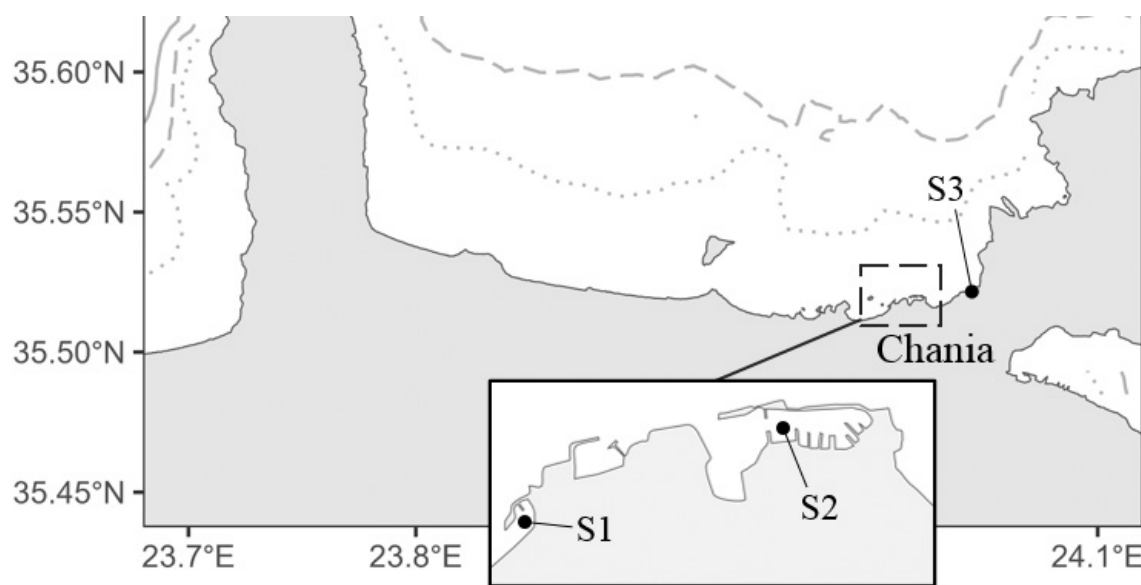


Περίληψη

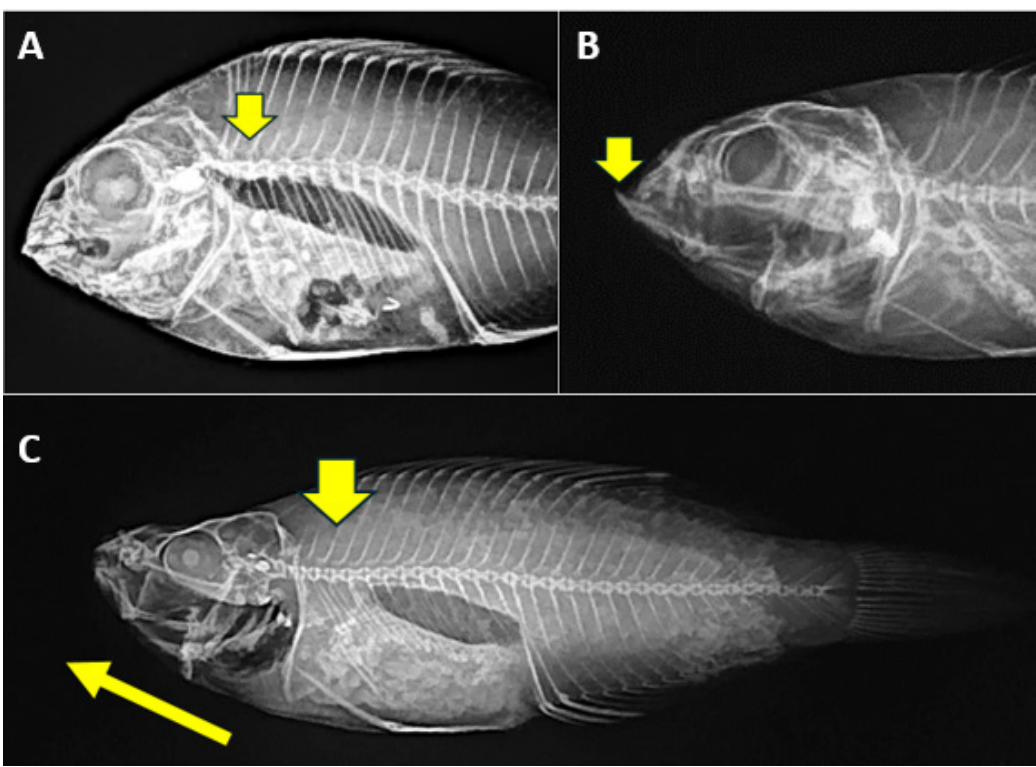
Οι σκελετικές παραμορφώσεις στα ψάρια που προέρχονται από άγριους πληθυσμούς είναι σχετικά σπάνιες, κυρίως λόγω της δράσης της φυσικής επιλογής. Η παρουσία παραμορφώσεων στους φυσικούς πληθυσμούς είναι κυρίως αποτέλεσμα δυσμενών περιβαλλοντικών συνθηκών και ρύπανσης. Για αυτό οι αυξημένες συχνότητες παραμορφωμένων ατόμων στους πληθυσμούς εγείρουν ανησυχίες μεταξύ των ερευνητών σχετικά με την κατάσταση του περιβάλλοντος. Στην παρούσα εργασία επιχειρείται ο προσδιορισμός της συχνότητας της παρουσίας και της σχετικής αναλογίας των τύπων των παραμορφώσεων σε επτά είδη ψαριών, από τρία λιμάνια του Κόλπου των Χανίων για να προσδιοριστεί η τυπικότητα του φαινομένου. Επιπλέον, συγκρίναμε είδη που αναπαράγονται εντός και εκτός των λιμανιών για να προσδιορίσουμε το πού εντοπίζονται οι παράγοντες που προκαλούν τις παραμορφώσεις και αν το πρότυπο της αναπαραγωγής επηρεάζει τη συχνότητα εμφάνισής τους.

