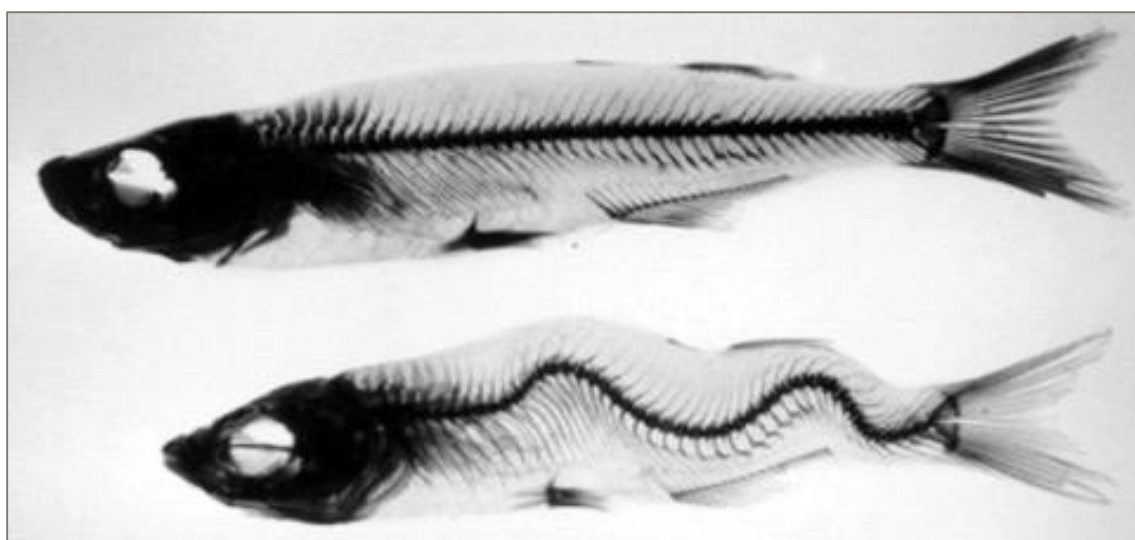




**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ**  
UNIVERSITY OF PATRAS

**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ, ΑΛΙΕΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**

## **Σκελετικές ανωμαλίες εκτρεφόμενων ειδών ιχθύων**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ  
ΠΑΣΧΙΔΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ**

**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ - ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

**ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 2019**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διατριβή αναλύονται οι κυριότερες σκελετικές ανωμαλιών των εκτρεφόμενων ειδών ιχθύων. Οι σκελετικές ανωμαλίες στις ιχθυοκαλλιέργειες αποτελούν ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα με ιδιαίτερα ισχυρό αντίκτυπο για τη βιωσιμότητα μιας μονάδας. Η διατριβή είναι βιβλιογραφική και οι πληροφορίες που αντλήθηκαν και παρατίθενται προέρχονται τόσο από την ελληνική όσο και τη διεθνή βιβλιογραφία.

Αρχικά στο πρώτο κεφάλαιο πραγματοποιείται μια μικρή εισαγωγή και εξηγούνται οι στόχοι της διατριβής. Στη συνέχεια, στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται σύντομη βιβλιογραφική ανασκόπηση του κλάδου των ιχθυοκαλλιεργειών τόσο σε παγκόσμιο επίπεδο, όσο και ειδικότερα στην Ελλάδα. Επίσης αναφέρονται τα είδη που εκτρέφονται αυτή τη στιγμή στη χώρα μας, αλλά και η σημασία του κλάδου για την Ελλάδα, από οικονομικής άποψης.

Στο τρίτο κεφάλαιο πραγματοποιείται μια γενική εισαγωγή στις σκελετικές ανωμαλίες, πως και γιατί προέκυψαν όπως επίσης και η ζημιά που μπορούν να αποφέρουν. Στη συνέχεια, στο τέταρτο και πέμπτο κεφάλαιο, αναφέρονται οι κυριότερες σκελετικές ανωμαλίες που έχουν ανιχνευθεί συγκεκριμένα στο κάθε είδος, ξεχωριστά για τα είδη θαλάσσιας καλλιέργειας από τα είδη εσωτερικών υδάτων. Επίσης εξηγούνται οι ιδιαιτερότητες της κάθε μορφής ιχθυοκαλλιέργειας και πως αυτή μπορεί να επηρεάσει τις σκελετικές ανωμαλίες.

Στο έκτο κεφάλαιο της διατριβής παρουσιάζονται οι μέθοδοι διάγνωσης και θεραπείας και εξηγείται σε ποιες περιπτώσεις είναι εφικτή η θεραπεία. Το έβδομο και τελευταίο κεφάλαιο αποτελεί το κεφάλαιο με τα συμπεράσματα που προέκυψαν από όσο εξηγήθηκαν στα προηγούμενα.

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

1. Εισαγωγή
2. Ο κλάδος της ιχθυοκαλλιέργειας και τα σημαντικότερα εκτρεφόμενα είδη ιχθύων
3. Το πρόβλημα των σκελετικών ανωμαλιών στα ψάρια ιχθυοκαλλιέργειας
4. Σκελετικές ανωμαλίες σε θαλάσσια είδη ιχθυοκαλλιέργειας
  - 4.1 Σκελετικές ανωμαλίες της τσιπούρας
  - 4.2 Σκελετικές ανωμαλίες στο λαβράκι
  - 4.3 Σκελετικές ανωμαλίες σε άλλα ψάρια θαλάσσιας ιχθυοκαλλιέργειας
5. Σκελετικές ανωμαλίες σε είδη ιχθυοκαλλιέργειας εσωτερικών υδάτων
  - 5.1 Σκελετικές ανωμαλίες της ιριδίζουσας πέστροφας
  - 5.2 Σκελετικές ανωμαλίες του σολομού
6. Διάγνωση και θεραπεία
7. Συμπεράσματα
8. Βιβλιογραφία

## 1. Εισαγωγή

Ο κλάδος των ιχθυοκαλλιεργειών αποτελεί έναν πολύ σημαντικό κλάδο για τη χώρα μας καθώς έχει εξαγωγικό προσανατολισμό. Επίσης, παγκοσμίως η συμβολή του είναι τεράστια καθώς ουσιαστικά καταλαμβάνοντας πολύ λίγο γεωγραφικά χώρο ευθύνεται για την παραγωγή πολύ μεγάλων ποσοτήτων ενός ποιοτικά που καλού τροφίμου, υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη και πολύ καλής αναλογίας λιπαρών οξέων.

Εξαιτίας του γεγονότος πως οι ιχθυοκαλλιέργειες είναι ένας σχετικά νέος τομέας η έρευνα όσο προχωρημένη και αν θεωρείται, στην πραγματικότητα έχει ακόμα να διανύσει πολύ δρόμο. Είναι πολύ σημαντικό να θυμάται κανείς που ασχολείται με τον κλάδο πως τα ψάρια που εκτρέφονται και ζουν στις μονάδες εκτροφής σε κλωβούς και δεξαμενές προέρχονται από άγριους προγόνους. Ως εκ τούτου, επειδή οι συνθήκες εκτροφής παρόλες τις προσπάθειες που καταβάλλονται ώστε να προσομοιάζουν στις φυσικές συνθήκες δεν μπορεί να είναι πανομοιότυπες με εκείνες, τα ψάρια συχνά εμφανίζουν ορισμένες παθήσεις ή γενετικές ανωμαλίες. Από τις παθήσεις αυτές η σημαντικότερη ίσως κατηγορία είναι οι σκελετικές ανωμαλίες.

Σκοπός της παρούσας διατριβής είναι η ανασκόπηση των σκελετικών ανωμαλιών που παρατηρούνται στα ψάρια στις μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας, παραθέτοντας στοιχεία για τη συχνότητα εμφάνισής του και τη ζημιά που μπορούν να προκαλέσουν. Επιπλέον, εξετάζονται οι τρόποι διάγνωσης και αντιμετώπισης των σκελετικών ανωμαλιών με σκοπό να βγει ένα συμπέρασμα για την αποτελεσματικότερη διαχείρισή τους.

## **2. Ο κλάδος της ιχθυοκαλλιέργειας και τα σημαντικότερα εκτρεφόμενα είδη ιχθύων**

Τα αλιεύματα και ειδικότερα τα ψάρια αποτελούσαν ανέκαθεν ένα πολύ βασικό μέρος της διατροφής του ανθρώπου ενώ η αλιεία ως δραστηριότητα υπολογίζεται πως μετράει περισσότερα από 90.000 χρόνια ζωής (Στεργίου & Τσίκληρας 2015). Η μακρόχρονη αυτή ιστορία, εκτός από την ανάπτυξη ποικίλων αλιευτικών τεχνικών και την κατασκευή απαραίτητων σχετικών εργαλείων, έχει αποφέρει και μία πολύ σημαντική αρνητική συνέπεια. Η συνέπεια αυτή είναι η μείωση των αποθεμάτων των ιχθύων στις θάλασσες, τις λίμνες και τα ποτάμια και οφείλεται κυρίως στην υπεραλίευση για την κάλυψη της συνεχώς αυξανόμενης ζήτησης αλιευμάτων, όπως επίσης και σε άλλους ανθρωπογενείς ή μη παράγοντες συμπεριλαμβανομένης της ρύπανσης των υδάτων, της αποστράγγισης των λιμνών και ποταμών και των λανθασμένων στρατηγικών διαχείρισης.

Εντούτοις, έχοντας γνώση της υψηλής διατροφικής αξίας σε συνδυασμό με την ελάττωση της εμπορικής αξίας πολλών ειδών ψαριών λόγω μεγάλου ανταγωνισμού, η ζήτηση από το καταναλωτικό κοινό εμφανίζεται συνεχώς αυξανόμενη. Ως πολλά υποσχόμενη ενδεχόμενη λύση του προβλήματος αυτού μπορεί να θεωρηθεί η ανάπτυξη του κλάδου των ιχθυοκαλλιεργειών. Παρόλο που η εκτροφή πολλών ειδών ιχθύων έχει εμφανιστεί εδώ και πολλούς αιώνες με διάφορους τύπους εκτατικής μορφής, οι μορφές αυτές περιορίζονταν σε μικρούς όγκους παραγωγής και μικρό ποσοστό κάλυψης της ζήτησης. Ουσιαστικά οι παραδοσιακές αυτές μέθοδοι εκτροφής αποτελούσαν μια απλή μέθοδο εγκλωβισμού των ψαριών σε μία μικρή, ελεγχόμενης έκτασης υδατοσυλλογή από όπου τα ψάρια συλλέγονταν εύκολα όταν υπήρχε ενδιαφέρον από ενδεχόμενο αγοραστή. Χαρακτηριστικό τέτοιο σύστημα εκτατικής εκτροφής είναι τα διβάρια στη λιμνοθάλασσα του Μεσολογγίου. Οι παραδοσιακές τέτοιου τύπου εγκαταστάσεις δεν μπόρεσαν ωστόσο να δώσουν αποτελεσματική λύση στην υψηλή ζήτηση και σχετικά με το πρόβλημα της υπεραλίευσης όχι μόνο επειδή η παραγωγή τους ήταν μικρής κλίμακας, αλλά κυρίως επειδή βασίζονταν στη συλλογή ιχθύων από το φυσικό τους περιβάλλον και όχι στην τεχνητή αναπαραγωγή μεγάλου όγκου ψαριών.

