



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος

Εργαστήριο Υδατοκαλλιεργειών

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Η επίδραση της διαλογής μεγεθών στην ανάπτυξη του λαβρακιού σε πραγματικές συνθήκες ιχθυογεννητικού σταθμού μεγάλης κλίμακας.»

Κολέσκας Απόστολος

Σακοράφας Σωτήρης

Στεργίου Δημήτριος

Βόλος 2019

« Η επίδραση της διαλογής μεγεθών στην ανάπτυξη του λαβρακιού σε πραγματικές συνθήκες ιχθυογεννητικού σταθμού μεγάλης κλίμακας »

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

1) Παναγιώτα Παναγιωτάκη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Υδατοκαλλιέργειες, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, *Επιβλέπουσα*.

2)Καραπαναγιωτίδης Ιωάννης, Επίκουρος Καθηγητής, Διατροφή Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, *Μέλος*.

3) Ελένη Γκολομάζου, Επίκουρος Καθηγήτρια, Προστασία-Ευζωία Ιχθύων, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, *Μέλος*.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ειλικρινείς μας ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στο να φέρουμε σε πέρας την παρούσα Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Ιδιαίτερα θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την Επιβλέπουσα της εργασίας αυτής κα Παναγιωτάκη Παναγιώτα για την πολύτιμη βοήθειά της και τη διαρκή υποστήριξή της, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος όσο και κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής μας, αποτελούμενη από τους Γιάννη Καραπαναγιωτίδη και Έλενα Γκολομάζου, για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την καθοδήγησή τους καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας. Ακόμη, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε το προσωπικό του ιχθυογεννητικού σταθμού για την άμεση υποστηριξή του όσον αφορά την προμήθεια εργαστηριακού υλικού, καθώς επίσης την συνάδελφο Αγγελική-Ιωάννα Κολαΐτη για την βοήθεια της. Τέλος, θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας στις οικογένειες μας για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και προ πάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παραλλακτικότητα του μεγέθους των ειδών είναι ένα φαινόμενο που εμφανίζεται σε όλους τους εκτρεφόμενους εντατικά οργανισμούς. Με την χρήση διαλογέα μεγέθους 2mm (μάρτυρας control C) και 1.5mm (μεταχείριση treatment T) έγινε διαχωρισμός ατόμων λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*) ηλικίας 47-54 ημερών σε ιχθυογεννητικό σταθμό με πραγματικές συνθήκες μεγάλης κλίμακας. Τα άτομα ομαδοποιήθηκαν ανάλογα με το μέγεθος τους σε control μικρά (CS), control μεγάλα (CL), treatment μικρά (TS) και treatment μεγάλα (TL). Κατά τη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιούνταν δειγματοληψίες για καταμέτρηση του βάρους των ιχθυδίων. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνηθεί εάν η εφαρμογή του διαλογέα 1.5mm ήταν αποτελεσματικότερη από την εφαρμογή του διαλογέα 2mm στην μετέπειτα ανάπτυξη και στην παραλλακτικότητα των ιχθυδίων του λαβρακιού. Τα αποτελέσματα της διαλογής CL έδειξαν ότι η παραλλακτικότητα των ατόμων τους ήταν μεγαλύτερη από την παραλλακτικότητα των TL. Τα αποτελέσματα της διαλογής CS έδειξαν ότι η παραλλακτικότητα των ατόμων τους ήταν μεγαλύτερη από την παραλλακτικότητα των TS χωρίς σημαντική διαφορά. Συμπερασματικά παρατηρήθηκε ότι η εξέλιξη της παραλλακτικότητας με τον διαλογέα 1.5mm ήταν βραδύτερη συγκριτικά με την παραλλακτικότητα του διαλογέα 2mm προσφέροντας ομαλότερους ρυθμούς ανάπτυξης στα ιχθύδια λαβρακιού.

Λέξεις κλειδιά: Ευρωπαϊκό λαβράκι, *Dicentrarchus labrax*, παραλλακτικότητα, διαλογή, ρυθμός ανάπτυξης, εντατική εκτροφή, ιχθυογεννητικός σταθμός

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1. Ευρωπαϊκό λαβράκι (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	1
1.1.1. Συστηματική κατάταξη	1
1.1.2. Γεωγραφική εξάπλωση και βιότοπος.....	2
1.1.3. Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του λαβρακιού.....	3
1.1.4. Διατροφή.....	3
1.1.5. Αναπαραγωγή	3
1.2. Υδατοκαλλιέργειες.....	4
1.2.1. Ιστορία υδατοκαλλιέργειας.....	6
1.2.2. Ιχθυογεννητικοί Σταθμοί (ΙΧΣ)	7
1.2.3. Εκτροφή λαβρακιού	7
1.2.4. Περιβάλλον εκτροφής και Διατροφή	9
1.2.5. Χώρες εκτροφής.....	10
1.3. Παραλλακτικότητα των μεγεθών.....	11
1.3.1. Ορισμός παραλλακτικότητας.....	11
1.3.2. Αιτίες παραλλακτικότητας μεγεθών	11
1.4. Κοινωνικές σχέσεις.....	12
1.5. Σκοπός της εργασίας.....	13
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	14
2.1. Περιοχή μελέτης	14
2.2. Πειραματικός σχεδιασμός και χειρισμοί.....	14
2.3. Δειγματοληψίες.....	17
2.4. Εκτίμηση παραλλακτικότητας	18
2.5. Στατιστική ανάλυση και ανάλυση δεδομένων	18
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	19
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	28
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	33
6. ABSTRACT	38
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	39

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Ευρωπαϊκό λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*)

1.1.1. Συστηματική κατάταξη

Το ευρωπαϊκό λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*) (Εικ. 1) ανήκει στην παρακάτω συστηματική κατάταξη:

Βασίλειο: Ζώα (*Animalia*)

Φύλο: Χορδωτά (*Chordata*)

Υποφύλο: Σπονδυλωτά (*Vertebrata*)

Υπερκλάση: Οστειχθύων (*Osteichthyes*)

Υπερκλάση: Γναθοστόματα (*Gnathostomata*)

Κλάση: Ακτινοπτερυγίων (*Actinopterygii*)

Τάξη: Περκόμορφα (*Perciformes*)

Οικογένεια: Μορονίδες (*Moronidae*)

Γένος: *Dicentrarchus*

Είδος: *Dicentrarchus labrax*



Εικόνα 1: Ευρωπαϊκό λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*) (www.fishbase.org)

1.1.2. Γεωγραφική εξάπλωση και βιότοπος

Το λαβράκι *Dicentrarchus labrax* είναι ένα βενθικό είδος της υποτροπικής ζώνης. Ζει από την περιοχή της υφαλοκρηπίδας έως και τα 200 μέτρα βάθος. Ανάλογα με την εποχή και τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν μπορεί να μεταναστεύσει – μεταφερθεί σε ρηχότερα νερά ακόμα και σε παράκτιες περιοχές και εκβολές ποταμών (το καλοκαίρι) , ενώ το χειμώνα μεταφέρεται σε μεγαλύτερα βάθη με πιο κρύα νερά. Σε νεαρές ηλικίες σχηματίζουν κοπάδια σε μεγαλύτερες ηλικίες (ενήλικα – ώριμα άτομα) είναι μοναχικά (Νεοφύτου 2015).

Το λαβράκι είναι ένα κοινό είδος στη λεκάνη της Μεσογείου και στη Μαύρη θάλασσα αλλά το συναντάται επίσης σε περιοχές της Νορβηγίας, Μεγάλης Βρετανίας και της Ιρλανδίας.



Εικόνα 2: Γεωγραφική εξάπλωση και βιότοπος λαβρακιού (www.fishbase.org)

1.1.3. Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του λαβρακιού

Μια γενική εξωτερική περιγραφή του συγκεκριμένου λαβρακιού είναι το επιμήκης σχήμα του με δύο ραχιαία πτερύγια. Μεταξύ των δύο ραχιαίων πτερυγίων υπάρχει πολύ μικρό κενό διάστημα. Ο αριθμητικός τύπος των ακτινών των ραχιαίων και του εδρικού πτερυγίου του είναι, *D1 VIII-IX, D2 I/12-13 και A III/10-12*. Επιπλέον εκτός από τα ινιακά του δόντια φέρει σειρές δοντιών στη γλώσσα του χωρίς να υπάρχει κάποια επιπλοκή μεταξύ των δοντιών αυτών. Όσον αφορά τα βράγχια του φέρει 2 αγκάθια στο πίσω μέρος του βραγχιοκαλύμματος καθώς και ένα στην κάτω παρυφή του προεπικαλυμματικού (Νεοφύτου 2015). Ο χρωματισμός του λαβρακιού είναι ασημένιος – γκρι. Τα νεαρά άτομα του είδους εμφανίζουν μικρά σκούρα στίγματα τα οποία εξαφανίζονται με την ωρίμανση τους (Νεοφύτου 2015).

1.1.4. Διατροφή

Είναι ένα λαίμαργο σαρκοφάγο αρπακτικό με μεγάλο εύρος στο διαιτολόγιο του. Στο διαιτολόγιο του αποτελείται από μεγάλη ποικιλία ψαριών κυρίως όμως της οικογένειας Clupeidae αλλά και άλλα μικρά ψάρια που σχηματίζουν κοπάδια επιπλέον τρέφεται με σουπιές καλαμάρια άλλα μαλάκια και μια ποικιλία οστρακοειδών (Νεοφύτου 2015).

1.1.5. Αναπαραγωγή

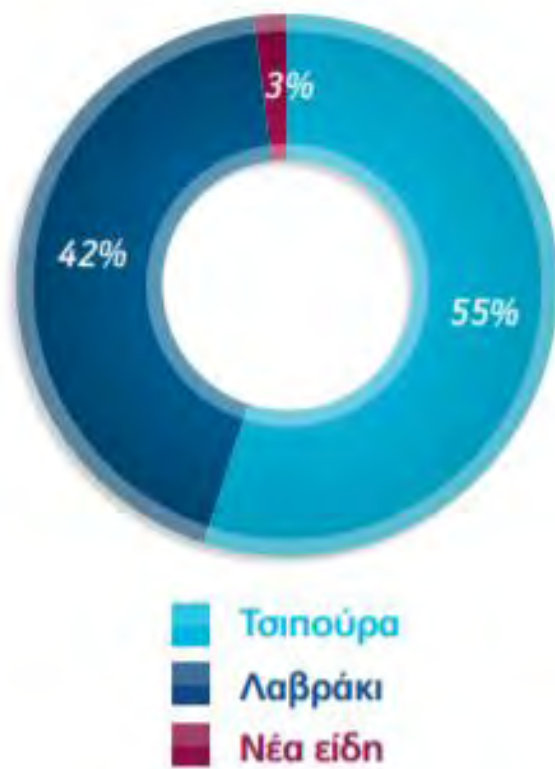
Το αρσενικό λαβράκι φτάνει σε γεννητική ωρίμανση στο 2^ο έτος της ηλικίας του όταν το μήκος του είναι περίπου 17-22 cm ενώ τα θηλυκά λαβράκια φτάνουν σε γεννητική ωρίμανση στο 4^ο έτος της ηλικίας τους που το μήκος τους είναι 23-32 cm. Η αναπαραγωγή γίνεται στη Μεσόγειο και τη Μαύρη θάλασσα την περίοδο Ιανουαρίου-Απριλίου. Στις

περιοχές της Μεγάλης Βρετανίας η αναπαραγωγή γίνεται από το Μάρτιο μέχρι τα μέσα του Ιουνίου (Νεοφύτου 2015).

