

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΒΙΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ  
ΠΕΤΑΛΙΔΑΣ *PATELLA CAERULEA* (LINNAEUS 1758), ΣΕ ΔΥΟ  
ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑΤΑ**

**ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ  
ΔΡΟΣΟΥ ΕΙΡΗΝΗ**

**ΒΟΛΟΣ, 2018**

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ**  
**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΒΙΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ**  
**ΠΕΤΑΛΙΔΑΣ *PATELLA CAERULEA* (LINNAEUS 1758), ΣΕ ΔΥΟ**  
**ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑΤΑ**

**ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ**  
**ΔΡΟΣΟΥ ΕΙΡΗΝΗ**

**ΒΟΛΟΣ, 2018**

Σελίδα 1 από 86



**«Πληθυσμιακή σύνθεση και βιομετρικά χαρακτηριστικά του είδους *Patella caerulea*(LINNAEUS 1758), σε δύο ενδιαιτήματα στον Παγασητικό Κόλπο »**



### **Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:**

- 1) Δημήτριος Βαφείδης, Καθηγητής, Βιοποικιλότητα των Θαλάσσιων Βενθικών Ασπόνδυλων και άμεση - έμμεση χρησιμότητά τους, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Επιβλέπων.**
  
- 2) Μαριάνθη Χατζηιωάννου, Επίκουρη Καθηγήτρια, Εκτροφή Σαλιγκαριών και Βατράχων, Τμήμα Γεωπονίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μέλος



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πεταλίδα *Patella caerulea* (Linnaeus, 1758), είναι το γνωστότερο εδώδιμο είδος που ζει στις ελληνικές ακτές των σκληρών υποστρωμάτων της μεσοπαραλιακής ζώνης, αλλά η μελέτη της οικολογίας στην Ελλάδα είναι περιορισμένη. Σκοπός της παρούσας εργασίας, η μελέτη των πληθυσμιακών δομών των κοινοτήτων του είδους στον Παγασητικό κόλπο. Κατά την διάρκεια της μελέτης διεξάχθηκαν 13 μηνιαίες δειγματοληψίες πεδίου από τον Απρίλιο του 2016 έως τον Απρίλιο του 2017. Οι περιοχές μελέτης ήταν ο Άγιος Στέφανος και οι Πλάκες που βρίσκονται κατά μήκος της ακτογραμμής του Παγασητικού. Στην περιοχή της δειγματοληψίας, η Πλάκες, όπου η παρουσία του ανθρώπου είναι ιδιαίτερα αισθητή καθόλη την διάρκεια του έτους, αφού είναι χώρος συνάντησης των χειμερινών κολυμβητών της πόλης. Τα δείγματα καταμετρήθηκαν και εκτιμήθηκαν τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά, και συγκεκριμένα το μήκος του κελύφους, το πλάτος, το ύψος, το πρόσθιο μήκος, το ολικό βάρος και το βάρος ποδιού καθενός των δειγμάτων. Η μελέτη ολοκληρώθηκε με την αξιολόγηση των βιομετρικών χαρακτηριστικών τους.

Στον Αγ. Στέφανο η μέση τιμή του μήκους κελύφους (L) κατεγράφη  $23,47 \pm 5,34$  mm, του πλάτους κελύφους (W)  $19,09 \pm 4,80$  mm, του ύψους (h)  $6,22 \pm 1,63$  mm, του πρόσθιου μήκους κελύφους (f)  $11,20 \pm 3,01$  mm, του ολικού βάρους (Wt)  $1,38 \pm 0,89$  g και του βάρους ποδιού (Wf)  $0,47 \pm 0,35$  g. Στις Πλάκες η μέση τιμή του μήκους κελύφους (L) κατεγράφη  $23,24 \pm 3,36$  mm, του πλάτους κελύφους (W)  $18,83 \pm 3,02$  του ύψους (h)  $5,99 \pm 1,16$  mm, του πρόσθιου μήκους κελύφους (f)  $10,91 \pm 1,92$  mm, του ολικού βάρους (Wt)  $1,24 \pm 0,56$  g και του βάρους ποδιού (Wf)  $0,37 \pm 0,17$  gr. Η μέση



αφθονία στον σταθμό Αγ.Στέφανο είναι  $68,31 \pm 21,34$ , ενώ στον σταθμό Πλάκες  $60,38 \pm 15,93$ . Οι διαφορές των πληθυσμών που εξετάστηκαν έδειξαν ότι ο ανθρώπινος παράγοντας επηρεάζει σημαντικά τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά της πεταλίδας.

*Λέξεις κλειδιά:* *Patella caerulea*, βιομετρικά χαρακτηριστικά , πληθυσμιακή σύνθεση, Παγασητικός κόλπος

## Περιεχόμενα

<b>1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>11-12</b>
1.1 Συστηματική κατάταξη του είδους <i>Patella caerulea</i> .....	12-13
1.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά του είδους <i>Patella caerulea</i> .....	13-16
1.3 Βιολογία του είδους.....	16-20
1.3.1 Η προνύμφη τύπου veliger.....	20-21
1.4 Γεωγραφική εξάπλωση.....	21
1.5 Οργάνωση κοινοτήτων στο σκληρό υπόστρωμα.....	21-22
1.5.1 Κάθετη επικράτηση και κατανομές.....	23-26
1.5.2 Σκοπός της μελέτης.....	26
<b>2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....</b>	<b>27</b>
2.1 Σταθμοί και μέθοδοι της δειγματοληψίας.....	27-28
2.2 Οι δειγματοληψίες στο πεδίο.....	28-29
2.3 Επεξεργασία δειγμάτων – Εργαλεία.....	29-30
2.4 Στατιστική επεξεργασία δεδομένων.....	30-31
2.4.1 Βιομετρικές συσχετίσεις.....	31
2.4.2 Σύγκριση δεδομένων με τη χρήση t-test.....	31-32
<b>3.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b>	
3.1 Μελέτη στο χώρο.....	32-33

3.1.1 Σύγκριση συννευρέσεων του είδους <i>P. Caerulea</i> , μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών περιοχών.....	33-36
3.2 Μελέτη στο χρόνο.....	37
3.2.1 Αφθονία πληθυσμού.....	37-44
3.2.2 Μορφομετρικά χαρακτηριστικά.....	45-52
3.3 Πληθυσμιακές συχνότητες.....	53-66
3.4 Βιομετρικές συσχετίσεις.....	67
3.4.1 Συσχέτιση μήκος κελύφους με το πλάτος κελύφους.....	67-68
3.4.2 Συσχέτιση κελύφους με το βάρος του ποδιού.....	68-69
3.4.3 Συσχέτιση πλάτος κελύφους με το βάρος του ποδιού.....	70-71
<b>4.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>72-73</b>
<b>5.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΕΣ.....</b>	<b>74</b>
5.1 Ξένη Βιβλιογραφία.....	74-80
5.2 Ελληνική Βιβλιογραφία.....	80-81
5.3 Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία.....	81-83
<b>6.ABSTRACT.....</b>	<b>85</b>

## 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ακτή αποτελεί την ζώνη επαφής της λιθόσφαιρας με την υδρόσφαιρά και τα δομικά της συστατικά είναι προϊόν της διαρκούς ανταγωνιστικής δράσης τους, καθώς αλληλεπιδρούν με την πάροδο του χρόνου. Η παράκτια ζώνη αποτελεί απότοκο της δυναμικής ισορροπίας, η οποία διαμορφώνεται με την απόθεση ιζημάτων από την λιθόσφαιρα και με την απομάκρυνση ή συσσώρευση τους από την υδρόσφαιρα μέσα από την δράση των κυμάτων και των ρευμάτων, παράγοντες οι οποίοι εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την ατμόσφαιρα (Παναγιωτίδης & Χατζημπίρος 2004) .

Παράλληλα, η επίδραση της βιόσφαιρας δεν πρέπει να γίνεται αντιληπτή ως μηδαμινής σημασίας για την διαμόρφωση των ακτών. Αν εξεταστεί ολόπλευρα ο οικότοπος των ακτογραμμών, στη διαμόρφωση του σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η επέμβαση του ανθρώπου στον παράκτιο χώρο με διάφορα έργα, τα οποία σε συνδυασμό με τα φυσικά χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής προσθέτουν νέες πτυχές στην τελική διαμόρφωση των ακτών.

Η ανθρώπινη επέμβαση, μπορεί να μεταβάλλει με ποικίλους τρόπους το μέγεθος, το σχήμα αλλά και την παραγωγικότητα των ακτών, επιδρώντας έτσι την ποικιλομορφία και στον αριθμό των ζώντων οργανισμών που συνυπάρχουν στους παράκτιους οικότοπους. Οι υλικές κατασκευές που χτίζονται μέσα στο υδάτινο χώρο, όπως κυματοθραύστες και χώροι που προάγουν την βιομηχανική αλιεία, παρεμποδίζουν την παράκτια ροή άμμου (που αποτελεί βασική διαδικασία ενίσχυση της ακτογραμμής ) συμβάλλοντας έτσι στο στένεμα και στην διάβρωσή των ακτών από την έκθεσή τους στον κυματισμό. Από την άλλη, το εμπόριο, η βιομηχανία και η αλιεία, επιτρέπουν την

ανάπτυξη της αλιευτικής βιομηχανίας στις θαλασσιές παρυφές, με αποτέλεσμα την περαιτέρω υποβάθμιση των βιολογικών οικοτόπων (Θεοδώρου, 2004).

### 1.1 Συστηματική κατάταξη του είδους *Patella caerulea*

Το είδος *P. caerulea* ανήκει ταξινομικά στο φύλο των Μαλάκιων, στην ομοταξία των Γαστερόποδα, ενώ ομαδοποιείται σύμφωνα με τα βασικά μορφολογικά χαρακτηριστικά στην οικογένεια των Πατελλοειδή.

Αναλυτικότερα, η συστηματική ταξινόμηση του είδους έχει ως εξής(Πιν.1.1) :

**Πίνακας 1.1**

Βασίλειο	<b>Animalia</b>
Συνομοταξία	<b>Mollusca</b>
Ομοταξία	<b>Gastropoda</b>
Συνομοταξία	<b>Eogastropoda</b>
Υπερτάξη	<b>Archaegastropoda</b>
Τάξη	<b>Patellogastropoda</b>
Υπεροικογένεια	<b>Patelloidae</b>
Οικογένεια	<b>Patellidae</b>
Γένος	<b><i>Patella</i></b>
Είδος	<b><i>P. caerulea</i></b>

Ανάμεσα στις μεγαλύτερες κλάσεις των Μαλάκιων, τα Γαστερόποδα ήταν αρχικά τόσο αδιαφοροποίητα, ώστε να μπορούν να μεταβιβάσουν τις οποιεσδήποτε δομικές τροποποιήσεις τους στις επόμενες γενεές. Επιπλέον ήταν ικανά να προσαρμόζονται σε

ποικίλα περιβάλλοντα. Τόσο οικολογικά όσο κι δομικά, συγκαταλέγονται στις πιο μεταβαλλόμενες τάξεις ολοκλήρου του ζωικού βασιλείου. Μερικές από τις πρωταρχικές τροποποιήσεις αφορούσαν την διαφοροποίηση στην συμμετρία, στο πόδι και στην μανδιακή κοιλότητα και είχαν ως αποτέλεσμα την δημιουργία οικογενειών (Yonge, 1964).

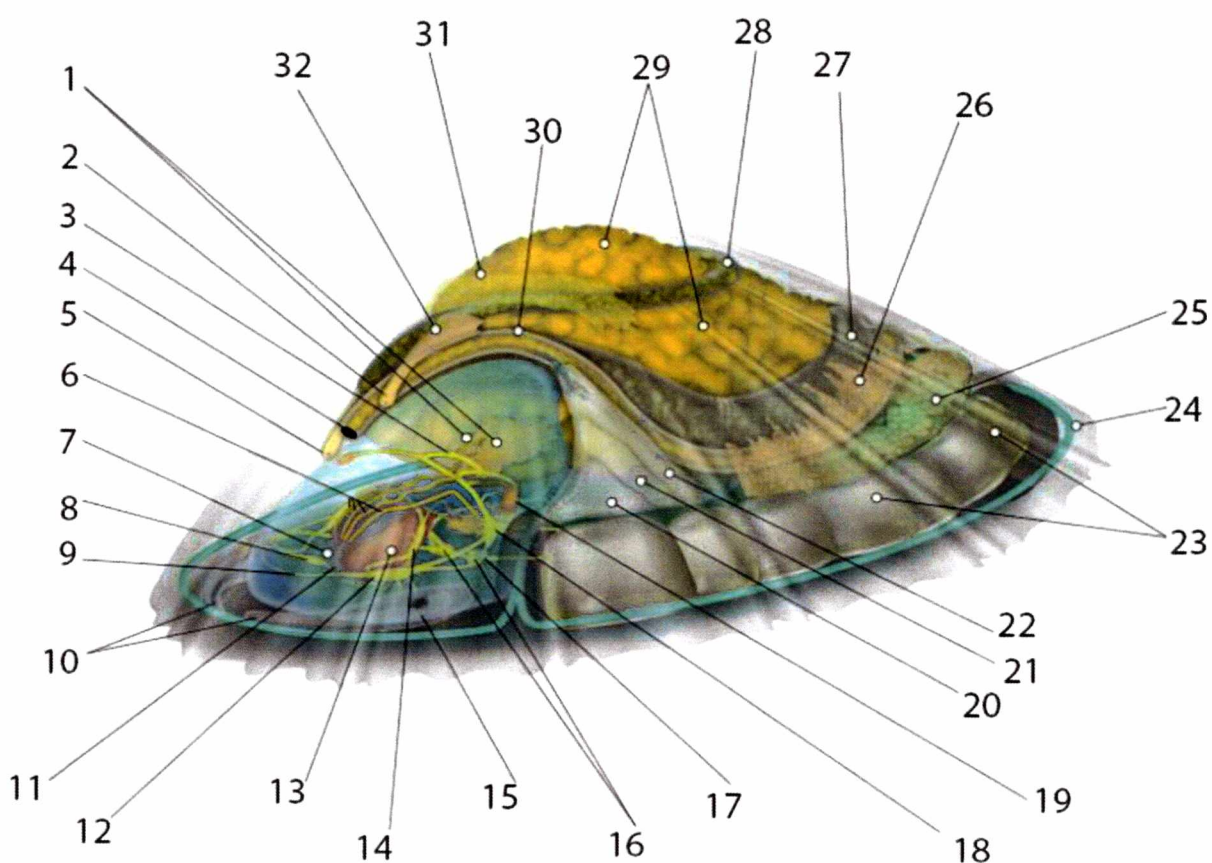
Η τάξη Πατελλογαστρόποδα ανήκει στη τάξη Πεταλλιδών, όπου είναι μονοφυλετικό δηλαδή προέρχονται ένα κοινό πρόγονο. Η εξάπλωση του είδους *Patella caerulea* είναι εκτεταμένη κυρίως στις Μεσογειακές ακτές και έχει μεγάλη προσαρμοστικότητα κυρίως στην μεσοπαραλιακή ζώνη. Ο David R.Lindberg, 1986, πρότεινε ως τάξη τα Πατελλογαστρόποδα, αργότερα συμπεριλήφθηκε στην υποτάξη Eogastropoda (Ponder&Lindber 1996). Το 2005, ο Bouchet & Rocroi έχουν αναφέρει πως τα Πατελλογαστρόποδα ως τάξη και όχι ως υποτάξη. Πραγματοποιήθηκαν φυλογενετικές αναλύσεις πάνω στο είδος *Patella*, είχε παρατηρηθεί διαφοροποίηση μεταξύ των πεταλιδών όπου βρίσκονταν σε δύο διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη(Nakano&Ozawa,2007).

## **1.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά του είδους *Patella caerulea***

Οι πεταλίδες γενικά, χαρακτηρίζονται από ένα μονόθυρο κωνικό κέλυφος. Στο κέλυφός τους περιέχει ένα πόδι που τους εξασφαλίζει την κίνηση. Το κέλυφος καλύπτεται από τον μανδύα που αυτό εκκρίνει. Ο μανδύας καλύπτει επίσης και τα ζωτικά όργανα τους. Η μανδιακή κοιλότητα βρίσκεται στη μπροστινή πλευρά του ζώου,

με αποτέλεσμα της συστροφής του, με τα βράγχια προς από την καρδιά. Καθώς το νερό εισέρχεται από την αριστερή πλευρά των βραγχίων και εξέρχεται από την δεξιά πλευρά των βραγχίων, τα χείλη του μανδύα συχνά προεκτείνονται δημιουργώντας κλειστή κοιλότητα που διαχωρίζει την εισερχόμενη από την εξερχόμενη ροή του νερού. Επίσης, έχει κεφάλι με αισθητήρια όργανα. Υπάρχει μια ειδική γλώσσα ή αλλιώς ειδικό ξύστρο, όπου χρησιμεύει για την επεξεργασία τροφής τους. Το εσωτερικό του κελύφους αποκτά συνήθως έντονες ιριδίζουσες αποχρώσεις.

Στην εικόνα 1.1, παρουσιάζεται η ανατομία των θαλάσσιων προσοβράγχιων γαστερόποδων (De Lisa, Carella, De Vico & Di Cosmo, 2013):



**Εικόνα 1.1 (Οι ενδείξεις σημειώνονται στο πίνακα 1.2)**

Αναλυτικότερη επεξήγηση της Εικόνα 1.1 παρουσιάζεται στο πίνακα 1.2

**Πίνακας 1.2**

1.Σελιογόνοι αδένες	9. Εγκεφαλική περιοχή	17.Αισθητήριος υποδοχέας	25.Γονάδα
2.Αριστερό ραχιαίος λοβός νεφρών	10.Αισθητήρια όργανα	18. Πλευρικό γάγγλιο	26. Σωματική κοιλότητα
3.Σπλαχνικό γάγγλιο	11.Ξύστρο	19.Οσφρητικό όργανο	27.Στόμαχος
4.Έδρα	12.Αριστερό εγκεφαλικό γάγγλιο	20.Καρδιακός λοβός	28.Επιφανειακή θηλή του εντέρου
5.Δεξί νεφρό	13.Οδοντοφόρο	21.Κόλπος της καρδίας	29.Πτετικός αδένας
6.Σιελογόνος αγωγός	14.Αριστερό στοματικό γάγγλιο	22.Βολβοειδής αόρτη	30.Παχύ έντερο
7.Ραχιαίος αγωγός τροφής	15. Μάτι	23.Μύς κελύφους	31.Δεξί ραχιαίος λοβός νεφρών
8.Δεξί γαγγλίο	16.Πεταλικό γάγγλιο	24. Κυκλοφοριακές φλέβες	32.Αριστερό νεφρό

Στο είδος *P.caerulea*, το όστρακο απαντάται μετά από το χείλος των ασβεστοποιημένων στρωμάτων και εμφανίζεται ως μια εύκαμπτη, άχρωμη λωρίδα. Το κέλυφος του έχει σχήμα κωνικό οβάλ, με την κορυφή ελαφρώς μετατοπισμένη προς τα μπρός (Barriuso,1986).

Το ξύστρο (radula), αποτελεί σημαντική δομή σε όλα τα είδη των Γαστερόποδων. Είναι μια κερατίνη που βρίσκεται σχεδόν σε όλα τα Μαλάκια , εκτός των Δίθυρων. Αυτή η δομή διαφοροποιείται ανάλογα με το είδος των Γαστερόποδων. Η



λειτουργία του ξύστρου είναι διπλή, αφενός να ξύνει και αποσπά μικρά τροφικά σωματίδια από της σκληρές επιφάνειες και αφετέρου να χρησιμεύει ως «μεταφορικός μάντας», για να μεταφέρει σωματίδια σε συνεχή ροή προς τον πεπτικό σωλήνα. Το ξύστρο υποστηρίζεται από ένα χόνδρο και καλύπτεται από μια μεμβρανώδη ταινία, πάνω στην οποία βρίσκονται μικροσκοπικά δόντια(denticles) με κατεύθυνση προς τα πίσω. Η ταινία αποτελείται από πρωτεΐνη και χιτίνη. Τα δόντια τα οποία φθείρονται, αντικαθίστανται με την σύνθεση νέων τμημάτων τους όπου χρειάζεται. Στο *P.caerulea*, το ξύστρο αποτελεί ένα ζευγάρι οπίσθιων κοφτερών δοντιών που εδράζουν στη βάση της ραχιαίας χιτινώδους εγκοπής.

### 1.3 Βιολογία του είδους

Η *Patella caerulea* συναντάται πάνω σε βράχους και ως επί το πλείστον στο σκληρό τους υπόστρωμα. Η ανατομία και το σχήμα της πεταλίδας, είναι κατάλληλο για τις ακτές, οι οποίες είναι κατά μήκος τους βραχώδεις και εκτίθενται σε κυματισμούς και άλλους φυσικούς παράγοντες. Επίσης, απαντώνται σε ακτές που απουσιάζουν οι συγκεντρώσεις fucoids. Οι περισσότερες του είδους αποικούν σε βραχώδεις ζώνες. Το κέλυφος είναι ανθεκτικό σε θυελλώδεις συνθήκες και σε εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες (Doneddu & Trainito,2010). Στην τροφική αλυσίδα, ανήκει στους δευτερογενείς παραγωγούς, καθώς τρέφεται από μικροφύκη και οι φυσικοί θηρευτές τους είναι τα πουλιά και οι άνθρωποι.

Οι πεταλίδες της τάξης Πατελλογαστερόποδα (γνωστά ως αληθινές πεταλίδες), έχουν σημαντικό ρόλο στο περιβάλλον ως φυσικά φυτοφάγα. Η βόσκηση, από τις

πεταλίδες είναι βασική διαδικασία στις βραχώδεις ακτές. Καθορίζει όχι μόνο την αφθονία των φυκιών αλλά και την σταθερότητα του οικοσυστήματος (Cartwright et al , 2006), ο κύριος ρόλος του οποίου είναι η δομή και οργάνωση των παράκτιων κοινοτήτων (Moreno & Jaramilla, 1983).

