

**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΝΕΩΝ ΜΟΥΔΑΝΙΩΝ**

Διεύθυνση: Α.Τ.Ε.Ι.Θ. Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας και Υδατοκαλλιέργειών,
Τ.Θ. 157, Τ.Κ. 63200, Νέα Μουδανιά, Χαλκιδική
Τηλ: 23730 26458 Fax: 23730 26450 E-mail: skoufas@ aqua.teithe.gr
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ: Δρ Γεώργιος Σκούφας, Καθηγητής
Εφαρμογών

***ΕΠΟΧΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΝΕΑΡΩΝ ΙΧΘΥΩΝ ΣΕ
ΡΥΠΑΣΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΜΗ ΡΥΠΑΣΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ
ΝΟΜΟΥ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ***

**Δρ Γεώργιος Μίνος, Επίκουρος Καθηγητής ΑΤΕΙΘ
Δρ Αναστασία Τσιρίκα, Βιολόγος Α.Π.Θ.
Γεωργία Πλατή-Χατζηπέτρου
Χαράλαμπος Δακουράς
Ευτυχία Κοντζέ
Νεκτάριος Πομάκης**

**ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
2008**

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΠΟΥ
ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΘΗΚΕ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΡΕΥΝΩΝ**

Τίτλος ερευνητικού προγράμματος: *«Εποχική μελέτη παρουσίας νεαρών ιχθύων σε ρυπασμένες και μη ρυπασμένες περιοχές του Νομού Χαλκιδικής»*

Συνεργαζόμενα Τμήματα: -

Επιστημονικά Υπεύθυνος: Δρ Γεώργιος Σκούφας, Καθηγητής Εφαρμογών Α.Τ.Ε.Ι.Θ.-Τ.Α.Υ.

Επιστημονικοί συνεργάτες:

Όνομα: Δρ Γεώργιος Μίνος, **Θέση:** Επίκουρος Καθηγητής

Ειδικότητα: Καλλιέργεια Ιχθύων

Όνομα: Γεωργία Πλατή-Χατζηπέτρου, **Θέση:** Διοικητικός Α.Τ.Ε.Ι.Θ.

Ειδικότητα: -

Εξωτερικοί επιστημονικοί συνεργάτες:

Όνομα: Δρ Αναστασία Τσιρίκα, Βιολόγος, **Θέση:** Υπάλληλος Ιδιωτικού Δικαίου Αορίστου Χρόνου, Κλάδος ΠΕ Περιβάλλοντος, Γεωπονική Σχολή, **Ειδικότητα:** Θαλάσσια Βοτανική

Απασχοληθέντες φοιτητές:

Χαράλαμπος Δακουράς

Ευτυχία Κοντζέ

Νεκτάριος Πομάκης

Διάρκεια Ερευνητικού Προγράμματος: από 1/3/2007 έως 30/6/2008

Ποσό χρηματοδότησης επιτροπής ερευνών: 1.500 €

Δημοσιεύσεις/παρουσιάσεις εργασιών (έως τη στιγμή σύνταξης της έκθεσης): -

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
I.1. Τα θαλάσσια φανερόγαμα στις ελληνικές ακτές	9
I.2. Η ιχθυοπανίδα σε λειμώνες του φανερόγαμου <i>Posidonia oceanica</i>	11
I.3. Η μεθοδολογική προσέγγιση	13
I.4. Σκοπός της μελέτης	14
II. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	15
II.1. Περιοχές διεξαγωγής της μελέτης	15
II.2. Μεθοδολογία εκτίμησης της οικολογικής ποιότητας του λειμώνα του φανερόγαμου <i>Posidonia oceanica</i>	17
II.3. Μεθοδολογία εκτίμησης των νεαρών ατόμων ιχθύων στους λειμώνες του φανερόγαμου <i>Posidonia oceanica</i>	18
III. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	21
III.1. Συγκριτική μορφομετρική μελέτη των λειμώνων του φανερόγαμου <i>Posidonia oceanica</i> .	21
III.2. Εμφάνιση νεαρών ιχθύων στους λειμώνες του φανερόγαμου <i>Posidonia oceanica</i> .	25
Οικογένεια Pomacentridae, <i>Chromis chromis</i>	25
Οικογένεια Labridae, <i>Symphodus cinereus</i>	32
Οικογένεια Labridae, <i>Symphodus ocellatus</i>	37
Οικογένεια Labridae, <i>Coris julis</i>	43
Οικογένεια Sparidae, <i>Diplodus annularis</i>	48
Οικογένεια Sparidae, <i>Oblada melanura</i>	54
Οικογένεια Sparidae, <i>SpondylIOSOMA cantharus</i>	59

IV. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

65

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

73

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΕΠΟΧΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΝΕΑΡΩΝ ΙΧΘΥΩΝ ΣΕ ΡΥΠΑΣΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΜΗ ΡΥΠΑΣΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία πολλοί οργανισμοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βιοενδείκτες της οικολογικής ποιότητας των υδάτων και ειδικότερα του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Ένας από τους οργανισμούς που μπορεί να παίξει το ρόλο του βιοενδείκτη είναι το θαλάσσιο φανερόγαμο *Posidonia oceanica*. Πρόκειται για ένα ενδημικό είδος της Μεσογείου, το οποίο είναι προστατευόμενο τόσο σε επίπεδο είδους όσο και σε επίπεδο οικοσυστήματος. Σύμφωνα με τα γενικότερα επιστημονικά πλαίσια, στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε το φανερόγαμο *P. oceanica* για την εκτίμηση της οικολογικής ποιότητας των υπό μελέτη περιοχών, προκειμένου να διερευνηθεί η παρουσία – αφθονία ειδών νεαρών ιχθύων σε συνάρτηση με την οικολογική επιβάρυνση.

Ειδικότερα, στην παρούσα επιστημονική εργασία διερευνήθηκαν οι περιοχές: των Νέων Μουδανιών (Θερμαϊκός Κόλπος) και της Ακτής Καλογριάς (Τορωναίος Κόλπος). Όπως προέκυψε από τη σύγκριση του λειμώνα και στις δύο περιοχές, η περιοχή των Νέων Μουδανιών είναι πιο επιβαρυνόμενη από αυτή της Ακτής Καλογριάς.

Η παρατήρηση – μελέτη των νεαρών ιχθύων έγινε στο πεδίο με τη χρήση αυτόνομης κατάδυσης, χρησιμοποιώντας μη καταστροφικές μεθόδους δειγματοληψίας. Πιο συγκεκριμένα, η καταγραφή των ειδών γινόταν από ένα δύτε που κολυπούσε σε βάθος -10 μέτρων, κατά μήκος μίας τυχαίας διαδρομής 20 μέτρων και η παρατήρηση είχε εύρος 2 μέτρων. Η εξεταζόμενη επιφάνεια είχε εμβαδόν 400 m². Κάθε διαδρομή επαναλαμβανόταν 4 φορές κάθε μήνα και η χρονική διάρκεια των παρατηρήσεων ήταν από 1/3/2007 έως 30/4/2008. Η καταγραφή έγινε από

τον ίδιο δότη προκειμένου να υπάρχει επανάληψη του ίδιου συστηματικού λάθους.

Όπως προέκυψε από τις παρατηρήσεις της παρούσας εργασίας, τα είδη *Chromis chromis*, *Coris julis*, *Oblada melanura* και *Diplodus annularis* συναντώνται τόσο στους επιβαρυσμένους λειμώνες όσο και στους λιγότερους επιβαρυσμένους λειμώνες. Αντίθετα τα είδη *Symphodus cinereus*, *Symphodus ocellatus* και *Spondylisoma cantharus* παρατηρήθηκαν αποκλειστικά και μόνο στους μη επιβαρυσμένους λειμώνες.

Το γενικότερο συμπέρασμα που προκύπτει από την παρούσα εργασία είναι ότι η χωρική κατανομή των νεαρών ιχθύων εξαρτάται όχι μόνο από την απουσία ή την παρουσία του κατάλληλου ενδιαιτήματος, αλλά και από την ποιότητα αυτού.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η συνέχιση της παρούσας έρευνας και σε άλλους τύπου υποστρώματος (σκληρό υπόστρωμα, μαλακό ακάλυπτο υπόστρωμα), προκειμένου να υπάρξει μία σαφέστερη εικόνα της χωροχρονικής κατανομής των νεαρών ιχθύων.

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

I.1. Τα θαλάσσια φανερόγαμα στις ελληνικές ακτές

Γενικά στο θαλάσσιο μεσογειακό περιβάλλον συναντώνται 2 βασικές μορφές μακροφυτικών οργανισμών, τα φύκη και τα θαλάσσια φανερόγαμα. Συγκριτικά με τα φύκη, τα θαλάσσια φανερόγαμα είναι ανώτεροι βενθικοί φυτικοί οργανισμοί. Οι βασικές διαφορές μεταξύ φυκών και φανερογάμων είναι ότι, τα φύκη εδραιώνονται στο υπόστρωμα (κυρίως σκληρό υπόστρωμα) με τη βοήθεια δίσκου προσκόλλησης, ενώ τα φανερόγαμα αναπτύσσουν ριζικό σύστημα. Επίσης, τα φανερόγαμα, ως ανώτεροι φυτικοί οργανισμοί, αναπτύσσουν φύλλα, άνθη και καρπούς. Στη Μεσόγειο, και ειδικότερα στις ελληνικές θάλασσες παρατηρούνται πέντε είδη θαλάσσιων φανερογάμων: *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina*, *Zostera noltii* και *Halophila stipulacea*.

Από τα 5 παραπάνω είδη, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η *P. oceanica*, η οποία περιλαμβάνεται μεταξύ των μεσογειακών προστατευόμενων ειδών, αλλά παράλληλα αποτελεί και προστατευόμενο μεσογειακό οικοσύστημα.

Τα θαλάσσια φανερόγαμα, σε παγκόσμιο επίπεδο, αποτελούν τα πλέον σημαντικά θαλάσσια οικοσυστήματα (Den Hartog 1970, Larkum *et al.* 1989, Ribera *et al.* 1997). Οι θαλάσσιοι λειμώνες παρέχουν υπόστρωμα εγκατάστασης για πολλούς φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς, παρέχουν άφθονες και ποικίλες πηγές τροφής, αποτελούν χώρο ωοτοκίας και γενικότερα απόθεσης γόνου για πολλούς οργανισμούς, προσφέρουν καταφύγιο έναντι της θήρευσης, μειώνουν σημαντικά την ένταση του υδροδυναμισμού καθώς αποτελούν ένα φυσικό «φράγμα» στη δράση του κυματισμού, παγιδεύουν το ίζημα μειώνοντας έτσι τη διάβρωση του πυθμένα και της ακτογραμμής, συμβάλλουν σημαντικά στην οξυγόνωση

του νερού και τέλος αποτελούν ενδιαιτήματα για υψηλής οικονομικής αξίας αλιεύματα (Ros *et al.* 1985).

Επιπλέον, τα θαλάσσια φανερόγαμα παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην εκτίμηση της κατάστασης μιας περιοχής, δηλαδή μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως βιοενδείκτες (Orfanidis *et al.* 2001, 2003, Panayotidis *et al.* 2004). Ειδικότερα, το *P. oceanica* αποτελεί έναν κοινά αποδεκτό βιοενδείκτη της ποιότητας του μεσογειακού οικοσυστήματος και ιδιαίτερα των ελληνικών ακτών, και προτείνεται σε προγράμματα βιοπαρακολούθησης στη διεθνή βιβλιογραφία (Thébault, 2005).

Από τις κοινωνίες των φανερόγαμων, οι λειμώνες του ενδημικού μεσογειακού είδους *P. oceanica* (L.) Delile αποτελούν πρότυπα οικοσυστήματα για τη λεκάνη της Μεσογείου (Boudouresque *et al.* 1990). Επιπρόσθετα, οι λειμώνες του *P. oceanica* αποτελούν τύπο οικοτόπου προτεραιότητας (*1120) με βάση την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ και προστατεύονται από τη Σύμβαση της Βαρκελώνης (“Περί προστασίας της Μεσογείου από τη ρύπανση”), Πρωτόκολλα 4 και 6 για τις Ειδικά Προστατευόμενες Περιοχές.

Ένας λειμόνας του φανερόγαμου *P. oceanica* σύμφωνα με τον Pégès (1982) περιλαμβάνει πολλές οικολογικές ομάδες: τους επιβιώτες των φύλλων, τους επιβιώτες των ριζωμάτων, τη μετακινούμενη πανίδα των φύλλων και ριζωμάτων, την πανίδα του ιζήματος, τους οργανισμούς που επισκέπτονται το λειμόνα, κ.ά.

Κατά την τελευταία εικοσαετία παρατηρούνται φαινόμενα συρρίκνωσης στους λειμώνες του *P. oceanica*, εξαιτίας κυρίως της αύξησης των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων στις ακτές αλλά και στην ενδοχώρα, όπως διάθεση ακατέργαστων αστικών λυμάτων, κατασκευή ποικίλων λιμενικών έργων, αλιεία με μηχανότρατες, κ.ά.. Με βάση μελέτες που έχουν γίνει στις ελληνικές ακτές (Haritonidis and Diaroulis 1990) προκύπτει ότι παρατηρείται μια διαδοχή των κοινωνιών του τύπου: *Posidonia* → *Cymodocea* ή *Zostera*, η οποία σχετίζεται κυρίως με τις ανθρωπογενείς επιδράσεις. Η μεγάλη επιβάρυνση των βιοτόπων, που παρατηρείται ιδιαίτερα σε κλειστούς κόλπους, προκαλεί την υποχώρηση των λειμώνων

του *P. oceanica*, τους οποίους διαδέχονται τα περισσότερα ανθεκτικά είδη *Cymodocea nodosa* και *Zostera noltii*.

I.2. Η ιχθυοπανίδα σε λειμώνες του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*

Η μελέτη ενός ιχθυοπληθυσμού παρουσιάζει ενδιαφέρον για πολλούς και διαφόρους λόγους. Η σπουδαιότητα ενός είδους ψαριού μπορεί να οφείλεται σε έναν από τους τρεις παρακάτω λόγους ή σε συνδυασμό αυτών: α) οικολογικό ενδιαφέρον, β) άμεσο οικονομικό ενδιαφέρον (εδώδιμο είδος) και γ) έμμεσο οικονομικό ενδιαφέρον (αυτόνομη κατάδυση αναψυχής, ερασιτεχνική αλιεία κ.ά.). Το ιχθυοαπόθεμα ενός είδους σε μια συγκεκριμένη περιοχή εξαρτάται άμεσα από την αφθονία των νεαρών ατόμων.

Η πρώτη ερώτηση ηθολογικού χαρακτήρα που θα έπρεπε να απαντηθεί είναι γιατί τα νερά άτομα των ψαριών (είτε πρόκειται για γόνο, είτε για μεγαλύτερης ηλικίας νεαρά άτομα) επιλέγουν ως ενδιαίτημα εγκατάστασης τους λειμώνες των φανερόγαμων. Η απάντηση όπως προτείνεται από προγενέστερες μελέτες (Heck *et al.*, 1997), αφορά κυρίως σε δύο χρήσεις του λειμώνα, είτε ως σημείο αναζήτησης τροφής, είτε ως ενδιαίτημα απόκρυψης από τους θηρευτές.

Με βάση τις προϋπάρχουσες προσωπικές παρατηρήσεις πεδίου, ανάλογα με το στάδιο του βιολογικού κύκλου όπου τα ψάρια χρησιμοποιούν το λειμώνα είναι δυνατόν να διακριθούν τρεις βασικές κατηγορίες «χρηστών».

Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα ψάρια τα οποία κάνουν συστηματική χρήση του λειμώνα σε όλα τα στάδια του βιολογικού τους κύκλου, όπως συμβαίνει για παράδειγμα με εκπροσώπους της οικογένειας *Sygnathidae*, *Hippocampus ramulosus* και *Hippocampus hippocampus*.

Στη δεύτερη κατηγορία διακρίνουμε ψάρια, τα οποία κάνουν παροδική χρήση του λειμώνα, δηλαδή χρησιμοποιούν το συγκεκριμένο ενδιαίτημα μόνο σε συγκεκριμένα στάδια του βιολογικού τους κύκλου. Για

παράδειγμα, είναι δυνατόν να διακρίνουμε νεαρά άτομα του *Symphodus ocellatus* στους λειμώνες των φανερόγαμων.

