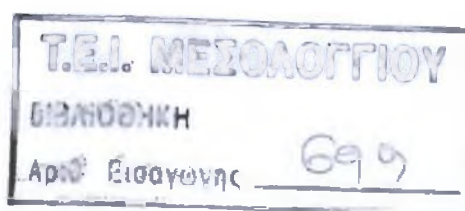


Τ.Ε.Ι ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ - ΑΛΙΕΙΑΣ

Πτυχιακή εργασία
με θέμα

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ, ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ

Συνεργάστηκαν οι σπουδαστές:
Σαπουντζόγλου Μάρκος
Σουσιδές Μιχάλης
Χατζηϊωαννίδης Αλέξανδρος

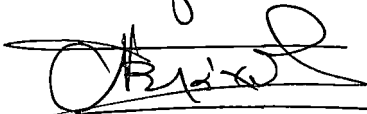


Εισηγητής

Ν.Γ.Βλάχος

Μεσολόγγι 1999

Εμπνευστου
ο εδουηρως


N. F. BΛAKOZ

κτ6070jfi 23/9/99.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Μέσα από την παρούσα εργασία θα' θέλαμε να ευχαριστήσουμε:

- Τον εισηγητή του θέματος Κο.Ν.Γ.Βλάχο για την πολύτιμη βοήθεια που μας προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσης εργασίας.

- Τους γονείς μας για τη ηθική και υλική υποστήριξη που μας παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδαστικών μας χρόνων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	0
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο	6
ΑΓΕΛΕΣ- ΚΟΠΑΔΙΑ ΨΑΡΙΩΝ	6
1.1. Παράγοντες Κατευνασμού (mitigation). _____	10
1.2. Υγεία και Ατομική Κυριαρχία. _____	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο	18
ΣΥΜΒΙΩΣΗ.	18
2.1. Προστατευτικές Συναναστροφές. _____	19
2.2. Καταφύγιο. _____	22
2.3. Σταθμοί Καθαριότητας. _____	24
2.4. Συναναστροφές τροφής. _____	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο	27
ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ	27
3.1. Ορθογώνιοι σχηματισμοί. _____	28
3.2. Κυλινδρικά και κυκλικά σχέδια. _____	28
3.3. Ψάρια που δημιουργούν τρύπες στη γη και χτίζουν φωλιές. _____	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο	34
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΑ ΚΟΠΑΔΙΑ ΨΑΡΙΩΝ	34
4.1. Κυριαρχία. _____	40
4.2. Τύποι Κυριαρχίας. _____	41
4.3. Προσαρμοστικότητα και εδαφική κυριαρχία. _____	45

4.4. Παροχές τροφών και εδαφική κυριαρχία. __	47
4.5 Αναπαραγωγή και εδαφική κυριαρχία. _____	49
ΜΕΡΟΣ Β. _____	51
ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΟΡΓΑΝΑ _____	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο _____	52
ΟΡΑΣΗ -ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΧΩΝ _____	52
1.1.ΟΡΑΣΗ _____	52
1.1.Ηχος. _____	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο _____	62
ΦΩΣ _____	62
2.1.Θήρευση και Χαμηλός Φωτισμός. _____	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο _____	69
ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΣ _____	69
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ _____	72

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ερευνήτρια **Virginia Woolf** έγραψε:

“Μπλέ και ασημένιες στρατιές ψαριών διατηρούν μια τέλεια απόσταση ανάμεσά τους, κατευθύνονται με την ίδια ταχύτητα.

Η πειθαρχία είναι τέλεια, ο έλεγχος απόλυτος, χωρίς κανένα λόγο.

Η πιο μεγαλοπρεπής εξέλιξη του ανθρώπου φαίνεται να είναι αδύνατο να συγκριθεί με τα ψάρια”

Αυτό το τρίπτυχο αποτέλεσε το έναυσμα, ώστε το θέμα της πτυχιακής εργασίας να αφορά τη συμπεριφορά των ψαριών και τις αντιδράσεις τους.

Η εργασία μας διακρίνεται σε δυο μέρη.

Το πρώτο μέρος της παρούσης εργασίας έχει ως σκοπό να καταγράψει τη συμπεριφορά των ψαριών στις ομάδες και να μελετήσει τις αντιδράσεις τους σε περιόδους αναπαραγωγής, επιβίωσης, τροφοληψίας, τη σχέση άρπαγα-λειάς και όλους εκείνους τους παραμέτρους σχετίζονται άμεσα με το χρωματισμό και την κυριαρχία των ειδών.

Το δεύτερο μέρος ασχολείται κυρίως με τη όραση και παραγωγή ήχου από τα ψάρια, καθώς επίσης και με τις επιδράσεις του φωτός στη θήρευση, στον χρωματισμό των ψαριών ,και η δημιουργία κοινωπιών με σκοπό τη διαιωνισή τους και την επιβιωσή τους.

Ευελπιστούμε, ότι, η παρούσα εργασία θα αποτελέσει, το βασικό ερέθισμα και θα ευαισθητοποιήσει τους σπουδαστές του τμήματος ιχθυοκομίας -αλιείας να μελετήσουν περαιτέρω, το φαινόμενο της συμπεριφοράς καθώς και των αλληλεπιδράσεων που δέχονται τα ψάρια από το φως.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Θα συμφωνούσαμε όλοι με τη παραδοχή ότι μια συνάθροιση ψαριών ομοιάζει με τους μαθητές που πάνε σχολείο. Πάντως, πολλά είδη ψαριών, προτιμούν να βρίσκονται με άλλα είδη παρά μόνα τους και αυτό γιατί θα παρατηρούνται διαφορές στη συμπεριφορά τους.

Τα είδη που κυριαρχούν σε μια ειδική περιοχή, είναι δύσκολο, να προσαρμοστούν σε διαφορετικές συνθήκες με αποτέλεσμα, η συμπεριφορά τους να παρουσιάζει ενίοτε αντιθέσεις.

Μπορούν να αναφερθούν επιχειρήματα, ώστε κάθε παρατήρηση ως προς τη συμπεριφορά των ψαριών να αποτελέσει μια οικολογική μελέτη, με πρωταρχική κατεύθυνση το περιβάλλον και τις συνθήκες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των ψαριών.

Η συμπεριφορά των ψαριών στη φύση, είναι ευμετάβλητος, λόγω της αιχμαλωσίας, με αποτέλεσμα να μην εκφράζεται σε όλο το φάσμα της. Χαρακτηριστικό παράδειγμα, αποτελούν οι ύφαλοι, οι οποίοι δεν αντιπροσωπεύουν όλη γκάμα των μονάδων που αποτελούν πηγές τροφοληψίας και απόκρυψης για πολλές ομάδες ψαριών.

Για να αναλύσουμε ευρέως και να εμπεδώσουμε τον όρο συμπεριφορά, θα πρέπει να αναλύσουμε πλήρως την οικολογική σημασία της, δίνοντας μεγαλύτερη έμφαση στα είδη που κατοικούν στους κοραλλιογενής υφάλους.

Η έννοια της συμπεριφοράς είναι απροσδιόριστη και ποικιλόμορφη. Μπορεί να ορισθεί ως, η κατάσταση που βρίσκεται ένα ψάρι σε σχέση με το περιβάλλον που ζει και σχετίζεται άμεσα με τον χρωματισμό, τροφοληψία, αναπαραγωγή, όραση, Θήρευση, κοινωνικοποίηση

(ομαδοποίηση) σε ένα σύνολο ψαριών με σκοπό την επιβίωση και τη δαιώνισή τους.

Εργαστηριακός είναι δύσκολο να μελετήσεις τη συμπεριφορά των ψαριών, για το λόγο αυτό στραφήκαμε στη βιβλιογραφική μελέτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΑΓΕΛΕΣ- ΚΟΠΑΔΙΑ ΨΑΡΙΩΝ

Οι αγέλες και τα κοπάδια των ψαριών αποτελούν οργανισμικές συνευρέσεις πολλών ψαριών μαζί, όπου ενεργούν μαζικά με σκοπό την επιβίωσή τους.

Πραγματικά, η συμπεριφορά των ψαριών στις ομάδες ποικίλει, σχετίζεται συνήθως με το συγχρονισμό, τη κολύμβηση, τον προσανατολισμό και την πόλωση (Βαθμιαία εκμηδένιση της έντασης φωτεινής ακτίνας κατά την ανάκλαση ή τη διάθλασή της υπό ορισμένες συνθήκες).

Κάθε προσδιορισμός μπορεί να αποτελέσει και να καθιερώσει ένα κοπάδι ψαριών, γνωστό με τον όρο *School*.

Όλα τα άτομα του κοπαδιού προσανατολίζονται προς την ίδια κατεύθυνση, εντούτοις όμως τα ημερόβια είδη τη νύχτα συχνά διαρρηγνύουν τις ομάδες.

Με τον όρο κοπάδι μπορούμε να περιγράψουμε εντελώς αντίθετα στοιχεία για τα ψάρια που ζουν σε ένα ομοιογενές περιβάλλον.

Η Αγέλη αποδίδεται σε ένα ομοιογενές περιβάλλον των οποίων τα άτομα δεν αποδεικνύουν τύπους πολικότητας. Μπορεί να απαρτίζεται από ένα ή διάφορα είδη ψαριών, τα οποία μπορούν να συνυπάρχουν.

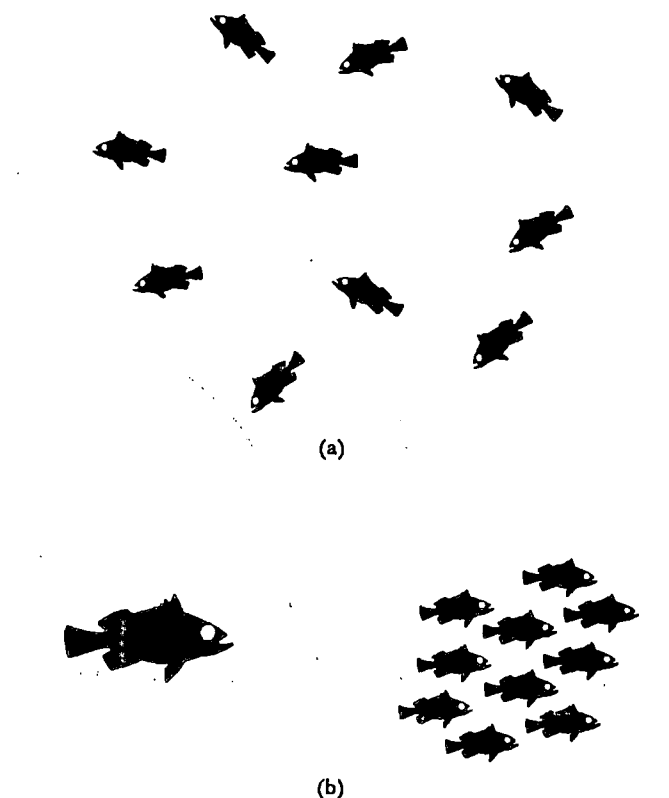
Η αγέλη των ψαριών μπορεί να θεωρηθεί ανάλογη και ταυτόσημη με την αγέλη των πουλιών.

Τα ουσιώδη κριτήρια ενός κοπαδιού και μιας αγέλης που χαρακτηρίζονται με τους όρους *School* και *mill* είναι οι κινήσεις συγχρονισμού, όπου απαιτεί και τη πολικότητα της ευρύτερης ομάδας.

Τα άτομα του κοπαδιού *School* έχουν όλα την ίδια διεύθυνση και κολυμβούν με την ίδια ταχύτητα, διατηρώντας όμως κατάλληλες αποστάσεις μεταξύ τους. Ένα κοπάδι ψαριών μπορεί να περιλαμβάνει περισσότερα απ' ένα είδη,

τα οποία όλα υφίστανται ένα συγχρονισμό κινήσεων. Το κοπάδι που χαρακτηρίζεται ως *mill* είναι ένα αμετάβλητο ομοιογενές περιβάλλον ψαριών, που χαρακτηρίζονται από ένα ή περισσότερα είδη, τα οποία αναπτύσσουν όλα την ίδια κολυμβητική ικανότητα σε σχήμα κύκλου ή έλλειψης. Στον σχηματισμό αυτό δεν κάνουμε λόγο για πολικότητα κοπαδιού.

Τα κοπάδια *mills* σχηματίζονται όταν μεμονωμένα άτομα που βρίσκονται στο μπροστινό μέρος της αγέλης, κρατώντας μια απόσταση, επιστρέφουν πίσω και συλλαμβάνονται με αποτέλεσμα να εντάσσονται στην κύρια αγέλη (*Mills*).



Εικόνα 1: Αποστάσεις μεταξύ των ατόμων που απαρτίζουν μια αγέλη.

Η συμπεριφορά των κοπαδιών *shoaling* και *schooling* μετασχηματίζονται σε διάφορες μορφές κοπαδιών (για καλύτερη κατανόηση επέρχεται εναλλαγή των σταδίων) σε σχέση πάντα με το χώρο (διάστημα), το χρόνο και τις περιβαλλοντολογικές συνθήκες της περιοχής.

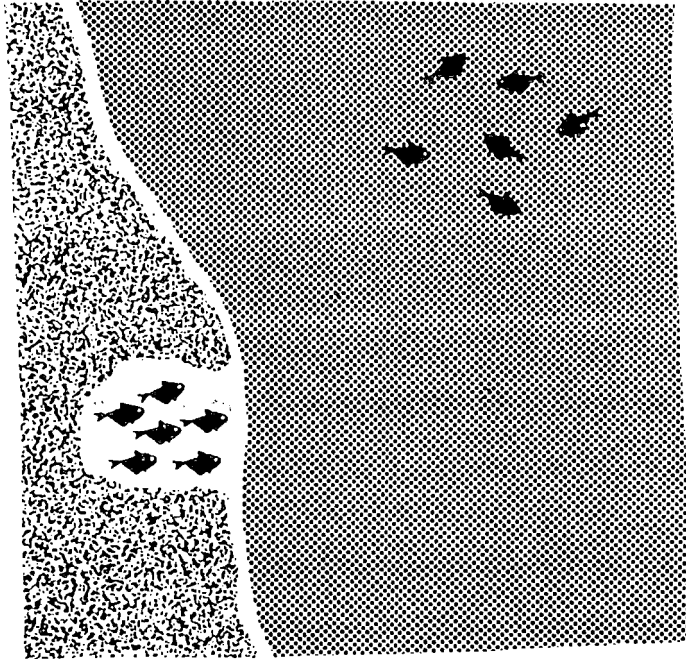
Οι σχηματισμοί κοπαδιών ψαριών που χαρακτηρίζονται ως shoaling, mill και school διαφοροποιούνται από την συμπεριφορά των ψαριών κατά τη κολυμβητική τους κατάσταση.

Είναι προφανές ότι κατά τον σχηματισμό των κοπαδιών, παρατηρούμε μια αλληλουχία των μηχανισμών που λειτουργούν ως αμυντικοί, με αποτέλεσμα τα ψάρια να χαρακτηρίζονται από πρόωρες κινήσεις με σκοπό τη διατήρηση της πολικότητας τους. Εκδηλώνεται έντονα, η ευαισθησία αλλαγής κατευθύνσεων και συντρόφων, εξαρτώμενη πάντα από το χρόνο διάσπασης (Split-second) του κοπαδιού.

Για να εκτελέσουν τις ίδιες κινήσεις με συγχρονισμό όλα τα άτομα κολυμβούν με την ίδια ταχύτητα, ώστε να διατηρούν μια τιμή διαστήματος ανάμεσά τους γνωστή ως ατομική ή μεμονωμένη απόσταση.

Όπως είναι αναμενόμενο η απόσταση αυτή ποικίλη. Είναι μικρότερη στο κοπάδι (School), απ' ότι στην αγέλη (shoal) και το σμήνος (mills). Το κοπάδι των ψαριών γνωστό ως shoal, φαινομενικά διατηρεί τη μαζικότητά του μέσω εσωτερικών αισθητήρων (μάτια, πλευρική γραμμή), με πρωταρχικό σκοπό τη διατήρηση της οπτικής τους γωνίας.

Έμμεσα, αποδεικνύεται, ότι τα λέπια της πλευρικής γραμμής, αντιλαμβάνονται τα αποτελέσματα της αίσθησης από τις κολυμβητικές κινήσεις των ψαριών που επιθυμούν να ενταχθούν στο κοπάδι.



Εικόνα 2: Διαφαίνεται η απόκρυψη των νυκτόβιων ψαριών στους υφάλους την περίοδο της ημέρας, ενώ τη νύκτα κολυμπούν άφοβα.

1.1. Παράγοντες Κατευνασμού (mitigation).

Τα μεγέθη και οι ακτίνες των περιοχών στις οποίες βρίσκονται περισσότεροι οργανισμοί ποικίλουν πολύ, τόσο σε σχέση με την τοποθεσία όσο και κατά τη διάρκεια του χρόνου. Οι παράγοντες κατευνασμού (mitigating) είναι πολύπλοκοι, μπερδεύουν και είναι δύσκολο να απομονωθούν και να μετρηθούν.

Δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι συχνά εμφανίζονται απρόβλεπτοι. Ανάμεσα σε αυτούς τους παράγοντες είναι ο βαθμός της επιθετικότητας και άλλα χαρακτηριστικά συμπεριφοράς όπως το φύλο, το μέγεθος, η ηλικία, η αφθονία φαγητού, η πυκνότητα πληθυσμού και η εποχή.

Οι ερευνητές μερικές φορές αμφέβαλαν αν, η ιδανική (βέλτιστη δυνατή) περιοχή είναι δόκιμη έννοια. Οι γενικεύσεις προφανώς μπορεί να παραπλανήσουν και τα ακόλουθα σχόλια που μπορεί να δικαιολογούν κάτι τέτοιο, είναι επικίνδυνο να χάσουν την ερμηνεία τους.

Ο πιο κοινός παράγοντας που έχει μελετηθεί είναι η αφθονία φαγητού. Συνήθως η περιοχή που καταλαμβάνεται αυξάνεται καθώς η διαθεσιμότητα φαγητού μειώνεται και το αντίθετο συμβαίνει όταν το φαγητό είναι άφθονο. Παρ' όλα αυτά η παραπάνω αρχή δεν είναι καθολικά σωστή.

Μερικοί οικολόγοι θεωρούν ότι οι οργανισμοί, που βρίσκονται σε συγκεκριμένη περιοχή- ιδιοκτησία, ανήκουν σε μια από δυο κατηγορίες. Αυτά ανήκουν στην 1^η κατηγορία "*feeding-time maximizes*" δηλαδή μέγιστος χρόνος τροφοληψίας, επεκτείνουν την περιοχή που καταλαμβάνουν όταν το φαγητό είναι άφθονο.

Σε αυτά τα είδη η αναπαραγωγική επιτυχία συσχετίζεται με το καθημερινό καθαρό κέρδος σε ενέργεια. Αντίστροφα στη 2^η κατηγορία "*feeding-time minimizes*",

δηλαδή ελάχιστος χρόνος τροφοληψίας έχει καθορισμένες καθημερινές ενεργειακές απαιτήσεις και ανταποκρίνονται σε αλλαγές στη διαθεσιμότητα φαγητού με το συμβατικό τρόπο.

