



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικόν και Καποδιστριακόν  
Πανεπιστήμιον Αθηνών  
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

**Διδρυματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
«Ωκεανογραφία και Διαχείριση Θαλασσίου Περιβάλλοντος»**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**Κατανομή και αφθονία λεσσεψιανών μεταναστών στην  
περιοχή της Ρόδου**

υπό

**Σηφάκης Παναγιώτης**

**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:** Μεγαλοφώνου Περσεφόνη

Διπλωματική Εργασία υποβληθείσα στο Τμήμα Βιολογίας του Εθνικού και Καποδιστριακού  
Πανεπιστημίου Αθηνών ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση Μεταπτυχιακού  
Διπλώματος Ειδίκευσης στη Βιολογική Ωκεανογραφία

**Αθήνα, Απρίλιος 2023**



Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**Κατανομή και αφθονία λεσσεψιανών μεταναστών στην  
περιοχή της Ρόδου**

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:**

- Μεγαλοφώνου Περσεφόνη, Καθηγήτρια Ιχθυολογίας, Τμήμα Βιολογίας, ΕΚΠΑ
- Λευκαδίτου Ευγενία, Ερευνήτρια ΕΛΚΕΘΕ
- Δαμαλάς Δημήτριος, Ερευνητής ΕΛΚΕΘΕ

## *Ευχαριστίες*

Το πειραματικό κομμάτι της παρούσας πτυχιακής πραγματοποιήθηκε σε διάφορες παραλίες - σταθμούς στο νησί της Ρόδου και χρειάστηκε η βοήθεια δυτών με ειδική εκπαίδευση. Για το λόγο αυτό, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Λέων Καλλιγά και τον Μιχέλη Μάρτιν για την πολύτιμη βοήθεια τους ως καταδυτικά ζευγάρια.

Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον πατέρα μου Σηφάκη Γεώργιο για την παροχή του εργαστηριακού χώρου που χρειάστηκε για τις μετρήσεις και την αποθήκευση των δειγμάτων πριν την αποστολή τους στο εργαστήριο Ιχθυολογίας του Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην κα Μεγαλοφώνου Περσεφόνη, Καθηγήτρια ιχθυολογίας, για την αμέριστη βοήθεια, τη συμπαράσταση, την καθοδήγηση και τις ευκαιρίες που απλόχερα μου πρόσφερε ως επιβλέπουσα της πτυχιακής μου διατριβής αλλά και καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Για την πολύτιμη βοήθεια της στο κομμάτι του εργαστηρίου θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την Κωστούλα Κατερίνα, μεταπτυχιακή φοιτήτρια του τμήματος Ωκεανογραφίας.

Τέλος, δεν θα μπορούσα βέβαια να παραβλέψω την πολύτιμη βοήθεια του κεντρικού λιμεναρχείου της Ρόδου καθώς με την άδεια που μου παραχωρήθηκε για την συλλογή των δειγμάτων κατά την περίοδο της πανδημίας, κατάφερα να φέρω εις πέρας το πειραματικό κομμάτι της παρούσας εργασίας.

## Περιεχόμενα

<i>Ευχαριστίες</i> .....	3
<b>Περίληψη</b> .....	7
<b>Abstract</b> .....	8
<b>1. Εισαγωγή</b> .....	9
<b>1.1 Μεσόγειος Θάλασσα</b> .....	9
<b>1.2 Αιγαίο πέλαγος</b> .....	9
<b>1.3 Νήσος Ρόδος</b> .....	10
<b>1.4 Είσοδος ξενικών ειδών στη Μεσόγειο Θάλασσα</b> .....	12
<b>1.5 Ξενικά είδη στη Μεσόγειο Θάλασσα και τη Ρόδο</b> .....	14
<b>1.6 Αποτελέσματα της εισβολής ξενικών ειδών</b> .....	16
<b>1.7 Λεοντόπαρο <i>Pterois miles</i></b> .....	18
1.7.1 Ταξινόμηση.....	19
1.7.2 Αναπαραγωγή .....	20
1.7.3 Τοξίνες και δηλητήριο .....	21
1.7.4 Διατροφή.....	22
1.7.5 Θηρευτές.....	23
1.7.6 Καταγραφές στη Μεσόγειο Θάλασσα .....	24
<b>1.8 Σκοπός</b> .....	25
<b>2. Υλικά και μέθοδοι</b> .....	27
<b>2.1 Εξοπλισμός</b> .....	27
<b>2.2 Τοποθεσίες δειγματοληψίας</b> .....	29
<b>2.3 Δειγματοληψία με ελεύθερη κατάδυση</b> .....	31
<b>2.4 Δειγματοληψία με αυτόνομη κατάδυση</b> .....	32
<b>2.5 Παρατήρηση δειγμάτων και λήψη φωτογραφιών</b> .....	33
2.5.1 Ελεύθερη κατάδυση.....	34
2.5.2 Αυτόνομη κατάδυση .....	35

<b>2.6</b>	<b>Μορφομετρικές μετρήσεις.....</b>	<b>35</b>
2.6.1	Ολικό βάρος.....	38
2.6.2	Μεσουραίο και ολικό μήκος.....	39
2.6.3	Μέγιστο ύψος σώματος και μήκος κεφαλής .....	40
2.6.4	Διάμετρος ματιού και μήκος θωρακικού πτερυγίου.....	41
2.6.5	Μήκος βάσης εδρικού και ραχιαίου πτερυγίου .....	42
2.6.6	Ύψος ραχιαίου και εδρικού πτερυγίου .....	42
2.6.7	Απόσταση ρύγχους μέχρι ραχιαίο, εδρικό και κοιλιακό πτερύγιο .....	43
2.6.8	Αριθμός ακτίνων ραχιαίου, εδρικού, θωρακικού και κοιλιακού πτερυγίου.....	43
2.6.9	Ανατομή - Μέτρηση βάρους γονάδων, ήπατος, στόμαχου και λίπους .....	43
2.6.10	Γεννητική ωριμότητα γονάδων, γοναδοσωματικός δείκτης και φύλο .....	44
2.6.11	Μέτρηση καθαρού βάρους και αποθήκευση βραγχίων.....	46
2.6.12	Ολοκλήρωση διαδικασίας μετρήσεων.....	47
<b>2.7</b>	<b>Διερεύνηση της διατροφής των ιχθύων <i>Pterois miles</i>.....</b>	<b>48</b>
<b>2.8</b>	<b>Μικροσκοπικές παρατηρήσεις και καταγραφή των μικροπλαστικών.....</b>	<b>49</b>
<b>2.9</b>	<b>Στατιστική ανάλυση.....</b>	<b>51</b>
<b>3.</b>	<b>Αποτελέσματα .....</b>	<b>52</b>
<b>3.1</b>	<b>Αποτελέσματα δειγματοληψιών.....</b>	<b>52</b>
<b>3.2</b>	<b>Σύγκριση παραμέτρων μεταξύ ελεύθερης και αυτόνομης κατάδυσης για δειγματοληψία .....</b>	<b>58</b>
<b>3.3</b>	<b>Αποτελέσματα παρατηρήσεων .....</b>	<b>60</b>
<b>3.4</b>	<b>Σύγκριση παραμέτρων μεταξύ ελεύθερης και αυτόνομης κατάδυσης για παρατήρηση .....</b>	<b>63</b>
<b>3.5</b>	<b>Σύγκριση παραμέτρων μεταξύ δειγματοληψιών και παρατηρήσεων .....</b>	<b>66</b>
<b>3.6</b>	<b>Σύγκριση μορφομετρικών μετρήσεων μεταξύ αρσενικών και θηλυκών ατόμων.....</b>	<b>69</b>
<b>3.7</b>	<b>Σύγκριση των βιομετρικών στοιχείων Στάδιο γεννητικής ωριμότητας και Γοναδοσωματικός δείκτης μεταξύ αρσενικών και θηλυκών ατόμων.....</b>	<b>72</b>

<b>3.8</b>	<b>Αποτελέσματα στομαχικού περιεχομένου .....</b>	<b>74</b>
<b>3.9</b>	<b>Μικροπλαστικά στο στομαχικό περιεχόμενο .....</b>	<b>77</b>
<b>4.</b>	<b>Συζήτηση .....</b>	<b>79</b>
<b>5.</b>	<b>Συμπεράσματα .....</b>	<b>87</b>
	<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>89</b>
	<b>Παράρτημα .....</b>	<b>95</b>

## Περίληψη

Μέχρι πρόσφατα μετρούσαν λίγες σχετικά αναφορές του λεοντόψαρου *Pterois miles* στη Μεσόγειο Θάλασσα και ο βαθμός επιτυχίας της εισβολής του συγκριτικά με την εντόπιση του σε γηγενή ύδατα του δυτικού Ατλαντικού θεωρούνταν αμφίβολος. Όντας καταγεγραμμένο είδος της θαλάσσιας πανίδας της Ρόδου εδώ και μια δεκαετία σχεδόν αλλά με τα στοιχεία της κατανομής του και των σωματομετρικών και μεριστικών του χαρακτηριστικών να παραμένουν ελλιπή, στόχος της παρούσας μελέτης ήταν η καταγραφή του είδους σε 21 περιοχές των ακτών της Ρόδου με σκοπό να προσδιοριστεί η αφθονία του και η ανάπτυξη του. Για την διεξαγωγή της πραγματοποιήθηκαν ελεύθερες και αυτόνομες καταδύσεις στις οποίες είτε παρατηρήθηκαν λεοντόψαρα *Pterois miles* προκειμένου να εκτιμηθεί το μέγεθος του πληθυσμού, είτε συλλέχθηκαν και κατόπιν υποβλήθηκαν σε ανατομή ώστε να καταγραφούν εξωτερικά και βιολογικά χαρακτηριστικά.

Συνολικά, προέκυψε ο εντοπισμός 101 ατόμων (δειγματοληψίες: 54, παρατηρήσεις: 47) γεγονός που επιβεβαίωσε την ταχεία και επιτυχημένη εγκατάσταση του είδους στις ελληνικές ακτές. Στην ανάλυση των δεδομένων συμμετείχαν 19 αρσενικά και 35 θηλυκά λεοντόψαρα μήκους  $23,96 \pm 5,54$  cm, ύψους  $6,99 \pm 1,99$  cm και βάρους  $232,27 \pm 157,58$  gr, με τις μόνες φυλετικές διαφορές να αφορούν την διάμετρο του οφθαλμού, το βάρος των γονάδων και την τιμή του γοναδοσωματικού δείκτη. Τα χαρακτηριστικά αυτά βρέθηκαν σημαντικά μεγαλύτερα στα θηλυκά άτομα, ενώ κοινό συμπέρασμα των δύο φύλων ήταν η διαβίωση σε βραχώδη ενδιαιτήματα με βάθος πυθμένα μεγαλύτερο των 10 μέτρων και η ευκαιριακή τους διατροφή απαρτιζόμενη κυρίως από μικρά μεγέθους ιχθύες και καρκινοειδή.

## **Abstract**

Until now, few sightings of the alien lionfish *Pterois miles* have been reported in the Mediterranean Sea, and its invasion success rate was questionable compared to its occurrence in native waters of the western Atlantic. Although a recorded species of the marine fauna of Rhodes for almost a decade, there is a lack of data regarding distribution, and somatometric and meristic characteristics of *Pterois miles*. Thus, the aim of the present study was to investigate 21 aquatic areas of Rhodes in order to provide information about the abundance and growth of the species. To conduct it, free or SCUBA diving was carried out for either estimation of the population size through lionfish observation, or recording of both external and biological features through sample collection.

In total, 101 individuals were detected (sampling: 54, observations: 47) confirming its rapid and successful establishment on the Greek coast. In the data analysis, 19 male and 35 female lionfish with a length of  $23.96 \pm 5.54$  cm, height of  $6.99 \pm 1.99$  cm and weight of  $232.27 \pm 157.58$  gr participated. The sexes were found to differ concerning the eye diameter, the gonads weight and the value of the gonadosomatic index, all three characteristics being significantly greater in female individuals. However, the living of *Pterois miles* sp. in rocky habitats with a bottom depth greater than 10 meters and its opportunistic diet consisting mainly of small fish and shrimps were sex-independent.



# 1. Εισαγωγή

## 1.1 Μεσόγειος Θάλασσα

Η Μεσόγειος Θάλασσα παρότι καλύπτει μόνο ένα μικρό ποσοστό της επιφάνειας των ωκεανών της τάξεως του 0,82% παρουσιάζει πολύ υψηλή βιοποικιλότητα φιλοξενώντας περίπου το 8% των αναγνωρισμένων ειδών (Bianchi & Morri, 2000; Pancucci *et al.*, 2012). Στη βιβλιογραφία χαρακτηρίζεται ως ένα από τα αρκετά ολιγοτροφικά παράκτια οικοσυστήματα, εντούτοις αποτελεί ενδιαίτημα για πλήθος διαφορετικών ειδών (Michailidis *et al.*, 2019).

Η βιοποικιλότητα της ανατολικής Μεσογείου είναι μικρότερη αυτής της δυτικής που παραμένει ένα οικοσύστημα σταθερό ως προς τις μεταβολές των διαφόρων περιβαλλοντικών παραγόντων και συνεπώς ικανό να φιλοξενήσει περισσότερα είδη και μεγαλύτερο αριθμό ατόμων (Pancucci *et al.*, 2012). Ο βασικότερος λόγος αυτής της διαφοροποίησης μεταξύ ανατολικής και δυτικής Μεσογείου έγκειται στις υδρογεωλογικές αλλαγές που συνέβησαν ανάμεσα σε Μεσόγειο και Μαύρη Θάλασσα περίπου 7-9 χιλιάδες χρόνια πριν εξαιτίας του σχηματισμού του λεγόμενου «σαπροπηλίου». Μακροπρόθεσμο αποτέλεσμα ήταν να αφανιστούν πάρα πολλά είδη και να αλλάξει ριζικά η μορφή του ενδιαιτήματος (Rohling & Hilgen, 1991; Pancucci *et al.*, 2012).

Γενικά, η μεγάλη ποικιλομορφία των υπό μέρους ενδιαιτημάτων και η γεωγραφική θέση του καθενός καθιστούν τη Μεσόγειο Θάλασσα ένα οικοσύστημα με εύκρατο κλίμα, ιδανικό να φιλοξενήσει είδη που φυσιολογικά εμφανίζονται τόσο σε εύκρατες όσο και σε υποτροπικές περιοχές (Mazzali *et al.*, 2013).

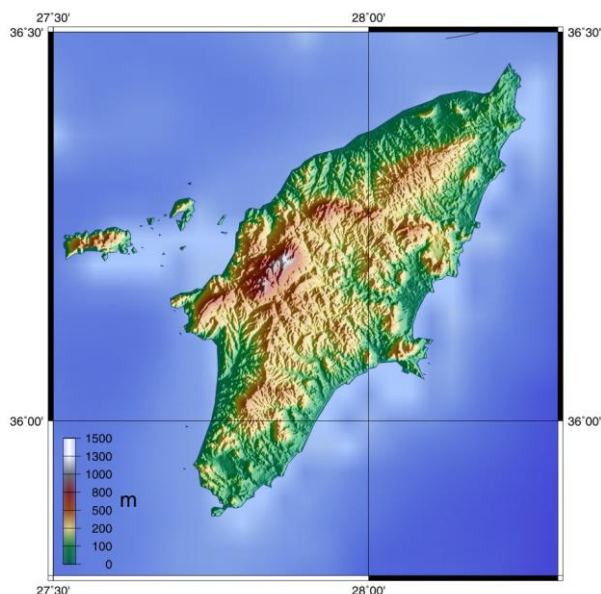
## 1.2 Αιγαίο πέλαγος

Η πολυπλοκότητα και η ποικιλία των μορφολογικών χαρακτηριστικών, η βαθυμετρία και τα κλιματικά χαρακτηριστικά του Αιγαίου πελάγους, το καθιστούν πεδίο εξαιρετού ενδιαφέροντος για παρακολούθηση της εισβολής και της εξάπλωσης ξενικών ειδών. Το νοτιοανατολικό Αιγαίο αποτελεί σταυροδρόμι για τα αλλόχθονα είδη μεταξύ της ανατολικής και της δυτικής Μεσογείου. Η εισαγωγή και εγκατάσταση ξενικών ειδών όλο και αυξάνεται. Αρκετά είδη περνάνε συνεχώς από τη

διώρυγα του Σουέζ που ενώνει την Μεσόγειο με την Ερυθρά Θάλασσα, η διάνοιξη της οποίας έγινε το 1869, και συχνά αναφέρονται ως ‘λεσεψιανοί’ μετανάστες και φέροντας το όνομα του Γάλλου μηχανικού Ferdinand Marie de Lesseps που την κατασκεύασε (Golani *et al.*, 2002; 2006). Η συγκεκριμένη διώρυγα ενώνει δύο διαφορετικές πανίδες, αυτή του Ινδικού και δυτικού Ειρηνικού ωκεανού με αυτή της Μεσογείου (Galil and Zenetos, 2002). Παρόλο που η διώρυγα του Σουέζ επιτρέπει αμφίδρομη διέλευση οργανισμών, πολύ περισσότερα είδη που βρίσκονται στην Ερυθρά Θάλασσα εισέρχονται στη Μεσόγειο παρά το αντίστροφο (Spanier and Galil, 1991, Golani, 1998). Να σημειωθεί επίσης ότι αρκετά είδη λεσεψιανών μεταναστών αρέσκονται σε βραχώδεις περιοχές και μικρά σπήλαια. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν δύο είδη λεοντόψαρων, *Pterois miles* και *Pterois volitans*, αλλά και άλλα είδη ψαριών όπως τα *Arogonichthyoides pharaonis*, *Pempheris vanicolensis* και *Sargocentron rubrum* τα οποία σπάνια εντοπίζονται μακριά από βράχια και σπήλαια.

### 1.3 Νήσος Ρόδος

Η ακτογραμμή της Ρόδου είναι αρκετά μεγάλη φτάνοντας τα 253 χιλιόμετρα, ενώ η συνολική έκταση η οποία υπολογίζεται στα 1.400,684 χλμ<sup>2</sup>, ταξινομώντας το νησί στην 1<sup>η</sup> θέση ανάμεσα στα Δωδεκάνησα, στην 4<sup>η</sup> πανελλαδικώς με την Κρήτη, την Εύβοια και τη Λέσβο σε φθίνουσα σειρά να προπορεύονται, και στην 9<sup>η</sup> σε ολόκληρη τη Μεσόγειο (**Εικόνα 1**). Πέρα από την βασική ονομασία του νησιού θα το συναντήσουμε σε διάφορες αναφορές και ως ‘νησί των ιπποτών’, ‘νησί του ήλιου’ ή και ‘σμαραγδένιο νησί’ λόγω του σχήματός του. Το κέντρο της Ρόδου και συνεπώς εκεί που βρίσκεται το μεγαλύτερο ποσοστό των μόνιμων κατοίκων του νησιού, είναι το βορειοανατολικό άκρο της, ενώ ο συνολικός πληθυσμός του νησιού ξεπερνάει τους 110.000 κατοίκους.



### **Εικόνα 1:** Η νήσος Ρόδος

(Πηγή: [https://viagallica.com/grece/lang\\_en/geographie\\_rhodes.htm](https://viagallica.com/grece/lang_en/geographie_rhodes.htm))

Αναφορικά με τον τομέα της οικονομίας, αποτελεί πολύ σημαντικό μέρος για την Ελλάδα, αν αναλογιστεί κανείς τους δεκάδες χιλιάδες επισκέπτες που δέχεται κάθε χρόνο. Όπως και όλα τα ελληνικά νησιά, έτσι και η Ρόδος αποτελεί έναν διεθνώς αναγνωρισμένο τουριστικό προορισμό. Λόγω των βόρειων ανέμων που πνέουν ως επί των πλείστων στο Αιγαίο, το βορειοδυτικό τμήμα της νήσου αποτελεί και το πιο «άγριο» τοπίο όσον αφορά τις παραλίες, σε αντίθεση με το νότιο τμήμα που είναι ιδανικός τουριστικός προορισμός για μπάνιο έχοντας και τις περισσότερες οργανωμένες παραλίες σε σχέση με τις ελάχιστες της προσήνεμης πλευράς (Gad *et al.*, 2018; Wallenfeldt *britannica*; <http://www.visitgreece.gr/>).

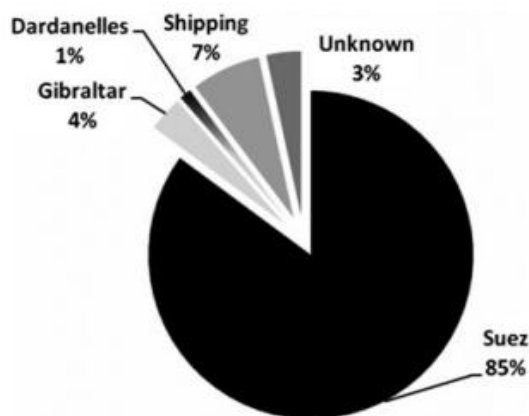
Το νησί της Ρόδου λόγω της γεωγραφικής του θέσης (νότιο-ανατολικό Αιγαίο πέλαγος) αποτελεί ένα από τα πρώτα μέρη που θα φτάσουν οι λεσσεψιανοί μετανάστες αφού περάσουν τη διώρυγα του Σουέζ. Υπάρχουν πάρα πολλές αναφορές στη μυθολογία ότι πρόκειται για το νησί που χάρισε ο Δίας στον θεό Ήλιο, κάτι που στην πραγματικότητα μοιάζει να σχετίζεται με την προνομιακή του γεωγραφική θέση χάρη στην οποία διαθέτει τις περισσότερες ηλιόλουστες μέρες ετησίως συγκριτικά με όλη την υπόλοιπη Ελλάδα. Το χαρακτηριστικό αυτό αναπόφευκτα οδηγεί σε αυξημένες τιμές θερμοκρασίας των επιφανειακών υδάτων. Ως αποτέλεσμα των παραπάνω, δηλαδή από τη μία ο ρόλος του νησιού ως πρώτος σταθμός κατά το ταξίδι των λεσσεψιανών μεταναστών και από την άλλη οι υψηλές θερμοκρασίες της

περιβάλλουσας θάλασσας, η άφιξη και η εγκατάσταση νέων ειδών τα οποία διέρχονται από τη διώρυγα του Σουέζ ευνοείται σημαντικά.

Η υποθαλάσσια μορφολογία του πυθμένα των περισσότερων παραλιών της νήσου είναι με αρκετά ήπια και μικρή κλίση, με διάφορους τύπους πυθμένα (κυρίως βραχώδεις) και υποθαλάσσια σπήλαια ή γενικότερα περίεργους σχηματισμούς, αλλά συγχρόνως διαθέτει και αμμώδεις περιοχές καθώς και περιοχές που συνδυάζουν και τα δύο χαρακτηριστικά. Τέλος, πέρα από την ακτογραμμή του νησιού της Ρόδου, πολύ κοντά της υπάρχουν και άλλα μικρά νησιά και βραχονησίδες (πχ. η νήσος Μάκρη, η Στρογγύλη) όπου βρίσκονται και οι μοναδικές ιχθυοκαλλιέργειες της Ρόδου και στις οποίες έχουν επίσης εντοπιστεί αρκετά είδη εισβολείς.

#### 1.4 Είσοδος ξενικών ειδών στη Μεσόγειο Θάλασσα

Η διώρυγα του Σουέζ δεν αποτελεί τη μόνη είσοδο για εισβολή ξενικών ειδών στη Μεσόγειο Θάλασσα και το Αιγαίο. Είδη μπορεί επίσης να εισέλθουν και από το στενό του Γιβραλτάρ, αλλά και ως αποτέλεσμα ερματισμού ή αφερματισμού δηλαδή των διαδικασιών κατά τις οποίες γίνεται η ευστάθεια ενός μεγάλου φορτηγού πλοίου (Εικόνα 2).



**Εικόνα 2:** Τρόποι εισβολής ξενικών ειδών στη Μεσόγειο Θάλασσα. (Τροποποιημένη από: Pancucci-Papadopoulou et al., *Biological invasions and climatic warming: implications for south-eastern Aegean ecosystem functioning. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 2012, 92(4), 777–789)

Πιο αναλυτικά, προκειμένου τα μεγάλα πλοία να ολοκληρώσουν τη διαδικασία εκφόρτωσης σε ένα λιμάνι, απαιτείται να προστεθεί ορισμένη ποσότητα νερού από τη

θάλασσα έτσι ώστε να επιτευχθεί η ευστάθεια του πλοίου. Με την άφιξή του στο επόμενο λιμάνι στο οποίο χρειάζεται να προστεθεί ένα νέο φορτίο, θα αδειάσει το νερό από μέσα για τον ίδιο σκοπό ευστάθειας όπως και προηγουμένως. Αποτέλεσμα της παραπάνω διαδικασίας από σταθμό σε σταθμό δεν είναι μόνο η μεταφορά νερού από μια περιοχή σε μια άλλη, αλλά και όλων των περιεχομένων αυτού όπως βακτήρια, μύκητες και διάφορους ζώντες οργανισμούς, οι περισσότεροι των οποίων δεν αποτελούν κανονικά είδη της Μεσογείου. Τέτοιοι οργανισμοί μπορεί να είναι φύκη, μαλάκια, καρκινοειδή, εχινόδερμα και πολλά άλλα. Για την ακρίβεια, υπολογίζονται κοντά στα 1.000 είδη τα οποία έχουν εγκατασταθεί επιτυχώς στη Μεσόγειο Θάλασσα με το μεγαλύτερο μέρος αυτών των ειδών να είναι ζωοβενθικοί οργανισμοί (41%) και ιχθύες (36%), ενώ ακολουθούν το φυτοβένθος (16%), το φυτοπλαγκτόν (5%) και το ζωοπλαγκτόν (2%) (Pancucci *et al.*, 2012; Katsanevakis *et al.*, 2014). Περίπου το 80% αυτών των ειδών εντοπίζονται στην ανατολική Μεσόγειο, στο αρχιπέλαγος. Τα μισά από αυτά τα είδη εξαπλώνονται πάρα πολύ γρήγορα έχοντας δημιουργήσει σταθερούς πληθυσμούς. Συγκεκριμένα για τη νοτιοανατολική Μεσόγειο, τα περισσότερα είδη εισήχθησαν μέσω της διώρυγας του Σουέζ (81%) ενώ από σκάφη και ιχθυοκαλλιέργειες το 13% και 3% αντίστοιχα (Vlachogianni *et al.*, 2013; Zenetos *et al.*, 2012).

Βέβαια, αυτός ο τρόπος εισόδου που περιεγράφηκε παραπάνω αν και υπεύθυνος για ένα ποσοστό οργανισμών που ζουν και αναπαράγονται στη Μεσόγειο ενώ μέχρι πρότινος αποτελούσαν είδη άλλων ενδιαιτημάτων, δεν δικαιολογεί την τόσο μεγάλη αύξηση ξενικών ειδών στη Μεσόγειο που έχει παρατηρηθεί τα τελευταία 20 χρόνια. Συνεχείς έρευνες καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι ο κυριότερος λόγος για τον οποίο συμβαίνει μια εισβολή ειδών αυτού του μεγέθους είναι μάλλον οι μεταβολές της θερμοκρασίας. Είναι άλλωστε γνωστό εδώ και πολλά χρόνια ότι η αύξηση της θερμοκρασίας πλήττει ολόκληρο τον κόσμο και αποτελεί ένα σοβαρό πρόβλημα που χρήζει αντιμετώπισης. Όσον αφορά τις θερμοκρασίες του βόρειου ημισφαιρίου όπου βρίσκεται και η Ελλάδα, τα τελευταία 30 χρόνια αποτελούν την πιο θερμή περίοδο τουλάχιστον των τελευταίων 160 ετών όπως αναφέρεται και από τους Panucci *et al.* (2012). Ειδικά το 1915 και το 1980 σημειώθηκε απότομη αύξηση της θερμοκρασίας. Εστιάζοντας στη νήσο της Ρόδου που αποτελεί και το σημείο ενδιαφέροντος της παρούσας μελέτης, τόσο μετρήσεις in-situ όσο και δορυφορικά δεδομένα δείχνουν

ξεκάθαρα μια σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας στην περιοχή (Papadopoulou *et al.*, 2012).

Τέλος, άλλος ένας εξίσου σημαντικός παράγοντας στον οποίο πιθανόν να οφείλεται τουλάχιστον ως ένα μεγάλο βαθμό, η παρατηρούμενη αύξηση των εισαγωγών αλλόχθονων ειδών, είναι η αύξηση της αλατότητας των υδάτων της Μεσογείου. Η αύξηση των ανέμων σε συνδυασμό με την μείωση των βροχοπτώσεων, αλλά και η μεταφορά άλατος αυτή καθαυτή κυρίως από τα ανατολικά στενά της Κρήτης που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια, έχουν σαν αποτέλεσμα να αυξηθεί η αλατότητα στην ανατολική Μεσόγειο. Η μεταβολή αυτή αυτομάτως τροποποιεί τα χαρακτηριστικά του ενδιαιτήματος καθιστώντας το ευνοϊκότερο για την αναπαραγωγή ορισμένων ειδών ή πιο δυσμενές για άλλα (Theocharis *et al.*, 1999).

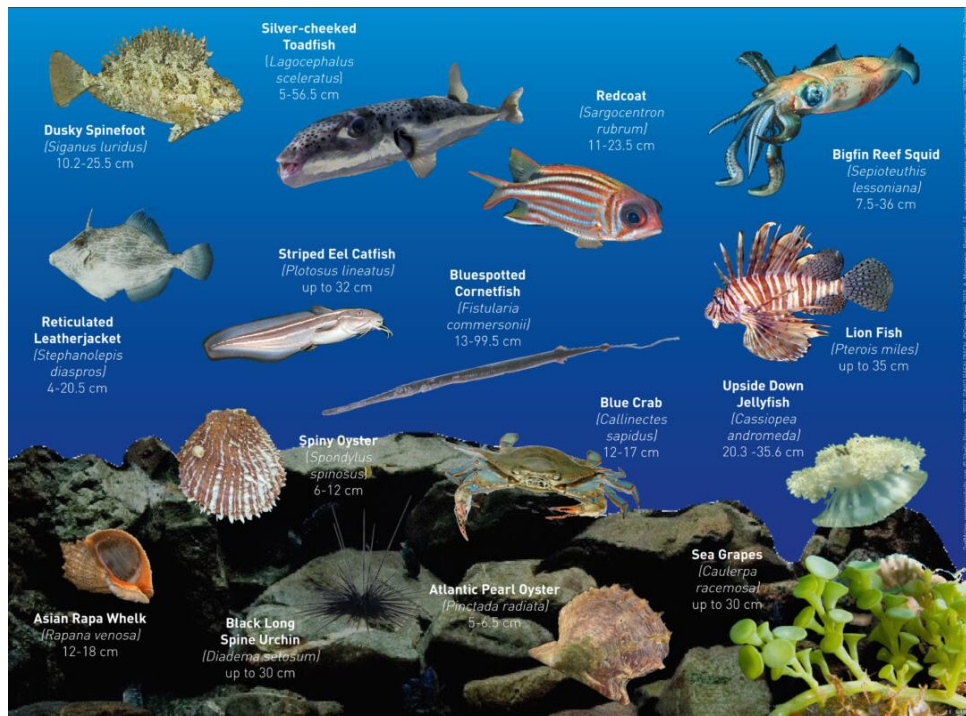
## 1.5 Ξενικά είδη στη Μεσόγειο Θάλασσα και τη Ρόδο

Η εισβολή ξενικών ειδών στη Μεσόγειο άρχισε με την είσοδο θαλάσσιων μακρόφυτων από τη διώρυγα του Σουέζ στα τέλη του 1890 και συνέχισε με εισβολή ιχθύων 40-50 χρόνια αργότερα (Pancucci-Papadopoulou *et al.*, 2012). Από τα 202 θαλάσσια ξενικά είδη που είναι μέχρι σήμερα γνωστά στις ελληνικές θάλασσες, το 43% εντοπίζεται σε θερμά/τροπικά νερά όπως αυτά κατά μήκος των ακτών των Δωδεκανήσων (Zenetos *et al.*, 2009; ICES/IOC/IMO, 2010).