Τέλος στην τρίτη κατηγορία ανήκουν τα ψάρια που κατά βάση χρησιμοποιούν άλλους τύπους υποστρώματος, αλλά σε κάποιες στιγμές, τυχαία ή όχι, είναι δυνατόν να παρατηρηθούν να κάνουν χρήση του λειμώνα των φανερόγαμων. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν για παράδειγμα τα ψάρια του είδους *Chromis chromis*. Αν και οι παρατηρήσεις αυτές αφορούν στο μεσογειακό οικοσύστημα, εντούτοις συμπίπτουν με ανάλογες που πραγματοποιήθηκαν στα παράλια της Αυστραλίας (Gillanders, 2006). Ανάλογες είναι και παρατηρήσεις άλλων ερευνητών (Garcia-Rubies & Macpherson, 1995) που αφορούν στην εγκατάσταση νεαρών ιχθύων σε διαφόρους τύπους υποστρώματος. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι ηθολογικές παρατηρήσεις της χρήσης του υποστρώματος, αφού αυτό μπορεί να διαφέρει ακόμα και σε ψάρια που ανήκουν στην ίδια οικογένεια ή ακόμα και στο ίδιο γένος (Harmelin-Vivien *et al.*, 1995).

Ειδικότερα, σε μία ιχθυοπανιδική μελέτη το υπόστρωμα του θαλάσσιου πυθμένα θα μπορούσε να διακριθεί σε τρεις βασικές κατηγορίες: α) λειμώνες φανερόγαμων, β) καλυμμένο σκληρό υπόστρωμα (καλυμμένο με φύκη) και γ) ακάλυπτο μαλακό υπόστρωμα. Συγκριτικές μελέτες που έχουν διεξαχθεί παράλληλα στους τρεις προαναφερθέντες τύπους υποστρώματος έχουν αποδείξει σημαντικές διαφορές στη σύνθεση της ιχθυοπανίδας ανάλογα με την περίπτωση (Guidetti, 2000). Εκτός όμως από τις διαφορές της ιχθυοπανίδας που συναντάτε σε σκληρό υπόστρωμα και σε λειμώνες φανερόγαμων, διαφορές μπορεί να παρατηρηθούν ακόμα και μεταξύ της ιχθυοπανίδας δύο λειμώνων φανερόγαμων του *P. oceanica* που παρουσιάζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά (π.χ. συνέχεια-ασυνέχεια του λειμώνα) (Fernandez *et al.*, 2005).

Τα νεαρά ψάρια πολύ συχνά χρησιμοποιούν το ενδιαίτημα του λειμώνα των φανερόγαμων, προκειμένου να αναπτύξουν την κρυπτική συμπεριφορά που θα τα προστατεύσει από τη θήρευση, ενώ παράλληλα θα μπορέσουν να αναζητήσουν την τροφή τους στο συγκεκριμένο ενδιαίτημα. Την άποψη αυτή υποστηρίζει και η μελέτη των Bell & Westoby (1986) που

έλαβε χώρα στην Αυστραλία, σύμφωνα με την οποία το μήκος των φύλλων των φανερόγαμων, επηρεάζει σημαντικά την αφθονία τόσο των ψαριών, όσο και των δεκαπόδων. Επισημαίνεται ότι, το οικοσύστημα του λειμώνα του φανερόγαμου *P. oceanica* παρουσιάζει μία εκπληκτικά μεγάλη αφθονία ειδών ψαριών, στα οποία παρατηρείται μία σειρά χωροχρονικών μεταβολών (Francour, 2000, Moranta *et al.*, 2006).

I.3. Η μεθοδολογική προσέγγιση

Γενικά, η μεθοδολογική προσέγγιση στη μελέτη της ιχθυοπανίδας μπορεί να γίνει με δύο τρόπους. Ο πρώτος τρόπος προσέγγισης αφορά στην «καταστροφική μέθοδο δειγματοληψίας», που μπορεί να γίνει με κάποιο συλληπτήριο μέσο (π.χ. δίχτυα). Τα δείγματα τα οποία συλλέγονται με αυτόν τον τρόπο θανατώνονται. Ένα από τα βασικά και σημαντικά μειονεκτήματα της καταστροφικής μεθόδου δειγματοληψίας είναι η άμεση παρέμβαση στη σύνθεση του ιχθυοπληθυσμού. Το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου βασίζεται στο γεγονός ότι μπορούν να προκύψουν βιομετρικές μετρήσεις.

Η δεύτερη μέθοδος, η οποία εφαρμόζεται κατά κύριο λόγο σε ευαίσθητες – προστατευόμενες περιοχές είναι αυτή της «μη καταστροφικής μεθόδου δειγματοληψίας», και βασίζεται κυρίως στην οπτική καταμέτρηση (De Girolamo & Mazzoldi, 2001).

Η οπτική καταμέτρηση ψαριών έχει εφαρμοσθεί με επιτυχία στο παρελθόν στη μελέτη προστατευόμενων ειδών ψαριών, όπως για παράδειγμα του *Epinephelus marginatus* (κοινό όνομα: ροφός) (La Mesa *et al.*, 2002). Εκτός όμως από το συγκεκριμένο παράδειγμα που αφορά οργανισμούς του σκληρού υποστρώματος, αναφέρεται με επιτυχία η εφαρμογή της οπτικής καταμέτρησης και σε λειμώνες φανερόγαμων (Horinouchi *et al.*, 2005).

Σημαντικό ρόλο στην εφαρμογή της μεθόδου της οπτικής καταμέτρησης παίζει και η χρονική στιγμή της ημέρας κατά την οποία διεξάγεται η παρατήρηση (Azzurro, 2007).

Η μέθοδος της άμεσης οπτικής καταμέτρησης (visual census), όσον αφορά στη θέση του δύτε, μπορεί να γίνει με δύο βασικούς τρόπους. Καταρχήν, ο δύτες μπορεί να κινείται κατά μήκος μίας προκαθορισμένου μήκους διαδρομής (transect) ή να είναι σταθερός σε ένα σημείο (Colvocoresses & Acosta, 2007).

I.4. Σκοπός της μελέτης

Στη διεθνή βιβλιογραφία λαμβάνουν χώρα πανιδικές μελέτες σύγκρισης μεταξύ προστατευόμενων και μη περιοχών (Macpherson *et al.*, 2002, Garcia-Charton *et al.*, 2004). Αν και το φανερόγαμο *P. oceanica* είναι προστατευόμενο από διεθνείς συμβάσεις τόσο σε επίπεδο είδους όσο και σε επίπεδο οικοσυστήματος, εντούτοις στις ελληνικές ακτές υπάρχουν λειμώνες που βρίσκονται σε επιβαρυνμένες και λιγότερο επιβαρυνμένες περιοχές. Το σκεπτικό της παρούσας μελέτης είναι να εξειδικεύσουμε την έννοια του «ρυπασμένου» και «μη ρυπασμένου» στους λειμώνες του φανερόγαμου *Posidonia oceanica* και να καταγράψουμε με μη καταστροφικές μεθόδους δειγματοληψίας τη σύνθεση των νεαρών ατόμων ιχθύων.

Η μελέτη των αβιοτικών φυσικοχημικών παραμέτρων σε μία θαλάσσια περιοχή, πολλές φορές δεν αντικατοπτρίζει την πραγματική έκταση της ρύπανσης. Η πραγματική διάσταση του προβλήματος που προκύπτει από τη ρύπανση πολλές φορές εκτιμάται καλύτερα από τη χρήση βιοενδεικτών. Στην προκειμένη περίπτωση χρησιμοποιώντας ως βιοενδείκτη ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος τους λειμώνες τους φανερόγαμου *P. oceanica*, μελετήθηκε η σύνθεση του γόνου των ιχθύων σε μηνιαία βάση κατά τη διάρκεια ενός έτους. Υπογραμμίζεται ότι, στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν μη καταστροφικές μέθοδοι παρακολούθησης του γόνου ιχθύων που βασίζονται σε παρατήρηση με αυτόνομη κατάδυση και υποβρύχια φωτογράφιση.

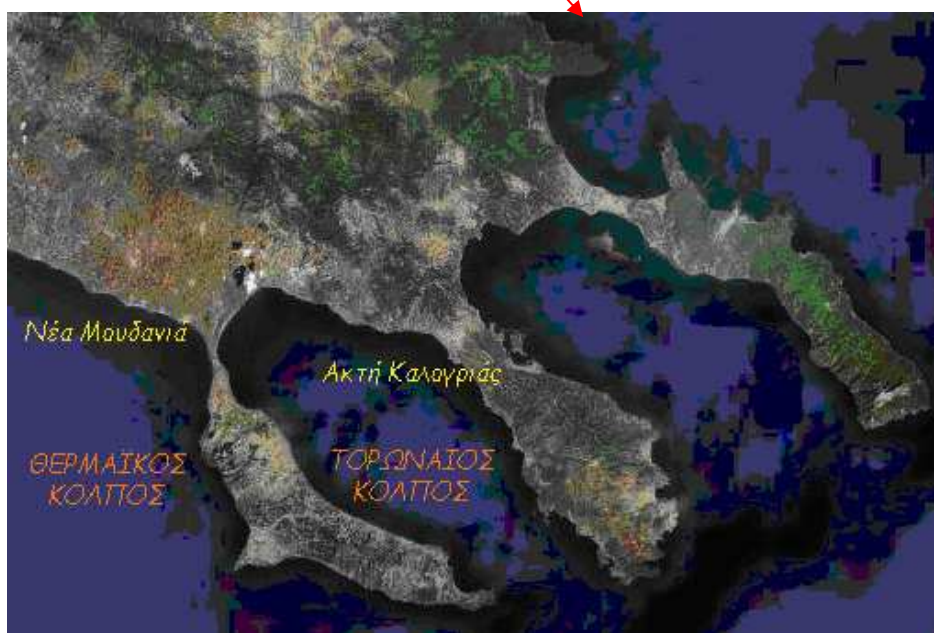
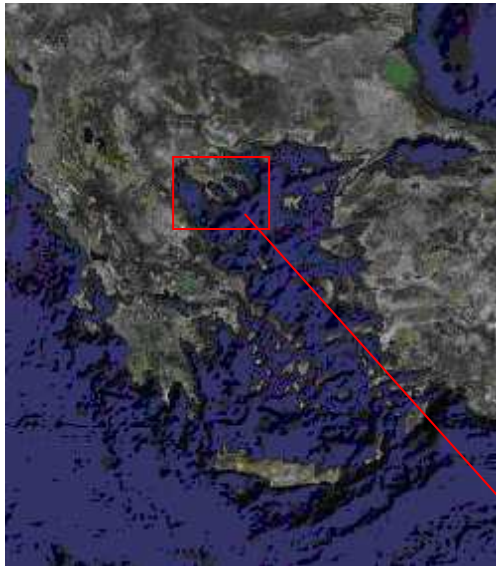
II. ΥΛΙΚΑ ΜΕΘΟΔΟΙ

II.1. Περιοχές διεξαγωγής της μελέτης

Για την εκπόνηση της παρούσας μελέτης επιλέχθηκαν δύο περιοχές στο βόρειο Αιγαίο και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή της Χαλκιδικής. Η επιλογή των περιοχών μελέτης σχετίζεται με την οικολογική κατάσταση των λειμώνων του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*, το οποίο στην παρούσα φάση χρησιμοποιήθηκε ως βιοενδείκτης της οικολογικής ποιότητας της παράκτιας ζώνης.

Ειδικότερα, ο πρώτος σταθμός μελέτης βρίσκεται στην περιοχή των Νέων Μουδανιών, στο Θερμαϊκό Κόλπο. Η συγκεκριμένη θέση δειγματοληψιών βρίσκεται κοντά στην αστική περιοχή της πόλης των Νέων Μουδανιών, και κατά συνέπεια είναι μία ζώνη επιβαρυμένη με αστικά λύματα. Επιπλέον, υπάρχει το λιμάνι των Νέων Μουδανιών το οποίο χρησιμοποιείται τόσο από τα αλιευτικά σκάφη όσο και από εμπορικά σκάφη (κυρίως εμπορικά και όχι επιβατικά). Επιπλέον, τα λιμενικά έργα της περιοχής άλλαξαν τη μορφολογία της ακτογραμμής με αποτέλεσμα να επιβαρύνουν το λειμώνα του φανερόγαμου *P. oceanica* που υπάρχει στην περιοχή (εικόνα II-1).

Η δεύτερη περιοχή μελέτης βρίσκεται στην Ακτή Καλογριάς, περιοχή που βρίσκεται μέσα στα ευρύτερα όρια της περιοχής του Κόλπου Ελιάς. Επισημαίνεται ότι, η περιοχή αυτή είναι ενταγμένη στα μέτρα προστασίας του δικτύου NATURA 2000. Στη συγκεκριμένη περιοχή δεν υπάρχουν εμφανή στοιχεία ανθρωπογενούς επίδρασης, αφού δεν υπάρχουν ξενοδοχεία ή άλλες εγκαταστάσεις αναψυχής, όπως μεγάλες ξενοδοχειακές μονάδες. Επίσης, στην περιοχή δεν υπάρχουν λιμενικές εγκαταστάσεις ούτε για σκάφη αναψυχής, αλλά ούτε και για επαγγελματικά (εικόνα II-1).



Εικόνα Π-1. Οι περιοχές δειγματοληψίας της παρούσας μελέτης: Νέα Μουδανιά (Θερμαϊκός Κόλπος) και Ακτή Καλογριάς (Τορωναίος Κόλπος).

II.2. Μεθοδολογία εκτίμησης της οικολογικής ποιότητας του λειμώνα του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*

Οι συλλογές των δειγμάτων πραγματοποιήθηκαν τον Αύγουστο του 2007 και τον Ιανουάριο του 2008 σε βάθος 10m με αυτόνομη κατάδυση.

Στο πεδίο:

- μετρήθηκε η πυκνότητα του λειμώνα με τη χρήση πλαισίου (10 επαναλήψεις) επιφάνειας 625 cm² (Ott 1980)
- έγινε τυχαία συλλογή 10 ορθότροπων ριζωμάτων (ύψους περίπου 10 cm) (Piazzì *et al.* 2002), από όσο το δυνατόν μεγαλύτερη έκταση του λειμώνα (Guidetti and Fabiano 2000).

Στο εργαστήριο:

- έγινε η φαινολογική ανάλυση των φύλλων στα άτομα του φυτού που συλλέχθηκαν. Τα φύλλα του κάθε ατόμου διαχωρίστηκαν σε τρεις ηλικιακές κλάσεις με βάση τους Pergent *et al.* (1995):
 - Ενήλικα φύλλα. Είναι τα φύλλα που έχουν καλά διαμορφωμένο κολεό (βάση).
 - Ενδιάμεσα φύλλα. Είναι τα φύλλα που είτε δεν έχουν κολεό είτε ο κολεός είναι μικρότερος από 2mm.
 - Νεαρά φύλλα. Είναι τα φύλλα που δεν έχουν κολεό και το ύψος τους δεν ξεπερνά τα 50mm.

Μετά τη διαλογή των φύλλων μετρήθηκαν οι παρακάτω φαινολογικές παράμετροι:

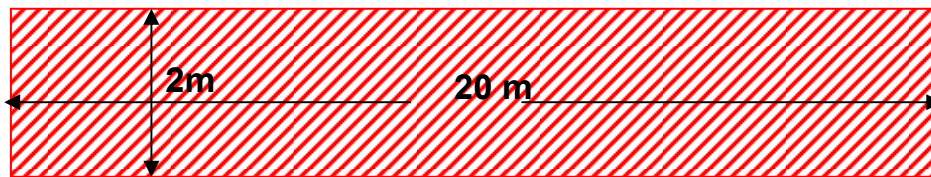
- Μήκος και πλάτος (τρεις τιμές κατά μήκος του φύλλου) του φωτοσυνθετικού τμήματος των φύλλων (Ott 1980)
- Συντελεστής A. Η παράμετρος αυτή αναφέρεται στο % των φύλλων που δεν έχουν κορυφή (κομμένα φύλλα) είτε λόγω θήρευσης, είτε λόγω έντονου υδροδυναμισμού (Giraud 1977, Pergent *et al.* 1995).

Από τις παραπάνω μετρήσεις υπολογίσθηκε ο Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας τόσο σε cm^2 ανά δεσμίδα, όσο και σε m^2 ανά m^2 (Bulthuis 1990, Pergent *et al.* 1995, Pergent *et al.* 2003).

II.3. Μεθοδολογία εκτίμησης των νεαρών ατόμων ιχθύων στους λειμώνες του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*

Το βασικότερο καινοτόμο στοιχείο της παρούσας μελέτης είναι ότι δε χρησιμοποιήθηκαν καταστροφικές μέθοδοι δειγματοληψίας, αλλά όλες οι παρατηρήσεις έγιναν στο πεδίο αποφεύγοντας τη θανάτωση ιχθυδίων.

Ειδικότερα, για την *in situ* παρακολούθηση ακολουθήθηκε μία διαδρομή με αυτόνομη κατάδυση, σε βάθος -10 μέτρα. Η διαδρομή αυτή είχε οριστεί τυχαία με τη βοήθεια ενός σχοινιού που είχε μήκος 20 μέτρα. Με τη βοήθεια ενός μέτρου, ο δύτες όριζε το εύρος παρατήρησης κατά μήκος της διαδρομής στα 2 μέτρα. Κατά συνέπεια κάθε διαδρομή αυτού του τύπου κάλυπτε επιφάνεια 400 cm^2 . Τα ψάρια αναγνωρίστηκαν και μετρήθηκαν κατά μήκος της διαδρομής.