Εισαγωγή

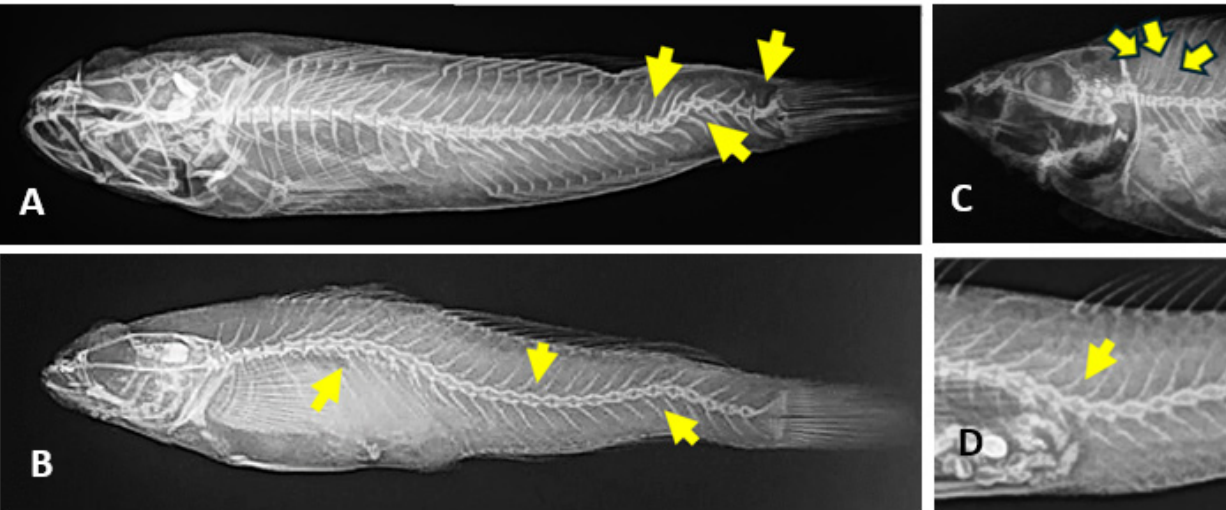
Οι σκελετικές δυσπλασίες στα ψάρια εμφανίζονται κατά τη διάρκεια των πρώιμων αναπτυξιακών σταδίων και μπορούν να επηρεάσουν οστά από όλο το σώμα του ψαριού. Στη φύση η δημιουργία των σκελετικών παραμορφώσεων οφείλεται σε μεταβολές στους φυσικοχημικούς παράγοντες του νερού καθώς και στη ρύπανση. Οι Chatzakis et al. (2024) εντόπισαν εννιά τύπους παραμορφώσεων σε δέκα είδη ψαριών στον Κόλπο των Χανίων. Επειδή οι υψηλότερες συχνότητες παραμορφώσεων εντοπίστηκαν σε ένα λιμανάκι, οι υποθέσεις που προέκυψαν ήταν ότι είτε υπάρχει κάποιος τοπικά δρων παράγοντας που προκαλεί αυτά τα αυξημένα ποσοστά, είτε ότι το συγκεκριμένο λιμανάκι λειτουργεί σαν καταφύγιο για τα παραμορφωμένα ψάρια. Για τον έλεγχο αυτών των υποθέσεων, τα είδη που μελετήσαμε ομαδοποιήθηκαν σε δύο κατηγορίες: σε αυτά που αναπαράγονται με βενθικά αυγά εντός των λιμανιών και σε αυτά που αναπαράγονται με πελαγικά αυγά στην ανοικτή θάλασσα. Η διάκριση είναι σημαντική καθώς η τοποθεσία που λαμβάνουν χωρά τα πρώιμα αναπτυξιακά στάδια είναι καθοριστικής σημασίας στη δημιουργία ή μη των παραμορφώσεων.



