



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΛΙΕΥΤΙΚΗΣ  
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΗΣ  
ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΒΕΝΘΙΚΟΥ ΔΕΚΑΠΟΔΟΥ  
*Urogeia pusilla* ΣΤΗΝ Α/Θ ΤΟΥ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ**

**ΓΑΝΙΑΡΙΔΗΣ ΒΑΣΙΛΗΣ Α.Μ 10984**

**Εισηγητής: Δρ Κατσέλης Γεώργιος Ιχθυολόγος Αναπληρωτής Καθηγητής**

**Μεσολόγγι 2012**

## **Πρόλογος**

Η πτυχιακή εκπονήθηκε στη Σχολή Τεχνολογίας-Γεωπονίας , Τμήμα Υδατοκαλλιεργειών και Αλιευτικής Διαχείρισης Τομέας Α΄ Γενικά Μαθήματα και Αλιευτική Διαχείριση. Ασχολήθηκα με αυτό το θέμα με την παρότρυνση του κύριου Κατσέλη αφού με ενδιέφερε να κάνω μια έρευνα πειραματική πάνω στα καρκινοειδή που μου αρέσουν ιδιαίτερα. Έτσι ο κύριος Κατσέλης έχοντας ασχοληθεί με αυτόν τον οργανισμό μου υπόδειξε το θέμα στο οποίο πάνω θα εργαζόμουν. Φυσικά και ίδιος ο κύριος Ράμφος με την βοήθεια του στις δειγματοληψίες όσο και στη δομή της ίδιας της πτυχιακής ήταν καταλύτης στο να ολοκληρωθεί η ίδια η πτυχιακή. Ευχαριστίες και στους δυο καθηγητές μου που με βοήθησαν ώστε να γίνει αυτή η πτυχιακή.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ.
1.1 Βιολογία του είδους <i>Urogebia pussila</i> .....	6-10
1.2 Η ιστορική αναδρομή για την ασυμμετρία στη βιολογία των ζώων.....	11-14
1.2.1 Τι είναι ασυμμετρία.....	15-16
1.2.2 Η κυμαινόμενη ασυμμετρία σαν εργαλείο.....	17-18
1.2.3 Μέθοδος εύρεσης της κυμαινόμενης ασυμμετρίας .....	19-20
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	
2.1 Λιμνοθάλασσα Κλείσοβας και Μπαμπακούλας.....	21
2.2 Μετρήσεις.....	21-25
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	26-30
ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	31-34
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	36-37

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός αυτής της εργασίας ήταν η έρευνα της αμφίπλευρης συμμετρίας στις δαγκάνες του δεκάποδου *Urogebia pusilla*.

Στη εργασία περιγράφεται η βιολογία του δεκάποδου *Urogebia pusilla* και η σημασία της συμμετρίας στη βιολογία ως μέτρο και εργαλείο για την έρευνα. Ακόμα αναγράφεται και μια ιστορική αναδρομή για την ασυμμετρία στην βιολογία των ζώων.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στην περιοχή του Μεσολογγίου, στις λιμνοθάλασσες Κλείσοβα και Μπαμπακούλα την χρονιά του 2009.

Η μεθοδολογία που πάρθηκαν οι μετρήσεις βασίστηκε σε ένα μοντέλο που χρησιμοποίησε ο Linda (Linda *et al.* 1996) για τις δαγκάνες των γαρίδων.

Τα αποτελέσματα που βρέθηκαν έδειξαν ασυμμετρία ανάμεσα στα τμήματα των αριστερών και δεξιών δαγκανών κάθε ατόμου ξεχωριστά, αλλά ακόμα μεταξύ και των ατόμων με βάση την περιοχή και το φύλο.

Το συμπέρασμα που προκύπτει από την έρευνα είναι ότι οι αριστερές με τις δεξιές δαγκάνες από το *Urogebia pusilla* στην περιοχή του Μεσολογγίου διαφέρουν για κάθε άτομο ξεχωριστά.

## ABSTRACT

The purpose of this study was the investigation of two-sided symmetry in the decapod claws of *Urogebia pusilla*.

The study describes the biology of decapod *Urogebia pusilla* and the importance of symmetry in biology as a tool and measure to research. Furthermore, it indicates a history of the asymmetry in the biology of animals

The survey was conducted in the lagoons of Messolonghi, named Klisova and Bampakoula the year of 2009.

The methodology that the measurements are taken was based on a model used by Linda (Linda *et al.* 1996) who firstly used it for the survey on the claws of shrimp.