Η επαναληψιμότητα ήταν τέσσερις φορές κάθε μήνα και για ένα έτος σε κάθε σταθμό. Η διάρκεια της *in situ* παρατήρησης εκτείνεται χρονικά από το Μάρτιο του 2007 έως και τον Απρίλιο του 2008.

Όλες οι μετρήσεις και οι παρατηρήσεις στο πεδίο έγιναν από τον ίδιο δύτε, ώστε το συστηματικό σφάλμα να είναι ταυτόσημο σε όλα τα δεδομένα.

Το πειραματικό πρωτόκολλο που ακολουθήθηκε είναι το ίδιο με αυτό που ακολουθείτε σε άλλες περιοχές μελέτης, κυρίως στη Δυτική Μεσόγειο, ώστε τα αποτελέσματα να είναι συγκρίσιμα (Harmelin-Vivien *et al.*, 1995, Guidetti, 2000).

Στην αναγνώριση των νεαρών ιχθυδίων χρησιμοποιήθηκαν οι ταξινομικές κλείδες Paz (1975) και Costa (1999).

Για τη στατιστική δοκιμασία των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε μη παραμετρική δοκιμασία Kruskal Wallis και Mann Whitney.

III. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

III.1. Συγκριτική μορφομετρική μελέτη των λειμώνων του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*.

Οι λειμώνες του *P. oceanica* που μελετήθηκαν για την εκτίμηση των φαινολογικών παραμέτρων αναπτύσσονται σε βάθη από 0m έως 17m στο σταθμό των Νέων Μουδανιών και από 2m έως 25m στο σταθμό της Καλογριάς. Η πυκνότητα των λειμώνων ανά m² για τους 2 σταθμούς δίνεται στον Πίνακα III-1.

Πίνακας III-1. Πυκνότητα λειμώνων *Posidonia oceanica*, σε δεσμίδες ανά m² (μέσες τιμές).

	Πυκνότητα λειμόνα ανά m ²	
	Νέα Μουδανιά	Καλογριά
Αύγουστος 2007	253.3	478.7
Ιανουάριος 2008	216.4	452.3

Όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα, ο λειμόνας είναι πολύ πιο αραιός στο σταθμό των Νέων Μουδανιών.

Οι τιμές των φαινολογικών παραμέτρων για τη θερινή περίοδο δίνονται στον Πίνακα III-2 και για τη χειμερινή περίοδο στον Πίνακα III-3.

Πίνακας III-2. Φαινολογικές παράμετροι των λειμώνων του *Posidonia oceanica* κατά τη θερινή περίοδο (μέση τιμή).

	Νέα Μουδανιά	Καλογριά
Αριθμός δεσμίδων /m²	253.3	478.7
Αριθμός φύλλων ανά δεσμίδα	6.2	6.8
Ενήλικα	3.3	3.6
Ενδιάμεσα	1.4	1.6
Νεαρά	1.5	1.6
Μήκος φύλλου (cm)		
Ενήλικα	52.1	69.5
Ενδιάμεσα	27.2	37.4
Νεαρά	0.6	1.1
Πλάτος φύλλου (mm)		
Ενήλικα	7.3	7.5
Ενδιάμεσα	6.4	7.1
Νεαρά	5.2	5.3
Συντελεστής A (%)		
Ενήλικα	51.3	20.2
Ενδιάμεσα	28.2	0.0
Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (cm²/δεσμίδα)		
Ενήλικα	149.9	230.1
Ενδιάμεσα	125.5	187.6
Ενήλικα	24.4	42.5
Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (m²/m²)		
Ενήλικα	3.8	11.0
Ενήλικα	3.2	9.0
Ενδιάμεσα	0.6	2.0

Πίνακας III-3. Φαινολογικές παράμετροι των λειμώνων του *Posidonia oceanica* κατά τη χειμερινή περίοδο (μέση τιμή).

	Νέα Μουδανιά	Καλογριά
Αριθμός δεσμίδων /m²	216.4	452.3
Αριθμός φύλλων ανά δεσμίδα	7.0	7.4
Ενήλικα	2.8	3.1
Ενδιάμεσα	2.7	2.6
Νεαρά	1.5	1.7
Μήκος φύλλου (cm)		
Ενήλικα	32.2	37.6
Ενδιάμεσα	21.2	19.9
Νεαρά	1.6	1.5
Πλάτος φύλλου (mm)		
Ενήλικα	7.4	7.6
Ενδιάμεσα	7.2	7.3
Νεαρά	5.4	5.5
Συντελεστής A (%)		
Ενήλικα	23.2	10.1
Ενδιάμεσα	10.2	0.0
Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (cm²/δεσμίδα)		
	107.9	126.4
Ενήλικα	66.7	88.6
Ενδιάμεσα	41.2	37.8
Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (m²/m²)		
	2.3	5.7
Ενήλικα	1.4	4.0
Ενδιάμεσα	0.9	1.7

Από τους παρακάτω πίνακες προκύπτει ότι:

- ✓ Η πυκνότητα των λειμώνων είναι σχεδόν διπλάσια στην περιοχή της Καλογριάς σε σχέση με την περιοχή των Νέων Μουδανιών.
- ✓ Ο Συντελεστής A παίρνει πολύ υψηλότερες τιμές στα δείγματα που προέρχονται από το σταθμό των Νέων Μουδανιών
- ✓ Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας σε cm²/δεσμίδα είναι υψηλότερος στον λειμόνα της περιοχής της Καλογριάς

✓ Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (σε m^2/m^2) είναι υπερδιπλάσιος στην περιοχή της Καλογριάς.

III.2. Εμφάνιση νεαρών ιχθύων στους λειμώνες του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*.

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης παρατηρήθηκαν νεαρά άτομα ψαριών διαφορετικών ειδών. Σε όλες τις περιπτώσεις έγινε μηνιαία καταμέτρηση της αφθονίας τους στους λειμώνες του φανερόγαμου *P. oceanica*. Αναλυτικά, παρατηρήθηκαν τα ακόλουθα είδη:

Οικογένεια Pomacentridae, *Chromis chromis*

Το *Chromis chromis* είναι ένα κοινό είδος στη Μεσόγειο και ειδικότερα στις ελληνικές ακτές. Δεν παρουσιάζει κανένα οικονομικό ενδιαφέρον, και δεν αποτελεί αλιευτικό στόχο.

Παρά το γεγονός όμως ότι δεν παρουσιάζει αυξημένο αλιευτικό ενδιαφέρον, εντούτοις παρουσιάζει ένα τεράστιο επιστημονικό ενδιαφέρον, αφού είναι ο μοναδικός εκπρόσωπος της οικογένειας Pomacentridae στη Μεσόγειο. Επισημαίνεται, ότι συνήθως οι εκπρόσωποι αυτής της οικογένειας συναντώνται σε τροπικές θάλασσες και ιδιαίτερα στον Ινδικό Ωκεανό.

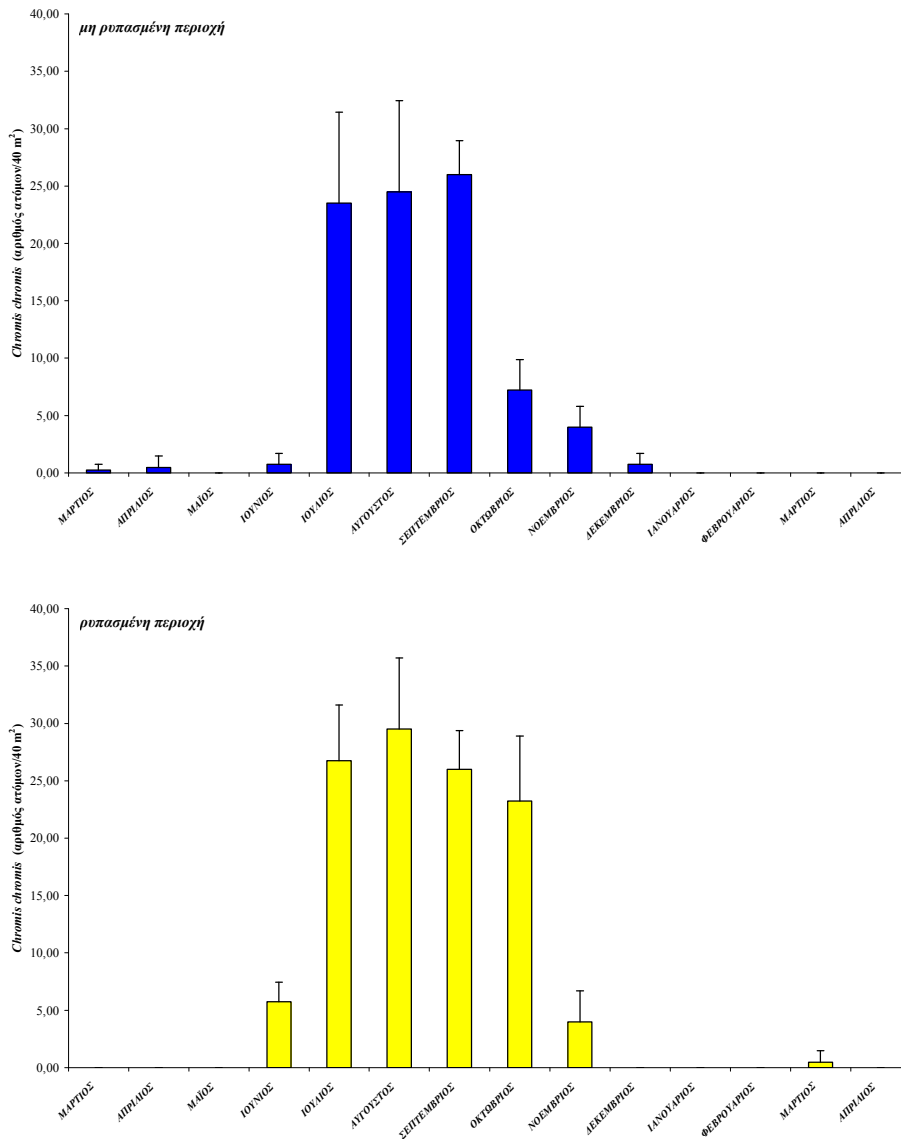
Το συγκεκριμένο είδος συναντάται τόσο στη Μεσόγειο, όσο και στη Μαύρη Θάλασσα, όπως επίσης και στις ανατολικές ακτές του Ατλαντικού Ωκεανού. Το μέσο μήκος των ενήλικων ατόμων κυμαίνεται από 8 έως 10 cm. Ζει κυρίως στη στήλη του νερού, κοντά στον πυθμένα, σχηματίζοντας μεγάλες ομάδες ατόμων (εικόνα III-6). Αν και παρουσιάζει έναν ομαδικό τρόπο ζωής, εντούτοις κατά την αναπαραγωγική περίοδο τα αρσενικά αναπτύσσουν μία χωροκρατική συμπεριφορά και υπερασπίζονται μία περιοχή σκληρού υποστρώματος επάνω στην οποία τα θηλυκά γεννούν τα αβγά τους. Το αρσενικό παρέχει γονική φροντίδα, τόσο στην προστασία των αβγών, όσο και στον αερισμό τους, ο οποίος επιτυγχάνεται με την κίνηση των θωρακικών πτερυγίων επάνω από τα αβγά (εικόνα III-7).



Εικόνα III-1. Ενήλικο άτομο του είδους *Chromis chromis*.

Ένα σημαντικό οικολογικό στοιχείο που καταμαρτυρεί την τροπική καταγωγή τους είναι το γεγονός ότι, είναι μεταξύ των μεσογειακών ψαριών τα οποία είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα σε χαμηλές θερμοκρασίες. Έχει παρατηρηθεί μαζική θανάτωση ψαριών του είδους σε θερμοκρασίες χαμηλότερες από τους 5°C.

Η αναπαραγωγή του λαμβάνει χώρα κυρίως προς το τέλος του καλοκαιριού. Κατά την περίοδο των δειγματοληψιών εκτός από τα νεαρά άτομα παρατηρήθηκαν και αρκετά ενήλικα άτομα στους λειμώνες του φανερόγαμου *P. oceanica* (εικόνα III-3). Τα νεαρά άτομα του συγκεκριμένου είδους χαρακτηρίζονται από ένα έντονο μπλε χρώμα, που σε καμία περίπτωση δε θυμίζει αυτό των ενηλίκων (εικόνα III-4, III-5).



Εικόνα III-2. Μηνιαία διακύμανση του αριθμού των νεαρών ατόμων (μέση τιμή±τυπική απόκλιση) του ψαριού *Chromis chromis* σε λειμώνες του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*, σε μη ρυπασμένη και ρυπασμένη περιοχή.

Τα μηνιαία αποτελέσματα της παρακολούθησης του συγκεκριμένου είδους παρουσιάζονται στο γράφημα της εικόνας III-2. Τόσο σε ρυπασμένη όσο και σε μη ρυπασμένη περιοχή, τα περισσότερα άτομα παρατηρούνται κατά τους θερινούς και κατά τους φθινοπωρινούς μήνες. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι περιπτώσεις κατά τις οποίες παρατηρούνται μεμονωμένα άτομα (1 έως 4), αφού τόσο τα ενήλικα όσο

και τα νεαρά άτομα συγκροτούν μεγάλες ομάδες ατόμων (κοπάδια). Στην προκειμένη περίπτωση θα μπορούσε να διατυπωθεί η υπόθεση πως πρόκειται για τυχαία παρουσία στους λειμώνες του φανερόγαμου.

Πίνακας III-4. Μηνιαία σύγκριση της αφθονίας του ψαριού *Chromis chromis* σε λειμώνες του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*, σε μη ρυπασμένη και ρυπασμένη περιοχή (Mann-Whitney U test, με κόκκινο χρώμα (*) σημειώνονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές).

ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ
Z=1,000, p>0,005	Z=1,000, p>0,005	Z=0, p>0,005	Z=-2,309, p<0,005 *	Z=-0,866, p>0,005	Z=-1,154, p>0,005	Z=0, p>0,005	Z=-2,309, p<0,005 *	Z=0,885, p>0,005	Z=0,248, p>0,005	Z=0, p>0,005	Z=0, p>0,005	Z=0, p>0,005	Z=0, p>0,005

Ειδικότερα, η παρουσία του *C. chromis* σε μη επιβαρυσμένο λειμώνα, παρουσιάζει στατιστικά σημαντική εποχική διακύμανση (Kruskal-Wallis: H=34,78014, p<0,005). Παρόμοια παρατήρηση αφορά στην περίπτωση των επιβαρυσμένων λειμώνων, όπου επίσης διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διακύμανση της αφθονίας του *Chromis chromis* (Kruskal-Wallis: H=34,78014, p<0,005).

Όπως προκύπτει από τον πίνακα III-4, δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ επιβαρυσμένων και μη επιβαρυσμένων λειμώνων του φανερόγαμου *P. oceanica*, με εξαίρεση τις παρατηρήσεις που έλαβαν χώρα τον Ιούνιο και τον Οκτώβριο. Στους δύο παραπάνω μήνες παρατηρήθηκαν στατιστικά υψηλότερες αφθονίες στο ρυπασμένο σταθμό.



Εικόνα III-3. Ενήλικο άτομο του είδους *Chromis chromis* μέσα σε λειμώνια του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*.



Εικόνα III-4. Νεαρά άτομα του είδους *Chromis chromis*.



Εικόνα III-5. Νεαρό άτομο του είδους *Chromis chromis*, στο μεταβατικό χρωματικό πρότυπο.



Εικόνα III-6. Ομάδα του είδους *Chromis chromis*, σε λειμώνα του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*.