Συγκεκριμένα στο νησί της Ρόδου εμφανίστηκε το θαλάσσιο φύκος *Halophila stipulacea* το 1894 (Fritsch, 1895) ενώ 3 χρόνια αργότερα η μακροάλγη *Hypnea cornuta* (Reinbold, 1898). Τη δεκαετία του 30' καταγράφηκαν 3 είδη ψαριών προερχόμενα από την περιοχή του Ινδικού-Ειρηνικού Ωκεανού, ενώ μια δεκαετία αργότερα, 1940, ακολούθησε η εισβολή 5 νέων ειδών. Η καταγραφή του πρώτου βενθικού ασπόνδυλου έγινε το 1950. Μετά από σχεδόν μισό αιώνα ομαλού αποικισμού, το ποσοστό εισαγωγής ξενικών ειδών άρχισε να παρουσιάζει το 1980 μια ραγδαία αύξηση με 12 καινούριες καταγραφές και στη συνέχεια 14 και 37. Τα περισσότερα από αυτά τα νεοεισαγόμενα είδη κατάφεραν να δημιουργήσουν ακμάζοντες πληθυσμούς (Pancucci-Papadopoulou *et al.*, 2012). Αξίζει επίσης να αναφερθεί ότι η πρώτη καταγραφή των ειδών *Septifer cumingii* (από την Ερυθρά Θάλασσα) και *Chama pacifica* (από τον Ινδικό-δυτικό Ειρηνικό Ωκεανό) ήταν στη Ρόδο, ενώ για τα *Aplysia parvula*, *Hydroïdes dirampha* και *Pseudonereis anomala*

στα ευρύτερα Δωδεκάνησα. Στο ελληνικό τμήμα της Μεσογείου εντοπίστηκαν για πρώτη φορά τα: *Amphisorus hemprichii*, *Dorvillea similis*, *Branchiomma bairdi* (Corsini-Foka *et al.*, 2015).

Συνολικά, η συνεχής εισροή ξενικών ειδών είναι ένας από τους παράγοντες που συμβάλλουν στην αναδιαμόρφωση των ιχθυοκοινωνιών της ανατολικής Μεσογείου (Turan *et al.*, 2015), συμπεριλαμβανομένων των ελληνικών ακτών του νοτιοανατολικού Αιγαίου (Kalogirou *et al.*, 2010; Corsini-Foka *et al.*, 2015). Ο τελευταίος αναθεωρημένος κατάλογος ξενικών ειδών ψαριών στο σύμπλεγμα των Δωδεκανήσων αποτελείται από 32 είδη, εκ των οποίων τα 30 εντοπίζονται στη Ρόδο (**Εικόνα 3**) (Corsini-Foka *et al.*, 2017). Όλα αυτά τα είδη εντάσσονται σε 22 οικογένειες, 8 από τις οποίες (Champsodontidae, Fistulariidae, Hemiramphidae, Holocentridae, Leiognathidae, Monacanthidae, Pempheridae και Siganidae) είναι καινούριες για την ελληνική ιχθυοπανίδα (Golani, 2010). Πλέον, η αναγνωρισμένη ιχθυοπανίδα της ευρύτερης περιοχής των Δωδεκανήσων αριθμεί 274 οστεώδη είδη ψαριών και 51 χόνδρινα (Paraconstantinou, 2014). Εξ' αυτών, οι ιχθύες που είναι λεσσεψιανοί, αντιστοιχούν στο 12% περίπου των συνολικών γνωστών ειδών οστεωδών ψαριών της περιοχής και στο 31% των συνολικών λεσσεψιανών ψαριών που έχουν εισαχθεί μέχρι σήμερα στη Μεσόγειο (Fricke *et al.*, 2015; Rothman *et al.*, 2016; Seyhan *et al.*, 2017).



**Εικόνα 3:** Ξενικά είδη της Μεσογείου (Τροποποιημένη από: <https://archipelago.gr/en/the-first-record-in-greece-of-a-new-alien-fish-species/>)

## 1.6 Αποτελέσματα της εισβολής ξενικών ειδών

Τα είδη που εισέρχονται στη Μεσόγειο Θάλασσα λέγονται αλλιώς και επεμβατικά ή χωροτακτικά και δεν είναι λίγες οι επιπτώσεις που προκαλούν. Συνήθως η εισβολή ξενικών ειδών οδηγεί σε καταστροφές στη βιοποικιλότητα παρά εμπλουτισμό της όπως εσφαλμένα σκεπτόμαστε, διότι ανταγωνίζονται τα υπάρχοντα είδη της Μεσογείου ως προς το ενδιαίτημα στο οποίο εγκαθίστανται ή/και την εύρεση τροφής με αποτέλεσμα είτε την πλήρη εξάλειψη είτε την δραματική μείωση του πληθυσμού των δεύτερων. Ειδικά σε είδη χλωρίδας και πανίδας που είναι στα πρόθυρα να εκλείψουν, αντλούν μια επιπρόσθετη πίεση που καθιστά δύσκολη έως αδύνατη την επιβίωση τους.

Σε αρκετές περιοχές της ανατολικής Μεσογείου τα ξενικά είδη έχουν αυξηθεί πάρα πολύ, σε βαθμό που σε λίγα χρόνια δεν αποκλείεται να ξεπεράσουν τη βιομάζα των κανονικών ειδών της Μεσογείου. Ένα παράδειγμα μιας τέτοιας περιοχής είναι η Κύπρος όπου το 18% της συνολικής βιομάζας ιχθύων καταλαμβάνεται από ξενικά είδη. Γίνεται, λοιπόν, σαφές ότι η εισβολή ξενικών ειδών επηρεάζει σημαντικά το οικοσύστημα, την αλιεία και την εξέλιξη του τόπου μετανάστευσης και της γύρω περιοχής (Michailidis *et al.*, 2019). Στη συγκεκριμένη μελέτη που έλαβε χώρα στην



Κύπρο, οι Michailidis και συνεργάτες παρατήρησαν ότι τα είδη *Siganus luridus* και *Siganus rivulatus* αποτελούν τους βασικότερους θηρευτές του φυτοβένθους, μη έχοντας άλλους εγγενής ανταγωνιστές που να καταναλώνουν τέτοιες ποσότητες. Άλλωστε, η επικινδυνότητα της εισβολής αυτών των δύο είχε ήδη αναγνωριστεί όταν συμπεριελήφθησαν στα 10 είδη με το μεγαλύτερο αντίκτυπο σε μεσογειακά οικοσυστήματα (Katsanevakis *et al.*, 2016).

Σε αντίθεση με τις αρνητικές συνέπειες που υποστήριζαν οι προηγούμενοι επιστήμονες ότι ενέχει η εισβολή ξενικών ειδών, ο Galil (2007) τόνισε ότι πριν από την άφιξη τους, ο ρόλος των εγχώριων φυτοφάγων ιχθύων ήταν αμελητέος και ως εκ τούτου οι ξενόφερτοι φυτοφάγοι ιχθύες αύξησαν θετικά τον ρυθμό ανακύκλωσης των φυκών και παρείχαν περισσότερη τροφή σε πιθανούς θηρευτές τους. Τα είδη της οικογένειας Tetraodontidae γνωστά και ως *pufferfish*, αν και δεν ταξινομούνται στους κορυφαίους θηρευτές, φάνηκε να έχουν ελάχιστη θήρευση (στις περισσότερες περιπτώσεις είναι αποτέλεσμα κανιβαλισμού) πιθανώς λόγω των αποτελεσματικών αμυντικών μηχανισμών τους. Το ίδιο ισχύει και για το είδος *Fistularia commersonii*, του οποίου τα άτομα δείχνουν να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά στο κυνήγι μικρών βενθοπελαγικών ιχθύων (Michailidis *et al.*, 2019). Μια ακόμα σημαντική παρατήρηση που έκαναν οι Michailidis και συνεργάτες ήταν ότι η δομή και η λειτουργία του οικοσυστήματος επηρεάζονται σημαντικά από την εγκατάσταση ξένων ειδών τα τελευταία χρόνια, με τα είδη αυτά να αποτελούν πλέον ένα ουσιαστικό μέρος του οικοσυστήματος της Κύπρου με διακριτούς και σαφώς καθορισμένους οικολογικούς ρόλους και θέσεις.

Αναφορικά με την περιοχή της Ρόδου, μερικά ξενικά είδη έχουν αναγνωριστεί για την εμπορική τους αξία αν και τα περισσότερα απορρίπτονται λόγω του μικρού τους μεγέθους ή της δυσγευσίας ή ακόμη και του κινδύνου που ενέχουν για την ανθρώπινη υγεία. Ένα τέτοιο παράδειγμα «επικίνδυνου» εισβολέα είναι το *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789), ένα εξαιρετικά τοξικό είδος που προκαλεί σοβαρές οικολογικές και κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις σε ολόκληρη την ανατολική Μεσόγειο, ενώ έχει επίσης εντοπιστεί και στο δυτικό τμήμα της λεκάνης (Nader *et al.*, 2012; Unal *et al.*, 2015).

## 1.7 Λεοντόψαρο *Pterois miles*

Μεταξύ των ξενικών ειδών που έχουν εισβάλλει στη Μεσόγειο Θάλασσα, ιδιαίτερη ανησυχία προκαλεί η εμφάνιση του λεοντόψαρου ή αλλιώς λιονταρόψαρου, ενός επικίνδυνου και απειλητικού θαλάσσιου εισβολέα με βάση τις αναφορές της Διεθνούς Ένωσης για τη Διατήρηση της Φύσης (IUCN) (Kletou *et al.*, 2016). Πιο συγκεκριμένα, η ονομασία λεοντόψαρο απευθύνεται στα μέλη του γένους *Pterois*, το οποίο είναι γένος δηλητηριωδών τροπικών θαλάσσιων ψαριών της οικογένειας των Σκορπαινίδων. Διαθέτουν έντονο χρωματισμό με κόκκινες, λευκές, μαύρες και κρεμλωρίδες, εντυπωσιακά θωρακικά πτερύγια και δηλητηριώδεις άκανθες (**Εικόνα 4**).



**Εικόνα 4:** Λεοντόψαρο *Pterois miles* (Πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/Λιονταρόψαρο>)

Η εμφάνιση του, όπως και άλλων ξενικών ειδών, αποτελεί μια από τις πρώτες περιβαλλοντικές επιπτώσεις της πρόσφατης εμβάθυνσης και διαπλάτυνσης της διώρυγας του Σουέζ καθώς επίσης και της αύξησης των θερμοκρασιών λόγω κλιματικής αλλαγής, σύμφωνα με το Τμήμα Αλιείας Κύπρου. Ειδικότερα, έχουν εντοπιστεί μέχρι στιγμής στη Μεσόγειο περισσότερα από 900 χωροκατακτητικά είδη ψαριών, μεταξύ των οποίων και το λεοντόψαρο. Σε παγκόσμιο επίπεδο ωστόσο, λίγες εισβολές του λεοντόψαρου ψαριών έχουν τεκμηριωθεί, όπως η εισαγωγή του *Pterois volitans* και του *Pterois miles* στον δυτικό Ατλαντικό Ωκεανό που αποτέλεσε και μία από τις ταχύτερες και πιο επιβλαβείς οικολογικά εισαγωγές θαλάσσιων ψαριών μέχρι σήμερα (Albins & Hixon, 2013). Στην εγγενή τους περιοχή, το *Pterois miles* συναντάται επιπλέον στον Ινδικό Ωκεανό από τη Νότια Αφρική έως την Ερυθρά Θάλασσα και τον Περσικό Κόλπο, και ανατολικά έως τη Σουμάτρα.

Το *Pterois mile* αποτελεί είδος αρκετά ανθεκτικό σε περιβαλλοντικές αλλαγές όπως θερμοκρασίας, αλατότητας, πίεσης και σε συνδυασμό με τους λιγοστούς θηρευτές

του, την ταχεία ανάπτυξη, την υψηλή γονιμότητα, το ρυθμό αναπαραγωγής (ικανότητα αναπαραγωγής καθ' όλη τη διάρκεια του έτους) και τον υψηλό ρυθμό με τον οποίο τρέφεται, θεωρείται υπερβολικά ανταγωνιστικό (Gardner *et al.*, 2015). Ταυτόχρονα όμως αυτοί είναι και οι λόγοι που δημιουργείται στην επιστημονική κοινότητα ένας έντονος προβληματισμός σχετικά με την εισβολή του στη Μεσόγειο Θάλασσα, συμπεριλαμβανομένης της νήσου Ρόδου, της οποίας δεν αποτελεί ενδημικό είδος.

### 1.7.1 Ταξινόμηση

Όπως ήδη αναφέρθηκε τα λεοντόψαρα είναι μέλη του γένους *Pterois* που περιλαμβάνει συνολικά 12 αναγνωρισμένα είδη:

- *Pterois andover* (Allen & Erdmann, 2008)
- *Pterois antennata* (Bloch, 1787)
- *Pterois brevipectoralis* (Mandritsa, 2002)
- *Pterois cincta* (Rüppell, 1838)
- *Pterois lunulata* (Temminck & Schlegel, 1843)
- *Pterois miles* (Bennett, 1828)
- *Pterois mombasae* (Smith, 1957)
- *Pterois paucispinula* (Matsunuma & Motomura, 2014)
- *Pterois radiata* (Cuvier, 1829)
- *Pterois russelii* (Bennett, 1831)
- *Pterois sphex* (Jordan & Evermann, 1903)
- *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758)

και η συστηματική ταξινόμηση των οποίων αναγράφεται παρακάτω:

Βασίλειο: Ζώα (Animalia)

Συνομοταξία: Χορδωτά (Chordata)

Ομοταξία: Ακτινοπτερύγιοι (Actinopterygii)

Τάξη: Σκορπαινόμορφα (Scorpaeniformes)

Οικογένεια: Σκορπαινίδες (Scorpaenidae)

Γένος: Πτερόεις (*Pterois*)

Δύο εξ' αυτών, το κόκκινο (*Pterois volitans*) και το κοινό (*Pterois miles*) λεοντόψαρο, έχουν καθιερωθεί ως σημαντικά διεισδυτικά είδη στην Ανατολική Ακτή

των Ηνωμένων Πολιτειών και στην Καραϊβική και έχουν περιγραφεί ως «δύο από τα πιο επιθετικά είδη στον πλανήτη» (Hamner *et al.*, 2007). Σε γενικές γραμμές, αυτά τα δύο συγγενικά είδη δεν φαίνεται να παρουσιάζουν και πολλές μορφολογικές διαφορές μεταξύ τους παρά μόνο στον αριθμό και το μέγεθος των πτερυγίων (το *P. volitans* φέρει περισσότερα ραχιαία και εδρικά, πτερύγια ενώ τα πλευρικά είναι επίσης μεγαλύτερα) και τέλος, στα καφέ στίγματα που εντοπίζονται γύρω από τα μάτια του *P. miles* ενώ απουσιάζουν εντελώς από το *P. volitans* (Schultz, 1986; Turan *et al.*, 2017).

Σύμφωνα με τον Schultz (1986), το *P. miles* εντοπίζεται στην Ερυθρά Θάλασσα, στον Περσικό Κόλπο και Ινδικό Ωκεανό (εκτός Δυτικής Αυστραλίας) και το *P. volitans* βρίσκονται στο Δυτικό και Κεντρικό Ειρηνικό όπως επίσης και στη Δυτική Αυστραλία, επομένως εκτός από τις μορφολογικές τους διαφορές, παρουσιάζουν και διαφορετική ενδημική εντόπιση. Τα δύο αυτά είδη λεοντόψαρου αποτελούν τα δύο πιο επιτυχημένα είδη στην ιστορία των εισβολών σε υδάτινα συστήματα και αυτό γιατί παρότι θεωρούνται επισήμως ιχθύες του Ινδικού και Ειρηνικού Ωκεανού, κατάφεραν να εισβάλλουν σε αρκετά οικοσυστήματα όπως η Ερυθρά Θάλασσα, η Μεσόγειος Θάλασσα και οι νοτιοανατολικές ακτές των Ηνωμένων Πολιτειών (Albins and Hixon 2008, Rocha *et al.*, 2015). Επιπλέον, αξίζει να αναφερθεί ότι κατά τον Schultz (1986) τα συγκεκριμένα αυτά είδη λεοντόψαρου μπορούν να διαχωριστούν μεταξύ τους αποκλειστικά και μόνο από τις μετρήσεις ακτινών στα πτερύγια τους ή από την ανάλυση αλληλουχιών μιτοχονδριακού DNA, καθώς δεν φέρουν καμία άλλη διαφορά το ένα από το άλλο (Hamner *et al.*, 2007; Morris and Freshwater, 2008).

Τέλος, σε ό,τι αφορά τη διαφοροποίηση τους από τα υπόλοιπα επτά μέλη του γένους, πέραν των μεταξύ τους διαφορών που προαναφέραμε, ξεχωρίζει η χωρική τους εξάπλωση και αυτό γιατί αποτελούν δημοφιλή ιχθύες ενυδρείου (Hare and Whitfield, 2003; Ruiz-Carus *et al.*, 2006; Morris and Whitfield, 2009).

### **1.7.2 Αναπαραγωγή**

Τα λεοντόψαρα μπορούν να ζήσουν από 5 έως 15 χρόνια και έχουν σύνθετες συμπεριφορές ερωτοτροπίας και ζευγαρώματος. Παρουσιάζουν σεξουαλικό διμορφισμό κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής και αποτελούν είδη γονοχωριστικά (Fishelson, 1997). Το 1975, ο Fishelson παρείχε μια λεπτομερή περιγραφή της

αναπαραγωγικής διαδικασίας για το pigmy Lionfish *Dendrochirus brachypterus*, ενώ παρόμοια συμπεριφορά ανέφερε και το *Pterois sp.* Αναλυτικότερα, η διαδικασία ξεκινάει λίγο πριν πέσει το σκοτάδι και συνεχίζει κατά τη διάρκεια της νύχτας, με τα θηλυκά του είδους να απελευθερώνουν δύο συστάδες αυγών γεμάτες βλέννα, οι οποίες μπορούν να περιέχουν έως και 15.000 αυγά και αφού γονιμοποιηθούν από τα αρσενικοί ιχθύες του είδους, ανεβαίνουν στην επιφάνεια της θάλασσας (Ruiz-Carus *et al.*, 2006).

Οι μελέτες για τις αναπαραγωγικές συνήθειες των λεοντόψαρων έχουν αυξηθεί σημαντικά την τελευταία δεκαετία και έτσι πλέον γνωρίζουμε ότι μπορούν να αναπαράγονται καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου (Morris *et al.*, 2009). Παρ' ολ' αυτά, τόσο η μορφολογική όσο και η ιστολογική δομή των ωοθηκών παραμένει μέχρι και σήμερα ελάχιστα κατανοητή με αποτέλεσμα να έχουμε στη διάθεσή μας ελάχιστες πληροφορίες σχετικά με την αναπαραγωγική τους εξέλιξη (Wourms, 1991).

### 1.7.3 Τοξίνες και δηλητήριο

Είναι γνωστό ότι μια τεράστια πληθώρα ειδών οργανισμών είτε πρόκειται για χερσαίους είτε για θαλάσσιους οργανισμούς, ζωικούς ή φυτικούς, διαθέτει κρυφά «όπλα» επικίνδυνα για τον άνθρωπο ή/και άλλους οργανισμούς. Ιδίως τα πολύχρωμα και φανταχτερά είδη που εντυπωσιάζουν με την όψη τους και κεντρίζουν το ενδιαφέρον των υπολοίπων οργανισμών του ενδιαίτηματος. Στον κανόνα αυτό δεν αποτελούν εξαίρεση και τα αναγνωρισμένα είδη του λεοντόψαρου, τα οποία φέρουν δηλητήριο σε όλα τα πτερύγια τους εκτός του ουραίου πτερυγίου, σε βαθμό μάλιστα που καταλήγουν να είναι θανατηφόρα σε άτομα ευπαθών ομάδων με αδύναμο ανοσοποιητικό σύστημα (Kletou *et al.*, 2016).

Τα διάφορα είδη του λεοντόψαρου θεωρούνται επικίνδυνα λόγω του δηλητηρίου τους που εντοπίζεται σε όλα τα πτερύγια που διαθέτουν εκτός του ουραίου. Ειδικά σε άτομα ευπαθών ομάδων με αδύναμο ανοσοποιητικό σύστημα μπορούν να αποβούν μέχρι και θανατηφόρα (Kletou *et al.*, 2016). Η τοξίνη στο δηλητήριο του λεοντόψαρου περιέχει ακετυλοχολίνη και μια νευροτοξίνη που επηρεάζει τη νευρομυϊκή μετάδοση (Cohen and Olek 1989). Το δηλητήριο του λεοντόψαρου έχει βρεθεί ότι προκαλεί καρδιαγγειακά, νευρομυϊκά και κυτταρολυτικά αποτελέσματα που κυμαίνονται από ήπιες αντιδράσεις όπως οίδημα έως ακραίες όπως πόνος και

παράλυση στο άνω και κάτω άκρο (Morris *et al.*, 2009). Ο δηλητηριώδης αδενικός ιστός, από τον οποίο και εκκρίνεται η τοξίνη, είναι πιο κοντά στο άκρο της άκανθας του πτερυγίου σε πιο μικρά άτομα του είδους, για το λόγο αυτό και οι πιθανότητες η τοξίνη να περάσει στον οργανισμό που θα έρθει σε επαφή με τα δηλητηριώδη πτερύγια αυξάνονται όσο πιο μικρό είναι το λεοντόψαρο (Halstead *et al.*, 1955).

Οι θάνατοι είναι συχνοί σε πολύ μικρά παιδιά, ηλικιωμένους, άτομα με ασθενές ανοσοποιητικό σύστημα ή σε άτομα που είναι αλλεργικά στο δηλητήριό τους. Το δηλητήριό τους είναι σπάνια θανατηφόρο για υγιείς ενήλικες, αλλά ορισμένα είδη έχουν αρκετή ποσότητα ώστε να προκαλέσουν ακραία δυσφορία για αρκετές ημέρες. Αναφυλαξία, μια σοβαρή και συχνά απειλητική για τη ζωή κατάσταση που απαιτεί άμεση επείγουσα ιατρική περίθαλψη, μπορεί εύκολα να συμβεί σε αλλεργικά άτομα, ενώ επίσης παρατηρείται πόνος στο στήθος, σοβαρές αναπνευστικές δυσκολίες, πτώση της αρτηριακής πίεσης, πρήξιμο της γλώσσας, εφίδρωση, καταρροή ή μειωμένη ομιλία (Becerra-Amezcuca *et al.*, 2020).

#### 1.7.4 Διατροφή

Στην Ερυθρά Θάλασσα, το είδος *Pterois miles* έχει αναφερθεί ότι τρέφεται με διάφορα είδη βενθικών ψαριών, συμπεριλαμβανομένων των *damsel fish*, *cardinal fish*, και *anthias* (Fishelson 1975, Fishelson 1997). Στον Ειρηνικό Ωκεανό, το είδος *Pterois lunulata* παρατηρήθηκε ότι τρέφεται κυρίως με ασπόνδυλα όπως οι καρκινοειδή *penaeid* και *mysid* (Matsumiya *et al.*, 1980). Γενικά, τα λεοντόψαρα είναι ως επί το πλείστον ιχθυοφάγα, ενώ ένα μικρότερο ποσοστό της τάξεως του 20-30% τρέφεται με καρκινοειδή και μαλάκια (Zannaki *et al.*, 2019). Να σημειωθεί επίσης ότι η διατροφή τους ποικίλει ανάλογα με τον τύπο των ενδιαιτημάτων και τη διαθεσιμότητα των θηραμάτων.

Το στομάχι ενός λεοντόψαρου μπορεί να αυξηθεί σε όγκο πάνω από 30 φορές μετά την κατανάλωση ενός μεγάλου γεύματος. Αυτή η ικανότητα υποστήριξε την υπόθεση του Fishelson (1975, 1997) ότι το λεοντόψαρο είναι ικανό να μείνει χωρίς τροφή για μεγάλο χρονικό διάστημα άνω των 12 εβδομάδων, χωρίς να παρατηρείται θνησιμότητα. Επίσης, ο Fishelson (1997) μέτρησε τα ημερήσια ποσοστά κατανάλωσης τροφής σε συνθήκες εντατικής επιτήρησης σε εργαστήριο στους 25 - 26°C, τα οποία φάνηκε να κυμαίνονται μεταξύ 30 - 300 g, δηλαδή κοντά στο 2,5 -

6,0% του σωματικού τους βάρους. Δεν λείπουν βέβαια και παρατηρήσεις κατανάλωσης ακόμη μεγαλύτερης ποσότητας τροφής.

Γενικά τα λεοντόψαρα αποτελούν ευκαιριακά είδη τα οποία συνηθίζουν να στήνουν ενέδρες στη λεία τους, γεγονός που τα καθιστά ιδιαίτερα επιτυχημένους θηρευτές και μπορεί να προκαλέσει υψηλές οικολογικές επιπτώσεις στις γηγενείς μεσογειακές κοινότητες (Galanidi *et al.*, 2018). Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτού του είδους της περιβαλλοντικής διαταραχής αποτέλεσε η εισβολή τους στο οικοσύστημα της Καραϊβικής (Albins and Hixon 2008; Côté *et al.*, 2013). Στο αρχικό στάδιο εισβολής τους, τα λεοντόψαρα μοιράζονται τα ενδιαιτήματα και κατ' επέκταση τα θηράματα με άλλα εγγενή είδη Scorpaenidae, όπως τα *Scorpaena scrofa* και *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758), τα οποία είναι ενδημικά περιοχών παρόμοιων με εκείνες που καταλαμβάνουν τα λεοντόψαρα και τρέφονται με ιχθύες και βενθικά ασπόνδυλα (Golani *et al.*, 2006).

### 1.7.5 Θηρευτές

Εκτός από τις περιπτώσεις μεγαλύτερων ατόμων που μπορεί να κανιβαλίσουν μικρότερα άτομα, τα ενήλικα λεοντόψαρα δεν φαίνεται να προτιμώνται από πολλούς θηρευτές και ειδικά αναφορικά με τα το *Pterois miles* των ελληνικών ακτών της Μεσογείου. Φυσικά ο βασικότερος λόγος για τον μικρό αριθμό αναγνωρισμένων φυσικών θηρευτών δεν είναι άλλος από την αποτελεσματικότητα των δηλητηριωδών ακάνθων τους.

Έναν βασικό θηρευτή νεαρών ιχθύων του είδους αποτελεί το είδος *Fistularia commersonii*, ενώ σε ορισμένες θάλασσες όπως για παράδειγμα στον Ατλαντικό χαρακτηρίζονται ως θηρευτές και πολλά είδη ροφών όπως ο ροφός τίγρης (*Mycteroperca tigris*) ή ο ροφός του Νάσσαου (*Epinephelus striatus*) (Maljković *et al.*, 2008; Albins and Hixon, 2008). Τα λεοντόψαρα μεγαλύτερης ηλικίας θηρεύονται επιπροσθέτως από σμέρνες, ενώ για κανένα είδος ή ηλικιακή ομάδα δεν γνωρίζουμε την συχνότητα θήρευσης (Morris and Whitfield 2009). Ορισμένοι επιστήμονες υποστηρίζουν ότι και οι καρχαρίες είναι σε θέση να καταναλώσουν λεοντόψαρα χωρίς να υποστούν ζημιά από τις άκανθες (Smith and Sealey, 2007). Το 2011, αξιωματούχοι του πάρκου του Ροατάν στην Ονδούρα προσπάθησαν να εκπαιδεύσουν καρχαρίες να τρέφονται με λεοντόψαρα σε μια προσπάθεια να ελέγξουν τους

διεισδυτικούς πληθυσμούς στην Καραϊβική (Handwerk, 2011). Το σκουλήκι Μπόμπιτ, ένα αρπακτικό ενέδρας, επίσης έχει κινηματογραφηθεί να κυνηγά λεοντόψαρα στην Ινδονησία. Για την Μεσόγειο Θάλασσα, ωστόσο, δεν υπάρχουν προς το παρόν επαρκή δεδομένα σχετικά με το ποια είδη αποτελούν θηρευτές των λεοντόψαρων.

### 1.7.6 Καταγραφές στη Μεσόγειο Θάλασσα

Οι εγγενείς καταγραφές του λεοντόψαρου *Pterois miles* (Bennett, 1828) περιλαμβάνουν υδάτινα οικοσυστήματα του Ινδικού Ωκεανού από τη Νότια Αφρική έως την Ερυθρά Θάλασσα και τον Περσικό Κόλπο και ανατολικά έως τη Σουμάτρα. Η επιτυχία της εισβολής του προέκυψε από έναν συνδυασμό παραγόντων με βασικότερους την πρόωμη γεννητική ωρίμανση και αναπαραγωγή του είδους, τον αντιθηρευτικό μηχανισμό άμυνας με τις δηλητηριώδεις άκανθες και την οικολογική «ευελιξία», ως επακόλουθο μιας διατροφής πλούσιας σε θηράματα εύκολης λείας και της ανθρώπινης υπεραλίευσης γηγενών αρπακτικών ειδών που θα μπορούσαν να αποτελέσουν θηρευτές για το λεοντόψαρο (Côté *et al.*, 2013).

Τα βιβλιογραφικά δεδομένα επιβεβαιώνουν την γρήγορη εξάπλωση του είδους μέσω του Δυτικού Ατλαντικού Ωκεανού και της Καραϊβικής Θάλασσας, ιδίως τις δύο τελευταίες δεκαετίες (Schofield 2009). Η πρώτη καταγραφή του λεοντόψαρου *Pterois miles* στη Μεσόγειο μετράει από τον Ιούλιο του 1991 και συγκεκριμένα στις ακτές του Ισραήλ σε μελέτη των Golani και Sonin (1992). Για περίπου δύο ολόκληρες δεκαετίες δεν υπήρξε καμία άλλη αναφορά εισβολής ώσπου το 2012, μοριακές αναλύσεις επικυρώνουν την εντόπιση δύο ατόμων στην ακτή του Λιβάνου (Bariche *et al.*, 2013). Έκτοτε, η εισβολή λεοντόψαρων *Pterois miles* στη Μεσόγειο όχι μόνο ήταν αισθητή αλλά άρχισε να αποτελεί μείζον οικολογικό πρόβλημα, πρωτίστως για τα υδάτινα οικοσυστήματα της Ανατολικής Μεσογείου όπως στις χώρες της Ιταλίας και της Τυνησίας (Azzurro *et al.*, 2017). Αρκετά σύντομα από την δημοσίευση των Bariche και συνεργατών, δύο ακόμη άτομα αναφέρθηκε σε άρθρο εφημερίδας ότι εντοπίστηκαν στα ανοικτά της Κύπρου, ενώ το 2014 καταγράφηκε ένα άτομο στην Τουρκία. Κατά το 2015 έγιναν δύο νέες καταγραφές στην Κύπρο και η πρώτη στην Ελλάδα και συγκεκριμένα στην Ρόδο (Crocetta *et al.*, 2015; Dailianis *et al.*, 2016; Zenetos *et al.*, 2018). Η πληθώρα των καταγραφών σε ακτές της νότιας Τουρκίας



υπέδειξαν μια μεταναστευτική τάση των λεοντόψαρων με δυτικό προσανατολισμό και κατεύθυνση προς το Αιγαίο Πέλαγος (Turan and Öztürk 2015).

Αναφορικά με την Ελλάδα, το λεοντόψαρο *Pterois miles* έχει πλέον εγκατασταθεί επιτυχώς στη νήσο της Ρόδου και μάλιστα έχει επεκτείνει την εξάπλωση του προς τα βόρεια και δυτικά έως το νότιο τμήμα του Αιγαίου, εποικίζοντας πολλά ελληνικά νησιά (Vavasis *et al.*, 2020). Στις διαθέσιμες αναφορές συγκαταλέγεται η Σύμη, η Κρήτη, η Νίσυρος και η Κάρπαθος ενώ τον Νοέμβριο του 2018 εντοπίστηκε από δύτες για πρώτη φορά στην ηπειρωτική Ελλάδα και συγκεκριμένα πλησίον της νοτιοδυτικής ακτής της χερσονήσου της Πελοποννήσου (ELNAIS 2018). Ωστόσο, σχετικές αναφορές υπάρχουν και από το Ιόνιο Πέλαγος με το πρώτο άτομο να εντοπίζεται σε δίχτυα ψαρέματος στην ακτογραμμή της Κεφαλονιάς (Vavasis *et al.*, 2020).

