

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

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Δυναμική πληθυσμών του *Chthamalus stellatus* (Poli, 1791) στον
Παγασητικό κόλπο»**

Κοτσίρη Ζωή

ΒΟΛΟΣ 2015

**«Δυναμική πληθυσμών του *Chthamalus stellatus* (Poli, 1791) 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 Χατζιωάννου, Επίκουρη Καθηγήτρια, Εκτροφή Σαλιγκαριών και Βατράχων, Τμήμα Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος***.

3) Αθανάσιος Εξαδάκτυλος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Γενετική Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος***.

Στην οικογένειά μου

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα από καρδιάς να ευχαριστήσω όλους όσοι με βόηθησαν, υλικά και συναισθηματικά, να φέρω αυτή τη διπλωματική εργασία εις πέρας.

Πρώτα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή και επιβλέποντά μου, κύριο Βαφείδη Δημήτριο, για την εμπιστοσύνη που έδειξε δίνοντάς μου τη συγκεκριμένη εργασία καθώς και την πηγή έμπνευσης που αποτέλεσε για μένα όλα αυτά τα χρόνια της πενταετούς φοίτησης ως μελλοντική ερευνήτρια. Θέλω ακόμη να τον ευχαριστήσω για όλες τις συμβουλές και τις επιρροές που τον κατέστησαν μέντορα μου.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω και στα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής μου, στην Επίκουρη Καθηγήτρια, κυρία Χατζηγιωάννου Μαριάνθη και στον Αναπληρωτή Καθηγητή, κύριο Εξαδάκτυλο Αθανάσιο για τις καίριες παρεμβάσεις τους και τη συμπαράσταση που μου υποδείκνυαν κατά τις σπουδές μου στην πόλη του Βόλου.

Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω τον διδάκτορα, κύριο Λόλα Αλέξιο για το χρόνο που μου αφιέρωσε καθώς και για τις υποδείξεις του ώστε να περατώσω την εργασία μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και όλους τους φίλους μου για τη ηθική υποστήριξη και την πίστη που είχαν σε μένα κατά τη διάρκεια της φοίτησης μου στο πανεπιστήμιο, αφού αυτό θα ήταν αδύνατο χωρίς τη συμβολή των πρώτων καθώς αποτελούν και τους χορηγούς των σπουδών μου. Ειδικότερα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη μητέρα μου Σμαράγδα Κοτσίρη και το φίλο και συμφοιτητή μου Κοντοτόλη Στέφανο, που εγκατέλειπαν τις ασχολίες τους για να με βοηθήσουν στις δειγματοληψίες μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της έρευνας ήταν η κατανομή και η μέτρηση των βιομετρικών χαρακτηρισμών του θυσσανόποδου *Chthamalus stellatus* στο μεσοπαραλιακό βράχο του Παγασητικού κόλπου.

Πραγματοποιήθηκαν 15 δειγματοληψίες σε δεκαπενθήμερη ή μηνιαία βάση (Ιούνιος 2014 – Ιούνιος 2015) σε δύο σταθμούς κατά μήκος της ακτογραμμής του Παγασητικού κόλπου. Σε κάθε δειγματοληψία γινόταν συλλογή τουλάχιστον 80 ατόμων με τη μέθοδο της τυχαίας ρίψης πλαισίου 10×10 cm προκειμένου να εκτιμηθούν η διανομή και οι βιομετρικοί χαρακτήρες του θυσσανόποδου.

Συνολικά, συλλέχθηκαν 2511 άτομα. Η μέση τιμή της πληθυσμιακής κάλυψης ήταν 47.37 % για τις Πλάκες και 31.72 % για τον Άγιο Στέφανο. Για το σταθμό Πλάκες ο μέσος όρος του μήκους βάσης υπολογίστηκε σε $6,37 \pm 1,52$ mm, του πλάτους βάσης 5.82 ± 1.51 mm, του μήκους επιώματος $2,46 \pm 0,49$ mm, του πλάτους επιώματος $2,07 \pm 0,45$ mm, του ύψους $2,55 \pm 0,69$ mm και του βάρους $0,0834 \pm 0,06$ gr. Αντίστοιχα για τον Άγιο Στέφανο, ο μέσος όρος του μήκους βάσης εκτιμήθηκε σε $7,54 \pm 1,95$ mm, του πλάτους βάσης $7,29 \pm 2,05$ mm, του μήκους επιώματος $2,94 \pm 0,68$ mm, του πλάτους επιώματος $2,46 \pm 0,59$ mm, του ύψους $2,97 \pm 0,77$ mm και του βάρους $0,1346 \pm 0,08$ gr. Το ιστόγραμμα από τη συχνότητα κατανομής του μήκους βάσης έδειξε μία κορυφή στη συνότητα των 7 mm.

Οι βιομετρικές συσχετίσεις που εξετάστηκαν έδειξαν αρνητική αλλομετρία για όλα τα χαρακτηριστικά. Οι υψηλότερες τιμές συσχετίσεων σημειώθηκαν μεταξύ του μήκους βάσης με το πλάτος βάσης ($r = 0,85$) και το βάρος ($r = 0,81$).

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα.....	vi
1.Εισαγωγή	1
1.1 Δυναμική πληθυσμών	1
1.2 Ιστορική αναδρομή για το <i>Chthamalus stellatus</i>	2
1.3 Αντικείμενο και στόχοι έρευνας	3
2. Μεθοδολογία.....	5
2.1 Περιοχή μελέτης.....	5
2.2 Περιοχές έρευνας	5
2.3 Δειγματοληψίες.....	6
2.4 Διασπορά πληθυσμού.....	8
2.4 Μορφομετρικά χαρακτηριστικά.....	8
2.5 Στατιστική επεξεργασία	9
3. Αποτελέσματα.....	10
3.1 Διασπορά πληθυσμού.....	10
3.1.1 Πληθυσμιακή κάλυψη	10
3.1.2 Κάθετη πληθυσμιακή κατανομή.....	10
3.2 Μορφομετρικοί χαρακτήρες	11
3.3 Κλάσεις μεγέθους.....	16
3.4 Βιομετρικές συσχετίσεις	16

3.5 Σχέση μήκους βάσης – θερμοκρασίας	21
3.6 Στατιστική επεξεργασία	22
3.7 Συσχέτιση μήκους βάσης με τις αβιοτικές παραμέτρους.....	28
4. Συζήτηση.....	29
4.1 Διασπορά πληθυσμού.....	29
4.1.1 Πληθυσμιακή κάλυψη	29
4.1.2 Κάθετη πληθυσμιακή κατανομή.....	29
4.2 Μορφομετρικοί χαρακτήρες	31
4.3 Κλάσεις μεγέθους.....	32
4.4 Βιομετρικές συσχετίσεις	33
4.5 Σχέση μήκους βάσης – θερμοκρασίας	34
4.6 Συσχέτιση μήκους βάσης με τις αβιοτικές παραμέτρους.....	35
5. Βιβλιογραφία	37

1.Εισαγωγή

1.1 Δυναμική πληθυσμών

Η μεσοπαραλιακή ζώνη φιλοξενεί πληθώρα οικολογικών κοινοτήτων και έχουν προταθεί μοντέλα για τη δημογραφική και πληθυσμιακή δυναμική των οργανισμών με περιορισμένη δυνατότητα πρόσληψης τροφής για πληθυσμούς όπως είναι τα θυσσανόποδα. Οι έρευνες σημειώνουν μεγάλες διαφορές στη δυναμική πληθυσμών μεταξύ της υψηλής και χαμηλής οικοθέσης στη μεσοπαραλιακή ζώνη και εγείρονται ερωτήματα για τους ενδιάμεσους πληθυσμούς. (Gaines & Roughgarden 1985). Πολλοί από τους οργανισμούς της μεσοπαραλιακής ζώνης περνούν το προνομικό τους στάδιο στην πελαγική φάση όπως τα θυσσανόποδα και τα μύδια (Connell 1961). Το στάδιο αυτό μπορεί να διαρκέσει δυο με τρεις εβδομάδες και οι οργανισμοί να οδηγηθούν μακριά έως και αποστάσεις των 100km και έπειτα εγκαθίστανται στο σκληρό υπόστρωμα. (Gaines & Roughgarden 1985). Τα μεσοπαραλιακά είδη συχνά περιορίζονται στην οριζόντια κατεύθυνση του υποστρώματος λόγω της κλίσης του, της έντασης του κυματισμού ή της αλατότητας στις εκβολές των ποταμών.

Τα θυσσανόποδα, ως εδραίοι οργανισμοί, μπορούν να μελετηθούν και οι αριθμοί και τα μεγέθη να συγκριθούν σε διαφορετικούς χρόνους. Η δυναμική τους μπορεί να μετρηθεί με ακρίβεια και οι έρευνες αυτές είναι αρκετές ώστε να ακολουθήσουν επιπλέον πειραματικές έρευνες και ελέγχους (Connell 1970). Γι' αυτό και τα περισσότερα υπάρχοντα μοντέλα εστιάζουν στις διαδικασίες που επηρεάζουν την ανάπτυξη, τις μετακινήσεις, και τη θνησιμότητα των νεοσυλλέκτων ή την εγκατάσταση των ενηλίκων (Menge & Sutherland 1976).

Οι εδραίοι οργανισμοί συχνά έχουν περιορισμένο χώρο να προσκολληθούν, αφού βρίσκονται σε περιβάλλοντα με κλίση του εδάφους και είναι εύκολο να ανιχνευθούν. Τα θυσσανόποδα είναι ευδιάκριτα μέλη πολλών εύκρατων μεσοπαραλιακών κοινοτήτων και καταλαμβάνουν το μεσαίο έως το υψηλό κομμάτι αυτής της ζώνης. (Stephenson & Stephenson 1949). Μέσα στο ενδιαίτημα, τα θυσσανόποδα ανταγωνίζονται τόσο μεταξύ τους όσο και με άτομα άλλων ειδών από την σύνθλιψη ή και την υπερανάπτυξη των γειτόνων τους (Connell 1961 a, Wethey 1983 a), ενώ περιορίζεται η υψηλότερη οικοθέση τους από αβιοτικούς παράγοντες θερμότητα και ξήρανση (Connell 1961 a, Wethey 1983 b). Τα θυσσανόποδα, όπως το *Balanus improvisus*, που εγκαθίστανται στο άνω τμήμα των εκβολών ενός ποταμού πέρα από το όριο της κατανομής των ενηλίκων πεθαίνουν ως νεαρά πριν την ωρίμανση τους σημειώνοντας το ανώτερο σημείο της ζώνης (Bertness 1989).

Τα μεσοπαραλιακά θυσσανόποδα είναι εξαιρετικοί δείκτες της στάθμης της θάλασσας, ακόμη και σε εκείνες τις ακτές με μικρή διάρκεια άμπωτης αλλά πολύ περισσότερο στις υψηλές βραχώδεις ακτές (Pirazzoli et al. 1985). Μελετώντας τη δυναμική πληθυσμών των θυσσανόποδων και τη διασπορά τους είναι δυνατό να κατανοηθούν περισσότερο η δομή και η δυναμική πληθυσμών των μεσοπαραλιακών κοινοτήτων.

1.2 Ιστορική αναδρομή για το *Chthamalus stellatus*

Μελέτες σχετικά από το *Chthamalus stellatus* εστίασαν στην οικολογία του είδους. Έγιναν αναφορές για τη σχέση του με τους άλλους οργανισμούς που συμβιώνει ή ανταγωνίζεται όπως είδη *Balanus* και *Chthamalus*. Προσεγγίσεις έγιναν για την οικοθέση που επιλέγει να διαβιώνει στο μεσοπαραλιακό υπόστρωμα καθώς επηρεάζεται

από αβιοτικούς παράγοντες όπως αλατότητα και έκθεση στον κυματισμό (Southward & Crisp 1954, Connel 1961 a, Foster 1971, Crisp et al. 1981, Koukouras & Matsa 1998, Pannacciulli & Relini 2000, Range & Paula 2001, Davenport & Irwin 2003, Mieszkowska et al. 2006). Μεγάλη σημασία δόθηκε και στη στρατολόγηση των νεαρών ατόμων στο σκληρό υπόστρωμα καθώς αποτελεί βασικό παράγοντα της επιβίωσης του (Burrows 1999, Cruz 1999, Dos Santos et al. 2007).

Άλλες έρευνες ασχολήθηκαν με τη μορφολογία και βιομετρία του είδους. Έγιναν εξωτερικές παρατηρήσεις και μέσα από μηνιαίες δειγματοληψίες υπολογίστηκαν οι μεταβολές στους βιομετρικούς του χαρακτήρες (Barnes 1956, Barnes 1972, Benedetti – Cecchi 2000, Deutsch 2010, Besir & Çinar 2012).

Σημασία δόθηκε και στη φυσιολογία του είδους. Μέσα από σύγχρονα συστήματα παρατήρησης όπως το μικροσκόπιο σαρώσεως επικεντρώθηκαν στη διαδικασία της έκδυσης και έπειτα στην παρατήρηση των αναπαραγωγικών οργάνων για να βρεθούν οι εποχιακές τάσεις (Klepal & Barnes 1975, Burrows et al. 1992, O’Riordan et al. 1995, Power et al. 1999).

Οι τεχνολογικές εξελίξεις έδωσαν τη δυνατότητα στους ερευνητές να ασχοληθούν γύρω από την προέλευση και τη φυλογένεση του είδους αλλά και να προσδώσουν πληροφορίες μέσα από τη γενετική για την προτίμηση ζώνης στο σκληρό υπόστρωμα του ζώου για την καλύτερη επιβίωση του (Shemesh et al. 2008, Wares et al. 2009, Guy – Haim et al. 2015).

