

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ «ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ»

*Τμήματα : Χημείας & Βιολογικών Εφαρμογών και
Τεχνολογιών του Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων*

ΤΙΤΛΟΣ

*“Η συμβολή της λειτουργικής ποικιλότητας στη διάκριση των ιχθύων του
Αμβρακικού κόλπου με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της κίνησής
τους στο νερό . (Fish Locomotion)”*

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ :

Ιωάννης Λεονάρδος

ΕΠΙΤΡΟΠΗ :

Χατζηλουκάς Ευστάθιος

Παπαλουκάς Κωνσταντίνος

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΣ ΦΟΙΤΗΤΗΣ :

A.M. 212 , Μιχαήλ Γαβριήλ



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η βιοποικιλότητα μπορεί να μετρηθεί με τη χρήση οικολογικών, ταξινομικών και λειτουργικών δεικτών , παρόλο που μελέτες έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η μορφολογία ενός οργανισμού μπορεί να είναι επίσης μια πηγή για τον υπολογισμό δεικτών βιοποικιλότητας. Τα μορφολογικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά των ψαριών αποτελούν βασικούς παράγοντες που καθορίζουν τις οικολογικές και βιολογικές συνήθειες των ψαριών στα οικοσυστήματα . Η λειτουργική ποικιλότητα , όπως αυτή χρησιμοποιείται συνήθως, είναι ένα υποσύνολο της βιοποικιλότητας με βάση τα χαρακτηριστικά. Τα λειτουργικά χαρακτηριστικά είναι κοινά μορφολογικά χαρακτηριστικά που διαφοροποιούνται από τα αποτελέσματα που έχει το χαρακτηριστικό σε ένα οικοσύστημα. Στην παρούσα εργασία μελετήσαμε τη ποικιλότητα με βάση τη κίνηση των ψαριών (**locomotion**) σύμφωνα με κάποια σημαντικά μορφολογικά λειτουργικά χαρακτηριστικά (τύπος σώματος , τύπος ουράς , τύπος κίνησης). Τα δείγματά μας προήλθαν από λιμνοθάλασσες του Αμβρακικού κόλπου περιλαμβάνοντας είδη από διαφορετικές και σημαντικές ομάδες ψαριών που έχουν ως ενδιαίτημα τον Αμβρακικό . Οι στόχοι αυτής της μελέτης ήταν να καθορίσει τα σημαντικότερα λειτουργικά χαρακτηριστικά των ιχθύων του Αμβρακικού κόλπου και να προσδιορίσει λειτουργικές διαφορές μεταξύ των ειδών αυτών με βάση τη λειτουργική βιοποικιλότητα .

ABSTRACT

Biodiversity can be measured using ecological, taxonomic and functional indicators, although studies have concluded that the morphology of an organism may also be a source for calculating biodiversity indicators. Morphological and functional characteristics of fish are key factors that determine the ecological and biological habits of fish in ecosystems. Functional biodiversity, as it is commonly used, is a subset of biodiversity based on characteristics. Functional traits are common morphological features that are differentiated from the effects that characterize it, in an ecosystem. In this paper we studied biodiversity based on locomotion according to some important morphological characteristics (body type, tail type, type of movement). Our samples collected from lagoons of the Amvrakikos Gulf including species from different and important fish groups that have main habitat Amvrakikos gulf. The objectives of this study were to determine the most important functional characteristics of the Amvrakikos gulf and identify the functional differences between these species based on functional biodiversity.

Περιεχόμενα

Α' ΕΝΟΤΗΤΑ : ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Α' ΕΝΟΤΗΤΑ

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ - ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ - ΑΠΕΙΛΟΥΜΕΝΑ ΕΙΔΗ (IUCN)

ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ (ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο)

ΈΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ :	1
Α. Η ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ / ΕΙΔΩΝ	2
Β. ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ	4
Γ. ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	5
Δ. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ	6
▪ Λειτουργική - Ταξινομική Βιοποικιλότητα :	6
▪ Λειτουργική ποικιλότητα και σύνδεση με τη λειτουργία των θαλάσσιων οικοσυστημάτων :	7
▪ Μέτρηση της λειτουργικής ποικιλότητας και δείκτες	9
ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΙΧΘΥΟΠΑΝΙΔΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	11
ΑΠΕΙΛΟΥΜΕΝΑ ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ	12
▪ Απειλούμενα είδη (IUCN) :	12
▪ Το Κόκκινο Βιβλίο και οι κατηγορίες των απειλούμενων ειδών :	13

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο 17

ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ & ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΕΣ ΤΟΥ ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΥ(ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ)

ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΣ..... 18

ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΕΣ :	18
ΑΠΕΙΛΕΣ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΩΝ :	20
ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ :	21
ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ ΚΑΙ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΕΣ ΤΟΥ ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΥ (ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ)	22
▪ Οι Λιμνοθάλασσες Του Αμβρακικού :	22
ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ :	23
▪ Λιμνοθάλασσα Μάζωμα (39°0'41"N - 20°44'47"E) :	23
▪ Λιμνοθάλασσα Ροδιά (Στρογγυλή 39°06'42.5"N 20°48'08.3"E) :	23
▪ Λιμνοθάλασσα Κορωνησία (39°02'03.0"N 20°52'51.7"E) :	24
▪ Περιοχή Νεοχώρι (38°59'55.1"N 20°45'48.7"E) :	24

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	25
-------------------------------	----

ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΙΧΘΥΩΝ & ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΙΝΗΣΗΣ (LOCOMOTION)

ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΙΧΘΥΩΝ ΣΤΟ ΝΕΡΟ	26
---	----

ΟΙ ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ ΣΤΟ ΥΔΑΤΙΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ : 26
ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΙΧΘΥΩΝ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΚΙΝΗΣΗ (ΠΤΕΡΥΓΙΑ - ΣΩΜΑΤΑ)

: 27

ΠΤΕΡΥΓΙΑ..... 27

- Η σημαντικότητα των πτερυγίων..... 27
- Θωρακικά 27
- Ουραίο 28
- Τα βασικά γενικά σχήματα ουραίου πτερυγίου είναι : 29
- Τα σχήματα ουραίου πτερυγίου της μελέτης είναι : 29
- Rounded (στρογγυλεμένο) 29
- Forked (δισχιλωτό) 30
- Truncate (ευθύ) 30
- Emarginate (κοίλο) 30

ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΥΠΟΙ ΣΩΜΑΤΟΣ..... 30

- Τρόπος κίνησης : 30
- Τύποι σώματος και ικανότητα κίνησης στο νερό 31
- Fusiform..... 31
- Anguilliform 31
- Compressiform 31
- Depressiform 31
- Saggitiform 32

ΤΥΠΟΙ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗΣ (SWIMMING LOCOMOTION TYPES) : 33

Β'ΕΝΟΤΗΤΑ : ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	36
------------------------------------	----

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	37
-------------------------	----

ΒΗΜΑ 1. 37

- Περιοχές Δειγματοληψίας 37

ΒΗΜΑ 2. 38

- Πρωτόκολλα Έρευνας Πεδίου..... 38

ΒΗΜΑ 3. 39

- Μέθοδος δειγματοληψίας..... 39

ΒΗΜΑ 4. 40

- Καταμέτρηση - Διαχωρισμός - Προσδιορισμός δειγμάτων ιχθύων..... 40

ΒΗΜΑ 5. 41

- Στατιστική Ανάλυση των δειγμάτων 41

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΣ ΚΑΙ ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ..... 41

- Μορφομετρία 41
- Διαδικασία και στάδια ταξινόμησης των ειδών σε λειτουργικές ομάδες : 42

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΚΙΝΗΣΗΣ ΠΟΥ

ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ 43

- Μορφολογικά χαρακτηριστικά κίνησης 43
- Απεικόνιση μορφολογικών αποστάσεων..... 44
- Τμηματική σχηματική απεικόνιση των χαρακτηριστικών μελέτης : 45

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ 50



▪ Ανάλυση κύριων συνιστωσών και τεχνικές ομαδοποίησης.....	50
▪ PCA.....	50
▪ DFA.....	51
▪ CLUSTER ANALYSIS	51
▪ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ:.....	52
▪ ΒΗΜΑΤΑ PCA.....	53
▪ ΒΗΜΑΤΑ DFA (SPSS) (εικόνα 19).....	54
▪ ΒΗΜΑΤΑ CLUSTERING (PAST) (εικόνα 20)	56
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	57
Αποτελέσματα της PCA	57
Αποτελέσματα της DFA	62
Αποτελέσματα της CA (Cluster Analysis)	65
ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	66
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	71

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 75

ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΙΧΘΥΩΝ	76
<i>Anguilla anguilla</i> (A.a.) (LINNAEUS, 1758) (Χέλι).....	76
<i>GAMBUSIA HOLBROOKI</i> (G.H.) (BAIRD & GIRARD, 1853) (ΚΟΥΝΟΥΠΟΥΡΟ)	78
<i>SARPA SALPA</i> (S.S.) (LINNAEUS, 1758).....	79
<i>SPARUS AURATA</i> (S.A.) (LINNAEUS, 1758) (ΤΣΙΠΟΥΡΑ)	81
<i>ATHERINA BOYERI</i> (A.B.) (LINNAEUS, 1758) (ΑΘΕΡΙΝΑ)	83
5) ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ : Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΛΑΜΒΑΝΕΙ ΧΩΡΑ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΜΗΝΑ ΜΑΡΤΙΟ-ΜΑΙΟ . ΤΑ ΘΗΛΥΚΑ ΓΕΝΝΟΥΝ ΣΕ ΤΡΥΠΕΣ ΜΕΣΑ ΣΤΗ ΑΜΜΟ ΚΑΙ ΤΑ ΑΡΣΕΝΙΚΑ ΑΝΑΛΑΜΒΑΝΟΥΝ ΤΗΝ ΦΥΛΑΞΗ ΤΩΝ ΑΥΓΩΝ . (FISHBASE).....	86
<i>DIPLODUS VULGARIS</i> (D.V.) (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1817) (ΚΑΚΑΡΕΛΟΣ)	86
<i>SYMPODUS CINEREUS</i> (S.C.)	88
<i>LIZA AURATA</i> (L.A.) (RISSE, 1810) (ΜΥΞΙΝΑΡΙ)	90
5) ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ : Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΛΑΜΒΑΝΕΙ ΧΩΡΑ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΙΟΥΛΙΟ ΜΕΧΡΙ ΤΟΝ ΝΟΕΜΒΡΙΟ . (MARINE SPECIES IDENTIFICATION)	91
<i>LIZA RAMADA</i> (L.R.) (RISSE, 1810).....	91
<i>LIZA SALIENS</i> (L.S.) (RISSE, 1810)	93
<i>GوبيUS NIGER</i> (G.N.) LINNAEUS, 1758	95
<i>BELONE BELONE</i> (B.B.) (ΖΑΡΓΑΝΑ)	96
ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΙΣ ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ ΙΧΘΥΩΝ ΜΕΛΕΤΗΣ :	98

REFERENCES 99

ΕΙΚΟΝΕΣ

Σελ

Εικόνα 1	Σχηματική παρουσίαση των κατηγοριών της <i>IUCN</i>	15
Εικόνα 2	Τα 24 λιμνοθαλάσσια σώματα της περιοχής του Αμβρακικού	22
Εικόνα 3	Κίνηση με συστολή των μυών	30
Εικόνα 4.	Τύποι σώματος ιχθύων	32
Εικόνα 5	Πρωτόκολλο έρευνας στο οποίο σημειώνουμε τη διαδικασία και όλες τις απαραίτητες σημειώσεις γύρω από τις δειγματοληψίες.	38
Εικόνα 6	Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά κίνησης (locomotion) που μετρήθηκαν στα άτομα των ψαριών που χρησιμοποιήθηκαν σε τύπους βλεπε (πίνακας 7) για τις αναλύσεις του λειτουργικού χαρακτηρισμού των ειδών.	44
Εικόνα 7	Bd ύψος σώματος	45
Εικόνα 8	PFb απόσταση του σώματος που διέρχεται από το σημείο που εκφύεται το θωρακικό πτερύγιο	45
Εικόνα 9	Bw το πλάτος του σώματος	45
Εικόνα 10	CPd μήκος ουραίου πτερυγίου	46
Εικόνα 11	CFd ελάχιστο ύψος μίσχου της ουράς	46
Εικόνα 12	CFs εμβαδόν επιφάνειας ουραίου πτερυγίου	46
Εικόνα 13	PFI μήκος θωρακικού πτερυγίου	47
Εικόνα 14	PFi μήκος από το πάνω μέρος θωρακικού πτερυγίου έως το τέλος του σώματος	47
Εικόνα 15	PFs εμβαδόν θωρακικού πτερυγίου	47
Εικόνα 16	Hd ύψος της κεφαλής κατά μήκος του κατακόρυφου άξονα του οφθαλμού	48
Εικόνα 17	Eh απόσταση μεταξύ του κέντρου του ματιού προς στο κάτω μέρος της κεφαλής	48
Εικόνα 18	BHMATA PCA (Past 3 for Windows)	53
Εικόνα 19	Βήματα της πολυπαραγοντικής ανάλυσης DFA στο πρόγραμμα Spss	54
Εικόνα 20	Βήματα της Cluster ανάλυσης στο πρόγραμμα Past 3	56
Εικόνα 21	Κατηγοριοποίηση των ιχθύων με βάση την ειδικευση τους στην κολύμβηση	72
Εικόνα 22	Anguilla anguilla	76
Εικόνα 23	Gambusia holbrooki	78
Εικόνα 24	Sarpa salpa	80
Εικόνα 25	Sparus aurata	81
Εικόνα 26	Atherina boyeri	83
Εικόνα 27	Parablennius tentacularis	85
Εικόνα 28	Diplodus vulgaris	86
Εικόνα 29	Sympodus cinereus	88
Εικόνα 30	Mullus barbatus	89
Εικόνα 31	Liza aurata	90
Εικόνα 32	Liza ramada	91
Εικόνα 33	Liza saliens	93
Εικόνα 34	Zosterisessor ophiocephalus	94
Εικόνα 35	Gobius niger	95
Εικόνα 36	Belone belone	96

ΠΙΝΑΚΕΣ

Σελ

Πίνακας 1	Στοιχεία της βιοποικιλότητας (εστιάζοντας στα επίπεδα που χρησιμοποιούνται συχνότερα). Τροποποιήθηκε από Heywood και Baste (1995).	1
Πίνακας 2	Δείγμα γνωστών ταξινομικών ομάδων	3
Πίνακας 3	Κατάταξη ιχθύων μελέτης στο κόκκινο βιβλίο .	16
Πίνακας 4	Σχήματα ουραίου περυγίου που παρουσιάστηκαν στα είδη μελέτης και οι βασικές λειτουργίες τους	29
Πίνακας 5	Τύποι σώματος και κολύμβησης ιχθύων.	34
Πίνακας 6	Περιοχές δειγματοληψίας στον Αμβρακικού κόλπο	37
Πίνακας 7	Συνοπτικές πληροφορίες για τα αλιευτικά εργαλεία των δειγματοληψιών	39
Πίνακας 8	Πίνακας με τα 9 μορφολογικά χαρακτηριστικά, την κωδική ονομασία , την μέθοδο υπολογισμού που περιγράφουν τις λειτουργίες της μετακίνησης των ψαριών στο υδάτινο περιβάλλον.	49
Πίνακας 9	Εργαλείο για τον προσδιορισμό του κατάλληλου αριθμού των συνιστωσών (Scree Plot)	57
Πίνακας 10	Ιδιοτιμές συνιστωσών και ποσοστό εξήγησης των αποτελεσμάτων	57
Πίνακας 11	Διαγραμματική απεικόνιση των Loading plots PC1 (Σημαντικότητα των μεταβλητών)	58
Πίνακας 12	Διαγραμματική απεικόνιση των Loading plots PC2 (Σημαντικότητα των μεταβλητών)	58
Πίνακας 13	Διαγραμματική απεικόνιση των Loading plots PC2 (Σημαντικότητα των μεταβλητών)	58
Πίνακας 14	Οι μέσες τιμές για τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των ειδών	60
Πίνακας 15	Loadings (Αποτελέσματα των μεταβλητών σε κάθε συνιστώσα)	61
Πίνακας 16	Τα αποτελέσματα της PCA για κάθε είδος	61
Πίνακας 17	Οι μέσες τιμές των ειδών για κάθε μορφολογικό χαρακτηριστικό	61
Πίνακας 18	Αποτελέσματα της DFA	62
Πίνακας 19	Διαχωριστική ανάλυση των πληθυσμών των υπό εξέταση οικοσυστημάτων	63
Πίνακας 20	Διαχωριστική ικανότητα της DFA 93,1 %	64
Πίνακας 21	Δενδρόγραμμα από την cluster analysis μεταξύ των διαφορετικών λειτουργικών ομάδων χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα της PCA για κάθε είδος (πίνακας 15)	65
Πίνακας 22	Ομαδοποίηση των ειδών με βάση τα αποτελέσματα της PCA, DFA, CA , τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά αλλά και το ενδιαίτημα	68
Πίνακας 23	Biplot (Ταυτόχρονη απεικόνιση loadings και scores) για όλα τα είδη	69

A' ENOTHTA

**ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ
ΜΕΡΟΣ**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο :
ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ –
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ –
ΑΠΕΙΛΟΥΜΕΝΑ ΕΙΔΗ (IUCN)



ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ (ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο)

Έννοια της Βιοποικιλότητας :

Η βιολογική ποικιλότητα η βιοποικιλότητα είναι η ποικιλία της ζωής σε όλες τις εκφάνσεις της . Αποτελεί μία ευρεία έννοια η οποία περιλαμβάνει όλες τις μορφές , τα επίπεδα και τους συνδυασμούς της φυσικής επιλογής σε όλα τα επίπεδα της βιολογικής οργάνωσης. αλλά και τις διαδικασίες που δημιουργούν και διατηρούν τη βιοποικιλότητα. . (Gaston & Spicer 2004) .

Για να κατανοήσουμε το τι είναι η ποικιλία της ζωής και τι αυτή περιλαμβάνει πρέπει να επιτευχθεί διαχωρισμός μεταξύ των διαφορετικών βασικών στοιχείων της. Αυτά ουσιαστικά αποτελούν τα δομικά στοιχεία της βιοποικιλότητας . Για ευκολία μπορούν να χωριστούν σε τέσσερα γενικά γκρουπ : Ποικιλότητα οικοσυστημάτων , Γενετική ποικιλότητα , Ποικιλότητα Ειδών , Λειτουργική ποικιλότητα (Πίνακας 1.) . Σε κάθε ένα από αυτά τα γκρούπ τα βασικά χαρακτηριστικά στοιχεία οργανώνονται ιεραρχικά . Οι τέσσερις ομάδες συνδέονται στενά και μοιράζονται ορισμένα κοινά στοιχεία. (Gaston 2010)

Πίνακας 1. Στοιχεία της βιοποικιλότητας (εστιάζοντας στα επίπεδα που χρησιμοποιούνται συχνότερα).
Τροποποιήθηκε από Heywood και Baste (1995)

Ποικιλότητα οργανισμών / ειδών	Γενετική ποικιλότητα	Ποικιλότητα οικοσυστημάτων	Λειτουργική ποικιλότητα
- Βασιλεία - Φύλλα - Οικογένειες - Γένη - Είδη - Υποείδη - Πληθυσμοί - Μεμονωμένα άτομα	- Πληθυσμοί - Χρωμοσώματα - Γονίδια - Νουκλεοτίδια	- Βιογεωγραφική σφαίρα - Ενδιαιτήματα φυτών (Biomes) - Οικοπεριοχές - Οικοσυστήματα - Ενδιαιτήματα - Πληθυσμοί	- Μορφολογικά χαρακτηριστικά μεμονωμένων ειδών - Μορφολογικά χαρακτηριστικά πληθυσμών - Λειτουργικές ομάδες

Η ποικιλομορφία των ειδών, των οικοσυστημάτων και των τοπίων που μας περιβάλλουν σήμερα είναι το προϊόν της τουλάχιστον 3,8 δισεκατομμύρια χρόνια εξέλιξης της ζωής πάνω στη γη (Mojzsis et al., 1996).

A) Ποικιλότητα Οργανισμών/Ειδών

B) Γενετική Ποικιλότητα

Γ) Ποικιλότητα Οικοσυστημάτων

Δ) Λειτουργική Ποικιλότητα

A. Η Ποικιλότητα των οργανισμών / ειδών

Η ποικιλομορφία των οργανισμών περιλαμβάνει την πλήρη ταξινομική ιεραρχία μαζί με τις ταξινομικές βαθμίδες της, από τα μεμονωμένα άτομα τα οποία ακολουθούν ανοδικά οι πληθυσμοί, τα υποείδη και είδη , τα γένη, οι οικογένειες , τα φύλα και μετέπειτα τα βασίλεια και οι επικράτειες. Οι μετρήσεις για την ποικιλότητα των οργανισμών περιλαμβάνουν μερικές από τις πιο γνωστές εκφράσεις της βιοποικιλότητας όπως είναι ο αριθμός των ειδών (δηλ. του πλούτου των ειδών).(Gaston 2010) . Η βιολογική ποικιλότητα των ζωντανών οργανισμών είναι εμφανής σε όλα τα επίπεδα οργάνωσης από τα γονίδια έως τα οικοσυστήματα., όμως ο όρος συνήθως αναφέρεται στην ποικιλότητα των ειδών βασιζόμενοι σε αυτά τα οποία καταλαμβάνουν ένα συγκεκριμένο χώρο για ένα δεδομένο χρονικό διάστημα (Lénêque & Mouniolou 2004).

Σύμφωνα με τη θεωρία του Mayr για τα βιολογικά είδη (BSC, Biological Species Concept) ,τα είδη αποτελούν «Ομάδες πραγματικών ή δυνητικά διασταυρωμένων φυσικών πληθυσμών που είναι αναπαραγωγικά απομονωμένες από άλλες τέτοιες ομάδες » (Mayr, 1963: 19)

Η ποικιλότητα των ειδών αναφέρεται στη μεταβλητότητα του αριθμού και της φυλογενετικής ποικιλομορφίας (ή της εξελικτικής συγγένειας) των ειδών που υπάρχουν σε μια περιοχή. Αυτό είναι ίσως το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο μέτρο της συνολικής βιοποικιλότητας .

Περίπου 1,75 εκατομμύρια είδη έχουν περιγραφεί επιστημονικά μέχρι τώρα (Lecointre and Guyader, 2001), ενώ οι εκτιμήσεις ποικίλλουν για τον συνολικό αριθμό των ειδών στον πλανήτη. Οι επιστήμονες υπολογίζουν ότι τα 1,75 εκατομμύρια επιστημονικά περιγραφέντα είδη αντιπροσωπεύουν μόνο ένα μικρό

κλάσμα του συνολικού αριθμού ειδών που υπάρχουν στη γη σήμερα. Οι επιστήμονες εκτιμούν ότι ο συνολικός αριθμός ειδών στη γη κυμαίνεται από 3,6 εκατομμύρια έως 111,7 εκατομμύρια (Hammond, 1995). Ο συνολικός αριθμός ειδών για κάθε ταξινομική ομάδα μπορεί να εκτιμηθεί από τη σχέση του αριθμού των νέων ειδών που περιγράφονται κάθε χρόνο με τον αριθμό των ειδών που περιγράφηκαν προηγουμένως. Αν και είναι σημαντικό να γνωρίζουμε τον συνολικό αριθμό των ειδών στη γη, είναι επίσης χρήσιμο να έχουμε κάποια μέτρηση των διαφορετικών τύπων των ειδών που συνθέτουν αυτήν τη βιοποικιλότητα (π.χ. βακτήρια, ανθοφόρα φυτά, έντομα, πουλιά και θηλαστικά). Αυτό γίνεται μέσω της ταξινόμησης, των γενετικών, ανατομικών, βιοχημικών, φυσιολογίας ή συμπεριφορικών χαρακτηριστικών που χρησιμοποιούνται για τη διάκριση ειδών ή ομάδων ειδών γεγονός που υποδεικνύει ποικιλομορφία μεταξύ ειδών. Όταν εισαχθούν σε ένα

Πίνακας 2. Δείγμα γνωστών ταξινομικών ομάδων

Estimated Numbers of Described Species		
Taxon	Number of Described Species	Percentage of Total Described Species*
Bacteria	9,021	0.5
Archaea	259	0.01
Bryophyta (mosses)	15,000	0.9
Lycophyta (clubmosses)	1,275	0.07
Filicophyta (ferns)	9,500	0.5
Coniferophyta (conifers)	601	0.03
Magnoliophyta (flowering plants)	233,885	13.4
Fungi	100,800	5.8
Porifera (sponges)	10,000	0.6
Cnidaria	9,000	0.5
Rotifers	1,800	0.1
Platyhelminthes (flatworms)	13,780	0.8
Mollusca (mollusks)	117,495	6.7
Annelida (annelid worms)	14,360	0.8
Nematoda (nematode worms)	20,000	1.1
Arachnida	74,445	4.3
Crustacea	38,839	2.2
Insecta	827,875	47.4
Echinodermata	6,000	0.3
Chondrichthyes (cartilaginous fishes)	8,46	0.05
Actinopterygii (ray-finned bony fish)	23,712	1.4
Lissamphibia (living amphibians)	4,975	0.3
Mammalia (mammals)	4,496	0.3
Chelonia (living turtles)	290	0.02
Squamata (lizards and snakes)	6,850	0.4
Aves (birds)	9,672	0.6
Other	19,3075	11.0

*The total number of described species is assumed to be 1,747,851.
Source: Lecoindre, G., and H. Le Guyader. 2001. *Classification phylogénétique du vivant*. Paris: Belin.

λογικό σύστημα ή σύστημα ταξινόμησης, η ταξινομική ποικιλομορφία υποδεικνύει τη συγγένεια των ομάδων των ειδών με βάση τα κοινά χαρακτηριστικά τους. Χρησιμοποιώντας αυτές τις ταξινομικές πληροφορίες, εκτιμάται το ποσοστό των σχετιζόμενων ειδών μεταξύ του συνολικού αριθμού των ειδών στη γη. Ο Πίνακας 2. περιέχει μια σειρά γνωστών ταξινομικών ομάδων και παρέχει ένα μέτρο της εξελικτικής ή ταξινομικής ποικιλομορφίας των ειδών που υπάρχουν σε οποιαδήποτε δεδομένη περιοχή. (Eldredge 2002).

B. Γενετική ποικιλότητα

Η γενετική ποικιλότητα αναφέρεται σε οποιαδήποτε παραλλαγή στα νουκλεοτίδια, τα γονίδια, τα χρωμοσώματα ή σε ολόκληρο το γονιδίωμα των οργανισμών. Αυτό αποτελεί την "θεμελιώδη αρχή της διαφορετικότητας" (Williams & Humphries, 1996) και η βάση για όλα τα άλλα είδη ποικιλότητας των οργανισμών. Περίπου 1 δισεκατομμύριο διαφορετικά γονίδια αναγνωρίζονται από όλα τα γνωστά είδη στη γη (World Conservation, 1992). Όλα τα είδη όμως δεν έχουν τον ίδιο αριθμό γονιδίων. Η ενδεχόμενη γενετική ποικιλία ενός είδους μπορεί να μετρηθεί από το συνολικό αριθμό και τον τύπο των γονιδίων που υπάρχουν στο σύνολο του DNA ή στο γονιδίωμα. Όμως ένας μεγαλύτερος συνολικός αριθμός γονιδίων πιθανότατα να μην αντιστοιχεί σε μία παρατηρήσιμη πολυπλοκότητα στην ανατομία και στη φυσιολογία του οργανισμού (δηλαδή, μεγαλύτερη φαινοτυπική πολυπλοκότητα). Η γενετική ποικιλομορφία είναι το κλειδί για τις προσπάθειες συντήρησης και επιβίωσης των οργανισμών, δεδομένου ότι η υψηλότερη γενετική ποικιλότητα συνήθως αντιπροσωπεύει μεγαλύτερη ικανότητα προσαρμογής στις αλλαγές του περιβάλλοντος (Eldredge 2002).

Μέσα σε ένα είδος, η γενετική ποικιλομορφία μετράται με όρους αλληλόμορφης ποικιλομορφίας (μέσος όρος αριθμός αλληλόμορφων ανά γονιδιακό τόπο), γονιδιακής ποικιλομορφίας (ετεροζυγωτία κατά μήκος γονιδιακού τόπου) ή σε διαφορές στα νουκλεοτιδίον. Η παρουσία μοναδικών γενετικών χαρακτηριστικών διακρίνει τα μέλη ενός δεδομένου πληθυσμού. Το μέγεθος ενός πληθυσμού μπορεί να εκτιμηθεί αναλύοντας το γεωγραφικό φάσμα του οργανισμού το οποίο παρουσιάζει ειδικά γενετικά χαρακτηριστικά. Εάν ο πληθυσμός είναι μεγάλος και τα άτομα δεν σχετίζονται στενά (που συνήθως συμβαίνει σε μεγάλους πληθυσμούς), τότε το απόθεμα των γονιδίων είναι μεγάλο και εμφανίζονται πολλά διαφορετικά αλληλόμορφα γονίδια. Μία ευρεία ποικιλία αλληλόμορφων γονιδίων υποδεικνύει μεγαλύτερη δυνατότητα για την εξέλιξη νέων συνδυασμών γονιδίων και επομένως μεγαλύτερη ικανότητα εξελικτικών προσαρμογών σε διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες. Σε αντίθεση ένας μικρός πληθυσμός τυπικά έχει μικρότερη ποικιλότητα αλληλόμορφων γονιδίων. Τα άτομα είναι πιθανόν να είναι γενετικά, ανατομικά και από άποψη φυσιολογίας πιο ομοιογενή από ότι σε μεγαλύτερους πληθυσμούς και λιγότερο ικανά να προσαρμοστούν σε διαφορετικές συνθήκες. Οι πληθυσμοί με πολύ χαμηλή γενετική ποικιλότητα μπορεί να είναι επιρρεπείς σε μέτριες

περιβαλλοντικές αλλαγές ή ασθένειες πράγμα που τους οδηγεί στην εξαφάνιση. (Hughes et al. 2008)

Γ. Ποικιλότητα οικοσυστημάτων

Η ποικιλομορφία των οικοσυστημάτων σχετίζεται με την τεράστια ποικιλία οικοτόπων και βιοκοινοτήτων, καθώς και με την ποικιλία των οικολογικών διεργασιών εντός των οικοσυστημάτων (McNeely and others 1990) . Η σύνθεση των ειδών και η βιωσιμότητα του πληθυσμού ελέγχονται από τη δομή ενός τμήματος γης (σύνδεση και επικοινωνία επιμέρους ενδιαιτημάτων εντός της έκτασης και αναλογία διάστασης περιμέτρου περιοχής) και τις λειτουργίες που επιτελούνται (ρυθμός κύκλου θρεπτικών συστατικών , υδρολογικές διεργασίες) (Noss, 1990).

Η ποικιλότητα ενός οικοσυστήματος εξαρτάται όχι μόνο από τις βιολογικές και φυσικές υπάρξεις τις οποίες περιλαμβάνει αλλά και τις οικολογικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ αυτών των οντοτήτων (θήρευση ή παρασιτισμός μεταξύ ειδών, ανταγωνισμός μεταξύ των ειδών για τους διαθέσιμους φυσικούς πόρους). Επίσης εξαρτάται επίσης από το είδος των φυσικών πόρων που είναι διαθέσιμοι σε ένα συγκεκριμένο βιότοπο και από τον τρόπο με τον οποίο οι οργανισμοί χρησιμοποιούν τους πόρους αυτούς. (Eldredge 2002)

Η ποικιλομορφία των οικοσυστημάτων περιγράφεται με βάση την πολυπλοκότητα των τροφικών σχέσεων και αυτό δίνει μία γενική ιδέα της όλης πολυπλοκότητας και της οικολογικής σταθερότητας του οικοσυστήματος. Άλλος ένας τρόπος για να περιγραφεί η οικολογική ποικιλομορφία ενός οικοσυστήματος είναι να εντοπίσουμε ποια είναι τα βασικά κυρίαρχα είδη τα οποία είναι σημαντικά επειδή κάποια πτυχή της παρουσίας τους στο οικοσύστημα επιτρέπει σε πολλά άλλα είδη να συνυπάρχουν στο οικοσύστημα αυτό. Η παρουσία ενός εξειδικευμένου και σημαντικού είδους μπορεί να υποδηλώνει την παρουσία ενός σύνθετου οικοτόπου και οικοσυστήματος. (Eldredge 2002)

Η λειτουργική πολυπλοκότητα του οικοσυστήματος αυξάνεται με τον αριθμό και την ταξινομική ποικιλομορφία των παρόντων ειδών. Σε ένα οικοσύστημα με πολύ λίγα είδη, η απώλεια ακόμη και ενός μόνο είδους ή ενός μικρού μέρους του οικοτόπου μπορεί να επηρεάσει τις οικολογικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ μιας σημαντικής αναλογίας των υπόλοιπων ειδών στο οικοσύστημα. Το οικοσύστημα δεν θα λειτουργεί πλέον σωστά με συνέπεια να κινδυνεύει να καταρρεύσει . Σε ένα

μεγάλο οικοσύστημα, μια μικρή ζημία θα επηρέαζε τις οικολογικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ ενός σχετικά μικρού ποσοστού των πληθυσμών και των ειδών που υπάρχουν. Έτσι, το μεγαλύτερο οικοσύστημα είναι λιγότερο πιθανό να καταρρεύσει. η αύξηση της λειτουργικής πολυπλοκότητας θεωρείται ότι καθιστά το οικοσύστημα πιο ανθεκτικό στις περιβαλλοντικές μεταβολές. (Myers 1996)

Δ. Λειτουργική ποικιλότητα

▪ Λειτουργική - Ταξινομική Βιοποικιλότητα :

Η ταξινομική ποικιλότητα αναφέρεται στον αριθμό και τη σχετική αφθονία των ειδών σε μια κοινότητα. Λειτουργική ποικιλότητα αναφέρεται στις διαφορετικές διεργασίες σε μια κοινότητα που είναι σημαντικές για την ίδια τη δομή και τη δυναμική σταθερότητα της . Η ταξινομική και λειτουργική ποικιλότητα έχουν παρουσιαστεί ως διαφορετικές στη μελέτη της βιοποικιλότητας. Η ταξινομική και λειτουργική ποικιλότητα χρησιμοποιούν παρόμοιες πληροφορίες, αλλά με διαφορετικούς τρόπους. Τα είδη είναι κεντρικής σημασίας για την ταξινομική ποικιλότητα. Τα είδη τοποθετούνται σε φυλογενετικές σχέσεις που βασίζονται στο πώς θα αποκτήσουν ενέργεια τα κύτταρα τους, στο επίπεδο της κυτταρικής τους οργάνωσης, την εμβρυική τους φάση και την ιστορία της ζωής τους , τη φυσιολογία τους, και το γενετικό υλικό τους (RNA και / ή DNA). Διαφορετικά συστήματα ταξινόμησης έχουν προταθεί τα οποία χρησιμοποιούν το σύνολο ή ορισμένα από αυτά τα παραπάνω κριτήρια με διαφορετικά βάρη σε κάθε ένα από αυτά . (Moore 2001)

Η λειτουργική ποικιλότητα βασίζεται στα οικολογικά χαρακτηριστικά. Τα είδη που συγκεντρώνονται σε λειτουργικές ομάδες βασίζονται στον τρόπο που χρησιμοποιούν τους πόρους. Διάφορες μελέτες έχουν προταθεί για την ομαδοποίηση των ειδών σε λειτουργικές ομάδες. Τα είδη ομαδοποιούνται σε λειτουργικές ομάδες με βάση το πώς αποκτούν ενέργεια, πού αποκτούν ενέργεια, το ρυθμό που καταναλώνουν την ενέργεια (φυσιολογία), και τότε χρησιμοποιούν αυτή την ενέργεια (κατά τη διάρκεια της ζωής). Η σύνδεση ταξινομικής και λειτουργικής βιοποικιλότητας απαιτεί πληροφορίες που περιγράφουν την ανάπτυξη του οργανισμού (ταξινομικά χαρακτηριστικά του) ταυτόχρονα με τους ρυθμούς με

τους οποίους αναπτύσσεται και μεταμορφώνεται ένα χαρακτηριστικό (λειτουργικά χαρακτηριστικά του). (Moore 2001)

Η σύνδεση μεταξύ ταξινομικής και λειτουργικής βιοποικιλότητας περιλαμβάνει πολλές πτυχές. Η μορφολογία ενός οργανισμού καθορίζει τον τύπο του ενδιαιτήματος στο οποίο ζεί και την ικανότητά του να αποικίσουν σε νέα ενδιαιτήματα. Η φυσιολογία ενός είδους επηρεάζει την προσαρμοστικότητά του σε ένα βίोटτοπο και την αποτελεσματικότητά με την οποία μεταμορφώνει το περιβάλλον. Η σύνδεση ταξινομικής και λειτουργικής βιοποικιλότητας απαιτεί την εξεύρεση μετρήσιμων χαρακτηριστικών που όλοι οι οργανισμοί έχουν τα οποία έχουν νόημα σε όλες τις οικολογικές παραμέτρους. (Moore 2001)

▪ **Λειτουργική ποικιλότητα και σύνδεση με τη λειτουργία των θαλάσσιων οικοσυστημάτων :**

Τα θαλάσσια οικοσυστήματα υπόκεινται συνήθως σε ένα ευρύ φάσμα ανθρωπογενών παρεμβάσεων (Marques et al 2009?. Van der Molen et al 2013). Η έκθεση σε τράτες βυθού, η εξόρυξη αδρανών υλικών και η ρύπανση είναι υπεύθυνες για την αλλοίωση των θαλάσσιων ενδιαιτημάτων και μπορούν να συμβάλλουν σε αλλαγές στην ανάπτυξη, στη θνησιμότητα και το ποσοστό πρόσληψης των ειδών (Bergman and Hup 1992; Dannheim et al 2014?. Worm et al 2006). Οι αλλαγές αυτές έχουν τη δυνατότητα να τροποποιήσουν τη δομή και λειτουργία των βενθικών κοινοτήτων (van der Linden et al 2012?. Worm et al 2006).

Η λειτουργία του οικοσυστήματος είναι μια γενική έννοια που περιλαμβάνει μια ποικιλία φαινομένων, συμπεριλαμβανομένων των διεργασιών των οικοσυστημάτων (π.χ. ροές ενέργειας), ιδιότητες των οικοσυστημάτων (π.χ. πηγές άνθρακα και οργανικής ύλης) και υπηρεσιών (π.χ. ανθρώπινη διατροφή) καθώς και την αντίσταση ή την ανθεκτικότητα αυτών των παραγόντων σαν αποτέλεσμα στις διακυμάνσεις των αβιοτικών συνθηκών (Bremner et al 2006?. Díaz et al 2008?. Hooper et al 2005?. Loreau et al 2001?. van der Linden et al 2012). Οι λειτουργίες του οικοσυστήματος εξαρτώνται κυρίως από τα χαρακτηριστικά ή τα κυριότερα γνωρίσματα των λειτουργικών ομάδων των οργανισμών (Snelgrove 1997). Μελέτες , οι οποίες αναλύουν τη βιοποικιλότητα και την δομή της κοινότητας από τα δεδομένα αφθονίας / βιομάζας των ειδών, δεν λαμβάνουν υπόψη τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των ειδών (van der Linden et al. 2012). Ωστόσο, η λειτουργική

βιοποικιλότητα, δηλαδή το εύρος και ο αριθμός των λειτουργικών χαρακτηριστικών που εκτελούνται μέσα σε ένα οικοσύστημα (Diaz και Cabido 2001), είναι ένας χρήσιμος δείκτης της λειτουργίας του οικοσυστήματος (Hooper et al. 2005). Αρκετές μέθοδοι που βασίζονται στα μορφολογικά και οικολογικά χαρακτηριστικά των ειδών έχουν προταθεί για να περιγράψουν και να ποσοτικοποιήσουν τη λειτουργική ποικιλότητα των βενθικών κοινοτήτων (Beche et al 2006?. Bremner et al 2006?. Pacheco et al 2011?. van der Molen et al 2013).

Ο επιστημονικός κλάδος της οικολογίας προσπαθεί να μελετήσει και να εξηγήσει τη σύνδεση μεταξύ της βιοποικιλότητας και της λειτουργίας των οικοσυστημάτων. Για να εξεταστούν οι λειτουργίες των οικοσυστημάτων έχουν γίνει διάφορες προσεγγίσεις όπως για παράδειγμα μέσω της μέτρησης της παραγωγικότητας (π.χ. Huston et al. 2000; Mulder et al. 2001; Smith and Knapp 2003), της ανθεκτικότητας στους βιολογικούς εισβολείς (π.χ. Stachowicz et al. 1999; Lyons and Schwartz 2001; Klein et al. 2005), της ευστάθειας (stability), της ανθεκτικότητας (persistence) και της ελαστικότητας (resilience) των βιοκοινοτήτων μετά από περιβαντολογικές διαταράξεις (π.χ. Walker et al. 1999; McCann 2000; Nijis and Impens 2000).