Τα πρώτα μεγάλα βήματα ανάπτυξης που έλαβαν χώρα σχετικά με την καλλιέργεια ιχθύων σε πολύ μεγαλύτερη κλίμακα ήταν η δημιουργία τεχνητών ορθογώνιων δεξαμενών, εντός των οποίων εκτρέφονταν σολομοειδή, όπως πέστροφες και σολομοί στις βόρειες κυρίως χώρες της Ευρώπης

(Γκάνιας κ.ά. 2015α). Στην Ελλάδα ο κλάδος της εντατικής ιχθυοκαλλιέργειας εμφανίστηκε για πρώτη φορά μεταπολεμικά, κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1950 με την εκτροφή της πέστροφας (Γκάνιας κ.ά. 2015β). Πρέπει στο σημείο αυτό να εξηγηθεί και να τονιστεί η διάκριση μεταξύ των δύο ειδών με κοινή ονομασία πέστροφα που μπορεί κανείς να συναντήσει στην Ελλάδα αλλά και στην Ευρώπη γενικότερα. Πρόκειται για δύο εντελώς διαφορετικά είδη που ταξινομικά ανήκουν σε διαφορετικό γένος. Συγκεκριμένα, το αυτόχθονο είδος της χώρας μας και της ανατολικής Ευρώπης είναι η άγρια πέστροφα (*Salmo trutta*) η οποία διαβιεί σε υψηλά υψόμετρα σε ρυάκια, χείμαρρους και ορεινούς παραποτάμους και απαιτεί κρύο και πολύ καθαρό νερό. Η πέστροφα που εκτρέφεται, με ελάχιστες εξαιρέσεις, είναι η ιριδιζούσα πέστροφα (*Oncorhynchus mykiss*), οι προγονικοί πληθυσμοί της προέρχονται από την Αμερικάνικη ήπειρο και είναι πολύ πιο ανθεκτικό ψάρι σε ότι αφορά τις ποιοτικές ιδιότητες του νερού συγκριτικά με την άγρια πέστροφα. Ως εκ τούτου στη συνέχεια της παρούσας διατριβής, όπου γίνεται αναφορά στην πέστροφα θα εννοείται η ιριδιζούσα πέστροφα. Ο κλάδος της πεστροφοκαλλιέργειας παρέμεινε ο μοναδικός κλάδος ιχθυοκαλλιέργειας στην Ελλάδα για τα επόμενα 20 περίπου χρόνια, μέχρι δηλαδή και τα τέλη της δεκαετίας του 1970, ενώ παραμένει και ο μοναδικός κλάδος ιχθυοκαλλιέργειας εσωτερικών υδάτων ως και σήμερα.

Η κατάσταση άρχισε σταδιακά να αλλάζει κατά τη δεκαετία του 1980, οπότε και αναπτύσσεται μία νέα μορφή ιχθυοκαλλιεργειών, οι Μεσογειακού τύπου θαλασσοκαλλιέργειες (Γκάνιας κ.ά. 2015β). Η νέα αυτή μορφή ιχθυοκαλλιέργειας θα γνωρίσει εντυπωσιακή άνθιση τα επόμενα χρόνια, κατατάσσοντας τη χώρα μας στις πρώτες θέσεις παγκοσμίως σε παραγωγή ορισμένων ειδών ψαριών και δημιουργώντας ένα νέο εξαγωγίμο προϊόν που θα αποφέρει οικονομικά και όχι μόνο, οφέλη τεράστιας σημασίας.

Η ελληνική ιχθυοκαλλιέργεια μετράει σήμερα περίπου 40 χρόνια ιστορίας. Τα κυριότερα αίτια της επιτυχίας του κλάδου στη χώρα μας, παρόλο που ήταν μία εντελώς νέα μορφή πρωτογενούς παραγωγής μπορούν να αποδοθούν στην τοπογραφία και τη γεωμορφολογία των ακτών της Ελλάδας αλλά και στους ανθρώπους που ασχολήθηκαν και απασχολούνται μέχρι και σήμερα. Οι πρώτες προσπάθειες ξεκίνησαν στα τέλη της δεκαετίας του 1970 και στη συνέχεια από τις αρχές του 1980 οι πρώτες ιχθυοκαλλιέργειες εμφανίστηκαν στη χώρας μας με δύο είδη, την τσιπούρα (*Sparus aurata*) και το λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*). Οι μονάδες εκτροφής περιλαμβάνουν εκκολαπτήρια όπου πραγματοποιείται η τεχνητή αναπαραγωγή και η διατήρηση των γεννητόρων και τα οποία βρίσκονται σε χερσαίες εγκαταστάσεις πλησίον των θαλάσσιων εγκαταστάσεων. Οι εγκαταστάσεις εντός της

θάλασσας περιλαμβάνουν πλωτούς κλωβούς (Εικόνα 1), όπου τα ψάρια μεταφέρονται μετά το στάδιο του ιχθυδίου και παραμένουν εκεί για πάχυνση μέχρι την επίτευξη του εμπορεύσιμου μεγέθους. Το εμπορεύσιμο μέγεθος αν και μπορεί να ποικίλει μεταξύ των διαφόρων ειδών και της ζήτησης, κυμαίνεται περίπου από 350 ως 600 γραμμάρια. Κατά τα στάδια της πάχυνσης τα ψάρια μπορεί να αλλάζουν κλωβούς έτσι ώστε να αραιώνονται και με τον τρόπο αυτό να αποφεύγονται διάφορα προβλήματα σχετικά με την υψηλή πυκνότητα.



**Εικόνα 1. Πλωτός κλωβός μονάδας θαλάσσιας ιχθυοκαλλιέργειας**

Τα τελευταία χρόνια γίνονται επίσης προσπάθειες για την εκτροφή περισσότερων και νέων ειδών ιχθύων στην Ελλάδα, όπως ο σαργός (*Diplodus sargus*), η συναγρίδα (*Dentex dentex*), το λυθρίνι (*Pagellus erythrinus*), το φαγγρί (*Pagrus major*) και το μυτάκι (*Diplodus puntazzo*). Από τα παραπάνω είδη το μεγαλύτερο πρόβλημα κατά την ανάπτυξη των ιχθυοκαλλιεργειών αφορούσε τα ψάρια των οποίων οι φυσικοί πληθυσμοί έχουν υπό κανονικές συνθήκες έναν κοκκινωπό χρωματισμό, όπως το λυθρίνι και η συναγρίδα. Κατά τις πρώτες προσπάθειες καλλιέργειάς τους, ενώ τα ψάρια μπορούσαν να επιβιώσουν εντός των κλωβών και να αναπτυχθούν κανονικά, προέκυπτε το πρόβλημα της απώλειας του κοκκινωπού χρωματισμού τους. Το πρόβλημα αυτό οφειλόταν κυρίως στην έκκριση μελανίνης εντός των κλωβών από τα δερματικά κύτταρα καθώς τα είδη αυτά είναι ψάρια που ζουν στον πυθμένα και το φως του ήλιου δεν φτάνει σε επαρκείς ποσότητες. Ως αποτέλεσμα τα λυθρίνια και οι συναγρίδες χωρίς τον απαραίτητο ερυθρό χρωματισμό δεν γίνονταν αποδεκτά από το καταναλωτικό κοινό. Πρόσφατα όμως το πρόβλημα αυτό κατάφεραν να το λύσουν οι παραγωγοί με χρήση σκεπάστρων αλλά και πρόσθετων φυσικών χρωστικών στα σιτηρέσια και πλέον στα ψάρια που εκτρέφονται στην Ελλάδα περιλαμβάνονται και εκείνα που έχουν ερυθρό χρωματισμό.

Εντούτοις, η ανάπτυξη των ιχθυοκαλλιεργειών είχε ως αποτέλεσμα και ορισμένα αρνητικά στοιχεία. Αυτά μπορούν να συνοψιστούν με συντομία στην πτώση της τιμής κάποιων ειδών ψαριών, κυρίως του λαβρακιού και της τσιπούρας, στη μείωση της γενετικής ποικιλότητας των εκτρεφόμενων ιχθύων που έχει επηρεάσει σε πολλές περιπτώσεις και τους άγριους πληθυσμούς, ενώ έχουν συχνά παρατηρούνται πολλά προβλήματα σε αυξημένη κλίμακα, όπως είναι οι παθήσεις που οφείλονται στην υψηλή πυκνότητα των ψαριών εντός των κλωβών. Τέτοιες περιπτώσεις παθήσεων αποτελούν και οι σκελετικές ανωμαλίες οι οποίες αναλύονται στη συνέχεια στα κυριότερα εκτρεφόμενα είδη ιχθύων.



### 3. Το πρόβλημα των σκελετικών ανωμαλιών στα ψάρια ιχθυοκαλλιέργειας

Ένα από τα πολύ συχνά προβλήματα στα εκκολαπτήρια ψαριών υδατοκαλλιέργειας είναι οι σκελετικές ανωμαλίες. Η συχνότητα εμφάνισης σκελετικών ανωμαλιών παρουσιάζει μεγάλη παραλλακτικότητα στα διαφορετικά είδη και υπό διαφορετικές συνθήκες εκτροφής. Το ποσοστό ψαριών με μεσαίες έως σοβαρές ανωμαλίες ποικίλλει σημαντικά, όχι μόνο μεταξύ των διαφορετικών εκμεταλλεύσεων αλλά και μεταξύ των διαφόρων παρτίδων εντός του ίδιου εκκολαπτηρίου ή ακόμη και εντός της ίδιας συστοιχίας αυγών.

Υπολογίζεται πως οι σκελετικές ανωμαλίες είναι υπεύθυνες για οικονομικές απώλειες της τάξεως των 50 εκατομμυρίων Ευρώ ετησίως ή περισσότερο στις Ευρωπαϊκές ιχθυοκαλλιέργειες (Boglione et al. 2013). Εκτός από την ίδια την αδυναμία εμπορίας των παραμορφωμένων ψαριών εξαιτίας της οποίας παρατηρούνται οι οικονομικές αυτές απώλειες, οι σκελετικές ανωμαλίες προκαλούν και πληθώρα άλλων προβλημάτων που περιλαμβάνουν ή σχετίζονται με φαινόμενα υψηλής θνησιμότητας, μειωμένης πρόσληψης τροφής, μειωμένης ικανότητας κολύμβησης, μειωμένου ρυθμού ανάπτυξης, υποβαθμισμένης μετατρεψιμότητας της τροφής και ευαισθησίας σε μολυσματικές ασθένειες. Επιπλέον, καθώς ο σύγχρονος καταναλωτής αλλά και οι διάφοροι εθνικοί και διεθνείς κανονισμοί και νομοθεσίες επιβάλλουν την ευζωία των εκτρεφόμενων ζωικών οργανισμών, οι σκελετικές δυσμορφίες αποτελούν και περιοριστικό παράγοντα προς αυτήν την κατεύθυνση ή και την παραγωγή βιολογικών ιχθύων (Ashley 2007).

Σκελετικές δυσμορφίες παρατηρούνται σε πολλά είδη ψαριών υψηλής εμπορικής αξίας όπως το φαγκρί (*Pargus major*), η τσιπούρα (*Sparus aurata*), το λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*), το είδος *Paralichthys olivaceus* (αγγλ. halibut), ο σολομός του Ατλαντικού (*Salmo salar*), η ιριδίζουσα πέστροφα (*Oncorhynchus mykiss*), η γλώσσα της Σενεγάλης (*Solea senegalensis*) και ο μπακαλιάρος του Ατλαντικού (*Gadus morhua*) (Haga et al. 2011). Από τα παραπάνω είδη, η πλειονότητα αποτελεί παράλληλα σημαντικά ψάρια ιχθυοκαλλιέργειας παγκοσμίως.