1.3 Αντικείμενο και στόχοι έρευνας

Το θυσσανόποδο *C. stellatus* είναι ένα κοσμοπολίτικο είδος που ωστόσο δεν υπάρχουν εκτενείς αναφορές γύρω από τα βιομετρικά του χαρακτηριστικά στη

Μεσόγειο θάλασσα. Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν να μελετηθεί η βιομετρία τους είδους και να διερευνηθούν η πυκνότητα και τα πρότυπα κατανομής που καταλαμβάνει στη μεσοπαραλιακή ζώνη σε δυο περιοχές του Παγασητικού Κόλπου.

Στόχος ήταν η περαιτέρω πληροφορία για την παρουσία του είδους στην ευρύτερη περιοχή αλλά και η κατανόηση της οικολογίας αυτού για να κατανοηθεί η δυναμική του. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από την παρούσα εργασία είναι πιθανό μελλοντικά να βοηθήσουν σε διαχειριστικά περιβαλλοντικά μέτρα.

2. Μεθοδολογία

2.1 Περιοχή μελέτης

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στο σκληρό υπόστρωμα της μεσοπαραλιακής ζώνης του Παγασητικού κόλπου. Πρόκειται για ένα ημίκλειστο κόλπο στο δυτικό Αιγαίο βόρεια της νήσου Ευβοίας. Η επιφάνεια του κόλπου είναι 520 km^2 με συνολικό όγκο 36 km^3 (Friligos et al. 1986, Triantafyllou et al. 2001).

2.2 Περιοχές έρευνας

Για την διεξαγωγή της μελέτης, πραγματοποιήθηκαν επιτόπιες παρατηρήσεις στο πεδίο. Επιλέχθηκαν δύο σταθμοί δειγματοληψίας στις άκρες της πόλης του Βόλου, οι Πλάκες και ο Άγιος Στέφανος (Εικόνα 2.1). Οι σταθμοί χωρίστηκαν σε δύο επιμέρους περιοχές για καλύτερη αντιπροσώπευση του δείγματος. Η επιλογή των δύο υποπεριοχών σε κάθε σταθμό έγινε με μέριμνα να απέχουν λίγα μέτρα μεταξύ τους και να αναπαριστούν παρόμοιες μορφολογικές συνθήκες στο σκληρό υπόστρωμα. Ο σταθμός Πλάκες ορίζεται με την κωδικοποίηση A και οι δύο υποπεριοχές του ως AA και AB. Αντίστοιχα, ο σταθμός Άγιος Στέφανος έχει την κωδικοποίηση B και οι δύο υποπεριοχές του BA και BA.



Εικόνα 2.1 Χάρτης του Παγασητικού κόλπου με τις περιοχές έρευνας.

2.3 Δειγματοληψίες

Πραγματοποιήθηκαν 15 δειγματοληψίες, από τον Ιούνιο 2014 έως τον Ιούνιο 2015, με μέριμνα να πραγματοποιούνται κατά το τρίτο δεκαήμερο του κάθε μήνα και την ίδια ώρα και για τους δυο σταθμούς, έτσι ώστε το χρονικό περιθώριο μεταξύ τους να παραμένει σταθερό (Πίνακας 2.1). Κατά τους μήνες Ιανουάριο και Φεβρουάριο πραγματοποιήθηκαν και δεκαπενθήμερες δειγματοληψίες. Κατά τις δειγματοληψίες καταγράφηκαν η θερμοκρασία και η αλατότητα με τη βοήθεια του αλατόμετρου (Εικόνα 2.2).

Πίνακας 2.1 Ημερομηνίες διεξαγωγής δειγματοληψιών για τους δύο σταθμούς.

A/A	A	B
1	28/6/2014	29/6/2014
2	27/7/2014	26/7/2014
3	30/8/2014	31/8/2014
4	28/9/2014	27/9/2014
5	25/10/2014	26/10/2014
6	23/11/2014	22/11/2014
7	21/12/2014	20/12/2014
8	10/1/2015	11/1/2015
9	25/1/2015	24/1/2015
10	8/2/2015	7/2/2015
11	27/2/2015	28/2/2015
12	27/3/2015	28/3/2015
13	27/4/2015	26/4/2015
14	24/5/2015	25/5/2015
15	20/6/2015	21/6/2015



Εικόνα 2.2 Αλατόμετρο για την καταγραφή θερμοκρασίας και αλατότητας.

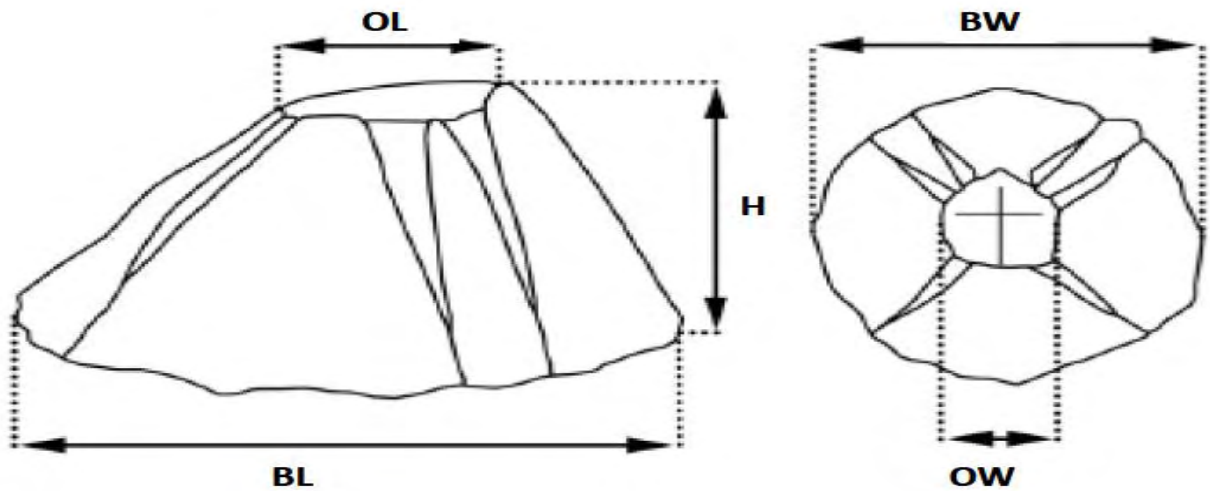
2.4 Διασπορά πληθυσμού

Σε κάθε δειγματοληψία σημειώνονταν το κατώτερο σημείο της μεσοπαραλιακής ζώνης για να υπολογισθεί το chart datum (CD). Για να καθοριστεί η πυκνότητα του είδους διεξήχθη δειγματοληψία σε δύο ίσα επίπεδα για αποστάσεις 0 – 60 cm και 90 – 150 cm. Σε κάθε επίπεδο ξεχωριστά, γινόταν τυχαία ρίψη δειγματοληπτικού πλαισίου διαστάσεων 10 × 10 cm με άνοιγμα πλέγματος 1cm και έξι επαναλήψεων. Τα άτομα που συλλέγονταν από κάθε υποπεριοχή ανέρχονται σε τουλάχιστον 40 ανά δειγματοληψία και η διατήρηση τους έγινε σε μπουκάλια συλλογής με φορμόλη. Κατά τη δειγματοληψία 8/2/2015 στις Πλάκες, δεν συλλέχθηκαν ζώα εξαιτίας της υψηλής στάθμης της θάλασσας.

2.4 Μορφομετρικά χαρακτηριστικά

Σε κάθε άτομο οι βιομετρικές παράμετροι που μελετήθηκαν ήταν το μήκος βάσης (BL), το πλάτος βάσης (BW), το μήκος επιώματος (OL), το πλάτος επιώματος (OW), το ύψος (H) και το βάρος (W) (Εικόνα 2.3).

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με παχύμετρο με ακρίβεια 0,01 mm για τα χαρακτηριστικά μήκος βάσης, πλάτος βάσης, μήκος επιώματος, πλάτος επιώματος και ύψος και με ζυγαριά ακριβείας 0,001 gr για το βάρος.



Εικόνα 2.3 Βιομετρικοί χαρακτήρες του *Chthamalus stellatus*.

2.5 Στατιστική επεξεργασία

Οι μετρήσεις για τον πληθυσμό και για τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά καταχωρήθηκαν σε φύλλα του λογιστικού προγράμματος Microsoft Excel 2007. Οι αναλύσεις των μορφομετρικών χαρακτήρων έγιναν σύμφωνα με τον παραμετρικό έλεγχο Ανάλυσης Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης (One – Way ANOVA), της μεθόδου Ανάλυσης Συνδιακύμανσης (ANCOVA) από τα στατιστικά προγράμματα Statgraphics και SPSS.

Για την πιθανή σχέση μήκους βάσης με τη θερμοκρασία πραγματοποιήθηκε ανάλυση ελέγχου διακύμανσης ξεχωριστά για τους δύο σταθμούς .και ανάλυση διακύμανσης μονής κατεύθυνσης για τη σχέση των μορφομετρικών χαρακτήρων για κάθε δειγματοληψία. Για την υπολογιστεί η επιρροή στο μήκος βάσης από τους αβιοτικούς παράγοντες, έγινε ανάλυση συνδιακύμανσης

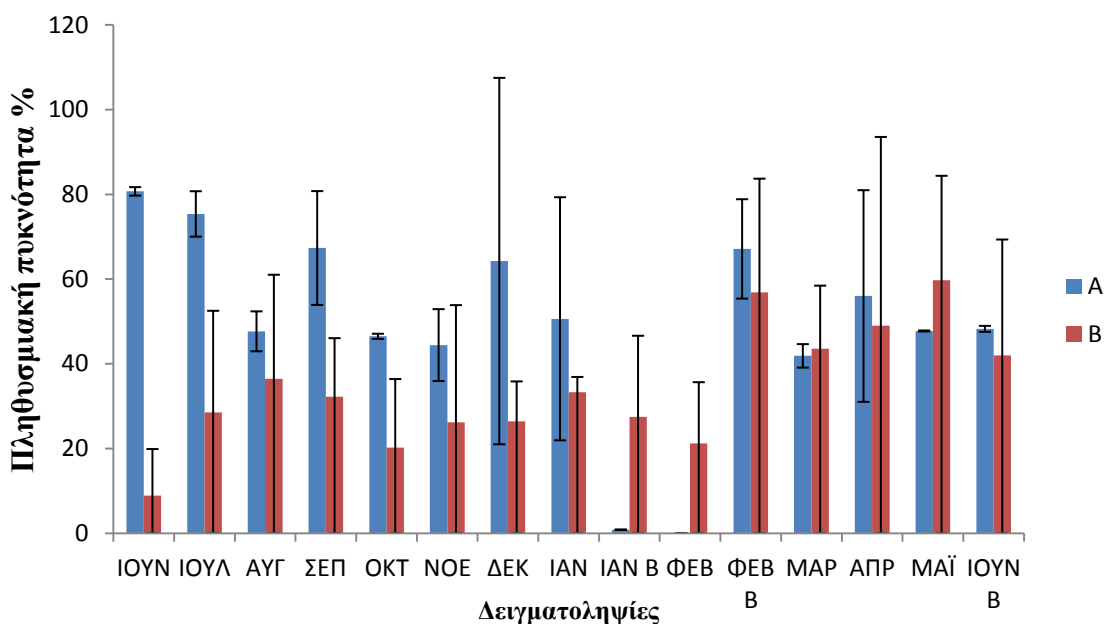
3. Αποτελέσματα

3.1 Διασπορά πληθυσμού

3.1.1 Πληθυσμιακή κάλυψη

Η μέση τιμή της πληθυσμιακής πυκνότητας A διαπιστώθηκε να είναι 47,37 % για το σταθμό Πλάκες και 31,72 % για το σταθμό του Αγίου Στεφάνου.

Στο παρακάτω γράφημα του Σχήματος 3.1 αναπαριστάται η πληθυσμιακή πυκνότητα ανά δειγματοληψία για τους δύο σταθμούς μελέτης.

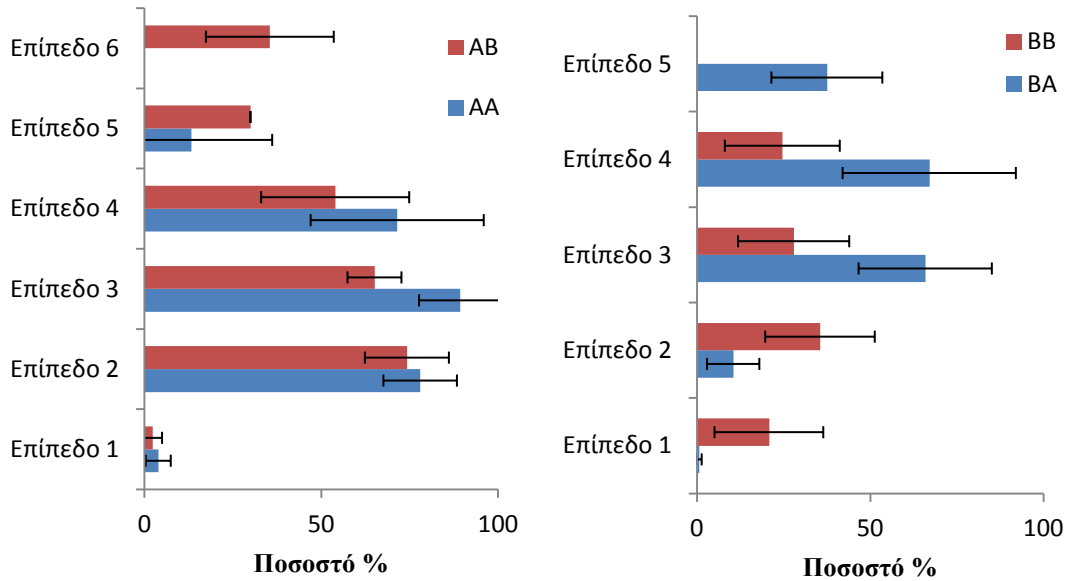


Σχήμα 3.1. Κατανομή πληθυσμιακής πυκνότητας για κάθε δειγματοληψία και κάθε σταθμό.