## 1.8 Σκοπός

Το λεοντόψαρο *Pterois miles* είναι ιθαγενές θαλάσσιο είδος του Ινδικού Ωκεανού που έχει επεκτείνει σημαντικά την παγκόσμια κατανομή του, επιτυγχάνοντας να ευδοκιμήσει όχι μόνο σε θερμές, τροπικές περιοχές αλλά και σε υποτροπικές ή εύκρατες. Η περιοχή της ανατολικής Μεσογείου βρίσκεται διαρκώς υπό την εισβολή ξενικών ειδών μέσω της Διώρυγας του Σουέζ και σε συνδυασμό με το θερμό της κλίμα αποτέλεσε ιδανικό ενδιαίτημα για τα λεοντόψαρα της οικογένειας Scorpanidae. Οι πρώτες καταγραφές του είδους *Pterois miles* σηματοδότησαν την έναρξη της ανεξέλεγκτης εισβολής του, πολλές φορές εις βάρος της ιθαγενούς πανίδας και ιδίως των μικρών ιχθύων και ασπόνδυλων ειδών που αποτελούν θηράματα. Όπως προκύπτει από την επιστημονική κοινότητα, η εισβολή των λεοντόψαρων σε άλλες ακτές πλην του Ινδικού Ωκεανού, έχει χαρακτηριστεί ως μία από τις ταχύτερες και οικολογικά πιο επιβλαβείς ενώ στις επιπτώσεις δεν παραλείπεται να τονιστεί και ο κοινωνικο-οικονομικός αντίκτυπος. Ως εκ τούτου, η μελέτη της κατανομής και αφθονίας του είδους *Pterois miles* στα ελληνικά ύδατα της ανατολικής Μεσογείου καθίσταται επιτακτική ανάγκη. Δεδομένου ότι η πρώτη παρατήρηση έγινε στην Ρόδο, ακολουθούμενη φυσικά και από άλλες σε λοιπούς νήσους όπως στην Κρήτη, την Κάρπαθο και την Κάλυμνο, θεωρήθηκε σημαντικό να συλλεχθούν πληροφορίες αναφορικά με την κατανομή του *Pterois miles* στην συγκεκριμένη περιοχή. Σκοπός

της παρούσας εργασίας ήταν η εξαγωγή συμπερασμάτων ως προς (i) το ενδιαίτημα εκλογής, (ii) την σωματική ανάπτυξη και (iii) την δίαιτα του συγκεκριμένου είδους λεοντόψαρου.

## 2. Υλικά και μέθοδοι

### 2.1 Εξοπλισμός

Για την περάτωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας με στόχο την καταγραφή δεδομένων για το είδος *Pterois miles* στην παράκτια περιοχή της Ρόδου, χρειάστηκε ο παρακάτω εξοπλισμός:

- ✓ Εξοπλισμός ελεύθερης κατάδυσης
  - Αναπνευστήρας Seac Sub liquid blue
  - Πτερύγια Picasso Power Fins μεσαίας σκληρότητας
  - Σημαδούρα κατάδυσης τύπου τορπίλη Seac Sub
  - Ζώνη βαρών καρτελιάς ελαστική
  - Βαρίδια από μόλυβδο 5kg
- ✓ Εξοπλισμός αυτόνομης κατάδυσης:
  - BCD (ρυθμιστής πλευστότητας) Scuba pro equator
  - Regulator Tusa r100 (ρυθμιστής αναπνοής με βαθύμετρο, πυξίδα και μανόμετρο)
  - Πτερύγια Apex RK3 γκρι
  - Μποτάκια tusa
  - Βαρύδια 2kg
- ✓ Μαχαίρια κατάδυσης Scubapro K6 15,5cm λεπίδα και XDive Ribbon Teflon 9cm λεπίδα
- ✓ Φακός κατάδυσης XDive 3W 300 lumens
- ✓ Γάντια κατάδυσης XDive camo 2mm
- ✓ Υπολογιστής κατάδυσης Cressi giotto
- ✓ Μάσκα Mares X-Vision white και tusa platina m20
- ✓ Στολή κατάδυσης παραλλαγής Cressi Lampuga για ψαροτούφεκο 5mm
- ✓ Vest Bare 3mm
- ✓ Κάμερα GoPro 2018 για φωτογραφίες και βίντεο
- ✓ Ψαροβελόνα και \*ειδική κατασκευή για αποθήκευση ατόμων κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας

- ✓ Δίχτυ
- ✓ Ψυγείο με παγόνερο
- ✓ Σακουλάκια
- ✓ Ανεξίτηλος μαρκαδόρος
- ✓ Ιχθυόμετρο από plexi glass
- ✓ Παχύμετρο πλαστικό

\*Ειδική κατασκευή με ένα μεγάλο μπιτόνι νερού στο οποίο έχει κοπεί η κορυφή και έχει γυριστεί ανάποδα ενώ πρώτα έχει κοπεί σε λωρίδες έτσι ώστε να μπαίνει το λεοντόψαρο μαζί με τη βέργα του ψαροτούφεκου και ενώ η βέργα απομακρύνεται από την κατασκευή το άτομο παραμένει μέσα. Έτσι η αποθήκευση κατά την ώρα της δειγματοληψίας γίνεται με περισσότερη ασφάλεια.

Επιπλέον, συντάχθηκε με την εφαρμογή υπολογιστικών φύλλων του Microsoft Excel ο απαραίτητος πίνακας για την συμπλήρωση: (i) των δεδομένων κατάδυσης (π.χ. θερμοκρασία βυθού, αλατότητα υδάτων) και (ii) των δεδομένων εκτός θαλάσσης (π.χ. καιρικές συνθήκες). Πιο συγκεκριμένα, διατηρήθηκε αρχείο με τις εξής πληροφορίες:

- Ημερομηνία κατάδυσης
- Περιοχή κατάδυσης
- Ωρα κατάδυσης
- Διάρκεια κατάδυσης (min)
- Τύπος κατάδυσης
- Καιρός
- Εξωτερική θερμοκρασία (°C)
- Θερμοκρασία βυθού (°C)
- Βάθος (m)
- Αλατότητα (‰)
- Τύπος πυθμένα

δείγμα του οποίου παρατίθεται στον παρακάτω Πίνακα.

**Πίνακας 1:** Αρχείο δεδομένων καταδύσεων.

A/A	Ημ/νία	Περιοχή	Ωρα	Διάρκεια (min)	Τύπος	Καιρός	Εξωτ. θερμο. (°C)	Θερμ. βυθού (°C)	Βάθος (m)	Αλατότητα (‰)	Τύπος πυθμένα
1											
2											
3											
κ.ό.κ.											
20											

## 2.2 Τοποθεσίες δειγματοληψίας

Για τις δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν επιλέχθηκε το νότιο-νοτιοανατολικό μέρος της νήσου Ρόδου λόγω της ευκολότερης πρόσβασης αφού οι άνεμοι που πνέουν εκκινούν ως επί το πλείστον από το βορρά. Εξαίρεση αποτέλεσαν οι περίοδοι άπνοιας ή η αλλαγή κατεύθυνσης του ανέμου που απαιτούσαν δειγματοληψίες από περιοχές της άλλης μεριάς της νήσου δηλαδή βόρεια-βορειοδυτικά. Σε κάθε περίπτωση, η είσοδος στη θάλασσα πραγματοποιήθηκε κυρίως από μέρη με οργανωμένες παραλίες ώστε η πρόσβαση να καθίσταται ευκολότερη. Αυτός ήταν και ένας ακόμη λόγος, πέραν της πνοής του ανέμου, που επιλέχθηκε για τις περισσότερες δειγματοληψίες το νότιο τμήμα της Ρόδου το οποίο διαθέτει πολυάριθμες οργανωμένες παραλίες. Συνολικά, τα δείγματα της παρούσας εργασίας συλλέχθηκαν από 30 σημεία των εξής 21 περιοχών της Ρόδου:

➤ Ξεκινώντας από το βορειότερο άκρο που είναι και το κέντρο του νησιού (**Εικόνα 5**), και κατεβαίνοντας νότια στο υπήνεμο τμήμα (**Εικόνα 6**):

- 1) Έλλη (στίγμα: 36°27'13.3"N 28°13'27.1"E)
- 2) Ζέφυρος (στίγμα: 36°25'45.1"N 28°14'16.7"E)
- 3) Sun Wing (στίγμα: 36°24'18.9"N 28°13'50.5"E)
- 4) Πηγές Καλλιθέας (στίγμα: 36°22'42.4"N 28°14'17.5"E)
- 5) Water Park (στίγμα: 36°21'49.9"N 28°13'10.4"E)
- 6) Anthony Quinn (στίγμα: 36°19'17.7"N 28°12'33.8"E)
- 7) Λαδικό (στίγμα: 36°19'13.7"N 28°12'20.3"E)
- 8) Κολύμπια (στίγμα: 36°15'15.6"N 28°10'12.5"E)
- 9) Τσαμπίκα (στίγμα: 36°13'57.9"N 28°09'11.9"E)
- 10) Στεγνά (στίγμα: 36°12'04.8"N 28°08'31.8"E)
- 11) Λίνδος (στίγμα: 36°05'16.6"N 28°05'16.3"E)
- 12) Πεύκοι (στίγμα: 36°03'48.7"N 28°03'59.7"E)
- 13) Κιοτάρι (στίγμα: 36°02'51.7"N 27°57'58.2"E)

- Συνεχίζοντας έπειτα από τη μεριά που δεν υπάρχουν τόσες οργανωμένες παραλίες και αριθμώντας τις περιοχές δειγματοληψίας από τα βορειότερα σημεία (**Εικόνα 5**) προς τα πιο νότια (**Εικόνα 6**):

- 14) Ψαροπούλα (στίγμα: 36°27'12.0"N 28°13'00.8"E)
- 15) Ιαλυσός (στίγμα: 36°25'15.8"N 28°10'02.8"E)
- 16) Σορωνή (στίγμα: 36°21'52.7"N 27°58'40.0"E)
- 17) Ναυάγιο - Αρχαία Κάμειρος (στίγμα: 36°27'21.48N 27°81'83.80"E)
- 18) Κοπριά (στίγμα: 36°27'21.48N 27°81'83.80"E)
- 19) Σιάννα (στίγμα: 36°12'19.5"N 27°46'46.9"E)
- 20) Λίμνη (στίγμα: 36°03'57.9"N 27°45'38.8" E)
- 21) Πρασονήσι (στίγμα: 35°53'39.3"N 27°46'04.4"E)



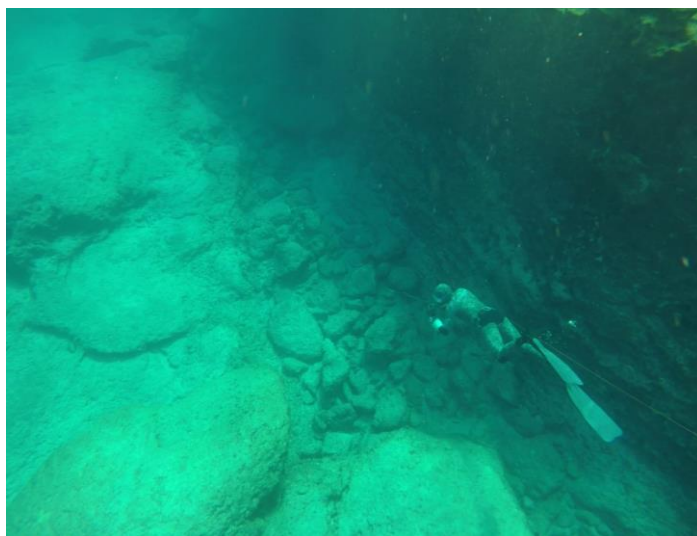
**Εικόνα 5:** Βόρειο τμήμα της Ρόδου (Πηγή: *Τροποποιημένη από google*)



**Εικόνα 6:** Νότιο τμήμα της Ρόδου (Πηγή: *Τροποποιημένη από google*)

### 2.3 Δειγματοληψία με ελεύθερη κατάδυση

- ❖ Σκοπός: Ο σκοπός του συγκεκριμένου τύπου δειγματοληψίας (**Εικόνα 7**) είναι τόσο η λήψη δειγμάτων όσο και η αναγνώριση της περιοχής από την επιφάνεια της θάλασσας έτσι ώστε να επιλεγθεί σε δεύτερη φάση το μέρος όπου θα λάβει χώρα η δειγματοληψία με χρήση αυτόνομης καταδυτικής συσκευής.
- ❖ Επιλογή περιοχής κατάδυσης: Τα σημεία όπου πραγματοποιείται η ελεύθερη κατάδυση είναι κοντά στην ακτή και όχι σε σημεία με πολύ μεγάλο βάθος που να ξεπερνούν τα 20-25 μέτρα. Ο λόγος για αυτήν την επιλογή είναι καθαρά πρακτικός αφού σε μεγαλύτερα βάθη δεν επιτυγχάνεται επαρκής ορατότητα. Προτιμάται κυρίως σε συνδυασμό με την αυτόνομη κατάδυση αλλά και σε μέρη όπου η παραλία είναι αρκετά μεγάλη για να επιλεγθεί η κατάλληλη βραχώδης περιοχή όπου και τελικά γίνεται και η κατάδυση με μπουκάλες λόγω και του ενδιαφέροντος που επιλέγουν να ζουν τα λεοντόψαρα (βραχώδης πυθμένας με τρύπες και σπηλιές).
- ❖ Αριθμός καταδύσεων ανά ημέρα: Η ελεύθερη κατάδυση λαμβάνει χώρα μία φορά ανά σημείο δειγματοληψίας και προηγείται της κατάδυσης με μπουκάλες. Σε περίπτωση που η κατάδυση με μπουκάλες δεν πραγματοποιείται για οποιονδήποτε λόγο, γίνεται δειγματοληψία μόνο με ελεύθερη κατάδυση.
- ❖ Χρόνος παρατήρησης: Ο χρόνος παρατήρησης είναι κοντά στα 40 λεπτά, αλλά αυξάνεται σε περιπτώσεις μεγάλης περιοχής ή υψηλής θερμοκρασίας της θάλασσας.



**Εικόνα 7:** Δειγματοληψία με ελεύθερη κατάδυση (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

## 2.4 Δειγματοληψία με αυτόνομη κατάδυση

- ❖ Σκοπός: Ο σκοπός αυτού του τύπου δειγματοληψίας (**Εικόνα 8**) είναι η λήψη δειγμάτων συνδυαστικά με την λεπτομερή καταγραφή με φωτογραφίες και βίντεο του κάθε σημείου συμπεριλαμβανομένων και των οργανισμών που βρίσκονται κοντά στο σημείο που εντοπίστηκε το λεοντόψαρο (ξενικά είδη, λιβάδια ποσειδωνίας, μεσογειακά είδη ιχθύων είτε φυκών). Αυτού του είδους οι πληροφορίες δεν είναι εύκολο να καταγραφούν με την δειγματοληψία με ελεύθερη κατάδυση που περιγράφηκε προηγουμένως.
- ❖ Επιλογή σημείου κατάδυσης: Το σημείο της κατάδυσης που επιλέγεται σε μια παραλία περιλαμβάνει βραχώδη πυθμένα που είτε εντοπίστηκε εκ των προτέρων με ελεύθερη κατάδυση είτε βάση της μορφολογίας έξω από το νερό, η οποία συνήθως συνεχίζεται και μέσα σε αυτό.
- ❖ Αριθμός καταδύσεων ανά ημέρα: Η αυτόνομη κατάδυση με μπουκάλια λαμβάνει χώρα μία φορά ανά σημείο δειγματοληψίας.
- ❖ Χρόνος παρατήρησης: Ο χρόνος κυμαίνεται ανάλογα με το βάθος από 40 λεπτά μέχρι και λίγο παραπάνω από 1 ώρα. Όσο αυξάνεται το βάθος της κατάδυσης τόσο μειώνεται ο χρόνος βυθού. Συνήθως επιλέγονται ρηχές καταδύσεις που δε θα ξεπερνούν τα 20 μέτρα. Ωστόσο, σε σημεία που το επιβάλλει η μορφομετρία του βυθού τους, το βάθος αυξάνεται. Ενδεικτικά, ανάλογα με τα μέτρα οι χρόνοι βυθού θα κυμαίνονται ως εξής: 0-15 μέτρα 50 λεπτά, 15-30 μέτρα 40 λεπτά και 30-45 μέτρα 30 λεπτά.
- ❖ Προετοιμασία για δειγματοληψία: Λαμβάνονται πληροφορίες ηλεκτρονικά από το δελτίο καιρού της ίδιας μέρας. Κατά κύριο λόγο οι πληροφορίες προέρχονται από το σύστημα Ποσειδών του ΕΛΚΕΘΕ.
- ❖ Διαδικασία δειγματοληψίας: Τη στιγμή που εντοπίζεται κάποιο λεοντόψαρο, ξεκινάει η καταγραφή του με βίντεο και φωτογραφίες, και στη συνέχεια γίνεται η λήψη του και τοποθέτησή του είτε σε ειδικά φτιαγμένο κουβά είτε στην ψαροβελόνα. Για να μη χαθεί η σειρά με την οποία συλλέχθηκε το κάθε άτομο, αφαιρείται με τη βοήθεια ενός ψαλιδιού η κατάλληλη ακτίνα του ραχιαίου πτερυγίου. Για παράδειγμα, στο τρίτο λεοντόψαρο που θα συλλεχθεί θα κοπεί η



τρύτη ακτίνα του ραχιαίου περυγίου έτσι ώστε στη συνέχεια να τοποθετηθούν με σωστό τρόπο. Έπειτα λαμβάνουμε πληροφορίες θερμοκρασίας και βάθους με τη χρήση του καταδυτικού υπολογιστή όπου καταγράφονται στον ειδικό πίνακα γραφής. Γίνεται, επίσης, λήψη ενός βίντεο με τη γύρω περιοχή για καταγραφή άλλων ξενικών ειδών πλησίον του λεοντόψαρου είτε πρόκειται για ιχθύες είτε για μακροφύκη.

- ❖ Ολοκλήρωση δειγματοληψίας: Όταν ολοκληρωθεί η κατάδυση, τα δείγματα τοποθετούνται σε σακουλάκια με αύξοντα αριθμό ανάλογα με τη σειρά που πιάστηκαν. Αποθηκεύονται προσωρινά σε ψυγείακι με παγόνερο μέχρι τελικά να φυλαχθούν στην κατάψυξη έως τη στιγμή που θα μετρηθούν διάφοροι παράμετροι στο εργαστήριο.
- ❖ Καταγραφή πληροφοριών: Όλες οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν κατά την κατάδυση με μπουκάλες καταγράφονται σε αρχείο excel στον ειδικά σχεδιασμένο πίνακα που αναφέρθηκε παραπάνω.



**Εικόνα 8:** Δειγματοληψία με αυτόνομη κατάδυση (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

## 2.5 Παρατήρηση δειγμάτων και λήψη φωτογραφιών

Λόγω της δυσκολίας λήψης δειγμάτων έγιναν διάφορες καταδύσεις με χρήση εξοπλισμού αυτόνομης κατάδυσης για πιο εύκολη φωτογράφιση, παρατήρηση και κατάδυση χωρίς χρήση υποβρύχιας αναπνευστικής συσκευής. Οι συγκεκριμένες καταδύσεις έγιναν για τη λήψη φωτογραφικού υλικού και μόνο και όχι για τη λήψη δειγμάτων. Χωρίς εξοπλισμό αυτόνομης κατάδυσης, όπως ακριβώς ισχύει και για τις

δειγματοληψίες, μπορεί να καλυφθεί πολύ μεγαλύτερη απόσταση της περιοχής. Στις περιπτώσεις όπου χρησιμοποιείται εξοπλισμός SCUBA η παρατήρηση είναι πολύ πιο εύκολη και το βάθος που μπορεί να φτάσει η κατάδυση είναι πολύ μεγαλύτερο πράγμα που είναι σημαντικό αφού παρατηρήθηκε ότι τα λεοντόψαρα προτιμούν πιο βαθιά ύδατα της τάξης 15 με 25 μέτρα και βαθύτερα.

### **2.5.1 Ελεύθερη κατάδυση**

Οι παρατηρήσεις που έγιναν με ελεύθερη κατάδυση ήταν λιγότερες από εκείνες με χρήση SCUBA. Συνολικά έγιναν τέσσερις καταδύσεις για δειγματοληψίες οι δύο το 2020 και οι άλλες δύο το 2022. Από τις ημέρες στις οποίες είχαν προγραμματιστεί δειγματοληψίες, κάποιες φορές οι βολές δεν έβρισκαν τον τελικό τους στόχο σαν αποτέλεσμα να υπάρχει φωτογραφικό υλικό του ατόμου χωρίς το δείγμα. Με ελεύθερη κατάδυση αυτό συνέβη στις 20/03/2020. Στο σύνολό τους οι παρατηρήσεις είναι 17, από τις οποίες οι 16 ήταν από μέρες κατάδυσης μόνο για παρατήρηση και οι 1 από μέρες δειγματοληψίας που τελικά δεν πάρθηκε το δείγμα.

Το βάθος στο οποίο εντοπίστηκαν και φωτογραφήθηκαν τα περισσότερα άτομα ήταν από 10-20 μέτρα και με διαφορά έναντι των 0-10 μέτρων. Πιο συγκεκριμένα 2 άτομα βρέθηκαν στο σύνολο σε βάθος από 0-10 μέτρα και 15 σε βάθη 10-20 μέτρων. Δεν υπήρξε κάποια σημαντική διαφορά ανάμεσα στα έτη 2020 και 2022 καθώς 1 άτομο βρέθηκε στα 0-10 μέτρα το 2020 και το 2022 ακόμα ένα και 7 άτομα το 2020 όπως και 8 το 2022 στα βάθη 10-20 μέτρων. Όσο αφορά πιο βαθιά ύδατα δεν εντοπίστηκε κάποιο άτομο καθώς ήταν δύσκολη η ελεύθερη κατάδυση και διαμονή για φωτογράφιση κάτω των 20 μέτρων.

Τα μήκη τα οποία επικράτησαν ήταν στο εύρος 30-40 με 88 άτομα. Πιο συγκεκριμένα 5 άτομα ήταν στα μήκη 10-20 και 4 άτομα με μήκος 20-30. Σε σύγκριση 2020 με 2022, το 2020 ήταν πιο μεγάλα τα άτομα και πιο συγκεκριμένα 5 άτομα με μήκος 30-40, δύο με 10-20 και μόλις 1 με μήκος 20-30, ενώ το 2022 3 άτομα από κάθε εύρος μηκών.

Ο τύπος του πυθμένα ήταν κυρίως συνδυασμός χωρίς όμως να λείπει και ο βραχώδης πυθμένας. Πιο συγκεκριμένα 10 άτομα βρέθηκαν σε πυθμένα ο οποίος ήταν συνδυασμός βραχώδους και αμμώδους πυθμένα και 7 σε μόνο βραχώδη. Πιο συγκεκριμένα το 2020 πιο πολλά άτομα βρέθηκαν σε βραχώδης πυθμένες σε

αντίθεση με το 2022 που εντοπίστηκαν τα περισσότερα λεοντόψαρα σε πυθμένα συνδυασμού βραχώδους με αμμώδη πυθμένα.

Συμπερασματικά με ελεύθερη κατάδυση οι παρατηρήσεις ήταν περισσότερες σε πυθμένα με άμμο σε συνδυασμό με βράχια, με μήκος από 30-40 και βάθος 10-20 μέτρα.

### **2.5.2 Αυτόνομη κατάδυση**

Οι παρατηρήσεις που έγιναν με καταδυτικό εξοπλισμό SCUBA ήταν στο σύνολό τους 6. Οι 4 πραγματοποιήθηκαν το 2020 και οι άλλες δύο το 2022. Όπως συνέβη και στις δειγματοληψίες με ελεύθερη κατάδυση έτσι και με την αυτόνομη κάποιες φορές στα δειγματοληψίες είχαμε κάποιες αστοχίες όσο αφορά τα λεοντόψαρα. Υπάρχει φωτογραφικό υλικό τις ημερομηνίες 28/03/2020 και στις 7/04/2020. Στο σύνολό τους οι παρατηρήσεις είναι 30, 28 από μέρες παρατήρησης και 12 από μέρες δειγματοληψίας.

Επικρατέστερο βάθος παρατήρησης με χρήση SCUBA ήταν το ίδιο με αυτό της ελεύθερης δηλαδή 10-20 μέτρα. Το 2020 παρατηρήθηκαν 9 άτομα σε βάθος 10-20 μέτρα όπως επίσης και στα 20-30 μέτρα. Τη διαφορά έκανε το 2022 όπου παρατηρήθηκαν 8 λεοντόψαρα σε βάθη 10-20 μέτρα και μόλις 2 σε βάθη 20-30 μέτρων.

Τα μήκη που επικράτησαν το 2020 όπως και το 2022 ήταν από 20-30 εκατοστά, όπως επίσης και ο βραχώδης πυθμένας. Συμπερασματικά λοιπόν σε παρατήρηση με αυτόνομη κατάδυση τα περισσότερα δείγματα βρέθηκαν σε βραχώδη πυθμένα σε βάθη 10-20 μέτρα και μήκος από 20-30 εκατοστά.

## **2.6 Μορφομετρικές μετρήσεις**

Για τις πρώτες μετρήσεις των μορφομετρικών χαρακτηριστικών στο νησί της Ρόδου χρησιμοποιήθηκαν συνολικά τα εξής εργαλεία:

- ✓ ιχθυόμετρο
- ✓ παχύμετρο
- ✓ οικιακή ζυγαριά ακριβείας
- ✓ ψαλίδι

- ✓ λαβίδα
- ✓ ανοξείδωτο ταψί
- ✓ γάντια μιας χρήσης

Αρχικά, κατασκευάστηκε ένα ιχθυόμετρο από πλεξιγκλάς και έναν χάρακα, ο οποίος στη συνέχεια του έφερε προσαρμοσμένη μία ταινία από μέτρο τσέπης (**Εικόνα 9, 10**). Για μετρήσεις πάχους χρησιμοποιήθηκε επίσης ένα μεταλλικό παχύμετρο, ενώ για τη μέτρηση βάρους οργάνων και ολικού βάρους μια οικιακή ζυγαριά ακριβείας. Τέλος, για την ευκολότερη μεταχείριση των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκαν ψαλίδι, λαβίδα, ανοξείδωτο ταψί και γάντια μιας χρήσης.



**Εικόνα 9:** Μέτρηση μορφομετρικών στην περιοχή της Ρόδου (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).



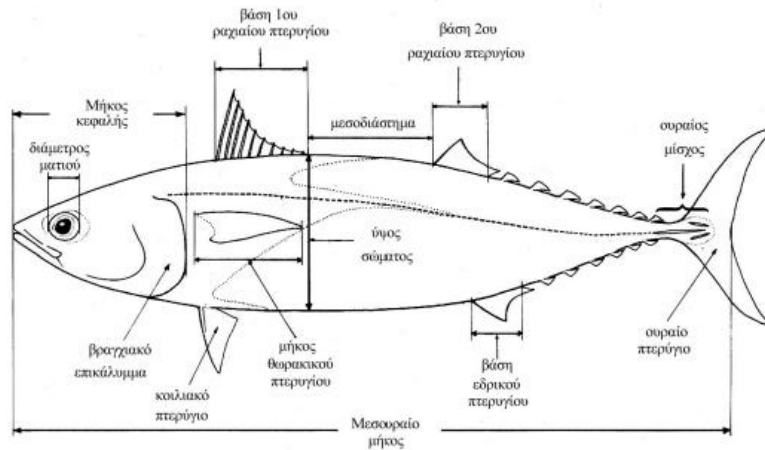
**Εικόνα 10:** Μέτρηση μορφομετρικών στο πεδίο (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

Η μέτρηση των σωματομετρικών και μεριστικών χαρακτηριστικών του κάθε ψαριού πραγματοποιήθηκε στον τομέα της Βιολογίας του ΕΚΠΑ και πιο συγκεκριμένα στην αίθουσα της ιχθυολογίας. Τα χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν για κάθε λεοντόψαρο αναγράφονται στον **Πίνακα 2**, ενώ στην **Εικόνα 11** διακρίνουμε την ορολογία που απαιτείται να γνωρίζουμε πριν τις μετρήσεις.

**Πίνακας 2:** Πίνακας καταγραφής των μορφομετρικών χαρακτηριστικών των λεοντόψαρων που συλλέχθηκαν στις καταδύσεις.

***Σωματομετρικά & Μεριστικά χαρακτηριστικά***

Αριθμός δείγματος
Μεσουραίο μήκος σώματος (FL) (cm)
Ολικό μήκος σώματος (TL) (cm)
Βάρος σώματος (RW) (gr)
Καθαρό βάρος σώματος (DRW) (gr)
Μέγιστο ύψος σώματος (HB) (cm)
Μήκος κεφαλής (HL) (cm)
Διάμετρος ματιού (DEYE) (cm)
Μήκος θωρακικού πτερυγίου (PECT) (cm)
Μήκος βάσης ραχιαίου πτερυγίου (DOR B) (cm)
Μήκος βάσης εδρικού πτερυγίου (ANAL B) (cm)
Ύψος ραχιαίου πτερυγίου (DOR H) (cm)
Ύψος εδρικού πτερυγίου (ANAL H) (cm)
Απόσταση ρύγχους έως ραχιαίο (TIPDOR) (cm)
Απόσταση ρύγχους έως εδρικό (TIPANAL) (cm)
Απόσταση ρύγχους έως κοιλιακού (TIPPELV) (cm)
Αριθμός ακτίνων ραχιαίου (NDOR)
Αριθμός ακτίνων εδρικού (NANAL)
Αριθμός ακτίνων θωρακικού (NPECT)
Αριθμός ακτίνων κοιλιακού (NPELV)
Βάρος γονάδων (gr)
Γεννητική ωριμότητα γονάδων
Βάρος Ήπατος (gr)
Βάρος στόμαχου και ενδοσωλήνα (gr)
Βάρος λίπους (gr)
Γοναδοσωματικός δείκτης
Φύλο



**Εικόνα 11:** Μετρήσεις και ορολογία (Πηγή: εργαστηριακός οδηγός)

Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν στο εργαστήριο ιχθυολογίας για τη μέτρηση όλων αυτών των παραμέτρων είναι σχεδόν τα ίδια με εκείνα που χρησιμοποιήθηκαν στις μετρήσεις πεδίου. Πιο συγκεκριμένα, έγινε χρήση ιχθυόμετρου, πλαστικού παχύμετρου, λαβίδας, ψαλιδιού, πλαστικών δίσκων και νυστεριού. Επίσης, έγινε χρειάστηκαν ένας ανεξίτηλος μαρκαδόρος, ένα μολύβι, χαρτί, μικρά σακουλάκια και πιο μεγάλες σακούλες, μικρά λευκά αυτοκόλλητα, αλουμινόχαρτο και γάντια μιας χρήσεως.

### 2.6.1 Ολικό βάρος

Πιο αναλυτικά, αφού αποψυχθούν τα δείγματα, συνήθως 5 λεοντόψαρα ανά ημέρα, ξεκινάει πρώτα η μέτρηση του ολικού βάρους (RW) με τη χρήση ζυγού ακριβείας 1 gr ο οποίος μπορεί να μετρήσει έως 6 kg βάρος (**Εικόνα 12**). Η μονάδα μέτρησης που εφαρμόζεται είναι τα γραμμάρια (gr). Ως ολικό βάρος ενός ιχθύος χαρακτηρίζεται το αρχικό βάρος του οργανισμού προτού ξεκινήσει η διαδικασία της αφαίρεσης των εσωτερικών οργάνων. Για να είναι ακριβής η μέτρηση του ολικού βάρους, το κάθε άτομο τοποθετείται σε διαδοχικά χαρτιά έτσι ώστε να απορροφηθεί όλη η ποσότητα του νερού που προκύπτει κατά την απόψυξη.



**Εικόνα 12:** Ζύγιση ολικού βάρους ιχθύος σε ζυγό ακριβείας (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

### **2.6.2 Μεσουραίο και ολικό μήκος**

Το κάθε λεοντόψαρο στη συνέχεια τοποθετείται πάνω στο ιχθυόμετρο, με το κεφάλι να κοιτάει στα αριστερά και το ραχιαίο πτερύγιο προς τα πάνω, το οποίο είναι φτιαγμένο από πλέξιγκλας και υπάρχει στο εσωτερικό του τοποθετημένη μια ταινία από ένα μέτρο ακριβείας 1 mm (**Εικόνα 13**). Η μέτρηση του ολικού μήκους (TL) του ιχθύος αποτελεί το μήκος που ξεκινάει από την αρχή της κεφαλής έως και το τελευταίο σημείο των ακτίνων του ουραίου πτερυγίου. Στη συνέχεια μετρήθηκε το μεσουραίο μήκος (FL) το οποίο υπολογίζεται με την τοποθέτηση του ιχθύος πάλι στο ιχθυόμετρο με το κεφάλι να κοιτάει στα αριστερά και το ραχιαίο πτερύγιο προς τα πάνω όπως και στην περίπτωση της μέτρησης του ολικού μήκους. Η μέτρηση ξεκινάει από το κεφάλι και τελειώνει εκεί που τελειώνει ο ουραίος μίσχος και ξεκινάνε οι άκανθες του ουραίου πτερυγίου. Στη διαδικασία των μετρήσεων αυτών, το στόμα των ιχθύων παραμένει κλειστό ενώ σε αντίθετη περίπτωση, προσπαθούμε να το κλείσουμε και να παραμείνει έτσι.





