόκο. (Fishbase)

Περιβάλλον-Κλίμα

Κατάδρομο, μεταναστευτικό ψάρι. Συνήθως προτιμά παράκτια νερά και ποταμούς σε θερμοκρασία 8-24 °C. Παρουσιάζει την υψηλότερη αντοχή στα ρηχά νερά. (Fishbase)

Μορφολογία

Το σώμα έχει ατρακτοειδές σχήμα. Το στόμα του είναι μικρό. Έχει δύο ραχιαία πτερύγια, εκ των οποίων το πρώτο έχει 4-5 ακτίνες. Τα θωρακικά πτερύγια είναι τοποθετημένα ψηλά. Η ραχιαία πλευρά είναι γκριζωπή και η κοιλιακή άσπρη. (Fishbase)

Μήκος ≤70 cm	Βάρος <2,9 Kg	Κοινή Ονομασία Κέφαλος, Μαυράκι, Λαφκίνος, Μαυρομάτα
-----------------	------------------	--

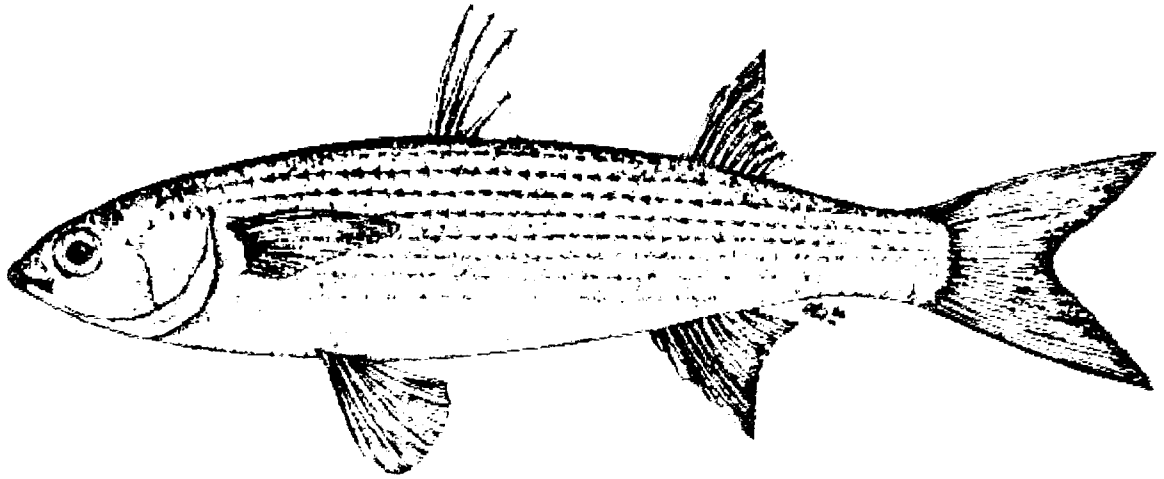
Αναπαραγωγή

Η αναπαραγωγή λαμβάνει χώρα στις ακτές από τον Σεπτέμβριο μέχρι τον Φεβρουάριο. Τα αβγά και οι προνύμφες μεγαλώνουν στην ακτή, ενώ τα ενήλικα άτομα εισέρχονται χαμηλά στα ποτάμια. Τα αρσενικά αναπαράγονται μετά το 3^ο έτος και τα θηλυκά μετά το 4^ο. (Fishbase)

Διατροφή

Τρέφονται με επίφυτα, τρίμματα και μικρούς βενθικούς ή πλαγκτικούς οργανισμούς. (Fishbase)

Liza saliens



Εικόνα 12. *Liza saliens* από Food and Agriculture Organization of the United Nations

Οικογένεια: **Mugilidae**

Γένος: **Liza**

Είδος: **saliens** (Risso, 1810)

Γεωγραφική κατανομή

Απαντά σε όλα τα παράκτια νερά της Ευρώπης, της Μαύρης Θάλασσας, της Κασπίας Θάλασσας και του Ατλαντικού (Αζοφική Θάλασσα, Αγκόλα έως Βισκαϊκό κόσμο). (Fishbase)

Περιβάλλον-Κλίμα

Βενθικό, πελαγικό, ευρύαλο είδος, διαβιεί στην παράκτια ζώνη και κινείται σε σμήνη. (Fishbase)

Μορφολογία

Έχει ατρακτοειδές σχήμα σώματος με αποχρώσεις γκριζου, ασημί χρώματος. Το άνω χείλος του είναι λεπτότερο, ενώ το κάτω χείλος του σημαντικά μικρότερο (1/3) του άνω χείλους. (Fishbase)

Μήκος ≤40 cm	Βάρος < 3 Kg	Κοινή Ονομασία Ψωμώνι, Γάστρος
-----------------	-----------------	--

Αναπαραγωγή

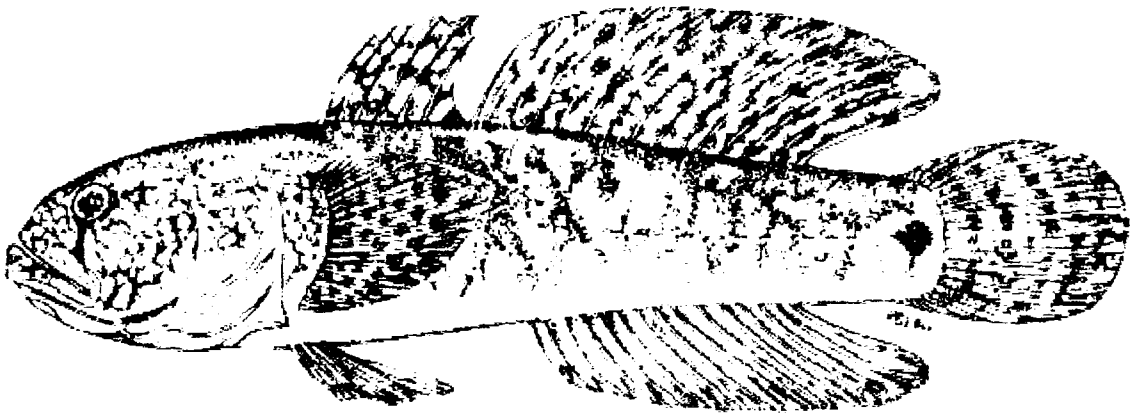
Γεννά στο θαλάσσιο περιβάλλον στο διάστημα Ιουνίου - Δεκεμβρίου. Τα αρσενικά αναπαράγονται για πρώτη φορά μετά την ηλικία των 2 ετών. (Fishbase)

Διατροφή

Τρέφεται με φυτοπλαγκτό και ζωοπλαγκτό (κωπήποδα, αρθρόποδα, αμφίποδα) σε νεαρή ηλικία και διευρύνει το είδος της τροφής του σε μεγαλύτερη ηλικία με φύκη και φυτικά θρύμματα. (Fishbase)

Τέλος πρόκειται για είδος με εμπορική αξία.

Zosterisessor ophiocephalus



Εικόνα 13. *Zosterisessor ophiocephalus* από *Food and Agriculture Organization of the United Nations*

Οικογένεια: **Gobiidae**

Γένος: **Zosterisessor**

Είδος: **ophiocephalus** (Pallas, 1814)

Γεωγραφική κατανομή

Απαντά στη Μεσόγειο και στη Μαύρη Θάλασσα. (Fishbase)

Περιβάλλον-Κλίμα

Ψάρι που διαβιεί σε διάφορα περιβάλλοντα (λιμνοθάλασσες, «Δέλτα» ποταμών), με λασπώδη υποστρώματα και υδρόβια βλάστηση. (Fishbase)

Μορφολογία

Η πλευρική γραμμή φέρει 59-64 λέπια. Το σώμα παρουσιάζει πρασινοκίτρινο χρωματισμό, με 12-14 ασυνεχείς καφετί κάθετες ζώνες. (Fishbase)

Μήκος ≤25 cm	Βάρος < 600 gr	Κοινή Ονομασία Πρασινογωβιός
-----------------	-------------------	---------------------------------

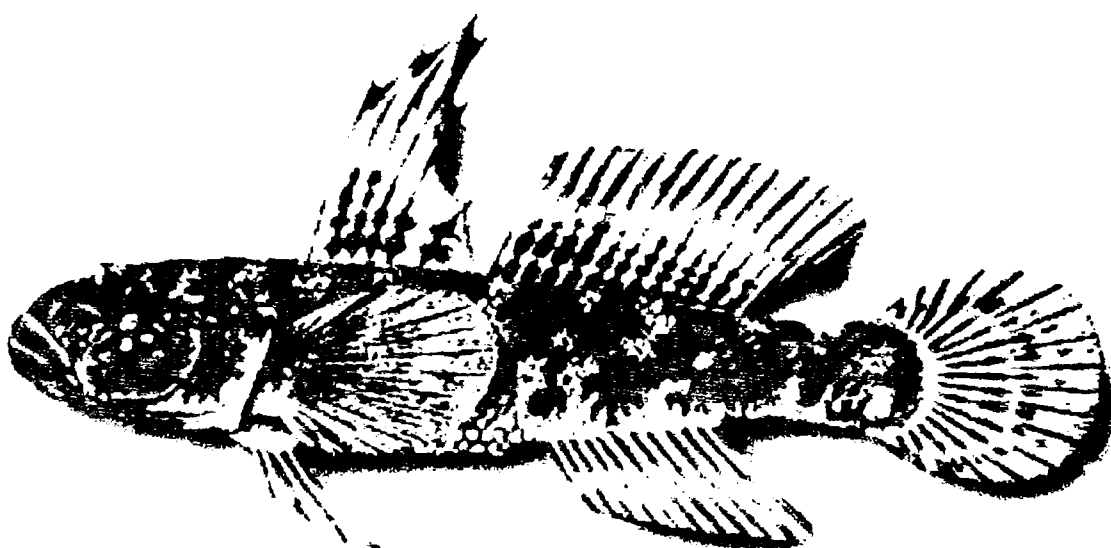
Αναπαραγωγή

Μέτριος ρυθμός ανάπτυξης, με ελάχιστο χρόνο διπλασιασμού του πληθυσμού τα 1,4-4,4 έτη. (Fishbase)