1.2. Υδατοκαλλιέργειες

Σε όλο τον κόσμο ένα από τα βασικότερα αγαθά στην διατροφή του ανθρώπου είναι το ψάρι. Σύμφωνα με τον FAO οι υδατοκαλλιέργειες είναι ο ταχύτερα αναπτυσσόμενος τομέας παραγωγής τροφίμων σε όλο τον κόσμο. Στη Ελλάδα η εκτροφή θαλάσσιων μεσογειακών ιχθύων αποτελεί εδώ και 30 χρόνια τη βασική δραστηριότητα υδατοκαλλιέργειας. Το 2017 αντιπροσώπευε το 82% του όγκου και το 98% της αξίας της συνολικής παραγωγής της χώρας. Τα κύρια είδη που εκτρέφονται είναι η τσιπούρα και το λαβράκι αποτελώντας περίπου το 97% των πωλήσεων, ενώ σε πολύ μικρότερη κλίμακα, περίπου 3%, εκτρέφονται όλα τα υπόλοιπα μεσογειακά είδη, μυτάκι, φαγκρί, λυθρίνι, κρانيός, συναγρίδα. Η ετήσια παραγωγή είναι πάνω από πάνω 134 χιλιάδες τόνους (ΣΕΘ 2018).

Κύρια είδη εκτροφής



Σχήμα 1: Κύρια είδη εκτροφής στην Ελλάδα (ΥΠΙΑΑΤ, ΣΕΘ 2018)

Η Ελλάδα εκμεταλλευόμενη το γεγονός των μεγάλων ακτογραμμών και θαλάσσιων περιοχών, που μας προσφέρει, εκτρέφει ψάρια έτσι ώστε να ικανοποιηθεί η ανθρώπινη ανάγκη για τροφή χωρίς όμως την υποβάθμιση των ιχθυοαποθεμάτων της θάλασσας. Το ψάρι ως τρόφιμο προσφέρει στον άνθρωπο κάποια από τα θρεπτικά συστατικά της διατροφής του όπως οι βιταμίνες Α και D, σημαντικά ανόργανα στοιχεία όπως φώσφορο, ασβέστιο και μαγνήσιο αλλά και τα εξίσου σημαντικά ω-3 και ω-6 λιπαρά οξέα. Η ραγδαία ανάπτυξη της υδατοκαλλιέργειας και συγκεκριμένα της εντατικής μορφής της είχε ως αποτέλεσμα την έντονη παρουσία προβλημάτων ως προς την εφαρμογή της. Ένα από αυτά τα προβλήματα είναι η παραλλακτικότητα στο μέγεθος των ιχθυδίων ίδιας ηλικίας στους ιχθυογεννητικούς

σταθμούς, η οποία διευρύνεται όσο προχωρά η εκτροφή των ψαριών, με αποτέλεσμα την ανομοιομορφία του μεγέθους των ιχθύων μεταξύ αυτών. Το λαβράκι, που είναι ένα από τα βασικότερα ψάρια ιχθυοκαλλιέργειας στην Ελλάδα, το οποίο ξεκινάει την πορεία της ζωής του από τους ιχθυογεννητικούς σταθμούς παρουσιάζει και αυτό το συγκεκριμένο σημαντικό πρόβλημα. Η ανεπιθύμητη παραλλακτικότητα αντιμετωπίζεται με την εφαρμογή διάφορων πρακτικών όπως η διαμόρφωση του κοινωνικού περιβάλλοντος και τα κατάλληλα πρωτόκολλα ταΐσμάτων. Η παραλλακτικότητα είναι ένα γεγονός που μπορεί να αντιμετωπιστεί πρόσκαιρα με την διαδικασία της διαλογής των ιχθύων μιας δεξαμενής με σκοπό της διαφοροποίηση των μεγαλύτερων ιχθύων από των μικρότερων. Παρόλα αυτά η διαλογή προκαλεί καταπόνηση των ιχθύων πράγμα που επιφέρει και μεγάλα ποσοστά θνησιμότητας. Επιπλέον, το φαινόμενο της παραλλακτικότητας εμφανίζεται μετά από μικρό σχετικά διάστημα στις ομάδες των ψαριών που έχουν ήδη διαλογιστεί (Koebele 1985)

1.2.1. Ιστορία υδατοκαλλιέργειας

Με τον όρο υδατοκαλλιέργεια εννοούμε την ελεγχόμενη παραγωγή υδρόβιων οργανισμών. Η υδατοκαλλιέργεια ξεκίνησε από πολύ παλιά με πηγές να αναφέρουν τουλάχιστον 5000 π.Χ. Οι πρώτες πηγές αναφέρουν ότι ξεκίνησε από την Ασία ενώ έχουμε αναφορές για ιχθυοκαλλιέργειες χρονολογικά περίπου τα 2500 π.Χ. τόσο στην αρχαία Ελλάδα όσο και στην αρχαία Αίγυπτο (Μπασιούλη 2014)

Η κύρια ανάπτυξη της ιχθυοκαλλιέργειας στην Ελλάδα και συγκεκριμένα των θαλασσιών ειδών ξεκίνησε το 1980 σε πειραματικές μονάδες με την χρήση πλωτών ιχθυοκλωβών μια μέθοδο που χρησιμοποιούνταν ευρέως στην Νορβηγία για την εκτροφή σολομού. Το 1985 στην Ελλάδα λειτουργούσαν 12 μονάδες με συνολική παραγωγή 100 τόνους

ενώ σήμερα καταμετρώνται πάνω από 300 μονάδες με παραγωγή που ξεπερνά τους 100 χιλιάδες τόνους. (ΣΕΘ 2018)

Όσο αφορά την παραλλακτικότητα ξεκίνησε να μελετάται σχεδόν ένα αιώνα πριν. Ιεραρχία και διαφορετικότητα των μεγεθών έχει αναφερθεί σε πολλά είδη ψαριών: στο χρυσόψαρο, *Carassius auratus L* (Welty 1934), στην πέστροφα, *Salmo trutta L.* (Brown 1946), στη σαρδέλα, *Sardina pilchardus* (Blaxter 1969), στο γατόψαρο, *Ictalurus punctatus*, (Schwedler et al. 1990).

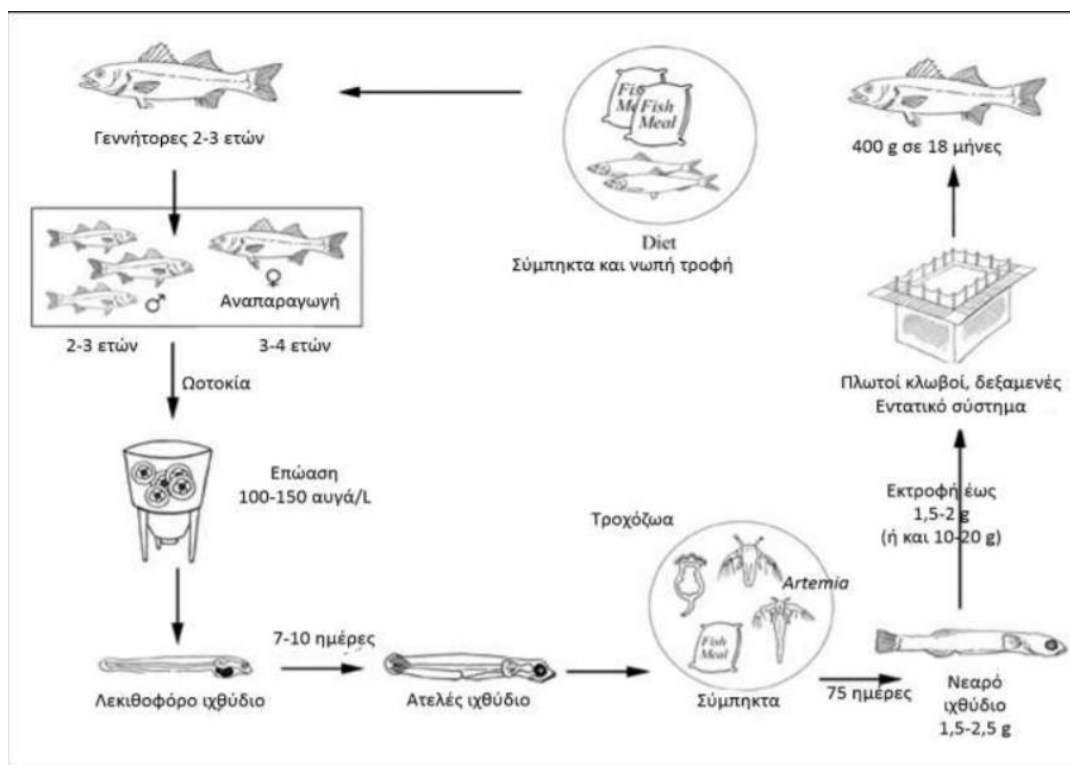
1.2.2. Ιχθυογεννητικοί Σταθμοί (ΙΧΣ)

Πρόκειται για χερσαίες εγκαταστάσεις με συστήματα και κατασκευές υψηλής τεχνολογίας, όπου πραγματοποιείται με φυσικό τρόπο η αναπαραγωγή των ψαριών και παράγεται ο γόνος. Υδροδοτούνται είτε απευθείας από τη θάλασσα, είτε από γεωτρήσεις. Σε διαφορετικά τμήματα των ιχθυογεννητικών σταθμών, με διαφορετικές τεχνικές, πραγματοποιείται η συλλογή των αυγών από τους γεννήτορες, η εκκόλασή τους και η εκτροφή των ιχθυδίων. Η συνολική διάρκεια εκτροφής των ιχθυδίων στους ιχθυογεννητικούς σταθμούς κυμαίνεται συνήθως από 90 έως 120 μέρες, έως ότου αποκτήσουν βάρος 1,5 - 2 γραμμαρίων και είναι πλέον έτοιμα να μεταφερθούν στις μονάδες πάχυνσης (Γενική Διεύθυνση Αλιείας 2019). Το 2016 υπήρχαν σε λειτουργία στη χώρα μας 29 ιχθυογεννητικοί σταθμοί, με ετήσια παραγωγή που ξεπέρασε τα 457 εκατομμύρια ιχθύδια (ΣΕΘ 2018).