Εικόνα 2.1. Περιοχές δειγματοληψίας της εργασίας. S1: Λιμανάκι Νέας Χώρας. S2: Παλιό Λιμάνι Χανίων. S3: Λιμανάκι Αγίας Κυριακής.



Εικόνα 2.2. Α) άτομο *Diplodus sargus* με προαιματική λόρδωση, Β) άτομο *Thalassoma pavo* με βράχυνση άνω γνάθου C) άτομο *Symphodus ocellatus* με stargazer



Εικόνα 2.3. Α) άτομο *Gobius niger* με κυφωσκολιολόρδωση, Β) άτομο *Gobius incognitus* με Κυφωλόρδωση, C) άτομο *Symphodus ocellatus* με διπλασιασμό νευρικών ακτινών, D) *Gobius niger* με αιματική λόρδωση

Υλικά και Μέθοδοι

Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν με δυο δειγματοληπτικές μεθόδους: α) με δολωμένες ιχθυοπαγίδες και β) με καλάμι ψαρέματος.

Για τις δειγματοληψίες με καλάμι στα διάφορα σημεία χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά μεγέθη και τύποι καλαμιών προκειμένου να επιτευχθεί μεγίστη αποτελεσματικότητα. Στο τέλος της κάθε δειγματοληψίας τα ψάρια τοποθετούνταν σε πλάκες με τη δεξιά ή την αριστερή τους πλευρά και στη συνέχεια καταψύχονταν σε οικιακό καταψύκτη (-20°C).

Η διάγνωση των δυσπλασιών έγινε με ακτινογραφίες καθώς και με οπτική παρατήρηση.