**Εικόνα 13:** Μέτρηση μήκους ιχθύος (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

### **2.6.3 Μέγιστο ύψος σώματος και μήκος κεφαλής**

Το επόμενο βήμα μετά τις μετρήσεις βάρους και μηκών, ολικού και μεσουραίου, είναι η μέτρηση του μήκους της κεφαλής και του μέγιστου ύψους του σώματος. Οι μετρήσεις αυτές πραγματοποιούνται με τη χρήση ενός παχυμέτρου vernier ή αλλιώς απλού πλαστικού αναλογικού παχύμετρου μέγιστου μήκους 150 mm, όπως φαίνεται και στην **Εικόνα 14**. Η ακρίβεια του παχυμέτρου είναι έως και 0,1 mm. Στη συνέχεια μετατρέπονται σε cm από mm. Ξεκινώντας από τη μέτρηση του μέγιστου ύψους σώματος, αυτή γίνεται κατεβάζοντας το ραχιαίο πτερύγιο και βρίσκοντας το μεγαλύτερο ύψος που έχει το άτομο κατά μήκος του σώματος. Δεν πιέζεται το στομάχι ούτε το πάνω μέρος του ραχιαίου, ο ιχθύς παραμένει χαλαρός. Έπειτα μετράμε το μήκος κεφαλής για το οποίο τοποθετούμε ένα αλουμινόχαρτο κάθετα και να περνάει από την αρχή του ραχιαίου πτερυγίου. Έτσι η μέτρηση του μήκους κεφαλής γίνεται με περισσότερη ακρίβεια και ευκολία.





**Εικόνα 14:** Μετρήσεις μέγιστου ύψους σώματος και μήκους κεφαλής (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

#### 2.6.4 Διάμετρος ματιού και μήκος θωρακικού πτερυγίου

Η μέτρηση του οφθαλμού δεν έχει ιδιαίτερα σημεία τα οποία χρειάζονται προσοχή. Ο οφθαλμός που μετρήσαμε είναι αυτός της ίδιας πλευράς που υπολογίστηκαν και οι άλλες παράμετροι, δηλαδή εκείνης που το λεοντόψαρο κοιτάει προς τα αριστερά. Το μήκος του πλευρικού ή αλλιώς θωρακικού πτερυγίου μετριέται από τη βάση του, η οποία βρίσκεται κάτω από βραγχιακό κάλυμμα μέχρι και το τέλος του. Η μέτρηση αυτή γίνεται με τη χρήση του παχύμετρου είτε με τη βοήθεια ενός χάρακα στην περίπτωση που το μήκος ξεπερνάει τα 15cm (**Εικόνα 15**).



**Εικόνα 15:** Διάμετρος ματιού (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

### 2.6.5 Μήκος βάσης εδρικού και ραχιαίου πτερυγίου

Έγινε επίσης μέτρηση της βάσης του εδρικού όπως και του ραχιαίου πτερυγίου με το παχύμετρο. Οι μετρήσεις αυτές γίνονται αφού πρώτα σηκωθούν τα πτερύγια έτσι ώστε να γίνουν με μεγαλύτερη ακρίβεια και συγχρόνως να διευκολυνθεί η διαδικασία. Η μέτρηση παίρνεται από τη βάση, δηλαδή κάτω των πτερυγίων όπως φαίνεται και στην **Εικόνα 16**.



**Εικόνα 16:** Μέτρηση μήκους βάσης εδρικού πτερυγίου (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

### 2.6.6 Ύψος ραχιαίου και εδρικού πτερυγίου

Οι συγκεκριμένες μετρήσεις παίρνονται από τη βάση των ακτινών. Όσο αφορά το ραχιαίο πτερύγιο οι μετρήσεις λαμβάνονται από την 5<sup>η</sup> άκανθα του και σε περίπτωση που η άκανθα είναι κομμένη ή λείπει η μέτρηση παίρνεται από την αμέσως επόμενη άκανθα της 6<sup>η</sup>. Οι μετρήσεις αυτές γίνονται με τη βοήθεια του παχύμετρου και πιο συγκεκριμένα με την πλευρά όπου μετριέται το εσωτερικό ενός σωλήνα έτσι ώστε να εφάπτεται καλύτερα με τη βάση της κάθε ακτίνας. Στο εδρικό πτερύγιο η μέτρηση γίνεται από τη βάση που εδρικού και από το κέντρο της έως και την μακρύτερη ακτίνα (**Εικόνα 17**).



**Εικόνα 17:** Μέτρηση με την πάνω πλευρά του παχύμετρου (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

#### **2.6.7 Απόσταση ρύγχους μέχρι ραχιαίο, εδρικό και κοιλιακό πτερύγιο**

Οι συγκεκριμένες μετρήσεις οι οποίες ως αφετηρία όλες τους είχαν το ρύγχος του λεοντόψαρου γινόντουσαν πάνω στο ιχθυόμετρο έτσι ώστε να βρεθεί η νοητή ευθεία από το ρύγχος και στη συνέχεια με την πάνω πλευρά του παχύμετρου, όπως συνέβη και με την περίπτωση της μέτρησης των ακτινών, μετρούνται οι αποστάσεις. Όσο αφορά την πρώτη μέτρηση που είναι μέχρι το ραχιαίο γίνεται σηκώνοντας την πρώτη ακτίνα του ραχιαίου και η μέτρηση είναι μέχρι τη βάση της. Το ίδιο ακριβώς γίνεται και με το εδρικό και κοιλιακό πτερύγιο. Οι μετρήσεις πάντα γίνονται από την ίδια πλευρά του ιχθύος.

#### **2.6.8 Αριθμός ακτίνων ραχιαίου, εδρικού, θωρακικού και κοιλιακού πτερυγίου**

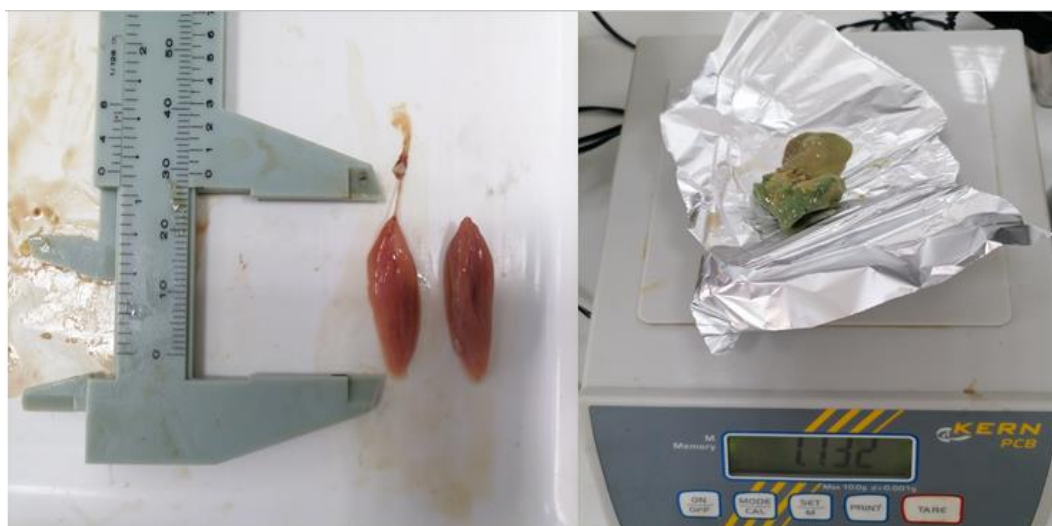
Οι ακτίνες του ραχιαίου πτερυγίου των λεοντόψαρων αποτελούνται από δύο είδη ακτίνων, τις μαλακές και τις σκληρές. Μετρώνται και οι δύο. Το ίδιο συμβαίνει και με τα κοιλιακά πράγμα που δεν ισχύει με τα θωρακικά τα οποία έχουν μόνο σκληρές.

#### **2.6.9 Ανατομή - Μέτρηση βάρους γονάδων, ήπατος, στόμαχου και λίπους**

Όπως φαίνεται και στην **Εικόνα 18**, στη συνέχεια και αφού έχουν μετρηθεί όλες οι παραπάνω παράμετροι, είναι η σειρά της ανατομής του λεοντόψαρου. Ξεκινάει από

την ουρογεννητική του οπή που βρίσκεται στο μέρος της κοιλιάς πριν το ουραίο περύγιο. Ξεκινώντας από το σημείο αυτό πραγματοποιήθηκε μια τομή κατά μήκος τη κοιλιάς προς το κεφάλι με το ψαλίδι και με τη βοήθεια της λαβίδας που τραβάμε το δέρμα της κοιλιάς έτσι ώστε να μην κοπεί κάποιο όργανο κατά την ανατομή.

Ύστερα, αφού πραγματοποιήθηκαν άλλες δύο κάθετες τομές προς την προηγούμενη, ανασηκώσαμε το δέρμα και τους μυς του ψαριού και παρατηρήσαμε τα όργανα που βρίσκονται στο εσωτερικό του. Αρχικά αφαιρούνται οι γονάδες που βρίσκονται κάτω από τη νυκτική κύστη και στη συνέχεια με προσοχή κόβεται το στομάχι από την περιοχή κοντά στα βράγχια αφαιρούνται όλα τα όργανα μαζί και στη συνέχεια με προσοχή διαχωρίζονται ήπαρ, στομάχι και έντερο και στο τέλος όλο το λίπος που μπορεί να αφαιρεθεί. Μετράμε το βάρος των γονάδων του ήπατος του στομάχου μαζί με το έντερο και του λίπους, τα καταγράφουμε και στη συνέχεια λαμβάνει χώρα η αποθήκευση.



**Εικόνα 18:** Γονάδες και μέτρηση βάρους ήπατος (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

#### 2.6.10 Γεννητική ωριμότητα γονάδων, γοναδοσωματικός δείκτης και φύλο

Για τον προσδιορισμό της γεννητικής ωριμότητας των γονάδων του κάθε ατόμου, εφαρμόζεται η μελέτη του National Oceanic and Atmospheric Administration με τίτλο '*Lionfish dissection: Techniques and applications*' που πραγματοποιήθηκε το 2012 (**Εικόνα 19**). Βάσει της συγκεκριμένης μελέτης, τα στάδια ενός αρσενικού ατόμου είναι δύο, Immature (virgin) και Spawning capable. Όταν το λεοντόψαρο είναι μικρότερο από 18 cm ολικό μήκος, τότε ο προσδιορισμός της γεννητικής

ωριμότητας και του φύλου καθίστανται αδύνατα με μακροσκοπική παρατήρηση. Τα στάδια γεννητικής ωριμότητας σε ένα θηλυκό άτομο είναι περισσότερα και πιο εξειδικευμένα από το αρσενικό και περιλαμβάνουν τα εξής: Immature (virgin), Early developing, Developing, Spawning capable και Actively spawning.








Με μακροσκοπική παρατήρηση γίνεται ο προσδιορισμός του φύλου του ιχθύος και στη συνέχεια καθορίζεται σε ποιο στάδιο γεννητικής ωριμότητας βρίσκεται το κάθε άτομο. Στα άτομα στα οποία διακρίθηκε το φύλο υπολογίστηκε επίσης ο γοναδοσωματικός δείκτης (gonadosomatic index, GSI) με βάση την ακόλουθη εξίσωση:

$$GSI = [GW/TW] \times 100$$

όπου GW: βάρος των γονάδων (g), TW: ολικό βάρος του ατόμου. Ο δείκτης αυτός δείχνει την αύξηση σε βάρος, των γονάδων σε σχέση με το ολικό βάρος και βοηθάει να καθοριστεί η εποχή αναπαραγωγής στην περιοχή μελέτης.

Γονάδες μικρότερων ψαριών μπορούν να εντοπιστούν αναζητώντας την παρουσία ενός λεπτού αιμοφόρου αγγείου που οδηγεί μέσα και έξω από τις γονάδες. Χρησιμοποιήστε ένα μεγεθυντικό φακό ή μικροσκόπιο ανατομής για να εντοπίσουμε τις γονάδες των λεοντόψαρων σε μικρά άτομα ανάλογα με τις ανάγκες. Χρησιμοποιώντας πληροφορίες για το μέγεθος του δείγματος του λεοντόψαρου, το μέγεθος και την εμφάνισή των γονάδων, βοηθούν σημαντικά στην αναγνώριση του φύλου και του αναπαραγωγικού σταδίου. Ανώριμες γονάδες και από τα δύο τα φύλα έχουν τη μορφή ενός νήματος. Ως αποτέλεσμα, οι όρχεις δεν διακρίνονται σε μεγάλο βαθμό από τις ανώριμες ωοθήκες και μπορεί να αναγνωριστεί εσφαλμένα χωρίς ιστολογική εξέταση σε δείγματα μικρότερα από 180 mm TL. Για δείγματα μεγαλύτερα από 180 mm TL, ανώριμοι όρχεις, η εμφάνιση και το μέγεθος των γονάδων μπορεί να χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της αναπαραγωγικής κατάστασης.



Fish length (TL)	Appearance	Gender	Stage description	Stage	Image
<180 mm	Gonads are oval masses, cream-pink in colour, with ratio of length:width less than 2.	Female	Additional information required to determine reproductive stage.	Immature (virgin) or Early Developing	See Immature or Early Developing
	Gonads elongated with ratio of length:width greater than 2.	Histology required to distinguish between male and female.	Clear, threadlike structures 1-3 mm in diameter and 5-10 mm in length. Immature ovaries are largely indistinguishable from immature testes.	Immature (virgin)	
>180 mm	Gonads elongated with ratio of length:width greater than 2.	Male	Testes appear threadlike; 1-3 mm in diameter and 5-10 mm in length.	Immature (virgin)	
			Testes appear as cream-colored with well-defined edges. Testes are typically not larger than 10 mm in diameter and 20 mm in length in the largest of specimens.	Spawning capable	
	Gonads are oval masses, cream-pink in colour, with ratio of length:width less than 2.	Female	Ovary is cream colored and round with no edges. Width may vary from 5 - 15 mm. Eggs not visible macroscopically. Ovary is more firm than during the Developing stage.	Early developing	
			Ovary cream colored with some pinkish portions. Eggs visible as small white spheres. Size may vary from a width of 15 mm to 30+ mm. No gelatinous mucus visible around periphery.	Developing	
			Ovary large with clear gelatinous mucus containing visible eggs peripheral to central stroma. Size may vary from a width of 15 mm to 30+ mm.	Spawning capable	
			Large number of clear eggs encompassed in gelatinous mucus visible along periphery of the ovary. Note: ovary wall is removed in picture.	Actively spawning	

**Εικόνα 19:** Μορφολογία γονάδων ανά στάδιο για αρσενικά και θηλυκά άτομα του είδους *Pterois miles* (Πηγή: Green, S.J., Akins, J.L., and J.A. Morris, Jr. 2012. *Lionfish dissection: Techniques and applications*. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 139, 24 pp.)

### 2.6.11 Μέτρηση καθαρού βάρους και αποθήκευση βραγχίων

Αφού έχουν αφαιρεθεί όλα τα εσωτερικά όργανα του ιχθύος (Εικόνα 20) τώρα μπορεί να μετρηθεί το καθαρό βάρος των ιχθύων. Στη συνέχεια και αφού μετρήθηκε το βάρος χωρίς τα εσωτερικά όργανα γίνεται αφαίρεση των βραγχίων και τοποθετούνται μέσα σε αλουμινόχαρτο.



**Εικόνα 20:** Αφαίρεση οργάνων λεοντόψαρου (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

#### 2.6.12 Ολοκλήρωση διαδικασίας μετρήσεων

Για κάθε δείγμα που έχουν μετρηθεί τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά, το κάθε όργανο που αφαιρέθηκε αποθηκεύεται ξεχωριστά σε σακουλάκια που φέρουν αυτοκόλλητα στα οποία σημειώνονται οι απαραίτητες πληροφορίες: (α) αύξοντας αριθμός δείγματος, (β) ημερομηνία και (γ) είδος οργάνου (**Εικόνα 21**). Με τον ίδιο τρόπο αποθηκεύονται τόσο τα όργανα που μετρήθηκαν [π.χ. στομάχι, έντερο, γονάδες, ήπαρ, βράγχια (εσώκλειστα σε αλουμινόχαρτο)] όσο τα υπόλοιπα που δεν συμπεριλαμβάνονται στα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας όπως είναι η καρδιά, η νηκτική κύστη, το συκώτι κλπ. Σε όμοια σακουλάκια αποθηκεύονται επίσης και τα λεοντόψαρα κατόπιν φυσικά της αφαίρεσης των πτερυγίων τους, του περισπλαχνικού λίπους και των λοιπών οργάνων.

Έπειτα, όλα τα άτομα της δειγματοληψίας τοποθετούνται μαζί σε μια μεγαλύτερη σακούλα στην οποία σημειώνεται τόσο στο εξωτερικό όσο και στο εσωτερικό της μέρος, ο συνολικός αριθμός των δειγμάτων που περιέχονται, η ημερομηνία δειγματοληψίας και ο αύξοντας αριθμός του κάθε δείγματος.

Στο τέλος, τα δείγματα για τα οποία έχουν ολοκληρωθεί οι μετρήσεις για όλες τις παραμέτρους τοποθετούνται πίσω στην κατάψυξη, ενώ αυτά που πρόκειται να μετρηθούν την επόμενη μέρα μεταφέρονται στο ψυγείο για να ξεκινήσει σταδιακά η διαδικασία της απόψυξης. Εναλλακτικά, βγαίνουν από την κατάψυξη αποβραδís και τοποθετούνται μέσα σε ένα πλαστικό κουβά έτσι ώστε να έχουν επανέλθει σε

θερμοκρασία δωματίου μέχρι το επόμενο πρωί που θα μετρηθούν τα μορφομετρικά τους χαρακτηριστικά.



**Εικόνα 21:** Διαχωρισμός σε σακουλάκια για μακροπρόθεσμη αποθήκευση (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

## 2.7 Διερεύνηση της διατροφής των ιχθύων *Pterois miles*

Η πιο διαδεδομένη μέθοδος διερεύνησης της διατροφής των ιχθύων αναφέρεται στην ποσοτικοποίηση των στομαχικών περιεχομένων και την ταξινόμησή τους σε επιμέρους ομάδες. Ως εκ τούτου, για την εκτίμηση της δίαιτας του επιλεγμένου είδους *Pterois miles* συλλέχθηκαν οι στόμαχοι όλων των ατόμων που αποτέλεσαν το δείγμα της μελέτης και υποβλήθηκαν σε περαιτέρω εξέταση.

Πιο συγκεκριμένα, με το πέρας της διαδικασίας μετρήσεων των μορφομετρικών χαρακτηριστικών, γίνεται καθημερινά απόψυξη του πεπτικού συστήματος (εντέρου και στομάχου) 5 έως 10 δειγμάτων αποθηκευμένων σε πλαστικά σακουλάκια όπως περιεγράφηκε παραπάνω. Αφού ξεπαγώσουν, καθαρίζουμε με απεσταγμένο νερό και ανοίγουμε το στομάχι για να γίνει η καταγραφή του περιεχομένου. Ζυγίζεται τόσο το στομάχι όσο και το έντερο και ακολούθως, οι στόμαχοι τοποθετούνται σε τριβλία και ανοίγονται με χρήση νυστεριού και λαβίδας ώστε να γίνει παρατήρηση του τροφικού περιεχομένου τους στο στερεοσκόπιο. Τα ευρήματα αναλύθηκαν με σκοπό τον υπολογισμό του βάρους του στομαχικού περιεχομένου σε γραμμάρια, την καταμέτρηση των τεμαχίων της καταναλωθείσας τροφής και τον προσδιορισμό του είδους της λείας.



## 2.8 Μικροσκοπικές παρατηρήσεις και καταγραφή των μικροπλαστικών

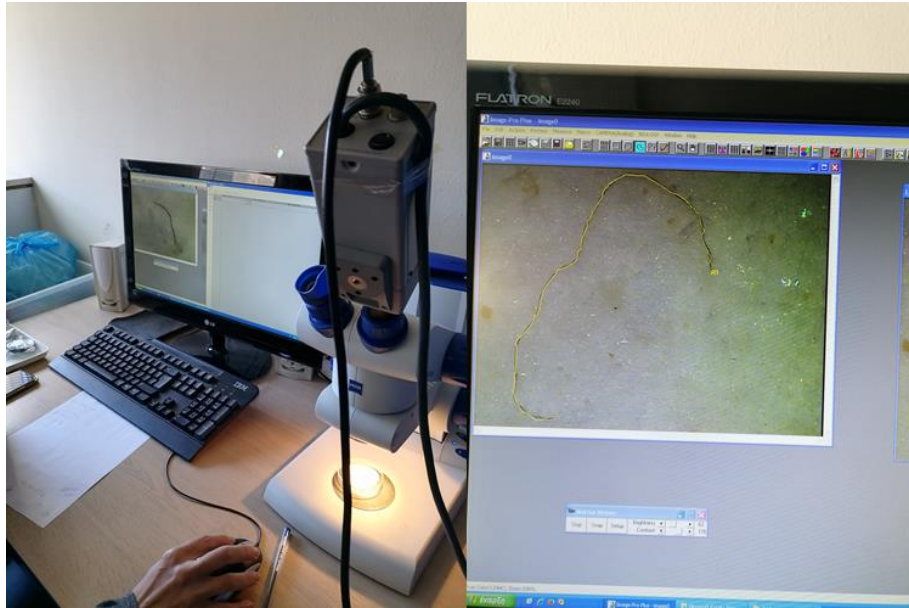
Τα στομαχικά και εντερικά περιεχόμενα τοποθετούμε σε ποτήρι ζέσεως με 20 ml 30% υπεροξείδιο του υδρογόνου (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ανά γραμμάριο (**Εικόνα 22**). Στη συνέχεια, αφήνουμε τα δείγματα σε μια θερμαινόμενη πλάκα στους 60°C σταθερή θερμοκρασία για μια εβδομάδα και ανά τακτά χρονικά διαστήματα πραγματοποιείται ανάδευση. Όλα τα ποτήρια ζέσεως είναι κλεισμένα με αλουμινόχαρτο για την αποφυγή εισόδου αιωρούμενων μικροπλαστικών.

Μετά το πέρας της μια βδομάδας πραγματοποιείται διήθηση υπό κενό αέρος των δειγμάτων που έχουν υποστεί χώνευση. Σε χωνί Buchner τοποθετείται φίλτρο και το περιεχόμενο του ποτηριού αδειάζεται εντός αυτού. Επιπλέον, το ποτήρι ζέσεως ξεπλένεται 3 φορές με απεσταγμένο νερό και αδειάζεται και αυτό στο ίδιο χωνί. Το φίλτρο από το χωνί αφαιρείται και τοποθετείται σε ένα γυάλινο τρυβλίο petri το οποίο καλύπτεται προσωρινά με αλουμινόχαρτο. Αφού η παραπάνω διαδικασία ολοκληρώνεται για όλα τα δείγματα, τα τρυβλία τοποθετούνται σε ένα καθαρό ντουλάπι για να γίνει η ξήρανση των φίλτρων σε θερμοκρασία δωματίου.

Για την παρατήρηση των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε το στερεοσκόπιο της **Εικόνας 23**. Το συγκεκριμένο στερεοσκόπιο συνδέεται με υπολογιστή και με τη βοήθεια μιας κάμερας μπορούμε να τραβήξουμε φωτογραφίες. Το στερεοσκόπιο περιλαμβάνει τη θέση υποδοχής του δείγματος, τη λάμπα φωτισμού, το σταθερό μεγεθυντικό φακό (x4) και τους υπόλοιπους μεγεθυντικούς φακούς που πολλαπλασιάζουν τη μεγέθυνση του δείγματος (π.χ. x6,5, x5, x4). Το πρόγραμμα το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την φωτογράφιση και τη βαθμονόμηση των μικροπλαστικών είναι το ImagePro-plus. Μετρήθηκε το μήκος και το πλάτος των μικροπλαστικών και σημειώθηκε το χρώμα της ίνας.



**Εικόνα 22:** Στο πρώτο πάνελ απεικονίζονται τα ποτήρια ζέσεως που βρίσκονται πάνω στη θερμαινόμενη πλάκα. Στα επόμενα δύο, η διαδικασία διήθησης υπό κενό με τα φίλτρα και στο τελευταίο, η αποθήκευση των φίλτρων για να στεγνώσουν και να πραγματοποιηθεί παρατήρηση με τη βοήθεια στερεοσκοπίου (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).



**Εικόνα23:** Αριστερά απεικονίζεται το ηλεκτρονικό στερεοσκόπιο συνδεδεμένο στον υπολογιστή και δεξιά η μέτρηση του μήκους ενός μικροπλαστικού (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

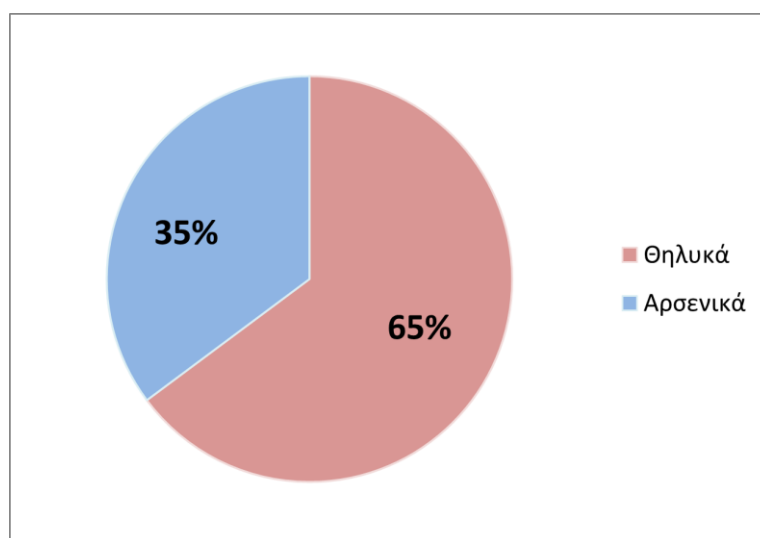
## 2.9 Στατιστική ανάλυση

Όλα τα δεδομένα που συλλέχθηκαν κατά τη διεξαγωγή της παρούσας διπλωματικής οργανώθηκαν σε υπολογιστικά φύλλα Microsoft Excel (μέρος του λογισμικού πακέτου Office της εταιρείας Microsoft) υπό την μορφή πινάκων συχνοτήτων και υποβλήθηκαν σε περιγραφική στατιστική ανάλυση. Τα δεδομένα των δειγματοληψιών και των παρατηρήσεων αναλύθηκαν τόσο ξεχωριστά όσο και συγκεντρωτικά και παρουσιάστηκαν γραφικά με τις μεθόδους του ραβδογράμματος (bar chart) και του κυκλικού διαγράμματος (pie chart). Στη συνέχεια, τα μορφομετρικά δεδομένα των ιχθύων που συλλήφθηκαν, ταξινομήθηκαν ανά φύλο και υποβλήθηκαν σε ανάλυση συσχέτισης για επίπεδο σημαντικότητας 95% και  $p\text{-value} > 0,05$  ως στατιστικά σημαντικό.

### 3. Αποτελέσματα

#### 3.1 Αποτελέσματα δειγματοληψιών

Το σύνολο των δειγμάτων μας που συλλέχθηκε είτε με ελεύθερη κατάδυση είτε με αυτόνομη με χρήση ειδικής αναπνευστικής συσκευής, έφτασε τα 54 άτομα του είδους *Pterois miles*. Εξ' αυτών τα 35 (65%) ήταν θηλυκά και τα 19 (35%) αρσενικά (Γράφημα 1). Για την συλλογή τους χρειάστηκε να πραγματοποιηθούν 18 συνολικά καταδύσεις εκ των οποίων οι 10 ήταν ελεύθερες και οι 8 με χρήση καταδυτικού εξοπλισμού SCUBA (Πίνακας 3). Το 37% των δειγμάτων προήλθε από τις ελεύθερες καταδύσεις, οι οποίες απέδωσαν συνολικά 20 άτομα ενώ κατά την 2<sup>η</sup> και 4<sup>η</sup> δεν κατάφερε να συλληφθεί κανένα. Πιο αποδοτικός φάνηκε ο αυτόνομος τύπος κατάδυσης με τη σύλληψη 34 ατόμων συνολικά και συνεπώς διαμορφώνοντας το 63% του συνόλου των αποτελεσμάτων. Στην περίπτωση αυτή μόνο μία κατάδυση από τις 8 που έλαβαν χώρα κατέληξε ανεπιτυχής αφού δεν κατάφερε να συλληφθεί κανένα άτομο *Pterois miles*.

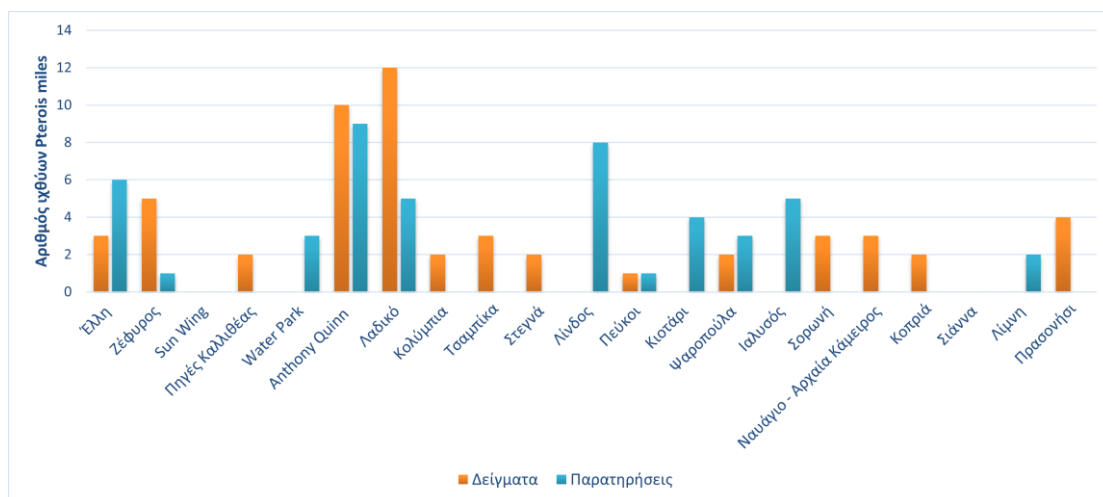


**Γράφημα 1:** Ποσοστό θηλυκών και αρσενικών ιχθύων *Pterois miles* που συλλέχθηκαν και με τους δύο τύπους κατάδυσης συνολικά.

**Πίνακας 3:** Αριθμός δειγμάτων *Pterois miles* που συλλέχθηκαν σε κάθε μία εκ των 18 καταδύσεων (ελεύθερη/αυτόνομη) που έλαβαν χώρα σε περιοχές της Ρόδου.