Αντίθετες υποθέσεις επιχείρησαν να εξηγήσουν την αρνητική συσχέτιση μεταξύ της αφθονίας της τροφής και του μεγέθους του κατειλημμένου χώρου, κυρίως σε είδη που είχαν την αίσθηση της ιδιοκτησίας.

Η κλασική άποψη υποστηρίζει ότι τα ζώα με κάποιο τρόπο προσδιορίζουν τη διαθεσιμότητα της τροφής και προσαρμόζουν τα όρια της περιοχής τους για να περιλάβουν αρκετές πηγές τροφής ώστε να διατηρήσουν την υγεία τους.

Η δεύτερη υπόθεση προτείνει πως τα ζώα επιζητούν όσο το δυνατόν περισσότερο χώρο, με τα όρια των περιοχών τους καθορισμένα κατά βάση από ενδοειδικό ανταγωνισμό. Με άλλα λόγια το μέγεθος μια περιοχής ελέγχεται από την ενέργεια που καταναλώνεται για να διατηρηθεί αυτή και όχι από την αφθονία της τροφής.

Οι περισσότερες μελέτες δείχνουν ότι στα μη επιθετικά είδη το μέγεθος της περιοχής που καταλαμβάνουν επηρεάζονται από την αφθονία τροφής που συσχετίζεται με την ακτίνα της περιοχής.

Ενδεχομένως οι ακτίνες των περιοχών ιδιοκτησίας μπορούν να επεκταθούν κατά τις περιόδους έλλειψης τροφής. Όταν έχει επιδειχθεί μια αρνητική συσχέτιση μεταξύ του μεγέθους του απασχολούμενου χώρου και του αριθμού των γειτονικών ειδών, τα είδη είχαν σχεδόν πάντα εμφανίσει εδαφικές απαιτήσεις.

1.2. Υγεία και Ατομική Κυριαρχία.

Στα ψάρια μερικές από τις ενδιαφέρουσες και μπερδεμένες εκφράσεις ατομικής κυριαρχίας παρατηρούνται σε είδη τα οποία υφίστανται την αλλαγή φύλλου ως ενήλικα (είναι δηλαδή διαδοχικά ερμαφρόδιτα).

Η αλλαγή μπορεί να είναι από θηλυκό σε αρσενικό (πρωτογονία) ή από αρσενικό σε θηλυκό (πρωτανδρία). Το πιο κοινό φαινόμενο είναι η πρωτογονία. Μερικά από τα πιο γνωστά παραδείγματα εντοπίζονται στα παπαγαλόψαρα και στις *wrasses*.

Η αλλαγή φύλου εμφανίζεται να έχει προσαρμοστική αξία υποδηλώνοντας ότι η καταλληλότητα έχει αυξηθεί. Εάν είναι αλήθεια τότε η εξέλιξη μερικές φορές ευνοεί πρότυπα σεξουαλικότητας που διαφέρουν από την απλή ύπαρξη θηλυκού και αρσενικού, η οποία δεν εμφανίζει καμία πρόκληση.

Η κυριαρχία ρυθμίζει την αναπαραγωγική επιτυχία τόσο σε είδη που εμφανίζουν πρωτογονία όσο και σε είδη που εμφανίζουν πρωτανδρία. Στα ψάρια που εμφανίζουν πρωτογονία (καθώς και σε πολλά άλλα που δεν υφίστανται αλλαγή φύλου) τα θηλυκά ζευγαρώνουν κατά προτίμηση με μεγαλύτερα σε μέγεθος και ηλικία αρσενικά, τα οποία κυριαρχούν έναντι μικρότερων ανταγωνιστών.

Αποτέλεσμα της ισχυρής σεξουαλικής επιλογής είναι ο σεξουαλικός διμορφισμός κατά τον οποίο αρσενικά και θηλυκά που βρίσκονται στην ωριμότητα είναι αξιολογούμενα διαφορετικά σε μέγεθος, ειδικές δομές, χρωματισμό (η έννοια χρωματισμός συμπεριλαμβάνει και το πρότυπο σχέδιο που εμφανίζεται στα ψάρια), ή συνδυασμό των παραπάνω.

Εκτός από το μέγεθος, ο χρωματισμός είναι συνήθως το πιο εμφανές χαρακτηριστικό. Τα μικρότερα ενήλικα άτομα

είδικους οργανισμούς, που δεν μπορούν να
παράγουν περισσότερους απογόνους σε σχέση με τους
τότε τα άτομα που αγγάζουν φύλο τι κατάλληλη στιγμή θα
των φύλων ως λειτουργία που σχετίζεται με το μέγεθος,
αυτών που παράγονται ή γονιμοποιούνται, ποικίλλει μετάξυ
Εάν η ικανότητα που υπολογίζεται σαν τον αριθμό των

μεγέθους. Ο βασικός της συλλογισμός είναι απλός.
Αλλά η φύλου εκφράζεται στην υπόθεση γένοεκτηήματος
Το προσαρμοστικό γένοεκτηήμα που παρουσιάζει η

αρσενικά ονομάζεται *Μονανδρικό*.
ονομάζεται *Διανδρικό* και αυτό που έχει μόνο δευτερεύοντα
είδος που έχει πρωτεύοντα και δευτερεύοντα αρσενικά
αρσενικά είναι θηλυκά που υφίστανται αλλά η φύλου. Ένα
αρσενικά γέννιούνται σαν αρσενικά, ενώ τα δευτερεύοντα
Όσο αναφορά τη σεξουαλικότητα τα πρωταρχικά
στον άλλο τύπο δεν μπορούν.

αποκτήσουν αρχικό Χρωματισμό, ενώ εκείνα που ανήκουν
τον τελικό Χρωματισμό μπορούν να αγγάζουν και να
ονομάζονται προσωπιδός και ήνιμος. Ξτον ένα τα ψάρια με
Είναι γνωστοί δυο τύποι διχρωματικών αρσενικών που
μόνο Χρωματική φάση είναι αρσενικά.

είδη δεν μπορούν και όλα τα άτομα που εμφανίζουν μια
(συντηρητικά βανόμενου του σχεδίου), αλλά στα διχρωματικά
ικανά να αναπτύξουν τον ίδιο Χρωματισμό με τα αρσενικά
δυσδιάκριτα. Τα θηλυκά στα μονοχρωματικά είδη είναι
μονοχρωματικά είδη τα δυο φύλα ως ενήλικα είναι
Όσο αναφορά το Χρωματισμό στα σεξουαλικά
αρσενικών και θηλυκών είναι καθαρά διαφορετικός.

διχρωματικά είδη ο συκρητικός Χρωματισμός των ενήλικων
δελφύματα έχουν εφηβικό Χρωματισμό. Ξτα σεξουαλικά
αρσενικά εμφανίζουν τελικό Χρωματισμό. Τα ανώριμα
εμφανίζουν αρχικό Χρωματισμό, ενώ τα μεγαλύτερα ενήλικα

Δυο παράγοντες μπορούν να προκαλέσουν γονιμότητα που να ποικίλλει ανάλογα με τις διαφορές των φύλων:

⊗ Οι συγκριτικοί αριθμοί των γαμετών (ωάρια ή σπέρμα) που παράγονται από θηλυκά και αρσενικά.

⊗ Το σύστημα διασταύρωσης των ειδών.

Η συνάφεια των πρώτων είναι περιστασιακή. Τυπικά οι αρσενικοί τελεόστεοι παράγουν εκατομμύρια γαμετών, αλλά η ικανότητά τους να παράγουν ή να αποθηκεύουν αυγά περιορίζονται από τη γονιμότητα των θηλυκών. Από τη μεριά των θηλυκών ο αριθμός των διαθέσιμων αρσενικών δεν έχει καμία σημασία.

Η γονιμότητα του αρσενικού συχνά περιορίζεται από τον αριθμό των θηλυκών με την οποία θα ζευγαρώσει και επιπρόσθετα από τη γονιμότητά τους.

Σε τέτοιες περιπτώσεις το ποσό του σπέρματος που παράγεται δεν έχει καμία σημασία. Επιπλέον η αναμενόμενη γονιμότητα των θηλυκών ψαριών αυξάνει σε συνάρτηση με το μέγεθος του σώματος, ενώ η γονιμότητα των αρσενικών επηρεάζεται από το σύστημα διασταύρωσης.

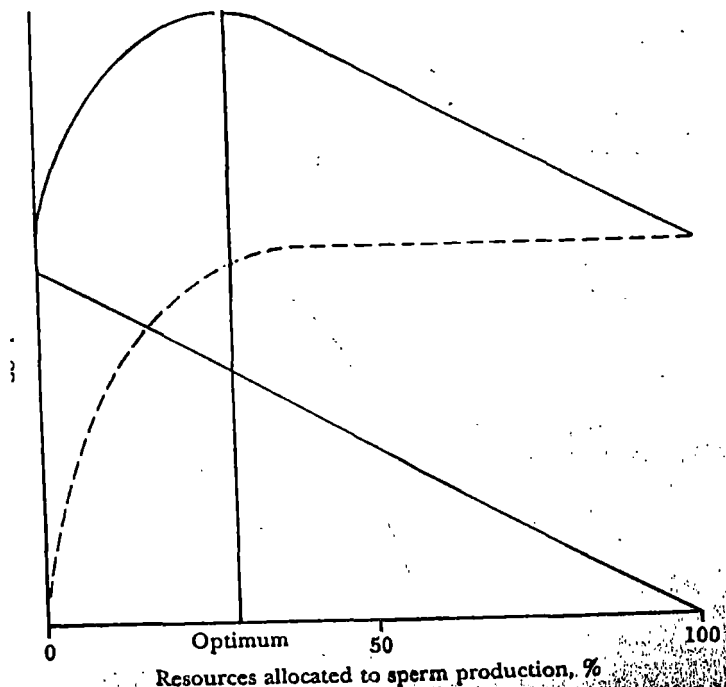
Η αναπαραγωγική επιτυχία είναι μια λειτουργία του συστήματος διασταύρωσης. Στα ψάρια που είναι διαδοχικά ερμαφρόδιτα η υγεία εξαρτάται από το μέγεθος και το φύλο. Επιπλέον τα συστήματα αναπαραγωγής ρυθμίζουν τις ποσοτικές πλευρές της αναπαραγωγικής επιτυχίας και της υγείας.

Στα περισσότερα μονογαμικά ψάρια τα αρσενικά και τα θηλυκά είναι παρόμοια σε μέγεθος. Επίσης παρόμοια είναι η γονιμότητα των δυο φύλων, ενώ η αλλαγή φύλου δεν προσφέρει κανένα πλεονέκτημα. Σε άλλα μονογαμικά είδη η πρωτανδρία πλεονεκτική και τα θηλυκά είναι μεγαλύτερα από τα αρσενικά (π.χ τα ανεμωνόψαρα).

Εάν το σύστημα διασταύρωσης αποτελείται από πολλούς ταυτόχρονα αποβαλλόμενους ατομικούς γαμέτες, η

γονιμότητα των αρσενικών περιορίζεται από τη ποσότητα του σπέρματος που παράγεται. Η παραγωγή σπέρματος, όπως ακριβώς και η παραγωγή ωαρίων από τα θηλυκά, αυξάνεται ανάλογα με το μέγεθος του σώματος και η ενδεχομένη γονιμότητα αρσενικών και θηλυκών πρέπει να είναι η ίδια.

Τα συστήματα ζευγαρώματος άλλων ειδών αποτελούνται από μεγαλύτερα αρσενικά που κυριαρχούν, υποτάσσουν και μονοπωλούν τα διαθέσιμα θηλυκά. Τα μικρά υποταγμένα αρσενικά μπορεί να μην ζευγαρώσουν ποτέ, αλλά τα μικρά θηλυκά δεν έχουν τέτοια δυσκολία.



Εικόνα 3: Διαφαίνεται ο αριθμός των αυγών που παράγεται στους τελεόστεους και η % παραγωγή σπέρματος.

Η αλλαγή φύλου πιθανώς αποτελεί προσαρμογή. Ένα ψάρι που λειτουργεί σαν θηλυκό όταν είναι μικρό και αργότερα ανατρέφεται σαν αρσενικό, μπορεί θεωρητικά μέχρι τέλος της ζωής του να παράγει περισσότερους γονιμοποιημένους γαμέτες και συμπερασματικά

περισσότερους απογόνους- από ένα ψάρι που διατηρεί το αρχικό του φύλο.

Ακόμη, άλλα είδη αναπαράγονται με τυχαίο ζευγάρωμα, ένα σύστημα διασταύρωσης που φαίνεται να ευνοεί τη πρωτανδρία. Επειδή η παραγωγή των γαμετών στους αρσενικούς τελεόστεους τυπικά ξεπερνάει κατά σημαντικό ποσοστό αυτή των θηλυκών, τα μικρά αρσενικά μπορούν να γονιμοποιήσουν θηλυκά όποιου μεγέθους.

Όταν το σύστημα ζευγαρώματος δεν κυριαρχείται από μεγάλα αρσενικά, τα μικρά μεγέθη αποτελούν πλεονέκτημα για τα αρσενικά, αν σκεφτούμε τη μεγάλη πιθανότητα που υπάρχει να ζευγαρώσουν με θηλυκά που είναι μεγαλύτερα. Αντίστροφα το μέγεθος είναι προς όφελος των θηλυκών, τα οποία το εκμεταλλεύονται με το να αυξάνουν την παραγωγή αυγών.

Η αλλαγή φύλου σε ψάρια κοραλλιογενών υφάλων ελέγχεται κοινωνικά σε δυο είδη του Ινδό-δυτικού ωκεανού (*Labroides dimidiatus* & *Wrasse*), που εμφανίζει πρωτογονία, ζει σε μόνιμες ομάδες που αποτελούνται από ένα αρσενικό και έξι ή περισσότερα θηλυκά. Τα θηλυκά συγκροτούν "χαρέμι" και το αρσενικό ζευγαρώνει καθημερινώς με κάθε ένα από αυτά.

Εάν το αρσενικό μετακινηθεί, τότε το μεγαλύτερο θηλυκό αλλάζει φύλο και υιοθετεί το ρόλο του αρσενικού. Η αλλαγή φύλου είναι γρήγορη. Το αρσενικό με τη πάροδο των ωρών συμπεριφέρεται έκδηλα και προκλητικά. Τα ενεργά σπερματοκύτταρα παράγονται σε 10 μέρες.

Επίσης ο κοινωνικός έλεγχος της αλλαγής φύλου είναι έκδηλος σε μερικά είδη που εμφανίζουν πρωτανδρία. Σε μερικά είδη (π.χ. *Amphiprion bicinctus*) επιπρόσθετα με το ενηλικιωμένο ζευγάρι μπορούν να είναι παρόντα ένα ή περισσότερα νεαρά άτομα. Μόνο τα ενήλικα άτομα του εκτρεφόμενου ζεύγους είναι σεξουαλικά ενεργά και η

παρουσία τους καταπιέζει την αύξηση και τη μεταγενέστερη ανάπτυξη των νεαρών ατόμων.

Εάν το θηλυκό του ζεύγους απομακρύνεται, τότε το αρσενικό μετατρέπεται σε θηλυκό άτομο. Σε αυτή τη περίπτωση ένα από τα νεαρά άτομα μετατρέπεται σε αρσενικό και εξασφαλίζεται η παραμονή ενός ζευγαριού με ενήλικα άτομα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΣΥΜΒΙΩΣΗ.

“Με τη κυριολεκτική έννοια ο όρος συμβίωση σημαίνει το να μένει κανείς μαζί”.

Χωρίς όμως περιορισμούς ένας τέτοιος γενικός ορισμός έχει μικρή σημασία. Συμβίωση μπορεί να οριστεί ένας τεράστιος αριθμός συναναστροφών που αφορούν δυο ή περισσότερους ζώντες οργανισμούς .

Οι κοραλλιογενής ύφαλοι για παράδειγμα αποτελούν πολύπλοκες συναναστροφές των ζωντανών φυτών και οργανισμών (ζώων). Συνεπώς όλα τα ψάρια των κοραλλιογενών υφάλων συνυπάρχουν σε μια συμβιωτική σχέση με τους ύφαλους.

Προφανώς μια απλοποιημένη προσέγγιση είναι απαραίτητη προτού προσδιοριστούν όποιες λειτουργίες προσαρμογής. Μια κοινή τεχνική είναι να υπάρξει ένας ισορροπημένος διαχωρισμός των συμβιωτικών συναναστροφών όσο αναφορά το κόστος και τα οφέλη.

Στον παρασιτισμό, το παράσιτο αντλεί οφέλη εις βάρος του ξενιστή. Κατά την παραβίωση δεν υπάρχουν αλλαγές στις συνθήκες του ξενιστή, αλλά επωφελείται ο άλλος οργανισμός.

Στη συμβίωση επωφελούνται και οι δυο οργανισμοί (ο γενικός όρος συμβίωση σύμφωνα με το κείμενο μπορεί να αναλυθεί σε παρασιτισμό, συμβίωση και παραβίωση, λαμβάνοντας υπόψη πάντα το κόστος και τα οφέλη που προσκομίζουν οι οργανισμοί).

Το κόστος και τα οφέλη πολλών συμβιωτικών σχέσεων είναι άγνωστα. Οι μελλοντικές έρευνες των κοινωνικών διευθετήσεων, που θεωρούνται ότι είναι η παραβίαση και η συμβίωση, ίσως δείξουν ότι καμιά πλευρά δεν επωφελείται, αφήνοντας μας με το κυριολεκτικό νόημα της συμβίωσης.

2.1. Προστατευτικές Συναναστροφές.

Ένα παράδειγμα προστατευτικής συμβίωσης στους κοραλλιογενείς υφάλους του ινδό-δυτικού ωκεανού είναι η συναναστροφή συγκεκριμένων "damselfish" των γενών *Amphiprion* και *Dascyllus* με αρκετά είδη μεγάλων και ισχυρά θανατηφόρων θαλάσσιων ανεμώνων.

Αυτές οι συναναστροφές είναι εύπλαστες και ποικίλλουν και επίσης ανάλογα με την τοποθεσία. Τα είδη του γένους *Dascyllus* είναι ισχυρώς συμβιωτικά, αλλά όλα τα είδη του *Amphiprion* θεωρείτε ότι είναι υποχρεωτικοί κάτοικοι των ανεμώνων.

Στο πιο εκτεταμένο πεδίο μελέτης που διεξάγεται ακόμα, κανένα μεμονωμένο *Amphiprion* δεν έχει ποτέ ειδωθεί χωρίς μια συμβιωτική ανεμόνα. Συνεπώς η χρησιμοποίηση του καθομιλούμενου όρου ανεμωνόψαρο είναι σωστά περιοριστικό γι' αυτό το γένος.

Σαν συμβιωτής το ψάρι κερδίζει τουλάχιστον δυο οφέλη. Το ένα είναι προστασία από τα αρπακτικά. Εάν στη φύση δε γίνει δεκτή η πρόσβαση των ανεμωνόψαρων στις ανεμώνες -οικοδεσπότες, τότε μπορεί να αιχμαλωτιστούν γρήγορα από αρπακτικά ψάρια.