Η αναζήτηση τροφή του είδους γίνεται κυρίως κατά τη διάρκεια της νύχτας. Οι πεταλίδες μπορεί να απομακρυνθούν αρκετά μακριά από τη αρχική "κατοικία" τους κατά τη βόσκησή τους. Έχουν την ικανότητα κατά τη διάρκεια της νύχτας να επιστρέφουν στο αρχικό ενδιαίτημα τους, αφήνοντας το δικό τους αποτύπωμα. Η κατοικία τους είναι μια μικρή σκουρόχρωμη κοιλότητα πάνω σε βραχώδες υπόστρωμα. Οι σκουρόχρωμες κοιλότητες παράγονται από το ξύστρο (*radula*), με αποξεστική δράση, με αυτό τον τρόπο διαμορφώνει το περίγραμμα κελύφους του επάνω στο βραχώδες υπόστρωμα (Doneddu & Trainito, 2010).

Η αναπαραγωγική στρατηγική του είδους, κατατάσσεται στα προσωβράγχια πρωτοαδρικά ερμαφρόδιτα (Lisa et al, 2013). Οι νεαρές προνύμφες είναι εγκλωβισμένες σε ωοειδείς πλαγκτονικές κάψουλες. Η συμπεριφορά και τα στάδια εξέλιξης της προνύμφης δεν είναι ακόμα γνωστά. Είναι πιθανώς όμοια με το κοντινότερο είδος του *P. vulgata*.

Η περίοδος της γέννησης των αυγών, διαφέρει ανάμεσα στα γεωγραφικά πλάτη καθώς είναι συντομότερη στα μικρότερα γεωγραφικά πλάτη απ' ότι στα μεγαλύτερα. Ο ρυθμός της ωοτοκίας σε εύκρατα κλίματα από περιοχές που προέρχονται από συγκριτικά μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη , διαρκεί από τον Σεπτέμβριο μέχρι τον Απρίλιο, με την

αναπαραγωγική περίοδο να κορυφώνεται στα μέσα του χειμώνα (Bacci & Airoidi et al, 1970).

Η αλλαγή του φύλου ποικίλει ανά τα έτη, με περισσότερα αρσενικά αντί τα θηλυκά. Η ωρίμανση των αρσενικών ξεκινάει από το Μάρτιο-Αύγουστο και Απρίλιο-Ιούνιο. Η ωρίμανση για τα θηλυκά αρχίζει από το Μάιο-Ιούλιο και Απρίλη- Ιούλιο. Παρατηρήθηκε, μια δεύτερη αιχμή ωτοκίας το μήνα Ιανουάριο και για τα δύο φύλα. Οι πεταλίδες είναι είδος με μακρόχρονη ωτοκία. Θεωρείται πως παράγοντες που ευνοούν την ωτοκία του είδους είναι η αλατότητα της θάλασσας, οι υψηλές ταχύτητες του ανέμου και οι μεταβολές της θερμοκρασίας (Belkhdja & Jaafoura et al, 2011).

Οι θηλυκές και αρσενικές γονάδες να έχουν χρώμα σκούρο μωβ και κρεμώδης άσπρο, αντίστοιχά. (Espinosa et. al 2006)

Όλα τα θαλάσσια ασπόνδυλα, όπως και οι πεταλίδες, απαντώνται σε δύο μορφότυπους. Ο μορφότυπος κατά τον οποίο η προνύμφη υποστηρίζεται διατροφικά από την λέκιθο ονομάζεται nonfeeding, ενώ ο μορφότυπος κατά τον οποίο η προνύμφη ανευρίσκει εξωτερικές πηγές τροφής, ονομάζεται feeding. Η feeding προνύμφη τρέφεται από το ζωοπλαγκτόν ή το φυτοπλαγκτόν. Οι λεκιθότροφες (nonfeeding) προνύμφες έχουν το ίδιο μέγεθος με το ενήλικο άτομο και η ανάπτυξη που παρουσιάζουν έχει καθιερωθεί να ονομάζεται άμεση. Αντίθετα, οι πελαγικές προνύμφες, είναι σημαντικά μικρότερες από το τελικό μέγεθος που επάγεται της μεταμόρφωσης (Christiansen&Fenchel, 1979). Το μοντέλο αναπαραγωγής που ακολουθεί η πελαγική προνύμφη, χαρακτηρίστηκε ως μεικτή ανάπτυξη (Pechenik,1979).

Οι τροχοφόρες προνύμφες είναι μικροσκοπικές, διαφανείς και λίγο έως πολύ απιοειδείς, φέρνουν μια εμφανής στεφάνη από βλεφαρίδες και μερικές φορές μία ή δύο βοηθητικές στεφάνες. Το σώμα ενός Τροχοφόρου αποτελείται από κεφάλι που φέρει βλεφαριδοφόρο στέμμα, κορμό και οπίσθια ουρά ή πόδι. Καλύπτεται από επιδερμίδιο και δε φέρει βλεφαρίδες εκτός από το στέμμα. Η αναπαραγωγή των Τροχοφόρων, είναι δίοικα, και τα αρσενικά είναι συνήθως μικρότερα από τα θηλυκά, είναι μια γονοχωριστική ομάδα. Η αναπαραγωγή κάποιων Τροχοφόρων είναι παρθενογεντική κατά τις περιόδους του έτους που οι συνθήκες είναι κατάλληλες. Αντιδρώντας, σε ορισμένα ερεθίσματα, τα θηλυκά αρχίζουν να παράγουν απλοειδή αυγά. Αν δεν αναπαραχθούν τα απλοειδή αυγά, τότε θα εκκολάπτουν σε απλοειδή αρσενικά. Τα αρσενικά παρέχουν σπέρμα, για να γονιμοποιήσουν αλλά απλοειδή αυγά, έτσι αναπτύσσονται σε διπλοειδή αυγά διάπαυσης που μπορούν να αντέξουν στις αντιξοότητες του χειμώνα.

Πολλά είδη Τροχοφόρων μπορούν να αντέξουν για πολύ χρόνο σε κατάσταση αφυδάτωσης, κατά την οποία μοιάζουν με κόκκους άμμου. Όταν βρίσκονται σε φάση αφυδάτωσης, τα Τροχοφόρα είναι πολύ ανθεκτικά σε ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες. Με παραδείγματα για κάποια Τροχοφόρα αποξηράνθηκαν και διατηρήθηκαν για 4 χρόνια πριν ανακτήσουν τη δραστηριότητα τους με την προσθήκη νερού, ενώ άλλα είχαν επέξησαν σε θερμοκρασίες μέχρι  $-272\text{ }^{\circ}\text{C}$  πριν επαναδραστηριοποιηθούν. Επομένως, σύμφωνα με παλαιοντολογικές μελέτες που ασχολήθηκαν με τη φυλογένεση των γαστερόποδων απαιτούν δεδομένα διαφορετικά από εκείνα που βασίζονται σε απολιθωμένες τοποθεσίες προσκόλλησης μυών κελύφους ενήλικων (Wanninger & Ruthnstence, 2000).

Η οντογενετική συστροφή, γίνεται κατά κύριο λόγο του χώρου που δημιουργείται στη μανδουακή κοιλότητα, το ευαίσθητο άκρο με το κεφάλι του ζώου που μπορεί να αποσύρει με ασφάλεια το όστρακό του, με το σκληρότερο πόδι να αποτελεί φράγμα προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Η διαδικασία της συστροφής συμβαίνει σε δύο βήματα. Στο πρώτο βήμα, συσπάται ένας ασύμμετρος εισέλκων μυς του ποδιού και έλκει το όστρακο και περικλείει τα σπλάγχνα κατά 90 μοίρες σε σχέση με το κεφάλι. Με αυτή την κίνηση γίνεται φέρνει την έδρα, από την οπίσθια θέση που βρισκόταν στη δεξιά πλευρά του σώματος. Η μανδουακή κοιλότητα αναπτύσσεται στη δεξιά πλευρά του σώματος, κοντά στην έδρα αλλά εξ αρχής είναι ξεχωριστή από αυτήν. Η έδρα και η μανδουακή κοιλότητα μετακινούνται πιο δεξιά, έτσι ώστε η μανδουακή κοιλότητα να αναδιοργανωθεί για να περιβάλει την έδρα. Ο πεπτικός σωλήνας μετακινείται τόσο πλευρικά όσο και ραχιαία, έτσι ώστε η έδρα να βρίσκεται πάνω από το κεφάλι μέσα στην μανδουακή κοιλότητα.

Η συστροφή, είναι μια διαδικασία όπου γίνεται για να διατηρηθεί το ανατομικό στάδιο, κατά το οποίο όστρακο έχει μετακινηθεί στην ενήλικη θέση και η έδρα και η μανδουακή κοιλότητα βρίσκονται στη δεξιά πλευρά του σώματος.

### **1.3.1 Η προνύμφη τύπου veliger**

Ένα χαρακτηριστικό κατάλοιπο προγονικής προέλευσης που διατηρήθηκε στην προνύμφη τύπου veliger, είναι οι βλεφαρίδες. Η λάρβα τύπου veliger χρησιμοποιεί το

όργανο που ονομάζεται velum , προς την κάλυψη των διατροφικών της αναγκών με εναιωρήματα από την ανταλλαγή αερίων, ενώ προάγει και την κολυμβητική ικανότητα τους. Το velum, αποτελεί δύο κροσσωτούς λόβους και η παρουσία του οριοθετεί το μεσοδιάστημα ανάμεσα στην γέννηση του και την εποίκηση του στον βράχο και την υιοθέτηση της ζωής στο σκληρό υπόστρωμα . Έχει περίπλοκη λειτουργία. Τα εναιωρήματα που πνάνονται κατά την καθοδική τους πορεία, παγιδεύονται στην εμπρόσθια βλεφαριδοφόρο ζώνη του στόματος. Η βλεφαριδοφόρος ζώνη δονείται παλμικά προς τα πίσω παράγοντας ένα ρεύμα που ωθεί την λάρβα να κινηθεί προς τα εμπρός, ενώ ταυτόχρονα καταπίνει τα εναιωρήματα που έχουν εγκλωβιστεί στις βλεφαρίδες.

#### **1.4 Γεωγραφική εξάπλωση**

Το είδος *P.caerulea* αποικεί κυρίως στην δυτική Ευρώπη, με την Μεσόγειο θάλασσα να αποτελεί την βασική περιοχή παρουσίας του. Η *P.caerulea* αποκαλείται ως «μεσογειακή πεταλίδα». Έτσι ανευρίσκεται σε μόνιμη βάση σε ακτές της Γαλλίας, Ιταλίας ,Αλβανίας και Ελλάδας.

#### **1.5 Οργάνωση κοινοτήτων στο σκληρό υπόστρωμα**

Για τη Μεσόγειο έχει αναπτυχθεί ένα σύστημα χαρακτηρισμού των βενθικών βιοκοινοτήτων. Αναφέρονται 31 βιοκοινότητες που κατανέμονται στο χώρο ανάλογα με

το υπόστρωμα, το βάθος και τις ειδικές περιβαλλοντικές συνθήκες όπου απαντώνται. Η βιβλιογραφική ανάλυση απαριθμεί 1.171 είδη, τα οποία εκπροσωπούν κατοίκους των βιοκοινοτήτων του σκληρού υποστρώματος στο Αιγαίο Πέλαγος, αποτελώντας ένα 20,9% του συνόλου των ειδών των βενθικών κοινοτήτων της Μεσογείου (Chinitroglou et al., 2005).

Παρόλα αυτά, λόγω των διαφορετικών συνθηκών που επικρατούν στις ελληνικές περιοχές σε σχέση με την ευρύτερη περιοχή περιγραφής τους (Δ. Μεσόγειος ), αλλά κυρίως λόγω της ενυπάρχουσας στις βιοκοινότητες δυναμικής τους φύσης, η αναφορά στο σύστημα αυτό δεν προσφέρει παρά μια γενική περιγραφή. Πολύ σημαντικό είναι ακόμα ότι όταν γίνεται λόγος για τις βιοκοινότητες οργανισμών που κατοικούν στις εκτεθειμένες ακτές, παρόμοιες με του *P.caerulea*, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η κυματική κρούση που ποικίλει από θέση σε θέση. Έτσι η αντιμετώπιση της κυματικής κρούσης είναι ανάγκη να υφίστανται ιδιαίτεροι μηχανισμοί αντιμετώπισης, η ποικιλότητα και ο αριθμός των οργανισμών διαφοροποιείται αισθητά ακόμη και στις βιοκοινότητες του ίδιου υποστρώματος (Castro & Huber, 1999). Η ποιοτική και ποσοτική εκτίμηση των βιοκοινοτήτων, αλλά και η σύγκριση μεταξύ τους μπορεί να αποδώσει την πραγματική εικόνα του περιβάλλοντος των θαλάσσιων βιοκοινοτήτων στον ελλαδικό χώρο που χαρακτηρίζεται από τον πολυσύνθετο τύπο των εδώ ακτογραμμών.

### 1.5.1 Κάθετη επικράτηση και κατανομές

Οι θαλάσσιοι βιολόγοι κατατάσσουν τις κοινότητες των οργανισμών που ανευρίσκονται στις ακτές, αναφορικά με το πώς επηρεάζει ο κυματισμός την θέση όπου αποικούν στην υφαλοκρηπίδα. Από το ανώτερο άκρο της υφαλοκρηπίδας, μέχρι τα κατώτερο, ακολουθεί η εξής διαδοχή ζωνών (Castro & Huber, 1999):

**Ανώτερη διαπαλιρροιακή ζώνη:** Η ζώνη αυτή βρέχεται μόνο κατά την υψηλή παλίρροια . Εδώ συναντώνται οργανισμοί όπως θαλασσιοί ανεμώνες, στρείδια, πεταλίδες, χιτινοειδή, καβούρια, ισόποδα, μύδια, θαλάσσιοι αστερίες και θαλάσσια σαλιγκάρια. Στη Μεσόγειο και γενικότερα σε θαλάσσιες ζώνες που χαρακτηρίζονται από σχετικά χαμηλές ακτές, η ανώτερη διαπαλιρροιακή ζώνη αντιστοιχεί στην υπερπαραλιακή ζώνη , δηλαδή την ζώνη που διατηρείται υγρή από τον σπάσιμο του κυμάτος.

**Μεσαία διαπαλιρροιακή ζώνη(ή μεσοπαραλιακή ζώνη) :** Η ζώνη αυτή αποτελεί μια τυρβώδη περιοχή, που ακολουθεί περιοδικότητα ανάδυσης-κατάδυσης δυο φορές την ημέρα. Η ζώνη εκτείνεται από το ανώτερο όριο της θέσης των στρειδιών , μέχρι το κατώτερο όριο των Φαιοφύκων (Laminariales, Fucoidales). Κοινοί οργανισμοί που συναντώνται στην ζώνη είναι, τα σαλιγκάρια, τα σφουγγάρια , οι θαλάσσιοι αστερίες , τα στρείδια , τα μύδια και τα καβούρια.

**Υποπαραλιακή ζώνη:** Η περιοχή που είναι συνήθως καλυμμένη με το νερό . Ενδέχεται να είναι ακάλυπτη μόνο όταν οι παλίρροια είναι εξαιρετικά χαμηλή . Σε αντίθεση με τις άλλες ζώνες της ακτής, οι οργανισμοί δεν είναι προσαρμοσμένοι σε



μεγάλες περιόδους ξηρότητας ή σε ακραίες θερμοκρασίες. Κοινοί οργανισμοί που καταλαμβάνουν την ζώνη, είναι τα φαιοφύκη, τα καβούρια, τα μύδια, το αγγούρι της θάλασσα, αχινοί, γαρίδες, σαλιγκάρια και πολύχαιτοι.

Παρόλα αυτά, η έννοια της οργάνωσης των κοινοτήτων, ενσωματώνει πολλά περισσότερα από την καταγραφή των συνόλων των οργανισμών που επιβιώνουν στην κυματική κρούση. Η επικράτηση/επιβίωση των οργανισμών, είναι ταυτόχρονα αποτέλεσμα της τροφικής κατάταξης, των πρότυπων κατανομής και αφθονίας των οργανισμών που ανευρίσκονται και της αλληλεπίδρασης αυτών των δυναμικών με τις εκάστοτε βιολογικές και φυσικές διαταραχές. Η ύπαρξη οργανωμένων κοινοτήτων θα πρέπει να επιβεβαιώνει ότι η ανάπτυξη και η ρύθμιση των στοιχείων των πληθυσμών επηρεάζονται σε μια προβλέψιμη βάση από τις φυσικές διαταραχές και τις μεταβολές που επέρχονται στην αφθονία των υπόλοιπων ειδών της βιοκοινότητας (Dayton, 1971).

Οι οργανισμοί της οικολογικής κοινότητας του σκληρού υποστρώματος, ανταγωνίζονται δύο συστατικά των βιοκοινοτήτων: τους διαθέσιμους πόρους τροφής και τον χώρο. Οι διάφορες ποικιλίες των φυκιών θεωρούνται βασικός ρυθμιστικός παράγοντας των κοινοτήτων, μιας και εξαπλώνονται πολύ γρήγορα σε γειτονικά περιβάλλοντα, ενώ η ανάπτυξη τους θεωρείται από πολλούς ερευνητές ως πρωταρχικός μηχανισμός ανάκαμψης μετά από έντονα περιστατικά διατάραξης (Bulleri et al, 2002).

Παρόλα αυτά, η διασπορά και η επέκταση των βοσκητών, όπως είναι η *P.caerulea*, μπορεί να περιορίσει τις κατανομές των φυκιών. Για παράδειγμα υπάρχουν ενδείξεις ότι υψηλές πυκνότητες κοινοτήτων στο σκληρό υπόστρωμα, μπορούν να αποτρέψουν την εξάπλωση μικροφυκών διατομών στα υψηλότερα στρώματα της

οικολογικής ζώνης της μεσοπαραλιακής ζώνης (Underwood, 1980). Η βοσκητική δραστηριότητα σε μικροφύκη, καθαρίζει την κοινότητα από μη παραγωγικές βιομεμβράνες και επιτρέπει την ανάπτυξη νέων (Skon et al., 2010).

Επικρατεί η υπόθεση, ότι υπάρχουν συγκεκριμένα είδη, που αποτελούν τα *keystone species*, και είναι τα μοναδικά που διαμορφώνουν ουσιαστικά την οργάνωση των δομών του σκληρού υποστρώματος (Navarrete & Menge, 1996)

Υπάρχουν παραδείγματα κατά οποία ο ίδιος ο άνθρωπος μπορεί να θεωρηθεί ως *top-predator*, αποσπώντας επιλεκτικά συγκεκριμένους οργανισμούς της βιοκοινότητας. Στην Χιλή, η έντονη «θήρευση» από τον άνθρωπο, εδραιωμένων αιωρηματοφάγων οργανισμών, που είναι ικανοί να «μονοπωλούν» σταθερά τον διαθέσιμο χώρο, τροποποίησε τελείως τις βιοκοινότητες του υποστρώματος, οδηγώντας στην εξάλειψη αυτών των ειδών. Αποτέλεσμα ήταν η κατάληψη του αρχικού χώρου από άλλους εδραιωμένους οργανισμούς (Duran & Castilla, 1989).

Αρκετές τροποποιήσεις μπορούν να προκληθούν από την επέμβαση του ανθρώπου στα θαλάσσια οικοσυστήματα και φαίνεται πως ο άνθρωπος έχει παρέμβει στις μεγαλύτερης κλίμακας μεταβολές της οικολογίας των ειδών. Η υπερθέρμανση του πλανήτη, επιταχύνεται με ραγδαίους ρυθμούς τις τελευταίες δεκαετίες, ενώ οι ίδιοι οι οργανισμοί ανταποκρίνονται σε αυτές τις αλλαγές μεταβάλλοντας την αφθονία τους.

Στο Αιγαίο Πέλαγος υπάρχουν συνολικά 68 είδη που καταλαμβάνουν το σκληρό υπόστρωμα και τα οποία υπόκεινται σε ποικίλες μορφές εκμετάλλευσης, εξασφαλίζοντας σημαντικό οικονομικό κέρδος. Λαμβάνοντας υπόψη τη διαθρωτική πολυπλοκότητα των κοινοτήτων του σκληρού υποστρώματος και την ευαισθησία τους στις διαταραχές είναι

σημαντικό να διατηρηθεί η βιοποικιλότητα αυτών των βιότοπων. (Chintiroglou et al., 2005).

### **1.5.2 Σκοπός της μελέτης**

Σκοπός της μελέτης, είναι να εξετασθεί η οικολογία του θαλάσσιου γαστερόποδου, που έχει επηρεαστεί από τις οικολογικές συνθήκες που επικρατούν στον Παγασητικό Κόλπο. Το εξεταζόμενο είδος ήταν η *P.caerulea*, ένα γαστερόποδο του οποίου η πληθυσμιακή εξάπλωση είναι ευρέως επεκταμένη στην Μεσόγειο. Στη Μεσόγειο ελάχιστες μελέτες πραγματοποιήθηκαν για το είδος *Patella caerulea*. Οι παράγοντες που αναφέρθηκαν, η μελέτη επικεντρώθηκε κυρίως στην οικολογία και στην επίδραση του ανθρώπου, ενώ βασικός σκοπός ήταν η διερεύνηση των πληθυσμιακών χαρακτηριστικών του είδους στον χώρο και χρόνο ως αποτέλεσμα ανθρωπογενούς παρέμβασης στο οικοσύστημα.