Αποτελέσματα

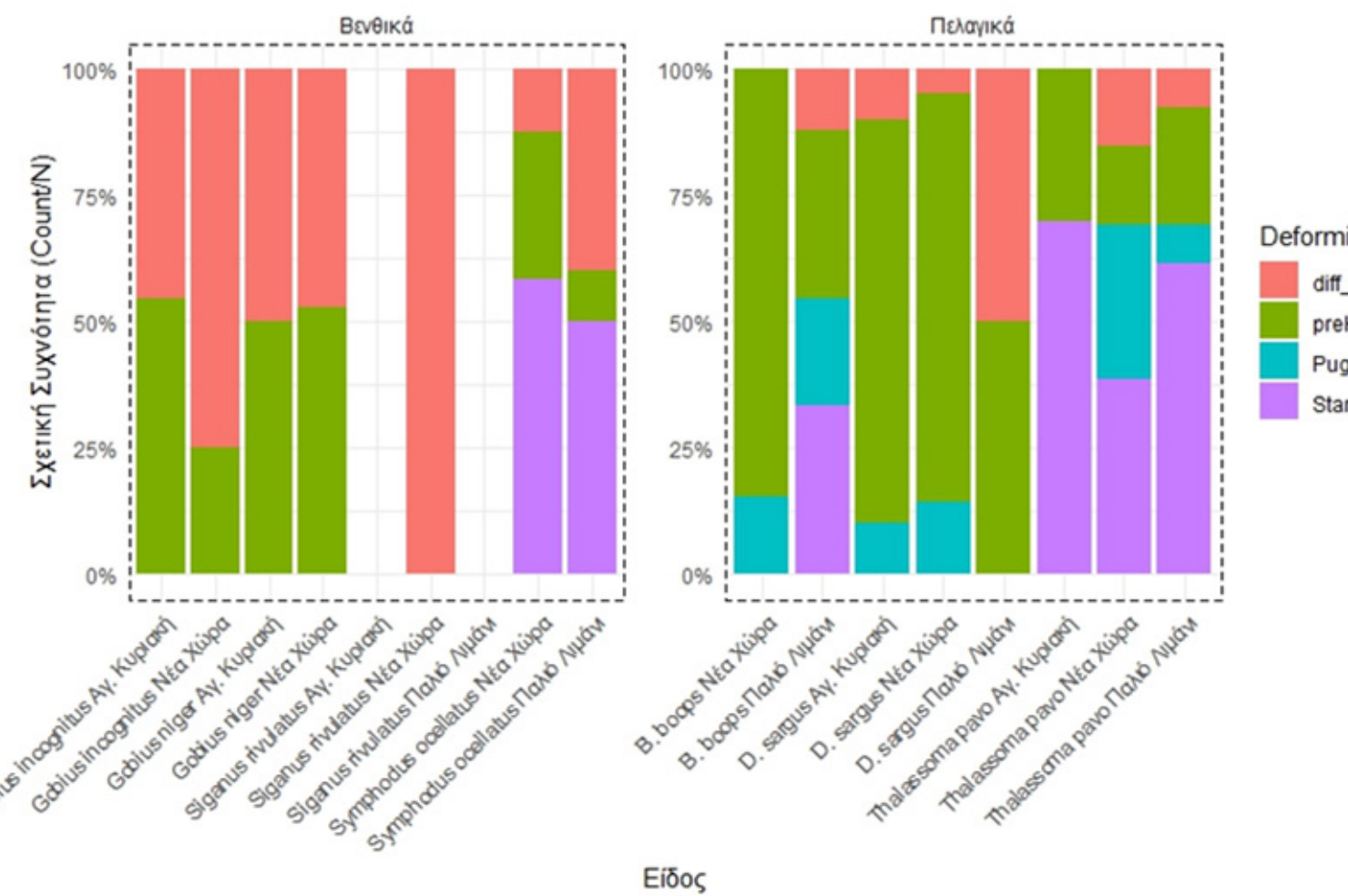
Τα είδη *S. ocellatus* και *S. rivulatus* είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σχέση με όλα τα υπόλοιπα είδη. Εδώ μετρήθηκε η συνολική απόκριση των παραμορφώσεων στο είδος ανεξαρτήτως περιοχών.

Οι τύποι των παραμορφώσεων χωρίστηκαν στις κατηγορίες: προαιματική λόρδωση, βράχυνση άνω γνάθου, stargazer (Εικόνα 2.2) και λοιπές παραμορφώσεις (Εικόνα 2.3) για την ευκολότερη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων.