Οι ανεμώνες εξυπηρετούν σαν βοηθητικές πηγές τροφής. Παρόλο που τα ανεμωνόψαρα είναι κυρίως πλαγκτονοφάγα και βενθικά παμφάγα, τρώνε περιστασιακά ζωντανές κεραίες-πλοκάμια, αποβαλλόμενη βλέννα, εκκρίματα και ακόμα το φαγητό που έχουν αιχμαλωτίσει οι οικοδεσπότες τους.

Τα αιχμάλωτα ανεμωνόψαρα συγκεκριμένων ειδών έχουν εντοπισθεί πολλές φορές να πηγαίνουν φαγητό στους οικοδεσπότες τους, γεγονός που οδηγεί σε υποθέσεις ότι οι ανεμώνες τρέφονται.

Αυτό υποδηλώνει μια συμβιωτική συναναστροφή, γιατί οι ανεμώνες επωφελοούνται. Παρόλα αυτά σύμφωνα με τις γνώσεις μας η συμπεριφορά αυτή συμβαίνει σπάνια στη φύση. Άλλες εξηγήσεις μοιάζουν πιο κατάλληλες και θα θεωρήσουμε ότι η σχέση είναι παραβιωτική (μόνο ψάρια επωφελοούνται και οι ανεμώνες είναι παθητικοί σύντροφοι).

Τα ψάρια των ανεμώνων έχουν την αίσθηση της περιοχής- ιδιοκτησίας και απωθούν τους εισβολείς που ανήκουν στο δικό τους ή σε άλλα είδη. Η ανεμόνα είναι το εστιακό σημείο της περιοχής και μερικά ψάρια υπερασπίζονται την περιοχή τριγύρω και πάνω από αυτό για ένα μέτρο ή και περισσότερα.

Η σύνδεση με την εικόνα της ανεμώνης είναι πιο ισχυρή απ' ό,τι με την ίδια την περιοχή. Εάν η ανεμόνα μετακινηθεί τα ψάρια μετακινούνται μαζί με αυτή. Τα ψάρια των ανεμώνων που διατηρούνται σε ενυδρεία, σπάνια επιδεικνύουν αγωνιστική συμπεριφορά όταν δεν υπάρχουν ανεμώνες, όμως όταν εισαχθεί μια ανεμόνη είναι προφανής η προσπάθεια που γίνεται για κυριαρχία στην περιοχή.

Παρόλο που τα ψάρια των ανεμώνων ζουν ανάμεσα στις κεραίες των οικοδεσποτών τους χωρίς να έχουν πάθει κακό, η προστασία δεν είναι απόλυτη ούτε μόνιμη. Ένα ψάρι, αν αποχωριστεί από την ανεμόνα για ένα διάστημα, είναι πιθανόν να πονέσει και να σκοτωθεί όταν επανενταχθεί, εκτός εάν περάσει από μια διαδοχή δραστηριοτήτων που ονομάζεται εγκλιματισμός.

Κατά τη διάρκεια του εγκλιματισμού η φυσική επαφή με τις κεραίες γίνεται προσεκτικά και η πλήρης επαφή μπορεί να μην επιτευχθεί εκτός εάν περάσουν 3 ώρες. Επιπροσθέτως έχει ανακαλυφθεί ένας ορισμένος βαθμός εξειδίκευσης του οικοδεσπότη και η προστασία απέναντι στα κεντριά του ενός είδους της ανεμώνης δεν αποτελεί εγγύηση για προστασία ενάντια σε αυτά ακόμα και αν έχει

στενή συγγένεια. Η πηγή της προστασίας εμφανίζεται να είναι το εξωτερικό βλεννώδες στρώμα του δέρματος του ψαριού, το οποίο είναι τέσσερις φορές πιο παχύ απ' ό τι στα ψάρια που δεν είναι γνωστό να σχετίζονται με θαλάσσιες ανεμώνες. Το βλεννώδες στρώμα εξυπηρετεί σαν ένας χημικά ουδέτερος φυσικός φραγμός. Εάν διαταραχθεί αυτός ο φραγμός το ψάρι είναι ευάλωτο στο να πονέσει.

Τουλάχιστον 30 είδη ψαριών στις Δυτικές Ινδίες εμφανίζουν συμβιωτικές συναναστροφές με θαλάσσιες ανεμώνες, κυρίως η *Eondylactis gigantea*, αλλά οι σχέσεις έχουν περιγραφεί λιγότερο καλά από ότι εκείνες του ινδο-δυτικού Ειρηνικού και όλες εμφανίζονται να είναι δυναμικές.

Μερικά ψάρια συναναστρέφονται με θαλάσσιες ανεμώνες ως νεαρά άτομα και όχι όταν ενηλικιωθούν. Αυτή η ομάδα περιλαμβάνει αρκετές "wrasses" και ένα μη αναγνωρισμένο παπαγαλόψαρο. Τα ενήλικα ψάρια περιλαμβάνουν ένα clinid και ένα Gobi. Αρκετά είδη εμφανίζονται να αποφεύγουν τις κεραίες, παρόλο που το *s. hassi* αποτελεί εξαίρεση.

2.2. Καταφύγιο.

Συγκεκριμένα είδη ψαριών των κοραλλιογενών υφάλων βρίσκουν καταφύγιο μέσα σε μεγάλα άμισχα ασπόνδυλα, συνήθως σε ογκώδεις και σωληνοειδής σπόγγους. Η διάκριση μεταξύ των συναναστροφών προστασίας και καταφυγίου είναι αυθαίρετη.

Παρόλα αυτά οι θαλάσσιες ανεμώνες είναι ισχυρά επικίνδυνες για τα αρπακτικά των συμβιωτικών ψαριών, ενώ οι σπόγγοι και τα περισσότερα από τα άλλα ασπόνδυλα δεν είναι. Οι συναναστροφές για καταφύγιο είναι παραβιωτικές και μπορεί να είναι δυναμικές ή υποχρεωτικές.

Αρκετά είδη ψαριών που συμβιώνουν βρίσκουν καταφύγιο σε σπόγγους κατά τη διάρκεια των αδρανών περιόδων, αλλά επίσης επιλέγουν ρωγμές στους υφάλους. Στις δυτικές Ινδίες τα gobies βρίσκονται πάντα σε συναναστροφή με σπόγγους, όπως επίσης και το *P.xenus*.

Τα πρώτα δυο είδη είναι πιο συχνά παραβιωτικά με σωληνοειδούς τύπους.

Άλλα ψάρια βρίσκουν καταφύγιο μαζί με ασπόνδυλα (π.χ. καρκινοειδές) σε κοραλλιογενής σχισμές. Το πιθανό πλεονέκτημα που κερδίζει κάθε ένα από αυτά τα ζώα είναι αβέβαιο. Αρκετές τέτοιες συναναστροφές είναι γνωστές από τον ινδό-δυτικό ειρηνικό ωκεανό. Αφορά τη γαρίδα *A.lottini* και το *P.lacunicola*, ένα goby.

Το ψάρι παραμένει σε επαφή με μια από τις κεραίες της γαρίδας ή με το σώμα της, εκτελώντας τρεμώμενες κινήσεις κάθε λίγα λεπτά. Αυτή η συμπεριφορά εξυπηρετεί προφανώς σαν μήνυμα, χωρίς η φάση του μηνύματος να είναι γνωστή..

Συγκεκριμένα ψάρια και κάβουρες εμφανίζουν συναναστροφές στις ίδιες κοινωνίες με τα κοράλλια. Ο κάβουρας είναι ο *Trapezia cymodoce*, τα ψάρια είναι τα

P. echinocephalus & *P. lacunicola*. Κάθε συναναστροφή περιλαμβάνει ένα κάβουρα και ένα ψάρι. Το ψάρι παίρνει αρκετές θέσεις έχοντας σεβασμό στον κάβουρα και περιστασιακά εμφανίζει τρεμάμενες κινήσεις.

Το ψάρι μερικές φορές συμπεριφέρεται ανταγωνιστικά προς τον κάβουρα, αλλά ο κάβουρας ή δεν ανταποκρίνεται ή κινείται πιο μακριά για μια μικρή απόσταση. Ανταγωνιστική συμπεριφορά από τον κάβουρα δεν έχει αναφερθεί.

Περιστασιακά νεαρά ψάρια αιχμαλωτίζονται και τρώγονται από κάβουρες που κατοικούν στην ίδια περιοχή. Θεωρείται τελικά ότι έχει αναπτυχθεί ένα σύστημα μηνυμάτων, που ίσως επιτυγχάνεται μέσω τρεμώμενων κινήσεων του ψαριού, που επιτρέπουν την ειρηνική συνύπαρξη.

2.3. Σταθμοί Καθαριότητας.

Μερικά ψάρια εμφανίζονται να καθαρίζουν με το να αφαιρούν εξωπαράσιτα, λέπια και βλέννες από τις επιφάνειες του σώματος, τις κοιλότητες των βραγχίων και τα στόματα άλλων ψαριών, συνήθως σε συγκεκριμένα μέρη στους ύφαλους που ονομάζονται σταθμοί καθαριότητας.

Η τοποθεσία του σταθμού καθαριότητας παραμένει η ίδια, παρόλο που τα άτομα που καθαρίζουν μπορεί να αλλάξουν. Η οικολογική σημασία των σταθμών καθαριότητας (π.χ εάν η παρουσία τους έχει θετικό αποτέλεσμα για την υγεία των ψαριών που τα επισκέπτονται) είναι αμφιλεγόμενη.

Προφανώς μια αλληλουχία καθαριότητας περιλαμβάνει επικοινωνία και κάποιο βαθμό αμοιβαίας αναγνώρισης μεταξύ του συμβιωτή και του οικοδεσπότη. Τα ψάρια οικοδεσπότες τυπικά προσεγγίζουν το σταθμό καθαριότητας και παίρνουν χαρακτηριστικές στάσεις (π.χ κεφάλι πάνω, ή κάτω στόμα ανοικτό, πτερύγια ανασκουμπωμένα ή κάποιο συνδυασμό των παραπάνω) που συλλογικά ονομάζεται ποζάρισμα.

Σε μερικές περιπτώσεις ο οικοδεσπότης μεταβάλλει το χρωματισμό και το σχέδιο του ταυτόχρονα. Ο καθαριστής κολυμπάει κοντά στον οικοδεσπότη που ποζάρει και το επιθεωρεί. Η επιθεώρηση κυρίως στους wrasses καθαριστές- ίσως περιλαμβάνει ένα χορό, που αποτελείται από κολυμβητικές κινήσεις προς τα πάνω και προς τα κάτω.

Αργότερα ο συμβιωτής καθαρίζει τις επιφάνειες του οικοδεσπότη και κατά τη διαδικασία μπαίνει ακόμα και στο στόμα του, καθώς και στις κοιλότητες των βραγχίων του.

Ο οικοδεσπότης μπορεί περιστασιακά να τραβήξει απότομα το σώμα του και είτε να τραβηχτεί μακριά και γρήγορα να επιστρέψει είτε απλά να μετακινηθεί λίγα

εκατοστά. Αυτή η συμπεριφορά συμβαίνει πριν ή κατά τη διάρκεια του καθαρισμού και υπάρχει περίπτωση να εκδιώξει το συμβιωτή. Μερικές φορές ο οικοδεσπότης κινείται γρήγορα προς τον καθαριστή και εμφανίζεται να του επιτίθεται και να τον προκαλεί να υποχωρήσει.

Σε μερικά είδη αυτές οι συμπεριφορές είτε δεν συμβαίνουν είτε είναι λιγότερο εμφανείς. Ο καθαριστής Gobi βρίσκεται σε σταθμούς καθαρίσματος σε κοραλλιογενής υφάλους στις δυτικές Ινδίες. Όταν δεν εξυπηρετούν πελάτες απασχολούνται με τις κεφάλες ζωντανών κοραλλιών.

Η συμπεριφορά καθαρίσματος γενικώς θεωρείται ότι είναι συμβιωτική, γιατί και τα δυο μέρη ενδεχομένως επωφελοούνται. Παρόλα η σπουδαιότητα των εξωπαράσιτων, των λεπιών και της βλέννας σαν διαιτητικά τεμάχια εξαρτάται από τα είδη, ενώ δεν έχουν ακόμα αποκτηθεί καθαρές αποδείξεις που να υποδεικνύουν ότι ο οικοδεσπότης οφείλεται.

Πολλοί ικανότατοι καθαριστές εμφανίζονται να χωνεύουν υλικά από τους οικοδεσπότες περιστασιακά. Μερικά είδη είναι καθαριστές μόνο σαν νεαρά άτομα και δεν εμφανίζουν αυτή τη λειτουργία σαν ενήλικα άτομα. Τα ενήλικα ως υποχρεωτικοί καθαριστές δεν είναι συνηθισμένοι και η χρησιμοποίηση του όρου παραπέμπει σε κείμενο οικολογικά αυστηρό.

Με άλλα λόγια οι επονομαζόμενοι ενήλικοι, υποχρεωτικοί καθαριστές συνήθως είναι ικανότατοι καθαριστές σε αιχμαλωσία και μπορεί να επιζήσουν χωρίς τους οικοδεσπότες.

2.4. Συναναστροφές τροφής.

Οι συναναστροφές για την τροφή που περιγράφονται εδώ είναι εφήμερες και αφορούν δυο ή και περισσότερα ψάρια, συχνά διαφορετικών ειδών. Όλες οι σχέσεις εμφανίζονται να είναι παραβιωτικές. Λίγες μόνο έχουν περιγραφεί χωρίς να χρησιμοποιηθούν επιφανειακοί όροι.

Μια κοινή σχέση ταίσματος στις δυτικές Ινδίες αφορά το Trumpetfish. Σε μια τυπική επίδειξη ακολουθεί κοντά άλλο ψάρι για αρκετά λεπτά αγγίζοντας το. Οι κοινοί οικοδεσπότες είναι μεγάλα παπαγαλόψαρα αρκετών ειδών και το ισπανικό hogfish.

Όταν ο οικοδεσπότης δαγκώνει ένα κομμάτι νεκρού κοραλλιού ή ένα ζωντανό σπόγγο. Το Trumpetfish ορμάει απότομα και αρπάζει μικρά ψάρια ή γαρίδες που εκθέτονται στιγμιαία. Ο οικοδεσπότης συχνά ενοχλείται και προσπαθεί να αποφύγει τον προσωρινό συμβιωτή του με γρήγορες και ακανόνιστες κολυμβητικές κινήσεις, ενώ ταυτόχρονα γρατζουνίζει το υπόστρωμα ή βουτάει μέσα σε σχισμές.

Άλλη κοινή σχέση περιλαμβάνει το κίτρινο goatfish και έναν αριθμό άλλων ειδών που προσελκύονται από την εκσκαφή που κάνει το goatfish στο υπόστρωμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

Τα shoal & school είναι όροι που περιγράφουν επαρκώς τον προσανατολισμό των κοινωνικών ομάδων των ψαριών στην άγρια φύση. Τα όρια του χώρου των κλασσικών ενυδρείων μερικές φορές περιορίζουν τη δημιουργία κοπαδιού με το να απαγορεύουν τις συνεχείς κινήσεις προς τα εμπρός.

Για να συνεχίσουν να κινούνται προς τα εμπρός και να αποφεύγουν ταυτόχρονα τα τοιχώματα του ενυδρείου, τα ψάρια εξαναγκάζονται να γυρίσουν γύρω-γύρω (να κολυμπούν κυκλικά ή ελλειπτικά).

Όπως θα φανερωθεί, το στριφογύρισμα με την πραγματική του έννοια δεν είναι αντιπροσωπευτικό του κοπαδιού και στα κοινά ενυδρεία είναι παραπλανητικά η ύπαρξη κοπαδιού, αφού απαγορεύονται οι προς τα εμπρός κινήσεις των ψαριών. Οι επιδείξεις της συμπεριφοράς κοπαδιού κανονικά απαιτούν ενυδρεία που έχουν κατασκευασθεί για συνεχείς προς τα εμπρός κολυμβητικές κινήσεις.

3.1.Ορθογώνιοι σχηματισμοί.

Τα κοπάδια των ψαριών στριφογυρίζουν αν η κίνηση προς τα εμπρός εμποδίζεται. Σύμφωνα με τον ορισμό το κοπάδι απαιτεί κάθε άτομο να είναι προσανατολισμένο προς την ίδια κατεύθυνση, να κολυμπάει με την ίδια ταχύτητα και να χωρίζεται από τα άλλα με το ίδιο διάστημα.

Αυτά τα κριτήρια δεν μπορούν να τηρηθούν εάν το κοπάδι ή τα μεμονωμένα άτομα είναι μεγάλα σε σύγκριση με το χώρο που διατίθεται. Τα ορθογώνια ενυδρεία συχνά δεν είναι κατάλληλα για να εκτίθενται μεγάλα κοπάδια ψαριών.

3.2.Κυλινδρικά και κυκλικά σχέδια.

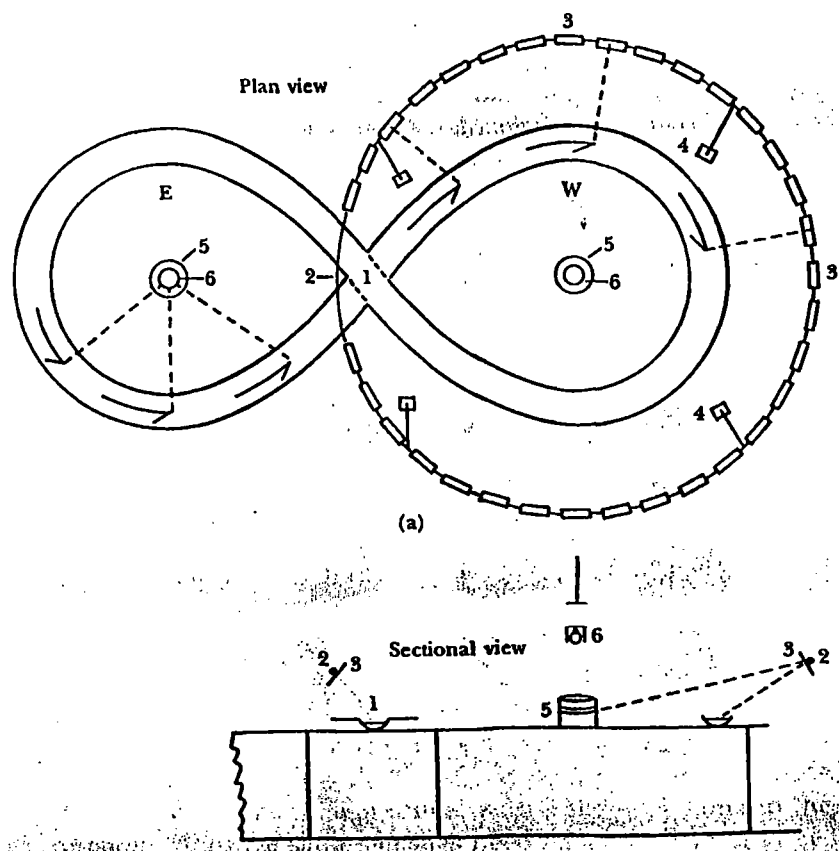
Έχει αποδειχτεί ότι τα κυλινδρικά σχέδια είναι οι πιο δημοφιλείς διαμορφώσεις για την έκθεση μεγάλων ψαριών που σχηματίζουν κοπάδια, όμως και αυτά παρουσιάζουν ατέλειες. Τα μεγάλα ψάρια που κολυμπούν συνεχώς σε κυλινδρικά εκθέματα μερικές φορές αναπτύσσουν κακώσεις, αφού τρίβονται στο γυαλί και στους τοίχους.