## 2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 Σταθμοί και μέθοδοι δειγματοληψίας

Για τον καθορισμό της κατανομής του πληθυσμού, χρειάστηκε η συγκέντρωση αντιπροσωπευτικού δείγματος ενός πληθυσμού κάθε μήνα, 40 δείγματα ανά σταθμό, η συγκέντρωση των δειγμάτων περιλάμβανε την διεξαγωγή της μελέτης στο πεδίο. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την δειγματοληψία, ήταν αυτή της απλής τυχαίας δειγματοληψίας. Βασική αρχή αυτού του τύπου δειγματοληψίας, είναι κάθε στοιχειώδης μονάδα του ενεργού πληθυσμού, να έχει την ίδια πιθανότητα να παρευρεθεί στο πληθυσμό (Κάτος, 1986). Στη μελέτη πεδίου, η τυχαία δειγματοληψία εφαρμόζεται με την ρίψη διαδοχικών πλαισίων με τρόπο που να μην στοχεύεται κάποια συγκεκριμένη μερίδα του πληθυσμού.

Οι δειγματοληπτικές περιοχές ήταν δύο παραλιακοί οικισμοί εκατέρωθεν του Παγασητικού Κόλπου, επιλεγμένες κατάλληλα, ώστε να βρίσκονται σε παρόμοιο γεωγραφικός πλάτος(Εικόνα 2.1). Οι περιοχές αυτές ήταν ο Άγιος Στέφανος και οι Πλάκες που βρίσκονται σε απόσταση 5,38 χλμ. Οι δύο περιοχές διέφεραν αναφορικά με την μορφολογία του εδάφους, καθώς και τον βαθμό κατά τον οποίο η διέλευση τους είναι προσπελάσιμη από τον άνθρωπο.

Η περιοχή Πλάκες (Σταθμός δειγματοληψίας Α), παραλία με σκληρό υπόστρωμα χαρακτηρίζεται από απότομη εδαφική κλίση. Η προσπέλαση δεν είναι το ίδιο αδιάβατη όσο πρωτύτερα , καθώς είναι οργανωμένη παραλία που καλύπτει και εξυπηρετεί τις ανθρώπινες ανάγκες. Η περιοχή Πλάκες έχει λουόμενους καλοκαίρι και χειμώνα, αφού

είναι χώρος συνάντησης των χειμερινών κολυμβητών. Η περιοχή του Άγιου Στεφάνου (Σταθμός δειγματοληψίας Β), χαρακτηρίζεται από ομαλή βαθμιαία κλίση εδάφους. Η θέση της παραλίας του Άγιου Στεφάνου βρίσκεται μακριά από την κατοικήσιμη ζώνη και η διέλευση από το οδόστρωμα στην ακτή δεν είναι εύκολη. Από τα παραπάνω φαίνεται ότι η παρουσία του ανθρώπου είναι εντατικότερη στις Πλάκες, φαινόμενο που διαταράσσει το περιβάλλον ανάπτυξης των βιοκοινοτήτων σε αντίθεση με το άθικτο περιβάλλον που συναντάται στον Άγιο Στέφανο.

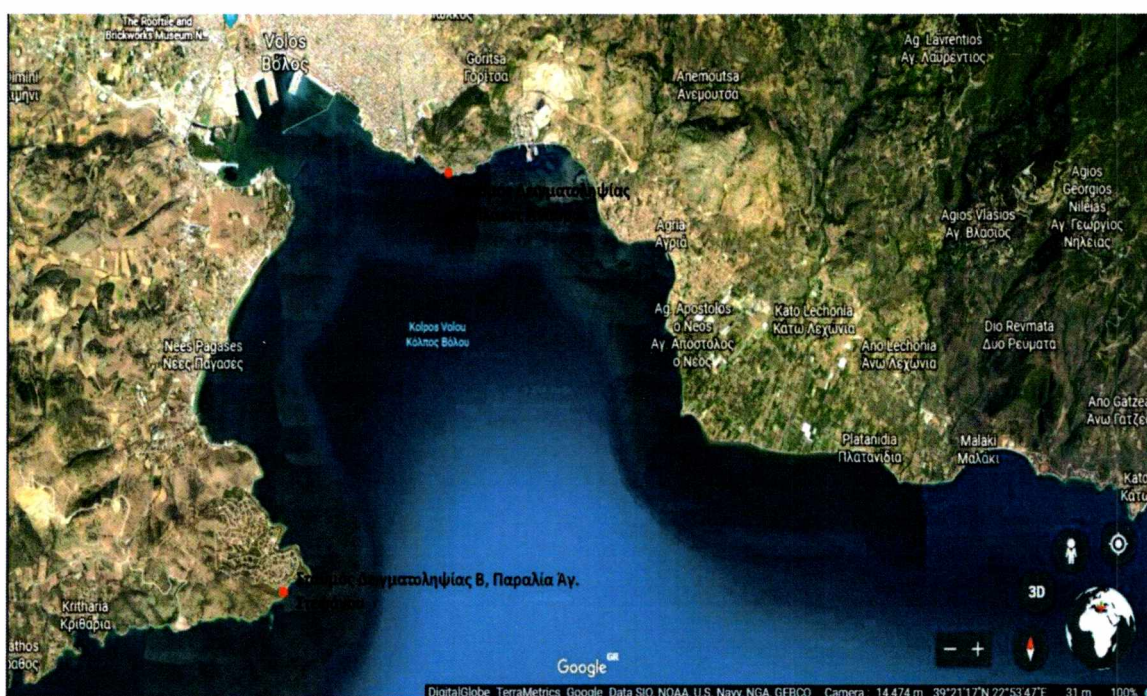


Figure 2.1 Απεικόνιση των σταθμών δειγματοληψίας από δορυφορική λήψη, μέσω του λογισμικού προγράμματος GoogleEarth. Αποτυπώθηκαν ο Σταθμός Δειγματοληψίας Α(περιοχή Πλάκες Αναυρού) και ο σταθμός Δειγματοληψίας Β(περιοχή Άγ. Στεφάνου)

## 2.2 Οι δειγματοληψίες στο πεδίο

Οι δειγματοληψίες εκτελούνται μια φορά τον μήνα και στις δύο περιοχές την ίδια μέρα. Ως δείγματα συγκεντρώνονταν άτομα πεταλίδων του επιλεγμένου προς μελέτη

είδους. Η κατασκευή και ο χειρισμός του πλαισίου δειγματολήπτη, ακολούθησαν τα πρότυπα χειρισμού του Κίτσου (2003) σε μελέτες που αναφέρθηκαν στην ιεραρχία της χωρικής κατανομής των οργανισμών του σκληρού υποστρώματος. Με διαστάσεις 10x10 cm, μέγεθος που θεωρείται ικανοποιητικό για την εκτίμηση της πληθυσμιακής πυκνότητας οργανισμών ανάλογου μεγέθους με τα γαστερόποδα *P.caerulea* στο σκληρό υπόστρωμα.

Από κάθε περιοχή σε κάθε μηνιαία δειγματοληψία συλλέγονταν όλοι οι οργανισμοί που εμπεριέχονται σε δέκα δειγματοληπτικά πλαίσια, έτσι ώστε να φαίνονται οι μεταβολές στην πυκνότητα των πεταλίδων που αφαιρούνται από κάθε πλαίσιο. Μετά την συλλογή, μεταφέρονταν απευθείας στο Εργαστήριο Βενθικών Ασπόνδυλων, του τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, όπου και διατηρήθηκαν σε αιθυλική αλκοόλη 70%.

### **2.3 Επεξεργασία δειγμάτων –Εργαλεία**

Στο δεύτερο σκέλος της μελέτης, μετρήθηκαν τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων 2.2 και του βάρους τους. Τα μεγέθη που υπολογίστηκαν, ήταν :

1. Το ολικό μήκος κελύφους (shell length, L)
2. Το πλάτος κελύφους (shell width W)
3. Ύψος κελύφους (shell height h)
4. Πρόσθιο μήκος κελύφους (front shell length f)
5. Ολικό βάρος (total weight W )
6. Βάρος ποδιού (foot weight Wf)

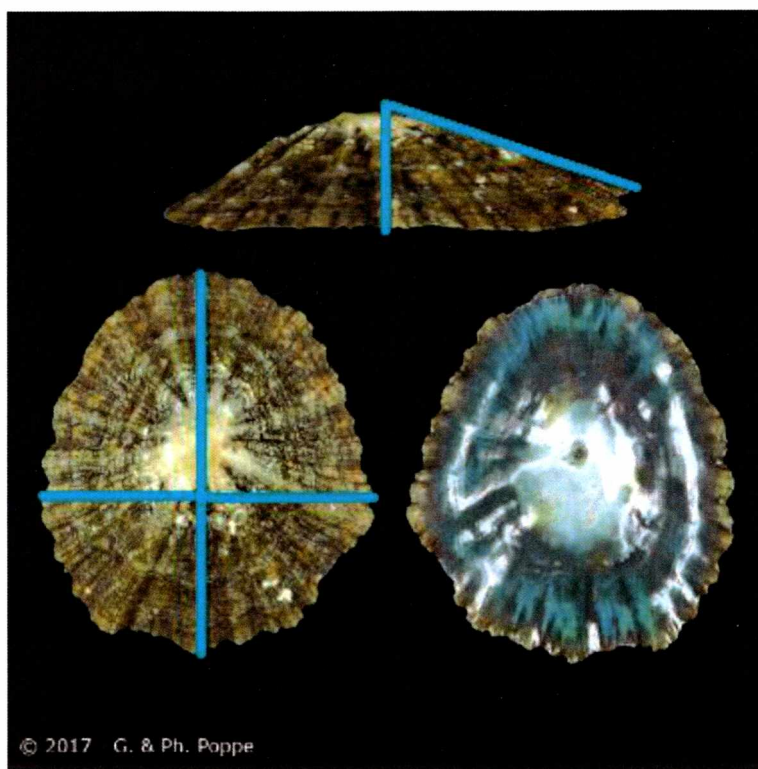


Figure 2.2: Απεικόνιση των διαστάσεων που μετρήθηκαν κατά αρίθμηση. Α. Μήκος κελύφους (L) (shell length) Β. Πλάτος κελύφους (W) (shell width) Γ. Εμπρόσθιο μήκος κελύφους (f) (front shell length) Δ. Ύψος (h) (height)

Οι εκτιμήσεις των μορφομετρικών χαρακτηριστικών εξήχθησαν με εργαλείο παχύμετρο .

Οι μετρήσεις των μεγεθών πραγματοποιήθηκαν με ακρίβεια της τάξεως των 0,1 mm και των 0,0001g αντίστοιχα. Όλα τα δεδομένα των μετρήσεων που αποκτήθηκαν, καταγράφηκαν για την ακόλουθη στατιστική επεξεργασία.

## 2.4 Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έγινε με τη χρήση αναλυτικών στατιστικών προγραμμάτων. Συγκεκριμένα, οι αλλομετρικές συσχετίσεις (συσχετίσεις μεταξύ των μορφομετρικών χαρακτηριστικών) έγιναν με τη χρήση υπολογιστικού φύλλου Excel (Microsoft Office, εκδόσεως 2007). Οι στατιστικές αναλύσεις εύρεσης

ανεξαρτησίας των δειγμάτων, ολοκληρώθηκαν στο στατιστικό πακέτο STATGRAPHICS (έκδοση 16.1.11), με επίπεδο σημαντικότητας για όλες τις δοκιμασίες 95% και το πρόγραμμα SPSS.

#### **2.4.1 Βιομετρικές συσχετίσεις**

Οι αλλομετρικές σχέσεις, εκφράζουν την αύξηση ενός μορφομετρικού χαρακτηριστικού σε συνάρτηση με ένα δεύτερο. Οι μορφομετρικοί χαρακτήρες που συσχετίστηκαν ήταν το ολικό μήκος του κελύφους, με το ολικό πλάτος, το ολικό μήκος του κελύφους με το εμπρόσθιο μήκος κελύφους και το ολικό πλάτος με το εμπρόσθιο μήκος κελύφους. Ως εξίσωση που επιβεβαιώνει την συσχέτιση μεταξύ των μορφομετρικών χαρακτηριστικών, ορίστηκε αυτή της γραμμικής παλινδρόμησης:  $Y=a-bx$ . Η παράμετρος που αξιολογήθηκε για την ένδειξη συσχέτισης μεταξύ δύο μορφομετρικών χαρακτηριστικών, ήταν ο δείκτης  $R^2$ .

#### **2.4.2 Σύγκριση δεδομένων με τη χρήση t-test**

Σύγκριση κανονικών πληθυσμών που απαρτίζουν δύο τυχαία δείγματα, στην περιγραφική στατιστική, γίνεται με την πραγματοποίηση ελέγχου υποθέσεων με την δοκιμή (t-test). Το student's t-test, είναι μια σχετικά απλή εφαρμογή ελέγχου υποθέσεων, της οποίας η χρήση έχει καθιερωθεί στην σύγκριση σχετικά μικρών δειγματικών πληθυσμών με ευκρινείς παρόλα αυτά διακυμάνσεις μεταξύ των πληθυσμών. Η δοκιμή student's t-test, ελέγχει αν οι δειγματικοί μέσοι μεταξύ των δύο περιοχών διαφέρουν



σημαντικά μεταξύ τους. Ανάμεσα στους δειγματικούς μέσους, τα μέτρα που συνυπολογίζονται για την σύγκριση των δύο δειγμάτων, είναι το μέτρο διακύμανσης (variance) , και το μέτρο τυπικής απόκλισης. Τα μέτρα αυτά είναι κατάλληλα είναι για την έκφραση της διασποράς των δειγμάτων, γύρω από τον μέσο (Κουγιουμτζής, 2009).

### **3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ**

#### **3.1 Μελέτη στον χώρο**

Από τον Παγασητικό κόλπο , συγκεντρώθηκαν στο σύνολο 1.040 γαστεροπόδα. Η ζώνη στην οποία φιλοξενούνταν ήταν η μεσοπαραλιακή ζώνη του σκληρού υποστρώματος. Συλλέχθηκαν ισόποσα 520 πεταλίδες από κάθε σταθμό. Η μέση αφθονία του συνόλου των αντιπροσωπευτικών δειγματοληψιών που εξήχθησαν, ανήλθε στις  $64,35 \pm 18,89$  πεταλίδες. Οι συντελεστές κύρτωσης και ασυμμετρίας για την αφθονία του πληθυσμού, ανήλθαν σε 0,5 και 1,4 αντίστοιχα, δηλαδή έπεσαν εντός του περιθωρίου, μη εκδηλώνοντας απόκλιση από την κανονικότητα.

Η αφθονία των γαστεροπόδων του σκληρού υποστρώματος, είναι οικολογικό χαρακτηριστικό που ελέγχεται από την επιτυχή εγκατάσταση του γόνου στο υπόστρωμα και την μετέπειτα επιτυχή υπεκφυγή από τους θηρευτές (Crothers, 2003). Έτσι, μπορεί να ειπωθεί ότι τυχόν αποκλίσεις από την κανονικότητα, οφείλονται τόσο στη θνησιμότητα των πελαγικών προνυμφών, όσο και στην μετέπειτα αποτελεσματική επιβίωση των ενηλίκων από τους θηρευτές.

## **A. Άγιος Στέφανος**

Στον σταθμό δειγματοληψίας του Αγίου Στεφάνου, καταμετρήθηκαν συνολικά 888 άτομα. Τα γαστερόποδα, σε αυτόν τον σταθμό, συλλέγονταν αποκλειστικά από τη μεσοπαραλιακή ζώνη. Το μέσο μήκος των πεταλίδων που συλλέχθηκαν από τον σταθμό αυτόν βρέθηκε στα  $23,47 \pm 5,34$ mm (Πίν. 3.1).

## **B. Πλάκες**

Στον σταθμό δειγματοληψίας στην περιοχή Πλάκες, καταμετρήθηκαν συνολικά 785 γαστερόποδα του είδους *Patella caerulea*. Οι συνευρέσεις των γαστεροπόδων συναντιόνταν αποκλειστικά στην μεσοπαραλιακή ζώνη, εκτός από τις περιπτώσεις όπου η πυκνότητα των αποικιών ήταν αυξημένη και σχηματίζονταν πληθυσμοί στις ρωγμές των βράχων. Τα γαστερόποδα, τα οποία συλλέχθηκαν, είχαν μέσο μήκος  $23,24 \pm 3,36$ mm (Πίν. 3.1).

### **3.1.1 Σύγκριση συνευρέσεων του είδους *P. caerulea*, μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών περιοχών**

Οι συνευρέσεις του είδους *P. caerulea*, διέφεραν ανάμεσα στις δύο περιοχές όσον αφορά την αφθονία του είδους (888 και 785 στον Άγιο Στέφανο και στις Πλάκες, αντίστοιχα) την μέση τιμή του μήκους κελύφους ( $23,47 \pm 5,34$ mm και  $23,24 \pm 3,36$ mm στον Άγιο Στέφανο και στις Πλάκες, αντίστοιχα), του πλάτους κελύφους ( $19,09 \pm 4,80$ mm και  $18,83 \pm 3,02$ mm αντίστοιχα), του ύψους κελύφους ( $6,22 \pm 1,63$ mm και  $5,99 \pm 1,16$ mm αντίστοιχα), του εμπρόσθιου μήκους κελύφους ( $11,20 \pm 3,01$ mm και  $10,91 \pm 1,92$ mm

αντίστοιχα), του βάρους ποδιού ( $0,47\pm 0,35\text{gr}$  και  $0,37\pm 0,17\text{gr}$  αντίστοιχα) και του ολικού βάρους ( $1,38\pm 0,89\text{gr}$  και  $1,24\pm 0,56\text{gr}$  αντίστοιχα). (Πίν. 3.1).

Ο μέσος όρος της αφθονίας του πληθυσμού, για την περιοχή του Αγίου Στεφάνου, βρέθηκε  $68,31\pm 21,34$  (Πίν. 3.3) άτομα ανά μηνιαία δειγματοληψία. Στην περιοχή Πλάκες, ο μέσος όρος κυμάνθηκε στα  $60,38\pm 15,93$  (Πίν. 3.3) άτομα ανά μηνιαία δειγματοληψία. Για την υπολογιζόμενη τιμή t, να ισούται με 1,75, οι μέσοι όροι αφθονίας διαφέρουν σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,05 (Πίν. 3.1).

**Πίνακας 3.1:** Αποτελέσματα σύγκρισης των μέσων όρων της αφθονίας, ανάμεσα στις δειγματοληπτικές περιοχές, με τη χρήση της δοκιμής t.

<b>Σύγκριση μέσων για την αφθονία</b>			
<b>Διάστημα εμπιστοσύνης για την διαφορά των πληθυσμιακών μέσων (<math>\mu_A - \mu_B</math>)</b>	<b>Τιμή t</b>	<b>Τιμή P</b>	<b>Επίπεδο σημαντικότητας</b>
.....	1,752	0,04	0,05

**Πίνακας 3.2:** Μέσες τιμές των μορφομετρικών χαρακτηριστικών.

	<b>Άγιος Στέφανος</b>	<b>Πλάκες</b>
<b>Μήκος κελύφους (mm)</b>	$23,47\pm 5,34$	$23,24\pm 3,36$
<b>Πλάτος κελύφους (mm)</b>	$19,09\pm 4,80$	$18,83\pm 3,02$
<b>Ύψος κελύφους (mm)</b>	$6,22\pm 1,63$	$5,99\pm 1,16$
<b>Εμπρόσθιο μήκος κελύφους (mm)</b>	$11,20\pm 3,01$	$10,91\pm 1,92$
<b>Βάρος ποδιού (gr)</b>	$0,47\pm 0,35$	$0,37\pm 0,17$
<b>Ολικό βάρος (gr)</b>	$1,38\pm 0,89$	$1,24\pm 0,56$

Η μείωση στην αφθονία ενός πληθυσμού, αν αποκλεισθούν οι φυσικοί, αβιοτικοί, παράμετροι, ενδέχεται να οφείλεται στη διατάραξη του περιβάλλοντος. Οι διαταραχές των οικοσυστημάτων του σκληρού υποστρώματος από τον άνθρωπο, έχουν μελετηθεί εκτενώς και είναι πλέον αποδεκτό, ότι η εκμετάλλευση συγκεκριμένων οργανισμών όπως και η διαρκής επέμβαση του ανθρώπου στο φυσικό περιβάλλον, μπορούν να μεταβάλουν την αφθονία των οργανισμών (Lindberg et al, 1998). Η αυξημένη αφθονία που επικρατεί στον Άγιο Στέφανο, έναντι αυτής της περιοχής δειγματοληψίας Πλάκες, μπορεί να αποδοθεί στην εντατική παρουσία του ανθρώπου στις Πλάκες, κυρίως κατά τους θερινούς μήνες. Παρόλα αυτά, επειδή τα είδη διαφέρουν σημαντικά ως προς τον βαθμό που συνεισφέρουν στην συνολική δομή μιας βιοκοινότητας, ο αντίκτυπος των διαταραχών μπορεί να αξιολογηθεί από τη μελέτη των key species.

Ο μέσος όρος του μήκους του κελύφους, στην περιοχή του Αγίου Στεφάνου, ανήλθε στα  $23,47 \pm 5,34$ mm. Η αντίστοιχη τιμή για την περιοχή δειγματοληψίας Πλάκες, κυμάνθηκε στα  $23,24 \pm 3,36$ mm.

Η σύγκριση των μέσων όρων του μήκους του κελύφους με τη δοκιμή t, έδειξε ότι οι δύο πληθυσμοί διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ανάμεσα στις δύο περιοχές, ως προς το μήκος του κελύφους. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας στο οποίο αξιολογήθηκε η τιμή t, ήταν 0,05 και η υπολογισμένη τιμή t ήταν -0,81.

Το μέσο πλάτος του κελύφους για την περιοχή του Αγίου Στεφάνου, εκτιμήθηκε στα  $19,09 \pm 4,80$ mm. Στην περιοχή δειγματοληψίας Πλάκες, το μέσο πλάτος του κελύφους, κυμάνθηκε αρκετά κοντά με αυτό των πεταλίδων που συγκεντρώθηκαν από την περιοχή του Αγίου Στεφάνου. Ανήλθε στα  $18,83 \pm 3,02$ mm.

Το t-test, φανέρωσε ότι οι πληθυσμοί των δύο περιοχών δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά ως προς το πλάτος του κελύφους, για τιμή  $t=-1,06$  και τιμή  $P<0,144$ .