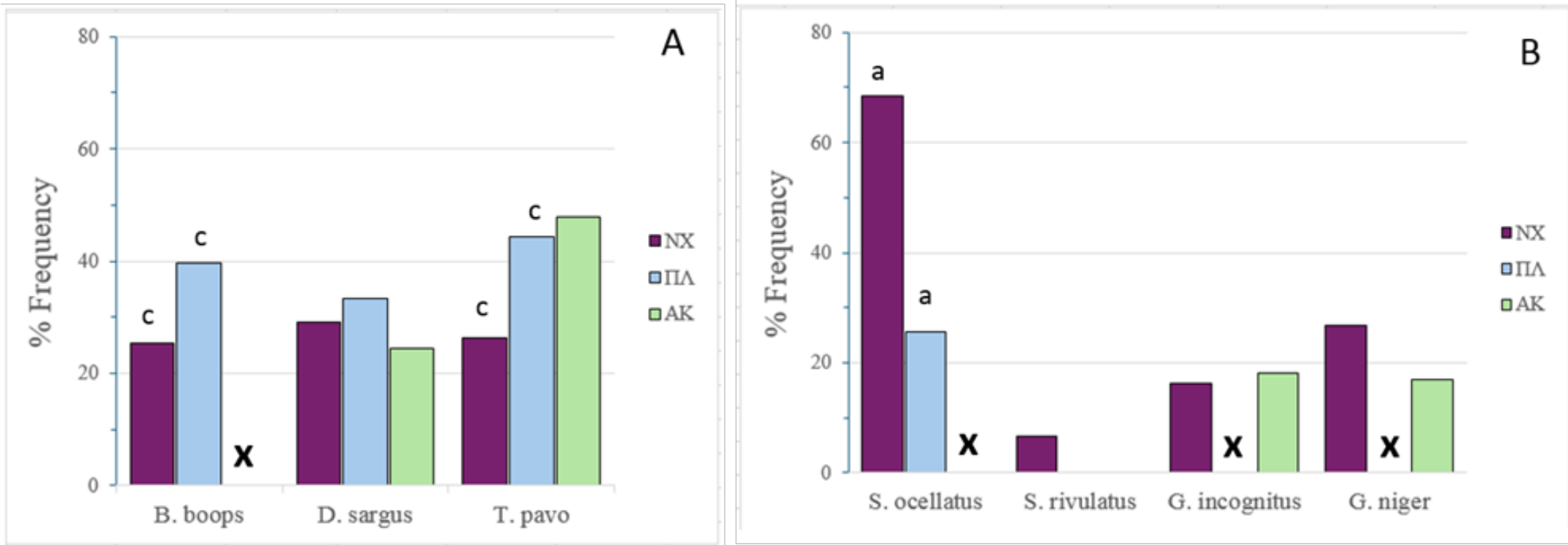
Η σχετική αναλογία των τύπων των παραμορφώσεων παρουσίασε σημαντική ποσοστιαία διαφοροποίηση μεταξύ των περιοχών στα είδη *B. boops*, *T. pavo* και *S. ocellatus* αλλά και μεταξύ ομάδων «Πελαγικά αυγά» και «Βενθικά αυγά» (Εικόνα 3.1).

Σημαντική διαφοροποίηση ως προς τα συνολικά ποσοστά των παραμορφώσεων παρατηρήθηκε μεταξύ των περιοχών S1 και S2 για τα είδη: *B. boops*, *T. pavo* και *S. ocellatus* (Εικόνα 3.2).

Μη σημαντική διαφοροποίηση παρατηρήθηκε ως προς τα συνολικά ποσοστά των παραμορφώσεων μεταξύ των περιοχών σε επίπεδο ομάδων «Πελαγικά αυγά» και «Βενθικά αυγά»



Εικόνα 3.1. Κατανομή των τύπων παραμορφώσεων μεταξύ των ειδών στις περιοχές μελέτης, diff_vert: κατηγορία «Λοιπές Παραμορφώσεις», preH_Jordosis: προαιματική λόρδωση, Pughead: βράχυνση άνω γνάθου, Star_gazer: παραμόρφωση Stargazer. Στις κενές στήλες έχουμε απουσία παραμορφώσεων σε ένα επαρκές δείγμα.



Εικόνα 3.2. Συνολική συχνότητα παραμορφώσεων στα εξετασθέντα είδη και περιοχές δειγματοληψίας. (Α) η ομάδα ψαριών που γεννούν πελαγικά αυγά, (Β) ομάδα ψαριών που γεννούν βενθικά αυγά. Όπου Χ έχουμε έλλειψη επαρκούς δείγματος, όπου η στήλη είναι κενή έχουμε μη ύπαρξη παραμορφώσεων σε ένα επαρκές δείγμα, τα γράμματα a-c υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των περιοχών (G-test, p<0,05)