The results that were found showed asymmetry between the sections of the left and right claw of each individual separately but showed symmetry between individuals based on the region and

based on the sex there were found both symmetric differences and similarities in some parts of the claws.

The conclusion from this research is that there are differences between the left and the right claws of *Ubogebia pusilla* in the Messolongi for each individual separately.

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1. ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *Urogebia pussila*

Το είδος *Urogebia pussila* είναι καρκινοειδές της τάξης Thalassinidae (Decapoda) και της οικογένειας Urogebiidae, που ζει σε παραθαλάσσια και υποθαλάσσια μαλακά υποστρώματα διαφόρων τύπων (από αμμώδη μέχρι λασπώδη), αποκλειστικά σε οπές που δημιουργεί στο ίζημα στην υποπαραλιακή ζώνη, σε βάθη μέχρι 45m (Dworschak 1983, Dworschak 1987). Υπάρχουν 79 είδη του γένους *Urogebia* σε όλο τον κόσμο. Στην Ελλάδα μπορούμε να το βρούμε με τις εξής κοινές ονομασίες: μαμούνι, κατσιμάμαλο, караβιδάκι.

Το *Urogebia pussila* απαντάται στον ανατολικό Ατλαντικό από την Μαυριτανία μέχρι την Μεγάλη Βρετανία, περιστασιακά στην Νορβηγία και από τη Μεσόγειο μέχρι την Μαύρη Θάλασσα. Στη Μεσόγειο Θάλασσα είναι το πιο κοινό είδος της οικογένειας Urogebiidae και το βρίσκουμε να κατοικεί στο ίζημα (Dworschak 1987).

Προτιμά λιμνοθαλάσσια και ποτάμια περιβάλλοντα με αλατότητα μεταξύ 9 και 36 psu, στα οποία έχει βρεθεί σε πολύ υψηλή αφθονία συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο στην οξυγόνωση του ιζήματος (Dworschak 1987). Το είδος είναι γνωστό ότι αποτελεί τροφή για μια μεγάλη ποικιλία ψαριών και πουλιών, ενώ χρησιμοποιείται και από τον άνθρωπο ως δόλωμα (Dworschak 1982, Dworschak 1987, Kevrekidis *et al.* 1997).

Τρέφεται κυρίως με αιωρούμενη ύλη στο νερό (αιωρηματοφάγος) η οποία συγκρατείται στο πρώτο ζεύγος των πλεοποδίων και έπειτα μεταφέρεται στο στόμα με την βοήθεια των άλλων πλεοποδίων (Dworschak 1987). Το ιζηματώδες περιβάλλον στο οποίο ζει επηρεάζει την ανάπτυξη που έχει το ίδιο το ζώο.

Σχετικά με την αναπαραγωγή του είδους, από τις δειγματοληψίες στη Βόρεια Ανδριατική βρέθηκαν θηλυκά τα οποία φέρουν γονιμοποιημένα αυγά από τις αρχές του Μαρτίου μέχρι και τα τέλη Σεπτεμβρίου, οπότε υπολογίζεται ότι η αναπαραγωγική περίοδος διαρκεί περίπου 190 μέρες αφού δεν βρέθηκαν καθόλου αυγωμένα θηλυκά τους άλλους μήνες (Dworschak 1988). Το πρώτο στάδιο της ανάπτυξης όλων των αυγών στο δείγμα του Μαρτίου υπέδειξε ότι η περίοδος που τα αυγά άρχισαν να αναπτύσσονται ήταν η πρώτη μέρα του Μαρτίου. Αυτή η περίοδος τέλειωσε στις 19 με 26 Σεπτεμβρίου, όταν όλα τα έμβρυα ήταν έτοιμα για εκκόλαψη. Δεν υπήρξαν γονιμοποιημένα θηλυκά τον Οκτώβριο. Έτσι η περίοδος της ανατροφής ήταν

περίπου 190 μέρες. Όμως άλλες χρονιές μπορεί να παρατηρηθεί ότι αυτή η περίοδος μπορεί να ξεκινήσει τον Απρίλιο. –Τα γονιμοποιημένα θηλυκά μπορούν να παρατηρηθούν τον Απρίλιο, Μάιο και Ιούνιο αλλά όχι το Σεπτέμβριο (Dworschak 1987).

