ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

Διαχείριση και Τεχνολογία Ποιότητας

Διπλωματική Εργασία

«Εφαρμογή διαδικασιών και εργαλείων ποιότητας στην παραγωγή Λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*) υδατοκαλλιέργειας: Μελέτη περίπτωσης»

Ιωάννα Καρούμπαλη

Επιβλέπων καθηγητής: Δρ. Αχιλλέας Κοντογεώργος

Πάτρα, Σεπτέμβριος 2023

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία της φοιτήτριας Ιωάννας Καρούμπαλη που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης η συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.

«Εφαρμογή διαδικασιών και εργαλείων ποιότητας στην παραγωγή Λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*) υδατοκαλλιέργειας: Μελέτη περίπτωσης»

Ιωάννα Καρούμπαλη

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής:
Δρ. Κοντογεώργος Αχιλλέας
Αναπληρωτής καθηγητής Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος (ΔΙΠΑΕ)

Συν-Επιβλέπων Καθηγητής:
Δρ. Δεδούσης Βασίλειος
Καθηγητής Πανεπιστημίου Πειραιώς

Πάτρα, Σεπτέμβριος 2023

Ευχαριστίες

Μετά την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Α' Επιβλέπων καθηγητή μου Δρ. Αχιλλέα Κοντογεώργο, για την υπομονή του και την πολύτιμη βοήθειά, που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησής της.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Β' Επιβλέποντα καθηγητή μου, Δρ. Βασίλειο Δεδούση, για τις πολύ χρήσιμες παρατηρήσεις και διορθώσεις του.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω ένα τεράστιο ευχαριστώ στον σύντροφό μου Αντώνη, για την στήριξη που μου προσέφερε όλο αυτό το διάστημα. Η παρούσα διπλωματική είναι αφιερωμένη σε αυτόν.

Περίληψη

Η υδατοκαλλιέργεια είναι ένας σημαντικός κλάδος τόσο σε παγκόσμιο επίπεδο όσο και στην Ελλάδα. Ένα από τα ευρέως καλλιεργούμενα είδη στην μεσογειακή υδατοκαλλιέργεια είναι το Λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*) το οποίο έχει σημαντική οικονομική σημασία. Στην παραγωγή λαβρακιού πρωταρχικό θέμα έρευνας, αποτελούν οι δυσμορφίες καθώς έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην ευημερία και στην οικονομική του σημασία. Οι δυσμορφίες μπορεί να προκληθούν από μια πληθώρα παραγόντων, συμπεριλαμβανομένων των γενετικών, διατροφικών και περιβαλλοντικών παραγόντων. Αν και έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος τα τελευταία χρόνια ως προς τις διαδικασίες βελτίωσης της ποιότητας των ψαριών, ωστόσο το πρόβλημα των δυσμορφιών παραμένει. Μέσω της εφαρμογής των εργαλείων ποιότητας (ΔΕ, Ιστόγραμμα, Διάγραμμα Pareto, Διάγραμμα Διασκόρπισης) τα οποία αποτελούν σημαντικά εργαλεία για την βελτίωση της ποιότητας των τροφίμων, επεξεργάστηκαν δεδομένα τα οποία προήλθαν από την διαδικασία του ποιοτικού ελέγχου ενός ιχθυογεννητικού σταθμού. Εξετάστηκαν 6 παρτίδες λαβρακιού από τις οποίες προέκυψαν ο αριθμός των ελαττωματικών ψαριών της κάθε παρτίδας, η βιομάζα των δεξαμενών αντιστοιχούν στην κάθε παρτίδα και ο τύπος δυσμορφίας που παρουσιάστηκε σε κάθε παρτίδα. Σε κάθε παρτίδα ξεχωριστά εφαρμόστηκαν τα παραπάνω εργαλεία ποιότητας με τους κατάλληλους στατιστικούς ελέγχους. Στην παρτίδα 1 και 5 παρατηρήθηκε πως δεν μπορούν συσχετιστούν ο αρχικός πληθυσμός των ψαριών με τον αριθμό των ελαττωματικών ψαριών, ενώ τα ποσοστά των δυσμορφιών που εντοπίσθηκαν και στις δυο παρτίδες διαφέρουν σημαντικά. Οι παρτίδες 3 και 7 παρουσίασαν τον ίδιο τύπο δυσμορφίας ως το μεγαλύτερο ποσοστό που αντιστοιχεί στο Dorsal Fin Deformity όπως διαπιστώθηκε από το διάγραμμα Pareto. Επίσης, η αρνητική συσχέτιση του αρχικού πληθυσμού των ψαριών σε σχέση με τον ελαττωματικών αριθμό ψαριών στην παρτίδα 7 παραπέμπει στην ύπαρξη μικρών σε ανάπτυξη ψαριών που αλλοιώνουν την ποιότητα της παρτίδας και επιβεβαιώνουν τις μελέτες για σίτιση με τροφές με χαμηλή διατροφική αξία. Από την ανάλυση και των 6 παρτίδων παρατηρήθηκε ότι τα εργαλεία ποιότητας μπορούν να επιφέρουν σωστή ανάλυση, διαχείριση και μείωση κόστους σε μια υδατοκαλλιέργεια.

Λέξεις – Κλειδιά

Υδατοκαλλιέργεια, Λαβράκι, Διαδικασία Ποιοτικού Ελέγχου, Δυσμορφίες, Εργαλεία Ποιότητας, HACCP, Global G.A.P.

«Application of Quality Processes and Tools in Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Aquaculture Production: A Case Study»

Ioanna Karoumpali

Abstract

Aquaculture is an important sector both globally and in Greece. One of the widely cultivated species in Mediterranean aquaculture is *Dicentrarchus labrax*, which is of considerable economic importance. In the production of sea bass, a primary research issue is the deformities as they have a significant impact on the well-being and economic importance of sea bass. Malformations can be caused by a variety of factors, including genetic, dietary, and environmental factors. Although considerable progress has been made in recent years in the procedures to improve fish quality, the problem of malformations remains. Through the application of quality tools (QE, Histogram, Pareto Diagram, Scattering Diagram) which are important tools for improving the quality of food, they have processed data that came from the quality control process of a fish farm. Six batches of sea bass were examined which produced the number of defective fish in each batch, the biomass of the vats corresponds to each batch and the type of deformity present in each batch. The above quality tools were applied to each batch separately with appropriate statistical controls. In batches 1 and 5 it was observed that the initial fish population could not be associated with the number of defective fish, and the percentages of malformations found in both batches differ significantly. Batches 3 and 7 exhibited the same type of malformation as the highest percentage corresponding to the Dorsal Fin Deformity as found by diagram Pareto. Also, the negative correlation of the initial fish population with the defective fish number in batch 7 refers to the existence of small-growing fish that alter the quality of the batch and confirm studies for feeding on low-nutritional foods. Analysis of all 6 batches showed that quality tools can bring about proper analysis, management, and cost reduction in an aquaculture.

Keywords

Aquaculture, Seabass, Quality Control, Malformations, Quality Tools, HACCP, Global G.A.P.

Περιεχόμενα

Περίληψη v
Abstract viii
Περιεχόμενα ix
Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων xii
Κατάλογος Πινάκων xv
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια xvi
Εισαγωγή 1
Κεφάλαιο 1° Στοιχεία Υδατοκαλλιέργειας 3
1.1 Υδατοκαλλιέργεια από Χθες μέχρι Σήμερα 3
1.2 Υδατοκαλλιέργεια στην Ελλάδα 5
1.3 Σημασία του Λαβρακιού στην Ελληνική Υδατοκαλλιέργεια 8
1.3.1 Γενικά χαρακτηριστικά του Λαβρακιού 9
1.4 Παραγωγική Διαδικασία 10
1.4.1 Ιχθυογεννητικός Σταθμός 10
1.4.2 Πάχυνση 13
1.4.3 Συσκευασία-Επεξεργασία 13
1.5 Δυσμορφίες στο Λαβράκι 13
1.6 Σκοπός της Διπλωματικής Εργασίας 17
Κεφάλαιο 2° Εργαλεία Διασφάλισης Ποιότητας 18
2.1 Ιστόγραμμα (Histogram) 18
2.2 Διάγραμμα Ελέγχου (Control Chart) 19
2.3 Διαγραμμα Pareto (Pareto Analysis) 21
2.4 Διάγραμμα Διασκόρπισης (Scatter Diagram) 22
Κεφάλαιο 3° Συστήματα και Διαδικασίες βελτίωσης ποιότητας στην Υδατοκαλλιέργεια 23
3.1 Γενικά 23
3.2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση 23
3.3 HACCP 25
3.3.1 Τι είναι HACCP 25
3.3.2 Αρχές του HACCP 26
3.3.3 Εφαρμογή του HACCP στην Υδατοκαλλιέργεια 27
3.4 Global Gap 28
3.4.1 Τι είναι το πρότυπο Global Gap 28
3.4.2 Εφαρμογή του προτύπου Global Gap στην Υδατοκαλλιέργεια 29
Κεφάλαιο 4° Μεθοδολογία Ανάλυσης δυσμορφιών στο Λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*) 30
4.1 Διαδικασία Ποιοτικού Ελέγχου 30
4.1.1 Σκελετικές Δυσμορφίες 31
4.1.2 Κρανιακές Παραμορφώσεις 32
4.1.3 Απουσία Ραχιαίου Πτερυγίου 33
4.1.4 Αμφίπλευρη Διαμόρφωση του Ματιού 35
4.1.5 Παραμόρφωση Πυελικών Πτερυγίων 35
4.1.6 Απουσία ή Προβληματική Νηκτική Κύστη 36
4.1.7 Μικρά σε Ανάπτυξη Ιχθύδια 37

4.2 Μέθοδοι Στατιστικής Ανάλυσης....37
Κεφάλαιο 5° Στατιστική Επεξεργασία Δεδομένων....41
5.1 Γενικά....41
5.2 Στατιτική Ανάλυση Δεδομένων παρτίδων ψαριών και ποσοστών δυσμορφιώ....41
5.2.1 Έλεγχος Στατιστικά Σημαντικής Διαφοράς όλων των παρτίδων....41
5.3 Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων Ελατωμματικών ψαριών ολων των παρτίδων....44
5.3.1 Κατασκευή Διαγράμματος Ελέγχου P....44
5.3.2 Κατασκευή Διαγνωστικού Διαγράμματος Ελέγχου P....45
5.3.3 Κατασκευή Διαγριάμματος Ελέγχου Lanel P....46
5.4 Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων της παρτίδας 1 (Batch 1)....47
5.4.1 Κατασκευή Διαγράμματος Ελέγχου P....47
5.4.2 Έλεγχος Κανονικότητας δεδομένων....48
5.4.3 Έλεγχος Ανεξαρτησίας δεδομένων....50
5.4.4 Κατασκευή Διαγράμματος Ελέγχου I-MR....50
5.4.5 Κατασκευή Διαγράμματος Ελέγχου EWMA....52
5.4.6 Κατασκευή Ιστογράμματος....53
5.4.7 Κατασκευή Διαγράμματος Pareto....55
5.4.8 Κατασκευή Διαγράμματος Διασκόρπισης....56
5.5 Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων για την παρτίδα 3 (Batch 3)....57
5.5.1 Κατασκευή Διαγράμματος Ελέγχου Lanel P'....57
5.5.2 Έλεγχος Κανονικότητας δεδομένων....58
5.5.3 Έλεγχος Ανεξαρτησίας δεδομένων....60
5.5.4 Κατασκευή Διαγράμματος Ελέγχου I-MR....61
5.5.5 Κατασκευή Διαγράμματος Ελέγχου EWMA....63
5.5.6 Κατασκευή Ιστογράμματος....64
5.5.7 Κατασκευή Διαγράμματος Pareto....66
5.5.8 Κατασκευή Διαγράμματος Διασκόρπισης....67
5.6 Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων για την παρτίδα 5 (Batch 5)....69
5.6.1 Κατασκευή Διαγράμματος Ελέγχου Lanel P'....69
5.6.2 Έλεγχος Κανονικότητας δεδομένων....69
5.6.3 Έλεγχος Ανεξαρτησίας δεδομένων....71
5.6.4 Κατασκευή Διαγράμματος Ελέγχου I-MR....72
5.6.5 Κατασκευή Διαγράμματος Ελέγχου EWMA....74
5.6.6 Κατασκευή Ιστογράμματος....75
5.6.7 Κατασκευή Διαγράμματος Pareto....77
5.6.8 Κατασκευή Διαγράμματος Διασκόρπισης....78
5.7 Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων για την παρτίδα 7 (Batch 7)....79
5.7.1 Κατασκευή Διαγράμματος Ελέγχου Lanel P'....79
5.7.2 Έλεγχος Κανονικότητας δεδομένων....80
5.7.3 Έλεγχος Ανεξαρτησίας δεδομένων....83
5.7.4 Κατασκευή Διαγράμματος Ελέγχου I-MR....83
5.7.5 Κατασκευή Διαγράμματος Ελέγχου EWMA....85
5.7.6 Κατασκευή Ιστογράμματος....87
5.7.7 Κατασκευή Διαγράμματος Pareto....89
5.7.8 Κατασκευή Διαγράμματος Διασκόρπισης....90
Κεφάλαιο 6° Συμπεράσματα-Προτάσεις Βελτίωσης....92

6.1 Συμπεράσματα 92
6.2 Προτάσεις Βελτίωσης 95
Βιβλιογραφικές Αναφορές 96
Παράρτημα Α: «Πίνακες Δεδομένων Ποιοτικού Ελέγχου» 105

Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

Εικόνα 1.1: Παραγωγή Υδατοκαλλιέργειας ανά περιβάλλον εκτροφής 2020 4
Εικόνα 1.2: Παραγωγή Υδατοκαλλιέργειας ανά Ήπειρο το 2020 5
Εικόνα 1.3: Γράφημα παραγωγής Αλιευτικών προϊόντων στην Ελλάδα 6
Εικόνα 1.4: Γράφημα για τα κύρια είδη υδατοκαλλιέργειας στην Ελλάδα 7
Εικόνα 1.5: Μορφολογικά χαρακτηριστικά Λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*) 10
Εικόνα 1.6: Δυσμορφίες στο Λαβράκι, α. Στραβή Σπονδυλική στήλη, β. Κύφωση, γ. Απουσία κάτω γνάθους, δ. Στραβό στόμα 15
Εικόνα 1.7: Δυσμορφία στο ραχιαίο πτερύγιο του λαβρακιού. ε. Παραμορφώσεις στο αρχέγονο πρόσθιο ραχιαίο πτερύγιο, ζ. Μερική ανάπτυξη του πρόσθιου ραχιαίου πτερυγίου, η. Απουσία πρόσθιου ραχιαίου πτερυγίου 16
Εικόνα 4.1: Ακτινογραφική εξέταση των νεαρών σε 111 dph: (A) νεαρό ιχθύδιο με φυσιολογική εξωτερική μορφολογία και φυσιολογική σπονδυλική στήλη (N/n). (B,C) νεαρό ιχθύδιο με φυσιολογική εξωτερική μορφολογία και μικρές σπονδυλικές ανωμαλίες και ελαφριά λόρδωση (βέλη, N/I-L). (D) νεαρό ιχθύδιο με λόρδωση εξωτερική μορφολογία και σοβαρή λόρδωση (L/s-L). (E,F) αντιπροσωπευτικές περιπτώσεις ιχθυδίων ελαφριά ή σοβαρή σπονδυλική λόρδωση 32
Εικόνα 4.2: Περιπτώσεις με κρανιακές παραμορφώσεις (A) Στραβό στόμα ή σύνδρομο του «διασταυρούμενου στόματος» (βέλος), (B) Μικρή κάτω γνάθος, το οποίο συγχέεται με το σύνδρομο του «διασταυρούμενου στόματος» 32
Εικόνα 4.3: Περιπτώσεις Συνδρόμου της Σέλας που επηρεάζει το πρόσθιο ραχιαίο πτερύγιο σε δείγματα νεαρών ιχθυδίων. (α) Κανονικό, (β) Λείπουν σκληρές ακτίνες (βέλη), (γ) Λείπουν σκληρές ακτίνες (αστερίσκοι), (δ) Συγκλίνουσες σκληρές ακτίνες 34
Εικόνα 4.4: Περιπτώσεις Συνδρόμου της Σέλας που επηρεάζει το οπίσθιο ραχιαίο πτερύγιο σε δείγματα νεαρών ιχθυδίων. (α) Κανονικό, (β) Μείωση μεγέθους δύο ακτινών, (γ) Μείωση μεγέθους όλων των ακτινών, (δ) Κακή οστεοποίηση, μείωση μεγέθους και πλήρης έλλειψη, (ε) Μείωση μεγέθους ή πλήρης έλλειψη, (φ) Παντελής έλλειψη των ακτινών ..34
Εικόνα 4.5: Παραμορφώσεις στα πυελικά πτερύγια του εκτρεφόμενου λαβρακιού (α) Κανονικό, (β) Μείωση του μεγέθους και ασύμμετρη βασιτερυγία, (γ) Ασύμμετρη βασιτερυγία, (δ) Έλλειψη και λεπιδοτριχία 36
Εικόνα 4.6: Περιπτώσεις προβληματικής νηκτικής κύστης (α) Απουσία νηκτικής κύστης, (β) Προβληματική νηκτική κύστη σε συνδυασμό με λόρδωση 37

Σχήμα 2.1: Ιστόγραμμα 19
Σχήμα 2.2: Διάγραμμα Ελέγχου 20
Σχήμα 2.3: Διάγραμμα Pareto ανά κατηγορία 21
Σχήμα 2.4: Παραδείγματα Διαγραμμάτων Διασποράς 22
Σχήμα 5.1: Έλεγχος Ισότητας Μέσων τιμών για τα δεδομένα ποσοστών δυσμορφιών ανά παρτίδα 43
Σχήμα 5.2: Έλεγχος κανονικότητας, ανεξαρτησίας και ομοσκεδαστικότητας των ποσοστών δυσμορφίας 43
Σχήμα 5.3: Διάγραμμα Ελέγχου P για τα δεδομένα ελατωμματικών ψαριών ανά παρτίδα 44
Σχήμα 5.4: Διαγνωστικό Διάγραμμα Ελέγχου P για τα δεδομένα των ελατωμματικών ψαριών ανά παρτίδα 45

Σχήμα 5.5: Διάγραμμα Ελέγχου Lanel P' για τα δεδομένα ελατωμματικών ψάριών ανά παρτίδα 46
Σχήμα 5.6: Διάγραμμα Ελέγχου P για τα δεδομένα ελατωμματικών ψαριών Batch 1 47
Σχήμα 5.7: Κανονικό Διάγραμμα Πιθανότητας για τα δεδομένα της βιομάζας Batch 1 ...48
Σχήμα 5.8: Διάγραμμα Box-Cox για την εύρεση κατάλληλου μετασχηματισμού τωνδεδομένων βιομάζας.....49
Σχήμα 5.9: Κανονικό διάγραμμα πιθανότητας για τα μετασχηματισμένα δεδομένα 49
Σχήμα 5.10: Διάγραμμα ελέγχου I-MR για την αρχική βιομάζα του Batch 1 51
Σχήμα 5.11: Διάγραμμα ελέγχου I-MR για την μετασχηματισμένη βιομάζα του Batch 1 51
Σχήμα 5.12: Διάγραμμα EWMA για την αρχική βιομάζα των ψαριών της Batch 1 52
Σχήμα 5.13: Διάγραμμα EWMA για μετασχηματισμένη βιομάζα των ψαριών της Batch 1 53
Σχήμα 5.14: Ιστόγραμμα για την αρχική βιομάζα ψαριών 54
Σχήμα 5.15: Ιστόγραμμα για την μετασχηματισμένη Βιομάζα 54
Σχήμα 5.16: Διάγραμμα Pareto για τα δεδομένα της συχνότητας εμφάνισης δυσμορφιών 55
Σχήμα 5.17: Διάγραμμα Pareto για τα δεδομένα της συχνότητας εμφάνισης δυσμορφιών 56
Σχήμα 5.18: Διάγραμμα Ελέγχου P για τα δεδομένα ελατωμματικών ψαριών Batch 3.....57
Σχήμα 5.19: Κανονικό Διάγραμμα Πιθανότητας για τα δεδομένα της βιομάζας Batch 3..59
Σχήμα 5.20: Διάγραμμα Box-Cox για την εύρεση κατάλληλου μετασχηματισμού των δεδομένων βιομάζας 59
Σχήμα 5.21: Κανονικό διάγραμμα πιθανότητας για τα μετασχηματισμένα δεδομέναBatch3 60
Σχήμα 5.22: Διάγραμμα ελέγχου I-MR για αρχική βιομάζα Batch 3 61
Σχήμα 5.23: Διάγραμμα ελέγχου I-MR για μετασχηματισμένη βιομάζα Batch 3 62
Σχήμα 5.24: Διάγραμμα ελέγχου EWMA για αρχική βιομάζα Batch 3 63
Σχήμα 5.25: Διάγραμμα ελέγχου EWMA για μετασχηματισμένη βιομάζα Batch 3 64
Σχήμα 5.26: Ιστόγραμμα για την αρχική Βιομάζα 65
Σχήμα 5.27: Ιστόγραμμα για την μετασχηματισμένη Βιομάζα 65
Σχήμα 5.28: Διάγραμμα Pareto για τα δεδομένα της συχνότητας εμφάνισης δυσμορφιών. 67
Σχήμα 5.29: Διάγραμμα Διασκόρπισης για τα δεδομένα ελαττωματικών ψαριών και αρχικού τους πληθυσμού 68
Σχήμα 5.30: Διάγραμμα Ελέγχου P για τα δεδομένα ελαττωματικών ψαριών Batch 5 69
Σχήμα 5.31: Κανονικό Διάγραμμα Πιθανότητας για τα δεδομένα της βιομάζας Batch 5 70

Σχήμα 5.32: Διάγραμμα Box-Cox για την εύρεση κατάλληλου μετασχηματισμού των δεδομένων βιομάζας....70
Σχήμα 5.33: Κανονικό διάγραμμα πιθανότητας για τα μετασχηματισμένα δεδομένα Batch5 71
Σχήμα 5.34: Διάγραμμα ελέγχου I-MR για αρχική βιομάζα Batch 5 73
Σχήμα 5.35: Διάγραμμα ελέγχου I-MR για μετασχηματισμένη βιομάζα Batch 5....73
Σχήμα 5.36: Διάγραμμα ελέγχου EWMA για αρχική βιομάζα Batch 5 74
Σχήμα 5.37: Διάγραμμα ελέγχου EWMA για μετασχηματισμένη βιομάζα Batch 5 75
Σχήμα 5.38: Ιστόγραμμα για την αρχική Βιομάζα Batch 5 76
Σχήμα 5.39: Ιστόγραμμα για την μετασχηματισμένη Βιομάζα Batch 5 76
Σχήμα 5.40: Διάγραμμα Pareto για τα δεδομένα της συχνότητας εμφάνισης δυσμορφιών 77
Σχήμα 5.41: Διάγραμμα Διασκόρπισης για τα δεδομένα ελαττωματικών ψαριών και αρχικού τους πληθυσμού 78
Σχήμα 5.42: Διάγραμμα Ελέγχου P για τα δεδομένα ελαττωματικών ψαριών Batch 7 79
Σχήμα 5.43: Κανονικό Διάγραμμα Πιθανότητας για τα δεδομένα της βιομάζας Batch 7 81
Σχήμα 5.44: Διάγραμμα Box-Cox για την εύρεση κατάλληλου μετασχηματισμού των δεδομένων βιομάζας 81
Σχήμα 5.45: Διάγραμμα Johnson για τα μετασχηματισμένα δεδομένα της βιομάζας 82
Σχήμα 5.46: Κανονικό Διάγραμμα Πιθανότητας για τα μετασχηματισμένα δεδομένα της βιομάζας 82
Σχήμα 5.47: Διάγραμμα ελέγχου I-MR για αρχική βιομάζα Batch 7 84
Σχήμα 5.48: Διάγραμμα ελέγχου I-MR για μετασχηματισμένη βιομάζα Batch 7 85
Σχήμα 5.49: Διάγραμμα ελέγχου EWMA για αρχική βιομάζα Batch 7 86
Σχήμα 5.50: Διάγραμμα ελέγχου EWMA για μετασχηματισμένη βιομάζα Batch 7 87
Σχήμα 5.51: Ιστόγραμμα για την αρχική Βιομάζα Batch 7 88
Σχήμα 5.52: Ιστόγραμμα για την μετασχηματισμένη Βιομάζα Batch 7 88
Σχήμα 5.53: Διάγραμμα Pareto για τα δεδομένα της συχνότητας εμφάνισης δυσμορφιών 90
Σχήμα 5.54: Διάγραμμα Διασκόρπισης για τα δεδομένα ελαττωματικών ψαριών και αρχικού τους πληθυσμού 90

Κατάλογος Πινάκων

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.1: Συστηματική κατάταξη Λαβρακιού 9
Πίνακας 3.1: Κρίσιμα Σημεία Ελέγχου (CCP) σε Ιχθυογεννητικό σταθμό και σε Μονάδα Πάχυνσης 27
Πίνακας 5.1: Έλεγχος ισότητας Μέσων τιμών για τα δεδομένα Ποσοστών δυσμορφιών ανά παρτίδα 42
Πίνακας 5.2: Συχνότητα εμφάνισης δυσμορφιών στην Batch 1 55
Πίνακας 5.3: Συχνότητα εμφάνισης δυσμορφιών στην Batch 3 66
Πίνακας 5.4: Συχνότητα εμφάνισης δυσμορφιών στην Batch 5 77
Πίνακας 5.5: Συχνότητα εμφάνισης δυσμορφιών στην Batch 7 89

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

ΔΕ	Διάγραμμα Ελέγχου
FAO	Food and Agriculture Organization of the Unite Nations
ΑΕΠ	Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν
HUFA	Βασικά Ακόρεστα Λιπαρά
GAP	Good Agricultural Practice
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points
CCP	Critical Control Point
I-MR	Moving Range
EWMA	Exponentially Weighted Moving Average
SBS	Saddleback Syndrome

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μελέτη των δυσμορφιών στα εκτρεφόμενα ψάρια είναι ένα ερευνητικό θέμα πρωταρχικής σημασίας για τον τομέα της Υδατοκαλλιέργειας. Έχει λάβει την προσοχή τα τελευταία 20 χρόνια και έχει σημειωθεί πρόοδος προς τους αιτιολογικούς παράγοντες και τις βελτιωμένες διαδικασίες εκτροφής. Ωστόσο, το πρόβλημα παραμένει σημαντικό για τον κλάδο καθώς μειώνει την εμπορική αξία του σχεδόν σε όλα τα είδη υδατοκαλλιέργειας (Komen et al., 2002).

Οι παραμορφώσεις αποδίδονται σε μια ποικιλία αιτιολογικών παραγόντων που δρουν κυρίως στα πρώιμα στάδια της ζωής των ψαριών (Koumoundouros et al., 1997a, Koumoundouros et al., 1997b, Koumoundouros et al., 2001a, Koumoundouros et al., 2002, Sfakianakis et al., 2004, Sfakianakis et al., 2006b, Villeneuve et al., 2005a, Villeneuve et al., 2005b, Villeneuve et al., 2006). Παραμορφώσεις στο λαβράκι συμπεριλαμβανομένων της μείωσης του βραγχιακού καλύμματος, προαιμική λόρδωση και κύφωση, παραμορφώσεις στην νηκτική κύστη εμφανίζονται στα αρχικά στάδια της ανάπτυξης των ψαριών (Koumoundouros, 2010) και επηρεάζουν τον ρυθμό ανάπτυξής τους, την επιβίωση, συμπεριφορά και τέλος το κόστος παραγωγής και την αποτελεσματικότητά του στα εκκολαπτήρια (Sfakianakis et al., 2006). Στα εκκολαπτήρια, η ανίχνευση των πρώιμων εκδηλώσεων δυσμορφιών είναι ζωτικής σημασίας, καθώς αυτά μπορεί να είναι προειδοποιήσεις πιο έντονων παραμορφώσεων σε μεταγενέστερα στάδια. Ωστόσο, τα πρώιμα στάδια παρουσιάζουν γενικά λίγα χαρακτηριστικά ώστε να είναι ευδιάκριτες οι περισσότεροι τύποι δυσμορφιών. Η αναγνώριση των δυσμορφιών έχει γίνει κυρίως μέσω των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών, της ακτινογραφίας όπου κατηγοριοποιούνται οι παραμορφώσεις με βάση την ελαφριά ή την βαριά παραμόρφωση (Rohlf & Marcus, 1993).

Αναφορικά με την επίδραση της πρώτης σίτισης στην ανάπτυξη των ψαριών, πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι τα θρεπτικά συστατικά, όπως τα φωσφολιπίδια, οι βιταμίνες και οι πρωτεΐνες, έχουν κρίσιμο ρόλο στην προαγωγή της φυσιολογικής ανάπτυξης και στην πρόληψη τυχόν δυσμορφιών, εφόσον παρέχονται σε κατάλληλη ποσότητα και αναλογία (Cahu et al., 2003). Ειδικότερα, η βιταμίνη Α έχει αποδειχθεί ότι συμμετέχει στη

διαφοροποίηση, ανάπτυξη και λειτουργία των κυττάρων και ιστών κατά την εμβρυϊκή ανάπτυξη (Clagett-Dame and DeLuca, 2002).

Η βελτίωση των δυσμορφιών είναι ένας κρίσιμος παράγοντας για την παραγωγή του λαβρακιού. Η εφαρμογή των εργαλείων ποιότητας αποτελεί ένα κρίσιμο παράγοντα για την αναγνώριση, την παρακολούθηση των δυσμορφιών των ψαριών. Με την χρήση των εργαλείων ποιότητας, είναι δυνατόν να παρακολουθηθούν, να αναγνωριστούν και να αναλυθούν οι δυσμορφίες με σκοπό την εφαρμογή κατάλληλων μέτρων πρόληψης και διορθωτικών ενεργειών. Θα εξετάσουμε τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση των ελαττωματικών ψαριών και των διαδικασιών που ακολουθούνται για την αποκατάσταση και πρόληψη των δυσμορφιών στο λαβράκι.

Κεφάλαιο 1°: Στοιχεία Υδατοκαλλιέργειας

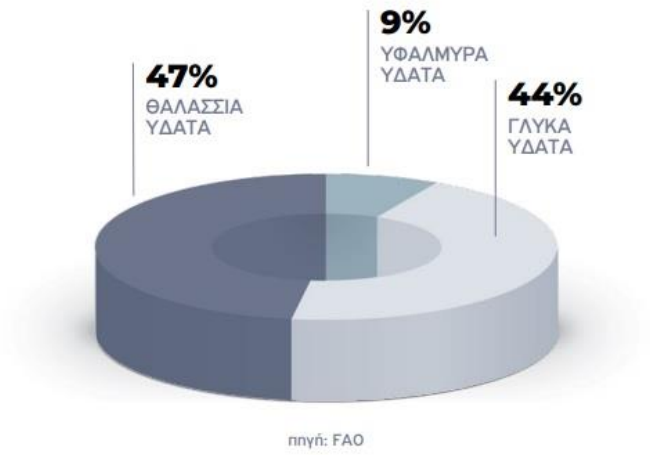
1.1 Υδατοκαλλιέργεια από Χθες μέχρι Σήμερα

Η υδατοκαλλιέργεια, η εκτροφή των υδρόβιων οργανισμών, υπάρχει με κάποια μορφή εδώ και 4000 χρόνια (Rabanal, 1988 ,Philipps, 2021). Κατά την διάρκεια αυτών των 4000 ετών ύπαρξής της, η υδατοκαλλιέργεια παρουσίασε διακυμάνσεις ως προς τις μεθοδολογίες, τα είδη που εκτρέφονται, τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τα οικονομικά στοιχεία. Οι παρούσες συνθήκες στην υδατοκαλλιέργεια βασίζονται στην τεχνολογία περισσότερο από ποτέ. Το μέλλον της υδατοκαλλιέργειας είναι λαμπρό λόγω της τάσης εξάντλησης των αλιευτικών αποθεμάτων των ωκεανών. Με την κατανόηση του παρελθόντος και την εκπαίδευση στο παρόν, το μέλλον της υδατοκαλλιέργειας μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της υπερβολικής χρήσης των θαλάσσιων πόρων και στη μείωση ως προς της έλλειψης τροφίμων για τους πληθυσμούς που πλήττονται από την φτώχεια. Η εντατικοποίηση της υδατοκαλλιέργειας συνέβη μετά την Γαλάζια Επανάσταση της δεκαετίας του 1950, όταν η ζήτηση για τα προϊόντα ψαριών αυξήθηκε. Αυτή η αύξηση της ζήτησης προέκυψε λόγω της κατανόησης των οφελών για την υγεία, συμπεριλαμβανομένων των ωμέγα 3 λιπαρών οξέων. Πιστεύεται ότι η υδατοκαλλιέργεια ξεκίνησε από την Κίνα λόγω της καθιστικής ζωής του πληθυσμού(Rabanal, 1988, Philipps, 2012) . Ένας άλλος πιθανός λόγος για την έναρξης μιας παραδοσιακής πρακτικής υδατοκαλλιέργειας στην Κίνα αποδίδεται στον πυκνό πληθυσμό όπου σε συγκεκριμένες περιοχές προκάλεσε μείωση των πληθυσμών των άγριων ψαριών, προκαλώντας την ανάγκη για άλλους τρόπους απόκτησης ψαριών και θαλασσινών (Edwards, 1999, Philipps, 2021). Το πρώτο εγχειρίδιο για την υδατοκαλλιέργεια γράφτηκε από τον Fan Lai γύρω στο 475 π.χ., όπου στην πραγματικότητα δεν ήταν εγχειρίδιο, αλλά η πρώτη καταγεγραμμένη περίπτωση υδατοκαλλιέργειας. Περιλάμβανε περιγραφές λιμνών, μεθόδους πολλαπλασιασμού καθώς και την ανάπτυξη του γόνου των ψαριών (Philipps, 2021).

Η εξέλιξη στην υδατοκαλλιέργεια θεωρείται ότι ξεκίνησε την δεκαετία του 1980, με την παραγωγή λαβρακιού και τσιπούρας φέροντας σημαντικές βελτιώσεις στον κύκλο ζωής των ειδών αυτών. Δια μέσου της τεχνολογίας ο κλάδος της υδατοκαλλιέργειας επένδυσε στην καλλιέργεια ανοιχτής θάλασσας σε κλωβούς ώστε να καλυφθούν οι συνεχείς αυξανόμενες

ανάγκες τόσο σε θαλασσινά όσο και σε ψάρια με σημαντικά χαμηλό οικολογικό αποτύπωμα και χωρίς αν επηρεάζονται οι τομείς της ναυτιλίας και του τουρισμού.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του FAO για το έτος 2020, περίπου το ένα δεύτερο της παγκόσμιας παραγωγής, το οποίο υπάγεται στο 47% των ειδών καλλιεργήθηκαν σε θαλάσσια ύδατα, το 44% υπάγεται σε είδη που καλλιεργήθηκαν σε γλυκά νερά ενώ το υπόλοιπο 9% της παγκόσμιας παραγωγής καλλιεργήθηκε σε υφάλμυρα ύδατα. Τα ποσοστά αυτά αποτυπώνονται στην παρακάτω εικόνα 1.1 (FAO, 2020):



Εικόνα 1.1: Παραγωγή Υδατοκαλλιέργειας ανά περιβάλλον εκτροφής 2020 (FAO, 2020)

Οι διακυμάνσεις της παραγωγής ανά ήπειρο για το έτος 2020, παρουσιάζουν άνιση κατανομή καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό της παγκόσμιας παραγωγής υδρόβιων προϊόντων καλλιεργείται σε χώρες της Ασίας. Πιο συγκεκριμένα, όπως προαναφέρθηκε η Ασία θεωρείται ο μεγαλύτερος παραγωγός προϊόντων υδατοκαλλιέργειας καθώς καταλαμβάνει το 91,6% το οποίο αντιστοιχεί σε 112,3 εκατ. τόνους του όγκου της παγκόσμιας παραγωγής και την αξίας της να ανέρχεται στο 85,6%, ποσοστό το οποίο αντιστοιχεί σε 192,8 δις ευρώ. Ως δεύτερος μεγαλύτερος παραγωγός παρουσιάζεται η Αμερική με το αντιπροσωπευτικό ποσοστό 3,6% που αντιστοιχεί σε 4,4 εκατ. τόνους της παγκόσμιας παραγωγής και την αξίας της να ανέρχεται στο 6,3%, ποσοστό το οποίο αντιστοιχεί σε 14,28 δις ευρώ.

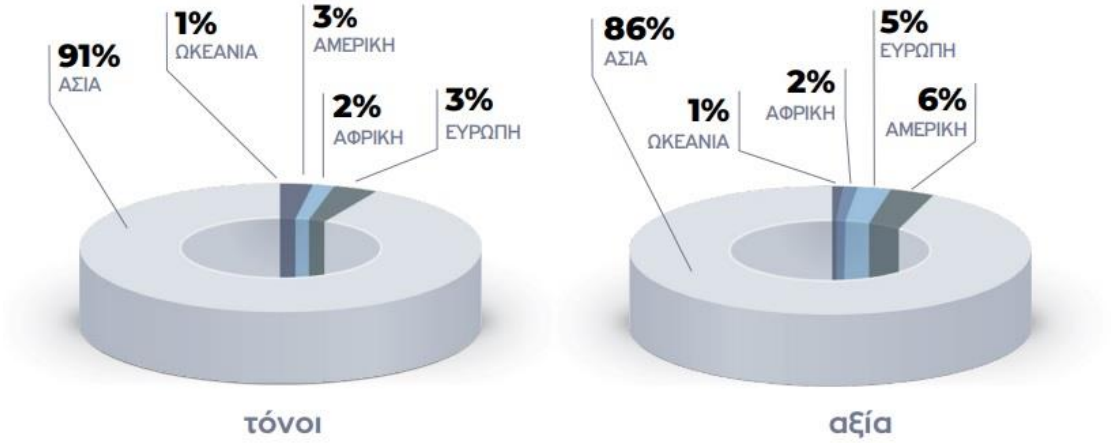
Αν και η Ευρώπη θα μπορούσε να καταλαμβάνει υψηλότερη θέση στην κατάταξη, παρόλα αυτά κατέχει την τρίτη θέση στην παγκόσμια παραγωγή προϊόντων υδατοκαλλιέργειας με

ποσοστό 2,7% το οποίο αντιστοιχεί σε 3,28 εκατ. τόνους και την αξία της να ανέρχεται στο 5,4% δηλαδή, σε 12,16 δις ευρώ.

Παρόλο που η Αφρική θεωρείται από τους πιο παλιούς και ενεργούς παραγωγούς προϊόντων υδατοκαλλιέργειας κατέχει το 1,9%, ποσοστό το οποίο αντιστοιχεί σε 2,35 εκατ. τόνους παγκόσμιας παραγωγής και την αξία της να αντιστοιχεί σε 4,2 δις ευρώ.

Τέλος, ως μικρότερος παραγωγός προϊόντων υδατοκαλλιέργειας παρουσιάζεται η Ωκεανία με ποσοστό 0,7%, ποσοστό το οποίο αντιστοιχεί σε 0,39 εκατ. τόνους παγκόσμιας παραγωγής και την αξία της να ανέρχεται σε 1,6 δις ευρώ (ΕΛΟΠΥ, 2022).

Τα παραπάνω ποσοστά αποτυπώνονται στην παρακάτω εικόνα 1.2 (FAO, 2020):



Εικόνα 1.2: Παραγωγή Υδατοκαλλιέργειας ανά Ήπειρο το 2020 (FAO, 2020)

1.2 Υδατοκαλλιέργεια στην Ελλάδα

Οι άριστες καιρικές και τοπογραφικές συνθήκες κατά μήκος των ακτών της Ελλάδας παρέχουν ευνοϊκές περιβαλλοντικές συνθήκες για την ανάπτυξη της θαλάσσιας υδατοκαλλιέργειας. Αυτές οι συνθήκες συνοδευόμενες από το θετικό ρόλο του ιδιωτικού τομέα, ήταν οι κύριοι παράγοντες που ευθύνονται για την ταχεία ανάπτυξη της ελεγχόμενης παραγωγής των υδρόβιων οργανισμών (Papoutsoglou, 1995a,b, Ioakimidis, 1994, Stefanis, 1996). Σύμφωνα με τα στοιχεία του FAO (2020), την δεκαετία του 1980, η υδατοκαλλιέργεια στην Ελλάδα καταλάμβανε έως και 2% της παραγωγής των αλιευτικών

προϊόντων ενώ η αλιεία παρείχε στον καταναλωτή το υπόλοιπο 98% των αλιευτικών προϊόντων. Η αναλογία των ποσοστών αυτών κατά την διάρκεια των χρόνων μεταβαλλόταν, όπου σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία που παρουσιάζονται μέσω του FAO (2020), η υδατοκαλλιέργεια πλέον υπερβαίνει την αλιεία με ποσοστά τα οποία παρουσιάζονται στην εικόνα 1.3 (FAO, 2020).

Εικόνα 1.3: Γράφημα παραγωγής Αλιευτικών προϊόντων στην Ελλάδα

Το 2021 ο κλάδος σημείωσε πωλήσεις, ρεκόρ, καθώς η σταδιακή άρση των περιοριστικών μέτρων υγείας και η αποκατάσταση της λειτουργίας της αγοράς, κυρίως στους κλάδους της εστίασης και του τουρισμού, οδήγησαν σε αυξημένη ζήτηση ειδικά για κατανάλωση εκτός σπιτιού. Οι πωλήσεις ελληνικών ψαριών υδατοκαλλιέργειας έφτασαν τους 131.250 τόνους, αξίας 636 εκατ. ευρώ, που αντιπροσωπεύει αύξηση 7% σε όγκο και άνοδο σχεδόν 10% σε αξία σε σύγκριση με το προηγούμενο έτος. Η τσιπούρα και το λαβράκι αντιπροσώπευαν το 96% της παραγωγής του κλάδου (125.550 τόνοι), με άλλα είδη να αποτελούν το υπόλοιπο 4% (5.700 τόνοι) (ΕΛΟΠΥ, 2022).

Ταυτόχρονα, ο εξωστρεφής προσανατολισμός του κλάδου ενισχύθηκε περαιτέρω καθώς οι εξαγωγές αυξήθηκαν κατά 9% σε όγκο και αξία, φθάνοντας τους 100.361 τόνους και τα 499 εκατ. ευρώ αντίστοιχα. Από τη συνολική παραγωγή, το 80% κατευθύνθηκε στην ΕΕ και τρίτες χώρες, ενώ το υπόλοιπο 20% διανεμήθηκε στην εγχώρια αγορά. Η Ιταλία, η Ισπανία και η Γαλλία εξακολουθούν να είναι οι κύριες αγορές για την ελληνική ιχθυοκαλλιέργεια, με αυτές τις τρεις να απορροφούν το 58% της παραγωγής υδατοκαλλιέργειας της χώρας.

Παρά τον ισχυρό ανταγωνισμό από τρίτες χώρες και τη συνεχιζόμενη αύξηση της παραγωγής της Τουρκίας, οι μέσες τιμές για τα δύο πιο σημαντικά εμπορικά είδη παρουσίασαν βελτίωση (+1,5% τσιπούρα, +6% λαβράκι), δημιουργώντας θετικά αποτελέσματα για την πλειοψηφία των επιχειρήσεων του κλάδου .

Εκτός από τις δράσεις που στοχεύουν στην αύξηση της παραγωγής και την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας, οι επενδύσεις για την προώθηση βιώσιμων πρακτικών υδατοκαλλιέργειας και την ενίσχυση της βιωσιμότητας του κλάδου παρέμειναν στο επίκεντρο των δραστηριοτήτων του κλάδου, με έμφαση στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος και στην προστασία των θαλάσσιων οικοσυστημάτων.

Στην εικόνα 1.4 παρουσιάζονται τα ποσοστά των εκτρεφόμενων ειδών (ΕΛΟΠΥ, 2022).

Εικόνα 1.4: Γράφημα για τα κύρια είδη υδατοκαλλιέργειας στην Ελλάδα (ΕΛΟΠΥ, 2022)

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το 2021 είδε επίσης μια σειρά αρνητικών επιπτώσεων που προκλήθηκαν από την πανδημία και επιδεινώθηκαν από την εισβολή της Ρωσίας στην Ουκρανία. Οι πληθωριστικές πιέσεις και οι αυξήσεις των τιμών όλων των εισροών στην παραγωγική διαδικασία, κυρίως των πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται στις ιχθυοτροφές, καθώς και της ενέργειας, του υγρού οξυγόνου, των υλικών συσκευασίας και των μεταφορών, οδήγησαν σε αύξηση του κόστους παραγωγής κατά 25% (ΕΛΟΠΥ, 2022).