Συζήτηση

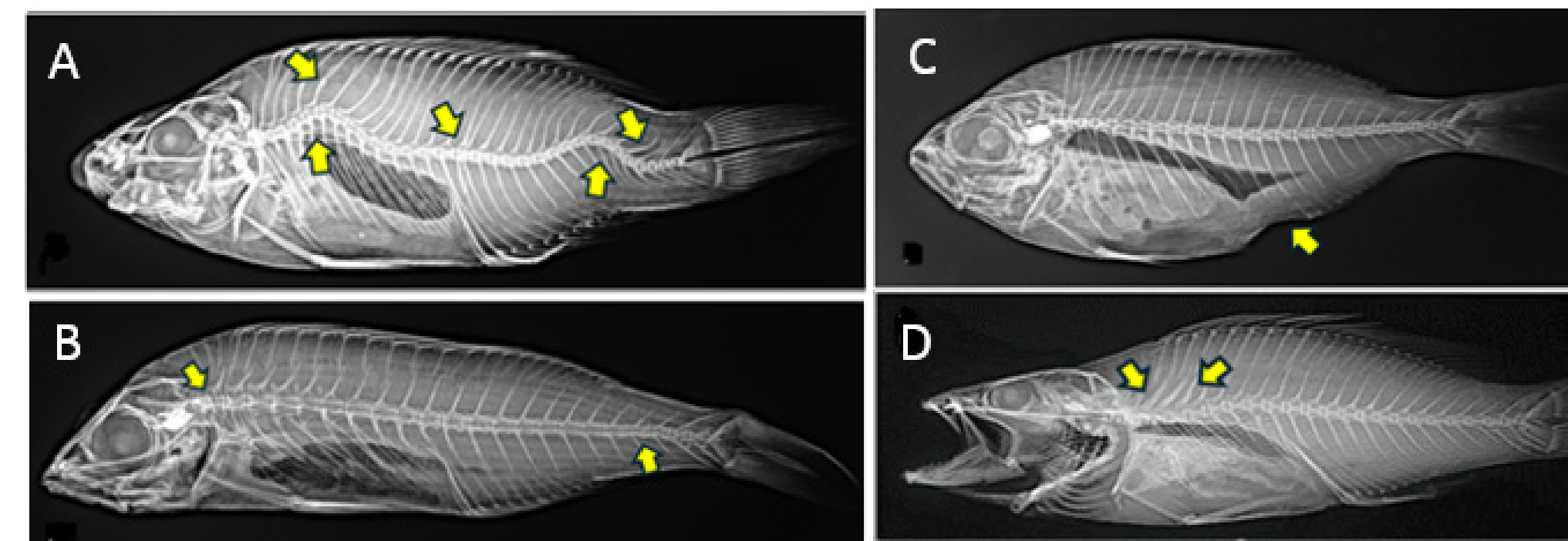
Το είδος *S. rivulatus* παρουσίασε σημαντικά χαμηλότερα ποσοστά σε σχέση με όλα τα είδη και στις τρεις περιοχές, κάτι που μπορεί να υποδηλώνει πολύ αυξημένη φυσική επιλογή ή ανθεκτικότητα στη δημιουργία παραμορφώσεων λόγω της παρουσίας ανθεκτικών γονοτύπων.

Το είδος *S. ocellatus* παρουσίασε στο σημείο S1 σημαντικά υψηλότερα ποσοστά σε σχέση με τα άλλα είδη και σε σχέση με το S2, το οποίο ίσως είναι αποτέλεσμα επίδρασης κάποιας διαταραχής ή κάποιου ρύπου για τον οποίο το είδος παρουσίασε αυξημένη ευαισθησία.

Επίσης εντοπίστηκαν παραμορφώσεις σε άλλα έξι είδη (Εικόνα 4).

Συμπεράσματα

Τα είδη προέρχονταν και από τις δυο ομάδες (βενθικά και πελαγικά αυγά). Οι διαφορές μεταξύ των δυσμορφιών ήταν ειδοειδικές, τόσο στο επίπεδο της σχετικής αναλογίας των τύπων, όσο και μεταξύ των γενικών ποσοστών των παραμορφώσεων. Τα *S. ocellatus* και το *S. rivulatus* έχουν τις μεγαλύτερες αποκλίσεις στη γενική απόκριση των παραμορφώσεων.