Τα ψάρια Hypogorisc και μπορεί να μην έχουν τελικά την ικανότητα να ανιχνεύουν καμπυλωτές επιφάνειες. Οι κυκλικοί δρόμοι δεν αποτρέπουν τη συσσώρευση των στροφών κατά μήκος του κολυμβητικού μονοπατιού.

Κάποιο άγγιγμα των πλευρών είναι ίσως αναπόφευκτο, καθώς τα ψάρια αγκυροβολούν στην καμπυλότητα των τοιχωμάτων. Τα ψάρια σε κυλινδρικά ενυδρεία και σε κυκλικά κανάλια κολυμπούν στην ίδια κατεύθυνση για παρατεταμένα χρονικά διαστήματα- μερικές φορές μήνες ή χρόνια- προφανώς επειδή το αγκυροβόλημα στις στροφές των τοιχωμάτων παίρνει προτεραιότητα έναντι στην τάση να μετακινούνται προς τη γωνία που υπάρχει

φως. Ίσως το πιο καλό σχήμα για έκθεση πελαγικών φαριών είναι μια μορφή του οχτώ. Πειραματική εργασία που έχει γίνει σε μικρή κλίμακα δείχνει ότι σε παρόμοιο σχέδιο υπάρχει δυνατότητα να γίνουν μεγάλες επιδείξεις.

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζεται ένας πειραματικός μηχανισμός.

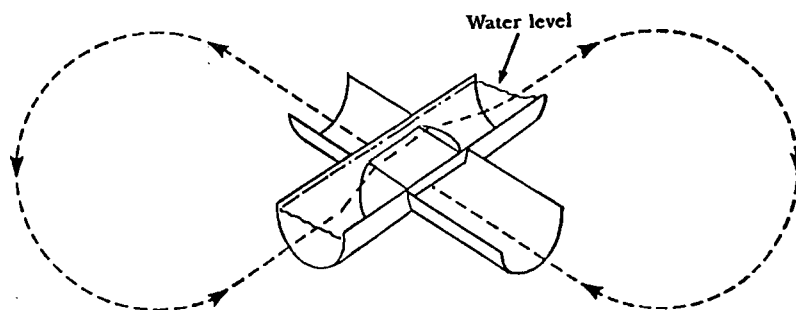


Εικόνα 4: Ένας πειραματικός μηχανισμός προσανατολισμού.

Προσφέρει δυο προφανή πλεονεκτήματα έναντι των άλλων σχεδίων:

☒ Πρώτων το πρόβλημα της συσσώρευσης των στροφών εξαλείφεται.

⊗ Δεύτερον οι κατευθυντήριες μετατοπίσεις μπορούν να ελεγχθούν με το να αλλάζει η γωνία του φωτός, το οποίο πιθανώς καλλιερεύει τα στερεότυπα κολυμβητικά σχέδια. Αυτό με τη σειρά του μπορεί να προωθήσει τέτοιες φυσικές συμπεριφορές όπως το μέγαιωμα και να μειώνει τη δημιουργία των κακώσεων που προκαλούνται από το αγκυροβόλιο στα τοιχώματα.



Εικόνα 5: φαινείται ο λεπτομερειακός σχεδιασμός του καναλιού και του επιπέδου του νερού.

3.3. Ψάρια που δημιουργούν τρύπες στη γη και χτίζουν φωλιές.

Μερικά ψάρια κοραλλιογενών υφάλων σκάβουν μόνιμες ή προσωρινές τρύπες στη γη και απαιτούν υποστρώματα ασυνήθιστου βάθους και κοκκιώδη. Το υλικό μπορεί να τοποθετηθεί στην κορυφή φίλτρων που βρίσκονται κάτω από χαλίκι ή κατευθείαν στο βυθό των άδειων ενυδρείων.

Ανάμεσα στα ψάρια που σχηματίζουν τρύπες περιλαμβάνονται τα χέλια τα γνανθοστόμα και πολλές φορές τα wrasses. Μέλη των δυο πρώτων οικογενειών σκάβουν μόνιμες τρύπες, Όμως το υπόστρωμα πρέπει να αποτελείται από μικρής πυκνότητα υλικά, που να έχουν τη μορφή μικρών κόκκων και τα οποία διατηρούν το κατάλληλο περιβάλλον.

Τα tilefishes χτίζουν βουναλάκια στη κορυφή υποστρώματος που δημιουργείται από κοράλλια, κελύφη και άλλα υλικά, εναλλακτικά σκάβουν τρύπες κάτω από επίπεδους υφάλους κοραλλιογενών βράχων.

Ένα κατάλληλο υπόστρωμα για wrasses και πολλά ψάρια που δημιουργούν τρύπες αποτελείται από ίσα μέρη με άμμο πυριτίου (0,49mm άμμος φίλτρου) και χαμηλής πυκνότητας (άμμος άλγης), που είναι τύπος που αποβάλλεται από συγκεκριμένα πράσινα θαλάσσια φύκη. Αποτελούνται από ανθρακικό ασβέστιο.

Η άμμος από φίλτρο εξασφαλίζει ένα καλό κοκκιώδες υπόστρωμα, η αλγώδης άμμος είναι μεγαλύτερη και λιγότερη πυκνή, κρατάει το μίγμα πορώδες. Εάν χρησιμοποιηθεί μόνο αυτό το μείγμα είναι επαρκής για τα διατηρήσει τα χέλια και τα wrasses κάτω από προσποιητά φυσικές συνθήκες.

Τα χέλια κολλούν τους κόκκους άμμου στα τοιχώματα των φωλιών τους με βλενοπολυσακχαρίτες που παράγονται από έναν αδένα, ο οποίος βρίσκεται στην άκρη της ουράς.

Τα γνανθόστομα απαιτούν ένα τρίτο συστατικό : μια κατάλληλη ποσότητα από κονιορτοποιημένους κοραλλιογενής βράχους ποικίλλων διαμέτρων και ισότιμα με χαλίκι σαν μπιζέλι ή μικρότερα.

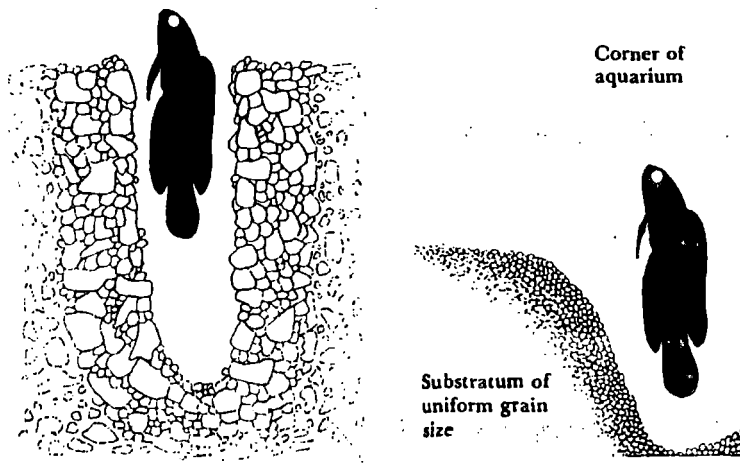
Γεμίζουν τα τοιχώματα των φωλιών τους με πετραδάκια. Τη νύχτα η φωλιά είναι κλειστή με το να τραβούν ένα βότσαλο πάνω στο άνοιγμα. Το κατακόρυφο τούνελ έχει περίπου το ίδιο μήκος με το ψάρι, αλλά ανοίγει σε έναν κυκλικό θάλαμο.

Η κατασκευή μια φωλιάς απαιτεί περίπου 8 ώρες. Εάν τα πετραδάκια δεν διατίθενται, τα τοιχώματα καταρρέουν με την ελάχιστη ενόχληση ή δεν μπορούν να κατασκευαστούν. Στη δεύτερη περίπτωση τα γνανθόστομα επιχειρούν να σκάβουν φωλιές στις γωνίες του ενυδρείου. Τα υλικά που προέρχονται από ανασκαφή συσσωρεύονται τότε προς τα εμπρός, με αποτέλεσμα να δημιουργείται ένα αφύσικο έκθεμα. Στα εκθέματα των χελιών, γνανθόστομων και *wgasses* το βάθος του υποστρώματος πρέπει να είναι λιγότερο 1,5 φορές το μήκος του μεγαλύτερου ψαριού.

Σε αντίθεση με τα προαναφερθέντα υπάρχουν ψάρια που χτίζουν φωλιές στην άμμο. Τα βουναλάκια κατασκευάζονται από άμμο και έχουν βυθό από κοράλλια και χαλίκια, ενώ βρίσκονται κοντά σε υφάλους. Κάθε ένα χτίζεται και απασχολείται από ένα ψάρι. Μέσα στο βουναλάκι είναι ένα οριζόντιο τούνελ με ένα μόνο άνοιγμα εξωτερικά.

Τα ψάρια που βρίσκονται σε αιχμαλωσία χρειάζονται μια ποικιλία μεγάλων επιπέδων υλικών τα περισσότερα απ' τα οποία είναι 2cm ή περισσότερο σε διάμετρο. Ίσα μέρη από σπασμένα κελύφη μυδιών ή στρειδιών και κονιορτοποιημένων κοραλλιογενών βράχων σχηματίζουν ένα κατάλληλο μίγμα.

Αυτό μπορεί απλά να διασκορπιστεί στην επιφάνεια αμμώδους υποστρώματος. Τα επίπεδα υλικά είναι απαραίτητα για να χτιστούν σταθερά κελιά πάνω στις φωλιές.



Εικόνα 6: Ψάρια που σκάβουν κρυψώνες σε χαλίκι-άμμο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΑ ΚΟΠΑΔΙΑ ΨΑΡΙΩΝ

Σμήνη ψαριών συναθροίζονται για να αντιμετωπίσουν μαζί εξωτερικούς παράγοντες όπως είναι η απειλή ενός θηρευτή ή και ακόμα παλιρροιακών κυμάτων ή ρευμάτων.

Σε μια περισσότερο προβλέψιμη βάση, τα σμήνη ψαριών συγκροτούνται για να ανταποκριθούν σε ρυθμιζόμενους εξωτερικούς παράγοντες. Συμπεριφορές που λαμβάνουν χώρα τακτικά κάθε 24 ώρες ημερησίως, έχουν προκληθεί από αδρανής ρυθμούς. Σε πολλά ψάρια, οι ομάδες συγκροτούνται και αποδιοργανώνονται τόσο ρυθμικά ώστε μπορούν να προβλεφθούν σε μερικά λεπτά.

Η αδρανής ομαδοποίηση συνοδεύεται πάντοτε με τη σίτιση, η οποία συμπεριλαμβάνει τη περίοδο της μέγιστης δραστηριότητας. Μεταξύ καιρών, πολλά καραλλιότοπα είδη συναθροίζονται σε νωθρά, μη τρεφόμενα είδη. Αυτά μπορεί να είναι ομοειδή ή ετεροειδή.

Μερικά σχηματίζουν μόνο ομοειδή σμήνη, ενώ άλλα σχηματίζουν ετεροειδή. Τα ομοειδή σμήνη είναι κοινά σε ψάρια που είναι νυκτόβια και πλαγκτονοφάγα. Γενικά μπορεί να υποστηριχθεί ότι κατά την αδρανή περίοδο η συμπεριφορά των ψαριών σχετίζεται κυρίως με την ασφάλειά τους.

Γενικά, μπορεί να υποστηριχθεί ότι κατά την αδρανή περίοδο η συμπεριφορά των ψαριών σχετίζεται κυρίως με την ασφάλειά τους. Κατά την ενεργό περίοδο οι αντιδράσεις τους κατευθύνονται από τις τροφικές τους ανάγκες.

Οι ομάδες των ψαριών συγκροτούν κατά τη πορεία τους προς και από τις περιοχές που παρέχουν τροφή, περιοχές που μπορεί να απέχουν αρκετά μέτρα ή χιλιόμετρα. Η δραστηριότητα της σίτισης συνήθως απαιτεί

τη διάλυση ή τη διαμερισματοποίηση των τάξεων και είναι ασυμβίβαστη με την ομαδοποίηση.

Έχουν ταυτοποιηθεί τρεις κατηγορίες αδρανών ρυθμών:

⊗ Κατακόρυφες κινήσεις στην υδάτινη στήλη.

⊗ Κινήσεις στις δομές των υφάλων.

⊗ Κινήσεις μακριά από τους υφάλους.

Οι κατακόρυφες κινήσεις είναι ενδεικτικές των πλαγκτονοφάγων ψαριών τα οποία απαντούν στην υδάτινη στήλη για σίτιση και κάτω από τους υφάλους για προστασία. Τα είδη που σχετίζονται με αυτές τις κινήσεις είναι είτε ημερόβια, είτε νυκτόβια και δεν παρατηρείται καμιά υπερβολή στις κινήσεις τους.

Αρκετά είδη ταξιδεύουν ημερησίως από περιοχές που αναπαύονται σε τοποθεσίες που τα τροφοδοτούν και το αντίστροφο σε διαφορετικά σημεία υφάλων. Συχνά και η χρονική διάρκεια αυτών των κινήσεων αλλά και οι πορείες που ακολουθούνται είναι προβλέψιμες.

Αυτή η κατηγορία ψαριών περιλαμβάνει ορισμένα φυτοφάγα είδη όπως τα parrotfishes & surgeonfishes. Αυτά αλλά και άλλα φυτοφάγα κοραλλιότοπα ψάρια είναι ημερόβια.

Οι Πιο εκτεταμένες μετακινήσεις έχουν παρατηρηθεί σε ψάρια που χρησιμοποιούν τον ύφαλο κατά τη διάρκεια ανενεργών περιόδων, αλλά κινούνται μακριά από αυτόν όταν αναζητούν τροφή. Όλα τους είναι νυκτόβια και θηρευτές. Συμπεριλαμβάνονται ορισμένα :snappers, goat fishes & herrings. Η απόσταση που διανύουν ποικίλλει.

Τα goatfishes για παράδειγμα παραμένουν έγκλειστα στον ύφαλο και διασκορπίζονται τη νύχτα που αναζητούν την τροφή τους. Άλλα ψάρια διανύουν αρκετά σημαντικές αποστάσεις.

Τα rempfishes παραμένουν στα ομοειδή σμήνη όλη την ημέρα καθώς πέφτει η νύχτα, τα άτομα αναδύονται και ανασυγκροτούνται οι ομάδες μπρος και πίσω κατά μήκος της κατακόρυφης πλευράς του ύφαλου.

Μέσα στο σκοτάδι οι ομάδες που ήταν μεγάλες και συμπαγείς, υποδιαίρουνται σε μικρότερες των 100 και 150 ψαριών απομακρύνονται από τον ύφαλο και κινούνται μέσα στην υδάτινη στήλη για να τραφούν με ζωοπλαγκτόν.

Η διαδικασία αυτή αντιστρέφεται λίγο πριν το ξημέρωμα και με το πρώτο φως της ημέρας ολόκληρη η ομάδα βρίσκεται ξανά στη θέση της.

Μια διαφορετική συμπεριφορά έχει επιδείξει ένα silversides, όπου κατά τη διάρκεια της ημέρας εξαπλώνονται κατά μήκος παράκτιων περιοχών σε βάθος 1 ως 2 μέτρα. Αργά το απόγευμα μια ομάδα συγκροτείται ακριβώς κάτω από την επιφάνεια σε βαθύτερα νερά και η ομαδοποίηση ξεκινά με τον ερχομό της νύχτας.

Τα ψάρια είναι ανήσυχα και οι ομάδες κινούνται ενίοτε μόνο στην περίπτωση που θέλουν να επιστρέψουν στα αρχικά τους σημεία. Οι επιθέσεις από κάτω από τους θηρευτές προκαλούν τα άτομα να σκορπίζονται σε όλες τις κατευθύνσεις, αλλά αυτό συμβαίνει επίσης ακόμη και όταν δεν υπάρχει κανένας εμφανής λόγος.

Λίγο μετά τη δύση του ηλίου, οι ομάδες μετακινούνται προκειμένου να βρουν τροφή προς την ανοιχτή θάλασσα. Κατά την αυγή η πορεία αναστρέφεται και επανακτούνται οι θέσεις της ημερήσιας συνάθροισης μέσα σε λίγα λεπτά μετά την ανατολή.

Τα ψάρια των τροπικών και άλλων παρατροπικών περιοχών είναι νυκτόβιοι σαρκοφάγοι οργανισμοί. Συγκροτούν αδρανή, ετεροειδή σμήνη κατά τη διάρκεια της ημέρας και τη νύκτα μεταναστεύουν σε αμμώδεις περιοχές ή σε αυλάκια περιστοιχιζόμενα με φυτά για να τραφούν με

βενθικούς ασπόνδυλους οργανισμούς. Αυτές οι μετακινήσεις μπορούν να λάβουν χώρα κατά μήκος μακρινών αποστάσεων. Στις δυτικές Ινδίες, σε αβαθή τμήματα υφάλων συναντώνται νεαρά άτομα αρκετών ειδών κατά τη διάρκεια της ημέρας. Τα ενήλικα άτομα απαντούν κυρίως στους υφάλους που είναι απομακρυσμένοι από την ακτή.

Η μετακίνηση από τους υφάλους στα γειτονικά προς την παραλία αυλάκια με χόρτα ξεκινά περίπου 10 λεπτά μετά τη δύση του ηλίου και όλα τα άτομα φεύγουν μέσα σε 20 λεπτά. Η επιστροφή στους υφάλους λαμβάνει χώρα μέσα σε 20-30 λεπτά πριν την ανατολή του ήλιου.

Καθώς το σκοτάδι πέφτει, τα σμήνη διασκορπίζονται ώσπου κάθε ψάρι βρεθεί σε ομοιόμορφη απόσταση από τον βυθό. Η μετακίνηση ξεκινά με την αύξηση του σκοταδιού. Διαχωρισμένα ετεροειδή σμήνη κινούνται κατά μήκος καλώς προσδιορισμένων μονοπατιών ακριβώς πάνω από την επιφάνεια του ύφαλου.

Η μετακίνηση συνεχίζεται μέχρι τα σμήνη να συγκεντρωθούν στην παρά την παραλία περιοχή του υφάλου. Μερικά άτομα κάνουν σύντομες επιδρομές στα αυλάκια με χόρτα και μετά επιστρέφουν στο κυρίως σμήνος. Ξαφνικά ολόκληρο το σμήνος κινείται προς τα χόρτα καθώς το τελευταίο φως εξαφανίζεται.

Η αξία της επιβίωσης. Περιγράφει ορισμένους μηχανισμούς αρπαγής και αποφυγής θηρευτών που θεωρούνται ότι έχουν αξία για την επιβίωση. Μοναχικά είδη που διαμένουν στο βυθό μπορούν να χωθούν στο υπόστρωμα, να κρυφτούν στα φύκη, να στοιβαχτούν μεταξύ κοραλιομάδες ψαριών ζουν στην υδάτινη στήλη, ένα τρισδιάστατο κενό, όπου το τρωτό εκτείνεται σε όλες τις κατευθύνσεις.