1.3 Σημασία του Λαβρακιού στην Ελληνική Υδατοκαλλιέργεια

Το ευρωπαϊκό λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*) είναι ένα από τα πιο δημοφιλή μεσογειακά ψάρια. Με 131.250 τόνους ψαριών από την παραγωγή υδατοκαλλιέργειας για το έτος 2021, η Ελλάδα παρουσιάζει αύξηση της τάξης των 7% σε σχέση με το προηγούμενο παραγωγικό έτος. Τα κύρια είδη που καταλαμβάνουν το 96% της παραγωγής είναι η τσιπούρα και το λαβράκι, ενώ το υπόλοιπο 4% καταλαμβάνουν άλλα είδη όπως είναι ο κρανιός και το φαγκρί (ΕΛΟΠΥ, 2022).

Πιο συγκεκριμένα, το λαβράκι ανήλθε στους 52.500 τόνους, σε σχέση με το έτος 2020 παρατηρείται μια αύξηση του 1%. Αξίζει να σημειωθεί πως το έτος 2021 η παραγωγή αυτού του είδους επανήλθε στα επίπεδα προ του 2010. Οι τιμές ήταν βελτιωμένες αλλά υπήρξαν πολλές διακυμάνσεις καθώς υπήρχε έλλειμα στην αγορά. Η μέση τιμή πώλησης σε σχέση με το προηγούμενο έτος ανήλθε στα 5,27€/κιλό, παρουσιάζοντας αύξηση σχεδόν 6%. Σύμφωνα με τα ως τώρα διαθέσιμα στοιχεία πωλήσεων, η τάση αυτή αναμένεται να διατηρηθεί στα επόμενα χρόνια (ΕΛΟΠΥ, 2022).

Όσο αφορά το λαβράκι χρίζει σημαντικής οικονομικής σημασίας για την ελληνική υδατοκαλλιέργεια καθώς η παραγωγή του λαβρακιού προσέγγισε τους 52.500 τόνους, όπου εν συγκρίσει με το έτος 2020 φαίνεται πως αυξήθηκε κατά 1%. Θα πρέπει να τονισθεί ότι για το έτος 2021, η παραγωγή του λαβρακιού προσέγγισε τα επίπεδα που καταγράφηκαν προ κρίσης. Επίσης, μια σειρά αρνητικών επιπτώσεων που προκλήθηκαν από την πανδημία και επιδεινώθηκαν από την εισβολή της Ρωσίας στην Ουκρανία, προκάλεσε αύξηση της τιμής των πωλήσεων εν συγκρίσει με προηγούμενα έτη, προβάλλοντας μια αύξηση κατά 6%. Από τα πιο πρόσφατα στοιχεία που προκύπτουν από τις πωλήσεις, η αύξηση αυτή θεωρείται πως θα παραμείνει στα επίπεδα αυτά (ΕΛΟΠΥ, 2022).

Μια ανερχόμενη μορφή υδατοκαλλιέργειας, είναι η βιολογική η οποία έχει κατακτήσει το 60% της παραγωγής από το 2015. Αξίζει να σημειωθεί πως η μορφή της υδατοκαλλιέργειας αυτής αφοράς κυρίως την παραγωγή οστρακόδερμων (μύδια), η οποία ανέρχεται στους 42.000 τόνους, λόγω της αυξανόμενης ζήτησης, μια τάση η οποία δεν παρατηρείται ακόμα στα ψάρια. Η ζήτηση των προϊόντων βιολογικής υδατοκαλλιέργειας στην Ελλάδα παρουσιάζει χαμηλό ποσοστό με την παραγωγή να ανέρχεται στους 800 τόνους, εκ των οποίων οι 400 τόνοι είναι λαβράκι. Το βιολογικό λαβράκι καταλαμβάνει το 0,3% της συνολικής παραγωγής ενώ η τιμή του είναι 60% πιο υψηλή από ότι το λαβράκι μιας συμβατής υδατοκαλλιέργειας, το οποίο θεωρείται η κύρια αιτία για την χαμηλή του ζήτηση.

Όσο αφορά την παραγωγή γόνου, το έτος 2021 παρήχθησαν 151 εκατ. ιχθύδια λαβρακιού, εκ των οποίων το 97% πωλήθηκε σε υδατοκαλλιέργειες ανοιχτής θάλασσας στην Ελλάδα και μόλις το 3% εξήχθη σε χώρες τόσο της ΕΕ όσο και σε τρίτες χώρες (ΕΛΟΠΥ, 2022).

1.3.1 Γενικά χαρακτηριστικά του Λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*)

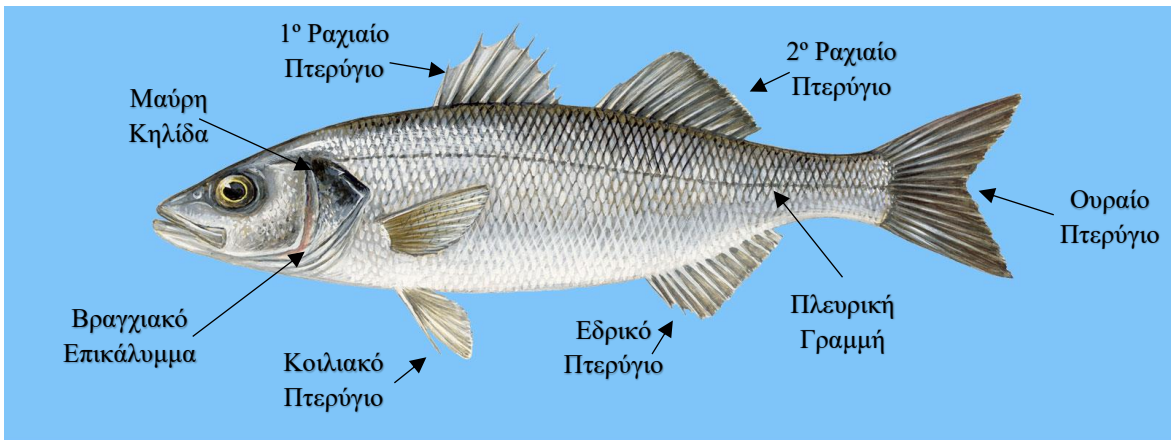
Το ευρωπαϊκό λαβράκι περιεγράφηκε για πρώτη φορά το 1758 από τον Σουηδό ζωολόγο Carl Linnaeus στο έργο του Systema Naturae. Το ονόμασε Perca labrax. Τον ενάμιση αιώνα που ακολούθησε, ταξινομήθηκε σε μια ποικιλία νέων συνωνύμων, με το *Dicentrarchus labrax* να κερδίζει ως το αποδεκτό όνομα το 1987 όπως θα παρατηρήσετε και στο πίνακα 1.1 (WIKI). Το λαβράκι είναι ένα παράκτιο θαλάσσιο ψάρι που ζει σε ρηχά νερά (<100 m) από τον Ανατολικό Ατλαντικό Ωκεανό, την Νορβηγία έως την Σενεγάλη, τη Μεσόγειο και τη Μαύρη Θάλασσα. Το λαβράκι είναι ευρυαλογόνο, καθώς μπορεί να εγκλιματιστεί σε διαφορετικά επίπεδα αλατότητας (ppt) και ευρυθερμικό, λόγω της ανοχής του σε χαμηλή και υψηλή θερμοκρασία. Κατά του χειμερινούς μήνες, τόσο τα νεαρά όσο και τα ενήλικα λαβράκια μετακινούνται από την ακτογραμμή σε πιο βαθιά νερά, καθώς προτιμούν θερμοκρασίες πάνω από 9-10 °C (Pickett & Pawson 1994). Το λαβράκι ωριμάζει συνήθως μεταξύ του δεύτερου και του τρίτου χρόνου ζωής τους όσο αφορά τα αρσενικά και τα θηλυκά κατά τον τέταρτο χρόνο ζωής τους (Perez-Ruzafa & Marcos 2014). Η αναπαραγωγή γίνεται σε ομάδες, μεταξύ Δεκεμβρίου και Μαρτίου στη Μεσόγειο και μεταξύ Μαρτίου και Ιουνίου στον Ατλαντικό. Τα θηλυκά γεννούν κατά μέσο όρο 200.000 αυγά/κιλό, τα οποία γονιμοποιούνται εξωτερικά. Τα αυγά εκκολάπτονται μετά από τρεις έως πέντε ημέρες και οι προνύμφες (4 mm κατά την εκκόλαψη) φτάνουν στο στάδιο κατά το οποίο μετακινούνται στις παράκτιες περιοχές δυο με τρεις μήνες μετά την εκκόλαψη. Το ευρωπαϊκό λαβράκι είναι ένα ευκαιριακό αρπακτικό, που τρέφεται με πλαγκτονικούς οργανισμούς κατά το στάδιο των λαρβών και με κρουστοφόρα και ψάρια κατά το στάδιο της ενηλικίωσης (Vandeputte et al., 2019).

Πίνακας 1.1: Συστηματική κατάταξη Λαβρακιού

Βασίλειο	Ζώα
Συνομοταξία	Χορδωτά

Ομοταξία	Ακτινοπτερύγια
Τάξη	Περκόμορφα
Οικογένεια	Μορονίδες
Γένος	*Dicentrarchus*
Είδος	*D. labrax* (Linnaeus, 1758)

Με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τόσο το άγριο λαβράκι όσο και το εκτρεφόμενο δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές. Το λαβράκι χαρακτηρίζετε από το μακρύ, στρογγυλεμένο σώμα και φαρδύ στόμα με μια αρκετά προεξέχουσα κάτω γνάθο. Έχει επίσης δόντια στη γλώσσα. Τα δύο ραχιαία πτερύγια του επιτρέπουν να κολυμπά πολύ ευκίνητα. Επιπλέον, το κεφάλι του είναι μυτερό και σκούρο, αυτό είναι ένα από τα πιο χαρακτηριστικά γνωρίσματά τους. Το σώμα του είναι ασημί γκρι, γυαλιστερό ή πρασινωπό ενώ η κοιλιά του είναι λευκή, το ραχιαίο γκρι και τα πλαϊνά σε ανοιχτόχρωμες αποχρώσεις. Κατά τη διάρκεια της νεαρής ηλικίας του, το λαβράκι εμφανίζει μαύρα στίγματα, τα οποία εξαφανίζονται στην ενήλικη ζωή(Pickett & Pawson 1994, Vandeputte et al., 2019) , όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε και στην εικόνα 1.5 (FAO, 2004).



Εικόνα 1.5: Μορφολογικά χαρακτηριστικά Λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*)

1.4 Παραγωγική Διαδικασία

1.4.1 Ιχθυογεννητικός Σταθμός

Ένας ιχθυογεννητικός σταθμός αποτελείται από διάφορα τμήματα, τα οποία συντελούν στην αναπαραγωγή των ψαριών. Η παραγωγή πραγματοποιείται κάτω από ελεγχόμενες

περιβαλλοντικές συνθήκες (φως, θερμοκρασία, αλατότητα κ.α.). Τα στάδια της αναπαραγωγής των ψαριών ξεκινούν από τους γεννήτορες καθώς, μέσω ενός προγράμματος γενετικής βελτίωσης επιλέγονται τα αυγά τα οποία έχουν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά. Η εκκόλαψη ποικίλει ανάλογα με το είδος του ψαριού που εκτρέφεται. Πιο συγκεκριμένα το λαβράκι ξεκινάει περίπου στις 72ώρες μετά το στοκάρισμα των αυγών στις δεξαμενές σε θερμοκρασία 13-14°C. Ως πρώτη σίτιση επιλέγεται η ζωντανή τροφή (ρότιφερ, αρτέμια) ενώ στην συνέχεια τρέφονται με ειδικές τεχνητές τροφές (Λεοντίου, 2021).

Παρακάτω παρουσιάζετε η παραγωγική διαδικασία ενός ιχθυογεννητικού σταθμού που απαρτίζεται από τα ακόλουθα στάδια (Λεοντίου, 2021):

- **Γεννήτορες**

Η ανάπτυξη ενός επιτυχημένου προγράμματος αναπαραγωγής είναι το πρώτο και το πιο σημαντικό στάδιο για τη διαμόρφωση μιας βιώσιμης υδατοκαλλιέργειας. Η βάση κάθε λειτουργίας ενός εκκολαπτηρίου είναι η διατήρηση μιας υγιούς ομάδας σεξουαλικών ώριμων γεννητόρων που προετοιμάζονται για αναπαραγωγή όλο το χρόνο, χρησιμοποιώντας περιβαλλοντικές ενδείξεις, όπως η φωτοπερίοδο και η θερμοκρασία του νερού (Benneti & Alarcon, 2000, Benneti et al., 2003). Η αναλογία αρσενικού προς θηλυκού γεννήτορα διατηρείται στο 2:1. Η συλλογή των αυγών πραγματοποιείται με την διαδικασία της υπερχείλισης ύστερα από την ωοτοκία και την γονιμοποίηση.

- **Λάρβες**

Μετά την εκκόλαψη των αυγών ακολουθείται το προνυμφικό στάδιο, στο οποίο διαμορφώνονται τα λειτουργικά όργανα των νυμφών μεταμορφώνοντας τις νύμφες σε λάρβες. Οι λάρβες έχουν μήκος 3-4mm, στις οποίες αρχικά αναπτύσσετε η νηκτική κύστη, η οποία λειτουργεί καταλυτικά στην επιβίωσή τους και κατά την 45^{η} και την 50^{η} αναπτύσσεται το ραχιαίο πτερύγιο συνάμα με τα θωρακικά πτερύγια. Στα πρώτα στάδια της ζωής τους, τρέφονται με ζωντανή τροφή και καθώς επέρχεται ο απογαλακτισμός χρησιμοποιείται τεχνητή τροφή συνάμα με ζωντανή τροφή (FAO, 1999, Λεοντίου, 2021).

- **Ζωντανή Τροφή**

Στο τμήμα ζωντανής τροφής, πραγματοποιείται η καλλιέργεια της ζωντανής τροφής (φυτοπλαγκτόν, ρότιφερ, αρτέμια) υπό ελεγχόμενες συνθήκες. Τα οφέλη των μικροφυκών στην εκτροφή των προνυμφών των ψαριών δεν περιορίζονται πλέον στον αρχικό τους ρόλο δηλαδή, στην διατροφή του ζωοπλαγκτόν. Είναι πλέον αποδεκτό ότι οι προνύμφες των ψαριών επωφελούνται έμμεσα από την παρουσία επιλεγμένων ειδών φυτοπλαγκτόν στις δεξαμενές τις πρώτες ημέρες εκτροφής, όπου λειτουργεί τόσο ως ανοσολογικό ερέθισμα και ως βελτιωτικό της ποιότητας του νερού, περιορίζοντας την ανάπτυξη βακτηρίων.
Όσο αφορά το ζωοπλαγκτόν, η καλλιέργεια του ζωοπλαγκτόν στο οποίο υπάγονται τα Rotifers και η Artemia, πραγματοποιείται για την διατροφή του γόνου κατά τα πρώτα στάδια της ζωής του στο στάδιο της εκκόλαψης και του απογαλακτισμού. . Η ημερήσια παραγωγή από το κάθε είδος εξαρτάται από τις απαιτήσεις του εκάστοτε ιχθυογεννητικού σταθμού (FAO, 2006).

- **Απογαλακτισμός- Προ πάχυνση**

Εδώ πραγματοποιείται η εκτροφή του γόνου από το βάρος των 0,3gr μέχρι την πώληση που ανάλογα με τον πελάτη, τον τύπο της προ πάχυνσης ο γόνος μπορεί να κυμαίνεται από 2 έως 10gr. Το στάδιο αυτό, θεωρείται από τα πιο σημαντικά στάδια ενός ιχθυογεννητικού σταθμού καθώς παράγει το τελικό προϊόν και βρίσκεται πιο κοντά στον πελάτη, ιχθυοκαλλιεργητή. Η σίτιση προσδιορίζεται αρχικά θεωρητικά και αργότερα ρυθμίζεται με ακρίβεια ανάλογα με την συμπεριφορά και την απόδοση των ψαριών. Στην συνέχεια προσαρμόζεται στην πραγματική βιομάζα μετά την αξιολόγηση του μέσου ατομικού βάρους και τον αριθμό των γόνων στην δεξαμενή. Η σίτιση πραγματοποιείται ανά τακτά χρονικά διαστήματα, απλώνοντας την τροφή σε όλη την επιφάνεια του νερού μειώνοντας έτσι την ρύπανση αλλά την αποφυγή του κανιβαλισμού. Ακόμα και εάν τα ψάρια προέρχονται από την ίδια παρτίδα αυγών, δεν παρουσιάζουν ομοιόμορφη ανάπτυξη. Ως αποτέλεσμα, τα μικρά ψάρια συνυπάρχουν με ψάρια διπλάσια σε μέγεθος στην ίδια δεξαμενή. Η συμπεριφορά των μεγαλύτερων ψαριών και η αφύσικη κατάσταση συνωστισμού των δεξαμενών οδηγούν γρήγορα σε κανιβαλισμό. Η καλύτερη λύση για την αποφυγή της κατάστασης αυτής είναι η ταξινόμηση των ψαριών ανά μέγεθος με μια σειρά διαλογέων διαφορετικού διαμετρήματος. Η ποιότητα του γόνου θεωρείται ως η βασική

παράμετρος για την εμπορευσιμότητα του προϊόντος, η οποία εκφράζεται ως τα άτομα με λειτουργική νηκτική και χωρίς δυσμορφίες. Για το λόγο αυτό, στο στάδιο της προ πάχυνσης απορρίπτονται τα νεαρά ψάρια χωρίς νηκτική. Μια ακόμη επιπρόσθετη διαχείριση που αφορά την ποιότητα και την υγεία του γόνου είναι η πραγματοποίηση προληπτικών εμβολιασμών σε γόνο βάρους άνω του 1gr (FAO, 1999).

1.4.2 Πάχυνση

Η υδατοκαλλιέργεια ανοιχτής θάλασσας είναι το τελικό στάδιο της εκτροφής των ιχθύων σε ιχθυοκλωβούς. Εκεί μεταφέρεται όταν φτάσει το βάρος των 3gr και παραμένει μέχρι το εμπορεύσιμο βάρος. Κατά το στάδιο αυτό, χρησιμοποιούνται ιχθυοτροφές πλούσιες σε θρεπτικά συστατικά τα οποία συμβάλλουν στην σωστή ανάπτυξη των ιχθύων (FAO, 1999, Λεοντίου, 2021).

1.4.3 Επεξεργασία-Μεταποίηση-Συσκευασία

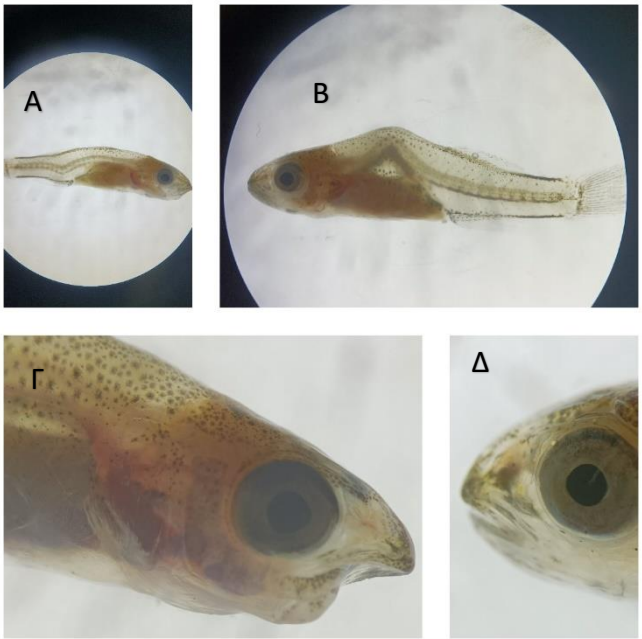
Αφού τα ψάρια φτάσουν στο επιθυμητό εμπορεύσιμο μέγεθος, ακολουθείται η διαδικασία της εξ αλίευσης των ψαριών με την χρήση του πάγου και στην συνέχεια μετακινούνται προς το συσκευαστήριο, στο οποίο είτε διαχωρίζονται ανά μέγεθος και τοποθετούνται σε ειδικά κιβώτια, είτε προωθούνται στο τμήμα μεταποίησης, στο οποίο πραγματοποιείται η φιλετοποίηση των ψαριών. Το πλεονέκτημα των υδατοκαλλιεργειών είναι ότι τα συσκευασμένα ψάρια προωθούνται προς πώληση την ίδια ημέρα (Λεοντίου, 2021).

1.5 Δυσμορφίες στο Λαβράκι *(Dicentrarchus labrax)*

Η ανάπτυξη μορφο-ανατομικών ανωμαλιών στα ψάρια τεκμηριώθηκε για πρώτη φορά τον 16ο αιώνα (Gudger 1936). Στις μέρες μας, οι μορφοανατομικές ανωμαλίες αποτελούν συχνό πρόβλημα για την ποιότητα των προϊόντων στην υδατοκαλλιέργεια. Έχει εκτιμηθεί ότι η ελάχιστη ετήσια οικονομική επίπτωση των ανωμαλιών για την ευρωπαϊκή

υδατοκαλλιέργεια είναι πάνω από 50 εκατομμύρια € ετησίως (Boglione et al. 2013). Επηρεάζουν τον σκελετό, κατάληξη, μελάγχρωση του σώματος και σχήμα του σώματος σε μέσες συχνότητες που κυμαίνονται μεταξύ επτά και είκοσι τοις εκατό, και περιστασιακά φθάνοντας μέχρι 100% (Μεσογειακά εκκολαπτήρια, Κουμουνδούρος 2010). Η ανάπτυξή τους έχει αναφερθεί σε σχεδόν όλα τα είδη υπό συνθήκες εκτροφής, ιδιαίτερα κατά τη φάση της προνύμφης και της πρώιμης νεανικής φάσης (π.χ. Κουμουνδούρος et al. 1997, Mazurais et al. 2009, Izquierdo, Socorro & Roo 2010, Koumoundouros, 2010, Οι Boglino et al. 2012, Boglione et al. 2013, Cobcroft & Battaglene 2013). Μια σειρά παραγόντων, όπως η θερμοκρασία του νερού (Γεωργακοπούλου κ.ά. 2010), χρώμα δεξαμενής (Cobcroft & Battaglene 2009) και τη διατροφή κατά τη διάρκεια της προ νυμφικής περιόδου (Takeuchi et al. 1998, Mazurais et al. 2009), ταχύτητα ρευμάτων νερού κατά τη διάρκεια της μεταμόρφωσης και της πρώιμης νεανικής φάσης (Divanach et al. 1997, Sfakianakis et al. 2006), και γενετικό υπόβαθρο (Bardon et al. 2009, Sawayama, Asahina & Takagi 2014; Negr ın-Baez et al. 2015), έχει αποδειχθεί ότι προκαλούν την ανάπτυξη ανωμαλιών. Παραμορφώσεις, συμπεριλαμβανομένων μείωση του βραγχιακού καλύμματος, προαιμική λόρδωση και κύφωση, κεφαλαλγία, παραμορφώσεις γνάθους και ανωμαλίες της κολυμβητικής κύστης, εμφανίζονται συχνά στα αρχικά στάδια της προνύμφης ανάπτυξη (Koumoundouros, 2010) και επηρεάζουν τον φαινότυπο των ψαριών, τους επιβίωση, ρυθμός ανάπτυξης, συμπεριφορά και τέλος το κόστος παραγωγής και την αποτελεσματικότητα του τα εκκολαπτήρια (Sfakianakis et al., 2006).

Στην παρακάτω εικόνα 1.6 παρουσιάζονται κάποιες από τις δυσμορφίες που εμφανίζονται στο λαβράκι:

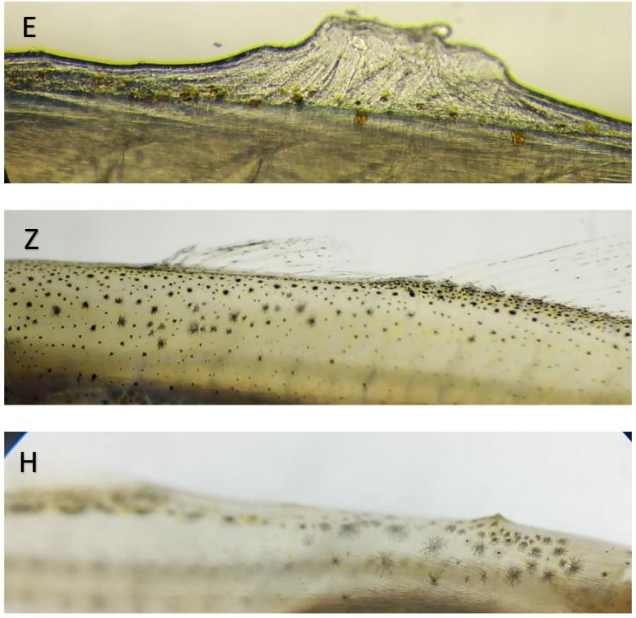


Εικόνα 1.6: Δυσμορφίες στο Λαβράκι, α. Στραβή Σπονδυλική στήλη, β. Κίφωση, γ. Απουσία κάτω γνάθους, δ. Στραβό στόμα.

Οι δυσμορφίες αυτές, μπορούν να οδηγήσουν σε ψάρια που δεν είναι εύκολα εμπορεύσιμα ή ακόμη και σε θνησιμότητα στο στάδιο της προνύμφης ή αργότερα. Παρά τον αυξανόμενο αριθμό μελετών για την ανάπτυξη μορφο-ανατομικών ανωμαλιών, συνεχίζουν να επηρεάζουν τα εκτρεφόμενα ψάρια, περιστασιακά με την εμφάνιση νέων τύπων (Loizides et al. 2014). Αυτό το γεγονός κυρίως αποδίδεται στον μεγάλο αριθμό πιθανών κρίσιμων παραγόντων, όπως η έλλειψη γνώσης σχετικά με τις ειδικές για κάθε είδους προτιμήσεις για βέλτιστη ανάπτυξη, και την υψηλή ευαισθησία της διαδικασίας εκτροφής σε ανθρώπινα λάθη (Boglione et al. 2013).

Το ευρωπαϊκό λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*) είναι από τα κύρια είδη για την ευρωπαϊκή υδατοκαλλιέργεια, με ετήσια παραγωγή 128 χιλιάδων τόνων ψαριών μεγέθους αγοράς και 484 εκατομμυρίων νεαρών το 2013 (FEAP, 2014). Αν και δημοσιευμένα στοιχεία για το ποσοστό των παραμορφώσεων είναι σπάνιο για τα εκκολαπτήρια, το SBS θεωρείται ως ανωμαλία που μάλλον έχει αμελητέα συχνότητα σε εκτρεφόμενο λαβράκι. Το SBS πιστεύεται ότι προέρχεται από τα πρώιμα στάδια ανάπτυξης των προνυμφών, ως αποτέλεσμα ανωμαλιών του αρχέγονου πτερύγιου και του οπίσθιου άκρου του notochord (Koumoundouros et al., 2001).

Στην παρακάτω εικόνα 7, παρουσιάζουμε παραδείγματα όσο αφορά τις παραμορφώσεις στο ραχιαίο πτερύγιο ως εξής;



Εικόνα 1.7: Δυσμορφία στο ραχιαίο πτερύγιο του λαβρακιού. ε. Παραμορφώσεις στο αρχέγονο πρόσθιο ραχιαίο πτερύγιο, ζ. Μερική ανάπτυξη του πρόσθιου ραχιαίου πτερυγίου, η. Απουσία πρόσθιου ραχιαίου πτερυγίου.

Οι πρώτες δυσπλασίες σε ευρωπαϊκό λαβράκι *Dicentrarchus labrax* (L. 1758), όπως ένα στριμμένο νωτιαίο μυελό και ανωμαλίες της γνάθου, μπορεί να εμφανιστούν αμέσως μετά την εκκόλαψη (Barahona-Fernandes, 1982), και εάν επηρεάζουν το 10% ή περισσότερο του νεοεκκολαφθέντος πληθυσμού, συνίσταται η απόρριψη ολόκληρης της παρτίδας (Moretti et al., 1999). Στα εκκολαπτήρια, η ανίχνευση των πρώιμων εκδηλώσεων ανωμαλιών είναι ζωτικής σημασίας, καθώς αυτά μπορεί να είναι σήματα πιο έντονων παραμορφώσεων σε μεταγενέστερα στάδια. Ωστόσο, τα πρώιμα εμβρυϊκά ονικά και προ νυμφικά στάδια παρουσιάζουν γενικά λίγα χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν ευδιάκριτες παραλλαγές και επομένως απαιτείται ένα ισχυρό εργαλείο για την ανίχνευση και ποσοτικοποίηση (Nikolakakis et al., 2014).

1.6 Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη δυσμορφιών του εκτρεφόμενου Ευρωπαϊκού Λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*, L. 1758), μέσω των διαδικασιών της ποιότητας δηλαδή μέσω της διαδικασίας του ποιοτικού ελέγχου όπου εντοπίζονται οι δυσμορφίες του λαβρακιού με την χρήση των εργαλείων ποιοτικού ελέγχου, συγκεκριμένα του Ιστογράμματος, του διαγράμματος, Ελέγχου, διαγράμματος Pareto και διαγράμματος Διασποράς για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το ποσοστό των δυσμορφιών που παρατηρείται ανά παρτίδα και σύγκρισης μεταξύ αυτών, η συσχέτιση των ελαττωματικών ψαριών και του αρχικού πληθυσμού των ψαριών ανά παρτίδα καθώς και η μείωση του κόστους ποιότητας για μέσω των εργαλείων αυτών. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από Ιχθυογεννητικό Σταθμό όπου παρατίθενται 6 παρτίδες λαβρακιού με ποσοστά δυσμορφιών ανά δεξαμενή και ανά παρτίδα.

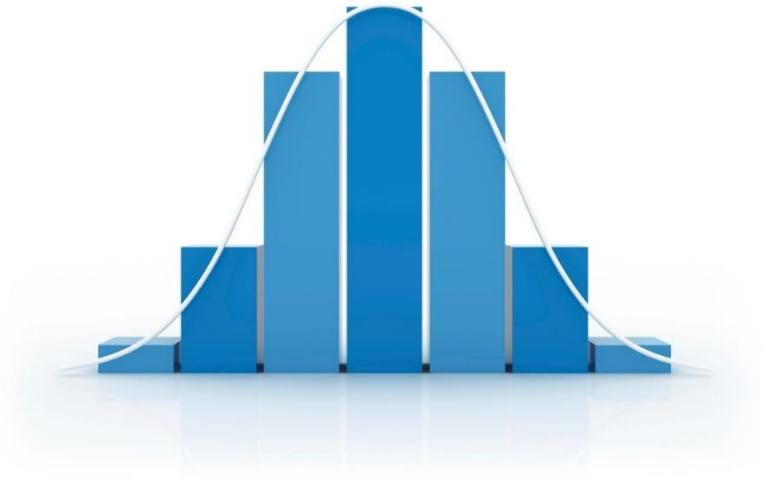
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Εργαλεία διασφάλισης ποιότητας

Ο Dr. Kaoru Ishikawa θεωρείται ο πρώτος γκουρού που αναφέρθηκε στα επτά βασικά εργαλεία ποιότητας μέσω του βιβλίου του, **'Giemba no QC Shuho,'** όπου αναφερόταν τόσο στις τεχνικές όσο και τις πρακτικές μεθόδους της διαχείρισης της ποιότητας που αφορούν τις Ιαπωνικές επιχειρήσεις. Μέσω της εφαρμογής των 7 βασικών εργαλείων ποιότητας, μια επιχείρηση ή ένας οργανισμός μπορεί να επιφέρει βελτίωση της ποιότητας μέσω της βελτίωσης των διαδικασιών και να δώσει λύσεις σε επιμέρους προβλήματα. Για μια επιτυχή και αποτελεσματική επεξεργασία δεδομένων αποτελεί η ταξινόμηση των βασικών εργαλείων ποιότητας σε αριθμητικά και μη αριθμητικά δεδομένα (Kerzner, 2009). Παρακάτω παρατίθενται τα βασικά εργαλεία ποιότητας σε αριθμητικά δεδομένα ως εξής:

- Ιστόγραμμα (Histogram),
- Διάγραμμα Ελέγχου (Control Chart),
- Διάγραμμα Pareto (Pareto Analysis) και,
- Διάγραμμα Διασποράς (Scatter Diagram).

2.1 Ιστόγραμμα (Histogram)

Το ιστόγραμμα ως ένα εύχρηστο εργαλείο περιγράφει την συχνότητα κατανομής των παρατηρούμενων τιμών μιας μεταβλητής. Απεικονίζεται με την μορφή ραβδογράμματος που οπτικοποιεί τόσο τα χαρακτηριστικά όσο και τα μεταβλητά δεδομένα του προϊόντος ή της διαδικασίας που εξετάζεται. Επιπρόσθετα, παρουσιάζεται η κατανομή των δεδομένων καθώς και το μέγεθος της διακύμανσης που προκύπτει από τα δεδομένα του υπό εξεταζόμενου προϊόντος ή της υπό εξεταζόμενης διαδικασίας. Εμφανίζει τα διαφορετικά μέτρα κεντρικής τάσης (μέσος όρος, τρόπος λειτουργίας και μέσος όρος). Θα πρέπει να σχεδιαστεί κατάλληλα για όσους εργάζονται στη διαδικασία λειτουργίας μπορεί εύκολα να τα χρησιμοποιεί και να τα κατανοεί. Επίσης, το ιστόγραμμα μπορεί να εφαρμοστεί για τη διερεύνηση και τον εντοπισμό του υποκείμενου κατανομής της μεταβλητής που διερευνώνται (Omachonu & Ross, 2004, Forbes & Ahmed, 2011). Το σχήμα 2 απεικονίζει ένα τυπικό ιστόγραμμα ως παράδειγμα (Wikipedia).



Σχήμα 2.1: Ιστόγραμμα

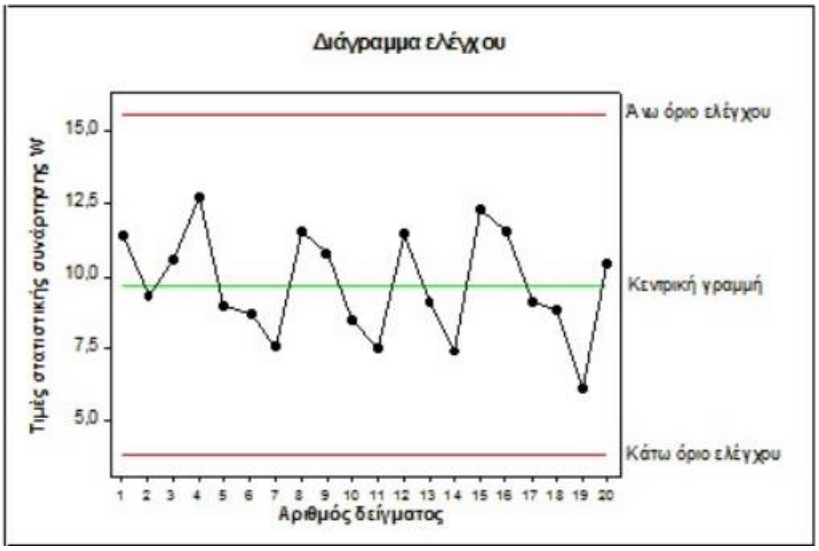
2.2 Διάγραμμα Ελέγχου (Control Chart)

Ένα γράφημα ελέγχου είναι μια γραφική παράσταση χρονικής ακολουθίας με προσθήκη "γραμμών απόφασης". Αυτές οι γραμμές χρησιμοποιούνται για να προσδιοριστεί εάν μια διεργασία είναι υπό έλεγχο. Στη γενική ιδέα ενός ελέγχου, το διάγραμμα αναπτύχθηκε και παρουσιάστηκε από τον Walter Shewhart την δεκαετία του 1920 στα Bell Telephone Laboratories και είναι πιθανόν το πιο «τεχνικά εξελιγμένο» εργαλείο για την διαχείριση της ποιότητας (Montgomery, 2009). Ένα τυπικό διάγραμμα ελέγχου παρουσιάζει τη μέση τιμή των παρατηρήσεων που αποτυπώνονται στο διάγραμμα και αφορούν τα χαρακτηριστικά τα ποιότητας ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας που εξετάζεται. Επίσης, απεικονίζεται η διακύμανση που παρουσιάζεται στην υπό εξεταζόμενη μεταβλητή στο χρόνο. Η κατασκευή ενός διαγράμματος ελέγχου βασίζεται σε στατιστικές αρχές. Συγκεκριμένα, τα διαγράμματα βασίζονται σε ορισμένες από τις στατιστικές κατανομές. Όταν χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με μια διαδικασία παραγωγής (ή μια μη παραγωγική διαδικασία), ένα διάγραμμα ελέγχου μπορεί να υποδεικνύει πότε μια διαδικασία είναι "εκτός έλεγχος." Στην ιδανική περίπτωση, θα θέλαμε να εντοπίσουμε μια τέτοια κατάσταση το συντομότερο δυνατό μετά την εμφάνισή του.

Αντίθετα, θα θέλαμε να έχουμε όσο λίγους «ψευδείς συναγερμούς». δυνατόν. Η χρήση στατιστικών μας επιτρέπει να βρούμε μια ισορροπία μεταξύ των δύο. Αυτό είναι ανάλογο

με την προσπάθεια να επιτευχθεί μια κατάλληλη ισορροπία μεταξύ της πιθανότητας ενός σφάλματος Τύπου Ι και Τύπου ΙΙ στον έλεγχο υποθέσεων. Έλεγχος χρήσης γραφήματος έχουν ομοιότητα με τον έλεγχο υποθέσεων, αλλά με το τελευταίο υπάρχει γενικά μόνο ενιαία δοκιμή, ενώ πρέπει να λαμβάνεται απόφαση σε κάθε χρονική στιγμή κατά τον έλεγχο να χρησιμοποιούνται γραφήματα (Omachonu & Ross, 2004). Υπάρχουν δυο τύποι διαγραμμάτων ελέγχου τα οποία είναι τα εξής (Montgomery, 2004):

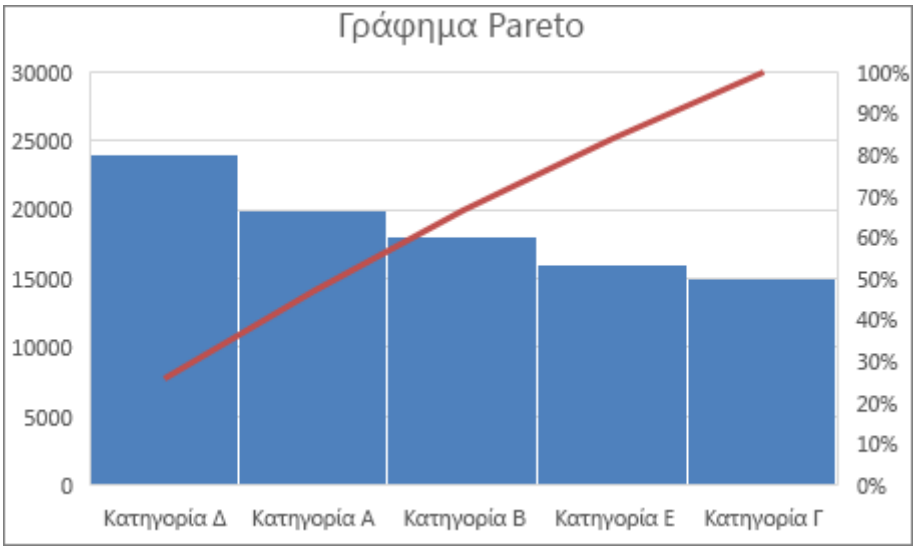
- Διαγράμματα ελέγχου μεταβλητών (Controls charts for variables): Αυτά τα διαγράμματα εφαρμόζονται σε δεδομένα που ακολουθούν συνεχή διανομή.
- Διαγράμματα ελέγχου χαρακτηριστικών (Control charts for attributes): Αυτά τα γραφήματα εφαρμόζονται σε δεδομένα που ακολουθούν μια διακριτή κατανομή.



Σχήμα 2.2: Διάγραμμα Ελέγχου (Τσεκούρας, 2017)

2.3 Διάγραμμα Pareto (Pareto Analysis)

Κατά τον 19° αιώνα, ο Ιταλός οικονομολόγος Vilfredo Pareto, ενώ ασχολούνταν με τα εισοδήματα και τις άνισες κατανομές, διαπίστωσε ότι σε ποσοστό 80% του πλούτου κατέχει μόνο το 20% του πληθυσμού. Εν συνεχεία, ο Juran (1950), ανέπτυξε την αρχή Pareto, όπου περιγράφει ένα διάγραμμα με την μορφή ενός τύπου ιστογράμματος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση των αιτιών που μπορεί να προκύψουν στον υπό εξεταζόμενο οργανισμό (Juran & Godfrey, 1998). Επιπρόσθετα το διάγραμμα Pareto, μέσω ενός τύπου ραβδογράμματος παρουσιάζει τις μεταβλητές του υπό εξεταζόμενου οργανισμού κατά φθίνουσα σειρά. Ως στόχος μέσω του διαγράμματος Pareto έχει ορισθεί η κατανόηση για το διαφορετικό είδος «μη συμμόρφωσης» από τα στοιχεία που προκύπτουν από τα δεδομένα, καθώς και να παρουσιάσει έναν μέσο όρο ώστε να διερευνηθεί η βελτίωση της ποιότητας του οργανισμού αλλά και την μείωση του κόστους (Montgomery, 2009, Kerzner, 2009, Omachonu & Ross, 2004). Το Σχήμα 4 δείχνει σχετικά με το διάγραμμα Pareto, ανά κατηγορία (Microsoft).

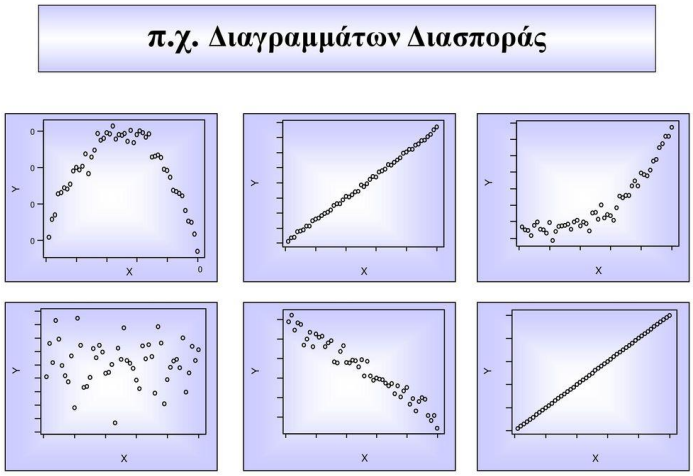


Σχήμα 2.3: Διάγραμμα Pareto ανά κατηγορία (Microsoft)

2.4 Διάγραμμα Διασποράς (Scatter Diagram)

Το διάγραμμα διασποράς είναι ένα ισχυρό εργαλείο για την κατάρτιση της διανομής πληροφοριών σε δυο διαστάσεις, όπου εξυπηρετεί στην ανίχνευση και στην επεξεργασία της σύνδεσης ενός προτύπου μεταξύ δυο μεταβλητών ποιότητας και συμμόρφωσης (ως ανεξάρτητη μεταβλητή και μια εξαρτημένη μεταβλητή), και κατανόηση εάν υπάρχει σχέση μεταξύ τους, άρα τι είδους σχέσης είναι (αδύναμη ή δυνατή και θετικό ή αρνητικό). Το σχήμα του διαγράμματος διασποράς δείχνει συχνά το βαθμό και την κλίση της σχέσης μεταξύ δυο μεταβλητών, καθώς και τη συσχέτιση που μπορεί να ανακαλύψει τις αιτίες ενός προβλήματος. Παρακάτω παρατίθετο το σχήμα 6 (WIKI), όπου δείχνει παραδείγματα από διαγράμματα διασποράς. Τα διαγράμματα διασποράς είναι πολύ χρήσιμα για στη μοντελοποίηση παλινδρόμησης (Oakland, 2003, Montgomery, 2009). Επίσης, μπορεί να υποδεικνύει ότι υπάρχει κάποιο από αυτά που ακολουθούν συσχέτιση μεταξύ δυο μεταβλητών:

- Θετική συσχέτιση,
- Αρνητική συσχέτιση και,
- Καμία συσχέτιση.



Σχήμα 2.4: Παραδείγματα Διαγραμμάτων Διασποράς (Slide Player)

Κεφάλαιο 3° Συστήματα και Διαδικασίες Βελτίωσης της Ποιότητας στην Υδατοκαλλιέργεια

3.1 Γενικά

Η ποιότητα διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο σε όλες τις επιχειρήσεις και έχει εστιάσει στην πρόληψη των αστοχιών που παρουσιάζονται σε μια διαδικασία. Δεν αρκεί να εντοπίζεται το εκάστοτε ελαττωματικό προϊόν μετά το πέρας μιας διαδικασίας. Επομένως, απαιτείται η πιθανή εμφάνιση των αστοχιών πριν την δημιουργία τους. Με τον τρόπο αυτό, είναι δυνατόν να επέλθει η βελτίωση μιας διαδικασίας. Η ποιότητα μιας διαδικασίας συνδέεται με την ποιότητα ενός προϊόντος, διότι η ποιότητας του προϊόντος εξαρτάται άμεσα από την διαδικασία κατά την οποία εξελίσσεται το εκάστοτε προϊόν (Sommerville, 2011).