Τις περισσότερες φορές η ποσοτικοποίηση της βιοποικιλότητας πραγματοποιείται με τη χρήση του πλούτου των ειδών. Παρόλα αυτά όμως υπάρχουν μελέτες από τις οποίες προκύπτει ότι ο πλούτος των ειδών δεν αποτελεί μέτρο ποσοτικοποίησης της βιοποικιλότητας καθώς υπάρχουν κάποια είδη που είναι πιο σημαντικά από κάποια άλλα τα οποία συμβάλλουν στη λειτουργία των οικοσυστημάτων (Tilman et al. 1997; Seiderer and Newell 1999), ενώ ακόμη υπάρχουν είδη που μπορούν εύκολα να αντικατασταθούν από κάποια άλλα τα οποία παίζουν παρόμοιο λειτουργικό ρόλο εντός των βιοκοινοτήτων (Naeem 1997; Loreau et al. 2001). Στις μέρες μας επικρατεί η άποψη ότι οι λειτουργίες και οι δομικές παράμετροι των οικοσυστημάτων ρυθμίζονται περισσότερο από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των ειδών (species-specific traits) παρά από τον πλούτο των ειδών (Loreau et al. 2001; Bolam et al. 2002; Giller et al. 2004; Hooper et al. 2005; Ricotta 2007).

Διάφορες μελέτες οι οποίες πραγματοποιήθηκαν σε χερσαία οικοσυστήματα έχουν δείξει ότι τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των ειδών και κατ' επέκταση η λειτουργική ποικιλότητα είναι ικανές να επηρεάσουν σημαντικά βασικές λειτουργίες των οικοσυστημάτων, όπως είναι η αποθήκευση και ανακύκλωση του οργανικού

υλικού (Hooper et al. 2005) και η αποδόμηση της φυτικής βιομάζας (Heemsbergen et al. 2004). Με αυτά τα δεδομένα είναι πολύ σημαντική η διερεύνηση της σχέσης μεταξύ βιοποικιλότητας και λειτουργίας των οικοσυστημάτων καθώς μπορεί να μας δώσει τις πιθανές συνέπειες της απώλειας της βιοποικιλότητας στη δομή αλλά και τις λειτουργίες των οικοσυστημάτων (Naeem et al. 1994; Tilman et al. 1997; Loreau et al. 2001; Bolger 2001).

Η επίδραση της 'λειτουργικής ποικιλότητας' στην σωστή λειτουργία των οικοσυστημάτων καθορίζεται κυρίως από τα λειτουργικά χαρακτηριστικά (functional traits) του κάθε είδους και από τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ειδών στις βιοκοινότητες (π.χ. Engelhardt and Ritchie 2001; Loreau et al. 2001; Cardinale et al. 2002; Cardinale and Palmer 2002; Jonsson and Malmqvist 2003; Mermillod - Blondin et al. 2005) . Η επίδραση αυτή έχει καταγραφεί σε μελέτες που αφορούν χερσαία (π.χ. Loreau et al. 2002; Naeem 2002) αλλά και θαλάσσια οικοσυστήματα (π.χ. Emmerson and Raffaelli 2000; Emmerson et al. 2001; Raffaelli et al. 2003; Biles et al. 2003; Gessner et al. 2004; Covich et al. 2004; Giller et al. 2004).

▪ Μέτρηση της λειτουργικής ποικιλότητας και δείκτες

Δεδομένου ότι είναι αδύνατη η μέτρηση όλων των πτυχών της βιοποικιλότητας, πολλές φορές χρησιμοποιούνται «δείκτες». Αυτοί συμβάλλουν στο συνοπτικό συνδυασμό σύνθετων και συχνά ασύνδετων ομάδων επιστημονικών στοιχείων κατά τρόπο απλό και κατανοητό. Οι δείκτες βιοποικιλότητας προσφέρουν ένα γρήγορο και εύχρηστο εργαλείο για την προβολή σημαντικών μηνυμάτων και για την παρουσίαση των γενικότερων τάσεων της κατάστασης της βιοποικιλότητας. Αποτελούν επίσης, αναπόσπαστο τμήμα της διαδικασίας λήψης αποφάσεων ανάλογα με τις ανάγκες της βιοποικιλότητας. (Ευρωπαϊκή Ένωση 2010)

Για τη μέτρηση της λειτουργικής ποικιλότητας έχουν προταθεί διάφοροι δείκτες που όμως διαφέρουν μεταξύ τους τόσο στον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιείται η μέτρηση όσο και στην πληροφορία που περιλαμβάνουν. Οι περισσότεροι δείκτες βασίζονται στο ότι για μια δεδομένη τιμή του πλούτου ειδών μεταξύ μίας ομάδας βιοκοινοτήτων, η βιοκοινότητα που περιλαμβάνει περισσότερα είδη με υψηλή λειτουργική ομοιότητα θα είναι και αυτή που θα παρουσιάζει την μικρότερη λειτουργική ποικιλότητα. Σύμφωνα με τους Walker et al. (2008), οι δείκτες λειτουργικής ποικιλότητας μπορούν να ομαδοποιηθούν σε δυο μεγάλες κατηγορίες.

Η πρώτη κατηγορία δεικτών είναι :

α) ο πλούτος των λειτουργικών ομάδων (Functional Richness - Tilman 1999)

Οι λειτουργικές ομάδες γενικότερα αποτελούνται από τις κατατάξεις των ειδών σε επιμέρους υποομάδες μέσα στις οποίες τα είδη έχουν κοινές απαιτήσεις σε διατροφικούς πόρους και παίζουν παρόμοιους λειτουργικούς ρόλους σε μία βιοκοινότητα. (Chapin et al. 1996; Díaz and Cabido 1997).

β) η λειτουργική ποικιλότητα των χαρακτηριστικών - FAD (Functional Attribute Diversity - Walker et al. 1999)

Η λειτουργική ποικιλότητα των χαρακτηριστικών των ειδών (FAD) που προτάθηκε από τους Walker et al. (1999) βασίζεται στην ιδέα του πολυμεταβλητού χώρου των λειτουργικών χαρακτηριστικών των ειδών. Πιο συγκεκριμένα, ως θεωρηθεί ότι υπάρχει μια βιοκοινότητα που αποτελείται από S είδη τα οποία μπορούν να ταξινομηθούν σε T αριθμό λειτουργικά χαρακτηριστικά. Επίσης, ως θεωρηθεί ότι η τιμή του χαρακτηριστικού $t = 1, 2, 3, \dots, T$ για το είδος $i = 1, 2, 3, \dots, S$, είναι X_{it} . Τότε ο $S \times T$ πίνακας X των λειτουργικών χαρακτηριστικών έχει την ποσότητα X_{it} ως στοιχεία. Ο δείκτης FAD κατά συνέπεια μπορεί να ορισθεί ως το άθροισμα όλων των κατά ζεύγη αποστάσεων μεταξύ των ειδών στο χώρο των λειτουργικών χαρακτηριστικών (Walker et al. 1999) και δίνεται $FAD = \sum_{i>j} d_{ij}$ από τον τύπο:

γ) η λειτουργική ποικιλότητα - FD (Functional Diversity - Petchey and Gaston 2002; 2007).

Ο δείκτης λειτουργικής ποικιλότητας FD που προτάθηκε από τους Petchey και Gaston (2002) μπορεί να ορισθεί από το συνολικό μήκος όλων των κλάδων του δενδρογράμματος που προκύπτει από τον πίνακα X ($S \times T$) των λειτουργικών χαρακτηριστικών.

Η δεύτερη κατηγορία δεικτών σταθμίζεται από την αφθονία ή την συχνότητα εμφάνισης των οργανισμών και εξαρτάται λιγότερο από τον πλούτο των ειδών. Βασίζεται στην άποψη ότι τα πρότυπα ισοδιανομής της αφθονίας επηρεάζουν την ένταση των λειτουργιών των οικοσυστημάτων ανεξάρτητα από τον πλούτο των ειδών (Polley et al. 2003; Dangles and Malmqvist 2004). Τέτοιοι δείκτες είναι οι: α) **Shannon και Simpson** για τις λειτουργικές ομάδες, β) η **εντροπία Rao** (Rao 1982), γ) η **διακύμανση FDvar** (Mason et al. 2003), δ) η **ταξινομική διακριτότητα** (expected taxonomic distinctiveness - Ricotta 2004) και ε) η **λειτουργική ομαλότητα** (functional regularity - Mouillot et al. 2005).

Βιοποικιλότητα και ιχθυοπανίδα στην Ελλάδα

Το φυσικό περιβάλλον της Ελλάδος παρουσιάζει εξαιρετικό πλούτο, με αποτέλεσμα η χώρα να τοποθετείται στην πρώτη θέση μεταξύ των κρατών μελών των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων. Η γεωγραφική θέση της Ελλάδας ανάμεσα στην Ευρώπη, την Ασία και την Αφρική, προσδίδει ιδιαίτερο χαρακτήρα στην πανίδα και την χλωρίδα της (Μελιάδου 2000). Το έντονο εδαφικό ανάγλυφο της Ελλάδας, το μεγάλο μήκος ακτών και τα πολυάριθμα νησιά διαμορφώνουν ένα ιδιαίτερα ποικίλο φυσικό τοπίο, ευνοούν τη γεωγραφική απομόνωση πληθυσμών και συμβάλλουν σε αυξημένα ποσοστά ενδημισμού. Ανάμεσα στους βασικούς τύπους οικοσυστημάτων που συναντώνται στην Ελλάδα συγκαταλέγονται θαλάσσια οικοσυστήματα, λιμνοθάλασσες, ύφαλοι, παραλιακά έλη και αλίπεδα, αλμυρές στέπες (Μαρδίρης κ.α. 2005). Από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά της βιοποικιλότητας της Ελλάδος είναι ο υψηλός ενδημισμός για τις περισσότερες ζωικές και φυτικές ομάδες. Πολλά ενδημικά είδη έχουν πολύ περιορισμένη εξάπλωση (π.χ. σε μια μόνο νησίδα, ένα βουνό, κ.λπ.) και συνεπώς είναι πολύ ευαίσθητα σε διαταραχές. (Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής 2011).

Η ιχθυοπανίδα της Ελλάδας αποτελεί μια από τις πιο πλούσιες της Ευρώπης, και χαρακτηρίζεται κυρίως από θερμόφιλα, τροπικά και υποτροπικά είδη, τα οποία είναι είτε απόγονοι ψαριών της Τηθύος Θάλασσας είτε είδη διαφορετικής προέλευσης, τα οποία έφθασαν στην περιοχή της Μεσογείου από τον Ινδικό ωκεανό και την Ερυθρά θάλασσα σε διαφορετικές περιόδους. Μέχρι σήμερα, σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα στοιχεία, στις ελληνικές θάλασσες έχουν καταγραφεί συνολικά 476 είδη ψαριών (Fishbase, IMAS-Fish, Λαμπροπούλου 2007). Από αυτά, τα 412 είδη

ανήκουν στη ομοταξία των Ακτινοπτερύγιων (ψάρια με ακτίνες τα πτερύγιά τους), τα 63 στην ομοταξία των Χονδριχθύων (καρχαρίες, ράγιες-σαλάχια και χίμαιρες) και μόνο ένα στην ομοταξία των Κεφαλασπιδομόρφων (πετρόμυζα) που ανήκουν στα Άγναθα. Στη μεγάλη τους πλειονότητα είναι είδη ατλαντο-μεσογειακής προέλευσης (63%), ενώ ακολουθούν τα ενδημικά είδη της Μεσογείου (19%), τα είδη παγκόσμιας εξάπλωσης (10%), τα κοσμοπολίτικα είδη (5%) και οι λεσεψιανοί μετανάστες (3%). Το σύνολο των ψαριών των ελληνικών θαλασσών αποτελεί περίπου το 79% των ειδών που έχουν καταγραφεί στη Μεσόγειο. (Λεγάκης & Μαραγκού 2009.) .Από την άλλη πλευρά, στα γλυκά νερά της Ελλάδας έχουν καταγραφεί πάνω από 100 είδη ψαριών, εκ των οποίων τουλάχιστον τα 38 είναι ενδημικά, ενώ υπάρχουν πάνω από 40 ενδημικά υποείδη. (ΥΠΕΧΩΔΕ 2007).

ΑΠΕΙΛΟΥΜΕΝΑ ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

▪ Απειλούμενα είδη (IUCN) :

Απειλούμενο ονομάζεται κάθε είδος ζωντανού οργανισμού το οποίο απειλείται με εξαφάνιση στο άμεσο μέλλον. (Λεγάκης & Μαραγκού 2009). Η διεθνής οργάνωση που δραστηριοποιείται για την προστασία των απειλούμενων ειδών είναι η Παγκόσμια Ένωση Προστασίας της Φύσης (IUCN), (World Conservation Union ή International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) που ιδρύθηκε στο Fountainbleau, Γαλλία, στις 5 Οκτωβρίου του 1947. Είναι μια παγκόσμια συμμαχία κυβερνήσεων, κυβερνητικών φορέων και μη κυβερνητικών οργανώσεων. Σε συνεργασία με επιστήμονες και ειδικούς, η IUCN προσπαθεί να ενθαρρύνει και να βοηθήσει τα έθνη και τις κοινωνίες σε όλο τον κόσμο για τη διατήρηση της φύσης και τη σωστή χρήση των φυσικών πόρων. Επί του παρόντος, τα μέλη της IUCN εκπροσωπούν 74 κυβερνήσεις, 105 κρατικές υπηρεσίες και πάνω από 700 μη κυβερνητικές οργανώσεις.(Benson & Nagel 2004).

Παραδοσιακά, ο Κόκκινος κατάλογος της IUCN δεν χρησιμεύει μόνο για την επισήμανση των ειδών που κινδυνεύουν περισσότερο με εξαφάνιση, αλλά και για την υπόδειξη των συνθηκών διατήρησης, κυρίως με τον εντοπισμό βασικών και σημαντικών οικοτόπων για τα είδη, περιοχές που πρέπει να προστατευθούν και ενέργειες που απαιτούνται γι' αυτό το σκοπό (Collar 1993-4, 1996a).

▪ **Το Κόκκινο βιβλίο και οι κατηγορίες των απειλούμενων ειδών :**

Ο στόχος του Κόκκινου Βιβλίου των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας ήταν να καταγράψει την κατάσταση διατήρησης των ειδών της ελληνικής πανίδας, να ξεχωρίσει τα είδη που απειλούνται με εξαφάνιση και να εντοπίσει, στο βαθμό που αυτό ήταν δυνατόν, τις κυριότερες απειλές και τα πλέον αναγκαία μέτρα για την προστασία και τη διατήρηση αυτών των ειδών. (Λεγάκης & Μαραγκού 2009)

Η αξιολόγηση των ειδών και η ανάπτυξη του Κόκκινου Καταλόγου ή του Κόκκινου Βιβλίου για τα ζώα της Ελλάδας βασίζεται στο σύστημα που έχει εγκαθιδρύσει η IUCN. Διεθνής Ένωση για τη Διατήρηση της Φύσης. Πρόκειται για μια διαδικασία αξιολόγησης και τεκμηρίωσης της κατάστασης των ειδών, που καταλήγει στην ιεραρχική τους κατάταξη, ώστε να εντοπίζονται τα είδη εκείνα που διατρέχουν το μεγαλύτερο κίνδυνο εξαφάνισης στο φυσικό τους περιβάλλον (είδη κρισίμως κινδυνεύοντα, κινδυνεύοντα και τρωτά) και να προωθείται η ανάγκη προστασίας τους. Κατά τη διαδικασία αξιολογήσής τους, τα είδη εξετάζονται με βάση καθορισμένα κριτήρια και εντάσσονται σε συγκεκριμένες κατηγορίες. (Λεγάκης & Μαραγκού 2009)

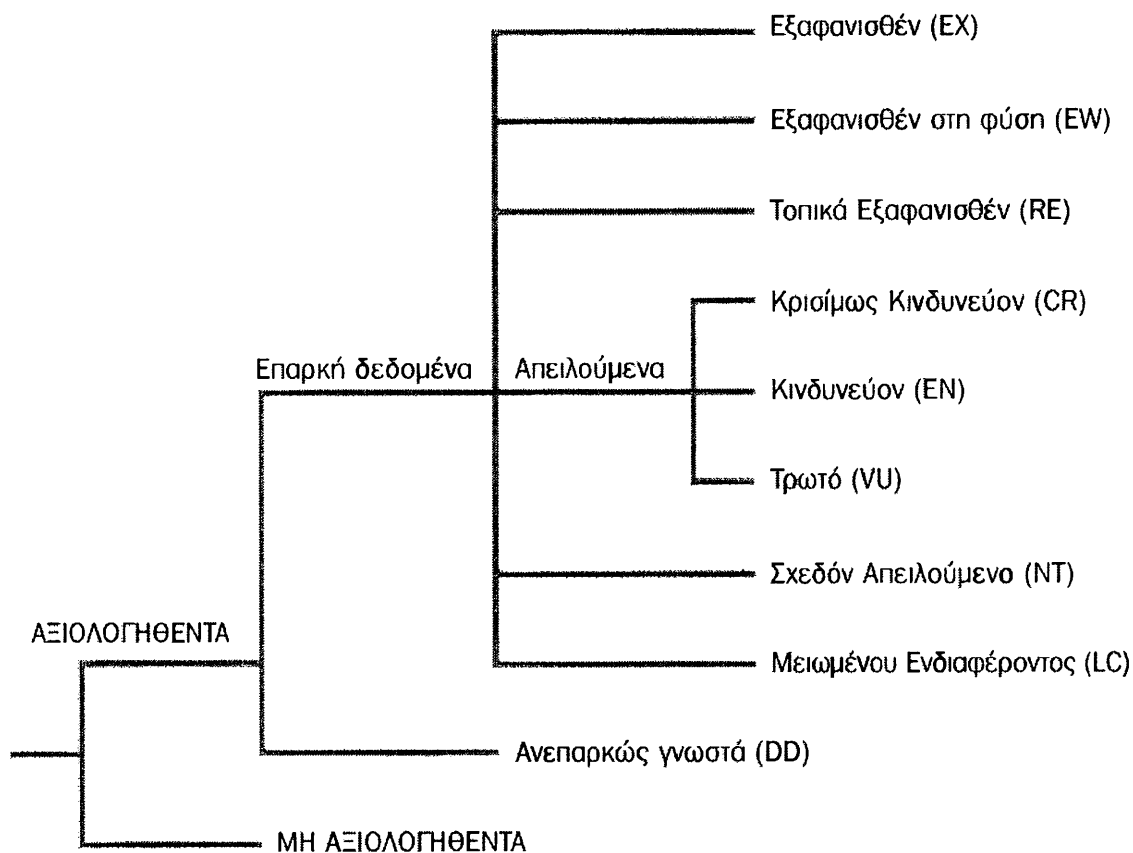
Οι 7 διαφορετικές κατηγορίες που χρησιμοποιούνται ,αντιστοιχούν στη σχετική εκτίμηση της πιθανότητας εξαφάνισης ενός είδους, ή ακόμη και του υποπληθυσμού ενός είδους, όταν πρόκειται για αξιολογήσεις σε εθνικό ή περιφερειακό (μεσογειακό, ευρωπαϊκό) επίπεδο, και άρα είναι ένα εργαλείο στη διαδικασία επιλογής ειδών για τα οποία υπάρχει μεγαλύτερη ανάγκη να υιοθετηθούν μέτρα διατήρησης. Ωστόσο, τα Κόκκινα Βιβλία είναι κάτι παραπάνω από ένας κατάλογος ονομάτων και σχετικών κατηγοριών κινδύνου. Είναι μια πλούσια πηγή δεδομένων για τα είδη που αξιολογήθηκαν, τις απειλές που αυτά αντιμετωπίζουν, την οικολογία τους, τις πληθυσμιακές τους τάσεις, καθώς και πληροφορίες σχετικά με τις δράσεις διατήρησης που υπάρχουν ή και απαιτούνται και που αν εφαρμοστούν μπορεί να αποτρέψουν ή, έστω, να ελαττώσουν τον κίνδυνο περαιτέρω μείωσης των πληθυσμών τους ή κα της εξαφάνισής τους. Ως εκ τούτου, οι σχετικές αξιολογήσεις αποκτούν πλέον και ένα νέο ρόλο και μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως δείκτες της κατάστασης της βιοποικιλότητας και των αλλαγών της. Οι κατηγορίες Κρισίμως Κινδυνεύοντα, Κινδυνεύοντα και Τρωτά θεωρούνται και αναφέρονται ως κατηγορίες κινδύνου. Τελικά, όλα τα είδη ζώων της

Ελλάδας μπορούν να ενταχθούν σε μια από τις παρακάτω κατηγορίες Ελλάδας (Καρανδεινός & Λεγάκις 1992) (εικόνα 1) :

- **Εκλιπόντα - Extinct (Ex)** : Τάξα αδιαμφισβήτητα εξαφανισμένα (έχει πεθάνει και το τελευταίο άτομο).
- **Εκλιπόντα Στο Φυσικό Τους Περιβάλλον-Extinct In The Wild (Ew)** : Τάξα που είναι γνωστό ότι υπάρχουν μόνο σε καλλιέργειες, σε αιχμαλωσία ή απελευθερωμένα μακριά από την αρχική τους περιοχή εξάπλωσης.
- **Τοπικά Εκλιπόντα - Regionally Extinct (Re)** : Κατηγορία που χρησιμοποιείται στις περιφερειακές ή εθνικές αξιολογήσεις και αφορά είδη που έχουν εξαφανιστεί.
- **Κρισίμως Κινδυνεύοντα - Critically Endangered (Cr)** : Τάξα που αντιμετωπίζουν εξαιρετικά υψηλό κίνδυνο εξαφάνισης από το φυσικό τους χώρο στο άμεσο μέλλον.
- **Κινδυνεύοντα - Endangered (Ev)** : Τα τάξα αυτά δεν είναι Κρισίμως Κινδυνεύοντα, αντιμετωπίζουν όμως πολύ υψηλό κίνδυνο εξαφάνισης στο φυσικό τους περιβάλλον στο άμεσο μέλλον.
- **Τρωτά - Vulnerable (Vu)** : Τάξα που δεν εντάσσονται στις παραπάνω κατηγορίες αλλά αντιμετωπίζουν υψηλό κίνδυνο εξαφάνισης στο μεσοπρόθεσμο μέλλον.
- **Σχεδόν Απειλούμενα - Near Threatened (Nt)** : Τάξα που έχει εκτιμηθεί ότι δεν ανήκουν σε μια από τις τρεις προηγούμενες κατηγορίες κινδύνου, είναι ωστόσο κοντά στο να πληρούν τα σχετικά κριτήρια και άρα είναι πιθανό να ενταχθούν σε αυτές στο άμεσο μέλλον.
- **Μειωμένου Ενδιαφέροντος - Least Concern (Lc)** : Τάξα που έχει εκτιμηθεί ότι δεν ανήκουν στις κατηγορίες κινδύνου. Συνήθως είναι σχετικά κοινά ή ευρέως διαδεδομένα είδη.
- **Ανεπαρκώς Γνωστά - Data Deficient (Dd)** : Τάξα για τα οποία δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα ώστε να αξιολογηθεί η κατάστασή τους με βάση την εξάπλωσή τους ή και την κατάσταση των πληθυσμών τους. Μπορεί δηλαδή ένα τάxon να έχει μελετηθεί και η βιολογία του να είναι γνωστή αλλά να απουσιάζουν τα κατάλληλα δεδομένα για την εξάπλωση ή και την αφθονία του. Εφόσον αυτά

βρεθούν, τα Ανεπαρκώς Γνωστά είδη μπορεί να αποδειχθεί ότι στην πραγματικότητα πρέπει να ενταχθούν σε μια κατηγορία κινδύνου.

- **Μη Αξιολογηθέντα - *Not Evaluated (NEs)*** : Τάξα που δεν έχουν ακόμη εκτιμηθεί ως προς τα προηγούμενα κριτήρια.



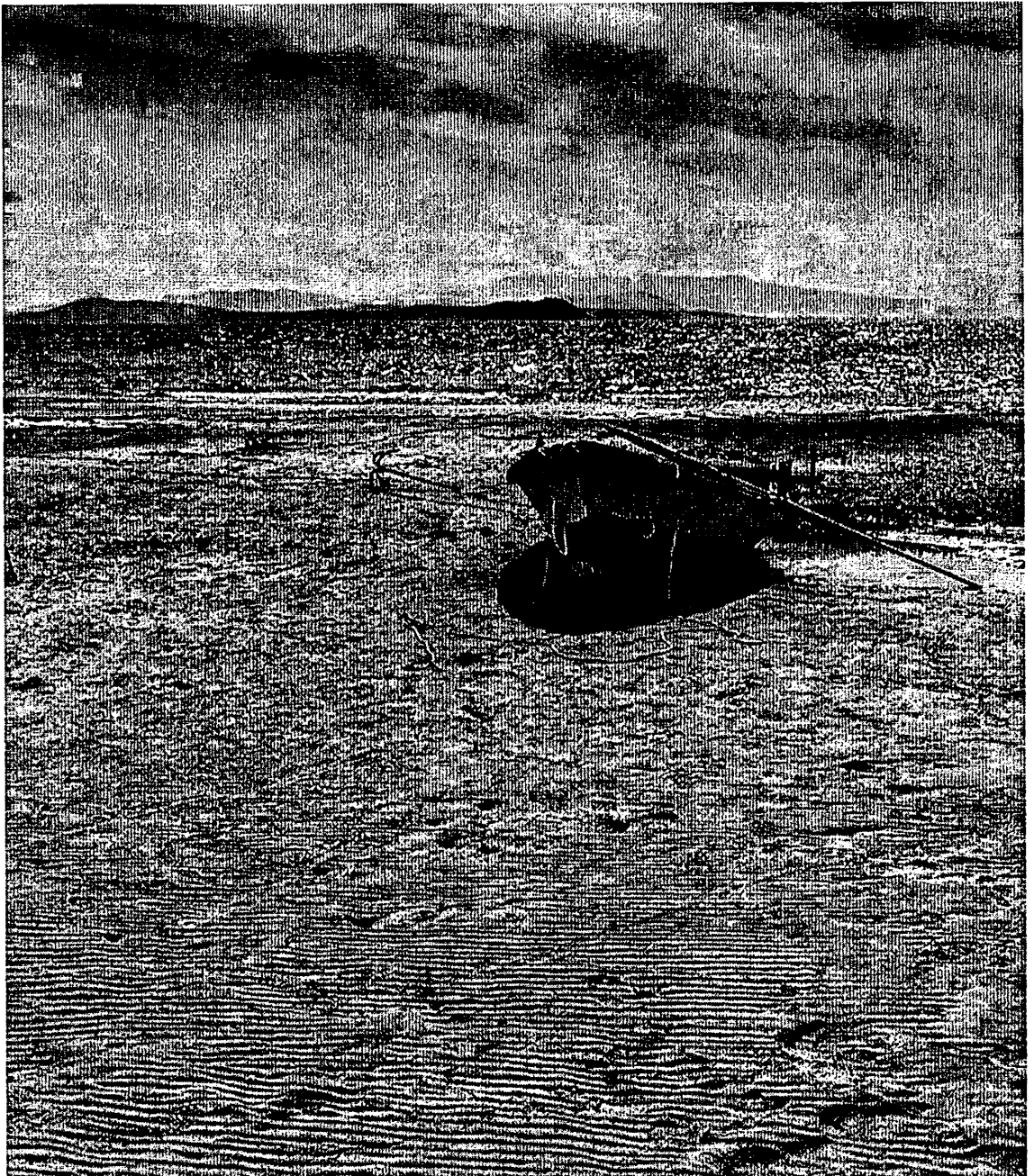
Εικόνα 1. Σχηματική παρουσίαση των κατηγοριών της IUCN (πηγή, Λεγάκης & Μαραγκού 2009)

Πίνακας 3. κατάταξη ιχθύων μελέτης στο κόκκινο βιβλίο (για περισσότερες πληροφορίες για τα είδη που χρησιμοποιήσαμε στη μελέτη βλέπε στο παράρτημα)

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΙΧΘΥΩΝ ΜΕΛΕΤΗΣ ΣΤΟ ΚΟΚΚΙΝΟ ΒΙΒΛΙΟ	IUCN	RED GREEK
<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758) Χέλι	CR	NE
<i>Liza ramada</i> (Risso, 1826) Μαυράκι	LC	NE
<i>Liza saliens</i> (Risso, 1810) Γάστρος	LC	NE
<i>Aphanius fasciatus</i> (Valenciennes, 1821) Ζαχαριάς	LC	LC
<i>Atherina boyeri</i> Risso, 1810 Αθερίνα	LC	LC
<i>Callionymus risso</i> Le Sueur, 1814 Καλλιώνυμος του Ρίσο	NE	NE
<i>Diplodus vulgaris</i> (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) Καμπανάς	NE	NE
<i>Gobius niger</i> Linnaeus, 1758 Μαυρογωβιός	NE	NE
<i>Parablennius tentacularis</i> (Bünnich, 1768) Κεραιοσαλιάρα	NE	NE
<i>Sparus aurata</i> Linnaeus, 1758 Τσιπούρα	NE	NE
<i>Symphodus (Crenilabrus) ocellatus</i> (Forsskaol, 1775) Ματολαπίνα	NE	NE
<i>Symphodus (Crenilabrus) cinereus</i> (Bonnaterre, 1788) Φαγανέλι	NE	NE
<i>Zosterisessor ophiocephalus</i> (Pallas, 1811) Πρασινογωβιός	NE	NE
<i>Liza aurata</i> (Risso, 1810) Μυξινάρι	LC	NE
<i>Sarpa salpa</i> (Linnaeus, 1758) Σάλπα	NE	NE
<i>Diplodus annularis</i> (Linnaeus, 1758) Σπάρος	NE	NE
<i>Salaria basilica/Lipophrys basiliscus</i> (Valenciennes, 1836) Βασιλοσαλιάρα	NE	NE
<i>Salaria pavo/Lipophrys pavo</i> (Risso, 1810) Λειροσαλιάρα	NE	NE
<i>Belone gracilis</i> Lowe, 1839 Ζαργάνα	NE	NE
<i>Mullus barbatus</i> Linnaeus, 1758 Κουτσομούρα	NE	NE

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ & ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΕΣ ΤΟΥ ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΥ (ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ)



ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΣ

Τί είναι οι Λιμνοθάλασσες :

Υπάρχουν τρεις κύριες έννοιες για τον όρο λιμνοθάλασσα. Το πιο συνηθισμένο είναι να περιγράψουμε μια έκταση αλμυρού νερού που διαχωρίζεται από τη θάλασσα από ένα χαμηλό τμήμα άμμου ή από ένα κοραλλιογενή ύφαλο. Ένας άλλος ορισμός της λιμνοθάλασσας είναι μια μικρή λίμνη γλυκού νερού κοντά σε μια μεγαλύτερη λίμνη ή σε ένα ποτάμι. Ο τρίτος ορισμός και ο πιο σπάνιος αναφέρεται σε μια τεχνητή δεξαμενή που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία των αποβλήτων ή ως χώρος υποδοχής των επιφανειακών υγρών αποχέτευσης (Goudie 2003)

Οι παράκτιες λιμνοθάλασσες είναι από τα πιο δυναμικά και σύνθετα υδάτινα περιβάλλοντα της γης, χαρακτηριζόμενα από πολλαπλές αλληλεπιδράσεις, ανθεκτικότητα, υψηλή βιολογική παραγωγικότητα και υψηλό οικολογικό δυναμικό, χαρακτηριστικά που προκύπτουν από τις περιορισμένες ανταλλαγές τους με τις παρακείμενες θάλασσες και την ικανότητά τους να συσσωρεύουν θρεπτικά συστατικά από το σύνολο της λεκάνη απορροής (Carrada and Fresi, 1988, Alonghi, 1998, Tett et al., 2003). Οι λιμνοθάλασσες είναι δομικές και λειτουργικές μονάδες με χαρακτηριστική χώρο-χρονική διάκριση αβιοτικών και βιοτικών στοιχείων που αντικατοπτρίζουν τις ανταλλαγές υλικών και ενέργειας μεταξύ των λιμνοθαλασσών και των οικοσυστημάτων (θαλάσσια,αστικά,γεωργικά) που τις περιβάλλουν .

Οι λιμνοθάλασσες διαμορφώνουν και καθορίζουν τις οριακές συνθήκες, οι οποίες αποτελούν κινητήρια δύναμη που επηρεάζει την εσωτερική δομή και τη λειτουργική δυναμική της ίδιας της λιμνοθάλασσας (Barnes, 1980, Kjerfve, 1994, Vadineanu, 2005). Οι λιμνοθάλασσες περιγράφονται ως αυτοσυντηρούμενα ή υποστήριξης ζωής οικολογικά συστήματα, δεδομένου ότι παρέχουν ένα ευρύ φάσμα φυσικών και ανθρωπογενών πόρων που εξαρτώνται από το επίπεδο βοηθητικής ενέργειας και υλικού που εισέρχονται στη λιμνοθάλασσα (Odum et al., 1995, Vadineanu , 2001). Λόγω της έκθεσής τους σε ταχύ εμπλουτισμό θρεπτικών ουσιών, οι παράκτιες λιμνοθάλασσες είναι ευάλωτες στον ευτροφισμό. Τα τελευταία χρόνια, αυτό έχει προκαλέσει υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων, με συνέπειες

για την οικολογία των ίδιων των λιμνοθαλασσών και για τις βιοκοινότητες (Nixon, 1995, Karlson, et al., 2002).

Οι Μεσογειακές λιμνοθάλασσες χαρακτηρίζονται από ρηχά νερά έχοντας περιορισμένες ανταλλαγές με τη θάλασσα. Όσον αφορά το κλίμα, οι χαρακτηριστικές εποχές είναι το φθινόπωρο και ο χειμώνας που χαρακτηρίζονται από χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλά ποσοστά βροχόπτωσης και η άνοιξη και το καλοκαίρι που χαρακτηρίζονται από υψηλότερες θερμοκρασίες και περιορισμένες βροχοπτώσεις. Το υδρολογικό καθεστώς επηρεάζεται έντονα από τις ηπειρωτικές εισροές γλυκού νερού και από τοπικές μετεωρολογικές συνθήκες (ανέμους και βροχές). Η μεταβλητότητα της αλατότητας καθορίζεται από τις εισροές γλυκού νερού, την καθίζηση, την εξάτμιση, τη μορφολογία και την αποτελεσματική ανταλλαγή των παλιρροιακών διαύλων (Kjerfve, 1994, Gamito et al., 2005). Badosa et al. (2006) και υποδεικνύει ότι η υδρολογία είναι συνήθως ο κύριος κινητήριος μοχλός τροφοδοσίας θρεπτικών ουσιών στις παράκτιες λιμνοθάλασσες. Ανάλογα με τις υδρολογικές και τις τροφικές τους συνθήκες, αυτά τα αβαθή και εμπλουτισμένα σε οργανική ύλη περιβάλλοντα μπορεί να χαρακτηρίζονται από περιστασιακές δυστροφικές κρίσεις (Sorokin et al., 1996, Lardicci et al., 1997, Souchu κ.ά., 1998). Οι παράκτιες λιμνοθάλασσες διαδραματίζουν σημαντικό λειτουργικό ρόλο ως περιοχές αναπαραγωγής ψαριών και ειδών καρκινοειδών (Franco et al., 2006)

Τα είδη φυτοπλαγκτού, ζωοπλαγκτού, φυτοβένθους, ζωοβένθους και ψαριών των ελληνικών λιμνοθαλασσών επιδεικνύουν μεταβλητότητα στο χώρο και το χρόνο η οποία αποδίδεται στη μεταβλητότητα των αβιοτικών συνθηκών. Η πιο σημαντική παράμετρος που επηρεάζει την κατανομή και την ποικιλότητα των ειδών των ανωτέρω ομάδων είναι ο βαθμός επικοινωνίας των λιμνοθαλασσών με τη θάλασσα και το φορτίο των θρεπτικών συστατικών στις λιμνοθάλασσες από τις εισροές του γλυκού νερού. (Ντάφης κ.ά. 2001)

Στα λιμνοθαλάσσια οικοσυστήματα αναγνωρίζονται 6 ζώνες, η καθεμιά από τις οποίες αντιπροσωπεύεται από χαρακτηριστικά είδη που αντανakλούν το βαθμό περιορισμού τους από τη θάλασσα (Guelorget & Perthuisot 1992)

Οι 6 αυτές ζώνες που διακρίνουμε είναι :

Ζώνη I : έχει θαλάσσιο χαρακτήρα, με είδη αποκλειστικά θαλάσσια

Ζώνη II : απουσιάζουν τα τυπικά στενόαλα θαλάσσια είδη, μειώνεται η ποικιλότητα, το φυτοπλαγκτόν αποτελείται κυρίως από διάτομα και δινομαστιγωτά

Ζώνη III : απαντούν ευρύοικα είδη, η βιομάζα έχει μέγιστη τιμή και το φυτοπλαγκτόν δεν έχει νηρητικό χαρακτήρα

Ζώνη IV : η θαλάσσια πανίδα αντικαθίσταται πλήρως από λιμνοθαλάσσια είδη, το φυτοπλαγκτόν αποτελείται από διάτομα και δινομαστιγωτά

Ζώνη V : Η φυτοπλαγκτονική παραγωγή βρίσκεται στο μέγιστο, η επιφάνεια του υποστρώματος καλύπτεται από κυανοφύκη, η οργανική ύλη που καθιζάνει προκαλεί αναγωγικές συνθήκες. Οι βιοκοινωνίες αποτελούνται κυρίως από επιπανίδα, η οποία στις υφάλμυρες περιοχές εμφανίζει είδη που είναι χαρακτηριστικά γλυκών νερών ενώ στις υπεράλμυρες βρίσκονται στοιχεία χαρακτηριστικά της εξατμιστικής (evaporitic) πανίδας

Ζώνη VI : είναι το τελευταίο στάδιο απομόνωσης, τόσο προς το γλυκό όσο προς το υπεράλμυρο πόλο. Χαρακτηρίζεται από τη σχεδόν ολοκληρωτική εποίκηση του υποστρώματος από κυανοφύκη που δημιουργούν κρούστες. Στα υφάλμυρα συστήματα εμφανίζονται είδη αποκλειστικά γλυκού νερού, ενώ στα υπεράλμυρα δεν υπάρχει μόνιμη βενθική μακροπανίδα παρά μόνο «βοσκητές» που επισκέπτονται την περιοχή σε αναζήτηση τροφής.

Απειλές λιμνοθαλασσών :

Οι λιμνοθάλασσες είναι ευαίσθητες στις μεταβολές της υδρολογικής ισορροπίας, της αλατότητας και στη ρύπανση των υδάτων τους. Οι κύριες απειλές προκύπτουν από (Ντάφης κ.ά. 2001) :

- 1) ανάπτυξης γεωργικών δραστηριοτήτων (αλόγιστη χρήση λιπασμάτων και αλλαγές στις χρήσεις γης στη λεκάνη απορροής τους)
- 2) τη διαχείριση των υδατικών πόρων (αύξηση της ζήτησης σε νερό στη λεκάνη απορροής και διασυννοριακή ρύπανση)
- 3) την τουριστική και οικιστική ανάπτυξη (αυθαίρετη δόμηση σε περιοχές που γειτνιάζουν με τις λιμνοθάλασσες, διάθεση ακατέργαστων λυμάτων, αυθαίρετες απορρίψεις σε μη χωροθετημένες για αυτόν το σκοπό περιοχές που γειτνιάζουν με τις λιμνοθάλασσες)
- 4) την παράνομη αλιεία

Αμβρακικός κόλπος :

Ο Αμβρακικός κόλπος είναι μια ημίκλειστη λεκάνη 405 χλμ. η οποία λαμβάνει εισροές θρεπτικών ουσιών, γλυκά νερά και ιζήματα από μία λεκάνη απορροής 3850 km² (συμπεριλαμβανομένων των λεκανών απορροής των ποταμών Αράχθου και Λούρου) (Friligos et al., 1997). Ο Αμβρακικός Κόλπος που βρίσκεται μεταξύ 38 ° 51 'και 39 ° 04' N, και 20 ° 45 'και 21 ° 11' E, στη Δυτική Ελλάδα. Ο μόνος δεσμός του με το ανοιχτό Ιόνιο Πέλαγος είναι ένα στενό, το κανάλι Πρέβεζας, το οποίο έχει πλάτος περίπου 600 μ., μήκος 3 χλμ. και μέσο βάθος 8,5 μ. (Kapsimalis et al., 2005). Το μέσο βάθος του κόλπου είναι ίσο με 26 μ. , ενώ το μέγιστο βάθος του είναι ίσο με 63 μ. στην ανατολική περιοχή του κόλπου (Kormas et al., 2001). Το βόρειο τμήμα του κόλπου είναι σχετικά ρηχό και σχηματίζει ένα σχετικά μεγάλο δέλτα (πλάτους 1-3 χιλιομέτρων), που δημιουργήθηκε από την εναπόθεση ιζημάτων από τους δύο κύριους ποταμούς Άραχθο και Λούρο.