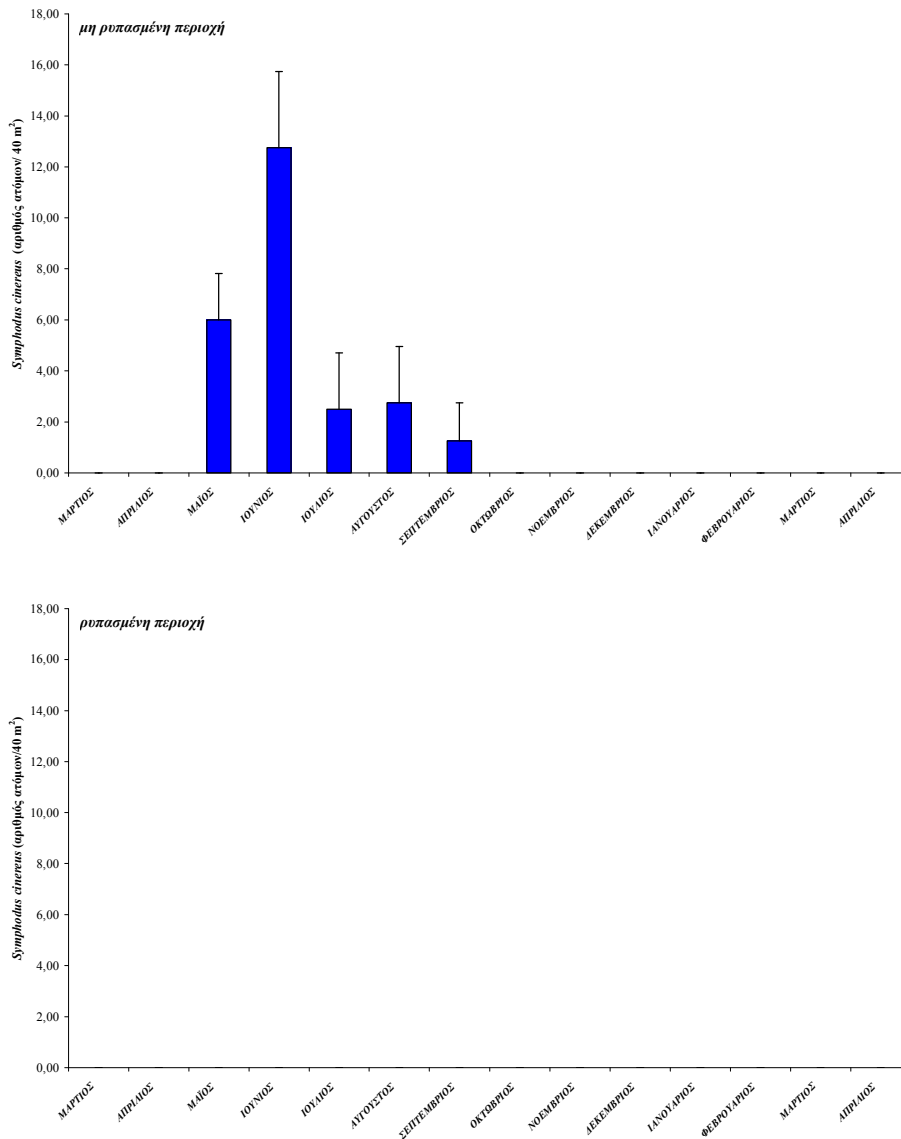
Εικόνα III-7. Αρσενικό άτομο του *Chromis chromis* σε προστασία-αερισμό των αβγών σε σκληρό υπόστρωμα.

Οικογένεια Labridae, *Symphodus cinereus*

Η παρουσία του *Symphodus cinereus* συνδέεται σχεδόν άμεσα με τους λειμώνες των φανερόγαμων, του *Cymodocea nodosa* αλλά κυρίως του *P. oceanica*. Η συγκεκριμένη ετεροειδική σχέση σχετίζεται κατά βάση με την αναπαραγωγή του συγκεκριμένου είδους ψαριού, καθώς η διαδικασία της φωλεοποίησης λαμβάνει χώρα στα intermattes (περιοχές μαλακού υποστρώματος που παρεμβάλλονται στους λειμώνες του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*).



Εικόνα III-8. Άρσενικό άτομο του είδους *Symphodus cinereus*. Στη φωτογραφία διακρίνεται ότι πρόκειται για άτομο σε αναπαραγωγική ωριμότητα (μπλε στίγμα στη βάση του ουραίου πτερυγίου).



Εικόνα III-9. Μηνιαία διακύμανση του αριθμού των νεαρών ατόμων (μέση τιμή±τυπική απόκλιση) του ψαριού *Symphodus cinereus* σε λειμώνες του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*, σε μη ρυπασμένη και ρυπασμένη περιοχή.

Κατά την αναπαραγωγική περίοδο το αρσενικό κατασκευάζει με τη βοήθεια φυκών, ένα είδος θόλου με μία κεντρική είσοδο (εικόνα III-8, III-12). Η αναπαραγωγή του συγκεκριμένου είδους λαμβάνει χώρα νωρίς την άνοιξη, σχετικά νωρίτερα από τα άλλα είδη του γένους *Symphodus*.

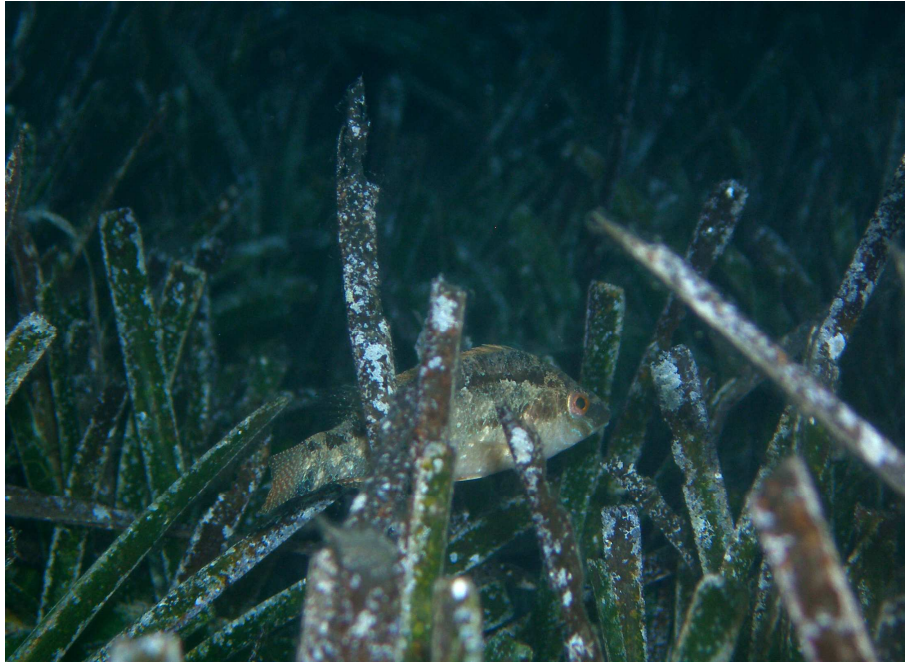
Τα αποτελέσματα της μηνιαίας διακύμανσης της παρουσίας του είδους *S. cinereus* παρουσιάζονται στο γράφημα της εικόνας III-9. Ιδιαίτερο

ενδιαφέρον παρουσιάζει η πλήρης απουσία των νεαρών ατόμων στη ρυπασμένη περιοχή. Η παρατήρηση αυτή θα μπορούσε να αιτιολογηθεί από το γεγονός, ότι αν και παρατηρήθηκαν ενήλικα άτομα, αναπαραγωγικά ώριμα (ως κριτήριο ακολουθήθηκε το χρωματικό πρότυπο του είδους), εντούτοις δεν παρατηρήθηκε καμία φωλιά του είδους.



Εικόνα III-10. Το «πράσινο» χρωματικό πρότυπο, το οποίο πιθανότατα αποτελεί χρωματική προσαρμογή στους λειμώνες των φανερογάμων.

Όπως προκύπτει, η αφθονία του *S. cinereus* παρουσιάζει στατιστικά σημαντική μηνιαία διακύμανση (Kruskal-Wallis: $H=34,78014$, $p<0,005$).



Εικόνα III-11. Κρυπτική συμπεριφορά του *Symphodus cinereus* σε λειμώνια του *Posidonia oceanica*.



Εικόνα III-12. Αρσενικό άτομο του είδους *Symphodus cinereus* σε διαδικασία φωλεοποίησης.



*Εικόνα III-13. Αρσενικό και θηλυκό *Symphodus cinereus*.*

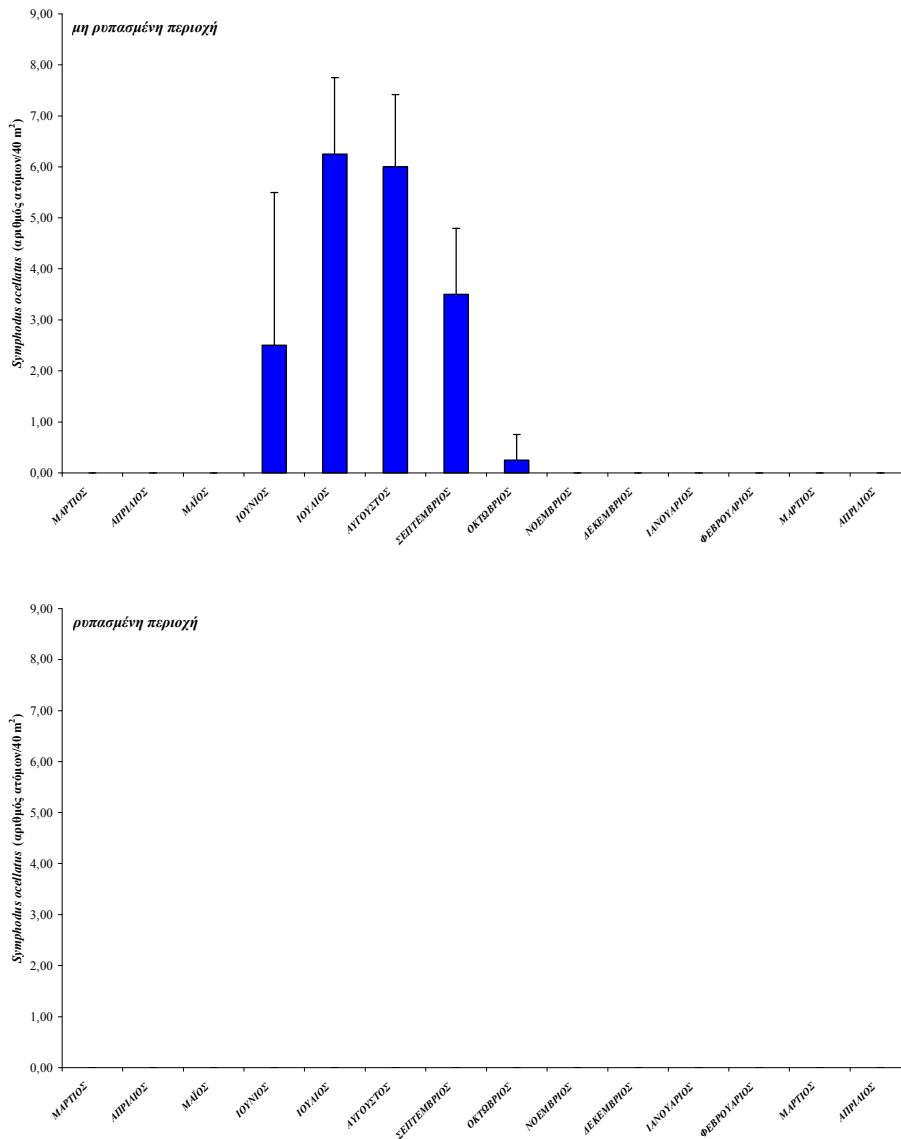
Οικογένεια Labridae, *Symphodus ocellatus*

Ένα άλλο είδος του γένους *Symphodus*, το *S. ocellatus* παρατηρήθηκε επίσης κατά τη διάρκεια της παρούσας μελέτης. Αξίζει να επισημανθεί ότι με βάση την υπάρχουσα βιβλιογραφία, πρόκειται για ένα είδος το οποίο κατά την αναπαραγωγή του χρησιμοποιεί κατά βάση το σκληρό υπόστρωμα.



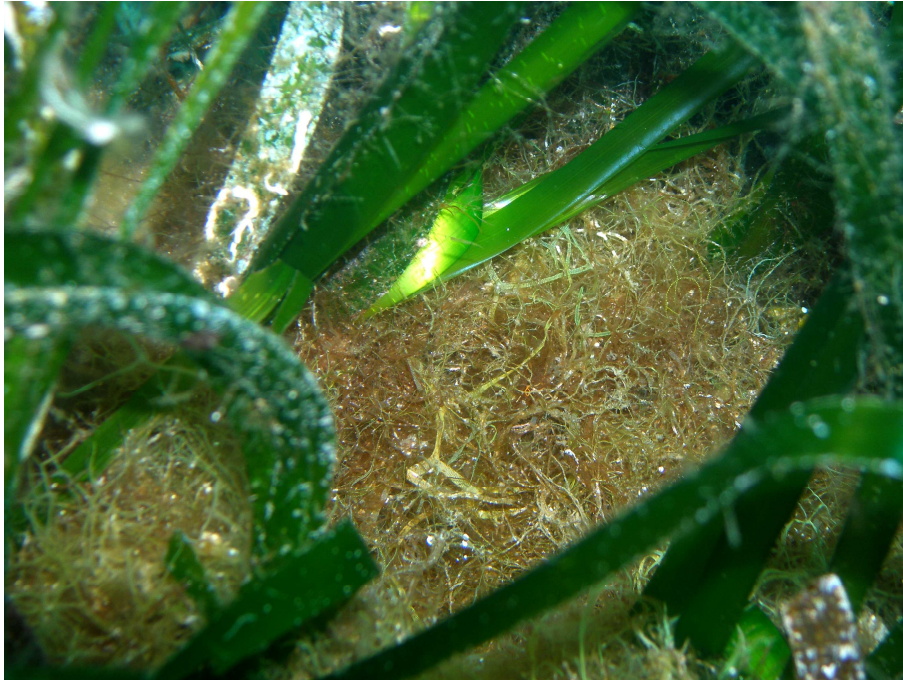
Εικόνα III-14. Αρσενικό άτομο του *Symphodus ocellatus* στη φωλιά του σε σκληρό υπόστρωμα, που αποτελεί και το συνήθη βióτοπο φωλεοποίησης του είδους.

Τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων της παρακολούθησης παρουσιάζονται στο γράφημα της εικόνας III-15.



Εικόνα III-15. Μηνιαία διακύμανση του αριθμού των νεαρών ατόμων (μέση τιμή±τυπική απόκλιση) του ψαριού *Symphodus ocellatus* λειμώνες του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*, σε μη ρυπασμένη και ρυπασμένη περιοχή.

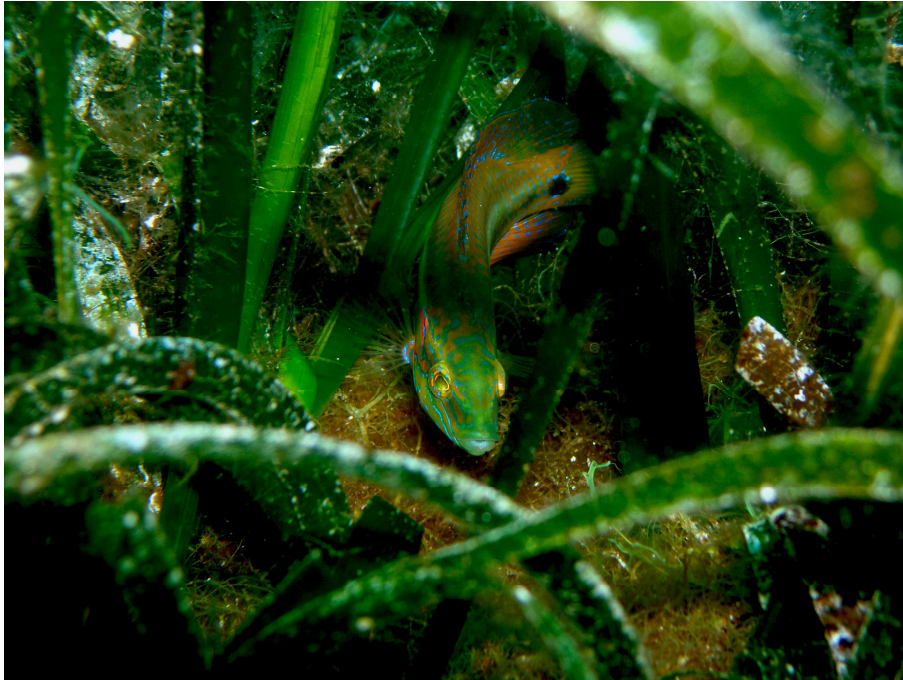
Η συγκριτική μελέτη της μηνιαίας διακύμανσης της αφθονίας του *S. ocellatus* σε μη ρυπασμένο λειμώνα παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές (Kruskal-Wallis: $H=33,44257, p<0,005$).



Εικόνα III-16. Φωλιά του ψαριού *Symphodus ocellatus* ανάμεσα σε λειμώννα του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*.

Κατά τη διάρκεια των καταδύσεων παρατήρησης στα πλαίσια της παρούσας έρευνας, παρατηρήθηκαν τόσο φωλιές τους είδους *S. ocellatus* μέσα σε λειμώνες του φανερόγαμου *P. oceanica*, καθώς επίσης και νεαρά άτομα. Όπως και στην περίπτωση του *S. cinereus*, έτσι και στην προκειμένη περίπτωση, πρόκειται για ένα είδος που ιδιαίτερα κατά την αναπαραγωγική του περίοδο, η βαθυμετρική του εξάπλωση σπάνια ξεπερνά τα -10 μέτρα βάθος.