3.1.2 Κάθετη πληθυσμιακή κατανομή

Η μέση πυκνότητα που προέκυψε για την πρώτη υποπεριοχή του σταθμού Πλάκες (AA) ήταν 51,21% και για την δεύτερη υποπεριοχή (AB) 43,52 %. Για το σταθμό Άγιος Στέφανος, η πρώτη υποπεριοχή (BA) είχε μέση κάλυψη 36,32 % και η δεύτερη (BB) 27,23 %. Στις Εικόνες 3.2A και 3.2B παρουσιάζεται η κάλυψη του C.

stellatus στα επίπεδα που παρατηρήθηκε πάνω στο μεσοπαραλιακό βράχο. Ο σταθμός Πλάκες έχει μια πυκνή και στενή ζώνωση πάνω στο μεσοπαραλιακό βράχο. Στο μεσαίο επίπεδο παρατηρούνται πυκνότητες έως και 100%.



Σχήμα 3.2. Πληθυσμιακή κάλυψη των δυο υποπεριοχών για το σταθμό Πλάκες (A) και για το σταθμό Άγιος Στέφανος (B).

3.2 Μορφομετρικοί χαρακτήρες

Συνολικά, από όλες τις δειγματοληψίες συλλέχθηκαν 2511 άτομα. Ο αριθμός των ατόμων σε κάθε δειγματοληψία όπως και οι συνολικοί μορφομετρικοί παράγοντες από την παρατήρηση τους αποτυπώνονται στους Πίνακες 3.1, 3.2, 3.3 και 3.4.

Πίνακας 3.1. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα μήκους βάσης (BL), πλάτους βάσης (BW) και μήκος επιπόματος (OL) για το σταθμό Πλάκες.

Δειγματοληψίες	N	BL				BW				OL			
		Mean	SD	Min	Max	Mean	SD	Min	Max	Mean	SD	Min	Max
1	85	6,41	1,32	1,90	10,43	5,78	1,22	2,75	10,98	2,84	0,61	0,96	4,42
2	98	7,14	1,44	4,25	12,60	6,50	1,47	4,28	11,14	2,77	0,45	1,93	4,22
3	87	6,01	1,09	2,77	9,61	5,40	1,11	2,74	9,20	2,36	0,46	1,25	3,58
4	83	6,73	1,54	2,88	10,23	6,04	1,54	2,15	10,80	2,51	0,50	1,20	3,62
5	87	6,76	1,70	2,45	11,92	6,26	1,80	2,05	11,97	2,59	0,43	1,35	3,82
6	94	7,20	2,20	3,41	13,31	6,69	2,12	2,83	13,02	2,84	0,62	1,64	5,35
7	88	7,74	1,91	2,90	13,13	7,24	1,94	2,64	11,25	2,99	0,64	1,00	4,84
8	86	7,06	1,77	4,03	11,83	6,68	1,96	2,26	11,80	2,77	0,59	1,27	4,50
9	65	6,45	1,31	2,95	10,41	5,93	1,31	2,20	8,98	2,49	0,41	1,22	3,23
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	86	7,36	1,98	4,15	12,79	6,79	2,00	2,91	13,45	2,70	0,53	1,79	4,29
12	82	6,39	1,20	3,37	9,00	5,71	1,11	3,13	10,05	2,58	0,43	1,66	3,62
13	84	7,38	2,12	2,47	13,02	6,71	2,13	2,76	11,89	2,73	0,60	0,83	4,53
14	87	6,12	1,51	2,63	10,26	5,40	1,34	1,68	9,45	2,14	0,46	0,97	3,28
15	87	6,86	1,77	2,94	11,91	6,21	1,54	3,50	10,16	2,60	0,66	1,27	4,44

Πίνακας 3.2. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα πλάτους επιπόματος (OW), ύψους (H) και βάρους (W) για το σταθμό Πλάκες.

Δειγματοληψίες	N	OW				H				W			
		Mean	SD	Min	Max	Mean	SD	Min	Max	Mean	SD	Min	Max
1	85	2,39	0,57	0,39	4,08	2,31	0,67	0,04	4,3	0,0841	0,07	0,0128	0,6330
2	98	2,36	0,37	1,44	3,28	2,77	0,75	1,25	5,51	0,1105	0,09	0,0271	0,7530
3	87	1,98	0,41	1,04	3,14	2,24	0,61	0,93	4,13	0,0613	0,03	0,0090	0,2830
4	83	2,15	0,45	0,94	3,28	2,94	0,81	1,48	4,96	0,0864	0,05	0,0073	0,2542
5	87	2,20	0,42	0,99	3,23	2,62	0,73	1,49	5,08	0,0906	0,09	0,0107	0,6650
6	94	2,44	0,56	1,34	4,66	3,00	0,83	1,72	5,16	0,1065	0,09	0,0125	0,5837
7	88	2,51	0,56	0,65	4,05	3,25	0,88	1,4	6,01	0,1284	0,08	0,0056	0,3802
8	86	2,34	0,54	0,83	3,84	3,10	0,91	1,28	5,43	0,1081	0,08	0,0065	0,3741
9	65	2,10	0,44	0,95	3,60	2,39	0,47	0,93	3,43	0,0566	0,02	0,0051	0,1200
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	86	2,30	0,49	1,37	3,96	2,81	0,78	1,47	5,01	0,0957	0,07	0,0158	0,3972
12	82	2,17	0,39	1,30	3,32	2,63	0,58	1,28	4,38	0,0610	0,03	0,0129	0,1884
13	84	2,26	0,56	1,24	4,09	2,93	0,75	1,54	5,58	0,1064	0,08	0,0085	0,4553
14	87	1,77	0,42	0,78	2,74	2,45	0,64	0,77	4,36	0,0545	0,03	0,0028	0,1637
15	87	2,15	0,57	0,82	3,72	2,88	0,90	1,24	5,87	0,1013	0,07	0,0108	0,4281

Πίνακας 3.3. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα μήκους βάσης (BL), πλάτους βάσης (BW) και μήκος επιπόματος (OL) για το σταθμό Άγιος Στέφανος.

Δειγματοληψίες	N	BL				BW				OL			
		Mean	SD	Min	Max	Mean	SD	Min	Max	Mean	SD	Min	Max
1	96	9,45	1,84	4,24	14,20	9,05	1,68	4,90	12,94	3,63	0,53	2,04	5,07
2	91	7,34	1,63	1,75	12,48	7,06	1,63	3,38	12,81	2,90	0,57	1,57	4,35
3	82	9,15	1,81	4,30	12,68	8,43	1,94	0,52	12,33	3,17	0,66	1,80	5,61
4	86	7,23	1,62	4,35	11,87	6,55	1,65	3,40	12,92	2,63	0,53	1,64	4,07
5	93	7,52	2,10	1,88	11,61	7,13	2,47	1,70	11,95	2,94	0,76	0,61	4,47
6	96	7,78	2,00	2,84	13,81	7,42	2,11	3,56	12,41	2,96	0,62	1,66	4,68
7	85	8,29	2,21	4,44	12,97	7,65	2,33	3,51	14,00	3,04	0,79	1,31	4,46
8	85	8,68	2,64	2,94	14,07	8,42	2,61	2,24	13,18	3,21	0,84	1,77	4,81
9	86	7,43	1,71	3,52	10,88	6,92	1,96	2,64	11,59	2,91	0,68	1,55	4,54
10	83	6,16	1,60	2,37	11,16	5,68	1,73	2,51	12,19	2,37	0,52	1,38	3,95
11	86	8,32	2,37	2,99	12,70	7,91	2,56	2,90	12,93	3,09	0,82	1,01	4,48
12	84	6,06	1,56	2,85	10,87	5,86	1,93	3,29	11,57	2,52	0,62	1,34	3,97
13	81	8,37	2,19	4,23	14,01	7,92	2,31	4,14	13,43	3,22	0,78	1,53	4,93
14	95	7,60	2,14	3,66	14,30	7,18	2,25	2,95	12,07	2,96	0,75	1,38	5,09
15	83	6,86	1,77	2,94	11,91	6,21	1,54	3,50	10,16	2,60	0,66	1,27	4,44

Πίνακας 3.4. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα πλάτους επιπόματος (OW), ύψους (H) και βάρους (W) για το σταθμό Άγιος Στέφανος.

Δειγματοληψίες	N	OW				H				W			
		Mean	SD	Min	Max	Mean	SD	Min	Max	Mean	SD	Min	Max
1	96	3,09	0,52	2,05	4,43	3,49	0,82	2,01	5,84	0,2373	0,10	0,0429	0,5483
2	91	2,41	0,47	1,34	3,34	2,74	0,67	1,46	4,49	0,1244	0,08	0,0234	0,3989
3	82	2,63	0,54	1,61	4,48	3,26	0,78	1,36	5,11	0,2050	0,09	0,0300	0,4209
4	86	2,19	0,46	1,22	3,55	2,68	0,62	1,49	4,27	0,1043	0,07	0,0221	0,4320
5	93	2,43	0,72	0,25	3,96	2,93	0,74	0,87	5,04	0,1141	0,08	0,0009	0,5910
6	96	2,52	0,54	1,38	4,25	3,05	0,82	1,32	5,31	0,1428	0,11	0,0133	0,7540
7	85	2,51	0,66	1,09	4,17	3,16	0,87	1,75	5,03	0,1560	0,10	0,0201	0,4285
8	85	2,78	0,74	1,45	4,28	3,46	0,86	1,90	5,87	0,1821	0,11	0,0130	0,4935
9	86	2,37	0,58	1,17	3,84	2,78	0,55	1,68	5,19	0,0930	0,05	0,0106	0,2451
10	83	1,95	0,52	0,83	3,55	2,52	0,68	1,54	4,49	0,0662	0,06	0,0076	0,3740
11	86	2,59	0,70	0,73	4,06	3,10	0,81	1,42	4,75	0,1451	0,10	0,0078	0,3851
12	84	2,08	0,55	1,14	3,92	2,48	0,72	1,04	4,58	0,0695	0,06	0,0083	0,2631
13	81	2,73	0,72	1,30	4,90	3,21	0,91	1,70	5,24	0,1584	0,10	0,0233	0,4042
14	95	2,44	0,63	0,92	4,12	2,86	0,81	1,42	4,97	0,1200	0,09	0,0097	0,3875
15	83	2,15	0,57	0,82	3,72	2,88	0,90	1,24	5,87	0,1013	0,07	0,0108	0,4281

3.3 Κλάσεις μεγέθους

Κατασκευάστηκαν κλάσεις μεγέθους για το μορφομετρικό χαρακτηριστικό του μήκους βάσης. Στα Σχήματα 3.3 και 3.4 παρουσιάζονται οι κλάσεις μεγέθους για το σύνολο των ατόμων για κάθε δειγματοληψία στους σταθμούς Πλάκες και Άγιος Στέφανος αντίστοιχα.

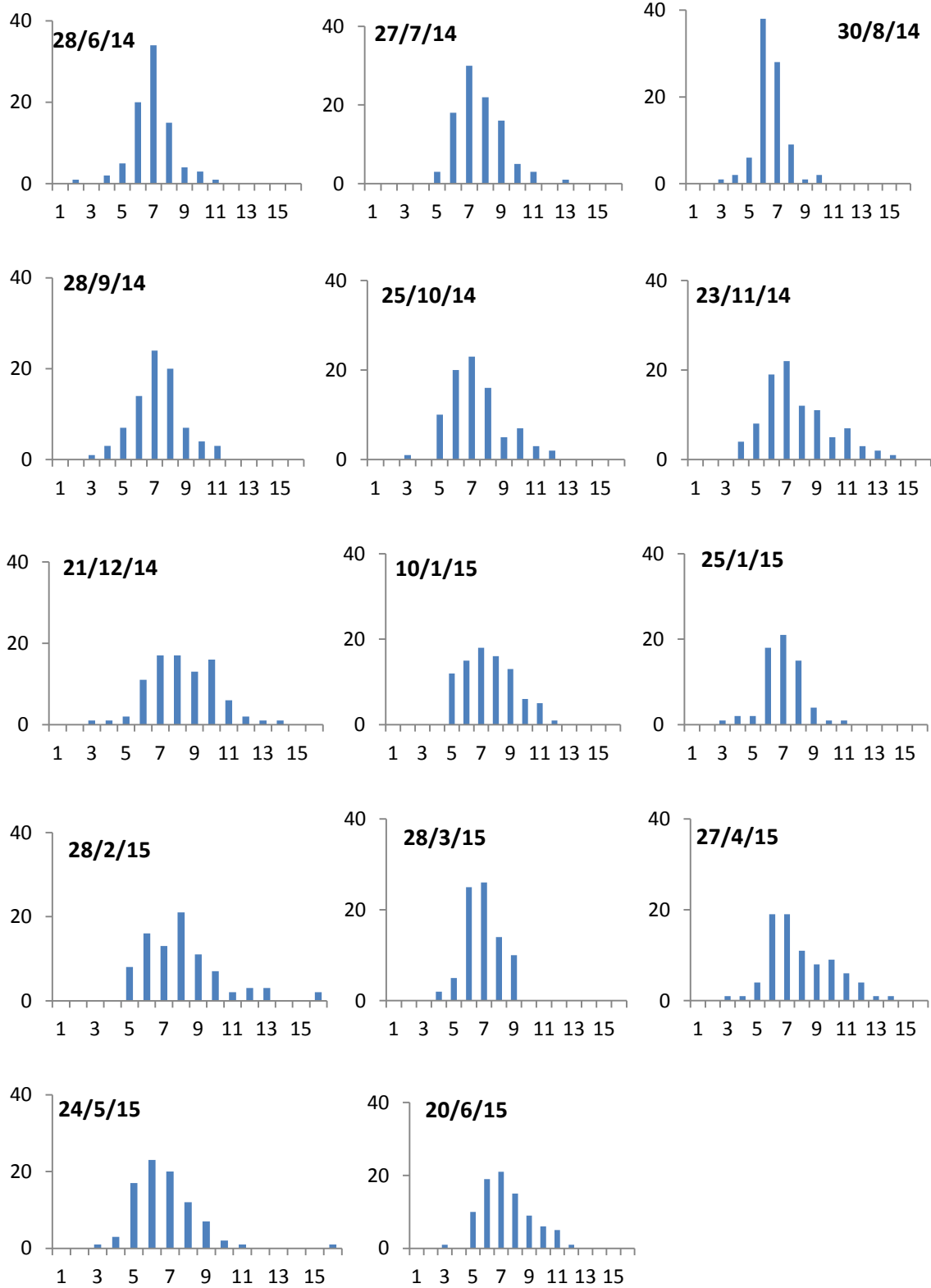
Στο σταθμό Πλάκες η μεγαλύτερη συχνότητα παρατηρήθηκε στην κλάση των 6mm με 38 άτομα στη δειγματοληψία 30/8/14 και στο σταθμό Άγιος Στέφανος στην κλάση των 6mm με 33 άτομα στη δειγματοληψία 7/2/15.