Έτσι λοιπόν, και στον κλάδο της υδατοκαλλιέργειας, δίνεται έμφαση στις συνθήκες εκτροφής των ψαριών και στο συνεχή δειγματοληπτικό έλεγχο της παραγωγικής διαδικασίας. Καθώς η βελτίωση των συνθηκών κάτω από τις οποίες εκτρέφονται τα ψάρια μπορεί να οδηγήσει στη βελτίωση της ποιότητας των εκτρεφόμενων ψαριών (Divanach et al. 1996).

3.2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Ενώ υπάρχουν σημαντικά ερευνητικά δεδομένα σχετικά με την εμφάνιση και τις πιθανές αιτίες των παραμορφώσεων ή αλλιώς δυσμορφιών στο λαβράκι, οι οποίες οδηγούν σε υποβάθμιση της ποιότητας του καλλιεργούμενου είδους, υπάρχει ένα μεγάλο περιθώριο για την εφαρμογή συστημάτων και διαδικασιών τα οποία συμβάλλουν στην βελτίωση της ποιότητας των ιχθυηρών βασιζόμενα σε βιβλιογραφικές αναφορές που εστιάζουν στην βελτίωση της ποιότητας των ιχθυηρών κατά τα πρώιμα στάδια της ζωής τους ξεκινώντας από την επιβίωσή τους στο εκκολαπτήριο ενός ιχθυογεννητικού σταθμού παραγωγής.

Σύμφωνα με την βιβλιογραφική αναφορά των Vay et al. (2007), υπάρχει μια μακρά έρευνα σχετικά με τις τεχνολογίες του εκκολαπτηρίου για την παραγωγή υψηλής ποιότητας γόνου, προσδιορίζοντας τους περιβαλλοντικούς και τους διατροφικούς παράγοντες ενός εκκολαπτηρίου, συμπεριλαμβανομένης της θερμοκρασίας, το φως, της αλατότητας και της

διατροφής. Διατροφικά συστατικά που είναι γνωστά ότι συμβάλλουν στην σκελετική ανάπτυξη των ιχθυηρών είναι η βιταμίνη C, βιταμίνη A, βιταμίνη D3, βιταμίνη K, τρυπτοφάνη, πεπτίδια, υψηλά ακόρεστα λιπαρά (HUFAs) και φωσφολιπίδια. Η διατροφή των προνυμφών είναι τα βασικά ακόρεστα λιπαρά οξέα (HUFAs), τα οποία έχουν αποδειχθεί ισχυρά, συμβάλλουν στην ανάπτυξη και την επιβίωση του γόνου. Επιπρόσθετες μελέτες έχουν δείξει ότι παροχή HUFA σε προνυμφικό στάδιο, είναι κρίσιμη για την κανονική ανάπτυξη και την διατροφική σύνθεση ζωντανών τροφών, όπως Rotifers και Artemia nauplii, συμβάλλοντας σημαντικά στην υγεία των προνυμφών και οι ελλείψεις αυτών μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα χαμηλή επιβίωση και συνάμα την υποβάθμιση της ποιότητας του γόνου.

Με βάση την διατροφή ως πρόοδο για την μείωση των δυσμορφιών στο γόνο προέρχεται από την βιβλιογραφική αναφορά των Παυλίδη και Μυλωνά (2011), όπου παραθέτουν μια σειρά από μελέτες. Οι Dedi et al. (1995), διερεύνησαν σε εκτρεφόμενα ψάρια ότι τα ασφαλή επίπεδα της βιταμίνης A σχετίζονται με τα αναπτυξιακά προβλήματα κατά την διάρκεια της σκελετογένεσης. Οι Roy & Lall (2007) προσδιόρισαν ότι τα ελάχιστα επίπεδα βιταμίνης K προάγουν μια φυσιολογική σκελετική ανάπτυξη. Επίσης, οι Gapasin et al. (1998), ύστερα από μελέτη με βάση την ζωντανή τροφή παρατήρησαν ότι η ενσωμάτωση βιταμίνης C και HUFA στην Artemia φάνηκε να μειώνει τις οφθαλμολογικές παραμορφώσεις. Η συμπλήρωση του φωσφόρου και η υποκατάσταση των φυσικών πρωτεϊνών ιχθυαλεύρου με υδρόλυμα ιχθυαλεύρου, οδήγησε στην μείωση δυσμορφιών στα ψάρια.

Οι Gardia-Celdran et al. (2015), βασιζόμενοι στις μελέτες των Beraldo et al., (2003) και των Castro et al. (2008) ότι οι γενετικοί παράγοντες προδιαθέτουν την εκδήλωση των εξωτερικών παραμορφώσεων στα ψάρια, μελέτησαν την επίδραση της προέλευσης του γόνου στα χαρακτηριστικά ανάπτυξης και τις εξωτερικές παραμορφώσεις καθώς και την εκτίμηση της φαινοτυπικής τους συσχέτισης και παρατήρησαν ότι τα νεαρά ιχθύδια που προήλθαν από επιλεγμένους γεννήτορες με βάση το DNA, παρουσίασαν καλύτερες επιδόσεις ανάπτυξης και με ταχύτερο ρυθμό.

Για την εξέλιξη των σκελετικών δυσμορφιών καθοριστικό ρόλο διαδραματίζει η ροή του νερού. Ο Divanach (1997), παρέθεσε μια μελέτη για την επιρροή της ροής του νερού στην ανάπτυξη του σκελετού του λαβρακιού. Σε λαβράκια που τρέφονταν με χαμηλή ροή νερού παρουσίασαν δυσμορφίες σε ποσοστό 7% και μέσω της ακτινογραφίας παρατηρήθηκε ελαφριά παραμόρφωση των σκελετών, ενώ σε λαβράκια που τρέφονταν με υψηλή ροή

νερού παρουσίασαν δυσμορφίες σε ποσοστό 47% και μέσω της ακτινογραφίας παρατηρήθηκε σοβαρή παραμόρφωση του σκελετού.

Για την ανάλυση της μείωσης των δυσμορφιών το οποίο συνεπάγεται με την βελτίωση της ποιότητας των ιχθυηρών, χρησιμοποιήθηκαν πληροφορίες από την βιβλιογραφία των Vandergeest & Unno (2012), οι οποίοι μέσω του Διεθνή Οργανισμού Προτύπων (ISO) αναλύουν την χρήση και τον όρο του ποιοτικού ελέγχου. Ο ποιοτικός έλεγχος (Quality control) αποτελείται από τις επιχειρησιακές τεχνικές και δραστηριότητες που χρησιμοποιούνται για την εκπλήρωση των απαιτήσεων της ποιότητας. Είναι μια τακτική λειτουργία η οποία εκτελεί τα προγράμματα που έχουν δημιουργηθεί από την διασφάλιση της ποιότητας.

Επιπρόσθετες πληροφορίες χρησιμοποιήθηκαν από την βιβλιογραφία των Amundsen & Osmundsen (2020), όπου περιγράφουν το πρότυπο Global Gap το οποίο είναι ευρέως γνωστό ως πιστοποίηση για τις ορθές γεωργικές πρακτικές (G.A.P.) όπου περιλαμβάνονται και οι υδατοκαλλιέργειες και αναλύει τους σωστούς χειρισμούς και τις πρακτικές τις οποίες πρέπει να εφαρμόζουν οι υδατοκαλλιέργειες και οι οποίοι συμβάλλουν στην βελτίωση της ποιότητας των ιχθυηρών.

3.3 HACCP

3.3.1 Τι είναι HACCP

Το HACCP χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά την δεκαετία του 1960 για την παραγωγή των ασφαλέστερων προϊόντων. Τα αλιευτικά προϊόντα ήταν από τα πρώτα τρόφιμα στα οποία κρίθηκε υποχρεωτική η εφαρμογή του συστήματος HACCP (NCRAC, 2019).

Οι υδατοκαλλιέργειες θεωρείται ότι αποτελούν ένα σημαντικό οικονομικό παράγοντα των κρατών, λόγω της εξέλιξης που έχουν παρουσιάσει τις τελευταίες δεκαετίες. Συνεπώς, η διασφάλιση της ποιότητας των προϊόντων που παράγονται δια μέσω της υδατοκαλλιέργειας, εξασφαλίζει την προστασία των συμφερόντων των παραγωγών αλλά και την υγεία των καταναλωτών. Στην επίτευξη του στόχου αυτού, υπάρχει το σύστημα Ανάλυσης Κινδύνων και Κρίσιμων Σημείων Ελέγχου (HACCP). Καθώς λόγω των κινδύνων που παρουσιάζονται κατά την παραγωγική διαδικασία του τελικού προϊόντος κρίνεται αναγκαία η εκτίμηση των κινδύνων αυτών (Καλνής, 2017). Με την ιεράρχηση και τον έλεγχο των κινδύνων στην

παραγωγή των αλιευτικών προϊόντων, η βιομηχανία της υδατοκαλλιέργειας διαβεβαιώνει τον καταναλωτή για την ασφάλεια των τελικών προϊόντων (NCRAC, 2019).

Το σύστημα HACCP προσεγγίζει την παραγωγή του τελικού προϊόντος με ασφάλεια και στηρίζεται στην ανίχνευση, στην εποπτεία και την ανάλυση των κρίσιμων σημείων ελέγχου (CCP). Βασική προϋπόθεση για να εφαρμοστεί το σύστημα HACCP από μια επιχείρηση είναι να μην παρεκκλίνει από τις βασικές αρχές του συστήματος αυτού. Οι βασικές αρχές που αποτελούν το σύστημα του HACCP είναι επτά και εφαρμόζονται σε όλα τα στάδια της παραγωγής και της επεξεργασίας των προϊόντων (Καλνής, 2017).

3.3.2 Αρχές του HACCP

Το σύστημα HACCP έχει ως στόχο την παρεμπόδιση των πιθανών αστοχιών, με αποτέλεσμα την διασφάλιση του τελικού προϊόντος. Το σύστημα αυτό απαιτεί την εφαρμογή των επτά βασικών αρχών για τον εντοπισμό και τον έλεγχο των κινδύνων που υποβόσκουν σε διάφορες βιομηχανίες και οι οποίες παρατίθενται ως εξής (NCRAC, 2019):

- **Αρχή 1η:** Ανάλυση των κινδύνων που είναι δυνατόν να εμφανιστούν από την παραλαβή των πρώτων υλών μέχρι και την κατανάλωση.
- **Αρχή 2η:** Προσδιορισμός των κρίσιμων σημείων ελέγχου με σκοπό να ελαχιστοποιηθεί η εμφάνιση των πιθανών κινδύνων που μπορεί να προκύψουν.
- **Αρχή 3η:** Καθορισμός των CCPs (Κρίσιμα Όρια), ώστε να διασφαλίζεται ότι κάθε κρίσιμο όριο υπόκειται σε έλεγχο.
- **Αρχή 4η:** Διαδικασία παρακολούθησης των κρίσιμων ορίων ελέγχου (CCPs) που έχει ως στόχο την σωστή λειτουργία της παραγωγής.
- **Αρχή 5η:** Διορθωτικές Ενέργειες που εφαρμόζονται όταν έστω και ένα κρίσιμο όριο θεωρείται ότι είναι εκτός ελέγχου.
- **Αρχή 6η:** Διαδικασίες επαλήθευσης, οι οποίες εφαρμόζονται για να διαπιστωθεί εάν το σύστημα HACCP εκτελείται σωστά από την εκάστοτε επιχείρηση.
- **Αρχή 7η:** Τήρηση των αρχείων για την καταγραφή και την αρχειοθέτηση των διαδικασιών του συστήματος του HACCP.

3.3.3 Εφαρμογή του HACCP στην Υδατοκαλλιέργεια

Ο κανονισμός HACCP για τα προϊόντα υδατοκαλλιέργειας βασίζεται στην προϋπόθεση ότι η επιχείρηση μπορεί να κατανοήσει τους κινδύνους για την ασφάλεια των προϊόντων και να λαμβάνουν εύκολα μέτρα για τον έλεγχό τους. Το σύστημα αυτό απαιτεί η επιχείρηση να τηρεί εκτεταμένα αρχεία επεξεργασίας και υγιεινής στις εγκαταστάσεις της (NCRAC, 2019).

Τα κρίσιμα σημεία, τα οποία μπορεί να προκύψουν κατά την παραγωγική διαδικασία μιας υδατοκαλλιέργειας διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ευζωία, την υγεία και την ανάπτυξη των εκτρεφόμενων ψαριών. Θα πρέπει να γίνονται τακτικοί έλεγχοι στη διαδικασία παραγωγής των εκτρεφόμενων ψαριών, ώστε να εντοπισθούν και να εξαλειφθούν οι πιθανοί κίνδυνοι. Παρακάτω παρατίθενται στον πίνακα 3.1 τα Κρίσιμα Σημεία Ελέγχου (CCPs) σε δυο σημαντικά στάδια μιας υδατοκαλλιέργειας ως εξής (Καλνής, 2017):

Πίνακας 3.1: Κρίσιμα Σημεία Ελέγχου (CCP) σε Ιχθυογεννητικό σταθμό και σε Μονάδα Πάχυνσης

Κρίσιμα Σημεία Ελέγχου CCP	Ιχθυογεννητικός Σταθμός	Μονάδα Πάχυνσης
CCP1	Φωτισμός (Παράταση φωτισμού 16ώρες/ημέρα	
CCP2	Νερό (Μικροβιολογικές-χημικές αναλύσεις νερού ανά έτος από γεώτρηση-θάλασσα)	
CCP3	Δεξαμενή (Αλλαγή κεντρικού φίλτρου, απολύμανση, καθαρισμός, σωστή συντήρηση)	Κλωβοί (Συχνή αλλαγή διχτυών, σωστή συντήρηση)
CCP4	Διατροφή (Ζωντανής/τεχνητή τροφή ανάλογα με τις απαιτήσεις της κάθε δεξαμενής, τακτική μέτρηση ζωοπλαγκτού στην δεξαμενή)	Διατροφή (Σύσταση και προέλευση τροφής, πιστοποιητικό προέλευσης και καταλληλόλητας για Παρασκευή ιχθυοτροφών)
CCP5	Καταγραφή Ιχθυολογικών δεδομένων (Εξέταση πληρότητας πεπτικού σωλήνα, Έλεγχος δυσμορφιών, Καταγραφή θνησιμοτήτων)	Καταγραφή Ιχθυολογικών δεδομένων (Έλεγχος βάρους, Καταγραφή θνησιμοτήτων)

CCP6	Καταγωγή Γεννητόρων και ιχθυδίων	Πιστοποιητικό προέλευσης κάθε παρτίδας (Ιχθυογεννητικός σταθμός)
CCP7		Ασθένειες (Ιστορικό ασθενείας και επιζωοτιολογικών δεδομένων της μονάδας)
CCP8		Θεραπευτική Αγωγή (Καταγραφή φαρμάκων, αποτελέσματα αγωγής)
CCP9	Εμβολιασμοί	Εμβολιασμοί
CCP10	Προστασία Περιβάλλοντος (Φίλτρα καθαρισμού νερού στην έξοδο, δεξαμενές καθίζησης)	Προστασία Περιβάλλοντος (Υδανάπαυση, ελάχιστη απόσταση μεταξύ των μονάδων πάχυνσης)

3.4 Global Gap

3.4.1 Τι είναι το πρότυπο Global Gap

Παγκόσμιο G.A.P. είναι ένα διεθνώς αναγνωρισμένο πιστοποιημένο πρότυπο που διασφαλίζει Καλές Αγροτικές Πρακτικές. Το Global Gap περιγράφει διεθνή πρότυπα που λειτουργούν για την διασφάλιση της ποιότητας των προϊόντων, της υγείας των εργαζομένων, της ευζωίας των ζώων και της προστασίας του περιβάλλοντος.

Το Global GAP για τις υδατοκαλλιέργειες βρίσκει εφαρμογή σε όλα τα στάδια της υδατοκαλλιέργειας, όπου θα πρέπει να καλύπτονται συγκεκριμένες απαιτήσεις του προτύπου και το οποίο συντάχθηκε από ειδικούς πραγματογνώμονες της υδατοκαλλιέργειας βασιζόμενοι στην (Global G.A.P., TUVNORD):

- Προστασία του φυσικού πλούτου.
- Ευζωία των εκτρεφόμενων ειδών.
- Ανιχνευσιμότητα των ιχθυοτροφών και των εκτρεφόμενων ψαριών (γόνος, γεννήτορες).
- Υγιεινή των εργαζομένων και την ασφάλεια κατά την εργασία.
- Υγιεινή και την ασφάλεια του τελικού προϊόντος.

3.4.2 Εφαρμογή του προτύπου Global Gap στην Υδατοκαλλιέργεια

Το πρότυπο Υδατοκαλλιέργειας Global GAP, εφαρμόζεται στην παραγωγική διαδικασία του προϊόντος, καλύπτοντας όλα τα στάδια επεξεργασίας του, ακολουθώντας συγκεκριμένα πρότυπα τα οποία πιστοποιούν ότι η επιχείρηση πληροί όλες τις απαραίτητες προϋποθέσεις που θέτει το πρότυπο όσο αφορά τις υδατοκαλλιέργειες. Το πρότυπο επίσης, μέσω της επιθεώρησης εξετάζει τις συνθήκες παραγωγής των προϊόντων από την προέλευσή τους έως και την διάθεσή τους προς κατανάλωση. Με την εφαρμογή του προτύπου αυτού, προκύπτουν αυξημένες απαιτήσεις όπως για την ευζωία των ψαριών και του κτηνιατρικού πλάνου υγείας, στην σωστή διαδικασία του εσωτερικού ποιοτικού ελέγχου, στην ανάλυση και στην προσπάθεια μείωσης των θεραπευτικών αγωγών και στη χρήση τροφών των οποίων η παραγωγή καλύπτει τις απαιτήσεις του προτύπου.

Ένα άλλο σημαντικό κομμάτι του προτύπου είναι η ετικέτα GGN ή αλλιώς η ετικέτα του καταναλωτή GGN. Όλα τα προϊόντα υδατοκαλλιέργειας με σήμα GGN, είναι πιστοποιημένα σύμφωνα με τους κανόνες του προτύπου Global Gap Υδατοκαλλιέργειας. Χρησιμοποιώντας το σήμα GGN, που είναι τυπωμένο στην συσκευασία του προϊόντος, οι καταναλωτές μπορούν να μάθουν περισσότερα για το προϊόν και την πιστοποιημένη πλέον Υδατοκαλλιέργεια (Global G.A.P., Γενικοί Κανονισμοί).

Κεφάλαιο 4° Μεθοδολογία ανάλυσης δυσμορφιών στο Λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*)

4.1 Διαδικασία Ποιοτικού Ελέγχου

Η διαδικασία του ποιοτικού ελέγχου στα ψάρια αποτελεί μια σημαντική μέθοδο για την διασφάλιση της ποιότητας και την ασφάλεια των τροφίμων. Σε αυτή τη μεθοδολογία αρχικά επιλέγεται ο πληθυσμός των ψαριών που θα διαχειριστούν. Η επιλογή γίνεται με βάση το μέσος βάρος μιας δεξαμενής, δηλαδή το μέσος βάρος του πληθυσμού των ψαριών θα πρέπει να είναι >1gr.

Έπειτα απολυμαίνετε ο χώρος και ο εξοπλισμός που θα χρησιμοποιηθούν κατά την διάρκεια του ποιοτικού ελέγχου. Ύστερα περιορίζεται ο πληθυσμός της δεξαμενής ώστε να είναι εύκολα διαχειρίσιμος. Αφού περιοριστεί ο πληθυσμός πραγματοποιείται δειγματοληψία και ζύγισμα των ψαριών και αναισθητοποιούνται σε διάλυμα Βενζοκαϊνης ώστε να μπορεί να πραγματοποιηθεί ο οργανοληπτικός έλεγχος.

Αφού το ψάρι εξεταστεί με γυμνό μάτι για την ανίχνευση οποιονδήποτε εμφανών δυσμορφιών, ο υγιής πληθυσμός τοποθετούνται σε βούτες με οξυγόνο ώστε να επανέλθουν από την αναισθησία και να ύστερα να επιτρέψουν σε δεξαμενές ενώ τα ελαττωματικά ψάρια θανατώνονται.

Από την παραπάνω διαδικασία προκύπτουν τα εξεταζόμενα δεδομένα της παρούσας εργασίας ως εξής:

- Παρτίδες που διαχωρίζονται τα ψάρια,
- Βιομάζα της κάθε δεξαμενής της παρτίδας,
- Ο αρχικός πληθυσμός των ψαριών της κάθε δεξαμενής της παρτίδας,
- Ο αριθμός των ελαττωματικών ψαριών της κάθε δεξαμενής της παρτίδας,
- Ο τύπος της δυσμορφίας του εντοπίσθηκε.

Οι δυσμορφίες που παρουσιάσθηκαν κατά την διαδικασία του ποιοτικού ελέγχου, είναι οι σκελετικές δυσμορφίες (στραβή σπονδυλική (λόρδωση, κύφωση, σκολίωση, στραβή ουρά)), κρανιακές παραμορφώσεις (στραβό στόμα), απουσία ραχιαίου πτερυγίου, η

αμφίπλευρη διαμόρφωση του ματιού, παραμόρφωση πυελικών πτερυγίων, απουσία νηκτικής κύστης και τα μικρά σε ανάπτυξη ιχθύδια.

4.1.1 Σκελετικές Δυσμορφίες

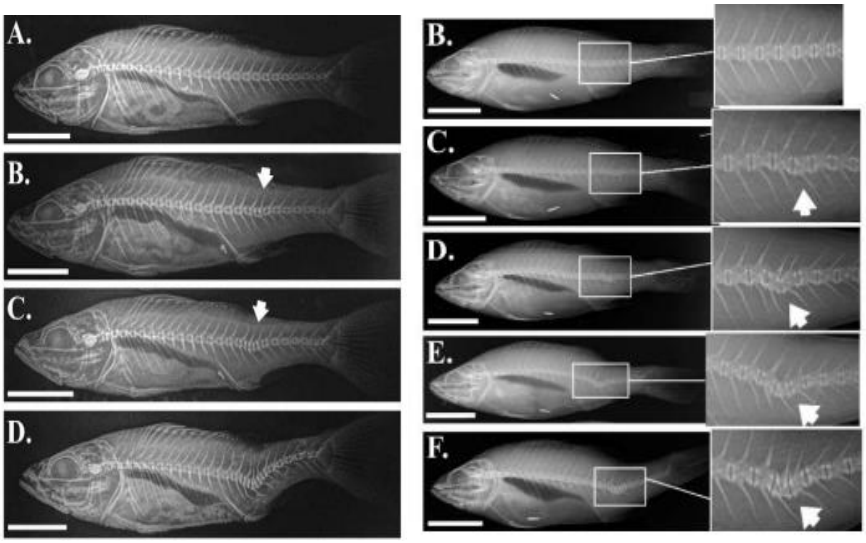
Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα στην υδατοκαλλιέργεια είναι οι σκελετικές δυσμορφίες όπου παρουσιάζονται σε συγκεκριμένα στάδια της παραγωγής του λαβρακιού και σχετικά σε μικρότερες συχνότητες σχέση με την τσιπούρα (Mazurais et al. 2009). Μια από τις κυριότερες παραμορφώσεις που αναπτύσσονται στο λαβράκι είναι στην σπονδυλική στήλη καθώς η σκολίωση, η κύφωση και η λόρδωση είναι πολύ συχνές στο λαβράκι.

Η λόρδωση είναι η πιο σοβαρή και εκτενώς μελετημένη σπονδυλική παραμόρφωση, μπορεί να επηρεάσει το προαιμικό ή το αιμικό τμήμα της σπονδυλικής στήλης. Η προαιμική λόρδωση θεωρείται ότι αποδίδεται σε μηχανισμό αντιστάθμισης για την έλλειψη άνωσης από έναν ανώμαλο λοξό προσανατολισμό κολύμβησης (Catain και Dewavrin, 1989). Έχουν γίνει πολλές αναφορές ότι οι σκελετικές δυσμορφίες όπως η λόρδωση αποδίδονται στην απουσία της νηκτικής κύστης (Chatain & Dewavrin, 1989).

Όσο αφορά την κύφωση, η σπονδυλική στήλη των ελαττωματικών ιχθυδίων, παρουσιάζει μια νωτιοκοιλιακή κάμψη σχήματος Λ και συνήθως παρατηρείται στους σπονδύλους 5 και 6 στην προ-αιματική ραχιαία της νηκτικής κύστης ακόμα και στην αιματική περιοχή. Έχουν γίνει αναφορές για την παρουσία της σε συνδυασμό με την απουσία ή την προβληματική νηκτική κύστη (Boglione et al., 2003). Σύμφωνα με τον Koumoundouro, (2002a), έχει γίνει αναφορά ότι η εμφάνιση της προ-αιματικής κύφωσης σε ιχθύδια με διογκωμένες νηκτικές συνδέεται με την ύπαρξη δυσμορφιών στις βραγχιοστεγείς ακτίνες.

Η σκολίωση αναφέρεται ως μια πλευρική κάμψη της σπονδυλικής στήλης, όπου οι παραμορφώσεις των σκελετικών στοιχείων της σπονδυλικής στήλης, αναφέρονται στην σύντηξη, συμπίεση, παραμόρφωση και απουσία των αιματικών και νευρικών αποφύσεων των τόξων (Koumoundouros, 2002).

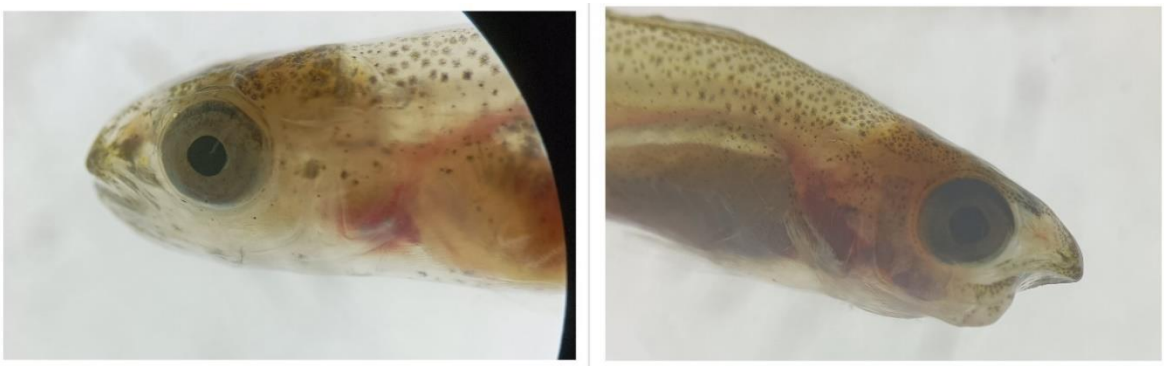
Οι παραπάνω δυσμορφίες διαφαίνονται στην παρακάτω εικόνα 4.1 (Fragkoulis et al. 2017):



Εικόνα 4.1: Ακτινογραφική εξέταση των νεαρών σε 111 dph: (A) νεαρό ιχθύδιο με φυσιολογική εξωτερική μορφολογία και φυσιολογική σπονδυλική στήλη (N/n). (B,C) νεαρό ιχθύδιο με φυσιολογική εξωτερική μορφολογία και μικρές σπονδυλικές ανωμαλίες και ελαφριά λόρδωση (βέλη, N/I-L). (D) νεαρό ιχθύδιο με λόρδωση εξωτερική μορφολογία και σοβαρή λόρδωση (L/s-L). (E,F) αντιπροσωπευτικές περιπτώσεις ιχθυδίων ελαφριά ή σοβαρή σπονδυλική λόρδωση (Fragkoulis et al. 2017).

4.1.2 Κρανιακές Παραμορφώσεις

Από τις κυριότερες κρανιακές παραμορφώσεις εντοπίζονται στο βραγχιακό επικάλυμμα, στην γνάθο και υοειδές τόξο. Το κρανίο στα ιχθύδια παρουσιάζουν καθοριστικό ρόλο κυρίως στην πρόληψη τροφής και στην αναπνοή. Κάθε κατηγορία κρανιακών παραμορφώσεων παρουσιάζει ένα ποικίλο βαθμό έντασης και μορφολογίας. Οι παραμορφώσεις στην γνάθο περιλαμβάνει το λεγόμενο «διασταυρωμένο δάγκωμα» (cross-bite), όπως φαίνεται και στην εικόνα 4.2 (προσωπικό αρχείο).

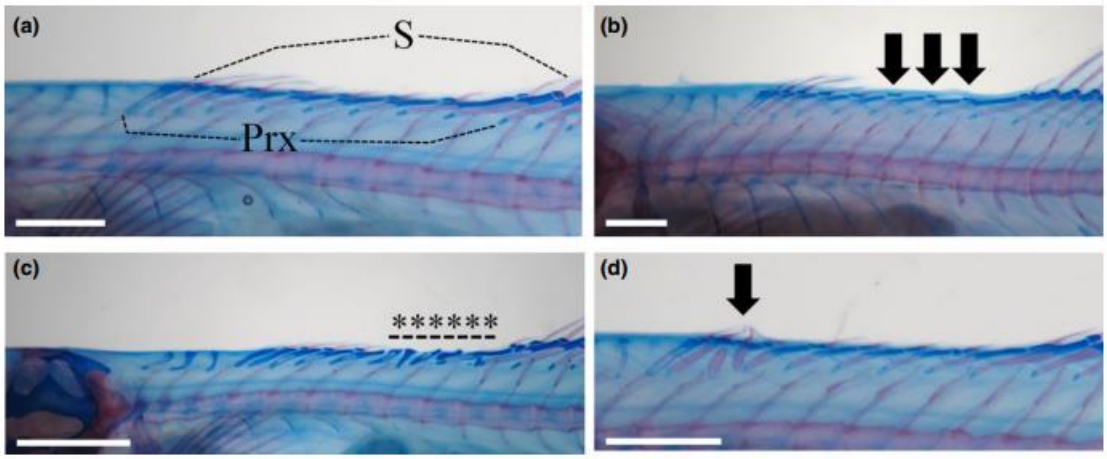


Εικόνα 4.2: Περιπτώσεις με Κρανιακές Παραμορφώσεις. (Α) Στραβό στόμα ή το σύνδρομο του «διασταυρούμενου δαγκώματος» (βέλος), (Β) Μικρή κάτω γνάθος, το οποίο συγχέεται με το σύνδρομο του «διασταυρωμένου δαγκώματος» (βέλος).

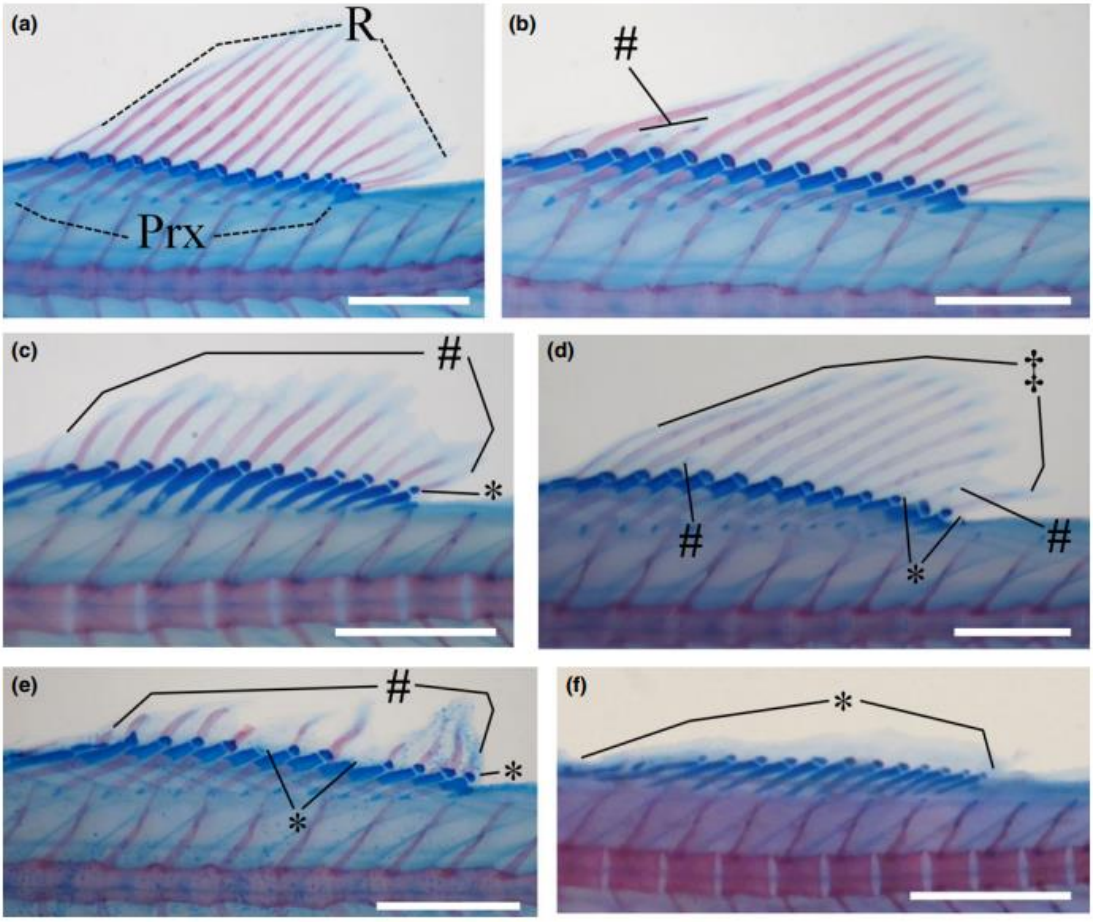
Το σύνδρομο του «διασταυρούμενου δαγκώματος» σχετίζεται κυρίως με την κάτω γνάθο, όπου εκτρέπεται πλευρικά από το επίπεδο της αμφίπλευρης συμμετρίας. Υπάρχουν ιχθύδια τα οποία παρουσιάζουν μικρή κάτω γνάθο με αποτέλεσμα να συγχέεται με το σύνδρομο του «διασταυρούμενου δαγκώματος» (Dinanach et al.,1996).

4.1.3 Απουσία Ραχιαίου Πτερυγίου

Μια άλλη δυσμορφία στο λαβράκι που θα μπορούσε να ενταχθεί στις σκελετικές δυσμορφίες είναι η απουσία του ραχιαίου πτερυγίου όπου ονομάζεται το σύνδρομο Saddleback (Fragkoulis et al., 2017). Ο όρος σύνδρομο της σέλας (SBS) ήταν ο πρώτος που εισήχθη από τους Tave, Bartels, & Smitherman (1983), για να περιγράψουν την μερική προς πλήρη έλλειψη του ραχιαίου πτερυγίου σε τιλάπια *Sarotherodon aureus*. Από τότε το SBS, έχει αναφερθεί ότι αναπτύσσεται σε μια ποικιλία ειδών ψαριών υπό συνθήκες εκτροφής *Dentex dentex* –Koumoundouros et al., 2001, *Pagellus erythrinus* – Boglione et al., 2003, *Sparus aurata* – Koumoundouros, 2010, *Lates calcarifer* – Cobcroft & Battaglene 2013). Στο λαβράκι (*D. labrax*), οι παραμορφώσεις στο ραχιαίο πτερύγιο προκαλούνται από δυσμενή διατροφικά επίπεδα βιταμινών Α (Mazurais et al. 2009). Εσωτερικά το SBS, χαρακτηρίζεται από σοβαρές ανωμαλίες των γιοφόρων πτερυγίων που υπόκεινται από τις ακτίνες που λείπουν (Tave et al. 1983, Koumoundouros et al., 2001, Cobcroft & Battaglene, 2013). Επίσης, το SBS, φαίνεται πως στο λαβράκι επηρεάζει τόσο το πρόσθιο όσο και το οπίσθιο ραχιαίο όπως παρουσιάζεται και στην εικόνα 4.3 και εικόνα 4.4 (Fragkoulis et al. 2017).



Εικόνα 4.3: Περιπτώσεις Συνδρόμου της Σέλας που επηρεάζει το πρόσθιο ραχιαίο πτερύγιο σε δείγματα νεαρών ιχθυδίων. (α) Κανονικό, (β) Λείπουν σκληρές ακτίνες (βέλη), (γ) Λείπουν σκληρές ακτίνες (αστερίσκοι), (δ) Συγκλίνουσες σκληρές ακτίνες (Fragkoulis et al. 2017).



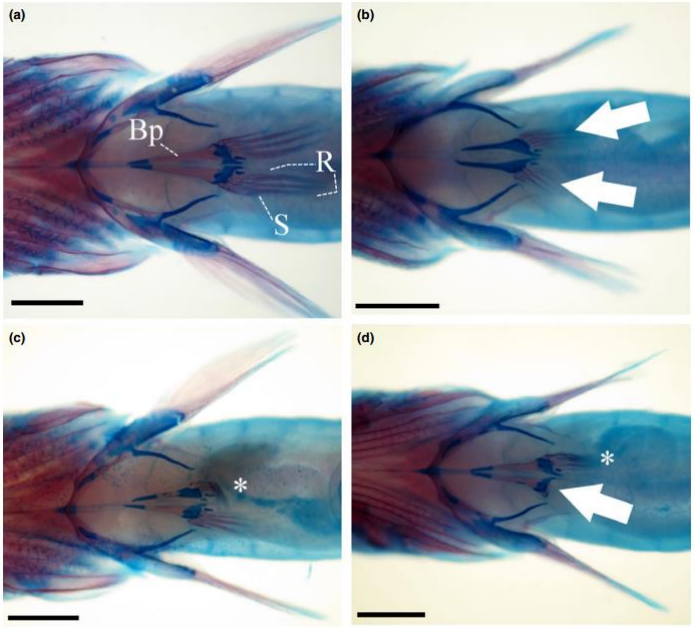
Εικόνα 4.4: Περιπτώσεις Συνδρόμου της Σέλας που επηρεάζει το οπίσθιο ραχιαίο πτερύγιο σε δείγματα νεαρών ιχθυδίων. (α) Κανονικό, (β) Μείωση μεγέθους δύο ακτινών, (γ) Μείωση μεγέθους όλων των ακτινών, (δ) Κακή οστεοποίηση, μείωση μεγέθους και πλήρης έλλειψη, (ε) Μείωση μεγέθους ή πλήρης έλλειψη, (φ) Παντελής έλλειψη των ακτινών(Fragkoulis et al. 2017).

4.1.4 Αμφίπλευρη Διαμόρφωση του Ματιού

Το οφθαλμικό σύνδρομο είναι ένα σημαντικό πρόβλημα υγείας τόσο των άγριων όσο και των εκτρεφόμενων ψαριών. Οι οφθαλμολογικές ασθένειες των ψαριών είναι συχνές και αποτελούν σημαντικό πρόβλημα στην βιομηχανία της υδατοκαλλιέργειας και οι οφθαλμολογικές ασθένειες μπορεί να προκαλέσουν στα ψάρια καθυστέρηση στην ανάπτυξη λόγω της μη ορατότητας για την πρόσληψη της τροφής. η κερατίτιδα, το βυθισμένο μάτι, η απουσία ματιού, το μικρό μάτι, το νεόπλασμα κερατοειδούς και ο αμφιβληστροειδής θα μπορούσε να είναι αποτέλεσμα σωματικής, φυσιολογικής και ορμονικής ανεπάρκειας (Bjerkas et al., 2006). Εκτός από τα παθολογικά αίτια, η ξαφνική μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού, της αλατότητας, και ο υπερκορεσμός του αερίου είναι υπεύθυνα για να σωστή ανάπτυξη του ματιού στα άγρια ψάρια ((Domitrovic et al., 2000). Όσο αφορά τα εκτρεφόμενα ψάρια, και συγκεκριμένα στο λαβράκι έχει παρατηρηθεί αδιαφάνεια του κερατοειδούς με την ανεπάρκεια σε Ασκορβικό οξύ και προβιοτικό (Taoka et al., 2006).

4.1.5 Παραμόρφωση Πυελικών Πτερυγίων

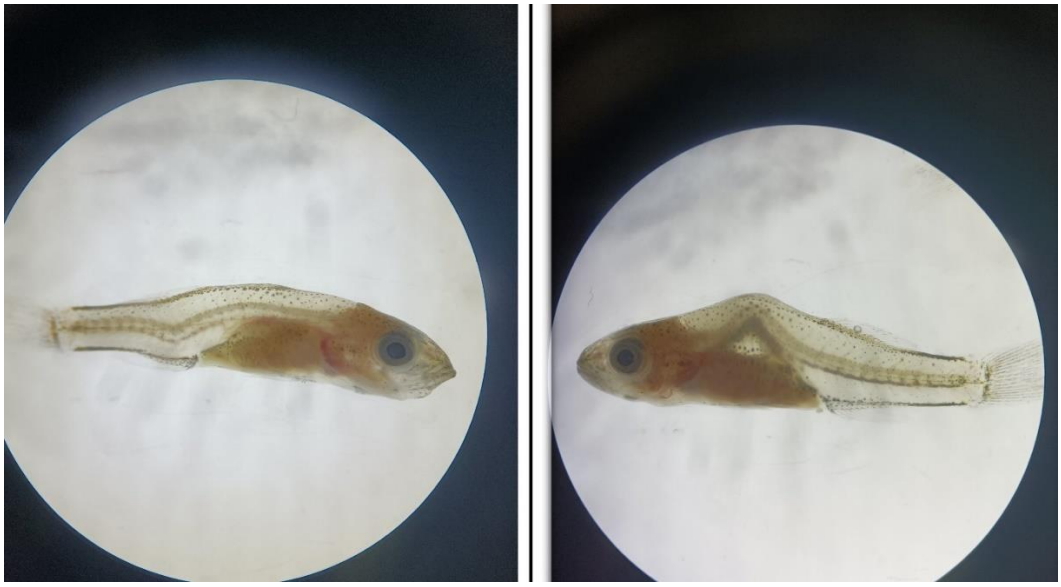
Η παραμόρφωση των πυελικών πτερυγίων φαίνεται να σχετίζεται σημαντικά με την έλλειψη του ραχιαίου πτερύγιου, συνεπώς με το σύνδρομο Saddleback (Fragkoulis et al., 2017). Άλλη μια δυσμορφία ή αλλιώς σκελετική δυσμορφία του εκτρεφόμενου λαβρακιού, όπου παρατηρείται ότι μπορεί να παρουσιασθεί μονομερής έλλειψη του πυελικού πτερυγίου ή ακόμα και ολική. Οι ανωμαλίες στο πυελικό πτερύγιο μπορεί επίσης να είναι εμφανής στη μορφή του του μεγέθους, δηλαδή μείωση των ακτινών ή/και ασύμμετρη ανάπτυξη βασιτερυγίας, συστροφές ακτινών ή ακτινών που λείπουν, όπως παρουσιάζονται στην εικόνα 4.5 (Fragkoulis et al., 2017).



Εικόνα 4.5: Παραμορφώσεις στα πυελικά πτερύγια του εκτρεφόμενου λαβρακιού. (α) κανονικό, (β) μείωση του μεγέθους και ασύμμετρη βασιτερυγία, (γ) ασύμμετρη βασιτερυγία, (δ) έλλειψη και λεπιδοτρυχία (Fragkoulis et al., 2017).

4.1.6 Απουσία Νηκτικής Κύστης

Η νηκτική κύστη θεωρείται ένα από τα πιο σημαντικά όργανα των ιχθυδίων, συνδέεται με το πεπτικό σύστημα και δίνει στο ψάρι ορίζει στην πλευστότητά του. Η κύστη αυξάνει τον όγκο του ιχθυδίου χωρίς όμως να μεταβάλει το βάρος του, διατηρώντας το έτσι σε ισορροπία μέσα στο νερό. Η νηκτική κύστη επίσης, ορίζεται ως ένα όργανο το οποίο ρυθμίζει πολλές λειτουργίες όπως την αναπνοή, την παραγωγή των ήχων καθώς και την αντίληψη. Η μη λειτουργική νηκτική κύστη έχει σαν αποτέλεσμα την προ-αιματική λόρδωση καθώς και την μείωση του ρυθμού ανάπτυξης και της επιβίωσης των ιχθυδίων. Η ανωμαλία αυτή προκάλεσε σοβαρό πρόβλημα στην Υδατοκαλλιέργεια κατά τις δεκαετίες 1970 με 1980, πλήττοντας έτσι μέχρι και το 90% της παραγωγής του λαβρακιού. Επίσης, τα ιχθύδια με διογκωμένη νηκτική κύστη, παραμένουν στην επιφάνεια των δεξαμενών χωρίς την δυνατότητα κίνησης με αποτέλεσμα να πεθαίνουν ασιτία (Chatain 1989, Divanach et al. 1997).



Εικόνα 4.6: Περιπτώσεις προβληματικής νηκτικής κύστης (α) Απουσία νηκτικής κύστης, (β) Προβληματική νηκτική κύστη σε συνδυασμό με λόρδωση (Προσωπικό υλικό).