Διατροφή

Τρέφεται με αμφίποδα, πολύχαιτους, καβούρια και ψάρια. (Fishbase)

Gobius niger



Εικόνα 14 *Gobius niger* από Food and Agriculture Organization of the United Nations

Οικογένεια: **Gobiidae**

Γένος: **Gobius**

Είδος: **niger** (Linnaeus, 1758)

Γεωγραφική κατανομή

Απαντάται στον ανατολικό Ατλαντικό, από τη Νορβηγία και τη Βαλτική έως τη Μαυριτανία, στις Κανάριες Νήσους και στη Μεσόγειο, τη Μαύρη Θάλασσα, συμπεριλαμβανομένου και της Θάλασσας του Αζόφ, του καναλιού του Σουέζ και του βόρειο κόλπου του Σουέζ.

Πρόκειται για βενθικό είδος. Προτιμά εκβολικά συστήματα, λιμνοθάλασσες και παραλιακά ύδατα με άμμο ή λάσπη, θαλάσσια βλάστηση ή άλγη. Το μέγιστο βάθος το οποίο απαντώνται είναι τα 50-75m. (Fishbase)

Μορφολογία

Είναι μεσαίου μεγέθους γοβιός φθάνοντας σε μήκος τα 17 cm. Το πλέον προφανές χαρακτηριστικό είναι ότι η τέταρτη άκανθα στο πρώτο ραχιαίο πτερύγιο είναι μακρύτερη από τα υπόλοιπα . Παρουσιάζει χρώμα στο καφέ της άμμου με μαύρες κοιλιδες και κάποιες φορές το σώμα γίνεται μαύρο κατά την διάρκεια της αναπαραγωγής . (Fishbase)

Μήκος ≤ 18.0 cm	Βάρος < 400 gr	Κοινή Ονομασία Μαυρογωβιός
--------------------	-------------------	--------------------------------------

Αναπαραγωγή

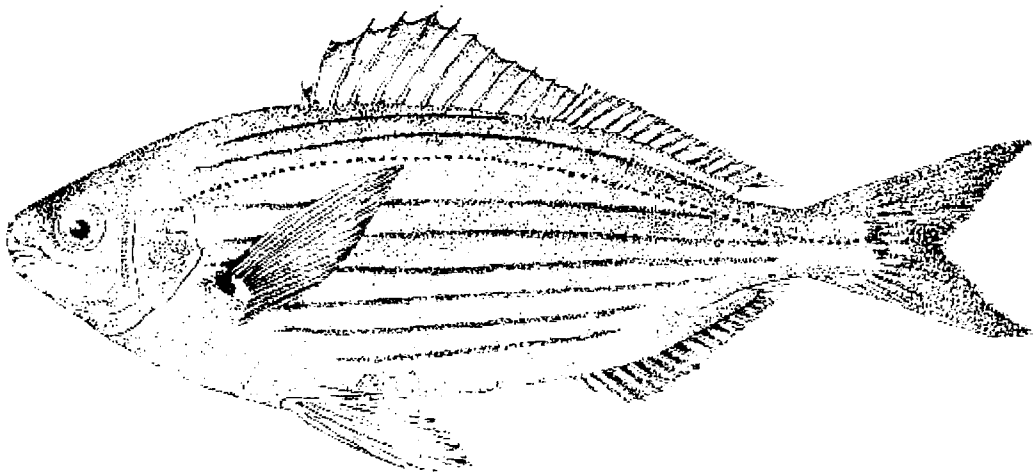
Αναπαράγεται τους μήνες Μάρτιο με Μάιο (Νάπολι), Απρίλιο με αρχές Ιουνίου (λίμνη Μιρ, Ολλανδία), Μάιο με Αύγουστο (Βαλτική), Απρίλιο με

Σεπτέμβριο (Βάρνα, Μαύρη Θάλασσα). Τα άτομα του είδους αποτελούν πολλαπλούς εναποθέτες. Τα αυγά εναποτίθενται κάτω από βράχια και πέτρες. Η σεξουαλική ωριμότητα παρουσιάζεται στα 2 χρόνια. Διάρκεια ζωής, 4 χρόνια. (Fishbase)

Διατροφή

Τρέφεται με καρκινοειδή (μεγαλύτερα αμφίποδα, ισόποδα, γαρίδες, μυσίδια, μικρά καβούρια), δίθυρα, γαστερόποδα, πολύχαιτους, λάρβες χειρονομιδών και μερικές φορές μικρά ψάρια. (Fishbase)

Sarpa salpa



Εικόνα 15. *Sarpa salpa* από Food and Agriculture Organization of the United Nations

Οικογένεια: **Sparidae**

Γένος: **Sarpa**

Είδος: **salpa** (Linnaeus, 1758)

Γεωγραφική κατανομή

Απαντά σε περιοχές του Ανατολικού Ατλαντικού (Κανάριοι Νήσοι, Κονγκό Αφρικής), όπως επίσης και στην Μεσόγειο Θάλασσα. (Fishbase)

Περιβάλλον-Κλίμα

Διαβιεί σε θαλασσινό, υφάλμυρο περιβάλλον. Πρόκειται για βενθοπελαγικό είδος που ζει σε βάθη 5-70 m με υποτροπικές συνθήκες. (Fishbase)

Μορφολογία

Είναι ένα μέσο ψάρι 15-30 cm με σώμα μακρόστενο, και βραχεία κεφαλή που καταλήγει σε ένα αμβλύ ρύγχος. Το ραχιαίο πτερύγιο έχει 11-12 σκληρές άκανθες και 14-17 μαλακές. Έχει γκρίζο γαλαζωπό χρωματισμό, και 10-12 επιμήκεις χρυσές ρίγες στο σώμα. (Fishbase)

Μήκος ≤51 cm	Βάρος < 2 kg	Κοινή Ονομασία Σάλπα
-----------------	-----------------	--------------------------------

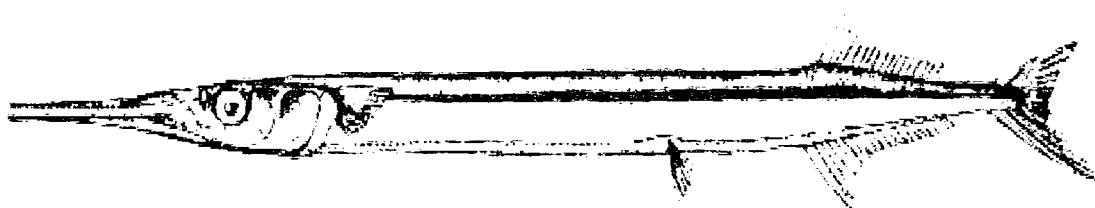
Αναπαραγωγή

Η σάλπα γεννά τους τρεις μήνες της Άνοιξης, και είναι πρώτανδρο ερμαφρόδιτο είδος. Ωριμάζει πρώτα ως αρσενικό, και όταν φτάσει σε μήκος τα 25cm (μεταξύ 3-4 χρονών) πραγματοποιείται η αλλαγή φύλου και γίνεται θηλυκό. (Fishbase)

Διατροφή

Σε μικρή ηλικία τρέφεται με κρουστοφόρα αλλά και με φυτά και φύκη. Μετά την ενηλικίωση σχηματίζει μεγάλα κοπάδια και σε κινείται σε βάθη έως 70 m τρεφόμενα αποκλειστικά με φύκη και φυτά. (Fishbase)

Belone belone



Εικόνα 16. *Belone belone* από Food and Agriculture Organization of the United Nations

Οικογένεια: **Belonidae**

Γένος: **Belone**

Είδος: **belone**

Γεωγραφική κατανομή

Απαντάται στη Μεσόγειο, τη Μαύρη Θάλασσα, τη Μαδέρα και τις Κανάριες Νήσους. Στον Ατλαντικό, απαντάται από το Τρόντχαϊμ της Νορβηγίας (μερικές φορές φτάνει και βορειότερα, μέχρι τη Λευκή Θάλασσα και τη νότια Ισλανδία). (Fishbase)

Περιβάλλον-Κλίμα

Απαντάται σε παραλιακές. Πρόκειται για ένα επιπελαγικό είδος που ζει κοντά στις ακτές (Fishbase)