3.4 Βιομετρικές συσχετίσεις

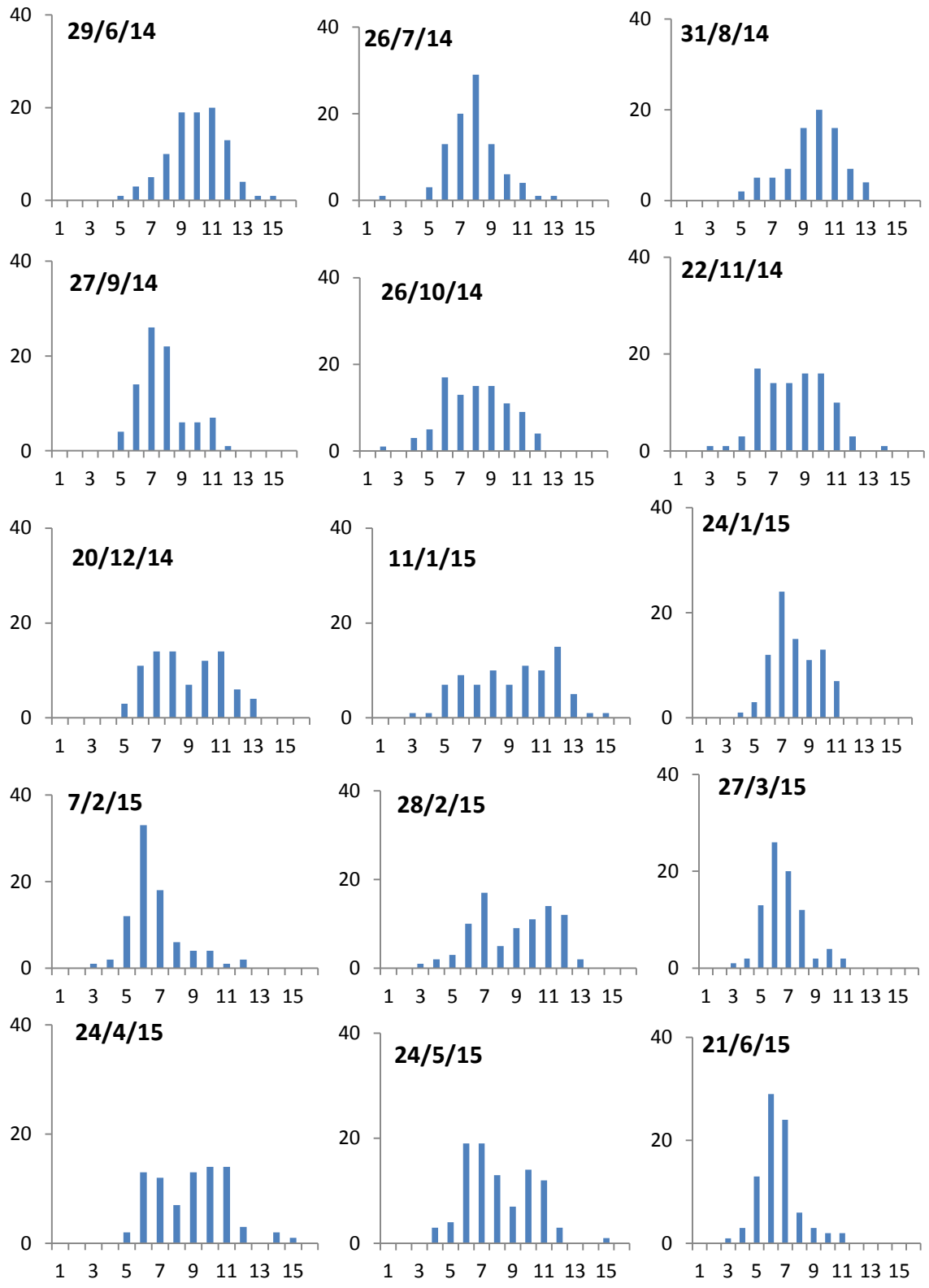
Για τους μορφομετρικούς χαρακτήρες που μελετήθηκαν, εκτιμήθηκαν οι πιθανές συσχετίσεις μεταξύ των μήκους βάσης (BL), πλάτους βάσης (BW), μήκους επιπώματος (OL), πλάτους επιπώματος (OW), ύψους (H) και βάρους (W).

Η υψηλότερη σχέση σημειώθηκε μεταξύ του μήκους βάσης (BL) και του μήκους επιπώματος (BW) ($r= 0,85$) και του βάρους (W) ($r= 0,81$). Ισχυρή σχέση φάνηκε να υπάρχει ανάμεσα στο BL και των υπόλοιπων βιομετρικών παραγόντων.

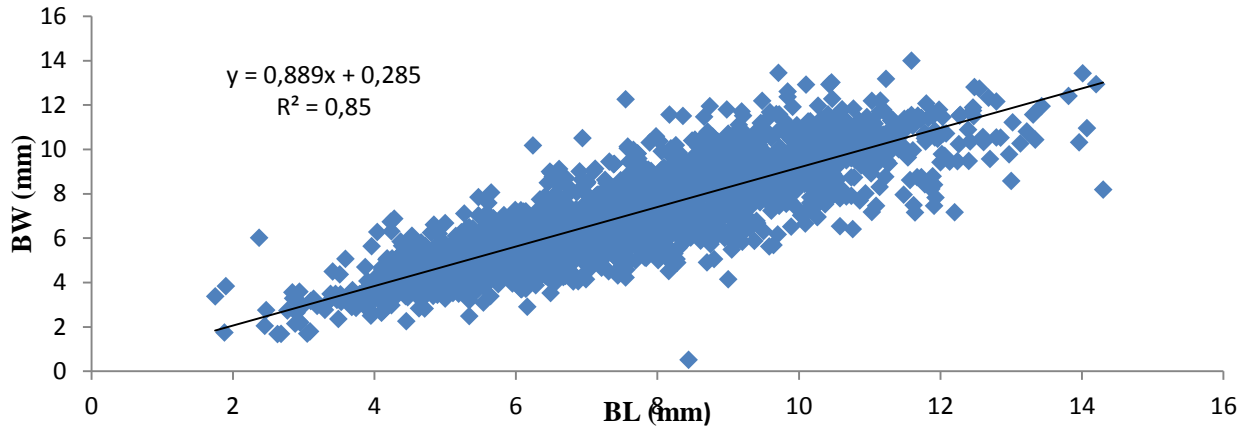
Για τις σχέσεις μήκους βάσης με τα πλάτος βάσης, μήκος επιπώματος, πλάτος επιπώματος, ύψος και βάρος χρησιμοποιήθηκε το γραμμικό μοντέλο. Η επιλογή του μοντέλου έγινε σύμφωνα με τη βέλτιστη τιμή του συντελεστή συσχέτισης.



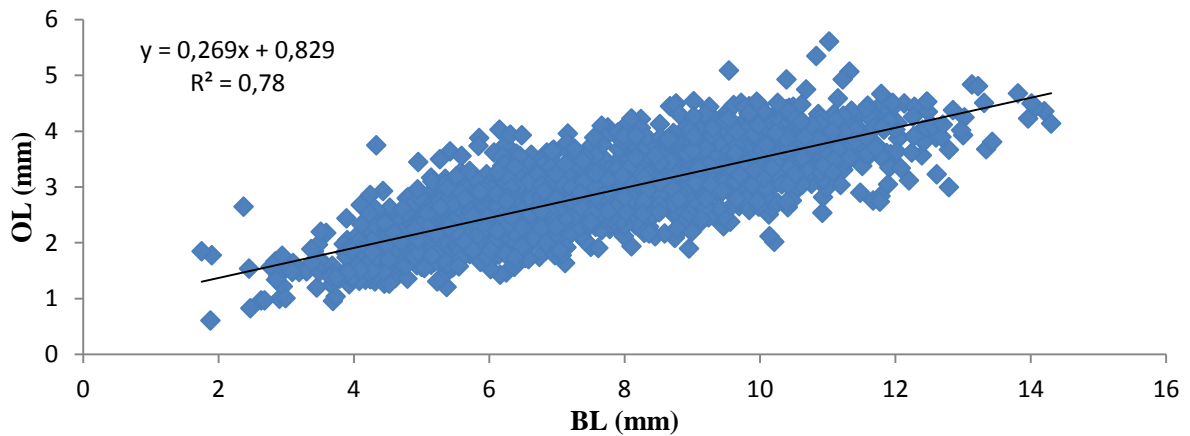
Σχήμα 3.3. Κατανομή των κλάσεων μεγέθους σύμφωνα με το μήκος βάσης σε mm ανά δειγματοληψία σταθμός Πλάκες.



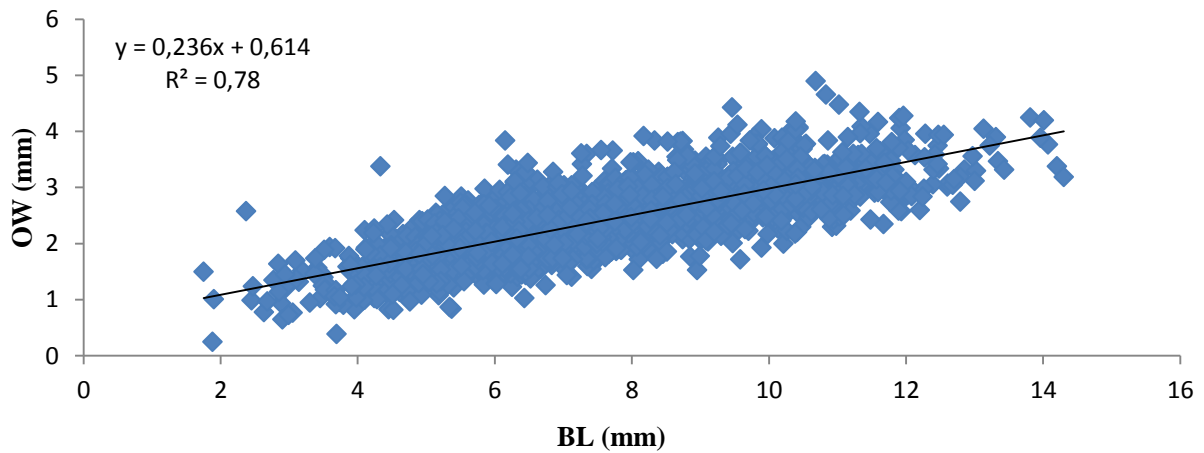
Σχήμα 3.4. Κατανομή των κλάσεων μεγέθους σύμφωνα με το μήκος βάσης σε mm ανά δειγματοληψία σταθμός Άγιος Στέφανος.



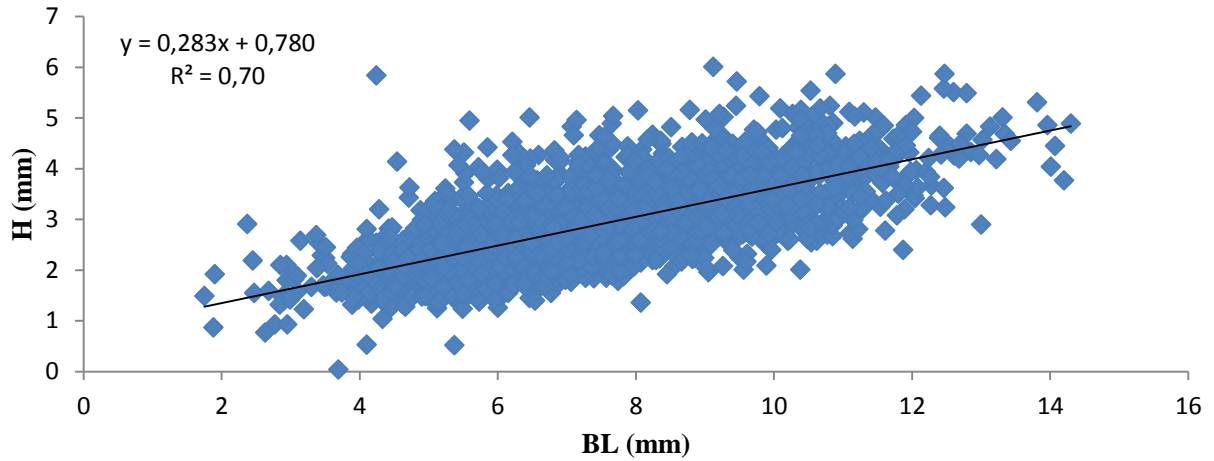
Σχήμα 3.5. Συσχέτιση μήκους βάσης (BL) με το πλάτος βάσης (BW) συνολικά για τους δύο σταθμούς.