4.1.7 Μικρά σε Ανάπτυξη Ιχθύδια

Ένα συχνό φαινόμενο στην παραγωγή εκτρεφόμενων ψαριών, είναι οι χαμηλοί ρυθμοί ανάπτυξής τους. Το ποσοστό του ρυθμού ανάπτυξης ποικίλει σημαντικά, ανάμεσα στις παρτίδες εντός του ίδιου εκκολαπτηρίου αλλά και μεταξύ των διάφορων δεξαμενών της ίδιας παρτίδας. Για την μειωμένη ανάπτυξη ορισμένων ιχθυδίων θα μπορούσαν να ευθύνονται τόσο η απουσία ή η προβληματική νηκτική κύστη όσο και η συστοιχία των αυγών σε μια δεξαμενή (Boglione et al. 2013). Επομένως, τα ιχθύδια αυτά προστίθενται στην κατηγορία των ελλαττωματικών ιχθυδίων ή αλλιώς δύσμορφων.

4.2 Μέθοδοι Στατιστικής Ανάλυσης

Σε αυτήν την ενότητα παρουσιάζονται οι βασικές μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν από την διαδικασία του ποιοτικού ελέγχου των ιχθυδίων. Όλα τα αριθμητικά μέτρα και οι επαγωγικοί έλεγχοι, που περιγράφονται στην συνέχεια, αποτελούν τμήμα του στατιστικού πακέτου Minitab (Data Analysis, Statistical & Process Improvement Tools).

Αρχικά, θα επεξεργαστούν τα δεδομένα που προέκυψαν από την διαδικασία του ποιοτικού ελέγχου κατά την χρονική περίοδο 28/1/2022 – 23/9/2022 (Παράρτημα Α). Πρόκειται για

ομαδοποιημένα δεδομένα που αντιστοιχούν σε κάθε μια από τις 6 παρτίδες των ιχθυδίων που διαχειρίστηκαν.

Στην συνέχεια, μέσω της στατιστικής μεθόδου One-Way ANOVA, θα πραγματοποιηθεί έλεγχος υπόθεσης, για να διαπιστωθεί αν όλες οι μέσες τιμές των παρτίδων των ψαριών με βάση τα ποσοστά δυσμορφιών που προέκυψαν είναι ίσες, δηλαδή να διαπιστωθεί εάν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των παρτίδων που προέκυψαν (Nikolakakis et al., 2014).

Στην συνέχεια, θα εφαρμοστεί το διάγραμμα διαστήματος (Interval Plot) απεικονίζοντας τα ποσοστά δυσμορφίας σε σχέση με τις παρτίδες. Συγκεκριμένα, το διάγραμμα διαστήματος, επιτρέπει να αξιολογηθεί η διακύμανση και η στατιστικά σημαντικότητα μεταξύ των παρτίδων και να διαπιστωθεί εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα ποσοστά δυσμορφίας μεταξύ τους.

Ο καταλληλότερος έλεγχος είναι το Κανονικό διάγραμμα Πιθανότητας (Probability Plot), το οποίο εκτιμά πόσο κοντά βρίσκεται η προβλεπόμενη κατανομή με την πραγματική κατανομή. Στην συγκεκριμένη περίπτωση πόσο κοντά βρίσκονται τα παρατηρούμενα ποσοστά δυσμορφιών από τα προβλεπόμενα ποσοστά δυσμορφιών για κάθε παρτίδα.

Για την γραφική επαλήθευση των δεδομένων, θα κατασκευαστεί ένα ιστόγραμμα συχνοτήτων, ώστε να απεικονιστεί η κατανομή των ποσοστών δυσμορφίας με βάση τις συχνότητες εμφανίσεις τους σε διάφορα διαστήματα τιμών.

Έπειτα όσο αφορά την ασυμμετρία, ομοιομορφία και την σταθερή διασπορά των ποσοστών δυσμορφίας στα διάφορα επίπεδα των προβλεπόμενων τιμών, το κατάλληλο γράφημα είναι η επιθυμητή προσαρμογή (Versus Fits).

Προκειμένου να διερευνηθεί η συστηματική σχέση μεταξύ των ποσοστών δυσμορφίας και η σειρά των παρατηρήσεων, γίνεται η χρήση διαγράμματος σειράς (Versus Order), όπου μπορεί να διαπιστωθεί εάν επηρεάζεται η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων.

Για να αξιολογηθεί η κανονικότητα των δεδομένων και να επιβεβαιωθούν οι προϋποθέσεις της στατιστικής μεθόδου One-Way ANOVA, χρησιμοποιήθηκε το διάγραμμα ελέγχου P. Για τον έλεγχο της ποιότητας των παρτίδων χρειάστηκε ο αρχικός αριθμός του πληθυσμού των ψαριών ανά παρτίδα και ο αριθμός των ελαττωματικών ψαριών ανά παρτίδα, καθώς βασίζεται στην διωνυμική κατανομή όπου κάθε μονάδα έχει μόνο δυο δυνατότητες δηλαδή, ελαττωματική ή μη ελαττωματική (Chen et al., 2008).

Εάν από το διάγραμμα ελέγχου εντοπιστούν σημεία εκτός ελέγχου, τότε πρέπει να εφαρμοστεί ένα διαγνωστικό διάγραμμα ελέγχου (P Chart Diagnostic), καθώς είναι ένα

ισχυρό εργαλείο διαχείρισης για τον εντοπισμό ειδικών αιτιών, για το προσδιορισμός της σωστής προσέγγισης στην επίλυση προβλημάτων και για τη μάθηση για το τι συμβαίνει με μια διαδικασία, είναι επίσης ένα ισχυρό εργαλείο για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας μιας ποικιλίας λύσεων (Latzko, 2000).

Εάν προκύψουν περισσότεροι από ένας παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την ποιότητα των παρτίδων, το διάγραμμα ελέγχου Lanel P' βοηθά στον έλεγχο της αλληλεπίδρασης μεταξύ των παραγόντων (Mohammed et al., 2012).

Εφόσον ικανοποιούνται οι συνθήκες κανονικότητας και ανεξαρτησίας των δεδομένων κατασκευάστηκε το ΔΕ I-MR το οποίο είναι χρήσιμο για τη έγκαιρη ανίχνευση των μεγάλων και απότομων αλλαγών σε μια διεργασία. Για τον έλεγχο της κανονικότητας ένας κατάλληλος στατιστικός έλεγχος είναι το τεστ Anderson-Darling, το οποίο εκτιμά εάν τα δεδομένα είναι αρκετά κοντά στο κανονικό (Feldman, 2018).

Για την ύπαρξη ανεξαρτησίας των δεδομένων της βιομάζας που πρόκυψε ανά παρτίδα ψαριών, θα γίνει χρήση του στατιστικού ελέγχου τυχαιότητας (Run test).

Εάν μέσω του τεστ Anderson-Darling, διαπιστώνετε ότι δεν υπάρχει κανονικότητα των δεδομένων, τότε για την αντιμετώπιση του προβλήματος της μη κανονικότητας επιλέχθηκε ο κατάλληλος μετασχηματισμός Box-Cox, με στόχο να διαπιστωθεί εκ νέου η κανονικότητα και εφαρμόστηκε η μέθοδος Johnson Transformation σε όποια παρτίδα ήτο απαραίτητο. Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή, οι μετρήσεις που αφορούν την βιομάζα ανά παρτίδα μετασχηματίστηκαν σε νέες μέσα από την εξίσωση μετατροπής Keller (2010).

Στη συνέχεια της διαμόρφωσης του συστήματος ελέγχου της διεργασίας, κατασκευάστηκε ένα ΔΕ EWMA χρησιμοποιείται για τον έλεγχο μεταβολών μικρής και σταδιακής κλίμακας στη διεργασία. Αυτό είναι απόρροια του γεγονότος ότι για την εκτίμηση της στατιστικής συνάρτησης που χρησιμοποιείται σε ένα ΔΕ τύπου EWMA λήφθηκαν υπόψη οι μετρήσεις της διεργασίας με την επιρροή των παλιότερων να μειώνεται εκθετικά. Τα διαγράμματα αυτά είναι χρήσιμα, πρωτίστως όταν οι μετρήσεις της διεργασίας συλλέγονται σε πραγματικό χρόνο, όπως στη συγκεκριμένη περίπτωση (Cembrowski et al., 1976). Στην συγκεκριμένη περίπτωση το ΔΕ EWMA, εφαρμόστηκε στα μετασχηματισμένα δεδομένα της βιομάζας ανά παρτίδα αλλά και στα αρχικά δεδομένα καθώς δεν επηρεάζετε η κανονικότητα.

Η χρήση του ιστογράμματος βοηθά στο να οπτικοποιηθεί η κατανομή της αρχικής βιομάζας (ιχθυοπυκνότητας) ανά παρτίδας καθώς και την βιομάζα μετά τον μετασχηματισμό μέσω

του μετασχηματισμού Johnson. Επίσης, αντλήθηκαν πληροφορίες σχετικά με την μέση τιμή, τη διασπορά και την μορφή της κατανομής (Carvajal & Nebot, 1998).

Για την ανάλυση της συχνότητας εμφάνισης των δυσμορφιών ανά παρτίδα και την προτεραιοποίησή τους με βάση τη σημαντικότητά τους, κατασκευάστηκε ένα διάγραμμα Pareto, μέσω του οποίου αναγνωρίζονται οι κύριες αιτίες των δυσμορφιών ανά παρτίδα και μπορούν να προσδιοριστούν οι δυσμορφίες που είναι υπεύθυνες για το μεγαλύτερο ποσοστό προβλημάτων.

Τέλος, η χρήση του διαγράμματος διασποράς στα ψάρια, εφαρμόστηκε για την ανάλυση της σχέσης μήκους-βάρους των ψαριών καθώς και για την ανάλυση της σχέσης μεταξύ του αριθμού των ειδών ψαριών και της έκτασης των αποθεμάτων του (Teresa et la., 2015).

Μέσω του διαγράμματος διασκόρπισης ανιχνεύθηκαν οι πιθανές συσχετίσεις ή τις τάσεις μεταξύ των μεταβλητών ελαττωματικών ψαριού και του αρχικού πληθυσμού των ψαριών.

Κεφάλαιο 5° Στατιστική Επεξεργασία Δεδομένων

5.1 Γενικά

Θα πραγματοποιηθεί στατιστική επεξεργασία δεδομένων που προέρχονται από τον εσωτερικό ποιοτικό έλεγχο σε Ιχθυογεννητικό σταθμό που διενεργήθηκε στο Λαβράκι. Έχουν επιλεχθεί να μελετηθούν από το σύνολο των δεδομένων, οι παρτίδες των ιχθυδίων, ο αρχικός αριθμός των ιχθυδίων της κάθε παρτίδας, το μέσος βάρος των ιχθυδίων της κάθε παρτίδας, η συνολική βιομάζα της κάθε παρτίδα καθώς και ο ελαττωματικός αριθμός των ιχθυδίων τα οποία απορρίφθηκαν κατά την διαδικασία του ποιοτικού ελέγχου, μέσω της εφαρμογής των κατάλληλων εργαλείων ποιότητας και μεθόδων σε διαφορετικές συνθήκες χρήσης των ΔΕ, οι οποίες καθορίζονται από τις στατιστικές ιδιότητες των διαθέσιμων δεδομένων. Τα δεδομένα προέρχονται από μετρήσεις ποσοτικών και συνεχών μεταβλητών και υπάγονται σε δεδομένα του ποιοτικού ελέγχου για το έτος 2022. Η κύρια επεξεργασία τους είναι μέσω της εφαρμογής των εργαλείων ποιότητας και η διενέργεια αυτή επισημαίνεται ως νέα και συνεπώς δεν υπάρχει κάποιο δεδομένο πρότυπο που μπορεί να εφαρμοστούν για την διενέργεια αυτή. Για την στατιστική επεξεργασία των δεδομένων θα χρησιμοποιηθεί το πακέτο MINITAB 21.3.1.0.

5.2 Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων Παρτίδων ψαριών και των Ποσοστών Δυσμορφιών ανά Παρτίδα

Θα επεξεργαστούν τα δεδομένα των παρτίδων και των ποσοστών δυσμορφίας που εμφανίζονται ανά παρτίδα για την χρονική περίοδο 28/1/2022 – 23/9/2022 (Παράρτημα Α). Αναφέρονται σε μεμονωμένες παρατηρήσεις που αντιστοιχούν σε διαφορετικές ημέρες αναλύσεων. Η κάθε ημέρα αντιστοιχεί και σε ένα διαφορετικό ποσοστό δυσμορφιών.

5.2.1 Έλεγχος στατιστικά σημαντικής διαφοράς όλων των παρτίδων

Ο έλεγχος για την μέση τιμή των ποσοστών των δυσμορφιών ανά παρτίδα θα πραγματοποιηθεί με τον έλεγχο της μηδενικής υπόθεσης:

H_0: «$\mu_1 = \mu_3 = \mu_5 = \mu_7 = \mu_9 = \mu_{10}$»
H_A: «δεν ισχύει η H_0».

Για τον παραπάνω έλεγχο θα γίνει χρήση επιπέδου σημαντικότητας $\alpha = 5\%$, όπως και σε όλους τους ελέγχους της παρούσας μελέτης.

Επίσης, θα ελεγχθούν γραφικά οι υποθέσεις κανονικότητας, ανεξαρτησίας και ομοσκεδαστικότητας των ποσοστών δυσμορφίας.

Το MINITAB δίνει τα αποτελέσματα του πίνακα 5.1 και τα γραφικά του σχήματος 5.1 και του σχήματος 5.2 από τα οποία παρατηρείται ότι η $f = 31{,}66$ με $p_{value} = 0{,}000 < 0{,}05 = \alpha$. Οπότε απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση και έτσι η ισότητα των μέσων τιμών των ποσοστών δυσμορφιών στις 6 διαφορετικές παρτίδες.

Πίνακας 5.1: Έλεγχος ισότητας Μέσων τιμών για τα δεδομένα Ποσοστών δυσμορφιών ανά παρτίδα

One-way ANOVA: ΠΟΣΟΣΤΑ versus ΠΑΡΤΙΔΑ

Method

Null hypothesis	All means are equal
Alternative hypothesis	Not all means are equal
Significance level	α = 0,05

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
ΠΑΡΤΙΔΑ	6	BATCH1; BATCH10; BATCH3; BATCH5; BATCH7; BATCH9

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ΠΑΡΤΙΔΑ	5	19933	3986,6	31,66	0,000
Error	373	46963	125,9		
Total	378	66896			

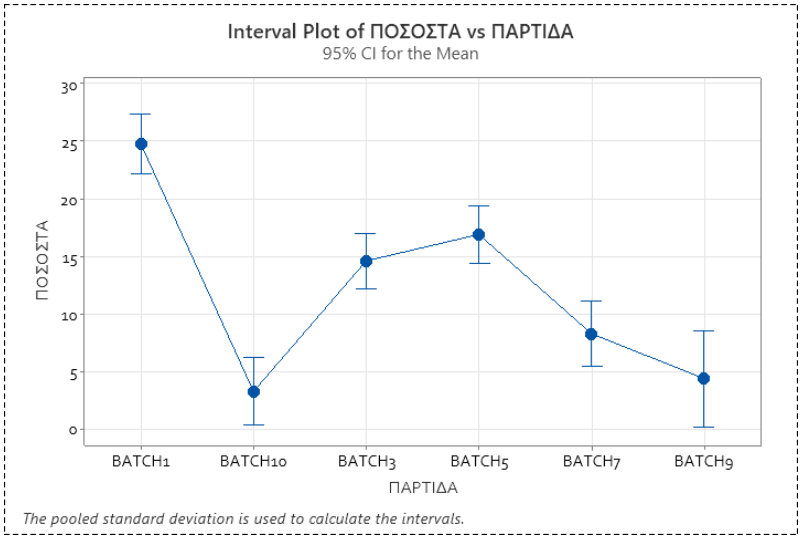
Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
11,2208	29,80%	28,86%	27,85%

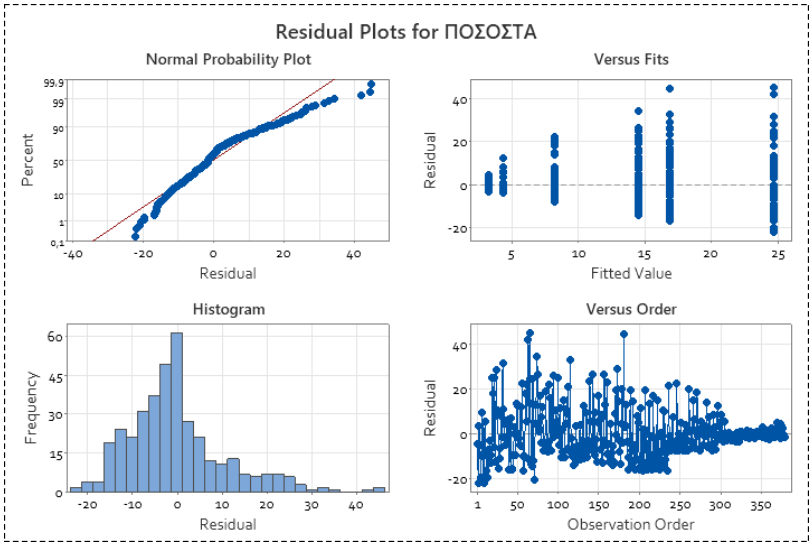
Means

ΠΑΡΤΙΔΑ	N	Mean	StDev	95% CI
BATCH1	71	24,74	15,43	(22,12; 27,36)
BATCH10	57	3,239	1,731	(0,316; 6,161)
BATCH3	86	14,57	11,23	(12,19; 16,95)
BATCH5	77	16,88	14,32	(14,36; 19,39)
BATCH7	60	8,256	7,632	(5,408; 11,105)
BATCH9	28	4,360	3,870	(0,190; 8,530)

Pooled StDev = 11,220



Σχήμα 5.1: Έλεγχος Ισότητας Μέσων τιμών για τα δεδομένα ποσοστών δυσμορφιών ανά παρτίδα



Σχήμα 5.2: Έλεγχος κανονικότητας, ανεξαρτησίας και ομοσκεδαστικότητας των ποσοστών δυσμορφίας

Με βάση την κανονικότητα προκύπτει ότι τα σημεία δεν εφάπτονται στην ευθεία σύμφωνα με το διάγραμμα κανονικότητας. Επομένως, απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση της κανονικότητας.

Με βάση την ανεξαρτησία, παρατηρείται ότι τα σημεία δεν έχουν κατανεμηθεί τυχαία κατά μήκος της ευθείας $e = 0$, άρα ισχύει η υπόθεση της ανεξαρτησίας.

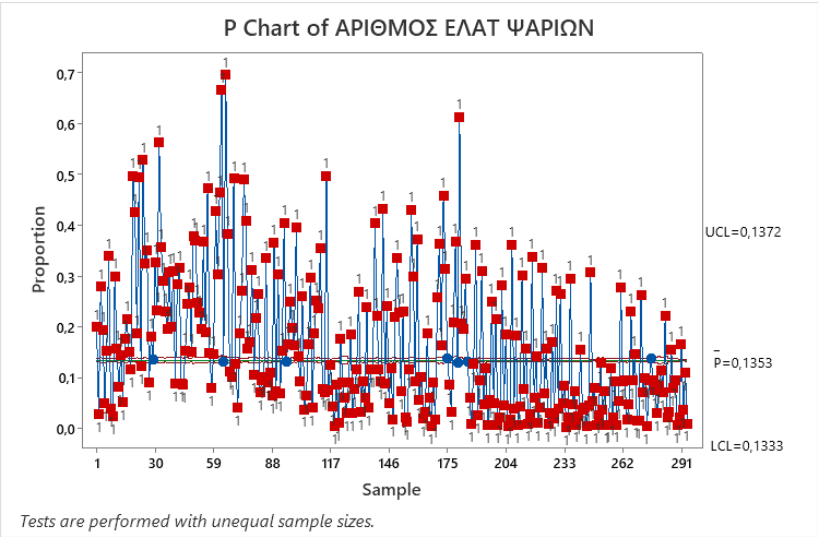
Τέλος, με βάση την ομοσκεδαστικότητα, στο διάγραμμα των υπολοίπων ως προς τις προσαρμοσμένες τιμές διαπιστώνεται ότι δεν είναι ίδιες οι μεταβλητότητες των υπολοίπων ανά προσαρμοσμένη τιμή, άρα δεν ισχύει η υπόθεση της ομοσκεδαστικότητας.

5.3 Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων Ελαττωματικών ψαριών όλων των παρτίδων

Θα επεξεργαστούν τα δεδομένα των ελαττωματικών ιχθυδίων, δηλαδή, των ψαριών που απορρίφθηκαν λόγω δυσμορφιών και τον αρχικό αριθμό των πληθυσμών των ψαριών ανά παρτίδα (Παράρτημα Β) για την παραγωγικό έτος 2022 με την χρήση ΔΕ P, ΔΕ Diagnostic και ΔΕ Lanel P'.

5.3.1 Κατασκευή Διαγράμματος Ελέγχου P

Κατασκευάστηκε ένα ΔΕ P (Σχήμα 5.3), με στόχο να διαπιστωθεί εάν η διεργασία είναι εντός στατιστικού ελέγχου. Για να ελεγχθεί αυτό θα επεξεργαστούν τα δεδομένα των ελαττωματικών ψαριών του δείγματος του ποιοτικού ελέγχου.

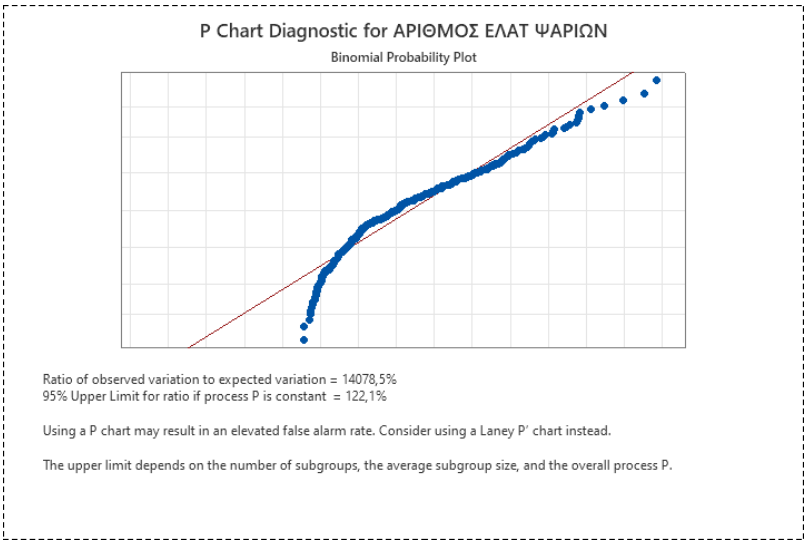


Σχήμα 5.3: Διάγραμμα Ελέγχου P για τα δεδομένα ελαττωματικών ψαριών ανά παρτίδα

Όπως προκύπτει από το ΔΕ P με μέσο $\bar{p} = 0{,}1353$, η διεργασία είναι εκτός των ορίων UCL και LCL, άρα συμπεραίνετε ότι η διεργασία είναι εκτός στατιστικού ελέγχου και με μοτίβα σημείων που υποδηλώνουν την ύπαρξη ειδικών αιτιών, τα οποία μπορούν να διερευνηθούν περαιτέρω με την χρήση του διαγνωστικού διαγράμματος ελέγχου P και να εντοπιστούν οι αιτίες που προκαλούν ασυνήθιστες διακυμάνσεις μεταξύ των δεδομένων (Latzko, 2000).

5.3.2 Κατασκευή Διαγνωστικού Διαγράμματος Ελέγχου P

Για την κατασκευή του Διαγνωστικού Διαγράμματος Ελέγχου (Σχήμα 5.4), θα εφαρμοστούν τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στο ΔΕ P ώστε να διαπιστωθεί εάν τα αποτελέσματα της κατασκευής του ΔΕ P είναι εμφάνιση λανθασμένων συναγερμών (Mulder et al., 2012).



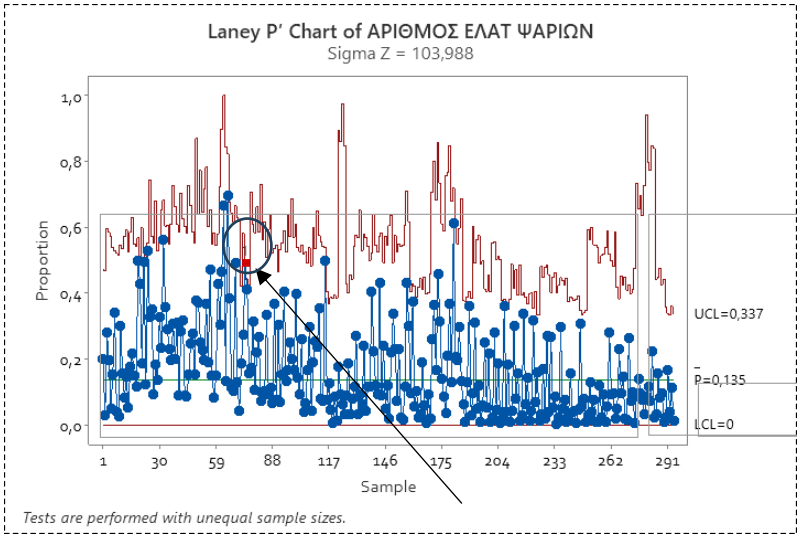
Σχήμα 5.4: Διαγνωστικό Διάγραμμα Ελέγχου P για τα δεδομένα των ελαττωματικών ψαριών ανά παρτίδα

Η παρατηρούμενη διακύμανση είναι πολύ υψηλότερη από την αναμενόμενη διακύμανση. Αυτό υποδηλώνει ότι η διαδικασία P μπορεί να έχει σημαντικές αλλαγές, ειδικές αιτίες ή προβλήματα που πρέπει να εξεταστούν περαιτέρω. Μια από τις πιθανές αιτίες για τις οποίες δεν μπορώ να έχω στατιστικό έλεγχο στην διεργασία μου είναι η αλλοίωση του δείγματός μου λόγω των παρτίδων 9 και 10. Στις παρτίδες αυτές τα ποσοστά των ελαττωματικών

ιχθιδίων, δηλαδή των ιχθυδίων που απορρίφθηκαν κατά την διαδικασία του ποιοτικού ελέγχου είναι πολύ μικρά καθώς έχουμε μικρότερο συνολικό αριθμό ιχθυδίων επομένως και μικρότερο αριθμό ελαττωματικών ιχθυδίων.

5.3.3 Κατασκευή Διαγράμματος Ελέγχου Lanel P'

Για την κατασκευή ΔΕ Lanel P' (Σχήμα 5.5), θα εφαρμοστούν τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στο αρχικό διάγραμμα ελέγχου P. Η εκτίμηση της τυπικής απόκλισης έχει γίνει χρησιμοποιώντας τη δειγματική τυπική απόκλιση.



Σχήμα 5.5: Διάγραμμα Ελέγχου Lanel P' για τα δεδομένα ελαττωματικών ψαριών ανά παρτίδα

Από την οπτική παρατήρηση μεταξύ του ΔΕ P και του ΔΕ Lanel P', δεν προκύπτει σημαντική διαφορά όσο αφορά την μέση τιμή και την διασπορά μεταξύ των ποσοστών των ελαττωματικών ψαριών. Ωστόσο, με την χρήση του ΔΕ Lanel P' παρατηρείται ότι έχει μειωθεί ο υπερβολικός αριθμός ψευδών συναγερμών καθώς τα όρια δράσης είναι πιο ευρεία με αποτέλεσμα λιγότερες τιμές εκτός ελέγχου (στην συγκριμένη περίπτωση μια).

Όσο αφορά την τιμή του δείγματος που βρίσκεται περισσότερο από 3σ μακριά από την κεντρική γραμμή το ΔΕ Lanel P'(από τον μέσο όρο το έχει ποσοστό ελαττωματικών ψαριών στο σημείο αυτό 27,27% το οποίο είναι μεγαλύτερο από το UCL και υποδηλώνει ότι το ποσοστό ελαττωματικών ψαριών είναι σημαντικά υψηλότερο από αυτό που

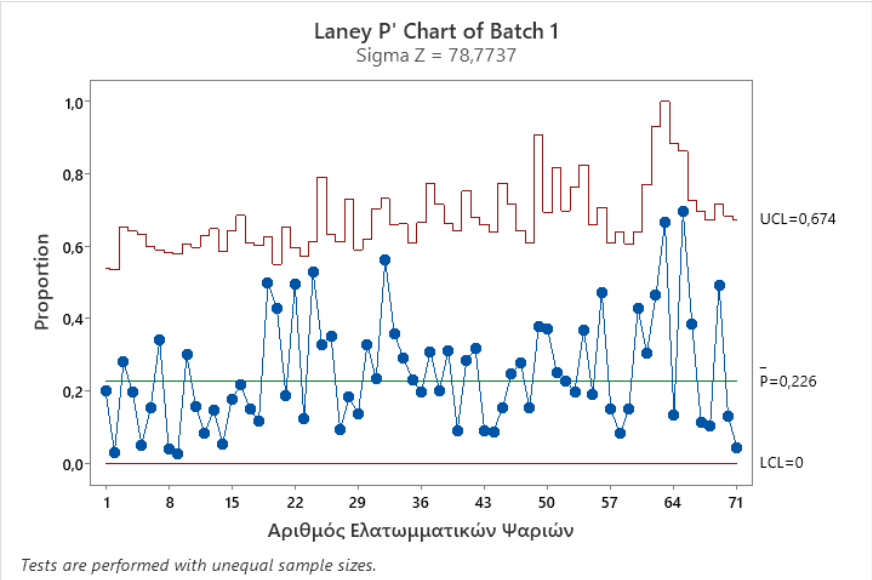
αναμένετε ή από αυτό που θεωρείται αποδεκτό σύμφωνα με το διάγραμμα, επομένως είναι εκτός ελέγχου. Δεν μπορεί να βγει κάποιο ολοκληρωμένο συμπέρασμα, επομένως θα απομονωθούν τις παρτίδες 9 και 10 και θα αναλύσουμε παρακάτω κάθε παρτίδα ξεχωριστά.

5.4 Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων της Παρτίδας 1 (Batch 1)

Θα επεξεργαστούν τα δεδομένα που μας δίνονται από τον Πίνακα Batch 1 από το Παράρτημα Α. Τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν είναι ο αριθμός του αρχικού πληθυσμού των ψαριών, ο αριθμός των ελαττωματικών ψαριών, την βιομάζα και τους τύπους των δυσμορφιών.

5.4.1 Κατασκευή διαγράμματος ελέγχου Lanel P’

Κατασκευάζετε ένα ΔΕ P (Σχήμα 5.6), για να διαπιστωθεί εάν η διεργασία είναι εντός στατιστικού ελέγχου. Για να ελεγχθεί αυτό θα επεξεργαστούν τα δεδομένα των ελαττωματικών ψαριών του δείγματος του ποιοτικού ελέγχου.



Σχήμα 5.6: Διάγραμμα Ελέγχου P για τα δεδομένα ελαττωματικών ψαριών Batch 1

Όπως προκύπτει από το ΔΕ Lanel P’ η διεργασία είναι εντός στατιστικού ελέγχου, καθώς δεν παρατηρούνται σημεία εκτός των ορίων ελέγχου, αλλά ούτε και επαναλαμβανόμενα

σημεία ώστε να προκύπτουν ειδικά αίτια. Η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση της διεργασίας εκτιμήθηκαν μέσω του MINITAB λαμβάνοντας υπόψη τον τύπο:

$$\sigma = \sqrt{\frac{p * (1 - p)}{n}}$$

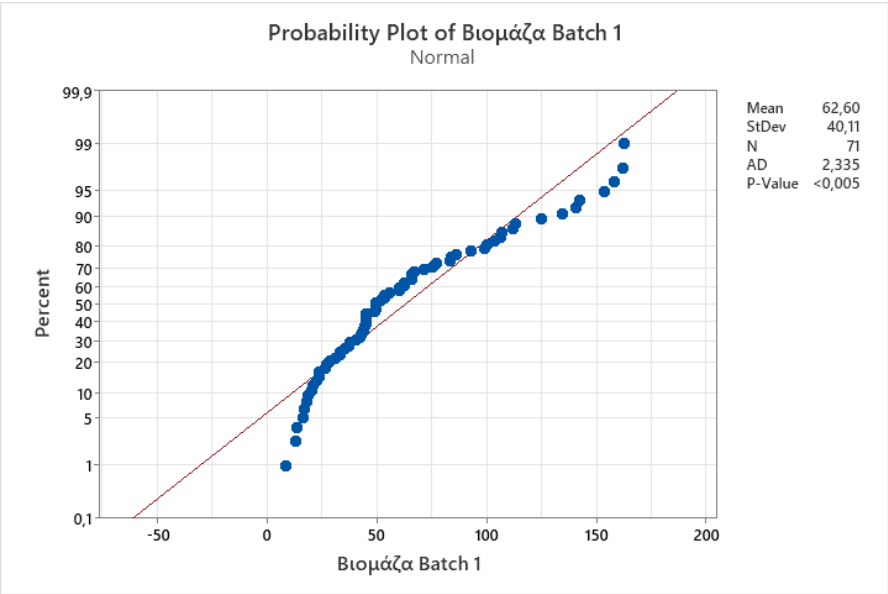
5.4.2 Έλεγχος κανονικότητας των δεδομένων

Ο έλεγχος κανονικότητας θα γίνει με τον έλεγχο της μηδενικής υπόθεσης:

H_0: $\ll$ *Τα δεδομένα προέρχονται από κανονική κατανομή* $\gg$

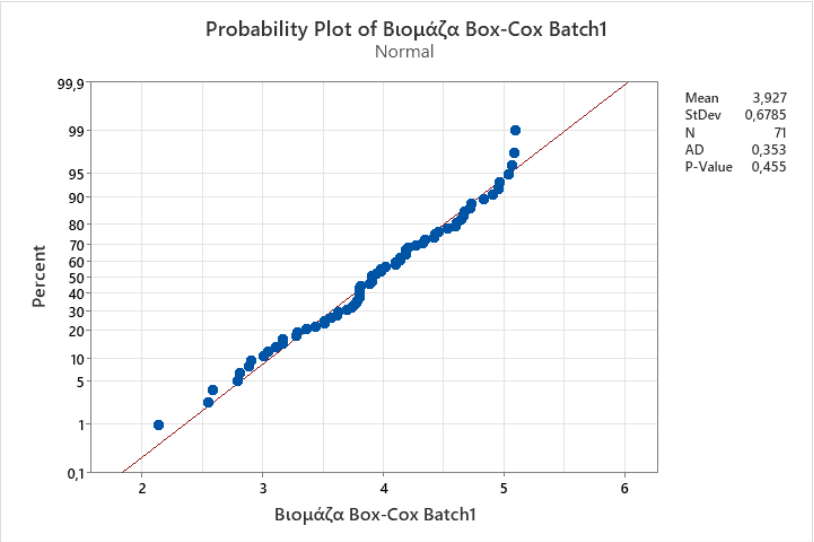
H_A : $\ll$ *Δεν ισχύει η* H_0 $\gg$.

Ο καταλληλότερος γραφικός έλεγχος είναι το Κανονικό Διάγραμμα Πιθανότητας και ένας κατάλληλος στατιστικός έλεγχος είναι το τεστ των Anderson-Darling, με το οποίο εκτιμάται η απόκλιση των παρατηρούμενων δεδομένων (σημεία) από την προσδοκώμενη κατανομή (ευθεία). Με την χρήση του MINITAB προκύπτει το Σχήμα 5.7 από το οποίο φαίνεται ότι πολλά σημεία βρίσκονται εκτός της ζώνης που ορίζει την προσαρμογή στο κανονικό πρότυπο, ενώ το παρατηρούμενο επίπεδο σημαντικότητας των Anderson-Darling είναι $Pvalue < 0{,}005$. Επομένως, απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση της κανονικότητας των δεδομένων σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 5\%$.



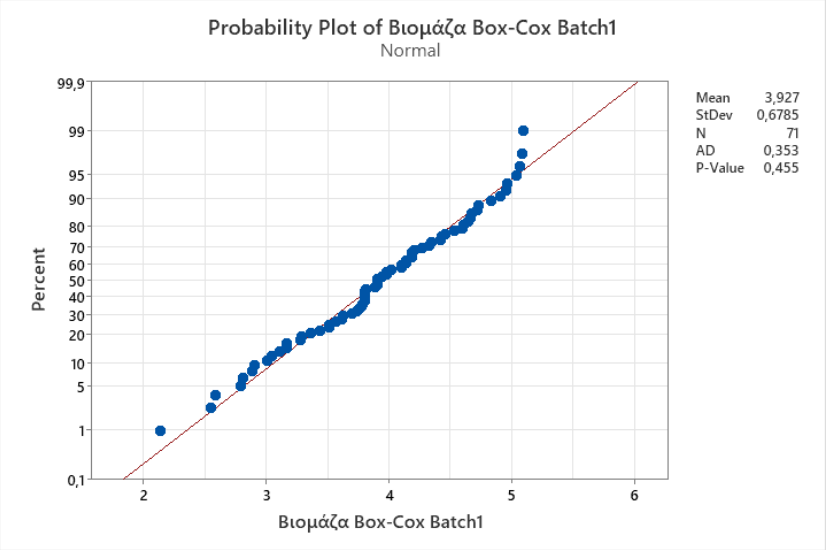
Σχήμα 5.7: Κανονικό Διάγραμμα Πιθανότητας για τα δεδομένα της βιομάζας Batch 1

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος της μη κανονικότητας επιλέγετε ο κατάλληλος μετασχηματισμός Box-Cox (Σχήμα 5.8, λ=0,18).



Σχήμα 5.8: Διάγραμμα Box-Cox για την εύρεση κατάλληλου μετασχηματισμού των δεδομένων βιομάζας Batch 1

Ελέγχετε ξανά την κανονικότητα (Σχήμα 5.9). Τα μετασχηματισμένα δεδομένα ακολουθούν πλέον την κανονική κατανομή, όπως φαίνεται από την τιμή-P για τον έλεγχο Anderson-Darling με p_value = 0,455>0,005 καθώς και από την κατανομή των σημείων μεταξύ των ζωνών προσαρμογής της θεωρητικής κανονικής κατανομής.



Σχήμα 5.9: Κανονικό διάγραμμα πιθανότητας για τα μετασχηματισμένα δεδομένα Batch 1

5.4.3 Έλεγχος ανεξαρτησίας δεδομένων

Έλεγχος για την ύπαρξη της ανεξαρτησίας των δεδομένων της βιομάζας των ψαριών για την Batch 1 με την χρήση του στατιστικού ελέγχου τυχαιότητας (runs test). Θα διεξαχθεί ο έλεγχος της μηδενικής υπόθεσης:

H_0: *Τα δεδομένα του χαρακτηριστικού ποιότητας είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους*

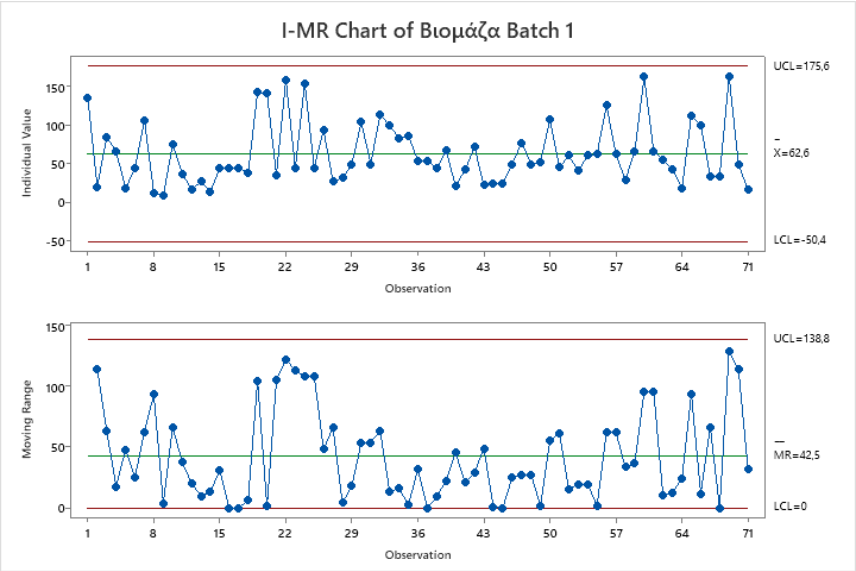
H_A: *Δεν ισχύει η* H_0

Σύμφωνα με το τεστ των ροών που εφαρμόστηκε για τον έλεγχο της ανεξαρτησίας της βιομάζας της κάθε δεξαμενής των ψαριών που υπάγονται στην Batch 1, προκύπτει ότι ο αριθμός των παρατηρήσεων είναι 71, δηλαδή, εξετάστηκαν 71 δεξαμενές από την Batch 1. Ο μέσος όρος του δείγματος έχει την τιμή 3,92719. Η κατώτερη τιμή των παρατηρήσεων στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι 37 και η ανώτερη τιμή είναι 34. Με την εκτέλεση του τεστ ροών προκύπτει ότι η παρατηρούμενη τιμή είναι 38 ενώ η αναμενόμενη τιμή είναι 36,44.

Το τεστ των ροών προκύπτει ότι Pvalue=0,708>0,05. Επομένως, δεν μπορεί να απορριφθεί η μηδενική υπόθεση της τυχαιότητας της ακολουθίας των δεδομένων σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

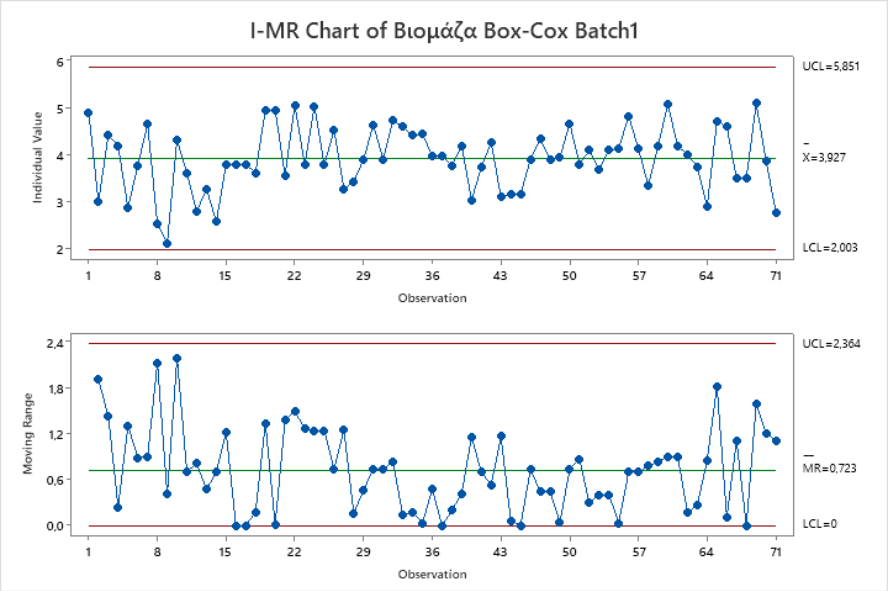
5.4.4 Κατασκευή διαγράμματος ελέγχου IM-R

Εφόσον ικανοποιούνται οι συνθήκες κανονικότητας και ανεξαρτησίας των δεδομένων κατασκευάζετε το ΔΕ I-MR για την αρχική βιομάζα (Σχήμα 5.10) και την μετασχηματισμένη βιομάζα (Σχήμα 5.11) το οποίο είναι κατάλληλο για την ανίχνευση μεγάλων και απότομων αλλαγών στην διεργασία. Επιλέγετε για το μήκος του κινούμενου εύρους την τιμή V=2 για να ανιχνεύσουμε τυχόν ειδικά αίτια στο συντομότερο δυνατό διάστημα στις μετασχηματισμένες τιμές.



Σχήμα 5.10: Διάγραμμα ελέγχου I-MR για την αρχική βιομάζα του Batch 1

Συμπεραίνετε πως η διεργασία στο Batch 1 είναι εντός ελέγχου αφού καθώς δεν παρατηρείται κάποια τιμή εκτός ορίων ούτε κάποιο μοτίβο συναγερμού. Επομένως, δεν υπάρχει κάποια μεγάλη αλλαγή στη διεργασία.