Κατάδυση (Α/Α)	Τύπος κατάδυσης	Δείγματα
1	Ελεύθερη	1
2	Ελεύθερη	0
3	Ελεύθερη	2
4	Ελεύθερη	0
5	Ελεύθερη	3
6	Αυτόνομη	7
7	Αυτόνομη	0
8	Αυτόνομη	10
9	Αυτόνομη	5
10	Ελεύθερη	2
11	Ελεύθερη	3
12	Ελεύθερη	2
13	Αυτόνομη	2
14	Αυτόνομη	3
15	Ελεύθερη	2
16	Αυτόνομη	3
17	Αυτόνομη	4
18	Ελεύθερη	5

Οι καταδύσεις που πραγματοποιήθηκαν για τους σκοπούς της έρευνας αφορούσαν σε 21 περιοχές του νησιού με τις δύο εξ' αυτών, Sun Wing και Σιάννα, να μην συνεισφέρουν ούτε στον αριθμό των δειγμάτων που υποβλήθηκαν σε μορφομετρικές μετρήσεις, ούτε στον αριθμό των παρατηρήσεων (**Γράφημα 2**). Στις 5 περιοχές: Water Park, Λίνδος, Κιοτάρι, Ιαλυσός και Λίμνη δεν κατάφερε να συλληφθεί κάποιο δείγμα παρότι υπήρξαν αρκετές παρατηρήσεις, ιδίως στον σταθμό της Λίνδου. Ο συγκεκριμένος, μάλιστα, σταθμός ήταν ο δεύτερος στη σειρά επιτυχημένων καταδύσεων ως προς τις παρατηρήσεις, με το 17,02% των 47 συνολικά παρατηρήσεων να προέρχεται από εκεί, ακολουθώντας το 19,15% του Anthony Quinn (**Πίνακας 4**). Αναφορικά με τις δειγματοληψίες, οι περισσότερες επιτυχημένες καταδύσεις πραγματοποιήθηκαν στο Λαδικό και το Anthony Quinn με την σύλληψη 12 και 10 ατόμων *Pterois miles* αντιστοίχως, ενώ στις υπόλοιπες περιοχές συλλήφθηκαν από 1 έως και 5 άτομα.



**Γράφημα 2:** Αριθμός των ατόμων *Pterois miles* που συλλήφθηκαν ή παρατηρήθηκαν σε κάθε μία εκ των 21 περιοχών που πραγματοποιήθηκαν καταδύσεις.

Σταθμός	Ονομασία	Δειγματοληψίες	Ελεύθερη	Αυτόνομη	Δείγματα	Παρατηρήσεις
1	Έλλα	2	2	-	3 (5,56%)	6 (12,77%)
2	Ζέφυρος	2	-	2	5 (9,26%)	1 (2,13%)
3	Sun Wing	1	1	-	-	-
4	Πηγές Καλλιθέας	2	1	1	2 (3,7%)	-
5	Water Park	1	-	1	-	3 (6,38%)
6	Anthony Quinn	2	-	2	10 (18,52%)	9 (19,15%)
7	Λαδικό	2	1	1	12 (22,22%)	5 (10,64%)
8	Κολύμπια	1	1	-	2 (3,7%)	-
9	Τσαμπίκα	1	1	-	3 (5,56%)	-
10	Στεγνά	1	-	1	2 (3,7%)	-
11	Λίνδος	2	-	2	-	8 (17,02%)
12	Πεύκοι	1	1	-	1 (1,85%)	1 (2,13%)
13	Κιοτάρι	1	-	1	-	4 (8,51%)
14	Ψαροπούλα	2	1	1	2 (3,7%)	3 (6,38%)
15	Ιαλυσός	1	1	-	-	5 (10,64%)
16	Σορωνή	1	-	1	3 (5,56%)	-
17	Ναυάγιο - Αρχαία Κάμειρος	1	-	1	3 (5,56%)	-
18	Κοπριά	1	1	-	2 (3,7%)	-
19	Σιάννα	1	1	-	-	-
20	Λίμνη	1	1	-	-	2 (4,26%)
21	Πρασονήσι	1	-	1	4 (7,41%)	-
Σύνολο		28	13	15	54 (100%)	47 (100%)

**Πίνακας 4:** Αριθμητικά και ποσοστιαία δείγματα και παρατηρήσεις ατόμων *Pterois miles* στις 21 περιοχές κατάδυσης της μελέτης.

Εξετάζοντας στη συνέχεια τα δεδομένα της χρονικής διάρκειας ανά τύπο κατάδυσης, παρατηρήθηκε ότι κατά τις ημέρες που χρησιμοποιήθηκε συσκευή SCUBA η διάρκεια των καταδύσεων κυμάνθηκε από 40 έως 80 λεπτά με μέση διάρκεια τα 52 λεπτά (Πίνακας 5). Αντιθέτως, οι ελεύθερες καταδύσεις είχαν εμφανώς μεγαλύτερη διάρκεια με μια διακύμανση από 1 έως 2 ώρες και μέσο όρο τη 1 ώρα και τα 27 λεπτά.

**Πίνακας 5:** Διάρκεια καταδύσεων ανά τύπο.

Τύπος κατάδυσης	Περιοχή	Διάρκεια κατάδυσης	Ημ/νία	Εξωτ. Θερμ. (°C)	Θερμ. Βυθού (°C)
Αυτόνομη	Λαδικό	0:45	28/3/2020	15-18	17
	Καλλιθέα	0:50	30/3/2020	14-17	17
	Άντονι Κουιν	0:55	7/4/2020	16-19	17
	Ζέφυρος	1:20	9/4/2020	14-17	18
	Στεγνά	0:40	24/4/2020	19-22	18
	Σορωνή	0:45	1/5/2020	18-21	18
	Ναυάγιο Αρχαία Καμ	0:45	11/5/2020	19-22	19
	Πρασονήσι	0:53	15/5/2020	23-26	20
	Ζέφυρος	1:15	20/5/2020	22-33	19
	water park	1:00	27/5/2020	18-22	20
	Κιοτάρι	0:55	4/6/2020	18-25	23
	Λίνδος	0:45	10/7/2020	24-29	25
	Λίνδος	0:40	25/1/2022	2-Αυγ	17
	Άντονι Κουιν	0:46	27/1/2022	5-Οκτ	16
M.O. ± T.A.		0:52 ± 0,01		16-21 ± 6-6,47	19 ± 2,42
Ελεύθερη	Πεύκη	1:30	20/3/2020	16-19	17
	Σιαννα	2:00	21/3/2020	13-16	17
	Ψαροπούλα	1:30	23/3/2020	15-18	17
	Sunwing	1:10	24/3/2020	13-16	18
	Έλλη	1:20	25/3/2020	16-19	18
	Καλλιθέα	1:25	12/4/2020	17-20	18
	Τσαμπίκα	1:10	16/4/2020	15-18	18
	Κολύμπια	1:00	20/4/2020	17-20	17
	Κοπριά	1:15	5/5/2020	20-23	19
	Λαδικό	1:30	10/6/2020	28-31	21
	Λιμνη	1:45	12/7/2020	23-29	24
	Ιαλυσός	1:50	3/9/2020	26-31	27
	Ψαροπούλα	1:35	14/1/2022	Αυγ-13	17
	Ελλη	1:20	18/1/2022	Αυγ-13	19
M.O.±T.A.		1:27±0,01		17-20 ± 5,67-5,79	19 ± 2,89

Επιπλέον, είναι αναμενόμενο ότι η χρονική περίοδος που πραγματοποιήθηκαν καταδύσεις (Μάρτιος έως Σεπτέμβριος του έτους 2020 και Ιανουάριος του έτους 2022) καθόρισε τις παρατηρήσεις μας αναφορικά με την θερμοκρασία του βυθού. Πιο συγκεκριμένα, κατά τον μήνα Μάρτιο που η θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος ήταν σχετικά χαμηλή ξεκινώντας από τους 13°C και φτάνοντας μέγιστο τους 19°C, καταγράφηκαν 17-18°C υποθαλασσίως. Κατά τους επόμενους εαρινούς μήνες (Απρίλιος, Μάιος) που η εξωτερική θερμοκρασία σταδιακά αυξήθηκε με μια διακύμανση από 14°C έως 26°C, δεν παρατηρήσαμε τόσο κρύα ύδατα στον πυθμένα των σταθμών, φτάνοντας μέχρι και τους 20°C. Ομοίως, περαιτέρω αύξηση διαπιστώθηκε κατά τους θερινούς μήνες Ιούνιο και Ιούλιο με την θερμοκρασία του βυθού να φτάνει τους 25°C. Τον μήνα Αύγουστο δεν πραγματοποιήθηκε καμία κατάδυση με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν δεδομένα, ενώ τον Σεπτέμβριο έλαβε χώρα μόνο μία με την εξωτερική θερμοκρασία να κυμαίνεται από 26°C έως 31°C και την θερμοκρασία του βυθού να υπολογίζεται στους 27°C. Τέλος, τον μήνα Ιανουάριο του έτους 2022, η εξωτερική θερμοκρασία δεν ξεπέρασε τους 13°C ενώ του πυθμένα κυμάνθηκε μεταξύ 16-19°C.

δείγματα (ημέρες)		Διάρκεια min	Αριθμός λεοντόψαρων	Άτομα/60min
ελεύθερη	10	830	20	1,445783133
αυτόνομη	8	413	34	4,939467312
παρατηρήσεις (ημέρες)		Διάρκεια min	Αριθμός λεοντόψαρων	Άτομα/60min
ελεύθερη	4	390	16	2,461538462
αυτόνομη	6	321	22	4,112149533

**Πίνακας 6:** Αριθμός ατόμων ανά 1 ώρα κατάδυσης

Κατά τη χρήση εξοπλισμού SCUBA για τη συλλογή δειγμάτων όπως επίσης και απλώς για την παρακολούθηση του *Pterois miles*, τα άτομα σε σχέση με τον χρόνο των δειγματοληψιών ήταν πολύ περισσότερα από αυτά της ελεύθερης κατάδυσης (**πίνακας 6**). Όπως ήταν αναμενόμενο λόγω του κόστους όπως επίσης και της δυσκολίας της κατάδυσης με εξοπλισμό SCUBA, ο συνολικός χρόνος δειγματοληψιών με ελεύθερη κατάδυση ήταν 1220min ενώ με αυτόνομη κατάδυση ήταν 734min δηλαδή σχεδόν ο μισός. Παρόλα αυτά τα άτομα που εντοπίστηκαν με αυτόνομη κατάδυση ήταν 54 ενώ με ελεύθερη 36 γεγονός που δείχνει ότι με τη χρήση αναπνευστικής συσκευής γίνεται ευκολότερος ο εντοπισμός τους.



Όσον αφορά τώρα το βάθος των παρατηρήσεων τα περισσότερα άτομα βρέθηκαν σε βάθος 10-20 μέτρων είτε με τη χρήση αναπνευστικής συσκευής είτε χωρίς. Το επικρατέστερο εύρος μηκών διαφέρει από ελεύθερη σε αυτόνομη. Όσο αφορά την ελεύθερη είναι από 30-40 το μήκος που είχαν τα περισσότερα άτομα ενώ με αυτόνομη 20-30. Τέλος ο τύπος πυθμένα που εντοπίστηκε τις περισσότερες φορές με ελεύθερη ήταν ο βραχώδης πυθμένας έναντι του αμμώδους και του συνδυασμού των δύο ενώ με αυτόνομη κατάδυση ο συνδυασμός πυθμένα ήταν τις περισσότερες φορές που εντοπίστηκαν λεοντόψαρα.

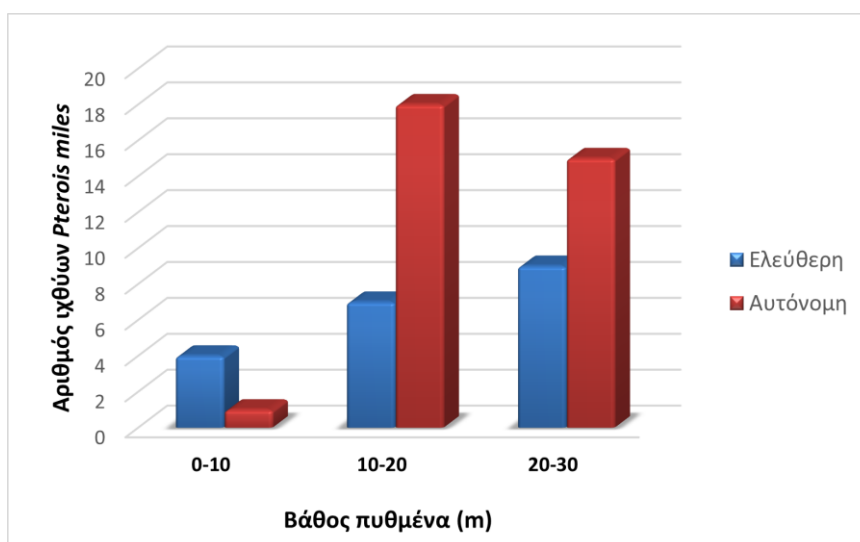
Σταθμός	Όνομασία	max μήκος	min βάρος	max μήκος	min βάρος
1	Έλλη	25,8	289	14,8	38
2	Ζέφυρος	33	608	23,5	178
3	Sun Wing	-	-	-	-
4	Πηγές Καλλιθέας	29	308	25,2	229
5	Water Park	-	-	-	-
6	Anthony Quinn	27,5	279	12,2	21
7	Λαδικό	30,2	431	14,3	31
8	Κολύμπια	32,7	560	28	272
9	Τσαμπίκα	27,1	287	22,1	135
10	Στεγνά	25,7	256	20,5	108
11	Λίνδος	-	-	-	-
12	Πεύκοι	30,5	427	30,5	427
13	Κιοτάρι	-	-	-	-
14	Ψαροπούλα	25,2	201	24,1	176
15	Ιαλυσός	-	-	-	-
16	Σορωνή	27,9	289	24,1	224
17	Ναυάγιο - Αρχαία Κάμειρος	26,5	239	22	126
18	Κοπριά	35,5	774	24,5	200
19	Σιάννα	-	-	-	-
20	Λίμνη	-	-	-	-
21	Πρασονήσι	30	388	22,2	161
Σύνολο	-	-	-	-	-

**Πίνακας 7:** Μέγιστα και ελάχιστα ολικών μεγεθών και βαρών

Όπως φαίνεται και από τον **πίνακα 7** το μέγιστο ολικό μέγεθος ήταν αυτό στην περιοχή Κοπριά τον σταθμό 18 δηλαδή και ήταν 35,5cm ενώ το μέγιστο βάρος του συγκεκριμένου ατόμου ήταν 774gr. Το ελάχιστο μέγεθος και βάρος εντοπίστηκε σε άτομο που αλιεύθηκε στην περιοχή του Anthony Quinn και ήταν 12,2cm και ζύγιζε μόλις 21gr.

### 3.2 Σύγκριση παραμέτρων μεταξύ ελεύθερης και αυτόνομης κατάδυσης για δειγματοληψία

Στη συνέχεια αναλύθηκαν τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών ως προς ορισμένες παραμέτρους – στοιχεία που καταγράφηκαν προκειμένου να διαπιστωθούν πιθανές διαφορές μεταξύ των δύο τύπων κατάδυσης. Όπως προκύπτει, ο αριθμός των ιχθύων που κατάφεραν να συλληφθούν με αυτόνομη κατάδυση ήταν κατά πολύ υψηλότερος σε βάθη άνω των 10 μέτρων σε σχέση με μικρότερα βάθη, σε αντίθεση με την ελεύθερη κατάδυση όπου οι δειγματοληψίες παρουσίασαν σταδιακά αύξουσα πορεία όμοια με την αύξηση του βάθους πυθμένα (**Γράφημα 3**). Πιο συγκεκριμένα, εκ των 54 ιχθύων που συλλέχθηκαν συνολικά, μόλις το 2% προερχόταν από τις αυτόνομες καταδύσεις που πραγματοποιήθηκαν σε βάθη 0 έως 10 μέτρων, ενώ και στο σύνολο τους οι δύο τύποι κατάδυσης απέδωσαν τις λιγότερες δειγματοληψίες στο εύρος αυτό (της τάξεως του 9%) σε σχέση με τα άλλα δύο βάθη πυθμένα (**Πίνακας 8**).

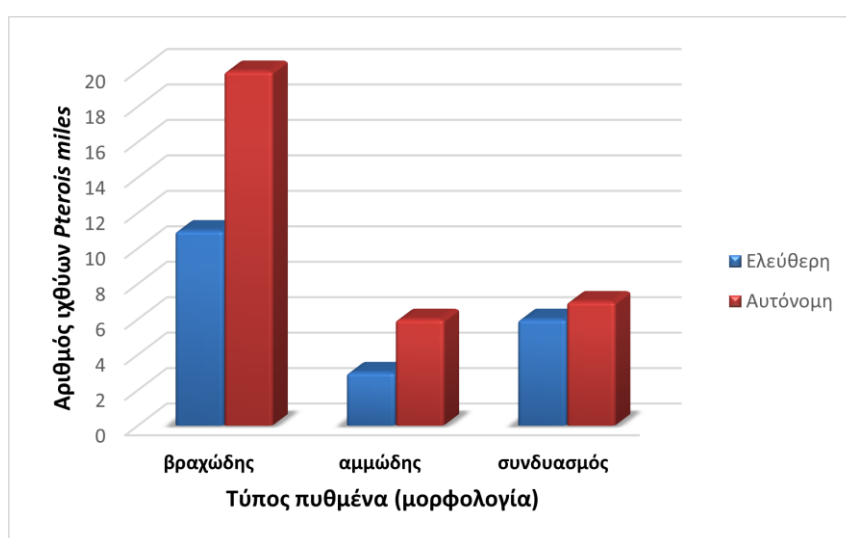


**Γράφημα 3:** Αριθμός ιχθύων *Pterois miles* που συλλέχθηκαν με ελεύθερη ή αυτόνομη κατάδυση, ανά εύρος βάθους πυθμένα εκφρασμένο σε μέτρα.

**Πίνακας 8:** Ποσοστιαία δεδομένα δειγματοληψιών ανά βάθος πυθμένα.

Βάθος (m)	Ελεύθερη κατάδυση	Αυτόνομη κατάδυση	Σύνολο
0-10	4 (7%)	1 (2%)	5 (9%)
10-20	7 (13%)	18 (33%)	25 (46%)
20-30	9 (17%)	15 (28%)	24 (45%)

Το επικρατέστερο τερέν για τα λεοντόψαρα διαπιστώνεται ότι είναι εκείνο του βραχώδους πυθμένα, παρατήρηση που επιβεβαιώθηκε και με τους δύο τύπους κατάδυσης (**Γράφημα 4**). Ειδικότερα, από τις 20 δειγματοληψίες που επιτεύχθηκαν με ελεύθερη κατάδυση και από τις 34 που επιτεύχθηκαν με αυτόνομη το 55% και το 62% των δειγμάτων, αντιστοίχως, διαβιούσε σε βραχώδη σημεία, ενώ τα λιγότερο προτιμητέα τερέν και στις δύο περιπτώσεις ήταν αυτά με αμμώδη μορφολογία εδάφους (**Πίνακας 9**).



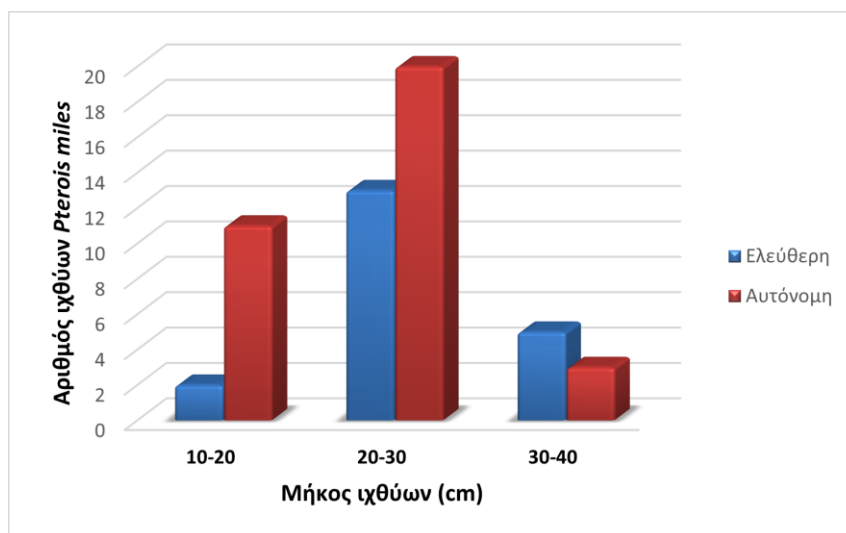
**Γράφημα 4:** Αριθμός ιχθύων *Pterois miles* που συλλέχθηκαν με ελεύθερη ή αυτόνομη κατάδυση, ανά τύπο πυθμένα (μορφολογία).

**Πίνακας 9:** Ποσοστιαία δεδομένα δειγματοληψιών ανά τύπο πυθμένα.

<i>Τύπος πυθμένα (μορφολογία)</i>	<i>Ελεύθερη κατάδυση</i>	<i>Αυτόνομη κατάδυση</i>
<i>Βραχώδης</i>	11 (55%)	21 (62%)
<i>Αμμώδης</i>	3 (15%)	6 (18%)
<i>Συνδυασμός</i>	6 (30%)	7 (20%)
<i>Σύνολο</i>	20 (100%)	34 (100%)

Τέλος, έγινε σύγκριση του ολικού μήκους του κάθε δείγματος ανάλογα με τον τύπο κατάδυσης που επιλέχθηκε. Όπως φαίνεται στο παρακάτω **Γράφημα 5**, τα περισσότερα άτομα που συλλήφθηκαν κυμαίνονταν μεταξύ 20-30 cm μήκος, είτε προέρχονταν από αυτόνομη είτε από ελεύθερη κατάδυση. Ενδιαφέρον εύρημα

αποτελεί το γεγονός ότι η συντριπτική πλειοψηφία των λεοντόψαρων με εύρος μήκους 10-20 cm εντοπίστηκαν με αυτόνομη και όχι ελεύθερη κατάδυση, ενώ ισχύει το αντίθετο για τα μεγαλύτερα άτομα μήκους 30-40 cm. Στην περίπτωση αυτή δηλαδή, οι δειγματοληψίες με ελεύθερη κατάδυση απέδωσαν διπλάσιο αριθμό ψαριών απ' ότι η αυτόνομη. Γενικότερα, πάνω από τα μισά άτομα που συλλήφθηκαν είχαν μήκος μεταξύ 20 και 30 εκατοστών, το 65% των δειγματοληψιών με ελεύθερη κατάδυση και το 59% των δειγματοληψιών με αυτόνομη κατάδυση (**Πίνακας 10**).



**Γράφημα 5:** Αριθμός ιχθύων *Pterois miles* που συλλέχθηκαν με ελεύθερη ή αυτόνομη κατάδυση, ανά εύρος μήκους εκφρασμένο σε εκατοστά.

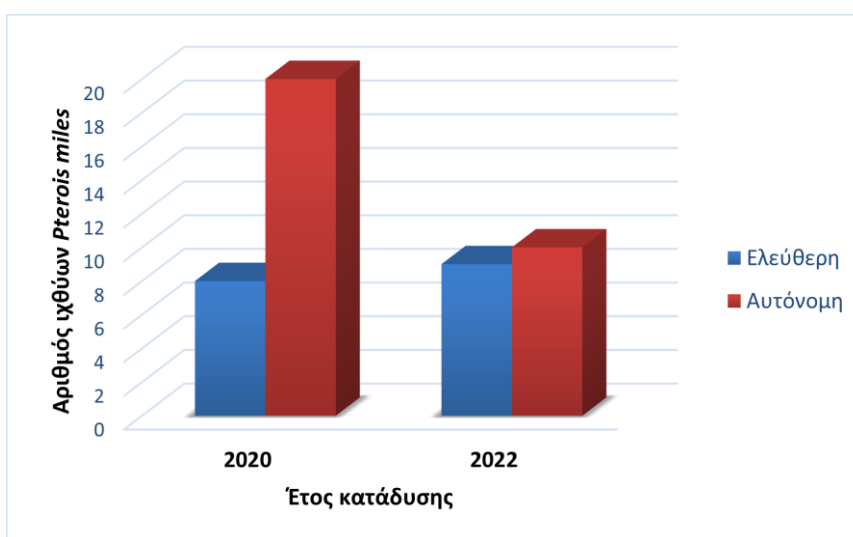
**Πίνακας 10:** Ποσοστιαία δεδομένα δειγματοληψιών ανά εύρος μήκους ιχθύων.

<i>Μήκος (cm)</i>	<i>Ελεύθερη κατάδυση</i>	<i>Αυτόνομη κατάδυση</i>
<i>10-20</i>	2 (10%)	11 (32%)
<i>20-30</i>	13 (65%)	20 (59%)
<i>30-40</i>	5 (25%)	3 (9%)
<i>Σύνολο</i>	20 (100%)	34 (100%)

### 3.3 Αποτελέσματα παρατηρήσεων

Εκτός των δειγματοληψιών, κατά την διεξαγωγή της παρούσας μελέτης συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν δεδομένα σχετικά με τα άτομα *Pterois miles* που καταγράφηκαν ως απλές παρατηρήσεις. Οι παρατηρήσεις αριθμούσαν συνολικά 47 λεοντόψαρα, εκ των

οποίων τα 9 εντοπίστηκαν σε ημέρες με σκοπό τη δειγματοληψία και αφορούσαν άτομα που δεν κατάφεραν να συλληφθούν λόγω άστοχης βολής όμως αντ' αυτού φωτογραφήθηκαν. Ενώ για το 2022 παρατηρήθηκε παρόμοιος αριθμός ιχθύων και με τους δύο τύπους κατάδυσης, δεν ισχύει το ίδιο για το 2020 με τις αυτόνομες καταδύσεις που έλαβαν χώρα να επιτυγχάνεται η φωτογράφιση 20 ατόμων σε αντίθεση με τα μόλις 8 άτομα που εντοπίστηκαν κατά τις ελεύθερες καταδύσεις (**Γράφημα 6**). Η διαφορά αυτή επηρέασε σαφώς και το σύνολο των αποτελεσμάτων, όπως προκύπτει από τον **Πίνακα 11** όπου το 64% των παρατηρούμενων ιχθύων αντιστοιχεί στον τύπο κατάδυσης με χρήση εξοπλισμού SCUBA.



**Γράφημα 6:** Παρατηρήσεις ιχθύων *Pterois miles* ανά έτος (2020, 2022) ανάλογα με τον τύπο κατάδυσης.

**Πίνακας 11:** Ποσοστιαία δεδομένα παρατηρήσεων ανά τύπο κατάδυσης για τα δύο έτη, 2020 και 2022.

<i>Παρατηρήσεις</i>	<i>Ελεύθερη κατάδυση</i>	<i>Αυτόνομη κατάδυση</i>
<b>2020</b>	8 (17%)	20 (43%)
<b>2022</b>	9 (19%)	10 (21%)
<i>Σύνολο: 47 (100%)</i>	<i>17 (36%)</i>	<i>30 (64%)</i>

Το ακριβές χρονικό διάστημα που πραγματοποιήθηκαν οι παρατηρήσεις τα δύο αυτά έτη ήταν από τον Μάιο του 2020 μέχρι και τον Σεπτέμβριο του ίδιου έτους και έπειτα έλαβαν χώρα ξανά στις αρχές του 2022. Η χρονική αυτή διαφοροποίηση της περιόδου καταδύσεων μεταξύ των δύο ετών 2020 και 2022, όπου επιλέχθηκαν οι θερινοί και

χειμερινοί μήνες αντίστοιχα, επηρέασε αναλόγως και τα αποτελέσματα ως προς την θερμοκρασία του βυθού. Πιο συγκεκριμένα, στις καταδύσεις του 2020 καταγράφηκε σημαντικά υψηλότερη θερμοκρασία με την μέγιστη τιμή να φτάνει τους 27°C και μέσο όρο  $22\pm 3,85$ , σε αντίθεση με τα δεδομένα των καταδύσεων του 2022 που παρατηρήθηκε μέση θερμοκρασία βυθού  $18\pm 0,67$  (**Πίνακας 12**).

**Πίνακας 12:** Θερμοκρασία βυθού στις καταδύσεις παρατήρησης των ετών 2020 και 2022.

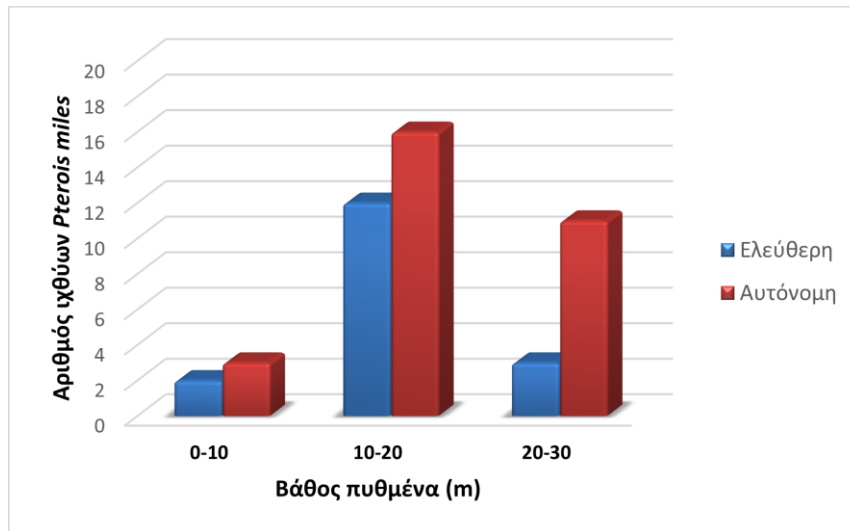
2020		2022	
Ημ/νία	Θερμ. Βυθού (°C)	Ημ/νία	Θερμ. Βυθού (°C)
20/3/2020	17	14/1/2022	17
28/3/2020	17	14/1/2022	17
28/3/2020	17	14/1/2022	17
28/3/2020	17	18/1/2022	19
28/3/2020	17	18/1/2022	19
28/3/2020	17	18/1/2022	19
7/4/2020	17	18/1/2022	19
7/4/2020	17	18/1/2022	19
7/4/2020	17	18/1/2022	19
20/5/2020	19	25/1/2022	18
27/5/2020	20	25/1/2022	18
27/5/2020	20	25/1/2022	18
27/5/2020	20	25/1/2022	18
4/6/2020	23	27/1/2022	18
4/6/2020	23	27/1/2022	18
4/6/2020	23	27/1/2022	18
4/6/2020	23	27/1/2022	18
10/7/2020	25	27/1/2022	18
10/7/2020	25	27/1/2022	18
10/7/2020	25		
10/7/2020	25		
12/7/2020	24		
12/7/2020	24		
3/9/2020	27		
3/9/2020	27		
3/9/2020	27		
3/9/2020	27		

3/9/2020	27		
<i>M.O. ± T.A.</i>	22 ± 3,85	<i>M.O. ± T.A.</i>	18 ± 0,67

Από το **Γράφημα 2** της *Ενότητας 3.1* των *Αποτελεσμάτων* που παρατέθηκε παραπάνω συγκρίναμε τις περιοχές-σταθμούς ως προς την συχνότητα παρατήρησης ιχθύων *Pterois miles*. Όπως διαπιστώθηκε, τα περισσότερα άτομα εντοπίστηκαν στο Anthony Quinn που αριθμεί 9 παρατηρήσεις και ακολούθως στην Λίνδο με 8. Στις παραλίες Ζέφυρος και Πεύκοι της Ρόδου φωτογραφήθηκε μόλις 1 λεοντόψαρο, ενώ δεν εντοπίστηκε κανένα στις μισές περίπου περιοχές της παρούσας μελέτης (Sun Wing, Πηγές Καλλιθέας, Κολύμπια, Τσαμπίκα, Στεγνά, Σορωνή, Νανάγιο - Αρχαία Κάμειρος, Κοπριά, Σιάννα και Πρασονήσι).

### **3.4 Σύγκριση παραμέτρων μεταξύ ελεύθερης και αυτόνομης κατάδυσης για παρατήρηση**

Όπως και στην περίπτωση των δειγματοληψιών, τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων αναλύθηκαν με σκοπό την εντόπιση δυνητικών διαφορών μεταξύ των δύο τύπων κατάδυσης ως προς τις παραμέτρους: βάθος πυθμένα, τύπος πυθμένα και μήκος ιχθύων. Αρχικά, συγκρίθηκε ο αριθμός των παρατηρήσεων λεοντόψαρων σε κάθε τύπο κατάδυσης ανά συγκεκριμένο εύρος βάθους πυθμένα. Όπως φαίνεται και στο **Γράφημα 7**, λίγες συνολικά παρατηρήσεις κατάφεραν να πραγματοποιηθούν σε βάθη μικρότερα των 10 μέτρων χωρίς να φαίνεται να υπάρχει σημαντική διαφορά ανάμεσα στην ελεύθερη και την αυτόνομη κατάδυση. Ομοιόμορφη ήταν και η κατανομή των παρατηρήσεων σε βάθη 10 έως 20 μέτρων όπου λάβαμε και τις περισσότερες φωτογραφίες ατόμων *Pterois miles*. Σε αντίθεση με τα μικρότερα βάθη, οι αυτόνομες καταδύσεις που πραγματοποιήθηκαν σε 20 – 30 μέτρα απέδωσαν σημαντικά περισσότερες παρατηρήσεις σε σχέση με τις ελεύθερες. Εξετάζοντας αναλυτικότερα τα ποσοστιαία δεδομένα (**Πίνακας 13**), προκύπτει ότι οι καταδύσεις σε περιοχές με βάθος πυθμένα άνω των 10 μέτρων κάλυψαν το 90% των αποτελεσμάτων.