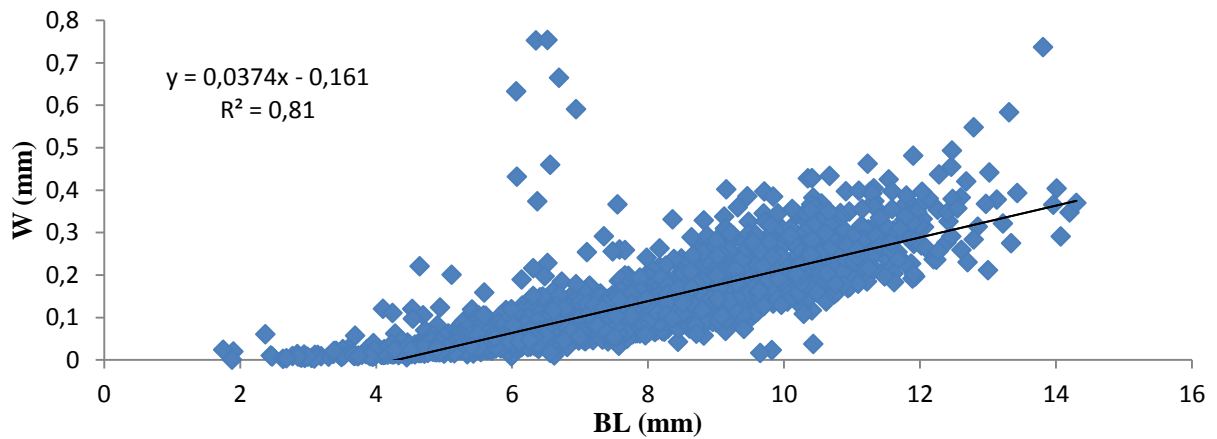
Σχήμα 3.6. Συσχέτιση μήκους βάσης (BL) με το μήκος επιπώματος (OL) συνολικά για τους δύο σταθμούς.



Σχήμα 3.7. Συσχέτιση μήκους βάσης (BL) με το πλάτος επιπώματος (OW) συνολικά για τους δύο σταθμούς.



Σχήμα 3.8. Συσχέτιση μήκους βάσης (BL) με το ύψος βάσης (H) συνολικά για τους δύο σταθμούς.



Σχήμα 3.9. Συσχέτιση μήκους βάσης (BL) με το βάρος (W) συνολικά για τους δύο σταθμούς.

Η αλλομετρία εκτιμήθηκε για όλους τους μορφομετρικούς χαρακτήρες και παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.5.

Πίνακας 3.5 Αλλομετρικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού *C. stellatus* στον Παγασητικό Κόλπο

Συσχετίσεις	Εξίσωση	a	b	r	Αλλομετρία
BL/ BW	$BW=a \times BL+b$	$0,889 \pm 0,010$	$0,285 \pm 0,080$	0,856	$b < 1$
BL/ OL	$OL=a \times BL+b$	$0,269 \pm 0,004$	$0,829 \pm 0,031$	0,789	$b < 1$
BL/ OW	$OW=a \times BL+b$	$0,236 \pm 0,003$	$0,614 \pm 0,028$	0,780	$b < 1$
BL/ H	$H=a \times BL+b$	$0,283 \pm 0,005$	$0,78 \pm 0,043$	0,700	$b < 1$
BL/ W	$W=a \times BL+b$	$0,037 \pm 0,000$	$- 0,161 \pm 0,003$	0,818	$b < 3$

3.5 Σχέση μήκους βάσης – θερμοκρασίας

Η ανάλυση για την πιθανή σχέση μήκους βάσης έδειξε στατιστικά σημαντική σχέση (Πίνακας 3.6 και 3.7).f

Πίνακας 3.6. Ανάλυση ελέγχου διακύμανσης της θερμοκρασίας με τις παραμέτρους μήκος βάσης, αλατότητα και θερμοκρασία για το σταθμό Πλάκες.

Συγκρίσεις	Sigma1	Sigma2	F- αναλογία	Τιμή P
BL / Θερμοκρασία	1,74282	5,47101	0,101478	0,0001
Θερμοκρασία / Αλατότητα	5,47101	1,72334	10,0784	0,0001
Θερμοκρασία / Μήνας	5,47101	4,47785	1,49278	0,0001

Πίνακας 3.7. Ανάλυση ελέγχου διακύμανσης της θερμοκρασίας με τις παραμέτρους μήκος βάσης, αλατότητα και θερμοκρασία για το σταθμό Άγιος Στέφανος.

Συγκρίσεις	Sigma1	Sigma2	F- αναλογία	Τιμή P
BL / Θερμοκρασία	2,19551	5,3772	0,166709	0,0001
Θερμοκρασία / Μήνας	4,34478	5,3772	0,652865	0,0001
Θερμοκρασία / Αλατότητα	5,3772	1,50296	12,8002	0,0001

Το μέσο μηνιαίο μήκος βάσης (BL) σε σχέση με τη μηνιαία θερμοκρασία φάνηκε πως μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας για το σταθμό Πλάκες. Αντίθετα, στο σταθμό Άγιος Στέφανος το μέσο μηνιαίο μήκος βάσης (BL) αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας

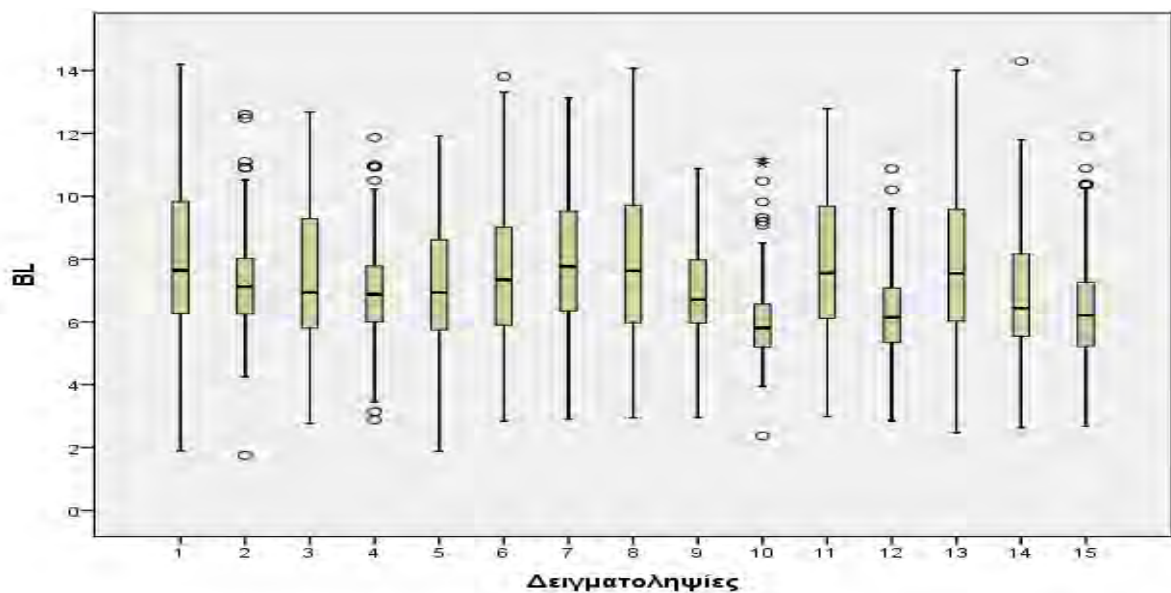
3.6 Στατιστική επεξεργασία

A. Μήκος Βάσης (BL)

Η σύγκριση των μηνιαίων δειγματοληψιών έδειξε ότι μεταξύ των δειγματοληψιών και του μήκους βάσης των ατόμων υπάρχει στατικά σημαντική διαφορά (Πίνακας 3.8). Οι μεγαλύτερες τιμές εντοπίστηκαν κατά τη δειγματοληψία του Δεκεμβρίου ενώ οι χαμηλότερες σημειώθηκαν κατά το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Φεβρουαρίου. Το Σχήμα 3.10 δείχνει την κατανομή του μήκους βάσης σε κάθε δειγματοληψία.

Πίνακας 3.8. Αποτελέσματα Ανάλυσης Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης (One – Way ANOVA) για το μήκος βάσης (BL) και για τους δυο σταθμούς.

Πηγή	Αθροισμα τετραγώνων	B. E.	Μέσο τετράγωνο	F αναλογία	Τιμή P
Μεταξύ των δειγματοληψιών	848,691	14	60,6208	15,81	0,0001
Μεταξύ των ατόμων	9572,5	2496	3,83514		
Συνολικά	10421,2	2510			



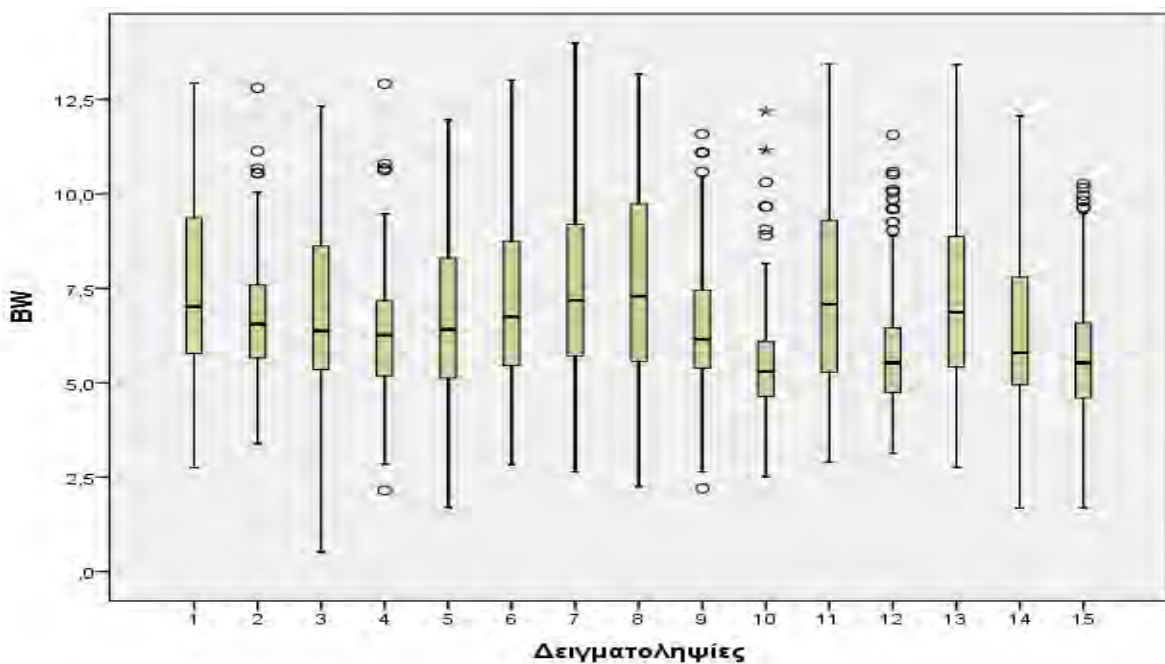
Σχήμα 3.10 Θηκόγραμμα μήκους βάσης (BL) για κάθε δειγματοληψία και για τους δυο σταθμούς.

B. Πλάτος Βάσης (BW)

Από τη σύγκριση των δειγματοληψιών και του πλάτους βάσης των οργανισμών διαπιστώθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά (Πίνακας 3.9). Οι μεγαλύτερες τιμές σημειώθηκαν στη δειγματοληψία του Δεκεμβρίου και οι μικρότερες κατά το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Φεβρουαρίου. Στο Σχήμα 3.11 απεικονίζεται η κατανομή για το χαρακτηριστικό πλάτος βάσης σε κάθε δειγματοληψία.

Πίνακας 3.9 Αποτελέσματα Ανάλυσης Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης (One – Way ANOVA) για το πλάτος βάσης (BW) και για τους δυο σταθμούς.

Πηγή	Άθροισμα τετραγώνων	B. E.	Μέσο τετράγωνο	F αναλογία	Τιμή P
Μεταξύ των δειγματοληψιών	922,702	14	65,9073	15,96	0,0001
Μεταξύ των ατόμων	10309,4	2496	4,13038		
Συνολικά	11232,1	2510			



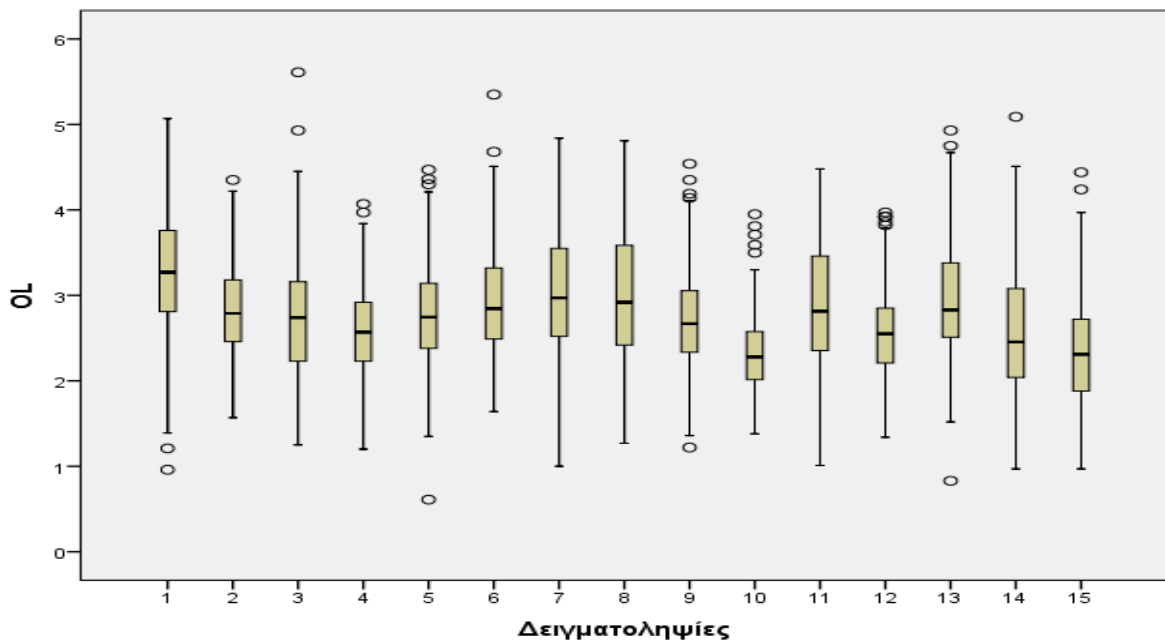
Σχήμα 3.11 Θηκόγραμμα πλάτους βάσης (BW) για κάθε δειγματοληψία και για τους δυο σταθμούς.