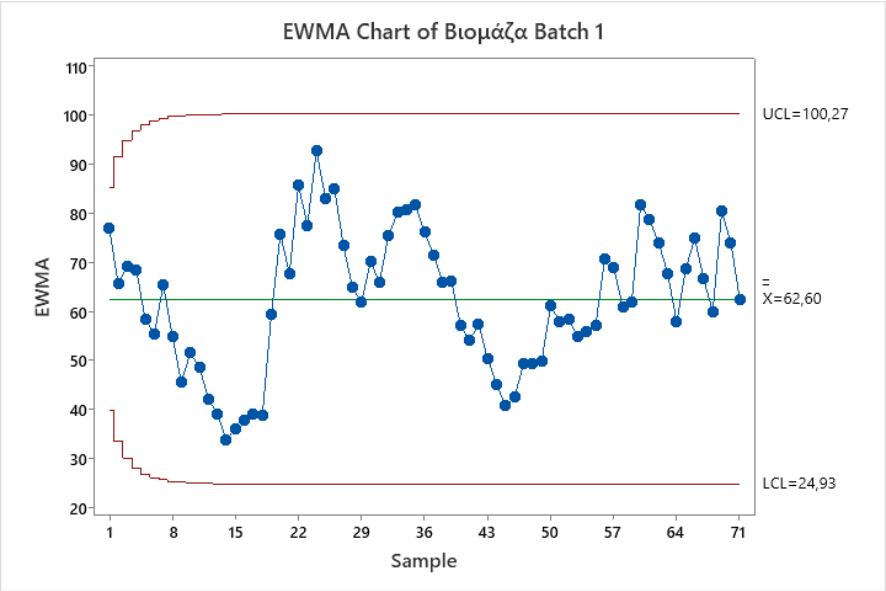


Σχήμα 5.11: Διάγραμμα ελέγχου I-MR για την μετασχηματισμένη βιομάζα του Batch 1

Συμπεραίνετε πως η διεργασία στο Batch 1 είναι εντός ελέγχου αφού δεν εμφανίζεται κάποια τιμή εκτός ορίων ούτε κάποιο μοτίβο συναγερμού. Επομένως, δεν υπάρχει κάποια μεγάλη αλλαγή στη διεργασία.

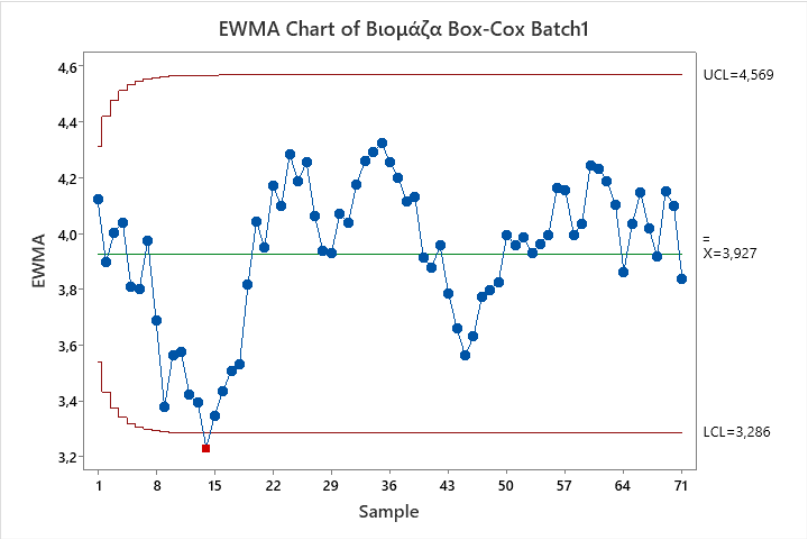
5.4.5 Κατασκευή διαγράμματος ελέγχου EWMA

Στη συνέχεια της διαμόρφωσης του συστήματος ελέγχου της διεργασίας, θα πραγματοποιηθεί κατασκευή ΔΕ EWMA για την ανίχνευση αλλαγών σε διαδοχικές παρατηρήσεις δεδομένων στην διεργασία. Τα διαγράμματα αυτά είναι εξαιρετικά χρήσιμα, όταν οι μετρήσεις της διαδικασίας παρακολουθούνται σε πραγματικό χρόνο, χρησιμοποιώντας ένα αυτοματοποιημένο σύστημα, όπως στη συγκεκριμένη περίπτωση. Για την κατασκευή του διαγράμματος EWMA θα χρησιμοποιηθούν τόσο η αρχική βιομάζα (Σχήμα 5.12) όσο και για την μετασχηματισμένη βιομάζα (Σχήμα 5.13).



Σχήμα 5.12: Διάγραμμα EWMA για την αρχική βιομάζα των ψαριών της Batch 1

Βασιζόμενο στην απουσία οποιασδήποτε τιμής εκτός των ορίων, συμπεραίνουμε ότι η διαδικασία παραμένει σταθερή και εντός των αποδεκτών στατιστικών ορίων. Αυτό υποδηλώνει ότι δεν υπάρχει οποιαδήποτε μικρή ή σταδιακή απόκλιση από τον μέσο όρο της διαδικασίας.

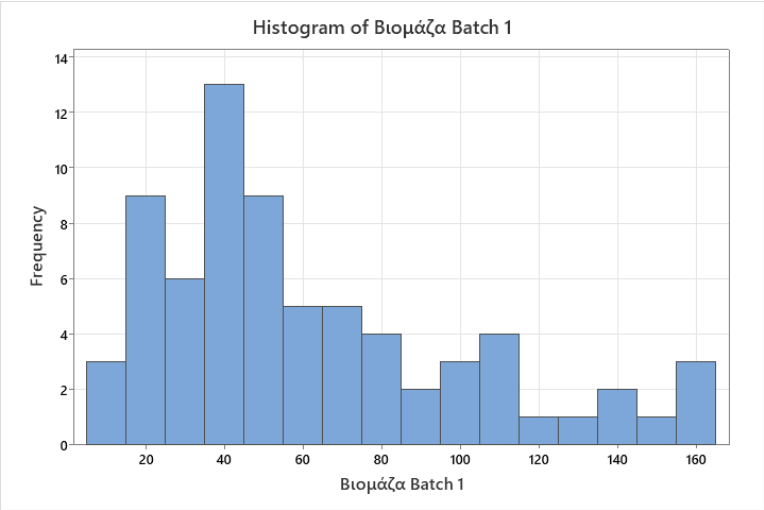


Σχήμα 5.13: Διάγραμμα EWMA για μετασχηματισμένη βιομάζα των ψαριών της Batch 1

Συμπεραίνετε πως η διεργασία είναι εκτός στατιστικού ελέγχου αφού εμφανίζεται μια τιμή εκτός του κατώτατου ορίου, στην οποία υπάγεται η δυσμορφία Dorsal fin Deformity. Η απόκλιση, δηλαδή, η αλλαγή είναι μικρή και το ΔΕ I-MR δεν μπορεί να την αναγνωρίσει. Ίσως να πρόκειται για ψευδή συναγερμό επομένως, δεν μπορεί να διεξαχθεί κάποιο σαφές συμπέρασμα.

5.4.6 Κατασκευή Ιστογράμματος

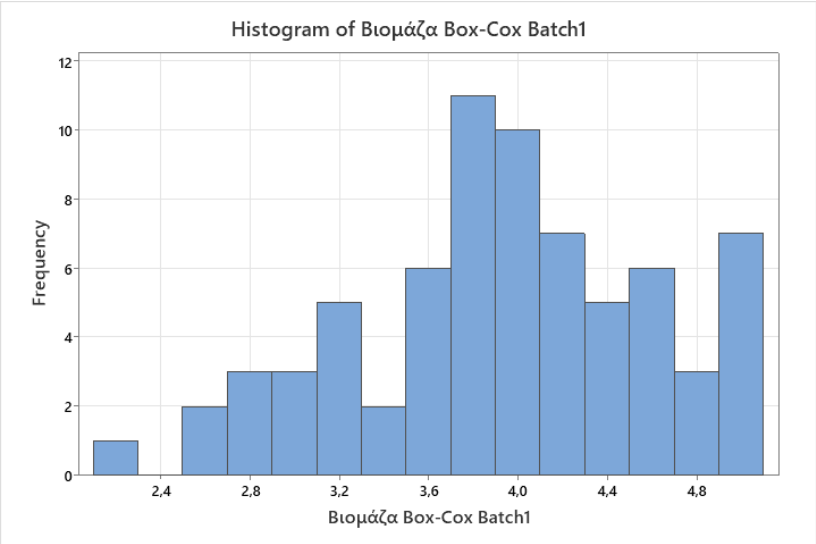
Πραγματοποιείται στην κατασκευή Ιστογράμματος τόσο για την αρχική βιομάζα (Σχήμα 5.14) όσο και για την μετασχηματισμένη βιομάζα (Σχήμα 5.15). Με την εντολή αυτή μπορούν να αξιολογηθούν τα αποτελέσματα του μετασχηματισμού στην αντιμετώπιση των αποκλίσεων.



Σχήμα 5.14: Ιστόγραμμα για την αρχική βιομάζα ψαριών

Στο παραπάνω ιστόγραμμα φαίνεται πως η «δεξιά ουρά» κατανομής είναι μεγαλύτερη και πιο εκτεταμένη από την «αριστερή ουρά». Αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν λιγότερες παρατηρήσεις με μικρή βιομάζα και μεγαλύτερες για μεγάλη βιομάζα.

Επομένως, η αρχική βιομάζα της Batch 1 παρουσιάζει δεξαμενές με μεγάλες βιομάζες το οποίο επηρεάζει την ασυμμετρία του ιστογράμματος.



Σχήμα 5.15: Ιστόγραμμα για την μετασχηματισμένη Βιομάζα

Μετά τον μετασχηματισμό των δεδομένων της βιομάζας της Batch 1, παρατηρείται ότι ο μετασχηματισμός Boc-Cox έχει επηρεάσει την κατανομή των δεδομένων στο ιστόγραμμα. Συγκεκριμένα υπάρχει ασυμμετρία προς τα δεξιά, το οποίο μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο μετασχηματισμός Box-Cox έχει επιτύχει μια πιο κανονική κατανομή των δεδομένων της βιομάζας.

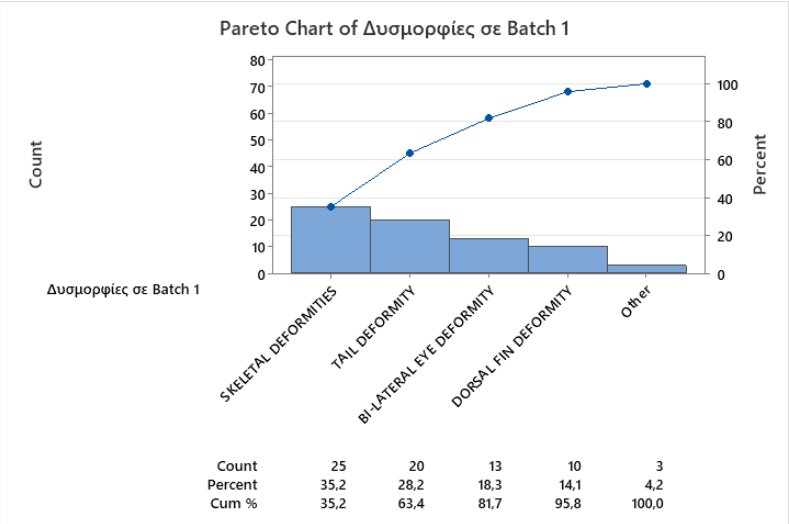
5.4.7 Κατασκευή διαγράμματος Pareto

Για την συχνότητα εμφάνισης των δυσμορφιών στα ψάρια στην Batch 1 (Πίνακας 5.2) θα χρησιμοποιηθεί το διάγραμμα Pareto, καθώς μπορούν να προσδιοριστούν τις κυριότερες δυσμορφίες που προκαλούν προβλήματα στην ποιότητα των ψαριών (Σχήμα 5.16).

Πίνακας 5.2: Συχνότητα εμφάνισης δυσμορφιών στην Batch 1

Tally

Δυσμορφίες σε Batch 1	Count
BI-LATERAL EYE DEFORMITY	13
DORSAL FIN DEFORMITY	10
MOUTH DEFORMITY	3
SKELETAL DEFORMITIES	25
TAIL DEFORMITY	20
N=	71

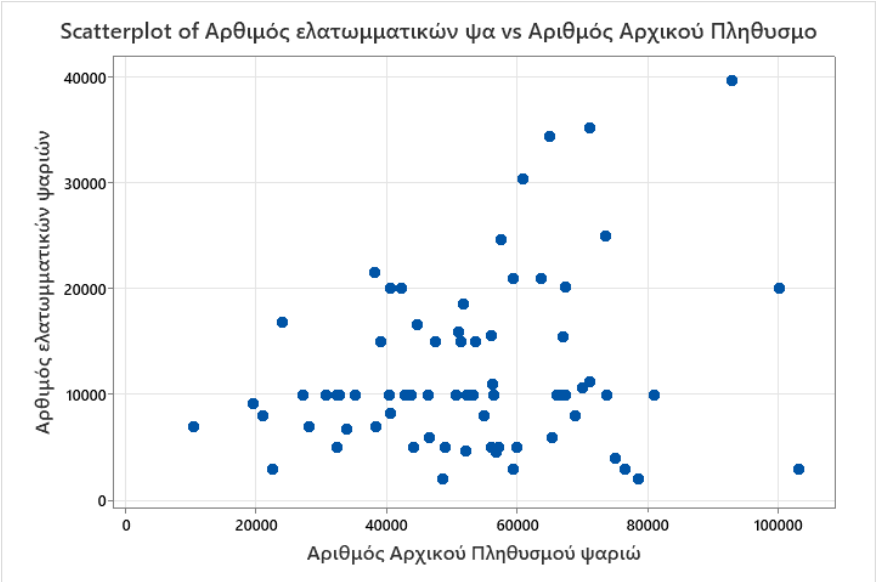


Σχήμα 5.16: Διάγραμμα Pareto για τα δεδομένα της συχνότητας εμφάνισης δυσμορφιών

Αναλύοντας το διάγραμμα Pareto, όσο αφορά την συχνότητα εμφάνισης δυσμορφιών στην Batch 1, παρατηρείται ότι η δυσμορφία Skeletal Deformities καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό της τάξης του 35,5%, η οποία θα μπορούσε να συνδυαστεί με το γεγονός ότι η παρτίδα Batch 1 αποτελείται κυρίως από μεγάλες βιομάζες όπως αποδείχτηκε και από την κατασκευή του ιστογράμματος. Ως δεύτερη πιο σημαντική δυσμορφία είναι Tail Deformity όπως καταλαμβάνει το ποσοστό της τάξης του 28,2%. Επομένως μέσω του διαγράμματος Pareto συμπεραίνετε ότι πρέπει να επικεντρωθούμε στις δυο αυτές πιο σημαντικές δυσμορφίες της παρτίδας αυτής, καθώς η δυσμορφία Skeletal Deformities ανιχνεύθηκε σε 25 δεξαμενές στην Batch 1 και η δυσμορφία Tail Deformity ανιχνεύθηκε σε 20 δεξαμενές της ίδιας παρτίδας.

5.4.8 Κατασκευή Διάγραμμα Διασκόρπισης

Πραγματοποιείται κατασκευή ενός Διαγράμματος Διασκόρπισης (Σχήμα 5.17), όπου θα της επιτρέψει να κατανοηθεί η σχέση μεταξύ των αριθμών των ελαττωματικών ψαριών και του αρχικού πληθυσμού των ψαριών της Batch 1.



Σχήμα 5.17: Διάγραμμα Διασκόρπισης για τα δεδομένα ελαττωματικών ψαριών και αρχικού τους πληθυσμού

Σύμφωνα με την παραπάνω απεικόνιση του διαγράμματος διασκόρπισης τα δεδομένα δεν εμφανίζουν κάποια συγκεκριμένη τάση ή ένα μοτίβο, αυτό υποδηλώνει μια ομοιόμορφη ή τυχαία διασπορά. Σε αυτήν την περίπτωση, τα σημεία φαίνεται πως δεν συγκεντρώνονται

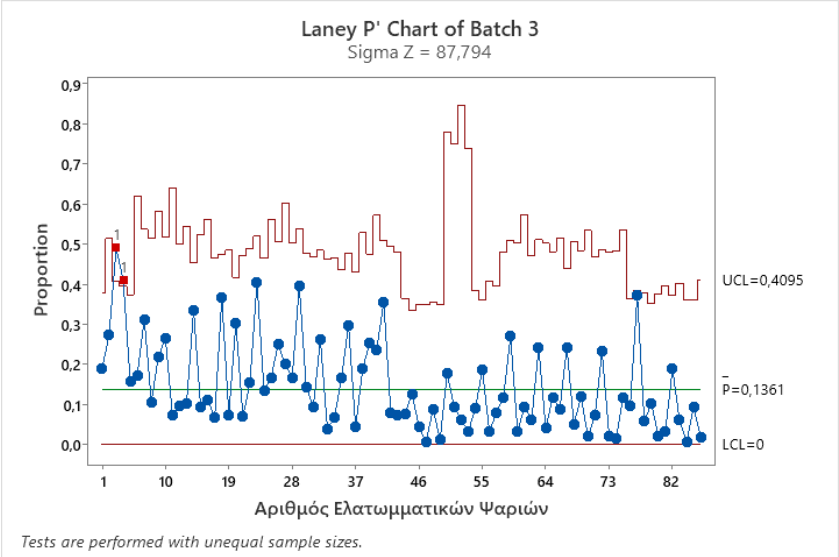
γύρω από μια συγκεκριμένη τιμή και δεν ακολουθούν μια ξεκάθαρη τάση. Ο διασκορπισμός αυτός οφείλεται στην ποικιλομορφία των δεδομένων, διότι τα ποσοστά των ελαττωματικών ψαριών στην Batch 1 ποικίλουν επομένως τα δεν μπορεί να υπάρξει συσχέτιση ανάμεσα στον αρχικό πληθυσμό των ψαριών και τον αριθμό των ελαττωματικών ψαριών.

5.5 Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων της παρτίδας 3 (Batch 3)

Θα επεξεργαστούν τα δεδομένα που δίνονται από τον Πίνακα Batch 3 από το Παράρτημα Α. Τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν είναι ο αριθμός του αρχικού πληθυσμού των ψαριών, ο αριθμός των ελαττωματικών ψαριών, την βιομάζα και τους τύπους των δυσμορφιών.

5.5.1 Κατασκευή διαγράμματος ελέγχου Lanel P’

Κατασκευάζετε ένα ΔΕ P (Σχήμα 5.18), για να διαπιστωθούν εάν η διεργασία είναι εντός στατιστικού ελέγχου. Για να ελεγχθεί αυτό θα επεξεργαστούν τα δεδομένα των ελαττωματικών ψαριών του δείγματος του ποιοτικού ελέγχου.



Σχήμα 5.18: Διάγραμμα Ελέγχου P για τα δεδομένα ελαττωματικών ψαριών Batch 3

Βάσει του ΔΕ Lanel P', συμπεραίνουμε ότι η διαδικασία είναι εκτός ελέγχου, καθώς παρατηρούμε την ύπαρξη τουλάχιστον ενός σημείου εκτός των ορίων ελέγχου. Επιπλέον, ανιχνεύουμε μοτίβα στην ακολουθία των σημείων, που υποδηλώνουν την πιθανή ύπαρξη

ειδικών αιτιών ή ανωμαλιών. Αυτό συμβαίνει διότι το ποσοστό των ελαττωματικών ψαριών σε αυτά τα δύο σημεία υπερβαίνει το ανώτατο όριο ελέγχου UCL. Τα δυο σημεία αυτά αντιπροσωπεύουν τα μικρότερα ψάρια της παρτίδας, δηλαδή τα ψάρια που υστερούν σε ανάπτυξη έναντι των υπολοίπων της Batch 3.

Επομένως αφού αποτελεί μη συμμόρφωση, θα μπορούσαν να δοθούν τις εξής κατάλληλες διορθωτικές ενέργειες:

- Έλεγχος της ποιότητας των τροφών (ζωντανή τροφή, ξηρά τροφή),
- Εκπαίδευση προσωπικού για ορθή χρήση του σιτηρεσίου,
- Αλλαγή προμηθευτή σε περίπτωση που η ξηρά τροφή δεν ανταποκρίνεται στις διατροφικές απαιτήσεις των ψαριών.

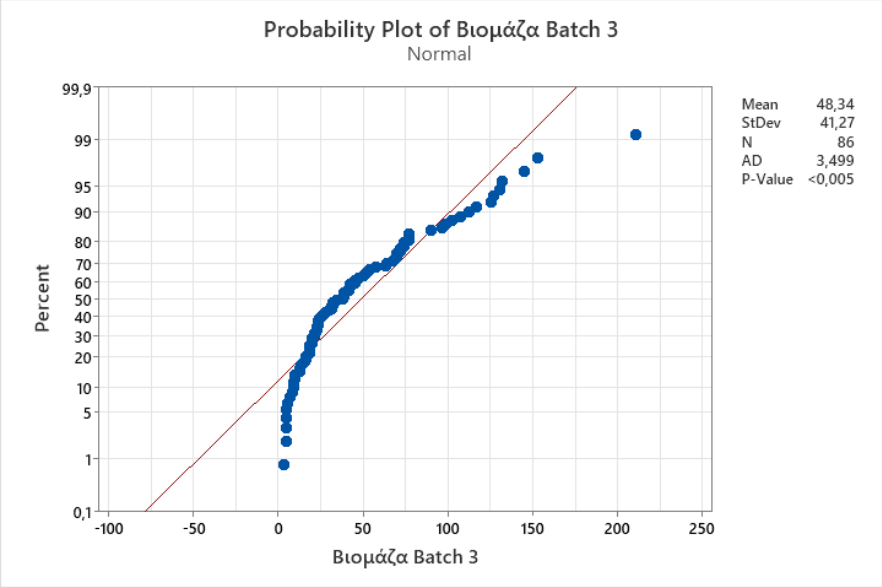
5.5.2 Έλεγχος κανονικότητας των δεδομένων

Ο έλεγχος κανονικότητας θα γίνει με τον έλεγχο της μηδενικής υπόθεσης:

H_0: $\ll$ $Τα\ δεδομένα\ προέρχονται\ από\ κανονική\ κατανομή$ $\gg$

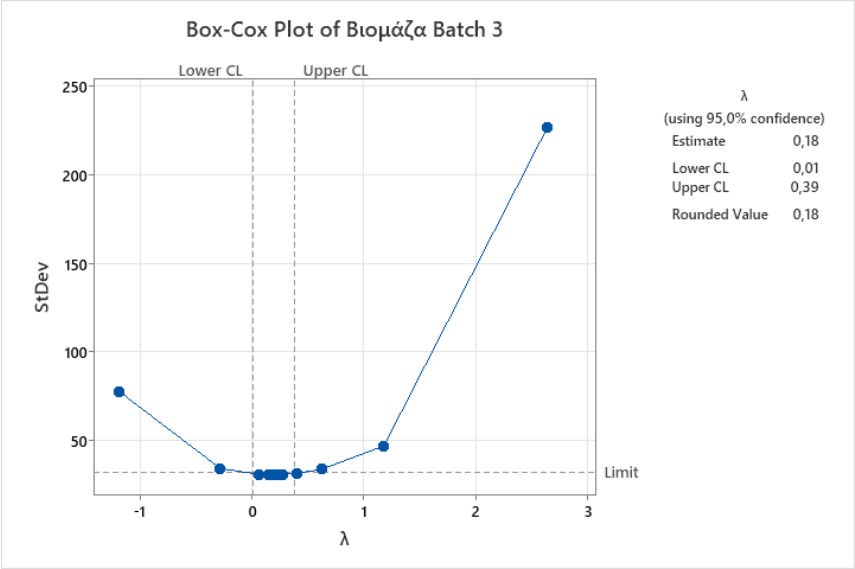
H_A : $\ll$ $Δεν\ ισχύει\ η\ H_0$ $\gg$.

Ο καταλληλότερος γραφικός έλεγχος είναι το Κανονικό Διάγραμμα Πιθανότητας και ένας κατάλληλος στατιστικός έλεγχος είναι το τεστ των Anderson-Darling. Με βάση τα αποτελέσματα του τεστ Anderson-Darling και το Κανονικό Διάγραμμα Πιθανότητας που παρήχθησαν χρησιμοποιώντας το MINITAB, παρατηρείται ότι υπάρχουν πολλά σημεία εκτός της ζώνης που ορίζει την προσαρμογή στο κανονικό πρότυπο όπως φαίνεται και στο Σχήμα 5.19, ενώ το παρατηρούμενο επίπεδο σημαντικότητας των Anderson-Darling είναι $Pvalue < 0{,}005$. Επομένως, απορρίπτεται την μηδενική υπόθεση της κανονικότητας των δεδομένων σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 5\%$.



Σχήμα 5.19: Κανονικό Διάγραμμα Πιθανότητας για τα δεδομένα της βιομάζας Batch 3

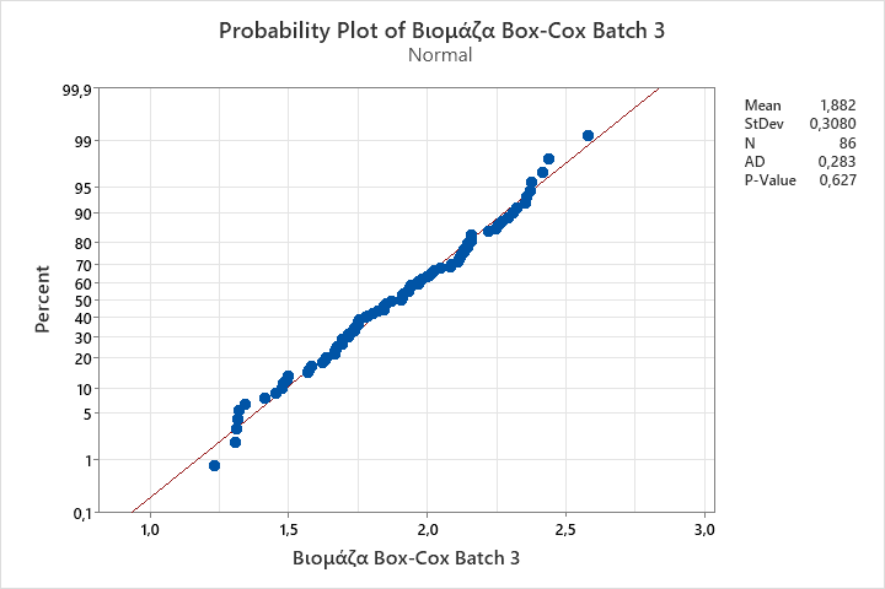
Για την αντιμετώπιση του προβλήματος της μη κανονικότητας επιλέγετε ο κατάλληλος μετασχηματισμός Box-Cox (Σχήμα 5.20, λ=0,18).



Σχήμα 5.20: Διάγραμμα Box-Cox για την εύρεση κατάλληλου μετασχηματισμού των δεδομένων βιομάζας

Ελέγχετε ξανά την κανονικότητα (Σχήμα 5.21). Τα μετασχηματισμένα δεδομένα ακολουθούν πλέον την κανονική κατανομή, όπως φαίνεται από την τιμή-P για τον έλεγχο Anderson-Darling με p_value = 0,627>0,005 καθώς και από την κατανομή των σημείων

μεταξύ των ζωνών προσαρμογής της θεωρητικής κανονικής κατανομής.



Σχήμα 5.21: Κανονικό διάγραμμα πιθανότητας για τα μετασχηματισμένα δεδομένα Batch 3

5.5.3 Έλεγχος ανεξαρτησίας δεδομένων

Έλεγχο για την ύπαρξη της ανεξαρτησίας των δεδομένων της βιομάζας των ψαριών για την Batch 3 με την χρήση του στατιστικού ελέγχου τυχαιότητας (runs test). Θα διεξαχθεί ο έλεγχος της μηδενικής υπόθεσης:

H_0: *Τα δεδομένα του χαρακτηριστικού ποιότητας είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους*
H_A: *Δεν ισχύει η* H_0

Σύμφωνα με το τεστ ροών που εφαρμόστηκε για τον έλεγχο της ανεξαρτησία της βιομάζας της κάθε δεξαμενής των ψαριών που υπάγονται στην Batch 3, προκύπτει ότι ο αριθμός των παρατηρήσεων είναι 82, δηλαδή, εξετάστηκαν 82 δεξαμενές από την Batch 3. Ο μέσος όρος του δείγματος έχει την τιμή 1,88234.

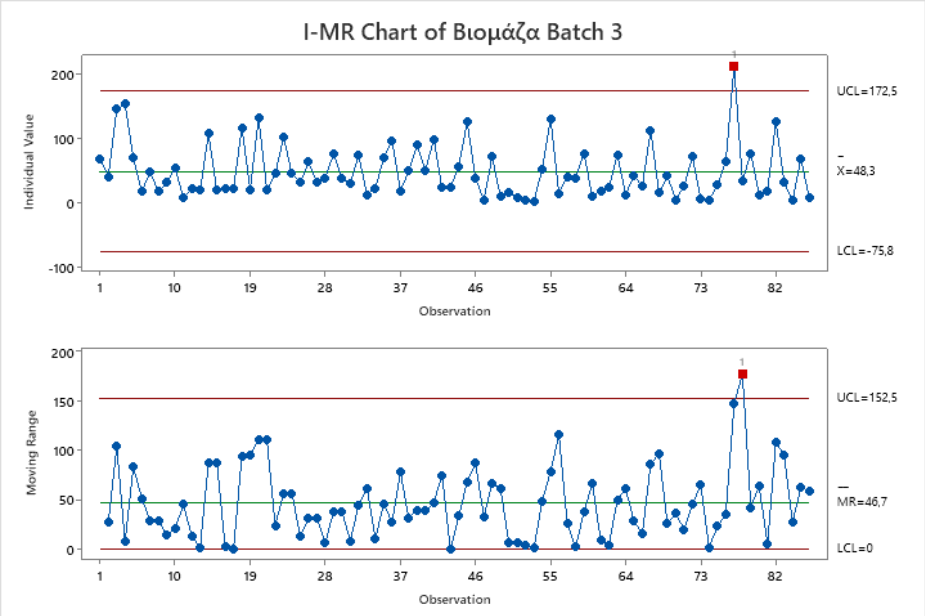
Κατά την διάρκεια της ανάλυσης παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν 43 παρατηρήσεις όπου είναι μικρότερες/ίσες από τον μέσο όρο και 43 μεγαλύτερες από αυτόν.

Με την εκτέλεση του τεστ ροών προκύπτει ότι η παρατηρούμενη τιμή είναι 50 ενώ η αναμενόμενη τιμή είναι 44. Με βάση τα αποτελέσματα του τεστ των ροών το P value είναι 0,193, που είναι μεγαλύτερο από το 0,05. Από αυτό συμπεραίνετε ότι δεν υπάρχουν επαρκή

στοιχεία για να απορρίψουμε τη μηδενική υπόθεση περί τυχαιότητας της ακολουθίας δεδομένων σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

5.5.4 Κατασκευή διαγράμματος ελέγχου I-MR

Εφόσον ικανοποιούνται οι συνθήκες κανονικότητας και ανεξαρτησίας των δεδομένων θα κατασκευαστεί το ΔΕ I-MR για την αρχική βιομάζα (Σχήμα 5.22) και για την μετασχηματισμένη βιομάζα (Σχήμα 5.23) το οποίο είναι κατάλληλο για την ανίχνευση μεγάλων και απότομων αλλαγών στην διεργασία. Επιλέγετε για το μήκος του κινούμενου εύρους την τιμή V=2 για να ανιχνεύσουμε τυχόν ειδικά αίτια στο συντομότερο δυνατό διάστημα στις μετασχηματισμένες τιμές.

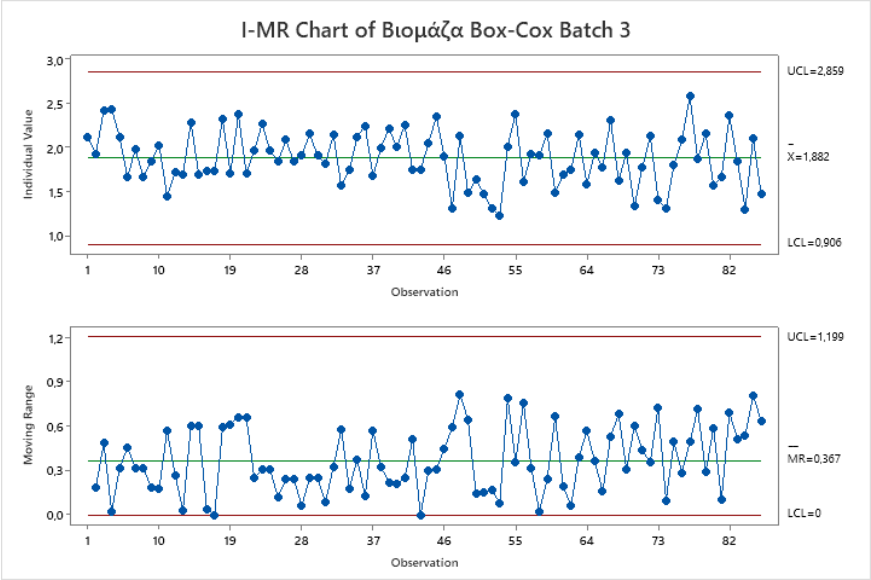


Σχήμα 5.22: Διάγραμμα ελέγχου I-MR για αρχική βιομάζα Batch 3

Με βάση το παραπάνω διάγραμμα, παρατηρούμε ότι υπάρχει ένα σημείο εκτός των ορίων ελέγχου. Αυτό υποδηλώνει ότι η διεργασία είναι εκτός ελέγχου. Αυτό συμβαίνει διότι το ποσοστό των ελαττωματικών ψαριών σε αυτό το σημείο υπερβαίνει το ανώτατο όριο ελέγχου UCL. Το σημείο αυτό υπάγεται στην δυσμορφία με το μεγαλύτερο ποσοστό εμφάνισης δυσμορφίας (DORSAL FIN DESMORFITY) στην Batch3, το οποίο θα αναλυθεί στο διάγραμμα Pareto που θα ακολουθήσει παρακάτω.

Αφού αποτελεί μη συμμόρφωση, οι κατάλληλες διορθωτικές ενέργειες είναι οι εξής:

- Ανάλυση και συνεχής δειγματοληψία για την συγκεκριμένη δυσμορφία καθώς οι παράγοντες που οδηγούν στην συγκεκριμένη δυσμορφία ποικίλουν,
- Τακτικός μικροβιολογικός έλεγχος φυσικοχημικός έλεγχος των νερών του δικτύου,
- Έλεγχος της ποιότητας των τροφών (ζωντανή τροφή, ξηρά τροφή),
- Παρακολούθηση σιτηρεσίου με σωστή δοσολογία.



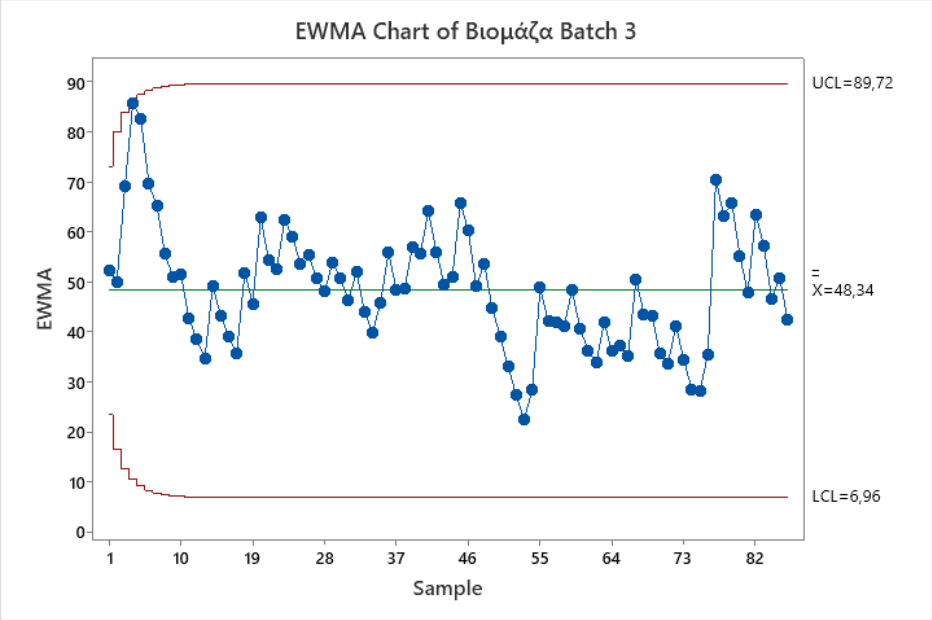
Σχήμα 5.23: Διάγραμμα ελέγχου I-MR για μετασχηματισμένη βιομάζα Batch 3

Με βάση την απουσία οποιασδήποτε τιμής εκτός των ορίων ελέγχου, συμπεραίνετε ότι η διαδικασία παραμένει σταθερή και εντός των αποδεκτών στατιστικών ορίων. Αυτό υποδηλώνει ότι δεν παρατηρείται καμία μικρή ή σταδιακή απόκλιση από τον μέσο όρο της διαδικασίας.

5.5.5 Κατασκευή διαγράμματος ελέγχου EWMA

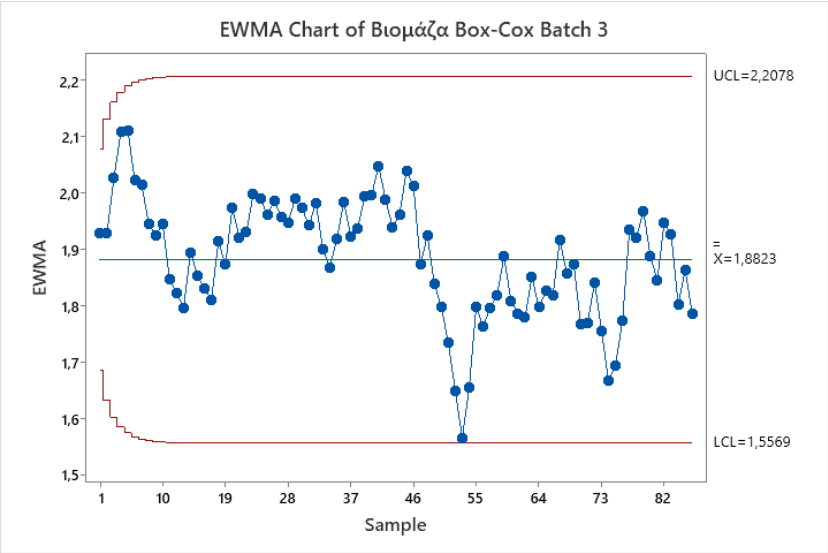
Στη συνέχεια της διαμόρφωσης του συστήματος ελέγχου της διεργασίας, θα πραγματοποιηθεί κατασκευή ΔΕ EWMA για την ανίχνευση αλλαγών σε διαδοχικές

παρατηρήσεις δεδομένων στην διεργασία. Τα διαγράμματα αυτά είναι εξαιρετικά χρήσιμα, όταν οι μετρήσεις της διαδικασίας παρακολουθούνται σε πραγματικό χρόνο, χρησιμοποιώντας ένα αυτοματοποιημένο σύστημα, όπως στη συγκεκριμένη περίπτωση. Για την κατασκευή του διαγράμματος EWMA θα χρησιμοποιηθούν τόσο η αρχική βιομάζα (Σχήμα 5.24) όσο και της μετασχηματισμένης βιομάζας (Σχήμα 5.25).



Σχήμα 5.24: Διάγραμμα ελέγχου EWMA για αρχική βιομάζα Batch 3

Βάση την έλλειψη οποιασδήποτε τιμής εκτός των ορίων ελέγχου και την απουσία οποιουδήποτε μοτίβου που υποδεικνύει ακραίες τιμές, διαπιστώνεται ότι η διαδικασία παραμένει εντός ελέγχου. Παρατηρείται ότι υπάρχουν σημεία που βρίσκονται στα όρια του ανώτερου σημείου ελέγχου.

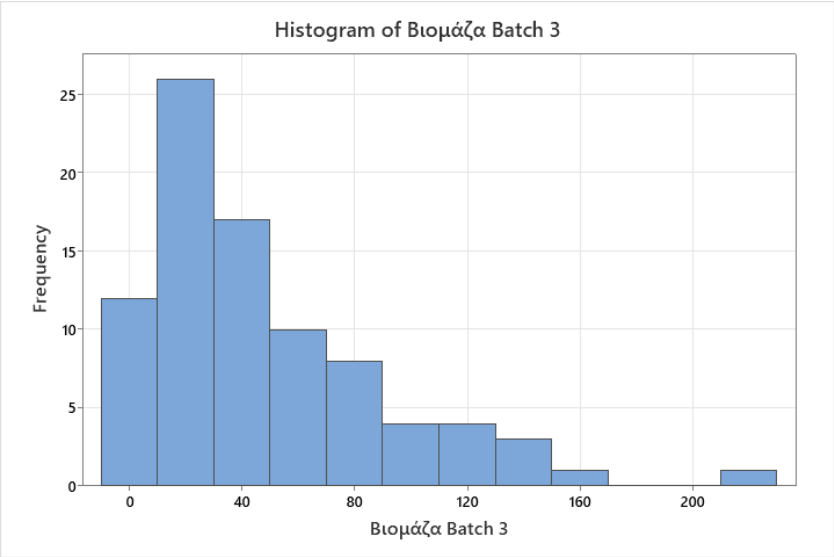


Σχήμα 5.25: Διάγραμμα ελέγχου EWMA για μετασχηματισμένη βιομάζα Batch 3

Με βάση την απουσία οποιασδήποτε τιμής εκτός των ορίων ελέγχου, εκτιμάται ότι η διαδικασία παραμένει εντός ελέγχου. Αυτό υποδηλώνει ότι δεν παρατηρούνται σημαντικές μεταβολές στο μέσο επίπεδο της διαδικασίας και ότι οι μεταβολές που ενδέχεται να υπάρχουν είναι μικρές και σταδιακές όπως στο σημείο 53 με την είσοδο ειδικού αιτίου στην διεργασία. Δεν μπορούμε ωστόσο να είμαστε βέβαιοι για τον βαθμό στον οποίο είναι ανθεκτικό το ΔΕ EWMA στην ύπαρξης αυτοσυσχέτισης, η οποία θα δημιουργήσει ψευδή σήματα συναγερμού.

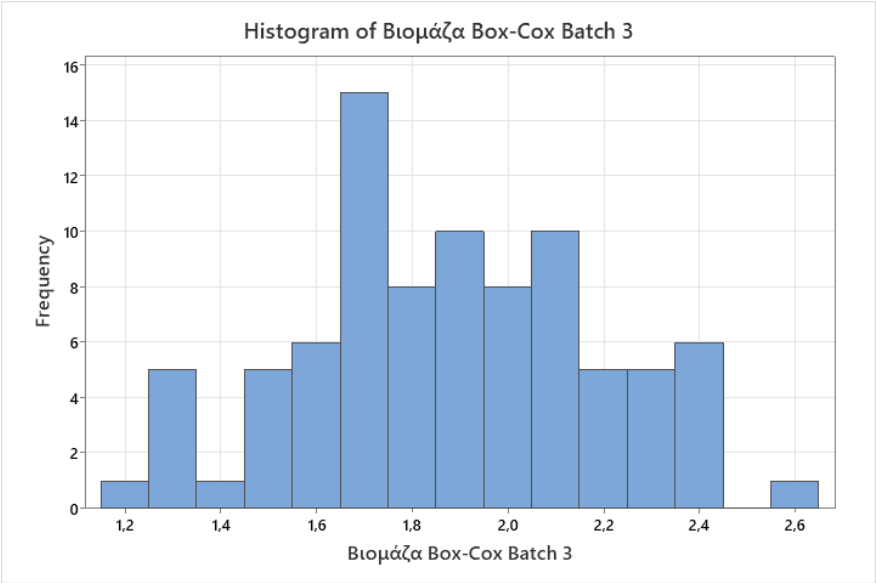
5.5.6 Κατασκευή Ιστογράμματος

Πραγματοποιείται κατασκευή Ιστογράμματος τόσο για την αρχική βιομάζα (Σχήμα 5.26) όσο και για την μετασχηματισμένη βιομάζα (Σχήμα 5.27). Με την εντολή αυτή μπορούμε να αξιολογήσουμε τα αποτελέσματα του μετασχηματισμού στην αντιμετώπιση των αποκλίσεων.



Σχήμα 5.26: Ιστόγραμμα για την αρχική Βιομάζα

Η κατανομή φαίνεται να είναι αρκετά συμμετρική και μη κανονική. Υπάρχει ένα μεγάλο ποσοστό δεξαμενών με μικρή βιομάζα και ένα μικρό ποσοστό με μεγάλη βιομάζα. Υπάρχουν επίσης, μερικές εξωκείμενες τιμές με μεγαλύτερη βιομάζα, που ξεχωρίζουν από την υπόλοιπη κατανομή. Η πλειονότητα των ψαριών φαίνεται να έχει βιομάζα εύρους μεταξύ 10,000 και 50,000. Στην ουσία μας παρουσιάζετε ένα ιστόγραμμα για το Batch 3 με ασύμμετρη κατανομή της βιομάζας των ψαριών με μεγάλη πυκνότητα σε χαμηλές τιμές και ορισμένες ακραίες τιμές μεγαλύτερης βιομάζας.



Σχήμα 5.27: Ιστόγραμμα για την μετασχηματισμένη Βιομάζα

Σύμφωνα με το παραπάνω ιστόγραμμα η κατανομή των μετασχηματισμένων τιμών της βιομάζας φαίνεται να είναι πιο κανονική και συμμετρική σε σχέση με τις αρχικές τιμές. Οι ακραίες τιμές που παρατηρήθηκαν στις αρχικές τιμές φαίνεται να έχουν μειωθεί ή να μην είναι πλέον ορατές στο ιστόγραμμα των μετασχηματισμένων τιμών.