Όπως και στην περίπτωση του συγγενικού είδους *Symphodus cinereus*, έτσι και στην προκειμένη περίπτωση, το *S. ocellatus* δεν παρατηρήθηκε καθόλου σε ρυπασμένες περιοχές.



Εικόνα III-17. Αρσενικό άτομο του είδους *Symphodus ocellatus* στη φωλιά του μέσα στο λειμώνα του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*. Η φωλεοποίηση του είδους μέσα σε λειμώνα αποτελεί μία σπάνια παρατήρηση.

Αξίζει να επισημανθεί ότι σε κοντινή σχετικά απόσταση από το λειμώνα του *P. oceanica* υπήρχαν σχηματισμοί σκληρού υποστρώματος. Η πληροφορία αυτή παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς με βάση τις βιβλιογραφικές πηγές το συγκεκριμένο είδος αναπαράγεται κυρίως σε σκληρό υπόστρωμα.

Εκτός όμως από τη συνήθη αναπαραγωγική συμπεριφορά, και ειδικότερα το ηθολογικό πρότυπο της φωλεοποίησης, το *S. ocellatus* εκμεταλλεύεται και το λειμώνα του φανερόγαμου *P. oceanica* για να κατασκευάσει τη φωλιά του (εικόνα III-17). Η παρουσία της φωλιάς ανάμεσα στις δεσμίδες των φύλλων του *P. oceanica* παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα, καθώς παρέχει σημαντική κάλυψη έναντι των επίδοξων θηρευτών.



Εικόνα III-18. Το κίτρινο-πράσινο χρωματικό πρότυπο του *Symphodus ocellatus* αποτελεί μία σχετικά σπάνια μορφή του είδους, η οποία παρατηρείται κυρίως μέσα σε λειμώνες των φανερόγαμων *Posidonia oceanica* και *Cymodocea nodosa*.

Όπως και σε πολλά άλλα είδη ψαριών, αλλά και άλλων οργανισμών, ο βιότοπος αποτελεί έναν καθοριστικό παράγοντα που μπορεί να επηρεάσει δραστικά και τη μορφολογία-χρωματικά πρότυπα του είδους. Ανάλογη ήταν και η παρατήρηση κατά τη διεξαγωγή της παρούσας μελέτης, καθώς παρατηρήθηκαν ανάμεσα στις δεσμίδες των φύλλων του φανερόγαμου *P. oceanica* διαφορετικά χρωματικά πρότυπα από τα συνήθη του είδους (εικόνα III-17). Το κίτρινο-πράσινο χρώμα εμφανίζεται κυρίως σε θηλυκά και νεαρά άτομα στα οποία δεν παίζει σημαντικό ηθολογικό ρόλο η υποδήλωση τη θέση τους. Αντίθετα στα ενήλικα αρσενικά, τα οποία αναπτύσσουν χωροκρατική συμπεριφορά, ανάλογο χρωματικό πρότυπο θα αποτελούσε ένα σημαντικό μειονέκτημα.



Εικόνα III-19. Νεαρά άτομα του *Symphodus ocellatus* ανάμεσα σε φύλλα του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*.

Με βάση τις παρατηρήσεις στο πεδίο, τα νεαρά άτομα βρίσκουν ένα πολύτιμο ενδιαίτημα ανάμεσα στα φύλλα του *Posidonia oceanica*, καθώς μπορούν να αναπτύξουν την κρυπτική συμπεριφορά, πολύτιμη για την επιβίωσή τους, αλλά παράλληλα μπορούν να αναζητήσουν και την τροφή τους ανάμεσα στην πληθώρα των ασπόνδυλων που ζουν στον λειμών.

Οικογένεια Labridae, *Coris julis*

Με βάση τις παρατηρήσεις των ενηλίκων ατόμων, το *Coris julis* είναι ίσως το δεύτερο συχνότερο είδος ψαριού στις ελληνικές θάλασσες, έπειτα από το *Chromis chromis*. Στην προκειμένη περίπτωση ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η διαδικασία ωρίμανσης του αναπαραγωγικού του συστήματος, αφού χαρακτηρίζεται ως πρωτόγυνο είδος. Δηλαδή, τα άτομα πρώτα γεννιούνται θηλυκά, και κατά τη συνέχεια του βιολογικού του κύκλου, το μεγαλύτερο σε μέγεθος άτομο μετατρέπεται σε αρσενικό (εικόνα III-20). Τα ενήλικα άτομα είναι δυνατό να τα παρατηρήσει κανείς, τόσο σε σκληρό όσο και σε μαλακό υπόστρωμα, ενώ δεν είναι σπάνιο να το παρατηρήσει κανείς και σε μαλακό υπόστρωμα, συνοδεύοντας άτομα του είδους *Mullus surmuletus*.



Εικόνα III-20. Αρσενικό άτομο του *Coris julis*. Διακρίνεται ο πιο έντονος ραχιαίος-πλευρικός χρωματισμός, σε αντίθεση με τον κοιλιακό.

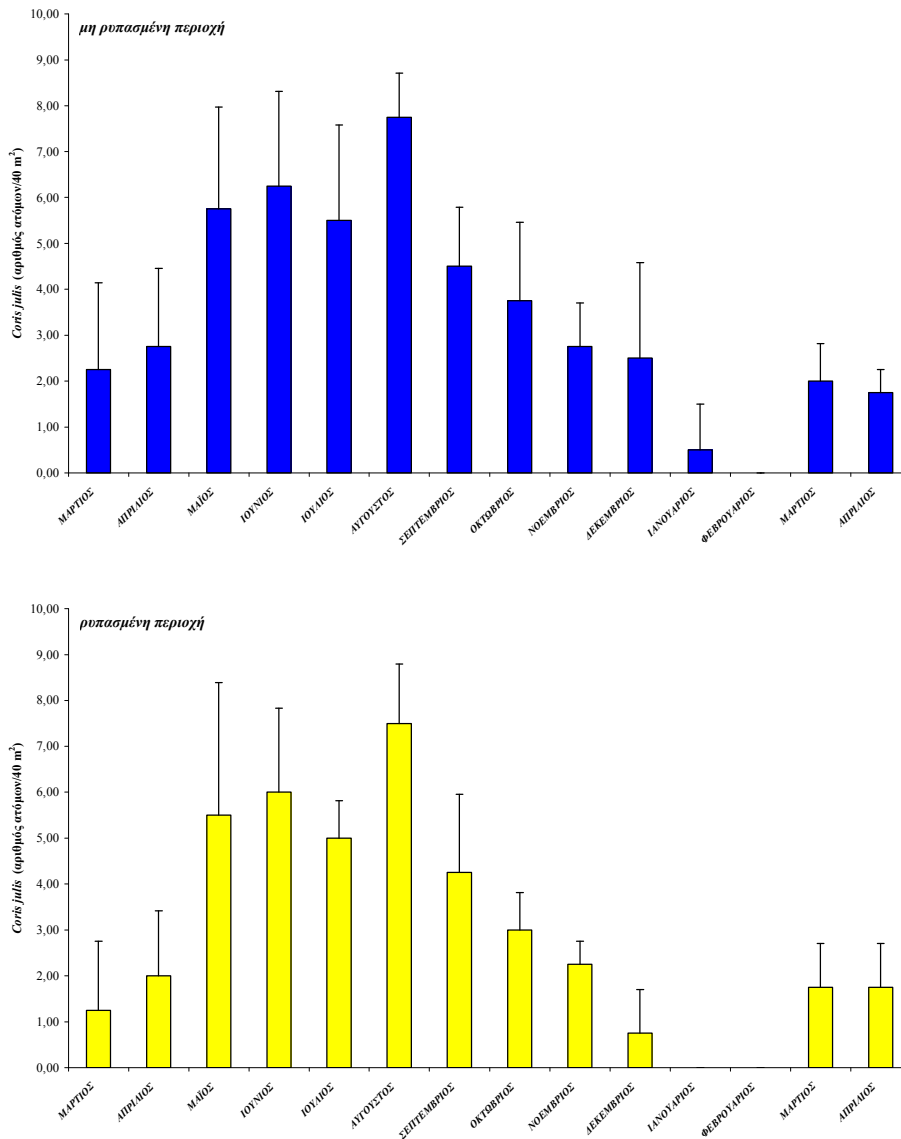
Με βάση τα παραπάνω, ως νεαρά άτομα χαρακτηρίζονται κυρίως τα άτομα μικρού μεγέθους που παρουσιάζουν τα χρωματικά πρότυπα του θηλυκού τύπου (εικόνα III-24). Τα άτομα αυτά συνήθως παρουσιάζουν ένα

ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς αναπτύσσουν συμπεριφορά «καθαρισμού» (cleaning behavior) έναντι άλλων ψαριών. Με τη συμπεριφορά αυτή απαλλάσσουν άλλα είδη ψαριών από παράσιτα.



Εικόνα III-21. Αρσενικό άτομο του *Coris julis* στα όρια μεταξύ λειμώνων των φανερόγαμων *Cymodocea nodosa* (σε πρώτο πλάνο) και *Posidonia oceanica* (στο βάθος της φωτογραφίας).

Αν και το *C. julis* δεν παρουσιάζει κάποιο ιδιαίτερο οικονομικό ενδιαφέρον (δεν αποτελεί αλιευτικό στόχο), εντούτοις είναι ένα από τα είδη ψαριών με σημαντικό επιστημονικό ενδιαφέρον, ειδικότερα όσον αφορά στην ηθολογία του είδους.



Εικόνα III-21. Μηνιαία διακύμανση του αριθμού των ατόμων (μέση τιμή±τυπική απόκλιση) του ψαριού *Coris julis* στους λειμώνες του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*, σε μη ρυπασμένη και ρυπασμένη περιοχή.

Η μηνιαία διακύμανση της αφθονίας του είδους παρουσιάζεται στα γραφήματα της εικόνας III-21. Όπως προκύπτει από τη σύγκριση της αφθονίας στο μη επιβαρυσμένο λειμώνα του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*, παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές μηνιαίες διαφορές (Kruskal-Wallis: $H=21,94239$, $p<0,005$). Παρόμοια συμπεράσματα προκύπτουν και από τη μηνιαία σύγκριση της αφθονίας στο ρυπασμένο

λειμώνα, όπου και σε αυτή την περίπτωση παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές (Kruskal-Wallis: $H=28,71977$, $p<0,005$).



Εικόνα III-23. Ανορθωμένο ραχιαίο περύγιο, ένδειξη χωροκρατικής συμπεριφοράς σε αρσενικό άτομο του *Coris julis*.



Εικόνα III-24. Χρωματικό πρότυπο νεαρού ή θηλυκού ατόμου του *Coris julis*.

Πίνακας III-5. Μηνιαία σύγκριση της αφθονίας του ψαριού *Coris julis* σε λειμώνες του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*, σε μη ρυπασμένη και ρυπασμένη περιοχή (Mann-Whitney U test).

ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ
Z=0,734, p>0,05	Z=0,744, p>0,05	Z=0,145, p>0,05	Z=0,299, p>0,05	Z=0,446, p>0,05	Z=0,299, p>0,05	Z=0,146, p>0,05	Z=0,599, p>0,05	Z=0,833, p>0,05	Z=1,339, p>0,05	Z=1,000, p>0,05	Z=0,0, p>0,05	Z=1,081, p>0,05	Z=0,987, p>0,05

Όπως προκύπτει από τον πίνακα III-5. δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική μηνιαία διακύμανση της αφθονίας του *C. julis* μεταξύ της ρυπασμένης και μη ρυπασμένης περιοχής.



Εικόνα III-25. Αρσενικό και θηλυκό άτομο του *Coruis julis* στα όρια λειμώνα του φανερόγαμου *Cymodocea nodosa*.

Οικογένεια Sparidae, *Diplodus annularis*

Το *Diplodus annularis* είναι ένα κοινό είδος των ελληνικών θαλασσών. Αν και δεν αποτελεί αλιευτικό στόχο από τους επαγγελματίες, εντούτοις αλιεύεται σχεδόν συστηματικά από τους ερασιτέχνες αλιείς. Ζει σε σχετικά μικρό βάθος και συναντάται σχεδόν συστηματικά σε λειμώνες φανερόγαμων, είτε του είδους *Cymodocea nodosa* είτε του είδους *Posidonia oceanica*.



Εικόνα III-26. Ενήλικο άτομο *Diplodus annularis* σε σκληρό υπόστρωμα. Στο συγκεκριμένο είδος δεν παρατηρείται χρωματικός φυλετικός διμορφισμός.

Τα θηλυκά με τα αρσενικά άτομα δεν παρουσιάζουν διαφορετικά χρωματικά πρότυπα και δεν παρατηρείται φυλετικός διμορφισμός (εικόνα III-26). Όπως και σε πολλά άλλα ψάρια της οικογένειας Sparidae, παρατηρείται το φαινόμενο της πρωτανδρίας, δηλαδή τα ψάρια γεννιούνται αρσενικά, και ανάλογα με την τάξη μεγέθους αλλάζουν φύλλο και γίνονται θηλυκά.



Εικόνα III-27. Ενήλικο άτομο *Diplodus annularis* σε λειμώνα του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*.



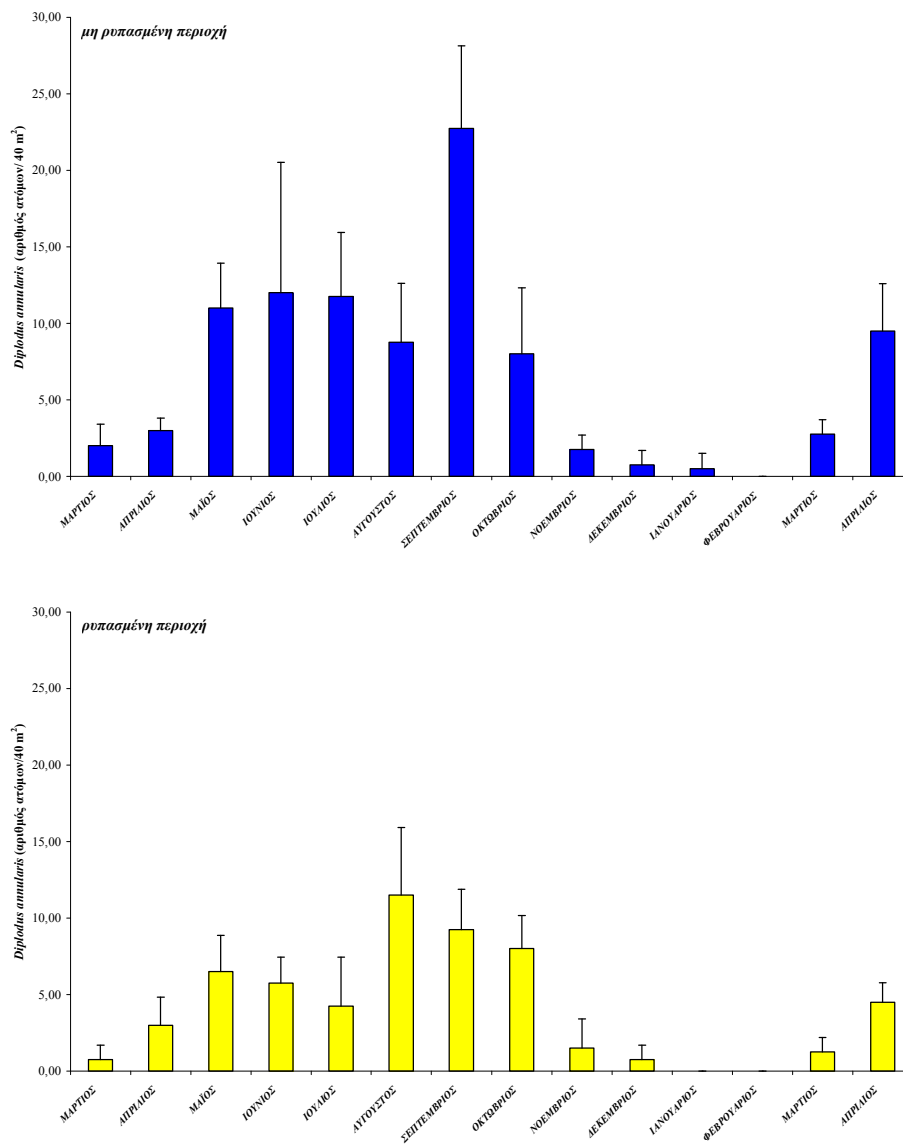
Εικόνα III-28. Νεαρό άτομο *Diplodus annularis* σε λειμώνα του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*.



Εικόνα III-29. Νεαρά άτομα του *Diploodus annularis* σε σκληρό φωτόφιλο υπόστρωμα.