Γενικά οι σκελετικές παραμορφώσεις είναι ένα πολύπλοκο μείγμα διαφόρων οστικών διαταραχών, συμπεριλαμβανομένων των σπονδυλικών δυσμορφιών, όπως η κύφωση (αγγλ. humpback ή hunchback), η λόρδωση, η σκολίωση δηλαδή η πλευρική καμπυλότητα με περιστροφή των σπονδύλων και η πτύχωση των σπονδύλων. Ορισμένες από αυτές τις διαταραχές μπορεί επίσης να

περιλαμβάνουν σύντηξη σπονδύλων. Άλλες παραμορφώσεις περιλαμβάνουν την κάμψη του λαιμού ή το συμπιεσμένο ρύγχος στην περιοχή της κεφαλής και συγκεκριμένα το λυγισμένο σαγόι. Συχνά αυτές οι παραμορφώσεις μπορεί να είναι ένας συνδυασμός αρκετών παραμορφώσεων, ωστόσο οι διαταραχές του λαιμού, των σπονδύλων και της σπονδυλικής στήλης είναι οι πιο συνηθισμένες (Lall & Lewis-McCrea 2007). Τα κλινικά δεδομένα και η βιοχημική βάση για την παθογένεση των οστικών δυσμορφιών κατά τη διάρκεια της επικράτησης αυτής της κατάστασης δεν έχουν καθοριστεί καλά. Με ελάχιστες εξαιρέσεις, η πλειονότητα των σκελετικών ανωμαλιών παρατηρείται στα ψάρια κατά τη διάρκεια των εμβρυϊκών ή των προνυμφικών σταδίων (Koumoundouros 2010, Fragkoulis et al. 2018). Κατά τις προηγούμενες δεκαετίες η συχνότητα εμφάνισης σκελετικών δυσμορφιών στα ψάρια υδατοκαλλιέργειας κυμαινόταν από 50 ως και 100% σε ορισμένες περιπτώσεις (Bogliione et al. 2001). Εντούτοις ο κίνδυνος παραμόρφωσης των καλλιεργούμενων ψαριών έχει μειωθεί δραστικά σήμερα με τη βοήθεια βελτιωμένων πρακτικών συμπεριλαμβανομένων τροποποιημένων περιβαλλοντικών χειρισμών αλλά και κάλυψης συγκεκριμένων διατροφικών αναγκών που μπορεί να ευθύνονταν για το φαινόμενο αυτό. Ως αποτέλεσμα, το ποσοστό των δυσμορφιών έχει μειωθεί σε περίπου 10% στα νεαρά ιχθύδια.

Σε ότι αφορά τους παράγοντες που είναι υπεύθυνοι για τη δημιουργία σκελετικών ανωμαλιών, αρκετοί φυσιολογικοί, περιβαλλοντικοί, γενετικοί, ξеноβιοτικοί και θρεπτικοί παράγοντες έχουν συνδεθεί με αυτό το πρόβλημα αυτό κατά τη διάρκεια των σταδίων ανάπτυξης των νεαρών θαλάσσιων εκτρεφόμενων ψαριών και ιχθυδίων εσωτερικών υδάτων. Αυτοί οι παράγοντες περιλαμβάνουν τις ανεπάρκειες και την τοξικότητα του φωσφόρου και άλλων ιχνοστοιχείων (βιταμίνη A, C και D), την κακή ποιότητα των υδάτων, διαφόρων τύπων μολύνσεις, καταπονήσεις (στρες), μολυσματικές ασθένειες, διάφορους ρύπους, τις μηχανικές αλλοιώσεις και την πολύ υψηλή θερμοκρασία κατά την επώαση αυγών (Lall & Lewis-McCrea 2007).

Γενικά θεωρείται πως οι σκελετικές παραμορφώσεις μπορούν να προκληθούν από το περιβάλλον με δύο διαφορετικούς τρόπους. Σύμφωνα με τον πρώτο λαμβάνουν χώρα νευρομυϊκές επιδράσεις, οι οποίες οδηγούν σε παραμορφώσεις χωρίς χημική μεταβολή στην σπονδυλική στήλη, ενώ κατά το δεύτερο τρόπο πραγματοποιείται αλλοίωση των βιολογικών διεργασιών που είναι απαραίτητες για τη διατήρηση της βιοχημικής ακεραιότητας των οστών. Κατά έναν άλλο διαχωρισμό, οι παράγοντες που προκαλούν αλλοιώσεις στη σκελετική ακεραιότητα των ψαριών χωρίζονται σε βιοτικούς και αβιοτικούς. Οι πρώτοι περιλαμβάνουν ανεπάρκειες διαφόρων θρεπτικών ουσιών, την υψηλή

πυκνότητα στις δεξαμενές ή τους κλωβούς εκτροφής, την παρουσία παρασίτων, τους λανθασμένους χειρισμούς, το μηχανικό σοκ, των παρουσιάζει βιοτοξινών και τις διάφορες λοιμώξεις. Από την άλλη πλευρά οι κυριότεροι αβιοτικοί παράγοντες είναι η ένταση του φωτός, το pH, το διαλυμένο στο νερό οξυγόνο ή διοξείδιο του άνθρακα, η θερμοκρασία, η ακτινοβολία, αλατότητα, η ταχύτητα ροής του νερού στις χερσαίες δεξαμενές και ο όγκος των κλωβών ή των δεξαμενών. Παρόλο που οι παράγοντες που αναφέρθηκαν είναι χωρισμένοι σε δύο κατηγορίες και συνήθως εξετάζονται διαφορετικά, στην πραγματικότητα είναι σε πολύ μεγάλο βαθμό αλληλεξαρτώμενοι σε μία μονάδα ιχθυοκαλλιέργειας. Για παράδειγμα ο βιοτικός παράγοντας της υψηλής πυκνότητας - συνωστισμού των ψαριών σε κάποιον κλωβό ή σε δεξαμενή, ο οποίος μπορεί να ευθύνεται για τραυματισμούς και εν τέλει σκελετικές παραμορφώσεις είναι σίγουρα αλληλένδετος με τον όγκο των δεξαμενών ή των κλωβών. Αντίστοιχα, οι λοιμώξεις από παθογόνους μικροοργανισμούς επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τη θερμοκρασία του νερού που μπορεί να υποβοηθάει την ανάπτυξη παθογόνων ή από το διαλυμένο στο νερό οξυγόνο ή διοξείδιο του άνθρακα που μπορεί να κάνουν τα ψάρια πιο εύρωστα.

Όπως γίνεται αντιληπτό, παρόλο που όπως αναφέρθηκε στην αρχή του παρόντος κεφαλαίου, σκελετικές δυσμορφίες παρατηρούνται σε ορισμένες περιπτώσεις και σε άγρια είδη ιχθύων όπως ο μπακαλιάρος του Ατλαντικού, οι παράγοντες που μόλις εξηγήθηκαν είναι πολύ συχνοί σε εκτρεφόμενα είδη. Το πρόβλημα του συνωστισμού είναι πολύ συνηθισμένο στις μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας καθώς οι παραγωγοί επιδιώκουν τη μεγαλύτερη δυνατή πλήρωση του όγκου των κλωβών ή δεξαμενών και την επακόλουθη μεγαλύτερη παραγωγή. Συνέπεια του γεγονότος αυτού είναι η μείωση του διαλυμένου οξυγόνου, η χειροτέρευση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού και η αύξηση του κινδύνου ανάπτυξης παθογόνων μικροοργανισμών. Ο καθένας από τους παραπάνω παράγοντες μπορεί να ευθύνεται άμεσα ή έμμεσα για την πρόκληση σκελετικών ανωμαλιών στα ψάρια.

Εκτός όμως από τους αβιοτικούς και βιοτικούς παράγοντες που μπορεί να προκαλέσουν σκελετικές δυσμορφίες και για τους οποίους μπορεί εν μέρει να ευθύνονται οι κακοί χειρισμοί από τον παραγωγό, υπάρχει και η γενετική προδιάθεση. Όπως θα εξηγηθεί με ορισμένα παραδείγματα στα παρακάτω επιμέρους κεφάλαια της παρούσας διατριβής διάφοροι γενετικοί παράγοντες μπορεί να ευθύνονται για σκελετικές ανωμαλίες στα ψάρια υδατοκαλλιέργειας. Αυτοί μπορεί να περιλαμβάνουν περιπτώσεις σημειακών μεταλλάξεων σε γονίδια που κωδικοποιούν δομικές πρωτεΐνες και μετατρέπουν τη μετάφραση ενός αμινοξέος σε κάποιο άλλο ή περιπτώσεις τριπλοειδίας

εκτρεφόμενων ειδών ψαριών κατά τις οποίες αυξάνεται η συχνότητα γενετικών ανωμαλιών (Saddler et al. 2001). Η εσκεμμένα προκαλούμενη απόκλιση από το φυσιολογικό αριθμό χρωμοσωμάτων (τριπλοειδία) είναι μια μέθοδος που εφαρμόζεται σε πολλούς υδρόβιους εκτρεφόμενους πληθυσμούς, όπως ο σολομός αλλά και τα στρείδια, με σκοπό την ταχύτερη ανάπτυξη αφού ο οργανισμός δεν χρησιμοποιεί ενέργεια για αναπαραγωγή και παραγωγή γαμετών, εναποθέτοντας τα αντίστοιχα ποσά ενέργειας προς πάχυνση. Επίσης, φαινόμενα ομομικτικής κατάπτωσης εξαιτίας διασταύρωσης στενά συγγενικών ατόμων μπορεί επίσης να προκαλέσουν σκελετικές γενετικές ανωμαλίες.

#### 4. Σκελετικές ανωμαλίες σε θαλάσσια είδη ιχθυοκαλλιέργειας

Οι οστεολογικές δυσμορφίες αποτελούσαν από το ξεκίνημα της ανάπτυξης του κλάδου της ιχθυοκαλλιέργειας σημαντικό πρόβλημα (Abdel et al. 2004) και παρόλη την έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί, εξακολουθούν να θεωρούνται πρόβλημα στην εντατική θαλάσσια ιχθυοκαλλιέργεια. Οι πρόσφατες εξελίξεις στις μεθόδους εκτροφής, τη φυσιολογία θρέψης και την παρακολούθηση ασθενειών έχουν ξεπεράσει πολλά από αυτά τα προβλήματα, με αποτέλεσμα την πτώση του κόστους παραγωγής και την παραγωγή ψαριών με μορφολογία παρόμοια με εκείνη που βρίσκεται στο φυσικό περιβάλλον.

Ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στα ψάρια θαλάσσιας ιχθυοκαλλιέργειας φαίνεται να παίζουν οι διατροφικοί παράγοντες, όπως οι ελλείψεις ασκορβικού οξέος, τριπτοφάνης, φωσφολιπιδίων και βιταμίνης D, ιδιαίτερα στα σιτηρέσια των νεαρών ιχθυδίων. Επίσης, βιομηχανικά τοξικά συστατικά στο σιτηρέσιο είναι συχνά υπεύθυνα για τερατογενέσεις, συσσώρευση μεταλλάξεων και καρκινογενέσεις (Westernhagen et al. 1988). Τα συγκεκριμένα αίτια είναι πιο εμφανή στα ψάρια θαλάσσιας ιχθυοκαλλιέργειας, καθώς παράγοντες που σχετίζονται με την ποιότητα του νερού, όπως ρύποι, είναι συνήθως ευκολότερο να ξεπεραστούν συγκριτικά με τα τις εκτροφές ψαριών εσωτερικών υδάτων όπου το νερό ανανεώνεται σε μικρότερο βαθμό στις ορθογώνιες δεξαμενές.

Με την πάροδο του χρόνου και την ανάπτυξη της τεχνολογίας θα περίμενε κανείς να έχουν εξαφανιστεί ή τουλάχιστον να έχουν περιοριστεί σε αμελητέες συχνότητες τα προβλήματα αυτά, ειδικότερα στην εντατική θαλάσσια ιχθυοκαλλιέργεια. Εντούτοις, όπως αναλύεται στη συνέχεια, οι σκελετικές δυσμορφίες παρατηρούνται ακόμα και σήμερα σε υψηλά ποσοστά σε πολλά σημαντικά θαλάσσια είδη ιχθυοκαλλιέργειας.