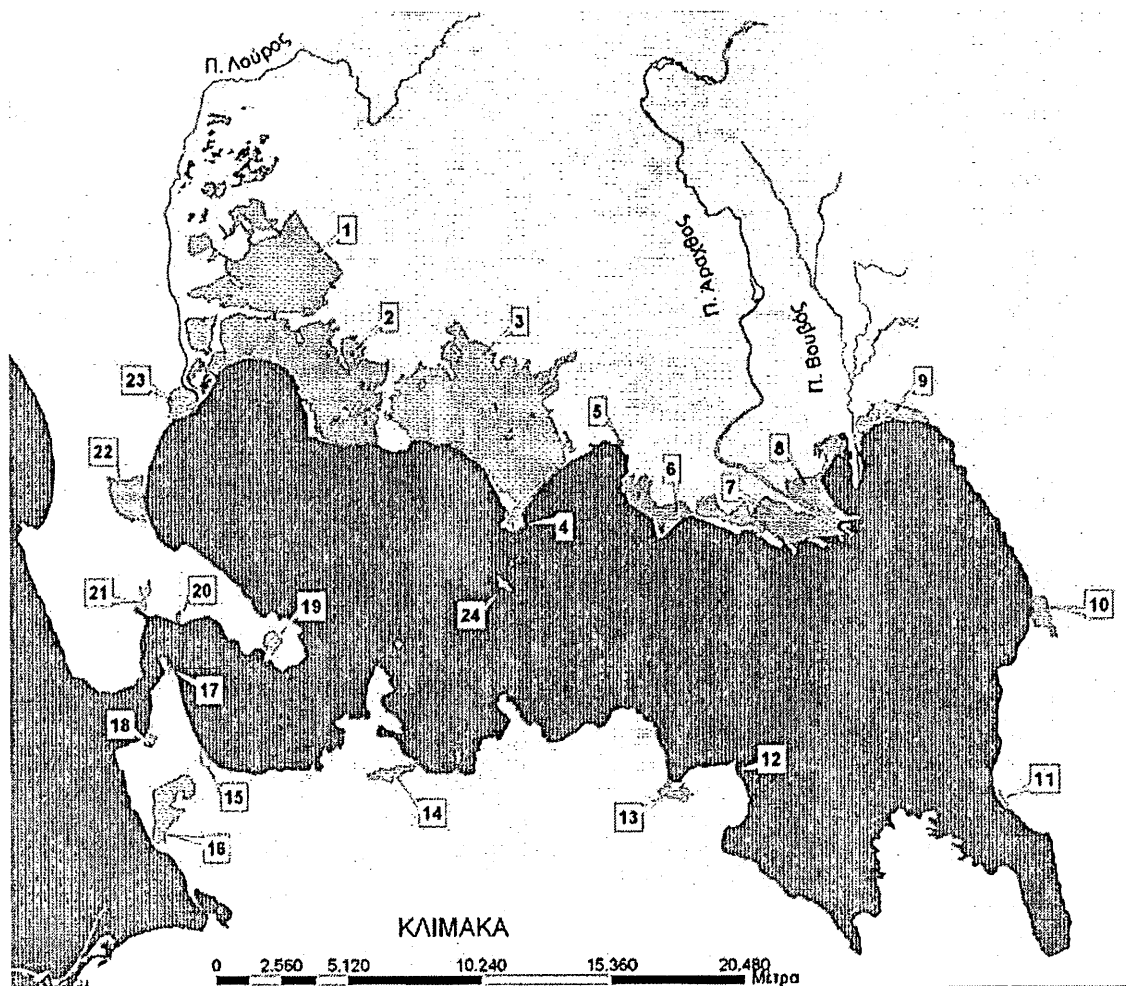
Ο Αμβρακικός κόλπος χαρακτηρίζεται από μικρή ανανέωση υδάτων, λόγω του στενού δίαυλου επικοινωνίας με το Ιόνιο πέλαγος (Ε.Κ.Θ.Ε., 1989). Το παράκτιο τμήμα του διαμορφώνεται σε μεγάλο βαθμό εξαιτίας της περιορισμένης επικοινωνίας με την ανοιχτή θάλασσα και της παρουσίας ποτάμιων εκροών στο εσωτερικό του. Εμφανίζεται επίσης έντονο, το φαινόμενο της στρωματοποίησης, το οποίο είναι αποτέλεσμα των χαμηλών τιμών αλατότητας στα ανώτερα στρώματα νερού, αλλά και της τροφοδοσίας του υδατικού συστήματος με γλυκά νερά των ποταμών Άραχθου και Λούρου (Βουτσίνου, Ταλιαδούρη et al., 1989).

Το υδροδυναμικό ισοζύγιο αντιπροσωπεύει ένα κυματικό καθεστώς που μπορεί να χαρακτηριστεί περισσότερο ως ήρεμο, λόγω των περιορισμένων κυματικών ρευμάτων (Poulos et al., 1993) και των παλιρροιακών διακυμάνσεων (<30m) (Tsimplis, 1992). Παρόλο που η υδάτινη κυκλοφορία είναι ασθενής, εμφανίζει μία σύνθετη δομή που εξαρτάται τόσο από την κατεύθυνση των επικρατούντων ανέμων όσο και από την μορφολογία της ακτογραμμής. Επιπλέον, στο ανατολικότερο τμήμα του κόλπου τα επιφανειακά ύδατα κινούνται κυκλικά, με τη φορά του ρολογιού, ενώ στο δυτικότερο τμήμα η ροή έχει διεύθυνση αντίθετη από την προαναφερθείσα (Voutsinou-Taliadouri and Balopoulos, 1991).

Υγρότοποι και Λιμνοθάλασσες του Αμβρακικού (Περιοχές Δειγματοληψίας)

▪ Οι Λιμνοθάλασσες Του Αμβρακικού :

Ο Αμβρακικός περιβάλλεται συνολικά από είκοσι τέσσερις λιμνοθάλασσες συνολικής έκτασης 63.500 στρεμμάτων (Τζιαβός 1996) (εικόνα 2). Πολλές από αυτές χωρίζονται από τη θάλασσα με στενές αμμώδεις λωρίδες, λουρνησίδες ή φραγμούς. Κάποιες από αυτές τις λουρνησίδες έχουν σχηματιστεί από αποθέσεις οστρακοειδών, γαστεροπόδων και ελασματοβραγχίων, με αυξομειούμενα ποσοστά ιλύος και άμμου (Μερτζάνης 1997). Αυτές οι «οστρακοπαραλίες» είναι από τις ελάχιστες σε ολόκληρη τη Μεσόγειο.



Εικόνα 2. : Τα 24 λιμνοθαλάσσια σώματα της περιοχής του Αμβρακικού. 1. Ροδιά, 2. Τσουκαλιό, 3. Λογαρού, 4. Σακουλέτσι, 5. Μαρτινί, 6. Κόφτρα- Παλαιόμπουκα, 7. Πλατανάκι, 8. Πλαματερό, 9. Αγρίλος 10. Κατάφουρκο, 11. Μπούκα, 12. Χαλίκι, 13. Ρούγα, 14. Λιμένι, 15. Μικρή Σαλτίνη, 16. Μεγάλη Σαλτίνη, 17. Ακτιο, 18. Κοκκάλα, 19. Πωγωνίτσα, 20. Ψαθάκι, 21. Βαθύ, 22. Μάζωμα, 23. Τσοπέλη, 24. Βούβαλος

Οι λιμνοθάλασσες του Αμβρακικού κόλπου εμφανίζονται κυρίως στο βόρειο τμήμα του και η δημιουργία τους οφείλεται στη δράση των ποταμών Λούρου και Άραχθου. Μικρότερης έκτασης λιμνοθάλασσες υπάρχουν στο δυτικό, στο ανατολικό και στο νότιο τμήμα του κόλπου.

Ωστόσο, τρεις είναι οι βασικές λιμνοθάλασσες της περιοχής, α) η λιμνοθάλασσα Ροδιά, με έκταση 12.000 στρέμματα, η οποία είναι γνωστή ως ένας από τους πιο παραγωγικούς χελότοπους της Ελλάδας με μέσο βάθος 2,5 m. β) η λιμνοθάλασσα Τσουκαλιό, με έκταση 14.400 στρέμματα νότια της Ροδιάς γ) η λιμνοθάλασσα Λογαρού, με έκταση 25.000 στρέμματα στα ανατολικά του Τσουκαλιού, περιοχή πλούσια σε αλιεύματα, με μέσο βάθος μικρότερο των 0,5 m.

Περιοχές δειγματοληψίας :

▪ Λιμνοθάλασσα Μάζωμα (39°0'41"N - 20°44'47"E) :

Η έκταση της λιμνοθάλασσας είναι κατ' εκτίμηση περίπου 1800-1890 στρ. Το μέσο βάθος της λιμνοθάλασσας είναι 0,8m ενώ το μέγιστο φθάνει το 1 m και καλύπτει περίπου το 25% της συνολικής επιφάνειας της λ/θ.

Πρόκειται για κλειστού τύπου λιμνοθάλασσα με έκταση 1.880 περίπου στρέμματα. Διαθέτει τρία (3) στόμια – διαύλους επικοινωνίας με τον Αμβρακικό κόλπο και οροθετείται από φυσική λουρονησίδα από κελύφη ελασματοβραγχίων μήκους 2.000 μέτρων. (Τσαμαρδά 2006)

▪ Λιμνοθάλασσα Ροδιά (Στρογγυλή 39°06'42.5"N 20°48'08.3"E) :

Ο σταθμός δειγματοληψίας βρίσκεται στον οικισμό της Στρογγυλής, τμήμα της λιμνοθάλασσας της Ροδιάς .

Η Ροδιά ουσιαστικά συνιστά ένα εκτεταμένο υφάλμυρο έλος, το οποίο είναι από τα μεγαλύτερα έλη καλαμιών στη ΝΑ Ευρώπη .Η επιφάνεια του υδάτινου σώματός της καταλαμβάνει έκταση 1.587,1 εκταρίων. Η Λιμνοθάλασσα βρίσκεται δίπλα στον Ποταμό Λούρο, ανήκει στο υδατικό σύστημά του και παλαιότερα αποτελούσε τμήμα της πλημμυρικής πεδιάδας και των δελταϊκών παραπόταμων του. Η λεκάνη απορροής στην οποία εντάσσεται καταλαμβάνει έκταση 145.387 εκταρίων. Πρόκειται για μία λιμνοθάλασσα η οποία ανήκει στην κατηγορία των 'πολύ

μεγάλων' λιμνοθαλασσών και χαρακτηρίζεται ως εσωτερική διότι μεταξύ αυτής και της θάλασσας παρεμβάλλεται η Λιμνοθάλασσα Τσουκαλιό. Ο διαχωρισμός των δύο λιμνοθαλασσών γίνεται με ένα φυσικό φράγμα μήκους περίπου 8 km και ελάχιστου πλάτους 125 m. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η Λιμνοθάλασσα δεν παρουσιάζει σύνδεση με τη θάλασσα, αλλά η εισροή γλυκού νερού προς αυτήν είναι αξιόλογη. Η Ροδιά περιβάλλεται από υγροτοπική έκταση 2.508 εκταρίων η οποία αντιστοιχεί σε ποσοστό 61,2% επί του συνόλου της λιμνοθαλάσσιας έκτασης. Ο υγρότοπος στο σύνολό του περιλαμβάνει πολλές και συνεχείς νησίδες, κατά συνέπεια παρουσιάζει δομή με υψηλή πολυπλοκότητα. Η Ροδιά είναι μία σχετικά βαθιά λιμνοθάλασσα, η οποία παρουσιάζει μέσο βάθος 1,5 m και μέγιστο 4 m. (Τσαμαρδά 2006)

▪ **Λιμνοθάλασσα Κορωνησία (39°02'03.0"N 20°52'51.7"E) :**

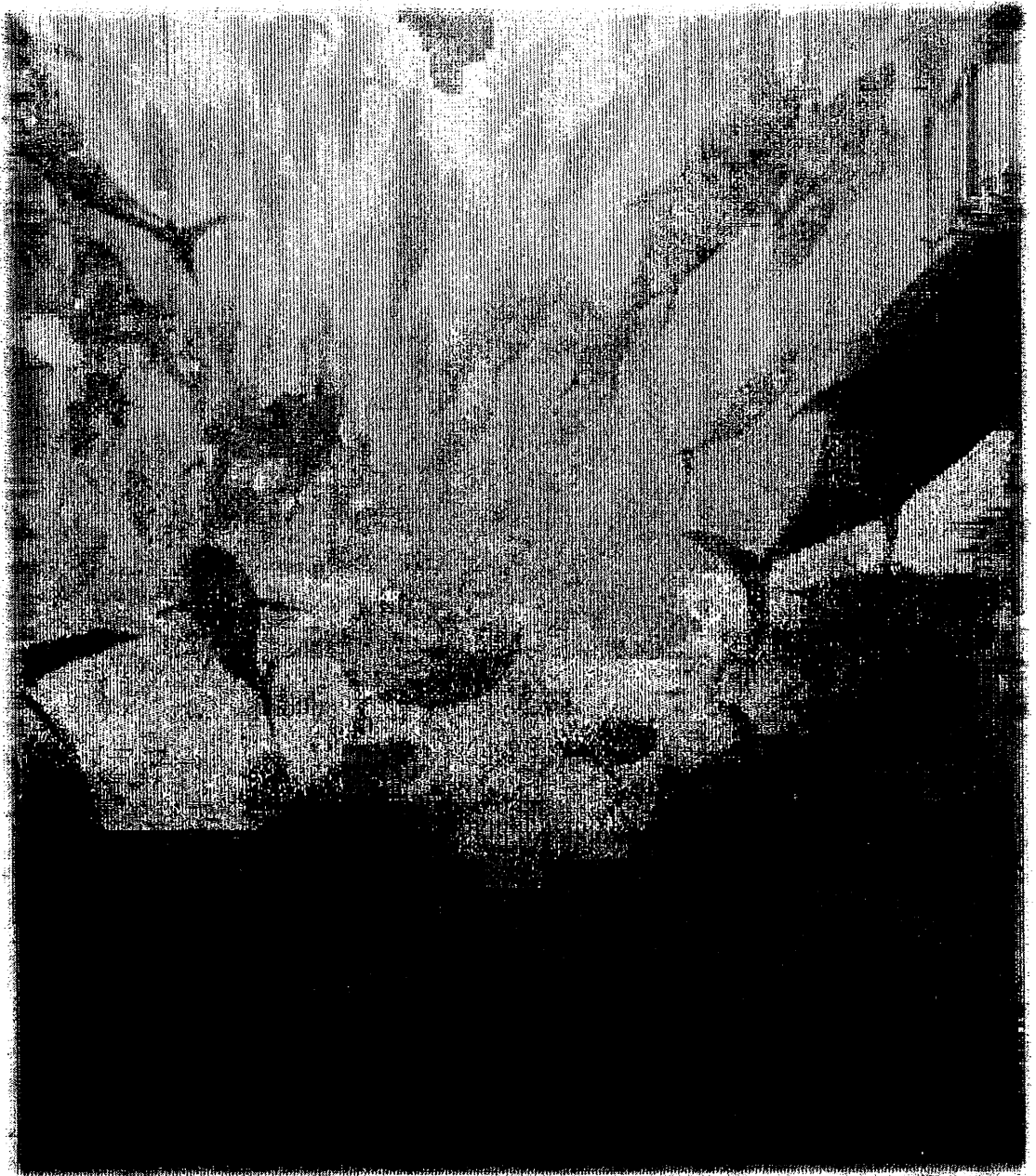
Ο σταθμός δειγματοληψίας συναντάται σε ένα γραφικό παραθαλάσσιο χωριό, χτισμένο πάνω σε νησίδα-λεπτές προσχωσιγενείς λουρίδες γης που χωρίζουν τις δύο λιμνοθάλασσες Λογαρού και Τσουκαλιό και συνδέουν την Κορωνησία με το σώμα του νομού Άρτας.

▪ **Περιοχή Νεοχώρι (38°59'55.1"N 20°45'48.7"E) :**

Ο σταθμός δειγματοληψίας, βρίσκεται στα παράλια του οικισμού Νεοχωρίου, 5 km από το Λιμάνι της Πρέβεζας, και γειτνιάζει με την Λιμνοθάλασσα του Μαζώματος . Ο πυθμένας χαρακτηρίζεται «σταθερός», και ιδανικός για δειγματοληψία με την χρήση γρίπου. Η επιλογή του σταθμού έγινε σε συνάρτηση με την επιλογή της γειτονικής λιμνοθάλασσας "Μάζωμα" έτσι ώστε να εντοπισθούν το δυνατόν περισσότερα είδη που βρίσκονται σε αφθονία στην γύρω περιοχή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΙΧΘΥΩΝ & ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΙΝΗΣΗΣ (LOCOMOTION)



ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΙΧΘΥΩΝ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

ΟΙ ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ ΣΤΟ ΥΔΑΤΙΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ :

Η δομή και η λειτουργία των ιχθύων είναι έννοιες αδιαχώριστες . Οι ανατομικές και φυσιολογικές περιγραφές έχουν εξελικτικό νόημα όταν κατανοούμε τη λειτουργία τους. Το σχήμα του σώματος και η συμπεριφορά κίνησης στα ψάρια καθορίζονται από την ακραία πυκνότητα του νερού. Οι κινητικές προσαρμογές στα χερσαία ζώα και πτηνά βοηθούν στην υπερνίκηση της βαρύτητας. Το σώμα και τα εξωτερικά μέρη στα ψάρια διαμορφώνονται για να έχουν τη μικρότερη επίδραση της βαρύτητας έχοντας μορφολογικά χαρακτηριστικά όπως είναι οι νηκτικές κύστες ή δομές που περιέχουν λιπίδια πετυχαίνοντας ουδέτερη πλευστότητα . Η μετακίνηση στο νερό περισσότερο περιορίζεται από την πυκνότητα του νερού και τις πιέσεις που ασκούνται από αυτό (Videler 1993) ,επειδή το νερό είναι περίπου 800 φορές πιο πυκνό και έχει 50 φορές περισσότερο ιξώδες από τον αέρα. Η μετακίνηση λοιπόν μέσα από αυτό το πυκνό, παχύρευστο υγρό είναι ενεργειακά δαπανηρή, ένα πρόβλημα που επιδεινώνεται από τη μείωση 95% της ικανότητας μεταφοράς οξυγόνου του νερού σε σύγκριση με τον αέρα. Για να ξεπεράσουν το πρόβλημα της κίνησης οι ιχθύες έχουν προσαρμοστεί διαθέτοντας κλασικό αεροδυναμικό σχήμα που ελαχιστοποιεί τόσο την αδράνεια και τις τριβές μέσα στο νερό ή έχοντας στο σώμα τους ένα είδος βλέννας που παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στην ευκολία της κίνησης τους .

Το σχήμα του σώματος μπορεί να ερμηνευθεί ως αποτέλεσμα των εξελικτικών προσαρμογών στις περιβαλλοντολογικές πιέσεις. Η συσχέτιση μεταξύ του σχήματος του σώματος και της απόδοσης στην κολύμβηση επηρεάζει την ικανότητα που έχει το ψάρι να διατηρεί τον εαυτό του στη στήλη του νερού και τον τρόπο για την απόκτηση της τροφής και το πώς αποφεύγει τους θηρευτές του (Videler, 1993). Η μορφολογία αντανακλά το τροφικό δυναμικό, δηλαδή την τροφική δυνητικότητα ενός ψαριού και την ικανότητά του να επιβιώνει σε συγκεκριμένα ενδιαιτήματα και έτσι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προβλεφθεί ο τρόπος ζωής του (Wootton, 1994; Gibran, 2007). Αυτή είναι η βάση της οικομορφολογικής θεωρίας η οποία βασίζεται στην λειτουργική ανάλυση των μορφολογικών χαρακτηριστικών των ειδών στο πλαίσιο των οικολογικών χαρακτηριστικών του που

σχετίζονται τόσο με την αναζήτηση τροφής και την κατανομή του στα διάφορα υποστρώματα (Beaumord & Petrere, 1994). Οι διάφοροι συνδυασμοί μεγέθους, σχήματος και θέσης πτερυγίων σχετίζονται άμεσα με το γενικότερο σχήμα του σώματος και την κίνηση.

Το σχήμα του σώματος είναι από τα βασικά χαρακτηριστικά που αναλύονται σε οικομορφολογικές μελέτες, όπου οι δείκτες συμπίεσης του σώματος χρησιμοποιούνται σε μελέτες διαφοροποίησης μικροενδιαιτημάτων (Barreto, 2005). Για παράδειγμα ψάρια με κάθετα πιεσμένα σώματα βρίσκονται κυρίως σε ενδιαιτήματα υψηλής ενέργειας όπου τα πιο επίπεδα σώματα παρέχουν καλύτερη επαφή με το υπόστρωμα και ως εκ τούτου μεγαλύτερη σταθερότητα (Kerfoot-Jr & Schaefer, 2006; Pagotto et al., 2011). Διαφορές σε αυτούς τους δείκτες παρέχουν τη βάση για την κατακόρυφη διαστρωμάτωση στη στήλη του νερού. Είναι η κύρια μορφή διαχωρισμού που βρέθηκε στις κοινωνίες των ψαριών (Watson & Balon, 1984).

ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΙΧΘΥΩΝ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΚΙΝΗΣΗ (ΠΤΕΡΥΓΙΑ – ΣΩΜΑΤΑ) :

Πτερύγια

▪ Η σημαντικότητα των πτερυγίων

Τα πτερύγια των ιχθύων επιτρέπουν ξαφνικές κινήσεις στο νερό, παρουσιάζοντας πολύ ισχυρή προσαρμοστικότητα στο περιβάλλον (Breda et al., 2005; Videler, 1993), και καθορίζουν τον τύπο κολύμβησης που απαιτείται για την επιβίωση αλλά και την ικανότητα εξερεύνησης και προσαρμογής σε διαφορετικά ενδιαιτήματα (Breda et al., 2005; Videler, 1993; Jobling, 1995).

▪ Θωρακικά

Τα θωρακικά ή αλλιώς πλευρικά πτερύγια συμβάλλουν ιδιαίτερα στην ακρίβεια των κινήσεων. Η θέση στα πλευρικά πεπλατυσμένα ψάρια βρίσκονται ψηλά στο σώμα, ενώ στους ενεργούς θηρευτές εντοπίζονται στην πλευρική γραμμή ή ακόμα και χαμηλότερα. Σε ψάρια που η πλευστότητα είναι σημαντική τα θωρακικά είναι μεγεθυμένα ενώ σε αυτά που χρειάζεται σταθερότητα είναι στρογγυλά. Κάποια

σχετίζονται τόσο με την αναζήτηση τροφής και την κατανομή του στα διάφορα υποστρώματα (Beaumord & Petrere, 1994). Οι διάφοροι συνδυασμοί μεγέθους, σχήματος και θέσης πτερυγίων σχετίζονται άμεσα με το γενικότερο σχήμα του σώματος και την κίνηση.

Το σχήμα του σώματος είναι από τα βασικά χαρακτηριστικά που αναλύονται σε οικομορφολογικές μελέτες, όπου οι δείκτες συμπίεσης του σώματος χρησιμοποιούνται σε μελέτες διαφοροποίησης μικροενδιαιτημάτων (Barreto, 2005). Για παράδειγμα ψάρια με κάθετα πιεσμένα σώματα βρίσκονται κυρίως σε ενδιαιτήματα υψηλής ενέργειας όπου τα πιο επίπεδα σώματα παρέχουν καλύτερη επαφή με το υπόστρωμα και ως εκ τούτου μεγαλύτερη σταθερότητα (Kerfoot-Jr & Schaefer, 2006; Pagotto et al., 2011). Διαφορές σε αυτούς τους δείκτες παρέχουν τη βάση για την κατακόρυφη διαστρωμάτωση στη στήλη του νερού. Είναι η κύρια μορφή διαχωρισμού που βρέθηκε στις κοινωνίες των ψαριών (Watson & Balon, 1984).

ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΙΧΘΥΩΝ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΚΙΝΗΣΗ (ΠΤΕΡΥΓΙΑ – ΣΩΜΑΤΑ) :

Πτερύγια

▪ Η σημαντικότητα των πτερυγίων

Τα πτερύγια των ιχθύων επιτρέπουν ξαφνικές κινήσεις στο νερό, παρουσιάζοντας πολύ ισχυρή προσαρμοστικότητα στο περιβάλλον (Breda et al., 2005; Videler, 1993), και καθορίζουν τον τύπο κολύμβησης που απαιτείται για την επιβίωση αλλά και την ικανότητα εξερεύνησης και προσαρμογής σε διαφορετικά ενδιαιτήματα (Breda et al., 2005; Videler, 1993; Jobling, 1995).

▪ Θωρακικά

Τα θωρακικά ή αλλιώς πλευρικά πτερύγια συμβάλλουν ιδιαίτερα στην ακρίβεια των κινήσεων. Η θέση στα πλευρικά πεπλατυσμένα ψάρια βρίσκονται ψηλά στο σώμα, ενώ στους ενεργούς θηρευτές εντοπίζονται στην πλευρική γραμμή ή ακόμα και χαμηλότερα. Σε ψάρια που η πλευστότητα είναι σημαντική τα θωρακικά είναι μεγεθυμένα ενώ σε αυτά που χρειάζεται σταθερότητα είναι στρογγυλά. Κάποια

θωρακικά πτερύγια έχουν άκανθες για εκφοβισμό των θηρευτών. (Butler 1999) Τα θωρακικά μαζί με τα κοιλιακά πτερύγια λειτουργούν σαν πηδάλιο, ενώ τα άζυγα (εδρικό και ραχιαίο) επιτρέπουν την πρόσθια ή την προς τα πάνω και κάτω στροφή του σώματος.

▪ Ουραίο

Το σχήμα του ουραίου πτερυγίου είναι συνδεδεμένο με την ταχύτητα κολύμβησης και χρησιμοποιείται από τα ψάρια κατά την κολύμβηση ως πηδάλιο και για προώθηση. Το σχήμα του μπορεί να διαφέρει και συνήθως είναι προσαρμοσμένο στις ανάγκες που καθορίζονται από τον τύπο κολύμβησης που απαιτείται για τη βελτιστοποίηση της επιβίωσης και της προσαρμογής σε διαφορετικά ενδιαιτήματα (Videler, 1993). Το σχήμα του ουραίου πτερυγίου μπορεί να δώσει πληροφορίες για τον τρόπο ζωής, το ενδιαίτημα των ψαριών (π.χ. Golani et al., 2002), και τις τροφικές τους συνήθειες. Το σχήμα του ουραίου πτερυγίου σε συνδυασμό με το σχήμα του σώματος των ψαριών καθορίζουν σε σημαντικό βαθμό την κολυμβητική τους ικανότητα αλλά και τις μεταβολικές διεργασίες (η διατροφή, η αναπνοή, κλπ) οι οποίες με τη σειρά τους παρέχουν την ενέργεια για την κολύμβηση (π.χ. PALOMARES & PAULY, 1989; PAULY, 1994β).

Το εμβαδόν της ουράς σχετίζεται με τον όγκο νερού που μετατοπίζει κατά την κίνησή της και κατά συνέπεια με την πρόωση των ψαριών. Επιπλέον, σχετίζεται και με την αντίσταση που πρέπει να υπερνικήσει για την κίνηση και κατά συνέπεια με την ενέργεια που χρειάζεται να καταναλώσει το ψάρι για να κινηθεί. Έτσι, μεγάλο εμβαδόν ουράς σχετίζεται με μεγάλη πρόωση αλλά και μεγάλη αντίσταση στο νερό και αντιστρόφως. Ψάρια με μεγάλο εμβαδόν ουράς (π.χ. Gobiidae, βλεπε πίνακας 3) είναι κατά κανόνα μέτριοι κολυμβητές, έχουν όμως μεγάλη επιτάχυνση (ισχυρή πρόωση για μικρό διάστημα). Ουραία πτερύγια με μεγάλα εμβαδά και χαμηλή αναλογία διαστάσεων του ουραίου πτερυγίου (aspect ratio of the caudal fin βλεπε πίνακα 7) υποδεικνύουν ότι τα ψάρια αυτά έχουν πολύ γρήγορες εκκινήσεις (Aleev, 1969; Sambilay Júnior, 1990; Webb and Weihs, 1986) και μεγαλύτερη δυνατότητα ευελιξίας και ελιγμών (Jobling, 1995; Videler, 1993; Casatti and Castro, 2006). Ψάρια με μικρό εμβαδόν ουράς (π.χ. Sparidae βλεπε πίνακας 3) είναι κατά κανόνα πολύ καλοί κολυμβητές, έχουν μικρή σχετικά επιτάχυνση, αλλά μπορούν να διανύουν μεγάλες αποστάσεις για μεγάλο χρονικό διάστημα. Το μικρό εμβαδό

πτερυγίου βοηθάει το ψάρι να διατηρήσει πολύ υψηλή συχνότητα παλμών, επιτρέποντας υψηλότερες ταχύτητες και χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας (αντοχή).

▪ Τα βασικά γενικά σχήματα ουραίου πτερυγίου είναι :

- (α) οξύληκτο (pointed)
- (β) στρογγυλεμένο (rounded)
- (γ) ευθύ (truncated)
- (δ) κοίλο (emarginated)
- (ε) ημισελήνοειδές (lunated)
- (στ) διχαλωτό (forked)
- (ζ) ετερόκερκο (heterocercal)

▪ Τα σχήματα ουραίου πτερυγίου της μελέτης είναι :

- **Rounded (στρογγυλεμένο)** : Ουραίο πτερύγιο μεγάλης επιφάνειας που επιτρέπει αποτελεσματικές επιταχύνσεις και ελιγμούς, αλλά προκαλεί μεγάλη αντίσταση προκαλώντας στο ψάρι κούραση.

Πίνακας 4. Σχήματα ουραίου πτερυγίου που παρουσιάστηκαν στα είδη μελέτης και οι βασικές λειτουργίες τους.

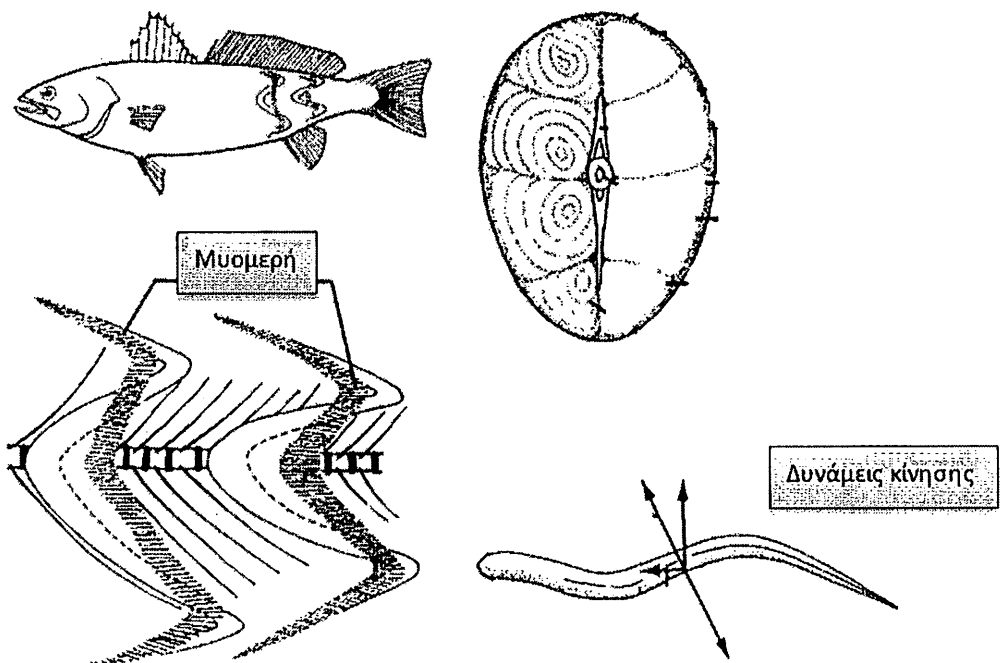
ΣΧΗΜΑ	ΕΙΔΟΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
 Στρογγυλεμένο (rounded)	Anguilla anguilla Parablennius tentacularis Gobius niger Zosterisessor ophiocephalus Gambusia holbrooki	➤ Μεγάλη επιφάνεια ➤ Επιτάχυνση και ευελιξία ➤ Μικρή αντοχή ➤ Μεγάλη αντίσταση στο νερό
 Ευθύ (truncate)	Symphodus cinereus	➤ Επιφάνεια < rounded ➤ Επιτάχυνση και ευελιξία < rounded ➤ Μικρή αντοχή > rounded ➤ Μεγάλη αντίσταση < rounded
 Κοίλο (emarginate)	Liza saliens Liza aurata Liza ramada Atherina boyeri	➤ Επιφάνεια < truncate ➤ Επιτάχυνση και ευελιξία < truncate ➤ Καλή αντοχή > truncate ➤ Μικρή αντίσταση < truncate
 Διχαλωτό (forked)	Sarpa salpa Diplodus vulgaris Sparus aurata Mullus barbatus Belone belone	➤ Μικρή επιφάνεια < emarginate ➤ Επιτάχυνση και ευελιξία < emarginate ➤ Άριστη αντοχή > emarginate ➤ Μικρή αντίσταση < emarginate

- **Forked (διχαλωτό)** : Η διχαλωτή ουρά προκαλεί πολύ καλή επιτάχυνση και ελιγμούς, έχει μικρότερη επιφάνεια που σημαίνει μικρότερη αντίσταση και λιγότερη κούραση για το ψάρι.
- **Truncate (ευθύ)** : Ικανοποιητικός βαθμός ελιγμών και επιτάχυνσης, αλλά όχι τόσο όσο ο τύπος rounded.
- **Emarginate (κοίλο)** : Σχετικά μικρή επιτάχυνση και ικανοποιητικοί ελιγμοί όχι τόσο όμως όσο τα ψάρια με τύπους ουράς rounded και truncate (Πίνακας 4)

ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΥΠΟΙ ΣΩΜΑΤΟΣ

▪ Τρόπος κίνησης :

Τα περισσότερα ψάρια κολυμπούν με ανάθεση σε σειρά των μυών στη μία πλευρά του σώματος και χαλάρωση των μυών από την άλλη. Ανάλογα με το πως κολυμπούν, οι συστολές των μυών μπορούν να εξελιχθούν από την κεφαλή προς την ουρά ή συμβαίνουν στη μία πλευρά και στη συνέχεια στην άλλη (Εικόνα 3).



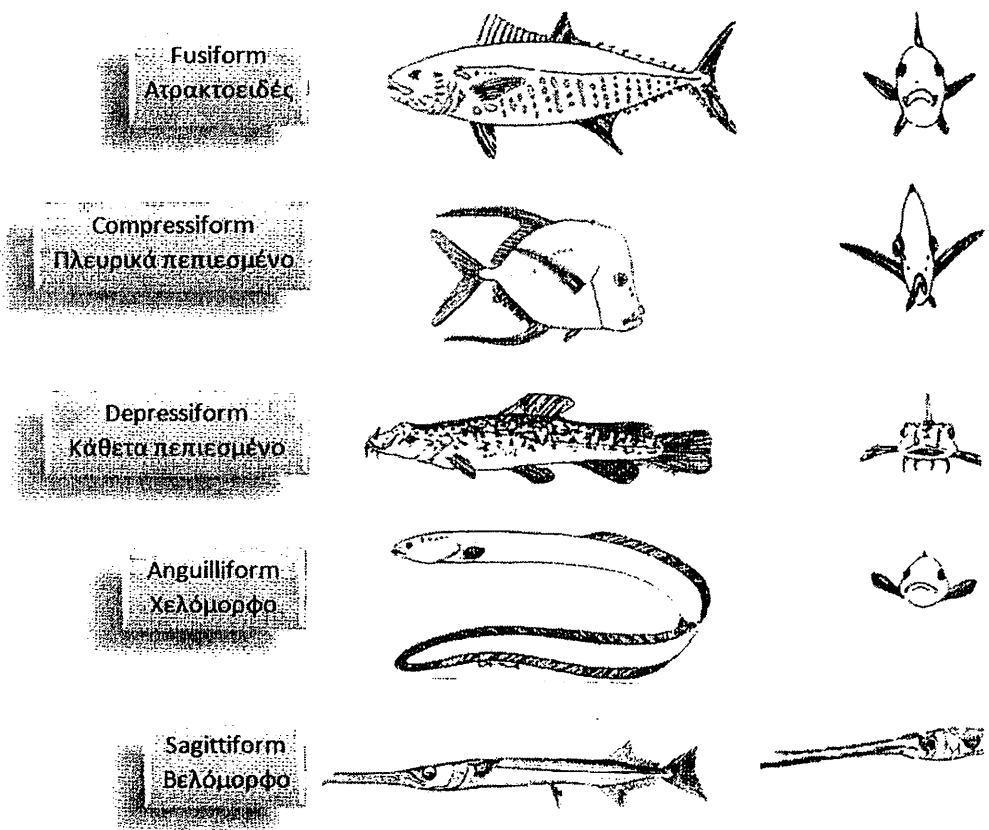
Εικόνα 3. Κίνηση με συστολή των μυών τροποποιημένο σχέδιο από εγκυκλοπαίδεια *The Diversity of Fishes: Biology, Evolution, and Ecology, 2nd Edition* από Wainwright (1983) και Pough et al. (1989)

Παρά το γεγονός ότι πιο αποτελεσματικοί κολυμβητές τείνουν να έχουν ατρακτοειδές σώμα (Fusiform) και καλά σχεδιασμένο, υπάρχουν και πολλά άλλα είδη σώματος. Αυτή η πλαστικότητα του σχήματος του σώματος απεικονίζει το γεγονός ότι τα ψάρια σαν ομάδα είναι άκρως επιτυχημένη καθώς έχουν προσαρμοστεί στα περισσότερα υδάτινα οικοσυστήματα.