Γ. Μήκος Επιπόματος (OL)

Σημαντικές διαφορές μεταξύ των δειγματοληψιών προέκυψαν για το μήκος επιπόματος (Πίνακας 3.10). Οι μέγιστες τιμές καταγράφηκαν τον μήνα Ιούνιο 2014 και οι ελάχιστες στο δεύτερο δεκαπενθήμερο του Φεβρουαρίου. Στο Σχήμα 3.12 απεικονίζεται ο τρόπος που κατανεμήθηκαν οι τιμές για την παράμετρο μήκος επιπόματος.

Πίνακας 3.10 Αποτελέσματα Ανάλυσης Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης (One – Way ANOVA) για το μήκος επιπόματος (OL) και για τους δυο σταθμούς.

Πηγή	Άθροισμα τετραγώνων	B. E.	Μέσο τετράγωνο	F αναλογία	Τιμή P
Μεταξύ των δειγματοληψιών	135,452	14	9,67515	22,44	0,0001
Μεταξύ των ατόμων	1076,07	2496	0,431117		
Συνολικά	1211,52	2510			



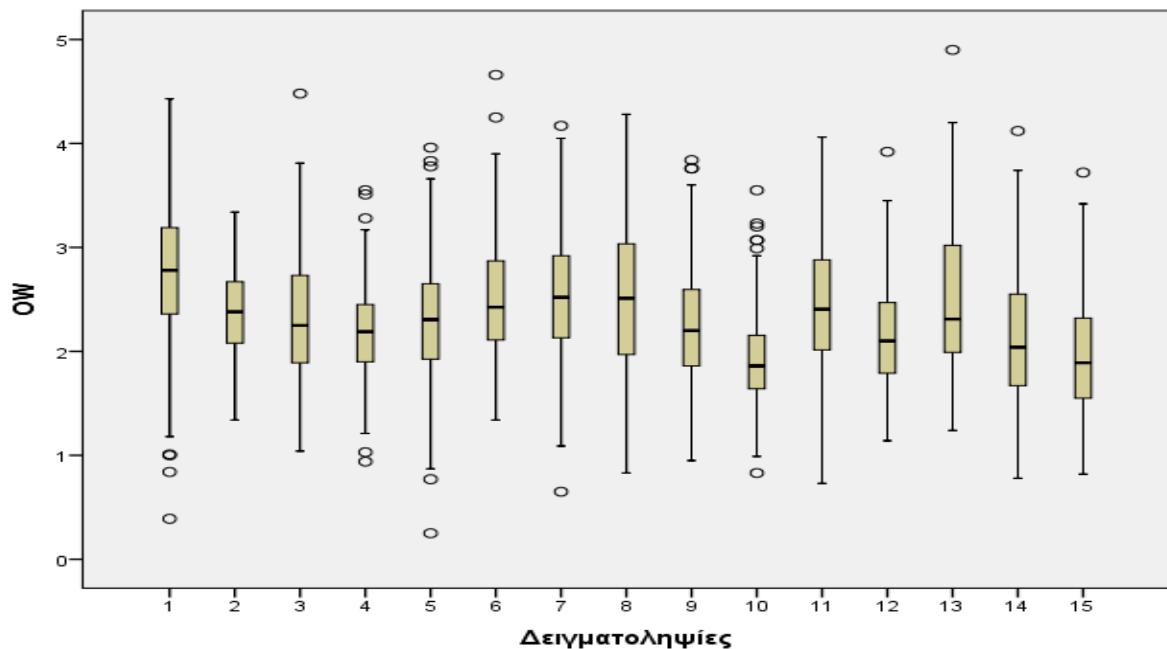
Σχήμα 3.12 Θηκόγραμμα μήκους επιπόματος (OL) για κάθε δειγματοληψία και για τους δυο σταθμούς.

Δ. Πλάτος Επιπόματος (OW)

Για το πλάτος επιπόματος διαπιστώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των δειγματοληψιών (Πίνακας 3.11). Οι μεγαλύτερες τιμές σημειώθηκαν κατά τη δειγματοληψία του Ιουνίου 2014 και οι μικρότερες το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Φεβρουαρίου. Το Σχήμα 3.13 δείχνει την κατανομή για το βιομετρικό χαρακτήρα πλάτος επιπόματος.

Πίνακας 3.11 Αποτελέσματα Ανάλυσης Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης (One – Way ANOVA) για το πλάτος επιπόματος (OW) και για τους δυο σταθμούς.

Πηγή	Άθροισμα τετραγώνων	B. E.	Μέσο τετράγωνο	F-αναλογία	Τιμή P
Μεταξύ των δειγματοληψιών	115,886	14	8,27754	24,44	0,0001
Μεταξύ των ατόμων	845,479	2496	0,338734		
Συνολικά	961,365	2510			



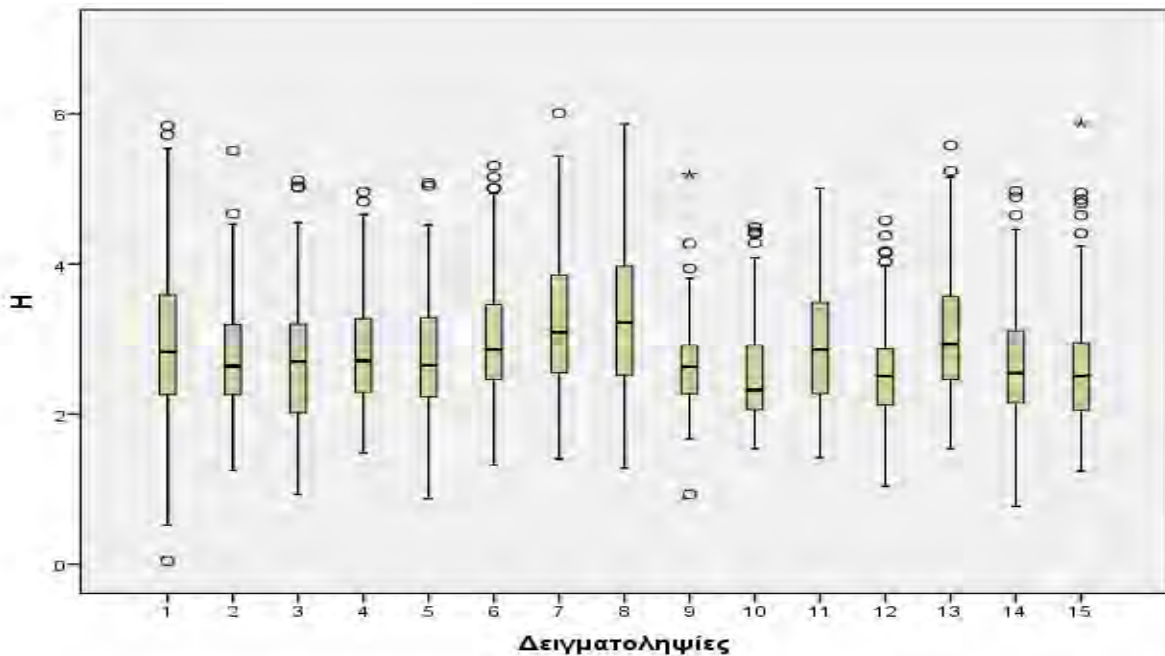
Σχήμα 3.13 Θηκόγραμμα πλάτους επιπόματος (OW) για κάθε δειγματοληψία και για τους δυο σταθμούς.

Ε. Ύψος (H)

Οι τιμές του ύψους παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των δειγματοληψιών (Πίνακας 3.12). Οι μέγιστες τιμές σημειώθηκαν το μήνα Δεκέμβριο ενώ οι ελάχιστες το μήνα Ιούνιο 2015. Στο Σχήμα 3.14 εμφανίζεται η κατανομή του ύψους σε κάθε δειγματοληψία.

Πίνακας 3.12 Αποτελέσματα Ανάλυσης Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης (One – Way ANOVA) για το ύψος (H) και για τους δυο σταθμούς.

Πηγή	Άθροισμα τετραγώνων	B. E.	Μέσο τετράγωνο	F-αναλογία	Τιμή P
Μεταξύ των δειγματοληψιών	124,888	14	8,92054	14,02	0,0001
Μεταξύ των ατόμων	1587,71	2496	0,636101		
Συνολικά	1712,6	2510			



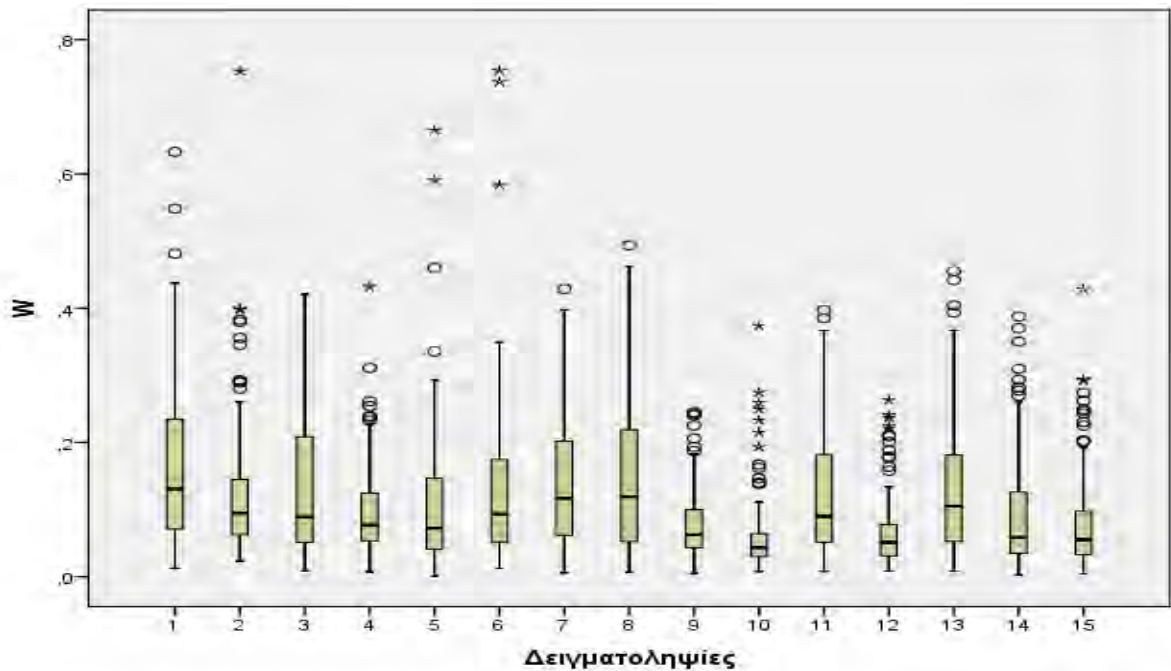
Σχήμα 3.14 Θηκόγραμμα ύψους (H) για κάθε δειγματοληψία και για τους δυο σταθμούς.

ΣΤ. Βάρος (W)

Η σύγκριση των μηνιαίων δειγματοληψιών έδειξε ότι μεταξύ των δειγματοληψιών και του βάρους υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά (Πίνακας 3.13). Οι μεγαλύτερες τιμές περιγράφηκαν κατά τη δειγματοληψία του Ιουνίου 2014 ενώ οι χαμηλότερες εντοπίστηκαν κατά το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Φεβρουαρίου. Το Σχήμα 3.15 δείχνει την κατανομή του βάρους σε κάθε δειγματοληψία.

Πίνακας 3.13 Αποτελέσματα Ανάλυσης Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης (One – Way ANOVA) για το βάρος (W) και για τους δυο σταθμούς.

Πηγή	Άθροισμα τετραγώνων	B. E.	Μέσο τετράγωνο	F-αναλογία	Τιμή P
Μεταξύ των δειγματοληψιών	2,10412	14	0,150295	18,97	0,0001
Μεταξύ των ατόμων	19,778	2496	0,00792388		
Συνολικά	21,8821	2510			



Σχήμα 3.15 Θηκόγραμμα βάρους (W) για κάθε δειγματοληψία και για τους δυο σταθμούς.

3.7 Συσχέτιση μήκους βάσης με τις αβιοτικές παραμέτρους

Τα δεδομένα που παρουσιάζονται στους Πίνακες 3.14 και 3.15 αναλύθηκαν σύμφωνα με τη μέθοδο Ανάλυσης Συνδιακύμανσης.

Πίνακας 3.14 Αποτελέσματα ANCOVA μήκους βάσης του *C. stellatus* για τους περιβαλλοντικούς χαρακτήρες

Πηγή	Type III Άθροισμα τετραγώνων	B. E.	Μέσο τετράγωνο	F	Sig.
Δειγματοληψίες	205,484	1	205,484	52,834	,000
Αλατότητα	9,812	1	9,812	2,523	,112
Θερμοκρασία	43,188	1	43,188	11,104	,001
Σταθμός	473,260	1	473,260	121,685	,000
Σφάλμα	9746,414	2506	3,889		
Σύνολο	144133,150	2511			

Πίνακας 3.15 Αποτελέσματα GLM ANOVA χωροχρονικής ανάλυσης μήκους βάσης του *C. stellatus*

Πηγή	df	Μέσο τετράγωνο	F	Sig.
Περιοχή	1	566,943	169,376	0,001
Δειγματοληψίες	14	67,710	20,229	0,001
Περιοχή × Δειγματοληψίες	13	53,297	15,923	0,001
Σφάλμα	2482	3,347		
Σύνολο	2511			

4. Συζήτηση

4.1 Διασπορά πληθυσμού

4.1.1 Πληθυσμιακή κάλυψη

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης, το *Chthamalus stellatus* δημιούργησε χαρακτηριστικές διατάξεις στο υπόστρωμα που εγκαθίσταται. Φαίνεται να έχει σημαντική παρουσία στο μεσοπαραλιακό βράχο των δύο σταθμών και έχει εμφανιστεί με την ίδια ένταση στις ακτές του Ισραήλ και της Τουρκίας (Lipkin & Safriel 1971, Besir & Çinar 2012).