Ο μέσος όρος του πρόσθιου μήκους κελύφους στην περιοχή του Αγίου Στεφάνου, κυμάνθηκε στα  $11,20\pm 3,01$ mm. Στην περιοχή Πλάκες, ο μέσος όρος του πρόσθιου μήκους κελύφους, ανήλθε στα  $10,91\pm 1,92$ mm. Με την τιμή  $t$  να ισούται με  $-1,86$  και την τιμή  $P <0,03$ , η δοκιμή  $t$ , φανέρωσε ότι οι πληθυσμοί των περιοχών διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ως προς το πρόσθιο μήκος κελύφους.

Ο μέσος όρος του βάρους ποδιού, στην περιοχή του Αγίου Στεφάνου, ανήλθε στα  $0,47\pm 0,31$ gr. Η αντίστοιχη μέση τιμή στην περιοχή Πλάκες, ανήλθε στα  $0,37\pm 0,17$ gr. Η δοκιμή  $t$ , υπέδειξε ότι οι πληθυσμοί των δύο δειγματοληπτικών περιοχών, δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ως προς το βάρος ποδιού τους.

Ο μέσος όρος του ολικού βάρους, στην περιοχή του Αγίου Στεφάνου, ανήλθε στα  $1,38\pm 0,89$ gr. Η αντίστοιχη μέση τιμή στην περιοχή Πλάκες, ανήλθε στα  $1,24\pm 0,56$ gr. Η δοκιμή  $t$ , υπέδειξε ότι οι πληθυσμοί των δύο δειγματοληπτικών περιοχών, διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ως προς το ολικό τους βάρος.

## 3.2. Μελέτη στον χρόνο

### 3.2.1. Αφθονία πληθυσμού

Πίνακας 3.3: Μηνιαία αφθονία του πληθυσμού του είδους *P. caerulea*, ανά σταθμό δειγματοληψίας.

Μήνες	Άγιος Στέφανος	Πλάκες
Απρίλιος ('16)	67	51
Μάιος ('16)	108	90
Ιούνιος ('16)	54	60
Ιούλιος ('16)	53	66
Αύγουστος ('16)	86	63
Σεπτέμβριος ('16)	67	82
Οκτώβριος ('16)	92	58
Νοέμβριος ('16)	34	35
Δεκέμβριος ('16)	80	77
Ιανουάριος ('17)	78	60
Φεβρουάριος ('17)	62	38
Μάρτιος ('17)	35	56
Απρίλιος ('17)	72	49
Μέση τιμή	68,31±21,34	60,38±15,93

Από τον Πίνακα 3.3 φαίνεται ότι στον σταθμό δειγματοληψίας Πλάκες, η αφθονία υπερτερούσε για τους περισσότερους μήνες σε σχέση με τον σταθμό

δειγματοληψίας του Αγίου Στεφάνου. Πιο αναλυτικά, στην περιοχή του Αγίου Στεφάνου, η αφθονία ήταν πάνω από τη μέση τιμή ( $>61,62 \pm 14,56$ ) για τους μήνες Αύγουστο, Δεκέμβριο και Φεβρουάριο και μειώνεται τους μήνες Απρίλιο και Μάρτιο.

Έχει παρατηρηθεί ότι σε περιόδους με διαρκή περιστατικά κατακρημνίσεων, τα ζώα που καταλαμβάνουν τις πισίνες του σκληρού υποστρώματος, διογκώνονται από την έγχυση γλυκού νερού στον οργανισμό τους, με αποτέλεσμα να μην υπερκαλύπτονται από το κέλυφός τους. Η υποβολή σε τέτοιου είδους φυσικό στρες, μπορεί να προκαλέσει μεγάλα ποσοστά θνησιμότητας (Warren, 1985). Ενδεχομένως, η απότομη μείωση στην αφθονία κατά τον Απρίλιο και Μάρτιο, να προέρχεται από παρόμοια φαινόμενα στις περιοχές την περίοδο Οκτωβρίου – Νοεμβρίου, μιας και οι κατακρημνίσεις τότε ήταν συχνές.

Έπειτα η αφθονία άρχισε να αυξάνεται πάλι, φανερώνοντας την μέγιστη τιμή της τον μήνα Αύγουστο (108 άτομα). Για τους ανοιξιιάτικους μήνες Απρίλιο και Μάρτιο, η αφθονία σημειώθηκε αρκετά χαμηλότερα από την μέση τιμή. Το ενδεχόμενο της αύξησης της αφθονίας από την προσθήκη των νεαρών ατόμων, κατά τον μήνα Αύγουστο, χρειάζεται περαιτέρω ανάλυση. Κατά το φθινόπωρο σημειώνεται και πάλι χαμηλή αφθονία ενώ τον χειμώνα, ιδιαίτερα τους μήνες Δεκέμβριο και Φεβρουάριο, η αφθονία ήταν ενδεικτικά υψηλή.

Η μέση αφθονία στην περιοχή δειγματοληψίας Πλάκες, ανέρχεται στα  $60,38 \pm 15,93$  άτομα (Πίν. 3.3). Τον Ιούνιο εκτιμήθηκε μεγάλη αφθονία, ενώ από τον Δεκέμβριο μέχρι τον Απρίλιο, ήταν σε αρκετά χαμηλότερες της μέσης, τιμές. Τον Μάιο σημειώθηκε η μέγιστη τιμή (90 άτομα), που πιθανότατα οφείλεται στην άνθιση της τροφής της πεταλίδας, τα μικροφύκη. Παρατηρείται μια γενικότερη αύξηση των

πληθυσμών, και στους δύο σταθμούς, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες κάτι που υπό φυσιολογικές συνθήκες δεν θα μας προκαλούσε ιδιαίτερη έκπληξη καθώς λόγω της ξηρασίας της εποχής παρατηρούνται τα μεγαλύτερα ποσοστά φυσικής θνησιμότητας για πολλούς οργανισμούς που διαβιούν στην οικολογική κοινότητα της μεσοπαραλιακής ζώνης, (Warren 1985, Chow 1989). Στη συγκεκριμένη περίπτωση όμως έχουμε να κάνουμε με συνθήκες άμεσα επηρεαζόμενες από τον άνθρωπο και έτσι αποκλίνουμε του φυσιολογικού.

Η απότομη αύξηση της αφθονίας που παρουσιάστηκε στον Άγιο Στέφανο τον Αύγουστο, στις Πλάκες εμφανίζεται έναν μήνα αργότερα, τον Σεπτέμβριο, γεγονός που ενδεχομένως προϋδεάζει την μεταγενέστερη εγκατάσταση νεαρών ατόμων στις Πλάκες. Κατά τον Οκτώβριο και τον Νοέμβριο, ο πληθυσμός μειώνεται ξαφνικά, πιθανότατα λόγω βροχοπτώσεων.

Ο πληθυσμός των ατόμων της περιοχής του Αγίου Στεφάνου, προκύπτει στο σύνολο συγκριτικά μεγαλύτερος από τον πληθυσμό των ατόμων της περιοχής δειγματοληψίας Πλάκες. Υπάρχει ένα σημαντικό ενδεχόμενο, να έχει διαταραχθεί ο πληθυσμός από την εντατική παρουσία του ανθρώπου τους καλοκαιρινούς μήνες. Όταν η επέμβαση του ανθρώπου στο φυσικό περιβάλλον των κοινοτήτων του σκληρού υποστρώματος, γίνεται με σταθερό ρυθμό και ανά τακτά χρονικά διαστήματα, έχει δειχθεί να επηρεάζει τους πληθυσμούς με ποικίλους τρόπους. Μετά από χρόνια ανθρώπινη παρουσία η υποβάθμιση του περιβάλλοντος γίνεται αισθητή, ενώ έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να μειώσει την επιτυχία της ωοτοκίας στις πεταλίδες, με αποτέλεσμα τη βραχυπρόθεσμη μείωση της αφθονίας (Lindberg et al., 1998).



Παρόλα αυτά, η αφθονία των γαστεροπόδων έχει δείξει σε πολλές περιπτώσεις να επηρεάζεται θετικά από την εντατική παρουσία του ανθρώπου. Στο ασβεστολιθικό υπόστρωμα του Mornington Peninsula National Park, η έντονη παρουσία του ανθρώπου στο φυσικό περιβάλλον μείωσε την αφθονία των κοραλλιογενών υφάλων. Εδραία φαιοφύκη, δημιουργούν ένα σταθερό καταφύγιο για πολλά από τα γαστερόποδα του σκληρού υποστρώματος και η μείωση τους μπορεί να προκαλέσει την άμεση μείωση και των συγκεκριμένων γαστερόποδων. Στην περίπτωση όμως των γαστεροπόδων που τρέφονται αποκλειστικά στα γυμνά από φύκια βράχια, ένας ενδεχόμενος περιορισμός του πληθυσμού των φυκιών, μπορεί να έχει ως έμμεσο αποτέλεσμα την αύξηση της αφθονίας των γαστερόποδων αυτών, λόγω της δυνατότητας που τους παρέχεται να διευρύνουν την εξάπλωσή τους (Keough & Quinn, 1998). Πέραν από την κίνηση του ανθρώπου, ένας ακόμα παρεμβατικός παράγοντας στις συννευρέσεις των φυκών, που απορρέει από την έντονη παρουσία του ανθρώπου, είναι η δημιουργία αποθέσεων ιζημάτων στο υπόστρωμα. Οι αποθέσεις μπορούν να καταπνίξουν τις συννευρέσεις των μικροφυκών προκαλώντας παρόμοιας μορφής διατάραξη με την κίνηση του ανθρώπου (Airoldi & Cinelli, 1997).

Τα αποτελέσματα στην συνολική δομή των κοινοτήτων μπορεί να ποικίλουν και εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την διαδοχή των τροφικών σχέσεων των κοινοτήτων, τα μορφολογικά χαρακτηριστικά και τα χαρακτηριστικά του κύκλου ζωής των σημαντικών οργανισμών που απαρτίζουν αυτές τις σχέσεις. Όμως, αυτό που θα πρέπει να τονισθεί, είναι ότι οι ανθρωπογενείς πιέσεις, επισκιάζουν το στρες που προκαλείται από τους φυσικούς, περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως οι κατακρημνίσεις (Crowe et al., 2000). Η ύπαρξη λιγότερων ατόμων σε μία περιοχή όπου είναι λιγότερο εκτεθειμένη

στην δράση των κυμάτων, ενισχύει την παραδοχή της ισχυρής επίδρασης της ανθρώπινης κινητικότητας στην μείωση των διαθέσιμων τροφικών πόρων

**Πίνακας 3.4:** Μέσες τιμές της πυκνότητας των πεταλίδων αντιπροσωπευτικού δείγματος (10 cm<sup>2</sup>), με την τυπική απόκλιση όπως πάρθηκαν για κάθε περιοχή και ανά μήνα.

Μήνες	Άγιος Στέφανος	Πλάκες
Απρίλιος	12,43 ± 3,70	5,80 ± 1,08
Μάιος	25,20 ± 14,72	14,30 ± 4,31
Ιούνιος	7,14 ± 2,49	9,21 ± 2,03
Ιούλιος	8,32 ± 4,42	1,99 ± 9,70
Αύγουστος	15,62 ± 4,66	8,28 ± 3,12
Σεπτέμβριος	9,91 ± 3,18	13,31 ± 10,02
Οκτώβριος	24,66 ± 7,38	7,98 ± 4,03
Νοέμβριος	5,42 ± 4,17	4,76 ± 1,93
Δεκέμβριος	12,17 ± 6,61	9,62 ± 5,11
Ιανουάριος	9,30 ± 7,49	6,22 ± 4,57
Φεβρουάριος	10,80 ± 6,65	6,30 ± 1,09
Μάρτιος	6,55 ± 2,18	9,15 ± 5,18
Απρίλιος	11,66 ± 7,27	6,31 ± 2,22

Η πυκνότητα ενός πληθυσμού ανά δειγματοληπτικό πλαίσιο, μπορεί να εξάγει συμπεράσματα σχετικά με τη συμπεριφορά των ειδών αλλά και την οικολογία τους. Πολλά από τα θαλάσσια γαστερόποδα, συνηθίζουν να συγκεντρώνονται στο φυσικό τους

περιβάλλον, καταλαμβάνοντας σημαντικές πυκνότητες. Οι λάρβες των θαλάσσιων γαστερόποδων του είδους *Strombus gigas*, δέχονται ερεθίσματα από συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του υποστρώματος στο οποίο θα εγκατασταθούν, καταλαμβάνοντας αποκλειστικά κάποιους τύπους ενδιαιτήματος, αποκτώντας έτσι ισχυρές πυκνότητες. Η πιθανότητα να δεχθεί κάποιο κοχύλι, επίθεση από τους θηρευτές – καβούρια, φανερώνεται να μειώνεται όσο η πυκνότητα του πληθυσμού τους αυξάνεται (Ray-Culp et al., 1999). Η *Littorina littorea*, τείνει να μετακινείται προς την περιοχή όπου η πυκνότητα του είδους της είναι αυξημένη ενώ παράλληλα ο διασκορπισμός της παρατηρείται να είναι εντονότερος όταν βρίσκεται σε περιοχές με χαμηλή φυσική πυκνότητα σε σχέση με αυτόν που παρατηρείται όταν βρίσκεται σε περιοχές μεγαλύτερης φυσικής πυκνότητας (Rajasekharan & Crowe, 2007). Ωστόσο οι Ray – Culp et al. (1999) πρότειναν ότι οι ίδιοι λόγοι που ωθούν τα γαστερόποδα να συγκεντρωθούν σε ένα συγκεκριμένο υπόστρωμα, είναι αυτοί που μπορούν να ωθήσουν και τους θηρευτές τους να διασκορπιστούν με αυτό το μοτίβο. Επιπρόσθετα, οι θηρευτές μπορεί να προσελκυστούν στο περιβάλλον, κατά τις περιόδους αναπαραγωγής των γαστερόποδων, λόγω της αφθονίας των οργανισμών που προτιμάνε ως τροφή. Έτσι, διαπιστώνεται ότι οι μεγάλες πυκνότητες των πληθυσμών ευνοούν την επιβίωση των οργανισμών, μόνο στην περίπτωση που δεν προσελκυσθούν οι θηρευτές από την παρουσία τους.

Όπως προαναφέρθηκε, η πυκνότητα ενός πληθυσμού στο φυσικό του περιβάλλον, εξαρτάται από την διαθεσιμότητα της τροφής και από άλλους φυσικούς παράγοντες.

Η αφθονία των πεταλίδων, όπως και η πυκνότητα που διατηρούν αναμένεται να ακολουθεί το εποχικό πρότυπο της αφθονίας των μικροφυκών (βασική πηγή τροφής της *P. caerulea*), η οποία είναι και μεγαλύτερη κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι

(Underwood & Jernakoff, 1981). Η αναζήτηση τροφής προς τις κατώτερες οικολογικές ζώνες, όπου και πρωτοεμφανίζονται τα φύκια, ήταν διακριτές και στο πεδίο μελέτης, καθώς για τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο, οι πεταλίδες βρέθηκαν κατά πλειοψηφία προς την άμπωτη. Τα αποτελέσματα της πυκνότητας, επαληθεύουν εν' μέρη αυτήν τη διατύπωση, καθώς παρατηρείται η μέγιστη μέση πυκνότητα και στις δύο περιοχές τον μήνα Μάιο. Στην περιοχή του Αγίου Στεφάνου, η μέση πυκνότητα διατηρείται επίσης σε υψηλά επίπεδα κατά τους μήνες Αύγουστο και Απρίλιο. Στον σταθμό δειγματοληψίας της περιοχής Πλάκες, η μέση πυκνότητα φαίνεται να παραμένει σε κανονικά επίπεδα, συγκριτικά με αυτά που παρουσιάζονται κατά την υπόλοιπη διάρκεια του έτους.

Όλα τα παραλιακά γαστερόποδα, εμφανίζουν συγκεκριμένα πρότυπα δραστηριότητας, σε σχέση με την παλίρροια και την ώρα της μέρας (Crowe, 1996). Για παράδειγμα, ο πληθυσμός της *P. caerulea* μπορεί να ανθίσει μόνο όταν τα άτομα είναι τελείως βυθισμένα και στις περιόδους ωοτοκίας, ακολουθεί καθοδική μετακίνηση προς τις κατώτερες οικολογικές ζώνες του σκληρού υποστρώματος. Επομένως, η επίδραση του κυματισμού, μπορεί να θεωρηθεί επίσης βασικός παράγοντας ερμηνείας της πυκνότητας.

Αν και η περίοδος ωοτοκίας μπορεί να ξεκινήσει από την Άνοιξη και να διατηρήσει τον δεκαπενθήμερο ρυθμό της παλίρροιας, στα εύκρατα κλίματα καταλαμβάνει το χρονικό διάστημα από τον Ιούνιο έως τον Σεπτέμβριο (Fernández et al., 2015). Σε αυτό το εποχικό πλαίσιο, υψηλές πυκνότητες παρατηρήθηκαν στον Άγιο Στέφανο τον μήνα Αύγουστο ( $15,62 \pm 4,66$  άτομα), ενώ στην περιοχή Πλάκες, τον μήνα Σεπτέμβριο ( $13,31 \pm 10,02$  άτομα). Σε αυτό το σημείο, αξιοσημείωτη είναι η σύγκριση των πυκνοτήτων των δύο περιοχών για τους καλοκαιρινούς μήνες. Παρότι η αφθονία των

πεταλίδων ήταν μεγαλύτερη για όλους τους μήνες στην περιοχή του Αγίου Στεφάνου, οι μέσες πυκνότητες για τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο, είναι πολύ κοντινές μεταξύ τους στην μία περίπτωση (Ιούνιο), ενώ στην δεύτερη περίπτωση ξεπερνάει η πυκνότητα της περιοχής δειγματοληψίας Πλάκες αυτήν του Αγίου Στεφάνου (Ιούλιος). Ένας επιβραδυντικός παράγοντας ως προς την επιβίωση του είδους που επικρατεί εκείνη την εποχή, είναι η ξηρασία. Όταν το υπόστρωμα αρχίζει να στεγνώνει, οι πεταλίδες σταματούν να διασπείρονται αναζητώντας τροφή. Τότε, αποσύρονται στα κελύφη τους και ο μόνος τρόπος να παραμείνουν προσκολλημένα στην επιφάνεια του υποστρώματος, είναι να προσκολληθούν στεγανά στην επιφάνεια, μην επιτρέποντας σε τίποτα να περάσει μέσα στο κέλυφός τους. Στο μικροπεριβάλλον της περιοχής δειγματοληψίας Πλάκες, η περιοχή μελέτης χαρακτηριζόταν από περισσότερες σχισμές, που χρησιμοποιούνται από τις πεταλίδες για να προστατευτούν από την ξηρασία. Έτσι, τα συγκριτικά μεγαλύτερα νούμερα της πυκνότητας, σε μια περίοδο που δεν το ευνοεί, μπορεί να ερμηνευτούν από τις καλύτερες συνθήκες επιβίωσης στην περιοχή δειγματοληψίας Πλάκες.

### 3.2.2. Μορφομετρικά χαρακτηριστικά

Τα Γαστερόποδα του είδους *P. caerulea* απαντήθηκαν αποκλειστικά στην μεσοπαραλιακή ζώνη, τόσο στην περιοχή δειγματοληψίας Πλάκες όσο και στην περιοχή του Αγίου Στεφάνου. Έντονη μεταναστευτική τάση παρατηρήθηκε κατά τους μήνες Μάιο και Ιούνιο και στις δύο περιοχές, προς τη θάλασσα. Το πιθανότερο είναι αυτή η καθοδική μετακίνηση να είναι αποτέλεσμα της μεγάλης διαθεσιμότητας σε μικροφύκη που επικρατεί εκείνη την εποχή, εξαιτίας της άνθισης του φυτοπλαγκτόν. Η *P. caerulea* προβαίνει σε μικρές μεταναστεύσεις, σε συγκεκριμένα διαστήματα του έτους, που δεν σχετίζονται πάντα με αλλαγές στον κύκλο της παλίρροιας, αν και προτείνεται η επιρροή του κυματισμού, σε πολλούς οργανισμούς που καταλαμβάνουν τις ίδιες βιοκοινότητες (Underwood et al., 1972). Οι Espinosa et al. (2006), μεταφέροντας πληθυσμούς συγγενικού είδους - της *Patella ferruginea* - από περιοχές μικρότερης πληθυσμιακής πυκνότητας σε περιοχές μεγαλύτερης πληθυσμιακής πυκνότητας, έδειξαν ότι οι ενδογενείς παράγοντες καταβάλουν ένα πολύ μεγαλύτερο μέρος επίδρασης στην διασπορά και κατ' επέκταση στην μετακίνηση του είδους, απ' ότι οι εξωγενείς παράγοντες, όπως ο κυματισμός.

**Πίνακας 3.5:** Συγκεντρωτικός πίνακας με τις υπολογισθέντες τιμές των μέτρων της περιγραφικής στατιστικής και η μέγιστη και ελάχιστη μέτρηση του μήκους του κελύφους της *Patella caerulea*. Οι μετρήσεις αποδίδονται για κάθε δειγματοληπτική περιοχή και ανά μήνα.