Η πλειονότητα των μετασχηματισμένων τιμών συγκεντρώνεται γύρω από μια μέση τιμή, ενώ η διακύμανση των τιμών φαίνεται να έχει μειωθεί. Επομένως, ο μετασχηματισμός Box-Cox προσεγγίζει τη βιομάζα με μια πιο κανονική κατανομή, με μείωση των ακραίων τιμών και μεγαλύτερη συγκέντρωση γύρω από την μέση τιμή.

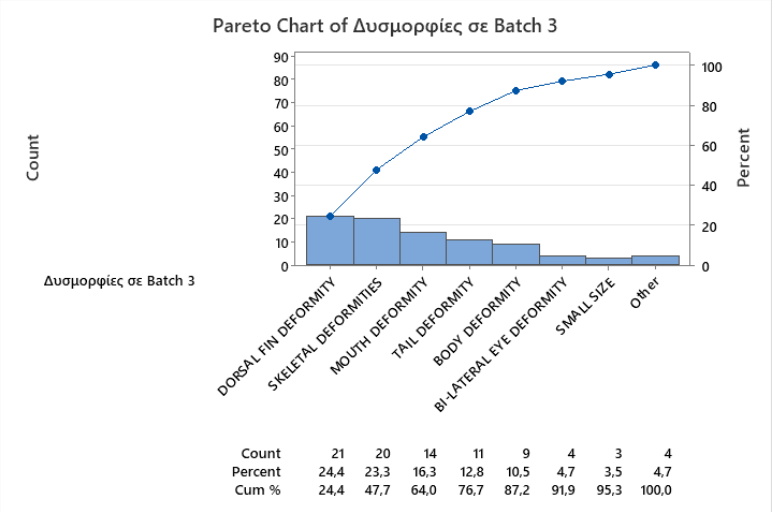
5.5.7 Κατασκευή διαγράμματος Pareto

Για την συχνότητα εμφάνισης των δυσμορφιών στα ψάρια στην Batch 3 (Πίνακας 5.3) θα χρησιμοποιηθεί το διάγραμμα Pareto, καθώς μπορούμε να προσδιοριστούν οι κυριότερες δυσμορφίες που προκαλούν προβλήματα στην ποιότητα των ψαριών (Σχήμα 5.28).

Πίνακας 5.3: Συχνότητα εμφάνισης δυσμορφιών στην Batch 3

Tally

Δυσμορφίες σε Batch 3	Count
15- Διπλή ή Πολλαπλή Σύμπτυξη Σπονδύλων	1
BI-LATERAL EYE DEFORMITY	4
BODY DEFORMITY	9
DORSAL FIN DEFORMITY	21
MOUTH DEFORMITY	14
OPERCULUM DEFORMITY	2
SKELETAL DEFORMITIES	20
SMALL SIZE	3
SWIM BLADDER DEFORMITY	1
TAIL DEFORMITY	11
N=	86

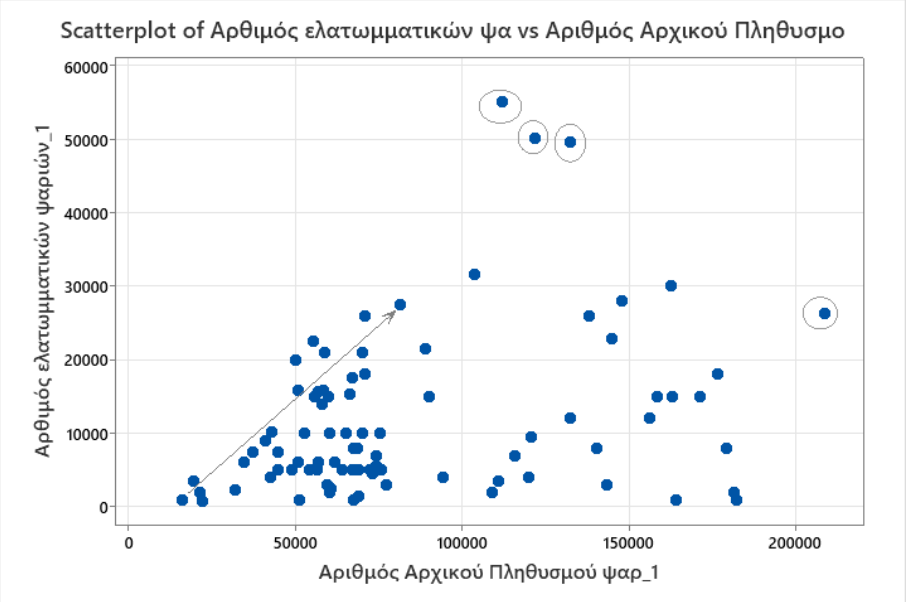


Σχήμα 5.28: Διάγραμμα Pareto για τα δεδομένα της συχνότητας εμφάνισης δυσμορφιών

Σύμφωνα με την συχνότητα εμφάνισης των δυσμορφιών στο Batch 3, παρατηρείται ότι τα ποσοστά δυσμορφίας ποικίλουν με το μεγαλύτερο ποσοστό να το καταλαμβάνει η δυσμορφία Dorsal fin Deformities της τάξης του 24,4%, η οποία είναι η πιο σοβαρή δυσμορφία γενικά στην υδατοκαλλιέργεια καθώς δεν έχω προσδιοριστεί ακριβώς τα αίτια που την προκαλούν. Μετά ακολουθεί η δυσμορφία Skeletal deformities με ποσοστό 23,3%, παρόμοιο δηλαδή με την πρώτη δυσμορφία. Η δυσμορφία Dorsal fin Deformities ανιχνεύθηκε σε 21 δεξαμενές της Batch 3 και η δυσμορφία Skeletal Deformities ανιχνεύθηκε σε 20 δεξαμενές. Το διάγραμμα Pareto επιβεβαιώνει το διάγραμμα I-MR όπου ορίστηκε ως εκτός ελέγχου με το μεγάλο ποσοστό ελαττωματικών ψαριών όσο αφορά την δυσμορφία Dorsal fin Deformity.

5.5.8 Κατασκευή διαγράμματος Διασκόρπισης

Πραγματοποιείται κατασκευή ενός Διαγράμματος Διασκόρπισης (Σχήμα 5.29), όπου θα της επιτρέψει να κατανοηθεί η σχέση μεταξύ των αριθμών των ελαττωματικών ψαριών και του αρχικού πληθυσμού των ψαριών της Batch 3.



Σχήμα 5.29: Διάγραμμα Διασκόρπισης για τα δεδομένα ελαττωματικών ψαριών και αρχικού τους πληθυσμού

Από τα δεδομένα του Batch 3, φαίνεται πως υπάρχει μια θετική συσχέτιση μεταξύ του αρχικού πληθυσμού των ψαριών και του αριθμού των ελαττωματικών ψαριών. Όσο αυξάνεται ο αρχικός πληθυσμός, αναμένεται να αυξάνεται και ο αριθμός των ελαττωματικών ψαριών. Αυτή η σχέση μπορεί να οφείλεται σε ποικίλους παράγοντες. Ένας από τους παράγοντες που μπορεί να οφείλεται στην παρτίδα αυτή, είναι το μεγάλο ποσοστό δυσμορφίας Dorsal fin Deformities διότι από το διάγραμμα παρατηρείται ότι τα δεδομένα που συσχετίζονται ανήκουν στις δεξαμενές που παρουσιάστηκε αυτόν τον τύπο δυσμορφίας.

Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένα εξαιρετικά σημεία στο διάγραμμα, όπως οι υψηλές τιμές του αριθμού των ελαττωματικών ψαριών για μικρούς πληθυσμούς ψαριών υπάγονται σε δεξαμενές που εντοπίστηκε η δυσμορφία Skeletal Deformities.

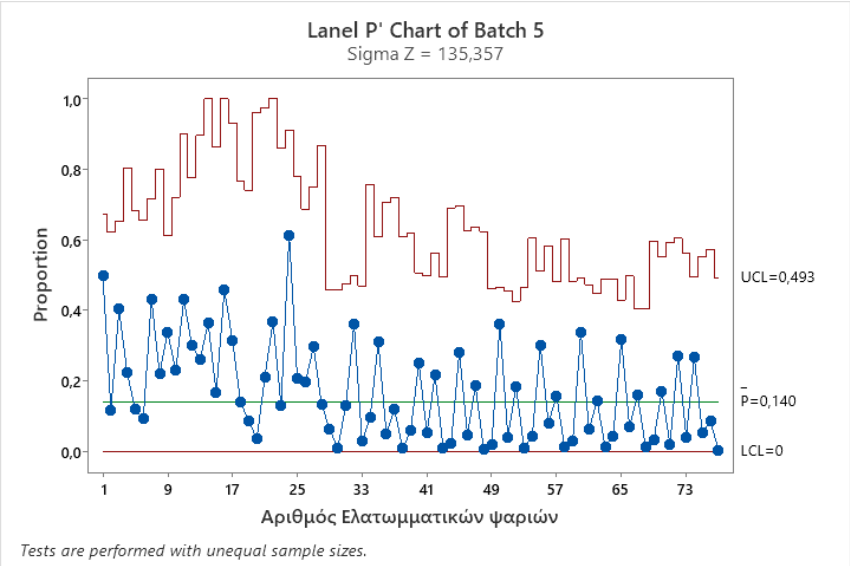
Σύμφωνα με το διάγραμμα διασκόρπισης, συμπεραίνετε ότι ο αρχικός πληθυσμός των ψαριών είναι σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τον αριθμό των ελαττωματικών ψαριών.

5.6 Στατιστική ανάλυση Δεδομένων της παρτίδας 5 (Batch 5)

Θα επεξεργαστούν τα δεδομένα που δίνονται από Παράρτημα Α, Πίνακας Batch 5. Τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν είναι ο αριθμός του αρχικού πληθυσμού των ψαριών, ο αριθμός των ελαττωματικών ψαριών, την βιομάζα και τους τύπους των δυσμορφιών.

5.6.1 Κατασκευή διαγράμματος ελέγχου Lanel P'

Κατασκευάζετε ένα ΔΕ P (Σχήμα 5.30), για να διαπιστωθεί εάν η διεργασία είναι εντός στατιστικού ελέγχου. Για να ελεγχθεί αυτό θα επεξεργαστούν τα δεδομένα των ελαττωματικών ψαριών του δείγματος του ποιοτικού ελέγχου.



Σχήμα 5.30: Διάγραμμα Ελέγχου P για τα δεδομένα ελαττωματικών ψαριών Batch 5

Όπως προκύπτει από το ΔΕ Lanel P' η διεργασία είναι εντός στατιστικού ελέγχου, καθώς δεν παρατηρούνται σημεία εκτός των ορίων ελέγχου, αλλά ούτε και επαναλαμβανόμενα σημεία ώστε να προκύπτουν ειδικά αίτια.

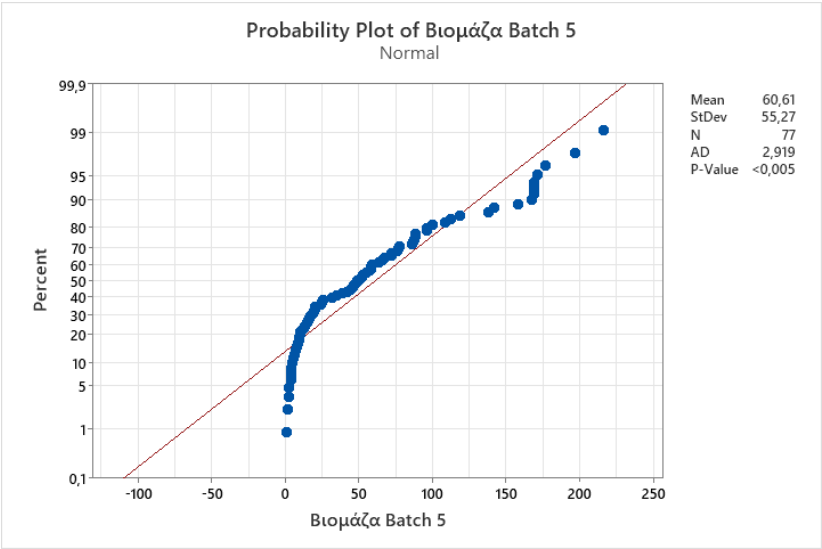
5.6.2 Έλεγχος κανονικότητας των δεδομένων

Ο έλεγχος κανονικότητας θα γίνει με τον έλεγχο της μηδενικής υπόθεσης:

H_0: $\ll$ *Τα δεδομένα προέρχονται από κανονική κατανομή* $\gg$

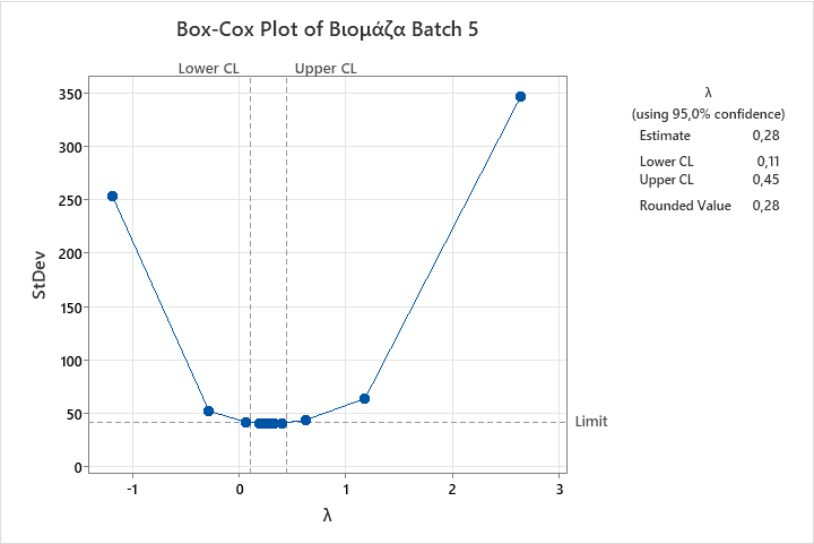
H_A : $\ll$ *Δεν ισχύει η* H_0 $\gg$.

Ο καταλληλότερος γραφικός έλεγχος είναι το Κανονικό Διάγραμμα Πιθανότητας και ένας κατάλληλος στατιστικός έλεγχος είναι το τεστ των Anderson-Darling. Με βάση τα αποτελέσματα του τεστ Anderson-Darling και το Κανονικό Διάγραμμα Πιθανότητας που παρήχθησαν χρησιμοποιώντας το MINITAB, παρατηρείται ότι υπάρχουν πολλά σημεία εκτός της ζώνης που ορίζει την προσαρμογή στο κανονικό πρότυπο όπως φαίνεται και στο το Σχήμα 5.31, ενώ το παρατηρούμενο επίπεδο σημαντικότητας των Anderson-Darling είναι $Pvalue < 0{,}005$. Επομένως, απορρίπτεται την μηδενική υπόθεση της κανονικότητας των δεδομένων σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 5\%$.



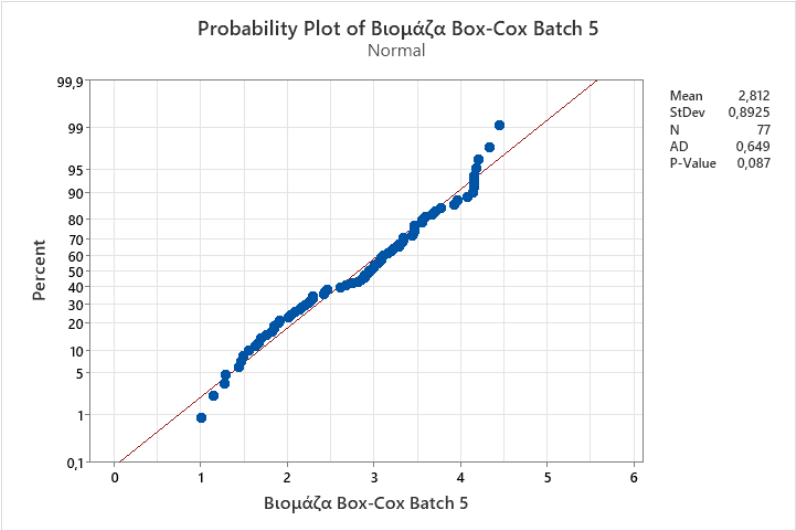
Σχήμα 5.31: Κανονικό Διάγραμμα Πιθανότητας για τα δεδομένα της βιομάζας Batch 5

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος της μη κανονικότητας γίνετε επιλογή του κατάλληλου μετασχηματισμού Box-Cox (Σχήμα 5.32, λ=0,28).



Σχήμα 5.32: Διάγραμμα Box-Cox για την εύρεση κατάλληλου μετασχηματισμού των δεδομένων βιομάζας

Ελέγχετε ξανά την κανονικότητα (Σχήμα 5.33). Τα μετασχηματισμένα δεδομένα ακολουθούν πλέον την κανονική κατανομή, όπως φαίνεται από την τιμή-P για τον έλεγχο Anderson-Darling με p_value = 0,087>0,005 καθώς και από την κατανομή των σημείων μεταξύ των ζωνών προσαρμογής της θεωρητικής κανονικής κατανομής.



Σχήμα 5.33: Κανονικό διάγραμμα πιθανότητας για τα μετασχηματισμένα δεδομένα Batch 5

5.6.3 Έλεγχος ανεξαρτησίας δεδομένων

Έλεγχο για την ύπαρξη της ανεξαρτησίας των δεδομένων της βιομάζας των ψαριών για την Batch 5 με την χρήση του στατιστικού ελέγχου τυχαιότητας (runs test). Θα διεξαχθεί ο έλεγχος της μηδενικής υπόθεσης:

H_0: $Τα\ δεδομένα\ του\ χαρακτηριστικού\ ποιότητας\ είναι\ ανεξάρτητα\ μεταξύ\ τους$

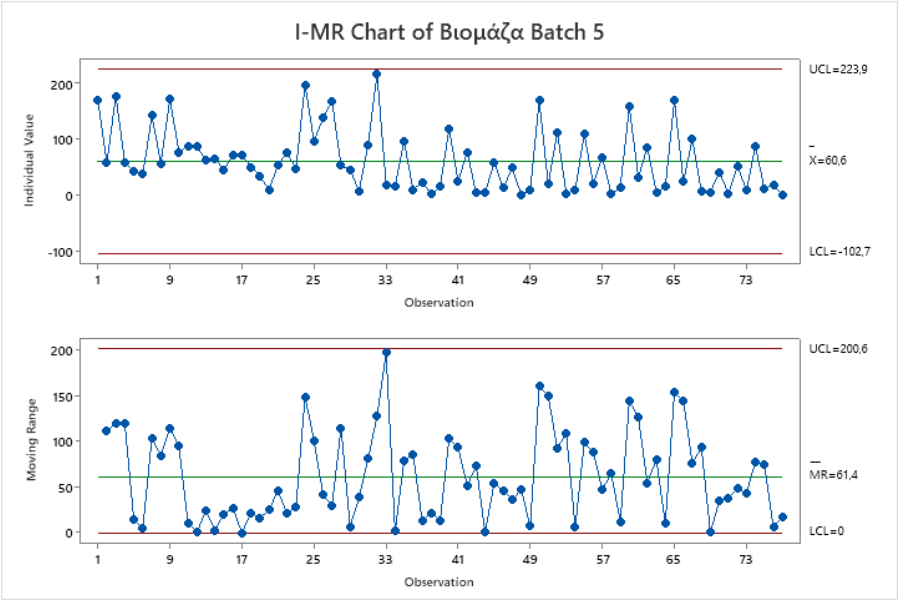
H_A: $Δεν\ ισχύει\ η\ H_0$

Σύμφωνα με το τεστ ροών που εφαρμόστηκε για τον έλεγχο της ανεξαρτησία της βιομάζας της κάθε δεξαμενής των ψαριών που υπάγονται στην Batch 5, προκύπτει ότι ο αριθμός των παρατηρήσεων είναι 73, δηλαδή εξετάστηκαν 73 δεξαμενές από την Batch 5. Ο μέσος όρος του δείγματος έχει την τιμή 2,81188. Κατά την διάρκεια της ανάλυση παρατηρήθηκε ότι η κατώτερη τιμή είναι 33 ενώ η ανώτερη τιμή είναι 44. Με την εκτέλεση του τεστ ροών προκύπτει ότι η παρατηρούμενη τιμή είναι 40 ενώ η αναμενόμενη τιμή είναι 38,77.

Με βάση τα αποτελέσματα του τεστ των ροών, το P-value είναι 0,763, που είναι μεγαλύτερο από το 0,05. Από αυτό εκτιμάται ότι δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία για να απορρίψουμε τη μηδενική υπόθεση της τυχαιότητας της ακολουθίας δεδομένων σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

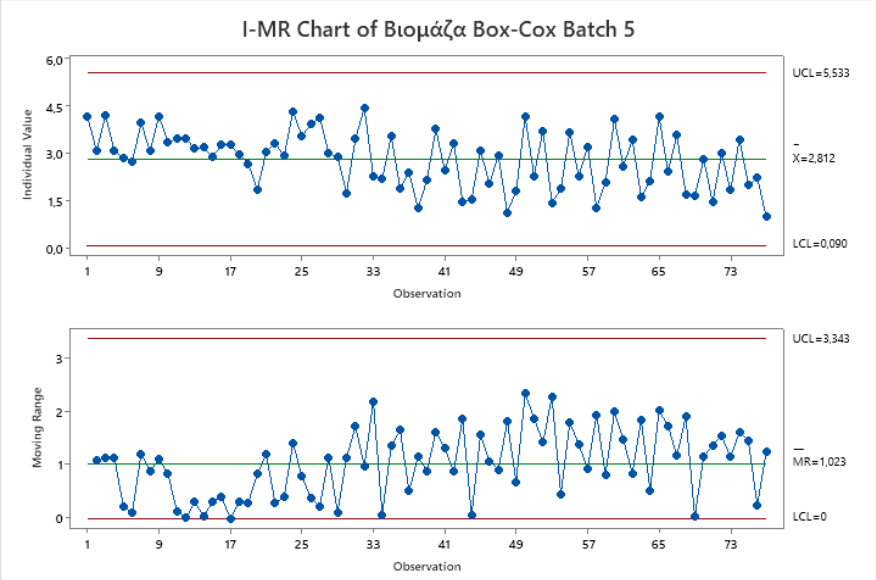
5.6.4 Κατασκευή διαγράμματος ελέγχου IM-R

Εφόσον ικανοποιούνται οι συνθήκες κανονικότητας και ανεξαρτησίας των δεδομένων μπορεί να κατασκευαστεί το ΔΕ I-MR τόσο για την αρχική βιομάζα (Σχήμα 5.34) όσο και για την μετασχηματισμένη βιομάζα (Σχήμα 5.35) το οποίο είναι κατάλληλο για την ανίχνευση μεγάλων και απότομων αλλαγών στην διεργασία. Επιλέγετε για το μήκος του κινούμενου εύρους την τιμή V=2 για να ανιχνεύσουμε τυχόν ειδικά αίτια στο συντομότερο δυνατό διάστημα στις μετασχηματισμένες τιμές.



Σχήμα 5.34: Διάγραμμα ελέγχου I-MR για αρχική βιομάζα Batch 5

Όπως παρατηρείται από το παραπάνω ΔΕ I-MR, η διεργασία είναι εντός των ορίων ελέγχου. Παρόλα αυτά υπάρχουν τιμές που πλησιάζουν το ανώτερο όριο ελέγχου χωρίς όμως να το παραβιάζουν και δεν υπάρχει άμεση ανάγκη για παρέμβαση ή διόρθωση.

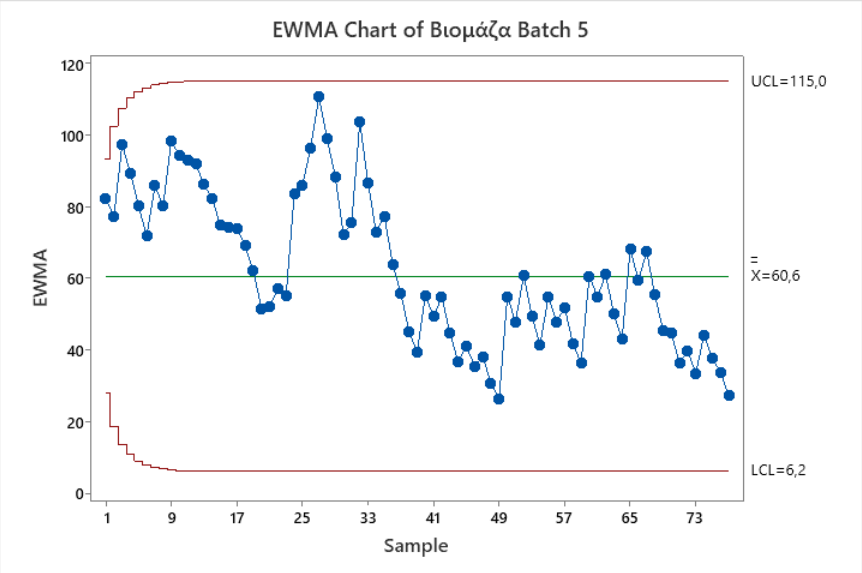


Σχήμα 5.35: Διάγραμμα ελέγχου I-MR για μετασχηματισμένη βιομάζα Batch 5

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ΔΕ I-MR, παρατηρείται ότι δεν υπάρχουν σημεία εκτός των ορίων ελέγχου. Αυτό υποδηλώνει ότι η διαδικασία παραμένει εντός των αποδεκτών ορίων ελέγχου. Παρατηρείται ότι σε σύγκριση με το ΔΕ I-MR της αρχικής βιομάζας η αυξητική τάση της μέσης τιμής δεν συνεχίστηκε ώστε να βγει εκτός ελέγχου αλλά σταδιακά επανήλθε προς την τιμή στόχο.

5.6.5 Κατασκευή διαγράμματος ελέγχου EWMA

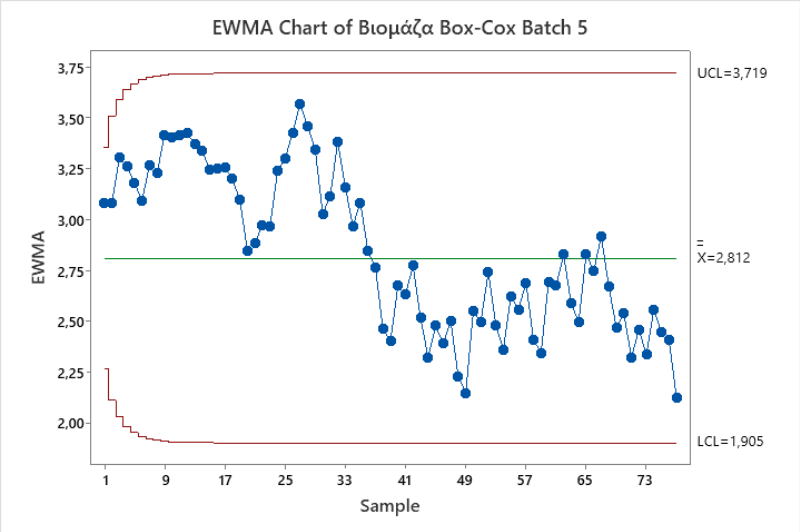
Στη συνέχεια της διαμόρφωσης του συστήματος ελέγχου της διεργασίας, θα πραγματοποιηθεί η κατασκευή ΔΕ EWMA για τον έλεγχο μικρών και μεγάλων μεταβολών στην διεργασία. Τα διαγράμματα αυτά αποτελούν ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο, ειδικά όταν οι μετρήσεις της διεργασίας πραγματοποιούνται σε πραγματικό χρόνο με τη χρήση κάποιου αυτοματοποιημένου συστήματος, όπως στη συγκεκριμένη περίπτωση. Για την κατασκευή του διαγράμματος EWMA θα χρησιμοποιηθούν τόσο η αρχική βιομάζα (Σχήμα 5.36) όσο και για την μετασχηματισμένη βιομάζα (Σχήμα 5.37).



Σχήμα 5.36: Διάγραμμα ελέγχου EWMA για αρχική βιομάζα Batch 5

Όπως προαναφέρθηκε τα ΔΕ EWMA είναι ανθεκτικά σε αποκλίσεις από την κανονικότητα, δηλαδή, δεν ενδιαφέρει να υπάρχει κανονικότητα των δεδομένων για να εκτελέσουμε ένα

ΔΕ EWMA. Δεν υπάρχουν σημεία εκτός ελέγχου, αν και παρατηρήσετε μια αλληλουχία σημείων στο κάτω του μέσου όρου αλλά και στο πάνω του μέσου όρου.

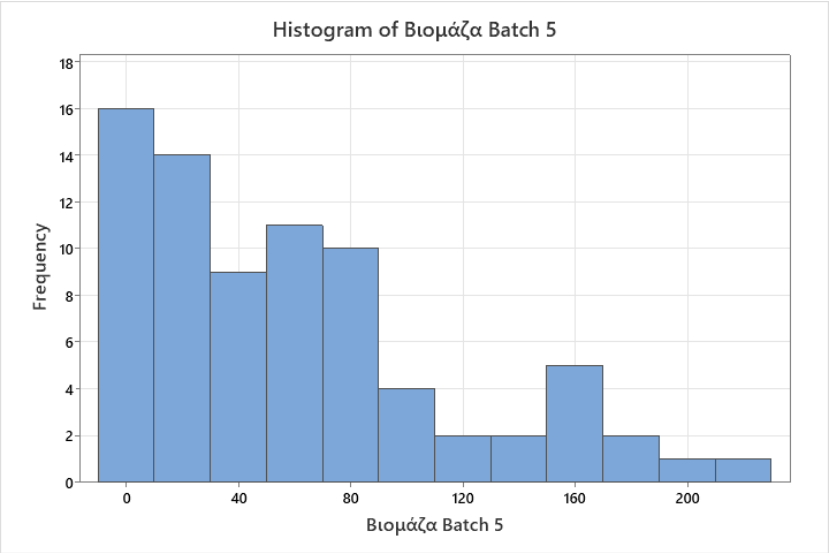


Σχήμα 5.37: Διάγραμμα ελέγχου EWMA για μετασχηματισμένη βιομάζα Batch 5

Από την οπτική παρατήρηση του ΔΕ EWMA, η διεργασία είναι εντός ελέγχου και δεν υπάρχει κάποια διαφορά στις τιμές με το ΔΕ EWMA της αρχικής βιομάζας. Η αλληλουχία τιμών συνεχίζει να φαίνεται στο κάτω του μέσου όρου πιο έντονα από ότι στο πάνω του μέσου όρου.

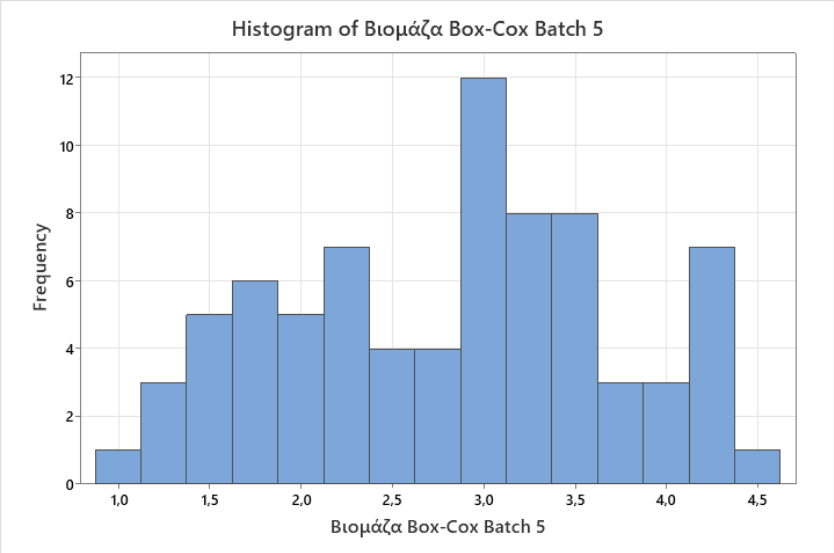
5.6.6 Κατασκευή Ιστογράμματος

Πραγματοποιείται η κατασκευή Ιστογράμματος τόσο για την αρχική βιομάζα (Σχήμα 5.38) όσο και για την μετασχηματισμένη βιομάζα (Σχήμα 5.39). Με την εντολή αυτή μπορούν να αξιολογηθούν τα αποτελέσματα του μετασχηματισμού στην αντιμετώπιση των αποκλίσεων.



Σχήμα 5.38: Ιστόγραμμα για την αρχική Βιομάζα Batch 5

Από το παραπάνω ιστόγραμμα δεν μπορεί να βγει κάποιο έγκυρο συμπέρασμα καθώς δείχνει ότι η βιομάζα ξεκινάει από το μηδέν που σημαίνει ότι κάποια σφάλμα δημιουργήθηκε πιθανότατα από την διεξαγωγή των δεδομένων.



Σχήμα 5.39: Ιστόγραμμα για την μετασχηματισμένη Βιομάζα Batch 5

Βάση του ιστογράμματος αυτού, παρατηρείται ότι η κατανομή των μετασχηματισμένων δεδομένων φαίνεται να είναι πιο κοντά σε ομοιόμορφη κατανομή. Αυτό υποδηλώνει ότι ο

μετασχηματισμός Box-Cox, έχει πιθανότατα εξομαλύνει την ασσυμετρία που παρατηρήθηκε στο ιστόγραμμα αρχικής βιομάζας.

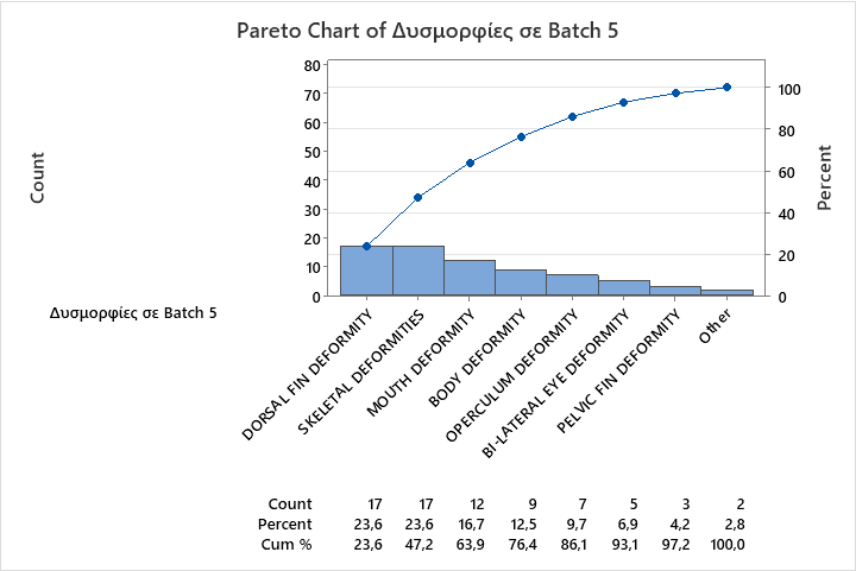
5.6.7 Κατασκευή Διαγράμματος Pareto

Για την συχνότητα εμφάνισης των δυσμορφιών στα ψάρια στην Batch 5 (Πίνακας 5.4) θα χρησιμοποιήσουμε το διάγραμμα Pareto, καθώς διακρίνονται τις κυριότερες δυσμορφίες που προκαλούν προβλήματα στην ποιότητα των ψαριών (Σχήμα 5.40).

Πίνακας 5.4: Συχνότητα εμφάνισης δυσμορφιών στην Batch 5

Tally

Δυσμορφίες σε Batch 5	Count
BI-LATERAL EYE DEFORMITY	5
BODY DEFORMITY	9
DORSAL FIN DEFORMITY	17
MOUTH DEFORMITY	12
OPERCULUM DEFORMITY	7
PELVIC FIN DEFORMITY	3
SKELETAL DEFORMITIES	17
TAIL DEFORMITY	2
N=	72
*=	5



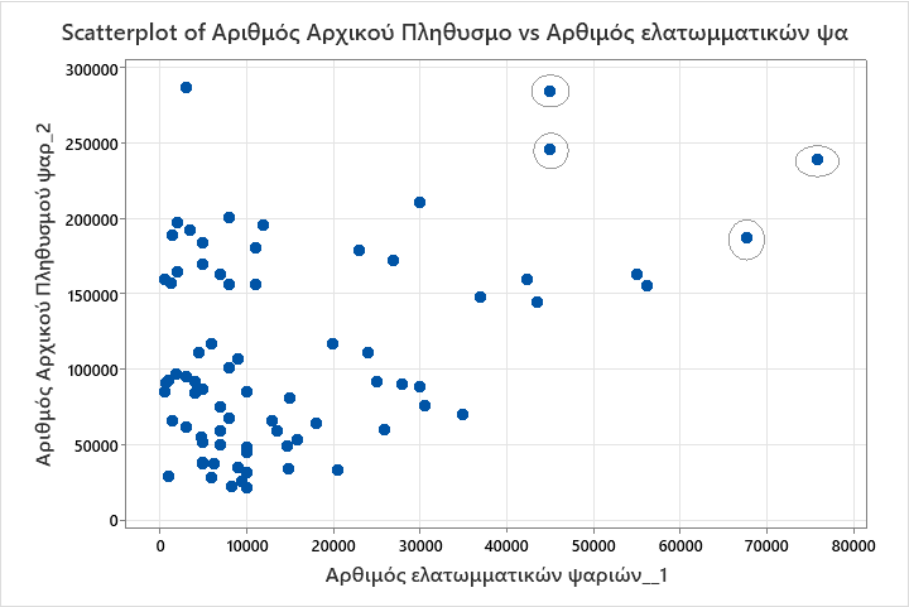
Σχήμα 5.40: Διάγραμμα Pareto για τα δεδομένα της συχνότητας εμφάνισης δυσμορφιών

Σύμφωνα με το διάγραμμα Pareto παρατηρούμε ότι οι δυσμορφίες Dorsal fin Deformity και Skeletal Deformities εμφανίζουν την υψηλότερη συχνότητα στο Batch 5. Να υπενθυμίσουμε ότι τα ίδια ακριβώς αποτέλεσμα εμφανίζετε και στο Batch 3.

Στην περίπτωση αυτή, εστιάζουν στις δυσμορφίες που εμφανίζονται συχνότερα και αποτελούν πρόβλημα, καθώς υποβαθμίζουν την ποιότητα του γόνου. Έτσι λοιπόν, οι δυσμορφίες Dorsal fin Deformity και Skeletal Deformities θα αποτελούσαν προτεραιότητα για περαιτέρω εξέταση και επεξεργασία, καθώς η δυσμορφία Dorsal fin Deformity και η δυσμορφία Skeletal Deformities ανιχνεύθηκαν σε 17 δεξαμενές της Batch 5.

5.6.8 Κατασκευή Διάγραμμα Διασκόρπισης

Πραγματοποιείται κατασκευή ενός Διαγράμματος Διασκόρπισης (Σχήμα 5.41), όπου θα της επιτρέψει να κατανοηθεί η σχέση μεταξύ των αριθμών των ελαττωματικών ψαριών και του αρχικού πληθυσμού των ψαριών της Batch 5.



Σχήμα 5.41: Διάγραμμα Διασκόρπισης για τα δεδομένα ελαττωματικών ψαριών και αρχικού τους πληθυσμού

Μέσω του διαγράμματος διασκόρπισης, παρατηρείται η σχέση μεταξύ του αρχικού πληθυσμού των ψαριών και τον αριθμό των ελαττωματικών ψαριών. Επίσης, υπάρχει μια γενική τάση αυξημένου αριθμού ελαττωματικών ψαριών όσο αυξάνεται ο αρχικός

πληθυσμός ψαριών. Ωστόσο, δεν υπάρχει εμφανής γραμμική σχέση ανάμεσα στις δυο μεταβλητές.

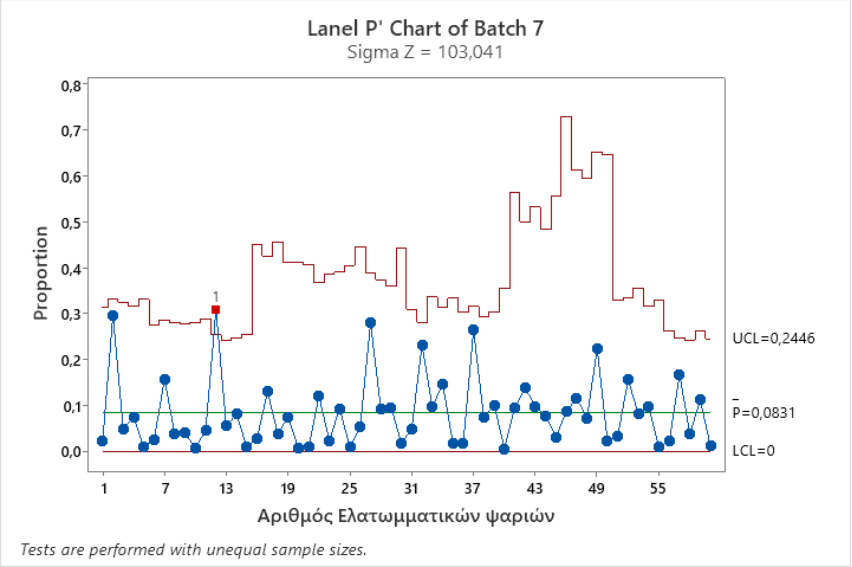
Επίσης, παρατηρείται ότι υπάρχουν ορισμένα εύρη αρχικού πληθυσμού ψαριών όπου υπάρχει υψηλότερος αριθμός ελαττωματικών ψαριών. Αυτό μπορεί να υποδεικνύει την πιθανότητα εμφάνισης ελαττωματικών ψαριών σε αυτά τα εύρη.

5.7 Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων για την παρτίδα 7 (Batch 7)

Θα επεξεργαστούν τα δεδομένα που δίνονται από Παράρτημα Α, Πίνακας Batch 7 από το Παράρτημα Α. Τα δεδομένα που θα χρησιμοποιούνται είναι ο αριθμός του αρχικού πληθυσμού των ψαριών, ο αριθμός των ελαττωματικών ψαριών, την βιομάζα και τους τύπους των δυσμορφιών.

5.7.1 Κατασκευή Διαγράμματος Ελέγχου Lanel P’

Πραγματοποιείται κατασκευή ενός ΔΕ P (Σχήμα 5.42), για να διαπιστώσουμε εάν η διεργασία είναι εντός στατιστικού ελέγχου. Για να ελεγχθεί η επεξεργασία των δεδομένων των ελαττωματικών ψαριών του δείγματος του ποιοτικού ελέγχου.



Σχήμα 5.42: Διάγραμμα Ελέγχου P για τα δεδομένα ελαττωματικών ψαριών Batch 7

Σύμφωνα με το ΔΕ Lanel P', παρατηρείται ότι υπάρχουν σημεία εκτός των ορίων ελέγχου και επιπλέον παρατηρούμε μοτίβα στην ακολουθία των σημείων που υποδηλώνουν την πιθανή ύπαρξη ειδικών αιτιών. Αυτό υποδηλώνει ότι η διεργασία είναι εκτός ελέγχου. Αυτό συμβαίνει διότι το ποσοστό των ελαττωματικών ψαριών σε αυτό το σημείο υπερβαίνει το ανώτατο όριο ελέγχου UCL. Τα δυο σημεία αυτά αντιπροσωπεύουν τα μικρότερα ψάρια της παρτίδας, δηλαδή τα ψάρια που υστερούν σε ανάπτυξη έναντι των υπολοίπων της Batch 7.

Εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι το ίδιο αποτέλεσμα υφίστανται και στην Batch 3, με την διαφορά ότι στην παρτίδα αυτήν είχαμε δυο σημεία εκτός ελέγχου.

Αφού έχουμε Μη Συμμόρφωση, οι κατάλληλες διορθωτικές ενέργειες είναι οι εξής:

- Έλεγχος της ποιότητας των τροφών (ζωντανή τροφή, ξηρά τροφή),
- Εκπαίδευση προσωπικού για ορθή χρήση του σιτηρεσίου,
- Αλλαγή προμηθευτή σε περίπτωση που η ξηρά τροφή δεν ανταποκρίνεται στις διατροφικές απαιτήσεις των ψαριών.