▪ Τύποι σώματος και ικανότητα κίνησης στο νερό

Οι βασικότεροι τύποι σώματος (Εικόνα 4.) είναι οι εξής :

- **Fusiform** : Ο συγκεκριμένος τύπος σώματος αφορά είδη με στρογγυλό σώμα, στο σχήμα τορπίλης, που στενεύει στην περιοχή του μίσχου. Είναι ιδανικός τύπος σώματος για συνεχές και γρήγορο κολύμπι. Τα ψάρια με αυτό τον τύπο σώματος είναι καλά προσαρμοσμένα για την διατροφή και την επιβίωση σε ανοιχτές θάλασσες επειδή το ατρακτοειδές σχήμα (fusiform) έχει την ελάχιστη αντίσταση στο νερό. (εικόνα 4)
- **Anquilliform** : Οι χελοειδείς έχουν επιμηκυμένα σώματα με στρογγυλεμένες ουρές. Τα ζυγά πτερύγια έχουν συνήθως εξαφανιστεί ή ατροφήσει ενώ το ραχιαίο και το εδρικό έχουν επιμηκυνθεί και ουσιαστικά σχηματίζουν ένα κοινό πτερύγιο με το ουραίο. Τα λέπια όποτε υπάρχουν, είναι μικρά και χωμένα πολύ βαθιά στο δέρμα. Το σώμα μπορεί να είναι πεπλατυσμένο ή τελείως στρογγυλό για να γλιστράει ανάμεσα σε τρύπες βράχων και σπηλιές, λειμώνες φυκών ή τρύπες μέσα στην άμμο. (εικόνα 4)
- **Compressiform** : Είδη με αυτόν τύπο σώματος έχουν επίπεδο πεπιεσμένο σώμα πλευρικά, επιτρέποντας τους να εκτελούν αλλαγές κατεύθυνσης και να κινούνται πολύ γρήγορα. Βασίζονται περισσότερο στην επιτάχυνση και την ευκινησία παρά στην ταχύτητα και το καμουφλάζ ,για να πιάσουν το θήραμα τους και να αποφύγουν τους θηρευτές. Είναι ο κατάλληλος τύπος σώματος για ελιγμούς γύρω από εμπόδια και κοραλλιογενείς υφάλους, ή για είδη που ζουν γύρω από ναυάγια, βράχια ή πασσάλους . (εικόνα 4)
- **Depressiform** : Οι κάθετα πεπιεσμένοι ιχθύες χαρακτηρίζονται από σωματική διάμετρο μικρότερη από το 1/3 του σταθερού μήκους τους. Το ραχιαίο και εδρικό πτερύγιο είναι συνήθως επιμηκυμένα και τα θωρακικά πτερύγια είναι ψηλά τοποθετημένα στο σώμα με τα κοιλιακά πτερύγια αμέσως από κάτω, έχουν



Εικόνα 4. Τύποι σώματος ιχθύων

μεγάλα μάτια και μικρό προεξέχον στόμα. Είναι προσαρμοσμένα σε ευέλικτη κίνηση ανάμεσα σε στενούς χώρους όπως οι κοραλλιογενείς ύφαλοι, οι λειμώνες φυκών ή ακόμα και πυκνά κοπάδια του είδους τους. Τα περισσότερα είναι εφοδιασμένα με διάφορες άκανθες, πιθανόν για προστασία από τους θηρευτές, μιας και έχουν θυσιάσει την ταχύτητα κίνησης προς χάριν της ευελιξίας (εικόνα 4)

- **Saggitiform** : Είναι τα ψάρια που έχουν επίμηκες σωληνοειδές σώμα σε σχήμα βέλους, που τους επιτρέπει να επιτεθούν πολύ γρήγορα στα θηράματά τους. (εικόνα 4) (Olsen 2006)

Η ατρακτοειδής μορφή είναι η πιο κοινή μορφή των ψαριών με κανονική και σταθερή κολύμβηση (Keast and Webb, 1966) έχοντας σχετικά λεπτό και επίμηκες μίσχο ουράς (Lagler et al., 1977). Τα ψάρια που έχουν ευθεία και στρογγυλεμένα ουραία πτερύγια (Πίνακας 4) είναι σχετικά αργοί κολυμβητές αλλά με δυνατότητα για απότομες αυξήσεις της ταχύτητας αλλά με το σχετικό "μειονέκτημα" ότι δεν μπορούν να κολυμπούν για μεγάλες χρονικές περιόδους με μεγάλες ταχύτητες

(NORMAN & GREENWOOD, 1975, KEAST & WEBB, 1966). Όσο κινούμαστε από την πελαγική ζώνη προς τον πυθμένα το ουραίο πτερύγιο σταδιακά χάνει το διχαλωτό του σχήμα και τείνει να γίνεται πιο στρογγυλεμένο ή οξύληκτο. Στη πελαγική ζώνη η σύλληψη τροφής προϋποθέτει από το θηρευτή να είναι γρήγορος κολυμβητής και να μπορεί να επιτυγχάνει μεγάλες εκρήξεις σε μικρό χρονικό διάστημα. Το μοναδικό σχήμα σώματος που μπορεί να εξασφαλίσει τα δύο παραπάνω χαρακτηριστικά είναι το ατρακτοειδές σχήμα (Videler, 1993). Σε αντίθεση, τα ψάρια που τρέφονται πιο κοντά στο πυθμένα είναι σημαντικό το σώμα τους να παρουσιάζει ευλυγισία στις κινήσεις για πιο εύκολη σύλληψη της τροφής, αλλά και για καλύτερη αποφυγή των θηρευτών.

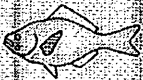
Τα ψάρια που παρουσιάζουν υψηλά σώματα έχουν καλύτερη ικανότητα να επιτύχουν πλάγιες κινήσεις (Aleev, 1969; Gatz Júnior, 1979a, b), ενώ παράλληλα παρουσιάζουν καλύτερες αποδόσεις σε ενδιαιτήματα με πολλά εμπόδια όπου απαιτούνται περισσότεροι ελιγμοί (Breda et al., 2005). Τα ψάρια αυτά είναι πιο αποτελεσματικά στους ελιγμούς σε σχέση με τα ψάρια που έχουν πιο επιμήκη σώματα δείχνοντας έτσι καλύτερη απόδοση σε δομικά πιο σύνθετα περιβάλλοντα (Neves and Monteiro, 2003). Το αυξημένο ύψος αυτό των ψαριών υποδεικνύει την ικανότητα να ξεπερνούν γρήγορα εμπόδια ελαχιστοποιώντας τις πιθανότητες διαφυγής του θηράματος.

ΤΥΠΟΙ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗΣ (SWIMMING LOCOMOTION TYPES) :

Μια γενική ταξινόμηση των τρόπων που κολυμπούν τα ψάρια έχει αναπτυχθεί, με βάση τις εργασίες της Breder (1926), Gray (1968), Lindsey (1978), και Webb (1984, Webb & Blake 1985). Τα κύρια χαρακτηριστικά των διαφόρων τύπων βασίζονται σε πόσα και ποια μέρη του σώματος εμπλέκονται στην προώθηση και αν το σώμα ή τα πτερύγια κινούνται κυματοειδώς ή ταλαντώνονται. Οι γενικοί τύποι κολύμβησης είναι οι εξής : **anguilliform**, **subcarangiform**, **carangiform**, τροποποιημένο carangiform (= **thunniform**), **ostraciiform**, **tetraodontiform**, **balistiform**, **rajiform**, **amiiform**, **gymnotiform** και **labriform**. Ορισμένα από αυτά επιπροσθέτως υποδιαιρούνται. Τα ονόματα ισχύουν για τη

βασική λειτουργία κολύμβησης για ιδιαίτερες τάξεις και οικογένειες ιχθύων (Πίνακας 5.) .

Πίνακας 5 . Τύποι σώματος και κολύμβησης ιχθύων. (Τροποποιημένο σχέδιο από εγκυκλοπαίδεια The Diversity of Fishes: Biology, Evolution, and Ecology, 2nd Edition 2009)

ΤΥΠΟΙ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗΣ					
ΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΣΩΜΑ ΚΑΙ ΟΥΡΑ			ΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΠΤΕΡΥΓΙΑ		
Anguilliform	Subcarangiform Carangiform Thunniform	Ostraciform	Tetraodontiform Ballistiform Diodontiform	Ralliform Ameliform Gymniform	Labriform
	  		  	  	

- **Carangiform** : Είναι ψάρια που χρησιμοποιούν το 1/3 (οπίσθιο) μέρος του σώματος τους για την κίνηση τους στο νερό. Είναι πολύ πιο γρήγορα από τα Anguilliform. Οι ταλαντώσεις του κορμού είναι πολύ μικρότερες από ότι στην χελοειδή κίνηση και με αυξανόμενο μήκος από το κεφάλι προς την ουρά. Χαρακτηρίζονται από ατρακτοειδές σχήμα σώματος και στενό ουραίο μίσχο. Είναι οι πιο γρήγοροι κολυμβητές. Σε αυτή την κατηγορία υπάγονται και τα πιο γρήγορα ψάρια, τα τονοειδή, αν και πολλές φορές συναντώνται και σαν ξεχωριστή κατηγορία. Με έντονα ατρακτοειδές σώμα, πολύ στενό ουραίο μίσχο και μεγάλο ημισεληνοειδές ουραίο πτερύγιο, ελαχιστοποιούν τις περιστροφικές διαταραχές του νερού στην περιοχή της ουράς μεγιστοποιώντας την προωθητική δύναμη. (Helfman 2009)

- **Subcarangiform** : Πρόκειται για υποκατηγορία των Carangiform. Είναι ψάρια που χρησιμοποιούν λιγότερο από το μισό (οπίσθιο) μέρος του σώματος τους για την κίνηση τους στο νερό. Σε σχέση με τα Carangiform αυξάνεται το πλάτος κίνησης του σώματος στο οπίσθιο μέρος του σώματος. Γενικά το σώμα τους είναι πιο δύσκαμπτο, φτιαγμένο για ακόμα μεγαλύτερες ταχύτητες και επιταχύνσεις αλλά με ακόμα πιο μειωμένη ικανότητα ευελιξίας. Η κυματοειδής κίνηση ξεκινάει από το μίσχο του ουραίου πτερυγίου. (Helfman 2009)

- **Anguilliform** : Κατά τη χελοειδή κίνηση όλο το σώμα ταλαντώνεται και τα μονά πτερύγια ενώνονται για να σχηματίσουν ένα συνεχές ραχιαίο-ουραίο-εδρικό πτερύγιο που ταλαντώνεται μαζί με τον κορμό. Εκτός από τα χέλια και ψάρια με ανάλογη δομή όπως οι σμέρνες, οι δίπνευστοι και τα πετρόμυζον, χελοειδή κίνηση συναντάμε και σε κάποιους ελασμοβράγχιους και τελεόστεους, όπως για παράδειγμα οι βακαλάοι (Gadidae), ιδιαίτερα όταν κινούνται αργά. (Helfman 2009)
- **Amiiform** : Τα είδη με αυτόν τον τύπο κίνησης εκτελούν κυματοειδείς κινήσεις του συνήθως μακρού ραχιαίου πτερυγίου τους. Κατά την κολύμβησή τους το σώμα παραμένει σε ευθεία στάση. (Helfman 2009)
- **Labriform** : Τα είδη που χρησιμοποιούν το συγκεκριμένο τύπο κινούν τα θωρακικά τους πτερύγια σπρώχνοντας προς τα πίσω με τα ανεπτυγμένα πτερύγια τους επαναλαμβάνοντας την ίδια κίνηση. (Helfman 2009)



Β'ΕΝΟΤΗΤΑ : ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Για να ξεκινήσουμε την έρευνά μας και να συλλέξουμε τα δείγματά μας ακολουθήσαμε τα παρακάτω βήματα . Αρχικά αποφασίσαμε ποιες θα είναι οι κατάλληλες περιοχές δειγματοληψίας και τα εργαλεία που ήταν απαραίτητα για τη συλλογή των δειγμάτων . Για αυτό το λόγο δημιουργήσαμε κάποια πρωτόκολλα έρευνας πεδίου τα οποία θα μας ήταν απαραίτητα για να συλλέξουμε τα δείγματα .Τέλος με διάφορες τεχνικές στα εργαστήρια και στατιστικές αναλύσεις προσδιορίσαμε τα αποτελέσματα που θέλαμε να επισημάνουμε . Πιο αναλυτικά :

ΒΗΜΑ 1.

▪ Περιοχές Δειγματοληψίας

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες σε τέσσερις διαφορετικές περιοχές του Αμβρακικού κόλπου (Πίνακας 6) :

Πίνακας 6 . περιοχές δειγματοληψίας στον Αμβρακικού κόλπο

ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ		
<u>ΣΤΑΘΜΟΣ</u>	<u>ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ</u>	
<i>Νεοχωρίου</i>	<i>18/05/2012</i>	<i>30/06/2012</i>
<i>Μάζωμα</i>	<i>29/03/2012</i>	
<i>Στρογγυλή</i>	<i>14/03/2012</i>	<i>04/04/2012</i>
<i>Κορωνησία</i>	<i>18/05/2012</i>	<i>30/06/2012</i>

ΒΗΜΑ 2.

▪ Πρωτόκολλα Έρευνας Πεδίου

Κατά τη διάρκεια της έρευνας χρησιμοποιήσαμε κάποια πρωτόκολλα έρευνας που ήταν απαραίτητα για τον καθορισμό και την συστηματοποίηση των παρατηρήσεων στο πεδίο δειγματοληψιών. Στα πρωτόκολλα πεδίου περιλαμβάνονταν όλες οι οδηγίες που χρειάζονταν για να διενεργήσουμε στην επιτόπια μελέτη όπως :

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΕΡΕΥΝΑΣ ΠΕΔΙΟΥ	
• Τοπωνύμιο :	_____
• Συντεταγμένες GPS :	_____
• Κωδικός Σταθμού :	_____
• Απόσταση από την πηγή (km) :	_____
• Γεωλογικός τύπος περιοχής :	_____
• Στρατηγική δειγματοληψίας (π.χ. τυχαία, χωροσυσσωρευτική, πλήρης κτλ.) :	_____
• Επιφάνεια δειγματοληψίας (m ²) :	_____
• Οξυγόνο (mg/l) :	_____
• Αγωγιμότητα (mS/cm) :	_____
• pH :	_____
• Φωσφορικά (mg/l) :	_____
• Νιτρικά (mg/l) :	_____

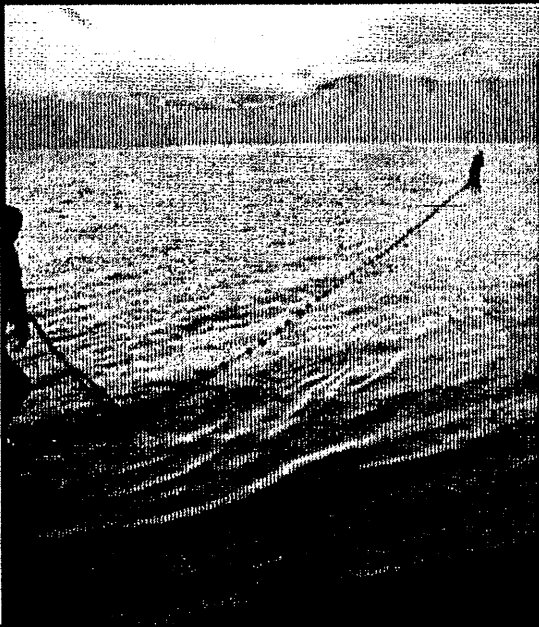
Εικόνα 5. Πρωτόκολλο έρευνας στο οποίο σημειώνουμε τη διαδικασία και όλες τις απαραίτητες σημειώσεις γύρω από τις δειγματοληψίες.

ΒΗΜΑ 3.

▪ Μέθοδος δειγματοληψίας

Οι δειγματοληψίες για τη συλλογή αντιπροσωπευτικών ατόμων ψαριών πραγματοποιήθηκε με διάφορους τρόπους (Πίνακας 7). Κάποιες φορές

Πίνακας 7. Συνοπτικές πληροφορίες για τα αλιευτικά εργαλεία των δειγματοληψιών

ΑΛΙΕΥΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ		
<u>Γρίπος</u>		• Μήκους 16m • Ύψους 1,4m • Ανοίγματος ματιού 2mm στο κέντρο και 4mm στα άκρα • Χωρίς σάκο • Επιφάνεια σάρωσης (640 m²) • 8-10 κάθετες σύρσεις του γρίπου προς την ακτή
<u>Απόχη</u>		• Δειγματοληψίες έγιναν και με την χρήση απόχης
<u>Δίχτυα</u>		• Με την βοήθεια ψαράδων της περιοχής • Δίχτυα ανοίγματος ματιού 6mm

χρησιμοποιήθηκε δίχτυ (γρίπος), σε περιοχές με ομαλό πυθμένα , καλύπτοντας μεγάλη έκταση ,το οποίο ανασύρθηκε με τα χέρια από την όχθη, με μέγιστο βάθος σύρσης να μην υπερβαίνει τα 1.30 μ. Η συμπεριφορά του εργαλείου θεωρείται ικανοποιητική καθώς ανασύρθηκαν σημαντικά και διαφορετικά είδη . Ακόμη πολλά δείγματα προήλθαν από τη συνεργασία μας με ψαράδες της εκάστοτε περιοχής οι οποίοι είτε μας έδιναν δείγματα τα οποία είχαν συλλέξει ,είτε βοηθώντας μας με τη χρήση βάρκας να προσεγγίσουμε δυσπρόσιτες περιοχές λιμνοθαλασσών με πλούσια υδρόβια βλάστηση (καλαμώνες) και με τη χρήση απόχης συλλέξαμε είδη που κρύβονταν στην υδρόβια βλάστηση τα οποία δεν θα μπορούσαμε να τα έχουμε στη διάθεση μας με άλλο τρόπο. Τα άτομα που συλλέγαμε κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών αποθηκεύονταν σε πλαστικά βάζα με διάλυμα φορμόλης για να διατηρούνται κατά τη μεταφορά τους στα εργαστήρια.

BHMA 4.

▪ Καταμέτρηση - Διαχωρισμός - Προσδιορισμός δειγμάτων ιχθύων

Αρχικά κάναμε μια καταμέτρηση των συνολικών δειγμάτων και έπειτα τα διαχωρίσαμε ανά σταθμό μελέτης . Για τον προσδιορισμό των ειδών κάναμε χρήση των ειδικών κλειδών (π.χ. Handbook of European Freshwater Fishes, Kottelat & Freyhof, 2007) . Έπειτα καταμετρήθηκε ο αριθμός των ατόμων ανά είδος για τον προσδιορισμό της αφθονίας. Στη συνέχεια καταγράφηκε το βάρος του κάθε ατόμου, με ζυγό ακριβείας Adventurer, και έγιναν και οι πρώτες μετρήσεις των μορφολογικών τους χαρακτηριστικών. Έπειτα τα άτομα φωτογραφήθηκαν σε λευκό φόντο με την ύπαρξη χάρακα (χρήση ως κλίμακα) με τη κεφαλή να έχει κατεύθυνση προς τα αριστερά ώστε να γίνει ακριβή μέτρηση του μήκους τους και η περαιτέρω μορφολογική ανάλυση των λειτουργικών χαρακτηριστικών τους μέσω του προγράμματος «Image Pro» . Οι μετρήσεις που έγιναν με την εφαρμογή του προγράμματος Image Pro μεταφέρθηκαν σε υπολογιστικό φύλλο του προγράμματος H/Y Microsoft Excel .

ΒΗΜΑ 5.

▪ Στατιστική Ανάλυση των δειγμάτων

Τέλος μέσω της χρήσης τεχνικών πολυπαραγοντικής ανάλυσης με τη βοήθεια των προγραμμάτων spss και past κάναμε στατιστική ανάλυση των δεδομένων των μετρήσεων των μορφομετρικών μας αναλύσεων για την εξεύρεση και την αποτύπωση τυχόν μορφολογικών διαφορών.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΣ ΚΑΙ ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ

▪ Μορφομετρία

Για να μπορέσουμε να ξεχωρίσουμε τις διάφορες ομάδες ενός πληθυσμού είναι αναγκαία η αναγνώριση ορισμένων διακριτών χαρακτηριστικών, που έχουν τα άτομα της κάθε ομάδας. Τα χαρακτηριστικά αυτά θα πρέπει να μεταβάλλονται από περιοχή σε περιοχή, αλλά να είναι ίδια στην ίδια ομάδα ή σε κάθε περιοχή παρουσιάζοντας έτσι μία πλαστικότητα. Τέτοια είναι τα μορφομετρικά και μεριστικά χαρακτηριστικά τα οποία είναι φαινοτυπικά χαρακτηριστικά τα οποία δεν βρίσκονται μόνο κάτω από την επίδραση του γενότυπου (DNA) αλλά κάτω από την επίδραση του περιβάλλοντος. Η εμφάνιση φαινοτυπικών χαρακτηριστικών μπορεί να είναι αποτέλεσμα της έκφρασης γονιδίων σε συνάρτηση με το περιβάλλον, αλλά και σε συνδυασμό με ολόκληρο τον υπόλοιπο γενότυπο. Διαφορές αυτών των χαρακτηριστικών, αντικατοπτρίζονται στην ικανότητα επιβίωσης των ατόμων, με αποτέλεσμα την διαφορική αναπαραγωγή γονοτύπων προσαρμοστικά επιτυχημένων. Παρόλο που δεν γνωρίζουμε επακριβώς την δυνατότητα κληρονομής τέτοιων γονιδίων ή πιθανές γενετικές συσχετίσεις μεταξύ τους ή με άλλα γονίδια, είμαστε σε θέση να διακρίνουμε διαφορές στα χαρακτηριστικά αυτά, ικανές για να προσδιορίσουμε ορισμένες διακριτές ομάδες. Η χρήση της μεθόδου ανάλυσης των μορφομετρικών και μεριστικών χαρακτήρων είναι κατάλληλη για περιπτώσεις ανίχνευσης αλιευτικών διαχειριστικών αποθεμάτων, καθώς οι μορφομετρικοί και μεριστικοί χαρακτήρες είναι μερικώς μόνο καθορισμένοι γενετικά και βρίσκονται καθαρά κάτω από την επίδραση της φυσικής επιλογής. (Βιδάλης & Κατσέλης 2001)

▪ **Διαδικασία και στάδια ταξινόμησης των ειδών σε λειτουργικές ομάδες :**

Τα οικομορφολογικά χαρακτηριστικά έχουν χρησιμοποιηθεί εδώ και αρκετές δεκαετίες για να αξιολογήσουν ένα οικοσύστημα και εν συνεχεία να βρεθούν :

- (i) Διαπεριφερειακές συγκλίσεις (Winemiller 1991, Boyle και Horn 2006),
- (ii) οι συμβολικοί κανόνες που διέπουν τις κοινότητες των ψαριών (Bellwood et al. 2002, Mason et al . 2008) και
- (iii) πιθανές σχέσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών των ψαριών και του περιβάλλοντος (Wainwright et al. 2002)

Αυτά τα χαρακτηριστικά σχετίστηκαν με τα λειτουργικά χαρακτηριστικά καθώς περιγράφουν πώς οι βασικές λειτουργίες επιτελούνται από τα ψάρια. Για παράδειγμα, ο λόγος του μήκους του εντέρου προς το μήκος υποδεικνύει μια τροφική κατάσταση των ιχθύων (Kramer and Bryant 1995) .

Αξιολογήσαμε την λειτουργική ποικιλότητα στις κοινότητες των ψαριών για μια βασική λειτουργία : **τη μετακίνηση στο νερό (locomotion)** . Δεδομένου ότι αυτή η λειτουργία είναι πολύπλοκη διεργασία δεν μπορεί να περιγραφεί χρησιμοποιώντας μόνο ένα χαρακτηριστικό (Dumay et al. 2004 , Mason et al. 2007) . Για παράδειγμα, η κολυμβητική ικανότητα συνδυάζει διάφορες λειτουργίες όπως η ταχύτητα, η αντοχή και την ικανότητα ελιγμών (Webb 1984) και ως εκ τούτου δεν μπορεί να συνοψισθεί χρησιμοποιώντας μόνο ένα λειτουργικό χαρακτηριστικό.

Ένα από τα πρώτα βήματα για να εκτιμηθεί η λειτουργική ποικιλότητα συνίσταται στην ταξινόμηση των ειδών βάσει των λειτουργικών ομοιοτήτων (Tilman et al., 1997; Díaz & Cabido, 2001; Dumay et al., 2004). Σύμφωνα με τον Fonseca & Ganade (2001), η διαδικασία ταξινόμησης των ειδών σε λειτουργικές ομάδες, έχει κάποια στάδια :

- Τον προσδιορισμό των κριτηρίων ταξινόμησης, σε αυτή την περίπτωση μια ομάδα ειδών με ομοιότητες στην κίνησή τους στο νερό και στα ενδιαίτηματα.
- Την επιλογή βασικής λειτουργίας, σε αυτήν την περίπτωση ,κίνηση στο νερό (locomotion).
- Την επιλογή των κατάλληλων λειτουργικών χαρακτηριστικών τα οποία περιγράφουν τη βασική λειτουργία (κίνηση στο νερό), σε αυτήν την περίπτωση

προέκυψαν 12 μορφομετρικές μετρήσεις εκ των οποίων προέκυψαν 9 λειτουργικά χαρακτηριστικά (Villéger et al., 2010).

- Την κατασκευή πινάκων με τα είδη και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά και εφαρμογή της κατάλληλης μεθόδου πολυμεταβλητών για τη δημιουργία λειτουργικών ομάδων (functional groups).

Παρ' όλα αυτά είναι απαραίτητο να αναζητηθούν περαιτέρω βιολογικές πληροφορίες για τις λειτουργικές ομάδες (Dumay et al.2004).

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΚΙΝΗΣΗΣ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ

Μορφολογικά χαρακτηριστικά κίνησης

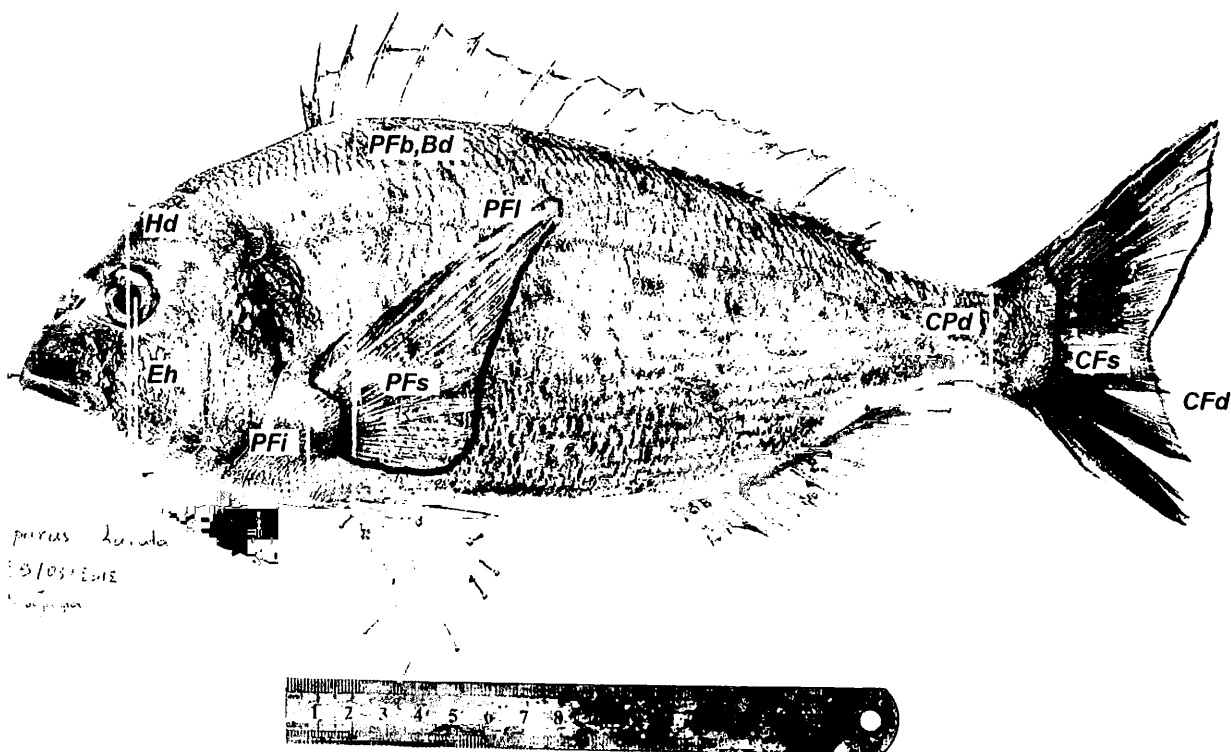
Για τη κίνηση των ιχθύων (locomotion) χρησιμοποιήθηκαν **12** μορφολογικά χαρακτηριστικά (Eh,Hd,Bd,Bw,PFi,PFb,PFI,PFs,CFd,CPd,CFs) εκ των οποίων προέκυψαν και υπολογίσθηκαν **9** τύποι (eye position, body transversal shape,body transversal surface, pectoral fin position, aspect ratio of the pectoral fin, caudal peduncle throttling, aspect ratio of the caudal fin, fins surface ratio, fins surface to body size ratio) οι οποίοι υποδηλώνουν κάποια λειτουργικά χαρακτηριστικά τα οποία είναι χρήσιμα για τον προσδιορισμό της θέσης, της υδροδυναμικής, της ευελιξίας, της προώθησης, της αντοχής, της επιτάχυνσης του ψαριού μέσα στο νερό (Πίνακας 8) .

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. Στη συνέχεια υπολογίστηκαν τα παρακάτω λειτουργικά χαρακτηριστικά .

▪ **Απεικόνιση μορφολογικών αποστάσεων**

Τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά που επιλέχθηκαν είναι αποστάσεις μεταξύ σημείων (landmarks) (εικόνα 6).

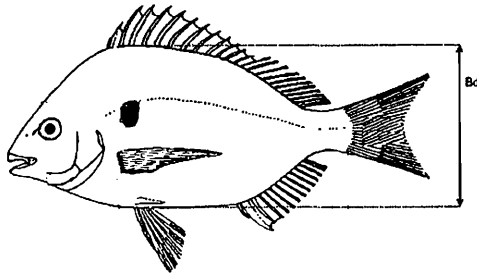
- **Bl** τυπικό μήκος σώματος
- **Bd** πλάτος σώματος
- **PFb** απόσταση του σώματος που διέρχεται από το σημείο που εκφύεται το θωρακικό πτερύγιο
- **CPd** ελάχιστο ύψος μίσχου της ουράς
- **CFd** μήκος ουραίου πτερύγιου
- **CFs** εμβαδόν επιφάνειας ουραίου πτερυγίου
- **PFI** μήκος θωρακικού πτερυγίου
- **PFi** μήκος από το πάνω μέρος θωρακικού πτερυγίου έως το τέλος του σώματος
- **PFs** εμβαδόν θωρακικού πτερυγίου
- **Hd** ύψος της κεφαλής κατά μήκος του κατακόρυφου άξονα του οφθαλμού
- **Eh** απόσταση μεταξύ του κέντρου του ματιού προς στο κάτω μέρος της κεφαλής
- **Bw** πάχος του σώματος



Εικόνα 6. Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά κίνησης (locomotion) που μετρήθηκαν στα άτομα των ψαριών που χρησιμοποιήθηκαν σε τύπους βλεπε (πίνακας 7) για τις αναλύσεις του λειτουργικού χαρακτηρισμού των ειδών.

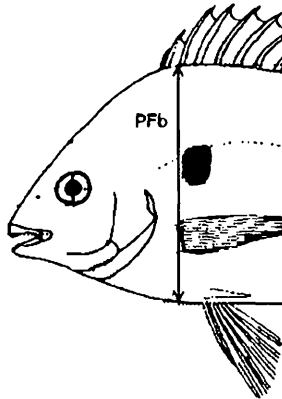
▪ Τμηματική σχηματική απεικόνιση των χαρακτηριστικών μελέτης :

- **Bd** : πλάτος σώματος



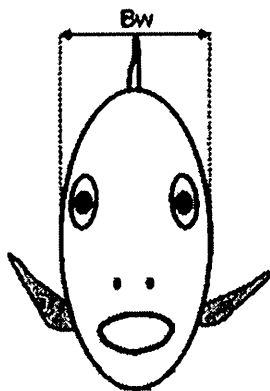
Εικόνα 7 (τροποποιημένο σκίτσο από Villéger et al. 2010)

- **PFb** : απόσταση του σώματος που διέρχεται από το σημείο που εκφύεται το θωρακικό πτερύγιο



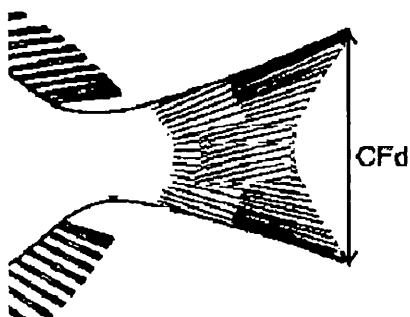
Εικόνα 8 (τροποποιημένο σκίτσο από Villéger et al. 2010)

- **Bw** : το πλάτος του σώματος



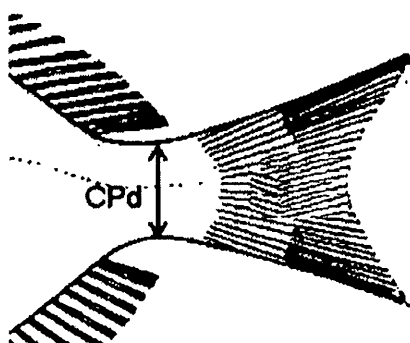
Εικόνα 9 (τροποποιημένο σκίτσο από Villéger et al. 2010)

- **CFd**: μήκος ουραίου πτερύγιου



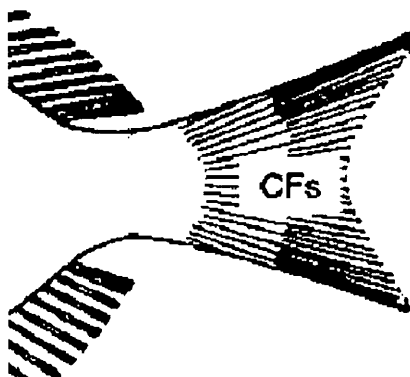
Εικόνα 10 (τροποποιημένο σκίτσο από Villéger et al. 2010)

- **CPd** : ελάχιστο ύψος μίσχου της ουράς



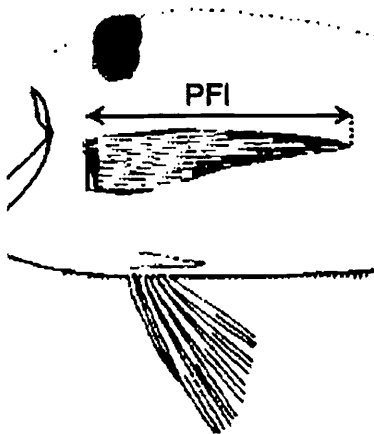
Εικόνα 11 (τροποποιημένο σκίτσο από Villéger et al. 2010)

- **CFs** : εμβαδόν επιφάνειας ουραίου πτερυγίου



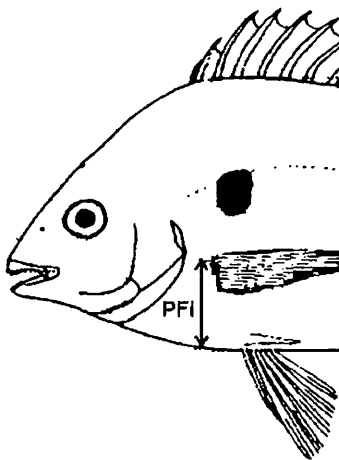
Εικόνα 12 (τροποποιημένο σκίτσο από Villéger et al. 2010)

- **PFI** : μήκος θωρακικού πτερυγίου



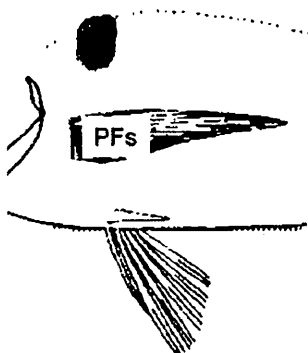
Εικόνα 13 (τροποποιημένο σκίτσο από Villéger et al. 2010)

- **PFi** : μήκος από το πάνω μέρος θωρακικού πτερυγίου έως το τέλος του σώματος



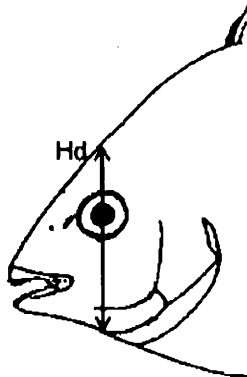
Εικόνα 1 (τροποποιημένο σκίτσο από Villéger et al. 2010)

- **PFS** : εμβαδόν θωρακικού πτερυγίου



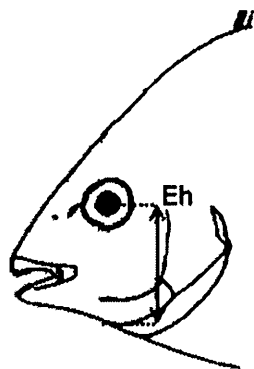
Εικόνα 25 (τροποποιημένο σκίτσο από Villéger et al. 2010)

- Hd : ύψος της κεφαλής κατά μήκος του κατακόρυφου άξονα του οφθαλμού



Εικόνα 16 (τροποποιημένο σκίτσο από Villéger et al. 2010)

- Eh : απόσταση μεταξύ του κέντρου του ματιού προς στο κάτω μέρος της κεφαλής



Εικόνα 17 (τροποποιημένο σκίτσο από Villéger et al. 2010)

Πίνακας 8. Πίνακας με τα 9 μορφολογικά χαρακτηριστικά, την κωδική ονομασία, την μέθοδο υπολογισμού που περιγράφουν τις λειτουργίες της μετακίνησης των ψαριών στο υδάτινο περιβάλλον. (τροποποιημένο από Villéger et al. 2010)

LOCOMOTION - ΚΙΝΗΣΗ			
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ (CODE)	ΤΥΠΟΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ (FUNCTION)
Eye position	Eps	$\frac{Eh}{Hd}$	Σχετίζεται με την θέση του ψαριού στο νερό (Gatz 1979)
Body transversal shape	Bsh	$\frac{Bd}{Bw}$	Σχετίζεται με την θέση και την υδροδυναμική (Sibbing and Nagelkerke 2001)
Body transversal surface	Bsf	$\frac{\ln\left(\left(\frac{\pi}{4} \times Bw \times Bd\right) + 1\right)}{\ln(Mass + 1)}$	Σχετίζεται με την κατανομή της μάζας κατά μήκος του σώματος και υδροδυναμισμού
Pectoral fin position	PFps	$\frac{PFi}{PFb}$	Σχετίζεται με την ευελιξία και τη θέση στο νερό (Dumay et al. 2004)
Aspect ratio of the pectoral fin	PFar	$\frac{PFl^2}{PFs}$	Σχετίζεται με την προώθηση και την ευελιξία (adapted from Fulton et al. 2001)
Caudal peduncle throttling	Cpt	$\frac{CFd}{CPd}$	Σχετίζεται με την αντοχή στην κολύμβηση (Webb 1984)
Aspect ratio of the caudal fin	CFar	$\frac{CFd}{CFs}$	Σχετίζεται με αντοχή, επιτάχυνση και ευελιξία (Webb 1984)
Fins surface ratio	Frt	$\frac{2 \times PFs}{CFs}$	Σχέση με το είδος κολύμβησης (θωρακικό ή ουραίο πτερύγιο πρόωσης)
Fins surface to body size ratio	Fsf	$\frac{(2 \times PFs) + CFs}{\frac{\pi}{4} \times Bw \times Bd}$	Σχετίζεται με την αντοχή, την επιτάχυνση ή / και την ευελιξία

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

▪ Ανάλυση κύριων συνιστωσών και τεχνικές ομαδοποίησης

Για την εύρεση των μορφολογικών διαφορών μεταξύ των πληθυσμών και του τρόπου με τον οποίο αυτοί διαχωρίζονται με βάση αυτές, χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές πολυπαραγοντικής ανάλυσης, όπως η ανάλυση κυρίων παραγόντων (μέθοδος των κυρίων συνιστωσών) Principal Component Analysis (PCA) , η ανάλυση διαχωρισμού Discriminant Function Analysis (DFA) και η Ανάλυση σε Συστάδες (Cluster Analysis) . Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το στατιστικό υπολογιστικό πρόγραμμα *Spss* και το στατιστικό πρόγραμμα **Past 3 for Windows**.

▪ PCA

Η στατιστική μέθοδος PCA (Principal Components Analysis), βασισμένη στον πίνακα διασποράς (covariance matrix) ήταν χρήσιμη για να απεικονισθούν και να εντοπισθούν τα σημαντικότερα μορφολογικά χαρακτηριστικά των ειδών που συμβάλουν στον πιθανό διαχωρισμό βάσει της λειτουργίας πρόσληψης της τροφής τους. (πίνακας 22)

Η μέθοδος των κυρίων συνιστωσών (Principal Components Analysis – PCA) είναι μια στατιστική μέθοδος η οποία έχει σκοπό να δημιουργήσει γραμμικούς συνδυασμούς των αρχικών μεταβλητών έτσι ώστε οι γραμμικοί αυτοί συνδυασμοί να είναι ασυσχέτιστοι μεταξύ τους αλλά να περιέχουν όσο γίνεται μεγαλύτερο μέρος της διακύμανσης των αρχικών μεταβλητών. Το κέρδος από μια τέτοια διαδικασία είναι πως:

- Από ένα σύνολο συσχετισμένων μεταβλητών καταλήγουμε σε ένα σύνολο ασυσχέτιστων μεταβλητών, κάτι το οποίο για ορισμένες στατιστικές μεθόδους είναι περισσότερο χρήσιμο
- Αν οι κύριες συνιστώσες που θα προκύψουν μπορούν να ερμηνεύσουν ένα μεγάλο ποσοστό της διακύμανσης τότε αυτό σημαίνει πως αντί να έχουμε p μεταβλητές όπως είχαμε αρχικά, έχουμε λιγότερες, με κόστος βέβαια ότι χάνουμε κάποιο (ελπίζουμε μικρό) ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας.
- Ένα άλλο μεγάλο πλεονέκτημα είναι πως με τη μέθοδο των κυρίων συνιστωσών μπορούν να εξεταστούν οι συσχετίσεις ανάμεσα στις μεταβλητές

και να διαπιστωθούν πόσο οι μεταβλητές μοιάζουν ή όχι ομαδοποιώντας τις σε συνιστώσες.