Μορφολογία

Η βελονίδα μπορεί να φτάσει τα 90 εκατοστά σε μήκος και να υπερβεί το 1 κιλό σε βάρος, αλλά συνήθως το μήκος της δεν ξεπερνά τα 50 εκατοστά. (Fishbase)

Μήκος ≤93 cm	Βάρος <1,3kg	Κοινή Ονομασία Ζαργάνα
-----------------	-----------------	----------------------------------

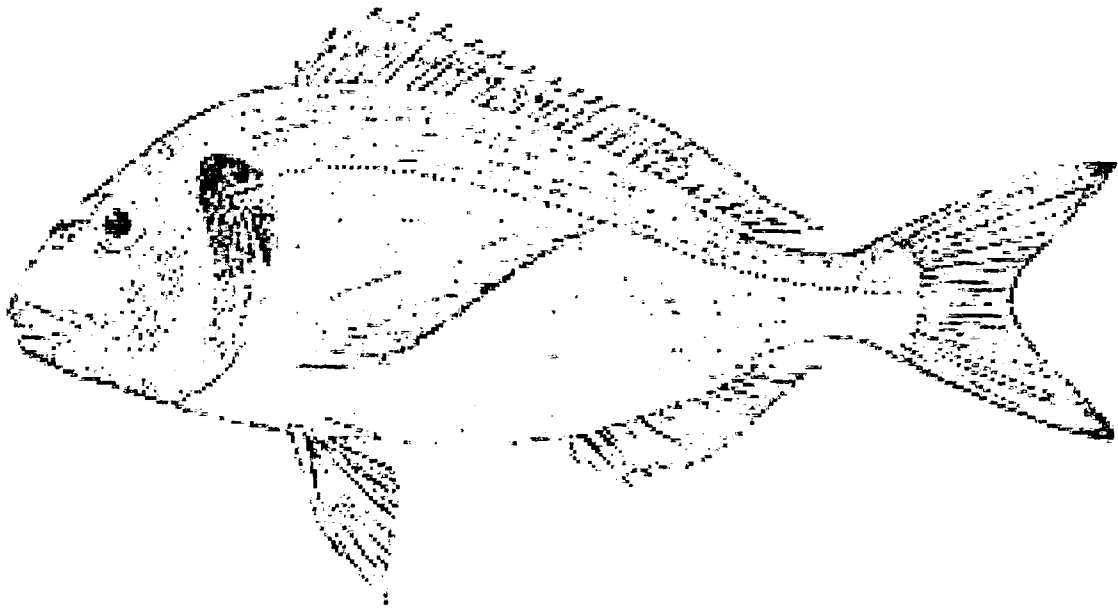
Αναπαραγωγή

Αναπαράγεται σε παραλιακά ύδατα, από το Μάιο έως τον Ιούνιο (Βρετανικά νησιά), το Φεβρουάριο έως το Μάιο (Αλγερία), τον Απρίλιο έως το Σεπτέμβριο (Μαύρη Θάλασσα). Τα αυγά προσκολλώνται στη βλάστηση και σε επιπλέοντα αντικείμενα. (Fishbase)

Διατροφή

Τρέφεται με μικρά ψάρια. (Fishbase)

Sparus aurata



Εικόνα 17. *Sparus aurata* από Food and Agriculture Organization of the United Nations

Οικογένεια: **Sparidae**

Γένος: **Sparus**

Είδος: **aurata** (Linnaeus, 1758)

Γεωγραφική κατανομή

Απαντάται στην Μεσόγειο Θάλασσα και στον Ανατολικό Ατλαντικό. (Fishbase)

Περιβάλλον-Κλίμα

Βενθοπελαγικό ψάρι που ζει σε βάθη από 1-150 m, αλλά συνήθως απαντάται σε 1-30 m. Ζει σε κλίμα υποτροπικό. (Fishbase)

Μορφολογία

Έχει συνολικά 11 σκληρές ραχιαίες άκανθες και 13-14 μαλακές. Σώμα ψηλό, με μεγάλη μαύρη κηλίδα στο κάλυμμα των βραγχίων. Η τσιπούρα είναι πρώτανδρο ερμαφρόδιτο είδος, δηλαδή γεννιέται πρώτα ως αρσενικό και μετά το πέρας περίπου 3 χρόνων κάνει αναστροφή φύλου και γίνεται θηλυκό. Έτσι στα πρώτα δύο χρόνια της ζωής της ως αρσενικό, έχει 20-30 cm μήκος και ζυγίζει γύρω στα 350-400 g. Στον τρίτο χρόνο, που γίνεται θηλυκό, το μήκος της είναι συνήθως 33-40 cm και ζυγίζει από 600 g και πάνω. (Fishbase)

Μήκος ≤70 cm	Βάρος <17 kg	Κοινή Ονομασία Τσιπούρα
-----------------	-----------------	-----------------------------------

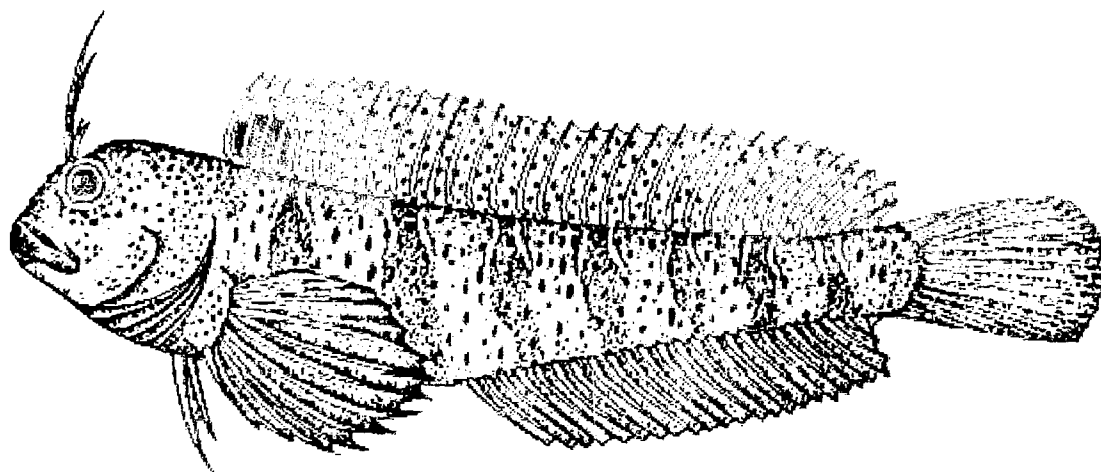
Αναπαραγωγή

Η αναπαραγωγή της τσιπούρας λαμβάνει χώρα από τον Οκτώβριο μέχρι και το Δεκέμβριο στην ανοιχτή θάλασσα. Ένα θηλυκό, μπορεί να γεννάει 20000-80000 αυγά καθημερινά κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου. Κάτι αξιοσημείωτο για την τσιπούρα είναι ότι ενώ μπορεί να είναι σε διαδικασία αλλαγής φύλου από αρσενικό σε θηλυκό, μπορεί να τη διακόψει, και να ξαναπαράγει σπέρμα για την ερχόμενη αναπαραγωγική περίοδο. (Fishbase)

Διατροφή

Τρέφεται κυρίως με όστρακα, και σπανιότερα με φυτά και φύκη. (Fishbase)

Parablennius tentacularis



Εικόνα 18. *Parablennius tentacularis* από Food and Agriculture Organization of the United Nations

Οικογένεια: **Blenniidae**

Γένος: **Parablennius**

Είδος: **tentacularis** (Brünnich, 1768)

Γεωγραφική κατανομή

Κοινό σε ολόκληρη την Μεσόγειο, πλην της Αιγύπτου και του Λιβάνου, όπως επίσης και στην Μαύρη Θάλασσα. Ακόμη απαντάται στον Ανατολικό Ατλαντικό και στα Κανάρια Νησιά. (Fishbase)

Περιβάλλον-Κλίμα

Είναι ψάρι βενθικό, που προτιμά τους αμμώδεις ή χαλικώδεις βυθούς, με ελαφριά βλάστηση. Κινείται σε βάθη από 3-15 μέτρα. (Fishbase)

Μορφολογία

Αυτό είναι ένα είδος που φτάνει τα 15 εκατοστά μήκος, το χρώμα του σώματος είναι περίπου καφέ με μαύρες κηλίδες κατά μήκος του ραχιαίο πτερύγιο αλλά και στο υπόλοιπο σώμα. Ακτίνες ραχιαίου πτερυγίου 20-21, εδρικού 22-23, θωρακικού 14. (Fishbase)

Μήκος ≤15 cm	Βάρος <350gr	Κοινή Ονομασία Κεραιοσαλιάρα
-----------------	-----------------	--