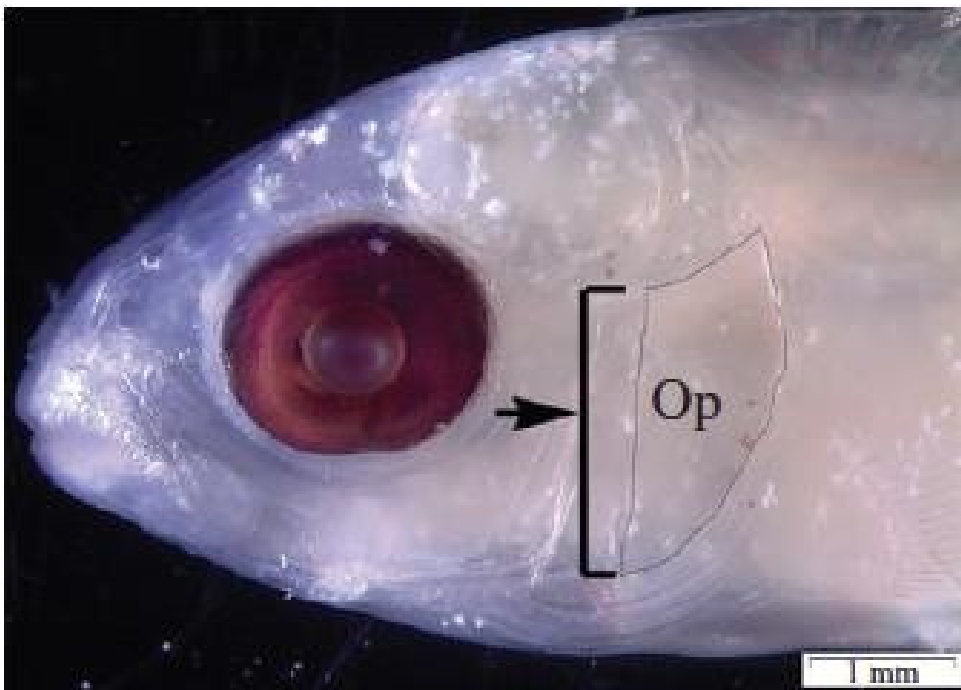
## 4.1 Σκελετικές ανωμαλίες της τσιπούρας

Η τσιπούρα (*Sparus aurata*) είναι ένα από τα σημαντικότερα ψάρια των Ευρωπαϊκών ιχθυοκαλλιεργειών αλλά και συγχρόνως ένα από τα σημαντικότερα είδη της παγκόσμιας υδατοκαλλιέργειας. Στη χώρα μας, αποτελεί ένα πολύ βασικό εξαγωγίμο προϊόν το οποίο αποφέρει συνάλλαγμα πολλών εκατομμυρίων Ευρώ ετησίως. Οι σκελετικές παραμορφώσεις της τσιπούρας αποτελούν σημαντικό μέρος των ανωμαλιών που επηρεάζουν την ποιότητα των παραγόμενων ιχθύων. Οι σκελετικές δυσμορφίες της τσιπούρας εμφανίζονται τόσο στα προνυμφικά στάδια, όσο και στο στάδιο των νεαρών ιχθυδίων και οδηγούν σε αυξημένα ποσοστά θνησιμότητας, μειωμένο ρυθμό ανάπτυξης και χαμηλή τιμολόγηση των τελικών προϊόντων. Το πρόβλημα της τιμής των προϊόντων σε ψάρια που επιβίωσαν από τις δυσμορφίες είναι ιδιαίτερα έντονο για την τσιπούρα σε περιοχές όπως η χώρα μας όπου οι κάτοικοι συνηθίζουν να αγοράζουν ολόκληρο το ψάρι, σε αντίθεση με άλλα είδη ψαριών και σε άλλες χώρες όπου τα ψάρια πωλούνται συνήθως φιλεταρισμένα.

Ο οστέινος σκελετός της τσιπούρας περιέχει συνολικά 24 σπονδύλους. Στις περισσότερες περιπτώσεις δημιουργίας των οστών, αρχικά κατά την εμβρυογένεση και τα πρώτα εμβρυϊκά στάδια δημιουργούνται χόνδροι, οι οποίοι εν συνεχεία μετατρέπονται στον οστίτη ιστό. Ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη διαδικασία της οντογένεσης στα προνυμφικά στάδια διαδραματίζει μία γλυκοπρωτεΐνη, η οστεονεκτίνη, που εμπλέκεται στην ανάπτυξη, τον σχηματισμό των οστών και των ανόργανων ουσιών. Εξαιτίας της πολυπλοκότητας και του μεγάλου αριθμού σταδίων που παρεμβάλλονται κατά τη διαδικασία αυτή, οι σκελετικές ανωμαλίες δεν είναι καθόλου σπάνιες σε εκτρεφόμενους πληθυσμούς τσιπούρας.

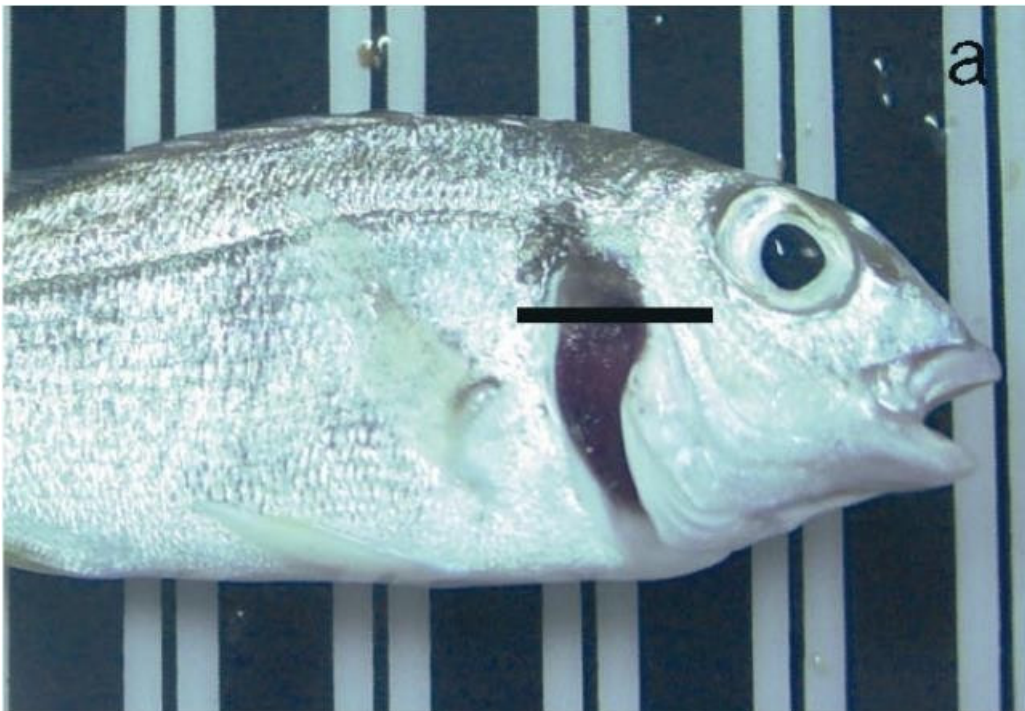
Έχουν παρατηρηθεί αρκετοί διαφορετικοί τύποι σκελετικών ανωμαλιών στην τσιπούρα όπως είναι η λόρδωση και η κύφωση της σπονδυλικής στήλης, η παραμόρφωση της άνω και κάτω γνάθου, οι διαταραχές των βραγχιοκαλυμάτων (Thuong et al. 2017). Η αιτιολογία αυτών των συνδρόμων δεν είναι απολύτως κατανοητή. Αίτια όπως θρεπτικά, περιβαλλοντικά και γενετικά αίτια φαίνεται να διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο. Συγκεκριμένα, οι μεταβολές που συνδέονται με τις ανεπάρκειες του ασκορβικού οξέος, της τρυπτοφάνης, του φωσφολιπιδίου ή της βιταμίνης D στη διατροφή των γονέων έχει αποδειχθεί ότι έχουν ως αποτέλεσμα διαφορετικούς τύπους σκελετικών παραμορφώσεων στους απογόνους (Andrades et al. 1996). Επιπλέον η συσσώρευση γενετικών ανωμαλιών είναι πολύ

πιθανό να διαδραματίζει επίσης πολύ σημαντικό ρόλο. Ακόμη, περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως η πυκνότητα των αυγών, η παρουσία ρύπων στο νερό, η ακτινοβολία, η αλατότητα, η μείωση του οξυγόνου και η ένταση του φωτός έχουν επίσης αναφερθεί ότι προκαλούν εκτροπές στην ανάπτυξη. Η σημαντικότερη ωστόσο σκελετική ανωμαλία στην τσιπούρα είναι πιθανότατα η δυσπλασία ή ατροφία του επικαλυμματικού συμπλέγματος ή απλούστερα του βραγχιοκαλύματος (Εικόνα 2), καθώς μπορεί να επηρεάσει το 80% ενός εκτρεφόμενου πληθυσμού. Το επικαλυμματικό σύμπλεγμα είναι μια σειρά οστών που υπάρχουν στους οστεϊχθύες και χρησιμεύουν ως δομή στήριξης αλλά και ως προστατευτική κάλυψη για τα βράγχια. Επίσης χρησιμεύουν στην αναπνοή και τη διατροφή.



**Εικόνα 2.** Το βραγχιοκάλυμμα ενός νεαρού ιχθυδίου τσιπούρας (φωτογραφία από Thuong et al. 2017)

Οι παραμορφώσεις του βραγχοκαλύμματος (Εικόνα 3) αρχίζουν κυρίως κατά την περίοδο της προνύμφης και συνεχίζονται μέχρι το στάδιο των ιχθυδίων ή τα ενήλικα μεγέθη. Όπως και στους περισσότερους τελεόστεους ιχθύες, το βραγχοκάλυμμα της τσιπούρας αποτελείται από τέσσερα επιμέρους τμήματα, τα δύο εκ των οποίων περιλαμβάνουν το οστεώδες κάλυμμα των βραγγίων και είναι αυτά που επηρεάζονται πιο συχνά. Οι λειτουργικές παραμορφώσεις μπορεί να είναι μονόπλευρες ή αμφίπλευρες, με την αναδίπλωση του βραγχοκαλύμματος μέσα ή έξω από την κοιλότητα του βράγχιου κατά τη διάρκεια της πρώιμης προνύμφης. Δεδομένου ότι η λειτουργία του βραγχοκαλύμματος δεν αποσκοπεί μόνο στην προστασία του βράγχιου, αλλά και στην αναπνοή, οι παραμορφώσεις μπορεί έμμεσα να προκαλέσουν αναπνευστικές ασθένειες και μειωμένη ανθεκτικότητα στο περιβαλλοντικό στρες. Έτσι τα εκτεθειμένα βράγχια μπορεί να ευθύνονται για μείωση της αναπνευστικής αποτελεσματικότητας, καθώς επίσης και να επηρεάσουν αρνητικά την εμπορική αξία της τσιπούρας.



**Εικόνα 3. Παραμόρφωση βραγχοκαλύμματος σε ενήλικο άτομο τσιπούρας (φωτογραφία από Ortiz-Delgado et al. 2014)**



Μέχρι σήμερα παραμένει άγνωστο ποια είναι τα στάδια της οστεογένεσης που εμπλέκονται στη δημιουργία αυτού του μη φυσιολογικού φαινοτύπου. Τα οστά του βραγχιοκαλύμματος είναι κρανιακά δερματικά οστά που υποβλήθηκαν σε ενδομεμβρανική οστεοποίηση. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, τα μεσεγχυματικά κύτταρα διαφοροποιούνται σε οστεοβλάστες και το οστό σχηματίζεται χωρίς πρόδρομο χόνδρου (Sire & Huysseune 2003). Αυτοί οι οστεοβλάστες παράγουν έπειτα οστεοειδές (μη ορυκτοποιημένο οστό μήτρας) που στη συνέχεια ανοργανοποιείται, καταλήγοντας σε μήτρα οστού χωρίς οστεοκύτταρα. Κατά τη διάρκεια του σχηματισμού οστού, οι δραστηριοί και ώριμοι οστεοβλάστες εκκρίνουν κολλαγόνο και άλλες πρωτεΐνες μήτρας προς την επιφάνεια σχηματισμού του οστού.