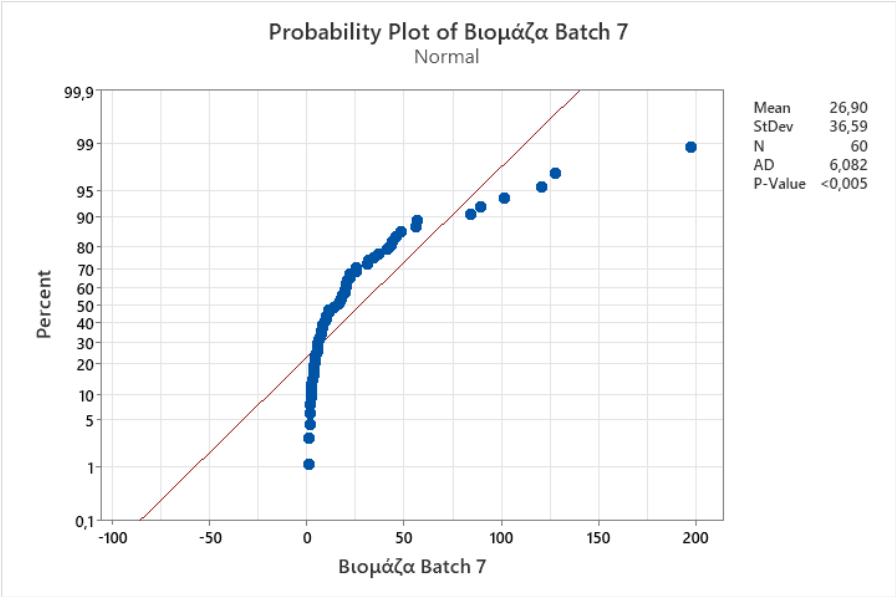
5.7.2 Έλεγχος κανονικότητας των δεδομένων

Ο έλεγχος κανονικότητας θα γίνει με τον έλεγχο της μηδενικής υπόθεσης:

H_0: $\ll$ *Τα δεδομένα προέρχονται από κανονική κατανομή* $\gg$

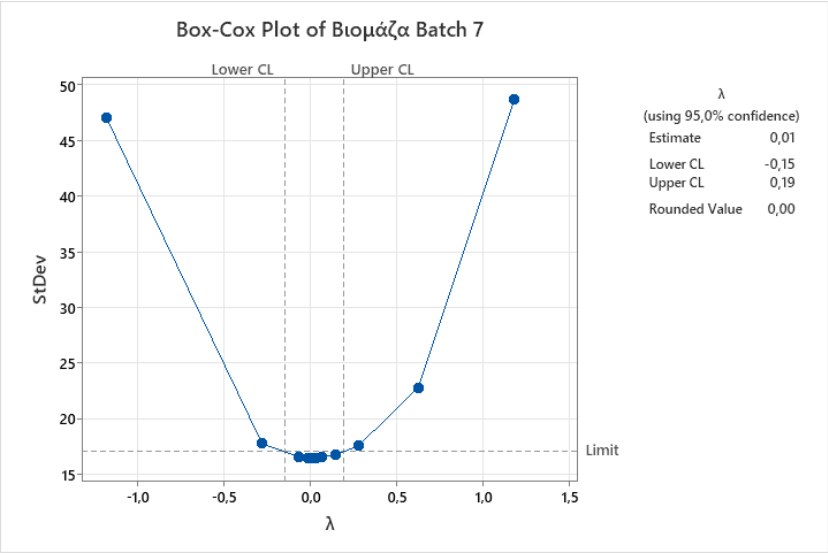
H_A : $\ll$ *Δεν ισχύει η* H_0 $\gg$.

Ο καταλληλότερος γραφικός έλεγχος είναι το Κανονικό Διάγραμμα Πιθανότητας και ένας κατάλληλος στατιστικός έλεγχος είναι το τεστ των Anderson-Darling. Με βάση τα αποτελέσματα του τεστ Anderson-Darling και το Κανονικό Διάγραμμα Πιθανότητας που παρήχθησαν χρησιμοποιώντας το MINITAB, παρατηρείται ότι υπάρχουν πολλά σημεία εκτός της ζώνης που ορίζει την προσαρμογή στο κανονικό πρότυπο όπως φαίνεται και στο Σχήμα 5.43 από το οποίο φαίνεται ότι πολλά σημεία βρίσκονται εκτός της ζώνης που ορίζει την προσαρμογή στο κανονικό πρότυπο, ενώ το παρατηρούμενο επίπεδο σημαντικότητας των Anderson-Darling είναι $Pvalue < 0{,}005$. Επομένως, απορρίπτεται την μηδενική υπόθεση της κανονικότητας των δεδομένων σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 5\%$.



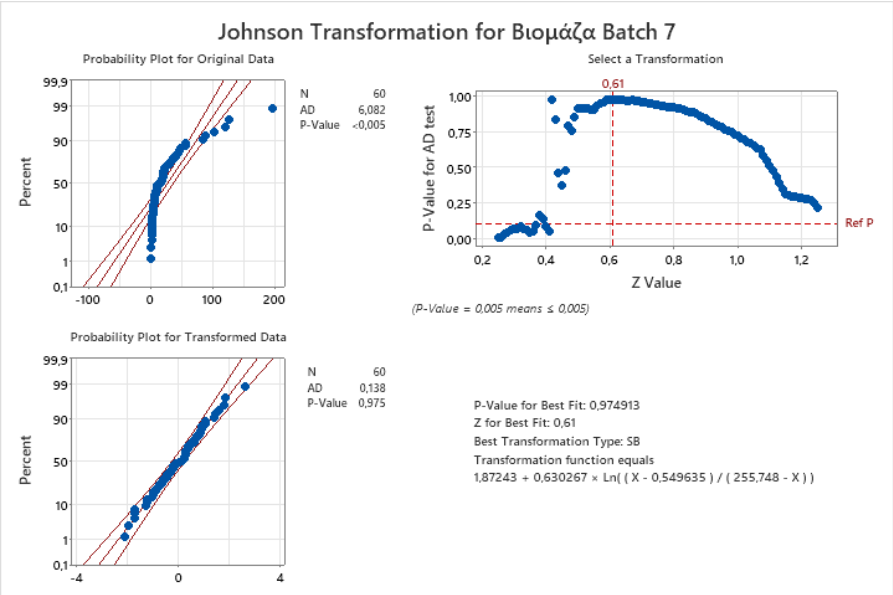
Σχήμα 5.43: Κανονικό Διάγραμμα Πιθανότητας για τα δεδομένα της βιομάζας Batch 7

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος της μη κανονικότητας επιλέγετε ο κατάλληλο μετασχηματισμός Box-Cox (Σχήμα 5.44, λ=0,01).



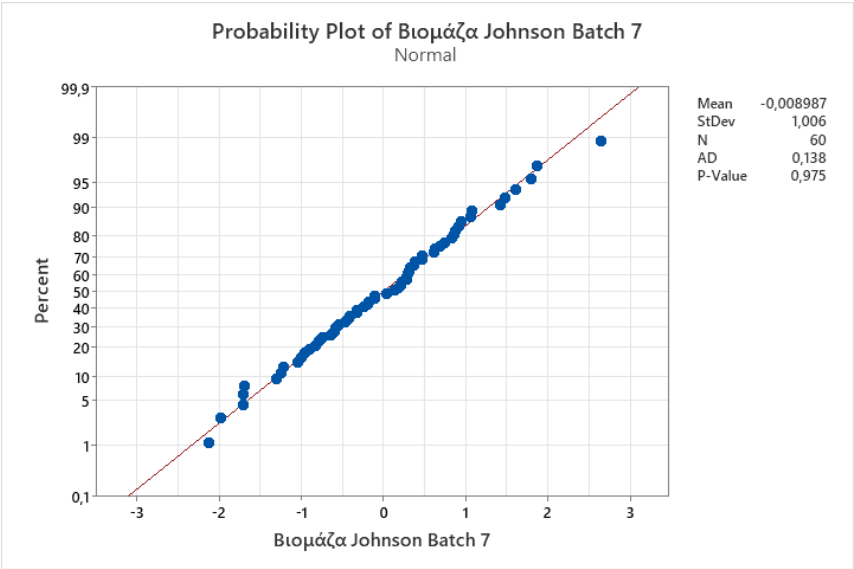
Σχήμα 5.44: Διάγραμμα Box-Cox για την εύρεση κατάλληλου μετασχηματισμού των δεδομένων βιομάζας

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος της μη κανονικότητας των μετασχηματισμένων δεδομένων επιλέγετε ο κατάλληλος μετασχηματισμός Johnson (Σχήμα 5.45).



Σχήμα 5.45: Διάγραμμα Johnson για τα μετασχηματισμένα δεδομένα της βιομάζας

Ελέγχετε ξανά την κανονικότητα (Σχήμα 5.46). Τα μετασχηματισμένα δεδομένα ακολουθούν κανονική κατανομή, όπως φαίνεται από την τιμή $Pvalue = 0{,}975 > 0{,}05$, καθώς και από την κατανομή των σημείων εντός της ζώνης προσαρμογής της θεωρητικής κανονικής κατανομής.



Σχήμα 5.46: Κανονικό Διάγραμμα Πιθανότητας για τα μετασχηματισμένα δεδομένα της βιομάζας

5.7.3 Έλεγχος ανεξαρτησίας των δεδομένων

Πραγματοποιείται έλεγχος για την ύπαρξη της ανεξαρτησίας των δεδομένων της βιομάζας των ψαριών για την Batch 5 με την χρήση του στατιστικού ελέγχου τυχαιότητας (runs test). Θα διεξαχθεί ο έλεγχος της μηδενικής υπόθεσης:

H_0: $Τα\ δεδομένα\ του\ χαρακτηριστικού\ ποιότητας\ είναι\ ανεξάρτητα\ μεταξύ\ τους$

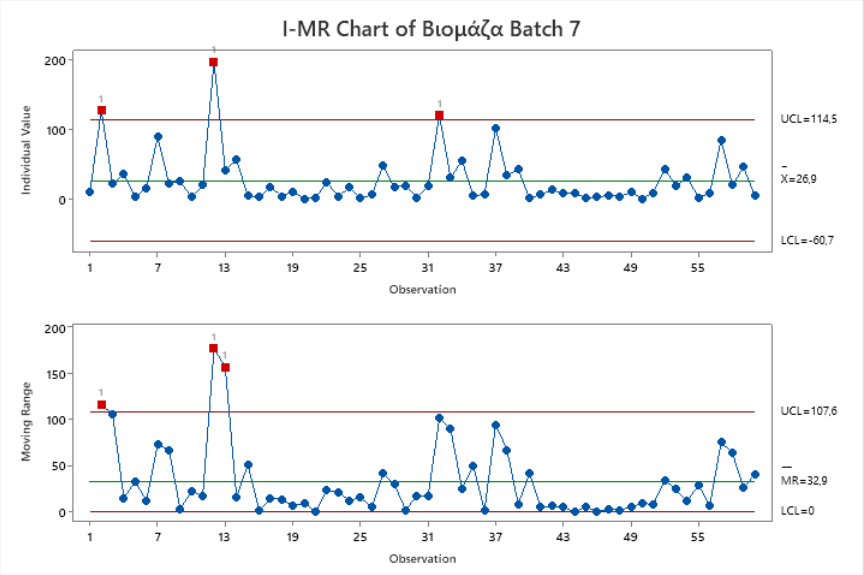
H_A: $Δεν\ ισχύει\ η\ H_0$

Σύμφωνα με το τεστ ροών που εφαρμόστηκε για τον έλεγχο της ανεξαρτησία της βιομάζας της κάθε δεξαμενής των ψαριών που υπάγονται στην Batch 7, προκύπτει ότι ο αριθμός των παρατηρήσεων είναι 55, δηλαδή εξετάστηκαν 55 δεξαμενές από την Batch 7. Ο μέσος όρος του δείγματος έχει την τιμή 0,0089870.

Κατά την διάρκεια της ανάλυση παρατηρήθηκε ότι η κατώτερη τιμή είναι 29 ενώ η ανώτερη τιμή είναι 30. Με την εκτέλεση του τεστ ροών προκύπτει ότι η παρατηρούμενη τιμή είναι 25 ενώ η αναμενόμενη τιμή είναι 30,97. Βάσει των αποτελεσμάτων του τεστ των ροών, το P-value-0,120> 0,05. Από αυτό προκύπτει ότι δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία για να απορριφθεί τη μηδενική υπόθεση περί τυχαιότητας της ακολουθίας δεδομένων σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

5.7.4 Κατασκευή διαγράμματος ελέγχου IM-R

Εφόσον ικανοποιούνται οι συνθήκες κανονικότητας και ανεξαρτησίας των δεδομένων μπορεί να κατασκευαστεί το ΔΕ I-MR τόσο για την αρχική βιομάζα (Σχήμα 5.47) όσο και την μετασχηματισμένη βιομάζα (Σχήμα 5.48) το οποίο είναι κατάλληλο για την ανίχνευση μεγάλων και απότομων αλλαγών στην διεργασία. Επιλέγετε για το μήκος του κινούμενου εύρους την τιμή V=2 για να ανιχνευθούν τυχόν ειδικά αίτια στο συντομότερο δυνατό διάστημα στις μετασχηματισμένες τιμές.



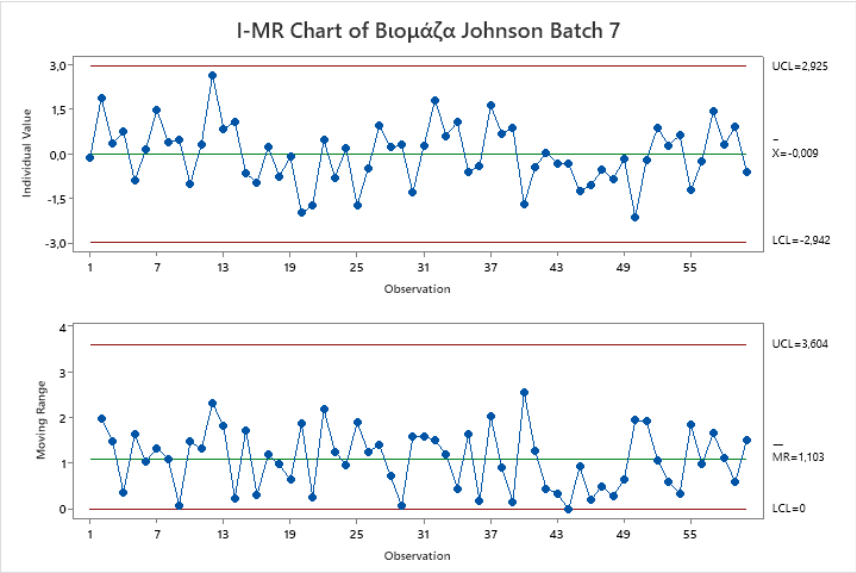
Σχήμα 5.47: Διάγραμμα ελέγχου I-MR για αρχική βιομάζα Batch 7

Από το παραπάνω ΔΕ I-MR προκύπτει ότι η διεργασία βρίσκεται εκτός ελέγχου καθώς υπάρχουν στα σημεία αυτά το ποσοστά δυσμορφιών υπερβαίνει το ανώτερο όριο ελέγχου. Στην Batch 7 παρατηρούμε επίσης ότι οι δυο φάσεις της διεργασίας παρουσιάζουν σημαντική διαφορά, καθώς στην πρώτη φάση τα σημεία που βγαίνουν εκτός ελέγχουν έχουν να κάνουν με την δυσμορφία Dorsal fin Deformity που παρουσιάζει υψηλό ποσοστό με αποτέλεσμα να βγαίνει εκτός ελέγχου δηλαδή να είναι αρκετά απομακρυσμένη από την μέση τιμή.

Όσο αφορά την φάση δυο, παρατηρείται ότι υπάρχουν δυο σημεία εκτός ελέγχου που έχουν να κάνουν με την δυσμορφία Dorsal fin Deformity που παρουσιάζει υψηλό ποσοστό με αποτέλεσμα να βγαίνει εκτός ελέγχου και παρουσιάζετε ένα σημείο που θεωρείται εκτός ελέγχου και έχει να κάνει με την δυσμορφία Body Deformity αλλά δεν μπορεί να βγει κάποιο συμπέρασμα γι' αυτό καθώς το ποσοστό που εμφανίζει δεν αναλογεί σε εκτός ελέγχου σημείο. Θα μπορούσε το σημείο αυτό να θεωρηθεί ως ψευδής συναγερμός καθώς τα δεδομένα δεν παρουσιάζουν κανονικότητα.

Αφού αποτελεί Μη Συμμόρφωση, οι κατάλληλες διορθωτικές ενέργειες θα μπορούσαν να είναι οι εξής:

- Ανάλυση και συνεχής δειγματοληψία για την συγκεκριμένη δυσμορφία καθώς οι παράγοντες που οδηγούν στην συγκεκριμένη δυσμορφία ποικίλουν,
- Τακτικός μικροβιολογικός έλεγχος φυσικοχημικός έλεγχος των νερών του δικτύου.

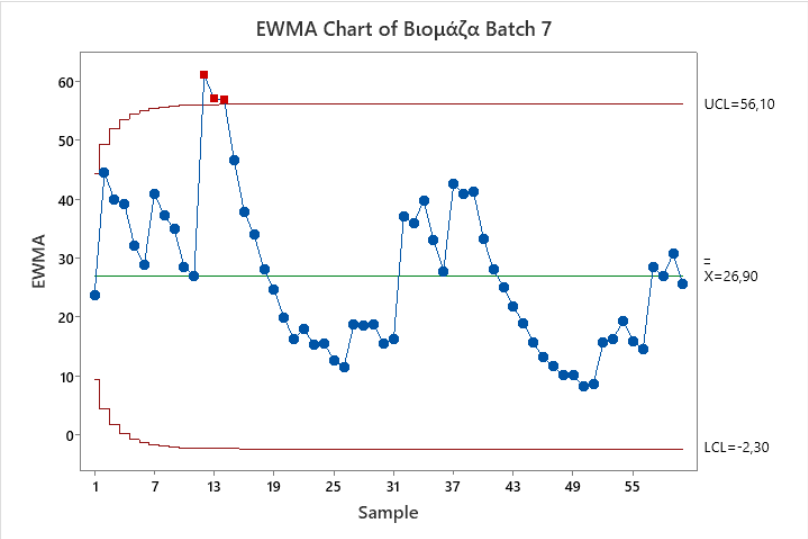


Σχήμα 5.48: Διάγραμμα ελέγχου I-MR για μετασχηματισμένη βιομάζα Batch 7

Όπως παρατηρείται από το παραπάνω ΔΕ I-MR, η διεργασία είναι εντός των ορίων ελέγχου. Παρόλα αυτά υπάρχουν τιμές που πλησιάζουν το ανώτερο όριο ελέγχου χωρίς όμως να το παραβιάζουν και δεν υπάρχει άμεση ανάγκη για παρέμβαση ή διόρθωση.

5.7.5 Κατασκευή διαγράμματος ελέγχου EWMA

Στη συνέχεια της διαμόρφωσης του συστήματος ελέγχου της διεργασίας, θα γίνει κατασκευή ΔΕ EWMA για τον έλεγχο μικρών και μεγάλων μεταβολών στην διεργασία. Τα διαγράμματα αυτά αποτελούν ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο, ειδικά όταν οι μετρήσεις της διεργασίας πραγματοποιούνται σε πραγματικό χρόνο με τη χρήση κάποιου αυτοματοποιημένου συστήματος, όπως στη συγκεκριμένη περίπτωση. Για την κατασκευή του διαγράμματος EWMA θα χρησιμοποιηθούν τόσο η αρχική βιομάζα (Σχήμα 5.49) καθώς και για την μετασχηματισμένη βιομάζα (Σχήμα 5.50).

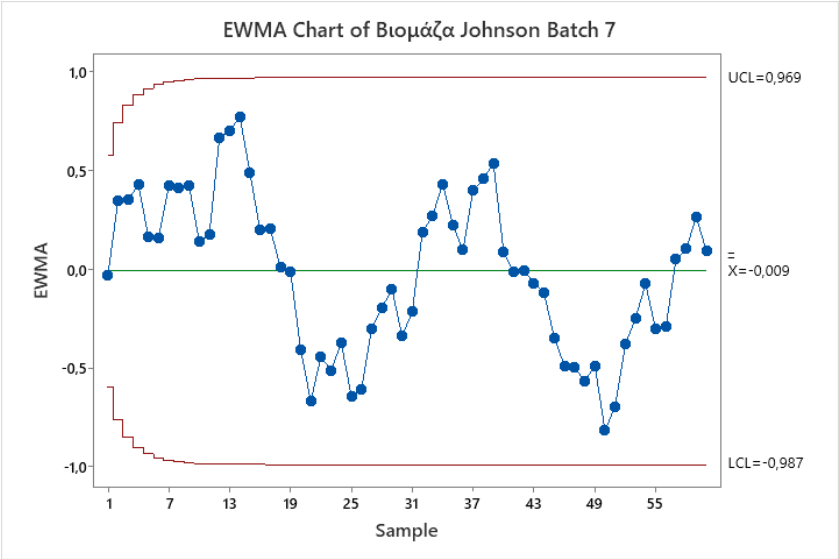


Σχήμα 5.49: Διάγραμμα ελέγχου EWMA για αρχική βιομάζα Batch 7

Όπως παρατηρείται στο ΔΕ EWMA επιβεβαιώνονται τα σημεία εκτός ελέγχου που αφορούν την δυσμορφία Dorsal fin Deformity όπως παρουσιάστηκαν στο ΔΕ I-MR και εκφράζουν ποσοστό δυσμορφίας που υπερβαίνει το ανώτερο όριο ελέγχου. Επίσης, παρουσιάζετε ένα νέο σημείο εκτός ελέγχου το οποίο αφορά την δυσμορφία Mouth Deformity το οποίο δεν μπορεί να ερμηνευτεί και μπορεί να οφείλεται στην είσοδο ειδικού αιτίου στην διεργασία. Επομένως, η διεργασία θεωρείται εκτός ελέγχου.

Αφού αποτελεί Μη Συμμόρφωση, οι κατάλληλες διορθωτικές ενέργειες είναι οι εξής:

- Ανάλυση και συνεχής δειγματοληψία για την συγκεκριμένη δυσμορφία καθώς οι παράγοντες που οδηγούν στην συγκεκριμένη δυσμορφία ποικίλουν,
- Τακτικός μικροβιολογικός έλεγχος φυσικοχημικός έλεγχος των νερών του δικτύου.

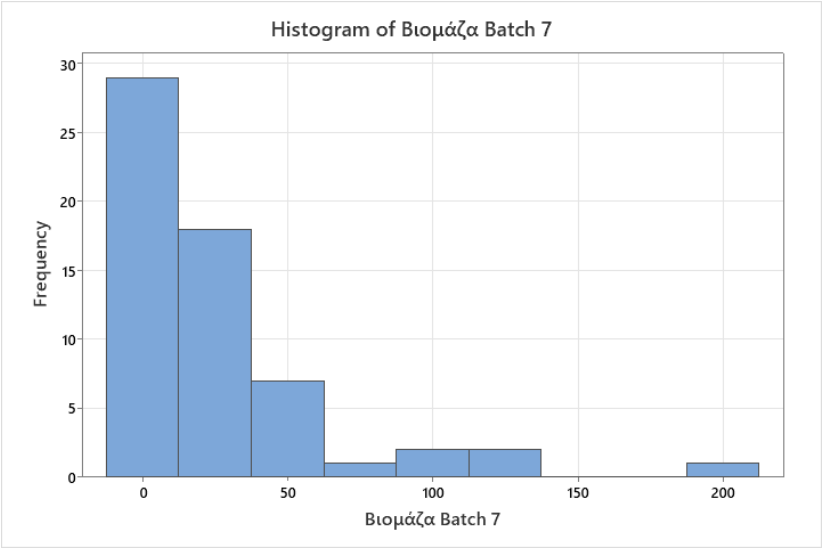


Σχήμα 5.50: Διάγραμμα ελέγχου EWMA για μετασχηματισμένη βιομάζα Batch 7

Όπως παρατηρείται από το παραπάνω ΔΕ I-MR, η διεργασία είναι εντός των ορίων ελέγχου. Παρόλα αυτά υπάρχουν τιμές που πλησιάζουν το ανώτερο όριο ελέγχου χωρίς όμως να το παραβιάζουν και δεν υπάρχει άμεση ανάγκη για παρέμβαση ή διόρθωση.

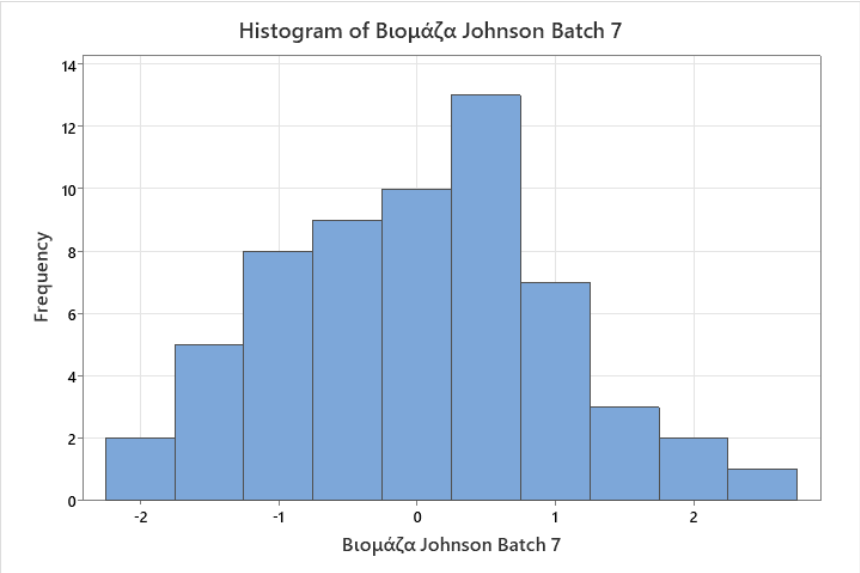
5.7.6 Κατασκευή Ιστογράμματος

Πραγματοποιείται κατασκευή Ιστογράμματος τόσο για την αρχική βιομάζα (Σχήμα 5.51) όσο και για την μετασχηματισμένη βιομάζα (Σχήμα 5.52). Με την εντολή αυτή μπορούμε να αξιολογήσουμε τα αποτελέσματα του μετασχηματισμού στην αντιμετώπιση των αποκλίσεων.



Σχήμα 5.51: Ιστόγραμμα για την αρχική Βιομάζα Batch 7

Σύμφωνα με το παραπάνω ιστόγραμμα παρατηρούμε ότι η πλειοψηφία των ψαριών στην παρτίδα έχει σχετικά μικρή βιομάζα, ενώ υπάρχουν μερικά ψάρια με πολύ μεγάλη βιομάζα, δηλαδή παρουσιάζει ακραίες τιμές. Για το λόγο αυτό δεν μπορεί να βγει κάποιο σαφές συμπέρασμα.



Σχήμα 5.52: Ιστόγραμμα για την μετασχηματισμένη Βιομάζα Batch 7

Από την κατασκευή του παραπάνω ιστογράμματος παρατηρούμε ότι οι τιμές της μετασχηματισμένης βιομάζας κατανέμονται γύρω από το μηδέν, με κάποιες αποκλίσεις προς τις θετικές τιμές.

Επίσης, υπάρχουν μερικές αρνητικές τιμές, αλλά είναι συγκριτικά σπάνιες σε σχέση με τις θετικές. Αυτό υποδηλώνει την ύπαρξη ψαριών με μικρότερη βιομάζα σε σχέση με την μέση τιμή.

Η κατανομή περιγράφεται ως κανονική με μεσοκλίμακα γύρω από το μηδέν. Αυτό υποδηλώνει ότι οι τιμές ακολουθούν κανονική κατανομή και δεν παρουσιάζουν ασυνήθιστες αποκλίσεις.

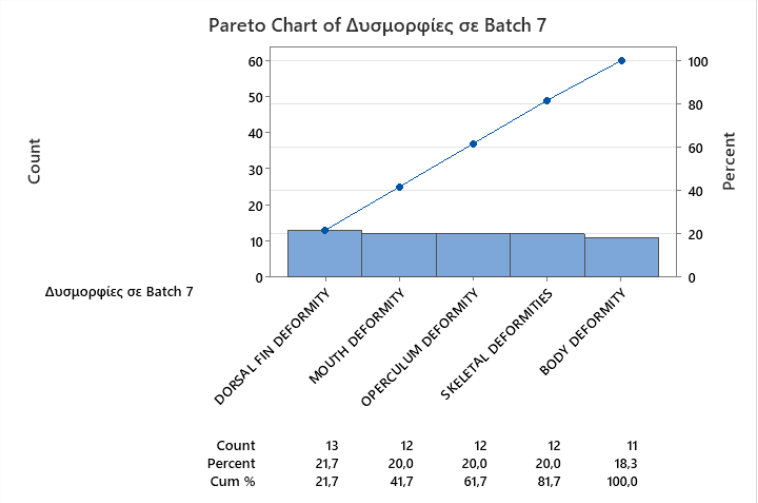
5.7.7 Κατασκευή Διαγράμματος Pareto

Για την συχνότητα εμφάνισης των δυσμορφιών στα ψάρια στην Batch 7 (Πίνακας 5.5) θα χρησιμοποιηθεί το διάγραμμα Pareto, καθώς μπορούν να διεξαχθούν τις κυριότερες δυσμορφίες που προκαλούν προβλήματα στην ποιότητα των ψαριών (Σχήμα 5.53).

Πίνακας 5.5: Συχνότητα εμφάνισης δυσμορφιών στην Batch 7

Tally

Δυσμορφίες σε Batch 7	Count
BODY DEFORMITY	11
DORSAL FIN DEFORMITY	13
MOUTH DEFORMITY	12
OPERCULUM DEFORMITY	12
SKELETAL DEFORMITIES	12
N=	60

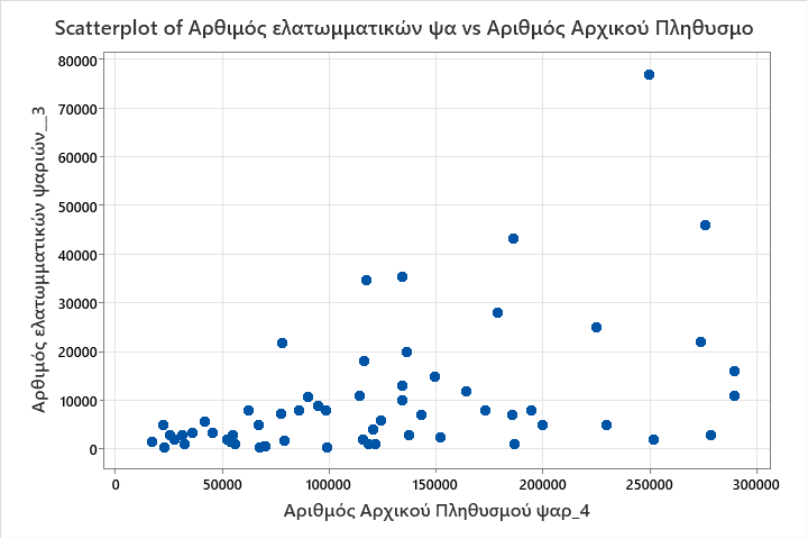


Σχήμα 5.53: Διάγραμμα Pareto για τα δεδομένα της συχνότητας εμφάνισης δυσμορφιών

Στην παρτίδα 7 παρατηρούμε ότι σχεδόν όλες οι δυσμορφίες που εμφανίζονται παρουσιάζουν παρόμοια ποσοστά. Αυτό υποδηλώνει ότι όλες οι δυσμορφίες είναι στατιστικά σημαντικές στην παρτίδα αυτή καθώς όλες οι δυσμορφίες στην Batch 7 παρουσιάζουν σταθερή αύξηση.

5.7.8 Κατασκευή Διάγραμμα Διασκόρπισης

Στην κατασκευή ενός Διαγράμματος Διασκόρπισης (Σχήμα 5.54), όπου θα της επιτρέψει να κατανοήσουμε την σχέση μεταξύ των αριθμών των ελαττωματικών ψαριών και του αρχικού πληθυσμού των ψαριών της Batch 7.



Σχήμα 5.54: Διάγραμμα Διασκόρπισης για τα δεδομένα ελαττωματικών ψαριών και αρχικού τους πληθυσμού

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα διασκόρπισης παρατηρείται ότι προκύπτει μια αρνητική σχέση μεταξύ του αρχικού πληθυσμού των ψαριών και των ελαττωματικών ψαριών, καθώς όσο μεγαλύτερος ο αρχικός πληθυσμός τόσο μικρότερος είναι ο αριθμός των ελαττωματικών ψαριών. Αντίστοιχα, όταν ο αρχικός πληθυσμός είναι μικρός τόσο υψηλότερος είναι ο αριθμός των ελαττωματικών ψαριών.

Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι τα μικρά ψάρια της παρτίδα 7 παρουσιάζουν μεγαλύτερα ελαττώματα δηλαδή μεγαλύτερο ποσοστό δυσμορφιών καθώς υστερούν σε ανάπτυξη έναντι του κύριου πληθυσμού της παρτίδας.

Κεφάλαιο 6° Συμπεράσματα-Προτάσεις Βελτίωσης

6.1 Συμπέρασμα

Όπως προκύπτει και από την βιβλιογραφική ανασκόπηση που αποτυπώθηκε στο 3ο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας τα αίτια που προκαλούν τις δυσμορφίες ποικίλουν. Έγινε προσπάθεια να αναλυθούν οι παρτίδες ξεχωριστά ώστε τα αποτελέσματα που θα προκύψουν να είναι ξεκάθαρα ως προς τις δυσμορφίες και να βγαίνουν σαφή συμπεράσματα τόσο για τις διαφορές ανάμεσα στις παρτίδες όσο και για τις διαδικασίες βελτίωσης που μπορούν να εφαρμοστούν για την βελτίωση της ποιότητας του εκτρεφόμενου λαβρακιού.

Αρχικά αναλύθηκαν όλες τις παρτίδες μαζί αλλά δεν μπορέσαν να διεξαχθούν κάποια σαφές συμπεράσματα μέσα από τα εργαλεία ποιότητας εκτός από το γεγονός ότι το ΔΕ Lanel P' αποκάλυψε την αδυναμία των παρτίδων 9 και 10, καθώς ως οι πιο μικρές σε πληθυσμό ψαριών παρουσίασαν και μικρό ποσοστό δυσμορφιών σε σχέση με τις υπόλοιπες παρτίδες με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγάλη απόκλιση όπου καθιστούσε το συμπέρασμα της διεργασίας προβληματικό. Για τον λόγο αυτό αποκλείστηκαν από την μελέτη και συνεχίστηκε η διαδικασία της ανάλυσης των δεδομένων δια μέσου των υπόλοιπων παρτίδων.

Η κάθε παρτίδα αναλύθηκε ξεχωριστά και η διεξαγωγή των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε εφαρμόζοντας τα εργαλεία ποιότητας (ΔΕ I-MR, ΔΕ EWMA, Ιστόγραμμα, Διάγραμμα Pareto και Διάγραμμα Διασκόρπισης). Για την εφαρμογή του κάθε ενός εργαλείου έπρεπε να εφαρμοστεί και ο κατάλληλος έλεγχος όπως έλεγχος κανονικότητας και ανεξαρτησίας των δεδομένων καθώς και ο κατάλληλος μετασχηματισμός των δεδομένων (Box-Cox, Johnson) εκεί όπου κρίθηκε πως ήταν απαραίτητος.

Κάθε παρτίδα έδωσε την δική της πληροφορία τόσο για τις δυσμορφίες όσο και για άλλες παραμέτρους όπως είναι η βιομάζα, το πληθυσμό των ψαριών που διαχειρίστηκαν μέσω του ποιοτικού ελέγχου, οι διακυμάνσεις των ελαττωματικών ψαριών που υπήρξαν ακόμα και η συσχέτιση μεταξύ του αρχικού πληθυσμού της κάθε παρτίδα με τον αριθμό των ελαττωματικών ψαριών.

Πιο συγκεκριμένα στην παρτίδα Batch 1 καθόλη την διάρκεια της εφαρμογής των εργαλείων ποιότητας, η διεργασία ήταν εντός ελέγχου χωρίς έτσι να απαιτείται η εφαρμογή οποιασδήποτε διορθωτικής ενέργειας. Επίσης, μέσω του ιστογράμματος παρατηρήθηκε ότι αποτελούνταν από μεγάλη βιομάζα το οποίο θα μπορούσε να συσχετιστεί με το μεγάλο ποσοστό της δυσμορφίας Skeletal Deformity, όμως μέσω του διαγράμματος διασκόρπισης δεν διαπιστώθηκε κάποιος τέτοιος συσχετισμός. Η κύρια δυσμορφία που παρατηρήθηκε είναι η Skeletal Deformity της τάξης του 35,2%, ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό το οποίο μπορεί να υποβαθμίσει την ποιότητα του ψαριού. Μέσω του διαγράμματος Pareto διαπιστώθηκαν οι σημαντικές δυσμορφίες, αυτές δηλαδή που μπορούν να υποβαθμίσουν το προϊόν και που μέσω αυτού μπορεί να πραγματοποιηθεί μείωση του κόστους ποιότητας καθώς μέσω του εργαλείου αυτού η εξέταση και η ανάλυση επικεντρώνεται σε μια μεταβλητή χωρίς να ξοδεύεται ο χρόνος και οι εργατοώρες.

Στην μελέτη της παρτίδας Batch 3 κατέρρευσε το συμπέρασμα ότι οι σκελετικές δυσμορφίες (Skeletal Deformity) και η απουσία ραχιαίου πτερυγίου (Dorsal Fin Deformity) μπορούν να συσχετιστούν με την μεγάλη βιομάζα καθώς ενώ στη παρτίδα 3 διαπιστώθηκαν ως κύρια προβλήματα οι σκελετικές δυσμορφίες και η απουσία ραχιαίου, μέσω του ιστογράμματος παρατηρήθηκε ότι αποτελείται από μικρή βιομάζα. Βέβαια υπήρχαν κάποιες δεξαμενές με μεγάλη βιομάζα και στις οποίες παρατηρήθηκε η απουσία ραχιαίου πτερυγίου αλλά όχι όλες. Επίσης η θεωρία που θέλει να υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ του πληθυσμού των ψαριών σε κάθε παρτίδα με τον αριθμό των ελαττωματικών ψαριών καταρρίφθηκε στην υπό εξέταση παρτίδα 3 διότι καθώς φαίνεται πως μέσω του ιστογράμματος υπάρχει μια θετική συσχέτιση, αυτή δεν είναι ικανή να προκαλέσει στην συγκεκριμένη παρτίδα τα ποσοστά της δυσμορφίας που επικρατούν.

Η παρτίδα Batch 5 θα μπορούσε να συσχετιστεί με την παρτίδα Batch 1 καθώς υπάρχουν ομοιότητες ως προς τον έλεγχο της διεργασίας που διεξάχθηκε μέσω των ΔΕ όπως και της συσχέτισης ανάμεσα στον πληθυσμό των ψαριών της παρτίδας και τον αριθμό των ελαττωματικών ψαριών όπου διάμεσο του διαγράμματος διασκόρπισης δεν επαληθεύτηκε καθώς και στις δυο αυτές παρτίδες καταγράφηκαν δυσμορφίες που προήλθαν από μεγάλες βιομάζες ψαριών αλλά ίδια ποσοστά δυσμορφιών που προέρχονται από μικρές βιομάζες ψαριών.

Η πιο ενδιαφέρον ανάλυση θα που πραγματοποιήθηκε στην συγκεκριμένη μελέτη αφορά τις παρτίδες Batch 3 και 7, καθώς διαπιστώθηκε μέσω των ΔΕ πως οι τιμές που βρίσκονταν

εκτός σημείων ελέγχου αποτελούσαν την δυσμορφία Dorsal fin Deformity. Μια δυσμορφία που συντελεί αρνητικά στην ποιότητα των ψαριών καθώς οι αιτιολογικοί παράγοντες ποικίλουν με αποτέλεσμα να είναι το μεγάλο αγκάθι της υδατοκαλλιέργειας. Παρόλα αυτά οι διορθωτικές ενέργειες που δόθηκαν θα μπορούσαν να υφίστανται καθώς επαληθεύονται από τις βιβλιογραφικές αναφορές που δόθηκαν στο εισαγωγικό κεφάλαιο που αφορά τις δυσμορφίες στο ραχιαίο πτερύγιο (Dorsal fin Deformity). Βέβαια σύμφωνα με το διάγραμμα Pareto διαπιστώθηκε πως το ποσοστό της δυσμορφίας Dorsal fin Deformity στην παρτίδα 7 υποβάθμισε την ποιότητα σε μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με την παρτίδα 3, καθώς τα ποσοστά και στις δυο παρτίδες είναι στατιστικά πολύ κοντά με την διαφορά ότι παρτίδα 3 εξετάσθηκαν περισσότερες δεξαμενές και επομένως περισσότερα ψάρια.

Το πιο σημαντικό συμπέρασμα με το οποίο έπρεπε να κλείσει το κεφάλαιο των συμπερασμάτων είναι η σχέση της εμφάνισης των δυσμορφιών με την διατροφή των ψαριών. Καθώς αναλύθηκε η βιομάζα των παρτίδων μέσω των ΔΕ είτε αναλύοντας την αρχική βιομάζα είτε την μετασχηματισμένη, διαπιστώθηκε πως συγκεκριμένα στην παρτίδα 7 η συσχέτιση μεταξύ του αρχικού πληθυσμού των ψαριών και του αριθμού των ελαττωματικών ψαριών προέκυψε αρνητική, δηλαδή, όσο αυξάνεται ο αριθμός των ψαριών τόσο μειώνεται ο αριθμός των ελαττωματικών ψαριών και αντίστοιχα όσο μειώνεται ο αρχικός αριθμός των ψαριών τόσο αυξάνεται ο αριθμός των ελαττωματικών ψαριών. Αυτό λοιπόν εξηγείται πως όταν σε μια παρτίδα υπάρχουν μικρά σε ανάπτυξη ψάρια μέσα στον πληθυσμό, τότε η παρτίδα παρουσιάζει πολλά ελαττώματα δηλαδή μεγάλο ποσοστό δυσμορφία καθώς τα ψάρια αυτά υστερούν σε ανάπτυξη. Η μειωμένη αυτή ανάπτυξη έρχεται να επιβεβαιώσει την κακή διατροφή των ψαριών με αποτέλεσμα την έλλειψη βιταμινών και ιχνοστοιχείων τα οποία μπορούν να οδηγήσουν στην εμφάνιση των δυσμορφιών. Επομένως, ένα μικρό κομμάτι της παρούσας εργασίας έρχεται να επαληθεύσει την βιβλιογραφία ότι η διατροφή διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην σωστή ανάπτυξη των ψαριών και να συντελέσει στην βελτίωση της ποιότητας των ψαριών.

Τέλος μέσω του διαγράμματος διασκόρπισης που εφαρμόστηκε σε όλες τις παρτίδες, συμπεραίνουμε ότι δεν μπορεί να υπάρξει πλήρης έλεγχος στην συσχέτιση των ελαττωματικών ψαριών σε σχέση με τον αρχικό πληθυσμό των ψαριών. Το γεγονός αυτό μας οδηγεί το αποτέλεσμα ότι η δημιουργία περισσότερων παρτίδων με μικρότερες ποσότητες μπορεί να επιφέρει έλεγχο του προϊόντος.

6.2 Προτάσεις Βελτίωσης

Όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα των συμπερασμάτων, μέσω της εφαρμογής των εργαλείων ποιότητας προσεγγίστηκαν κάποιες από τις προτεινόμενες διαδικασίες βελτίωσης που αναλύονται στο κεφάλαιο 3. Παρόλα αυτά η ενότητα αυτή θα επικεντρώνεται στην βελτίωση της ποιότητας διαμέσου της εφαρμογής των εργαλείων ποιότητας στην υδατοκαλλιέργεια. Παρακάτω παρατίθενται κάποιες προτάσεις που προέκυψαν από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας.