1.2.3. Εκτροφή λαβρακιού

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα το λαβράκι είναι ένα από τα βασικότερα εκτροφόμενα είδη στην Ελλάδα μαζί με την τσιπούρα. Η εκτροφή του ακολουθεί τα παρακάτω βήματα:

- Τοποθέτηση γεννητόρων λαβρακιού με σκοπό την αναπαραγωγή τους σε δεξαμενές με αναλογία 2:1 αρσενικών (2 ετών) και θηλυκών (3 ετών και άνω)
- Ωτοκία, έλεγχος βιωσιμότητας και αποστείρωση αυγών
- Τοποθέτηση αυγών σε ειδικά δοχεία-δεξαμενές με σκοπό την επώασή τους με πυκνότητα αυγών στη δεξαμενή 100-150 αυγά ανά λίτρο ή 300 αυγά ανά λίτρο ανάλογα με την χρήση της δεξαμενής
- Εκκόλαψη περίπου στις 72 ώρες (θερμοκρασία 13-14 βαθμούς), παροχή τροφής μέσω του λεκιθικού σάκου για 7-10 ημέρες ως ότου ανοίξει το στόμα
- Παροχή ζωντανής τροφής Artemia και τροχόζωων αλλά και απορρόφηση του λεκιθικού σάκου για τις επόμενες μέρες έως ότου φτάσουν τις 40-45 μέρες που πραγματοποιείται η μεταμόρφωση
- Μικρή παροχή πελλέτας από την 30^η ημέρα και κανονική παροχή μόνο πελλέτας (μικρού μήκους) αμέσως μετά την μεταμόρφωσή του (weaning-αποκοπή της ζωντανής τροφής και προσαρμογή του ψαριού τα σύμπηκτα-πελλέτες)
- Μεταφορά ιχθυδίων σε δεξαμενές ή πλωτούς ιχθυοκλωβούς για το στάδιο της προπάχυνση (μεταβατικό στάδιο των ιχθυδίων από την μεταμόρφωση τους έως ότου φτάσουν 1,5 με 2 g)
- Μεταφορά ιχθυδίων σε πλωτούς κλωβούς-δεξαμενές για το στάδιο της πάχυνσης έως ότου φτάσουν το επιθυμητό αποτέλεσμα των 400g σε περίοδο χρόνου 18 μηνών (Κλαουδάτος Σ. , Κλαουδάτος Δ. (2012). Καλλιέργειες φυτικών και εκτροφές υδρόβιων ζωικών οργανισμών).



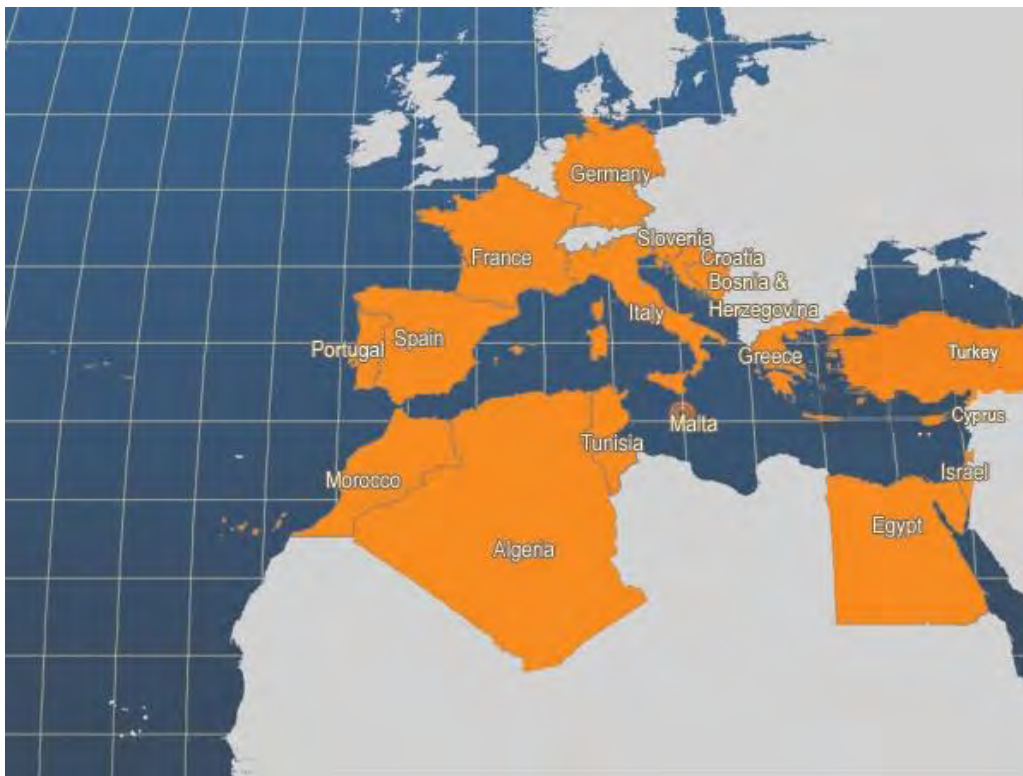
Εικόνα 3: Ιχθυοκαλλιέργεια λαβρακιού (FAO, http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Dicentrarchus_labrax/en)

1.2.4. Περιβάλλον εκτροφής και Διατροφή

Ιδιαίτερα, η θερμοκρασία στα πρώτα στάδια της εκτροφής είναι αποφασιστικός παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη των ιχθυδίων μέσω του μεταβολισμού τους (Brett 1979, Hunter 1981). Ταυτόχρονα ο χρόνος έναρξης χορήγησης εξωγενούς τροφής επηρεάζει το ρυθμό ανάπτυξης και την επιβίωση των ιχθυδίων (May 1971, Blaxter & Ehrlich 1974, Houde 1974). Επιπλέον το ποσοστό πρόσληψης τροφής (feeding level) επηρεάζει την επιβίωση των ιχθυδίων αμέσως μετά την απορρόφηση του λεκιθικού σάκου 89 και σε συνδυασμό με τη θερμοκρασία επιδρά άμεσα στην ανάπτυξη των ιχθυδίων (Kramer & Zweifel 1970) και ως εκ τούτου αναμένεται να επιδρά και στην παραλλακτικότητα των μεγεθών γύρω από το μέσο όρο της ομάδας.

1.2.5. Χώρες εκτροφής

Το λαβράκι ήταν το πρώτο ψάρι που δεν ανήκε στα salmonid το οποίο έγινε γνωστό στην αγορά εκτρεφόμενων ειδών στην Ευρώπη. Κυριότερα είναι το ποιο σημαντικά γνωστό στην αγορά που εκτρέφεται στην σε όλη σχεδόν την Μεσόγειο θάλασσα. Κύριες χώρες εκτροφής λαβρακιού είναι η Ελλάδα, η Τουρκία, η Κροατία , η Ιταλία και η Αίγυπτος που κατέχουν τον τίτλο των μεγαλύτερων παραγωγών αυτού του είδους (FAO 2018).



Εικόνα 4: Χώρες εκτροφής λαβρακιού (http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Dicentrarchus_labrax/en)

1.3. Παραλλακτικότητα των μεγεθών

1.3.1. Ορισμός παραλλακτικότητας

Με τον όρο παραλλακτικότητα εννοούμε την διαφοροποίηση στο μέγεθος των οργανισμών κατά την διάρκεια της ζωής τους. Το φαινόμενο της ανομοιομορφίας των μεγεθών αναφέρεται στη βιβλιογραφία ως “Tobi-Koi phenomenon” (Nakamura & Kasahara 1955), ως “size hierarchy effect, ιεράρχηση μεγεθών» (Brown 1957) και ως “growth depensation, διαφοροποίηση ανάπτυξης” (Ricker 1958). Κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες παραγωγής η διαφοροποίηση των μεγεθών εμφανίζεται νωρίς τις πρώτες βδομάδες μετά την εκκόλαψη των ιχθυδίων (Purdom et al. 1972, Bowers 1974, Purdom 1974, Beyer & Laurence 1980, Fukuhara 1983, Chambers et al. 1988)

1.3.2. Αιτίες παραλλακτικότητας μεγεθών

Οι αιτίες που συμβάλουν στη διαφοροποίηση του ρυθμού ανάπτυξης και έχουν ως συνέπεια την ανομοιομορφία των μεγεθών είναι: γενετικοί, ο ρυθμός αύξησης, οι κοινωνικές σχέσεις μεταξύ των ατόμων της ίδιας ομάδας, οι συνθήκες εκτροφής παραδείγματος χάριν ιχθυοπυκνότητα, ανομοιόμορφη κατανάλωση τροφής, άνιση αξιοποίηση της τροφικής ενέργειας, καθώς και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες κατά την εκτροφή και η θνησιμότητα. Είναι πιθανόν στην κάθε ομάδα, η παραλλακτικότητα των μεγεθών να αυξάνει λόγω μεγαλύτερων ατόμων τα οποία αναπτύσσονται με ταχύτερους ρυθμούς -σε σύγκριση με τα υπόλοιπα άτομα ίδιας ηλικίας. Ο ταχύτερος αυτός ρυθμός αύξησης θα μπορούσε να εξηγηθεί με την υπόθεση ότι τα μεγαλύτερα ιχθύδια συλλαμβάνουν πρώτα τροφή. Η ύπαρξη όμως ατόμων, που ανήκουν στις μεγάλες κλάσεις μεγέθους, και τα οποία απέτυχαν να συλλάβουν

τροφή μπορεί κάθε άλλο παρά να στηρίξει την παραπάνω υπόθεση. Ωστόσο, διαφορές ως προς την κατανάλωση τροφής μεταξύ ατόμων της ίδιας ηλικίας έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία ως αιτία εμφάνισης της διασποράς των μεγεθών γύρω από τον μέσο όρο της ομάδας (Koebele 1985).

1.4. Κοινωνικές σχέσεις

Ανάμεσα στους βιοτικούς παράγοντες οι κοινωνικές σχέσεις των ιχθύων μεταξύ των ατόμων της ίδιας ομάδας, σύμφωνα με πολλούς επιστήμονες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην παραλλακτικότητα μεγεθών των ιχθυδίων (Koebele 1985) το οποίο οδηγεί σε διατροφικές ιεραρχίες ανάμεσα στα μεγάλα σε μέγεθος ψάρια και στα μικρά μειώνοντας έτσι τον ρυθμό ανάπτυξης των μικρών. Είναι επίσης γνωστό ότι η διαφορά των μεγεθών προκαλεί επιθετικές συμπεριφορές όσο αφορά την πρόσληψη τροφής επηρεάζοντας έτσι τον ρυθμό αύξησης του ιχθύος. Η διαλογή μεγεθών είναι από τις πιο διαδεδομένες μεθόδους με την οποία είναι δυνατόν να ελαχιστοποιηθούν οι κατασταλτικές επιδράσεις των μεγάλων ψαριών στην ανάπτυξη των μικρών.