Παρόλο που η σκελετική ανωμαλία που περιγράφηκε είναι ίσως η πιο σημαντική για την τσιπούρα από την άποψη της ζημιάς που μπορεί να προκαλέσει σε μια μονάδα ιχθυοκαλλιέργειας, δεν είναι η συνηθέστερη. Από τις αρχές της ανάπτυξης του κλάδου της ιχθυοκαλλιέργειας της τσιπούρας, οι σπονδυλικές παραμορφώσεις που σχετίζονταν με τη μη εμφύσηση της νηκτικής κύστης, με κυριότερη τη λόρδωση, ήταν οι συχνότερες ανωμαλίες που είχαν καταγραφεί. Παρόλο που η βελτίωση και η τελειοποίηση των χειρισμών κατά την εκτροφή έχει μειώσει δραστικά τη συχνότητα αυτών των τύπων παραμορφώσεων, η λόρδωση και η κύφωση εξακολουθούν να είναι δύο από τις πιο συχνές σκελετικές ανωμαλίες που παρατηρούνται στον αξονικό σκελετό της εκτρεφόμενης τσιπούρας, με τη δυσπλασία ή ατροφία του βραγχιοκαλύμματος να είναι η πιο συχνή ανωμαλία που επηρεάζει την κρανιακή περιοχή, αλλά γενικά σε μικρότερες συχνότητες εμφάνισης από την κύφωση και τη λόρδωση (Ortiz-Delgado et al. 2014).

Η σκελετική ανωμαλία της κύφωσης αναφέρεται σε ραχιαία καμπυλότητα σχηματίζοντας ένα σχήμα όπως το αγγλικό γράμμα “V”, ενώ η λόρδωση (Εικόνα 4) είναι η σκελετική ανωμαλία κατά την οποία ο σχηματισμός προσομοιάζει στο ελληνικό γράμμα “Λ” και λαμβάνει χώρα στην κοιλιακή περιοχή (Bogliione et al., 2013).



**Εικόνα 4. Λορδωτικό ενήλικο άτομο τσιπούρας εξωτερικά (A) και εσωτερικά (B) (φωτογραφία από Ortiz-Delgado et al. 2014)**

Η λόρδωση θεωρείται η πιο καλά μελετημένη σκελετική ανωμαλία στα Μεσογειακά είδη ψαριών και ειδικότερα στην τσιπούρα ενώ μπορεί να επηρεάσει πολλές διαφορετικούς σπονδύλους. Το μεγαλύτερο πρόβλημα που μπορεί να προκύψει είναι πως εξαιτίας τη λόρδωσης μπορεί να μην αερίζεται επαρκώς η νηκτική κύστη. Η νηκτική κύστη είναι ένα από σημαντικότερα όργανα των ψαριών ειδικότερα εκείνων που ζουν σε διαφορετικά βάθη κατά τις διαφορετικές ώρες της ημέρας. Το μεγαλύτερο μέρος της νηκτικής κύστης αποτελείται από έναν αεροφόρο σάκο ο οποίος μεταβάλλοντας την ποσότητα του περιεχομένου αέρα μέσω της αναπνευστικής οδού του ψαριού συμβάλλει πολύ σημαντικά στη σταθεροποίηση του ψαριού σε σταθερό βάθος. Με τον τρόπο αυτό το ψάρι δεν καταναλώνει ενέργεια την οποία θα χρειαζόταν να σπαταλήσει για κολύμβηση σε διαφορετική περίπτωση. Η λόρδωση έχει παρατηρηθεί να επηρεάζει τη νηκτική κύστη σε πολλές εκτροφές τσιπούρας (Chatain 1994). Έτσι, ακόμα και αν δεν είναι προχωρημένου σταδίου ώστε να προκαλεί θανάτωση του ψαριού, έχει πολύ σημαντική επίπτωση στις ιχθυοκαλλιέργειες, καθώς τα ψάρια με τη συγκεκριμένη παραμόρφωση εναποθέτουν λιγότερο βάρος ξοδεύοντας τα αντίστοιχα ποσά ενέργειας για την ισορροπία τους.

Η κύφωση, από την άλλη πλευρά συνδέεται συχνότερα με ανωμαλίες στα βράγχια. Ωστόσο, στις τσιπούρες είναι σπανιότερη και ως εκ τούτου θα αναλυθεί πιο εκτεταμένα σε επόμενο κεφάλαιο της παρούσας διατριβής.

Ως διαγνωστικά εργαλεία για την ανίχνευση των σκελετικών αυτών παραμορφώσεων στις τσιπούρες χρησιμοποιούνται οι ακτίνες X, ο φθορισμός με σημασμένες χρωστικές και η τομογραφία σε ηλεκτρονικό υπολογιστή (Ortiz-Delgado et al. 2014). Οι μέθοδοι αυτές χρησιμοποιούνται κυρίως στα στάδια των νεαρών ιχθυδίων, στις αντίστοιχες δεξαμενές ή κλωβούς ανάπτυξης της τσιπούρας, καθώς στα συγκεκριμένα στάδια δεν είναι δυνατή η παρατήρηση των προβληματικών ψαριών με γυμνό μάτι με σκοπό την απομάκρυνσή τους. Η έγκαιρη ανίχνευση και μετέπειτα απομάκρυνση των ψαριών με σκελετικές ανωμαλίες στις εκτροφές τσιπούρας, όπως πολύ εύκολα γίνεται αντιληπτό μπορεί να έχει πολύ θετική επίπτωση στην οικονομικότητα της εκτροφής.

## 4.2 Σκελετικές ανωμαλίες στο λαβράκι

Το λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*) συγκαταλέγεται, μαζί με την τσιπούρα, στα 2 κυριότερα ψάρια ιχθυοκαλλιέργειας για τη χώρα μας και παράλληλα σε ένα από τα σημαντικότερα εξαγωγικά προϊόντα. Η μέθοδος καλλιέργειάς είναι παρόμοια με εκείνη της τσιπούρας, καθώς αναπτύχθηκαν όπως εξηγήθηκε στο δεύτερο κεφάλαιο την ίδια ακριβώς περίοδο και συνεχίζεται μέχρι και σήμερα με το ίδιο περίπου τρόπο. Αντίστοιχα, πολλά προβλήματα που παρατηρούνται στις μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας της τσιπούρας παρατηρούνται και σε εκείνες του λαβρακιού.

Ένα από αυτά τα προβλήματα είναι οι σκελετικές ανωμαλίες που παρατηρούνται σε διάφορα στάδια ανάπτυξης του λαβρακιού, οι οποίες ωστόσο παρουσιάζονται σε σχετικά μικρότερες συχνότητες από την περίπτωση της τσιπούρας (Mazurais et al. 2008). Στο λαβράκι, όπως και στην τσιπούρα, η λόρδωση αποτελεί μία από τις σημαντικότερες σκελετικές ανωμαλίες. Εξαιτίας της διαφορετικής μορφολογίας του, η ανίχνευση της λόρδωσης παρατηρείται πολύ εύκολα και με σημαντικά ποσοστά επιτυχίας με στρεβλώσεις πάνω στην πλευρική γραμμή (Εικόνα 5).



**Εικόνα 5.** Στρέβλωση πάνω στην πλευρική γραμμή ώριμου λαβρακιού, εξαιτίας της οποίας ανιχνεύεται η λόρδωση (φωτογραφία από Costa et al. 2015)

Εντούτοις πρέπει να σημειωθεί πως το σχήμα της πλευρικής γραμμής δεν είναι πάντοτε καθοριστικός παράγοντας εξωτερικής αξιολόγησης για τις ανωμαλίες της σπονδυλικής στήλης. Επιπλέον, η διαφοροποίησή της πιθανότατα συνδέεται με μια γενική διακύμανση της μορφής των ψαριών από την εξασθένηση της πρώιμης ανάπτυξης που συνδέεται περισσότερο με περιβαλλοντικά από ότι με γενετικά αίτια (Costa et al. 2015).

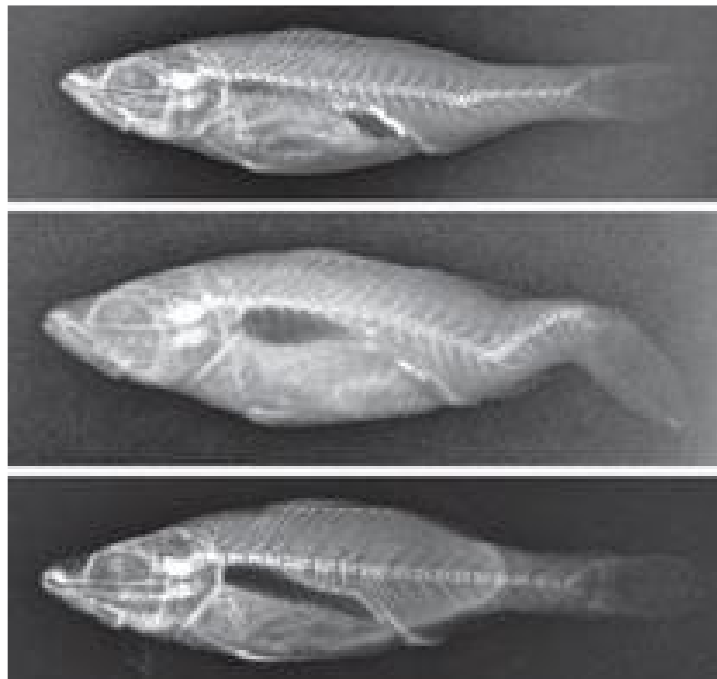
Μια σημαντική ιδιαιτερότητα που παρουσιάζει το λαβράκι αφορά την τεχνητή αναπαραγωγή και ειδικότερα τη διατήρηση των γεννητόρων. Οι γεννήτορες για να είναι λειτουργικοί και να επιτύχουν τη μέγιστη δυνατή απόδοση, πρέπει να διατηρούνται σε σκοτεινές δεξαμενές εντός χειρσαίων εγκαταστάσεων. Επιπλέον, τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού στις χειρσαίες αυτές δεξαμενές διαδραματίζουν πολύ σημαντικό ρόλο. Συγκεκριμένα, το λαβράκι είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο στην αλατότητα κατά τη διάρκεια των νεανικών αλλά και ενηλίκων φάσεων (Corti et al. 1996), στη θερμοκρασία του νερού κατά την πρώιμη περίοδο μέχρι τη μεταμόρφωση.

Στις εκτροφές, οι περιβαλλοντικοί αυτοί παράγοντες κατά την πρώιμη οντογένεση παίζουν επίσης σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των σκελετικών παραμορφώσεων. Ακόμη, η ταχύτητα του ρεύματος νερού, η διατροφή και ειδικότερα η σύσταση σε λιπίδια και λιπαρά οξέα καθώς και η περιεκτικότητα σε βιταμίνη A και βιταμίνη D3 έχουν αποδειχθεί ως παράγοντες με σημαντικές επιπτώσεις στη διαμόρφωση των σκελετικών ανωμαλιών. Έτσι συχνά παρατηρούνται πολλών τύπων σκελετικές ανωμαλίες που γίνονται ορατές από τα στάδια των νεαρών ιχθυδίων (Εικόνα 6), ενώ ακόμα και αν δεν γίνουν ορατές συνήθως υπάρχουν από τα στάδια αυτά. Αυτές οι ανωμαλίες είναι συχνότερα κύφωση ή λόρδωση (Εικόνα 7). Ως εκ τούτου το κυριότερο πρόβλημα αποτελεί η αναγνώριση των ανωμαλιών αυτών ώστε να τα ψάρια να απομακρυνθούν από τις δεξαμενές, καθώς στις περισσότερες περιπτώσεις η θεραπεία είναι σχεδόν ανέφικτη (Boglione et al. 2013).