Η όψιμη λύση στο πρόβλημα της ανυπαρξίας κάλυψης είναι η ανωνυμία, η οποία ορίζεται σε αυτή την περίπτωση

ως η αναζήτηση κάλυψης μεταξύ των κοινωνιών. Οι εκφράσεις της ανωνυμίας είναι η ομοιόμορφη εμφάνιση, οι συγχρονισμένες κινήσεις και οι καθαροί αριθμοί. Μέσα στο πλήθος, αυτές υποθετικά αυξάνουν την επιβίωση μέσα από δυο πρόσθετες ενέργειες, η μια άμεση και ευθεία και η άλλη έμμεση και απομακρυσμένη.

Το άμεσο όφελος πιθανόν να είναι η σύγχυση των θηρευτών και μια μειωμένη πτώση της σύλληψης. Το έμμεσο όφελος αυξάνεται αποδοτικά και αυτό σηματοδοτεί τα καλύτερα αποτελέσματα για την ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας.

Θεωρείτε από μερικούς ότι η ομαδοποίηση κάνει τη σίτιση, την αναπαραγωγή και την κολύμβηση περισσότερο αποδοτικές. Μόνο τα ομοειδή σμήνη περιέχουν άτομα ομοιόμορφης εμφάνισης. Η συζήτηση εδώ διαπραγματεύεται μόνο τα σμήνη που απαρτίζονται από ένα είδος. Απ' ότι φαίνεται οι συγχρονισμένες κινήσεις είναι ένα σημαντικό ενδυναμωτικό στοιχείο της ανωνυμίας.

Η παρουσία καθαρών αριθμών σε σμήνη ψαριών που είναι θηράματα, θεωρείτε ότι προκαλεί αραίωση, η οποία μειώνει τον κίνδυνο επίθεσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη επιβίωση των ατόμων.

Εν ολίγοις τα άτομα σε ομοειδή είδη είναι ομοιόμορφα σε εμφάνιση και γι' αυτό είναι ανώνυμα, εξ' ορισμού κινούνται συγχρόνως και το τελικό αποτέλεσμα ενδυναμώνετε από τους καθαρούς αριθμούς. Η απάντηση ενός θηρευτή πιστεύεται ότι είναι η σύγχυση αν και το νόημα αυτής δεν είναι ακόμα ξεκάθαρο. Έχοντας υπόψιν τα προαναφερθέντα, θα καθορίσουμε τη σύγχυση ως την οποιαδήποτε καθυστέρηση ή διάσπαση στην επίθεση του θηρευτή, η οποία επιτρέπει στο θήραμα να ξεφύγει.

Στη συνέχεια θα ορίσουμε τη διαδικασία επίθεσης ως μια σειρά από στενά συνδεδεμένες συμπεριφορές,

ξεκινώντας από την αναγνώριση του θηράματος, συνεχίζοντας με την καταδίωξη αυτού και τελειώνοντας με την προσπάθεια χτυπήματος ή σύλληψης αυτού. Απομένει να προσδιοριστεί πόσο ποικίλο είναι πραγματικά αυτό το απλοποιημένο σχεδιάγραμμα.

Για παράδειγμα ο θηρευτής μπορεί να απομονώσει οπτικά ένα άτομο θήραμα και να το κυνηγήσει. Εναλλακτικά, αυτό που φαίνεται είναι το τέλος μιας ανεπιτυχούς επίθεσης, η καταδίωξη δηλαδή από έναν θηρευτή χωρίς όμως τη σύλληψη, μπορεί να αποτελέσει ένα ενδιάμεσο στάδιο, όπου ένα άτομο αποχωρίζεται την ομάδα και καταδιώκεται μπορεί να αποφύγει τη σύλληψη πηδώντας στον αέρα και έτσι ξεφεύγει στιγμιαία από το οπτικό πεδίο του θηρευτή.

Υπάρχουν μερικές αποδείξεις που υποστηρίζουν ότι τα ψάρια που βρίσκονται στην περιφέρεια του σμήνους είναι περισσότερο εύθικτα στην επίθεση. Εάν αυτό αληθεύει η επιβίωση των ατόμων στην ομάδα εξαρτάται από το πόσο τυχαία αυτά αλλάζουν θέσεις.

Με άλλα λόγια αν η θέση σε μια ομάδα είναι εντελώς τυχαία, η πιθανότητα για μια μακρόχρονη επιβίωση είναι η ίδια για όλα τα μέλη αν και η πιθανότητα για άμεση επιβίωση έχει μειωθεί για εκείνα τα μέλη που κολυμπούν στην περιφέρεια. Αν τα άτομα καταλαμβάνουν θέσεις όχι τυχαία, εκείνα που είναι στο κέντρο έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να επιβιώσουν όταν το σμήνος δέχεται επίθεση.

4.1. Κυριαρχία.

Ένα καθοριστικό και μη αναφερόμενο μέχρι τώρα χαρακτηριστικό των συναθροίσεων των ψαριών είναι η μεταξύ τους ισότητα. Σε ένα σμήνος, ομάδα, αγέλη κανένα άτομο δεν άγει ή ακολουθεί, ούτε κάποιο συγκεκριμένο ψάρι κυριαρχεί ή εκτελεί εντολές.

Όλα κατέχουν την ίδια κοινωνική τάξη. Η ισότητα διατηρείται ακόμα και όταν η ομάδα αποχωρίζεται κατά τη σίτιση. Ο ανταγωνισμός σε πολλά μη συναθροιζόμενα κοινωνικά είδη είναι περισσότερο εμφανής εξαιτίας των διαφορών στην κοινωνική κλίμακα του ατομικού ανταγωνισμού.

Εκείνοι που έχουν την κυριαρχία διατηρούν την ανωτερότητά τους εν μέρει με το να συμπεριφέρονται επιθετικά ή ανταγωνιστικά έναντι στους διαγωνιζόμενους.

Στα περισσότερα ψάρια, η ανταγωνιστική απόκριση τυπικά περιλαμβάνει συμπεριφορές όπως την ανέγερση των πτερυγίων, το κυνήγι τη στάση (μερικές φορές με την ουρά χτυπημένη) και το δάγκωμα. Η κυριαρχία αποτελεί μια αντικοινωνική συμπεριφορά που ορίζεται ως η προτεραιότητα της πρόσβασης σε πηγές για τις οποίες τα άτομα ανταγωνίζονται.

Τα στοιχείο - κλειδί είναι ο συναγωνισμός, χωρίς αυτόν οι σχέσεις κυριαρχίας δεν μπορούν να υφίστανται. Η κυριαρχία μπορεί να γίνει αντιληπτή από 2 οπτικές.

⊗ Η πρώτη επικεντρώνεται στη συμπεριφορά, κυρίως στον αριθμό των ατόμων και στις σχέσεις τους.

⊗ Η δεύτερη αφορά τους οικολογικούς παράγοντες που κάνουν την συμπεριφορά της κυριαρχίας προσφυή. Και οι δυο θα αναφερθούν σε αυτή την ενότητα.

4..2. Τύποι Κυριαρχίας.

Αρκετοί τύποι κυριαρχίας έχουν αναγνωρισθεί και μερικές φορές οι διακρίσεις είναι ασαφείς. Στα ψάρια η πιο γνωστή είναι η εδαφική κυριαρχία, η συμπεριφορά κυριαρχίας που σχετίζεται με το χώρο.

Μερικά ψάρια των κοραλλιών είναι εδαφικά, ως νέα, αλλά όχι ως ενήλικα, αλλά το αντίστροφο και μερικά άλλα παραμένουν στο έδαφος και στις 2 φάσεις. Τα αποκλεισμένα άτομα έχουν προτεραιότητα σε άλλο χώρο ή χρόνο. Η κατοικήσιμη έκταση είναι μια περιοχή που χρησιμοποιείται κανονικά από ένα άτομο ή μια ομάδα, συνήθως κατά τις αδρανείς δραστηριότητες και μπορεί να απασχοληθεί με ή χωρίς τις συνέπειες της κυριαρχίας.

Πολλά είδη μοιράζονται την κατοικήσιμή τους περιοχή ειρηνικά. Αλλά, κυρίως μερικά *damsel* υπερασπίζονται τον κατειλημμένο χώρο ενάντια στους εισβολείς. Σε τέτοιες περιπτώσεις κατοικήσιμη περιοχή και επικράτεια είναι 2 όροι συνώνυμοι.

Όταν τα άτομα κυριαρχούν σε άλλα, αλλά όχι σε σχετιζόμενο χώρο τότε επιδεικνύουν ατομική κυριαρχία. Μερικές φορές η εδαφική και ατομική κυριαρχία συνυπάρχουν. Καθώς εξηγείται παρακάτω, τα αρσενικά μερικών ψαριών παραμένουν υπόδουλα. Το αρσενικό ασκεί ατομική κυριαρχία σε όλα τα θηλυκά, σε καθορισμένα όμως εδαφικά σύνορα.

Η απλούστερη μορφή της ατομικής κυριαρχίας είναι η επιμήκης κοινωνική ιεραρχία όπως έχει ορισθεί στα πτηνά. Ένα πτηνό εξουσιάζει τα άλλα (α πτηνό), το επόμενο που βρίσκεται κάτω από αυτό (β πτηνό) τα εξουσιάζει όλα εκτός από το (α), κ.ο.κ μέχρι το ω πτηνό, που βρίσκεται στην τελευταία βαθμίδα της κλίμακας και δεν εξουσιάζει κανένα.

Αυτού του είδους η κυριαρχία είναι σπάνια σε μεγάλες ομάδες ζώων. Λιγότερο σταθερές, τριγωνικές σχέσεις τείνουν να αναπτυχθούν στη θέση τους. Μπορεί επίσης να δομηθούν μοναρχικά συστήματα: ένα άτομο εξουσιάζει όλα τα άλλα και παύει να υφίσταται πρακτικά η επίθεση.

Μόνο μερικά κοραλλιογενή ψάρια είναι γνωστό ότι σχηματίζουν ιεραρχική κυριαρχία. Τα damsefishes ασκούν ιεραρχική κυριαρχία στην οποία ο βαθμός κυριαρχία σχετίζεται με το μέγεθος. Τα μεγαλύτερα άτομα επιβάλλονται στα μικρότερα και οι επιθετικές επεμβάσεις πραγματοποιούνται μεταξύ ψαριών ιδίου μεγέθους.

Αντιθέτως, ελάχιστες επιθέσεις γίνονται μεταξύ ατόμων διαφορετικού μεγέθους. Η ιεραρχική κυριαρχία βασίζεται στην αμοιβαία αναγνώριση σχέσεων μεταξύ κυρίαρχου και υποδιαίστερου μέλους. Όταν οι συνθήκες είναι φυσιολογικές οι εν δυνάμει φιλονικίες αντιμετωπίζονται γρήγορα και ανώδυνα.

Όταν όμως οι συνθήκες δεν είναι κανονικές το υπό-κυρίαρχο άτομο στρεσάρεται από τη συνεχή ενόχληση, συχνά τραυματίζεται και μερικές φορές σκοτώνεται. Η ιεραρχική κυριαρχία που αφορά τα κοραλλιογενή ψάρια, δεν είναι τόσο κοινή στη φύση. Σε κατάσταση αιχμαλωσίας γεννιούνται συχνά τεχνάσματα λόγω του περιορισμένου χώρου και του συνωστισμού.

Η κυριαρχία κάθε είδους μπορεί να είναι απόλυτη ή σχετική. Εάν είναι απόλυτη, υφίσταται ανεξάρτητα από το χώρο και το χρόνο. Εάν είναι σχετική τότε αντιστρέφεται από τις αλλαγές χώρου και χρόνου, είναι προβλέψιμη και χωρίς καμία εναλλαγή στις σχέσεις των ατόμων.

Στις κοινωνίες ορισμένων ειδών παρατηρείται η απόλυτη ιεραρχική κυριαρχία, κατά την οποία η διαβάθμιση παραμένει η ίδια ανεξαρτήτως που πηγαίνει η ομάδα και σε ποιες συνθήκες ζει.

Η απόλυτη ιεραρχία αλλάζει μόνο όταν τα άτομα κινούνται πάνω. Άλλα είδη επιδεικνύουν σχετική ιεραρχία κι ακόμα και τα άτομα με τον υψηλότερο βαθμό διαφέρουν από τα υποδιαίστερα υπό συγκεκριμένες συνθήκες.

Βέβαια δεν έχει ακόμα διασαφηνιστεί αν αυτός ο τύπος συμπεριφοράς υπάρχει στα ψάρια. Μερικοί κοινωνιολόγοι θεωρούν ότι η σχετική ιεραρχία βρίσκεται μεταξύ της απόλυτης και της εδαφικής κυριαρχίας. Άλλοι υποστηρίζουν ότι η ατομική και η εδαφική κυριαρχία αποτελούν ακραίες εκφράσεις της απόλυτης και σχετικής κυριαρχίας.

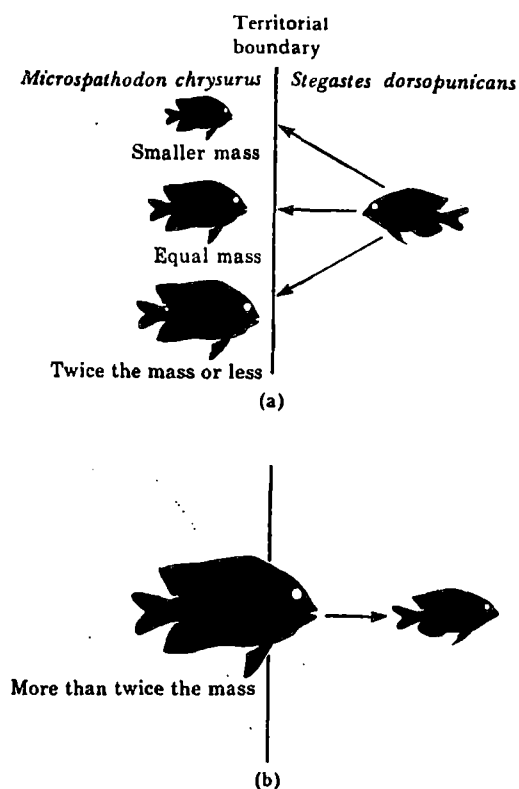
Στην εδαφική κυριαρχία, οι επικράτειες μπορούν να καλυφθούν από ψάρια είτε ατομικά σε ζευγάρια, είτε σε ομάδες. Πολυάριθμα *damsel*fishes είναι ατομικοί επικρατητές, αλλά με εξαίρεση μερικά *surgeon*fishes, *butterfly*fishes, & *parrot*fishes και ίσως κάποια άλλα, όχι πολλά κοραλλιογενή είδη μπορούν να συμπεριληφθούν σε αυτή τη κατηγορία.

Όπως ήταν αναμενόμενο, η περισσότερη έρευνα στην εδαφική κυριαρχία εστιάζεται στα *damsel*fishes. Αυτό οφείλεται εν μέρει γιατί είναι προσιτά στη μελέτη και σχεδόν όλο το χρόνο βρίσκονται στην επικράτεια. Επιπλέον καμία άλλη ομάδα ψαριών δεν επιδεικνύει επιθετική συμπεριφορά με περισσότερο σθένος.

Η εδαφική κυριαρχία που βασίζεται σε νεογνά ζευγάρια ίσως να μην είναι τόσο κοινή στα κοραλλιογενή ψάρια λόγω έλλειψης της γονικής φροντίδας. Από τα ψάρια που έχουν καταγραφεί, κανένα εκτός από το *A. polycanthus* είναι γνωστό ότι παρέχει φροντίδα γονική.

Μεταξύ των κοραλλιογενών ψαριών μόνο ορισμένα μέλη *damsel*fish του γένους *Dascyllus* απασχολούν επικράτειες κατά ομάδες. Κοραλλιογενή ψάρια ευρέως εξαπλωμένα. Η συμπεριφορά υποδηλώνει ένα τύπο

πολυγαμικού συστήματος στο οποίο τα αρσενικά είναι εδαφικά μόνο κατά τις περιόδους ωοτοκίας, όταν συγκεντρώνονται σε συγκεκριμένες τοποθεσίες και συναγωνίζονται για τα θηλυκά που επισκέπτονται τις περιοχές. Μετά τη συνεύρεση τα θηλυκά αποχωρούν. Μερικά από τα damselfishes, surgeon fishess, wrasses & parotffishes επιδεικνύουν αυτή τη συμπεριφορά.



Εικόνα 7: κυριαρχία που παρατηρείται μεταξύ του κίτρινου και σκοτεινόχρωμα damselfish.

4.3. Προσαρμοστικότητα και εδαφική κυριαρχία.

Μπορεί να αντιληφθεί κανείς την έννοια εδαφική κυριαρχία από δυο πλευρές.

Η πρώτη περιλαμβάνει λειτουργικές απόψεις. Οι σχετικές ερωτήσεις που μπορεί να απευθύνονται μπορεί για παράδειγμα αν η επιτυχής κατάκτηση μιας επικράτειας αυξάνει το ευζείν των ψαριών (πχ αναπαραγωγική ικανότητα).

Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν δραστηριότητες ικανές για παρατήρηση και μέτρηση όπως:

- ⊗ Η απόσταση από την εδαφική περίμετρο όπου οι εισβολείς έχουν αποκρουσθεί.
- ⊗ Ο αριθμός δαγκωμάτων στους εισβολείς για κάθε χρονική μονάδα.
- ⊗ Ένδειξη αναγνώρισης.

Όλα αυτά αντιπροσωπεύουν, εν ολίγοις τμήματα των ζωικών κοινωνιών.

Η προτεραιότητα πρόσβασης σε πηγές, ένα στοιχείο χαρακτηριστικό της κυριαρχίας, μπορεί να επιτευχθεί μέσω της αλληλεπίδρασης.

Όσοι οικολόγοι ασχολούνται με τη συμπεριφορά των ψαριών πιστεύουν ότι η εδαφική κυριαρχία αντιπροσωπεύει μια μορφή συναγωνισμού για τις πηγές σε περιορισμένη περιοχή. Εάν οι προσαρμογές είναι προοδευτικά μηχανισμοί που αυξάνουν τη φυσική κατάσταση, τότε η εδαφική κυριαρχία μπορεί να θεωρηθεί ως προσαρμοστέ. Ένα εδαφικό είδος μονοπωλεί ή διατηρεί την πρόσβαση στις πηγές που απαιτεί γι να παραμένει σε φόρμα. Οι κύριες απαιτήσεις αφορούν παροχές τροφών ζευγαρώματα και θέσεις φωλιών όπως επίσης και θέσεις προστασίας.

Σε κάθε είδος μόνο μερικά άτομα πετυχαίνουν να εγκαθιδρύσουν επικράτειες και τα υπόλοιπα αποκλείονται.

Εάν η βελτιωμένη φυσική κατάσταση συσχετίζεται θετικά με την εδαφική κυριαρχία αυτό συνεπάγεται ότι η αποτυχία κατάκτησης και διατήρησης μιας επικράτειας ελαχιστοποιεί την καλή φυσική κατάσταση.

Επίσης άτομα κατέχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τα οποία δεν έχουν ανταγωνιστές του ίδιου ή διαφορετικού είδους. Τουλάχιστον τρία έχουν αναγνωρισθεί:

⊗ Μεγάλο μέγεθος σε σχέση με τους ανταγωνιστές.

⊗ Μια επιθετική φύση.