Το κίτρινο-πράσινο χρώμα είναι ένα από τα βασικά χρωματικά πρότυπα που παρατηρούνται στα νεαρά άτομα (εικόνα III-28). Τα ενήλικα άτομα παρουσιάζουν ένα βασικό γκρι-ασημί χρωματικό πρότυπο. Η διαφορά του χρωματικού προτύπου σχετίζεται πιθανότατα με το γεγονός ότι, τα νεαρά άτομα βρίσκουν καταφύγιο μεταξύ των φύλλων των φανερόγαμων και το συγκεκριμένο χρωματικό πρότυπο αποτελεί μία μιμητική προσαρμογή.

Η μηνιαία διακύμανση της αφθονίας του είδους παρουσιάζεται στο γράφημα της εικόνας III-30. Όπως προκύπτει από τη μη παραμετρική στατιστική ανάλυση, στη μη ρυπασμένη περιοχή η αφθονία του *D. annularis* παρουσιάζει στατιστικά σημαντική μηνιαία εποχική διακύμανση (Kruskal-Wallis: $H=31,57384$, $p<0,05$). Στατιστικά σημαντική μηνιαία διακύμανση όμως, παρουσιάζει η αφθονία του είδους και στον επιβαρυσμένο λειμώνα του φανερόγαμου *Posidonia oceanica* (Kruskal-Wallis: $H=30,18007$, $p<0,05$).

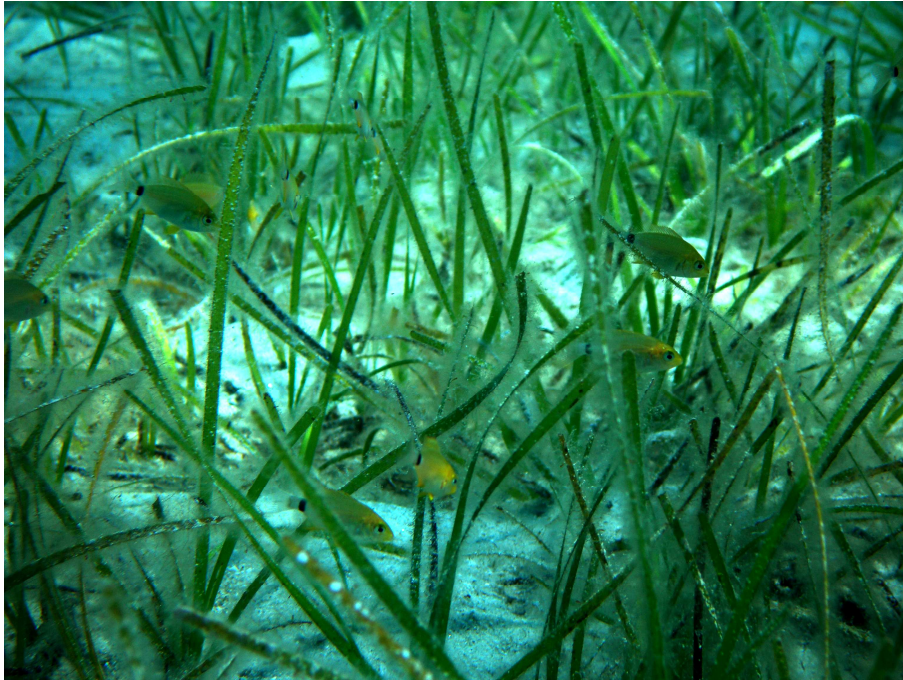


Εικόνα III-30. Μηνιαία διακύμανση του αριθμού των ατόμων (μέση τιμή±τυπική απόκλιση) του ψαριού *Diplodus annularis* στους λειμώνες του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*, σε μη ρυπασμένη και ρυπασμένη περιοχή.

Πίνακας III-6. Μηνιαία σύγκριση της αφθονίας του ψαριού *Diplodus annularis* σε λειμώνες του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*, σε μη ρυπασμένη και ρυπασμένη περιοχή (Mann-Whitney U test, με κόκκινο χρώμα (*) σημειώνονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές).

ΜΑΡΤΙΟΣ	Z=1,348, p>0,05
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	Z=0, p>0,05
ΜΑΙΟΣ	Z=1,732, p>0,05
ΙΟΥΝΙΟΣ	Z=1,306, p>0,05
ΙΟΥΛΙΟΣ	Z=2,032, p<0,05*
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Z=-1,016, p>0,05
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	Z=2,309, p<0,05*
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	Z=0,435, p>0,05
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	Z=0,440, p>0,05
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	Z=0, p>0,05
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	Z=1, p>0,05
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	Z=0, p>0,05
ΜΑΡΤΙΟΣ	Z=1,845, p>0,05
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	Z=1,887, p>0,05

Όπως προκύπτει από τον πίνακα III-6, με μοναδική εξαίρεση τους μήνες Ιούλιο και Σεπτέμβριο, δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά της αφθονίας του *D. annularis* μεταξύ ρυπασμένου και μη λειμώνα. Κατά τους μήνες Ιούλιο και Σεπτέμβριο παρατηρούνται στατιστικά σημαντικά υψηλότερες τιμές στο μη ρυπασμένο λειμώνα.



Εικόνα III-31. Νεαρά άτομα του *Diplodus annularis* σε λειμώνα του φανερόγαμου *Cymodocea nodosa*.

Οικογένεια Sparidae, *Oblada melanura*

Το *Oblada melanura* είναι ένα ψάρι της οικογένειας Sparidae, του οποίου τα νεαρά άτομα παρατηρήθηκαν και στις δύο περιοχές μελέτης. Ένα βασικό μορφολογικό γνώρισμα είναι το μαύρο στίγμα στην ουρά, το οποίο περιβάλλεται από δύο λευκές ζώνες.

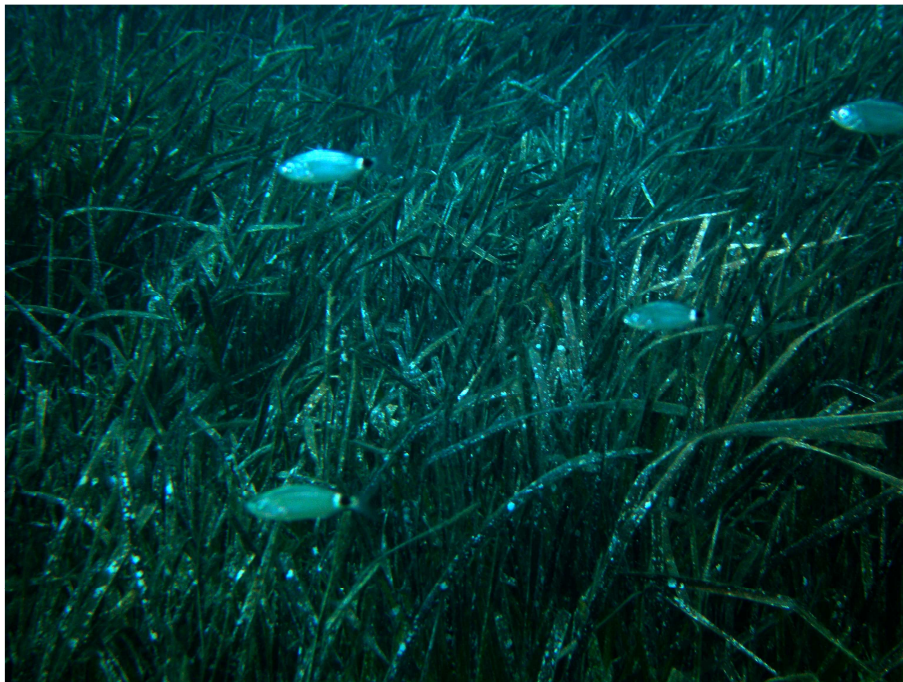


Εικόνα III-32. Ενήλικα άτομα του *Oblada melanura*.

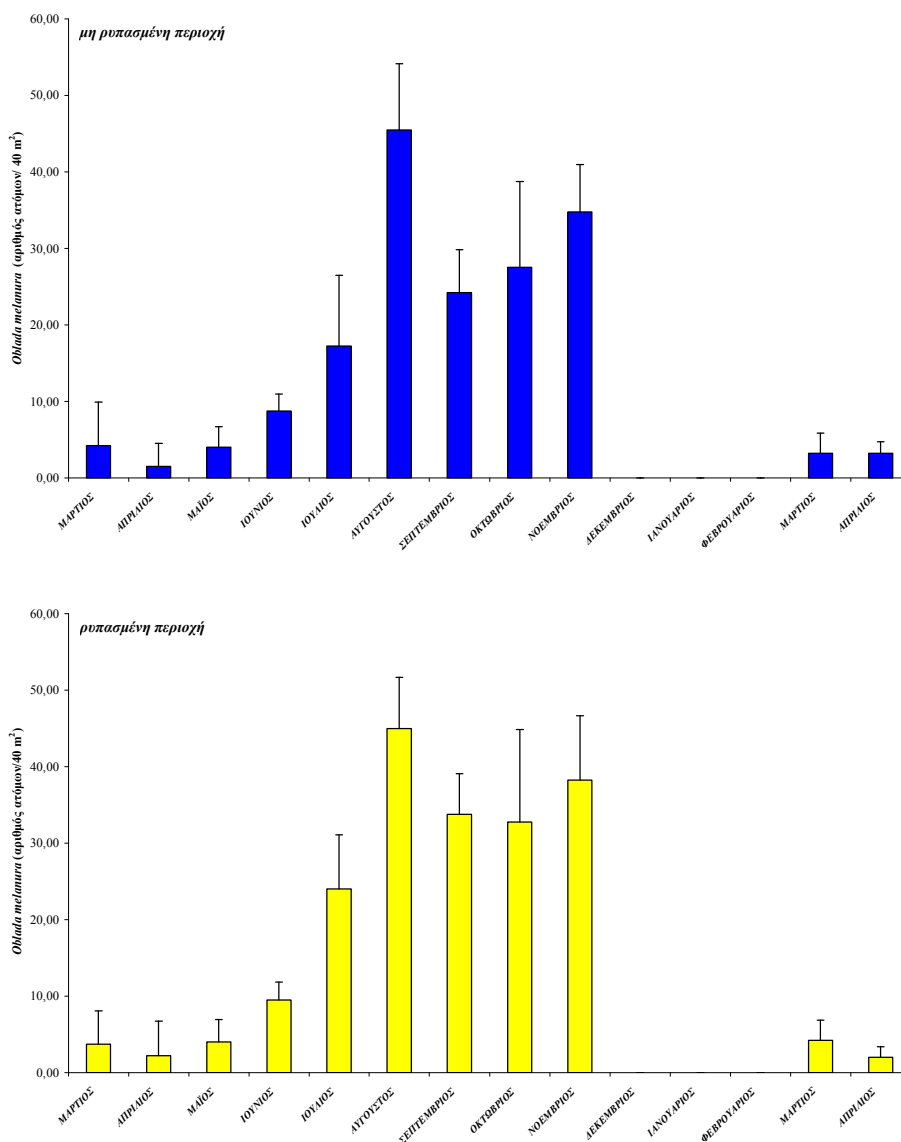
Αν και το μαύρο στίγμα πριν από το ουραίο περύγιο παρατηρείται και στο συγγενικό είδος *D. annularis*, εντούτοις τα δύο είδη παρουσιάζουν σημαντικές ηθολογικές διαφορές. Το *O. melanura* σχηματίζει μεγάλες ομάδες ατόμων (κοπάδια) και μετακινείται στη στήλη του νερού. Το *D. annularis*, αντίθετα, μετακινείται σε μικρές ομάδες, σπάνια μεγαλύτερες των 4-5 ατόμων.



Εικόνα III-33. Ενήλικα άτομα του *Oblada melanura* σε στικτό λειμώνα του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*.



Εικόνα III-34. Νεαρά άτομα του *Oblada melanura* σε λειμώνα του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*.



Εικόνα III-35. Μηνιαία διακύμανση του αριθμού των νεαρών ατόμων (μέση τιμή ± τυπική απόκλιση) του ψαριού *Oblada melanura* στους λειμώνες του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*, σε μη ρυπασμένη και ρυπασμένη περιοχή.

Όπως τα περισσότερα ψάρια της οικογένειας Sparidae, έτσι και το *O. melanura* δεν παρουσιάζει φυλετικό διμορφισμό. Το φύλο, όπως και σε πολλά άλλα είδη ψαριών δεν είναι γενετικά προκαθορισμένο και το ίδιο άτομο μπορεί να φέρει αρσενικούς και θηλυκούς γενετικούς αδένες. Συνήθως εμφανίζεται ως πρώτανδρο είδος, δηλαδή στα πρώτα στάδια του βιολογικού του κύκλου είναι αρσενικό, ενώ κατόπιν θηλυκό.

Πίνακας III-7. Μηνιαία σύγκριση της αφθονίας του ψαριού *Oblada melanura* σε λειμώνες του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*, σε μη ρυπασμένη και ρυπασμένη περιοχή.

ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ
Z=0, p>0,05	Z=0,188, p>0,05	Z=0,148, p>0,05	Z=-0,584, p>0,05	Z=-1,306, p>0,05	Z=0,288, p>0,05	Z=-1,887, p>0,05	Z=-0,866, p>0,05	Z=-0,871, p>0,05	Z=0, p>0,05	Z=0, p>0,05	Z=0, p>0,05	Z=-0,850, p>0,05	Z=1,348, p>0,05

Η μηνιαία διακύμανση της αφθονίας του είδους σε μη ρυπασμένο και ρυπασμένο λειμώνα παρουσιάζεται στα γραφήματα της εικόνας III-35. Αξίζει να σημειωθεί ότι, η αφθονία του είδους στο μη ρυπασμένο λειμώνα του φανερόγαμου *P. oceanica* παρουσιάζει στατιστικά σημαντική μηνιαία διακύμανση (Kruskal-Wallis: $H=34,49921$, $p<0,05$). Στατιστικά σημαντική μηνιαία διακύμανση, παρατηρείται επίσης και στα δείγματα προερχόμενα από το ρυπασμένο λειμώνα (Kruskal-Wallis: $H=34,39465$, $p<0,05$).

Όπως προκύπτει από τον πίνακα III-7, δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά στη μηνιαία αφθονία στο ρυπασμένο και στο μη ρυπασμένο λειμώνα του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*. Άλλωστε, ενήλικα άτομα αλιεύονται ακόμα και σε ιδιαίτερα επιβαρυνμένες περιοχές, όπως είναι για παράδειγμα τα λιμάνια.

Η παρουσία των νεαρών ατόμων του *O. melanura* μέσα στο λειμώνα του φανερόγαμου *P. oceanica* σχετίζεται με την κρυπτική συμπεριφορά του είδους. Η παρουσία ανάμεσα στα φύλλα του φανερόγαμου θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως «περιστασιακή», καθώς τα άτομα του είδους απαντώνται κυρίως στη στήλη του νερού. Επίσης, όσον αφορά στην τροφική του συνήθεια, είναι πλαγκτοφάγος οργανισμός στα

πρώτα βιολογικά του στάδια, και αυτό δε δικαιολογεί την αναζήτηση τροφής στο λειμόνα.

Οικογένεια Sparidae, *Spondyliosoma cantharus*

Η οικογένεια Sparidae παρουσιάζει ένα αρκετά αυξημένο αλιευτικό ενδιαφέρον, είτε σε επαγγελματικό επίπεδο, είτε σε επίπεδο ερασιτεχνών αλιέων. Ένα από τα είδη που ανήκουν σε αυτή την οικογένεια και παρουσιάζει ένα ιδιαίτερα αυξημένο αλιευτικό οικονομικό ενδιαφέρον, είναι το *Spondyliosoma cantharus*. Το κοινό όνομα του είδους είναι σκαθάρι. Το μήκος του κυμαίνεται από 30 έως 40 cm.



Εικόνα III-36. Ενήλικο άτομο του *Spondyliosoma cantharus* σε λειμώνα του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*.

Δε σχηματίζει μεγάλες ομάδες και συνήθως συναντάτε σε μεμονωμένα άτομα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η αναπαραγωγική του συμπεριφορά, καθώς είναι από τα μοναδικά είδη της οικογένειας που δεν ακολουθεί την πελαγική απόθεση των αβγών, αλλά παρατηρείται βενθική ωοαπόθεση και μάλιστα σε μία υποτυπώδη φωλιά (σχήμα κρατήρα), η οποία κατασκευάζεται από το αρσενικό. Αν και τα ενήλικα άτομα συναντώνται κυρίως σε σκληρό υπόστρωμα, εντούτοις δεν είναι

σπάνια και η παρουσία τους σε λειμώνες φανερόγαμων, ειδικότερα του είδους *P. oceanica*.