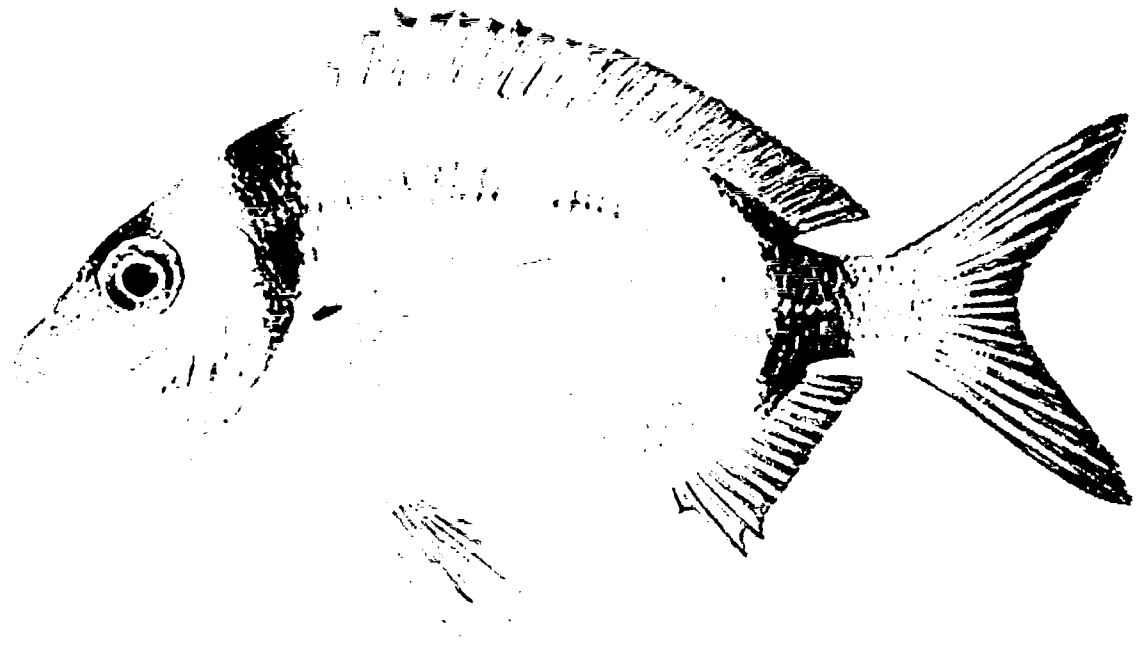
Αναπαραγωγή

Αναπαράγεται κατά τους μήνες Μάρτιο-Μάιο. Τα περισσότερα θηλυκά γεννούν σε μέρη που κατοικούν αρσενικά, τα οποία αναλαμβάνουν την περιφρούρηση των αυγών. (Fishbase)

Διατροφή

Τρέφεται κυρίως με ζωβένθος, μαλάκια, δίδυρα και εχινόδερμα. (Fishbase)

Diplodus vulgaris



Εικόνα 19. *Diplodus vulgaris* από *Food and Agriculture Organization of the United Nations*

Οικογένεια: **Sparidae**

Γένος: **Diplodus**

Είδος: **vulgaris** (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)

Γεωγραφική κατανομή

Απαντά στη Μεσόγειο και τον Ατλαντικό. Κινείται από μηδενικά βάθη μέχρι και σε περισσότερο από 100 m (~160 m), αλλά συνήθως κυκλοφορεί μέχρι τα 50 m. Είδος των παράκτιων περιοχών κυρίως σε βραχώδεις και πετρώδεις ακτές. Το ψάρι χαρακτηρίζεται ως βενθοπελαγικό και σχηματίζει συνήθως κοπάδια. (Fishbase)

Περιβάλλον-Κλίμα

Είναι ψάρι που σχηματίζει κοπάδια με μικρό αριθμό ατόμων και τρέφεται με σκουλήκια, οστρακόδερμα, φυτά και μαλάκια. (Fishbase)

Μορφολογία

Σώμα ωσειδές πιεσμένο πλευρικά. Ο χρωματισμός είναι ελαφρά γκριζο-ελαιόχρωος στη ράχη, με αργυρόχρωμες πλευρές όπου διακρίνονται 7-9 επιμήκεις χρυσόχρωμες λωρίδες. Στο τέλος του ραχιαίου και εδρικού πτερυγίου βαθιά μαύρη ζώνη, το ίδιο και στη ράχη της κεφαλής προσθίως του ραχιαίου που φθάνει μέχρι το βραγχιακό άνοιγμα. Το μέγεθος σχετικά μικρό γύρω στα 10 εκ. μπορεί να φτάσει σε μήκος τα 45 cm, ενώ το βάρος του μπορεί να φτάσει μέχρι 1,3 kg. Η ηλικία του μπορεί να ξεπεράσει τα 14 χρόνια. Χρωματικά, έχει 2 χαρακτηριστικές μαύρες φαρδιές κάθετες ρίγες, τη μία ακριβώς πίσω από το βραγχιακό επικάλυμμα και την άλλη αμέσως πριν το ουραίο πτερύγιο, πάνω σε ένα ασημί φόντο. (Fishbase)

Μήκος ≤45 cm	Βάρος <1,3 kg	Κοινή Ονομασία Καμπανάς
-----------------	------------------	-----------------------------------

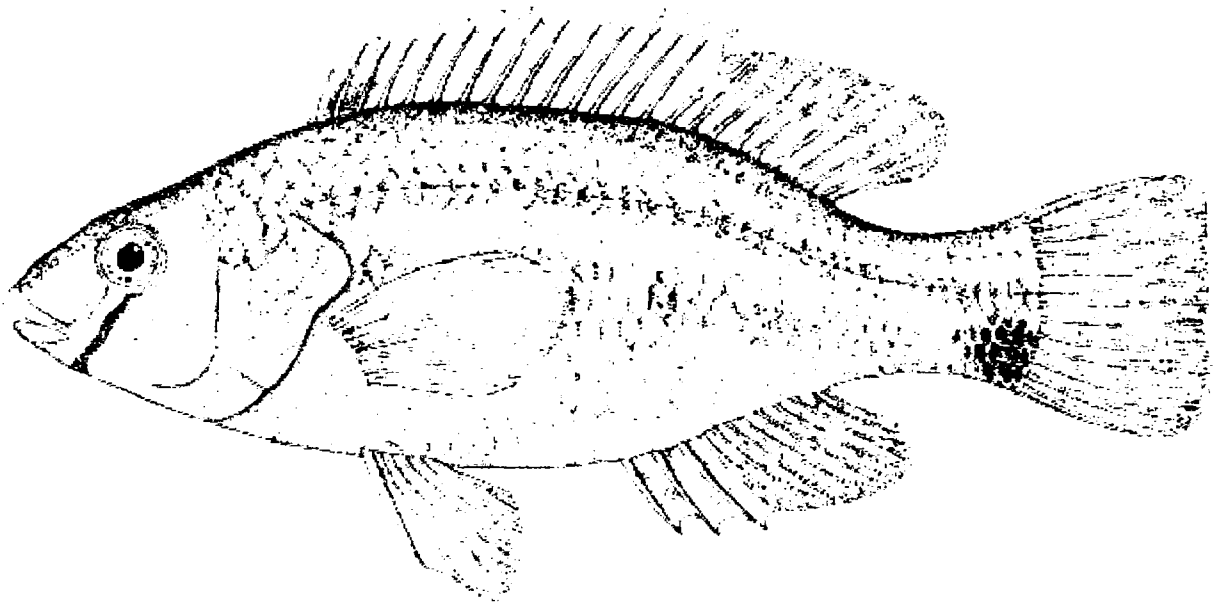
Αναπαραγωγή

Είναι πρώτανδρο ερμαφρόδιτο είδος. Η αναπαραγωγική του περίοδος είναι μια φορά το χρόνο και διαρκεί 2 μήνες, το Δεκέμβρη και τον Ιανουάριο. Σε ηλικία μόλις 10 μηνών, τα νεαρά άτομα έχουν μήκος 11-12 cm, ενώ όταν φτάνει τα 17cm ωριμάζει σεξουαλικά για πρώτη φορά ως αρσενικό. (Fishbase)

Διατροφή

Είναι σαρκοβόρο ψάρι και τρέφεται με σκουλήκια, μαλακόστρακα και μαλάκια που σπάζει με τα γερά σαγόνια του. (Fishbase)

Symphodus cinereus



Εικόνα 20. *Symphodus cinereus* από *Food and Agriculture Organization of the United Nations*

Οικογένεια: **Labridae**

Γένος: **Symphodus**

Είδος: **cinereus (Bonnaterre, 1788)**

Γεωγραφική κατανομή

Η κατανομή τους είναι πολύ μεγάλη, απαντάται στον ανατολικό Ατλαντικό και στη Μεσόγειο σε περιοχές με φύκη και κατά προτίμηση σε λιμνοθάλασσες και ρηχά νερά που κυμαίνονται από 1 έως και 25 μέτρα βάθος . (Fishbase)

Περιβάλλον-Κλίμα

Η κατανομή τους είναι πολύ μεγάλη, απαντάται στον ανατολικό Ατλαντικό και στη Μεσόγειο σε περιοχές με φύκη και κατά προτίμηση σε λιμνοθάλασσες και ρηχά νερά που κυμαίνονται από 1 έως και 25 μέτρα βάθος . (Fishbase)