⊗ Κυρίαρχη διαμονή.

Δεν θα ασχοληθούμε με το τρίτο χαρακτηριστικό λόγω έλλειψης πληροφοριών.

Οι αλληλεπιδράσεις δυο damselfishes σκιαγραφούν τη σημασία του μεγέθους. Το damselfish με τη κίτρινη ουρά και το σκοτεινό χρώμα συχνά καταλαμβάνει γειτονικές επικράτειες. Είναι επιθετικά, αλλά αυτό με τη κίτρινη ουρά είναι έξι φορές μεγαλύτερο όταν ενηλικιώνεται.

Το σκοτεινόχρωμο εμποδίζει την καταπάτηση που προκαλεί ο μεγαλύτερος, σε όγκο γείτονάς του. Αν η διαφορά ήταν μεγαλύτερη από 2, τότε ψάρι με την κίτρινη ουρά θα μπορούσε να καταλάβει την επικράτεια του μικρότερου.

4.4. Παροχές τροφών και εδαφική κυριαρχία.

Αρκετά *damselishes* είναι παμφάγα. Ένα σημαντικό στοιχείο στη διατήρηση επικρατειών φαίνεται να είναι η άμυνα από την παροχή φυκώδους τροφής και αρκετός χρόνος έχει ξοδευτεί για τη φρούρηση των συνόρων και τον αποκλεισμό των ανταγωνιστών στην τροφή. Το γεγονός ότι και τα δύο φύλα γίνονται ενίοτε επικρατούν πιστοποιούν αυτή την ιδέα.

Ευρέως, τα σαρκώδη φύκη δεν αποτελούν τους πρωτογενείς παραγωγούς στους κοραλλιογενής υφάλους. Η περισσότερη φυκώδης βιομάζα παίρνει τη μορφή μιας ασαφούς φυτομάζας ύψους μικρότερη από 2cm που καλύπτει το νεκρό ασβεστολιθικό υπόστρωμα.

Τα *damselishes* ορισμένων ειδών παραμένουν στις φυκώδης εκτάσεις εντός των επικρατειών τους και δημιουργούν τις περιοχές τους. Τουλάχιστον ένα είδος *damselish* είναι σαρκοφάγο και οι φυκώδης εκτάσεις χρησιμοποιούνται διαφορετικά.

Υπάρχουν είδη της ίδιας κατηγορίας που προστατεύουν φυκώδης εκτάσεις από άτομα του ιδίου ή και διαφορετικού είδους. Η ένταση της ανταγωνιστικής απάντησης και η περιοχή εντός της επικράτειας όπου εκδηλώνεται αυτή η απόκριση ποικίλει ανάλογα με την ταυτότητα του εισβολέα.

Σε μερικά είδη η ανταγωνιστική συμπεριφορά είναι εντονότερη και εμφανίζεται πλησιέστερα στα εδαφικά σύνορα όταν ο εισβολέας είναι φυτοφάγος. Συνήθως στους σαρκοφάγους επιτρέπεται η παρουσία τους εντός της επικράτειας. Αυτό αποτελεί απόδειξη του ότι οι ανταγωνιστές της τροφής αναγνωρίζονται και ότι η εδαφική άμυνα δεν είναι μόνο τυχαία επίθεση.

Η δημιουργία των φυκωδών εκτάσεων από τα *damselishes* μπορούν να επηρεάσουν τους κοραλλιογενής

υφάλους με 2 τρόπους. Η συμπεριφορά εδαφικής κυριαρχίας από τα *H.glyphiododon* & *P.bankanensis* οδηγεί στη μειωμένη πίεση από τους ανταγωνιστές τροφής με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται η διάβρωση από τα ασπόνδυλα που έχουν βρεθεί.

Τα κοράλλια γίνονται εύθραυστα και λιγότερα ικανά να αντέξουν το στρες που προκαλούν τα κύματα τρικυμίας. Μια συνέπεια των damselfishes έχει επίσης παρατηρηθεί. Στις δυτικές Ινδίες τα damselfishes εξαπλώνονται στην περιφέρεια της φυκώδους εκτάσεως, τσιμπώντας ζωντανά κοράλλια, στα οποία αφαιρεί δέρμα με αποτέλεσμα σταδιακά να το σκοτώνει.

4.5 Αναπαραγωγή και εδαφική κυριαρχία.

Θα αναφερθούμε σε τρεις κατηγορίες εδαφικών κατακτητών:

- ⊗ Μόνιμοι.
- ⊗ Εποχιακοί.
- ⊗ Πρόσκαιροι.

Τα damselfishes παρέχουν τα καλύτερα παραδείγματα για τις 2 πρώτες κατηγορίες. Τα μόνιμα εδαφικά είδη απωθούν ενεργητικά τους εισβολείς σε όλη τη διάρκεια του έτους, ανεξάρτητα αν είναι περίοδος ανατροφής ή όχι. Σε αυτά τα ψάρια ο έλεγχος της παρεχόμενης τροφής ίσως είναι απαραίτητος για όλο το χρόνο.

Σύμφωνα με πληροφορίες όλα τα μόνιμα εδαφικά damselfishes ανατρέφονται εποχιακός ειδάλλως είναι γενετικά αδρανή. Η επιθετική συμπεριφορά τυπικά είναι περισσότερο έντονη κατά την περίοδο της ανατροφής, αλλά έκδηλη όλο το χρόνο.

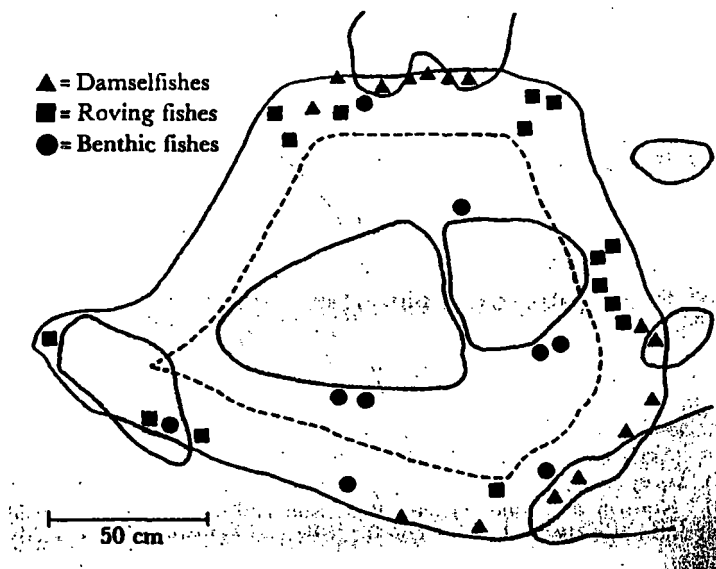
Τα εποχιακά εδαφικά damselfishes διατηρούν τις επικράτειες μόνο για σύντομο χρονικό διάστημα κατά τη περίοδο ανατροφής, μετέπειτα τις εγκαταλείπουν. Τα περισσότερα από αυτά είναι πλαγκτονοφάγα. Την τροφή την εξασφαλίζουν από την υδάτινη στήλη και όχι από το υπόστρωμα.

Τα αρσενικά καταλαμβάνουν επικράτειες και τις προστατεύουν από τη διείσδυση άλλων αρσενικών. Στα θηλυκά επιτρέπεται να τραφούν και να επωάσουν τα αυγά τους εντός της επικράτειας και οι φωλιές φυλάσσονται από τα αρσενικά μέχρι την εκκόλαψη.

Πολλά πρόσκαιρα εδαφικά ψάρια, που ζουν στους κοραλλιογενής υφάλους τρέφονται καθ' όλο το έτος και μερικές φορές κάθε μέρα. Τα μεγαλύτερα αρσενικά κυριαρχούν στα μικρότερα, συχνά πυκνά ζευγαρώνουν

κυρίως για λόγους άμυνας συγκεκριμένων περιοχών όπου γίνεται ωτοκομία ή για λόγους διατήρησης των θηλυκών. Γνωστά παραδείγματα αποτελούν ορισμένα wrasses & parrotfishes. Τα συστήματα ζευγαρώματος είναι διαφορετικά σε αυτές τις οικογένειες και η έννοια της επικράτειας όταν είναι εφαρμόσιμη αποκτά διαφορετικές διαστάσεις.

Μερικά wrasses & parrotfishes ωτοκοούν σε ομάδες που απαρτίζονται από 1 αρσενικό και μερικά θηλυκά και αποκλείουν υποδιαίστερα αρσενικά. Τα είδη αυτά δεν είναι εδαφικά.



Εικόνα 8: Χάρτης όπου παρουσιάζει την εδαφική κυριαρχία του damselfish.

**ΜΕΡΟΣ Β.
ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΟΡΓΑΝΑ**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΟΡΑΣΗ - ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΧΩΝ

Τα αισθητήρια όργανα των ψαριών αποτελούνται από την πλευρική γραμμή, τους οφθαλμούς, τους ακουστικούς αγωγούς, τους οσφρητικούς σωλήνες και τους γευστικούς κάλυκες, όπου περιέχουν όλα ελεύθερες νευρικές απολύξεις. Από τα αισθητήριες δαισθήσεις θα εξετάσουμε την όραση και την παραγωγή ήχου.

1.1.ΟΡΑΣΗ

Η υψηλή πυκνότητα του νερού (σχετικά με τον αέρα), σε συνδυασμό με την ουσιαστική απώλεια φωτός που προκαλείται από αραίωση μειώνει αξιοσημείωτα την οπτική οξύτητα (π.χ αναλύοντας τη δύναμη ή την ικανότητα όρασης ευκρινών εικόνων), των χερσαίων σπονδυλωτών όταν αυτά ανοίγουν τα μάτια τους κάτω από το νερό.

Εξαιτίας αυτού και έτσι ώστε , να υποβοηθηθεί η οπτική οξύτητα στον υποθαλάσσιο κόσμο, τα μάτια των ψαριών έχουν εξελιχθεί με τρόπους , οι οποίοι διαφέρουν σε σημαντικές παραμέτρους από τα μάτια των χερσαίων σπονδυλωτών.

Η υψηλή πυκνότητα του νερού τείνει να προκαλέσει τρομακτική μακροσκοπική ή υπεροπτική όραση στα ψάρια. Το φως συλλέγεται και εστιάζεται στον αμφιβληστροειδή έτσι, ώστε να προκαλέσει το σχηματισμό εικόνας, αλλά όχι μέχρις ότου να διαθλασθεί μέσω οριακών στρωμάτων τα οποία αποτελούν συνέχεια της ίριδας, υδατώδους τύλου και τέλος των φακών.

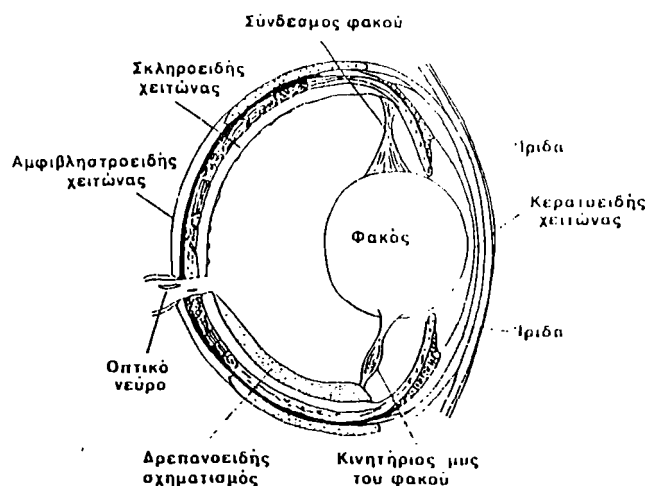
Ο βαθμός διάθλασης εξαρτάται από την κυρτότητα (καμπυλότητα) του ορίου μεταξύ των δυο μέσων (πχ αέρα ή νερού και των οριακών στρωμάτων του ματιού) και της

διαφοράς των δεικτών διάθλασης, οι οποίοι εξαρτώμενοι από την πυκνότητα. Οριακά στρώματα μεγάλης σημασίας είναι αυτά που βρίσκονται στο σημείο (όπου το εξωτερικό μέσο νερό ή αέρας), ακουμπά τον κερατοειδή χιτώνα μπροστά και πίσω από τους φακούς όπου συναντά τους υδατώδης και κρυσταλλώδης τύλους.

Διαφορές στους δείκτες διάθλασης του αέρα και του υδατώδους τύλου είναι ουσιαστικές και για τα χερσαία σπονδυλωτά, η συλλογή φωτός και η εστίαση πραγματοποιούνται κατά ένα μεγάλο ποσοστό από ένα καμπυλωτό κερατοειδή ο οποίος λειτουργεί ως φακός.

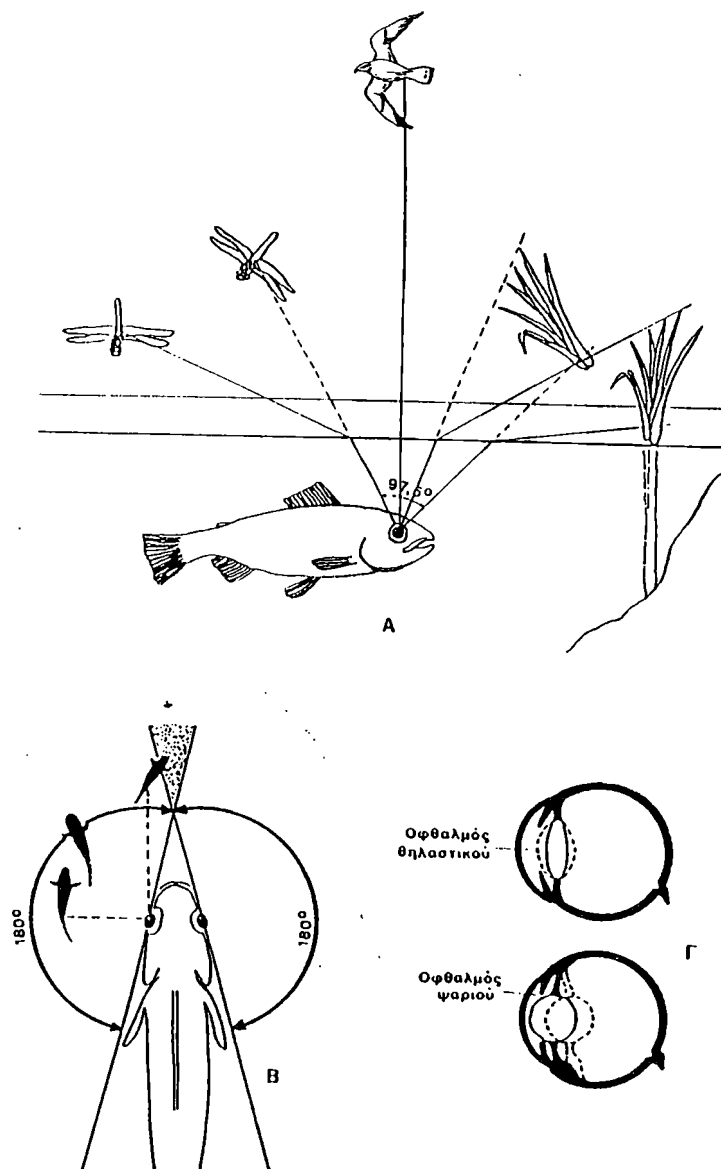
Μια μικρή επιπλέον διάθλαση απαιτείται έτσι ώστε να σχηματιστεί μια ευκρινείς εικόνα στον αμφιβληστροειδή. Συμπερασματικά, αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί από ένα ωοειδή φακό πυκνότερο από τον τύλο μέσα στον οποίο λειτουργεί.

Ένας τέτοιος φακός είναι ρευστός και μπορεί να εστιασθεί όταν το σχήμα του αλλάζει μέσω σύσπασης και χαλάρωσης ενός περιβάλλοντα μυϊκού δακτυλίου. Η υψηλή πυκνότητα του νερού δημιουργεί ένα πρόβλημα για τα ψάρια, εξαιτίας του γεγονότος ότι ο δείκτης διάθλασής είναι πλησιέστερος (σε σύγκριση με τον αέρα) με αυτόν των δυο τύλων.



Εικόνα 9; ανατομία του οφθαλμού των οστειχθύων

Αυτό ελαχιστοποιεί την ικανότητα του κερατοειδούς να διαθλά το φως, αφήνοντας τους φακούς το φορτίο της συλλογής του φωτός και της ακριβής προβολής του πάνω στον αμφιβληστροειδή.



Εικόνα 10: Α. Όραση του ψαριού μέσα στο νερό σε επίπεδη επιφάνεια. Β. Πεδίο όρασης του ψαριού και Γ. Σύγκριση του οφθαλμού των θηλαστικών με αυτό των ψαριών κατά τη προσαρμογή τους σε διάφορες αποστάσεις.

Τα ψάρια έχουν υπερπηδήσει το εμπόδιο της υπεροπίας μέσω της εξέλιξης κρυσταλλικών φακών μεγάλης πυκνότητας και υπερβολικής καμπυλότητας, οι οποίοι εξέχουν μέσω της κόρης σχεδόν στον κερατοειδή.

Στα περισσότερα ψάρια, η κόρη είναι σταθεροποιημένη σε κατάσταση ευρείας διαστολής, η οποία δεν μπορεί να αλλάξει έτσι ώστε να δεχτεί διαφορετικά επίπεδα φωτεινότητας. Ούτε το σχήμα ενός τυπικού φακού μπορεί να αλλάξει σε ικανοποιητικό βαθμό, συγκρινόμενο με τα χερσαία σπονδυλωτά και το φως εστιάζεται αλλάζοντας τη θέση των φακών ως προς τον αμφιβληστροειδή μέσω δράσης μυϊκών συνδέσμων.

Η εξελικτική απάντηση στα περιβάλλοντα επίπεδα φωτός είναι φανερή στην εμφάνιση του ματιού. Τα μάτια των βενθικών ψαριών περιστασιακά μεγενθύνονται όπως είναι αυτά των ψαριών που είναι ενεργά στο λυκαυγές (σούρουπο και χάραμα δυο χρονικές περίοδοι οι οποίοι καλούνται λυκαυγές) και τα νυκτόβια, ενώ τα άλλα είδη είναι ενεργά στο φως της ημέρας, έχουν μάτια τα οποία είναι συγκριτικώς μικρότερα.

Ποικιλομορφία στην εξελεγκτική προσαρμογή σε διαφορετικά επίπεδα φωτός είναι επίσης εμφανής στα οπτικά κύτταρα του αμφιβληστροειδούς (ορισμένες φορές καλούνται κύτταρα αμφιβληστροειδούς ή φωτουποδοχής).

Τα κύτταρα αυτά είναι δυο κατηγοριών:

⊗ Τα ραβδία που είναι υποδοχής χαμηλού φωτός και ένα σύστημα υψηλής φωτοευαισθησίας (ευαισθησίας στο περιβάλλον επίπεδο φωτεινότητας) το οποίο επιτρέπει σκοτοπική ή όραση στο σκοτάδι (σκοτοψία).

⊗ Τα κωνία είναι υποδοχής υψηλού φωτός και χρησιμοποιούνται στην φωτοπική ή όραση σε άπλετο φως (φωτοψία).