Τα ενήλικα άτομα παρουσιάζουν έναν υποτυπώδη χρωματικό διμορφισμό. Το αρσενικό είναι κατά κανόνα πιο σκουρόχρωμο από τα θηλυκά. Αντίθετα, τα νεαρά άτομα παρουσιάζουν ένα κιτρινοπράσινο χρώμα. Πιθανότατα πρόκειται για μία μορφή μιμητισμού, καθώς τα νεαρά άτομα ζουν κατά κύριο λόγο ανάμεσα στα φύλλα του λειμώνα.

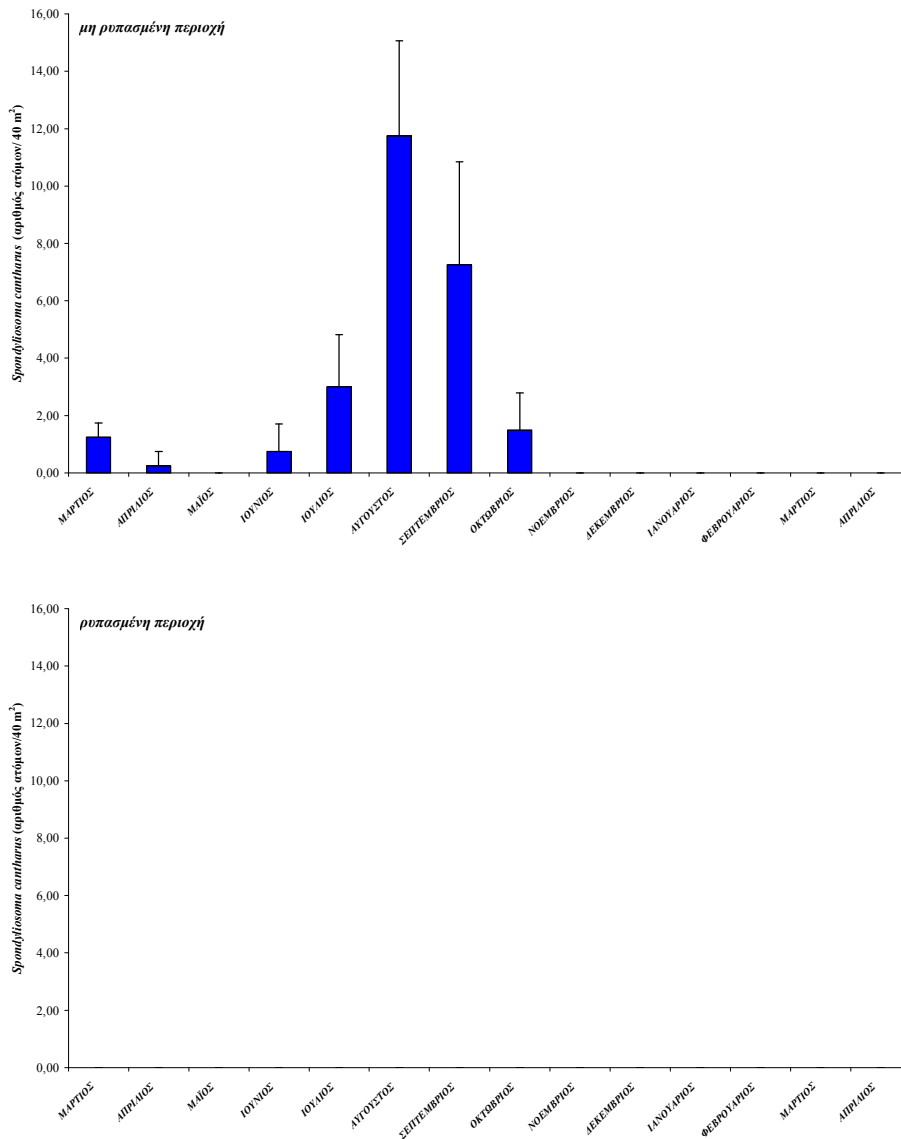
Η αναπαραγωγή λαμβάνει χώρα νωρίς την άνοιξη, ενώ τα πρώτα νεαρά άτομα είναι εύκολα διακριτά από τους πρώτους μήνες του καλοκαιριού. Αν και τα περισσότερα νεαρά άτομα άλλων ειδών παρουσιάζουν μία κρυπτική συμπεριφορά, εντούτοις τα νεαρά άτομα του *Spondyliosoma cantharus* πολλές φορές παρουσιάζουν ένα είδος «περιέργειας» και κινούνται προς το δότη, γεγονός που διευκολύνει την παρατήρησή τους.



Εικόνα III-37. *Spondyliosoma cantharus* (νεαρό) σε *Posidonia oceanica*.



Εικόνα III-38. Spondyliosoma cantharus σε Posidonia oceanica.



Εικόνα III-39. Μηνιαία διακύμανση του αριθμού των νεαρών ατόμων (μέση τιμή±τυπική απόκλιση) του ψαριού *Spondyliosoma cantharus* στους λειμώνες του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*, σε μη ρυπασμένη και ρυπασμένη περιοχή.

Από τη σύγκριση των μέσων τιμών της αφθονίας των νεαρών ατόμων του *S. cantharus* στο μη ρυπασμένο λειμώνα, διαπιστώνεται στατιστικά σημαντική μηνιαία διακύμανση (Kruskal-Wallis: $H=32,91714$, $p<0,05$). Επίσης, επισημαίνεται η απουσία του είδους στον επιβαρυσμένο λειμώνα του *P. oceanica*.



Εικόνα III-40. Νεαρά άτομα του *Spondyliosoma cantharus* ανάμεσα σε δεσμίδες φύλλων του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*.

IV. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Πολύ συχνά η ευρωστία ενός είδους σχετίζεται άμεσα με την αναπαραγωγική ικανότητά του. Σε πολλές περιπτώσεις, είτε πρόκειται για ασπόνδυλα, είτε πρόκειται για ψάρια ή ακόμα και για άλλα ανώτερα σπονδυλωτά, η αναπαραγωγική επιτυχία ενός είδους σχετίζεται άμεσα με το ενδιαίτημα και την οικολογική ποιότητα του περιβάλλοντος. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε ως κριτήριο της ποιότητας του περιβάλλοντος ο λειμώνας του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*. Τα κριτήρια επιλογής του συγκεκριμένου ενδιαιτήματος ήταν τα ακόλουθα:

- αποτελεί προστατευόμενο οικοσύστημα, αλλά και είδος
- είναι ευαίσθητο στις περιβαλλοντικές μεταβολές, αφού είναι στενόαλο, στενόθερμο.
- αποτελεί ένα σημαντικό ενδιαίτημα για μια σειρά από οργανισμούς, ασπόνδυλα, αλλά και ψάρια.
- είναι ενδημικό της Μεσογείου.

Στην παρούσα μελέτη επιλέχθηκαν δύο σταθμοί παρακολούθησης σε δύο κόλπους της Χαλκιδικής. Η πρώτος σταθμός παρακολούθησης βρίσκεται στον Κόλπο του Θερμαϊκού, ο οποίος θεωρητικά είναι πιο επιβαρυσμένος. Ο δεύτερος σταθμός παρακολούθησης βρίσκεται στον Τορωναίο Κόλπο που θεωρητικά είναι λιγότερο επιβαρυσμένος και σε καλύτερη οικολογική κατάσταση.

Όπως προκύπτει από την παράθεση των παραπάνω αποτελεσμάτων, παρατηρείται μια σημαντική διαφοροποίηση των 2 λειμώνων όσον αφορά στην πυκνότητα τους και στα φαινολογικά χαρακτηριστικά.

Η πυκνότητα του λειμώνα, όπως αποδεικνύεται από πολλές μελέτες στη Μεσόγειο (Pergent *et al.*, 1995, Pergent-Martini *et al.*, 1999),

εξαρτάται από το βάθος και προτείνεται η εκτίμηση της κατάστασης των λειμώνων με βάση τον πίνακα IV-1.

Πίνακας IV-1. Χαρακτηρισμός των λειμώνων *Posidonia oceanica* με βάση την πυκνότητα τους (Αρ. Δεσμίδων/m²) κατά Pergent-Martini *et al.* (1999).

Βάθος (m)	Πυκνότητα μη κανονική	Πυκνότητα υπο-κανονική	Πυκνότητα κανονική	Πυκνότητα υπερ-κανονική
1	←	↔	↔	→
2	←	↔	↔	→
3	←	↔	↔	→
4	←	↔	↔	→
5	←	↔	↔	→
6	←	↔	↔	→
7	←	↔	↔	→
8	←	↔	↔	→
9	←	↔	↔	→
10	←	↔	↔	→
11	←	↔	↔	→
12	←	↔	↔	→
13	←	↔	↔	→
14	←	↔	↔	→
15	←	↔	↔	→

Με βάση τον παραπάνω πίνακα η πυκνότητα του λειμώνα στο σταθμό των Νέων Μουδανιών χαρακτηρίζεται ως μη κανονική και στο σταθμό της Καλογριάς ως κανονική.

Η διαφορά της κατάστασης διατήρησης των δύο λειμώνων αντικατοπτρίζεται και στις φαινολογικές παραμέτρους και ιδιαίτερα στο Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (τόσο σε cm²/δεσμίδα όσο και σε m²/m²), οι τιμές του οποίου είναι εξαιρετικά χαμηλές για την περιοχή των Νέων Μουδανιών εν συγκρίσει τόσο με το σταθμό της Καλογριάς όσο και με άλλες περιοχές της Μεσογείου με βάση στοιχεία των Pergent *et al.* (2003).

Με βάση τα παραπάνω αλλά και την *in situ* επισκόπηση των λειμώνων προκύπτει ότι, ο λειμόνας των Νέων Μουδανιών εμφανίζει σημαντικά σημάδια επιβάρυνσης, κάτι το οποίο είναι αναμενόμενο λαμβάνοντας υπόψη το περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσεται σε σχέση με το σταθμό της Καλογριάς.

Η μεθοδολογική προσέγγιση, η οποία χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη είναι αυτή της οπτικής καταγραφής. Η συγκεκριμένη μεθοδολογία επιλέχθηκε με γνώμονα το γεγονός ότι ο λειμόνας του φανερόγαμου *P. oceanica* είναι ένα ευαίσθητο και προστατευόμενο οικοσύστημα. Παρά το γεγονός ότι πρόκειται για την πλέον ενδεδειγμένη επιλογή στην παρούσα συνθήκη, εντούτοις παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα. Για παράδειγμα ορισμένα είδη είναι δυνατόν να προσελκύνονται ή να απωθούνται από τον παρατηρητή (Bell, 1983, Charman *et al.*, 1974, Harmelin-Vivien *et al.*, 1985, Stanley & Wilson, 1995). Επίσης, είναι ιδιαίτερα σημαντικό το γεγονός ότι, η προσέγγιση ενός ψαριού είναι ευκολότερη ή δυσκολότερη ανάλογα με το αν το συγκεκριμένο είδος αποτελεί αλιευτικό στόχο ή όχι (Bell, 1983, Harmelin-Vivien *et al.*, 1985).

Επίσης, αξίζει να επισημανθεί η ιδιαιτερότητα του οικοσυστήματος όπου διεξήχθη η παρούσα μελέτη, καθώς οι λειμώνες του φανερόγαμου *P. oceanica* από μόνοι τους αποτελούν ένα ιδανικό κρησφύγετο έναντι των θηρευτών τους και κατά συνέπεια εξαιτίας αυτής της κρυπτικής συμπεριφοράς δυσχεραίνουν και την παρακολούθησή τους από τους δύτες.

Το *Chromis chromis*, γνωστό επίσης και με το κοινό του όνομα «καλογριά» είναι ένα κοινό μεσογειακό είδος, το οποίο δεν αποτελεί συστηματικό αλιευτικό στόχο. Τις περισσότερες φορές αποτελεί δόλωμα για την αλιεία μεγαλύτερων ψαριών. Το επιστημονικό ενδιαφέρον επικεντρώνεται στο γεγονός ότι, είναι το μοναδικό είδος της οικογένειας Pomacentridae που συναντάται στη Μεσόγειο. Τα αποτελέσματα της χρονικής του παρουσίας συμπίπτουν με αυτά ανάλογων μελετών που διεξήχθησαν στη δυτική λεκάνη της Μεσογείου (Garcia-Rubies &

Macpherson, 1995). Και στις δύο περιπτώσεις ο κύριος όγκος της παρουσίας των νεαρών ατόμων εκτείνεται χρονικά από τον Ιούνιο έως τον Οκτώβριο, αν και στην περίπτωση της ανατολικής Μεσογείου νεαρά άτομα παρατηρούνται και κατά το Νοέμβριο. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι, στον επιβαρυσμένο λειμών, παρατηρήθηκαν στατιστικά υψηλότερες αφθονίες κατά τους μήνες Ιούνιο και Οκτώβριο. Η παρατήρηση αυτή ίσως να σχετίζεται με το γεγονός ότι στον επιβαρυσμένο λειμώνα παρατηρείται μειωμένη βιοποικιλότητα και κατά συνέπεια το είδος υφίσταται μειωμένο ετεροειδικό ανταγωνισμό.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης με ανάλογα που προέκυψαν από παρεμφερείς επιστημονικές εργασίες, προκύπτουν ενδιαφέρουσες παρατηρήσεις. Το *Coris julis* είναι ίσως από τα κοινότερα είδη της Μεσογείου. Η παρουσία των νεαρών ατόμων του είδους καταγράφεται τόσο σε σκληρό υπόστρωμα, όσο και σε λειμώνες του φανερόγαμου *P. oceanica* (Garcia-Rubies & Macpherson, 1995). Η παρουσία των νεαρών ατόμων στα νησιά Medes (βορειοδυτική Μεσόγειος) καταγράφηκε κυρίως κατά τους θερινούς μήνες (από Ιούλιο έως Σεπτέμβριο), σε αντίθεση με την παρούσα μελέτη όπου νεαρά άτομα του είδους καταγράφηκαν σχεδόν σε όλη τη διάρκεια του έτους. Επίσης, αξίζει να επισημανθεί ότι η επιβαρυσμένη με την μη επιβαρυσμένη περιοχή δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αφθονία του είδους. Επειδή, τα χρωματικά πρότυπα μεταξύ νεαρών και ενηλίκων θηλυκών δε διαφέρουν, ίσως οι χρονικές διαφορές παρουσίας του είδους να σχετίζονται με το εύρος μεγέθους των δύο πληθυσμών. Η παρουσία του είδους στους λειμώνες του φανερόγαμου *P. oceanica* επισημαίνεται και από άλλους ερευνητές (Francour, 2000).

Μεταξύ των ψαριών της οικογένεια Labridae, ένα είδος που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, άμεσα συνδεδεμένο με τους λειμώνες του φανερόγαμου *P. oceanica*, είναι το *Symphodus cinereus*. Ειδικότερα, το συγκεκριμένο είδος κατά την αναπαραγωγική του περίοδο χρησιμοποιεί για τη φωλεοποίηση τις αμμώδεις περιοχές που παρεμβάλλονται μεταξύ των λειμώνων των φανερόγαμων, είτε του *Cymodocea nodosa*, αλλά κυρίως του

P. oceanica. Σύμφωνα με τους Garcia-Rubies & Macpherson (1995), η παρουσία των νεαρών ατόμων είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τα φανερόγαμα, παρατήρηση που επιβεβαιώνεται και από την παρούσα εργασία, καθώς στη συγκεκριμένη ζώνη παρατηρήθηκαν τόσο νεαρά άτομα όσο και φωλιές. Στη δυτική λεκάνη της Μεσογείου η παρουσία των νεαρών ατόμων κορυφώνεται κυρίως κατά τους θερινούς μήνες (Ιούλιο έως και Σεπτέμβριο), ενώ κατά την παρούσα μελέτη αυτό συμβαίνει και κατά το Μάιο. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζει το γεγονός της παντελούς απουσίας νεαρών ατόμων στον επιβαρυσμένο λειμών, γεγονός που σχετίζεται άμεσα με την απουσία συμπεριφοράς φωλεοποίησης. Το γεγονός ότι οι φωλιές είναι τόσο κοντά στο λειμών, δίνει την ευκαιρία στα νεαρά ιχθύδια να αναπτύξουν κρυπτική συμπεριφορά και να αποφύγουν τους θηρευτές τους.