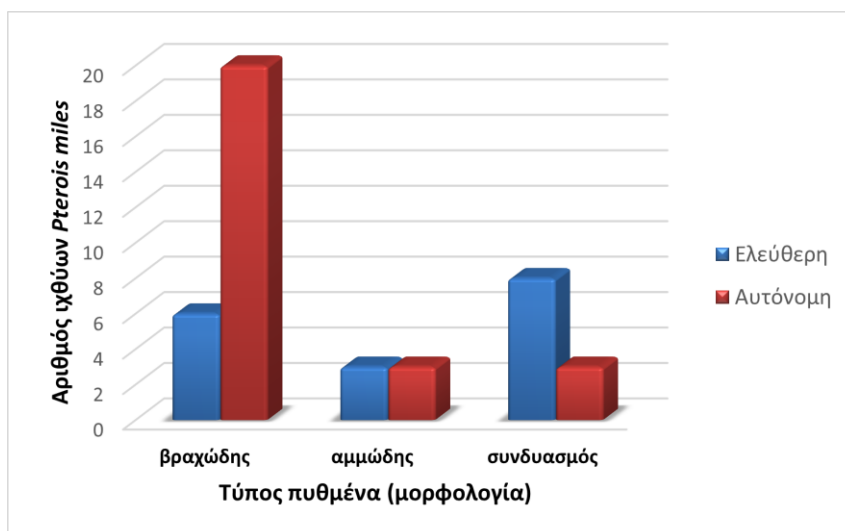
**Γράφημα 7:** Αριθμός ιχθύων *Pterois miles* που εντοπίστηκαν και φωτογραφήθηκαν με ελεύθερη ή αυτόνομη κατάδυση, ανά εύρος βάθους πυθμένα εκφρασμένο σε μέτρα.

**Πίνακας 13:** Ποσοστιαία δεδομένα δειγματοληψιών ανά βάθος πυθμένα.

<i>Βάθος (m)</i>	<i>Ελεύθερη κατάδυση</i>	<i>Αυτόνομη κατάδυση</i>	<i>Σύνολο</i>
<b>0-10</b>	2 (4%)	3 (6%)	5 (10%)
<b>10-20</b>	12 (26%)	16 (34%)	28 (60%)
<b>20-30</b>	3 (6%)	11 (24%)	14 (30%)
<i>Σύνολο</i>	17	30	47 (100%)

Από την ανάλυση των δεδομένων σχετικά με την μορφολογία του εδάφους του πυθμένα προκύπτει ότι η αυτόνομη κατάδυση σε βραχώδεις περιοχές πρόσφερε τις περισσότερες παρατηρήσεις συγκριτικά με όλες τις υπόλοιπες υποπεριπτώσεις. Αντιθέτως, σε περιοχές συνδυαστικού πυθμένα, επιτεύχθηκε η φωτογράφιση πολύ περισσότερων ατόμων με ελεύθερη κατάδυση παρά με χρήση εξοπλισμού SCUBA (Γράφημα 8). Πιο συγκεκριμένα, στις καταδύσεις σε βραχώδη σημεία του νησιού με χρήση εξοπλισμού SCUBA κατάφερε να φωτογραφηθεί το 51% όλων των ιχθύων (Πίνακας 14). Σε αμμώδη περιοχές εντοπίστηκε το 13% των ιχθύων, όμοια κατανεμημένο στους δύο τύπους κατάδυσης.



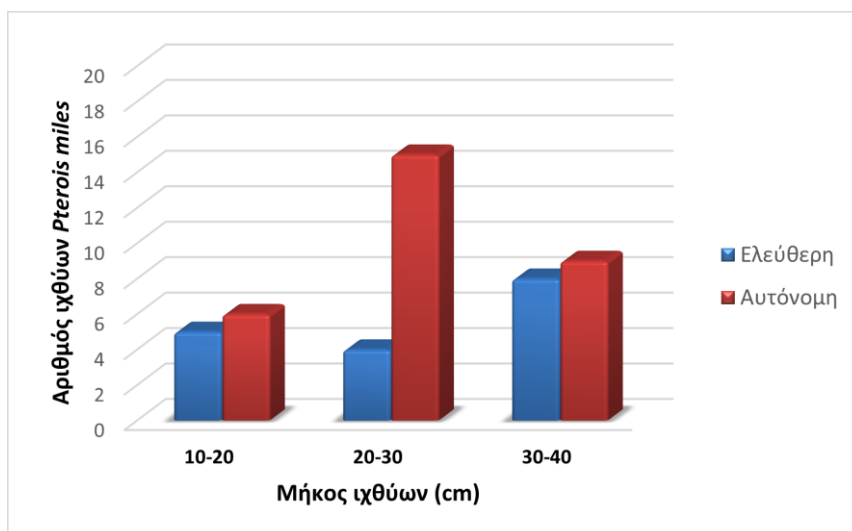


**Γράφημα 8:** Αριθμός ιχθύων *Pterois miles* που συλλέχθηκαν με ελεύθερη ή αυτόνομη κατάδυση, ανά τύπο πυθμένα (μορφολογία).

**Πίνακας 14:** Ποσοστιαία δεδομένα δειγματοληψιών ανά τύπο πυθμένα.

Τύπος πυθμένα (μορφολογία)	Ελεύθερη κατάδυση	Αυτόνομη κατάδυση	Σύνολο
<i>Βραχώδης</i>	6 (13%)	24 (51%)	30 (64%)
<i>Αμμώδης</i>	3 (6,5%)	3 (6,5%)	6 (13%)
<i>Συνδυασμός</i>	8 (16,5%)	3 (6,5%)	11 (23%)
<i>Σύνολο</i>	17	30	47 (100%)

Τέλος, έγινε σύγκριση του ολικού μήκους του κάθε λεοντόψαρου που παρατηρήθηκε αναλόγως του τύπου κατάδυσης. Όπως φαίνεται στο παρακάτω **Γράφημα 9**, οι περισσότερες φωτογραφίες ιχθύων ανεξαρτήτως μεγέθους ελήφθησαν κατά την αυτόνομη κατάδυση. Ωστόσο, ο αριθμός των παρατηρήσεων μεταξύ των δύο τύπων κατάδυσης φαίνεται να διαφέρει σημαντικά μόνο στην περίπτωση των λεοντόψαρων μήκους 20-30 cm με την αυτόνομη κατάδυση να συνεισφέρει 4 φορές περισσότερο από την ελεύθερη (32% και 8% αντιστοίχως, **Πίνακας 15**). Από την άλλη, η εντόπιση λεοντόψαρων μήκους 10-20 cm ή 30-40 cm δεν φάνηκε να διαφέρει σημαντικά μεταξύ των δύο τύπων κατάδυσης.



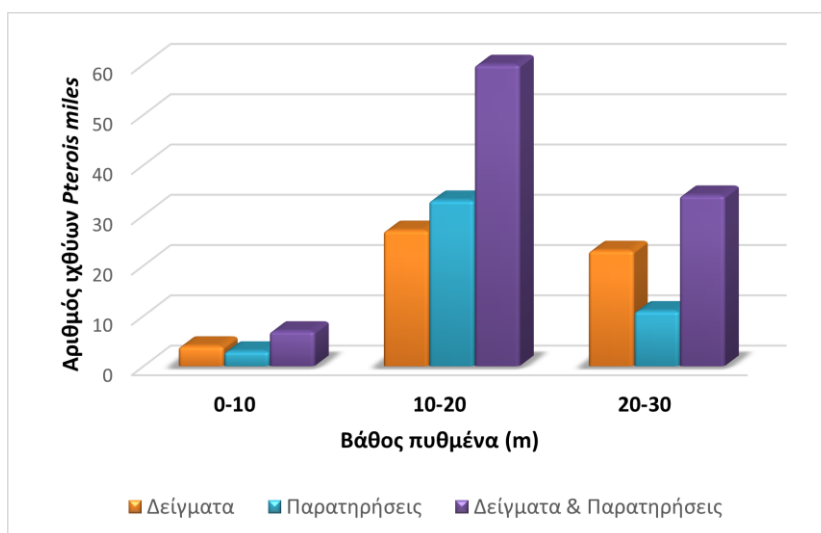
**Γράφημα 9:** Αριθμός ιχθύων *Pterois miles* που συλλέχθηκαν με ελεύθερη ή αυτόνομη κατάδυση, ανά εύρος μήκους εκφρασμένο σε εκατοστά.

**Πίνακας 15:** Ποσοστιαία δεδομένα δειγματοληψιών ανά εύρος μήκους ιχθύων.

<i>Μήκος ιχθύων (cm)</i>	<i>Ελεύθερη κατάδυση</i>	<i>Αυτόνομη κατάδυση</i>	<i>Σύνολο</i>
<b>10-20</b>	5 (10%)	6 (13%)	11 (23%)
<b>20-30</b>	4 (8%)	15 (32%)	19 (40%)
<b>30-40</b>	8 (18%)	9 (19%)	17 (37%)
<b>Σύνολο</b>	17	30	47 (100%)

### 3.5 Σύγκριση παραμέτρων μεταξύ δειγματοληψιών και παρατηρήσεων

Τα αποτελέσματα μας αναφορικά με τις παραμέτρους: (i) βάθος πυθμένα, (ii) τύπος πυθμένα και (iii) ολικό μήκος ιχθύων συγκρίθηκαν, τελικώς, και μεταξύ δειγματοληψιών και παρατηρήσεων. Όπως απεικονίζεται και στο **Γράφημα 10**, σε περιοχές με βάθος μικρότερο των 10 μέτρων ο αριθμός των ατόμων που είτε συλλέχθηκε είτε φωτογραφήθηκε ήταν εξίσου μικρός, σε αντίθεση με μεγαλύτερα βάθη. Οι πιο επιτυχημένες καταδύσεις ανεξαρτήτως της χρήσης ή όχι ειδικού εξοπλισμού, αφορούσαν βάθη μεταξύ 10-20 m καλύπτοντας το 59% του συνόλου δειγματοληψιών και παρατηρήσεων (**Πίνακας 16**).

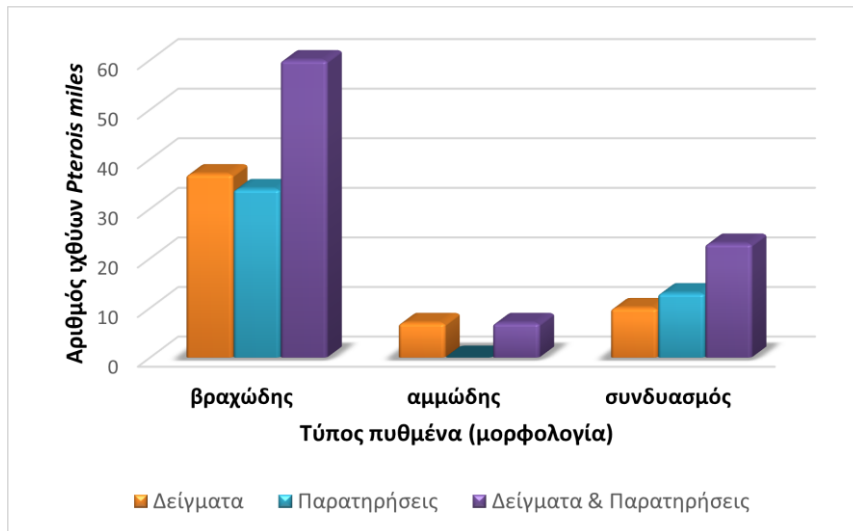


**Γράφημα 10:** Αριθμός ιχθύων *Pterois miles* που συλλέχθηκαν ή/και φωτογραφήθηκαν ανεξαρτήτως τύπου κατάδυσης, ανά εύρος βάθους πυθμένα εκφρασμένο σε μέτρα.

**Πίνακας 16:** Ποσοστιαία δεδομένα δειγματοληψιών ή/και παρατηρήσεων ανά εύρος βάθους πυθμένα.

Βάθος (m)	Δείγματα	Παρατηρήσεις	Δείγματα & Παρατηρήσεις
0-10	4 (4%)	3 (3%)	7 (7%)
10-20	27 (26%)	33 (33%)	60 (59%)
20-30	23 (23%)	11 (11%)	34 (34%)
<b>Σύνολο</b>			<b>101 (100%)</b>

Με βάση την διαγραμματική απεικόνιση των δεδομένων αναφορικά με την μορφολογία του πυθμένα (**Γράφημα 11**), προκύπτει ότι τα βραχώδη ενδιαιτήματα προτιμώνται έντονα από τα λεοντόψαρα του είδους *Pterois miles* αφού εντοπίστηκαν συνολικά 71 άτομα είτε αποτέλεσαν μέρος του δείγματος των μετρήσεων της μελέτης είτε του φωτογραφικού υλικού των παρατηρήσεων (**Πίνακας 17**). Οι καταδύσεις που έγιναν σε περιοχές που συνδύαζαν τόσο βραχώδη όσο και αμμώδη σημεία είχαν σαν αποτέλεσμα τη σύλληψη 10 ιχθύων και την παρατήρηση 13, ενώ εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι σε αμιγώς αμμώδη περιοχές εντοπίστηκε μόλις το 7% του συνολικού δείγματος.

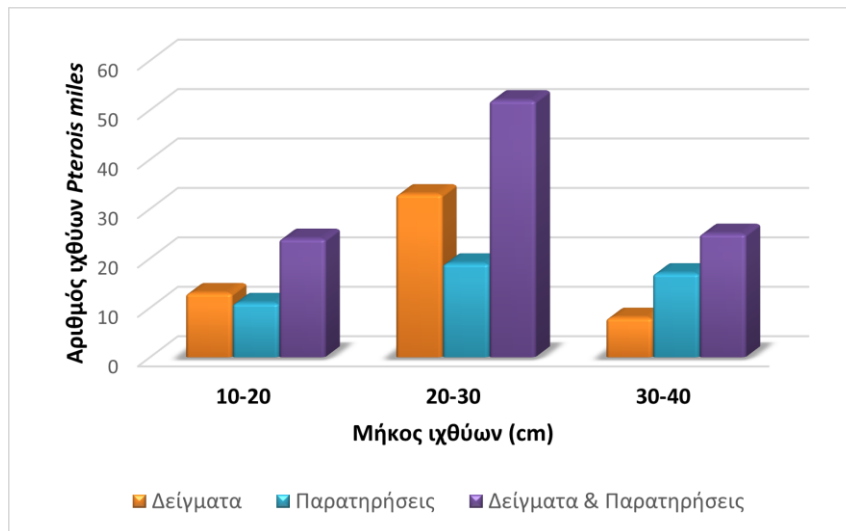


**Γράφημα 11:** Αριθμός ιχθύων *Pterois miles* που συλλέχθηκαν ή/και φωτογραφήθηκαν ανεξαρτήτως τύπου κατάδυσης, ανά τύπο πυθμένα.

**Πίνακας 17:** Ποσοστιαία δεδομένα δειγματοληψιών ή/και παρατηρήσεων ανά τύπο πυθμένα.

Τύπος πυθμένα (μορφολογία)	Δείγματα	Παρατηρήσεις	Δείγματα & Παρατηρήσεις
<b>Βραχώδης</b>	37 (37%)	34 (33%)	71 (70%)
<b>Αμμώδης</b>	7 (7%)	0	7 (7%)
<b>Συνδυασμός</b>	10 (10%)	13 (12%)	23 (23%)
<b>Σύνολο</b>			101 (100%)

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι παρότι φωτογραφήθηκε παρόμοιος αριθμός λεοντόψαρων καθόλα τα εύρη μηκών, δεν φαίνεται να ισχύει το ίδιο με τις δειγματοληψίες (**Γράφημα 12**). Πιο συγκεκριμένα, τα περισσότερα άτομα που συλλήφθηκαν είχαν μήκος σώματος μεταξύ 20 και 30 εκατοστών, ενώ το εύρος αυτό διαμόρφωσε και το 51% του συνόλου με το υπόλοιπο 49% να κατανέμεται ομοιόμορφα σε άτομα μήκους 10-20 cm και 30-40 cm (**Πίνακας 18**).



**Γράφημα 12:** Αριθμός ιχθύων *Pterois miles* που συλλέχθηκαν ή/και φωτογραφήθηκαν ανεξαρτήτως τύπου κατάδυσης, ανά εύρος μήκους ιχθύων εκφρασμένο σε εκατοστά.

**Πίνακας 18:** Ποσοστιαία δεδομένα δειγματοληψιών ή/και παρατηρήσεων ανά εύρος μήκους ιχθύων.

Μήκος (cm)	Δείγματα	Παρατηρήσεις	Δείγματα & Παρατηρήσεις
<b>10-20</b>	13 (13%)	11 (11%)	24 (24%)
<b>20-30</b>	33 (32%)	19 (19%)	52 (51%)
<b>30-40</b>	8 (8%)	17 (17%)	25 (25%)
<b>Σύνολο</b>	101 (100%)		

### 3.6 Σύγκριση μορφομετρικών μετρήσεων μεταξύ αρσενικών και θηλυκών ατόμων

Αφού ολοκληρώθηκαν οι μορφομετρικές μετρήσεις των 54 ατόμων *Pterois miles* που αποτέλεσαν το δείγμα της παρούσας μελέτης, ταξινομήθηκαν σε θηλυκά ( $n = 35$ ) και αρσενικά άτομα ( $n = 19$ ) και αναλύθηκαν ξεχωριστά με σκοπό την μεταξύ τους σύγκριση. Τα δεδομένα των θηλυκών ατόμων αναφορικά με τις μεταβλητές 'βάρος γονάδων', 'βάρος ήπατος' και 'βάρος λίπους' περιείχαν 1 missing value για τα δείγματα 29, 9 και 12 αντιστοίχως. Επομένως, η σύνοψη των αποτελεσμάτων που παρατίθεται στον **Πίνακα 19** προέρχεται από ένα δείγμα θηλυκών ατόμων  $n = 34$  για τις συγκεκριμένες μόνο μετρήσεις, ενώ για όλες τις υπόλοιπες ισχύει  $n = 35$ . Ομοίως

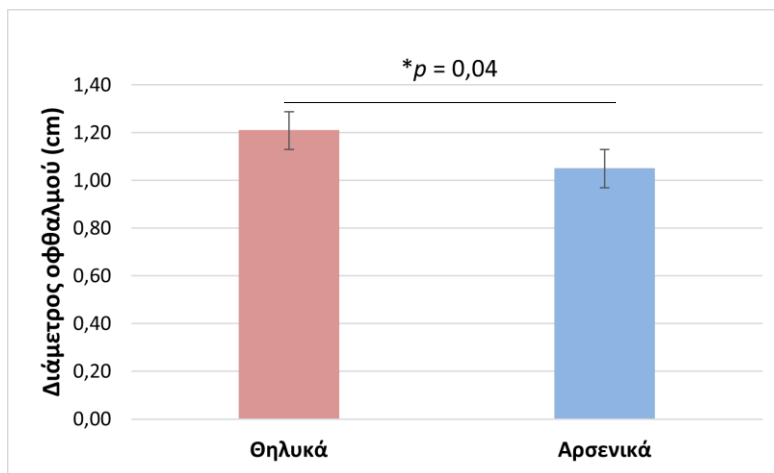
και στην περίπτωση των αρσενικών ατόμων, τα δεδομένα των μεταβλητών 'βάρος ήπατος', 'βάρος στόμαχου και ενδοσωλήνα' και 'βάρος λίπους' περιείχαν 1 missing value στο δείγμα 7 (n = 18), ενώ για 8 από τα 19 συνολικά άτομα (δείγματα: 6, 7, 10, 18, 21, 22, 30, 44) δεν μπόρεσε να μετρηθεί το βάρος των γονάδων (n = 11).

Από την στατιστική ανάλυση των μετρήσεων τόσο του ολικού όσο και του καθαρού βάρους σώματος δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο φύλων σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, παρότι οι μέσες τιμές των μεταβλητών φαίνεται να απέχουν αρκετά [βάρος σώματος (cm): (♀)258,9 vs (♂)183,2; καθαρό βάρος σώματος (cm): (♀)219,7 vs (♂)157,7], πιθανόν λόγω υψηλών τιμών τυπικών αποκλίσεων. Αντιθέτως, η διάμετρος οφθαλμού των θηλυκών ιχθύων *Pterois miles* προκύπτει στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη ( $p = 0,04$ ) από αυτή των αρσενικών (Γράφημα 13). Το ίδιο ισχύει και για το βάρος των γονάδων ( $p = 0,001$ ) με τα θηλυκά άτομα να έχουν μέση τιμή 3,6 gr έναντι των 0,4 gr των αρσενικών (Γράφημα 14). Σε καμία άλλη μεταβλητή δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p < 0,05$ ) ανάμεσα στα δύο φύλα.

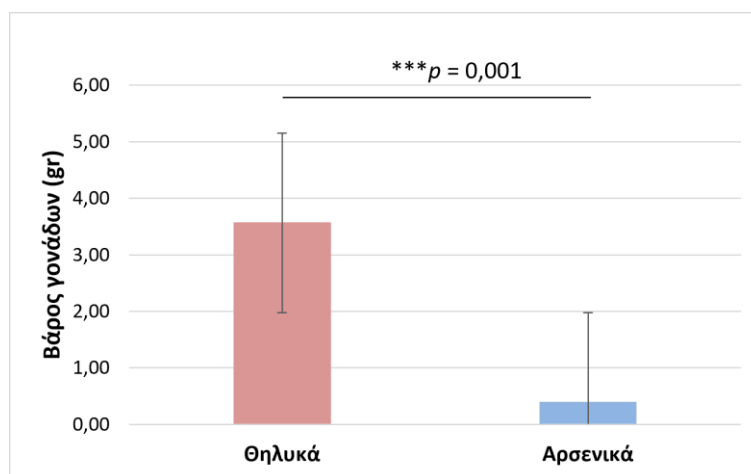
**Πίνακας 19:** Μορφομετρικές μετρήσεις θηλυκών και αρσενικών ατόμων λεοντόψαρων του είδους *Pterois miles*. Με έντονη γραφή (bold) σημειώνονται οι σωματομετρικές μεταβλητές για τις οποίες προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς το φύλο. Ισχύει Mean: Μέσος όρος, St. D.: Τυπική απόκλιση, Min: Ελάχιστη τιμή, Max: Μέγιστη τιμή.

	<b>Θηλυκά (♀)</b>				<b>Αρσενικά (♂)</b>			
	Mean	St. D.	Min	Max	Mean	St. D.	Min	Max
Μεσουραίο μήκος σώματος (cm)	19	4,4	9,9	27,3	16,8	4,3	9,10	22,5
Ολικό μήκος σώματος (cm)	24,8	5,4	13,5	35,5	22,3	5,4	12,2	30
Βάρος σώματος (gr)	258,9	167,8	26	774	183,2	122,5	21	426
Καθαρό βάρος σώματος (gr)	219,7	142,7	22	637	157,7	108,4	17	390
Ύψος σώματος (cm)	7,3	2	3,2	11,7	6,4	1,9	2,9	9,2
Μήκος κεφαλής (cm)	6,2	1,6	3,1	9,5	5,5	1,5	2,8	7,8
<b>Διάμετρος οφθαλμού (cm)</b>	<b>1,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,6</b>	<b>1,8</b>	<b>1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,5</b>	<b>1,4</b>
Μήκος θωρακικού πτερυγίου (cm)	13,9	1,5	9,5	16,5	13,6	1,1	11,2	15,7
Μήκος βάσης ραχιαίου πτερυγίου (cm)	11,3	2,6	5,6	16,8	10	2,7	5,2	14
Μήκος βάσης εδρικού πτερυγίου (cm)	3,1	0,7	1,7	4,3	2,8	0,8	1,3	4,4
Ύψος ραχιαίου πτερυγίου (cm)	7,5	1,6	4,4	11,5	6,7	1,6	3,8	9
Ύψος εδρικού πτερυγίου (cm)	5,9	1,2	3,2	8,2	5,3	1,2	3,1	6,9

Απόσταση ρύγχους έως ραχιαίο (cm)	5,1	1,3	2,5	8	4,4	1,2	2,5	6,6
Απόσταση ρύγχους έως εδρικό (cm)	12,6	3,1	6,6	19,5	11	2,9	5,8	15,1
Απόσταση ρύγχους έως κοιλιακού (cm)	6	1,4	3,2	8,8	5,4	1,3	2,9	7,2
<b>Βάρος γονάδων (gr)</b>	<b>3,6</b>	<b>6,7</b>	<b>0,03</b>	<b>34,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,8</b>	<b>0,01</b>	<b>2,8</b>
Βάρος ήπατος (gr)	6	4	0,08	16,8	3,9	3,1	0,04	9,7
Βάρος στόμαχου και ενδοσωλήνα (gr)	14,1	9,7	1,16	36,9	10,4	7,1	1,12	21,5
Βάρος λίπους (gr)	7,4	10,2	0,06	61,8	3,7	2,7	0,18	8,7



**Γράφημα 13:** Διαφορές στη διάμετρο οφθαλμού (cm) ως προς το φύλο.



**Γράφημα 14:** Διαφορές στο βάρος γονάδων (gr) ως προς το φύλο.

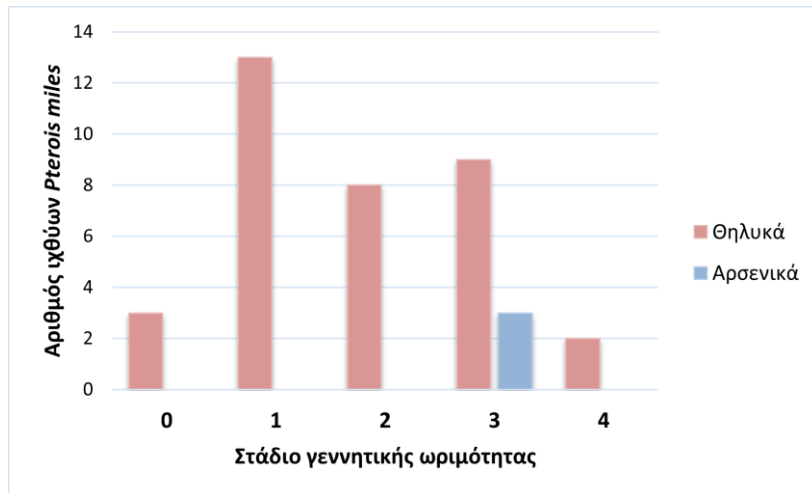
### 3.7 Σύγκριση των βιομετρικών στοιχείων Στάδιο γεννητικής ωριμότητας και Γοναδοσωματικός δείκτης μεταξύ αρσενικών και θηλυκών ατόμων

Ακολούθως των μορφομετρικών μετρήσεων, τα δεδομένα που συλλέχθηκαν κατά την ανατομή των δειγμάτων αναλύθηκαν με σκοπό την εκτίμηση του σταδίου γεννητικής ωριμότητας του ιχθύος και τον υπολογισμό του γοναδοσωματικού δείκτη. Στην περίπτωση των θηλυκών ατόμων υπήρχε ένα missing value στην μεταβλητή βάρος γονάδων που επηρέασε τα αποτελέσματα του GSI, τα οποία προέκυψαν από αριθμό δειγμάτων  $n = 34$ . Αντιθέτως, από τα 19 αρσενικά λεοντόψαρα που συλλέχθηκαν κατάφερε να εκτιμηθεί το στάδιο γεννητικής ωριμότητας για μόνο 3 άτομα λόγω τεχνικών δυσκολιών διάκρισης, ενώ ο γοναδοσωματικός δείκτης υπολογίστηκε για 11 άτομα.

Όπως ήδη αναφέρθηκε στην Μεθοδολογία, τα στάδια ενός θηλυκού ατόμου είναι 5: Immature (virgin), Early developing, Developing, Spawning capable και Actively spawning, τα οποία αντιστοιχίσαμε σε μία 5-βάθμια κλίμακα από το 0 έως το 4 για λόγους διαγραμματικής απεικόνισης. Κατ' ανάλογο τρόπο, συμβολίσαμε τα στάδια γεννητικής ωριμότητας των αρσενικών ατόμων: Immature (virgin) και Spawning capable, με '0' και '3' αντιστοίχως για να είναι συγκρίσιμα με τα αντίστοιχα αποτελέσματα των θηλυκών. Όπως είναι εμφανές και στο **Γράφημα 15**, καταφέραμε να συλλέξουμε θηλυκά άτομα απ' όλα τα άτομα με εμφανώς περισσότερα, ωστόσο, στις κατηγορίες 1 έως 3 των ωριμάζοντων ή ώριμων γονάδων. Αντιθέτως, οι αρσενικοί ιχθύες που συλλήφθηκαν παρουσίαζαν όλοι ώριμες γονάδες. Βέβαια, να υπενθυμίσουμε ότι τα αποτελέσματα δεν θεωρούνται αντιπροσωπευτικά αφού για τους 16 από τους 19 ιχθύες δεν καταφέραμε να εκτιμήσουμε το στάδιο και δεν συμμετέχουν στην εν λόγω διαγραμματική απεικόνιση.

Πιο συγκεκριμένα, η πλειοψηφία των θηλυκών ατόμων ήταν σταδίου 1 (ωριμάζοντες γονάδες στα πρώτα στάδια) και ακολούθως, σταδίου 3 (ώριμες γονάδες) και 2 (ωριμάζοντες γονάδες) ενώ μόλις ένα 8,6% και 5,7% χαρακτηρίστηκαν σταδίου 0 (ανώριμες – παρθένες γονάδες) ή 4 (σε αναπαραγωγή) (**Πίνακας 20**).



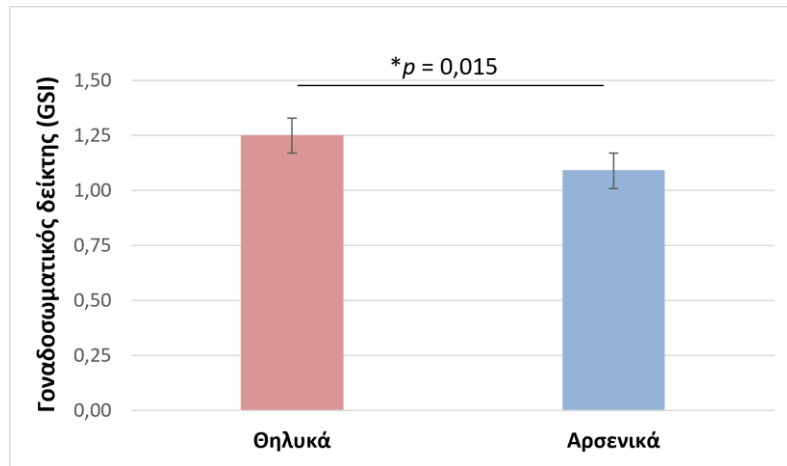


**Γράφημα 15:** Πλήθος ατόμων των δύο φύλων ανά στάδιο γεννητικής ωριμότητας. Ισχύει: 0 = Immature (virgin), 1 = Early developing, 2 = Developing, 3 = Spawning capable, 4 = Actively spawning.

**Πίνακας 20:** Ποσοστιαία δεδομένα θηλυκών και αρσενικών ιχθύων *Pterois miles* ανά στάδιο γεννητικής ωριμότητας.

Στάδιο γεννητικής ωριμότητας	Θηλυκά	Αρσενικά
0	3 (8,6%)	0
1	13 (37%)	0
2	8 (23%)	0
3	9 (25,7%)	3 (100%)
4	2 (5,7%)	0
<b>Σύνολο</b>	<b>35 (100%)</b>	<b>3 (100%)</b>

Από την στατιστική ανάλυση του γοναδοσωματικού δείκτη διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά ( $p = 0,015$ ) μεταξύ των δύο φύλων σε επίπεδο σημαντικότητας 5% (**Γράφημα 16**). Ο μέσος GSI των θηλυκών ατόμων ήταν  $1,26 \pm 1,82$  ενώ των αρσενικών  $0,19 \pm 0,33$ . (**Πίνακας 21**).