Έτσι λοιπόν τα σκοτοπικά και φωτοπικά στοιχεία της όρασης εξαρτώνται από την παρουσία των ραβδίων και κωνίων. Τα οπτικά κύτταρα σε συνδυασμό επιτρέπουν στα ψάρια να δουν στα διαφορετικά επίπεδα του διαθέσιμου φωτός.

Σε πολλά είδη το οπτικό σύστημα που βασίζεται στους κώνους, επιτρέπει τη διάκριση μηκών κυμάτων, το οποίο είναι συνώνυμο με την έγχρωμη όραση ή την ικανότητα διάκρισης αποχρώσεων.

Τα ημερόβια ψάρια, τα κωνία και τα ραβδία είναι υπερπληθεί και στενός στοιχειοθετημένα, μονή και ζεύγη κώνων, συνήθως βρίσκονται στοιχειοθετημένα, έχοντας ένα ομοιογενές σχήμα που προσομοιάζει μοντέλο μωσαϊκού.

Βενθικά είδη καθώς και είδη που δραστηριοποιούνται στο λυκαυγές και νυκτόβια κατέχουν κώνους τα οποία μεγενθύνονται σημαντικά σε σύγκριση. Επιπλέον, το μωσαϊκό επεκτείνεται και προκαλεί διαστήματα μεταξύ των κωνίων.

Αυτά τα διαστήματα καταλαμβάνονται από υπεράριθμα ραβδία. Συγκρινόμενα με τους κώνους τα ραβδία απαιτούν λιγότερα φωτόνια, έτσι ώστε να διεγερθούν ή να ενεργοποιηθούν και να προκαλέσουν μια νευρική ώση.

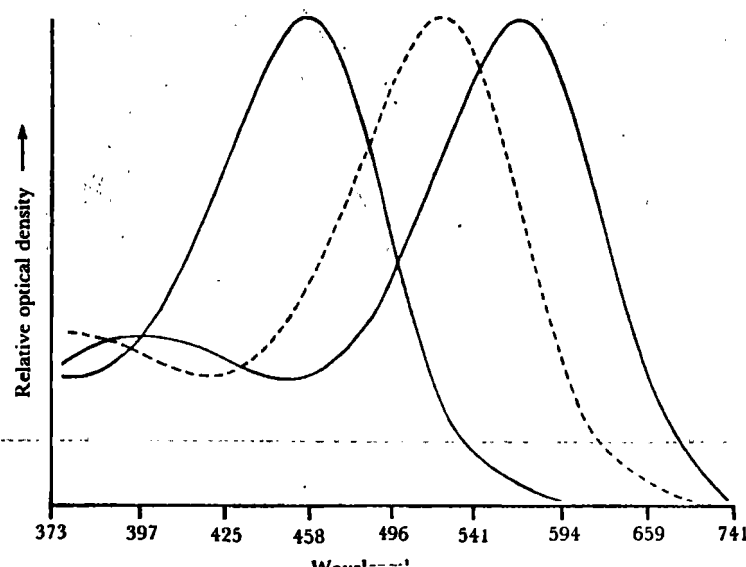
Επιπλέον τα ραβδία είναι συνδεδεμένα σε νευρικά δίκτυα, τα οποία συνδυάζουν και επεκτείνουν τις ώσεις από τις επιμέρους υποδοχές. Αυτό το προϊόν σύγκλισης των ώσεων παράγει μερικές εντονότερες ώσεις από περισσότερες και ασθενέστερες ώσεις αλλά με κόστος τη μειωμένη οπτική οξύτητα.

Οι αμφιβληστροειδής των ημερόβιων ψαριών τα οποία κατοικούν σε ρηχά παράκτια ύδατα και στα επιφανειακά νερά ή επιπελαγική ζώνη των ανοικτών ωκεανών είναι λουσμένη στο ευρύ φάσμα του άπλετου φωτός της ημέρας.

Επιπλέον, η εντονότητα του διαθέσιμου φωτός είναι ισχυρότερη απ' ότι στους βαθύς ωκεανούς ή κατά τη διάρκεια της νύκτας. Η συλλογή φωτός δεν είναι τόσο δύσκολη και η φωτοευαισθησία είναι λιγότερος περιοριστικός παράγοντας όσο αναφορά την οπτική οξύτητα.

Η υποβοήθηση της αντίληψης της αντίθεσης απαιτεί χρωστικές οι οποίες αντισταθμίζονται από το κυρίαρχο μήκος κύματος του υπάρχοντος φωτός. Η ικανότητα της παρατήρησης της αντίθεσης, βελτιώνεται περαιτέρω στα ψάρια που φέρουν δυο ή περισσότερες οπτικές χρωστικές στα κωνία.

Με άλλα λόγια σ' αυτά τα ψάρια που έχουν έγχρωμη όραση, μια οπτική χρωστική με μήκος κύματος μέγιστης απορρόφησης, λ_{\max} , το οποίο αντισταθμίζονται από το λ_{\max} του υπάρχοντος φωτός θα απορροφήσει λιγότερο ορατή ενέργεια από το υπάρχων φως (φως υπόβαθρου) και το αντικείμενο.



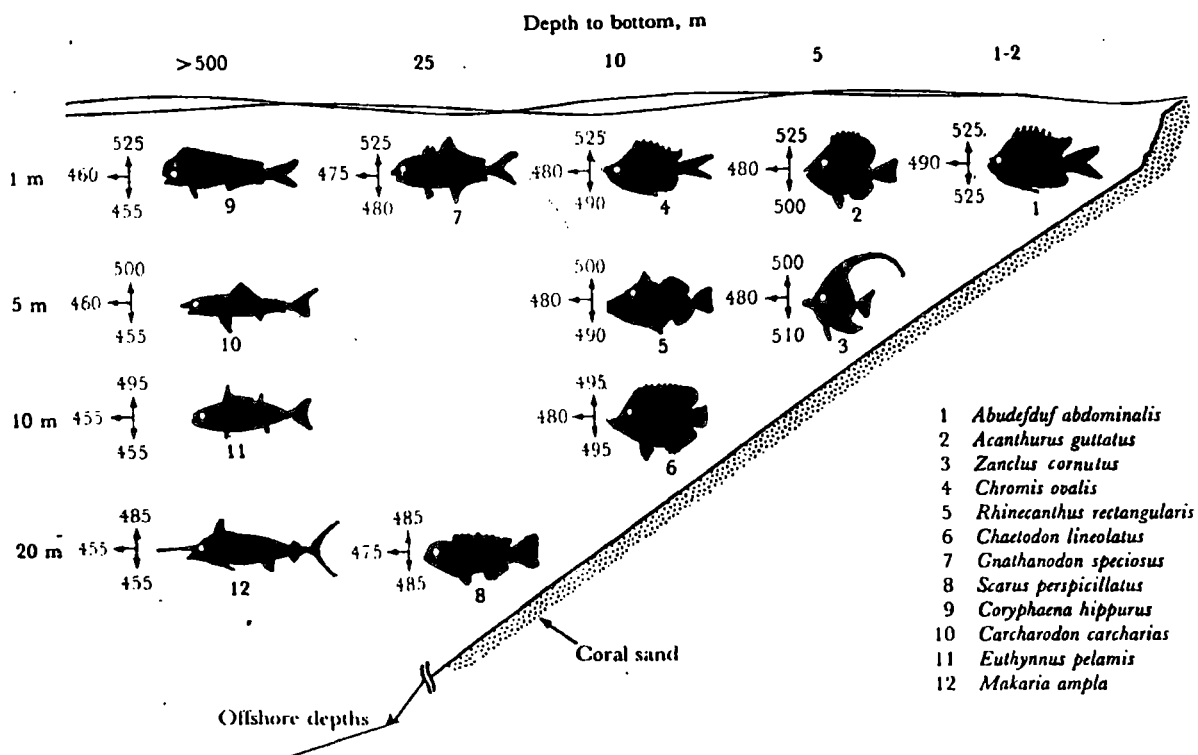
Εικόνα 11; Η ελλειψοειδής καμπύλη του μήκους κύματος.

Ως αποτέλεσμα, το ανακυκλούμενο φως γίνεται φωτεινότερο σε σχέση με το υπόβαθρο και ευκολότερο στην

όραση. Ένα αντικείμενο που είναι σκοτεινότερο από το φως υπόβαθρου γίνεται λιγότερο ορατό. Η ευκρίνεια με την οποία ένα αντικείμενο μπορεί να εντοπισθεί εξαρτάται από την ακτινοβολία του ή το βαθμό διάθλασης.

Για τον εντοπισμό κοντινών φωτεινών αντικειμένων η πιο αποτελεσματική οπτική χρωστική είναι αυτή της οποίας το λ_{\max} αντισταθμίζεται από το μήκος κύματος του περισσότερο διαυγούς ύδατος.

Με άλλα λόγια, το μήκος κύματος στο οποίο το νερό είναι το λιγότερο θολό. Μολοταύτα για όλα τα σκοτεινά αντικείμενα καθώς και τα μακριά φωτεινά, οι καλύτερες χρωστικές έχουν τιμή λ_{\max} η οποία συμπίπτει σχεδόν με το μήκος κύματος της μέγιστης διαύγειας του νερού.



Εικόνα 12: Αναλογία ψαριών στην πελαγική ζώνη.

Οι παραπάνω παρατηρήσεις ισχύουν γενικά για συνθήκες ημέρας (άπλετου φως) σε καθαρές θάλασσες αλλά η γρήγορη αραίωση του φωτός ακόμα και στα καθαρότερα νερά σημαίνει ότι το κάθετο βάθος πρέπει να λαμβάνεται υπόψη.

Ένα ψάρι που κολυμπάει σε οριζόντια πορεία βλέπει περισσότερο φως μεγαλύτερων μηκών κύματος όταν κοιτάει επάνω. Όταν κοιτάει κάτω το φως που πλημμυρίζει τον κερατοειδή είναι σχετικώς μονοχρωματικό (τείνει προς ένα μοναδικό μήκος κύματος).

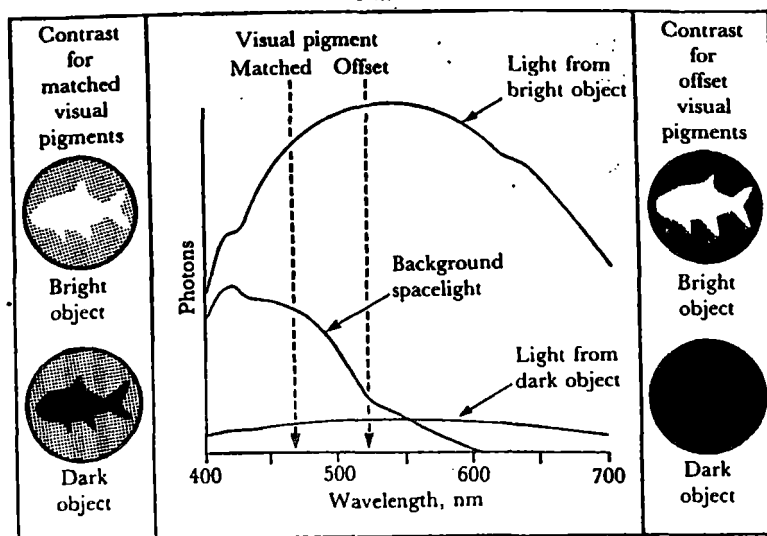
Ο βαθμός αντίθεσης ενός αντικειμένου σε αντίθεση με το φως υπόβαθρου εξαρτάται από τους παράγοντες που δόθηκαν προηγουμένως (απόσταση, δείκτης διάθλασης), σε συνδυασμό με την κατεύθυνση του και το μέγεθος.

Εάν αυτοί διατηρηθούν σταθεροί είναι πιθανό να αξιολογήσεις τις επιδράσεις των συνδυασμένων και αντισταθμίσιμων οπτικών χρωστικών στο βαθμό αντίθεσης για φωτεινά και σκοτεινά αντικείμενα ως λειτουργία του βάθους.

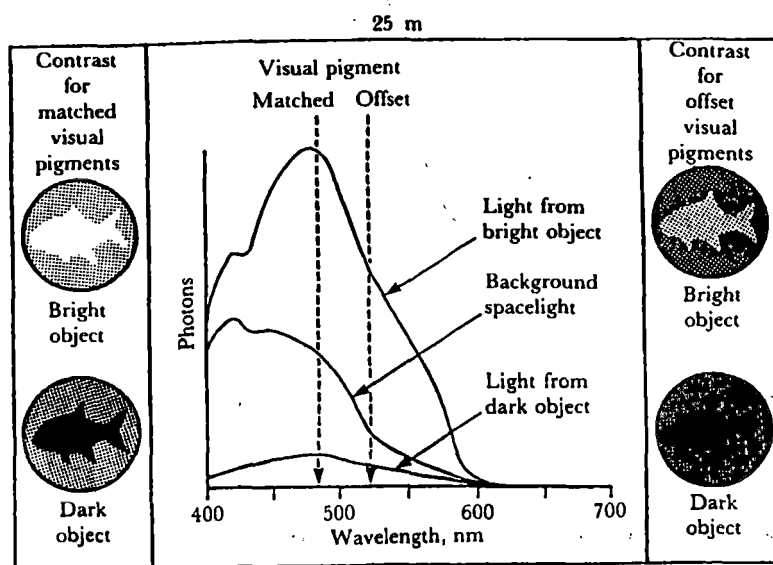
Εμφανίζεται ότι ο συνδυασμός των παραπάνω χρωστικών είναι μια προσαρμογή εξαιρετικά χρήσιμη για ημερόβια ψάρια που ζουν σε αβαθή νερά. Οι συνδυαζόμενες χρωστικές υποβοηθούν την ευαισθησία ενώ οι αντισταθμίσιμες χρωστικές την αντίληψη της αντίθεσης.

Η έγχρωμη όραση δεν μπορεί να επιτευχθεί σε φωτεινά περιβάλλοντα στα οποία το φως είναι μονοχρωματικό ή απών. Το κάθετο φως των τροπικών νερών διαπερνά την επιφάνεια σ' ένα ευρύ επίπεδο φάσμα και όλες οι γνωστές οπτικές χρωστικές των ψαριών βρίσκονται σ' αυτά τα νερά, παρ' όλη την στενότητά τους συνδυαζόμενες χρωστικές απλά επειδή απορροφούν μέσα στο υπάρχων φάσμα.

Οι αντισταθμίσιμες χρωστικές έχουν πιθανόν επιλεγεί για όταν το φως υποβάθρου πλησιάζει την μονοχρωματικότητα. Αυτή η κατάσταση συμβαίνει σ' όλα τα βάθη σε ευθεία κατεύθυνση και όταν τα ψάρια κοιτούν προς τα κάτω.



Εικόνα 13: Αντίθεση της σκοτεινότητας και της φωτεινότητας σε ένα οριζόντιο σχέδιο 1 m.



Εικόνα 14: Αντίθεση της σκοτεινότητας και της φωτεινότητας σε ένα οριζόντιο σχέδιο 25 m.

1.1. Ηχος.

Η ταχύτητα του ήχου είναι μεγαλύτερη στο νερό απ' ότι στον αέρα. Τα ψάρια αντιλαμβάνονται τους διάφορους ήχους (ρεύματα νερού, μηχανικές και υποχοητικές δονήσεις) με τη βοήθεια των οργάνων της πλευρικής γραμμής (εύρος συχνότητας 5-25 HZ) και του ακουστικού λαβύρινθου του εσωτερικού αυτιού (εύρος συχνότητας 16-13.000HZ), που στα Cyprinidae συνδέεται με τη νυκτική κύστη και τα οστά του weber.

Ήχοι παράγονται και από ψάρια και είναι ποικίλου χαρακτήρα. Οι ήχοι των ψαριών διακρίνονται σε μηχανικούς που παράγονται κατά τις μετακινήσεις τους, κατά τη λήψη τροφής, σκάψιμο του εδάφους κ.τ.λ και σε βιολογικούς που φαίνεται να έχουν κάποια προσαρμοστική σημασία.

Υπεύθυνα όργανα παραγωγής ήχου στα ψάρια είναι η κυκτική κύστη, οι θωρακικές ακτίνες μαζί με τα οστά της θωρακικής ζώνης στα γατόψαρα και τα φαρυγγικά και στοματικά δόντια στα Tetradontidae.

Η σκοπιμότητα παραγωγής ήχων από ορισμένα είδη ψαριών δεν έχει ακόμα διευκρινιστεί απόλυτα, εν τούτοις φαίνεται ότι η παραγωγή ήχων αποτελεί αναπαραστά κομμάτι της ηθολογίας των ψαριών αυτών.

Έτσι, έχει διαπιστωθεί ότι διάφοροι ήχοι παράγονται συχνότερα κατά την περίοδο της αναπαραγωγής με σκοπό την προσέλκυση του άλλου φύλου ή έχουν εκφοβιστικό χαρακτήρα, όταν τα ψάρια προστατεύουν τις φωλιές τους ή εμφανίζονται συχνότερα κατά τη περίοδο εντατικής βόσκησης των κοπαδιών και φαίνεται να αποτελούν σινιάλα ειδοποίησης ή και επικοινωνίας των ψαριών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΦΩΣ

Το φως είναι ένας παράγοντας του περιβάλλοντος, που επηρεάζει έμμεσα και άμεσα τα ψάρια. Τα περισσότερα ψάρια αντιλαμβάνονται το φως με τα μάτια και τις φωτοευαίσθητες κηλίδες. Γενικά, διακρίνουν με ευκρίνεια αντικείμενα σε απόσταση μέτρου με μέγιστη οπτική απόσταση Περίπου 15 m. Το μικρό αυτό οπτικό πεδίο οφείλεται στην κατασκευή των φακών που είναι περισσότερο σφαιρικοί απ' ότι στα σπονδυλωτά της ξηράς.

Το οριζόντιο οπτικό πεδίο της πέστροφας είναι 160-170° και το κάθετο 150°. Επειδή τα μάτια έχουν οπτικό πεδίο 20-30° ενώ του ανθρώπου 120°. Αντικείμενα έξω από το νερό γίνονται ορατά μόνο όταν εμπίπτουν στη γωνία των 48,8° με την κάθετο.

Είναι προφανές ότι το ψάρι όσο περισσότερο βυθίζεται τόσο περισσότερα αντικείμενα μπορεί να δει έξω από το νερό και το αντίθετο. Υπάρχουν πάντως και εξαιρέσεις, όπως στα ψάρια του γένους *Anableps*, που παρουσιάζουν την εξής ιδιομορφία: τα μάτια του είναι χρωματισμένα σε δυο τμήματα, το ένα έχει την ικανότητα να βλέπει στον αέρα, ενώ το κάτω βλέπει στο νερό, έτσι το ψάρι κολυμπά ακριβώς στην επιφάνεια του νερού.

Στα βαθυπελαγικά ψάρια το φαινόμενο του βιολογικού φωτισμού είναι συνηθισμένο. Αυτό επιτυγχάνεται:

⊗ Με τη βοήθεια ειδικών οργάνων παραγωγής φωτός κατεσπαρμένων σε διάφορα μέρη του σώματος.

⊗ Με επιδερμικούς βλενωδείς αδένες οι οποίοι περιέχουν μια ουσία που φωσφορίζει και εκπέμπει ασθενείς φως που στο βαθύ σκοτάδι κάνει το ψάρι κυριολεκτικά να λάμπει.