Επίσης, στο πεδίο έρευνας εντοπίστηκε και αναγνωρίστηκε ένα ακόμα θυσσανόποδο, το *Euraphia depressa*, χωρίς να έχει προχωρήσει περαιτέρω μελέτη του είδους.

4.1.2 Κάθετη πληθυσμιακή κατανομή

Η κάλυψη των θυσσανόποδων δημιουργεί ευδιάκριτα πρότυπα κατανομής στο μεσοπαραλιακό βράχο. Ο βράχος φαίνεται να χωρίζεται σε επίπεδα ανάλογα με το χώρο που καταλαμβάνουν και τα μεγαλύτερα ποσοστά κάλυψης σημειώνονται στα μεσαία επίπεδα. Η περιοχή Πλάκες έδειξε τη μεγαλύτερη πυκνότητα πληθυσμού ανάμεσα στους δύο σταθμούς και σε πολλές περιπτώσεις άγγιξε το 100 % της κάλυψης στο μεσαίο επίπεδο της μεσοπαραλιακής ζώνης. Η μεσοπαραλιακή κοινότητα χαρακτηρίζεται από ανταγωνιστικές αλληλεπιδράσεις και εξαιτίας του περιορισμένου χώρου είναι πιθανό να παρατηρούνται θυσσανόποδα προσκολλημένα στη βάση ενός άλλου ατόμου (Dayton 1971).

Η παρουσία μεγαλύτερης αφθονίας *C. stellatus* στο σταθμό Πλάκες, πιθανό να οφείλεται στην κλίση του υποστρώματος καθώς φαίνεται να αναπτύσσεται καλύτερα στην έντονη κυματική δράση και να εξαπλώνεται στα βραχώδη υποστρώματα. Επίσης, φαίνεται να προτιμά να επεκτείνει τη κατανομή του ψηλά στη μεσοπαραλιακή ζώνη και σε σκιερές θέσεις από τον άμεσο ήλιο (Crisp et al. 1981). Η περιβαλλοντική έκθεση στα κύματα όταν είναι μέτρια βοηθά στην ανάπτυξη του *Chthamalus proteus* που ζει σε προστατευμένα ενδιαιτήματα (Zabin 2009). Παράλληλα, από τις μετρήσεις που ελέγχθηκαν, το εύρος της μεσοπαραλιακής ζώνης ήταν μικρότερο στις Πλάκες γεγονός που αναγκάζει τους οργανισμούς να συνωστίζονται αυξάνοντας έτσι τα ποσοστά κάλυψης σε μια περιορισμένη ζώνη.

Στο σταθμό Άγιος Στέφανος, το ενδιαίτημα των θυσσανόποδων έχει ελαφριά κλίση και μικρή κυματική δράση που δεν ευνοεί την πυκνή κατανομή τους. Τα άτομα παρατηρούνται να είναι πιο αραιά κατανεμημένα και με μικρότερα ποσοστά κάλυψης. Ως εδραίοι οργανισμοί της μεσοπαραλιακής ζώνης, επηρεάζονται από την κλίση του υποστρώματος που ζουν καθώς αυτό επηρεάζει την πρόσληψη τους και την ανάπτυξη τους (Vaselli et al. 2008). Μικρή κατανομή εντοπίζεται στα κατώτερα επίπεδα της ζώνης όταν το *C. stellatus* πιέζεται και αναστέλλει την εξάπλωση του στα ανώτερα επίπεδα από την ύπαρξη του *Chthamalus montagui*, η οποία ποικίλλει από 0 έως 7,3 (Souza et al. 2000).

Σημαντικές διαφορές διακρίθηκαν ανάμεσα στις δύο περιοχές. Στην περιοχή Πλάκες παρατηρείται καθ' όλο το χρόνο ανθρώπινη δραστηριότητα σε αντίθεση με τον Άγιο Στέφανο που σημειώνει ανθρώπινη παρουσία κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες. Η ανθρώπινη παρεμπόδιση μπορεί να αποτελεί μια πιθανότητα για τη διαφοροποίηση της

έντασης της πυκνότητας στους δύο σταθμούς. Οι μεσοπαραλιακές κοινότητες μπορεί να φανούν ευάλωτες στην καταπάτηση και από αντανακλάται στην κατανομή τους (Erickson et al. 2003, Ferreira & Rosso 2009).

Τα δεδομένα που αναλύθηκαν για το *C. stellatus*, έδειξαν από μηδενικές έως μικρές πυκνότητες στα άκρα των επιπέδων της περιοχής μελέτης και συμπεραίνεται ότι καταγράφηκε και μελετήθηκε η παρουσία του είδους σε όλο το χώρο που καταλαμβάνει. Τα μεγαλύτερα ποσοστά κάλυψης εντοπίστηκαν στα μεσαία επίπεδα και η υψηλή ένταση τους σε άτομα, δείχνουν τη θέση της άνω μεσοπαραλιακής ζώνης καθώς το είδος δείχνει προτίμηση στο ανώτερο σημείο της ζώνης (Bendetti- Cechi et al. 2000).

4.2 Μορφομετρικοί χαρακτήρες

Κατά τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο, το βάρος των *C. stellatus* φαίνεται να είναι αυξημένο και κατά τον Αύγουστο σημειώνεται μια απότομη πτώση. Το φθινόπωρο το βάρος αυξάνεται σταδιακά και στα μέσα του χειμώνα παρατηρείται αύξηση βάρους και ακολουθεί μια μείωση αυτού. Οι καλοκαιρινοί μήνες διαφοροποιούνται στους δυο σταθμούς, με το σταθμό Πλάκες να διακρίνεται από αυξομειώσεις βάρους και το σταθμό Άγιος Στέφανος να έχει μια μικρή αύξηση και έπειτα να μειώνεται ομαλά μέχρι το τέλος της εποχής. Μπορεί να θεωρηθεί πιθανό, ότι η αύξηση του βάρους οφείλεται στην συσσώρευση σπέρματος και στην ωρίμανση των αυγών, αφού για εκείνο το χρονικό διάστημα στο στερεοσκόπιο παρατηρήθηκε πορτοκαλής χρωματισμός που υποδηλώνει την αναπαραγωγική περίοδο του είδους (Yan et al. 2006). Αντίστοιχα, η μείωση βάρους μπορεί να εξηγηθεί από την απώλεια σπέρματος και την εναπόθεση των αυγών κατά το τέλος αυτής της περιόδου. Αξίζει να σημειωθεί, πως ακόμα και μέσα στις εποχές παρατηρούνται μικρές διακυμάνσεις και απώλεια βάρους. Αυτό μπορεί να αποτελέσει

μια πιθανή εξήγηση, αφού η εναπόθεση των αυγών στα *Chthamalus spp.* δεν είναι σύγχρονη (Barnes 1972).

Τα θαλάσσια ζώα συναντούν έντονες διακυμάνσεις και μια σειρά από φυσικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως αυτή της επίδρασης της παλίρροιας και των κυματικών δραστηριοτήτων. Οι μεσοπαραλιακοί οργανισμοί πρέπει να είναι ικανοί να ανταποκρίνονται υπό σοβαρές συνθήκες ανάδυσης του περιβάλλοντος (Foster 1971). Οι παράγοντες αυτοί είναι κατασταλτικοί για την αύξηση των οργανισμών.

Σύμφωνα με τον Hoch (2010) η κυματική δράση και η χαμηλή πληθυσμιακή πυκνότητα επιφέρει αλλαγές όσον αφορά τη βιομάζα των οργανισμών. Η κυματική έκθεση καθώς και τα χαρακτηριστικά των κοινοτήτων επηρεάζουν τη μορφολογία των ατόμων στο βιότοπο τους. Η έρευνα έδειξε ότι η αύξηση της δράσης αυξάνει σε διάμετρο μέρη του οργανισμού με αποτέλεσμα τη μείωση του βάρους των ατόμων. Αυτό μπορεί να αποτελεί ένα πιθανό παράγοντα που τα άτομα του σταθμού Πλάκες είναι μικρότερα σε μέγεθος σε σύγκριση με αυτά του Αγίου Στεφάνου.

4.3 Κλάσεις μεγέθους

Για το μορφομετρικό χαρακτηριστικό μήκος βάσης οι κλάσεις μεγέθους που δημιουργήθηκαν στο σταθμό Πλάκες έδειξαν παρόμοιο μοντέλο κατανομής μεταξύ των δειγματοληψιών. Κατά κύριο λόγο σε όλες τις δειγματοληψίες, τα περισσότερα άτομα που συλλέχθηκαν ανήκαν στην κλάση των 7 mm.

Τα πρότυπα μοντέλα κατανομής για το σταθμό Άγιος Στέφανος δε φαίνεται να ακολουθούν κάποιο μοντέλο. Σε κάποιες περιπτώσεις διατηρούν το μέγιστο αριθμό ατόμων στην κλάση των 7mm και σε άλλες περιπτώσεις απεικονίζεται αφθονία ατόμων σε πολλές διαδοχικές κλάσεις. Στις Πλάκες, καθ' όλη τη διάρκεια του παρατηρούνται

άτομα ενός συγκεκριμένου μεγέθους. Στον Άγιο Στέφανο το πρότυπο που παρατηρείται, δε σημειώνει αφθονία ειδών σε μία κλάση μεγέθους κατά τους χειμερινούς μήνες ενώ από το τέλος άνοιξης μέχρι το καλοκαίρι σημειώνεται παρουσία κορυφών. Θεωρείται πιθανό η ανθρώπινη παρέμβαση να επηρεάζει το μήκος βάσης στα θυσσανόποδα και στους δύο σταθμούς καθώς οι κορυφές ταυτίζονται με την ανθρώπινη δραστηριότητα ανά σταθμό (Råberg & Kautsky 2007).

4.4 Βιομετρικές συσχετίσεις

Εκτιμήθηκαν οι όλες οι πιθανές σχέσεις μεταξύ των μορφομετρικών χαρακτήρων στα πλαίσια της εύρεσης του παράγοντα ο οποίος έχει την ισχυρότερη σχέση με τους υπόλοιπους. Ο παράγοντας αυτός θα μπορεί να προσδώσει πληροφορίες και για τους υπόλοιπους χαρακτήρες σύμφωνα με τις εξισώσεις που προκύπτουν χωρίς να είναι απαραίτητο να εκτιμηθούν οι υπόλοιποι χαρακτήρες. Το μοντέλο αποδόθηκε καλύτερα με το μήκος βάσης ως ανεξάρτητη μεταβλητή.

Η εξέταση των βιομετρικών συσχετίσεων έδειξε αρνητική αλλομετρία με όλους τους χαρακτήρες. Το μεγαλύτερο συντελεστή συσχέτισης εμφάνισαν τα ζεύγη μήκος βάσης με το πλάτος βάσης και το μήκος βάσης με το βάρος. Έρευνα στην Αττάλεια της Τουρκίας έδειξε ότι σημειώθηκε αρνητική αλλομετρία για τα ίδια ζεύγη συσχετίσεων (Besir & Çınar 2012).

Το μορφομετρικό χαρακτηριστικό ύψος έδειξε να έχει μέτρια σχέση με το μήκος βάσης (BL) και αποτελεί μία από τις ασθενέστερες σχέσεις μεταξύ των υπόλοιπων χαρακτηριστικών. Οι μέτριες συσχετίσεις που εμφανίζει το είδος μεταξύ των μορφομετρικών χαρακτηριστικών έχουν καταγραφεί ξανά στο παρελθόν (Barnes 1956) και οι οποίες οφείλονται στην ανομοιόμορφη μορφολογία του υποστρώματος , καθώς

προσαρμόζει την ανάπτυξή του στο ενδιαίτημα του. Προτιμά να προσκολλάται σε σχισμές του υποστρώματος με υγρασία καταλαμβάνοντας το χώρο που βρίσκεται, προσδίδοντάς του ανόμοια ανάπτυξη, επηρεάζοντας τη μορφολογία του (Crisp et al. 1981, Foster 1971, Kensler 1967).

Η μορφολογία του μπορεί να επηρεάζεται και από την ικανότητα του ζώου να συνδέεται στην πλευρά ενός άλλου ατόμου εξαιτίας της μεμβρανώδης βάσης του και να καταλαμβάνει τη θέση αυτή (Newman et al. 1965). Συνεπώς, το *C. stellatus* επενδύει ενεργειακά πρώτα στην αύξηση του μήκους ώστε να αυξήσει την επιφάνεια του για να εξασφαλίσει την τροφοληψία και έπειτα το ύψος.

4.5 Σχέση μήκους βάσης – θερμοκρασίας

Η θερμοκρασία διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των οργανισμών. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας η αύξηση του είδους φαίνεται να επηρεάζεται σημαντικά από τις εποχιακές μεταβολές της θερμοκρασίας καθώς και την αλλαγή της αλατότητας. Διαπιστώθηκε ότι πολύ λίγα είδη θυссανόποδων που προτιμούν το ζεστό νερό δραστηριοποιούνται κάτω από 5°C. Οι μακροχρόνιες αλλαγές στις κατανομές και αφθονίες του *Chthamalus* στις Βρετανικές Νήσους φάνηκε να οφείλονται σε επιπτώσεις από την αλλαγή του κλίματος ως προς την αναπαραγωγή και την πρόσληψη τροφής (Southward & Crisp 1954) όπως συνέβη και στην περίπτωση της μελέτης όπου η θερμοκρασία αλλάζει εποχικά..