**Γράφημα 16:** Διαφορές στην τιμή του γοναδοσωματικού δείκτη (GSI) ως προς το φύλο.

**Πίνακας 21:** Γοναδοσωματικός δείκτης (GSI) θηλυκών και αρσενικών ατόμων *Pterois miles*.

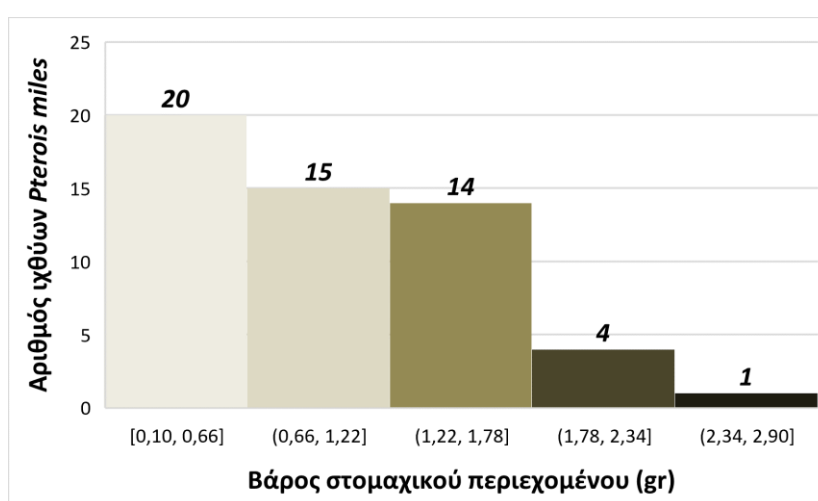
	θηλυκά	αρσενικά
μέση τιμή	1,2679099	0,191181
τυπική απόκλιση	1,8205001	0,336226
μέγιστο	9,212234	1,113095
ελάχιστο	0,0361493	0,01129

### 3.8 Αποτελέσματα στομαχικού περιεχομένου

Στον παρακάτω **Πίνακα 22** παρουσιάζονται τα περιγραφικά μέτρα του βάρους του στομαχικού περιεχομένου για το σύνολο των 54 ατόμων που αποτέλεσαν το δείγμα της παρούσας μελέτης. Βάσει της ελάχιστης και μέγιστης καταγεγραμμένης τιμής, τα δεδομένα ταξινομήθηκαν σε 5 ομάδες με σταθερό εύρος τιμών ώστε να απεικονιστούν σε ιστόγραμμα συχνοτήτων. Όπως φαίνεται από το **Γράφημα 17**, τα περισσότερα άτομα του δείγματος έφεραν στομαχικό περιεχόμενο που ζύγιζε από 10 έως 66 gr, ενώ στις περισσότερες περιπτώσεις δεν ξεπερνούσε τα 1,78 gr. Την τιμή αυτή υπερέβησαν μόλις 5 άτομα με μέγιστο βάρος στομαχικού περιεχομένου τα 2,58 gr.

**Πίνακας 22:** Περιγραφικά μέτρα του βάρους του στομαχικού περιεχομένου για το σύνολο του δείγματος ατόμων *Pterois miles*.

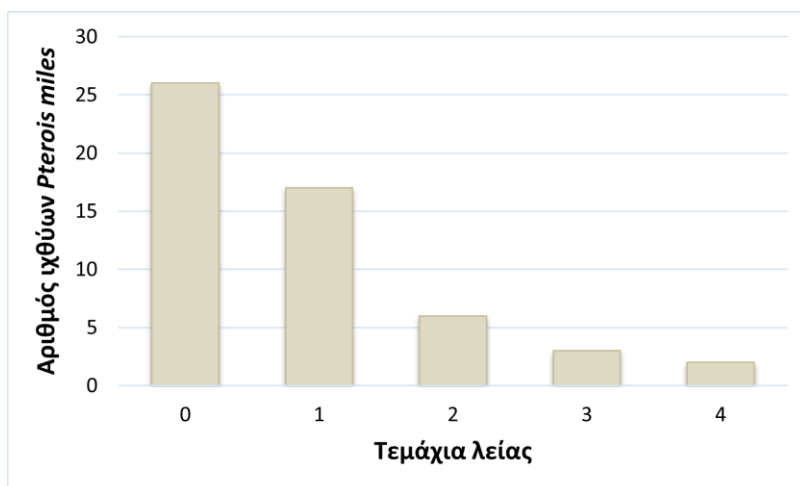
<b>Βάρος στομαχικού περιεχομένου (gr)</b>	
Μέση τιμή	0,98
Τυπική απόκλιση	0,60
Ελάχιστο	0,10
Μέγιστο	2,58



**Γράφημα 17:** Πλήθος ατόμων ανά εύρος βάρους στομαχικού περιεχομένου εκφρασμένο σε γραμμάρια.

Στη συνέχεια, τα δεδομένα αναλύθηκαν ως προς τον αριθμό τεμαχίων λείας που εντοπίστηκε στο στομάχι του κάθε ατόμου, διαπιστώνοντας ότι η πλειοψηφία των δειγμάτων δεν περιείχε υπολείμματα τροφής στο στομάχι ή είχε καταναλώσει έναν μόνο οργανισμό (**Γράφημα 18**). Συνολικά καταμετρήθηκαν 46 τεμάχια λείας, εκ των οποίων τα 17 περιέχονταν στο 31% του δείγματος ενώ τα υπόλοιπα 29 στο 21% αυτού (**Πίνακας 23**). Αναφορικά με τα 29 αυτά τεμάχια λείας, εντοπίστηκαν ομαδοποιημένα κατά 2, 3 ή 4 στο 11%, 6% και 4%, αντιστοίχως, του συνόλου των δειγμάτων *Pterois miles*. Τέλος, αναλύθηκε το περιεχόμενο του στομάχου ως προς το είδος της καταναλωθείσας τροφής. Όπως προκύπτει από το **Γράφημα 19**, η κύρια τροφή που εντοπίστηκε ήταν κυρίως οστεϊχθύες και ακολούθως τα καρκινοειδή

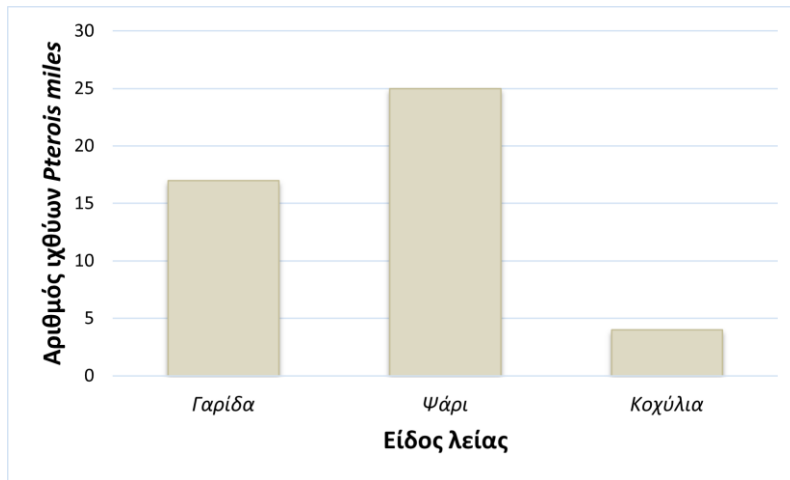
(Αρθρόποδα) παρότι το πλήθος των λεοντόψαρων που κατανάλωσε το κάθε είδος λείας ήταν αρκετά παρόμοιο με 18 και 14 άτομα αντιστοίχως (**Πίνακας 24**). Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι το στομάχι ενός λεοντόψαρου δεν κρίθηκε ότι περιείχε λεία ωστόσο έφερε υπολείμματα από λέπια και ακτίνες, αντιπροσωπευτικά δηλαδή της κατανάλωσης ψαριού.



**Γράφημα 18:** Πλήθος λεοντόψαρων στο στομαχικό περιεχόμενο των οποίων εντοπίστηκε συγκεκριμένος αριθμός τεμαχίων λείας.

**Πίνακας 23:** Ποσοστιαία δεδομένα πλήθους ιχθύων *Pterois miles* με βάση τα τεμάχια λείας που καταμετρήθηκαν στο στομαχικό τους περιεχόμενο.

	<i>Τεμάχια λείας</i>	<i>Πλήθος ιχθύων</i>
	0	26 (48%)
	1	17 (31%)
	2	6 (11%)
	3	3 (6%)
	4	2 (4%)
<b>Σύνολο</b>	<b>46</b>	<b>54 (100%)</b>



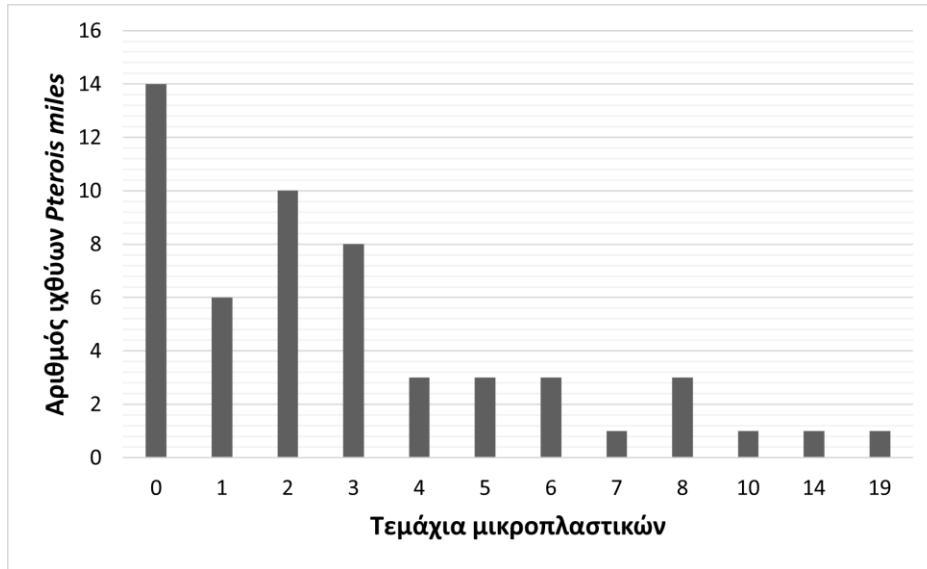
**Γράφημα 19:** Πλήθος λεοντόψαρων στο στομαχικό περιεχόμενο των οποίων εντοπίστηκε το συγκεκριμένο είδος λείας.

**Πίνακας 24:** Δεδομένα λείας που εντοπίστηκαν στο στομαχικό περιεχόμενο ατόμων *Pterois miles*.

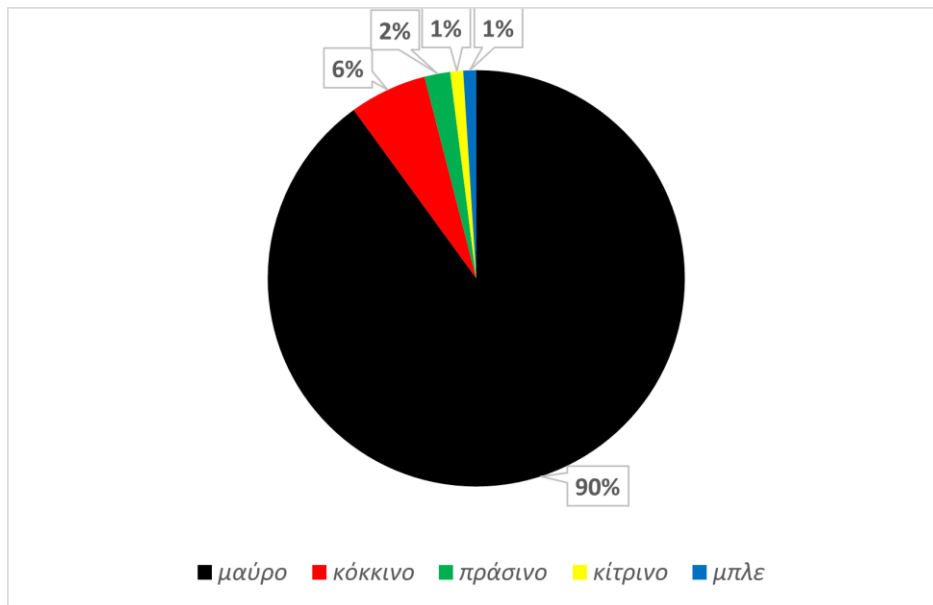
Είδος λείας	Πλήθος λείας	Πλήθος ιχθύων
Καρκινοειδή	17	14
Οστεϊχθύες	25	18
Δίθυρα	4	2
Λέπια & ακτίνες	0	1

### 3.9 Μικροπλαστικά στο στομαχικό περιεχόμενο

Από τα 54 άτομα *Pterois miles* που αποτέλεσαν το δείγμα της παρούσας μελέτης και υποβλήθηκαν σε ανάλυση του στομαχικού τους περιεχομένου ως προς την παρουσία μικροπλαστικών, τα 40 (74%) έφεραν πλαστικές ίνες στο πεπτικό τους σύστημα. Σε αρκετά από αυτά τα άτομα εντοπίστηκαν περισσότερες από μία ίνες με αποτέλεσμα να καταγραφούν συνολικά 169 μικροπλαστικά (**Γράφημα 20**). Ο αριθμός των μικροπλαστικών κυμαινόταν από 0 έως 19 μικροπλαστικά/δείγμα με μέσο αριθμό τα 3 μικροπλαστικά. Οι επικρατούσες διαστάσεις αυτών ήταν τα 1.93 mm μήκος και τα 0.05 mm πλάτος ενώ η συνολική διακύμανση της κάθε διάστασης ήταν 0.25-8.08 mm και 0.01-1.32, αντιστοίχως. Τέλος, όσον αφορά τα χρώματα των μικροπλαστικών σημειώθηκαν 152 καταγραφές μαύρου, 10 καταγραφές κόκκινου, 4 πράσινου, 2 κίτρινου και 1 μπλε (**Γράφημα 21**).



**Γράφημα 21:** Πλήθος λεοντόψαρων στο στομαχικό περιεχόμενο των οποίων εντοπίστηκε συγκεκριμένος αριθμός τεμαχίων μικροπλαστικών.



**Γράφημα 20:** Ποσοστιαία κατανομή καταγεγραμμένων μικροπλαστικών με βάση το χρώμα.

## 4. Συζήτηση

Κατά τα τελευταία έτη, η βιοποικιλότητα της Μεσογείου Θάλασσας υφίσταται ταχεία αλλαγή, η οποία οφείλεται σε πολλαπλούς στρεσογόνους παράγοντες. Οι περισσότεροι εξ' αυτών εγείρονται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες (Bianchi *et al.*, 2012), εντούτοις σημαντικό ρόλο παίζει η εισβολή ξενικών ειδών ικανών να απειλήσουν τη βιοποικιλότητα της λεκάνης, επηρεάζοντας τη σύνθεση των κοινοτήτων και τη λειτουργία των οικοτόπων και οικοσυστημάτων (Coll *et al.*, 2010; Katsanevakis *et al.*, 2014).

Πολλοί ερευνητές έχουν υποστηρίξει ότι η συνεχής εισροή ειδών προέλευσης της Ερυθράς Θάλασσας είναι ένας από τους βασικότερους παράγοντες που συμβάλλουν στην αναδιαμόρφωση των ιχθυοκοινωνιών της ανατολικής Μεσογείου, συμπεριλαμβανομένων των ελληνικών ακτών του νοτιοανατολικού Αιγαίου (Turan *et al.*, 2015; Corsini *et al.*, 2015). Η Ρόδος συγκαταλέγεται σε μια κρίσιμη γεωγραφικά περιοχή που πλήττεται διαρκώς από βιολογικές εισβολές, καθώς το υποτροπικό περιβάλλον της νήσου αποτελεί κατάλληλο ενδιαίτημα τόσο για τα γηγενή θερμόφιλα είδη όσο και για τον αποικισμό τροπικών ή υποτροπικών ξενικών ειδών (Corsini-Foka & Kondylatos, 2015; Papaconstantinou, 2014). Το τελευταίο μάλιστα φαινόμενο έχει ενισχυθεί ακόμη περισσότερο τις τελευταίες δεκαετίες ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής και της υπερθέρμανσης της θάλασσας (Bianchi *et al.*, 2014).

Όλες οι παραπάνω παρατηρήσεις που συλλέχθηκαν κατά την ανασκόπηση της ελληνικής και ξενόγλωσσης διαθέσιμης βιβλιογραφίας, δομούν τον βασικό προβληματισμό που οδήγησε στην επιλογή του θέματος της παρούσας εργασίας. Με σκοπό να εμπλουτίσουμε τα δεδομένα της επιστημονικής κοινότητας αναφορικά με τα ξενικά είδη που εντοπίζονται και διαβιούν επιτυχώς στη νήσο της Ρόδου, πραγματοποιήσαμε εμπειρική έρευνα για το λεοντόψαρο *Pterois miles*, η οποία χωρίστηκε σε δύο επιμέρους τμήματα: δειγματοληψίες, παρατηρήσεις. Για την περάτωση της χρειάστηκε να πραγματοποιηθούν συνολικά 28 καταδύσεις, ισάριθμα κατανεμημένες σε ελεύθερες και αυτόνομες με χρήση ειδικού εξοπλισμού.

Όπως έδειξαν τα ευρήματά μας, οι αυτόνομες καταδύσεις απέδωσαν σημαντικά υψηλότερο αριθμό δειγμάτων τόσο στις συλλήψεις όσο και στις παρατηρήσεις, αναφορικά με καταδυτικούς σταθμούς άνω των 10 μέτρων βάθους ή βραχώδους μορφολογίας πυθμένα. Η παρατήρηση αυτή αποδόθηκε στην ευκολία που παρέχει ο

ειδικός εξοπλισμός SCUBA για καταδύσεις σε μεγάλα βάθη ή βραχώδη περιοχές όπου η ελεύθερη κατάδυση θα δημιουργούσε πρακτικό κώλυμα στη λήψη φωτογραφιών και την στόχευση βολής θήρευσης. Παρότι από τους ερευνητές χρησιμοποιούνται και οι δύο, η αυτόνομη κατάδυση παραμένει η τεχνική εκλογής για τους λόγους που αναφέρθηκαν, τονίζοντας ότι οι δυσκολίες εφαρμογής της ελεύθερης κατάδυσης σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να οδηγήσουν σε μη αντιπροσωπευτικά συμπεράσματα σχετικά με την αφθονία θαλάσσιων ειδών (Meyer, C. and K. Holland, 2005; Dearden *et al.*, 2010). Στον αντίποδα, μια μελέτη των Gutterres Giordano και Neves dos Santos (2014) που σύγκρινε τους δύο τύπους κατάδυσης σε ένα εύρος βάθους πυθμένα 0 έως 10 μέτρα αναφέρει όμοια ευρήματα στην αφθονία βενθοπελαγικών ψαριών, συμπληρώνοντας ωστόσο ότι θα μπορούσε να αποδίδονται και στην εμπειρία των δυτών και συνεπώς απαιτείται πιο ενδεδειγμένη μελέτη επί του θέματος. Μια άλλη μελέτη των Lindfield και συνεργατών (2014) αναφέρει ότι η κατάδυση με χρήση εξοπλισμού SCUBA ενδέχεται να έχει περιορισμένη απόδοση εξαιτίας των ηχητικών κυμάτων που δημιουργούνται από τη συσκευή και τα οποία γίνονται αντιληπτά από τους ιχθύες που διαβιούν στην περιοχή με αποτέλεσμα να απομακρύνονται.

Στο πλαίσιο διεκπεραίωσης της παρούσας μελέτης, οι περισσότερες καταδύσεις έλαβαν χώρα από τον μήνα Μάρτιο μέχρι τις αρχές Σεπτεμβρίου του 2020 ενώ ένα μικρό ποσοστό που αφορούσε αποκλειστικά σε παρατηρήσεις χωρίς απόπειρα δειγματοληψίας, πραγματοποιήθηκε τον Ιανουάριο του έτους 2022. Επιλέχθηκαν 30 σημεία που υπάγονταν σε 21 παραθαλάσσιες περιοχές της νήσου και πετύχαμε τη σύλληψη 54 ατόμων *Pterois miles* και την παρατήρηση – φωτογράφιση 47. Δυστυχώς δύο περιοχές, Sun Wing και Σιάννα, δεν απέδωσαν κανένα άτομο είτε επρόκειτο για προσπάθεια δειγματοληψίας είτε για παρατήρηση. Αντιθέτως, οι δύο περιοχές με τις περισσότερες καταγραφές ιχθύων του είδους *Pterois miles* ήταν το Anthony Quinn και το Λαδικό.

Από την ανάλυση των δεδομένων που συλλέξαμε, συμπεραίνουμε ότι τα περισσότερα άτομα *Pterois miles* καταγράφηκαν σε σημεία με βραχώδη πυθμένα και μάλιστα με σημαντικά μεγάλη απόκλιση από τις αντίστοιχες καταγραφές (δειγματοληψίες/παρατηρήσεις) σε σημεία αμμώδη πυθμένα ή συνδυαστική μορφολογία εδάφους. Το σύνηθες βάθος των υδάτων αποικισμού είναι μεταξύ 10 και 20 μέτρων ενώ αρκετά συχνά επιλέγονται από τα λεοντόψαρα και περιοχές με



μεγαλύτερο βάθος (20-30 μέτρα). Δεν ίσχυε, ωστόσο, το ίδιο για ρηχά ύδατα βάθους <10 μέτρων. Τα ευρήματα μας συνάδουν με την υπάρχουσα βιβλιογραφία όπου πολλοί ερευνητές αναφέρουν τα βραχώδη υποστρώματα και τους κοραλλιογενείς υφάλους των 10-40 μέτρων ως το προτιμητέο ενδιαίτημα για τον αποικισμό λεοντόψαρων (Turan *et al.*, 2017; Savva *et al.*, 2020), παρά το γεγονός ότι η πρώτη καταγραφή του *Pterois miles* στο Αιγαίο πέλαγος το 2015 έγινε σε αμμώδη πυθμένα της νοτιοδυτικής ακτής της Τουρκίας (Turan and Öztürk, 2015).

Η πλειοψηφία των λεοντόψαρων που συλλέχθηκαν και υποβλήθηκαν σε πειραματικούς χειρισμούς με στόχο την καταγραφή των σωματομετρικών και μεριστικών τους χαρακτηριστικών ήταν θηλυκά άτομα. Αναφορικά με το μήκος των ιχθύων φάνηκε να επικρατεί αυτό μεταξύ 20 και 30 εκατοστών με μέση τιμή  $23,96 \pm 5,54$  και μέγιστο ολικό μήκος τα 35,5 εκατοστά. Τα αποτελέσματα μας είναι σε συμφωνία με την υπάρχουσα βιβλιογραφία καθώς σε μελέτη των Peake και συνεργατών (2018) υψηλής εμβέλειας με καταγραφή 8.125 συνολικά λεοντόψαρων του είδους *Pterois miles* ή *Pterois volitans*, φάνηκε ότι το επικρατέστερο ολικό μήκος ιχθύων ήταν τα 25 εκατοστά, όμοιο με την επικρατέστερη τιμή της παρούσας εργασίας. Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν επίσης και σε πιο εστιασμένη μελέτη αποκλειστικά για το λεοντόψαρο *Pterois miles* που διεξήχθη στις ακτές της Κύπρου και διαπιστώθηκε ότι το επικρατέστερο μήκος ήταν αυτό των 14 - 30 εκατοστών (Jimenez *et al.*, 2016). Δεδομένου μάλιστα ότι η Κύπρος και η Ρόδος δεν απέχουν σε μεγάλο βαθμό γεωγραφικά είναι λογικό να προσφέρουν στα λεοντόψαρα παρόμοιου τύπου ενδιαίτημα και συνεπώς οι οργανισμοί που διαβιούν στις ακτές αυτές να επιτυγχάνουν παρόμοια ανάπτυξη.

Επιπρόσθετα, το μέσο βάρος του σώματος των συλλεχθέντων δειγμάτων υπολογίστηκε στα 232 gr, όμοια δηλαδή με αποτελέσματα άλλων ερευνητικών ομάδων που μελέτησαν το λεοντόψαρο *Pterois miles* στην ευρύτερη Μεσόγειο Θάλασσα με επίκεντρο τα παράλια της Κύπρου (Savva *et al.*, 2020). Όπως πολλές σχετικές δειγματοληπτικές μελέτες αναφέρουν, τα λεοντόψαρα του είδους αυτού αλλά και άλλων όπως το *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758) ζυγίζουν από 9 έως 845,7 gr με μέση τιμή τα  $363,9 \pm 217,2$  gr, αναλόγως βέβαια πάντα και της εκάστοτε γεωγραφικής περιοχής (Sabido-Itzá *et al.*, 2016). Η επίδραση της γεωγραφικής περιοχής καθίσταται εμφανής αν αναλογιστούμε ότι η μέση τιμή του σωματικού βάρους που προέκυψε από την παρούσα μελέτη αποκλίνει ελαφρώς από την

αντίστοιχη μέση τιμή των 103,82 gr, μελέτης που αφορά δειγματοληψίες στις τουρκικές ακτές, χωρίς ωστόσο τα ευρήματα να είναι αντιφατικά αφού συγκαταλέγεται στο εύρος 36,88 – 456,6 gr (Tanrıverdi *et al.*, 2022). Επομένως, η παρατηρούμενη διαφορά μεταξύ της παρούσας μελέτης και αυτής των Tanrıverdi, Gököğlü και Korun θα μπορούσε να αποδοθεί είτε στην διαφορετική περιοχή δειγματοληψίας είτε στο βάθος των καταδύσεων, με την ομάδα των παραπάνω συγγραφέων να έχουν συλλέξει δείγματα *Pterois miles* από περιοχές του Κόλπου Αττάλεια με μέγιστο βάθος πυθμένα τα 20 μέτρα, δηλαδή μικρότερα συγκριτικά με τη δικιά μας μελέτη.

Άλλη μία πιθανή εξήγηση για την διαφορά του μέσου σωματικού βάρους στα ευρήματα των δύο μελετών, θα μπορούσε να αποτελέσει η χρονική περίοδος των δειγματοληψιών με τις δικιές μας να έχουν λάβει χώρα κατά τους εαρινούς και θερινούς μήνες του 2020, ενώ των Tanrıverdi και συνεργατών να έχουν περιοριστεί αποκλειστικά σε μία ημέρα του έτους 2018 και μία του 2019 και ως εκ τούτου να μην ενέχουν τον ίδιο βαθμό τυχαιοποίησης. Το υψηλότερο σωματικό βάρος στα δικά μας αποτελέσματα πιθανόν να αποτελεί μια ένδειξη επιτυχούς εγκατάστασης των λεοντόψαρων στη Μεσόγειο Θάλασσα. Γίνεται, δηλαδή, αντιληπτό ότι με το πέρας των ετών οι αρχικοί μετανάστες κατάφεραν να προσαρμοστούν στο νέο ενδιαίτημα και να θηρεύουν επαρκείς ποσότητες βιομάζας ώστε να αυξήσουν σταδιακά το βάρος τους.

Αναφορικά με τα αποτελέσματα μας ως προς την διαφοροποίηση σωματομετρικών μεταβλητών μεταξύ των δύο φύλων, διαπιστώθηκε μεγαλύτερη διάμετρος οφθαλμού στα θηλυκά άτομα. Ωστόσο, το συγκεκριμένο εύρημα δεν μπόρεσε να επιβεβαιωθεί αλλά ούτε και να απορριφθεί, καθώς από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας που πραγματοποιήθηκε δεν προέκυψαν σχετικά αποτελέσματα που να συγκρίνουν δυνητικές διαφορές στα δύο φύλα, παρά μόνο προσδιορίστηκε η τιμή της διαμέτρου. Ωστόσο, ούτε η σύγκριση των μέσων τιμών μεταξύ των ευρημάτων μας και αυτών άλλων μελετών θεωρήθηκε αξιόπιστη διότι οι διαθέσιμες μελέτες της βιβλιογραφίας είτε εξέτασαν ένα μόνο άτομο (Turan *et al.*, 2014) είτε υπολόγισαν τη διάμετρο του οφθαλμού σε συνδυασμό με την διακογχική απόσταση ως ποσοστό του μήκους κεφαλής (Oruç *et al.*, 2022).

Επιπροσθέτως, από την ανάλυση των αποτελεσμάτων μας προέκυψε ότι οι γονάδες των θηλυκών λεοντόψαρων *Pterois miles* ζυγίζουν κατά μέσο όρο  $3,6 \pm 6,7$  gr, τιμή κατά πολύ υψηλότερη από το αντίστοιχο βάρος των αρσενικών που εκτιμήθηκε στα  $0,4 \pm 0,8$  gr. Μάλιστα, στις μορφομετρικές μετρήσεις των θηλυκών ιχθύων συγκαταλέχθηκε και η τιμή των 34,6 gr που αντιστοιχούσε στο μέγιστο βάρος γονάδων. Αντιθέτως, το ολικό βάρος του σώματος τους δεν διέφερε σημαντικά από τα αρσενικά άτομα, παρά το γεγονός ότι καταγράφηκαν διαφορετικές μέγιστες τιμές στα δύο φύλα [θηλυκά (♀): 774 gr, αρσενικά (♂): 426 gr]. Με βάση τις παραπάνω παρατηρήσεις ήταν αναμενόμενο ότι τα θηλυκά λεοντόψαρα θα παρουσίαζαν και υψηλότερο GSI σε σχέση με τα αρσενικά.

Τα ευρήματα αυτά στο σύνολό τους είναι σε συμφωνία με την διαθέσιμη βιβλιογραφία. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται σε μελέτη των Savva και συνεργατών (2020), εκτιμάται υψηλότερος γοναδοσωματικός δείκτης στα θηλυκά άτομα του είδους *Pterois miles* έναντι των αρσενικών κατά τους θερινούς μήνες, χρονική περίοδος που συνάδει με τις δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη. Στο σημείο αυτό, αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι η συγκεκριμένη παρατήρηση των Savva και συνεργατών δεν αποτυπώθηκε σε άλλες χρονικές περιόδους, τις οποίες μάλιστα τα θηλυκά άτομα παρουσίασαν σημαντικά μειωμένο GSI. Με βάση την παρατήρηση των Mouchlianitis και συνεργατών (2021) για μια παρατεταμένη περίοδο ανάπτυξης ωαρίων στα θηλυκά λεοντόψαρα *Pterois miles* και μια περίοδο ωοτοκίας που λαμβάνει χώρα κυρίως κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, παρά το γεγονός ότι στη συγκεκριμένη μελέτη αλιεύτηκαν γόνιμα άτομα και κατά τους φθινοπωρινούς μήνες, εικάζουμε ότι το μεγάλο βάρος γονάδων στα θηλυκά άτομα του δείγματος μας οφείλεται στην χρονική περίοδο των καταδύσεων που πραγματοποιήσαμε. Με άλλα λόγια, η συντριπτική πλειοψηφία των καταδύσεων έλαβαν χώρα κατά τους εαρινούς και θερινούς μήνες του έτους επηρεάζοντας πιθανόν τα ευρήματα μας αναφορικά με το βάρος των θηλυκών γονάδων. Οι παραπάνω παρατηρήσεις θα μπορούσαν επίσης να ερμηνεύσουν τα ευρήματα μας αναφορικά με τα στάδια γεννητικής ωριμότητας των ιχθύων που εξετάσαμε.