▪ DFA

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. (πίνακας 17,18,19)

▪ CLUSTER ANALYSIS

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 Ward's method με βάση την Ευκλίδεια 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. (πίνακας 20)

▪ **ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ:**

Για να επιτραπεί η σύγκριση μεταξύ των πληθυσμών πρέπει να μετασχηματιστούν οι ακατέργαστοι χαρακτήρες. Για να ελαχιστοποιήσουμε τις αποκλίσεις από την κανονικότητα και τις διαστρεβλωτικές επιπτώσεις που προκαλούνται από σχέσεις μεγέθους - σχήματος (allometric) ,μετασχηματίσαμε τους μορφομετρικούς χαρακτήρες με λογαρίθμηση. Στη συνέχεια ακολουθεί διόρθωση τιμών, δηλαδή ο μετασχηματισμός των απόλυτων μετρήσεων σε μεταβλητές ανεξάρτητες από το μέγεθος ως εξής: $X = X_i * (StL_{aver} / StL_i)^a$, όπου X είναι η τροποποιημένη μορφομετρική τιμή, X_i η αρχική μη-τροποποιημένη μορφή, StL_{aver} η μέση τιμή του StL (σταθερό μήκος ψαριού) όλων των ατόμων του προς εξέταση πληθυσμού, StL_i η εκάστοτε τιμή του StL και a η σταθερά στην εξίσωση παλινδρόμησης της μη-διορθωμένης τιμής ως προς το StL .

▪ **ΒΗΜΑΤΑ PCA (Past 3 for Windows) (εικόνες 18)**

The screenshot shows the PAST 3 software interface. The 'Multivariate' menu is open, displaying options for Ordination, Clustering, Tests, Calibration, Similarity and distance indices, and Genetic sequence stats. The 'Principal components (PCA)' option is selected, showing a sub-menu with Principal coordinates (PCoA), Non-metric MDS, Correspondence (CA), Detrended correspondence (DCA), Canonical correspondence (CCA), Seriation, Discriminant analysis (LDA), and Partial Least Squares (PLS).

The background shows a data table with species names in the first column and numerical data in subsequent columns. The species names include Lramada, Lsalien, Aboyeri, Dvulgaris, Gniger, Ptentacularis, Saurata, Scinereus, Zophioceph, Laurata, Scalpa, Bbelone, Mbarbatus, Aanguilla, Gholbrook, and 16.

Below the main interface, a detailed view of the PCA results is shown. The 'Summary' tab is selected, displaying a table of Principal Components (PC) with their corresponding Eigenvalues and % variance.

PC	Eigenvalue	% variance
1	92.5063	99.81
2	0.106779	0.11521
3	0.0475401	0.051294
4	0.0122665	0.013235
5	0.00521451	0.0056263
6	0.00246725	0.0026621
7	0.00089386	0.0009644
8	0.0005803	0.0006261
9	7.76492E-0	8.378E-05

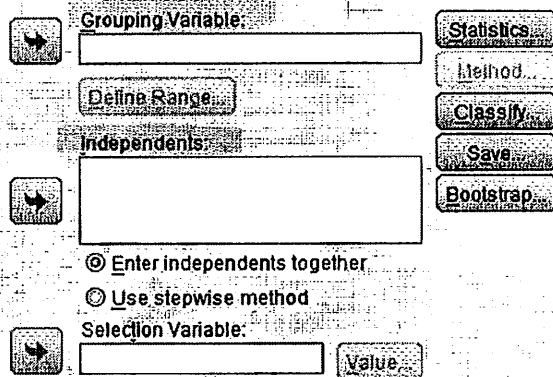
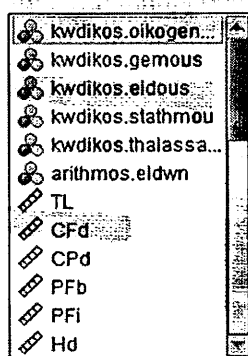
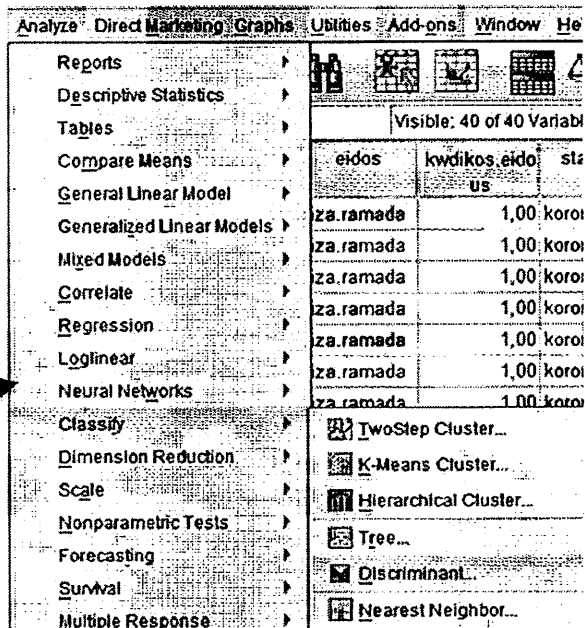
On the right side of the results window, there are settings for the Matrix (Correlation, Variance-covariance, Correlation), Missing values (Mean value imputation), Bootstrap N (0), and a Recompute button.

Εικόνα 18. Βήματα της PCA στο πρόγραμμα Past 3

■ **BHMATA DFA (SPSS) (εικόνα 19)**

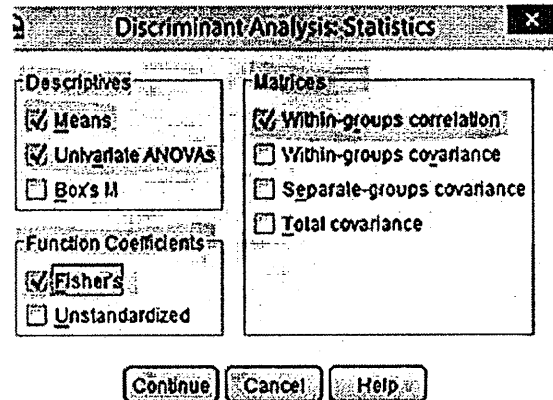
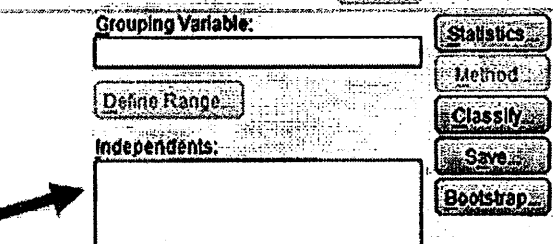
Βήμα 1

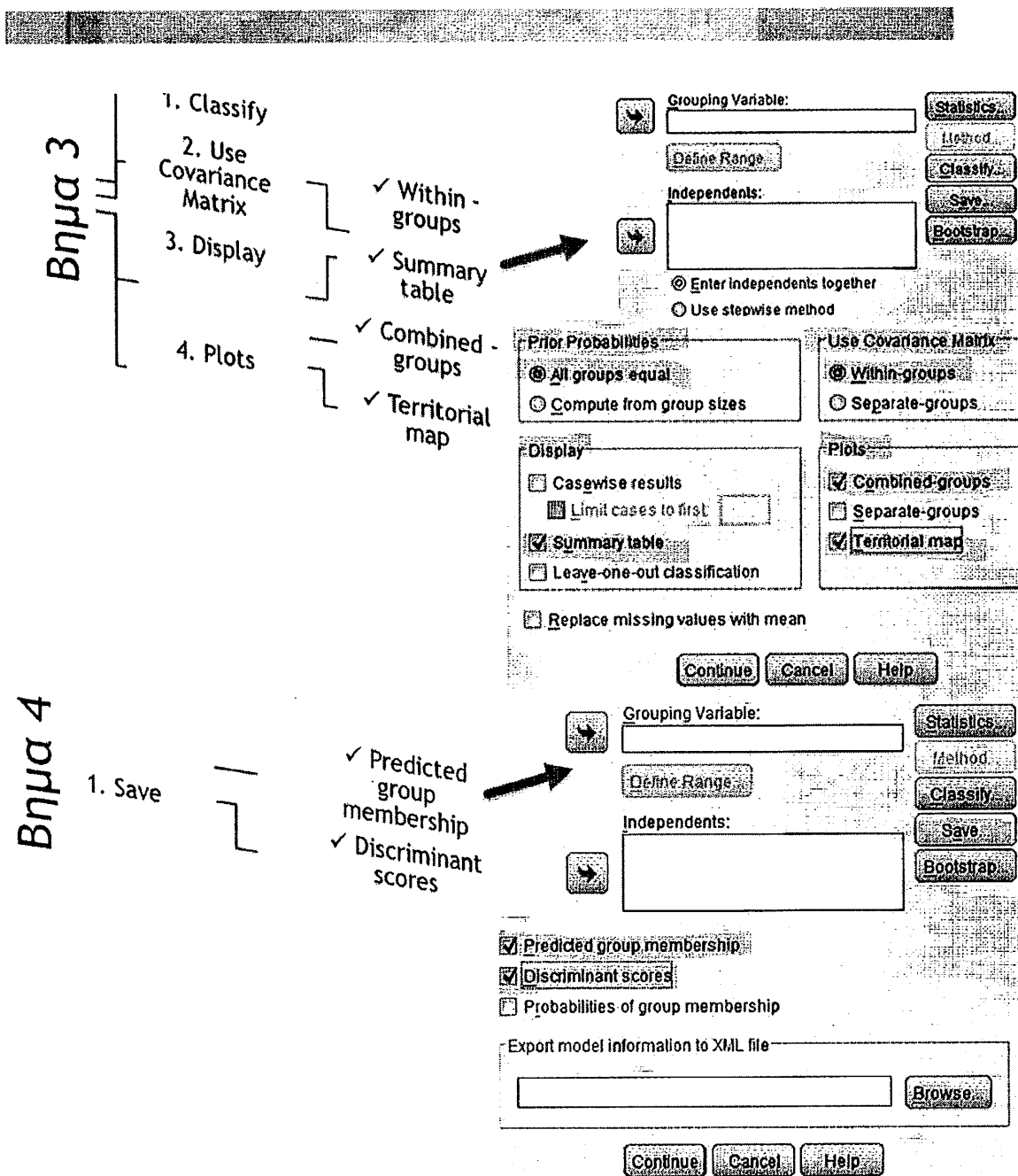
- 1. Analyze
- 2. Classify
- 3. Discriminant
- 4. Grouping Variables & Independents (εισάγουμε τις μεταβλητές μας)



Βήμα 2

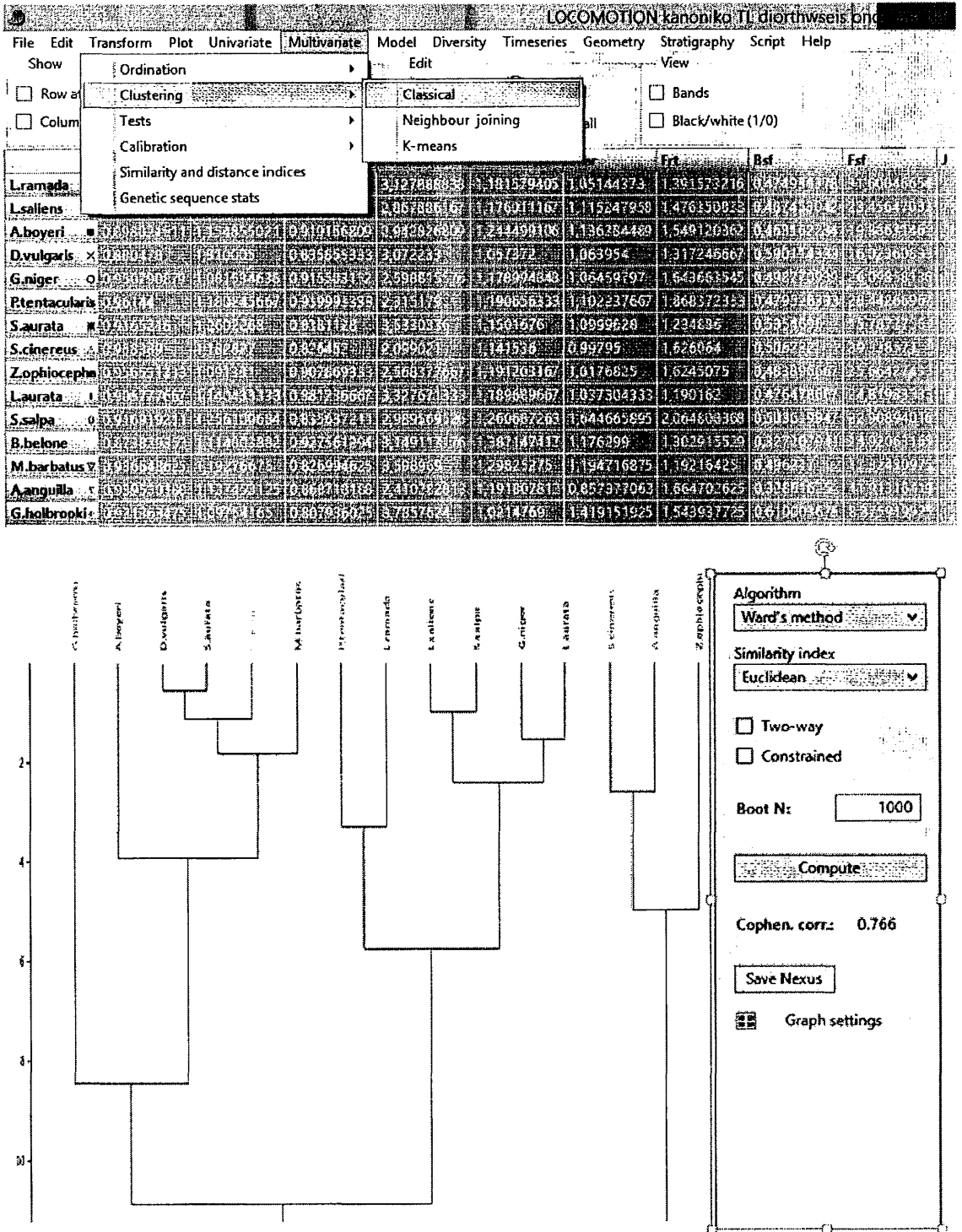
- 1. Statistics
- 2. Descriptives
 - ✓ Means
 - ✓ Univariate ANOVAs
- 3. Matrices
 - ✓ Within-groups correlation
- 4. Function coefficients
 - ✓ Fisher's





Εικόνα 19. Βήματα της πολυπαραγοντικής ανάλυσης DFA στο πρόγραμμα Spss

■ **BHMATA CLUSTERING (PAST) (εικόνα 20)**



Εικόνα 20. Βήματα της Cluster ανάλυσης στο πρόγραμμα Past 3

Η πρώτη συνιστώσα PC1 αποτέλεσε το **37,86%** της ολικής διακύμανσης. Ερμηνεύεται από τέσσερα βασικά λειτουργικά χαρακτηριστικά (pectoral fin position, aspect ratio of the pectoral fin, body transversal surface, fin surface to body size ratio) που σχετίζονται με τις εξής λειτουργίες (Πίνακας 11) :

A) με την ευελιξία και τη θέση του ιχθύος στο νερό (PFi, PFb) pectoral fin position (PFps)

B) με την προώθηση και την ευελιξία του ιχθύος στο νερό (PFI, PFs) aspect ratio of the pectoral fin (PFar)

Γ) σχετίζεται με την κατανομή της μάζας κατά μήκος του σώματος και την υδροδυναμική (Bw, Bd, mass) body transversal surface. (Bsf)

Δ) σχετίζεται με την αντοχή, την επιτάχυνση ή / και την ευελιξία fin surface to body size ratio (PFs, CFs, Bd, Bw). (Fsf)

Η δεύτερη συνιστώσα PC2 αποτέλεσε το **23,22%** της ολικής διακύμανσης. Ερμηνεύεται κυρίως από δύο βασικά λειτουργικά χαρακτηριστικά (eye position, caudal peduncle throttling) που σχετίζονται με τις εξής λειτουργίες (Πίνακας 12):

A) σχετίζεται με την θέση του ψαριού στο νερό (Eh, Hd) eye position (Eps)

B) σχετίζεται με την αντοχή στην κολύμβηση (CFd, CPd) caudal peduncle throttling (CPt)

Η τρίτη συνιστώσα PC3 αποτέλεσε το **15,36%** της ολικής διακύμανσης. Ερμηνεύεται κυρίως από (aspect ratio of the caudal fin, fins surface ratio) που σχετίζονται με τις εξής λειτουργίες (Πίνακας 13):

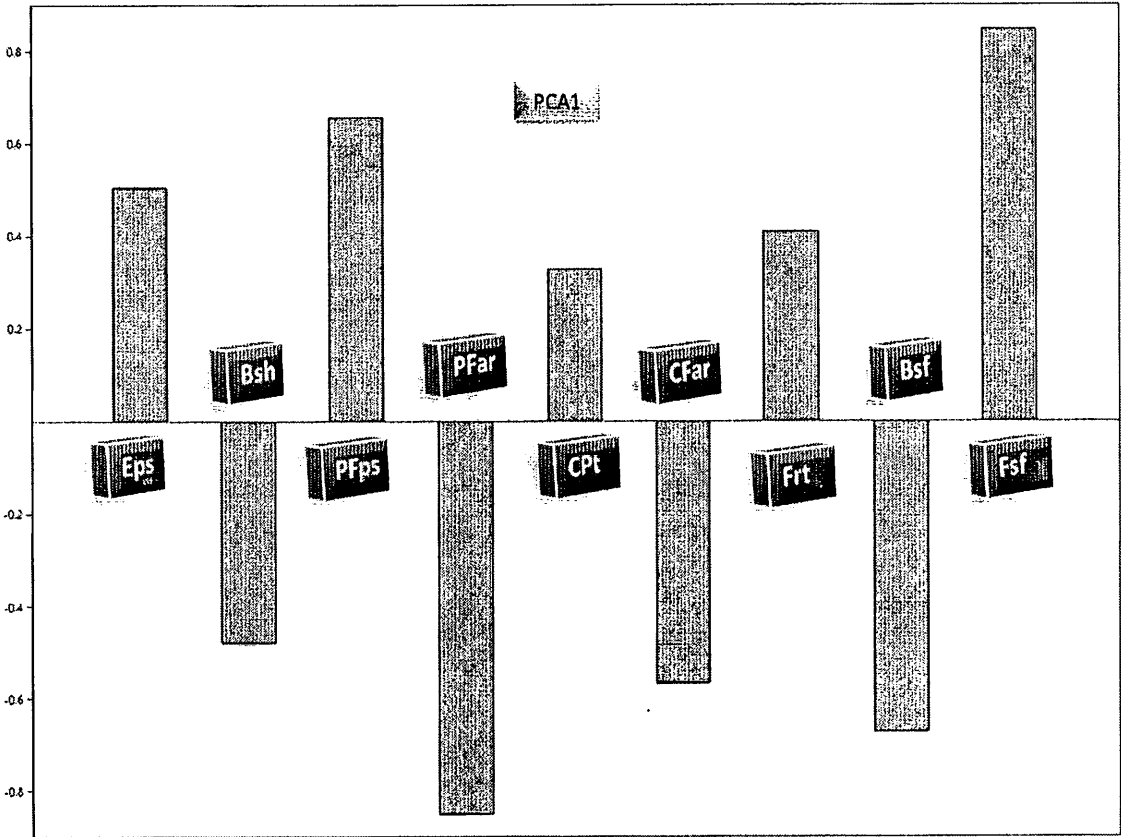
A) σχετίζεται με την αντοχή, επιτάχυνση και ευελιξία (CFd, CFs) aspect ratio of the caudal fin (CFar)

B) σχετίζεται με το είδος κολύμβησης (υπεύθυνο πτερύγιο πρόωσης, θωρακικό ή ουραίο),(PFs, CFs) fins surface ratio (Frt)

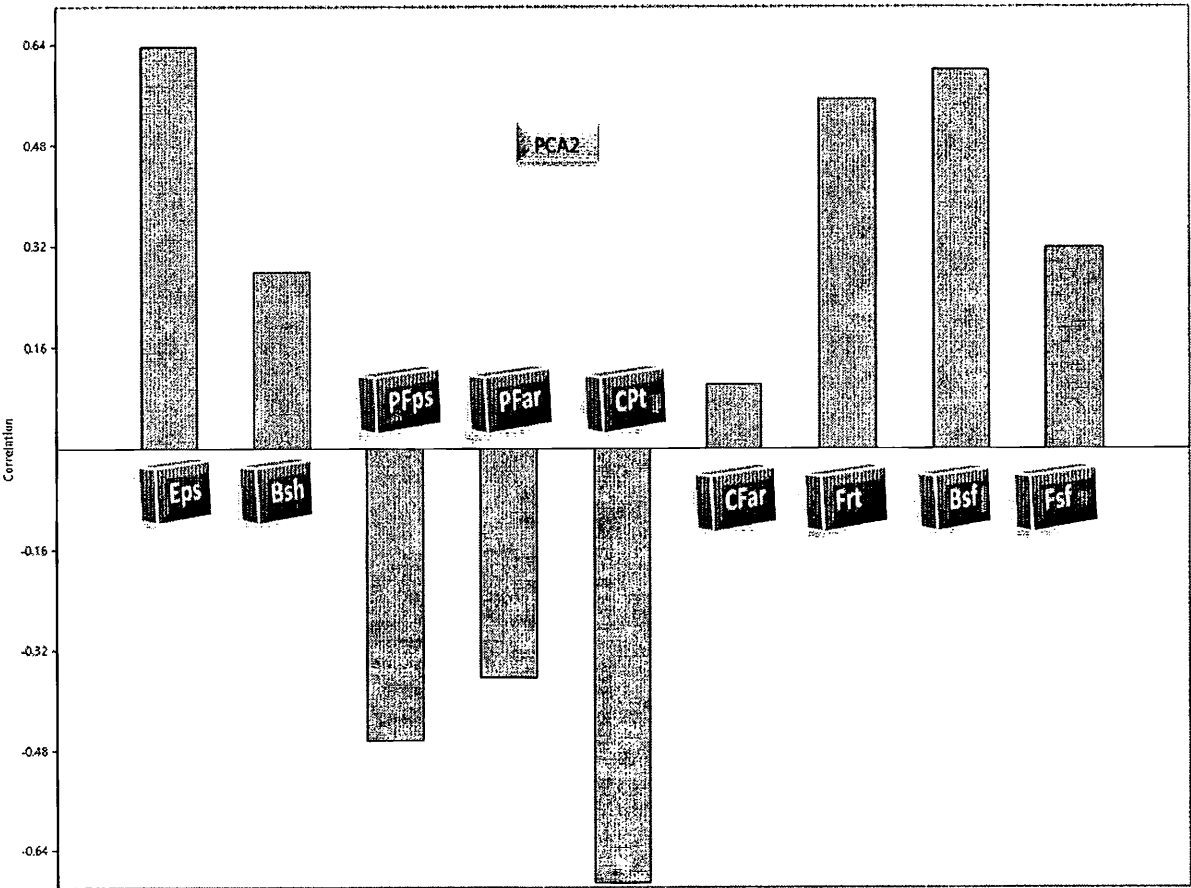
Στα αποτελέσματα μας χρησιμοποιήσαμε τις δυο πρώτες pca (**Pc1, Pc2**) καθώς παρουσίαζαν και ερμήνευαν το μεγαλύτερο ποσοστό της ολικής διακύμανσης.



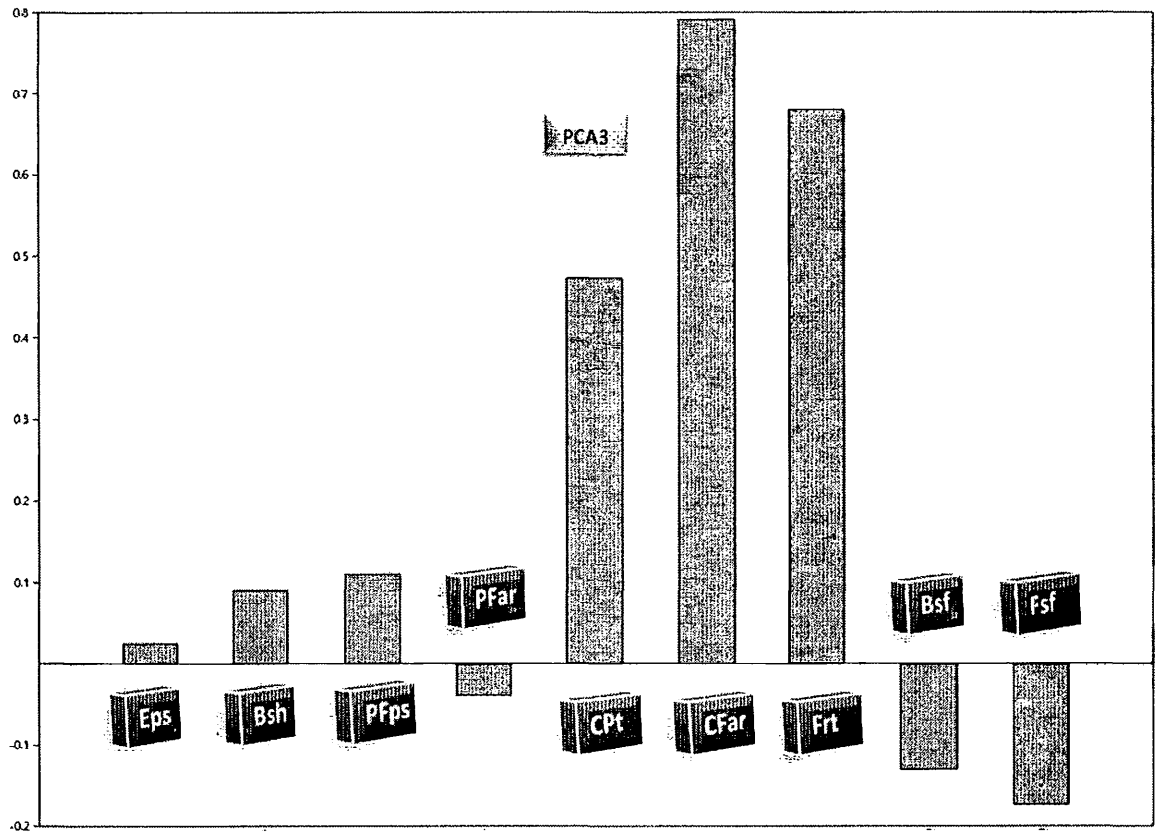
Πίνακας 11. Διαγραμματική απεικόνιση των Loading plots PC1 (Σημαντικότητα των μεταβλητών)



Πίνακας 12. Διαγραμματική απεικόνιση των Loading plots PC2 (Σημαντικότητα των μεταβλητών)



Πίνακας 13. Διαγραμματική απεικόνιση των Loading plots PC2 (Σημαντικότητα των μεταβλητών)



Από την πολυπαραγοντική ανάλυση της PCA και τα loading plots (Πίνακες 11,12,13) προκύπτει ότι το λειτουργικό χαρακτηριστικό Body Transversal shape (Bd, Bw) δεν έχει στατιστική σημαντικότητα σε καμία από τις τρεις πρώτες PCA. Αυτό σημαίνει ότι έχει την μικρότερη επίδραση όσο αφορά την μετακίνηση του ψαριού στο νερό.

Πίνακας 14. Οι μέσες τιμές για τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των ειδών

	Eps	Bsh	PFps	PFar	Cpt	CFar	Frt	Bsf	Fsf
Lramada	+ 0,900897757	1,10478073	0,886105162	3,127888838	1,181579405	1,05144373	1,391573216	0,474934378	31,60046654
Lsaliens	□ 0,887647917	1,127248208	0,893554375	2,667886167	1,176011167	1,115247958	1,476350833	0,487453042	23,45647033
A.boyeri	■ 0,898021511	1,154855021	0,910156809	2,942826809	1,244499106	1,136384489	1,549120362	0,463162234	19,8863146
D.vulgaris	× 0,880478	1,310005	0,835855333	3,072233	1,057372	1,063954	1,317246667	0,590114333	16,02360833
G.niger	○ 0,950790879	1,081534636	0,915503152	2,598815576	1,178994848	1,06459797	1,643663545	0,498770939	26,09858136
P.tentacularis	◇ 0,96144	1,180245667	0,939993333	2,315179	1,190656333	1,102237667	1,868372333	0,479528333	28,44266967
S.aurata	⊠ 0,9165218	1,2602268	0,8381128	3,5330336	1,1501676	1,0999628	1,234886	0,5354696	15,7873756
S.cinereus	Δ 0,958389	1,182827	0,826452	2,099021	1,141536	0,99795	1,626064	0,506722	39,338571
Zophiocephalus	- 0,956531333	1,091331	0,907869333	2,568377667	1,191203167	1,0176825	1,6245075	0,483896667	35,66427433
Laurata	□ 0,905777667	1,140433333	0,881236667	3,327671333	1,189689667	1,037304333	1,190162	0,476478667	24,81983533
S.salpa	□ 0,916919211	1,256106684	0,835637211	2,989569526	1,260687263	1,644665895	2,064808368	0,503619947	22,90894016
B.belone	- 0,873829353	1,114803882	0,927561294	3,149113176	1,387147412	1,176299	1,302915529	0,327207941	14,92063165
M.barbatus	▽ 0,936648625	1,19276675	0,826994625	3,598969	1,29825275	1,194716875	1,19216425	0,496217	17,32430975
A.anguilla	▽ 0,939530188	1,137453125	0,868718188	2,410282813	1,191807813	0,857377063	1,664702625	0,32861625	41,91316419
G.holbrooki	+ 0,921363475	1,09754165	0,807936025	3,7857624	1,0214769	1,419151925	1,543937725	0,610003675	8,375919925



Πίνακας 15. Loadings (Αποτελέσματα των μεταβλητών σε κάθε συνιστώσα)

	PC 1	PC 2	PC 3
Eps	0.50494	0.63713	0.025027
Bsh	-0.4793	0.27953	0.090623
PFps	0.65662	-0.46418	0.11057
PFar	-0.85091	-0.36413	-0.039146
CPT	0.32795	-0.69301	0.47314
CFar	-0.56736	0.10172	0.79148
Frt	0.40935	0.55353	0.68051
Bsf	-0.67297	0.60019	-0.13023
Fsf	0.84738	0.31806	-0.17399

Πίνακας 16. Τα αποτελέσματα της PCA για κάθε είδος

	PC 1	PC 2	PC 3
Lramada	0.37793	-0.68951	-0.77113
Lsaliens	-0.015947	-0.68338	-0.21332
Aboyeri	0.15945	-1.0813	0.50434
D.vulgaris	-2.597	0.83282	-1.2841
G.niger	1.4949	0.45375	0.0072072
Ptentacularis	2.0565	1.0947	0.89931
S.aurata	-2.1775	0.061564	-0.89292
S.cinereus	1.5151	2.2846	-0.70534
Zophiocepha	2.0896	0.66574	-0.27623
Laurata	-0.40956	-1.0841	-1.1282
S.salpa	-1.1197	1.2132	3.4595
B.belone	0.45844	-3.7916	0.96888
M.barbatus	-1.5221	-0.78888	-0.029838
A.anguilla	2.9216	0.20749	-0.66677
G.holbrookii	-3.2318	1.3049	0.12873

Πίνακας 17. Οι μέσες τιμές των ειδών για κάθε μορφολογικό χαρακτηριστικό

	CFd	CPd	PFI	Eh	PFL	CFs	PFs	Bw	PFb	Hd
Sarpa salpa	2,288064	1,815753	1,904199	1,827518	2,056737	1,471795	1,426773	1,816789	2,278402	1,991842
Parablennius tentacularis	2,096304	1,761738	2,033132	1,929553	2,029103	1,923544	1,804116	1,839001	2,163358	2,006286
Anguilla anguilla	2,08078	1,747167	2,07985	1,848038	2,205486	2,428007	2,027494	2,1054	2,394108	1,965887
Gobius niger	2,140852	1,814679	1,85964	1,803439	2,069765	2,015824	1,659334	1,877341	2,030446	1,897966
Symphodus cinereus	2,364176	2,071048	2,003061	2,034515	2,010703	2,369033	1,9261	2,049063	2,423687	2,12285
Zosterisessor ophiocephalus	2,307687	1,939878	1,98469	1,919463	2,156739	2,2925	1,904404	2,005718	2,181652	2,004724
Atherina boyeri	1,971611	1,581557	1,824228	1,657117	1,9707	1,738148	1,342723	1,737177	2,004292	1,844304
Gambusia holbrookii	1,398946	1,370132	1,355779	1,263997	1,693829	0,994244	0,768353	1,528489	1,676485	1,372283
Liza saliens	2,087704	1,778962	1,834543	1,574798	1,994134	1,89259	1,402798	1,822763	2,054491	1,772131
Liza ramada	2,290532	1,939347	1,963591	1,691108	2,16576	2,194298	1,549485	2,007417	2,21467	1,876399
Diplodus vulgaris	1,697247	1,605099	1,759801	1,654967	1,796112	1,595176	1,05158	1,610223	2,104579	1,879252
Belone belone	2,015508	1,452641	1,657705	1,53512	1,871807	1,719716	1,1278	1,60592	1,786642	1,756283
Sparus aurata	1,84914	1,609359	1,707576	1,746956	1,914856	1,682057	1,039454	1,616583	2,037004	1,90579
Mullus barbatus	2,162298	1,66568	1,668085	1,784292	1,968003	1,810394	1,080969	1,691538	2,016415	1,904694
Liza aurata	2,255963	1,898002	1,898376	1,686832	2,073243	2,174726	1,295035	1,889543	2,155305	1,862577

Αποτελέσματα της DFA

Η DFA έδειξε ότι υπάρχουν διαφορές μεταξύ των 15 ειδών βασισμένη στα μορφολογικά τους γνωρίσματα. Από την DFA ξεχωρίζουν οι δύο πρώτες συναρτήσεις ως στατιστικά σημαντικές οι **Function 1, Function 2**. Η πρώτη συνάρτηση διαχωρίζει τα είδη **Gh, Ss, Ls, Lr, La, Gn, Dv, Sa, Mb, Sc, Zo** που παρουσίασαν θετικές τιμές από τα είδη **Aa, Bb, Ab, Pt** που παρουσίασαν

Πίνακας 18. Αποτελέσματα της DFA

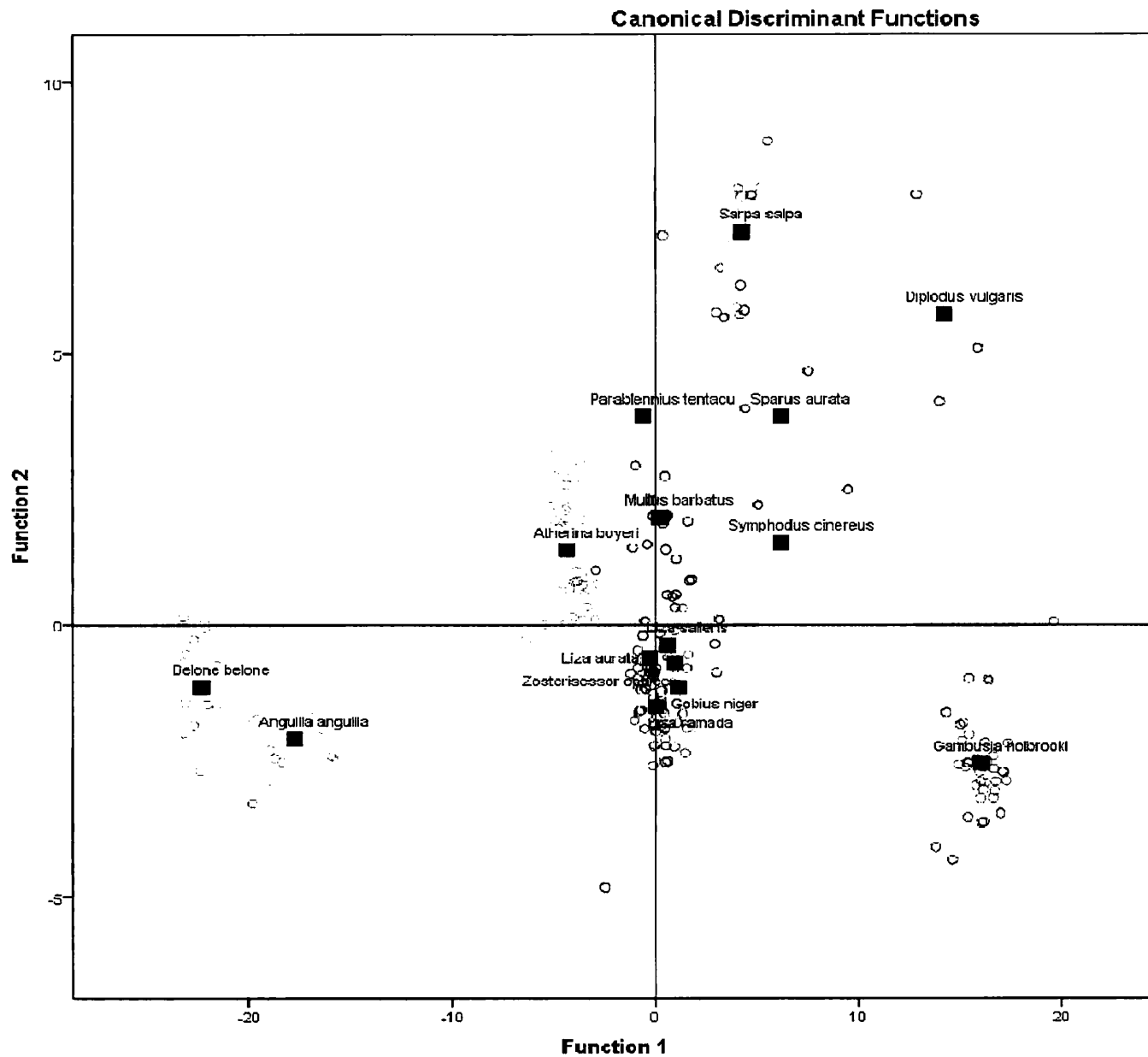
Eigenvalues				
Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	105,080 ^a	87,6	87,6	,995
2	7,383 ^a	6,2	93,7	,938
3	2,501 ^a	2,1	95,8	,845
4	2,121 ^a	1,8	97,6	,824
5	1,336 ^a	1,1	98,7	,756
6	,809 ^a	,7	99,3	,669
7	,519 ^a	,4	99,8	,585
8	,190 ^a	,2	99,9	,400
9	,077 ^a	,1	100,0	,268

a. First 9 canonical discriminant functions were used in the analysis.