1.5. Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση της εξέλιξης της παραλλακτικότητας μεγεθών λαβρακιού σε πραγματικές συνθήκες ιχθυογεννητικού σταθμού μεγάλης κλίμακας. Συγκεκριμένα στόχος ήταν η παρατήρηση της παραλλακτικότητας των ιχθυδίων ανάλογα με το μέγεθος του διαλογέα που χρησιμοποιήθηκε και η παρακολούθηση της διαφοροποίησης του μεγέθους τους λόγω αυτής της διαλογής, η καταμέτρηση και η προσπάθεια εξεύρεσης της καλύτερης διαχείρισης.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Περιοχή μελέτης

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε εγκαταστάσεις εντατικής υδατοκαλλιέργειας μεγάλης κλίμακας η οποία ασχολείται με την παραγωγή των ειδών τσιπούρα (*Sparus aurata*) και λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*) και πιο συγκεκριμένα σε ιχθυογεννητικό σταθμό μεγάλης κλίμακας, το καλοκαίρι του 2018. Η διεξαγωγή του δεν επηρέασε τον προγραμματισμό της εταιρείας.

2.2. Πειραματικός σχεδιασμός και χειρισμοί

Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν άτομα λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*), κοινής προέλευσης και η διαδικασία της μέτρησης του βάρους των οργανισμών ξεκίνησε στην τεσσαρακοστή εβδομή (47) με πεντηκοστή τέταρτη (54) ημέρα ζωής τους. Οι δεξαμενές που χρησιμοποιούνταν ήταν πολυεστερικές, κυλινδρικές χωρητικότητας 15 m³. Ο πληθυσμός κάθε δεξαμενής ήταν περίπου 200.000 άτομα. Η θερμοκρασία διατηρήθηκε σταθερή στους 20,5 °C και η διάρκεια του φωτός διατηρήθηκε 15 ώρες την ημέρα. Το πρωτόκολλο εκτροφής που χρησιμοποιήθηκε σε όλες δεξαμενές είναι το πρωτόκολλο εκτροφής όπου χρησιμοποιεί η εταιρεία.

Το πείραμα ξεκίνησε με διαλογή των ατόμων και χωρίστηκαν σε 4 ομάδες δεξαμενών CL, CS, TL, TS ανάλογα με το άνοιγμα του διαλογέα το οποίο περιγράφεται από την απόσταση μεταξύ των ράβδων του (Εικ. 5). Χρησιμοποιήθηκαν διαλογείς δύο μεγεθών. Ο πρώτος διαλογέας είχε άνοιγμα 2mm, χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας του πειράματος και ονομάστηκε CONTROL (C). Η διαλογή με τον διαλογέα C χώρισε τα άτομα σε μεγαλύτερα των 2mm (L)

μα μικρότερα των 2mm (S). Μετά το τέλος της διαλογής με διαλογέα (C) οι δεξαμενές των δειγματοληψιών μας διαμορφώθηκαν ως εξής: τρεις δεξαμενές CL (CL1, CL2, CL3) όπου CL τα μεγάλα άτομα του μάρτυρα και τα νούμερα (1,2,3) ο αριθμός της δεξαμενής, έξι δεξαμενές CS (CS1, CS2, CS3, CS4, CS5, CS6) όπου CS τα μικρά άτομα του μάρτυρα και τα νούμερα (1,2,3,4,5,6) ο αριθμός των δεξαμενών. Ο δεύτερος διαλογέας είχε άνοιγμα 1.5mm, χρησιμοποιήθηκε ως η μεταχείριση του πειράματος και ονομάστηκε TREATMENT (T). Με τον αντίστοιχο τρόπο που χρησιμοποιήθηκε στον μάρτυρα οι δεξαμενές διαμορφώθηκαν ως εξής: τρεις δεξαμενές TL(TL1, TL2, TL3) όπου TL τα μεγάλα άτομα της μεταχείρισης και τα νούμερα (1,2,3) ο αριθμός της δεξαμενής, τρεις δεξαμενές TS (TS1, TS2, TS3) όπου TS τα μικρά άτομα της μεταχείρισης και τα νούμερα (1,2,3) ο αριθμός της δεξαμενής (όπου L τα άτομα μεγαλύτερα του 1.5mm και όπου S τα άτομα μικρότερα του 1.5mm). Αμέσως μετά την ολοκλήρωση της κάθε δεξαμενής ξεκίνησε η διαδικασία μέτρησης του βάρους (βλ. παράρτημα).



Εικόνα 5. Οι διαλογείς που χρησιμοποιήθηκαν. (πηγή: προσωπικό αρχείο)

Στους οργανισμούς δινόταν τροφή ανά μία (1) ώρα σε ποσότητα του συνολικού τους βάρους. Η τροφοδοσία ξεκινούσε στις 7 π.μ. Η τροφή δινόταν χειροκίνητα με την χρήση σέσουλας.

Κάποιες από τις βασικές διαχειρίσεις που χρησιμοποιούσε ο ιχθυογεννητικός σταθμός ήταν οι διαδικασίες της διαλογής (που προαναφέρθηκε), της επίπλευσης και της αραίωσης. Η βασικότερη όμως και αυτή που αφορούσε κυρίως το πείραμα είναι η διαλογή. Για την διαδικασία της διαλογής χρησιμοποιήθηκαν διαλογείς οι οποίοι φαίνονται στην εικόνα 5. Οι διαλογείς είχαν άνοιγμα 1.5mm και 2mm. Για να γίνει η διαλογή, ο διαλογέας τοποθετούνταν στο εσωτερικό της δεξαμενής έτσι ώστε ένα σημείο του να βρίσκεται μέσα στο νερό της δεξαμενής. Έπειτα τοποθετούνταν τα άτομα λαβρακιού στο εσωτερικό του και ο εργαζόμενος τον δονούσε με επαναλαμβανόμενες κινήσεις έτσι ώστε τα άτομα μικρού μεγέθους να διαφύγουν στην δεξαμενή ενώ τα μεγαλύτερα να μείνουν μέσα στον διαλογέα. Με αυτή την τεχνική πραγματοποιήθηκε αποτελεσματικά ο διαλογή των μεγάλων και των μικρών μεγεθών των ατόμων λαβρακιού. Για την διαδικασία της επίπλευσης χρειαζόντουσαν λεπτοί χειρισμοί

έτσι ώστε να μην υπάρχουν μεγάλες θνησιμότητες. Η επίπλευση γινόταν για να ελεγχθεί η λειτουργική νηκτική κύστη εφόσον τα ιχθύδια είχαν φτάσει στην κατάλληλη ηλικία και μέγεθος πού έπρεπε να φύγουν από το τμήμα της αποκοπής και να μεταφερθούν στο τμήμα της προπάχυνσης του ιχθυογεννητικού σταθμού. Τα ιχθύδια μεταφέρονταν σε δεξαμενές με σκοπό την ελαφρά αναισθητοποίηση τους. Τα αναισθητοποιημένα άτομα των οποίων η νηκτική είχε αναπτυχθεί επιτυχώς μεταφερόντουσαν σε καινούρια δεξαμενή στον τομέα της προπάχυνσης. Η διαχείριση της αραίωσης είναι μία διαδικασία που εφάρμοζε ο σταθμός όταν έβλεπε ότι η ιχθυοπυκνότητα μιας δεξαμενής ξεπερνούσε το προβλεπόμενο. Λαμβάνονταν ένας αριθμός με άτομα από την μία δεξαμενή και τοποθετούνταν σε μία άλλη με αντίστοιχης ηλικίας και μεγέθους ψάρια.

2.3. Δειγματοληψίες

Τα δείγματα λαμβάνονταν δίπλα από τον παροχέα νερού με απόχη της οποίας η κίνηση ήταν τέτοια ώστε να συλλαμβάνονται άτομα όχι μόνο από την επιφάνεια αλλά και σε χαμηλότερα στρώματα του νερού εκτροφής, για να εξασφαλιστεί όσο το δυνατό αντιπροσωπευτικό δείγμα του πληθυσμού. Έπειτα, τοποθετούνταν σε δοχείο το οποίο περιείχε διάλυμα φαινοξυαιθανόλης για την αναισθητοποίηση τους. Με την ολοκλήρωση της αναισθησίας, ξεκινούσε η καταμέτρηση του βάρους. Η μέτρηση βάρους γινόταν ατομικά με τη βοήθεια ηλεκτρονικού ζυγού ακρίβειας 0,01 g. Κάθε δειγματοληψία περιλάμβανε περίπου 200 άτομα. Μετά το τέλος της κάθε καταμέτρησης τα άτομα επέστρεφαν προσεκτικά στις δεξαμενές τους.

2.4. Εκτίμηση παραλλακτικότητας

Για την εκτίμηση της παραλλακτικότητας του μήκους χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής παραλλακτικότητας βάρους CV

$$CV = \frac{\text{τυπική απόκλιση}}{\text{μέση τιμή}} \cdot 100\% = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100\%.$$

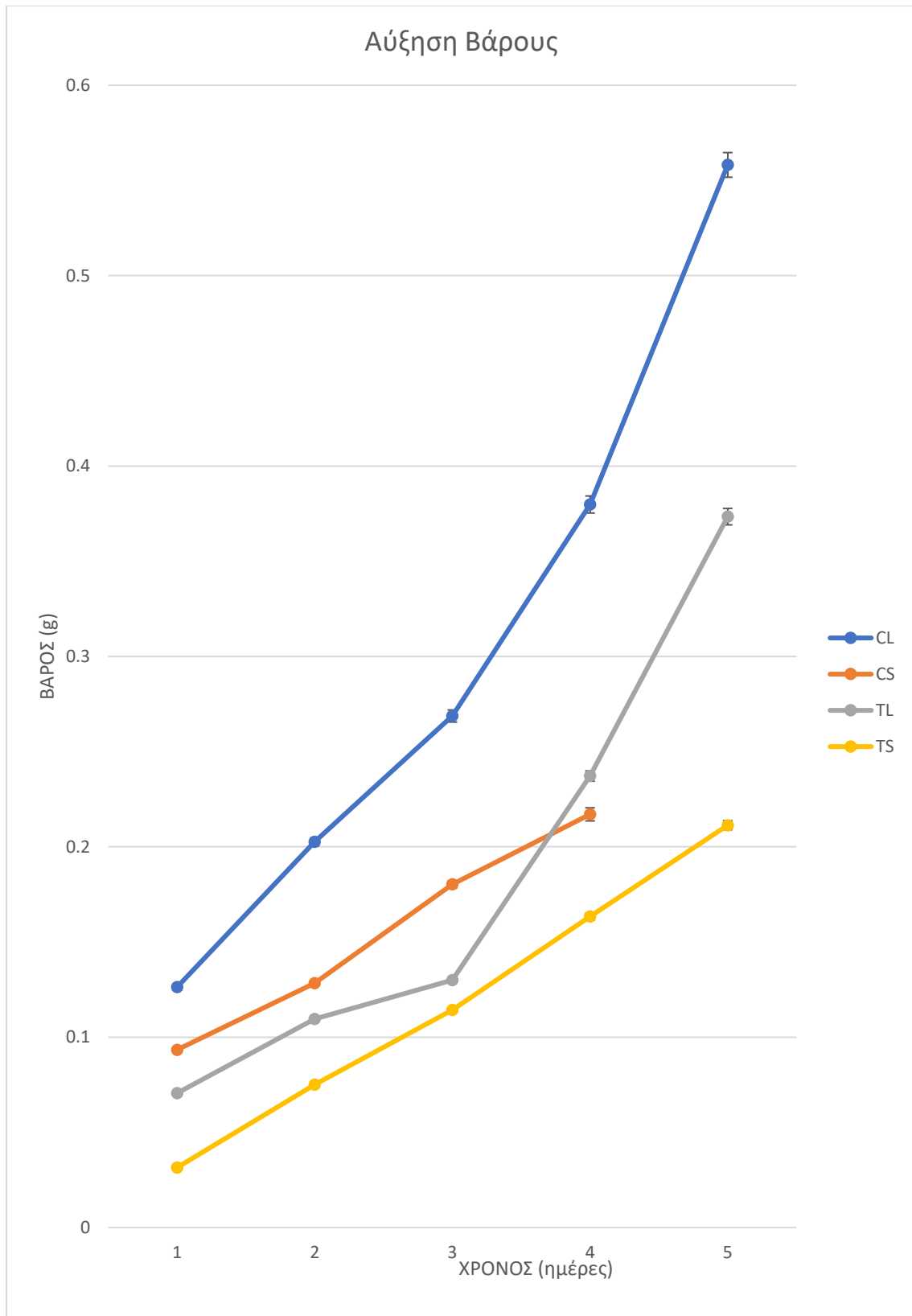
2.5. Στατιστική ανάλυση και ανάλυση δεδομένων