Μήνας	Άγιος Στέφανος			Πλάκες		
	Μέση τιμή ± τυπική απόκλιση (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)	Μέση τιμή ± τυπική απόκλιση (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)
Απρίλιος	24,71±4,47	35,19	16,26	23,17±2,61	25,81	16,46
Μάιος	30,22±3,93	40,58	24,06	24,39±3,18	30,99	17,66
Ιούνιος	27,43±5,65	45,08	16,27	25,10±2,84	32,02	18,60
Ιούλιος	26,74±3,83	38,37	21,42	23,51±3,32	34,06	15,27
Αύγουστος	20,74±2,80	24,65	15,64	23,33±3,30	30,78	16,14
Σεπτέμβριος	25,12±6,19	40,16	16,97	22,14±2,97	27,45	16,47
Οκτώβριος	20,90±3,99	33,11	13,41	21,42±2,65	30,12	15,71
Νοέμβριος	18,25±3,19	24,65	12,71	22,13±3,54	28,97	12,07
Δεκέμβριος	20,61±3,36	29,48	15,02	24,46±3,24	33,95	15,74
Ιανουάριος	18,51±3,25	30,26	10,23	23,30±3,91	30,41	9,31
Φεβρουάριος	23,63±3,40	32,29	17,65	22,10±2,25	26,03	17,53
Μάρτιος	24,10±4,92	34,09	17,25	25,31±3,51	34,69	19,29
Απρίλιος	24,29±3,50	32,20	18,07	21,80±3,38	29,67	14,50

Με δεδομένο ότι η μέση τιμή του μήκους του κελύφους, για τον σταθμό δειγματοληψίας Άγιο Στέφανο, ανήλθε στα  $23,47 \pm 5,34 \text{mm}$ , συμπεραίνεται ότι υπήρχαν διακυμάνσεις στην ανάπτυξη του συνόλου του πληθυσμού κατά τη διάρκεια του χρόνου δειγματοληψίας. Παρατηρείται μία απότομη ανάπτυξη τον μήνα Μάιο και μείωση τους μήνες Νοέμβριο και Ιανουάριο. Στον σταθμό Πλάκες παρατηρείται μια πιο σταθερή πορεία καθ' όλους τους μήνες έχοντας μία μέση τιμή του μήκους κελύφους στα  $23,24 \pm 3,36 \text{mm}$ .

Σύμφωνα με τους (Bacci & Sella, 1970), κατά τους χειμερινούς μήνες, από τον Νοέμβριο έως τον Ιανουάριο, είναι πιθανή περίοδος αναπαραγωγής της *P. caerulea*. Προβλεπόμενη θα ήταν η μείωση του μέσου όρου στο μήκος των γαστερόποδων ένα μήνα μετά, καθώς μετά την εκκόλαψη οι νεαρές πεταλίδες βρίσκονται στο στάδιο της λάρβας και περιφέρονται ελεύθερες στο νερό έως ότου να ωριμάσουν και να προσκολληθούν στο υπόστρωμα της μεσοπαραλιακής ζώνης. Τα άτομα σε αυτό το στάδιο δεν εκλαμβάνονται ως προσλήψεις κατά την καταμέτρηση. Τα χρονικά διαστήματα, που δόθηκαν από τους (Bacci & Sella, 1970), επαληθεύονται μονομερώς από τα αποτελέσματα διακύμανσης του μήκους καθώς κατά τους χειμερινούς μήνες παρατηρούμε και στους δύο σταθμούς δειγματοληψίας μείωση του μέσου όρου του μήκους κελύφους.

Μια μικρή απόκλιση του μήνα Δεκεμβρίου από το σύνολο των μέσων, για την περιοχή Πλάκες, μπορεί να αποδοθεί και στην επίδραση του κυματισμού. Παρόλο που η επίδραση του κυματισμού έχει δείξει ότι παίζει μικρό ρόλο στην διαμόρφωση των βιοκοινοτήτων, στην προκειμένη περίπτωση, μπορεί να θεωρηθεί ικανοποιητικός παράγοντας ρύθμισης μικρών μεταβολών που μπορεί να συμβαίνουν στις δομές των



κοινοτήτων. Δηλαδή, θέτοντας ως δεδομένο ότι η περιοχή δειγματοληψίας Πλάκες χαρακτηριζόταν από σχισμές, ιδανικές για την προστασία των πεταλίδων από τον κυματισμό, τα νεαρά άτομα είχαν μεγαλύτερη πιθανότητα να προστατευθούν από το φαινόμενο. Αντιθέτως, στην περιοχή του Αγίου Στεφάνου, η πιθανότητα να αποκολληθούν τα νεαρά άτομα, υπερτερούσε, με αποτέλεσμα να απομένουν τα άτομα με μεγαλύτερο μήκος κελύφους, τα οποία είναι και ανθεκτικότερα στην ένταση του κυματισμού.

Στην συνολική διαφοροποίηση που παρουσιάζουν τα δύο διαφορετικά μικρόπεριβάλλοντα μπορούν να αποδοθούν οι εντονότερες αποκλίσεις που παρουσιάζει η περιοχή δειγματοληψίας Πλάκες ως προς το μέσο μήκος. Η παρουσία περισσότερων και φαρδύτερων ρωγμών, αποδεικνύεται να συσχετίζεται θετικά με το εύρος των μεγεθών των πεταλίδων που συνευρίσκονται (Fauvelot et. al, 2009).

Υποστηρίζεται ότι το μήκος του κελύφους δεν είναι το πιο αντιπροσωπευτικό μορφομετρικό για τον χαρακτηρισμό του μεγέθους των πεταλίδων και θεωρείται πως το πλάτος του κελύφους είναι περισσότερο συγκρίσιμο χαρακτηριστικό ανάμεσα σε ζώα της οικογένειας Patellidae. Παράλληλα έχει δειχθεί πως διαφορετικά είδη πεταλίδων που εμφάνισαν ίδιο πλάτος κελύφους προέκυψε να έχουν και ίδια περίπου ποσότητα ιστού στο σώμα τους (Boulding et al., 1999). Γι' αυτόν τον λόγο ακολούθησαν επιπλέον αναλύσεις όπως του μήκους του κελύφους αλλά και άλλων μορφομετρικών χαρακτηριστικών.

**Πίνακας 3.6:** Συγκεντρωτικός πίνακας με τις υπολογισθέντες τις τιμές των μέτρων της περιγραφικής στατιστικής και η μέγιστη και ελάχιστη μέτρηση του πλάτους του κελύφους της *Patella caerulea*. Οι μετρήσεις αποδίδονται για κάθε δειγματοληπτική περιοχή και ανά μήνα.

Μήνας	Άγιος Στέφανος			Πλάκες		
	Μέση τιμή ± τυπική απόκλιση (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)	Μέση τιμή ± τυπική απόκλιση (mm)	Μέγιστη τιμή (mm)	Ελάχιστη τιμή (mm)
Απρίλιος	20,14±4,30	30,01	12,62	18,87±2,67	23,02	12,70
Μάιος	25,15±3,70	35,77	19,19	19,38±3,55	27,90	5,69
Ιούνιος	22,58±5,31	40,96	15,79	20,42±2,60	26,78	16,07
Ιούλιος	22,04±3,46	31,49	17,95	18,92±3,02	28,93	11,67
Αύγουστος	16,85±2,54	21,07	11,99	18,96±2,71	25,04	14,01
Σεπτέμβριος	19,90±5,55	33,89	8,78	17,96±2,53	22,95	12,87
Οκτώβριος	16,16±3,82	27,96	7,34	17,11±2,46	24,12	11,92
Νοέμβριος	14,38±2,72	19,86	9,20	18,11±2,81	23,23	10,90
Δεκέμβριος	16,37±3,35	24,77	10,58	20,01±3,22	29,19	12,49
Ιανουάριος	15,42±2,49	26,38	10,63	19,05±2,73	24,77	14,67
Φεβρουάριος	19,32±2,87	26,09	13,69	17,85±1,88	22,44	13,36
Μάρτιος	20,09±4,41	31,25	14,42	20,80±3,37	28,92	15,67
Απρίλιος	19,87±3,04	27,86	13,98	17,33±2,98	24,88	11,34

Το πλάτος του κελύφους φαίνεται να ακολουθεί ακριβώς την ίδια κατάτμηση με το μήκος σε μηνιαία χρονική ακολουθία. Για τους χειμερινούς μήνες στην περιοχή του Αγίου Στεφάνου το μέσο πλάτος κυμαίνεται κοντά στα 17,03mm. Στους ανοιξιάτικους

μήνες το μέσο πλάτος αποκτά τιμές με μεγαλύτερες αποστάσεις μεταξύ τους ενώ διακρίνεται και η απότομη μείωση του μέσου πλάτους τον μήνα Απρίλιο με μέση τιμή 20,01mm. Για την περιοχή Πλάκες ισχύει επίσης ότι ίσχυσε για το μήκος του κελύφους δηλαδή ότι οι τιμές παρουσιάζουν εντονότερες αποκλίσεις μεταξύ τους. Στην σύγκριση μεταξύ των δύο περιοχών χαρακτηριστική είναι η διαφορά μεταξύ της μεγαλύτερης μέγιστης τιμής που στην περιοχή του Αγίου Στεφάνου ανέρχεται στα 25,15mm, ενώ στην περιοχή δειγματοληψίας Πλάκες ανέρχεται στα 20,80mm, όπως και η ελάχιστη τιμή στην περιοχή του Αγίου Στεφάνου ανέρχεται στα 14,38mm, ενώ στην περιοχή Πλάκες στα 17,11mm, κάτι που μπορεί παράλληλα να υποδηλώνει και ταχύτερη αύξηση για τα άτομα του σταθμού δειγματοληψίας Πλάκες. Οι πεταλίδες εμφανίζουν την τάση να μεγαλώνουν με αργότερο ρυθμό στις περιοχές όπου συνευρίσκονται σε μεγάλες αφθονίες (Rajasekharan & Crowe, 2007). Όπου ο αριθμός τους είναι συγκριτικά περιορισμένος, η αύξησή τους είναι ταχύτερη, αλλά ενδέχεται να μην φτάσουν μία προσδόκιμη ηλικία. Πολλές φορές μάλιστα παρατείνεται η ωρίμανσή τους έως και έναν χρόνο επιπλέον συγκριτικά με τις πεταλίδες που συνευρίσκονται σε αφθονία (Crothers, 2003). Έτσι, αν ληφθεί υπόψη ότι στις Πλάκες η αφθονία ήταν χαρακτηριστικά μικρότερη από αυτήν του Αγίου Στεφάνου δικαιολογούνται τα μεγαλύτερα μεγέθη που συναντώνται στην περιοχή δειγματοληψίας Πλάκες αλλά και η μετατόπιση των προσλήψεων κατά έναν μήνα στην ίδια περιοχή.

Το θηκόγραμμα σύγκρισης του πλάτους του κελύφους μεταξύ των δύο περιοχών έδειξε μία μικρή απόσταση της μέσης τιμής και του διάμεσου μεταξύ των περιοχών δειγματοληψίας όπως και στην διεξαγωγή θηκογραμμάτων για το χαρακτηριστικό του μήκους. Παρόλα αυτά εμφάνισαν στο σύνολό λιγότερες ακραίες τιμές

απεικονίζοντας καλύτερη κανονικότητα μέσα στους δύο πληθυσμούς. Εδώ μπορεί να επιβεβαιωθεί η χρήση του μορφομετρικού του πλάτους για την επίτευξη πιο συγκρίσιμων αποτελεσμάτων όπως προτάθηκε παραπάνω.

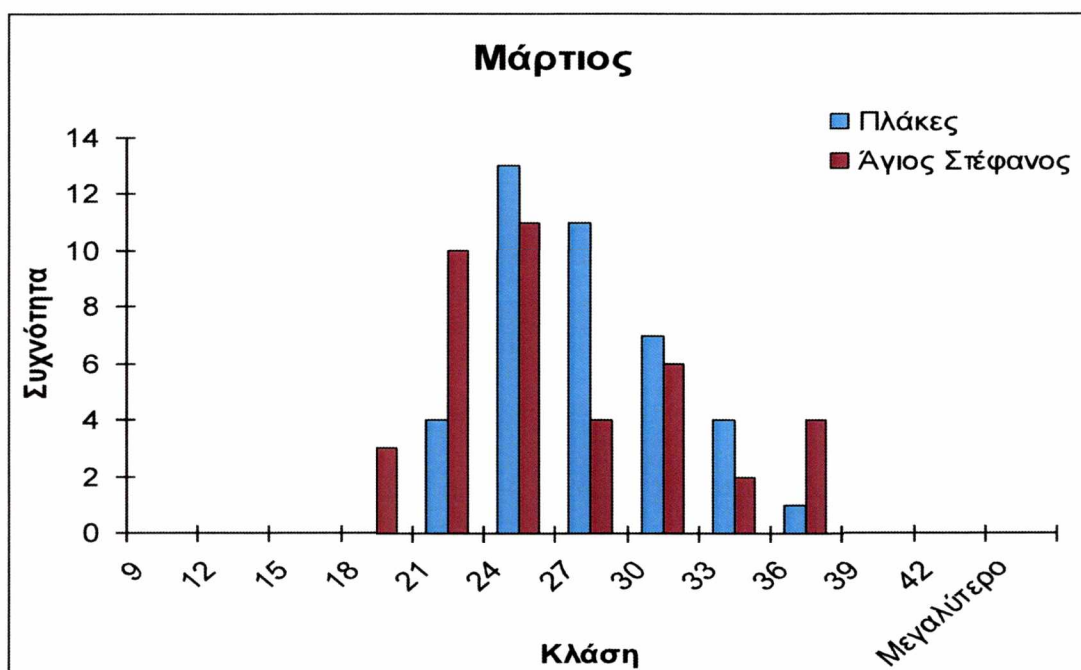
**Πίνακας 3.7:** Συγκεντρωτικός πίνακας με τις υπολογισθέντες μέσες τιμές και η μέγιστη και ελάχιστη μέτρηση του ολικού βάρους της *P. caerulea*. Οι τιμές αποδίδονται για κάθε δειγματοληπτική περιοχή και ανά μήνα.

Μήνας	Άγιος Στέφανος			Πλάκες		
	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή (gr)	Ελάχιστη τιμή (gr)	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή (gr)	Ελάχιστη τιμή (gr)
	± τυπική απόκλιση (gr)			± τυπική απόκλιση (gr)		
Απρίλιος	1,58±0,81	3,63	0,47	1,32±0,48	2,27	0,43
Μάιος	2,55±0,71	4,30	1,21	1,41±0,52	2,85	0,54
Ιούνιος	2,04±1,05	4,12	0,60	1,54±0,46	2,91	0,72
Ιούλιος	2,11±0,79	3,90	1,14	1,44±0,62	4,24	0,77
Αύγουστος	0,95±0,37	1,94	0,35	1,46±0,54	2,81	0,64
Σεπτέμβριος	1,60±1,09	4,10	0,54	1,05±0,42	2,10	0,40
Οκτώβριος	0,96±0,57	3,22	0,23	0,91±0,36	2,12	0,34
Νοέμβριος	0,71±0,31	1,55	0,33	1,04±0,44	2,16	0,25
Δεκέμβριος	0,80±0,40	2,21	0,21	1,33±0,59	4,04	0,26
Ιανουάριος	0,67±0,39	2,76	0,30	1,19±0,55	2,84	0,40
Φεβρουάριος	1,38±0,59	3,06	0,48	0,93±0,33	1,91	0,41
Μάρτιος	1,29±0,83	3,52	0,17	1,52±0,75	3,80	0,59
Απρίλιος	1,37±0,56	3,12	0,59	1,01±0,53	2,67	0,24

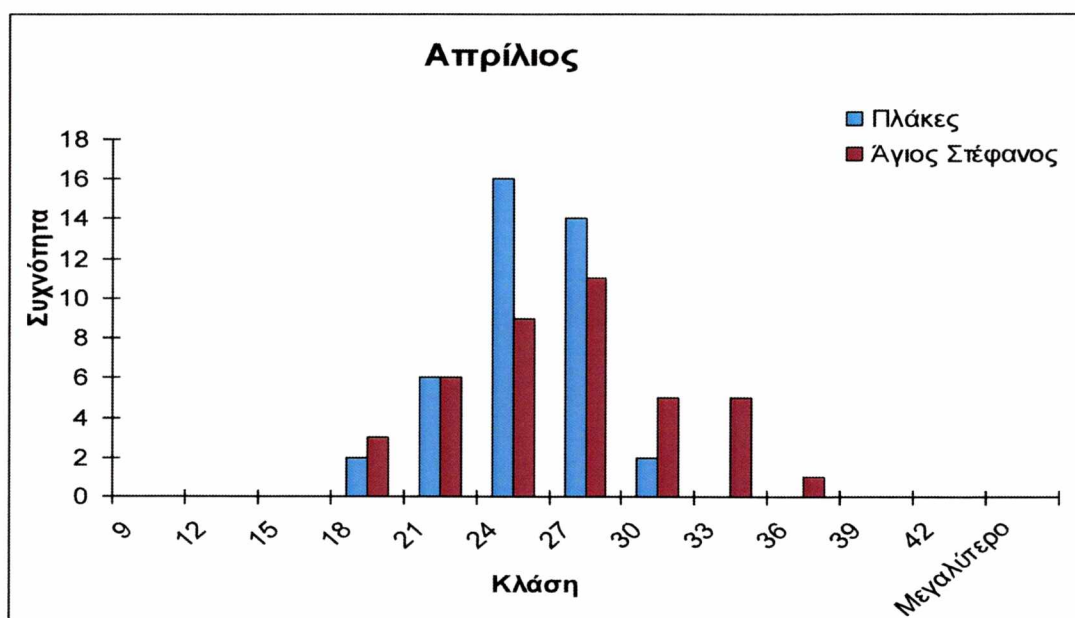
### 3.3 Πληθυσμιακές συχνότητες

Η μελέτη των πληθυσμιακών συχνοτήτων ανά εποχική περίοδο δείχνει τον βαθμό στον οποίο οι έντονες φυσικές μεταβολές επηρεάζουν τις δομές των κοινοτήτων. Τέτοιες μεταβολές μπορεί να είναι φυσικές διαταραχές όπως πολύ ψυχροί χειμώνες έντονα ζεστά καλοκαίρια και περιστατικά ρύπανσης μεγάλης έκτασης που μπορούν να δείξουν τροποποιήσεις στις δομές των κοινοτήτων. Με την διεξαγωγή συχνότερων μετρήσεων και αναλύσεων των συνευρέσεων, μπορούν να εντοπιστούν οι λιγότερο αισθητές μεταβολές των κοινοτήτων που προκλήθηκαν κατόπιν ηπιότερων κλιματικών αλλαγών, ή διαταραχών που προκλήθηκαν σε βάθος χρόνου.

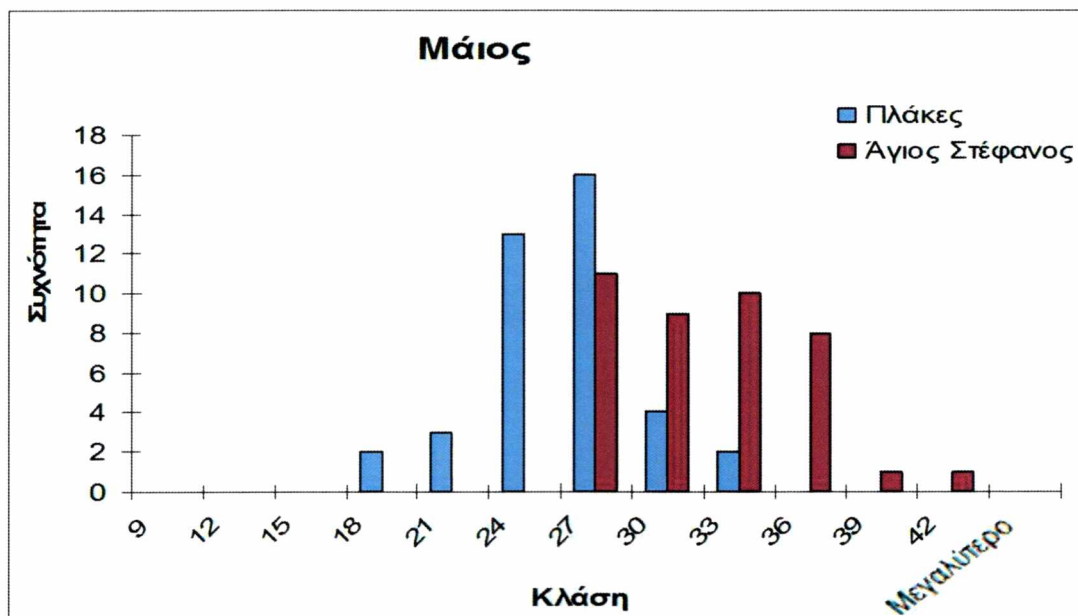
## Α. Άνοιξη



Σχήμα 3.5: Ιστόγραμμα της πληθυσμιακής συχνότητας των κλάσεων μεγέθους για τον μήνα του Μαρτίου.



Σχήμα 3.6: Ιστόγραμμα της πληθυσμιακής συχνότητας των κλάσεων μεγέθους για τον μήνα του Απριλίου.



Σχήμα 3.7: Ιστόγραμμα της πληθυσμιακής συχνότητας των κλάσεων μεγέθους για τον μήνα του Μαΐου.

Η Άνοιξη αποτέλεσε την έναρξη των δειγματοληπτικών διαδικασιών. Κρίσιμη είναι η εξέταση αυτής της εποχής από τη στιγμή που σε ορισμένες περιοχές θεωρείται ως αναπαραγωγική περίοδος ενώ σε άλλες περιοχές δεν εμφανίζονται προσλήψεις κατά τη διάρκεια της Άνοιξης.

Για τον μήνα Μάρτιο, οι συχνότητες ήταν ίδιες και στις δύο περιοχές. Παρατηρήθηκαν διαφορές στον αριθμό των ατόμων ανά κλάση μεγέθους. Για τον δειγματοληπτικό σταθμό Πλάκες εμφανίστηκαν δύο κορυφές στις κλάσεις 24mm-27mm και 27mm-30mm, ενώ στον Άγιο Στέφανο στις κλάσεις 21mm-24mm και 24mm-27mm. Παρατηρήθηκε επίσης αντιπροσώπευση σε περισσότερες κλάσεις από τα δείγματα της περιοχής του Αγίου Στεφάνου.

Για τον μήνα Απρίλιο, παρατηρήθηκαν και πάλι παρόμοιες συχνότητες. Στον Άγιο Στέφανο τα άτομα χωρίστηκαν σε 7 κλάσεις μεγέθους ενώ στις Πλάκες σε 5.