Wilks' Lambda				
Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1 through 9	,000	2811,237	126	,000
2 through 9	,001	1649,853	104	,000
3 through 9	,011	1120,427	84	,000
4 through 9	,039	808,391	66	,000
5 through 9	,121	524,954	50	,000
6 through 9	,284	313,744	36	,000
7 through 9	,513	166,126	24	,000
8 through 9	,780	62,001	14	,000
9	,928	18,583	6	,005

αρνητικές τιμές. Η δεύτερη συνάρτηση διαχωρίζει τα είδη **S.s., D.v., S.a., P.t., M.b., A.b., S.c.** που παρουσιάζουν θετικές τιμές από τα είδη **B.b., A.a., L.a., L.s., L.r., Z.o., G.n., G.h.** που παρουσιάζουν αρνητικές τιμές (Πίνακας 18). Τα αποτελέσματα της DFA ήταν στατιστικά σημαντικά Wilk's $\lambda = 0,000$, d.f.=126, $P < 0,001$ για την 1η συνιστώσα Wilks' $\lambda = 0,001$, d.f. =104 $P < 0,001$ για την 2η συνιστώσα, και Wilks' $\lambda = 0,039$ (Πίνακας 18)

Πίνακας 19. Διαχωριστική ανάλυση των πληθυσμών των υπό εξέταση οικοσυστημάτων



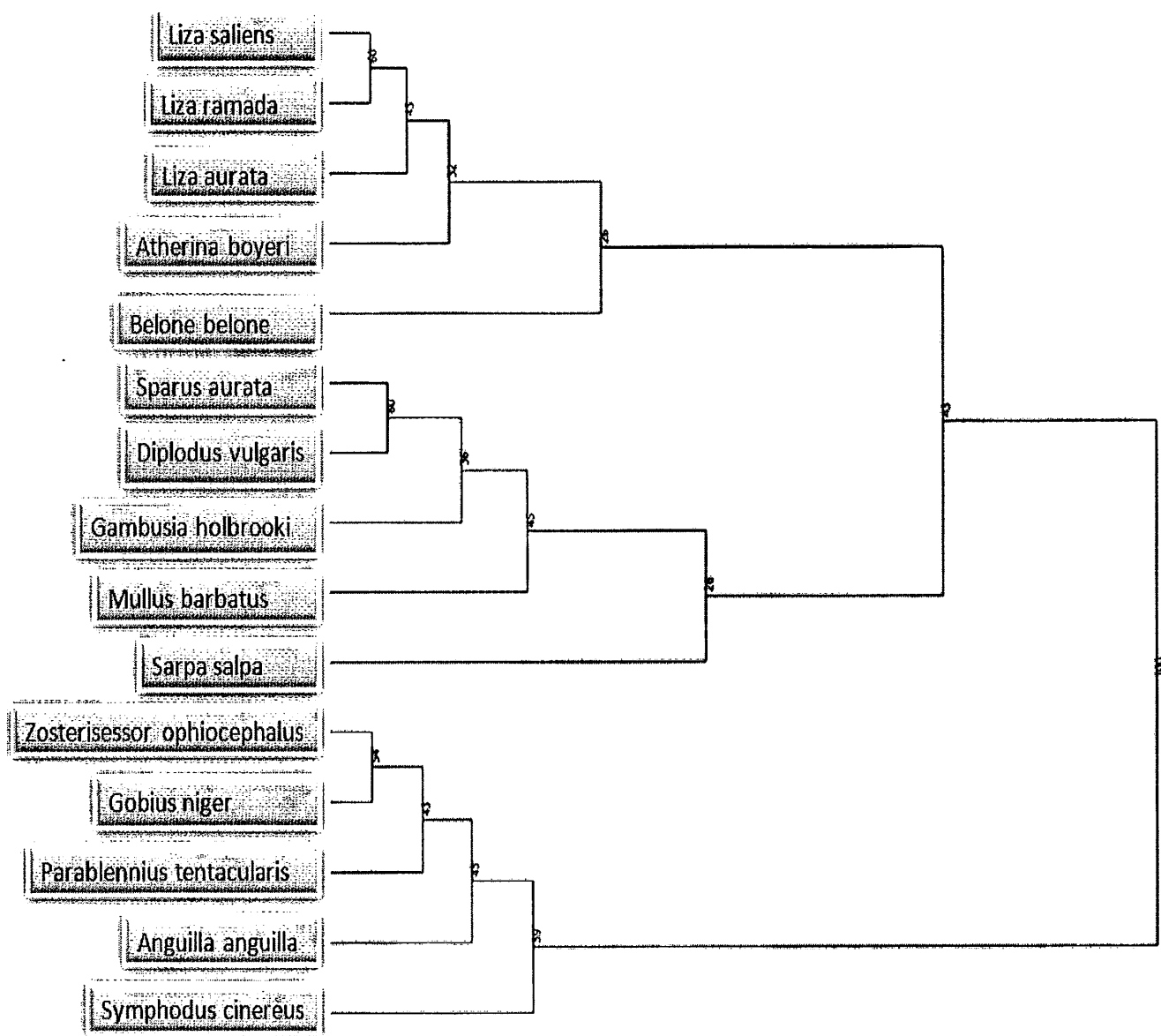
Πίνακας 20. Διαχωριστική ικανότητα της DFA 93,1 %

		ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΤΗΣ DFA															ΣΥΝΟΛΟ
		Liza ramada	Liza saliens	Atherina boyeri	Diplodus vulgaris	Gobius niger	Parablennius tentacularis	Sparus aurata	Symphodus cinereus	Zosterisessor ophicephalus	Liza aurata	Sarpa salpa	Belone belone	Mullus barbatus	Anguilla anguilla	Gambusia holbrooki	
Απόλυτες τιμές	Liza ramada	34	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	37
	Liza saliens	6	16	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
	Atherina boyeri	0	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
	Diplodus vulgaris	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	Gobius niger	0	0	0	0	32	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	33
	Parablennius tentacularis	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	Sparus aurata	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Symphodus cinereus	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	Zosterisessor ophicephalus	0	0	0	0	1	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	6
	Liza aurata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
	Sarpa salpa	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	15	0	0	0	0	19
	Belone belone	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	17
	Mullus barbatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	8
	Anguilla anguilla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	16
	Gambusia holbrooki	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	40
%	Liza ramada	91,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	Liza saliens	25,0	86,7	4,2	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	Atherina boyeri	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	Diplodus vulgaris	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	Gobius niger	0,0	0,0	0,0	0,0	97,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	Parablennius tentacularis	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	Sparus aurata	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	Symphodus cinereus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	Zosterisessor ophicephalus	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	0,0	0,0	0,0	86,7	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	Liza aurata	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	Sarpa salpa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,1	0,0	0,0	0,0	78,9	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	Belone belone	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	Mullus barbatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0
	Anguilla anguilla	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	100,0
	Gambusia holbrooki	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0

Αποτελέσματα της CA (Cluster Analysis)

Για να εντοπιστούν οι λειτουργικές ομάδες μεταξύ των ειδών πραγματοποιήθηκε μια Cluster Analysis. Σύμφωνα με την μέθοδο Ward's Distance δημιουργήθηκαν τα εξής (πίνακας 21) :

Πίνακας 21. Δενδρόγραμμα από την cluster analysis μεταξύ των διαφορετικών λειτουργικών ομάδων χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα της PCA για κάθε είδος (πίνακας15).



ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Οι οικομορφολογικές μελέτες έχουν δείξει ότι το σχήμα και η δομή του ψαριού σχετίζεται με την ικανότητα κολύμβησης. Ο συνδυασμός των πολυπαραγοντικών αναλύσεων (PCA, DFA, Cluster Analysis) που πραγματοποιήθηκαν διαχώρισε τα είδη που μελετήσαμε σε 6 διαφορετικές διακριτές ομάδες (Group 1-6) με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά που θεωρούνται σημαντικά στην ικανότητα κίνησης των ψαριών στο νερό (locomotion) όπως τα εμβιά του πλευρικού και του ουραίου πτερυγίου, το άνοιγμα του μίσχου, το ύψος και το πλάτος του σώματος των ιχθύων και το μέγεθος της κεφαλής και τη θέση του οφθαλμού σε αυτήν.

Τα γκρουπ που προέκυψαν εμφανίζονται στον Πίνακα 22,23. Τα γκρουπ με την μεγαλύτερη λειτουργική αφθονία είναι το γκρουπ 4 (*Sarpa salpa*, *Diplodus vulgaris*, *Sparus aurata*, *Mullus barbatus*, *Gambusia holbrooki*) και το γκρουπ 6 (*Liza saliens*, *Liza aurata*, *Liza ramada*, *Atherina boyeri*) στα οποία εμφανίζονται μέλη διάφορων οικογενειών (*Mugilidae*, *Atherinidae*, *Sparidae*, *Mullidae*, *Poecilidae*). Στο μεγαλύτερο γκρουπ 4 διακρίνονται είδη στα οποία το λειτουργικό χαρακτηριστικό **body transversal surface (Bsf)** έχει θετική επίδραση, το οποίο σχετίζεται με την κατανομή της μάζας και τον υδροδυναμισμό των ιχθύων. Η μάζα όλων των ειδών του γκρουπ 4, κατανέμεται κατά τον ίδιο τρόπο καθώς πρόκειται για είδη με πλευρικά πεπιεσμένο σώμα (*compressiform*) εκτός του *Gambusia holbrooki* το οποίο έχει ατρακτόμορφο σχήμα. Θετική επίσης επίδραση σε αυτό το γκρουπ έχει και το χαρακτηριστικό **aspect ratio of the caudal fin (CFar)** το οποίο σχετίζεται με την επιτάχυνση και την ευελιξία, χαρακτηριστικά γνωρίσματα που αφορούν όλα τα άτομα του γκρουπ. Το **aspect ratio of the caudal fin** προκύπτει από την μέτρηση του εμβιού (*Cfs*) και του ανοίγματος του ουραίου πτερυγίου (*Cfd*). Τα ουραία πτερύγια τους έχουν κατά κύριο λόγο σχήμα *forked* (διχαλωτό), το οποίο προσδιορίζει ιχθείς με πολύ καλή επιτάχυνση και μεγάλη ικανότητα ελιγμών (Πίνακας 22).

Το δεύτερο μεγαλύτερο γκρουπ 6 απαρτίζεται από τα *Liza saliens*, *Liza ramada*, *Liza aurata* και *atherina boyeri* που αντιπροσωπεύουν τις οικογένειες *Mugilidae* και *Atherinidae*. Σε αυτά το **caudal peduncle throttling (Cpt)** έχει θετική επίδραση και σχετίζεται με την αντοχή στην κολύμβηση (Webb 1984).

Πράγματι πρόκειται για πελαγικά είδη με ατρακτοειδές σχήμα (fusiform) χαρακτηριστικό που είναι το καταλληλότερο για πελαγικά είδη τα οποία κολυμπούν συνεχώς. Επίσης και τα 4 είδη έχουν κοίλο σχήμα ουραίου πτερυγίου (emarginate) χαρακτηριστικό ιχθύων που τα βοηθάει να αναπτύξουν μεγάλες ταχύτητες και να κολυμπούν συνεχώς χωρίς να αντιμετωπίζουν μεγάλες αντιστάσεις (Πίνακας 22).

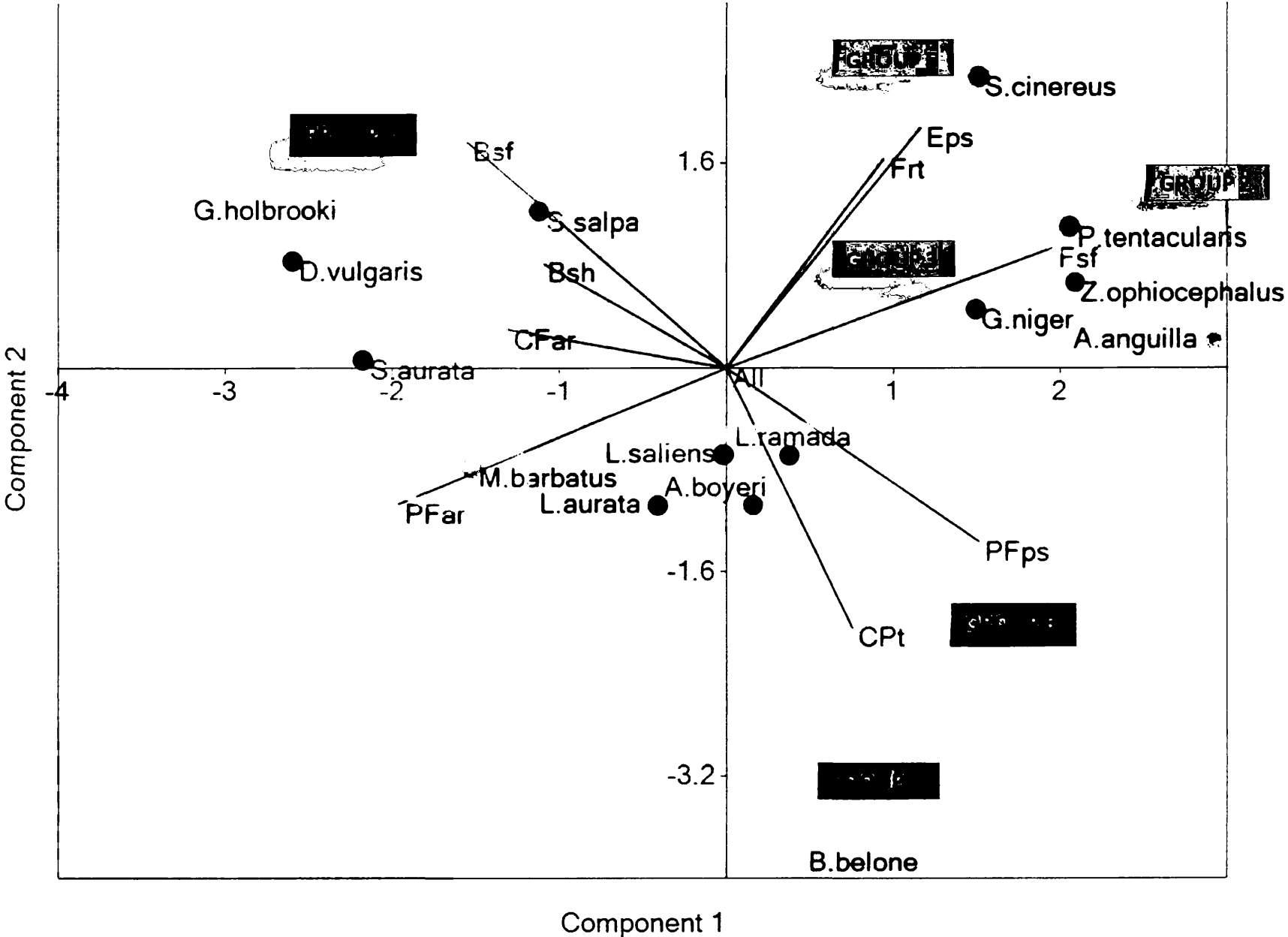
Το γκρουπ 3 περιλαμβάνει τα *Zosterisessor ophiocephalus* και *Gobius niger* της οικογένειας *Gobiidae*. Το γκρουπ 2 αποτελείται από τα *Anguilla anguilla* και *Parablennius tentacularis* των οικογενειών *Anguillidae* και *Blennidae*. Τα είδη και των δύο γκρουπ παρουσιάζουν αρκετές ομοιότητες στη στατιστική ανάλυση. Και στα δύο έχει θετική επίδραση το fin surface to body size ratio το οποίο σχετίζεται κυρίως με την ευελιξία και την επιτάχυνση. Έχουν τα μεγαλύτερα score στα εμβαδά των θωρακικών πτερυγίων και από τα μεγαλύτερα score εμβαδού ουραίου πτερυγίου. Τα είδη αυτά όντως φέρουν ουραίο πτερύγιο σε σχήμα στρογγυλεμένο (rounded) δίνοντάς τους την ικανότητα για γρήγορους και αποτελεσματικούς ελιγμούς και επιταχύνσεις όταν χρειάζεται, κάτι που είναι απαραίτητο καθώς είναι βενθικά είδη, σε αντίθεση με τα παραπάνω γκρουπ 6 και 4 τα οποία έχουν είδη είτε πελαγικά είτε βενθοπελαγικά τα οποία έχουν διαφορετικό σχήμα ουραίου αλλά και σώματος που τα κάνει πιο ευέλικτα και πιο γρήγορα (Πίνακας 23). Από την στατιστική ανάλυση παρατηρείται επίσης ότι το eye position το οποίο σχετίζεται με την θέση του ψαριού στο νερό αλλά και το fins surface ratio το οποίο έχει να κάνει με το είδος της κολύμβησης ενισχύουν τα παραπάνω και επηρεάζουν θετικά τα γκρουπ 2,3 και 5 (*Symphodus cinereus*) άρα πρόκειται για ακόμη ένα λειτουργικό χαρακτηριστικό το οποίο έχει διαχωριστική ικανότητα στην ανάλυσή μας. (Πίνακας 22)

Πίνακας 22. Ομαδοποίηση των ειδών με βάση τα αποτελέσματα της PCA,DFA,CA , τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά αλλά και το ενδιαίτημα

	Species	Habitat	Caudal fin shape	Body form or style	Swim locomotion style
<u>Group 1</u>	Belone belone	Επιφάνεια	Forked (διχαλωτό)	Sagittiform / Compressiform	Anguilliform/Carangiform
<u>Group 2</u>	Anguilla anguilla	Βενθικό	Rounded (στρογγυλεμένο)	Anguilliform	Anguilliform
	Parablennius tentacularis	Βενθικό	Rounded (στρογγυλεμένο)	Anguilliform / Compressiform	Anguilliform
<u>Group 3</u>	Gobius niger	Βενθικό	Rounded (στρογγυλεμένο)	Depressiform	Labriform/Subcarangiform
	Zosterisessor ophiocephalus	Βενθικό	Rounded (στρογγυλεμένο)	Depressiform	Labriform/Subcarangiform
<u>Group 4</u>	Sarpa salpa	Βενθοπελαγικό	Forked (διχαλωτό)	Compressiform	Carangiform
	Diplodus vulgaris	Βενθοπελαγικό	Forked (διχαλωτό)	Compressiform	Carangiform
	Sparus aurata	Βενθοπελαγικό	Forked (διχαλωτό)	Compressiform	Carangiform
	Gambusia holbrooki	Ρηχά νερά/Επιφάνεια	Rounded (στρογγυλεμένο)	Fusiform	Subcarangiform
	Mullus barbatus	Βενθοπελαγικό	Forked (διχαλωτό)	Compressiform	Carangiform
<u>Group 5</u>	Symphodus cinereus	Βενθικό	Truncate (ευθύ)	Compressiform	Carangiform
<u>Group 6</u>	Liza saliens	Πελαγικό/Ακτές	Emarginate (κοίλο)	Fusiform	Subcarangiform
	Liza aurata	Πελαγικό/Ακτές	Emarginate (κοίλο)	Fusiform	Subcarangiform
	Liza ramada	Πελαγικό/Ακτές	Emarginate (κοίλο)	Fusiform	Subcarangiform
	Atherina Boyeri	Επιφάνεια	Emarginate (κοίλο)	Fusiform	Subcarangiform

Πίνακας 23 . 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 saliens* (L.s.), *Liza aurata* (L.a.), *Liza ramada* (L.r.), *Atherina boyeri* (A.b.), *Sarpa salpa* (S.s.), *Dipododus vulgaris* (D.v.), *Sparus aurata* (S.a.), *Mullus barbatus* (M.b.), *Belone belone* (B.b.)



Σημαντική παρατήρηση είναι ότι στο γκρουπ 2 συναντούμε ψάρια με σχήμα σώματος και τύπο κολύμβησης χελόμορφο (Anguilliform), κάτι που τα ξεχωρίζει από όλα τα υπόλοιπα γκρουπ. Το *Symphodus cinereus* έχει και αυτό αρκετές ομοιότητες με τα γκρουπ 2 & 3 και είναι βενθικός οργανισμός όμως είναι το μοναδικό το οποίο έχει ευθύ (truncate) σχήμα ουραίου πτερυγίου που και αυτό βοηθά τους ιχθείς αυτούς να κάνουν γρήγορες κινήσεις για να αποφύγουν τον εχθρό ή να πιιάσουν την τροφή τους, όμως δεν του επιτρέπει να κολυμπά συνεχώς και να διανύει μεγάλες αποστάσεις.

Τέλος στο γκρουπ 1 ανήκει το *Belone belone* (ζαργάνα) το οποίο κινείται πολύ κοντά στην επιφάνεια του νερού και χαρακτηρίζεται ως κυνηγός. Είναι ένα είδος με βελόμορφο και πλευρικά πεπιεσμένο τύπο σώματος (Saggitiform/Compressiform) ενώ και ο τρόπος κίνησής του διαφέρει από τα υπόλοιπα καθώς είναι ένας συνδυασμός anguilliform/carangiform. Το ψάρι αυτό ξεχωρίζει από όλα τα άλλα καθώς παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές για τα caudal peduncle throttling, pectoral fin position από τα οποία επηρεάζεται θετικά (Πίνακας 8). Δηλαδή πρόκειται για είδος το οποίο εμφανίζει μεγάλη αντοχή (caudal peduncle throttling, Webb 1984) αλλά επίσης έχει πολύ καλή ευελιξία και κινείται στην επιφάνεια (pectoral fin position, Dumay et. al. 2004). Συμπερασματικά τα *Belone belone* θεωρούνται επιδέξιοι κολυμβητές της υδάτινης στήλης. Τα λειτουργικά χαρακτηριστικά στα οποία το B.b. εμφανίζει την μικρότερη τιμή είναι: το body transversal surface (Bsf) το οποίο επηρεάζει αρνητικά και σχετίζεται με την κατανομή της μάζας του ιχθύος κάτι που επιβεβαιώνει ότι πρόκειται για ένα ψάρι που είναι μακρύ και λεπτό σαν βέλος, και το eye position το οποίο σχετίζεται με τη θέση του ψαριού στη στήλη του νερού (Gatz 1979) δηλαδή πρόκειται για είδος που κινείται στον αφρό.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

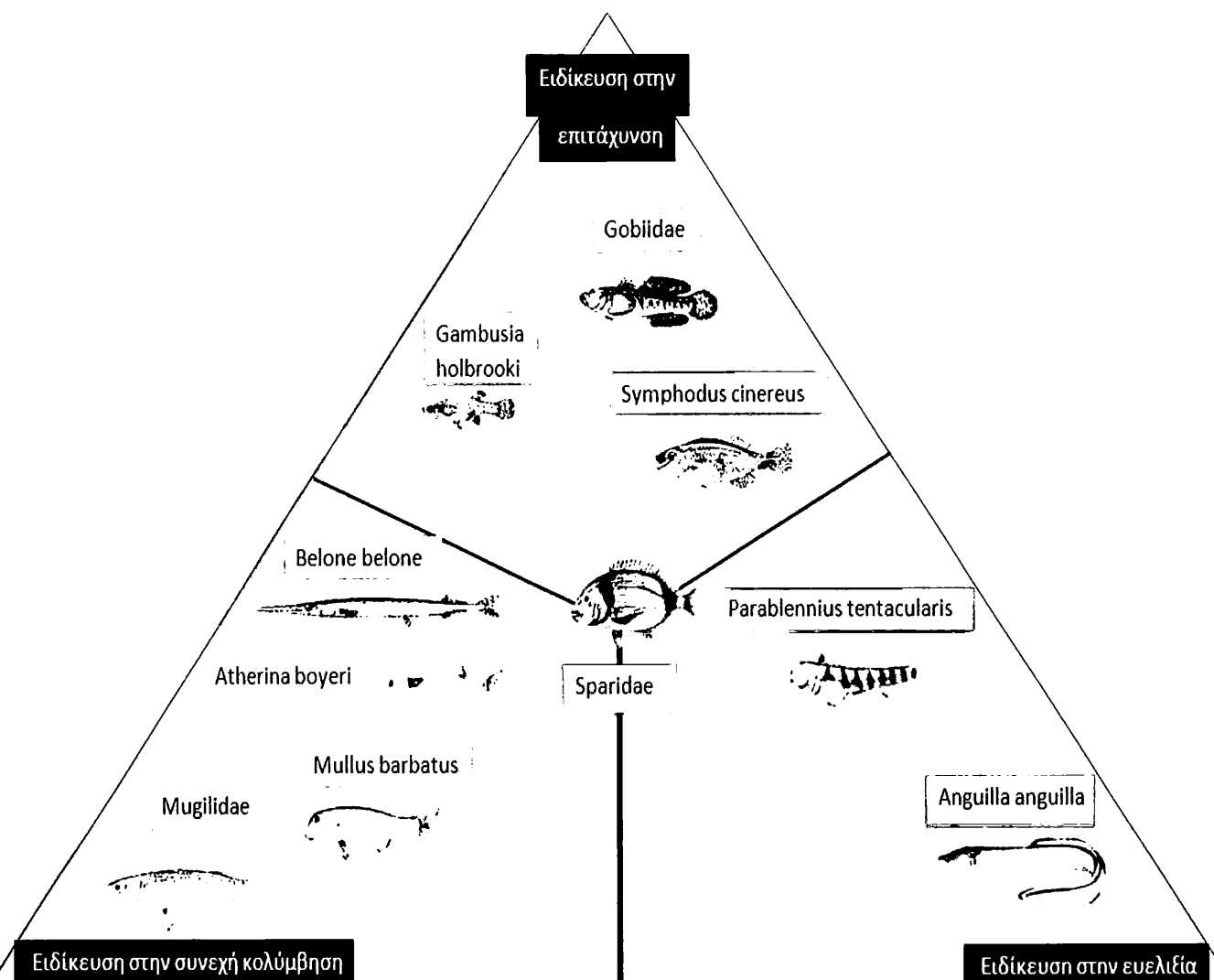
Σκοπός της έρευνας ήταν η διερεύνηση του τρόπου κίνησης των ιχθύων με βάση κάποια σημαντικά μορφολογικά χαρακτηριστικά τους και ο διαχωρισμός τους σε λειτουργικές ομάδες. Γενικά φαίνεται να διακρίνονται 3 μεγάλες κατηγορίες ιχθύων όσο αφορά τον τύπο κολύμβησης. Το γκρουπ 6 αποτελείται από ψάρια με ατρακτοειδές σχήμα (fusiform) και δεν εμφάνισαν ακραίες τιμές σε κανένα από τα εννέα λειτουργικά χαρακτηριστικά που μελετούνται. Μπορεί να υποθεθεί ότι ψάρια με μέσες τιμές σε αυτά τα χαρακτηριστικά, μπορούν να κάνουν κινήσεις μακράς διάρκειας και να εμφανίζουν μεγάλη αντοχή. Επίσης, θα έλεγε κανείς ότι η συγκεκριμένη ομάδα είναι ικανή να εξερευνήσει με επιτυχία μεγάλο εύρος πελαγικής ζώνης του Αμβρακικού κόλπου και να κινηθεί σε όλα τα βάθη. Το υδροδυναμικό σώμα τους μπορεί να αποδώσει ένα στρατηγικό πλεονέκτημα σε σχέση με άλλους ανταγωνιστές και επιτρέπει σε αυτά να εισβάλλουν και να ενσωματώνονται σε διαφορετικά ενδιαιτήματα.

Στην περίπτωση των ειδών των 2 & 3 γκρουπ τα μορφολογικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την κίνηση (locomotion), δείχνουν είδη τα οποία έχουν περιορισμένη δυνατότητα συνεχούς κολύμβησης, αλλά και εμφανίζουν υψηλή ικανότητα ελιγμών σε ενδιαιτήματα τα οποία περιλαμβάνουν ουσιαστικά εμπόδια όπως οι βραχώδεις περιοχές ή μακρόφυτα λιβάδια. Τα δύο αυτά γκρουπ έχουν τα μοναδικά βενθικά είδη της παρούσας εργασίας, και είναι αυτά που εκ των προτέρων κανείς γνωρίζει ότι έχουν εξαιρετική ευελιξία καθώς μπορεί να βρεθούν ακόμη και σε πολύ στενές εσοχές βράχων, αλλά δεν πρόκειται για τόσο καλούς κολυμβητές όσο στο γκρουπ 6.

Μια άλλη μεγάλη ομάδα που διακρίνεται είναι το γκρουπ 4 το οποίο αποτελείται από ψάρια που έχουν πολύ καλές εκρήξεις, επιταχύνσεις και άριστη ικανότητα ευελιξίας. Παράλληλα η ομάδα αυτή είναι πολύ ευκίνητη και έχει μεγαλύτερη αντοχή στην κολύμβηση από τους βενθικούς οργανισμούς των γκρουπ 2 & 3. Όλα τα ψάρια της ομάδας αυτής έχουν το ίδιο ουραίο πτερύγιο αλλά και ίδιο τύπο κολύμβησης και ίδιο τύπο σώματος. Παρ' όλα αυτά στην ίδια λειτουργική ομάδα μπαίνει και το *Gambusia holbrooki* το οποίο διαφέρει σε ουραίο πτερύγιο, σε τύπο κολύμβησης και σώματος, όμως επειδή εμφανίζει παρόμοια scores σε πολλά λειτουργικά χαρακτηριστικά με τα υπόλοιπα του γκρουπ η στατιστική ανάλυση συστάδων (Cluster) και η PCA (PCA Biplots) τα ομαδοποιεί μαζί.



Μοναδικές παρεκκλίσεις αποτέλεσαν τα *B. belone* και *Symphodus cinereus* τα οποία δεν μπόρεσαν να μπουν σε κάποιο γκρουπ με άλλα είδη. Για το *B. Belone* αυτό μπορεί να αποδοθεί στο ιδιαίτερο σχήμα του σώματός τους, το οποίο είναι ιδιαίτερα επίμηκες. Φαίνεται, λοιπόν, ότι είδη με τέτοιο σώμα που το σχήμα του απέχει πολύ από το 'κλασικό' ατρακτοειδές πρέπει να λαμβάνονται υπόψη με προσοχή σε αυτού του τύπου τις αναλύσεις, που έχουν να κάνουν με τη μορφομετρία, γιατί μεταβάλλουν τα αποτελέσματα σημαντικά. Για το *Symphodus oinereus* παρατηρήθηκε ότι παρά τις ομοιότητες του με τα γκρουπ 2 & 3, το σχήμα του ουραίου πτερυγίου αλλά και το μέγεθος αυτού ,και του θωρακικού σε συνδυασμό με το μεγαλύτερο παρατηρούμενο PFb (ύψος σώματος), eye position (θέση οφθαλμού) δεν του επέτρεψαν να καταταχθεί με κανένα άλλο είδος.



όνα 21. Κατηγοριοποίηση των ιχθύων με βάση την ειδίκευση τους στην κολύμβηση

Παρατηρήθηκε ότι μερικά από τα αναλυόμενα μορφολογικά χαρακτηριστικά εμφανίζουν διαφορές που σχετίζονται με το ύψος του σώματος, το εμβαδό του ουραίου πτερυγίου και τις διαστάσεις της κεφαλής, και παρατηρούνται πιθανότατα, εξαιτίας των αλλομετρικών αλλαγών σε δομές του σώματος του ψαριού, που πιθανόν επηρεάστηκε από τις αλλαγές στις συνθήκες του περιβάλλοντος αλλά και από τα διάφορα στάδια της ανάπτυξης των ψαριών.

Στην **εικόνα 21** δημιουργήθηκε μια συστηματική κατηγοριοποίηση των ιχθύων με βάση το συνδυασμό όλων των στατιστικών αναλύσεων της παρούσας εργασίας, αλλά και των βιβλιογραφικών αναφορών, από τις οποίες προκύπτει ότι δεν μπορεί να γίνει μια απολύτως αυστηρή κατάταξη των ειδών με βάση την ειδικότητά τους στην κολύμβηση. Κάποια είδη (π.χ. Sparidae) δεν εμφανίζουν εξειδίκευση σε έναν συγκεκριμένο τύπο κολύμβησης αλλά έχουν έναν συνδυασμό και των τριών βασικών εξειδικεύσεων. Δηλαδή είναι τα ψάρια που μπορούν να προσαρμοστούν πιο εύκολα σε διάφορα ενδιαίτηματα, ή ακόμα να αποφύγουν τον θηρευτή τους με διάφορους τρόπους (π.χ. επιτάχυνση ή ευελιξία) ή να εντοπίσουν το θήραμα τους με πολλούς τρόπους. Κάποια άλλα ψάρια έχουν πιο σαφείς εξειδικεύσεις (π.χ. Mugilidae), τα οποία χαρακτηρίζονται ως άριστοι και συνεχείς κολυμβητές, σε αντίθεση με το *Anguilla anguilla*, το οποίο είναι από τα πιο ευέλικτα ψάρια. ***Στις περιπτώσεις όπως την προηγούμενη, το locomotion διαφέρει και αυτό υποδεικνύει και τη διαφορά στον τρόπο ζωής των ιχθύων αυτών (διαφορετικά ενδιαίτημα).***

Σε αυτή τη μελέτη τα αποτελέσματα της Cluster analysis έδειξαν ένα διαχωρισμό των ειδών σύμφωνα με το υπό μελέτη περιβάλλον (Αμβρακικός).

Για την έρευνα αυτή φαίνεται ότι η μορφολογία είναι ένας καλός προγνωστικός δείκτης που χρησιμοποιείται, για να υποδείξει τις στρατηγικές και τις προσαρμογές σε διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες και τη χρησιμοποίηση των πόρων από τα ψάρια στα περιβάλλοντα αυτά. Παρατηρώντας το σχήμα του σώματος, τη συμπεριφορά του, τις θέσεις των πτερυγίων, και το στυλ κολύμβησης, μπορεί κανείς να περιγράψει πού πιθανώς τα ψάρια ζουν, πώς κινούνται, και μερικές φορές, τι τρώνε. Είναι γνωστό ότι διάφορα χαρακτηριστικά των ενδιαιτημάτων και περιβαλλοντικοί παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν την δομή μιας κοινότητας και να παίξουν κάποιο ρόλο στην κατανομή των ειδών και την οργάνωση της κοινότητας. Η συνύπαρξη πολλών ειδών μαζί σε ένα οικοσύστημα οφείλεται στο μορφολογικό και χωρικό διαχωρισμό.

Αυτή η έρευνα εντάσσεται στο πλαίσιο της λειτουργικής ποικιλότητας των οικοσυστημάτων με βάση μορφολογικά χαρακτηριστικά της κίνησης τους. Είναι πιθανό και θα πρέπει να ληφθεί υπόψη σε μελλοντικές έρευνες ο βαθμός επιρροής των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στον Αμβρακικό κόλπο.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΙΧΘΥΩΝ

Anguilla anguilla (A.a.) (LINNAEUS, 1758) (Χέλι)

1) Συστηματική κατάταξη :

ΒΑΣΙΛΕΙΟ	ANIMALIA
ΦΥΛΟ	CHORDATA
ΚΛΑΣΗ	ACTINOPTERYGII
ΤΑΞΗ	ANGUILLIFORMES
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	ANGUILLIDAE
ΓΕΝΟΣ	Anguilla

2) Μορφολογία :

Το σώμα του χελιού *Anguilla anguilla* είναι επίμηκες και κυλινδρικό , αποτελείται από 115 (μέση τιμή) σπονδύλους, καλύπτεται από μικρά κυκλοειδή λέπια και έχει πολύ βλέννα. Τα κοιλιακά πτερύγια απουσιάζουν , ενώ το εδρικό και το ραχιαίο πτερύγιο ενώνονται σχηματίζοντας το ουραίο. Η πλευρική γραμμή είναι έντονη. Το στόμα είναι τελικό, η κάτω γνάθος είναι λίγο μεγαλύτερη από την άνω και τα δόντια είναι μικρά και διατεταγμένα σε αρκετές σειρές στις γνάθους και στην υπερώα . (Tesch 2003)



Εικόνα 22. *Anguilla anguilla*

3) Βιότοπος / Γεωγραφική εξάπλωση :

Τα χέλια είναι άκρως ευρύαλα είδη που απαντώνται σε μεγάλο εύρος βιοτόπων: σε γλυκά, μεταβατικά ή θαλασσινά νερά, σε βαθιά ή σε ρηχά νερά, σε ανοιχτές ή κλειστές περιοχές, ενώ, μπορεί να μείνουν έξω από το νερό αρκετές ώρες. Παρουσιάζουν συνήθως νυκτόβια δραστηριότητα και μπορεί να βρεθούν σε σχισμές βράχων ή να σκάβουν λαγούμια σε μαλακά υποστρώματα . Η γεωγραφική εξάπλωση των χελιών φαίνεται να σχετίζεται με την υποτροπική κυκλοφορία των

ωκεανών, με μεγαλύτερες αφθονίες να απαντούν στη δυτική πλευρά του Ατλαντικού, Ειρηνικού και Ινδικού Ωκεανού . Τα ζεστά ρεύματα του ισημερινού ρέουν δυτικά και κινούνται κατά μήκος των ανατολικών ακτών της κάθε ηπείρου, ενώ κατά μήκος των δυτικών ακτών κινούνται κρύα ρεύματα τα οποία δημιουργούνται σε υψηλά γεωγραφικά πλάτη. Αυτή η συσχέτιση με τις υδρολογικές συνθήκες, ίσως εξηγεί γιατί τα χέλια απαντώνται στις ανατολικές ακτές της Ευρασίας, Αυστραλίας, Αφρικής και Β. Αμερικής, αλλά δεν απαντώνται στις δυτικές ακτές της Β. και Ν. Αμερικής, της Αυστραλίας και της Αφρικής. Επίσης απαντάται στην Ευρώπη και στη Μεσόγειο, εξαιτίας του ζεστού Ρεύματος του Κόλπου (Gulf Stream) και του Ρεύματος του Β. Ατλαντικού (Fishbase)

4) Διατροφή :

Τα χέλια είναι σαρκοφάγα. Η διατροφή τους αλλάζει στη διάρκεια του κύκλου ζωής τους, περιλαμβάνει μεγάλο εύρος οργανισμών και εξαρτάται από το στάδιο της ανάπτυξης, το μέγεθος του ατόμου, τον βιότοπο και τη διαθεσιμότητα της τροφής. Γενικά, τρέφονται με ζωντανούς οργανισμούς: ζωοπλαγκτόν, μαλάκια, μαλακόστρακα, ψάρια και αμφίβια. (Fishbase)

5) Αναπαραγωγή :

Τα χέλια είναι μεταναστευτικά κατάδρομα είδη και ο κύκλος ζωής τους, αν και έχει μελετηθεί αρκετά, είναι ακόμη σε μεγάλο βαθμό άγνωστος . Όταν φτάνουν σεξουαλική ωριμότητα, φεύγουν από το ποτάμι. Οι μεταναστεύσεις εκδηλώνονται κυρίως κατά το δεύτερο εξάμηνο του έτους αλλά παρατηρούνται καθ 'όλη τη διάρκεια του έτους, και συνήθως ξεκινούν νυχτερινές ώρες. Η ωριμότητα επιτυγχάνεται κατά τη διάρκεια της μετανάστευσης .Το ευρωπαϊκό χέλι θεωρείται ότι γεννά στη Θάλασσα των Σαργασών (δυτικός Ατλαντικός ωκεανός), επειδή εκεί βρέθηκαν οι μικρότερες ιχθυονύμφες (Schmidt1922) . η ωοτοκία του ευρωπαϊκού χελιού λαμβάνει χώρα σε βάθος 200-500 m κατά τους χειμερινούς μήνες, μέχρι τις αρχές της άνοιξης και σε θερμοκρασίες μεταξύ 17 και 20°C . (Fishbase)

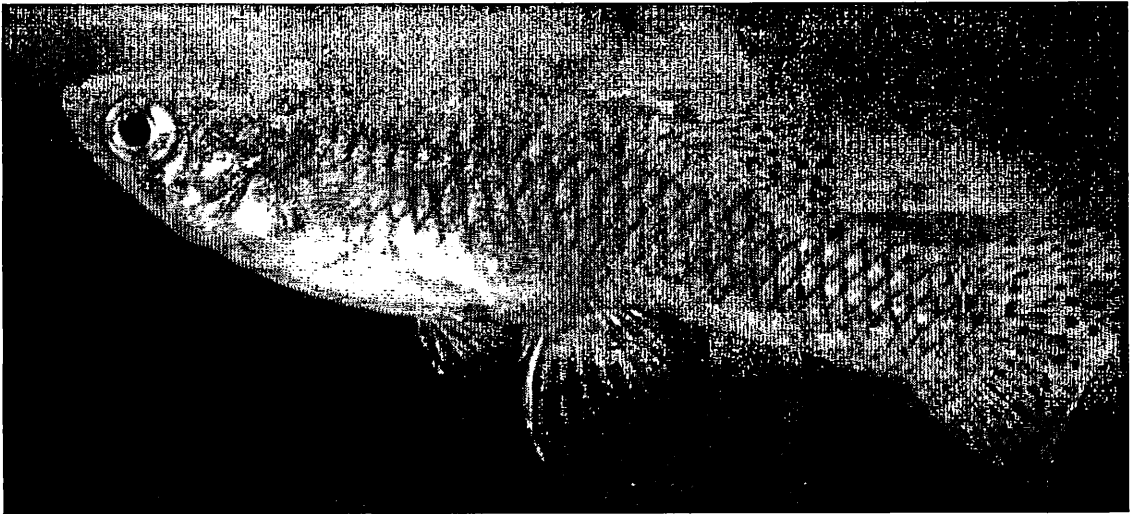
Gambusia holbrooki (G.h.) (Baird & Girard, 1853) (κουνουπόψαρο)

1) Συστηματική κατάταξη :

ΒΑΣΙΛΕΙΟ	ANIMALIA
ΦΥΛΟ	CHORDATA
ΚΛΑΣΗ	ACTINOPTERYGII
ΤΑΞΗ	CYPRINODONTIFORMES
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	POECILIIDAE
ΓΕΝΟΣ	Gambusia

2) Μορφολογία :

Το μέγιστο μήκος του είδους που έχει καταγραφεί είναι 4 cm για τα αρσενικά άτομα και 9 cm για τα θηλυκά .