Εικόνα 4.Α) *Symphodus tinca* άτομο με επαναλαμβανομένη κυφωλόρδωση, σύντηξη σπονδύλων και υπεροστέωση, Β) *Spicara flexuosa* με κύφωση και παραμόρφωση αιματικών σπονδύλων, C) *Oblada melanura* μερική έλλειψη εδρικού πτερυγίου, D) *Serranus scriba* προαιματική λόρδωση και παραμόρφωση νευρικών ακτινών

Αναφορές

1. Alos, J., Alonso-FerAntolović, N., Kozul, V., Safner, R., Glavić, N., & Bolotin, J. (2010). Embryonic and yolk-sac larval development of saddled bream, *Oblada melanura* (Sparidae). *Cybiolum* 34, 381–386. nández, A., Catalán, I.A., Palmer, M., Lowerre-Barbieri, S. (2013). Reproductive output traits of the simultaneous hermaphrodite *Serranus scriba* in the western Mediterranean. *Scientia Marina* 77, 331–340
2. Authman, M.M.N., Zaki, M.S., Khallaf, E.A., Abbas, H.H. (2015). Use of fish as bio-indicator of the effects of heavy metals pollution. *Journal of Aquaculture Research & Development J Aquaculture Research and Development* (2015, 6: issue 4):328
3. Boglione, C., Costa, C., Giganti, M., Cecchetti, M., Dato, P. D., Scardi, M., & Cataudella, S. (2006). Biological monitoring of wild thicklip grey mullet (*Chelon labrosus*), golden grey mullet (*Liza aurata*), thinlip mullet (*Liza ramada*) and flathead mullet (*Mugil cephalus*) (Pisces: Mugilidae) from different Adriatic sites: Meristic counts and skeletal anomalies. *Ecological Indicators* 6, 712–732.
4. Boglione, C., Gisbert, E., Gavaia, P., Witten, P. E., Moren, M., Fontana, S., Koumoundouros, G. Skeletal anomalies in reared European fish larvae and juveniles. Part 2: main typologies, occurrences and causative factors. *Reviews in Aquaculture* (2013) 5 (Suppl. 1), S121–S167
5. Cetim, H., Yapo, S., & Yimaz, Ö. (2022). Lateral line and caudal fin anomalies in common sole (*Solea solea* Linnaeus, 1758) from southern Aegean Sea. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 39(2):165–169
6. Chengyong He, Zhenghong Zuo, Xiao Shi, Ruixia Li, Donglei Chen, Xin Huang, Yixin Chen, Chonggang Wang (2011) Effects of benzo(a)pyrene on the skeletal development of *Sebastes marmoratus* embryos and the molecular mechanism involved, *Aquatic Toxicology* Volume 101, Issue 2, 2011, Pages 335–341
7. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 39(2), 165–169.
8. Fjellidal, P. G., Madaro, A., Hvas, M., Stien, L. H., Oppedal, F., & Fraser, T. W. (2021). Skeletal deformities in wild and farmed cleaner fish species used in Atlantic salmon *Salmo salar* aquaculture. *Journal of Fish Biology*, 98, 1049–1058.
9. Georgiadis, M., Mavriki, N., Koutsikopoulos, C., & Tzanatos, E. (2014). Spatio-temporal dynamics and management implications of the nightly appearance of Boops boops (Acanthopterygii, Perciformes) juvenile shoals in the anthropogenically modified Mediterranean littoral zone. *Hydrobiologia*, 734, 81–96.
10. Jawad L.A., Akçöl Ö. and Aydın İ. 2018. The first record of caudal fin deformity in the European conger, *Conger conger* (Linnaeus, 1758) (Pisces: Anguilliformes) collected from Northern Aegean Sea (Göndarlı Bay, Turkey). *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*, 34: 159–164.
11. Jawad L.A., Murat C. and Ates Ç. 2014. Occurrence of scoliosis, pugheadness and disappearance of pelvic fin in three marine fish species from Turkey. *International Journal of Marine Science*, 7: 275–283.
12. Jawad, L. A., & Akçöl, Ö. (2023). Skeletal abnormalities in a *Sphyrna sphyrna* (Linnaeus, 1758) and a *Trachinus radiatus* Cuvier, 1829 collected from the north-eastern Aegean Sea, Izmir, Turkey. *Annales: Series Historia Naturalis*, 33(1), 75–88.
13. Koumoundouros, G. (2010). Morpho-anatomical abnormalities in Mediterranean marine aquaculture. *Recent Advances in Aquaculture Research*, 661, 125–148. ISBN: 978-81-7895-483-7
14. Prevalence and typology of skeletal abnormalities in fishes of the Eastern Mediterranean, *Journal of Fish Diseases* 47(1):e13992