Για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο ANOVA. Ως επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε το $\alpha=0,05$ ($P<0,05$).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Βασικό κομμάτι της έρευνας ώστε να διερευνηθεί η εξέλιξη της παραλλακτικότητας ήταν η παρακολούθηση της ανάπτυξης των ιχθυδίων. Για την συγκεκριμένη καταγραφή χρησιμοποιήθηκαν οι μέσοι όροι και τα τυπικά σφάλματα των μετρήσεων που προέκυψαν σε κάθε δειγματοληψία. Αυτά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Σχήμα 2 και στον Πίνακα 1. Σαν αποτέλεσμα παρατηρούμε ότι και στον πίνακα αλλά και στο διάγραμμα υπάρχει σαφής αύξηση του μεγέθους των ιχθυδίων αφού μέσω του μέσου όρου τους βλέπουμε το μέγεθος να αυξάνεται για παράδειγμα στην πρώτη ομάδα δεξαμενών (CL) στην πρώτη δειγματοληψία (Δ1) βλέπουμε ότι ο μέσος όρος βάρους είναι 0,13 g με τυπικό σφάλμα 0.001 ενώ στην τελευταία δειγματοληψία αυτός ο μέσος όρος αυξήθηκε στα 0.56 g με τυπικό σφάλμα 0.006. Έτσι και στις υπόλοιπες μετρήσεις παρατηρούνται παρόμοιες αυξήσεις τόσο στον μάρτυρα όσο και στις πειραματικές ομάδες. Αυτή του είδους ανάπτυξη ήταν και αναμενόμενη αφού τα ιχθύδια εκτρεφόντουσαν κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες.

Για να δούμε όμως την πραγματική αύξηση των ιχθυδίων είναι απαραίτητο να εξετάσουμε τις γραμμές τάσης των γραμμικών ευθειών αύξησης αλλά και να εξετάσουμε ακόμα πόσο ισχυρές είναι αυτές. Αυτή η διερεύνηση ελέγχθηκε μέσω των αποτελεσμάτων της παλινδρόμησης (γραμμικές εξισώσεις που συνδέουν τις μεταβλητές βάρους με τον χρόνο) (Πιν. 2).



Σχήμα 2: Αύξηση του βάρους (μέσοι όροι) σε συνάρτηση με το χρόνο (δειγματοληψίες). Οι κάθετες μπάρες αντιπροσωπεύουν τα τυπικά σφάλματα.

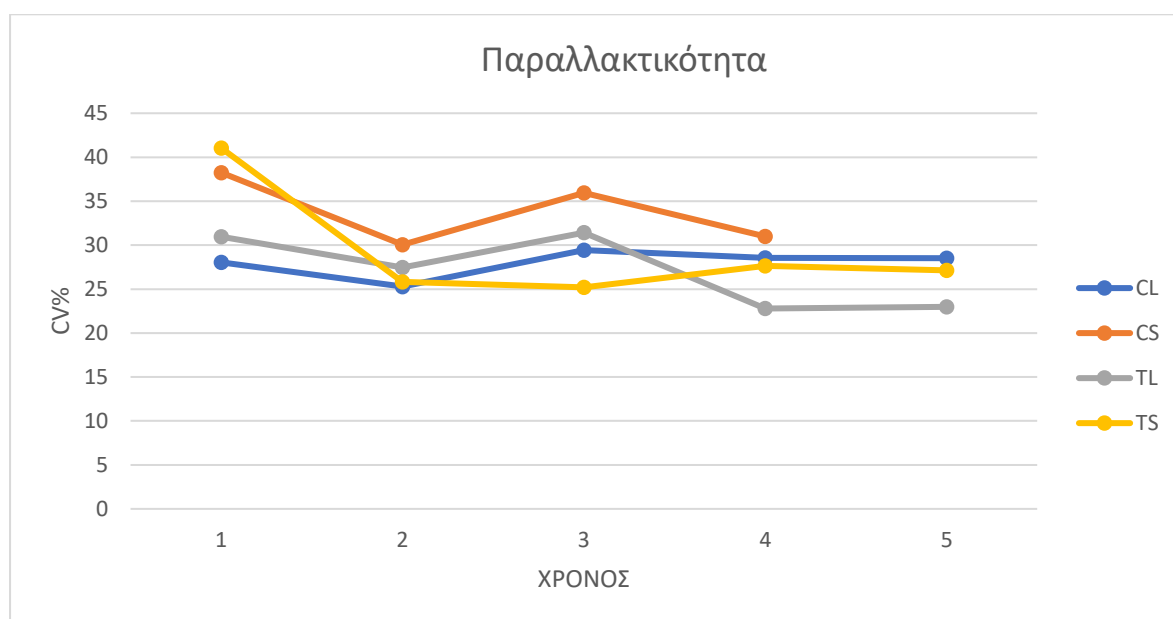
Πίνακας 1: Εξέλιξη της αύξησης όλων των πειραματικών ομάδων (μέσος όρος (x) ± τυπικό σφάλμα (s.e)). n: ο αριθμός των ατόμων.

Διαχείριση	Δειγματοληψία 1		Δειγματοληψία 2		Δειγματοληψία 3		Δειγματοληψία 4		Δειγματοληψία 5	
Ομάδες	$x \pm s.e$	n	$x \pm s.e$	N	$x \pm s.e$	n	$x \pm s.e$	n	$x \pm s.e$	n
CL	0.13 ± 0.001	596	0.2 ± 0.002	626	0.27 ± 0.003	618	0.38 ± 0.004	588	0.56 ± 0.006	603
CS	0.09 ± 0.001	1216	0.13 ± 0.001	1216	0.18 ± 0.002	1206	0.22 ± 0.003	382		
TL	0.07 ± 0.001	591	0.11 ± 0.001	617	0.13 ± 0.001	791	0.24 ± 0.003	401	0.37 ± 0.004	396
TS	0.03 ± 0.001	617	0.08 ± 0.001	620	0.11 ± 0.001	600	0.16 ± 0.002	601	0.21 ± 0.002	583

Πίνακας 2: Γραμμικές εξισώσεις που συνδέουν τις μεταβλητές βάρους (Y σε g) με τον χρόνο (X) για κάθε ομάδα.

	$Y = \alpha + \beta X$	r^2	n
CL	$Y = -0.004 + 0.104X$	0.95	3031
CS	$Y = 0.045 + 0.044X$	0.99	4020
TL	$Y = -0.035 + 0.073X$	0.9	2796
TS	$Y = -0.014 + 0.044X$	0.99	3021

Εξίσου σημαντική εξέταση είναι και αυτή των τιμών CV% που αποτυπώνονται στο Σχήμα 3. Σε αυτό το διάγραμμα παρατηρούμε την εξέλιξη της παραλλακτικότητας σε συνάρτηση με τον χρόνο (δειγματοληψίες) με την βοήθεια των τυπικών αποκλίσεων που βρέθηκαν από την ανάλυση των δεδομένων μας (Πίν. 3). Στο Σχήμα 3 παρατηρείται η διαφορετικότητα των ομογενοποιημένων δεξαμενών (CL, TL, CS, TS). Από την ομαλότητα των ευθειών και τον παραλληλισμό τους με τον οριζόντιο άξονα x παρατηρούμε ταυτόχρονα και την διαφορετικότητα που παρουσιάζεται μεταξύ των ατόμων.



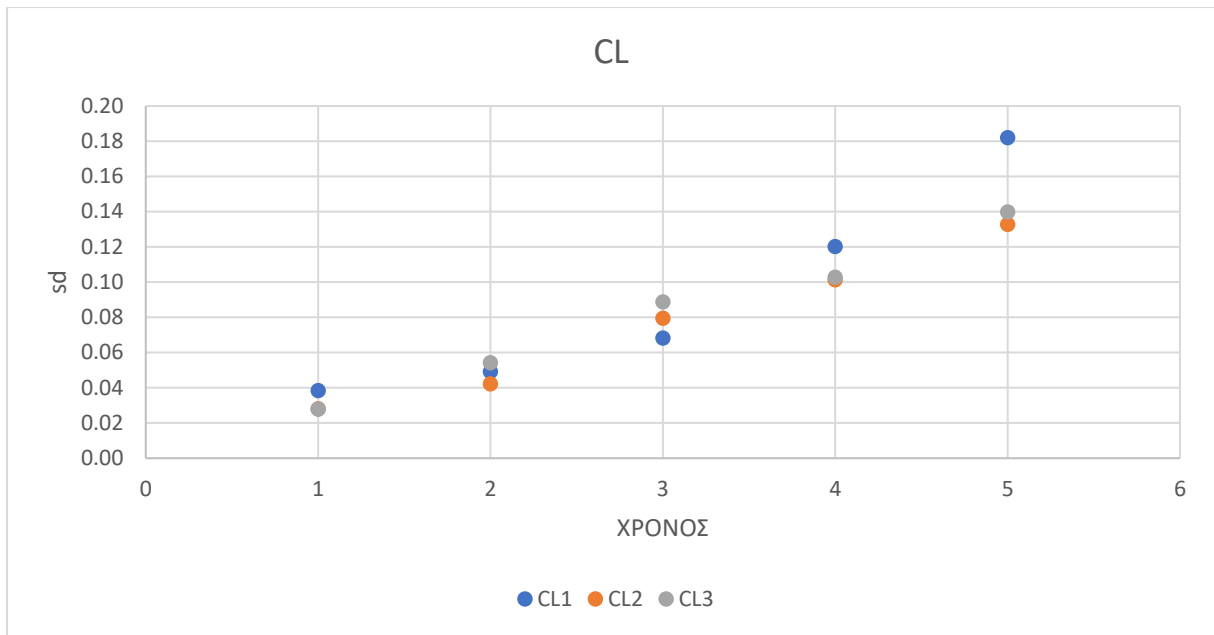
Σχήμα 3: Εξέλιξη παραλλακτικότητας για όλες τις ομάδες

Στα παρακάτω αποτελέσματα του πίνακα 3 παρατηρούμε αυτό που αναφέρθηκε παραπάνω αλλά φαίνεται και στο διάγραμμα. Τα αποτελέσματα που βρέθηκαν από τις δεξαμενές σε συνάρτηση με τις 5 συνολικές δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν στο πείραμα είναι κοντά μεταξύ τους αριθμητικά με κάποια σχεδόν ίδια , αυτό μας υποδεικνύει ότι η παραλλακτικότητα αυτών των ιχθυδίων δεν ήταν πολύ μεγάλη.