Εικόνα 23. Gambusia holbrooki, από Hippocampus-Bildarchiv - Fishbase

3) Βιότοπος / Γεωγραφική εξάπλωση :

Κατάγονται από την κεντρική Αμερική και τις νότιες πολιτείες των ΗΠΑ, αλλά από τον προηγούμενο αιώνα έχουν χρησιμοποιηθεί σε πολλές χώρες για την βιολογική αντιμετώπιση και έλεγχο των κουνουπιών. Τοποθετούνται σε υδάτινες μάζες οι οποίες έχει διαπιστωθεί ότι αποτελούν πηγές παραγωγής κουνουπιών . Πλέον είναι διαδεδομένο σε ολόκληρο τον κόσμο σε τροπικές και υποτροπικές χώρες . Ενδιατεί

σε χαμηλής ροής ή στάσιμα ύδατα καθώς και σε λίμνες και νερόλακκους ποταμών με πλούσια υδρόβια βλάστηση . (Fishbase)

4) Διατροφή :

Τρέφεται με ζωοπλαγκτό, προνύμφες εντόμων, μικρά έντομα και καρκινοειδή. Δεν διστάζει όμως να επιτεθεί 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* στα υδάτινα συστήματα . (Fishbase)

5) Αναπαραγωγή :

Τα *Gambusia holbrooki* είναι ζωτόκα. Μία γέννα μπορεί να δώσει από 50-300 νεαρά άτομα που ξεκινούν αμέσως να κολυμπούν και να τρέφονται. Αναπαράγονται κυρίως το καλοκαίρι και δίνουν 3-4 γενεές κάθε 3-6 εβδομάδες ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες . (Fishbase)

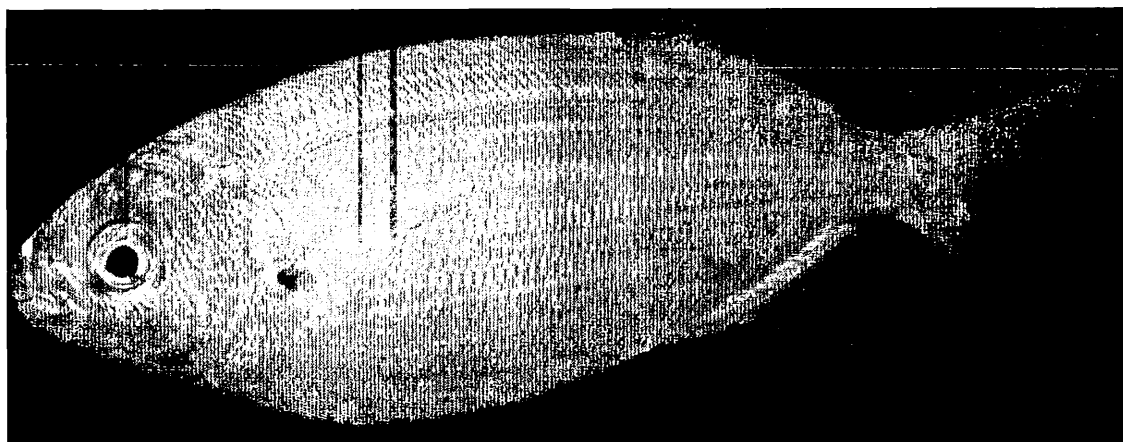
***Sarpa salpa* (S.s.) (Linnaeus, 1758)**

1) Συστηματική κατάταξη :

ΒΑΣΙΛΕΙΟ	ANIMALIA
ΦΥΛΟ	CHORDATA
ΚΛΑΣΗ	ACTINOPTERYGII
ΤΑΞΗ	PERCIFORMES
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	SPARIDAE
ΓΕΝΟΣ	SARPA

2) Μορφολογία :

Μορφολογικά η σάλπα έχει ασημένιο χρώμα, (όπως άλλωστε τα περισσότερα είδη των σπαρίδων) και έχει οριζόντιες χρυσές γραμμές κατά μήκος όλου του σώματός της το οποίο έχει σχήμα τορπίλης. Το μέγιστο μέγεθος που έχει αναφερθεί είναι 51cm. (Αρχείο Υ.Σ.Ρ.)



Εικόνα 24. *Sarpa salpa*, από Brian Gratwicke - flickr

Βιότοπος / Γεωγραφική εξάπλωση :

Συχνάζουν σε λιμάνια και κλειστούς κόλπους, σε εκβολές ποταμών, αλλά και σε αμμουδιές και σε βραχώδη βυθό . Κινούνται σε βάθη μέχρι 70 μέτρα αλλά συνήθως τα συναντάμε σε βάθη μέχρι 15 μέτρα . Η *Sarpa salpa* απαντάται στον Ανατολικό Ατλαντικό (Στενά του Γιβραλτάρ στη Σιέρα Λεόνε , συμπεριλαμβανομένης της Μαδέρας, των Καναρίων Νήσων και του Πράσινου Ακρωτηρίου) όπως και στη Μεσόγειο . (Fishbase)

3) Διατροφή :

Η σάλπα συνηθίζει να σχηματίζει κοπάδια καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής της, τόσο όταν είναι ακόμα ιχθύδιο όσο και όταν είναι ενήλικο άτομο. Τα κοπάδια που σχηματίζει αποτελούνται συνήθως από πολλά ψάρια, ειδικά όταν τα ψάρια αυτά έχουν ενηλικιωθεί. Όσο είναι ακόμα μικρή, η σάλπα σχηματίζει κοπάδια σχετικά μικρά (μέχρι 20 άτομα) και παραμένει στα ρηχά προσπαθώντας να αποφύγει επίδοξους θηρευτές της. Τα μικρά αυτά ψάρια τρέφονται τόσο με κρουστοφόρα όσο και με φυτά και φύκη. Όταν ενηλικιώνονται, σχηματίζουν μεγάλα κοπάδια τρεφόμενα σχεδόν αποκλειστικά με φυτά και φύκη. (Fishbase)

5) 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. (Αρχείο Υ.Σ.Ρ.)

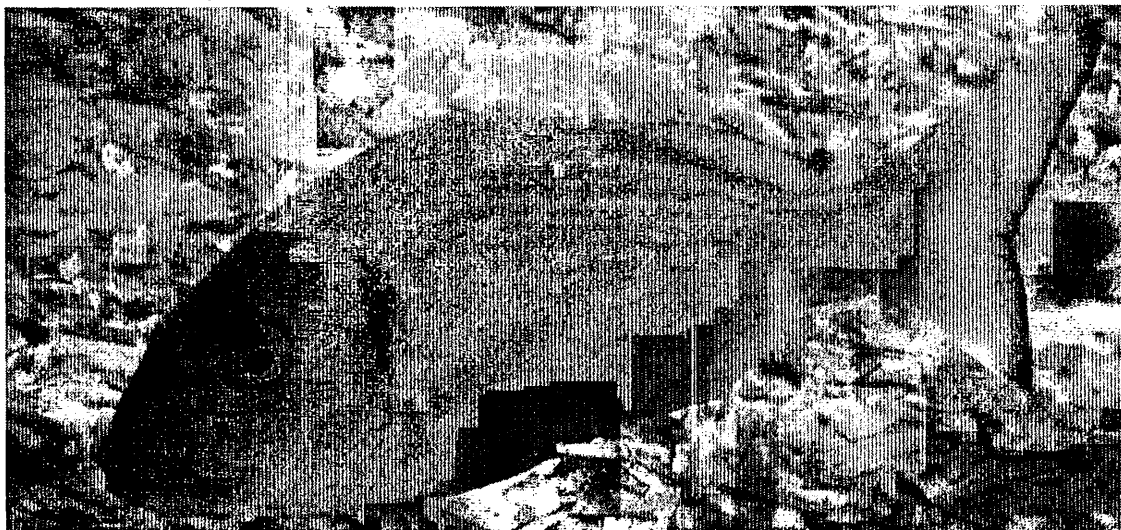
***Sparus aurata* (S.a.) (Linnaeus, 1758) (Τσιπούρα)**

1) Συστηματική κατάταξη :

ΒΑΣΙΛΕΙΟ	ANIMALIA
ΦΥΛΟ	CHORDATA
ΚΛΑΣΗ	ACTINOPTERYGII
ΤΑΞΗ	PERCIFORMES
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	SPARIDAE
ΓΕΝΟΣ	Sparus

2) Μορφολογία :

Μορφολογικά έχει μια μεγάλη μαύρη κηλίδα στο τέλος του βραγχιακού επικαλύμματος σε ένα ασημένιο φόντο που είναι και το σήμα κατατεθέν της



Εικόνα 25. Sparus aurata από Pillon, R. - Fishbase

τσιπούρας. Το έντονο κυρτό προφίλ, δίνει στο ψάρι μια όμορφη αγκιάδα και έναν αέρα κυριαρχίας . Το μέσο μήκος είναι 33 - 40 cm με μέγιστο τα 70 cm. (Fishbase)

3) Βιότοπος / Γεωγραφική εξάπλωση :

Η τσιπούρα σχηματίζει κοπάδια πολυμελή ή ολιγομελή, ενώ κάποιες φορές, μεγάλα θηλυκά άτομα μπορεί να βρεθούν να κυνηγούν μόνα τους για μια περίοδο. Τα βάθη που κινούνται συνήθως είναι μέχρι τα 40 μέτρα, ενώ το μεγαλύτερο βάθος που έχει εντοπιστεί ψάρι είναι τα 150 μέτρα . Το ψάρι είναι ευρύαλο και ευρύθερμο, αντέχει

δηλαδή σε μεγάλες μεταβολές αλατότητας και θερμοκρασίας του νερού. Αυτό καθορίζει σε πολύ μεγάλο βαθμό τον τρόπο ζωής του, καθώς και που το συναντάμε. Πιο συγκεκριμένα, την τσιπούρα μπορούμε να τη βρούμε όχι μόνο στη θάλασσα, αλλά και κοντά σε εκβολές ποταμών, μέσα σε λιμνοθάλασσες και μέσα σε ποτάμια σε κοντινή απόσταση από τη θάλασσα. Πιο συγκεκριμένα βρίσκεται συνήθως σε επίπεδους βυθούς με τραγάνια, λάσπη ή φύκια καθώς και σε λιβάδια ποσειδωνίας. Θα τη βρούμε επίσης να κινείται και σε βυθούς, με πέτρες και πλάκες (όπου μπορεί και να βραχώσει), που συνορεύουν με τα προαναφερθέντα περιβάλλοντα. Απαντάται στον Ανατολικό Ατλαντικό αλλά και στην περιοχή της Μεσογείου . (Fishbase)

4) Διατροφή :

Η τροφή της αποτελείται από όστρακα κυρίως, όπως μύδια, στρείδια και κυδώνια, και πιο σπάνια από θαλάσσια φυτά και φύκη. (Fishbase)

5) Αναπαραγωγή :

Η τσιπούρα είναι πρώτανδρο ερμαφρόδιτο είδος, δηλαδή γεννιέται πρώτα ως αρσενικό και μετά το πέρας περίπου 3 χρόνων κάνει αναστροφή φύλου και γίνεται θηλυκό . 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. Ο γόνος που θα βγει, θα κολυμπήσει στα ρηχά νερά, εκεί που μπορεί να βρει μεγαλύτερη ασφάλεια και αφθονία τροφής, όπου και θα μείνει μέχρι τον επόμενο Οκτώβρη. Μετά θα ενσωματωθεί στο αρχικό κοπάδι, θα λαμβάνει μέρος στην αναπαραγωγή και θα το ακολουθεί στις μετακινήσεις του. 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 επόμενη αναπαραγωγική περίοδο. (wikipedia)

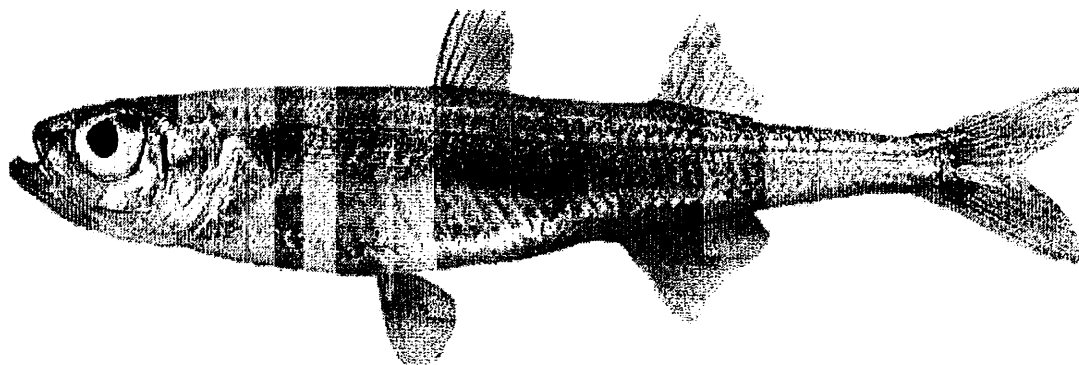
***Atherina boyeri* (A.b.) (Linnaeus, 1758) (αθερίνα)**

1) Συστηματική κατάταξη :

ΒΑΣΙΛΕΙΟ	ANIMALIA
ΦΥΛΟ	CHORDATA
ΚΛΑΣΗ	ACTINOPTERYGII
ΤΑΞΗ	ATHERINIFORMES
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	ATHERINIDAE
ΓΕΝΟΣ	ATHERINA

2) Μορφολογία :

Τα περισσότερα θαλάσσια είδη είναι μικρού μεγέθους, έχουν ασημένιο χρώμα και συναντώνται σε μεγάλα κοπάδια . Είναι συνήθως επιμηκυσμένα ψάρια, με το μέγεθος των ενήλικων ατόμων να κυμαίνεται από 25mm – 500mm (standard length –SL). Τα περισσότερα είδη της τάξης αυτής φέρουν πλευρικά μία ευδιάκριτη ασημένια λωρίδα (Dyer & Chernoff, 1996) .



Εικόνα 26. *Atherina boyeri* από Otel, V. - Fishbase

3) Βιότοπος / Γεωγραφική εξάπλωση :

Η *Atherina boyeri* είναι ένας μικρός ευρύαλος τελεόστεος ιχθύς που συνήθως απαντάται σε παράκτιες περιοχές και σε εκβολές ποταμών, αλλά και σε λιμνοθάλασσες, σε εδάφη που βρέχονται από παλίρροιες (salt marshes), σε ρηχά υφάλμυρα νερά (Andreau-Soler et al., 2003, Patimar et al., 2009) και σπανιότερα σε γλυκά νερά της ενδοχώρας καθώς και σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Το είδος

απαντάται σε ολόκληρη τη Μεσόγειο και τις παρακείμενες θάλασσες, όπως επίσης στον βόρειο-ανατολικό Ατλαντικό, από τις Αζόρες έως τις βόρειο-δυτικές ακτές της Σκοτίας (Henderson & Bamber, 1987). Επιπρόσθετα, οι Quignard και Pras, (1986) ανέφεραν ότι βρέθηκαν απομονωμένοι πληθυσμοί στις ακτές της Αγγλίας και της Ολλανδίας. Επίσης είναι άφθονη στις εκβολές ποταμών της Κροατίας (Bartulović et al., 2004), σε λίμνες, λιμνοθάλασσες και εκβολές ποταμών στην Ελλάδα (Βιστωνίδα: Koutrakis et al., 2004, Τριχωνίδα: Leonardos, 2001, Μεσολόγγι και Αιτωλικό: Leonardos & Sinis, 2000), σε λιμνοθάλασσες της Ισπανίας (Mar Menor: Guevera & Sautier-Casaseca, 1977) και στις ιταλικές ακτές (Boscolo, 1970)

Διατροφή :

Η *A. boyeri* έχει χαρακτηριστεί ως ευκαιριακά σαρκοφάγο ζώο, με προτίμηση στα μικρά οστρακόδερμα, είτε είναι πλαγκτονικά είτε είναι βενθικά. Η πλαγκτονική λεία (π.χ. κωπήποδα, Calanoida) είναι πιο άφθονη και συχνή στα ψάρια που ζουν σε μεγάλο βάθος, ενώ αντίθετα η βενθική λεία (π.χ. αμφίποδα, ισόποδα) είναι συχνότερη στα ρηχά νερά. (Fishbase)

5) Αναπαραγωγή :

Η *A. boyeri* εμφανίζει γενικά εκτεταμένη περίοδο ωοτοκίας, η οποία ξεκινά νωρίτερα και διαρκεί περισσότερο όσο μειώνεται το γεωγραφικό πλάτος και οι κλιματολογικές συνθήκες γίνονται ηπιότερες (Maci & Basset, 2010). Επιπλέον, η κορύφωση της αναπαραγωγικής δραστηριότητας ποικίλει από περιοχή σε περιοχή, από το Φεβρουάριο στο κανάλι του Σουέζ (Fouda, 1995), το Μάρτιο στη ΝΑ Κασπία θάλασσα (Patimar et al., 2009), τον Απρίλιο στο ποτάμι Guadalquivir της Ισπανίας (Fernandez-Delgado et al., 1988), το Μάιο στη λιμνοθάλασσα του Μεσολογγίου και του Αιτωλικού (Leonardos & Sinis, 2000), μέχρι και τον Ιούνιο/Ιούλιο στην περιοχή Gloucestershire της Αγγλίας (Palmer & Culley, 1983), και σχετίζεται με το μέγεθος του σώματος. Τα άτομα που έχουν μεγαλύτερο μήκος ξεκινούν την αναπαραγωγική τους περίοδο από τον Ιανουάριο ενώ στα μικρότερα τον Ιούλιο και τον Αύγουστο (Marfin, 1982, Fernandez-Delgado et al., 1988). Η εκτεταμένη αναπαραγωγική περίοδος μπορεί να ερμηνευθεί ως μία προσπάθεια του είδους για αύξηση της αναπαραγωγικής επιτυχίας (Fernandez-Delgado, 1988, Creech, 1992a). Η *A. boyeri* γεννά αυγά κατά δεσμίδες (batch spawner). Το χόριο των αυγών περιβάλλεται από μακριά νήματα μέσω των οποίων τα αυγά μπλέκονται στα νηματοιειδή φύκια (Henderson et al., 1988).

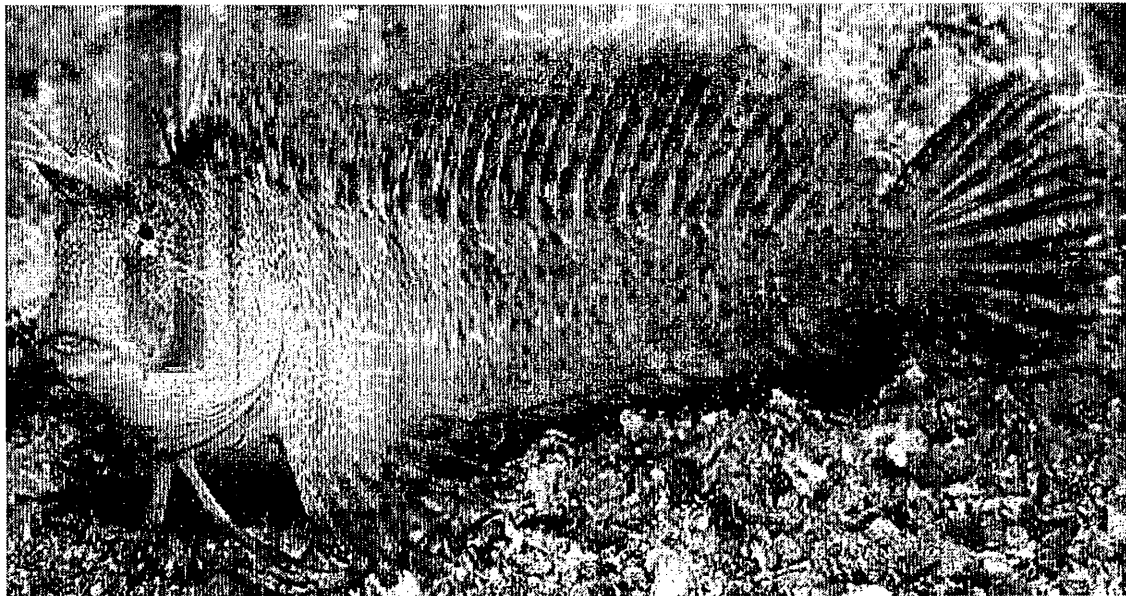
Parablennius tentacularis (P.t.) (Brünnich, 1768)

1) Συστηματική κατάταξη :

ΒΑΣΙΛΕΙΟ	ANIMALIA
ΦΥΛΟ	CHORDATA
ΚΛΑΣΗ	ACTINOPTERYGII
ΤΑΞΗ	PERCIFORMES
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	BLENNIIDAE
ΓΕΝΟΣ	PARABLENNIUS

2) 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 . (Fishbase)



Εικόνα 27. *Parablennius tentacularis* από Patzner, R. - Fishbase

3) Βιότοπος / Γεωγραφική εξάπλωση : Είναι ψάρι βενθικό, που προτιμά τους αμμώδεις ή χαλικώδεις βυθούς, με ελαφριά βλάστηση. Κινείται σε βάθη από 3-15 μέτρα .Κοινό σε ολόκληρη την Μεσόγειο, πλην της Αιγύπτου και του Λιβάνου. (Fishbase)

4) Διατροφή : Τρέφεται με μικρά ασπόνδυλα κυρίως με καρκινοειδή και σκουλήκια (Fishbase)

5) Αναπαραγωγή : Η αναπαραγωγή λαμβάνει χώρα κατά τον μήνα Μάρτιο-Μάιο . Τα θηλυκά γεννούν σε τρύπες μέσα στη άμμο και τα αρσενικά αναλαμβάνουν την φύλαξη των αυγών . (Fishbase)

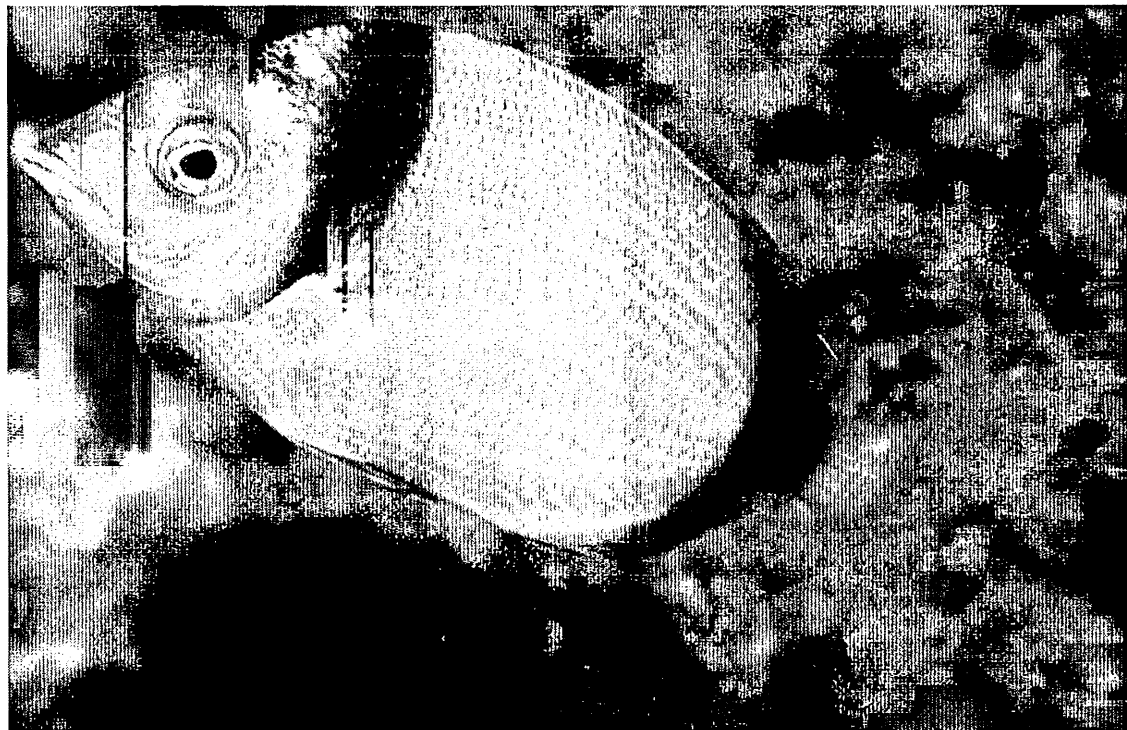
Diplodus vulgaris (D.v.) (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) (κακαρέλος)

1) Συστηματική κατάταξη :

ΒΑΣΙΛΕΙΟ	ANIMALIA
ΦΥΛΟ	CHORDATA
ΚΛΑΣΗ	ACTINOPTERYGII
ΤΑΞΗ	PERCIFORMES
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	SPARIDAE
ΓΕΝΟΣ	DIPLODUS

1) Μορφολογία :

Σώμα ωοειδές πιεσμένο πλευρικά. Ο χρωματισμός είναι ελαφρά γκρίζο – 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. 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. (Αρχείο Υ.Σ.Ρ.)



Εικόνα 28 *Diplodus vulgaris*, από Pontes, M. - Fishbase

2) Βιότοπος / Γεωγραφική εξάπλωση :

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

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

5) 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.(Τμήμα Αλιείας και Θαλασσίων Ερευνών Κύπρου)

Sympodus cinereus (S.c.)

1) Συστηματική κατάταξη :

ΒΑΣΙΛΕΙΟ	ANIMALIA
ΦΥΛΟ	CHORDATA
ΚΛΑΣΗ	ACTINOPTERYGII
ΤΑΞΗ	PERCIFORMES
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	LABRIDAE
ΓΕΝΟΣ	SYMPHODUS

2) 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 . (Marine Species Identification)



Εικόνα 29. *Sympodus cinereus* από Patzner - R. Fishbase

3) Βιότοπος / Γεωγραφική εξάπλωση :

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)

4) Διατροφή :

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

5) Αναπαραγωγή :

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

Mullus barbatus (M.b.) (Linnaeus, 1758)

1) Συστηματική κατάταξη :

ΒΑΣΙΛΕΙΟ	ANIMALIA
ΦΥΛΟ	CHORDATA
ΚΛΑΣΗ	ACTINOPTERYGII
ΤΑΞΗ	PERCIFORMES
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	MULLIDAE
ΓΕΝΟΣ	MULLUS

2) Μορφολογία :

Έχει σώμα επίμηκες, ελαφρός πεπτιεσμένο 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 . (Marine Species Identification)



Εικόνα 30. Mullus barbatus από Roberto Pillon - Fishbase

3) Βιότοπος / Γεωγραφική εξάπλωση : Απαντάται στη Μεσόγειο (Hureau 1986), στη Μαύρη Θάλασσα, καθώς επίσης και κατά μήκος των Ευρωπαϊκών και Αφρικανικών ακτών του Ατλαντικού (Whitehead et.al. 1986) σε αμμώδη και λασπώδη υποστρώματα, σε βάθη από 20 έως 200 m.

4) Διατροφή :

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

5) Αναπαραγωγή :

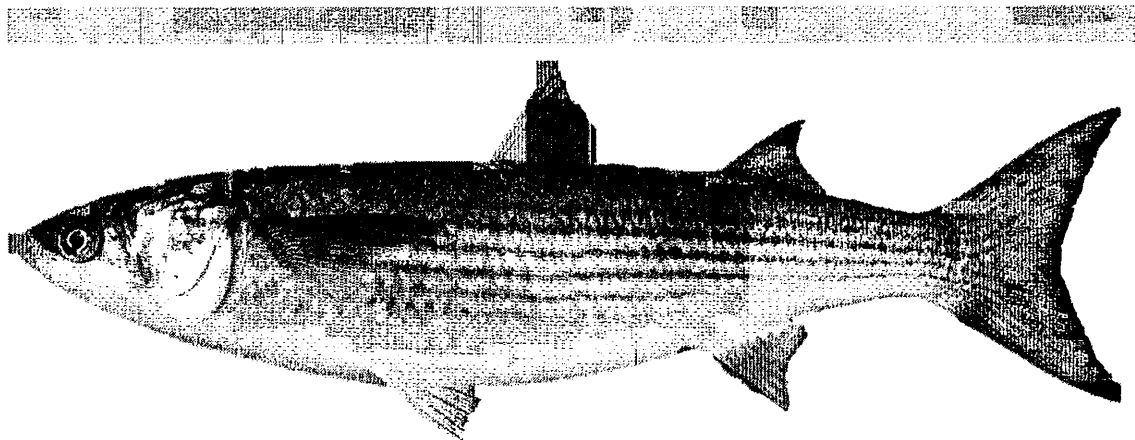
Αναπαράγεται τους ανοιξιότικους και τους θερινούς μήνες . Η πρώτη γεννητική ωρίμανση επέρχεται μετά την συμπλήρωση του πρώτου και δεύτερου έτους ζωής στα αρσενικά και στα θηλυκά άτομα αντίστοιχα (Marine Species Identification)

Liza aurata (L.a.) (Risso, 1810) (μυξινάρι)

1) Συστηματική κατάταξη :

ΒΑΣΙΛΕΙΟ	ANIMALIA
ΦΥΛΟ	CHORDATA
ΚΛΑΣΗ	ACTINOPTERYGII
ΤΑΞΗ	MUGILIFORMES
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	MUGILIDAE
ΓΕΝΟΣ	LIZA

2) Μορφολογία : Το σώμα του είναι ελαφριά συμπιεσμένο πλευρικά με φαρδύ και σχετικά μικρό (σε ύψος) κεφάλι. Στο άνω και οπίσθιο μέρος των βραγχιακών επικαλυμμάτων υπάρχει χαρακτηριστική κηλίδα με χρυσή απόχρωση. Το σώμα του ψαριού καλύπτεται από παχύ στρώμα βλέννας εξ' αυτού και το κοινό του όνομα .



Εικόνα 31. *Liza aurata*

Τα λέπια στο πάνω μέρος του κεφαλιού να φέρει το καθένα μια χαρακτηριστική αύλακα.

3) Βιότοπος / Γεωγραφική εξάπλωση : Είναι πελαγικό είδος που συναντάται συχνά στις εκβολές ποταμών και σε λιμνοθάλασσες και σπάνια εισχωρεί σε γλυκά νερά. Απαντάται στην Μαύρη και την Μεσόγειο Θάλασσα, στον Ανατολικό Ατλαντικό από την Σκωτία ως το Cape Verde , την νότια Νορβηγία, το Μαρόκο και σπανιότερα στις ακτές της Μαυριτανίας. (Fishbase)

4) Διατροφή : Είναι τριμματοφάγο, αλλά μπορεί να καταναλώσει και ζωντανή μικρού μεγέθους τροφή όπως φυτοπλαγκτό, ζωοπλαγκτό (αμφίποδα, κωπήποδα) και βενθικά ασπόνδυλα. (Fishbase)

5) Αναπαραγωγή : Η αναπαραγωγή λαμβάνει χώρα στη θάλασσα από τον Ιούλιο μέχρι τον Νοέμβριο . (Marine Species Identification)

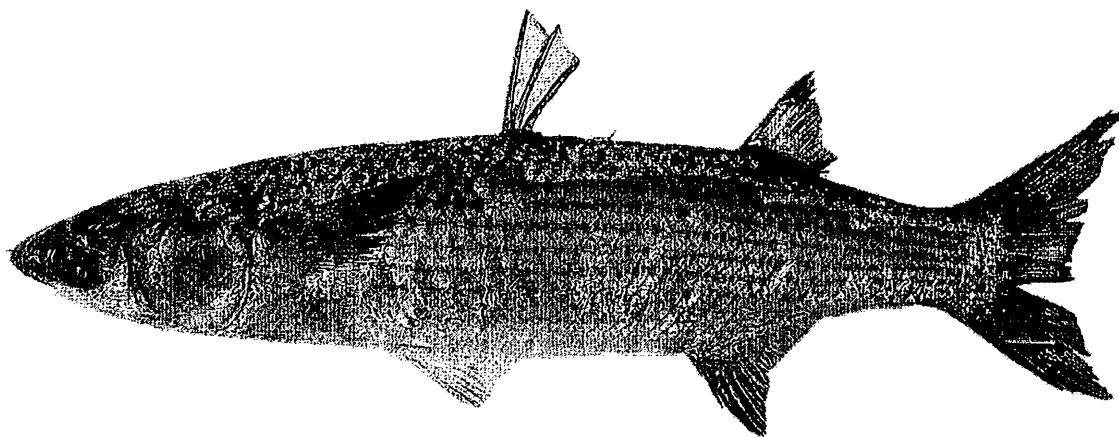
Liza ramada (L.r.) (Risso, 1810)

1) Συστηματική κατάταξη :

ΒΑΣΙΛΕΙΟ	ANIMALIA
ΦΥΛΟ	CHORDATA
ΚΛΑΣΗ	ACTINOPTERYGII
ΤΑΞΗ	MUGILIFORMES
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	MUGILIDAE
ΓΕΝΟΣ	LIZA

2) Μορφολογία :

Το σώμα έχει ατρακτοειδές σχήμα. Το στόμα του είναι μικρό. Έχει δύο ραχιαία πτερύγια, εκ των οποίων το πρώτο έχει 4-5 ακτίνες.. Η ραχιαία πλευρά είναι γκριζωπή και η κοιλιακή άσπρη. Έχει χρυσίζουσες κηλίδες στα βραγχιακά επικαλύμματα και μαύρα θωρακικά πτερύγια. Έχει μέγιστο βάρος τα 3 κιλά, μήκος τα 70 εκ. και ηλικία περίπου τα 10 χρόνια . (Marine Species Identification)



Εικόνα 32. *Liza ramada*

3) Βιότοπος / Γεωγραφική εξάπλωση :

Είναι πελαγικό είδος αν και συναντάται συχνά σε λιμάνια και εκβολές ποταμών. Έχει εντοπιστεί στον Ανατολικό Ατλαντικό από την Νορβηγία μέχρι και το Μαρόκο, την Μεσόγειο και την Μαύρη Θάλασσα. Σπανιότερα σε τροπικά νερά, όπως η Ερυθρά Θάλασσα. (Fishbase)

4) Διατροφή :

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

5) Αναπαραγωγή :

Η αναπαραγωγή λαμβάνει χώρα στις ακτές από τον Σεπτέμβριο μέχρι τον Φεβρουάριο και γεννάει σε αλμυρό νερό, σε αντίθεση με τα περισσότερα ψάρια της οικογένεια που εναποθέτουν τα αυγά τους σε υφάλμυρα ή και γλυκά νερά. Τα ενήλικα εισέρχονται στα κατώτερα μέρη και τις εκβολές των ποταμών. Είναι έντονα μεταναστευτικό είδος . (Fishbase)

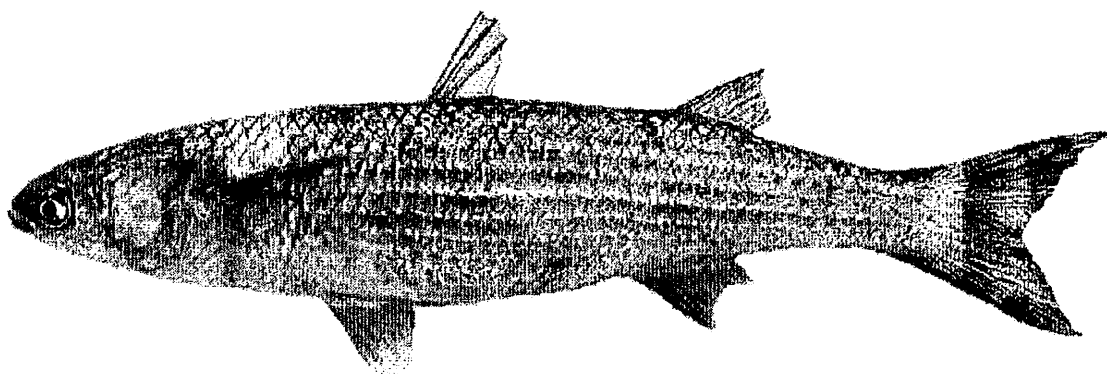
Liza saliens (L.s.) (Risso, 1810)

1) Συστηματική κατάταξη :

ΒΑΣΙΛΕΙΟ	ANIMALIA
ΦΥΛΟ	CHORDATA
ΚΛΑΣΗ	ACTINOPTERYGII
ΤΑΞΗ	MUGILIFORMES
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	MUGILIDAE
ΓΕΝΟΣ	LIZA

2) Μορφολογία :

Έχει στα λέπια που είναι στο πάνω μέρος του κεφαλιού 2 ή 3 χαρακτηριστικές αυλακίες σε κάθε λέπι και έχει επιμηκισμένο σώμα σε σχέση με τα άλλα κεφαλόπouλα . Μέγιστο μήκος τα 35 cm. (Marine Speoies Identification)



Εικόνα 33. *Liza saliens*

3) Βιότοπος / Γεωγραφική εξάπλωση : Ζει σε βάθος έως και 10 μέτρα στην Μεσόγειο Θάλασσα, στην Μαύρη Θάλασσα και στα παράλια του Ατλαντικού από την Γαλλία έως το Μαρόκο. Έχει μεταφερθεί και στο Ιράν και στην Κασπία, ως διαχειριστικό μέτρο ιχθυοαποθεμάτων. Είναι ένα είδος που ζει μόνο στα παράλια. Μερικές φορές συναντάται σε λιμνοθάλασσες και εκβολές ποταμών . (Fishbase)

4) Διατροφή : Τα ανήλικα άτομα μέχρι και τα 3cm τρέφονται με ζωοπλαγκτόν ενώ μέχρι και τα 5 cm με βενθικούς οργανισμούς . Τα ενήλικα άτομα τρέφονται με φύκια και φυτικά κατάλοιπα . (Fishbase)

5) Αναπαραγωγή : Αναπαράγετε το καλοκαίρι και τα αυγά είναι πελαγικά .
(Fishbase)

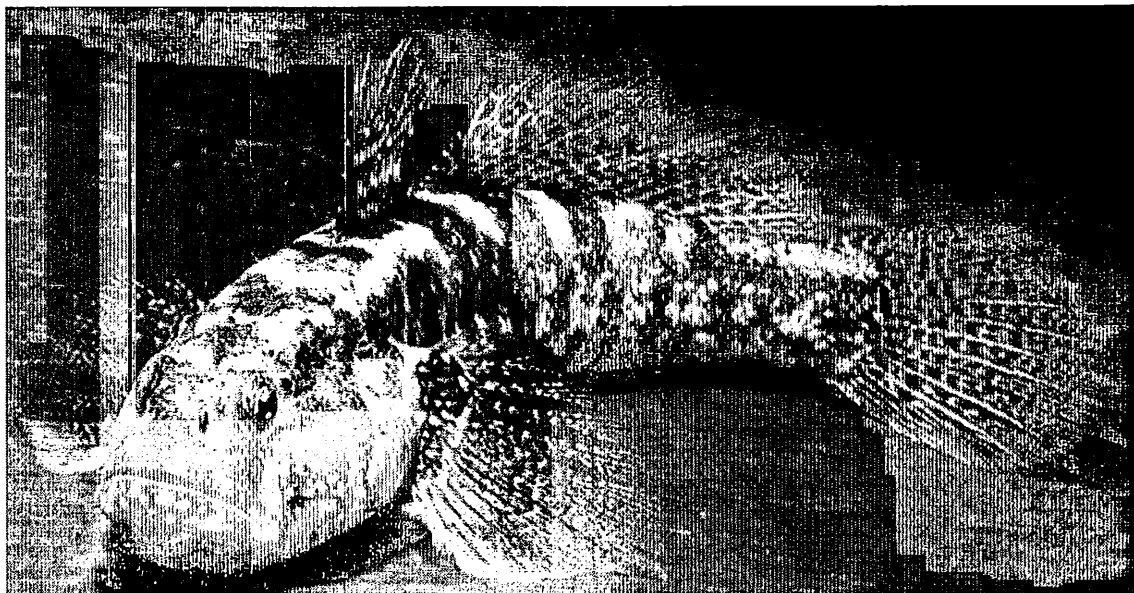
Zosterisessor ophiocephalus (Z.o.) (Pallas, 1814)

1) Συστηματική κατάταξη :

ΒΑΣΙΛΕΙΟ	ANIMALIA
ΦΥΛΟ	CHORDATA
ΚΛΑΣΗ	ACTINOPTERYGII
ΤΑΞΗ	PERCIFORMES
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	GOBIIDAE
ΓΕΝΟΣ	ZOSTERISESSOR

2) Μορφολογία :

Έχει χρώμα ανοιχτό καφέ ή πιο κιτρινωπό χρώμα με διάσπαρτα σκούρα καφέ και λευκά σημάδια . Η πλευρική γραμμή φέρει 59-64 λέπια. Το σώμα παρουσιάζει πρασινοκίτρινο χρωματισμό, με 12-14 ασυνεχείς καφετί κάθετες ζώνες. (Marine Species Identification)



Εικόνα 34. *Zosterisessor ophiocephalus* από Patzner - R. Fishbase

3) Βιότοπος / Γεωγραφική εξάπλωση :

Απαντά στη Μεσόγειο και στη Μαύρη Θάλασσα και προτιμά τα παράκτια θαλάσσια νερά, αλλά και τα υφάλμυρα, τα σημεία εκβολών, τις λιμνοθάλασσες και τα λιβάδια λάσσης. (Fishbase)

4) Διατροφή :

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

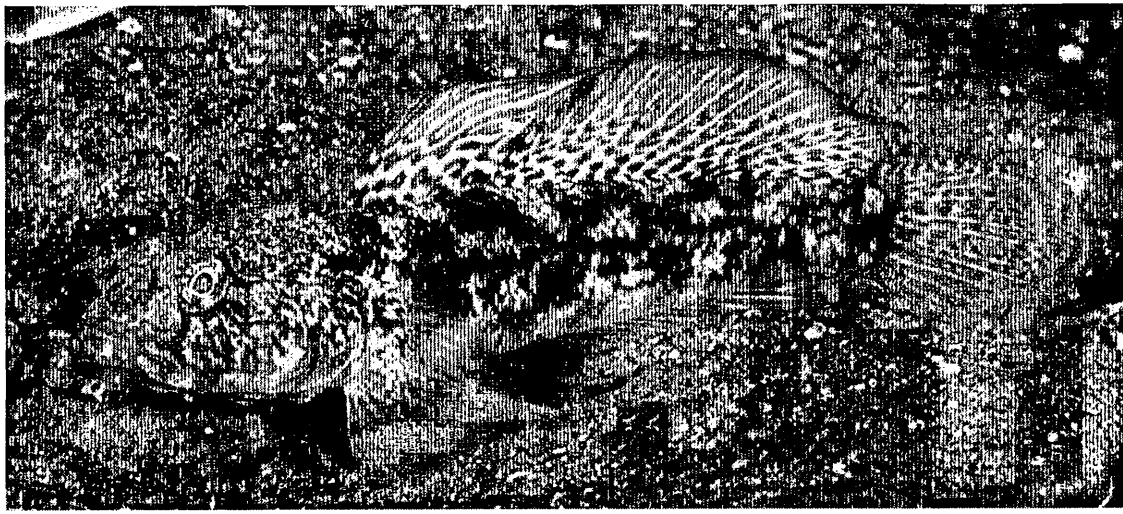
5) Αναπαραγωγή :

Η αναπαραγωγή γίνεται 2 φορές και λαμβάνει χώρα τους μήνες Απρίλιο / Μάιο ή τον Ιούλιο . Η σεξουαλική ωριμότητα των ειδών ξεκινά στο δεύτερο ή τρίτο έτος ζωής τους (Marine Species Identification)

Gobius niger (G.n.) Linnaeus, 1758

1) Συστηματική κατάταξη :

ΒΑΣΙΛΕΙΟ	ANIMALIA
ΦΥΛΟ	CHORDATA
ΚΛΑΣΗ	ACTINOPTERYGII
ΤΑΞΗ	PERCIFORMES
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	GOBIIDAE
ΓΕΝΟΣ	GOBIUS



Εικόνα 35. *Gobius niger* από Wirtz, P. - Fishbase

2) Μορφολογία : Είναι μεσαίου μεγέθους γοβιός φθάνοντας σε μήκος τα 15 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 κοιλίδες και κάποιες φορές το σώμα γίνεται μαύρο κατά την διάρκεια της αναπαραγωγής . (Marine Species Identification)

3) Βιότοπος / Γεωγραφική εξάπλωση :

Προτιμά άμμο ή χαλίκι και συχνά προστατεύεται κάτω από βράχια ή σε ρωγμές . Ο *Gobius niger* δεν ενοχλείται από το χαμηλό αλατότητα κοντά σε εκβολές ποταμών . Δεν έχει αναφερθεί σε βάθος κάτω των 65 μέτρων. Απαντά σε περιοχές του Ανατολικού Ατλαντικού (Κανάριοι Νήσοι, Κονγκό Αφρικής), όπως επίσης και στην Μεσόγειο Θάλασσα. (Fishbase)

4) Διατροφή :

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

5) Αναπαραγωγή :

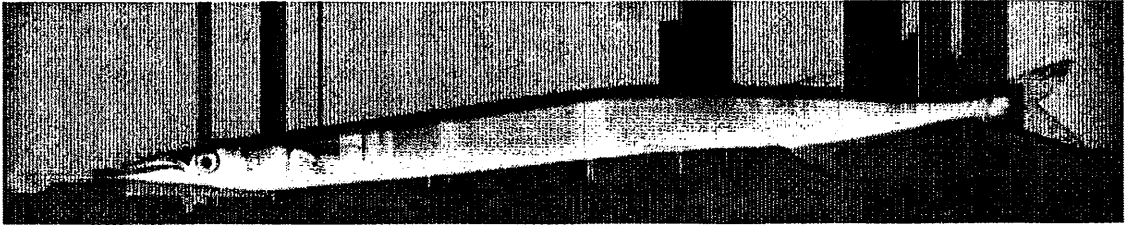
Αναπαράγεται τους μήνες Μάρτιο με Μάιο (Νάπολι), Απρίλιο με αρχές Ιουνίου (λίμνη Μίρ , Ολλανδία), Μάιο με Αύγουστο (Βαλτική), Απρίλιο με Σεπτέμβριο (Βάρνα, Μαύρη Θάλασσα). Τα αυγά εναποτίθενται κάτω από βράχια και πέτρες. Η σεξουαλική ωριμότητα παρουσιάζεται στα 2 χρόνια. (Marine Species Identification)

Belone belone (B.b.) (ζαργάνα)

1) Συστηματική κατάταξη :

ΒΑΣΙΛΕΙΟ	ANIMALIA
ΦΥΛΟ	CHORDATA
ΚΛΑΣΗ	ACTINGPTERYGII
ΤΑΞΗ	BELONIFORMES
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	BELONIDAE
ΓΕΝΟΣ	BELONE

2) Μορφολογία : Το σώμα της είναι μακρύ και λεπτό. Έχει μακρύ ρύγχος σαν ράμφος πουλιού πάνω στο οποίο έχει πολλά μικρά δόντια. Το χρώμα της είναι γαλαζοπράσινο στην ράχη της και ασημένιο στην κοιλιά. Η ραχοκοκαλιά έχει πράσινο χρώμα. Το μήκος της μπορεί να φτάσει και τα 90 cm. (Marine Species Identification)



Εικόνα 36. *Belone belone* από Dammous, S. - Fishbase

3) Βιότοπος / Γεωγραφική εξάπλωση :

Η ζαργάνα είναι κοσμοπολίτικο είδος. 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)

4) Διατροφή :

Η ζαργάνα είναι φοβερός κυνηγός. Κολυμπάει αργά κοντά στην επιφάνεια και με το μακρόστενο σχήμα της ανακατεύεται με τον ελαφρό κυματισμό με τέτοιο τρόπο ώστε δεν διακρίνεται εύκολα και τρέφεται με μικρά ψάρια. (Fishbase)

5) 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. (Marine Species Identification)

ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΙΣ ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ ΙΧΘΥΩΝ ΜΕΛΕΤΗΣ :

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 saliens (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.)