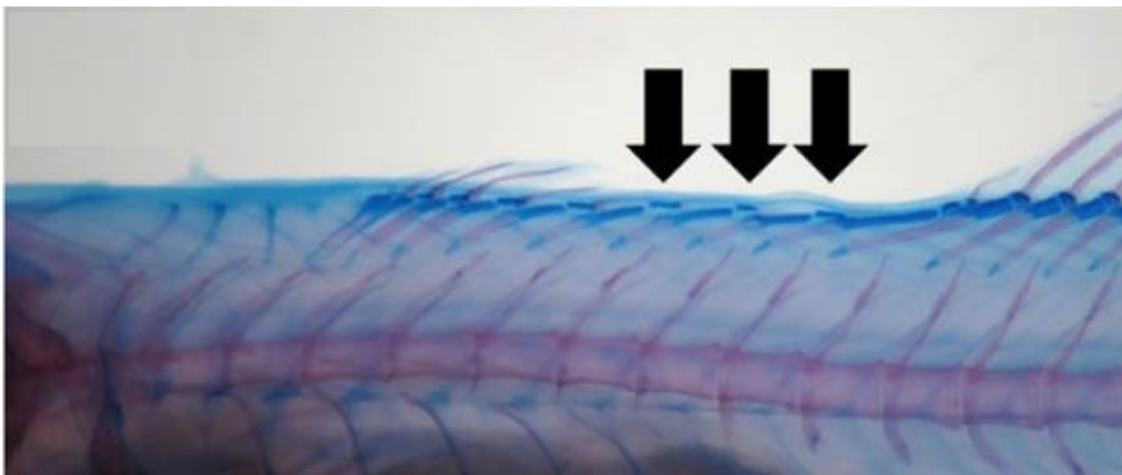
**Εικόνα 6. Νεαρά ιχθύδια λαβρακιού με διαφορετικές σκελετικές ανωμαλίες (Φωτογραφία από Boglione et al. 2013)**



**Εικόνα 7. Λαβράκι με λόρδωση (πάνω και κάτω) και με κύφωση (κέντρο) (Φωτογραφία από Boglione et al. 2013)**



Μία διαφορετική σκελετική ανωμαλία που έχει παρατηρηθεί σε εκτροφές λαβρακιού και ειδικά στη χώρα μας είναι το σύνδρομο Saddleback (Εικόνα 8). Η πάθηση αυτή αφορά στην έλλειψη τμήματος ή και ολόκληρου του ραχιαίου πτερυγίου (Γλυνάτση 2008). Σε μία πρόσφατη έρευνα το σύνδρομο Saddleback ανιχνεύθηκε σε ασυνήθιστα υψηλά ποσοστά που κατά περίπτωση ξεπερνούσαν και το 90% (Fragkoulis et al. 2017). Στη συγκεκριμένη εκτροφή παρατηρήθηκε απώλεια μιας έως πέντε σκληρών ακτίνων του ραχιαίου πτερυγίου, ενώ επίσης συσχετίστηκε στατιστικά και με ανωμαλίες στο πυελικό και το εδρικό πτερύγιο (Fragkoulis et al. 2017). Επίσης, το σύνδρομο Saddleback μπορεί να συνδέεται με δυσμορφίες και στο ουραίο πτερύγιο, στοιχείο που παρατηρείται συνήθως μέσω της έλλειψης των λεπιδοτριχιών και δερματοτριχιών ή μη κανονικής ανάπτυξής τους (Γλυνάτση 2008). Όπως εύκολα γίνεται αντιληπτό, παρόλο που ψάρια με σκελετική ανωμαλία συνδρόμου Saddleback θα μπορούσαν να γίνουν αποδεκτά από το καταναλωτικό κοινό, οι ελλείψεις στα ραχιαία πτερύγια μπορούν εύκολα να οδηγήσουν στη θανάτωση καθώς το ψάρι παρουσιάζει σημαντικές δυσκολίες στην κολύμβηση.



**Εικόνα 8. Χαρακτηριστική περίπτωση έλλειψης σκληρών ακτίνων του ραχιαίου πτερυγίου σε ενήλικο άτομο λαβρακιού (Φωτογραφία από Fragkoulis et al. 2017)**



### 4.3 Σκελετικές ανωμαλίες σε άλλα ψάρια θαλάσσιας ιχθυοκαλλιέργειας

Αναφορικά με τα υπόλοιπα ψάρια θαλάσσιας ιχθυοκαλλιέργειας Μεσογειακού τύπου, οι σκελετικές ανωμαλίες που έχουν παρατηρηθεί είναι παρόμοιες με τα προηγούμενα, με κυριότερες τη λόρδωση, την κύφωση και τα σκολίωση. Στο φαγγρί (*Pagrus major*) για παράδειγμα, οι πιο κοινές σκελετικές ανωμαλίες είναι ποικίλες διαταραχές της σπονδυλικής στήλης, κυρίως λόρδωση και σύντηξη των σπονδύλων. Τα περισσότερα περιστατικά λόρδωσης στο φαγγρί είναι τοποθετημένα μεταξύ του 8ου και του 12ου σπονδύλου (Izquierdo et al. 2010). Εξήγηση για το στοιχείο αυτό αποτελεί το γεγονός πως αυτή η σπονδυλική περιοχή δέχεται τη μεγαλύτερη μυϊκή πίεση κατά την κολύμβηση. Εντούτοις, η ροή νερού είναι συνήθως πολύ ήπια. Ωστόσο πρέπει να σημειωθεί πως σε ότι αφορά το φαγγρί και γενικότερα τα νέα είδη θαλάσσιας ιχθυοκαλλιέργειας όπως αναφέρθηκαν στο δεύτερο κεφάλαιο, είναι άγρια είδη που δεν έχει προσαρμοστεί όσο η τσιπούρα και το λαβράκι στις μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας. Ως εκ τούτου η λόρδωση και άλλες σκελετικές ανωμαλίες μπορεί να σχετίζονται με ανεπαρκή σίτιση σε συνδυασμό με υπερβολική προσπάθεια κολύμβησης των προνυμφών που αναζητούν φαγητό (Bogliione et al. 2013).

Πρέπει ακόμα να τονιστεί πως η λόρδωση έχει πολύ υψηλό συντελεστή κληρονομησιμότητας της τάξης του 85% και ως εκ τούτου γενετικά αίτια θα μπορούσαν επίσης να είναι υπεύθυνα για τις υψηλές συχνότητες εμφάνισης αυτής της δυσπλασίας (Izquierdo et al. 2010). Συνήθως, τα περισσότερα από τα λορδοτικά δείγματα που ανιχνεύονται κατά τους ελέγχους παρουσιάζουν επίσης και άλλες ανωμαλίες.

Στα ψάρια όπως το λυθρίνι, το φαγγρί και η συναγρίδα είναι ιδιαίτερα έντονος ο αντίκτυπος των υψηλών συγκεντρώσεων στις δεξαμενές και τους κλωβούς, καθώς εξαιτίας της χαμηλότερης προσαρμοστικότητάς στους, τέτοιου είδους προβλήματα εμφανίζονται εντονότερα (Sfakianakis et al. 2004).

## 5. Σκελετικές ανωμαλίες σε είδη ιχθυοκαλλιέργειας εσωτερικών υδάτων

Η ιχθυοκαλλιέργεια εσωτερικών υδάτων, όπως εξηγήθηκε στο δεύτερο κεφάλαιο αποτελεί παλαιότερη μορφή πρωτογενούς παραγωγής συγκριτικά με τη θαλασσοκαλλιέργεια στη σημερινή της μορφή. Παρόλο που τα ψάρια εσωτερικών υδάτων παρουσιάζουν παρόμοιες σκελετικές ανωμαλίες με τα θαλάσσια, υπάρχουν ορισμένες ιδιαιτερότητες που όπως θα εξηγηθεί διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση των δυσμορφιών αυτών.

Η σημαντικότερη ίσως διαφοροποίηση μεταξύ χερσαίας με θαλάσσια ιχθυοκαλλιέργεια που επηρεάζει τις σκελετικές ανωμαλίες αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού. Συγκεκριμένα, ενώ το νερό στους κλωβούς των θαλάσσιων καλλιεργειών ανανεώνεται αυτόματα και επηρεάζεται ελάχιστα από τα υλικά κατασκευής, στις χερσαίες ιχθυοκαλλιέργειες οι δεξαμενές είναι μικρότερες σε όλα τα στάδια της ζωής των ψαριών και σε πολλές περιπτώσεις ανανεώνεται μόνο μηχανικά. Το στοιχείο αυτό επηρεάζει τόσο άμεσα τα ψάρια, καθώς η πυκνότητά τους μπορεί να είναι πολύ μεγαλύτερη, όσο και έμμεσα μέσω της υποβάθμισης της ποιότητας του νερού. Επιπλέον, ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο παίζει και η θερμοκρασία η οποία ελέγχεται σε μεγαλύτερο βαθμό.

Στη συνέχεια θα αναφερθούν ορισμένα παραδείγματα σκελετικών δυσμορφιών ψαριών ιχθυοκαλλιέργειας εσωτερικών υδάτων που έχουν παγκόσμιο ενδιαφέρον ή ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη χώρα μας.

## 5.1 Σκελετικές ανωμαλίες της ιριδιζουσας πέστροφας

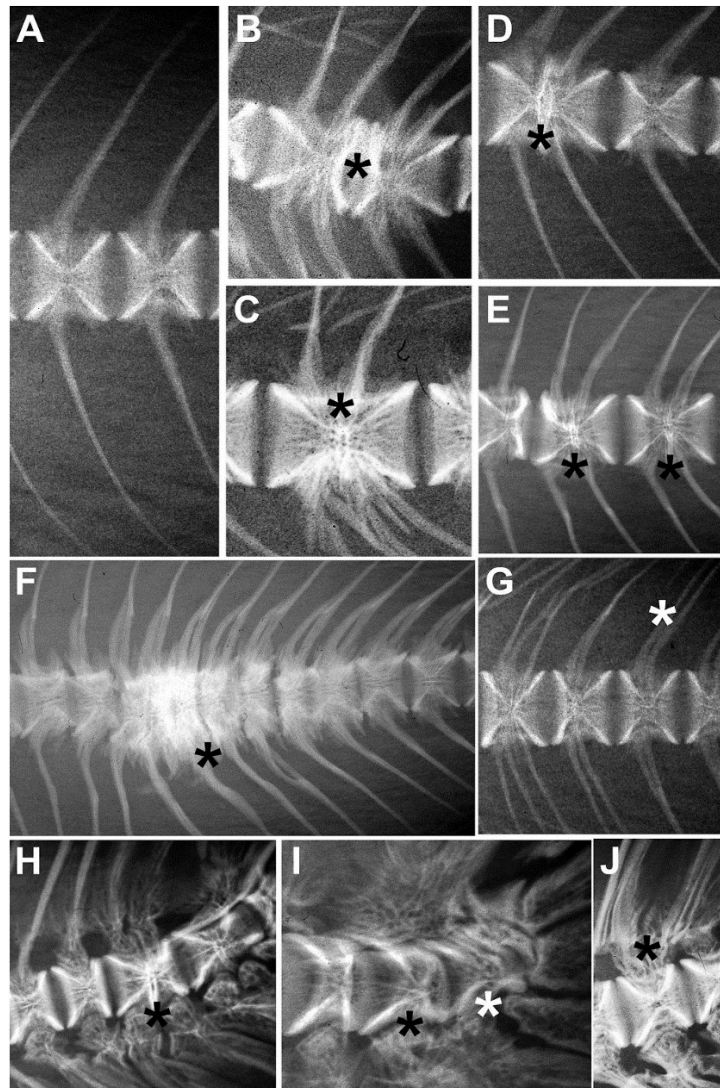
Η εκτροφή της ιριδιζουσας πέστροφας (*Oncorhynchus mykiss*) λαμβάνει χώρα σε ορθογώνιες χερσαίες δεξαμενές τρεχούμενου νερού. Η συμπεριφορική φυσιολογία της πέστροφας προϋποθέτει την κολύμβηση αντίθετα στο ρεύμα του νερού με σκοπό την πρόσληψη τροφής που μπορεί να αιωρείται στο νερό. Εξαιτίας του γεγονότος αυτού και επειδή οι δεξαμενές είναι τετράγωνα, τα ψάρια παρατηρείται συχνά να συνωστίζονται, στοιχείο που μπορεί να προκαλέσει σκελετικές ανωμαλίες.

Στην πέστροφα και την οικογένεια των σολομοειδών γενικότερα, οι σπονδυλικές δυσμορφίες εμφανίζονται μετά από κάποιο ηλικιακό στάδιο και σπάνια σε νεαρά ιχθύδια. Εξαιρέση αποτελούν οι πολύ εντατικές εκτροφές όπου έχουν παρατηρηθεί μετατοπίσεις των σπονδύλων κάτω από τους ετήσιους δακτυλίους. Σκελετικές ανωμαλίες σχετικές με τη διάβρωση των πτερυγίων, όπως το σύνδρομο Saddleback, είναι σπανιότερες σε εκτροφές σολομοειδών (Boglonie et al. 2013).