Πιο συγκεκριμένα, το υψηλό βάρος γονάδων όπως υπολογίστηκε από λεοντόψαρα που συλλέχθηκαν από καταδύσεις που πραγματοποιήθηκαν ως επί το πλείστον τους θερμούς μήνες (άνοιξη έως φθινόπωρο), σχετίζεται με την ταξινόμηση τους σε ώριμα ή τουλάχιστον ωριμάζοντα στάδια. Η συσχέτιση του GSI λεοντόψαρων με τις

επικρατούσες θερμοκρασιακές συνθήκες και κατ' επέκτασης τον μήνα δειγματοληψίας έχει επιβεβαιωθεί σε προηγούμενη μελέτη των Gardner και συνεργατών (2015) που εξέτασε 835 θηλυκά και 1.029 αρσενικά άτομα των ειδών *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758) και *Pterois miles* (Bennett, 1828) τα οποία συλλέχθηκαν εντός της χρονικής περιόδου Ιανουάριος του 2011 – Αύγουστος του 2012. Σύμφωνα με τα δεδομένα που παρουσίασαν, οι υψηλότερες τιμές GSI καταγράφονται κατά τη διάρκεια ή αμέσως μετά τους μήνες με την μέγιστη ή ελάχιστη θερμοκρασία, ενώ μεταξύ μηνών με γρήγορη και μεγάλη εναλλαγή θερμοκρασίας παρατηρούνται χαμηλές τιμές GSI ανεξαρτήτως φύλου. Στην ίδια μελέτη ο προσδιορισμός του σταδίου γενετικής ωριμότητας επιτεύχθηκε τόσο με μακροσκοπική παρατήρηση όσο και με ιστολογική εκτίμηση. Τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων ταυτίστηκαν σε ποσοστό τουλάχιστον 75% και έδειξαν ότι οι γονάδες των περισσότερων ιχθύων του δείγματος είτε βρίσκονται σε αναπτυξιακά στάδια ωρίμανσης (50%) είτε έχουν ωριμάσει και είναι ικανές για αναπαραγωγή (42%). Σε συμφωνία λοιπόν με την βιβλιογραφία φάνηκε να είναι και τα δικά μας ευρήματα όπου διαπιστώθηκε ότι η πλειοψηφία των θηλυκών λεοντόψαρων ήταν κατά αύξουσα σειρά πλήθους ατόμων, σταδίου 1 (early developing), 3 (spawning capable) ή 2 (developing). Στην περίπτωση των αρσενικών που κατάφερε να ταυτοποιηθεί μικρότερο μέγεθος δείγματος, όλα τα άτομα ήταν σταδίου 3.

Τελικώς, στην παρούσα μελέτη έγινε προσπάθεια να διεξαχθούν συμπεράσματα αναφορικά με τις διατροφικές συνήθειες των λεοντόψαρων *Pterois miles*, καθώς και με την επιτυχία θήρευσης. Η ανατομή των στομάχων των 54 ατόμων που αποτέλεσαν το δείγμα της παρούσας μελέτης ανέδειξε την κατανάλωση 46 συνολικά τεμαχίων λείας που αντιστοιχούσαν σε μικρούς ιχθύες, καρκινοειδή και σπανίως δίθυρα. Από μια σχετική πρόσφατη μελέτη 42 ατόμων *Pterois miles* που εντοπίστηκαν να κολυμπούν στις ακτές της Ρόδου, προέκυψε ότι η διαίτα τους αποτελείται κυρίως από οστεϊχθύες διαφόρων Οικογενειών (στο 78,5% του πληθυσμού που εξετάστηκε) και ασπόνδυλα (στο 15,4% του πληθυσμού), υποδηλώνοντας μια ευκαιριακή διατροφική συμπεριφορά για τα λεοντόψαρα του είδους (Zannaki *et al.*, 2019). Μεταξύ των ασπόνδυλων κυριαρχούσαν είδη της τάξης των Σηπιδών, καρκινοειδή όπως και στη δικιά μας μελέτη, καθώς και το ισόποδο παράσιτο *Nerocila orbigny*. Παρόμοια ευρήματα, βέβαια, έχουν δημοσιευτεί και από άλλους ερευνητές που πραγματοποίησαν μελέτες μεγαλύτερης εμβέλειας όπως αυτή των Peake και

συνεργατών (2018) με την συμμετοχή 8.125 λεοντόψαρων *Pterois volitans* και *Pterois miles* που συλλέχθηκαν από 10 τοποθεσίες σε όλο τον δυτικό Ατλαντικό: Βερμούδες, Βόρεια Καρολίνα, Μπαχάμες, νοτιοανατολική Φλόριντα, βορειοανατολικό και βορειοδυτικό τμήμα του Κόλπου του Μεξικού, χερσόνησος Γιουκατάν στο νοτιοανατολικό Μεξικό, Μπελίζ, Κόστα Ρίκα και Παρθένοι Νήσοι των Ηνωμένων Πολιτειών. Στόχος της μελέτης αυτής ήταν να παράσχει μια γενικευμένη περιγραφή της οικολογίας της διατροφής των λεοντόψαρων σε περιφερειακή κλίμακα και να συγκρίνει τη σύνθεση της διαίτας λεοντόψαρων που διαβιούν σε διαφορετικές τοποθεσίες.

Από την ανάλυση όλων των δεδομένων διαπιστώθηκε ότι τα λεοντόψαρα είναι ευκαιριακά είδη, κατά βάση σαρκοφάγα που καταναλώνουν τουλάχιστον 167 είδη σπονδυλωτών και ασπόνδυλων σε πολλαπλές τροφικές συντεχνίες με κυρίαρχη λεία τους οστεϊχθύες και τα καρκινοειδή. Οι συγγραφείς της ίδιας μελέτης προέβησαν και σε περαιτέρω αναλύσεις συσχέτισης μεταξύ του μεγέθους των λεοντόψαρων και της σύστασης της διατροφής τους και υποστήριξαν την μετάβαση από μια διατροφή που δομείται κυρίως από καρκινοειδή σε μια διατροφή όπου επικρατεί η κατανάλωση ιχθύων. Παράλληλα, τα ευρήματα μας ανέδειξαν σημαντική κατάποση μικροπλαστικών απορριμμάτων από τους θαλάσσιους ιχθύες *Pterois miles* καθώς ένα μεγάλο ποσοστό του δείγματος που μελετήθηκε εντοπίστηκαν μικροπλαστικά στο στομαχικό τους περιεχόμενο σε διαφορετικά μήκη και χρώματα με επικρατέστερα τα μαύρα μικροπλαστικά διαστάσεων μήκους 1.93 mm και πλάτους 0.05 mm. Με βάση την βιβλιογραφία μπορούμε να αποφανθούμε ότι υπάρχει διαφορά στη συγκέντρωση και το είδος των μικροπλαστικών που εντοπίζονται στο θαλάσσιο περιβάλλον, παρατηρώντας μεγάλη διακύμανση ανά οικοσύστημα. Ωστόσο, η κυριαρχία του μαύρου χρώματος στα παρατηρούμενα μικροπλαστικά φαίνεται να επαληθεύεται και από άλλες μελέτες (Garcia-Garin *et al.*, 2019; Kılıç, Yücel, & Turan, 2022).

Κλείνοντας, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού των λεοντόψαρων *Pterois miles* στην Μεσόγειο Θάλασσα και ειδικότερα στις παράκτιες περιοχές της Ρόδου, καθιστά αναγκαία την εις βάθος συλλογή πληροφοριών τόσο για τις προτιμήσεις ενδιαιτήματος του είδους όσο και για την βιολογική του ανάπτυξη και τις διατροφικές συνήθειες. Η ακριβής γνώση των παραπάνω θα συνεισφέρει στον έλεγχο της χωρικής του επικράτειας, ο οποίος κρίνεται απαραίτητος δεδομένης της διατάραξης της γηγενής βιοποικιλότητας από

την εισβολή ανάλογων ξενικών ειδών. Για τον λόγο αυτό προτείνεται να διεξαχθούν περισσότερες μελέτες μεγαλύτερης εμβέλειας με την συλλογή μεγαλύτερου πλήθους ατόμων και τις δειγματοληψίες να λαμβάνουν χώρα καθ' όλη την διάρκεια τους έτους ώστε να εξεταστούν εκτενέστερα δυνητικές διαφορές μεταξύ των μηνών και των θερμοκρασιακών συνθηκών.

## 5. Συμπεράσματα

Παρακάτω δίνονται συνοπτικά τα βασικά συμπεράσματα τις παρούσας μελέτης:

- Η συλλογή δεδομένων έλαβε χώρα από τον Μάρτιο έως τον Σεπτέμβριο του 2020 και εμπλουτίστηκε με πρόσθετες παρατηρήσεις τον Ιανουάριο του 2022. Το επίκεντρο της μελέτης ήταν 21 περιοχές της Ρόδου: Έλλη (36°27'13.3"N 28°13'27.1"E), Ζέφυρος (36°25'45.1"N 28°14'16.7"E), Sun Wing (36°24'18.9"N 28°13'50.5"E), Πηγές Καλλιθέας (36°22'42.4"N 28°14'17.5"E), Water Park (36°21'49.9"N 28°13'10.4"E), Anthony Quinn (36°19'17.7"N 28°12'33.8"E), Λαδικό (36°19'13.7"N 28°12'20.3"E), Κολύμπια (36°15'15.6"N 28°10'12.5"E), Τσαμπίκα (36°13'57.9"N 28°09'11.9"E), Στεγνά (36°12'04.8"N 28°08'31.8"E), Λίνδος (36°05'16.6"N 28°05'16.3"E), Πεύκοι (36°03'48.7"N 28°03'59.7"E), Κιοτάρι (36°02'51.7"N 27°57'58.2"E), Ψαροπούλα (36°27'12.0"N 28°13'00.8"E), Ιαλυσός (36°25'15.8"N 28°10'02.8"E), Σορωνή (36°21'52.7"N 27°58'40.0"E), Ναυάγιο - Αρχαία Κάμειρος (36°27'21.48N 27°81'83.80"E), Κοπριά (36°27'21.48N 27°81'83.80"E), Σιάννα (36°12'19.5"N 27°46'46.9"E), Λίμνη (36°03'57.9"N 27°45'38.8" E), Πρασονήσι (35°53'39.3"N 27°46'04.4"E) όπου πραγματοποιήθηκαν 14 ελεύθερες καταδύσεις και 14 αυτόνομες με χρήση ειδικού εξοπλισμού SCUBA με σκοπό την δειγματοληψία και την παρατήρηση λεοντόψαρων *Pterois miles*. Επιτεύχθηκε, συνολικά, η συλλογή 54 ιχθύων (19 αρσενικών και 35 θηλυκών) και η παρατήρηση 47.
- Τα λεοντόψαρα *Pterois miles* συναντώνται συνηθέστερα σε βραχώδη ενδιαιτήματα με βάθος πυθμένα μεγαλύτερο των 10 μέτρων.
- Το μέσο μέγεθος τους υπολογίζεται στα  $23,96 \pm 5,54$  cm μήκος και  $6,99 \pm 1,99$  cm ύψος, ενώ το βάρος τους είναι  $232,27 \pm 157,58$  gr.
- Τα θηλυκά λεοντόψαρα χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη διάμετρο οφθαλμού, μεγαλύτερο βάρος γονάδων και υψηλότερο γοναδοσωματικό δείκτη σε σχέση με τα αρσενικά.
- Η διαίτα τους είναι ευκαιριακή και απαρτίζεται κυρίως από μικρού μεγέθους ιχθύες και καρκινοειδή.

- Στο 74% του δείγματος εντοπίζονται κατά μέσο όρο 3 μικροπλαστικά με μέση διάσταση 1.93 mm μήκος και 0.05 mm πλάτος. Το 90% των καταγεγραμμένων μικροπλαστικών ήταν μαύρου χρώματος.



## Βιβλιογραφία

- ✚ Albins, M. A., and Hixon M. A. (2008). Invasive Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* reduce recruitment of Atlantic coral-reef fishes. *Marine Ecology Progress Series*, 367, 233-238.
- ✚ Azzurro, E., Stancanelli, B., Di Martino, V., & Bariche, M. (2017). Range expansion of the common lionfish *Pterois miles* (Bennett, 1828) in the Mediterranean Sea: an unwanted new guest for Italian waters. *BioInvasions Records*, 6(2), 95-98.
- ✚ Bariche M, Torres M, and Azzurro E. (2013). The presence of the invasive Lionfish *Pterois miles* in the Mediterranean Sea. *Mediterr Mar Sci.*,14, 292-294
- ✚ Bentur, Y., Ashkar, J., Lurie, Y., Levy, Y., Azzam, Z. S., Litmanovich, M., ... & Eisenman, A. (2008). Lessepsian migration and tetrodotoxin poisoning due to *Lagocephalus sceleratus* in the eastern Mediterranean. *Toxicon*, 52(8), 964-968.
- ✚ Bianchi, C. N., and Morri C. (2000). Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. *Marine pollution bulletin*, 40(5), 367-376.
- ✚ Cohen, A. S., and Olek A. J. (1989). An extract of lionfish (*Pterois volitans*) spine tissue contains acetylcholine and a toxin that affects neuromuscular transmission. *Toxicon*, 27(12), 1367-1376.
- ✚ Côté, I. M., Green S. J., and Hixon M. A. (2013). Predatory fish invaders: insights from Indo-Pacific lionfish in the western Atlantic and Caribbean. *Biological Conservation*, 164, 50-61.
- ✚ Crocetta, F., Agius, D., Balistreri, P., Bariche, M., Bayhan, Y., Çakir, M., ... & Zenetos, A. (2015). New mediterranean biodiversity records (October 2015). *Mediterranean Marine Science*, 16(3).
- ✚ Dailianis, T., Akyol, O., Babali, N., Bariche, M., Crocetta, F., Gerovasileiou, V., & Chanem, R. (2016). Mediterranean Marine Science. *Mediterranean Marine Science*, 17(2), 608-626.
- ✚ Dearden, P., M. Theberge & M. Yasué. (2010). Using underwater cameras do assess the effects of snorkeler and scuba diver presence on coral reef fish abundance, family richness, and species composition. *Env. Monit. Asses.*, 163, 531-538.
- ✚ Fishelson, L. (1975). Ethology and reproduction of pteroid fishes found in the Gulf of Aqaba (Red Sea), especially *Dendrochirus brachypterus* (Cuvier) (Pteroidae: Teleostei). *Pubblazioni della Stazione Zoologica, Napoli*, 39, 635-656.
- ✚ Fishelson, L. (1997). Experiments and observations on food consumption, growth and starvation in *Dendrochirus brachypterus* and *Pterois volitans* (Pteroinae, Scorpaenidae). *Environmental Biology of Fishes*, 50(4), 391-403.

- ✚ Gad, F. K., *et al.* (2018). Long-term shoreline displacements and coastal morphodynamic pattern of north Rhodes Island, Greece. *Water*, 10(7), 849.
- ✚ Galanidi, M., Zenetos A., and Bacher S. (2018). Assessing the socio-economic impacts of priority marine invasive fishes in the Mediterranean with the newly proposed SEICAT methodology. *Mediterranean Marine Science*, 19(1), 107-123.
- ✚ Galil, B. Sarah. (2007). Loss or gain? Invasive aliens and biodiversity in the Mediterranean Sea. *Marine pollution bulletin*, 55(7-9), 314-322.
- ✚ Galil, B. S., and Zenetos A. (2002). A sea change - Exotics in the Eastern Mediterranean Sea. In: Leppäkoski, E., Gollasch, S., Olenin, S. (eds) *Invasive Aquatic Species of Europe. Distribution, Impacts and Management*. Springer, Dordrecht.
- ✚ Garcia-Garin, O., Vighi, M., Aguilar, A., Tsangaris, C., Digka, N., Kaberi, H., & Borrell, A. (2019). Boops boops as a bioindicator of microplastic pollution along the Spanish Catalan coast. *Marine Pollution Bulletin*, 149, 110648.
- ✚ Gardner, P. G., Frazer, T. K., Jacoby, C. A., & Yanong, R. P. (2015). Reproductive biology of invasive lionfish (*Pterois* spp.). *Frontiers in Marine Science*, 7.
- ✚ Golani, D. (1998). Impact of Red Sea fish migrants through the Suez Canal on the aquatic environment of the Eastern Mediterranean. *Bulletin Series Yale School of Forestry and Environmental Studies*, 103, 375-387.
- ✚ Golani, D. (2021). An updated Checklist of the Mediterranean fishes of Israel, with illustrations of recently recorded species and delineation of Lessepsian migrants. *Zootaxa*, 4956(1), 1-108.
- ✚ Golani, D., Orsi-Relini, L., Massuti, E., & Quignard, J. P. (2002). CIESM Atlas of Exotic Species, 1-Fishes. *CIESM, Monaco*.
- ✚ Golani, D., Azzurro, E., Corsini-Foka, M., Falautano, M., Andaloro, F., & Bernardi, G. (2007). Genetic bottlenecks and successful biological invasions: the case of a recent Lessepsian migrant. *Biology letters*, 3(5), 541-545.
- ✚ Golani, D., and Sonin O. (1992). New records of the Red Sea fishes, *Pterois miles* (Scorpaenidae) and *Pteragogus pelycus* (Labridae) from the eastern Mediterranean Sea. *Japanese Journal of Ichthyology*, 39(2), 167-169.
- ✚ Gutterres, G. R. and Neves dos Santos, L. (2014). Comparative analysis of free and scuba diving for benthopelagic and cryptic fish species associated with rocky reefs. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 42(2), 301-306.
- ✚ Hamner, R. M., Freshwater D. W. and Whitfield P. E. (2007). Mitochondrial cytochrome b analysis reveals two invasive lionfish species with strong founder effects in the western Atlantic. *Journal of Fish Biology*, 71, 214-222.

- ✚ Halstead, B. W., Chitwood M. J. and Modglin R. F. (1955). The anatomy of the venom apparatus of the zebrafish, *Pterois volitans* (Linnaeus). *The Anatomical Record*, 122(3), 317-333.
- ✚ Jimenez, C., Petrou, A., Andreou, V., Hadjioannou, L., Wolf, W., Koutsoloukas, N., ... & Aquarium, O. (2016). Veni, vidi, vici: the successful establishment of the lionfish *Pterois miles* in Cyprus (Levantine Sea). *Rapport Commission International Mer Mediterranee*, 41, 417.
- ✚ Katsanevakis, S., Acar, Ü., Ammar, I., Balci, B. A., Bekas, P., Belmonte, M., ... & Yapici, S. (2014). New mediterranean biodiversity records (October, 2014). *Mediterranean Marine Science*, 675-695.
- ✚ Katsanevakis, S., Tempera F., and Teixeira H. (2016). Mapping the impact of alien species on marine ecosystems: the Mediterranean Sea case study. *Diversity and Distributions*, 22(6), 694-707.
- ✚ Kletou, D., Hall-Spencer J. M., and Kleitou P. (2016). A lionfish (*Pterois miles*) invasion has begun in the Mediterranean Sea. *Marine Biodiversity Records*, 9(1), 46.
- ✚ Kılıç, E., Yücel, N. & Turan, C. (2022). Microplastic Occurrence in the Gastrointestinal Tracts of *Pterois miles* (Bennett, 1828) from northeastern Mediterranean Sea. *Natural and Engineering Sciences*, 7(2), 200-213
- ✚ Lindfield, S. J., Harvey, E. S., McIlwain, J. L., & Halford, A. R. (2014). Silent fish surveys: bubble-free diving highlights inaccuracies associated with SCUBA-based surveys in heavily fished areas. *Methods in Ecology and Evolution*, 5(10), 1061-1069.
- ✚ Matsumiya, Y. (1980). Stomach contents examination of the piscivorous demersal fishes in Shijiki Bay. *Bulletin of the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, Japan*, 54, 333-342.
- ✚ Mazzali, U., *et al.* (2013). Experimental investigation on the energy performance of living walls in a temperate climate. *Building and Environment*, 64, 57-66.
- ✚ Meyer, C. G., & Holland, K. N. (2005). Movement patterns, home range size and habitat utilization of the bluespine unicornfish, *Naso unicornis* (Acanthuridae) in a Hawaiian marine reserve. *Environmental biology of fishes*, 73, 201-210.
- ✚ Michailidis, N., Corrales, X., Karachle, P. K., Chartosia, N., Katsanevakis, S., & Sfenthourakis, S. (2019). Modelling the role of alien species and fisheries in an Eastern Mediterranean insular shelf ecosystem. *Ocean & coastal management*, 175, 152-171.
- ✚ Morris, J. A. and Whitfield P. E. (2009). Biology, ecology, control and management of the invasive Indo-Pacific lionfish: an updated integrated assessment. *NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS*, 99.

- ✚ Morris, J. A. and Freshwater W. D. (2008). Phenotypic variation of lionfish supraocular tentacles. *Environmental Biology of Fishes*, 83(2), 237-241.
- ✚ Mouchlianitis, F. A., Kalaitzi, G., Kleitou, P., Savva, I., Kletou, D., & Ganias, K. (2022). Reproductive dynamics of the invasive lionfish (*Pterois miles*) in the Eastern Mediterranean Sea. *Journal of Fish Biology*, 100(2), 574-581.
- ✚ Oruç, A. Ç., Şensurat Genç, T., Özgül, A. & Lök, A. (2022). The northernmost dispersal record of the lionfish, *Pterois miles* (Bennett, 1828) for the Aegean Sea. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 39(1), 84-87.
- ✚ Pancucci-Papadopoulou, M. A., Raitzos D. E., and Corsini-Foka M. (2012). Biological invasions and climatic warming: implications for south-eastern Aegean ecosystem functioning. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 92(4), 777-789.
- ✚ Peake, J., Bogdanoff, A. K., Layman, C. A., Castillo, B., Reale-Munroe, K., Chapman, J., ... & Morris, J. A. (2018). Feeding ecology of invasive lionfish (*Pterois volitans* and *Pterois miles*) in the temperate and tropical western Atlantic. *Biological Invasions*, 20, 2567-2597.
- ✚ Raitzos, D. E., Beaugrand, G., Georgopoulos, D., Zenetos, A., Pancucci-Papadopoulou, A. M., Theocharis, A., & Papatthanassiou, E. (2010). Global climate change amplifies the entry of tropical species into the Eastern Mediterranean Sea. *Limnology and Oceanography*, 55(4), 1478-1484.
- ✚ Rilov, G. (2016). Multi-species collapses at the warm edge of a warming sea. *Scientific Reports*, 6, 36897.
- ✚ Rocha, L. A., Rocha, C. R., Baldwin, C. C., Weigt, L. A., & McField, M. (2015). Invasive lionfish preying on critically endangered reef fish. *Coral Reefs*, 34, 803-806.
- ✚ Rohling, E. J. (1991). Shoaling of the Eastern Mediterranean pycnocline due to reduction of excess evaporation: implications for sapropel formation. *Paleoceanography*, 6(6), 747-753.
- ✚ Sabido-Itzá M. M., Aguilar-Perera A., and Medina-Quej A. (2016). Length–weight and length–length relations, and relative condition factor of red lionfish, *Pterois volitans* (Actinopterygii: Scorpaeniformes: Scorpaenidae), from two natural protected areas in the Mexican Caribbean. *Acta Ichthyologica Et Piscatoria*, 46, 4, 279-285.
- ✚ Savva, I., Chartosia, N., Antoniou, C., Kleitou, P., Georgiou, A., Stern, N., ... & Kletou, D. (2020). They are here to stay: the biology and ecology of lionfish (*Pterois miles*) in the Mediterranean Sea. *Journal of Fish Biology*, 97(1), 148-162.
- ✚ Schultz, E. T. (1986). *Pterois volitans* and *Pterois miles*: two valid species. *Copeia*, 686-690.

- ✚ Schofield P. J. (2009) Geographic extent and chronology of the invasion of non-native lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus 1758] and *P. miles* [Bennett 1828]) in the western North Atlantic and Caribbean Sea. *Aquatic Invasion*, 4, 473–479.
- ✚ Spanier, E. and Galil B. S. (1991). Lessepsian migration: a continuous biogeographical process. *Endeavour*, 15(3), 102-106.
- ✚ Tanriverdi, R., Gökoğlu, M. and Korun J. (2022). First Observations on the Stomach Contents of Devil Firefish, *Pterois miles* (Bennett, 1828) in the Gulf of Antalya, Turkey. *Acta Natura et Scientia*, 3(1), 24-31.
- ✚ Theocharis, A., Nittis, K., Kontoyiannis, H., Papageorgiou, E., & Balopoulos, E. (1999). Climatic changes in the Aegean Sea influence the Eastern Mediterranean thermohaline circulation (1986–1997). *Geophysical Research Letters*, 26(11), 1617-1620.
- ✚ Turan, C., and Öztürk, B. (2015). First record of the lionfish *Pterois miles* (Bennett 1828) from the Aegean Sea. *Journal of the Black Sea / Mediterranean Environment*, 23(3), 334-338.
- ✚ Turan, C., *et al.* (2014). First record of the Indo-Pacific lionfish *Pterois miles* (Bennett, 1828) (Osteichthyes: Scorpaenidae) for the Turkish marine waters. *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, 20(2), 158-163.
- ✚ Turan, C., Uygur, N. and İğde, M. (2017). Lionfishes *Pterois miles* and *Pterois volitans* in the North-eastern Mediterranean Sea: Distribution, Habitation, Predation and Predators. *Natural and Engineering Sciences*, 2(1), 35-43.
- ✚ Vavasis, C., Simotas, G., Spinos, E., Konstantinidis, E., Minoudi, S., Triantafyllidis, A., & Perdikaris, C. (2020). Occurrence of *Pterois miles* in the Island of Kefalonia (Greece): the northernmost dispersal record in the Mediterranean Sea. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*, 36(1), 171-175.
- ✚ Vlachogianni, T., Vogrin M., and Scoullos M. (2013). Aliens in the Mediterranean. Athens, Greece, MIO-ECSDE.
- ✚ Wourms, J. P. (1991). Reproduction and development of *Sebastes* in the context of the evolution of piscine viviparity. *Environmental Biology of Fishes*, 30(1-2), 111-126.
- ✚ Zannaki, K., Corsini-Foka, M., Kampouris, T. E., & Batjakas, I. E. (2019). First results on the diet of the invasive *Pterois miles* (Actinopterygii: Scorpaeniformes: Scorpaenidae) in the Hellenic waters. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 49(3), 311-317.
- ✚ Zenetos, A., Corsini-Foka, M., Crocetta, F., Gerovasileiou, V., Karachle, P. K., Simboura, N., ... & Pancucci-Papadopoulou, M. A. (2018). Deep cleaning of alien and cryptogenic species records in the Greek Seas (2018 update). *Management of Biological Invasions*, 9(3), 209-226.

- ✚ Zenetos, A., Gofas, S., Morri, C., Rosso, A., Violanti, D., Raso, J. G., ... & Verlaque, M. (2012). Alien species in the Mediterranean Sea by 2012. A contribution to the application of European Union's Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Part 2. Introduction trends and pathways. *Mediterranean marine science*, 13(2), 328-352.

### Διαδικτυακές πηγές

- ✚ <https://www.britannica.com/place/Dodecanese>
- ✚ [http://www.visitgreece.gr/en/greek\\_islands/dodecanese/rhodes](http://www.visitgreece.gr/en/greek_islands/dodecanese/rhodes)



## Παράρτημα

### I. Δείγματα



Ημ/νία λήψης: 20/03/20, Περιοχή: Πεύκοι



Ημ/νία λήψης: 20/03/20, Λεοντόψαρο *Pterois miles* – δείγμα 1



Ημ/νία λήψης: 20/03/20, Χαμένη βολή



Ημ/νία λήψης: 20/03/20, Ιχθύς τρομπέτα





Ημ/νία λήψης: 20/03/20, Ιχθύς λαγοκέφαλος



Ημ/νία λήψης: 23/03/20, Ψαροπούλα



Ημ/νία λήψης: 23/03/20, Δείγμα 3



Ημ/νία λήψης: 23/03/20, Δείγμα 4

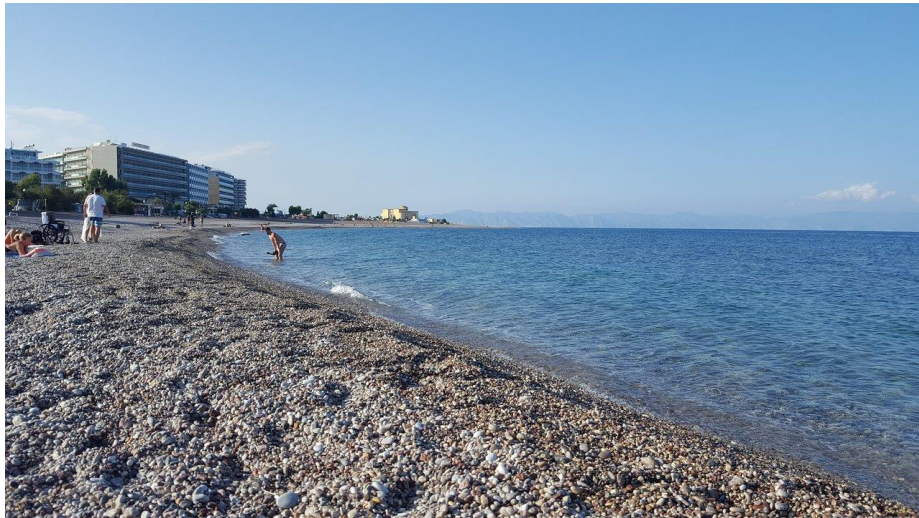


Ημ/νία λήψης: 24/03/20, Περιοχή: Sun Wing



Ημ/νία λήψης: 24/03/20, Κανένα δείγμα





Ημ/νία λήψης: 25/03/20, Περιοχή: Έλλα



Ημ/νία λήψης: 25/03/20, Δείγμα 6 (ελεύθερη κατάδυση)



Ημ/νία λήψης: 25/03/20, Δείγμα 7 (ελεύθερη κατάδυση)



Ημ/νία λήψης: 25/03/20, Δείγμα 8 (ελεύθερη κατάδυση)



Ημ/νία λήψης: 28/03/20, Δείγμα 9 (ακριβώς πριν τη στιγμή της σύλληψης)

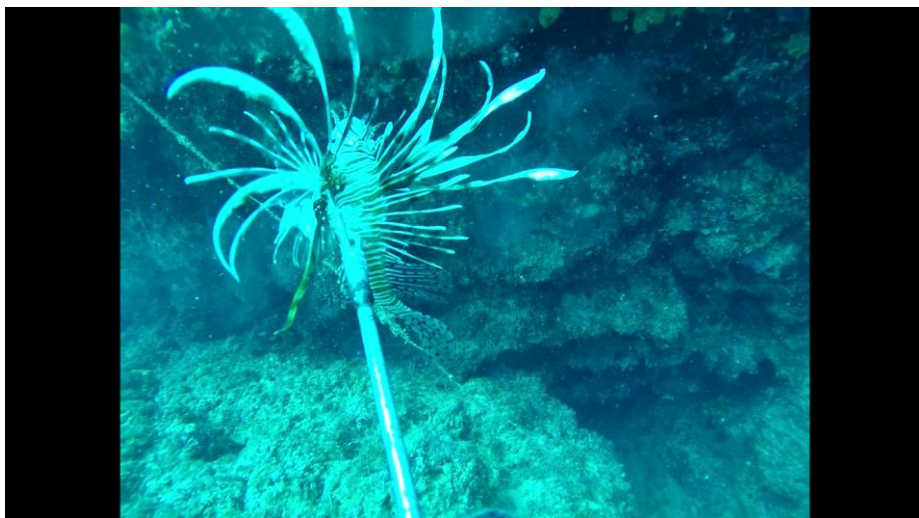




Ημ/νία λήψης: 28/03/20, Δείγμα 9 (αμέσως μετά τη σύλληψη)



Ημ/νία λήψης: 28/03/20, Δείγμα 10 (πριν τη σύλληψη)



Ημ/νία λήψης: 28/03/20, Δείγμα 10 (μετά τη σύλληψη)



Ημ/νία λήψης: 28/03/20, Χαμένη βολή



Ημ/νία λήψης: 30/03/20, Κανένα δείγμα





Ημ/νία λήψης: 30/03/20, Κανένα δείγμα



Ημ/νία λήψης: 07/04/20, Σημείο δειγματοληψίας



Ημ/νία λήψης: 07/04/20, Δείγμα 18 (ακριβώς πριν τη στιγμή της σύλληψης)



Ημ/νία λήψης: 07/04/20, Δείγμα 18 (αμέσως μετά τη σύλληψη)

## II. Παρατηρήσεις



Ημ/νία λήψης: 20/05/2020, Περιοχή: Ζέφυρος





Ημ/νία λήψης: 27/05/2020, Περιοχή: Water park, Βάθος: ~11 m



Ημ/νία λήψης: 04/06/2020, Περιοχή: Κιστάρι, Βάθος: ~21 m



Ημ/νία λήψης: 10/07/2020, Περιοχή: Λίνδος, Βάθος: ~12 m



Ημ/νία λήψης: 12/07/2020, Περιοχή: νυχτερινή λίμνη, Βάθος: ~15 m



Ημ/νία λήψης: 03/09/2020, Περιοχή: Ιαλυσός, Βάθος: ~15 m





Ημ/νία λήψης: 14/01/2022, Περιοχή: Ψαροπούλα, ελεύθερη κατάδυση



Ημ/νία λήψης: 18/01/2022, Περιοχή: Έλλα, Βάθος: ~10 m



Ημ/νία λήψης: 25/01/2022, Περιοχή: Λίνδος



Ημ/νία λήψης: 27/01/2022, Περιοχή: Anthony Quinn