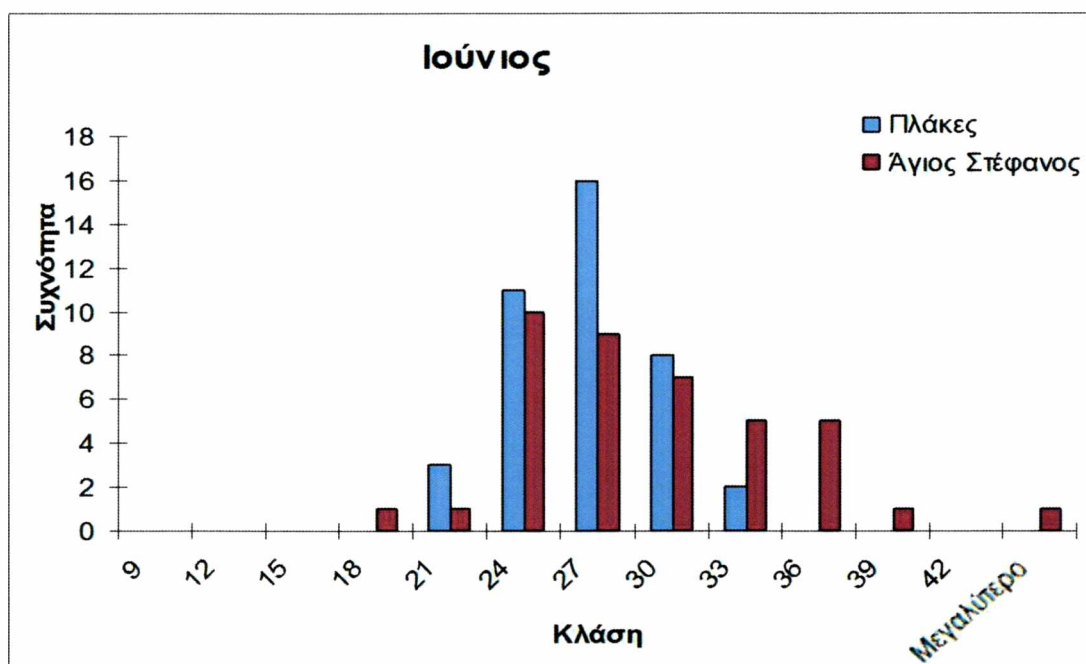
Παρατηρήθηκε ότι στον σταθμό του Αγίου Στεφάνου, συλλέχθηκαν άτομα τόσο μικρού μήκους κελύφους (18mm-21mm) όσο και άτομα μεγαλύτερου μήκους (33mm-36mm, 36mm-39mm). Αυτό δεν συνέβη στις Πλάκες, αφού τα περισσότερα άτομα μοιράστηκαν σε μικρότερες κλάσεις μεγέθους.

Στον μήνα Μάιο, οι δύο περιοχές εμφάνισαν μεγάλη αντίθεση. Καταγράφηκαν πολλές προσλήψεις ατόμων με μικρό μήκος κελύφους από την δειγματοληπτική περιοχή Πλάκες, σε αντίθεση με τον σταθμό του Αγίου Στεφάνου όπου παρατηρήθηκε πλήθος ατόμων με μεγαλύτερο μήκος κελύφους.

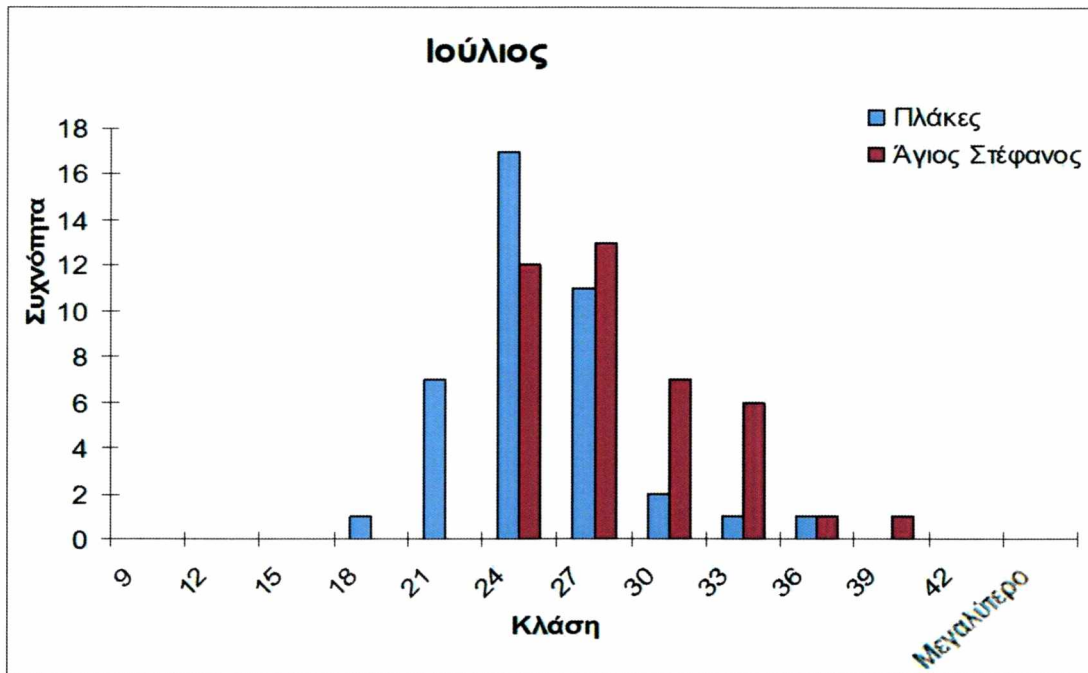
Έχουν γίνει αρκετές μελέτες πάνω στον κύκλο ζωής του είδους, με άλλες να αναφέρουν έναν δεκαπενθήμερο ρυθμό ωοτοκίας κατά τη διάρκεια της Άνοιξης, που συμπίπτει με το ρυθμό της παλίρροιας, ενώ άλλες, που διεξήχθησαν στα παράλια της Ιρλανδίας, να εμφανίζουν έντονη αναπαραγωγική δραστηριότητα κατά τις χειμερινές καταιγίδες. Προσπαθώντας να γενικεύσουμε τις παρατηρήσεις μας για την *P. caerulea*, συλλέγουμε αναφορές από διάφορες περιοχές καθώς και από συγγενικά είδη, οι οποίες αναφέρουν ότι οι περίοδοι αναπαραγωγής μπορεί να διαφέρουν ανά περιοχή. Οι Fernandez et al. (2015), στις ακτές της Ιβηρικής κατέγραψαν αντίστοιχες παρατηρήσεις αναπαραγωγικής δραστηριότητας της *Patella vulgata* στα τέλη φθινοπώρου/αρχές χειμώνα. Στην ίδια μελέτη οι Fernandez et al. (2015), έδειξαν ότι ο αναπαραγωγικός κύκλος που παρατηρείται στην *P. vulgata* συμπίπτει με το γενικό πρότυπο που παρατηρείται σε πληθυσμούς κατά μήκος του βορειοανατολικού Ατλαντικού, με ωοτοκίες μεταξύ Οκτωβρίου και Ιανουαρίου, που μερικές φορές εκτείνονται μέχρι την άνοιξη και μια συγκεκριμένη χωρική μεταβλητότητα του κύκλου.

Έχει διαπιστωθεί ότι στις προστατευμένες περιοχές η ωρίμανση των γονάδων άρχισε νωρίτερα και ο κύκλος ήταν κατά μέσο όρο 146 ημέρες μεγαλύτερος. Αυτό μπορεί να ευνοηθεί από την υψηλότερη διαθεσιμότητα τροφής και από την μικρότερη μεταβλητότητα των περιβαλλοντικών παραγόντων που ρυθμίζουν τον αναπαραγωγικό κύκλο. Από την άλλη μεριά, άτομα μεγάλου μεγέθους ξεκίνησαν την ωρίμανσή τους νωρίτερα και είχε μεγαλύτερη διάρκεια. Παρατηρήθηκε μέση αύξηση του κύκλου κατά 55 ημέρες για κάθε 10 mm αύξησης του μήκους (Fernandez et al., 2015). Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, υπάρχει μια σχέση μεταξύ μεγέθους και φύλου της *P. vulgata*, λόγω του πρωτανδρικού ερμαφροδιτισμού. Επομένως, η επίδραση του μεγέθους στον αναπαραγωγικό κύκλο μπορεί να οφείλεται σε διαφορές μεταξύ των φύλων, με τα θηλυκά (με μεγαλύτερο μέσο μέγεθος) να ξεκινούν νωρίτερα την ανάπτυξή τους και να παρουσιάζουν μεγαλύτερο κύκλο. Ωστόσο, οι McCarthy et al. (2008) κατέδειξαν ιστολογικά ότι τα αρσενικά και επομένως τα άτομα με μικρότερο μέσο μέγεθος ξεκίνησαν την ανάπτυξή τους νωρίτερα και είχαν μεγαλύτερο κύκλο. Μπορεί να είναι η αιτία του χαμηλού συγχρονισμού στο στάδιο ωριμότητας των γονάδων που παρατηρείται σε άλλους πληθυσμούς της *P. vulgata* (Orton et al., 1956, Lewis and Bowman, 1975) και μπορεί επίσης να εξηγήσει τα πολλαπλά γεγονότα που παρατηρούνται τόσο σε αυτό όσο και προηγούμενες μελέτες (Blackmore, 1969, Bowman and Lewis, 1977, 1986, Othaitz, 1994), υποθέτοντας ότι όλα τα ώριμα άτομα συμμετέχουν στην κύρια εκδήλωση φωτοκίας το χειμώνα και μόνο οι μεγαλύτερες συνεχίζουν την φωτοκία τους.

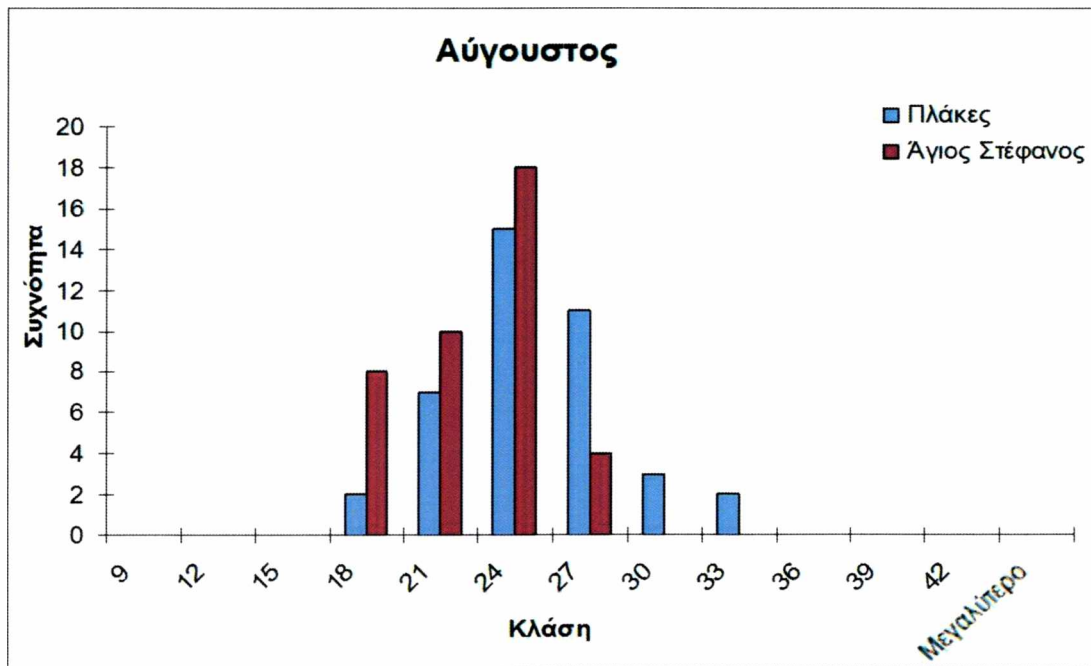
Β. Καλοκαίρι



Σχήμα 3.8: Ιστόγραμμα της πληθυσμιακής συχνότητας των κλάσεων μεγέθους για τον μήνα του Ιουνίου.



Σχήμα 3.9: Ιστόγραμμα της πληθυσμιακής συχνότητας των κλάσεων μεγέθους για τον μήνα του Ιουλίου.



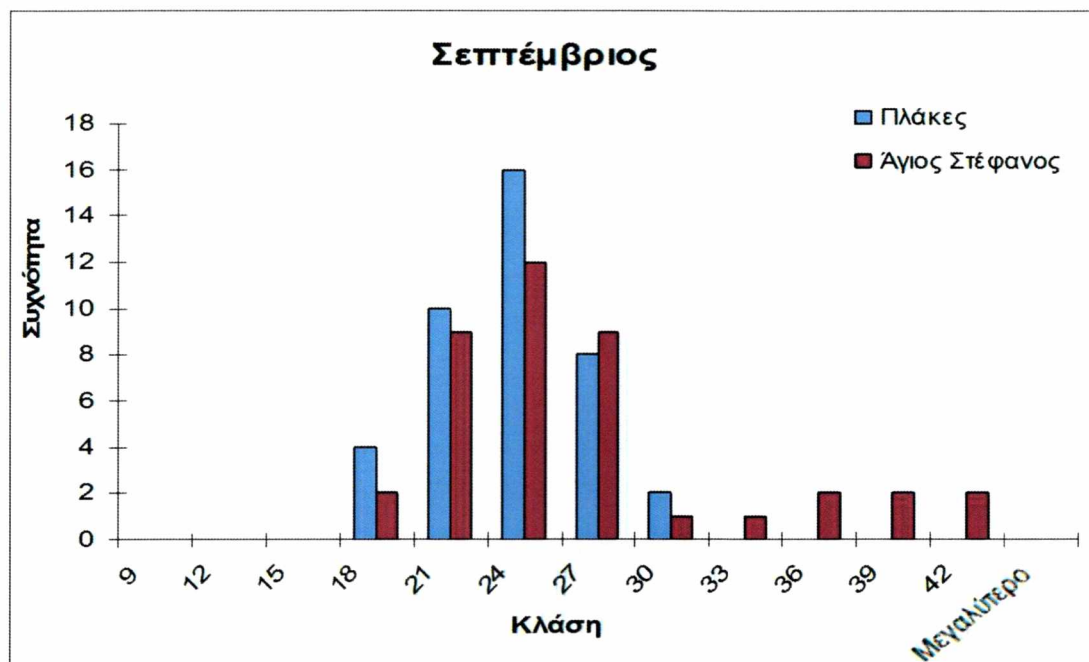
Σχήμα 3.10: Ιστόγραμμα της πληθυσμιακής συχνότητας των κλάσεων μεγέθους για τον μήνα του Αυγούστου.

Τα διαγράμματα συχνότητας πληθυσμού για τον μήνα του Ιουνίου, παρουσίασαν ορισμένες διαφορές αλλά και ορισμένες ομοιότητες ανάμεσα στους δύο σταθμούς. Για τον σταθμό του Αγίου Στεφάνου, παρατηρήθηκε αντιπροσώπευση σε περισσότερες κλάσεις μεγέθους. Εντοπίστηκαν αρκετά άτομα στις μεσαίες κλάσεις αλλά και ορισμένα στις μεγαλύτερες κλάσεις (39mm-42mm και μεγαλύτερο). Για τον σταθμό δειγματοληψίας Πλάκες, η πληθυσμιακή συχνότητα των ατόμων μοιράστηκε στις μεσαίες κλάσεις (από την κλάση 18mm-24mm έως την κλάση 33mm-36mm), εμφανίζοντας κορυφή στην κλάση 27mm-30mm.

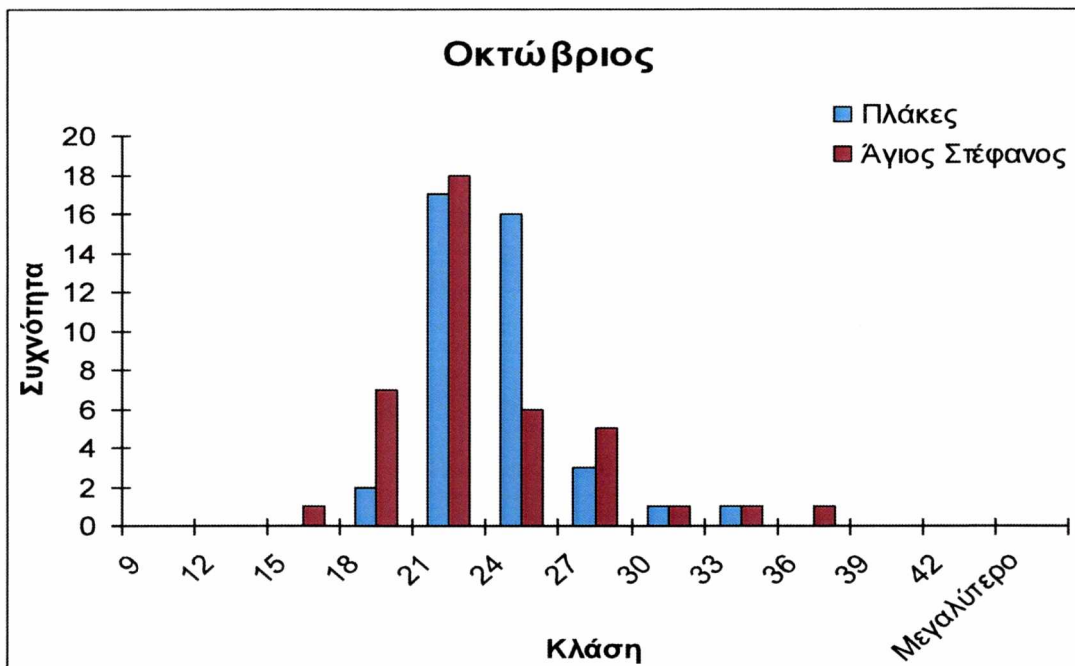
Για τον Ιούλιο παρατηρήθηκε πλήθος ατόμων στις κλάσεις 24mm-27mm και 27mm-30mm και για τους δύο σταθμούς. Για ακόμη μία φορά εντοπίστηκε διαφορά στην αντιπροσώπευση σε μεγαλύτερες κλάσεις από τα άτομα που ανήκουν στον σταθμό του Αγίου Στεφάνου και σε μικρότερες από αυτά στον σταθμό Πλάκες.

Τον μήνα Αύγουστο οι συχνότητες και στους δύο σταθμούς είναι παρόμοιες. Εντοπίστηκε μια κορυφή και για τους δύο σταθμούς στην κλάση 24mm-27mm. Η διαφορά για αυτόν τον μήνα εμφανίζεται στην παρουσία πολλών ατόμων, από τον σταθμό του Αγίου Στεφάνου, στις μικρότερες κλάσεις ενώ τα άτομα από την περιοχή Πλάκες βρίσκονται στις κλάσεις μεγαλύτερου μεγέθους από ότι τους προηγούμενους μήνες και σε αντίθεση με αυτά του Αγ. Στεφάνου. Ίσως τα συγκριτικά μικρότερα άτομα που εμφανίζονται στον μήνα Αύγουστο σε σύγκριση με τους υπόλοιπους, να υποδεικνύουν την επιλεκτική θνησιμότητα πεταλίδων από την ξηρασία. Δηλαδή στην περιοχή δειγματοληψίας Πλάκες, που είναι λιγότερο εκτεθειμένη στον κυματισμό, ήταν αδύνατο να επιβιώσουν τα μεγαλύτερα άτομα που καταλαμβάνουν τη ζώνη, τον πιο ζεστό μήνα του καλοκαιριού.

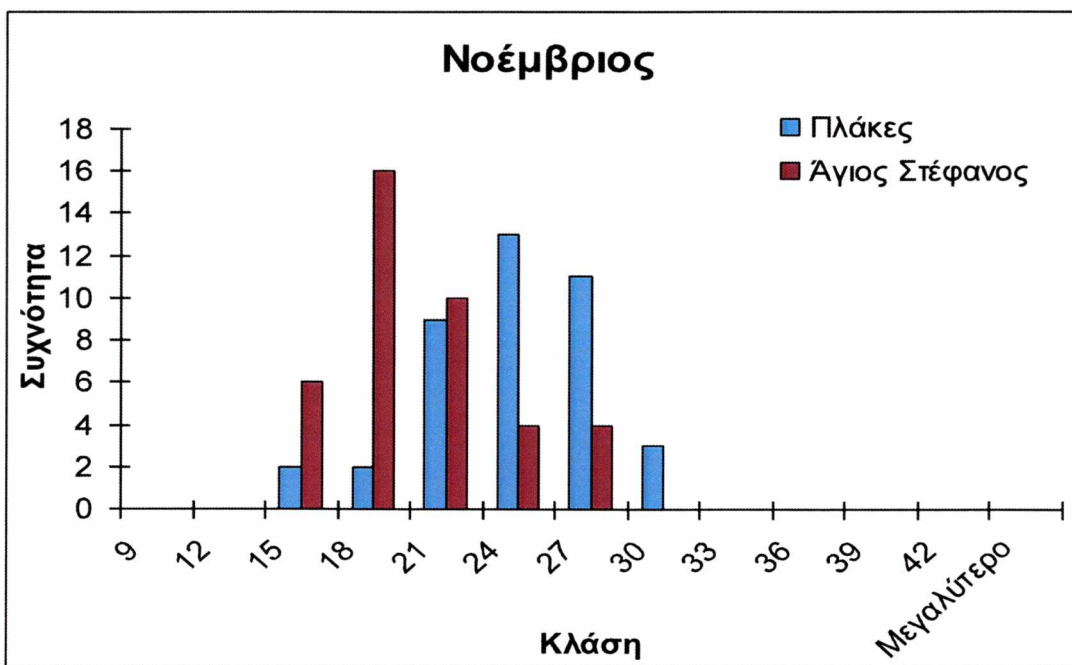
Γ. Φθινόπωρο



**Σχήμα 3.11:** Ιστόγραμμα της πληθυσμιακής συχνότητας των κλάσεων μεγέθους για τον μήνα του Σεπτεμβρίου.



Σχήμα 3.12: Ιστόγραμμα της πληθυσμιακής συχνότητας των κλάσεων μεγέθους για τον μήνα του Οκτωβρίου.