Η πέστροφα είναι ένας πολύ ικανός γενικά κολυμβητής, με την κίνησή της να προωθείται από την οδοντωτή ώθηση του σώματος και με το ουραίο πτερύγιο να λειτουργεί ως ενιαία μονάδα. Ολόκληρο το σώμα εμπλέκεται στην κυματοειδή κίνηση, αλλά το εύρος κύματος είναι το μέγιστο κοντά στην ουρά ή στο οπίσθιο τρίτο του σώματος. Εκεί υπάρχει συνένωση με ένα σχετικά βαθύ ουραίο πτερύγιο που χαρακτηρίζεται ωστόσο από μικρές διαστάσεις. Κατά συνέπεια, η εμπλοκή του ουραίου πτερυγίου στην κολυμβητική κίνηση αποτελεί μια από τις σημαντικότερες προσαρμοστικές λειτουργίες της πέστροφας και ίσως την κυριότερη εξελικτική εξήγηση του μεγάλου αριθμού των σπονδύλων στην περιοχή αυτή συγκριτικά με άλλα ψάρια. Αντίστροφα, ο αριθμός των θωρακικών σπονδύλων είναι μικρότερος, καθώς αυτή η περιοχή του σώματος δεν εμπλέκεται άμεσα στη δημιουργία της κολυμβητικής κίνησης. Μια συνήθης σκελετική ανωμαλία λοιπόν που παρατηρείται σε εκτρεφόμενες πέστροφες είναι ο μικρότερος αριθμός σπονδύλων στην περιοχή του ουραίου πτερυγίου (Boglione et al. 2014), δηλαδή η έλλειψη ενός ή παραπάνω σπονδύλων (Εικόνα 9). Παρόλο που αυτού του είδους η ανωμαλία συνήθως δεν προκαλεί το θάνατο του ψαριού, πρέπει να σημειωθεί πως έχει πολύ μεγάλες αρνητικές συνέπειες στην εκτροφή. Η κυριότερες από αυτές αφορούν τη μείωση του ρυθμού ανάπτυξης που μπορεί να λάβει χώρα είτε εξαιτίας της μείωσης πρόσληψης της τροφής, καθώς η πέστροφα προσλαμβάνει την τροφή κινούμενη αντίθετα στο ρεύμα, είτε εξαιτίας της λανθασμένης κατά μήκος ανάπτυξης του σώματός της. Και στις δύο αυτές

περιπτώσεις οι εκτρεφόμενες πέστρφες καθυστερούν να προσεγγίσουν το απαιτούμενο εμπορεύσιμο μέγεθος ενώ τα προβλήματα είναι ακόμα μεγαλύτερα αν εμφανιστεί το πρόβλημα αυτό σε γεννήτορες.

**Εικόνα 9. Σκελετικές ανωμαλίες σε σπονδύλους ώριμων ατόμων πέστρφας, όπου φαίνονται οι συγκεκριμένες ανωμαλίες με αστερίσκο (Φωτογραφία από Boglione et al. 2014)**



## 5.2 Σκελετικές ανωμαλίες του σολομού

Στη χώρα μας, ενώ εκτρέφονται πολλά είδη ψαριών εσωτερικών υδάτων και θάλασσας, δεν υπάρχει εκτροφή σολομού. Εντούτοις, καθώς ο σολομός αποτελεί το σημαντικότερο προϊόν ιχθυοκαλλιέργειας ανά τον κόσμο, στο παρόν υποκεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί αναφορά σε ορισμένες σκελετικές παθήσεις που απαντώνται στο σολομό.

Αρχικά πρέπει να αποσαφηνιστεί πως ο σολομός δεν είναι ψάρι αμιγώς εσωτερικών υδάτων αλλά είναι ευρύαλο. Έχει δηλαδή τη δυνατότητα να διαβιεί σε νερά ποικίλης αλατότητας συμπεριλαμβανομένου από το θαλάσσιο μέχρι και το εντελώς γλυκό νερό. Ο λόγος που τοποθετήθηκε στο παρόν κεφάλαιο, αλλά και κατηγοριοποιείται εν γένει με τα ψάρια εσωτερικών υδάτων είναι αφενός επειδή περνάει το μεγαλύτερο μέρος της ζωής του σε εσωτερικά ύδατα και αφετέρου επειδή οι εκτροφές του λαμβάνουν χώρα σε εσωτερικά επίσης ύδατα.

Ο σολομός (*Salmo salar*) ως ο κλασικότερος εκπρόσωπος των σολομοειδών ψαριών, χαρακτηρίζεται από τις παρόμοιες παθήσεις που αναφέρθηκαν και εξηγήθηκαν στο προηγούμενο υποκεφάλαιο και αφορούσαν την πέστροφα. Ενώ η περίπτωση των ελλειμματικών σπονδύλων είναι και στο σολομό όπως και στην πέστροφα κλασική σκελετική πάθηση η οποία σχετίζεται και με τον τρόπο κολύμβησης, στο σολομό η συσσώρευση τέτοιου είδους σκελετικών παθήσεων έχει παρατηρηθεί σε υψηλότερες συχνότητες να εξαρτάται επίσης από κυτταρογενετικά αίτια.

Συγκεκριμένα, η εκτροφή σολομού παρουσιάζει μία πολύ ενδιαφέρουσα ιδιαιτερότητα. Πολλές εκτροφές σολομού ανά τον κόσμο αποτελούνται εξολοκλήρου από τριπλοειδή άτομα. Τα πλεονεκτήματα της τριπλοειδίας σε έναν εκτρεφόμενο οργανισμό, με απαραίτητη βέβαια προϋπόθεση το άτομο να είναι βιώσιμο, αφορούν τη στειρότητα. Ουσιαστικά, η στειρότητα είναι πολύ χρήσιμη γιατί ο οργανισμός αποφεύγει την εναπόθεση ενέργειας για παραγωγή γαμετών και εναποθέτει τα ποσά αυτά ενέργειας προς ανάπτυξη. Έτσι τα τριπλοειδή άτομα επιτυγχάνουν ταχύτερη ανάπτυξη και περισσότερη πάχυνση σε πολύ συντομότερο χρονικό διάστημα.

Η τριπλοειδία επιτυγχάνεται με αναστολή της πρώτης ή της δεύτερης μειωτικής διαίρεσης στην πατρική γενιά και κατά συνέπεια το μη διαχωρισμό των χρωμοσωμάτων. Με τον τρόπο αυτό το άτομο που θα γεννηθεί είναι στείρο και παρουσιάζει τα παραπάνω πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν. Εντούτοις εκτός από το χαμηλό σε ορισμένες περιπτώσεις ποσοστό επιτυχημένων γεννήσεων, η

τριπλοειδία μπορεί να ευθύνεται για πολλά ακόμη προβλήματα και παθήσεις, ανάμεσα στα οποία και οι σκελετικές ανωμαλίες.

Οι τριπλοειδείς σολομοί έχει παρατηρηθεί πως έχουν συχνά λιγότερους σπονδύλους από τους διπλοειδείς (Peruzzi et al. 2018). Παρόλο που όπως και στην περίπτωση της πέστροφας, αυτή η δυσμορφία δε συνεπάγεται απαραίτητα το θάνατο, η οικονομική ζημία από τη μειωμένη προσληψιμότητα τροφής και τη μειωμένη εν γενεί ανάπτυξη ευθύνονται για σημαντική μείωση στο παραγόμενο προϊόν και σχετική οικονομική ζημία. Επιπλέον, οι σκελετικές παραμορφώσεις είναι υψηλότερες στον τριπλοειδή σολομό απ'ότι στο διπλοειδή, ανεξαρτήτως της διαιτητικής θεραπείας.

## 6. Διάγνωση και θεραπεία

Η διάγνωση των σκελετικών ανωμαλιών επηρεάζει άμεσα την ενδεχόμενη θεραπεία τους, λόγος για τον οποίον εξετάζονται μαζί. Ουσιαστικά, εφικτή μπορεί να είναι η θεραπεία μόνο όταν πραγματοποιηθεί έγκαιρα η διάγνωση. Ψάρια τα οποία ανιχνεύονται με κάποια σκελετική ανωμαλία σε ώριμο στάδια πριν ή μετά την προσέγγιση του εμπορεύσιμου μεγέθους μπορεί να απομακρυνθούν από την εκτροφή. Από εκεί και έπειτα οι επιλογές που έχει ένας παραγωγός είναι είτε να τα διαθέσει στην αγορά γνωρίζοντας όμως πως η τιμή θα είναι αρκετά χαμηλότερη από τη συνηθισμένη, είτε να τα απορρίψει εφόσον η εμφάνισή τους είναι τέτοια που δε θα τύχουν αποδοχής από το καταναλωτικό κοινό.

Ως εκ τούτου η διάγνωση πρακτικά δεν είναι καθόλου χρήσιμη σε ώριμα άτομα ψαριών, τουλάχιστον στα περισσότερα είδη που εκτρέφονται στην Ελλάδα και την υπόλοιπη Ευρώπη. Σε ότι αφορά τη διάγνωση των σκελετικών ανωμαλιών στα νεαρά ιχθύδια αυτή μπορεί να είναι πρακτικά χρήσιμη και μπορεί να επιτευχθεί με τρεις κυρίως τρόπους. Αυτοί είναι η παρατήρηση με ακτίνες X, ο φθορισμός με τη βοήθεια μικροσκοπίας με σημασμένες χρωστικές (Εικόνα 10) και η τομογραφία σε ηλεκτρονικό υπολογιστή (Ortiz-Delgado et al. 2014). Όταν πραγματοποιηθεί έγκαιρη διάγνωση στα αρχικά αυτά στάδια τότε ο παραγωγός μπορεί να αποφασίσει αν θα πραγματοποιήσει κάποιον τύπο θεραπείας ή θα απορρίψει τα δυσμορφικά άτομα από την παραγωγή. Η απόφαση αυτή εξαρτάται από τον αριθμό και το ποσοστό των δυσμορφικών ατόμων στη δεξαμενή. Στην περίπτωση που το ποσοστό αυτό είναι χαμηλό, τότε είναι συνήθως ευκολότερη υπό την έννοια της διαχείρισης η απομάκρυνση των ατόμων με σκελετικές δυσμορφίες, ενώ σε αντίθετη περίπτωση επιλέγεται η θεραπεία.

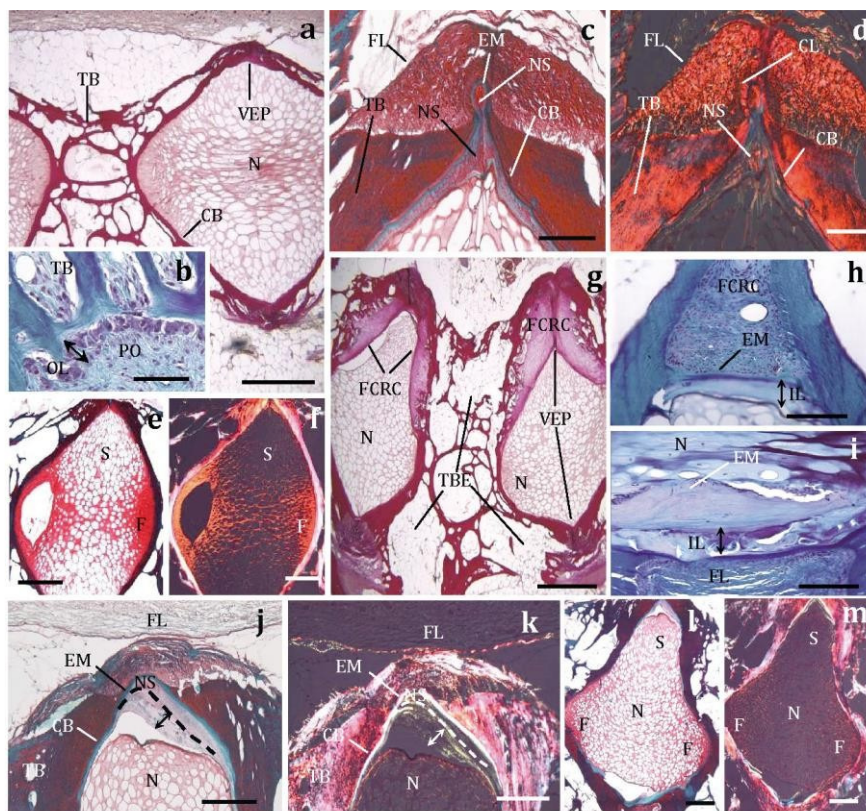
Σε ότι αφορά τη θεραπεία, οι συνηθέστερες μορφές είναι η θεραπεία μέσω της διατροφής χορηγώντας ορισμένες εξωγενείς ουσίες. Σπανιότερα και σε ορισμένα μόνο είδη ιχθύων, η θεραπεία μπορεί να πραγματοποιείται και σε συνδυασμό με τα θερμοκρασιακά επίπεδα του νερού των δεξαμενών.