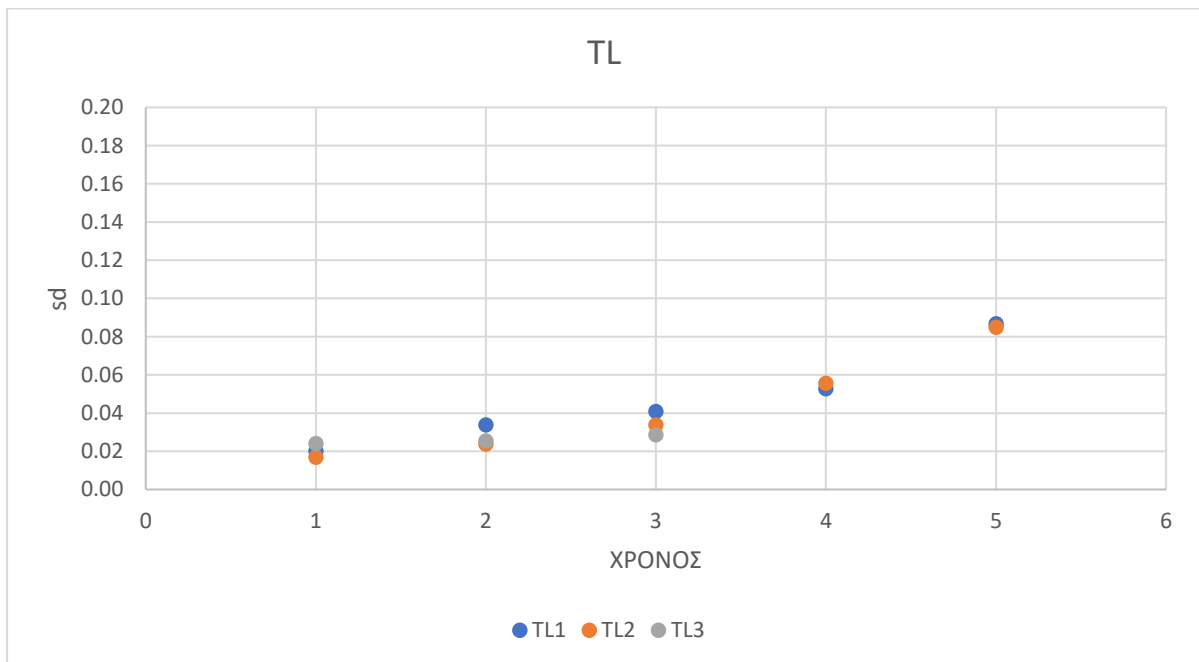
Πίνακας 3: Η εξέλιξη της παραλλακτικότητας (CV%) για όλες τις πειραματικές ομάδες

	Δ1	Δ2	Δ3	Δ4	Δ5
CL	28.05	25.29	29.43	28.55	28.51
CS	38.25	30.05	35.95	30.99	
TL	30.96	27.46	31.41	22.79	22.97
TS	41.05	25.83	25.20	27.65	27.12

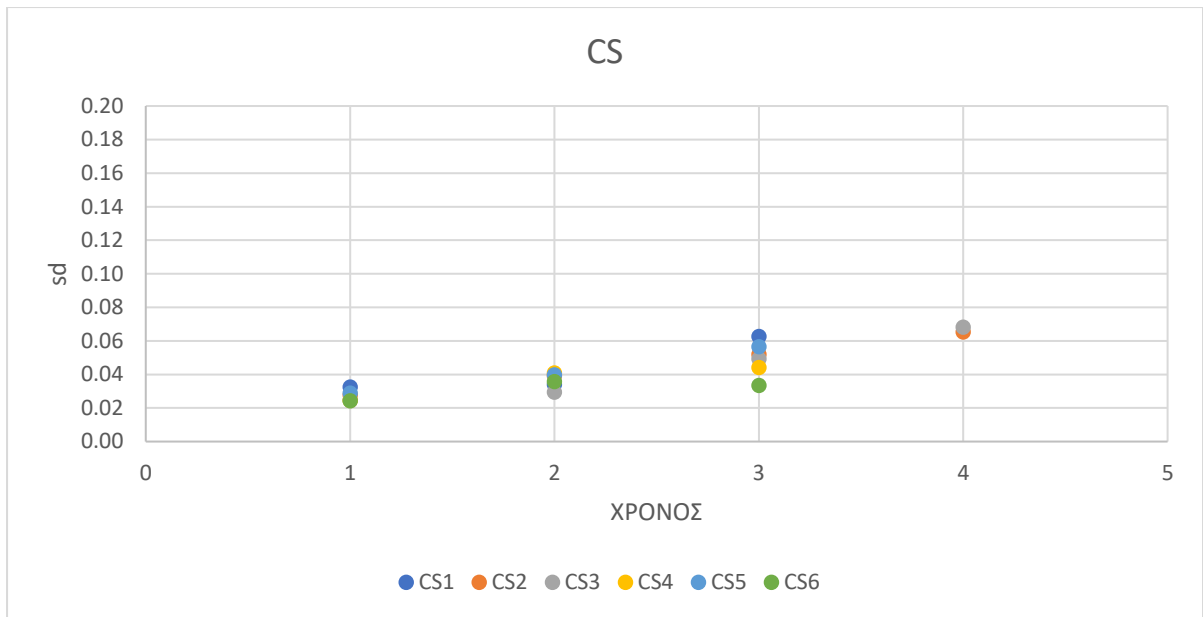
Στα διαγράμματα 4, 5, 6 και 7 έγινε καταγραφή της παραλλακτικότητας με την χρήση των τυπικών αποκλίσεων που προέκυψαν από όλες τις δειγματοληψίες ξεχωριστά πριν την ομογενοποίηση των δεξαμενών μας (επαναλήψεις). Σύμφωνα με τα διαγράμματα παρατηρούμε ότι η παραλλακτικότητα του Control είναι μεγαλύτερη από αυτή του Treatment είτε αφορά τα μεγάλα ψάρια της διαλογής είτε αφορά τα μικρά. Οι γραμμικές εξισώσεις που περιγράφουν την παραλλακτικότητα διευκρινίζουν ποια από τις δύο διαχειρίσεις (διαλογές control ή treatment) ήταν η βέλτιστη για τον ιχθυογεννητικό σταθμό η οποία προσφέρει μικρότερο αριθμό παραλλακτικότητας. Αυτές οι γραμμικές εξισώσεις παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.



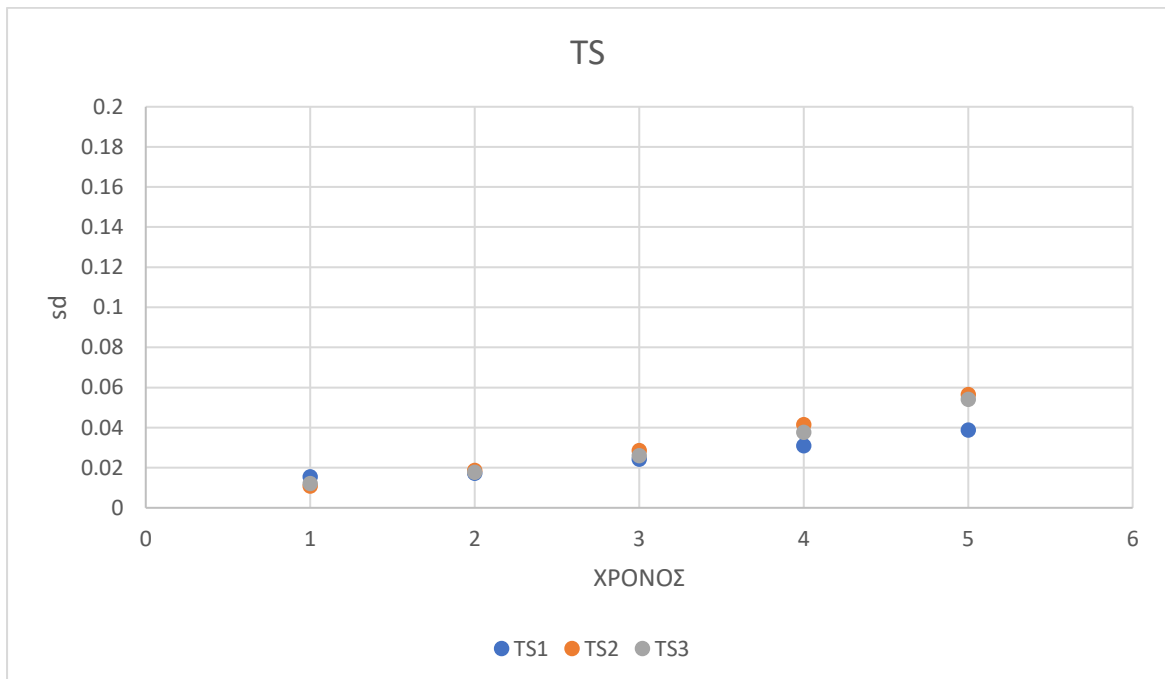
Σχήμα 4: Εξέλιξη παραλλακτικότητας στον μάρτυρα CL



Σχήμα 5: Εξέλιξη παραλλακτικότητας στον μάρτυρα TL



Σχήμα 6: Εξέλιξη παραλλακτικότητας στον μάρτυρα CS



Σχήμα 7: Εξέλιξη παραλλακτικότητας στον μάρτυρα TS

Πίνακας 4: Γραμμικές εξισώσεις εξέλιξης παραλλακτικότητας που συνδέουν τις μεταβλητές τυπικών αποκλίσεων (Y) με τον χρόνο (X) για κάθε ομάδα.