Σχήμα 3.13: Ιστόγραμμα της πληθυσμιακής συχνότητας των κλάσεων μεγέθους για τον μήνα του Νοεμβρίου.

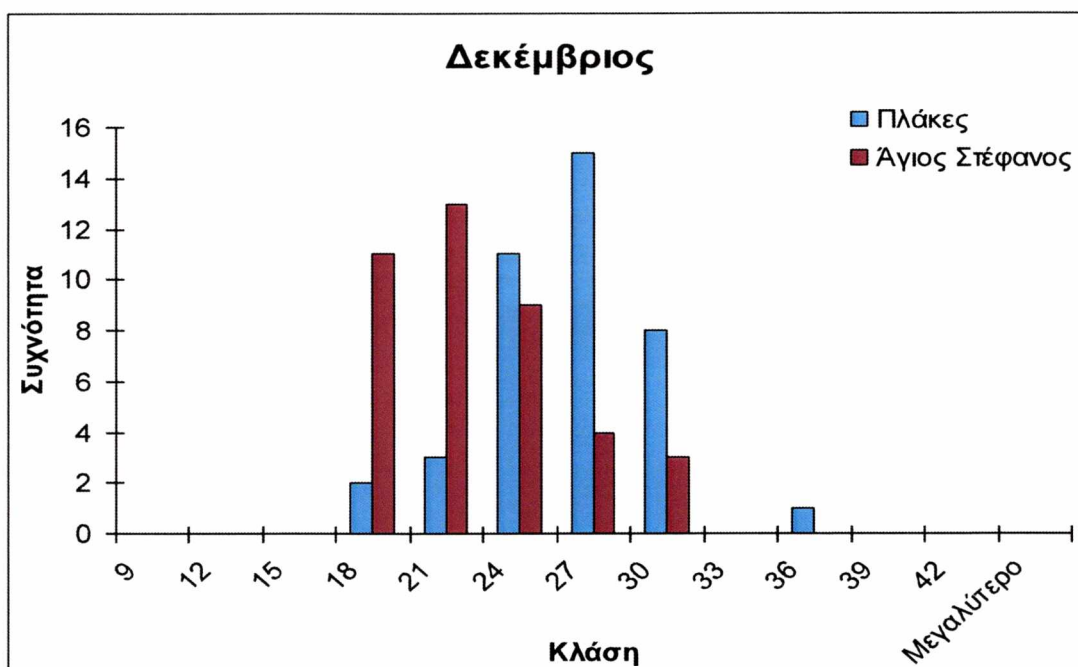
Οι κατά μήκος συνθέσεις για τον μήνα του Σεπτεμβρίου, ήταν ίδιες ανάμεσα στις δύο περιοχές για τις κλάσεις 18mm-21mm έως 27mm-30mm. Διαφορά παρουσίασε η πληθυσμιακή κοινότητα του Αγίου Στεφάνου που για αυτόν τον μήνα εμφάνισε πληθυσμούς και στις μεγαλύτερες κλάσεις, επιβεβαιώνοντας έτσι το συμπέρασμα ότι επιβίωσαν περισσότερα ώριμα άτομα κατά τους ζεστούς μήνες του καλοκαιριού.

Για τον μήνα Οκτώβριο παρατηρήθηκε ομοιομορφία της πληθυσμιακής κατανομής στις κλάσεις μεγέθους. Και οι δύο σταθμοί εμφάνισαν κορυφή στην κλάση 21mm-24mm, ενώ για την περιοχή δειγματοληψίας Πλάκες υπήρξε μία ακόμη κορυφή στην κλάση 24mm-27mm.

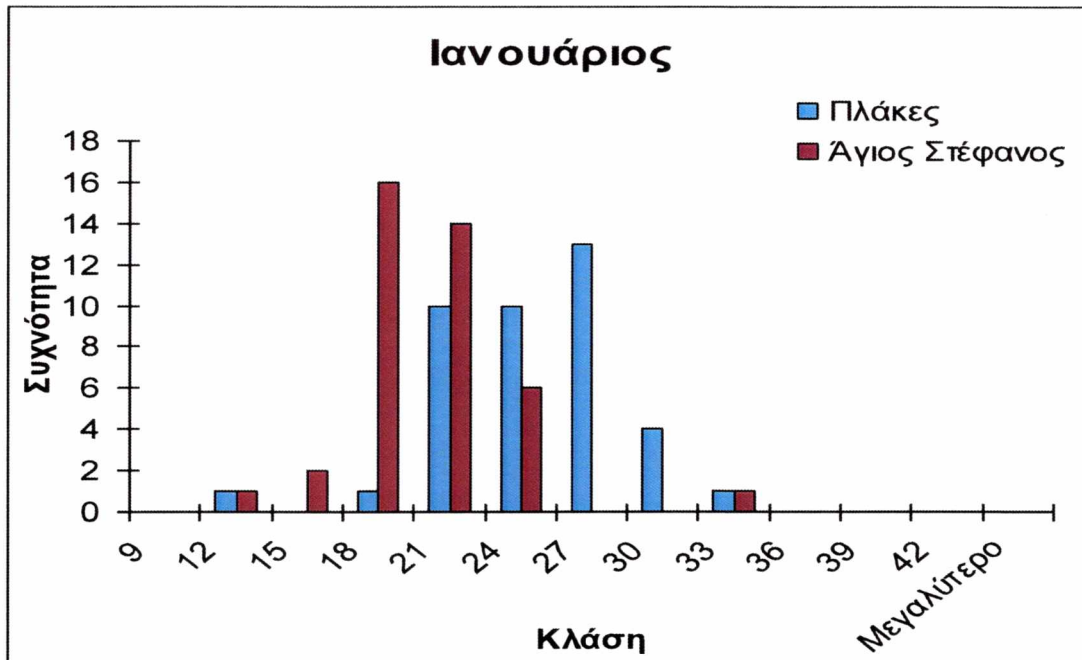
Κατά τον μήνα του Νοεμβρίου παρατηρείται μια γενικότερη ανομοιομορφία για τους σταθμούς Πλάκες και Άγιο Στέφανο. Οι μεγαλύτερες κλάσεις δεν αντιπροσωπεύονται από κανέναν σταθμό. Για την περιοχή Πλάκες παρατηρείται μια διακριτή κορυφή στην κλάση 18mm-21mm και για την περιοχή του Αγίου Στεφάνου 2 κορυφές στις κλάσεις 24mm-27mm και 27mm-30mm. Για ακόμη μία φορά παρατηρούνται κοινότητες μεγαλύτερου μεγέθους για τον σταθμό Άγιο Στέφανο.



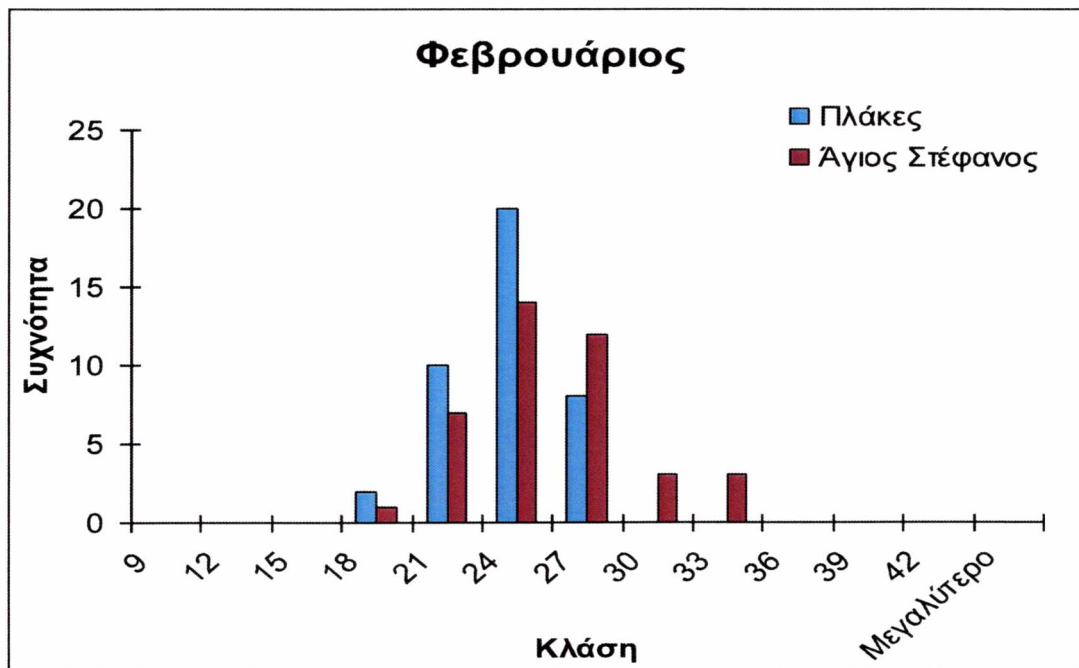
Δ. Χειμώνας



Σχήμα 3.14: Ιστόγραμμα της πληθυσμιακής συχνότητας των κλάσεων μεγέθους για τον μήνα του Δεκεμβρίου.



Σχήμα 3.15: Ιστόγραμμα της πληθυσμιακής συχνότητας των κλάσεων μεγέθους για τον μήνα του Ιανουαρίου.



Σχήμα 3.16: Ιστόγραμμα της πληθυσμιακής συχνότητας των κλάσεων μεγέθους για τον μήνα του Φεβρουαρίου.

Για τον Δεκέμβριο, οι συχνότητες μεγέθους ήταν διαφορετικές για τις δύο περιοχές. Για τα άτομα του σταθμού δειγματοληψίας Άγιος Στέφανος, παρατηρήθηκαν κορυφές στις κλάσεις 18mm-21mm και 21mm-24mm, κάτι που υποδεικνύει άτομα μικρότερου μεγέθους. Για την περιοχή Πλάκες οι κορυφές βρέθηκαν στις κλάσεις 24mm-27mm και 27mm-30mm. Το γεγονός αυτό μπορεί να οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι ενδέχεται να υπήρξε μεταγενέστερη των γαστεροπόδων στις Πλάκες.

Κατά τον μήνα Ιανουάριο, εμφανίζεται και πάλι ανομοιομορφία στις κοινότητες και των δύο σταθμών. Παρατηρείται εκ νέου εκπροσώπηση των μικρότερων κλάσεων από τους πληθυσμούς του Αγίου Στεφάνου και των μεγαλύτερων κλάσεων από αυτούς του σταθμού Πλάκες. Οι Πλάκες εμφανίζουν μία πρώτη κορυφή στην κλάση 27mm-30mm και ακόμη δύο στις δύο αμέσως προηγούμενες κλάσεις. Ο Άγιος Στέφανος εμφανίζει δύο κορυφές στις κλάσεις 18mm-21mm και 21mm-24mm.

Τέλος, κατά τον μήνα Φεβρουάριο οι συχνότητες και των δύο πληθυσμών παρουσιάζουν ομοιότητα. Και οι δύο σταθμοί εμφανίζουν κορυφή στην κλάση 24mm-27mm. Παρατηρήθηκαν επίσης μεγάλοι πληθυσμοί να αντιπροσωπεύουν τις κυρίαρχες κλάσεις.

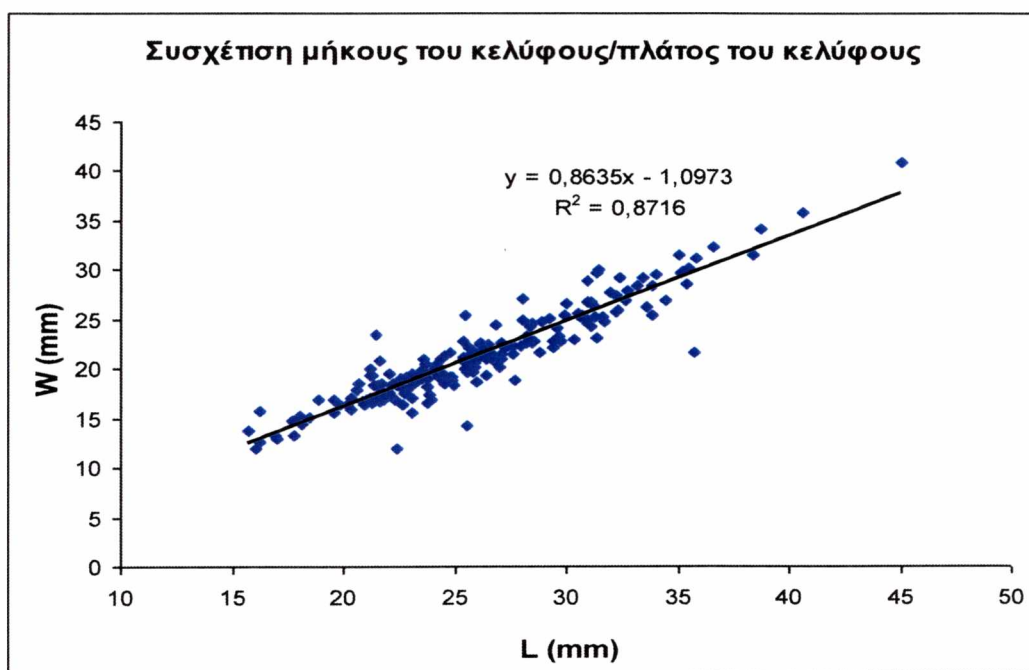
Κατά τους χειμερινούς μήνες υπάρχουν μεγάλες πιθανότητες, τα μικρότερα άτομα να παρασυρθούν από τον κυματισμό, ενώ η ισχυρή κυματογενής δραστηριότητα, που προκαλείται κατά τις χειμερινές καταιγίδες, αυξάνει τον ψεκασμό στις εκτεθειμένες περιοχές κατά τη διάρκεια της χαμηλής παλίρροιας και κατά συνέπεια μειώνει την θνησιμότητα των νέων προσλήψεων, που προκαλείται από την ξηρασία (Boulding et al., 1999).

### 3.4 Βιομετρικές συσχετίσεις

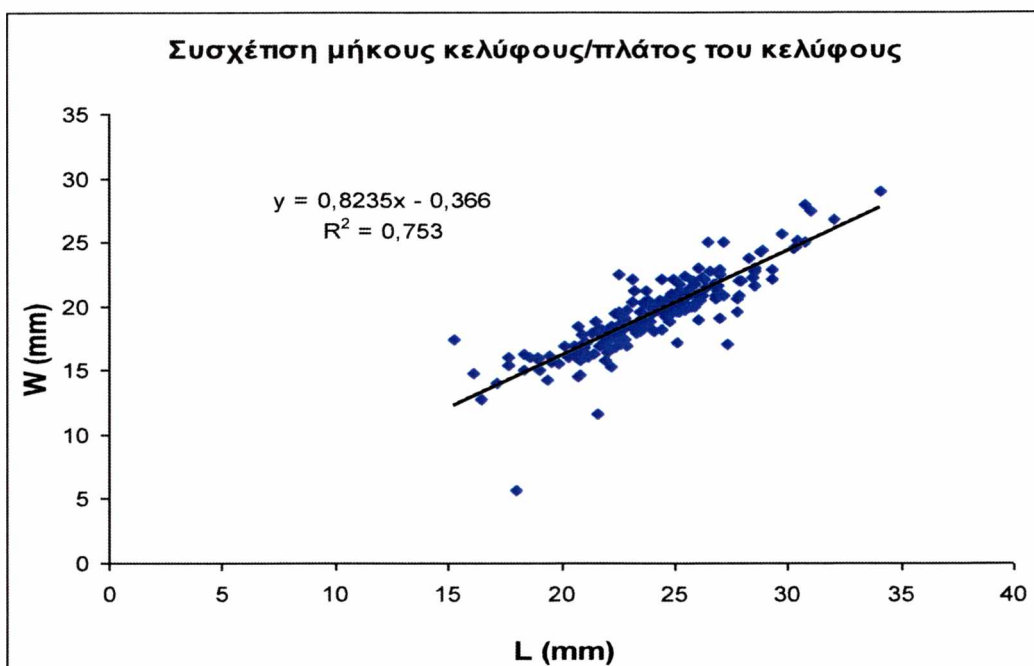
#### 3.4.1 Συσχέτιση μήκους κελύφους με πλάτος κελύφους

Η εξίσωση που επαληθεύει καλύτερα την συσχέτιση μεταξύ του μήκους του κελύφους με το πλάτος του κελύφους, ήταν αυτή της πληθυσμιακής ευθείας παλινδρόμησης, με την μορφή  $Y = \alpha x - \beta$ .

Και στις δύο περιοχές τα δύο χαρακτηριστικά εμφάνισαν θετική συσχέτιση, υποδηλώνοντας ότι το μήκος αυξάνεται γρηγορότερα από το πλάτος του κελύφους. Για την περιοχή του Αγίου Στεφάνου το  $R^2$  ανήλθε στα 0,8635 (Σχ. 3.17), ενώ για την περιοχή δειγματοληψίας Πλάκες το  $R^2$  ανήλθε στα 0,8235 (Σχ. 3.18).



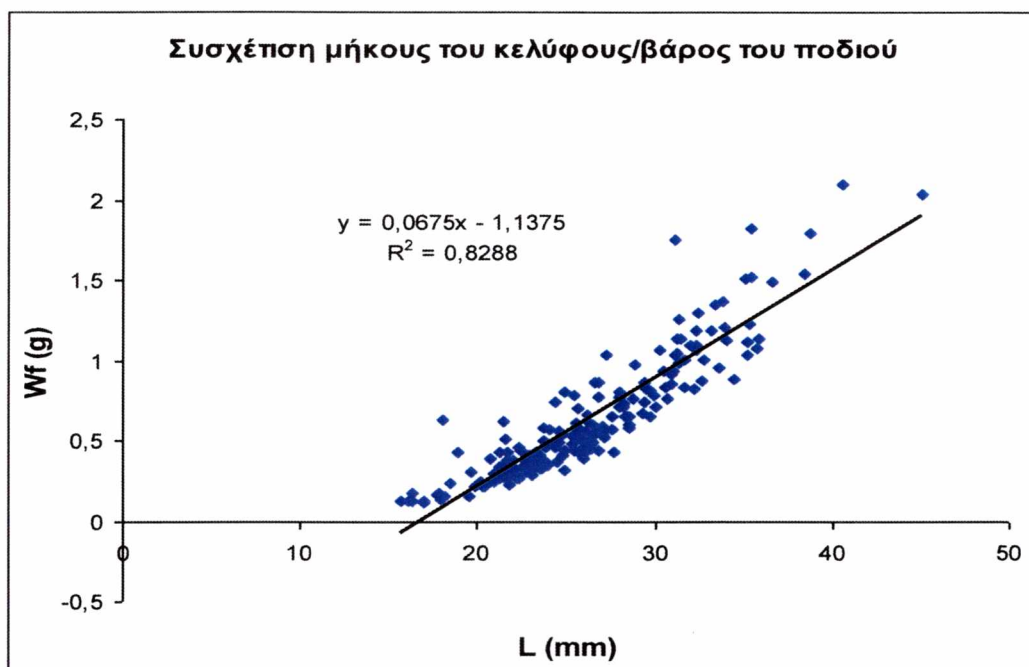
**Σχήμα 3.17:** Απεικόνιση της συσχέτισης μήκους του κελύφους με το πλάτος του κελύφους των δειγμάτων που πάρθηκαν από την περιοχή Άγιος Στέφανος.



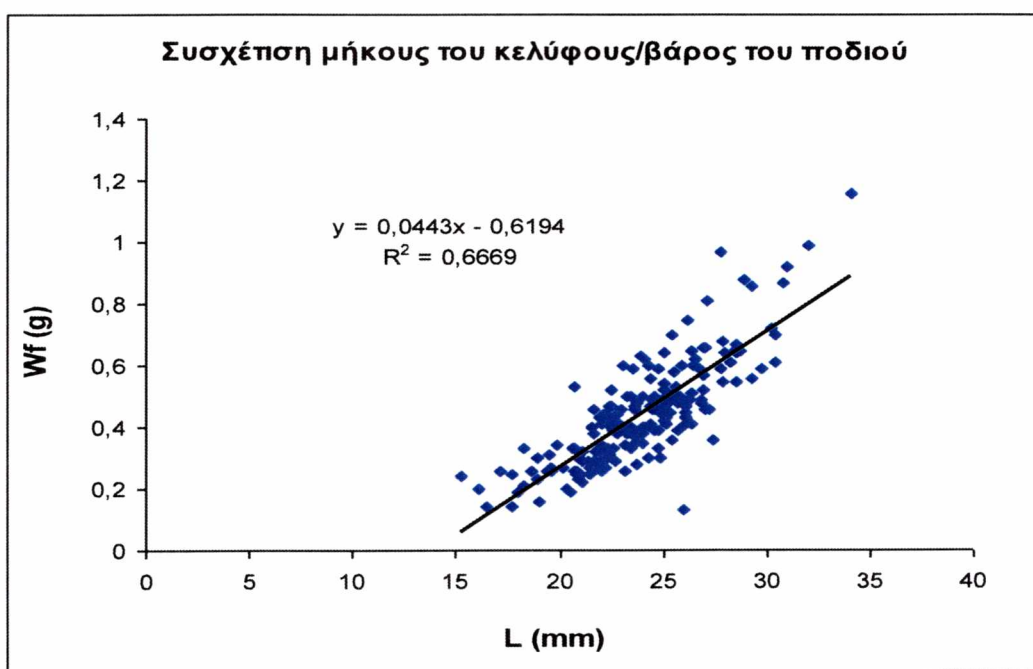
**Σχήμα 3.18:** Απεικόνιση της συσχέτισης μήκους του κελύφους με το πλάτος του κελύφους των δειγμάτων που πάρθηκαν από την περιοχή Πλάκες.