Το είδος *Lepas anatifera* ανήκει στην υποκλάση των Cirripedia, αποτελεί και αυτό ένα κοσμοπολίτικο είδος, το οποίο προτιμά να διαβιώνει σε τροπικά και υποτροπικά νερά, όπου η θερμοκρασία της θάλασσας υπερβαίνει τα 18-20°C. Ο ρυθμός αύξησης των θυссανόποδων αυξάνει με αύξηση της θερμοκρασίας και ροής του

ρεύματος. Ωστόσο, αυτός ο ρυθμός ανάπτυξης μπορεί να περιοριστεί με την αύξηση της πυκνότητας του πληθυσμού, τον ανταγωνισμό από άλλα είδη και τις δυσμενείς τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες (Bertness et al. 1991). Συνεπώς, οι Πλάκες ως ένας σταθμός με αυξημένη πληθυσμιακή κάλυψη φαίνεται να επηρεάστηκε αρνητικά σε συνδυασμό με την αύξηση της θερμοκρασίας για την αύξηση του μήκους βάσης. Γεγονός που δικαιολογεί την περιορισμένη ανάπτυξη των ατόμων στο σταθμό Πλάκες καθώς και την πυκνοτήτά τους.

Πρόσθετες μελέτες δείχνουν τη θερμοκρασία του νερού να είναι αυξημένη κατά την περίοδο σταθερής ανάπτυξης των θυσσανόποδων. Επιπλέον, η επίδραση του ζωοπλαγκτού και της θερμοκρασίας νερού σε μεγάλης κλίμακας επιρροές μπορεί να βελτιώσουν την ικανότητά κατάλληλης εξήγησης για τις διακυμάνσεις μεταξύ των παλιρροιακών κοινοτήτων (Sanford & Menge 2001). Συνεπώς, τα δεδομένα για την θερμοκρασία είναι απαραίτητα για την εκτίμηση του ρυθμού ανάπτυξης στα θυσσανόποδα (Magni et al. 2015).

4.6 Συσχέτιση μήκους βάσης με τις αβιοτικές παραμέτρους

Το μήκος βάσης των θυσσανόποδων σημείωσε στατιστικώς σημαντική διαφορά και έδειξε πως επηρεάζεται από τις εποχιακές διακυμάνσεις, την περιοχή και τη θερμοκρασία.

Οι δύο σταθμοί δέχονται διαφορετική κυματική δράση και οι οργανισμοί δέχονται διαφορετική ένταση. Περιοχές με διαφορετική έκθεση στον κυματισμό δημιουργούν διαφορετικά πρότυπα διασποράς και διαφορετικούς χώρους καταφυγίου. Η διαφορά στο μήκος βάσης μπορεί να οφείλεται στη διαφορά του υποστρώματος των δυο σταθμών και πως αυτό επηρεάζεται από την κυματική δράση (Ballantine 1961).

Η αλατότητα δεν έδειξε σημαντική διαφορά με το μήκος βάσης γεγονός που έρχεται σε αντίθεση με την αρχική υπόθεση της έρευνας. Παρά το γεγονός ότι αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα για την αύξηση του πληθυσμού (Dineen et al. 1992) ο οργανισμός φάνηκε ανεκτός στις μεταβολές της και έχει προσαρμοστεί ώστε οι αλλαγές να μην επηρεάζουν την αύξησή του (Foster 1970).

5. Βιβλιογραφία

- Ballantine, W. J. (1961). A biologically-defined exposure scale for the comparative description of rocky shores.
- Barnes, H. (1956). The growth rate of *Chthamalus stellatus* (Poli). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 35(02), 355-361.
- Barnes, H. (1972). The seasonal changes in body weight and biochemical composition of the warm-temperate cirripede *Chthamalus stellatus* (Poli). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 8(2), 89-100.
- Benedetti-Cecchi, L., Acunto, S., Bulleri, F., & Cinelli, F. (2000). Population ecology of the barnacle *Chthamalus stellatus* in the northwest Mediterranean. Marine Ecology Progress Series, 198, 157-170.
- Bertness, M. D. (1989). Intraspecific competition and facilitation in a northern acorn barnacle population. Ecology, 70(1), 257-268.
- Bertness, M. D., Gaines, S. D., Bermudez, D., & Sanford, E. (1991). Extreme spatial variation in the growth and reproductive output of the acorn barnacle *Semibalanus balanoides*. Marine Ecology Progress Series, 75, 91-100.
- Beşir, C., & Çınar, M. E. (2012). Thoracic cirripeds (Thoracica: Cirripedia) from Antalya Bay (Eastern Mediterranean). J Black Sea/Medit Environ, 18, 251-270.
- Burrows, M. T., Hawkins, S. J., & Southward, A. J. (1992). A comparison of reproduction in co-occurring chthamalid barnacles, *Chthamalus stellatus* (Poli) and

- Chthamalus montagui* Southward. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 160(2), 229-249.
- Burrows, M. T., Hawkins, S. J., & Southward, A. J. (1999). Larval development of the intertidal barnacles *Chthamalus stellatus* and *Chthamalus montagui*. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 79(01), 93-101.
- Connell, J. H. a (1961). The influence of interspecific competition and other factors on the distribution of the barnacle *Chthamalus stellatus*. *Ecology*, 42(4), 710-723.
- Connell, J. H. b (1961). Effects of competition, predation by *Thais lapillus*, and other factors on natural populations of the barnacle *Balanus balanoides*. *Ecological Monographs*, 31(1), 61-104.
- Connell, J. H. (1970). A predator-prey system in the marine intertidal region. I. *Balanus glandula* and several predatory species of *Thais*. *Ecological Monographs*, 40(1), 49-78.
- Crisp, D. J., Southward, A. J., & Southward, E. C. (1981). On the distribution of the intertidal barnacles *Chthamalus stellatus*, *Chthamalus montagui* and *Euraphia depressa*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 61(02), 359-380.
- Davenport, J., & Irwin, S. (2003). Hypoxic life of intertidal acorn barnacles. *Marine Biology*, 143(3), 555-563.

- Dayton, P. K. (1971). Competition, disturbance, and community organization: the provision and subsequent utilization of space in a rocky intertidal community. *Ecological Monographs*, 41(4), 351-389.
- Deutsch, J. (2010). Darwin and barnacles. *Comptes rendus biologiques*, 333(2), 99-106.
- Dineen, J. F., & Hines, A. H. (1992). Interactive effects of salinity and adult extract upon settlement of the estuarine barnacle *Balanus improvisus* (Darwin, 1854). *Journal of experimental marine biology and ecology*, 156(2), 239-252.
- Dos Santos, A., Santos, A. P., & Conway, D. V. (2007). Horizontal and vertical distribution of cirripede cyprid larvae in an upwelling system off the Portuguese coast. *Marine Ecology Progress Series*, 329, 145-155.
- Erickson, A., Klinger, T., & Fradkin, S. C. (2004, February). A Pilot Study of the Effects of Human Trampling on Rocky Intertidal Areas in Olympic National Park, USA. In 2003 Georgia Basin/Puget Sound Research Conference Proceedings.[np]. Feb 2004..
- Ferreira, M. N., & Rosso, S. (2009). Effects of human trampling on a rocky shore fauna on the Sao Paulo coast, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 69(4), 993-999.
- Friligos, N. (1987). Eutrophication assessment in Greek coastal waters. *Toxicological & Environmental Chemistry*, 15(3), 185-196.
- Foster, B. A. (1971). Desiccation as a factor in the intertidal zonation of barnacles. *Marine Biology*, 8(1), 12-29.

- Foster, B. A. (1970). Responses and acclimation to salinity in the adults of some balanomorph barnacles. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 256(810), 377-400.
- Gaines, S., & Roughgarden, J. (1985). Larval settlement rate: a leading determinant of structure in an ecological community of the marine intertidal zone. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 82(11), 3707-3711.
- Guy-Haim, T., Rilov, G., & Aчитuv, Y. (2015). Different settlement strategies explain intertidal zonation of barnacles in the Eastern Mediterranean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 463, 125-134.
- Hoch, J. M. (2008). Variation in penis morphology and mating ability in the acorn barnacle, *Semibalanus balanoides*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 359(2), 126-130.
- Kensler, C. B. (1967). Desiccation resistance of intertidal crevice species as a factor in their zonation. *The Journal of Animal Ecology*, 391-406.
- Klepal, W., & Barnes, H. (1975). A histological and scanning electron microscope study of the formation of the wall plates in *Chthamalus depressus* (Poli). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 20(2), 183-198.
- Koukouras, A., & Matsa, A. (1998). The Thoracican Cirriped fauna of the Aegean Sea: new information, check list of the Mediterranean species, faunal comparisons. *Senckenbergiana maritima*, 28(4-6), 133-142.

- Lipkin, Y., & Safriel, U. (1971). Intertidal zonation on rocky shores at Mikhmoret (Mediterranean, Israel). *The Journal of Ecology*, 1-30.
- Magni, P. A., Venn, C., Aquila, I., Pepe, F., Ricci, P., Di Nunzio, C., ... & Dadour, I. R. (2015). Evaluation of the floating time of a corpse found in a marine environment using the barnacle *Lepas anatifera* L.(Crustacea: Cirripedia: Pedunculata). *Forensic science international*, 247, e6-e10.
- Menge, B. A., & Sutherland, J. P. (1976). Species diversity gradients: synthesis of the roles of predation, competition, and temporal heterogeneity. *American naturalist*, 351-369.
- Mieszkowska, N., Kendall, M. A., Hawkins, S. J., Leaper, R., Williamson, P., Hardman-Mountford, N. J., & Southward, A. J. (2006). Changes in the range of some common rocky shore species in Britain—a response to climate change?. *Hydrobiologia*, 555(1), 241-251.
- Newman, W. A., Zullo, V. A., & Wainwright, S. A. (1967). A critique on recent concepts of growth in Balanomorpha (Cirripedia, Thoracica). *Crustaceana*, 12(2), 167-178.
- O'Riordan, R. M., Myers, A. A., & Cross, T. F. (1995). The reproductive cycles of *Chthamalus stellatus* (Poli) and *C. montagui* Southward in south-western Ireland. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 190(1), 17-38.
- Pannacciulli, F. G., & Relini, G. (2000). The vertical distribution of *Chthamalus montagui* and *Chthamalus stellatus* (Crustacea, Cirripedia) in two areas of the NW Mediterranean Sea. *Hydrobiologia*, 426(1), 105-112.

- Pirazzoli, P. A., Delibrias, G., Kawana, T., & Yamaguchi, T. (1985). The use of barnacles to measure and date relative sea-level changes in the Ryukyu Islands, Japan. *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*, 49(1), 161-174.
- Power, A. M., Delany, J., Myers, A. A., O'Riordan, R. M., & McGrath, D. (1999). Prolonged settlement and prediction of recruitment in two sympatric intertidal *Chthamalus* species from south-west Ireland. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 79(05), 941-943.
- Råberg, S., & Kautsky, L. (2007). A comparative biodiversity study of the associated fauna of perennial fucoids and filamentous algae. *Estuarine, coastal and shelf science*, 73(1), 249-258.
- Range, P., & Paula, J. (2001). Distribution, abundance and recruitment of *Chthamalus* (Crustacea: Cirripedia) populations along the central coast of Portugal. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 81(03), 461-468.
- Sanford, E., & Menge, B. A. (2001). Spatial and temporal variation in barnacle growth in a coastal upwelling system. *Marine ecology. Progress series*, 209, 143-157.
- Shemesh, E., Huchon, D., Simon-Blecher, N., & Aчитuv, Y. (2009). The distribution and molecular diversity of the Eastern Atlantic and Mediterranean chthamalids (Crustacea, Cirripedia). *Zoologica Scripta*, 38(4), 365-378.
- Southward, A. J., & Crisp, D. J. (1954). Recent changes in the distribution of the intertidal barnacles *Chthamalus stellatus* Poli and *Balanus balanoides* L. in the British Isles. *The Journal of Animal Ecology*, 163-177.

- Sousa, E. B., Cruz, T., & Castro, J. J. (2000). Distribution and abundance of co-occurring chthamalid barnacles *Chthamalus montagui* and *Chthamalus stellatus* (Crustacea, Cirripedia) on the southwest coast of Portugal. In *Island, Ocean and Deep-Sea Biology* (pp. 339-345). Springer Netherlands.
- Stephenson, T. A., & Stephenson, A. (1949). The universal features of zonation between tide-marks on rocky coasts. *The Journal of Ecology*, 289-305.
- Triantafyllou, G., Petihakis, G., Dounas, C., & Theodorou, A. (2001). Assessing marine ecosystem response to nutrient inputs. *Marine Pollution Bulletin*, 43(7), 175-186.
- Underwood, A. J., Chapman, M. G., & Connell, S. D. (2000). Observations in ecology: you can't make progress on processes without understanding the patterns. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 250(1), 97-115.
- Vaselli, S., Bertocci, I., Maggi, E., & Benedetti-Cecchi, L. (2008). Assessing the consequences of sea level rise: effects of changes in the slope of the substratum on sessile assemblages of rocky seashores. *Marine Ecology Progress Series*, 368(1), 9-22.
- Wares, J. P., Pankey, M. S., Pitombo, F., Daglio, L. G., & Achituv, Y. (2009). A “shallow phylogeny” of shallow barnacles (*Chthamalus*). *PLoS One*, 4(5), e5567.
- Wetthey, D. S.b (1983). Geographic limits and local zonation: the barnacles *Semibalanus* (*Balanus*) and *Chthamalus* in New England. *The Biological Bulletin*, 165(1), 330-341.

- Wethey, D. S. a (1983). Intrapopulation variation in growth of sessile organisms: natural populations of the intertidal barnacle *Balanus balanoides*. *Oikos*, 14-23.
- Yan, Y., Chan, B. K., & Williams, G. A. (2006). Reproductive development of the barnacle *Chthamalus malayensis* in Hong Kong: implications for the life-history patterns of barnacles on seasonal, tropical shores. *Marine Biology*, 148(4), 875-887.
- Zabin, C. J. (2009). Battle of the barnacle newcomers: niche compression in invading species in Kaneohe Bay, Oahu, Hawaii. *Marine Ecology, Progress Series*, 381, 175-182.