	$Y = \alpha + \beta X$	r^2	n
CL	$Y = -0.006 + 0.03X$	0.9	15
CS	$Y = 0.01 + 0.01X$	0.8	20
TL	$Y = -0.002 + 0.02X$	0.9	13
TS	$Y = 0.001 + 0.01X$	0.9	15

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα εργασία ερευνήθηκε η ανάπτυξη των ιχθυδίων λαβρακιού σε ιχθυογεννητικό σταθμό μεγάλης κλίμακας. Τα ιχθύδια ανατράφηκαν σύμφωνα με τα πρωτόκολλα του σταθμού και τα αποτελέσματα πάρθηκαν μετά από την πρώτη διαλογή που υπέστησαν. Οι οργανισμοί μετρήθηκαν ο καθένας ξεχωριστά σε πέντε συνολικές δειγματοληψίες σε ολόκληρη τη χρονική διάρκεια του πειράματος.

Σκοπός της έρευνας ήταν το να παρατηρηθεί και να διερευνηθεί ποια διαδικασία-διαχείριση (διαλογή control ή διαλογή treatment) προσέφερε καλύτερα αποτελέσματα. Λόγω του μικρού μεγέθους των νεαρών ιχθυδίων και της αδυναμίας ατομικής σήμανσης είμαστε υποχρεωμένοι να στηριχθούμε σε πληροφορίες που μας παρέχουν οι μέσοι όροι χωρίς να είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε ατομική αύξηση μεγέθους και ατομική θνησιμότητα ώστε να περιγράψουμε με ακρίβεια την δομή της υπό εξέταση ομάδας (ή πληθυσμού) σε κάθε χρονική στιγμή (Παναγιωτάκη & Geffen 1994).

Μετά την καταμέτρηση και την ανάλυση των αποτελεσμάτων φάνηκε ότι όλοι οι οργανισμοί, ασχέτως εάν αυτοί ήταν τα μεγάλα ιχθύδια ή τα μικρά της διαλογής, είχαν αναπτυχθεί με γρήγορο ρυθμό παρουσιάζοντας τις καμπύλες αύξησης που εμφανίζονται στα Σχήματα του κεφαλαίου αποτελέσματα. Συνεπάγεται λοιπόν ότι η μεταβολή της ατομικής ανάπτυξης είναι ένα κοινό φαινόμενο που παρουσιάζεται στην εκτροφή των ιχθύων (Smith & Fruiman 2003).

Η διαφορά της ανάπτυξης των οργανισμών φαίνεται να επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως προαναφέρθηκε στην εισαγωγή κάποιιοι εκ των οποίων είναι το φυσιολογικό στρες, οι διαφορές στη δραστηριότητα αλλά και η δυσανάλογη κατανάλωση τροφής. Οι μηχανισμοί αυτοί βασίζονται στη γενική υπόθεση ότι το σχετικό μέγεθος είναι ο

σημαντικότερος καθοριστικός παράγοντας για την αποτροπή της επιθετικής συμπεριφοράς, καθώς και για την επίθεση στους αντιπάλους και την εξασφάλιση της πρόσβασης στα τρόφιμα (Dou et al. 2004).

Η διατροφή των ιχθυδίων έχει επίσης καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη του οργανισμού. Μια περιορισμένη διατροφή συνεπάγεται χαμηλά επίπεδα βιομάζας και αυξημένη ανομοιομορφία μεγέθους των ατόμων (Jobling 1995). Η διαφορά των μεγεθών των ατόμων φαίνεται ότι ενισχύει τις σχέσεις υπεροχής-υποτέλειας που αναπτύσσονται σε συνθήκες εκτροφής.

Πέρα από την διατροφή, η ηλικία ταξινόμησης-διαλογής έχει επίσης καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη της κάθε ομάδας (μεγάλοι, μικροί οργανισμοί). Είναι πιθανόν στην κάθε ομάδα η παραλλακτικότητα των μεγεθών να αυξάνει λόγω μεγαλύτερων ατόμων τα οποία αναπτύσσονται με ταχύτερους ρυθμούς - σε σύγκριση με τα υπόλοιπα άτομα ίδιας ηλικίας. Η ύπαρξη όμως ατόμων, που ανήκουν στις μεγάλες κλάσεις μεγέθους, και τα οποία απέτυχαν να συλλάβουν τροφή κάθε άλλο παρά μπορεί να στηρίξει την παραπάνω υπόθεση στιγμή (Panagiotaki 1992, Παναγιωτάκη και Geffen 1994).

Η ανομοιομορφία στην ανάπτυξη μεταξύ των ατόμων μπορεί να εκτιμηθεί εξετάζοντας το συντελεστή παραλλακτικότητας (CV%) της συχνότητας κατανομής του μεγέθους. Μια πιθανή αύξηση στη τιμή του συντελεστή παραλλακτικότητας σε συνάρτηση με το χρόνο αποδεικνύει ότι έχουν αναπτυχθεί συνθήκες εσωτερικού ανταγωνισμού των ατόμων. Στην περίπτωση που δεν παρατηρούνται θνησιμότητες, η αύξηση του CV είναι αποτέλεσμα των διαφορετικών ρυθμών αύξησης μεταξύ των οργανισμών. Έτσι και στο παρόν πείραμα παρατηρήθηκε η ανάπτυξη και η εξέλιξη της παραλλακτικότητας με τις τιμές του CV% που έδωσαν τα αποτελέσματα. Μέσω αυτών των τιμών φαίνεται αρχικά ότι χωρίζοντας τα ιχθύδια

με την διαδικασία της διαλογής σε μικρά και μεγάλα δίνεται η δυνατότητα σε όλους τους οργανισμούς να αναπτυχθούν με καλύτερους ρυθμούς χωρίς να έχουν σημαντικά προβλήματα ανταγωνισμού, προβλήματα επιθετικότητας αλλά και θνησιμότητας. Αντίστοιχες έρευνες δείχνουν τα ίδια αποτελέσματα και σε άλλους οργανισμούς.

Οι Jobling και Reinsnes (1987) σε πείραμα τους αναφέρουν ότι στον *Salvelinus alpinus*, παρατηρήθηκε αύξηση στη βιομάζα της ομάδας των μικρότερων ψαριών μετά τον διαχωρισμό τους από τα μεγαλύτερα και δυνατότερα ψάρια του είδους. Παρόμοια έρευνα των Brännäs et al. (2002) αναφέρει ότι στα μεγάλα ιχθύδια δεν υπήρχε επίδραση αύξηση τους. Η ταξινόμηση μεγέθους αποδείχθηκε ότι έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της αύξησης του νεαρού σολομού Ατλαντικού *Salmo salar* (Gunnes 1976), της τσιπούρας *Sparus auratus* (Popper et al. 1992) και της τιλάπιας του Νείλου *Oreochromis niloticus* (Brzeski and Doyle 1995). Αυτές οι τιμές CV προσφέρουν την δυνατότητα κατανόησης αυτής της αύξησης των οργανισμών δίνοντας πληροφορίες για την παραλλακτικότητα και την διαφοροποίηση των ιχθυδίων μεταξύ τους.

Τα αποτελέσματα του πειράματος δείχνουν ότι πάρα την αύξηση που παρουσιάστηκε σε όλες τις δεξαμενές είτε στις μικρές είτε στις μεγάλες ομάδες ιχθυδίων, οι οργανισμοί οι οποίοι περιέχονταν στις δεξαμενές TL και TS έδειξαν αποτελεσματικότερους ρυθμούς ανάπτυξης συγκριτικά με τους οργανισμούς οι οποίοι περιέχονταν στις δεξαμενές CL και CS αντίστοιχα. Παρατηρείται επίσης, μέσω των γραμμικών εξισώσεων αλλά και των διαγραμμάτων που εκφράζουν την παραλλακτικότητα, ότι η παραλλακτικότητα του Control ήταν κατά πολύ μεγαλύτερη από εκείνη του Treatment.

Σε πείραμα των Batzina et al. (2018) αναφέρεται επίσης ότι τα ψάρια που ταξινομήθηκαν ως μεγάλα παρουσίασαν μεγάλη παραλλακτικότητα σε σχέση με τα μικρότερα.

Βέβαια σε παρόμοια πειράματα για τη παραλλακτικότητα σε νεαρά άτομα ασημένιας πέρκας παρατηρήθηκε, ότι τα άτομα σε μικτές ομάδες αναπτύχθηκαν γρηγορότερα συγκριτικά με τις ομάδες οι οποίες είχαν τα μικρότερα αλλά και μεγαλύτερα άτομα. Αυτό ίσως οφείλεται στο ότι οι ιχθύες με το μεγαλύτερο μέγεθος παρουσίασαν μεγαλύτερη θνησιμότητα (Haqraz et al. 2000). Σε έρευνα των Jobling και Baardvik (1990) αναφέρεται ότι η εκτροφή του αρκτοσαλβελίνου σε ομάδες ταξινομημένες ως προς το μέγεθος, δεν είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της βιομάζας σε σχέση με εκείνη που αποκτήθηκε σε ομάδες μεικτού μεγέθους. Αντίθετα, τα ψάρια που εκτράφηκαν σε ομάδες με ταξινόμηση μεγέθους παρουσίασαν μικρότερη ανάπτυξη σε σύγκριση με ψάρια παρόμοιου αρχικού μεγέθους που έχουν εκτραφεί σε μικτές ομάδες.

Με αυτό τον τρόπο βγήκε το συμπέρασμα ότι τα υψηλά επίπεδα αλληλεπιδράσεων μεταξύ ψαριών παρόμοιου μεγέθους ίσως να αποτελούν αρνητικό παράγοντα στην ανάπτυξη των ιχθύων. Σε αντίστοιχη έρευνα των Wallat et al. (2011) στο πανεπιστήμιο του Οχάιο μελετήθηκαν άτομα του είδους *Perca flavescens* μεγέθους έως 11,3g τα οποία διαχωρίστηκαν σε τρεις ομάδες (μικρά, μεγάλα και μικτά) για να εξεταστεί η ανάπτυξη τους. Ωστόσο, όταν συγκρίθηκαν τα συγκεντρωτικά στοιχεία από τις δύο ομαδοποιημένες ομάδες με εκείνα από την αταξινομητη ομάδα, η παραγωγή και τα εμπορεύσιμα βάρη ήταν παρόμοια, γεγονός που δείχνει ότι η ταξινόμηση του μεγέθους στην κίτρινης πέρκα δεν βελτίωσε τη συνολική και εμπορεύσιμη παραγωγή. Ο λόγος για αυτό είναι ότι η ταξινόμηση μεγέθους της κίτρινης πέρκας δεν είχε ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της ανάπτυξης της. Για το *Oreochromis niloticus* οι Saoud et al. (2005) αναφέρουν ότι οι μεγάλοι οργανισμοί αναπτύχθηκαν. Ακόμα και οι Mgayaa και Mercer (1995) σε πείραμα στο γαστερόποδο *Haliothis tuberculata*, όπου διαχώρισαν τους οργανισμούς σε τρία μεγέθη αναφέρουν ότι δεν υπάρχει σημαντική επίδραση στην ανάπτυξη των οργανισμών σε σχέση με το μάρτυρα. Τα παραπάνω αποτελέσματα

φαίνεται να διαφωνούν με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας αλλά υπάρχουν διάφοροι λόγοι όπως οι ανταγωνιστικές ανάγκες κάθε ξεχωριστού οργανισμού, η ηλικία, η διαθεσιμότητα της τροφής, η σωματική μάζα αλλά και το στρες (όπου τα ιχθύδια λαβρακιού παρουσιάζουν μεγάλη ευαισθησία) μπορεί να μας δώσουν διαφορετικά αποτελέσματα. Βέβαια θα πρέπει να αναφερθεί ότι το πείραμα ακολούθησε το πρόγραμμα του ιχθυογεννητικού σταθμού και χρησιμοποιήθηκαν δεξαμενές οι οποίες περιείχαν άτομα μόνο του ίδιου μεγέθους και όχι μικτών μεγεθών.