Κάποια συνηθισμένα πρωτόκολλα θεραπείας με θετικά αποτελέσματα είναι η προσθήκη στο σιτηρέσιο βακτηριακών σειρών με λιποπολυσακχαρίτες, η χορήγηση ενέσιμων φωσφορικών ενώσεων και διάφοροι τύποι εμβολιασμών στο ίδιο το ψάρι (Boglonie et al. 2013, Peruzzi et al. 2018). Αναφορικά με τις μορφές θεραπείας μέσω της θερμοκρασίας του νερού, αυτές στα θαλάσσια είδη αφορούν την αύξηση της θερμοκρασίας του νερού στις χειρσαίες δεξαμενές των νεαρών ιχθυδίων ενώ

κάτι αντίστοιχο δε συμβαίνει στα σολομοειδή, όπου οι χαμηλές θερμοκρασίες είναι απαραίτητες για τη σωστή ανάπτυξη.

Πρέπει να αναφερθεί ωστόσο πως καμία μορφή θεραπείας δεν μπορεί να συγκριθεί με την πρόληψη, η οποία μπορεί να καταστεί εφικτή τηρώντας τους κανονισμούς για την πυκνότητα των ψαριών εντός των δεξαμενών.

**Εικόνα 10. Χρήση φθορίζουσών χρωστικών για την παρατήρηση ανατομικών μερών ιχθυδίων τσιπούρας κάτω από μικροσκόπιο (Φωτογραφία από Ortiz-Delgado et al. 2014)**





## 7. Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, οι σκελετικές παθήσεις στα ψάρια είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό πρόβλημα ειδικά στη χώρα μας όπου η παραγωγή ψαριών ιχθυοκαλλιέργειας αποτελεί ένα από τους βασικότερους εξαγωγικούς κλάδους του πρωτογενή τομέα. Από τις σκελετικές ανωμαλίες συνηθέστερες είναι η κύφωση και η λόρδωση που εντοπίζονται στη σπονδυλική στήλη, ενώ άλλες που παρατηρούνται είναι οι ελλείψεις ορισμένων ακτίνων του ραχιαίου περυγίου όπως το σύνδρομο Saddleback που παρατηρείται συνήθως στο λαβράκι.

Κάποιες από τις παραπάνω σκελετικές ανωμαλίες μπορεί να είναι θανατηφόρες για το ψάρι ειδικά αν είναι βαριάς μορφής, αλλά πιο συχνά επηρεάζουν μόνο την κολυμβητική ικανότητα του ψαριού, την προσληψιμότητα της τροφής και κατ' επέκταση το ρυθμό ανάπτυξης χωρίς να προκαλούν το θάνατο. Εντούτοις, ακόμα και σε αυτήν την τελευταία περίπτωση το πρόβλημα που προκύπτει δεν περιορίζεται μόνο στη μείωση της παραγόμενης ποσότητας μιας εκτροφής και τον αντίστοιχο οικονομικό αντίκτυπο, αλλά μπορεί να είναι και η παντελής απόρριψη των ψαριών από το καταναλωτικό κοινό εξαιτίας της εξωτερικής τους εμφάνισης.

Ως εργαλεία αντιμετώπισης των σκελετικών ανωμαλιών από τους ιχθυοκαλλιεργητές αρχικά είναι η έγκαιρη διάγνωση. Μόνο κατόπιν έγκαιρης διάγνωσης μπορεί να επιτευχθεί θεραπεία και μόνο στο στάδιο των νεαρών ιχθυδίων. Έτσι όταν ανιχνευθούν ώριμα ψάρια με κάποια σκελετική ανωμαλία η μόνη λύση για τον παραγωγό είναι η απομάκρυνση και αν έχει ξεπεράσει το κρίσιμο σημείο εμπορεύσιμου μεγέθους η προώθηση στην αγορά. Τέλος πρέπει να τονισθεί πως οι περισσότερες σκελετικές ανωμαλίες έχουν υψηλό συντελεστή κληρονομησιμότητας, γεγονός που σημαίνει πως όταν παρατηθεί σε μεγάλο ποσοστό η καλύτερη λύση είναι η ανανέωση των γεννητόρων της μονάδας.

## Βιβλιογραφικές πηγές

### Ελληνική βιβλιογραφία

Γκάνιας, Κ. (2015α). Συστήματα παραγωγής και τάσεις στην ευρωπαϊκή και παγκόσμια υδατοκαλλιέργεια. Στο: Βουλτσιάδου, Ε., Αμπατζόπουλος, Θ.Ι., Αντωνοπούλου, Ε., Γκάνιας, Κ., Γκέλης, Σ., Στάικου, Α., Τριανταφυλλίδης, Α. Υδατοκαλλιέργειες, Οργανισμοί, συστήματα παραγωγής, προοπτικές. Ελληνικά Ακαδημαϊκά Συγγράμματα και Βοηθήματα Κάλλιπος

Γκάνιας, Κ. (2015β). Καλλιέργεια ιχθύων: παραδείγματα και εφαρμογές από την ελληνική υδατοκαλλιέργεια. Στο: Βουλτσιάδου, Ε., Αμπατζόπουλος, Θ.Ι., Αντωνοπούλου, Ε., Γκάνιας, Κ., Γκέλης, Σ., Στάικου, Α., Τριανταφυλλίδης, Α. Υδατοκαλλιέργειες, Οργανισμοί, συστήματα παραγωγής, προοπτικές. Ελληνικά Ακαδημαϊκά Συγγράμματα και Βοηθήματα Κάλλιπος

Γλυνάτση Ν. (2008). Επίδραση των διατροφικών επιπέδων βιταμίνης Α στην οστεολογική ανάπτυξη του λαβρακιού, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758). Μεταπτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Βιολογίας, Σχολή Θετικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Πατρών.

Στεργίου, Κ.Ι., Τσίκληρας, Α.Χ. (2015). Αλιευτική βιολογία και αλιεία. Ελληνικά Ακαδημαϊκά Συγγράμματα και Βοηθήματα Κάλλιπος

## Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

Abdel, I., Abellan, E., Lopez-Albors, O., Valdez, P., Nortes, M.J., Garcia-Alcazar, A. (2004) Abnormalities in the juvenile stage of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) reared at different temperatures: types, prevalence and effect on growth. *Aquaculture International* 12, 523–538.

Andrades, J.A., Becerra, J., Fernández-Llebrez, P. (1996). Skeletal deformities in larval, juvenile and adult stages of cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture* 141, 1–11.

Ashley, P. J. (2007). Fish welfare: current issues in aquaculture. *Applied Animal Behaviour Science* 104, 199–235.

Boglione C., Gagliardi F., Scardi M., Cataudella S. (2001) Skeletal descriptors and quality assessment in larvae and post-larvae of wild-caught and hatchery- reared gilthead sea bream (*Sparus aurata* L. 1758). *Aquaculture* 192: 1–22.

Boglione, C., Gisbert, E., Gavaia, P., Witten, P. E., Moren, M., Fontagné, 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(SUPPL.1), 121–167.

Boglione, C., Pulcini, D., Scardi, M., Palamara, E., Russo, T., (2014) Skeletal Anomaly Monitoring in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) Reared under Different Conditions. *PLoS ONE* 9(5)

Chatain, B. (1994). Abnormal swimbladder development and lordosis in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus auratus*). *Aquaculture* 119, 371–379.

Corti, M., Loy, A., Cataudella, S. (1996) Form changes in the sea bass, *Dicentrarchus labrax* (Moronidae:Teleostei), after acclimation to freshwater: an analysis using shape coordinates. *Environmental Biology of Fishes* 47, 165-175.

Costa, C., Vandeputte, M., Antonucci, F., Boglione C., De Verdal, H., Chatainc, B. (2015) Are trunk lateral line anomalies and disoriented scale patterns in European seabass (*Dicentrarchus labrax*) influenced by genetics? *Aquaculture* 448, 38–43

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, 83–95.

Fragkoulis, S., Batargias, C., Kolios, P., & Koumoundouros, G. (2018). Genetic parameters of the upper-jaw abnormalities in Gilthead seabream *Sparus aurata*. *Aquaculture*, 497(July), 226–233.

Haga, Y., Du, S. J., Satoh, S., Kotani, T., Fushimi, H., & Takeuchi, T. (2011). Analysis of the mechanism of skeletal deformity in fish larvae using a vitamin A-induced bone deformity model. *Aquaculture*, 315(1–2), 26–33.

Izquierdo, 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

Koumoundouros, G. (2010) Effect of temperature on the development of skeletal deformities in Gilthead seabream (*Sparus aurata* Linnaeus, 1758). *Aquaculture* 308,13–19.

Lall, S. P., & Lewis-McCrea, L. M. (2007). Role of nutrients in skeletal metabolism and pathology in fish - An overview. *Aquaculture*, 267(1–4), 3–19.

Mazurais, D., Darias, M. J., Gouillou-Coustans, M. F., Le Gall, M. M., Huelvan, C., Desbruyeres, E., Quazuguel, P., Cahu, C., Zambonino-Infante, J. L. (2008) Dietary vitamin mix levels influence the ossification process in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 294, R520–R527.

Ortiz-Delgado, J. B., Fernández, I., Sarasquete, C., & Gisbert, E. (2014). Normal and histopathological organization of the opercular bone and vertebrae in gilthead sea bream *Sparus aurata*. *Aquatic Biology*, 21(1), 67–84.

Peruzzi, S., Puvanendran, V., Riesen, G., Seim, R.R., Hagen, Ø, MartõÁñez-Llorens, S., (2018) Growth and development of skeletal anomalies in diploid and triploid Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed phosphorus-rich diets with fish meal and hydrolyzed fish protein. *PLoS ONE* 13(3): e0194340

Saddler, J., Pankhurst, P.M., King, H.R., (2001). High prevalence of skeletal deformity and reduced gill surface area in triploid Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture* 198, 369–386

Sfakianakis, D.G., Koumoundouros, G., Divanach, P., Kentouri, M., (2004) Osteological development of the vertebral column and of the fins in *Pagellus erythrinus*, (L. 1758) Temperature effect on the developmental plasticity and morpho-anatomical abnormalities. *Aquaculture* 232, 407–424.

Sire, J.-Y. & Huysseune, A. (2003) Formation of dermal skeletal and dental tissues in fish: a comparative and evolutionary approach. *Biological Reviews* 78, 219–249.

Thuong, N. P., Verstraeten, B., Kegel, B. D., Christiaens, J., Wolf, T. D., Sorgeloos, P., Adriaens, D. (2017) Ontogenesis of opercular deformities in gilthead sea bream *Sparus aurata*: a histological description. *Journal of Fish Biology*, 91(5), 1419–1434.

Westernhagen, H., Dethlefsen, V., Cameron, P., Berg, J., Furstenberg, G. (1988) Developmental defect in pelagic fish embryos from the western Baltic. *Helgolander Meeresunters* 42, 181–184.