- Η εφαρμογή του διαγράμματος Pareto, σε μια υδατοκαλλιέργεια μπορεί να παρέχει πληροφορίες, οι οποίες εάν διαχειριστούν σωστά θα μπορούσαν να συμβάλλουν στην βελτίωση της ποιότητας. Εάν σε κάθε παραγωγική χρονιά γινόταν οι ανάλυση των δυσμορφιών που προκύπτουν δια μέσω του διαγράμματος Pareto, θα μπορούσε να εντοπίσει την κύρια δυσμορφία που συμβάλλει στην υποβάθμιση της ποιότητας των ψαριών με αποτέλεσμα, το προσωπικό να διαχειρίζεται το χρόνο του και με αυτόν τον τρόπο να μειώνονται οι εργατοώρες δηλαδή το κόστος ποιότητας.
- Όπως αναφέρουν και στα συμπεράσματα, το διάγραμμα διασκόρπισης είναι άλλο ένα σημαντικό εργαλείο το οποίο μια υδατοκαλλιέργεια θα μπορούσε να το χρησιμοποιήσει ώστε να διερευνήσει την εμφάνιση των δυσμορφιών τους πληθυσμούς των ψαριών μέσω της συσχέτισης του πληθυσμού των ψαριών μίας δεξαμενής και του αριθμού των ελαττωματικών ψαριών, δηλαδή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο ιχνηλατήσεις.
- Σύμφωνα με τα αποτελέσματα η εφαρμογή των ΔΕ ως εργαλείο ελέγχου μια δεξαμενής σε έναν Ιχθυογεννητικό σταθμό θα μπορούσε να προσδιοριστεί μέσω της δειγματοληψίας ποιος πληθυσμός τείνει να βγει εκτός των ορίων ελέγχου με αποτέλεσμα να υπάρχει η γνώση στο τι πιθανόν αναμένεται να προκύψει από μια δεξαμενή.
- Τέλος, τα εργαλεία ποιότητας σε μια παραγωγή υδατοκαλλιέργειας θα μπορούσαν να λειτουργήσουν ως μοντέλα διερεύνησης των αιτιών που προκαλούν υποβάθμιση της ποιότητας.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

Ξενόγλωσση

1. Amundsen, V.S., & Osmundsen, T.C. (2020). Becoming certified, becoming sustainable? Improvements from aquaculture certification schemes as experienced by those certified. Marine Policy, 119, 104097.
2. Bardon A., Vandeputte M., Dupont-Nivet M., Chavanne H., Affrays P., Vernet A. & Chatan B. (2009). What is the heritable component of spinal deformities in the European sea bass (Dicentrics' labrax)? Aquaculture 294, 194–201.
3. Benetti, D. D., & Alarcon, J. F. (2000). General prophylaxis and quarantine of marine brood fish. Global Aquaculture Advocate. 3(6): 60-61.
4. Benetti, D. D., Alarcón, J. F., Stevens, O. M., O'Hanlon, B., Rivera, J. A., Banner-Stevens, G., & Rotman, F. J. (2003). Advances in hatchery and growout technology of marine finfish candidate species for offshore aquaculture in the Caribbean. Http://Aquaticcommons.Org/Id/Eprint/13580
5. Beraldo, P., Pinosa, M., Tibaldi, E., & Canavese, B. (2003). Abnormalities of the operculum in gilthead sea bream (Sparus aurata): Morphological description. Aquaculture, 220(1–4), 89–99. doi: 10.1016/S0044-8486(02)00416-7
6. Boglino A., Darias M.J., Ortiz-Delgado J.B., Ozcan F., Est € evez A., Andree K.B., Hontoria F., Sarasquete C., & Gisbert E. (2012). Commercial products for Artemia enrichment affect growth performance, digestive system maturation, ossification, and incidence of skeletal deformities in Senegalese sole (Solea senegalensis) larvae. Aquaculture 324–325, 290–302.
7. Boglione C., Gisbert E., Gavaia P., Witten P.E., Moren M., Fontagn e S., & Koumoundouros G. (2013). Skeletal anomalies in reared European fish larvae and juveniles. Part 2: main typologies, occurrences, and causative factors. Reviews in Aquaculture 5, S121–S167.
8. Cahu, C., Zambonino-Infante, J.L., Takeuchi, T., (2003). Nutritional components affecting skeletal development in fish larvae. Aquaculture 227, 245–258.
9. Carvajal, R., & Nebot, A. (1998). Growth model for white shrimp in semi-intensive farming using inductive reasoning methodology. Computers and Electronics in Agriculture, 19(2), 187–210. doi: 10.1016/S0168-1699(97)00043-4

10. Castro, J., Pino-Querido, A., Hermida, M., Chavarrias, D., Romero, R., Garcia-Cortes, L.A.,Toro, M.A., Martinez, P., (2008). Heritability of skeleton abnormalities (lordosis, lack of operculum) in gilthead seabream (Sparus aurata) supported by microsatellite family data. Aquaculture 279, 18–22.
11. Cembrowski, G. S., Cottrell, D. B., & Toren, E. C. (1976). POLAC, A problem-oriented language for analytical chemistry. Computers & Chemistry, 1(1), 45–54. doi: 10.1016/0097-8485(76)80010-1
12. Chatain, B. (1989). Problems related to the lack offunctional swimbladder in intensive rearing of Dicentrarchus labrax and Sparus aurata. In: Advances in tropical aquaculture, Tahiti, Feb. 20- March 4, 1989. Actes de colloque, 9: 699-709.
13. Chatain, B., & Dewavrin, G. (1989). Influence des anomalies de développement de la vessie natatoire sur la mortalité de Dicentrarchus labrax au cours du sevrage. Aquaculture, 78(1), 55–61. doi: 10.1016/0044-8486(89)90005-7
14. Chen, N., Zhou, S., Chang, T-S. & Huang, H. (2008). Attribute Control Charts Using Generalized Zero-inflated Poisson Distribution. Quality and Reliability Engeneering, 793-806.
15. Clagett-Dame, M., & DeLuca, H. F. (2002). T HE R OLE OF V ITAMIN A IN M AMMALIAN R EPRODUCTION AND E MBRYONIC D EVELOPMENT. Annual Review of Nutrition, 22(1), 347–381. doi: 10.1146/annurev.nutr.22.010402.102745E
16. Cobcroft J.M., & Battaglene S.C. (2009). Jaw malformation in striped trumpeter Latris lineata larvae linked to walling behaviour and tank colour. Aquaculture 289, 274–282.
17. Cobcroft, J. M., & Battaglene, S. C. (2013). Ultraviolet irradiation is an effective alternative to ozonation as a sea water treatment to prevent Kudoa neurophila (Myxozoa: Myxosporea) infection of striped trumpeter, Latris lineata (Forster). Journal of Fish Diseases, 36(1), 57–65. doi: 10.1111/j.1365-2761.2012.01413.x
18. Dedi, J., Takeuchi, T., Seikai, T., & Watanabe, T. (1995). Hypervitaminosis and safe levels of vitamin A for larval flounder Paralichthys olivaceus fed Artemia nauplii. Aquaculture, 133(2), 135–146. doi: 10.1016/0044-8486(95)00015-T
19. Divanach P, Boglione C, Menu B, Koumoundouros G, Kentouri M, Catadaulla S. (1996). Abnormalities in finfish mariculture: An overview of the problem, causes and solutions. In: Chatain B., Saroglia M., Sweetman J., and Lavens 59 P.(eds). Seabass and seabream culture: Problems and prospects. EuropeanAquaculture Society. Oostende, Belgium, 45-66.

20. Divanach P., Papandroulakis N., Anastasiadis P., Koumoundouros G. & Kentouri M. (1997). Effect of water currents on the development of skeletal deformities in sea bass (Dicentrarchus labrax L.) with functional swimbladderduring postlarval and nursery phase. Aquaculture 156, 145–155.
21. Domitrovic, H.A.; Bechara, J.A.; Flores Quintana, C.; Roux, J.P. and Gavilan, G. (2000): A survey study of gas superaturation and fish gas bubble disease in the parana River below Yacyreta Dam, Argentina: Revista deictiologia orrientes. 8(1): 29-40.
22. Edwards, P., (1999). Aquaculture and Poverty: Past, Present and Future Prospects of Impact. Bangkok, Thailand: Asian Institute of Technology.
23. Forbes, L H. & Ahmed S. M. (2011). Modern construction: lean project delivery and integrated practices. Boca Raton, Fly: Taylor and Francis Group.
24. Fragkoulis, S., Paliogiannis, H., Kokkinias, P., Chiers, K., Adriaens, D., & Koumoundouros, G. (2017). Saddleback syndrome in European sea bass Dicentrarchus labrax (Linnaeus, 1758): Anatomy, ontogeny and correlation with lateral-line, anal and pelvic fin abnormalities. Journal of Fish Diseases, 40(1), 83–95. doi: 10.1111/jfd.12494
25. Gapasin, R. S. J., Bombeo, R., Lavens, P., Sorgeloos, P., & Nelis, H. (1998). Enrichment of live food with essential fatty acids and vitamin C: Effects on milkfish (Chanos chanos) larval performance. Aquaculture, 162(3–4), 269–286. doi: 10.1016/S0044-8486(98)00205-1breeding goals for the future sustainable aquaculture. World Aquac. Aquac. Eur. 11–14.
26. García-Celdrán M, Ramis G, Manchado M, Estévez A, Afonso J.M, María-Dolores E, Peñalver J, Armero E. (2015). Estimates of heritabilities and genetic correlations of growth and external skeletal deformities at different ages in a reared gilthead sea bream (Sparus aurata L.) population sourced from three broodstocks along the Spanish coasts. Aquaculture, 445: 33-41.
27. Gudger E.W. (1936). Beginning of fish teratology, 1555–1642.Belon, Rondelet, Gesner and Aldrovandi, the fathers of ichthyology, the first to figure abnormal fishes. The Scientific Monthly 43, 252–261.
28. Ioakimidis, S. (1994). Agricultural Bank of Greece. Annual Report. Athens: M. Savakis.
29. Izquierdo M.S., Socorro J. & Roo J. (2010) Studies on the appearance of skeletal anomalies in red porgy: effect of culture intensiveness, feeding habits and nutritional quality of live preys. Journal of Applied Ichthyology 26, 320–326.

30. Juran, J. M. (1950). The role of statistics as a tool of management. Statistica Neerlandica, 4(1–2), 69–79. doi: 10.1111/j.1467-9574.1950.tb00414.x
31. Juran, M., & Godfrey, A. (1998). Juran's quality handbook (5th ed.). Washington, DC: McGraw-Hill Companies, Inc.
32. Keller, J. M. (2010). Motivational design for learning and performance: The arcs model approach. Boston, MA: Springer US. doi: 10.1007/978-1-4419-1250-3
33. Kerzner, H. (2009). Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling (10th ed.). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
34. Komen, H., Haffray, P., Kaushik, S., New, M., Olesen, I., Liinamo, A.E., (2002). Defining breeding goals for the future sustainable aquaculture. World Aquac. Aquac. Eur. 11–14.
35. Koumoundouros G. (2010). Morpho-Anatomical Abnormalities in Mediterranean Marine Aquaculture. Transworld Research Network, Kerala, India.
36. Koumoundouros G., Divanach P. & Kentouri M. (2001). The effect of rearing conditions on development of saddleback syndrome and caudal fin deformities in Dentex dentex (L.). Aquaculture 200, 285–304.
37. Koumoundouros, G., Divanach, P. and Kentouri, M. (2001a). The effect ofrearing conditions on development of saddleback syndrome and caudal fin deformities in Dentex dentex (L.). Aquaculture, 200: 285-304.
38. Koumoundouros, G., Gagliardi, F., Divanach, P., Boglione, C., Cataudella, C. and Kentouri, M. (1997a). Normal and abnormal osteological development of caudal fin in Sparus aurata L. fry. Aquaculture, 149: 215-226.
39. Koumoundouros G., Oran G., Divanach P., Stefanakis S. & Kentouri M. (1997). The opercular complex deformity in intensive gilthead sea bream (Sparus aurata L.) larviculture. Moment of apparition and description. Aquaculture 156, 165–177.
40. Koumoundouros, G., Pavlidis, M., Anezaki, L., Kokkari, C., Sterioti, A., Divanach, P. and Kentouri, M. (2002a). Temperature sex determination in the European sea bass, Dicentrarchus labrax (L.). Aquaculture, 200: 285-304.
41. Latzko,W.J. (2000). The underused control chart:Facts, myths, and applications. In ASQ (Ed.), Annual Quality Congress Transactions: Minneapolis, WI: American Society for Quality.

42. Le Vay, L., Carvalho, G. R., Quinitio, E. T., Lebata, J. H., Ut, V. N., & Fushimi, H. (2007). Quality of hatchery-reared juveniles for marine fisheries stock enhancement. Aquaculture, 268(1–4), 169–180. doi: 10.1016/j.aquaculture.2007.04.041
43. Loizides M., Georgiou A.N., Somarakis S., Witten P.E. & Koumoundouros G. (2014). A new type of lordosis and vertebral body compression in Gilthead Sea bream, Sparus aurata L.: aetiology, anatomy, and consequences for survival: Journal of Fish Diseases 37, 949–957.
44. Mazurais D., Glynatsi N., Darias M.J., Christodoulopoulou S., Cahu C.L., Zambonino-Infante J.L. & Koumoundouros G. (2009). Optimal levels of dietary vitamin A for reduced deformity incidence during development of European sea bass larvae (*Dicentrarchus labrax*) depend on malformation type. Aquaculture 294, 262–270.
45. Mohammed, Y. I., Kurogi, K., Shaban, A. A., Xu, Z., Liu, M.-Y., Williams, F. E., Liu, M.-C. (2012). Identification and characterization of zebrafish sult1 st9, sult3 st4, and sult3 st5. Aquatic Toxicology, 112–113, 11–18. doi: 10.1016/j.aquatox.2012.01.015
46. Montdomery, D. C. (2004). Introdução ao Controle Estatístico de Qualidade. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC.
47. Montgomery, D. C. (2009). Introduction to Statistical Quality Control (6th ed.). Danvers, MA: John Wiley & Sons, Inc.
48. Moretti, A., Pedini Fernandez-Criado, M., Cittolin, G. & Guidastri, R. (1999). Manual on Hatchery Production of Seabass and Gilthead Seabream, Vol. 1. Rome: FAO.
49. Mulder, P., Morris, J., & Martin, E. B. (2004). Computation of the performance of shewhart control charts. IFAC Proceedings Volumes, 37(1), 275–280. doi: 10.1016/S1474-6670(17)38744-X
50. Negrın-Baez D., Navarro A., Lee-Montero I., Soula M., Afonso J.M. & Zamorano M.J. (2015). Inheritance of skeletal deformities in gilthead seabream (Sparus aurata) -lack of operculum, lordosis, vertebral fusion and LSK complex. Journal of Animal Science 93, 53–61.
51. Nikolakakis, S., Bossier, P., Kanlis, G., Dierckens, K., & Adriaens, D. (2014). Protocol for quantitative shape analysis of deformities in early larval European seabass Dicentrarchus labrax: Quantitative shape analysis of larval dicentrarchus labrax. Journal of Fish Biology, 84(1), 206–224. doi: 10.1111/jfb.12284
52. Oakland, J. S. (2003). Total Quality Management: text with cases (3rd ed.). Jordan Hill, Oxford, UK: Butterworth-Heinemann, an imprint of Elsevier.

53. Omachonu, V. K. & Ross, J. E. (2004). Principles of total quality (3rd ed.). Boca Raton, Florida: Taylor & Francis.
54. Papoutsoglou S.E. (1995a): Greek aquaculture status and potential. Is it an exception or a common Balkan-European case? In: International Aquaculture Conference on Aquaculture in Eastern European Countries, Stara Zagora, Bulgaria, in press.
55. Papoutsoglou S.E. (1995b): Unknown parameters controlling the production cost in the intensive fish farming industry: an applied approach for rainbow trout, European sea bass and gilthead sea bream. In: International Aquaculture Conference on Aquaculture in Eastern European Countries, Stara Zagora, Bulgaria, in press.
56. Pavlidis, M. A., & Mylonas, C. C. (Eds.). (2011). Sparidae (1st ed.). Wiley. doi: 10.1002/9781444392210
57. Pérez-Ruzafa, Á., & Marcos, C. (2014). Ecology and distribution of dicentrarchus labrax (Linnaeus 1758): In F. Vázquez & J. Muñoz-Cueto, Biology of European Sea Bass (pp. 3–33). CRC Press. doi: 10.1201/b16043-3
58. Philipps, R., (2012). International Aquaculture: Past, Present, and Future. STEVENS POINT: UNIVERSITY OF WISCONSIN.
59. Pickett, G., D., Pawson, M., G. (1994). Sea bass. Biology, exploitation, and conservation. Xvi, 337p. Chapman and hall. Price £55. 00. (1994). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 74(4), 987–987. doi: 10.1017/S0025315400090408
60. Rohlf, J., F., & Marcus, L. F. (1993). A revolution morphometrics. Trends in Ecology& Evolution, 8(4), 129–132. doi: 10.1016/0169-5347(93)90024-J
61. Roy, P. K., & Lall, S. P. (2007). Vitamin K deficiency inhibits mineralization and enhances deformity in vertebrae of haddock (Melanogrammus aeglefinus L.). Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology, 148(2), 174–183. doi: 10.1016/j.cbpb.2007.05.006
62. Sawayama E., Asahina K. & Takagi M. (2014) Parentage assessment of incomplete ossification in larval Japanese flounder by microsatellite DNA markers: Aquaculture 420–421, S98–S103.
63. Sfakianakis, D.G., Koumoundouros, G., Divanach P. and Kentouri, M. (2004). Osteological development ofthe vertebral column and ofthe fins ofPagellus erytrinus (L. 1758). Temperature effect on the developmental plasticity and morpho-anatomical abnormalities. Aquaculture, 232: 407-424.

64. Sfakianakis D.G., Georgakopoulou E., Papadakis I.E., Divanach P., Kentouri M. & Koumoundouros G. (2006) Environmental determinants of haemal lordosis in European sea bass, Dicentrarchus labrax (Linnaeus, 1758). Aquaculture 254, 54–64.
65. Sfakianakis, D.G., Georgakopoulou, E., Papadakis, I., Divanach P., Kentouri, M. and Koumoundouros, G. (2006a). Environmental determinants ofhaemal lordosis inn European sea bass, Dicentrarchus labrax (Linnaeus, 1758). Aquaculture, 254: 54-64.
66. Sommerville, I. (2011). Software engineering (9th ed). Boston: Pearson.
67. Stefanis, J. (1996): Mediterranean aquaculture industry trends in production, markets, and marketing. In: International Workshop on "Seabass and Seabream culture. Problems Prospects", Verona, Italy, October 16-18, B. Chatain, M. Saroglia, J. Sweetman, P. Lavens (Eds). Verona: European Agriculture Society. pp. 1-17.
68. Taoka, Y.; Maeda, H.; Jo, J.Y.; Kim, S.M.; Park, S.I. and Sakata, T. (2006): Use of live and dead probiotic cells in tilapia Oreochromis niloticus; Fish. Sci. 72, 755–766.
69. Tave, D., Bartels, J. E., & Smitherman, R. O. (1983). Saddleback: A dominant, lethal gene in Sarotherodon aureus (Steindachner) (= Tilapia aurea). Journal of Fish Diseases, 6(1), 59–73. doi: 10.1111/j.1365-2761.1983.tb00051.x
70. Teresa, F. B., Casatti, L., & Cianciaruso, M. V. (2015). Functional differentiation between fish assemblages from forested and deforested streams. Neotropical Ichthyology, 13(2), 361–370. doi: 10.1590/1982-0224-20130229
71. Vandeputte, M., Gagnaire, P. A., & Allal, F. (2019). The European sea bass: A key marine fish model in the wild and in aquaculture. Animal Genetics, 50(3), 195–206. doi: 10.1111/age.12779
72. Vandergeest, P., & Unno, A. (2012). A new extraterritoriality? Aquaculture certification, sovereignty, and empire. Political Geography, 31(6), 358–367. doi: 10.1016/j.polgeo.2012.05.005
73. Villeneuve, L., Gisbert, E., Le Delliou, H., Cahu, C.L., Zambonino-Infante, J.L., 2005. Dietary levels of all trans retinol affect retinoid nuclear receptor expression and skeletal development in European sea bass larvae. Brit. J. Nutr., 93: 791-801.
74. Villeneuve, L., Gisbert, E., Le Delliou, H., Cahu, C.L. and Zambonino-Infante, J.L. (2005a). Dietary levels of all-trans retinol affect retinoid nuclear receptor expression and skeletal development in European sea bass larvae. Aquaculture, 93: 791-801.
75. Villeneuve, L., Gisbert, E., Moriceau, J., Cahu, C.L., Zambonino-Infante, J.L., 2006. Intake of important levels of vitamin A and polyunsaturated fatty acids during different

developmental periods modifies the expression of morphogenesis genes in European sea bas (Dicentrarchus labrax). Brit. J. Nutr. 95: 677-687.

Διαδικτυακές

Ελληνόγλωσση

1. ΕΤΗΣΙΑ ΕΚΘΕΣΗ ΕΛΟΠΥ (2022). https://fishfromgreece.com/wp-content/uploads/2022/10/HAPO_AR22_GR_WEB.pdf
2. Ιστόγραμμα. https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%99%CF%83%CF%84%CF%8C%CE%B3%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%BC%CE%B
3. Καλνής, Γ. (2017). ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ.
4. Λαβράκι (WIKI). https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9B%CE%B1%CE%B2%CF%81%CE%AC%CE%BA%CE%B
5. Λεοντίου, Θ. (2021). http://repository.library.teiwest.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/9992/%CE%94%CE%99%CE%A0%CE%9B%CE%A9%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%97%20%CE%9B%CE%95%CE%9F%CE%9D%CE%A4%CE%99%CE%9F%CE%A5%20%CE%9B%CE%95%CE%9D%CE%91%20%20%CE%99%CE%91%CE%9D%CE%9F%CE%A5%CE%91%CE%A1%CE%99%CE%9F%CE%A3%20%202022%20%282%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y
6. Τσεκούρας Γ. (2017). Διαγράμματα ελέγχου και Κανόνων Ροών. https://dione.lib.unipi.gr/xmlui/bitstream/handle/unipi/10788/Tsekouras_Georgios.pdf?sequence=1&isAllowed=y
7. Global Gap, Γενικοί Κανονισμοί. https://www.globalgap.org/.content/.galleries/documents/210311_GG_GR_Part-I_V5_2_el.pdf
8. Global Gap. https://www.tuv-nord.com/gr/el/pistopoiisi/pistopoiisi-systimaton/protogenis-tomeas-agrotika-proionta/globalgap-ifa-aquaculture-base-epitheorisi-ydatokalliergeion/

Ξενόγλωσση

1. FAO yearbook. 98,2: Fishery statistics = Statistiques des pêches = Estadísticas de pesca Aquaculture production 2004. (2006). https://www.fao.org/3/a0539t/a0539t.pdf
2. FAO yearbook. 88,2: Fishery statistics = Statistiques des pêches = Estadísticas de pesca 1999. (2001). https://www.fao.org/3/y0519t/y0519t.pdf
3. FAO, 2020: The State of World Fisheries and Aquaculture, https://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf
4. Feldman, K., 2018. https://www.isixsigma.com/dictionary/anderson-darling-normality-test/
5. NCRAC (2019). https://www.michiganseagrant.org/wp-content/uploads/2019/06/FactSheetSeries120.SeafoodHACCPregulations.pdf
6. Microsoft. https://support.microsoft.com/el-gr/office/%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%B9%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1-%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%82-pareto-a1512496-6dba-4743-9ab1-df5012972856
7. Rabanal, H.R., (1988). History of Aquaculture. FAO, https://www3.uwsp.edu/forestry/StuJournals/Documents/IRM/International%20Aquaculture%20Past%20Present%20and%20Future%20-%20Rebecca%20Phillips.pdf
8. Slide Player. https://slideplayer.gr/slide/11829862/

Παράρτημα Α: «Δεδομένα Ποιοτικού Ελέγχου»

Πίνακας 1: Δεδομένα μετρήσεων από Παρτίδα 1

Έτος: 2022				
Παρτίδες	**Αρχικός Πληθυσμού ψαριών**	**Ελαττωματικά Ψάρια**	**Βιομάζα**	**Τύπος Δυσμορφίας**
BATCH1	100.078	20.000	134,62	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH1	103.078	3.000	20,19	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH1	53.713	15.000	83,83	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH1	56.360	11.000	65,84	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH1	59.360	3.000	17,96	TAIL DEFORMITY
BATCH1	70.095	10.700	43,45	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH1	73.600	25.000	105,99	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH1	76.600	3.000	12,72	BI-LATERAL EYE DEFORMITY
BATCH1	78.600	2.000	8,48	TAIL DEFORMITY
BATCH1	67.520	20.200	75,25	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH1	71.100	11.200	37,21	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH1	59.900	5.000	16,61	BI-LATERAL EYE DEFORMITY
BATCH1	54.900	8.000	26,58	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH1	75.100	4.000	13,29	TAIL DEFORMITY
BATCH1	56.400	10.000	44,74	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH1	46.400	10.000	44,74	BI-LATERAL EYE DEFORMITY
BATCH1	66.400	10.000	44,74	TAIL DEFORMITY
BATCH1	68.900	8.000	37,58	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH1	60.900	30.300	142,35	BI-LATERAL EYE DEFORMITY
BATCH1	92.900	39.600	140,81	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH1	53.300	10.000	35,56	TAIL DEFORMITY
BATCH1	71.100	35.200	157,91	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH1	81.100	10.000	44,86	TAIL DEFORMITY
BATCH1	65.100	34.400	153,43	BI-LATERAL EYE DEFORMITY
BATCH1	30.700	10.000	44,60	TAIL DEFORMITY
BATCH1	59.400	20.900	93,01	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH1	65.400	6.000	26,70	MOUTH DEFORMITY
BATCH1	38.500	7.000	31,15	TAIL DEFORMITY
BATCH1	73.700	10.000	49,53	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH1	63.700	20.900	103,52	BI-LATERAL EYE DEFORMITY

BATCH1	42.800	10.000	49,53	TAIL DEFORMITY
BATCH1	38.210	21.500	113,20	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH1	51.900	18.600	99,22	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH1	51.500	15.000	83,07	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH1	67.000	15.500	85,84	TAIL DEFORMITY
BATCH1	50.700	10.000	53,53	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH1	32.500	10.000	53,53	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH1	40.700	8.200	43,90	TAIL DEFORMITY
BATCH1	51.100	15.900	66,70	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH1	56.100	5.000	20,97	BI-LATERAL EYE DEFORMITY
BATCH1	35.200	10.000	41,95	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH1	47.500	15.000	71,34	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH1	52.200	4.700	22,35	BI-LATERAL EYE DEFORMITY
BATCH1	57.200	5.000	23,78	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH1	32.500	5.000	23,78	TAIL DEFORMITY
BATCH1	40.500	10.000	49,44	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH1	56.100	15.600	77,12	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH1	66.100	10.000	49,44	TAIL DEFORMITY
BATCH1	21.100	8.000	51,45	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH1	44.700	16.600	106,75	BI-LATERAL EYE DEFORMITY
BATCH1	28.100	7.000	45,02	TAIL DEFORMITY
BATCH1	43.900	10.000	60,31	BI-LATERAL EYE DEFORMITY
BATCH1	33.900	6.700	40,41	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH1	27.200	10.000	60,31	TAIL DEFORMITY
BATCH1	52.300	10.000	62,40	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH1	42.300	20.000	124,80	BI-LATERAL EYE DEFORMITY
BATCH1	66.900	10.000	62,40	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH1	56.900	4.600	28,70	TAIL DEFORMITY
BATCH1	67.500	10.000	65,76	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH1	57.500	24.600	161,77	BI-LATERAL EYE DEFORMITY
BATCH1	32.900	10.000	65,76	TAIL DEFORMITY
BATCH1	19.600	9.100	55,50	BI-LATERAL EYE DEFORMITY
BATCH1	10.500	7.000	42,69	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH1	22.600	3.000	18,30	TAIL DEFORMITY
BATCH1	24.100	16.800	112,00	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH1	39.100	15.000	100,00	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH1	44.100	5.000	33,33	MOUTH DEFORMITY
BATCH1	49.100	5.000	33,33	TAIL DEFORMITY
BATCH1	40.600	20.000	162,51	SKELETAL DEFORMITIES

BATCH1	46.600	6.000	48,75	MOUTH DEFORMITY
BATCH1	48.600	2.000	16,25	TAIL DEFORMITY

Πίνακας 2: Μετρήσεις από Παρτίδα 3

Έτος: 2022				
Παρτίδες	**Αρχικός Πληθυσμού ψαριών**	**Ελαττωματικά Ψάρια**	**Βιομάζα**	**Τύπος Δυσμορφίας**
BATCH3	138.220	26.000	68,51	15- Διπλή ή Πολλαπλή Σύμπτηξη Σπονδύλων
BATCH3	57.220	15.600	41,11	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH3	112.220	55.000	144,93	SWIM BLADDER DEFORMITY
BATCH3	122.100	50.000	152,58	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH3	144.900	22.800	69,58	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH3	35.000	6.000	17,91	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH3	50.900	15.900	47,45	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH3	56.900	6.000	17,91	TAIL DEFORMITY
BATCH3	41.200	9.000	32,30	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH3	56.100	14.900	53,47	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH3	32.200	2.300	8,25	MOUTH DEFORMITY
BATCH3	62.100	6.000	21,53	TAIL DEFORMITY
BATCH3	49.280	5.000	19,53	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH3	81.680	27.400	107,03	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH3	54.280	5.000	19,53	MOUTH DEFORMITY
BATCH3	45.000	5.000	22,42	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH3	76.000	5.000	22,42	BI-LATERAL EYE DEFORMITY
BATCH3	71.000	26.000	116,58	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH3	67.380	5.000	20,86	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH3	103.880	31.500	131,41	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH3	72.380	5.000	20,86	TAIL DEFORMITY
BATCH3	65.500	10.000	45,25	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH3	55.500	22.500	101,80	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH3	75.500	10.000	45,25	MOUTH DEFORMITY
BATCH3	45.050	7.500	31,57	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH3	60.050	15.000	63,15	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH3	37.550	7.500	31,57	TAIL DEFORMITY
BATCH3	60.440	10.000	38,26	BI-LATERAL EYE DEFORMITY
BATCH3	50.440	20.000	76,51	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH3	70.440	10.000	38,26	TAIL DEFORMITY
BATCH3	74.400	7.000	29,49	BI-LATERAL EYE DEFORMITY
BATCH3	67.400	17.600	74,14	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH3	77.400	3.000	12,64	TAIL DEFORMITY

BATCH3	75.400	5.000	23,09	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH3	90.400	15.000	69,28	BI-LATERAL EYE DEFORMITY
BATCH3	70.400	20.900	96,53	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH3	94.400	4.000	18,47	TAIL DEFORMITY
BATCH3	53.100	10.000	49,81	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH3	71.100	18.000	89,66	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH3	43.100	10.200	50,81	MOUTH DEFORMITY
BATCH3	59.110	21.000	98,26	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH3	64.110	5.000	23,40	MOUTH DEFORMITY
BATCH3	69.110	5.000	23,40	TAIL DEFORMITY
BATCH3	156.400	12.000	57,14	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH3	208.700	26.300	125,23	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH3	179.400	8.000	38,09	BODY DEFORMITY
BATCH3	182.400	1.000	4,76	SMALL SIZE
BATCH3	171.400	15.000	71,43	MOUTH DEFORMITY
BATCH3	181.400	2.000	9,52	TAIL DEFORMITY
BATCH3	19.700	3.500	16,07	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH3	21.700	2.000	9,18	BODY DEFORMITY
BATCH3	16.200	1.000	4,59	MOUTH DEFORMITY
BATCH3	22.400	700	3,21	TAIL DEFORMITY
BATCH3	132.700	12.000	52,07	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH3	162.800	30.100	130,61	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH3	111.200	3.500	15,19	BODY DEFORMITY
BATCH3	120.700	9.500	41,22	MOUTH DEFORMITY
BATCH3	68.600	8.000	38,80	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH3	58.600	15.800	76,63	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH3	60.600	2.000	9,70	BODY DEFORMITY
BATCH3	42.800	4.000	19,40	MOUTH DEFORMITY
BATCH3	73.300	4.500	23,80	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH3	58.300	14.000	74,05	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH3	60.800	2.500	13,22	BODY DEFORMITY
BATCH3	68.800	8.000	42,32	MOUTH DEFORMITY
BATCH3	56.600	5.000	26,16	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH3	89.100	21.500	112,50	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH3	59.600	3.000	15,70	BODY DEFORMITY
BATCH3	67.600	8.000	41,86	MOUTH DEFORMITY
BATCH3	51.600	1.000	5,23	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH3	74.600	5.500	25,60	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH3	66.600	15.400	71,69	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH3	69.100	1.500	6,98	BODY DEFORMITY
BATCH3	67.600	1.000	4,66	SMALL SIZE
BATCH3	51.200	6.000	27,93	MOUTH DEFORMITY
BATCH3	158.600	15.000	63,88	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH3	132.600	49.500	210,80	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH3	140.600	8.000	34,07	BODY DEFORMITY

BATCH3	176.600	18.000	76,65	MOUTH DEFORMITY
BATCH3	143.600	3.000	12,78	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH3	120.100	4.000	18,07	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH3	148.100	28.000	126,47	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH3	116.100	7.000	31,62	BODY DEFORMITY
BATCH3	164.100	1.000	4,52	SMALL SIZE
BATCH3	163.100	15.000	67,75	MOUTH DEFORMITY
BATCH3	109.100	2.000	9,03	TAIL DEFORMITY

Πίνακας 3: μετρήσεις από Παρτίδα 5

Έτος: 2022				
Παρτίδες	**Αρχικός Πληθυσμού ψαριών**	**Ελαττωματικά Ψάρια**	**Βιομάζα**	**Τύπος Δυσμορφίας**
BATCH5	70.300	35.000	168,79	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH5	85.700	10.000	57,72	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH5	75.700	30.600	176,63	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH5	45.100	10.000	57,72	MOUTH DEFORMITY
BATCH5	67.900	8.000	43,77	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH5	74.900	7.000	38,30	BI-LATERAL EYE DEFORMITY
BATCH5	59.900	25.900	141,71	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH5	45.500	10.000	57,17	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH5	89.000	30.000	171,52	PELVIC FIN DEFORMITY
BATCH5	59.000	13.500	77,19	MOUTH DEFORMITY
BATCH5	34.400	14.800	88,10	BI-LATERAL EYE DEFORMITY
BATCH5	49.100	14.700	87,50	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH5	34.800	9.000	63,14	BI-LATERAL EYE DEFORMITY
BATCH5	25.800	9.400	65,95	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH5	38.115	6.300	45,44	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH5	21.815	10.000	72,12	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH5	31.815	10.000	72,12	TAIL DEFORMITY
BATCH5	50.474	7.000	50,44	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH5	55.274	4.800	34,59	PELVIC FIN DEFORMITY
BATCH5	29.500	1.000	9,16	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH5	28.500	6.000	54,98	BI-LATERAL EYE DEFORMITY
BATCH5	22.500	8.300	76,06	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH5	38.400	5.000	47,95	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH5	33.400	20.500	196,58	BI-LATERAL EYE DEFORMITY

BATCH5	48.400	10.000	95,89	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH5	66.400	13.000	137,63	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH5	53.400	15.800	167,27	PELVIC FIN DEFORMITY
BATCH5	37.600	5.000	52,94	MOUTH DEFORMITY
BATCH5	195.500	12.000	46,08	
BATCH5	197.500	2.000	7,68	
BATCH5	178.500	23.000	88,32	
BATCH5	155.500	56.200	215,81	
BATCH5	183.500	5.000	19,20	
BATCH5	52.200	5.000	17,10	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH5	90.200	28.000	95,79	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH5	62.200	3.000	10,26	BODY DEFORMITY
BATCH5	59.200	7.000	23,95	MOUTH DEFORMITY
BATCH5	90.900	700	2,39	TAIL DEFORMITY
BATCH5	87.100	5.000	16,02	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH5	148.100	37.000	118,56	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH5	156.100	8.000	25,63	BODY DEFORMITY
BATCH5	111.100	24.000	76,90	MOUTH DEFORMITY
BATCH5	157.400	1.300	4,17	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH5	65.700	1.500	4,89	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH5	64.200	18.100	58,95	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH5	84.700	4.000	13,03	BODY DEFORMITY
BATCH5	80.700	15.000	48,85	MOUTH DEFORMITY
BATCH5	85.200	500	1,63	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH5	192.200	3.500	8,72	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH5	187.200	67.800	168,96	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH5	200.200	8.000	19,94	BODY DEFORMITY
BATCH5	245.200	45.000	112,14	MOUTH DEFORMITY
BATCH5	188.700	1.500	3,74	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH5	92.200	4.000	9,95	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH5	144.800	43.600	108,49	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH5	101.200	8.000	19,91	BODY DEFORMITY
BATCH5	171.800	27.000	67,19	MOUTH DEFORMITY
BATCH5	93.200	1.000	2,49	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH5	169.600	5.000	14,32	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH5	162.600	55.100	157,79	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH5	180.600	11.000	31,50	BODY DEFORMITY
BATCH5	210.600	30.000	85,91	MOUTH DEFORMITY
BATCH5	164.600	2.000	5,73	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH5	163.000	7.000	15,55	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH5	238.900	75.900	168,57	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH5	156.000	11.000	24,43	BODY DEFORMITY
BATCH5	283.900	45.000	99,95	MOUTH DEFORMITY
BATCH5	286.900	3.000	6,66	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH5	95.300	3.000	6,24	SKELETAL DEFORMITIES

BATCH5	117.200	20.000	41,60	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH5	97.200	1.900	3,95	BODY DEFORMITY
BATCH5	92.300	25.000	52,00	MOUTH DEFORMITY
BATCH5	111.100	4.500	9,19	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH5	159.500	42.400	86,61	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH5	117.100	6.000	12,26	BODY DEFORMITY
BATCH5	106.600	9.000	18,38	MOUTH DEFORMITY
BATCH5	160.000	500	1,02	OPERCULUM DEFORMITY

Πίνακας 4: Μετρήσεις από Παρτίδα 7

Έτος: 2022				
Παρτίδες	**Αρχικός Πληθυσμού ψαριών**	**Ελαττωματικά Ψάρια**	**Βιομάζα**	**Τύπος Δυσμορφίας**
BATCH7	137.600	3.000	10,98	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH7	117.600	34.800	127,39	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH7	124.600	6.000	21,96	BODY DEFORMITY
BATCH7	134.600	10.000	36,61	MOUTH DEFORMITY
BATCH7	118.600	1.000	3,66	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH7	200.000	5.000	15,94	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH7	179.000	28.000	89,27	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH7	186.000	7.000	22,32	BODY DEFORMITY
BATCH7	195.000	8.000	25,51	MOUTH DEFORMITY
BATCH7	187.000	1.000	3,19	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH7	173.200	8.000	20,56	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH7	250.000	76.800	197,34	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH7	290.000	16.000	41,11	BODY DEFORMITY
BATCH7	274.000	22.000	56,53	MOUTH DEFORMITY
BATCH7	252.000	2.000	5,14	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH7	54.200	1.500	3,35	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH7	62.300	8.100	18,06	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH7	52.700	2.000	4,46	BODY DEFORMITY
BATCH7	67.300	5.000	11,15	MOUTH DEFORMITY
BATCH7	67.800	500	1,12	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH7	69.800	600	1,40	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH7	90.200	10.800	25,28	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH7	79.400	1.800	4,21	BODY DEFORMITY
BATCH7	77.600	7.200	16,86	MOUTH DEFORMITY
BATCH7	70.400	600	1,40	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH7	55.300	3.000	6,60	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH7	78.100	21.800	47,96	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH7	86.100	8.000	17,60	DORSAL FIN DEFORMITY

BATCH7	95.100	9.000	19,80	MOUTH DEFORMITY
BATCH7	56.300	1.000	2,20	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH7	143.300	7.000	19,54	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH7	186.500	43.200	120,56	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH7	114.300	11.000	30,70	BODY DEFORMITY
BATCH7	136.300	20.000	55,82	MOUTH DEFORMITY
BATCH7	116.300	2.000	5,58	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH7	152.100	2.500	7,15	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH7	134.600	35.500	101,58	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH7	164.100	12.000	34,34	BODY DEFORMITY
BATCH7	149.600	15.000	42,92	MOUTH DEFORMITY
BATCH7	99.100	500	1,43	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH7	31.700	3.000	6,99	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH7	42.000	5.800	13,52	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH7	36.200	3.500	8,16	BODY DEFORMITY
BATCH7	45.500	3.500	8,16	MOUTH DEFORMITY
BATCH7	32.700	1.000	2,33	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH7	17.500	1.500	3,00	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH7	26.000	3.000	6,00	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH7	28.000	2.000	4,00	BODY DEFORMITY
BATCH7	22.500	5.000	10,00	MOUTH DEFORMITY
BATCH7	23.000	500	1,00	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH7	120.700	4.000	9,69	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH7	116.700	18.100	43,83	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH7	98.600	8.000	19,37	BODY DEFORMITY
BATCH7	134.700	13.000	31,48	MOUTH DEFORMITY
BATCH7	121.700	1.000	2,42	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH7	230.100	5.000	9,19	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH7	276.000	45.900	84,40	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH7	290.000	11.000	20,23	BODY DEFORMITY
BATCH7	225.100	25.000	45,97	MOUTH DEFORMITY
BATCH7	279.000	3.000	5,52	OPERCULUM DEFORMITY

Πίνακας 5: Μετρήσεις από Παρτίδα 9

Έτος: 2022				
Παρτίδες	**Αρχικός Πληθυσμού ψαριών**	**Ελαττωματικά Ψάρια**	**Βιομάζα**	**Τύπος Δυσμορφίας**
BATCH9	199.100	5.900	13,96	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH9	178.200	30.000	70,99	DORSAL FIN DEFORMITY

BATCH9	193.200	15.000	35,50	BODY DEFORMITY
BATCH9	204.100	5.000	11,83	MOUTH DEFORMITY
BATCH9	200.000	3.500	8,44	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH9	196.500	25.000	60,27	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH9	171.500	8.000	19,29	BODY DEFORMITY
BATCH9	162.000	17.000	40,98	MOUTH DEFORMITY
BATCH9	163.500	1.500	3,62	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH9	236.540	2.780	6,98	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH9	278.200	27.800	69,84	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH9	233.760	6.060	15,22	BODY DEFORMITY
BATCH9	250.400	11.128	27,95	MOUTH DEFORMITY
BATCH9	239.272	2.732	6,86	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH9	89.900	2.500	6,16	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH9	99.700	4.000	9,86	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH9	92.900	3.000	7,40	BODY DEFORMITY
BATCH9	95.700	2.800	6,90	MOUTH DEFORMITY
BATCH9	87.400	1.000	2,47	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH9	156.900	1.600	3,54	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH9	150.300	7.400	16,39	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH9	161.900	5.000	11,08	BODY DEFORMITY
BATCH9	155.300	5.000	11,08	MOUTH DEFORMITY
BATCH9	162.900	1.000	2,22	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH9	281.000	7.000	20,33	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH9	264.000	14.000	40,67	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH9	292.000	11.000	31,95	BODY DEFORMITY
BATCH9	274.000	10.000	29,05	MOUTH DEFORMITY

Πίνακας 6: Μετρήσεις από Παρτίδα 10

Έτος: 2022				
Παρτίδες	**Αρχικός Πληθυσμού ψαριών**	**Ελαττωματικά Ψάρια**	**Βιομάζα**	**Τύπος Δυσμορφίας**
BATCH10	163.900	2.000	5,91	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH10	161.400	5.900	17,42	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH10	169.400	5.500	16,24	BODY DEFORMITY
BATCH10	172.400	3.000	8,86	MOUTH DEFORMITY
BATCH10	161.900	500	1,48	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH10	149.800	6.000	15,67	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH10	152.100	2.300	6,00	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH10	143.800	6.000	15,67	MOUTH DEFORMITY
BATCH10	199.000	4.500	13,92	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH10	190.500	7.000	21,66	DORSAL FIN DEFORMITY

BATCH10	204.000	5.000	15,47	BODY DEFORMITY
BATCH10	194.500	4.000	12,38	MOUTH DEFORMITY
BATCH10	177.900	3.000	8,68	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH10	191.900	9.000	26,05	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH10	174.900	7.000	20,26	BODY DEFORMITY
BATCH10	182.900	5.000	14,47	MOUTH DEFORMITY
BATCH10	196.200	3.500	10,23	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH10	212.700	8.000	23,38	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH10	202.200	6.000	17,54	BODY DEFORMITY
BATCH10	204.700	2.500	7,31	MOUTH DEFORMITY
BATCH10	43.000	1.400	3,28	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH10	46.000	2.000	4,68	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH10	41.600	1.800	4,21	BODY DEFORMITY
BATCH10	44.000	1.000	2,34	MOUTH DEFORMITY
BATCH10	211.200	4.000	9,96	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH10	207.200	8.800	21,91	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH10	198.400	7.000	17,43	BODY DEFORMITY
BATCH10	191.400	8.000	19,92	MOUTH DEFORMITY
BATCH10	47.500	800	1,86	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH10	46.700	2.800	6,50	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH10	43.900	1.500	3,48	BODY DEFORMITY
BATCH10	42.400	1.200	2,78	MOUTH DEFORMITY
BATCH10	48.000	500	1,16	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH10	214.900	4.500	10,44	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH10	208.900	9.900	22,97	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH10	199.000	8.000	18,56	BODY DEFORMITY
BATCH10	191.000	7.000	16,24	MOUTH DEFORMITY
BATCH10	210.400	1.500	3,48	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH10	91.700	2.700	6,65	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH10	107.700	6.000	14,77	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH10	100.200	4.000	9,85	BODY DEFORMITY
BATCH10	96.200	4.500	11,08	MOUTH DEFORMITY
BATCH10	101.700	1.500	3,69	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH10	221.700	4.000	9,58	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH10	210.700	8.000	19,16	BODY DEFORMITY
BATCH10	217.700	7.000	16,76	MOUTH DEFORMITY
BATCH10	202.700	16.300	39,03	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH10	95.400	2.000	4,87	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH10	102.400	7.000	17,05	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH10	85.400	1.300	3,17	BODY DEFORMITY
BATCH10	92.400	7.000	17,05	MOUTH DEFORMITY
BATCH10	93.400	1.000	2,44	OPERCULUM DEFORMITY
BATCH10	74.800	5.000	12,67	SKELETAL DEFORMITIES
BATCH10	69.800	4.000	10,14	DORSAL FIN DEFORMITY
BATCH10	76.400	1.600	4,05	BODY DEFORMITY

BATCH10	78.400	2.000	5,07	MOUTH DEFORMITY
BATCH10	65.800	1.000	2,53	OPERCULUM DEFORMITY

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.