Συμπερασματικά παρατηρήθηκε ότι η παραλλακτικότητα υπάρχει είτε οι οργανισμοί έχουν ταξινομηθεί σε μεγαλύτερους είτε σε μικρότερους. Παρόλα αυτά η διαφοροποίηση και ο ρυθμός αύξησης της σωματικής μάζας στους μικρότερους οργανισμούς είναι μικρότερη σε σχέση με αυτή των μεγαλύτερων καλύπτοντας έτσι τον σκοπό του πειράματος και ταυτόχρονα δίνοντας απάντηση στο ποια από τις 2 διαχειρίσεις (control ή treatment) δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα.

Περαιτέρω έρευνες με σκοπό την επίδραση της διαλογής των μεγεθών στα διάφορα είδη στα οποία πραγματοποιείται εντατική εκτροφή θα πρέπει να διεξαχθούν, έτσι ώστε να δημιουργηθούν ακριβή πρωτόκολλα τεχνικών διαλογής. Είναι απαραίτητη η περαιτέρω διερεύνηση διαχειριστικών εργαλείων ώστε να διευκολυνθεί η παραγωγή μεγάλης κλίμακας ως προς την αντιμετώπιση της εκδήλωσης του φαινομένου της εξέλιξης της παραλλακτικότητας μεγεθών γύρω από το μέσο όρο.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη Βιβλιογραφία

Beyer J.E., Laurence G.C. (1980). A stochastic model of larval fish growth. *Ecol. Model.*, 8: 109-132.

Blaxter J. (1969) Development: eggs and larvae. In: Hoar W., Randall D. (eds), *Fish Physiology*, vol III New York: Academic Press, p 177-252.

Blaxter J.H.S., Ehrlich (1974) Changes in behaviour during starvation of herring and plaice larvae. In: Blaxter, J. H. S. (Ed.) *The Early Life History of Fish*. Springer Verlag, Berlin. pp 575-588.

Bowers A.B. (1974) Marine fish culture in Britain. IX. Growth of cultured plaice to marketable size in the laboratory. *J. Cons. perm int. Explor. Mer*, 35: 149-157

Brännäs E., Linnér J., Eriksson L.O. (2002) Aggression and growth as an effect of size composition in groups of Arctic charr. *Journal of Fish Biology*, 60, 1331–1334.

Brett J.R. (1979) Environmental factors and growth. In: Hoar W. S., and Randall D. J., (Eds) *Fish Physiology*, vol VIII. Academic Press, New York. pp 599-675.

Brown M. (1946). The growth of brown trout (*Salmo trutta* L.).I. Factors affecting the growth of trout fry. *j. exp. Biol.*,22:118-129.

Brown M.E. (1957). Experimental studies on growth. In: Brown, M. E., (Ed.) *The Physiology of Fishes I* Academic Press. New York. pp 361-400.

Brzeski V.J, Doyle R.W. (1995) A test of an on-farm selection procedure for tilapia growth in Indonesia. *Aquaculture*, 137, Pages 219– 230.

Chambers R.C., Legget W.C., Brown, J.A. (1988). Variation in and among early life history traits of laboratory-reared winter flounder (*Pseudopleuronectes americanus*). *Mar. & Prog. Ser.*, 47: 1-15

Dou S., Mesuda R., Tanaka M., Tsukamoto K (2004) Size hierarchies affecting the social interactions and growth of juvenile Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, 233: 237-249

Fukuhara O. (1983) Development and growth of laboratory reared *Engraulis japonica* (Houttuyn) larvae. *J. Fish Biol*, 23: 641-652.

Gunnes K. (1976) Effect of size-grading young Atlantic salmon (*Salmo salar*) on subsequent growth. *Aquaculture*, 9, Pages 381– 386.

Harpaz S., Hula G., Karplus T. (2000) Effects of larger fish and size grading on growth and size variation in fingerling silver perch. *Aquaculture International* 8: 391–401

Houde E.D. (1974) Effects of temperature and delayed feeding on growth and survival of larvae of three species of subtropical marine fishes. *Mar. BioI.*, 26: 271-285.

Hunter J.R. (1981) Feeding ecology and predation of marine fish larvae. In: Lasker R., (Ed.) *Marine fish larvae*. Washington Sea Grant Program, Seattle. pp 33-37.

Jobling M. (1995) Simple indices for the assessment of the influences of social environment on growth performance, exemplified by studies on Arctic charr. *Aquaculture International*, 3, 60-65.

Jobling M., Reinsnes T.G. (1987) Effect of sorting on size- frequency distributions and growth of Arctic char *Salvenus alpinus*. *Aquaculture*, 60:27-31.

Koebele B. (1985) Growth and size ierarchy effect: an experimental assessment of three proposed mechanisms: activity differences, disproportional food acquisitio, physiological stress. *Environmental Biology of Fish*,12:181- 188.

Kramer D., Zweifel J. R. (1970) Growth of anchovy larvae (*Engraulis mordax* Girard) in the laboratory as influenced by temperature. *CalCOFI Rep.*, 14: 84-87.

May R.C. (1971) Effects of delayed initial feeding on larvae of the grunion *Leuresthes tenuis* (Ayres). *Fish. Bull. U.S.*, 69: 411-425.

Mgayaa Y., Mercer J. (1995) The effects of size grading and stocking density on growth performance of juvenile abalone, *Haliotis tuberculata* Linnaeus. *Aquaculture*, 136: 297-312.

Nakamura N., Kasahara S. (1955). A study on the Phenomenon of the Tobi-Koi or shoot carp. I. On the earliest stage at which the shoot carp appears. *Bull Jap. Soc. scient. Fish.*, 21: 73-76 (In Japanese with an English summary).

Panagiotaki P. (1992) The development of size variation in flatfish larvae. Ph.D. University of Liverpool. UK

Popper D.M., Golden O., Shezifi Y. (1992) Size distribution of juvenile gilthead sea bream (*Sparus aurata*): practical aspects. *Israeli Journal of Aquaculture Bamidgeh*, 44, Pages 147– 148.

Purdom C.E. (1974) Variation in fish. In: Harden Jones, F. R. (Ed.) *Sea Fisheries Research*. Elek Science, London. pp 347-355.

Purdom C.E., Jones A., Lincoln R.F. (1972) Cultivation trials with turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*, 1: 213-230.

Ricker W.E. (1958) Handbook of computations for biological statistics of fish populations. *Bull Fish. Res. Bd Can.*, no 119. pp 300.

Saoud I.P., Davis D.A., Roy L.A., Phelps R.P. (2005) Evaluating the benefits of size-sorting tilapia fry before stocking. *Journal of Applied Aquaculture*, 17, 73–85.

Schwedler T.E., Collier J.A., Davis S.A. (1990) Variability of harvest of channel catfish as related to stocking-size variability. *Prog.Fish Cult.*,52:185-188.

Smith M.E., Fuiman L.A. (2003) Causes of growth depensation in red drum, *Sciaenops ocellatus*, larvae. *Environ. Biol. Fishes* 66, 49–60.

Welty J. (1934) Experiments on groups behaviour of fishes., *Physiolo. Zool*:85-128.

Ελληνική Βιβλιογραφία:

Μπασιούλη Ι. (2014) Η Εκπαίδευση στις υδατοκαλλιέργειες στην Ευρώπη, την Αμερική και την Ασία: ιστορική αναδρομή, υφιστάμενη κατάσταση, προοπτικές. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας σελ. 7-8

Παναγιωτάκη Π., Geffen A.J. (1994) Η επίδραση της θερμοκρασίας και της έναρξης χορήγησης τροφής στην παραλλακτικότητα των μεγεθών σε νεαρά ιχθύδια *Pleuronectes platess*. *Animal science review*, 19, 87-102.

Σμπιρίλη Ε. (2012). Σύγχρονη τεχνογνωσία στην εκτροφή ιχθυδίων λαβρακιού σε ΙΧΣ. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

<http://www.alieia.minagric.gr/node/24>

www.fishbase.org

<https://www.iatronet.gr/diatrofi/trofima-rofimata/article/8649/i-threptiki-axia-twn-psariwn.html>

http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Dicentrarchus_labrax/en

[https://www.fgm.com.gr/uploads/file/FGM_18_GR\(2\).pdf?fbclid=IwAR2sCp4gJf_WchMNHdmsRZ79oaIGKdIQiPX8VJiEEfWTIDjsTURaaNe5jSk](https://www.fgm.com.gr/uploads/file/FGM_18_GR(2).pdf?fbclid=IwAR2sCp4gJf_WchMNHdmsRZ79oaIGKdIQiPX8VJiEEfWTIDjsTURaaNe5jSk)

Βιβλία:

Κλαουδάτος Σ., Κλαουδάτος Δ. (2012). Καλλιέργειες φυτικών και εκτροφές υδρόβιων ζωικών οργανισμών. Προπομπός Αθήνα pp 241-280

Νεοφύτου Χ. (2015). Βιολογία ιχθύων και θαλάσσιων θηλαστικών University studio press pp 225

6. ABSTRACT

Size variation is a phenomenon that affects all intensively farmed organisms. Using sorters of 2mm (control C) and 1.5mm (treatment T) on sea bass (*Dicentrarchus labrax*) individuals aged 47-54 days were separated in a large-scale real condition hatchery. Individuals were grouped according to their size into control small (CS), control large (CL), treatment small (TS) and treatment large (TL). During the experiment, weights of juveniles were measured. The purpose of the present study was to observe if the 1.5mm sorter management was more effective than 2mm sorter management in the development and variability of sea bass juveniles. The results of the CL sorting group showed that the variability of their individuals was greater than the variability of TL sorting group. The results of the CS sorting group showed that the variability of the individuals was greater than the variability of the TS sorting group without significant difference. In conclusion, it was observed that the variability evolution with the 1.5mm sorter was slower than the 2mm sorter variability, offering a smoother growth rate in juvenile sized sea bass.

Keywords: European sea bass, *Dicentrarchus labrax*, variability, sorting, growth rate, intensively farm, hatchery station

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ακολουθούν φωτογραφίες από το προσωπικό αρχείο των συγγραφέων κατά την διάρκεια του πειράματος.



Εικόνα 6: Ζυγός ακριβείας



Εικόνα 7. Δεξαμενή με ιχθύδια λαβρακιού



Εικόνα 8: Ιχθύδια λαβρακιού