REFERENCES

English Bibliography

- Aleev, Y. G. 1969. Function and Gross Morphology in Fish. Jerusalem, Program for Scientific Translations, 230p.
- Alonghi, D.M., 1998. Coastal Ecosystem Processes. CRC Press, Boca Raton, FL, 188 pp.
- Andreu-Soler A., Oliva-Paterna FJ., Fernández-Delgado, Torralva M. 2003. Age and growth of the sand smelt *Atherina boyeri* (Risso, 1810) in the Mar Menor coastal lagoon (SE Iberian Peninsula). J. Appl. Ichthyol. 19: 202-208.
- Badosa, A., Boix, D., Brucet, S., Lopez-Flores, R., Quintana, X.D., 2006. Nutrients and zooplankton composition and dynamics in relation to the hydrological pattern in a confined Mediterranean salt marsh (NE Iberian Peninsula). Estuarine, Coastal and Shelf Science 66, 513–522.
- Barnes, R.S.K., 1980. Coastal Lagoons. Cambridge University Press, Cambridge. 106 pp.
- Barreto, A. P. 2005. Características ecomorfofisiológicas relacionadas à alimentação e ao uso do micro-habitat em quatro espécies de Characiformes no Rio Morato - Guaraqueçaba, PR. Unpublished Ph.D Dissertation, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 109p.
- Bartulović V., Glamuzina B., Conides A., Dulčić J., Lučić D., Kožul V. 2004. Age, growth, mortality and sex ratio of sand smelt, *Atherina boyeri* Risso 1810 (Pisces: Atherinidae) in the estuary of the Mala Neretva River (middle-eastern Adriatic, Croatia). J. Appl. Ichthyol. 20: 427-430.
- BEAUMORD, A.C.; M. PETRERE. 1994. Fish communities of Manso River, Chapada dos Guimarães, MT, Brazil. Acta Biologica Venezuelica 152: 21-35.
- Beche LA, McElravy EP, Resh VH (2006) Long term seasonal variation in the biological traits of benthic macroinvertebrates in two Mediterranean-climate streams in California, USA. Freshw Biol 51:56–75
- Bellwood, D. R., P. C. Wainwright, C. J. Fulton, and A. Hoey. 2002. Assembly rules and functional groups at global biogeographical scales. Functional Ecology 16:557–562.
- Benson S. and Nagel R. 2004. "Endangered Species, 2nd Edition". Volume 1 Mammals
- Bergman M, Hup M (1992) Direct effects of beamtrawling on macrofauna in a sandy sediment in the southern North Sea. ICES J Mar Sci: J Conseil 49:5–11
- Biles CL, Solan M, Isaksson I, Paterson DM, Emes C, Raffaelli DG. 2003. Flow modifies the effect of biodiversity on ecosystem functioning: an in situ study of estuarine sediments. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 286: 165 – 177.

- Bolam SG, Fernandes TF, Huxham M. 2002. Diversity, biomass, and ecosystem processes in the marine benthos. *Ecological Monographs* 72: 599–615
- Bolger T. 2001. The functional value of species biodiversity - a review. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy* 101: 199 – 224.
- Boyle, K. S. & 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.
- 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.
- Breda, L, E. F. de Oliveira & E. Goulart. 2005. Ecomorfoiogia de locomoção de peixes com enfoque para espécies neotropicais. *Acta Scientiarum (Biological Sciences)*, 27: 371-381.
- Breder, C. M. 1926. The locomotion of fishes. *Zoologica*, N.Y. 4:159-256.
- Bremner J, Rogers SI, Frid CLJ (2006) Matching biological traits to environmental conditions in marine benthic ecosystems. *J Mar Syst* 60:302–316
- Cardinale BJ, Palmer MA, Collins SL. 2002. Species diversity enhances ecosystem functioning through interspecific facilitation. *Nature* 415: 426– 429.
- Cardinale BJ, Palmer MA. 2002. Disturbance moderates biodiversity – ecosystem function waters upon recovery from eutrophication. II. Lifehistory traits and feeding guilds of polychaete community. *Marine Pollution Bulletin* 56: 297–307.
- Carrada, G.C., Fresi, E., 1988. Le lagune salmastre. Alcune riflessioni sui problemi e sui metodi. In: Carrada, G.C., Cicogna, F., Fresi, E. (Eds.), *Le lagune costiere: Ricerca e gestione*. Clem, Massa Lubrense, Napoli, pp. 35–55.
- CASATTI, L.& R.M.C. CASTRO. 2006. Testing the ecomorphological hypothesis in a headwater riffles fish assemblage of the rio São Francisco, southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology* 4 (2): 203-214.
- Chapin FSI, BretHarte MS, Hobbie SE, Haiian Z. 1996. Plant functional types predictors of transient responses of arctic vegetation to global change. *Journal of Vegetation Science* 7:347–358.
- Collar NJ (1993–4) Red data books, action plans, and the need for site-specific synthesis. *Species* 21 and 22:132–133
- Collar NJ (1996a) The reasons for Red Data Books. *Oryx* 30:121–130
- Covich AP, Austen MC, Barlocher F, Cardinale BJ, Biles CL, Inchausti P, Dangles O, Solan M, Gessner MO, Stutzner B, Moss B. 2004. The role of biodiversity in the functioning of freshwater and marine benthic ecosystems. *Bioscience* 54: 767 - 775.
- Creech S. 1992a. A study of the population biology of *Atherina boyeri* Risso, 1810 in Aberthaw Lagoon, on the Bristol Channel, in South Wales. *J. Fish Biol.* 41:277-286.

- Dangles O, Malmqvist B. 2004. Species richness decomposition relationships depend on species dominance. *Ecology Letters* 7: 395 – 402
- Dangles O, Malmqvist B. 2004. Species richness decomposition relationships depend on species dominance. *Ecology Letters* 7: 395 – 402.
- Dannheim J, Brey T, Schroder A, Mintenbeck K, Knust R, Arntz WE (2014) Trophic look at softbottom communities—short-term effects of trawling cessation on benthos. *J Sea Res* 85:18–28
- Diaz AM, Aionso MLS, Gutierrez MRVA (2008) Biological traits of stream macroinvertebrates from a semi-arid catchment: patterns along complex environmental gradients. *Freshw Biol* 53:1–21
- Diaz S, Cabido M (2001) Vive la difference: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends Ecol Evol* 16:646–655
- Díaz S, Cabido M. 1997. Plant functional types and ecosystem function in relation to global change. *Journal of Vegetation Science* 8: 463 -474.
- Diaz, S. and Cabido, M. 2001. Vive la difference: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends Ecol. Evol.* 18: 646-655.
- Dumay, O., P. S. Tari, J. A. Tomasini & D. Mouillot. 2004. Functional groups of lagoon fish species in Languedoc Roussillon, southern France. *Journal of Fish Biology*, 64: 970-983.
- Dyer, B.S. and B. Chemoff. 1996. Phylogenetic relationships among atheriniform fishes (Teleostei: Atherinomorpha). *Zool. J Linn. Soc.*, 177: 1-69.
- Eldredge N. 2002, "Life on Earth: An Encyclopedia of Biodiversity, Ecology and Evolution"
- Emmerson MC, Raffaelli DG. 2000. Detecting the effects of diversity on measures of ecosystem function: experimental design, null models and empirical observations. *Oikos* 91: 195 – 203.
- Emmerson MC, Solan M, Emes C, Paterson DM, Raffaelli DG. 2001. Consistent patterns and the idiosyncratic effects of biodiversity in marine ecosystems. *Nature* 411: 73 – 77.
- Engelhardt KAM, Ritchie ME. 2001. Effects of macrophyte species richness on wetland ecosystem functioning and services. *Nature* 411: 687- 689.
- Fernandez-Delgado C., Hernando JA., Herrera M., Bellido M. 1988. Life history patterns of the sand smelt *Atherina boyeri*, Risso, 1810 in the estuary of the Guadalquivir River, Spain. *Est. Coast. Shelf Sci.* 27: 697-706.
- Fonseca, C. R. & G. Ganade. 2001. Species functional redundancy, random extinctions and the stability of ecosystems. *Journal of Ecology*, 89: 118-125.
- Fouda MM. 1995. Life history strategies of four small-sized fishes in the Suez Canal, Egypt. *J. Fish Biol.* 46: 687-702.
- Franco, F., Franzoi, P., Malavasi, S., Riccato, F., Torricelli, P., Mainardi, D., 2006. Use of shallow water habitats by fish assemblages in a Mediterranean coastal lagoon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 66, 67–83.

- Friligos, N., Balopoulos, E.T., Psyllidou-Giouranovits, R., 1997. Eutrophication and hydrography in the Amvrakikos Gulf, Ionian Sea. *Fresenius Environ. Bull.* 6, 21-26.
- Gamito, S., Gilabert, J., Diego, C.M., Perez-Ruzafa, A., 2005. Effects of changing environmental conditions on lagoon ecology. In: Gonenc, E., Wolfin, J.P. (Eds.), *Coastal Lagoons: Ecosystem Processes and Modeling for Sustainable Use and Development*. CRC Press, Boca Raton, pp. 193–229.
- Gaston, K. J. 2010. "Conservation Biology for All" Chapter 2 Biodiversity, Navjot S. Sodhi and Paul R. Ehrlich 2010 © Oxford University Press 2010
- Gaston, K. J. and Spicer, J. I. (2004). *Biodiversity: an introduction*. 2nd edn. Blackwell Publishing, Oxford, UK
- GATZ JUNIOR, A.J. 1979a. Ecological morphology of freshwater stream fishes. *Tulane Stud. Zool. Bot.* 21(2):91-124.
- GATZ JUNIOR, A.J. 1979b. Community organization in fishes as indicated by morphological features. *Ecology*. 60(4):711-718.
- Gene Helfman, Bruce B. Collette, Douglas E. Facey, Brian W. Bowen April 2009. *The Diversity of Fishes: Biology, Evolution, and Ecology*, 2nd Edition, Chapter 8 Functional morphology of locomotion and feeding
- Gessner M, Inchausti P, Persson L, Raffaelli DG, Giller PS. 2004. Biodiversity effects on ecosystem functioning: insights from aquatic systems. *Oikos* 104: 419 - 422.
- Gibran, F.Z., 2007. Activity, habitat use, feeding behavior, and diet of four sympatric species of Serranidae (Actinopterygii: Perciformes) in southeastern Brazil. *Neotrop. Ichthyol.* 5, 387–398.
- Giller SP, Hillebrand H, Berninger UG, Gessner OM, Hawkins S, Inchausti P, Inglis C, Leslie H, Malmqvist B, Monaghan TM, Morin JP, O'Mullan G. 2004. Biodiversity effects on ecosystem functioning: emerging issues and their experimental test in aquatic environments. *Oikos* 104: 423 - 436.
- Goudie A.S. 2003. "Encyclopedia of Geomorphology" (2 Volume Set)
- Gray.J. 1968. *Animal locomotion*. W. W. Norton, New York.
- Guelorget O., Perthuisot J. P. Paralic ecosystems. *Biological organization and functioning. Vie et Milieu*. 1992;42(2):215–251.
- Guevara J., Sautier-Casaseca GA. 1977. Datos sobre las condiciones ambientales y fauna ictiológica del Mar Menor. *CRIS*. 155: 18-20.
- Heemsbergen DA, Berg MP, Loreau M, Van Haj JR, Faber JH, Verhoef HA. 2004. Biodiversity effects on soil processes explained by Interspecific functional dissimilarity. *Science* 306: 1019 – 1020.
- Henderson PA., Bamber RN. 1987. On the reproductive biology of the sand smelt *Atherina boyeri* Risso (Pisces: Atherinidae) and its evolutionary potential. *Biol. J. Linn. Soc.* 32: 395-415.
- Henderson PA., Holmes RHA., Bamber RN., 1988. Size-selective overwintering mortality in the sand smelt, *Atherina boyeri* Risso, and its role in population regulation. *J. Fish Biol.* 33: 221-233.

- Hooper D, Chapin F, Ewel J, Hector A, Inchausti P, Lavorel S, Lawton J, Lodge D, Loreau M, Naeem S (2005) Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecol Monogr* 75:3–35
- Hooper DU, Chapin FS, Ewel JJ, Hector A, Inchausti P, Lavorel S, Lawton JH, Lodge DM, Loreau M, Naeem S, Schmid B, Setälä H, Symstad A.J, Vandermeer J, Wardle DA. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* 75: 3 – 35.
 - Hughes, A. R., Inouye, B. D., Johnson, M. T. J., Underwood, N., and Vellend, M. (2008). Ecological consequences of genetic diversity. *Ecology Letters*, 11, 609–623.
 - Hureau JC (1986) Mullidae. In: Whitehead PJP, Bauchot ML, Hureau JC, Nielsen J, Tortonese E (eds) *Fishes of the northeastern Atlantic and the Mediterranean*. UNESCO, Paris, p 877–882
- Huston MA, Aarssen LW, Austin MP, Cade BS, Fridley JD, Garnier E, Grime JP, Hodgson J, Lauenroth WK, Thompson K, Vandermeer JH, Wardle DA. 2000. No consistent Effect of Plant Diversity on Productivity. *Science* 289: 1 255 pp.
- Heywood, V.H., Baste, I. and Gardner, K.A. (lead authors) (1995) Introduction, in V.H. Heywood, R.T. Watson, and I. Baste (eds.), *Global biodiversity assessment*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 1–19.
- Jobling M. 1995. *Fish bioenergetic*. London: Chapman & Hall.
- Jonsson M, Malmqvist B. 2003. Mechanisms behind positive diversity effects on ecosystem functioning: testing the facilitation and interference hypotheses. *Oecologia* 134: 554 – 559.
- Karlson, K., Resenberg, R., Bonsdorff, E., 2002. Temporal and spatial large-scale effects of eutrophication and oxygen deficiency on benthic fauna in Scandinavian and Baltic waters – a review. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 40, 427–489.
- Keast, A. and D. Webb, 1966. Mouth and body form relative to feeding ecology in the fish fauna of a small lake, Lake Opinicon, Ontario. *J. Fish. Res. Board Can.* 23(12):1845-1874.
- Kerfoot-Jr, J. R. & J. F. Schaefer. 2006. Ecomorphology and habitat utilization of *Cottus* species. *Environmental Biology of Fishes*, 76: 1-13.
- Kjerfve, B., 1994. Coastal lagoons. In: Kjerfve, B. (Ed.), *Coastal Lagoon Processes*. Elsevier, Amsterdam, 577 pp.
- Kjerfve, B., 1994. Coastal lagoons. In: Kjerfve, B. (Ed.), *Coastal Lagoon Processes*. Elsevier, Amsterdam, 577 pp.
- 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.
 - Kormas, A.K., Nicolaidou, A., Reizopoulou, S., 2001. Temporal variations of nutrients, chlorophyll a and particulate matter in three coastal lagoons of Amvrakikos Gulf (Ionian Sea, Greece). *Marine Ecology* 22 (3), 201—213

- Koutrakis ET., Kamidis NI., Leonardos ID. 2004. Age, growth and mortality of a semi-isolated lagoon population of sand smelt, *Atherina boyeri* (Risso, 1810) (Pisces:Atherinidae) in an estuarine system of northern Greece. *J. Appl. Ichthyol.* 20: 382-388.
- Kramer, D. L., and M. J. Bryant. 1995. Intestine length in the fishes of a tropical stream. 2. Relationships to diet: The long and short of a convoluted issue. *Environmental Biology of Fishes* 42:129–141.
- Lagler, K. F., Bardach, J. E., Miller, R. R., May Passino, D. R. 1977. *Ichthyology*. 2nd Edition. Wiley and Sons Inc. Printed in USA. pp. 129 - 163.
- Lardicci, C., Rossl, F., Castelli, A., 1997. Analysis of macrozoobenthic community structure after severe dystrophic crises in a Mediterranean coastal lagoon. *Marine Pollution Bulletin* 34 (7), 536–547.
- Lecointre, G., and H. Le Guyader. 2001. *Classification phylogénétique du vivant*. Paris: Belin;
- Leonardos ID. 2001. Ecology and exploitation pattern of a landlocked population of sand smelt, *Atherina boyeri* (Risso 1810), in Trichonis Lake (Western Greece).
- Leonardos ID., Sinis A. 2000. Age, growth and mortality of *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Pisces: Atherinidae) in the Mesolongi and Etolikon lagoons (W. Greece).
- Lévêque C.& Mounolou J.C. 2004, "BIO-DIVERSITY" ,@2004 John Wiley & Sons, Ltd
- Lindsey.C. C. 1978. Form, function, and locomotory habits in fish. In W. Hoar and D.J. Randall (eds.), *Fish physiology*, Vol. 7, pp.1-100. Academic Press, New York.
- Loreau M, Naeem S, Inchausti P, Bengtsson J, Grime J, Hector A, Hooper D, Huston M, Raffaelli D, Schmid B (2001) Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *Science* 294:804–808
- Loreau M, Naeem S, Inchausti P, Bengtsson J, Grime JP, Hector A, Hooper DU, Huston MA, Raffaelli D, Schmid B, Tilman D, Wardle DA. 2001. Biodiversity and ecosystem functioning; Current knowledge and future challenges. *Science* 294: 804 - 808.
- Loreau M, Naeem S, Inchausti P. 2002. *Biodiversity and Ecosystem Functioning: Synthesis and Perspectives*. Oxford (United Kingdom): Oxford University Press.
- Maci A., Basset A. 2010. Spatio-temporal patterns of abundance, size structure and body condition of *Atherina boyeri* (Pisces: Atherinidae) in a small non-tidal Mediterranean lagoon. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 87: 125-134.
- Marfin JP. 1982. Croissance de l'Atherine *Atherina boyeri* Risso, 1810 dans trois milieux saumâtres du Roussillon. *Bull. Inst. Natl. Sci. Tech. Oceanogr. Pêche Salammbo*. 9: 89-109.
- Marques J, Basset A, Brey T, Elliott M (2009) The ecological sustainability triangle - a proposed conceptual framework for creating and testing management scenarios. *Mar Pollut Bull* 58:1773–1779
- Mason NWH, MacGillivray K, Steel JB, Wilson JB. 2003. An index of functional diversity. *Journal of Vegetation Science* 14: 571 - 578.

- Mason, N. W. H., C. Lanoiselee, D. Mouillot, J. B. Wilson, and C. Argillier. 2008. Does niche overlap control relative abundance in French lacustrine fish communities? A new method incorporating functional traits. *Journal of Animal Ecology* 77:661–669.
- Mason, N. W. H., C. Lanoiselee, D. Mouillot, P. Irz, and C. Argillier. 2007. Functional characters combined with null models reveal inconsistency in mechanisms of species turnover in lacustrine fish communities. *Oecologia* 153:441–452
- Mayr E. 1963. *Animal species and evolution*. Cambridge, Mass: Belknap Press of Harvard University Press.
- McCann KS. 2000. The diversity-stability debate. *Nature* 405: 228 - 233.
- McNeely, J. A. K. R. Miller, W. V. Reid, R. A. Mittermeier, and T. B. Werner. 1990. *Conserving the World's Biological Diversity*. Washington, D.C. and Gland, Switzerland: WRI, World Conservation Union, World Bank, WWF-U.S. and Conservation International.
- Mermillod - Blondin F, François Carcaillet F, Rosenberg R. 2005. Biodiversity of benthic invertebrates and organic matter processing in shallow marine sediments: an experimental study. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 315: 187 – 209.
- 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.
- Mojzsis, S. J., et al. 1996. "Evidence for Life on Earth before 3,800 Million Years Ago." *Nature* 384:55–59.
- Moore J.C. 2001, "DIVERSITY, TAXONOMIC. VERSUS FUNCTIONAL", *Encyclopedia of Biodiversity Volume 2*, University of Northern Colorado, USA. Copyright © 2001 by Academic Press
- Mouillot D, Mason, NWH, Dumay O, Wilson JB. 2005. Functional regularity: a neglected aspect of functional diversity. *Oecologia* 142: 353 – 359.
- Mulder CPH, Uliassi DD, Doak DF. 2001. Physical stress and diversity-productivity relationships: The role of positive interactions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98: 6704-6708.
- Myers, N. 1996. "Two Key Challenges for Biodiversity: Discontinuities and Synergisms." *Biodiversity and Conservation* 5: 1025–1034.
- Naeem S, Li S. 1997. Biodiversity enhances ecosystem reliability. *Nature* 390 : 507 – 509.
- Naeem S, Thompson LJ, Lawler SP, Lawton JH, Woodfin RM. 1994. Declining biodiversity can alter the performance of ecosystems. *Nature* 368: 734 – 737.
- Naeem S. 1997. Species redundancy and ecosystem reliability. *Conservation Biology* 12: 39 - 45.

- NEVES, F.M. & L.R. MONTEIRO. 2003. Body shape and size divergence among populations of *Poecilia vivipara* in coastal lagoons of south-eastern Brazil. *Journal of Fish Biology* 63: 928-941.
- Nijss I, Impens I. 2000. Biological diversity and probability of local extinction of ecosystems. *Functional Ecology* 14: 46 - 54.
- Nixon, S.W., 1995. Coastal marine eutrophication: a definition, social causes, and future concerns. *Ophelia* 41, 199–219.
- Norman JR, Greenwood PH. 1975. A history of fishes, 3rd edn. New York: Halstead Press.
- Noss, R. F. 1990. "Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach." *Conservation Biology* 4, no. 4: 355–364.
- Odum, W.E., Odum, E.P., Odum, H.T., 1995. Nature's pulsing paradigm. *Estuaries* 18, 547–555.
- Olsen M. 2006. "How to Read a Fish". (Lesson notes). Monterey Bay Aquarium Research Institute, Moss Landing, California
- Pacheco AS, Gonzalez MT, Bremner J, Oliva M, Heilmayer O, Laudlen J, Riascos JM (2011) Functional diversity of marine macrobenthic communities from sublittoral soft-sediment habitats off northern Chile. *Helgol Mar Res* 65:413–424
- Pagotto, J. P. A , E. Goulart, E. F. Oliveira & C. B. Yamamura. 2011. Trophic ecomorphology of Siluriformes (Pisces, Osteichthyes) from a tropical stream. *Brazilian Journal of Biology*, 71: 469-479.
- Palmer CJ., Culley MB. 1983. Aspects of the biology of the sand smelt *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Teleostei: Atherinidae) at Oldbury-upon-Severn, Gloucestershire, England. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 16: 163-172.
- Paomares, M.L.D. and D. Pauly, 1989. A multiple regression model for predicting the food consumption of marine fish populations. *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.* 40(3):259-273.
- Papaconstantinou, C., Zenetos, A., Vassilopoulou, V. & Tserpes, G. (eds). 2007. State of Hellenic fisheries . HCMR Publ. p.p. 104-109. (Το κοκκίνο βιβλίο)
- Patimar R., Yousefi M., Hosieni SM. 2009. Age, growth and reproduction of the sand smelt *Atherina boyeri* Risso 1810 in the Gomishan wetland – southeast Caspian Sea. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 81: 457-462.
- Patimar R., Yousefi M., Hosieni SM. 2009. Age, growth and reproduction of the sand smelt *Atherina boyeri* Risso 1810 in the Gomishan wetland – southeast Caspian Sea. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 81: 457-462.
- Petchey OL, Gaston KJ. 2002. Functional diversity (FD) species richness, and community composition. *Ecology Letters* 5: 402 – 411.
- Petchey OL, Gaston KJ. 2006. Functional diversity: back to basics and looking forward. *Ecology Letters* 9: 741–758.
- Polley HW, Wiasey BJ, Derner JD. 2003. Do species evenness and plant density influence the magnitude of selection and complementarity effects in annual plant species mixtures. *Ecology Letters* 6: 248 – 256.

- Polley HW, Wilsey BJ, Derner JD. 2003. Do species evenness and plant density influence the magnitude of selection and complementarity effects in annual plant species mixtures. *Ecology Letters* 6: 248 – 256.
- Pough FH, Heiser JB, McFarland WN. 1989. *Vertebrate life*, 3rd edn. New York: Macmillan.
- Poulos S.E., Collins M.B., Ke X., 1993. Fluvial/wave interaction controls on delta formation for ephemeral rivers discharging into microtidal waters. *Geo-Marine Letters*, vol.13, pp.24-31.
- Raffaelli D, Emmerson M, Solan M, Biles C, Paterson D. 2003. Biodiversity and ecosystem processes in shallow coastal waters: an experimental approach. *Journal of Sea Research* 49: 133 - 141.
- Rhett Butler 1999. "BASIC FISH ANATOMY" Retrieved on September 22, 2017 from <http://fish.mongabay.com/anatomy.htm>
- Ricotta C. 2004. A parametric diversity measure combining the relative abundances and taxonomic distinctiveness of species. *Diversity Distribution* 10: 143 -146.
- Ricotta C. 2007. A semantic taxonomy for diversity measures. *Acta Biotheoretica* 55: 23 - 33.
- Sambiliy, V. C. Jr. 1990. Interrelationships between swimming speed, caudal fin aspect ratio and body length of fishes. *Fishbyte*, 8: 16-20.
- Schmidt, J. (1922) The breeding places of the eels. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B* 211, 179-208.
- Seiderer LJ, Newell RC. 1999. Analysis of the relationship between sediment composition and benthic community structure in coastal deposits: Implications for marine aggregate dredging. *Journal of Marine Science* 56: 757-765.
- Smith MD, Knapp AK. 2003. Dominant species maintain ecosystem function with non-random species loss. *Ecology Letters* 6: 509 - 517.
- Snelgrove PV (1997) The importance of marine sediment biodiversity in ecosystem processes. *Ambio* 578–583
- Sorokin, Y.I., Sorokin, Y.P., Gnes, A., 1996. Structure and functioning of the anthropogenically transformed Comacchio lagoonal ecosystem (Ferrara, Italy). *Marine Ecology Progress Series* 133, 57–71.
- Souchu, P., Gasc, A., Collos, Y., Vaquer, A., Tournier, H., Bibent, B., Deslous-Paoli, J.M., 1998. Biogeochemical aspects of bottom anoxia in a Mediterranean lagoon (Thau, France). *Marine Ecology Progress Series* 164, 135.
- Stachowicz JJ, Whittlatch RB, Osman RW. 1999. Species diversity and invasion resistance in a marine ecosystem. *Science* 286: 1577 - 1579.
- Tesch, F.W., 2003. In: Thorpe, J.E. (Ed.), *The Eel*, third ed. Blackwell Publishing, London, 336 pp.
- Tett, P., Gilpin, L., Svendsen, H., Erlandsson, P., Larsson, U., Kratzer, S., Foulland, E., Janzen, C., Lee, J.Y., Grenz, C., Newton, A., Ferreira, J.G.,

Fernandes, T., Scory, S., 2003. Eutrophication and some European waters of restricted exchange. *Continental Shelf Research* 23, 1635–1671.

- Tilman D. The ecological consequences of changes in biodiversity: a search for general principles. *Ecology*. 1999;80:1455–1474.
- Tilman D, Knopps J, Wedin D, Relch P, Ritchie M, Siemann E. 1997. The Influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science* 277: 1300 - 1302.
- Tilman, D. 1996. Biodiversity: population versus ecosystem stability. *Ecology* 77: 350/363.
- Vadineanu, A., 2001. Sustainable Development Theory and Practice Regarding the Transition of Socio-Economic Systems Towards Sustainability. UNESCO-CEPES, Bucharest, 304 pp.
- Vadineanu, A., 2005. Identification of the lagoon ecosystems. In: Gonenç, I.E., Wolflin, J.P. (Eds.), *Coastal Lagoons. Ecosystem Processes and Modeling for Sustainable Use and Development*. CRC Press, Boca Raton, FL, 500 pp.
- van der Linden P, Patricio J, Marchini A, Cid N, Neto JM, Marques JC (2012) A biological trait approach to assess the functional composition of subtidal benthic communities in an estuarine ecosystem. *Ecol Ind* 20:121–133
- van der Molen J, Aldridge JN, Coughlan C, Parker ER, Stephens D, Ruardij P (2013) Modelling marine ecosystem response to climate change and trawling in the North Sea. *Biogeochemistry* 113:213–236
- Vasilios Kapsimalis, Petros Pavlakis, Serafim E. Poulos, Stamatiina Alexandri, Christos Tziavos, Andreas Sioulas, Dimitrios Filippas, Vasilios Lykousis. 2005. Internal structure Amvrakikos Gulf, NW Greece. *Marine Geology*, Volumes 222–223, Pages 399–418
- Videler JJ. 1993. "Fish swimming". London: Chapman & Hall
- 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.
- Voutsinou-Taliadouri F., Balopoulos E.Th., 1991. Geochemical and physical oceanographic aspects of the Amvrakikos gulf (Ionian sea, Greece). *Toxicological and environmental Chemistry*, vol.31-32, pp.177-185.
- Wainwright SA. 1983. To bend a fish. In: Webb PW, Weihs D. *Fish biomechanics*, pp. 68–91. New York: Praeger.
- Wainwright, P. C., D. R. Bellwood, and M. W. Westneat. 2002. Ecomorphology of locomotion in labrid fishes. *Environmental Biology of Fishes* 65:47–62.
- Walker SC, Poos MS, Jackson DA. 2008. Functional rarefaction: estimating functional diversity from field data. *Oikos* 117: 286 – 296.
- 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.

- 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.
- Walker SC, Poos MS, Jackson DA. 2008. Functional rarefaction: estimating functional diversity from field data. *Oikos* 117: 286 – 296.
- Watson, D. J. & E. K. Balon. 1984. Ecomorphological analysis of fish taxocenes in rainforest streams of northern Borneo. *Journal of Fish Biology*, 25: 371-384.
- Webb P. W. and R. W. Blake. 1985. Swimming. In M. Hildebrand, D. M. Bramble, K. F. Liem, and D.B. Wake (eds.), *Functional vertebrate morphology*, pp.110-128. Harvard Univ. Press, Cambridge.
- Webb, P. W. & D. Weihs. 1986. Functional locomotor morphology of early life history stages of fishes. *Transactions of the American Fisheries Society*, 115: 115-127.
- Webb, P. W. 1984. Body form, locomotion and foraging in aquatic vertebrates. *Amer. Zool.* 24:107—120.
- Webb, P. W. 1984. Form and function in fish swimming. *Scientific American* 251:72–82.
- Whitehead, P. J. P., Bauchot, M. L., Hureau, J. C., Nielsen, J. and Tortonese, E. 1986. *Fishes of the North - eastern atlantic and the Mediterranean*. Vol. 2 (The Chaucer Press) Ltd Bungay Ed. 877-882
- Winemiller KO (1991) Ecomorphological diversification in lowland freshwater fish assemblages from five biotic regions. *Ecol Monogr* 61:343–365
- Wootton, J.T. (1994). Predicting direct and indirect effects: an integrated approach using experiments and path analysis. *Ecology*, 75, 151–165
- Worm B, Barbier EB, Beaumont N, Duffy JE, Folke C, Halpern BS, Jackson JB, Lotze HK, Micheli F, Palumbi SR (2006) Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science* 314:787–790

Greek Bibliography

- Βιδαλης Λ. Κοσμάς & Κατσελης Ν. Γεώργιος 2001. "ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑ II" (Σημειώσεις εργαστηριακών ασκήσεων). Μεσολόγγι
- Βουτσίνου-Ταλιαδούρη Φ. και Φραγκουδάκη Στ., 1989. Γεωχημεία ιζημάτων Αμβρακικού κόλπου. Ωκεανογραφική μελέτη Αμβρακικού κόλπου, Κεφ. 3. Χημική Ωκεανογραφία, Τεχνική Έκθεση, Εθνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών, σελ. 15-28.
- Ε.Κ.Θ.Ε., 1989. Ωκεανογραφική μελέτη Αμβρακικού κόλπου, Τεχνική Έκθεση, Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων έργων, Γενική Γραμματεία Δημοσίων έργων.
- Επιτροπή μελέτης επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής 2011. Οι περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα , Τράπεζα της Ελλάδος.

- Ευρωπαϊκή Ένωση, 2010 " Η παρακολούθηση του αντίκτυπου της πολιτικής της ΕΕ για τη βιοποικιλότητα "
- Καρανδεινός, Μ. & Λεγάκις, Α. (επιμ.) 1992. Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Σπονδυλοζώων της Ελλάδας. Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία-Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία, σελ.369.
- Λαμπροπούλου, Μ. 2007. Ευρωπαϊκή Επιτροπή - κανονισμός συλλογής δεδομένων (ΕΚ 1543/2000). Παπακωνσταντίνου, Κ., Ζενέτου, Α. & Τσερπές, Γ. (επιμελητές έκδοσης). HCMR Publ.,σελ. 159-165. (Το κοκκινο βιβλίο)
- Λεγάκις, Α. & Μαραγκού, Π. (επιμ. εκδ). 2009. Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας. Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία, Αθήνα, 528 σελ.
- Μαρδίρης, Θ., Αντωνίου, Ν., Μηντζιαρίδης, Κ., Γρηγορίου, Μ., Ατζέμη, Α., Τζέρπος, Κ., & Πισιώτη, Α., (2005) Βιοποικιλότητα, Το Εργαστήρι της ζωής. Καστοριά:ΥΠ.Ε.Π.Θ
- Μελιάδου, Α., (2000), «Βιοποικιλότητα (Οδηγός Εκπαιδευτικών)» Αθήνα : ΥΠ.Ε.Π.Θ.
- Μερτζάνης Α. (1997): Γεωγραφική εξάπλωση των μεταβολών στα υδρογεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης του ποταμού Άραχθου, από την κατασκευή και λειτουργία του Υ/Η φράγματος Πουρνάρι Ι (Άρτα). 7 ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ε.Υ.Ε.
- Ντάφης, Σ., Εύα Παπαστεργιάδου, Ευθαλία Λαζαρίδου, Μαρία Τσιαφούλη. 2001. Τεχνικός Οδηγός Αναγνώρισης, Περιγραφής και Χαρτογράφησης Τύπων Οικοτόπων της Ελλάδας. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων (ΕΚΒΥ)
- Τζιαβός Χ.,1996. Ωκεανογραφική έρευνα και παλαιογεωγραφική εξέλιξη του Αμβρακικού Κόλπου. Διδακτορική Διατριβή. Τμήμα Γεωλογίας, τομέας Γεωγραφίας-Κλιματολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Τσαμαρδά Κ. 2006: 'Τυπολογία Των Λιμνοθαλασσών Του Αμβρακικού Κόλπου Διαχείριση Του Υδάτινου Οικοσυστήματος' (Μεταπτυχιακή Μελέτη) ,Χαροκοπείο Πανεπιστήμιο Τμήμα Οικιακής Οικονομίας & Οικολογίας , Αθήνα
- ΥΔΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΡΟΔΟΥ (Υ.Σ.Ρ.)
- ΥΠΕΧΩΔΕ 2007, Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικής Εκτίμησης του Ειδικού Χωροταξικού Σχεδίου για τη Βιομηχανία. Στρατηγική Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων του ειδικού πλαισίου χωροταξικού σχεδιασμού και αειφόρου Ανάπτυξης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

WEB LINK

- <http://fish.mongabay.com/anatomy.htm>
- http://kpekastor.kas.sch.gr/biodiversity_site/a/dear.htm
- <http://rhodes-aquarium.hcmr.gr/> (Y.Σ.P.)
- <http://species-identification.org/> (Marine Species Identification Portal)
- <http://www.mbari.org/observing-deeply/>
- <https://www.flickr.com/photos/briangratwicke/7108175915/> (Brian Gratwicke)