Μορφολογία

Το σώμα είναι επίμηκες και ωσειδές , με μακρύ κεφάλι και μικρό στόμα. Το χρώμα του είναι στο καφέ της άμμου , αλλά μπορεί να εμφανίσει και ένα κιτρινωπό ή πρασινωπό γκρι χρώμα. Το μέγιστο μήκος φτάνει τα 16 cm, ενώ το μεγαλύτερο σε ηλικία που έχει καταγραφεί είναι τα 6 έτη. (Fishbase)

Μήκος ≤ 16 cm	Βάρος < 30 gr	Κοινή Ονομασία Φαγανέλι
------------------	------------------	----------------------------

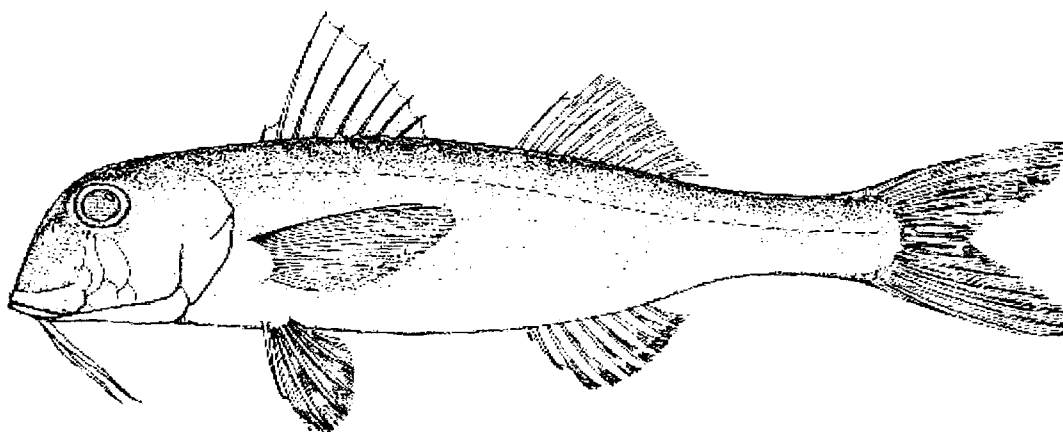
Αναπαραγωγή

Η αναπαραγωγική περίοδος τους ξεκινά κατά τους μήνες Μάιο και Ιούνιο. Το αρσενικό χιτίζει τη φωλιά του σε αμμώδη βυθό με κομμάτια από φύκη. (Fishbase)

Διατροφή

Η διατροφή τους βασίζεται σε μικρά καρκινοειδή και μαλάκια. (Fishbase)

Mullus barbatus



Εικόνα 21. *Mullus barbatus* από Food and Agriculture Organization of the United Nations

Οικογένεια: **Mullidae**

Γένος: **Mullus**

Είδος: **barbatus** (Linnaeus, 1758)

Γεωγραφική κατανομή

Απαντάται στη Μεσόγειο (Hureau 1986), στη Μαύρη Θάλασσα, καθώς επίσης και κατά μήκος των Ευρωπαϊκών και Αφρικανικών ακτών του Ατλαντικού (Whitehead et.al. 1986, Froese & Pauly 2000, Hureau & Lo, 1986) σε αμμώδη και λασπώδη υποστρώματα, σε βάθη από 20 έως 200 m (Wirszubski 1953, Haidar 1970) .

Περιβάλλον-Κλίμα

Ζει σε κλίμα υποτροπικό. Βενθοπελαγικό είδος με εύρος βάθους 10-328 m. Συνήθως απαντάται στα 100-300 m. (Fishbase)

Μορφολογία

Έχει σώμα επίμηκες, ελαφρώς πεπτευσμένο πλευρικά, με μεγάλα κτενοειδή λέπια. Κάτω από τη γνάθο εμφανίζονται δύο μουστάκια. Τα δόντια είναι αιχμηρά και δεν υπάρχουν στην άνω γνάθο . Τα ραχιαία πτερύγια είναι δύο, καλά διαχωρισμένα. Το μέσο μήκος κυμαίνεται γύρω στα 10-20 cm . (Fishbase)

Μήκος ≤33,2 cm	Βάρος < 0,68 kg	Κοινή Ονομασία Κουτσομούρα
-------------------	--------------------	--------------------------------------

Αναπαραγωγή

Αναπαράγεται τους ανοιξιάτικους και τους θερινούς μήνες. Η πρώτη γεννητική ωρίμανση επέρχεται μετά την συμπλήρωση του πρώτου και δεύτερου έτους ζωής στα αρσενικά και στα θηλυκά άτομα αντίστοιχα (Froese & Pauly 2000).

Διατροφή

Τρέφεται με βενθικούς ασπόνδυλους οργανισμούς. Σημαντικό μέρος της διατροφής του αποτελούν τα δεκάποδα καρκινοειδή, τα πολύχαιτα και τα δίθυρα (Haidar 1970).

Γ.ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΚΟΝΑΣ

IMAGE PRO

Το λογισμικό «Image Pro Plus» δίνει τη δυνατότητα επεξεργασίας μιας εικόνας για την οπτική βελτίωσή της, εξαγωγής δεδομένων από αυτήν και αποθήκευση των δεδομένων αυτών. Όπως γίνεται φανερό πρόκειται για ένα ισχυρό λογισμικό που δίνει την δυνατότητα επεξεργασίας και μέτρησης με απόλυτη ακρίβεια των δεδομένων που προκύπτουν, και την δυνατότητα εντοπισμού και καταμέτρησης συγκεκριμένων και επαναλαμβανόμενων σχημάτων, σε μια εικόνα, με αυτόματη διαδικασία. Το λογισμικό «Image Pro Plus» επιτρέπει την επεξεργασία μιας εικόνας με πολλούς τρόπους. Ανάλογα με τις απαιτήσεις μπορεί να χρησιμοποιηθούν μια ή περισσότερες ή συνδυασμός κάποιων από τις τεχνικές που προσφέρει το λογισμικό για το επιθυμητό αποτέλεσμα. (Montavon et al., 1998).

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ)

SPSS

Το SPSS (Statistical Package for Social Sciences) αποτελεί ένα στατιστικό πακέτο και μπορεί κανείς να το κατατάξει στην ίδια κατηγορία με τα SAS, GENSTAT, STATISTICA, NAG και STATGRAPHICS. Το SPSS για Windows παραθυρικές εφαρμογές λειτουργεί με ένα σύστημα μενού και πλαισίων διαλόγου και κάνει την ανάλυση δεδομένων αρκετά εύκολη και φυσικά προσβάσιμη για όλους.

Όπως ήδη έχει αναφερθεί, το SPSS για Windows καλύπτει ένα ευρύ πεδίο στατιστικών εφαρμογών και επεξεργασίας δεδομένων όλων των κατηγοριών και επιπέδων, τα οποία χωρίζονται σε επιμέρους τμήματα (modules).

Τα τρία κύρια τμήματα του SPSS, είναι τα εξής :

1. Βασικό Τμήμα (Base Module) το οποίο χαρακτηρίζεται από τεχνικές διαχείρισης και επεξεργασίας δεδομένων. Σε αυτό μπορούν να γίνουν απλές στατιστικές μελέτες, κατανομές συχνοτήτων, όπως θα γίνει στη συγκεκριμένη μελέτη, δημιουργία πινάκων διπλής, τριπλής εισόδου και παρουσίαση αποτελεσμάτων.
2. Επαγγελματικό Τμήμα (Professional Module με στατιστικές τεχνικές παραμετρικής όπως t-test, ανάλυση της διακύμανσης (Analysis of Variance), συσχέτιση (Correlation) και παλινδρόμηση (Regression) και μη παραμετρικής ανάλυσης
3. Προχωρημένο Τμήμα (Advanced Statistics). Αυτό περιλαμβάνει πολύπλοκες στατιστικές αναλύσεις όπως για παράδειγμα παραγοντική ανάλυση (Factor analysis), ανάλυση κατά συστάδες (Cluster analysis), μη γραμμική παλινδρόμηση, διακριτική ανάλυση (Discriminant analysis) κλπ.

Για την εισαγωγή δεδομένων υπάρχουν δυο τρόποι. Ο πρώτος τρόπος είναι να εισαχθούν τα δεδομένα απευθείας στο άδριο αρχείο (active file), που δημιουργείται αυτόματα με το ξεκίνημα του SPSS για Windows . Αφού καθορισθούν οι μεταβλητές μπορούν να εισαχθούν τα δεδομένα και στη συνέχεια να αποθηκευθούν. Ανά πάσα στιγμή μπορεί κανείς να ζητήσει τη δημιουργία ενός νέου αρχείου επιλέγοντας από το μενού **File→New→ Data**.

Ο δεύτερος τρόπος είναι να εφαρμοστεί ένα άλλο λογισμικό (βάσεις δεδομένων ή λογιστικά φύλλα ή Editor ή κειμενογράφος) για την εισαγωγή των στατιστικών δεδομένων και μετά να τα μεταφέρει στο πρόγραμμα του SPSS επιλέγοντας από το μενού **File→ Open→ Data** ή **File→ Open→ Database** ή **File→ Read Text Data**.