Το γένος *Symphodus* εκπροσωπείται και από ένα άλλο είδος, το *S. ocellatus*. Πρόκειται για ένα μικρό ψάρι, χωρίς αλιευτικό ενδιαφέρον, το οποίο ζει σε βάθη τα οποία δεν ξεπερνούν τα -10 μέτρα. Το αρσενικό κατασκευάζει μία φωλιά, στην οποία το θηλυκό γεννά τα αυγά του, τα οποία γονιμοποιούνται και προστατεύονται από το αρσενικό. Αν και στις περισσότερες μελέτες αναφέρεται ως ένα είδος το οποίο ζει κατεξοχήν σε σκληρό υπόστρωμα, εντούτοις η παρουσία του καταγράφεται και στους λειμώνες του φανερόγαμου *P. oceanica* (Francour, 2000, Guidetti, 2000). Κατά την παρούσα μελέτη, καταγράφηκε σημαντικός αριθμός νεαρών ατόμων, κυρίως στο μη επιβαρυσμένο λειμών. Το γεγονός αυτό ίσως και να σχετίζεται με τη γεινίαση με σκληρό υπόστρωμα. Η παρουσία νεαρών ατόμων του *Symphodus ocellatus* στη δυτική λεκάνη της Μεσογείου τοποθετείται χρονικά μεταξύ του Ιουλίου και του Σεπτεμβρίου (Garcia-Rubies & Macpherson, 1995), ενώ στην ανατολική Μεσόγειο ξεκινά ένα μήνα νωρίτερα (Ιούνιο) και η χρονική παρουσία του είδους επεκτείνεται έως και τον Οκτώβριο. Η παρουσία στο λειμών του φανερόγαμου μοιάζει να μην είναι ένα τυχαίο γεγονός, καθώς βρέθηκαν φωλιές του είδους ανάμεσα στα ριζώματα του φανερόγαμου. Μία πιθανή εξήγηση είναι ότι το *S. ocellatus* χρησιμοποιεί στη φωλεοποίηση το φύκος τους γένους *Dictyota*,

το οποίο υπάρχει τόσο στο σκληρό υπόστρωμα, όσο και ως επίφυτο στους λειμώνες του φανερόγαμου *P. oceanica*. Επίσης, αξίζει να υπογραμμιστεί ότι το *S. ocellatus* δεν απουσίαζε σε όλη τη διάρκεια του έτους από τους επιβαρυσμένους λειμώνες.

Μεταξύ των ειδών που παρατηρήθηκαν και καταγράφηκαν στην παρούσα μελέτη, καταγράφηκαν και τρία είδη της οικογένειας Sparidae. Το πρώτο είναι το *Oblada melanura*, ένα είδος με αλιευτικό ενδιαφέρον. Σε προγενέστερες μελέτες στα νησιά Medes στην Ισπανία, η παρουσία των νεαρών ατόμων του είδους εντοπίζεται χρονικά μεταξύ του Ιουνίου και του Σεπτεμβρίου (Garcia-Rubies & Macpherson, 1995). Στην παρούσα μελέτη το είδος καταγράφηκε σε όλη τη διάρκεια του έτους, με εξαίρεση τους μήνες Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Φεβρουάριο. Υπογραμμίζεται ότι, ο κύριος όγκος της αφθονίας των νεαρών ατόμων συμπίπτει με τις προγενέστερες παρατηρήσεις στη δυτική Μεσόγειο, δηλαδή παρατηρούνται μεγαλύτερες πληθυσμιακές συγκεντρώσεις κατά τους θερινούς μήνες. Επισημαίνεται επίσης το γεγονός ότι, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιβαρυσμένων και των μη επιβαρυσμένων λειμώνων.

Το *Diplodus annularis* είναι επίσης ένα ψάρι της οικογένειας των Sparidae, με περιορισμένο οικονομικό ενδιαφέρον, αλλά με σημαντική συσχέτιση με τους λειμώνες του φανερόγαμου *P. oceanica* (Francour, 2000, Guidetti, 2000). Η παρουσία του είδους καταγράφηκε σχεδόν σε όλη τη διάρκεια του έτους. Παρόμοια είναι και η σχετική παρατήρηση που έλαβε χώρα στην Αδριατική (Guidetti, 2000). Ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης το γεγονός ότι, η παρουσία του καταγράφηκε τόσο στους επιβαρυσμένους όσο και στους μη επιβαρυσμένους λειμώνες του φανερόγαμου *P. oceanica*. Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο λειμώνων παρατηρήθηκαν μόνο κατά τους μήνες Ιούλιο και Σεπτέμβριο, όπου παρατηρήθηκε μεγαλύτερη αφθονία στο μη επιβαρυσμένο λειμώνα.

Το τρίτο είδος της οικογένειας Sparidae που καταγράφηκε στην παρούσα μελέτη είναι το *Spondyliosoma cantharus*, γνωστό με το κοινό του όνομα «σκαθάρι». Από τα είδη τα οποία παρατηρήθηκαν στην παρούσα μελέτη, το συγκεκριμένο είναι αυτό με το μεγαλύτερο αλιευτικό –

οικονομικό ενδιαφέρον. Το συγκεκριμένο είδος παρουσιάζει επιπρόσθετα ένα εξαιρετικό ενδιαφέρον, καθώς σύμφωνα με πολλούς επιστήμονες τα νεαρά άτομα εμφανίζονται σχεδόν αποκλειστικά και μόνο μέσα στους λειμώνες του φανερόγαμου *P. oceanica* (Francour, 2000, Guidetti, 2000). Σύμφωνα με τον Guidetti (2000), η μεγαλύτερη αφθονία του είδους καταγράφεται στην Αδριατική κατά το φθινόπωρο, ενώ το είδος απαντάται και την άνοιξη, αλλά και το καλοκαίρι. Οι παρατηρήσεις στη συγκεκριμένη μελέτη σχετικά με τη χρονική κατανομή του είδους είναι παρόμοιες. Η μεγαλύτερη αφθονία των νεαρών ατόμων του είδους παρατηρήθηκε τέλος του καλοκαιριού (Αύγουστος), αρχές του φθινοπώρου (Σεπτέμβριος). Ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζει το γεγονός ότι, το *S. cantharus* δεν παρατηρήθηκε καθόλου στον επιβαρυσμένο λειμώνα.

Τα γενικότερα συμπεράσματα τα οποία απορρέουν από τη συγκεκριμένη μελέτη είναι τα ακόλουθα:

- ✓ Στην παρούσα επιστημονική εργασία επιβεβαιώνεται η χρήση του φανερόγαμου *P. oceanica* ως ένας βιοενδείκτης επιβάρυνσης του παράκτιου θαλάσσιου οικοσυστήματος.
- ✓ Το συγκεκριμένο φανερόγαμο, ακόμα και σε υποκανονικές συνθήκες αποτελεί ένα σημαντικό ενδιαίτημα για την ωστοκία πολλών ψαριών.
- ✓ Τα ψάρια, τα οποία παρουσιάζουν ανεπτυγμένη και σύνθετη αναπαραγωγική συμπεριφορά (φωλεοποίηση, γονική φροντίδα), όπως είναι για παράδειγμα το *S. cinereus* και το *S. ocellatus* είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα σε συνθήκες ρύπανσης και αποφεύγουν τους επιβαρυσμένους λειμώνες.
- ✓ Το *C. chromis*, το *C. julis*, το *D. annularis* και το *O. melanura* δε φαίνεται να επηρεάζονται σημαντικά από την επιβαρυσμένη κατάσταση του λειμώνα του *P. oceanica*.

Τα δεδομένα της παρούσας εργασίας αφορούν αποκλειστικά σε ένα συγκεκριμένο τύπο υποστρώματος, αυτό του καλυμμένου μαλακού υποστρώματος με φυτική βλάστηση φανερόγαμων. Στην προκειμένη περίπτωση το ενδιαφέρον εστιάζεται παράλληλα, εκτός από την παρουσία

νεαρών ιχθυδίων και στην κατάσταση του λειμώνα, καθώς αυτός αποτελεί ένα από τα προστατευόμενα μεσογειακά οικοσυστήματα.

Σκόπιμο είναι στο μέλλον να επεκταθούν οι μελέτες και σε άλλους τύπους υποστρώματος και να διαπιστωθεί κατά πόσο η παρουσία ή η απουσία συγκεκριμένων ειδών ιχθύων θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως βιοενδείκτης οικολογικής ποιότητας των παράκτιων υδάτων.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Azzurro E., A. Pais, P. Consoli, F. Andaloro (2007). Evaluating day-night changes in shallow Mediterranean rocky reef fish assemblages by visual census. *Mar. Biol.*, 151, 2245-2253.
- Bell J. D., G. J. S. Craik, D. A. Pollard, B. C. Russel (1983). Estimating length frequency distributions of large reef fish underwater. *Coral Reefs*, 4, 41-44.
- Bell J. D. & M. Westoby (1986). Importance of local changes in leaf height and density to fish decapods associated with seagrass. *J. Exp. Mar. Biol. Evol.*, 104, 249-274.
- Boudouresque C.F., A. Meinesz, E. Ballesteros, N. Ben Maiz, F. Boisset, F. Cinelli, S. Cirik, M. Cormaci, A. Jeudy, A. DE Grissac, J. Laboret, E. Lafranco, B. Lundeberg, H. Mayhoub, P. Panayotidis, R. Semroud, J.M. Sinnassamy, A. Span. (1990). Livre Rouge "Gérard Vuignier" des végétaux, peuplements et paysages marins menacés de Méditerranée. MAP Technical Report Series, 43. UNEP/IUCN/GIS Posidonie, Athens.
- Bulthuis D.A. (1990). Leaf surface area. *In:* (Phillips R.C., C.P. McRoy eds) Seagrass research methods. pp. 69-70.
- Chapman C. J., A. D. F. Johnstone, J. R. Dunn, D. J. Creasey (1974). Reactions of fish to sound generated by the divers' open circuit underwater breathing apparatus. *Mar. Biol.*, 27, 357-366.
- Colvocoresses J. & A. Acosta (2007). A large scale field comparison of strip transect and stationary point count methods for conducting length-based underwater visual survey of reef fish populations. *Fish. Res.*, 85, 130-141.
- Costa F. (1999). I Pesci del Mediterraneo stadi larvali e giovanili. Ed Grafo, pp 235
- De Girolamo M. & C. Mazzoldi (2001). The application of visual census on Mediterranean rocky habitat. *Mar. Environm. Res.*, 51, 1-16.
- Fernandez T. V., M. Millazo, F. Bodalamenti, G. D'Anna (2005). Comparison of the fish assemblages associated with *Posidonia oceanica* after partial loss consequent fragmentation of the meadow. *Est. Coast. And Shelf Sci.*, 65, 645-653.

- Francour P. (2000). Evolution spatio-temporelle à long terme des peuplements de poissons des herbiers à *Posidonia oceanica* de la réserve naturelle de Scandola (Corse, Méditerranée Nord-Occidentale). *Cybium*, 24(3), 85-95.
- Garcia-Rubies A. & E. Macpherson (1995). Substrate use and temporal pattern of recruitment in juvenile fishes of the Mediterranean littoral. *Marine Biology*, 124:35-42.
- Garcia-Charton J. A., A. Perez-Ruzafa, P. Sanchez-Jerez, J. T. Bayle-Sempere, O. Renomes, D. Moreau (2004). Multi-scale spatial heterogeneity, habitat structure, and the effect of marine reserve on Western Mediterranean rocky reef fish assemblages. *Mar. Biol.*, 144, 161-182.
- Gillanders B. M. (2006). Seagrass, Fish and Fisheries, Chapter 21 *In* Seagrass: Biology, Ecology and Conservation, Ed A.W.D. Larkum(Ed. Springer) *et al.*, 503-536.
- Giraud G. (1977). Contribution a la phenologie quantitative des herbiers de *Posidonia oceanica* (L.) Delile. These en Oceanologie, Aix-Marseille II. 150p.
- Guidetti P. (2000). Differences among fish assemblage associated with nearshore *Posidonia oceanica* seagrass beds, rocky-algal reefs and unvegetated dnas habitats in the Adriatic Sea. *Est. Coast. And Shelf Sci.*, 50, 515-529.
- Guidetti P. & M. Fabiano (2000). The use of lepidochronology to assess the impact of terrigenous discharges on the primary leaf production of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*. *Mar. Poll. Bull.* 40: 449-453.
- Haritonidis S., A. Diapoulis. (1990). Evolution of Greek marine phanerogam meadows over the last 20 years. *Posidonia Newsletter* 3: 5-10.
- Harmelin-Vivien M.L., J. G. Harmelin, C. Chauvet, C. Duval, R. Galtzin, P. Lejeune, G. Barnabé, F. Blanc, L. Chevalier, J. Duclerc, G. Lasserre (1985). Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons méthodes et problèmes. *Revue d'Ecologie. La Terre et la vie*, 40, 467-539.
- Harmelin-Vivien M. L., J. G. Harmelin, V. Leboulleux (1995). Microhabitat requirements for settlement of juvenile sparid fishes on Mediterranean rocky shores. *Hydrobiologia*, 300/301:309-320.

- Hartog C. den (1977). Structure, function and classification in seagrass communities. *In:* (Mc Roy C.P., Helfferich C. eds) Seagrass ecosystems. A scientific perspective. M. Dekker Inc., London. pp. 89-122.
- Heck K.L. D.A Nadeau., R Thomas (1997). The nursery role of seagrass beds. *Gulf Mex Sci*, 15:50-54.
- Horinouchi M., Nakamura Y., M. Sano (2005). Comparative analysis of visual censuses using different width strip-transects for a fish assemblage in a seagrass bed. *Est. Coast. And Shelf Sci.*, 65, 53-60.
- La Mesa G., P. Louisy, M. Vacchi (2002). Assessment of microhabitat preferences in juvenile dusky grouper (*Epinephelus marginatus*) by visual sampling. *Mar. Biol.*, 140, 175-185.
- Larkum A.W.D., A.J. Mc Comb, S.A. Shepherd. (1989). Biology of seagrasses, Aquatic Plant Studies 2, Elsevier Publishing Company. 841p.
- Macpherson E., A Gordo A Garcia-Rubies (2002). Biomass size spectra in Littoral fishes in protected and unprotected areas in the NW Mediterranean. *Est. Coast. And Shelf Sci.*, 55, 777-788.
- Moranta J., M. Palmer, G. Morey., A. Ruiz, B. Morales-Nin (2006). Multi-scale spatial variability in fish assemblages associated with *Posidonia oceanica* meadows in the Western Mediterranean Sea. *Est. Coast. And Shelf Sci.*, 68, 579-592.
- Orfanidis S., P. Panayotidis, N. Stamatis. (2001). Ecological evaluation of transitional and coastal waters: a marine benthic macrophytes model. *Marine Medit. Sci.* 2: 46-65.
- Orfanidis S., P. Panayotidis, N. Stamatis. (2003). An insight to the ecological evaluation index (EEI). *Ecol. Indicators* 3: 27-33.
- Ott J.A. (1980). Growth and production in *Posidonia oceanica* (L.). Delile. *Mar. Ecol- P.S.S.N.I.* 1: 47-64.
- Panayotidis P., B. Montesanto, S. Orfanidis. (2004). Use of low-budget monitoring of macroalgae to implement the European Water Framework Directive. *J. Appl. Phycol.* 16: 49-59.
- Paz R. de la (1975) Systématique et phylogénèse des Sparides du genre *Diplodus* Raf (Pisces Teleostei). Ed. ORSTOM pp98.

- Pérès J.M. 1982. Specific pelagic assemblages. *In*: (O. KINNE, J. WILEY eds) *Marine Ecology*, New York. 5: 373-522.
- Pergent G., C. Pergent-Martini, C.F. Boudouresque. (1995). Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée : Etat des connaissances. *Mesogee* 54: 3-29.
- Pergent G., V. Pasqualini, C. Pergent-Martini, G. Skoufas, L. Sourbes, A. Tsirika (2003). *Caractérisation des herbiers à Posidonia oceanica dans le Parc marin national de Zakynthos (Grèce)*. Contrat Centre d'Activité Régionale pour les Aires Spécialement Protégées et Seagrass 2000. 54p.
- Pergent-Martini C., G. Pergent, C. Fernandez, L. Ferrat. (1999). Value and use of *Posidonia oceanica* as a biological indicator. *In*: Proceedings MEDCOAST 99-EMECS 99 Joint Conference "Land-ocean interactions: managing coastal ecosystems", MEDCOAST, Middle East Technical Univ. Publ, Ankara 1: 73-90.
- Piazzì L., D. Balata, F. Cinelli. (2002). Epiphytic macroalgal assemblages of *Posidonia oceanica* rhizomes in the western Mediterranean. *European Journal of Phycology* 37: 69-76.
- Ribbera G., M. Coloreu, C. Rodriguez-Prieto, E. Ballesteros. (1997). Phytobenthic Assemblages of Addaia Bay (Menorca, Western Mediterranean): Composition and Distribution. *Bot. Mar.* 40: 523-532.
- Ros J.D., J. Romero, E. Ballesteros, J.M. Gilli. (1985). Western Mediterranean. Diving in blue water. *The Benthos* 8: 233-295.
- Stanley D. R. & C. A. Wilson (1995). Effect of scuba divers on fish density and target strength estimates from stationary dual-beam hydroacoustics. *Transaction of the American Fisheries Society*, 124, 946-949.
- Thébault H (2005). Biological indicator in Mediterranean Coastal Waters: a link between Environmental Chemistry and Ecological Assessment. *Hdb Env. Chem.*, vol. 5, part K, 345-359.