### 3.4.2 Συσχέτιση μήκους του κελύφους με βάρος του ποδιού

Το μήκος του κελύφους συσχετίστηκε θετικά με το βάρος του ποδιού, και στις δύο περιοχές. Στην περιοχή του Αγίου Στεφάνου, το  $R^2$  ισούται με 0,0675 (Σχ. 3.19), ενώ στην περιοχή δειγματοληψίας Πλάκες, το  $R^2$  ισούται με 0,0443 (Σχ. 3.20).



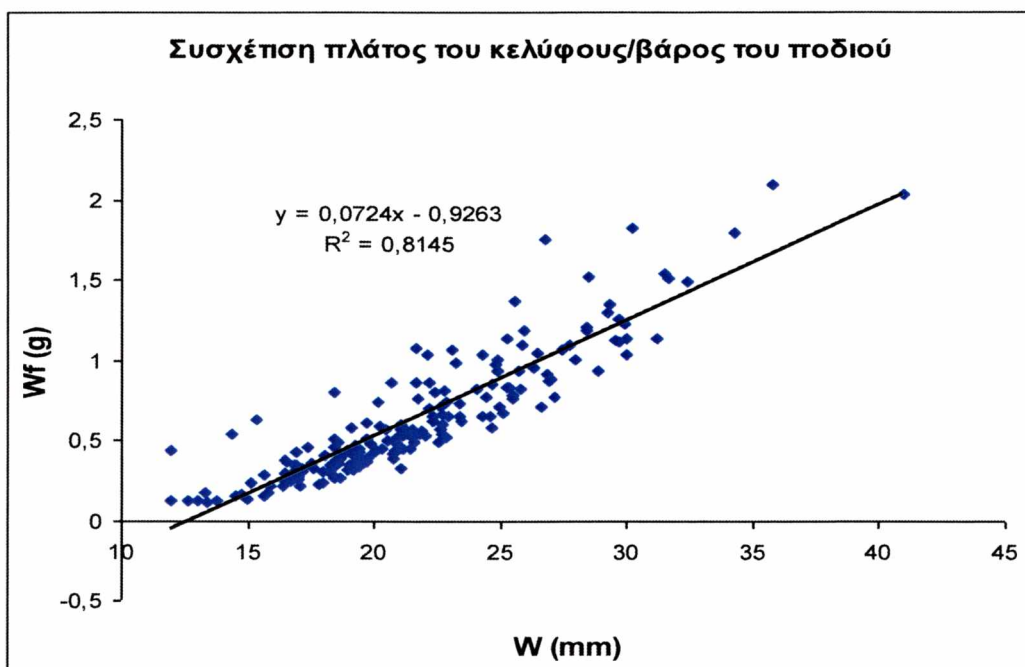
**Σχήμα 3.19:** Απεικόνιση της συσχέτισης μήκους του κελύφους με το βάρος του ποδιού των δειγμάτων που πάρθηκαν από την περιοχή Άγιος Στέφανος.



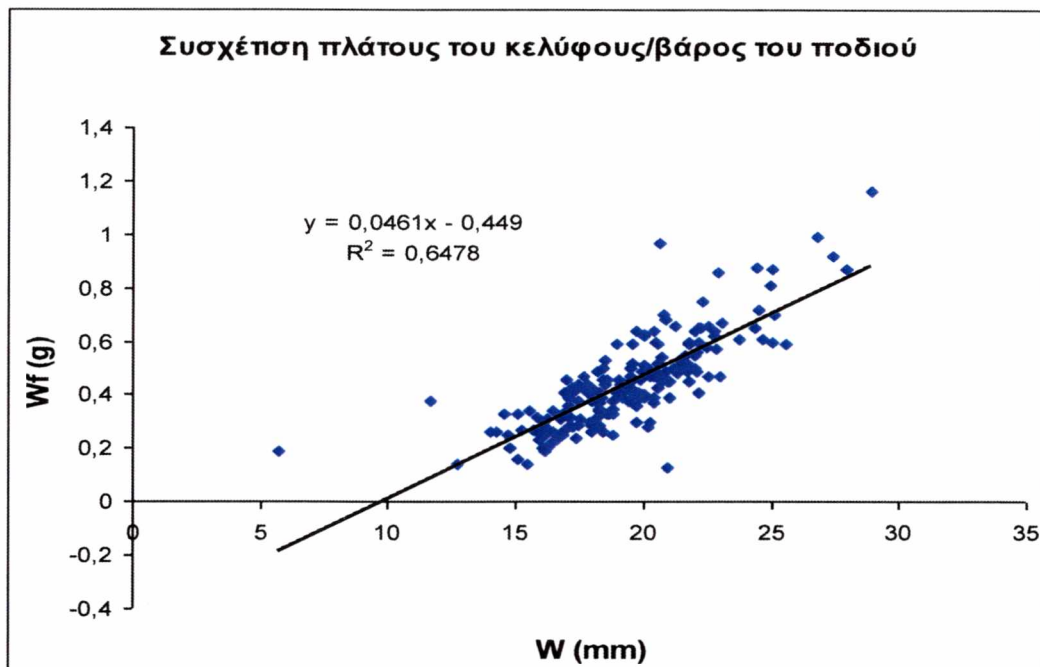
**Σχήμα 3.20:** Απεικόνιση της συσχέτισης μήκους του κελύφους με το βάρος του ποδιού των δειγμάτων που πάρθηκαν από την περιοχή Πλάκες.

### 3.4.3 Συσχέτιση πλάτους του κελύφους με βάρος του ποδιού

Το πλάτος του κελύφους συσχετίστηκε θετικά με το βάρος του ποδιού, και στις δύο περιοχές. Στην περιοχή του Αγίου Στεφάνου, το  $R^2$  ισούται με 0,0724 (Σχήμα 3.21), ενώ στην περιοχή δειγματοληψίας Πλάκες, το  $R^2$  ισούται με 0,0461 (Σχ. 3.22).



**Σχήμα 3.21:** Απεικόνιση της συσχέτισης πλάτους του κελύφους με το βάρος του ποδιού των δειγμάτων που πάρθηκαν από την περιοχή Άγιος Στέφανος.



**Σχήμα 3.22:** Απεικόνιση της συσχέτισης πλάτους του κελύφους με το βάρος του ποδιού των δειγμάτων που πάρθηκαν από την περιοχή Πλάκες.



#### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κατά την παρακολούθηση της δομής των πληθυσμών του είδους *P.caerulea* στις δύο περιοχές, φάνηκε ότι ο πληθυσμός ακολουθεί σχεδόν σταθερή εποχική μεταβλητότητα όσον αφορά την αφθονία του στις δύο περιοχές δειγματοληψίας. Οι μήνες κατά τους οποίους υπήρξαν μεγάλες συγκεντρώσεις ατόμων, ήταν ο Αύγουστος, ο Δεκέμβριος και ο Φεβρουάριος για την περιοχή Άγιος Στεφάνου και ο Μάιος, ο Ιούνιος, και ο Δεκέμβριος στην περιοχή Πλάκες αντίστοιχα. Καθώς το είδος εμφανίζει μικρή γενετική διαφοροποίηση, η σταθερή μεταβλητότητα, δεν προκαλεί έκπληξη, καθώς η επιρροή των φυσικών παραγόντων στη δομή των πληθυσμών, είναι μικρή.

Παρόλα αυτά, οι πληθυσμοί των δύο περιοχών, διέφεραν σημαντικά ως προς την συνολική τους αφθονία με αυτήν να είναι μικρότερη στις Πλάκες. Πιθανολογείται πως ο πληθυσμός στις Πλάκες έχει διαταραχθεί από την παρουσία του ανθρώπου, που είναι τους καλοκαιρινούς μήνες, καθώς επιμέρους περιβαλλοντικοί παράγοντες είναι υποδεέστερης σημασίας στην δημιουργία μεταβολών που διατηρούνται κατά την διάρκεια του χρόνου. Σε αντίθεση με την μεταβλητότητα της αφθονίας στον χρόνο, τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά το μήκος και το πλάτος του κελύφους, αξιολογήθηκαν με μεγαλύτερες τιμές στην περιοχή δειγματοληψίας Άγιος Στέφανος από ότι στην περιοχή Πλάκες. Η αντιφατικότητα της αφθονίας και του προσδόκιμου μεγέθους που έχει παρατηρηθεί σε όλες τις πεταλίδες, είναι ένα οικολογικό χαρακτηριστικό αυτών των ειδών που τα ωθεί να αυξάνονται με αργότερο ρυθμό στις περιοχές όπου απαντώνται σε μεγάλες αφθονίες.

Η μελέτη των πληθυσμιακών συχνοτήτων ανά εποχική περίοδο στις δύο περιοχές δείχνει το βαθμό στον οποίο οι έντονες φυσικές μεταβολές επηρεάζουν τις δομές των κοινοτήτων του είδους. Το ιστόγραμμα, έδειξε μεγαλύτερη αντιπροσώπευση κλάσεων με δύο κορυφές στην περιοχή δειγματοληψίας στο Άγιο Στέφανο, με μικρότερη αντιπροσώπευση κλάσεων με διακριτές κορυφές κλάσεων στην περιοχή δειγματοληψίας Πλάκες.

Τέλος, τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά, και δε το μήκος κελύφους, το πλάτος κελύφους και βάρος του ποδιού, συσχετίστηκαν θετικά με το μήκος και το πλάτος κελύφους για τον πληθυσμό του *P.caerulea* στο Παγασητικό Κόλπο.

## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### 5.1 Ξένη Βιβλιογραφία

- Aksit Deniz, Mutaf Beria Falakali (2011), The external morphology of the gill of *Patella caerulea* (Mollusca: Gastropoda), *Turk Zool* 35(4): 603-606
- Bacci G., Sella G. (1970) Correlations between characters and environmental conditions in *Patella* of 403 *caerulea* group. *Pubbl Staz Zool Napoli* 38:1-17
- Banninster J.V (1975), Shell parameters in relation to zonation in mediterranean limpets, *31:63-67*
- Batelli Claudio (2016), Morphometric characteristic, vertical distribution and density of the limpet *Patella caerulea* L. in relation to different substrata of the bay of Koper (Gulf of Trieste, northern Adriatic ), *Annales* 10: 145-156
- Belkhodja HeLa, Jaafoura Mohamed Habib, Missaoui Hechmi, Romdhane Ms (2011), Histological investigation of the reproductive cycle of the limpet *Patella caerulea* Linnaeus, 1758, *Cahiers de Biologie Marine* 52(3):279-290
- Bini G., Castellano E., Udisti R. , Santini G., Chelazzi G. (2008), Intra-specific variation in cardiac activity of the Mediterranean limpet *Patella caerulea* along a contamination gradient, *Ethology Ecology&Evolution* 20:271-281

- Bulleri F., Benedetti- Cecchi L., Acunto S., Cinelli F., Hawikins S.J. (2002), The influence of capony algae on vertical patterns of distribution of low-shore assemblages on rocky coasts in the northwest Mediterranean, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 267: 89-106
- Burgos –Rubio Victor, De la Rosa Julio, Altamirano Maria , Free Espinosa (2015), The role of patellid limpets as omnivorous grazers: a new insight into intertidal ecology, *Marine Biology* 162:2093-2106
- Castro P., Huber M.E. (1999), *Θαλάσσια Βιολογία*, University Studio Press, Θεσσαλονίκη, pp300
- Cartwright Stephen R., Coleman Ross A., Browne Mark A. (2006), Ecologically relevant effects of pulse application of copper on the limpet *Patella vulgate* , *Inter-research Marine Ecology progress series* 326:187-194
- Chintiroglou C., Antoniadou C., Vafidis D., Koutsoubas D, (2005), A review on the biodiversity of hard substrate invertebrate communities in the Aegean Sea, Mediterranean *Marine Science*, 6/2, 51-62
- Christiansen F. B., Fenchel T.M. (1979), Evolution of Marine Invertebrate Reproductive Patterns, *Theoretical Population Biology*, 16:267-282

- Cleveland P. Hickman, JR., Larry S. Roberts, Susan L. Keen, Allan Larson, Helen L' Anson, David J. Eisenhour (2011), *Zoology* 1(3):461-490
- Dayton P.K. (1971), *Competition, Disturbance, and Community Organization: The Provision and Subsequent Utilization of Space in a Rocky Intertidal Community*, *Ecological Monographs*, 41: 351-389
- De Lisa Emilia, Carella Francesca, De Vico Gionata, Di Cosmo Anna (2013), *The gonadotropin releasing hormone (GnRH)- like molecule in Probranch Patella caerulea: potential Biomarker of Endocrine Disrupting Compounds in Marine Environment* *Zoological Society of Japan* 30: 135-140
- Denny Mark W. (2000), *Limits to optimization : fluid dynamics, adhesive strength and the evolution of shape of limpet shells*, *The Journal of Experimental Biology* 203,2603-2622
- Doneddu Mauro and Trainito Egidio (2010), *Cahiers de Biologie, Marine*,52:279-290
- Duran L.R., Castills J.C. (1989), *Variation and persistence of the middle rocky intertidal community of central Chile, with and without human harvesting*, *Marine Biology* 103:555-562

- Espinosa Free, . Guerra –Garcia Jose M, Fa Darren, Garcias-Gomez J. Carlos (2006), Aspects reproduction and their implications for the conservation of the endangered limpet, *Patella ferruginea*, Invertebrate Reproduction and Development 49 (1-2):85-92
- Fauvelo Cécile , Bertozzi Francesca , Costantini Federica , Airoidi Laura , Abbiati Marco (2009), Lower genetic diversity in the limpet *Patella caerulea* on urban coastal structures compared to natural rocky habitats 156:2313-2323
- Keaser T. and Safriel U.N. (1994), The establishment of a territory: effects of food and competitors on movement patterns in *Patella caerulea* limpets, Ethology Ecology & Evolution 6:103-115
- Michaelides Basile and s Beis Isidoro (1990), Studies on the anaerobic energy metabolism in the foot muscle in marine gastropod *Patella caerulea* , Comp. Biochemistry Physiology vol.95B , 3:493-500
- Michaelidis B. , Gaitanaki C., Prof. Is. Beis (1988), Modification of pyruvate kinase from the foot muscle of *Patella caerulea* (L) during anaerobiosis, Journal of Experimental Zoology Banner, Comparative Physiology and Biochemistry 248:264-271
- Moreno Carlos A. and Jaramillo Eduardo (1983), The Role of Grazers in the Zonation of Intertidal Macroalgae of the Chilean Coast, Oikos 41:73-76

- Nakano Tomoyuki and Ozawa Tomowo (2007), Worldwide phylogeny of limpets of the order Patellogastropoda: molecular, morphological and palaeontological evidence, *Journal of Molluscan Studies* 73: 77-794
- Navarrete S. A. , Menge B.A. (1996)Keystone Predation and Interaction Strength: Interactive Effects of Predators on Their Main Prey, *Ecological Society of America* 66:609-629
- Pechenik J.A. (1979), Role of encapsulation in invertebrate life histories, *The American Naturalist*, 114:859-870
- Ridgway S.A., Reid D.G., Taylor J.D. , Branch G.M. and . Hodgson A.N (1998)A cladistic phylogeny of the family Patellidae (Mollusca: Gastropoda) *The Royal Society* 353: 1645-1668
- Ruthensteiner Bernhard, Wanninger Andreas, Haszprunar Gerhard (2000), The protonephridial system of the tusk shell, *Antalis entalis* (Mollusca, Scaphopoda), *Zoomorphology* 121:pp19-26
- Santini Giacomo , Bruschini Claudia, Pazzagli Luigia , Pazzagli Giuseppe , Moneti Gloriano, Chelazzi Guido (2001), Metabolic responses of the limpet *Patella*

*caerulea* (L.) to anoxia and dehydration, Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology, 130:1-8

- Santini G., Tendi C., Tendi N., Thompson R.C., Chelazzi G.,(2005), Intra-specific variability in the temporal organisation of foraging of the limpet *Patella caerulea* on mesotidal shores, Ethology Ecology& Evolution 17:64-75
- Skov M. W., Volkert-Igoe, Hawkins S.J., Jesus B., Thompson R.C., Doncaster C.P. (2010), Past and present grazing boosts the photo-autotrophic biomass of biofilms MEPS, 401:101-111
- Türkmen M. , Türkmen A, İ, Tepe Akyurt,Y, (2005) Limpet, *Patella caerulea* Linnaeus, 1758 and Barnacle, *Balanus* sp., as Biomonitors of Trace Metal Availabilities in İskenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea, 74:301-307
- Ukmar-Godec Tina, Kapun Gregor, Zalansky Paul, Faivre Damien (2015), The giant keyhole limpet radula teeth: A naturally-grown harvest machine, The Journal of Structural Biology 192:392-402
- Underwood A.J. (1980), The effects of grazing by gastropods and physical factors on the upper limits of distribution of intertidal macroalgae, Oecologia, 46:201-213



- Wanninger Andreas, Ruthensteiner, Dictus Wim J.A.G , Haszprunar Gerhard (2010), The development of musculature in the limpet with implications on its role in the process of ontogenetic torsion, *Invertebrate Reproduction and Development* 36:1-3
- Wanninger Andreas, Ruthensteiner Bernhard and Haszprunar Gerhard (2000), Torsion in *Patella caerulea* (Mollusca, Patellogastropoda): Ontogenetic Process, Timing, and Mechanism, *Invertebrate Biology* 119:177-187
- Yonge W. (1964), *Physiology of Mollusca* ii, New York, London, pp143

## 5.2 Ελληνική Βιβλιογραφία

- Θεοδώρου Α. (2004) Ωκεανογραφία, Εισαγωγή στο Θαλάσσιο Περιβάλλον Αθ. Σταμούλης, Αθήνα, pp 417
- Κάτος Α.Β. (1986) Στατιστική Παρατηρητής , Θεσσαλονίκη
- Κίτσου Μ.Σ., Συμβολή στη μελέτη της βιοποικιλότητας των συνευρέσεων του σκληρού μεσοπαραλιακού και υπερπαραλιακού υποστρώματος, Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, (2003), σελ.2, 17,50

- Παναγιωτίδης Π., Χατζημήτρος Κ., (2004), Παράκτια οικοσυστήματα και ανθρωπογενείς πιέσεις στις ακτές, Παραδείγματα από την Ελλάδα, Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών. Αθήνα, pp 9-12

### 5.3 Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

- The living world of Molluscs , No1 :  
<http://www.molluscs.at/gastropoda/index.html?/gastropoda/sea/limpets.html>

(Πρόσβαση: 16-8-18)

- Jessica's Nature Blog , No2:  
<https://natureinfoocus.blog/2011/02/12/limpets/>

(Πρόσβαση: 4-5-2017)

- Integrated Taxonomin System Information No3:  
[https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=69752#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=69752#null)

(Πρόσβαση:25-4-2018)

- Encyclopedia Britannica No4:  
<https://www.britannica.com/science/trochophore>

(Πρόσβαση:2-3-2018)

- Encyclopedia Britannica No5:

<https://www.britannica.com/science/veliger>

(Πρόσβαση:2-3-2018)

- The Marine Life Information Network No5:  
<https://www.marlin.ac.uk/species/detail/1371>

(Πρόσβαση:2-3-2018)

- Patellostropoda No6:  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Patellostropoda>

(Πρόσβαση:18-3-2017)

- IctioTerm: BASE DE DATOS TERMINOLÓGICOS Y DE IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES PESQUERAS DE LAS COSTAS DE ANDALUCÍA No7:  
[http://www.ictioTerm.es/nombre\\_cientifico.php?nc=312](http://www.ictioTerm.es/nombre_cientifico.php?nc=312)

(Πρόσβαση:23-7-2017)

- The Sea Life Base  
<https://www.sealifebase.ca/summary/Patella-caerulea.html>

(Πρόσβαση:5-10-2017)

- A snails odyssey  
<http://www.asnailsodyssey.com/LEARNABOUT/LIMPET/limpRadu.php>

(Πρόσβαση:16-12-2017)

- Queen Mary, The University Of London  
<https://qmro.qmul.ac.uk/xmlui/handle/123456789/1459>

(Πρόσβαση:22-7-2017)



## 6. ABSTRACT

The limpet *Patella caerulea* (Linnaeus, 1758), is the most famous species living in Greek coasts of hard substrates on intertidal zone. Their ecology study in Greece is limited. The purpose of this work was to study the population structures of the species in the Pagasitic Gulf. During the study, 13 monthly samplings were conducted from April 2016 to April 2017. Study areas were Ayios Stefanos and Plakes, which were located along the coastline of Pagasitikos. In the area of sampling, Plakes, the presence of human beings is remarkable throughout the year, since it's a meeting place for the winter swimmers of the city. The samples were counted and their morphological characteristics of shell length, width, height, front shell length, total weight and food weight of each of them were evaluated. The records of the total shell lengths were classified into classes in relation to their size and used to determine the generations with use of the Bhattacharya method. The study was completed with the assessment of biometric features.

At Ag. Stefanos the average shell length was  $23.47 \pm 5.34$  mm, the shell width (W)  $19.09 \pm 4.80$  mm, the height (h)  $6.22 \pm 1.63$  mm of the front shell length (f)  $11.20 \pm 3.01$  mm, of the total weight (Wt) of  $1.38 \pm 0.89$  g and of the weight of foot (Wf) of  $0.47 \pm 0.35$  g. At Plakes the average shell length (L) was  $23.24 \pm 3.36$  mm, width of the shell (W)  $18.83 \pm 3.02$ , height (h)  $5.99 \pm 1.16$  mm, front shell length (f)  $10.91 \pm 1.92$  mm, total weight (Wt) of  $1.24 \pm 0.56$  g and weight of foot (Wf) of  $0.37 \pm 0.17$  g. The average abundance at Ag. Stefanos station is  $68.31 \pm 21.34$  while at Plakes station  $60.38 \pm 15.93$ . The differences in the populations examined showed that the human factor significantly influences the morphometric characteristics of the limb.

Key words: patella, biometric characteristics, population composition, Pagasitikos gulf