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΛΥΠΑΡΑΓΟΝΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ)

PCA (Principal Components Analysis)

Η PCA – Principal Components Analysis, η γνωστή Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών) αποτελεί ένα βοήθημα στατιστικό μείωσης μεταβλητών και στηρίζεται σε γραφικές μεθόδους. Μπορεί να εφαρμοστεί και για ένα σετ δεδομένων που περιέχει λίγες μεταβλητές αλλά γίνεται ιδιαίτερα αποδοτική όταν χρησιμοποιείται για να εξετάσει μεγάλες βάσεις δεδομένων πολλών μεταβλητών. Βασική αρχή της PCA είναι η αναδιάταξη των αρχικών δεδομένων μέσω εφαρμογής ενός μαθηματικού μετασχηματισμού στην αρχική μήτρα. Δημιουργούνται γραμμικοί ανασχεδιασμοί των αρχικών μεταβλητών που αναπαριστούν οικονομικότερα και πιο χαρακτηριστικά την περιεχόμενη πληροφορία. Επίσης, η PCA θα μας βοηθήσει να μετασχηματίσουμε και να προβάλλουμε τα δεδομένα των μετρήσεών μας σε ένα νέο χώρο μεταβλητών, γραμμικά ανεξάρτητων.

DFA (Discriminant Factor Analysis)

Από την άλλη μεριά η **Discriminant Factor Analysis (DFA)** εκτιμά τη μεταβλητότητα των δεδομένων μέσω νέων μεταβλητών, συνολικά μικρότερου πλήθους, δίνοντας συντελεστές επί των αρχικών μεταβλητών κι εκφράζοντας έτσι τα δεδομένα στην τελική τους μορφή ως γραμμικό συνδυασμό τους

CA (Cluster Analysis)

Η μέθοδος ανάλυσης συστάδων (**cluster analysis**) είναι μια πολυπαραμετρική στατιστική μέθοδος που σκοπό έχει να κατατάξει σε ομάδες τις υπάρχουσες παρατηρήσεις χρησιμοποιώντας την πληροφορία που υπάρχει σε κάποιες μεταβλητές. Μια επιτυχημένη ανάλυση θα πρέπει να καταλήξει σε ομάδες για τις οποίες οι παρατηρήσεις μέσα σε κάθε ομάδα να είναι όσο γίνεται πιο ομοιογενείς αλλά παρατηρήσεις διαφορετικών ομάδων να διαφέρουν όσο γίνεται περισσότερο (Hair et al., 1998).

PAST

Το Past είναι ένα πρόγραμμα επιστημονικής στατιστικής ανάλυσης δεδομένων με λειτουργίες χειραγώγησης των δεδομένων, διαγραμμάτων, μονομερούς αλλά και πολυπαραγοντικής, οικολογικών αναλύσεων και μορφολογικών.

Είναι ένα πολύ ολοκληρωμένο αλλά απλό στη χρήση πακέτο ενσωμάτωσης και καταχώρησης δεδομένων και ανάλυσης πολλαπλών μεταβλητών. (Hammer 2006)

Η ανάλυση δεδομένων με ένα καλό στατιστικό πρόγραμμα δεν είναι στην πραγματικότητα κάτι δύσκολο. Δεν απαιτεί πολλές μαθηματικές γνώσεις και γνώσεις των τύπων που το πρόγραμμα χρησιμοποιεί για να κάνει τις αναλύσεις. Αυτά που πραγματικά απαιτούνται είναι τα εξής (Hammer 2006) :

- Ένα "καθαρό" φύλλο εργασίας έτοιμο προς επεξεργασία
- Μια ξεκάθαρη ιδέα για το πλάνο που θέλει κανείς να ακολουθήσει και τις ερωτήσεις εκτίμησης που θέλει να βάλει στο πρόγραμμα
- Προσοχή στην λεπτομέρεια
- Ένα πιο χαλαρό πλαίσιο σκέψης

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

REFERENCES

- Al-Hussaini A.H. 1947. The feeding habits and the morphology of the alimentary tract of some teleosts living in the neighbourhood of the Marine Biological Station, Ghardaqa, Red Sea. Publications of the Marine Biological Station, Ghardaqa (Red Sea) 5: 1–61.
- Al-Hussaini AH (1947) The feeding habits and the morphology of the alimentary tract of some teleosts living in the neighbourhood of the marine biological station, Ghardaqa, Red Sea. Publ Mar Biol Sta Ghar (Red Sea) 5:1–61.
- Amundsen, P., Bohn, T., and Vaga, G.H. 2004. Gill raker morphology and feeding ecology of two sympatric morphs of European whitefish (*Coregonus lavaretus*). Ann. Zool. Fenn. 41: 291–300.
- Anastasakis, G., Piper, D.J.W., Tziavos, Ch, 2007. Sedimentological response to neotectonics and sea-level change in a delta-fed, complex graben: gulf of Amvrakikos, western Greece. Marine Geology 236, 27e44.
- Anderson GR, Spindler M, Be AWH, Hemleben C (1979). Trophic activity of planktonic foraminifera. J Mar Biol Assoc U K 59: 791-799.
- Aoki, I., and T. Mizushima. 2001. Biomass diversity and stability of food webs in aquatic ecosystems. Ecol. Res. 16: 65–71.
- Bascompte J., & Rodríguez M.A.,2001. Habitat patchiness and plant species richness. Ecology Letters 4:417-420.
- Bauchot M-L, Hureau J-C. Sparidae. In: Whitehead PJP, Bauchot M-L, Hureau J-C, Nielsen J, Tortonese E, editors. Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean, vol. 2. Paris: UNESCO; 1986. p. 883–907
- Bengtsson J., 1998. Which species? What kind of diversity? Which ecosystem function? Some problems in studies of relations between biodiversity and ecosystem function. Applied Soil Ecology 10:191-199.

- Bihn, J. H., G. Gebauer & R. Brandl. 2010. Loss of functional diversity of ant assemblages in secondary tropical forests. *Ecology* 91: 782-792.
- Bolam SG, Fernandes TF, Huxham M (2002) Diversity, biomass, and ecosystem processes in the marine benthos. *Ecol Monogr* 72:599–615
- Bolger T., 2001. The Functional Value of Species Biodiversity-A Review. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, 101B (3):199–224.
- Borrvall C., Ebenman B. & Jonsson T.,2000. Biodiversity lessens the risk of cascading extinction in model food webs. *Ecology Letters* 3:131-136
- Boyle K. S., and M. H. Horn. 2006. Comparison of feeding guild structure and ecomorphology of intertidal fish assemblages from central California and central Chile. *Marine Ecology Progress Series* 319:65-84.
- Bradbury I. R., Campana S. E. & Bentzen, P. (2008). Estimating contemporary early life history dispersal in an estuarine fish: integrating molecular and otolith elemental approaches. *Molecular Ecology* 17, 1438–1450.
- Breck, J. E. (1993). Foraging theory and piscivorous fish: are forage fish just big zooplankton? *Transactions of the American Fishery Society* 122, 902–911.
- Bulleri F., Benedetti-Cecchi L., Acunto S., Cinelli F. & Hawkins S.J.,2002. The influence of canopy algae on vertical patterns of distribution of low-shore assemblages on rocky coasts in the northwest Mediterranean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 267:89-106.
- Ceccherelli G., Piazzini, L. & Balata D.,2002. Spread of introduced *Caulerpa* species in macroalgal habitats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 280:1-11.
- Cognetti, G., Maltagliati, F., 2000. Biodiversity and adaptive mechanisms in brackish water fauna. *Mar. Pollut. Bull.* 40, 7–14.
- Davis M.A., Grime J.P. Thompson K., 2000. Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. *Journal of Ecology* 88:528-534.
- Delariva, R.L., and Agostinho, A.A. 2001. Relationship between morphology and diets of six neotropical loriciids. *J. Fish. Biol.* 58: 832–847.
- Diaz S. & Cabido, M. (2001) Vive la difference: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology & Evolution*, 16, 646–655.

- Diaz, R. J. and Rosenberg, R.: Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems, *Science*, 321, 926–929, 2008.
- Díaz, S. & M. Cabido. 2001. Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology & Evolution*, 16: 646-655.
- Downing, A.L. & Leibold, M.A., 2002. Ecosystem consequences of species richness and composition in pond food webs. *Nature* 416:837-841.
- Duarte, C.M. 1995. Submerged aquatic vegetation in relation to different nutrient regimes. *Ophelia* 41: 87-112.
- Dumay, O., P. S. Tari, J. A. Tomasini, and D. Mouillot. 2004. Functional groups of lagoon fish species in Languedoc Roussillon, southern France. *Journal of Fish Biology* 64:970-983.
- Emlen, M. M. 1966. The role of time and energy in food preference. *Am Nat.* 100: 611-617.
- Engelhardt, K.A.M. & Ritchie, M.E., 2001. Effects of macrophyte species richness on wetland ecosystem functioning and services. *Nature* 411:687-689.
- Ferentinos G, Papatheodorou G, Geraga M, Iatrou M and others (2010) Fjord water circulation patterns and dysoxic/anoxic conditions in a Mediterranean semienclosed embayment in the Amvrakikos Gulf, Greece. *Estuar Coast Shelf Sci* 88:473–481
- Fonseca, C. R. & G. Ganade. 2001. Species functional redundancy, random extinctions and the stability of ecosystems. *Journal of Ecology*, 89: 118-125.
- Fordham S.E., Trippel E.A. 1999. Feeding behaviour of cod (*Gadus morhua*) in relation to spawning. *Journal of Applied Ichthyology* 15 (1): 1–9.
- Gene Helfman, Bruce B. Collette, Douglas E. Facey, Brian W. Bowen April 2009. *The Diversity of Fishes: Biology, Evolution, and Ecology*, 2nd Edition
- Hammer, Ø. & Harper, D.A.T. 2006. *Paleontological Data Analysis*. Blackwell.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., and P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp.
- Hart P.J.B. 1997. Foraging tactics. Pp. 104–133. In: Godin J.G.J. (ed.) *Behavioural ecology of teleost fishes*. Oxford University Press, New York.