Η εκπομπή του βιολογικού φωτισμού διευκολύνει τη συνεύρεση άλλων ατόμων για το σχηματισμό αγέλης, την εύκολη ανεύρεση του άλλου φύλου κατά την αναπαραγωγική περίοδο και τη προσέλκυση λείας. Το φως φαίνεται να επιδρά και στην πορεία ωρίμανσης των γονάδων.

Η φωτοπερίοδος στις διάφορες εποχές του έτους μαζί με τη θερμοκρασία φαίνεται να είναι οι πλέον καθοριστικοί παράγοντες για την έναρξη της αναπαραγωγής. Η μεγαλύτερη ένταση φωτός μαζί με την παρατεταμένη φωτοπερίοδο στα τροπικά κλίματα πιθανόν να είναι η αιτία για τη συνεχή αναπαραγωγή όλο το χρόνο.

Τα ψάρια έχουν προσαρμόσει τις ικανότητές τους να βλέπουν φως διαφορετικής έντασης. Τα ραβδία στον αμφιβληστροειδή εξυπηρετούν την όραση σε αδύνατο φως και τα κωνία σε έντονο φως. Οι ακτίνες των διαφόρων μηκών κύματος του φωτός παρουσιάζουν διαφορετική απόσβεση όταν διαπερνούν την υδάτινη μάζα.

Το κόκκινο φως απορροφάται ταχύτερα (σε βάθος 1m, τα 25% έχουν ήδη απορροφηθεί) και τελευταίο το ιώδες (στο ίδιο βάθος μόνο τα 3%) που αποσβήνει τελείως στα 100m βάθος. Σε αυτό το βάθος τα διάφορα χρώματα δύσκολα διακρίνονται ενώ σε βάθη >1500m επικρατεί πλήρες σκοτάδι που διαταράσσεται μόνο από το βιολογικό φωτισμό. Σκοτάδι επίσης επικρατεί και στα ψάρια που ζουν σε σπηλιά. Στην περίπτωση αυτή παρατηρείται σταδιακή προσαρμοστική μετάβαση των ματιών από ικανοποιητική όραση ως πλήρη τύφλωση.

Το οπτικό φάσμα των ψαριών ποικίλει από είδος σε είδος, είναι όμως μεγαλύτερο σε ψάρια που ζουν στην ακτή και στην επιφάνεια του νερού και μικρότερο στα βαθυπελαγικά ψάρια. Έχει αποδειχθεί ότι τα περισσότερα ψάρια μπορούν να διακρίνουν το χρώμα του δέρματος

τους ανάλογα με το χρώμα του περιβάλλοντος όπου διαβιούν.

Όταν δοθεί στα ψάρια μια σειρά από διαφορετικά υποστρώματα θα διαλέξουν το χρώμα εκείνο για το οποίο έχουν προσαρμοστεί φυσιολογικά και κατά συνέπεια θα μεταβάλλουν το χρώμα του σώματος τους σύμφωνα με εκείνο που αντιστοιχεί στο δέρμα τους.

Η ικανότητα αυτή προσαρμογής οφείλεται μάλλον στην οπτική διέγερση των ματιών. Αυτό αποδεικνύεται από το γεγονός ότι όταν το κεφάλι του ψαριού βρίσκεται σε διαφορετικό υπόστρωμα (άσπρο) και ότι το σώμα (μαύρο) το χρώμα δέρματος παίρνει την ασπριδερή χροιά.

Οι άμεσες επιδράσεις του φωτός αναφέρθηκαν παραπάνω και σχετίζονται με το χρωματισμό του σώματος, τις μετακινήσεις και μεταναστεύσεις, την πορεία ωρίμανσης και την αναπαραγωγή και την ανάπτυξη, τη διατροφή και την αποφυγή των εχθρών.

Το φως όπως επηρεάζει και έμμεσα την παρουσία των ψαριών στο περιβάλλον, επιδρώντας στην κατανομή της λείας τους και τη διαθεσιμότητα της και κατά συνέπεια στη μεταβολή της οριζόντιας αλλά και κατακόρυφης κατανομής των ψαριών, καθώς αποτελεί βασικό παράγοντα της δημιουργίας οργανικής ύλης μέσω της φωτοσύνθεσης των υδρόβιων φυτών και του φυτοπλαγκτόν.

2.1.Θήρευση και Χαμηλός Φωτισμός.

Ο χαμηλός φωτισμός είναι κρίσιμος για τη σκοτοπική όραση στα ψάρια. Η οπτική τους εμφανίζει μια φωτοευαισθησία στο λυκαυγές λόγω των χρωστικών ουσιών που απαντώνται στο περιβάλλον. Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των οργανισμών σε χαμηλό φωτισμό είναι δυο:

⊗ Μειώνεται το επίπεδο φωτισμού.

⊗ μετατοπίζεται στο είδωλο η πηγή φωτός.

Το είδωλο του λυκαυγούς υφίσταται μια μείωση του κίτρινου- πορτοκαλιού μήκους κύματος, λόγω της αραίωσης που υφίσταται το κόκκινο φως. Το φεγγαρόφως έχει ένα ευρύ υποβρύχιο είδωλο, ενώ απεναντίας η αστροφεγγιά είναι λιγότερο έντονη από το φεγγαρόφως, αλλά παρουσιάζει πολλές ομοιότητες ως προς το είδωλό της.

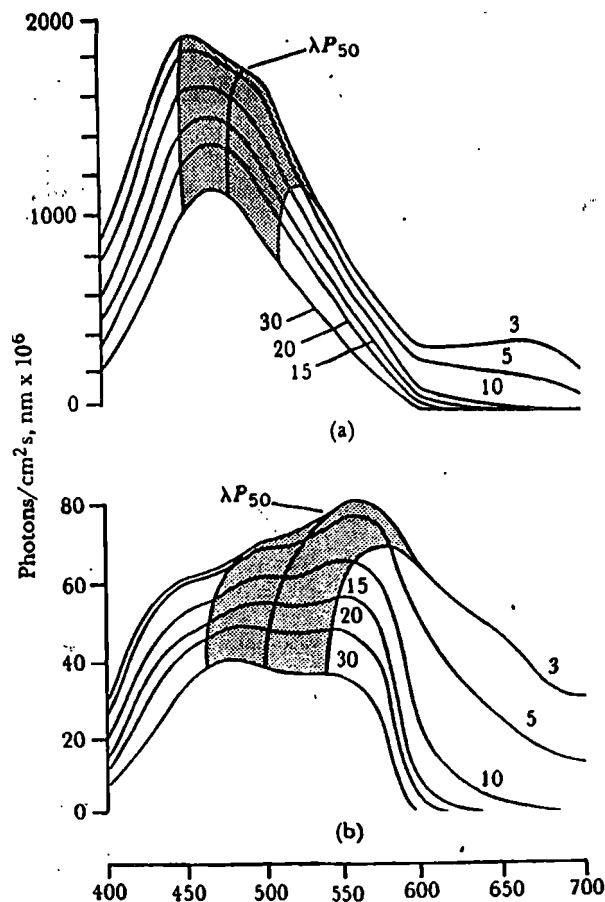
Οι θηρευτές το σούρουπο βρίσκονται σε πλεονεκτική θέση. Κινούνται κοντά στους υφάλους, μετατοπίζοντας τη στήλη του νερού.

Η λεία μετατοπίζεται προς τους υφάλους, όταν ο θηρευτής, σκιαγραφεί τη λεία λόγω, μειωμένης αντίθεσης με το περιβάλλον, της επιτίθεται και την καταβροχθίζει.

Αν και τα ψάρια των κοραλλιογενών υφάλων, έχουν ράβδους με όμοιες σκοτοπικές χρωστικές, οι κώνοι διαφέρουν στον αριθμό και το μέγεθος. Τα ημερόβια ψάρια είναι μικρά και σε πυκνότητες συχνά $100,00/\text{mm}^2$.

Τα νυχτόβια ψάρια διαθέτουν λιγότερους κώνους ($3000-9000 / \text{mm}^2$) μεγαλύτερου μεγέθους οι κώνοι, μερικών θηρευτών το σούρουπο συχνά βρίσκονται σε ενδιάμεσες πυκνότητες ($20,000-30,000/ \text{mm}^2$) αλλά, τόσο μεγάλο, ώστε το ποσό της φωτεινής συνάθροισης είναι ίσο μ' αυτό των ημερόβιων ειδών.

Αυτά τα ψάρια έχουν μειωμένη φωτοπική οπτική (χαμηλή οπτική οξύτητα), συγκρινόμενη με τα ημερόβια είδη, αλλά η φύση των οπτικών συστημάτων δίδουν περισσότερη επιτυχία στο λυκαυγές. Πολλά ημερόβια ψάρια αφήνουν την ασφάλεια που τους παρέχει ο ύφαλος και η φωτεινότητα του φεγγαρόφως. Τα είδη αυτά απουσιάζουν από την στήλη του νερού τα βράδια όταν παρατηρείται συννεφιά.



Εικόνα 15: κατανομή του φάσματος του φωτός κατά τη περίοδο του λυκαυγούς και φεγγαρόφως.

Οι τιμές του λ_{\max} για τα περισσότερα ψάρια κυμαίνεται από 489-499nm, ενώ για τα ψάρια που δείχνουν ιδιαίτερη προτίμηση στο λυκαυγές είδωλο οι τιμές του λ_{\max} κυμαίνονται από 490-515nm.

Τα νυκτόβια είδη ριψοκινδυνεύουν περισσότερο ακόμη και στα καταφύγια. Για το λόγο αυτό διασκορπίζονται άμεσα. Το λ_{\max} κυμαίνεται από 489-499nm και είναι αποτέλεσμα δυο χαρακτηριστικών που συμβαίνουν κατά τη δύση:

⊗ Φασματική κατανομή.

⊗ Η απειλή μιας επικείμενης Θήρευσης, η οποία είναι δεδομένη.

Η φασματική κατανομή που παρατηρείται στη δύση, είναι καθαρή με λ_{\max} να κυμαίνεται από 450-500nm. Μια οπτική χρωστική όπου η τιμή του λ_{\max} κυμαίνεται στην προαναφερόμενη κλίμακα θα χρησιμεύσει ως ένα αποτέλεσμα παγίδα για το λυκαυγές.

Σε αβαθή νερά οι τιμές δίνονται περίπου ικανοποιητικές για τα ψάρια που ζουν εκεί. Εντούτοις, τα ψάρια συχνά προτιμούν το βαθύτερο φωτεινό ύφαλο, όπου κατέχουν οπτική χρωστική που κυμαίνεται στο 493nm αν και οι τιμές 475-485 nm εμφανίζονται περισσότερο αποτελεσματικές.

Η διαφορά ανάμεσα στο λ_{\max} των περισσότερων ημερόβιων ψαριών και εκείνων των parrotfish υπολογίστηκε στα 484nm. Τα parrotfishness κατέχουν μεγάλα ποσά μπλέ-ευαίσθητης οπτικής χρωστικής στα περισσότερα ημερόβια είδη των κοραλλιογενών υφάλων σε αβαθή και ενδιάμεσα βάθη. Η τιμή του λ_{\max} είναι 484nm και είναι κατάλληλη για την οπτική ικανότητα των ψαριών του λυκαυγούς, ιδιαίτερα στα μεγάλα φωτεινά βάθη, διότι η κατανομή του φάσματος επέρχεται ελάχιστες αλλαγές.

Μερικά ψάρια όπως αναφέρθηκε σκάβουν στοές (μερικές ή ολικές) σε χαλαρά αμμώδη υποστρώματα. Υπάρχουν μερικές ερωτήσεις που αφορούν τη λειτουργικότητα των χρωστικών ουσιών ($\lambda_{\max} > 502\text{nm}$).

Εάν υποτεθεί, ότι ο λόγος της οπτικής χρωστικής των περισσότερων κοραλλιογενών υφάλων κυμαίνεται στο 493nm, η λιγότερο εξαρτώμενη από το βαθμό δραστηριότητας κατά τη διάρκεια της περιόδου του φεγγαρόφως. Οπτικές χρωστικές, όπου το λ_{\max} κυμαίνεται από 489-499nm αντιπροσωπεύουν μια έκθεση για είδη όπου δραστηριοποιούνται τόσο το λυκαυγές όσο και το φεγγαρόφως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΣ

Ο χρωματισμός στα ψάρια παρουσιάζει μια χαρακτηριστική ποικιλία. Συναντάμε ψάρια ομοιόμορφα χρωματισμένα, ανοιχτόχρωμα, σκοτεινόχρωμα, με διάφορους σχηματισμούς πάνω στο δέρμα τους, όπως ταινίες, στίγματα, κηλίδες κ.ά.

Παρατηρούμε διαφορές χρωματισμών ανάμεσα στα δυο φύλα κατά την εποχή της αναπαραγωγής, και μάλιστα το αρσενικό φέρει εντονότερα χρώματα από το θηλυκό.

Επίσης παρατηρούμε ότι τα ψάρια μεταβάλλουν τους χρωματισμούς τους σε αντίδραση με το περιβάλλον. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι απότομες αλλαγές χρώματος του σώματος σε σχέση με το υπόβαθρο που εμφανίζονται στα *Pleuronectes flesus* (φάσι, χωματίδα).

Ο χρωματισμός του σώματος ενός ψαριού είναι στενά συνδεδεμένος με τις φυσικές συνθήκες φωτισμού και οπωσδήποτε λειτουργεί έτσι ώστε να υπάρχει προσαρμογή με το ιδιαίτερο περιβάλλον που ζει το ψάρι.

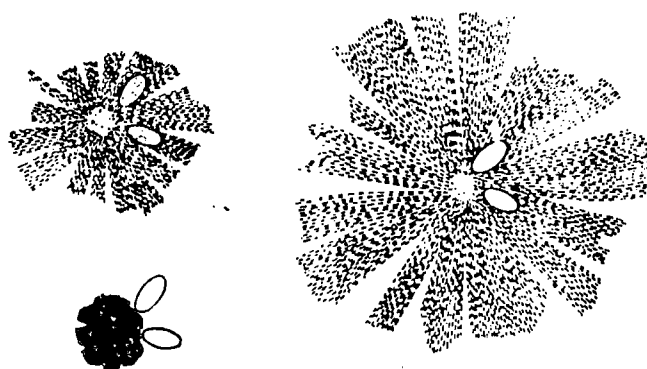
Ο χρωματισμός αλλά και οι αλλαγές του χρώματος οφείλονται σε ειδικά επιδερμικά κύτταρα τα χρωματοφόρα, τα οποία είναι εφοδιασμένα με χρωστικές ουσίες. Οι χρωστικές ουσίες διακρίνονται σε μελανοφόρα, ερυθροφόρα, ξανθοφόρα, λευκοφόρα και ιριδοφόρα.

Οι χρωστικές ουσίες οφείλονται στην ύπαρξη κάποιων χημικών ενώσεων οι οποίες είναι:

- ⊗ Καροτενοειδή για το κόκκινο και το κίτρινο χρώμα.
- ⊗ Μελανίνη για τους σκούρους χρωματισμούς.
- ⊗ Πουρίνες για το λευκό και το αργυρόχρωμο.

Οι αλλαγές χρωματισμού επιτυγχάνονται με μετακινήσεις της χρωστικής μέσα στα χρωματοφόρα κύτταρα. Συγκεκριμένα η διάχυση της χρωστικής μέσα στο

κυτταρόπλασμα θα δώσει στο ψάρι εντονώτερους χρωματισμούς, ενώ η συγκέντρωση της χρωστικής γύρω από τον πυρήνα του κυττάρου θα δώσει απαλότερα χρώματα.



Εικόνα 16: Χρωμοφόρα κύτταρα σε διάφορα στάδια.

Η εντολή για αυτές τις μετακινήσεις των χρωστικών καθορίζεται είτε από νευρικά ερεθίσματα είτε από ορμονικές εκκρίσεις.

Συνήθως οι γρήγορες αλλαγές χρώματος βρίσκονται κάτω από νευρική ρύθμιση ενώ οι αργές αλλαγές του χρωματισμού βρίσκονται κάτω από ορμονικό έλεγχο.

Επίσης η ύπαρξη φωτός δημιουργεί ποικιλότητα χρωματισμών ενώ η μείωση του φωτός προκαλεί ομοιομορφία χρωματισμών.

Οι χρωματισμοί των ψαριών που οφείλονται στην προσαρμοστικότητα του χρώματος στο περιβάλλον που ζουν, διακρίνονται στους παρακάτω:

⊗ **Πελαγικός χρωματισμός** : ράχη γενικά σκούρα γαλάζια ή πράσινη ή καφέ και κοιλιά ασημόχρωμη.

⊗ **Φυτικός χρωματισμός:** καφέ, πράσινη ή κίτρινη ράχη με εγκάρσιες κηλίδες ή λουρίδες στα πλάγια. Είναι φυτόφιλα γενικά ψάρια καιψάρια των κοραλλιογενών υφάλων και ζουν στην ευκράτη ζώνη.

⊗ **Βενθικός Χρωματισμός:** σκούρα ράχη και πλευρές καμιά φορά με σκούρες κηλίδες και ανοιχτόχρωμη κοιλιά. Ο βενθικός διακρίνεται σε χρωματισμό ρυακιού όταν κυριαρχούν σκούρες κηλίδες στα πλαίσια του σώματος μαζί πολλές φορές με επιμήκεις λουρίδες. Τα βενθικά ψάρια των στάσιμων νερών παρουσιάζουν μια κάπως άτονη εμφάνιση των χρωμάτων.

⊗ **Ο χρωματισμός της αγέλης:** έχει επίσης προσαρμοστική σημασία, γιατί διευκολύνει τον προσανατολισμό των διάφορων ατόμων μεταξύ τους στο σκοτάδι. Συνίσταται από μια ή περισσότερες κηλίδες στις πλευρές ή στο ραχιαίο πτερύγιο ή από μια σκοτεινή επιμήκη λουρίδα.

⊗ **Ο χρωματισμός των βαθυπελαγικών ψαριών:** είναι σκοτεινός ή τελσίως μαύρος με καμιά φορά κόκκινες απόχρωσεις. Το κόκκινο χρώμα στα μεγάλα βάθη εμφανίζεται σε μαύρο και δε διακρίνεται εύκολα από τους θηρευτές.

Μεταβολές του χρωματισμού παρατηρούνται στις εξής περιπτώσεις:

⊗ Όταν το ψάρι μετακινείται από ένα μέρος σε ένα άλλο διαφορετικού υποστρώματος κατά τη περίοδο της ανάπτυξής τους.

⊗ Ημερήσιες μεταβολές, π.χ χρωματισμός αγέλης την ημέρα και φυτικός τη νύχτα.

⊗ Γαμήλιος χρωματισμός κατά την περίοδο της αναπαραγωγής που δεν είναι δυνατόν να παρατηρηθεί στο ένα ή και στα δυο φύλλα.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Bond. C.E (1979):** Biology of fishes.
2. **Harrel, R.C,Davis B.L &Dorris T.C:** Stream order and species diversity of fishes in an intermittent stream.
3. **Myers, G.S :** Trends in the evolution of teleostean fishes.
4. **Spotte stephen:** Captive seawater fishes.
5. **Spotte stephen:** Fish and invertebrate culture.
6. **Spotte stephen:**Marine aquarium Keeping.
7. **Spotte stephen:** Seawater aquarium.