- Hart P.J.B. 1997. Foraging tactics. Pp. 104–133. In: Godin J.G.J. (ed.) Behavioural ecology of teleost fishes. Oxford University Press, New York.
- HEINO, J. & TOIVONEN, H. (2008). Aquatic plant biodiversity at high latitude: patterns of species richness and rarity in Finnish freshwater macrophytes. *Boreal Environment Research* 13, 1–14.
- Hendry, A.P., Bolnick, D.I., Berner, D., and Peichel, C.L. 2009. Along the speciation continuum in sticklebacks. *J. Fish Biol.* 75: 2000–2036.
- Hespdenheide, H. A., 1973. Ecological inferences from morphological data. *Annua Review of Ecology and Systematics*, 4: 213-229
- Hughes, A.R. & Stachowicz J.J., 2004. Genetic diversity enhances the resistance of a seagrass ecosystem to disturbance. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101(24):8998-9002.
- Huston M.A., Aarssen L.W., Austin M.P., Cade B.S., Fridley J.D., Garnier E., Grime J.P., Hodgson J., Lauenroth W.K., Thompson K., Vandermeer J.H. & Kennedy T.A., Naeem S., Howe K.M., Knops J.M.H., Tilman D. & Reich, P., 2002. Biodiversity as a barrier to ecological invasion. *Nature* 417:636-638.
- Huston, M.A 1997. Hidden treatments in ecological experiments: re-evaluating the ecosystem function of biodiversity. *Geology* 110: 449-460.
- Image Pro Plus: The Proven Solution for Image Analysis”, Media Cybernetics, USA, 1998.
- Jing, Z., Rapp, G.R., 2003. The coastal evolution of the Ambracian embayment and its relationship to archaeological setting. *Hesperia Supplements* 32, 157e198.
- Juanes F. 1994. What determines prey size selectivity in piscivorous fishes? Pp. 78–100. In: Stouder D.J., Fresh K.L., Feller R.J. (eds.) *Theory and application in fish feeding ecology*. Belle W. Baruch Library in Marine Sciences. No.18. University of South Carolina Press, Columbia, SC, USA.
- Juanes F. 1994. What determines prey size selectivity in piscivorous fishes? Pp. 78–100. In: Stouder D.J., Fresh K.L., Feller R.J. (eds.) *Theory and application in fish feeding ecology*. Belle W. Baruch Library in Marine Sciences. No. 18. University of South Carolina Press, Columbia, SC, USA

- Juanes F., Conover D.O. 1994. Piscivory and prey size selection in young-of-the-year bluefish: predator preference or size-dependent capture success? *Marine Ecology Progress Series* 114: 59–69
- Juanes F., Conover D.O. 1994. Piscivory and prey size selection in young-of-the-year bluefish: predator preference or size-dependent capture success? *Marine Ecology Progress Series* 114: 59–69.
- Kaiser M.J., Hughes R.N. 1993. Factors affecting the behavioural mechanisms of diet selection in fishes. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 23 (1–4): 105–118.
- Kaiser M.J., Hughes R.N. 1993. Factors affecting the behavioural mechanisms of diet selection in fishes. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 23 (1–4): 105–118.
- Kapoor, B. G., H. Smith & A. I. Verighina, 1975. The alimentary canal and digestion in teleosts. *Advances in Marine Biology*, 13, 109–239.
- Kapsimalis V, Pavlakis P, Poulos SE, Alexandri S and others (2005) Internal structure and evolution of the Late Quaternary sequence in a shallow embayment: The Amvrakikos Gulf, NW Greece. *Mar Geol* 222–223:399–418
- 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* 222e223, 399e418.
- Karpouzi V.S., Stergiou K.I. 2003. The relationships between mouth size and shape and body length for 18 species of marine fishes and their trophic implications. *Journal of Fish Biology* 62 (6): 1353–1365.
- Karpouzi V.S., Stergiou K.I. 2003. The relationships between mouth size and shape and body length for 18 species of marine fishes and their trophic implications. *Journal of Fish Biology* 62 (6): 1353–1365.
- Kassam, D.D., Adams, D.C., Ambali, A.G.D., and Yamaoka, K. 2003. Body shape variation in relation to resource partitioning within cichlid trophic guilds coexisting along the rocky shore of Lake Malawi. *Anim. Biol.* 53: 59–70.

- Keast A., Webb D. 1966. Mouth and body form relative to feeding ecology in the fish fauna of a small lake, Lake Opinicon, Ontario. *Journal of Fisheries Research Board of Canada* 23 (12): 1845–1874.
- Keast, A. & Webb, D. (1966). Mouth and body form relative to feeding ecology in the fish fauna of a small lake, Lake Opinicon, Ontario. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 23, 1845–1874.
- Kjerfve B (1994). *Coastal Lagoon Processes*. Amsterdam, the Netherlands: Elsevier Science Publishers.
- Klein J., Ruitton S., Verlaque, M. & Boudouresque, C., 2005. Species introductions, diversity and disturbances in marine macrophyte assemblages of the northwestern Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series* 290:79-88.
- Kountoura, K. 2014. Study of the hydrodynamics, trophicity and hypoxia of a Mediterranean embayment (Amvrakikos Gulf). PhD Thesis, University of Patras, 301 pp. (in Greek with English summary).
- Kountoura, K. and Zacharias, I.: Temporal and spatial distribution of hypoxic/seasonal anoxic zone in Amvrakikos Gulf, Western Greece, *Estuar. Coast. Shelf S.*, 94, 123–128, 2011.
- Kountoura, K., Zacharias, I., 2013. Trophic state and oceanographic conditions of Amvrakikos Gulf: evaluation and monitoring. *Desalination & Water Treatment*, 51, 2934-2944.
- Kraufvelin P. & Salovius S., 2004. Animal diversity in Baltic rocky shore macroalgae: can *Cladophora glomerata* compensate for lost *Fucus vesiculosus*? *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 61:369-378.
- Lam-Hoai T, Rougier C, Lasserre G (1997). Tintinnids and rotifers in a northern Mediterranean coastal lagoon. Structural diversity and function through biomass estimations. *Mar Ecol Prog Ser* 152: 13-25.
- Liem, K. 1980. Acquisition of energy by teleosts: adaptive mechanisms and evolutionary patterns. In "Environmental Physiology of Fishes" (M. A. Ali, ed.), pp. 299-334. New York: Plenum.

- Liem, K. 1990. Aquatic versus terrestrial feeding modes: possible impacts on the trophic ecology of vertebrates. *Am. Zool.* 30: 209-221.
- Loreau, M., Naeem, S., Inchausti, P., Nengtsson J., Grime, J.P., Hector, A., nHooper, D.U., Huston, M.A., Raffaelli, D., Schmid, B., Tilman, D. & Wardle, D.A., 2001. Biodiversity and Ecosystem Functioning; Current Knowledge and Future Challenges. *Science* 294:804-808.
- Lyons, K.G. & Schwartz, M.W., 2001. Rare species loss alters ecosystem function invasion resistance. *Ecology Letters* 4:358-365.
- Magnhagen, C. & Heibo, E. (2001). Gape size allometry in pike reflects variation between lakes in prey availability and relative body depth. *Functional Ecology* 15, 754–762.
- MAYFIELD , M. M. , S. P. BONSER , J. W. MORGAN , I. AUBIN , S. MCNAMARA , AND P. A. VESK . 2010 . What does species richness tell us about functional trait diversity? Predictions and evidence for responses of species and functional trait diversity to land-use change. *Global Ecology and Biogeography* 19 : 423 – 431 .
- McGrady-Steed J., Harris P.M. & Morin, P.J., 1997. Biodiversity regulates ecosystem predictability. *Nature* 390:162-165.
- Micheli F. & Halpern B.S. 2005. Low functional redundancy in coastal marine assemblages. *Ecology Letters* 8:391-400.
- Mikola J., Salonen V. & Setälä H., 2002. Studying the effects of plant species richness on ecosystem functioning: does the choice of experimental design matter?. *Oecologia* 133:594-598.
- Montavon, C. Coddet C.C. Berndt and S-H. Leigh, "Microstructural Index to Quantify Thermal Spray Deposit Microstructure Using Image Analysis", *Journal of Thermal Spray Technology*, f(2), 1998, p.229-241.
- Motta, P. J. & K. M. Kotrschal. 1992. Correlative, experimental, and comparative evolutionary approaches in ecomorphology. *Netherlands Journal of Zoology*, 42(2-3): 400-415.
- Motta, P. J. 1984 Mechanics and functions of jaw protrusion in teleost fishes—a review. *Copeia* 1, 1–18. (doi:10.2307/1445030)

- Motta, P. J., K. B. Clifton, P. Hernandez & B. T. Eggold. 1995a. Ecomorphological correlates in ten species of subtropical seagrass fishes: diet and microhabitat utilization. *Environmental Biology of Fishes*, 44: 37-60
- Motta, P. J., S. F. Norton & J. J. Luczkovich. 1995b. Perspectives on the ecomorphology of bony fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 44(1-3): 11-20.
- Motta, P.J., and Kotrschal, K.M. 1991. Correlative, experimental, and comparativeevolutionary approaches in ecomorphology. *Neth. J. Zool.* 42: 400–415.
- Mulder C.P.H., Uliassi D.D. & Doak D.F.,2001. Physical stress and diversity-productivity relationships: The role of positive interactions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98(12):6704-6708.
- Naeem S.,1997. Species Redundancy and Ecosystem Reliability. *Conservation Biology* 12(1):39-45
- Naeher, S., Geraga, M., Papatheodorou, G., Ferentinos, G., Kaberi, H. et al., 2012. Environmental variations in a semi-enclosed embayment (Amvrakikos Gulf, Greece) – reconstructions based on benthic foraminifera abundance and lipid biomarker pattern. *Biogeosciences*, 9, 5081-5094.
- Nelson JS. 2006. *Fishes of the world*, 4th edn. Hoboken, NJ: Wiley & Sons.
- Nijs I. & Impens,I.,2000. Biological diversity and probability of local extinction of ecosystems. *Functional Ecology* 14:46-54.
- Nilsson, PA and Broenmark, C. 2000. Prey vulnerability to a gape-size limited predator:behavioral and morphological impacts on northern pike piscivory. *Oikos*, vol 88,no 3: 539-546.
- P. Avramidis et al. 2013. Tracking Mid- to Late Holocene depositional environments by applying sedimentological, palaeontological and geochemical proxies,Amvrakikos coastal lagoon sediments, Western Greece, Mediterranean Sea.
- Panayotidis, P., Pancucci, M.A., Balopoulos, E., Gotsis-Skretas, G., 1994. Plankton distribution patterns in a Mediterranean dilution basin: Amvrakikos

Gulf (Ionian Sea, Greece). *Marine Ecology - Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli*, 15 (2), 93-104.

- Pashos, P., 2003. Geodynamic Evolution of the Broader Region of Amvrakikos Gulf from Miocene up to Present (PhD thesis). National Technical University of Athens, p. 267.
- Pérez-Ruzafa A, Marcos C, Pérez-Ruzafa IM (2011). Mediterranean coastal lagoons in an ecosystem and aquatic resources management context. *Phys Chem Earth* 36: 160-166.
- Petchey, O.L. & Gaston, K.J. (2002a) Extinction and the loss of functional diversity. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, 269, 1721–1727.
- Petchey, O.L. & Gaston, K.J. (2002b) Functional diversity (FD), species richness and community composition. *Ecology Letters*, 5, 402–411.
- Poulos SE, Collins MB, Lykousis V (1995) Late Quaternary evolution of Amvrakikos Gulf, Western Greece. *GeoMar Lett* 15:9–16
- Poulos, S.E., Kapsimalis, V., Tziavos, C., Paramana, Th, 2008. Origin and distribution of surface sediments and human impacts on recent sedimentary processes. The case of Amvrakikos Gulf (NE Ionian Sea). *Continental Shelf Research* 28, 2736e 2745.
- Pyke, G. H. 1984. Optimal foraging theory: a critical review. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 15: 523-575.
- Ramdani M, Elkhiaati N, Flower RJ, Thompson JR, Chouba L, Kraiem MM, Ayache F, Ahmed MH (2009). Environmental influences on the qualitative and quantitative composition of phytoplankton and zooplankton in North African coastal lagoons. *Hydrobiologia* 622: 113-131.
- Richard H. Moore 2009. *Biology of Fishes*, Third Edition
- Robinson, B.W., and Schluter, D. 2000. Natural selection and the evolution of adaptive genetic variation in northern freshwater fishes. In *Adaptive genetic variation in the wild*. Edited by T.A. Mousseau, B. Sinervo, and J.A. Endler. Oxford University Press, New York. pp. 65–94.

- Rosenfeld, J. S. 2002. Functional redundancy in ecology and conservation. *Oikos*, 98: 156-162.
- Seiderer, L.J. & Newell R.C.,1999. Analysis of the relationship between sediment composition and benthic community structure in coastal deposits: Implications for marine aggregate dredging. *ICES Journal of Marine Science* 56:757-765.
- Smith, M.D. & Knapp,A.K.,2003. Dominant species maintain ecosystem function with non-random species loss. *Ecology Letters* 6:509-517.
- Smith, T.B., and Skulason, S. 1996. Evolutionary significance of resource polymorphisms in fishes, amphibians, and birds. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 27: 111–133.
- Stachowicz, J.J., Fried, H., Osman, R.W. & Whitlatch R.B.,2002. Biodiversity, Invasion Resistance, and Marine Ecosystem Function: Reconciling Pattern and Process. *Ecology* 83(9):2575-2590.
- Stachowicz, J.J., Whitlatch, R.B. & Osman, R.W.,1999. Species Diversity and Invasion Resistance in a Marine Ecosystem. *Science* 286:1577-1579.
- Stergiou, K. I. & Karpouzi, V. S., 2002. Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 11: 217-254.
- Tilman, D., Knopps, J., Wedin, D., Reich P., Ritchie M. & Siemann.E.,1997. The Influence of Functional Diversity and Composition on Ecosystem Processes. *Science* 277:1300-1302.
- Tilman, D., J. Knops, D. Wedin, P. Reich, M. Ritchie & E. Siemann. 1997. The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science*, 277: 1300-1302.
- Valiela, I., 1991. Ecology of coastal ecosystems. p. 57-76. In: *Fundamentals of Aquatic Ecology*. Barnes, R.S.K., Mann, K.H. (Eds). Blackwell Scientific Publishers, Oxford.
- Verigina I.A. 1991. Basic adaptations of the digestive system in bony fishes as a function of diet. *Journal of Ichthyology* 31 (2): 8–20.
- Verigina I.A. 1991. Basic adaptations of the digestive system in bony fishes as a function of diet. *Journal of Ichthyology* 31 (2):8–20

- Viaroli P, Bartoli M, Giordani G, Naldi M, Orfanidis S, Zaldívar JM (2008) Community shifts, alternative stable states, biogeochemical controls and feedbacks in eutrophic coastal lagoons: a brief overview. *Aquat Conserv* 18:S105–S117
- Villéger, S., J. R. Miranda, D. F. Hernández & D. Mouillot. 2010. Contrasting changes in taxonomic vs. functional diversity of tropical fish communities after habitat degradation. *Ecological Applications*, 20: 1512-1522.
- Wainwright, P. C. & B. A. Richard. 1995. Predicting patterns of prey use from morphology of fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 44: 97-113.
- Wainwright, P.C. & Richard, B.A. (1995). Predicting Patterns of Prey Use from Morphology of Fishes. *Environmental Biology of Fishes*, Vol.44, pp. 97-113
- WAINWRIGHT, P.C. (1991): Ecomorphology: Experimental functional anatomy for ecological problems. – *Amer. Zool*, 31: 680-693.
- Wainwright, P.C. 1996. Ecological explanation through functional morphology: the feeding biology of sunfishes. *Ecology*, 77: 1336–1343.
- Walker, B., Kinzig, A., Langridge, J., 1999. Plant Attribute Diversity, Resilience, and Ecosystem Function: The Nature and Significance of Dominant and Minor Species. *Ecosystems* 2:95-113.
- Werner EE (1974) The fish size, prey size, handling time relation in several sunfishes and some implications. *J Fish Res Bd Can* 31:1531-15.
- White TCR (1985) When is a herbivore not a herbivore? *Oecologia* 67:596–597
Jenkins, R.E. and N.M. Burkhead, 1993. *Freshwater fishes of Virginia*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 1079 p.
- Wootton R.J. 1998. *Ecology of teleost fishes*. 2nd edn. Fish and Fisheries Series No. 24. Kluwer Academic Publishers, London
- Wootton, R.J. (1998). *Ecology of teleost fishes*. 2nd Edition. Kluwer Academic Publishers, ISBN 0-412-64200-X, Fish and Fisheries Series 24, London
- Wootton, R.J., 1998. *Ecology of teleost fishes*. 2nd Edition. Kluwer Academic Publishers, Fish and Fisheries Series 24, London.
- Wootton, R.J., *Ecology of Teleost Fishes*, Dordrecht: Kluwer, 1998.

- Yachi, S. & Loreau, M., 1999. Biodiversity and ecosystem productivity in a fluctuating environment: The insurance hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96:1463-1468.
- Ανδριώτης Κ., (2003), Ποσοτική έρευνα και ανάλυση δεδομένων με τη χρήση του SPSS 11.5, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα

WEBLINKS

- Food and Agriculture Organization of the United Nations (<http://www.fao.org>)
- Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία : <http://www.ornithologiki.gr/>