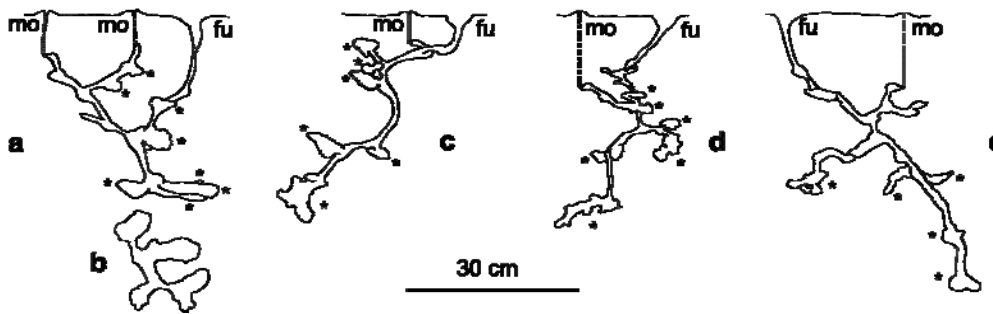
Αν και υπάρχουν αρκετά στοιχεία σχετικά με τη βιολογία και την ηθολογία του είδους στη Μεσόγειο (Dworschak 1987 1988), ελάχιστη είναι η πληροφορία για την βιολογία και την κατανομή του που προέρχεται από τον Ελλαδικό χώρο (Kevrekidis *et al.* 1997, Ράμφος και συν., 2010).

Το μικρότερο θηλυκό άτομο με αυγά είχε ολικό μήκος 36 mm (Dworschak 1987). Αλλά έχουν παρατηρηθεί και αρκετά μικρότερα σε άλλες έρευνες όπως 26 mm και 34 mm (Dworschak 1987). Το συνολικό μέσο μήκος ήταν ίδιο σε όλα τα δείγματα και κυμάνθηκε γύρω στα 53,3 mm. Όσον αφορά στα αρσενικά, τα άτομα που ήταν μεγαλύτερα από 15 mm ήταν γενετικά ώριμα. Ο αριθμός των συνολικών γεννών διαφέρει από άτομο σε άτομο (Dworschak 1987, Kevrekidis *et al.* 1997).

Οι λάρβες μετακινούνται έξω από τη φωλιά με τη βοήθεια των άκρων των θηλυκών. Όταν βρεθούν στο νερό κινούνται ζωηρά προς την επιφάνεια, βυθίζονται μετά αργά κάτω και κολυμπούν πάλι προς τα επάνω. Έχουν δείξει μια θετική φωτοτακτική αντίδραση. Το μέσο μήκος είναι 1,9 mm. Η συνολική λαρβική ανάπτυξη στο *U. pusilla* περιγράφεται από 4 στάδια με συνολικά μήκη 1,3- 2- 2,5 και 3,5 mm και μετά φτάνουν στο στάδιο postlarva με μήκος 5 mm. Αφού φτάσει σε αυτό το στάδιο το ζώο αρχίζει να φωλιάζει. Το πόσο διαρκεί η ανάπτυξη τους δεν έχει προσδιορισθεί ακριβώς αλλά εκτιμάται περίπου στις 35μέρες (Dworschak 1988).

Το είδος δημιουργεί στοές για φωλιά με την βοήθεια των δύο μπροστινών δαγκανών και των πλεοποδίων. Οι στοές έχουν σχήμα Y και είναι βαθιά μέσα στο ίζημα (Dworschak 1987). Οι φωλιές του *U. pusilla* κατά 85% έχουν 2 ανοίγματα που αποτελούνται από ένα U με διχαλωτούς θαλάμους και ένα κεντρικό άξονα που διαχωρίζεται στο βαθύτερο σημείο του U (Coelho *et al.* 2000, Dworschak 2001, Dworschak *et al.* 2006). Το 14% των περιπτώσεων έχουν 3 ανοίγματα αποτελούμενα από ένα U1 από ένα U2 που διαχωρίζεται στο βαθύτερο σημείο του U1 και τον άξονα που διαχωρίζεται στο βαθύτερο σημείο του U2. Η διάμετρος της φωλιάς είναι περιστροφική και γραμμικά σχετιζόμενη ανάλογα με το μέγεθος του ζώου. Μεγεθύνσεις μέσα στη φωλιά δείχνουν ότι οι θάλαμοι όσο κατεβαίνουμε στο κέντρο της φωλιάς περιορίζονται 50% από το άνοιγμα της εισόδου. Η απόσταση των ανοιγμάτων της εισόδου της φωλιάς είναι 2,5-39

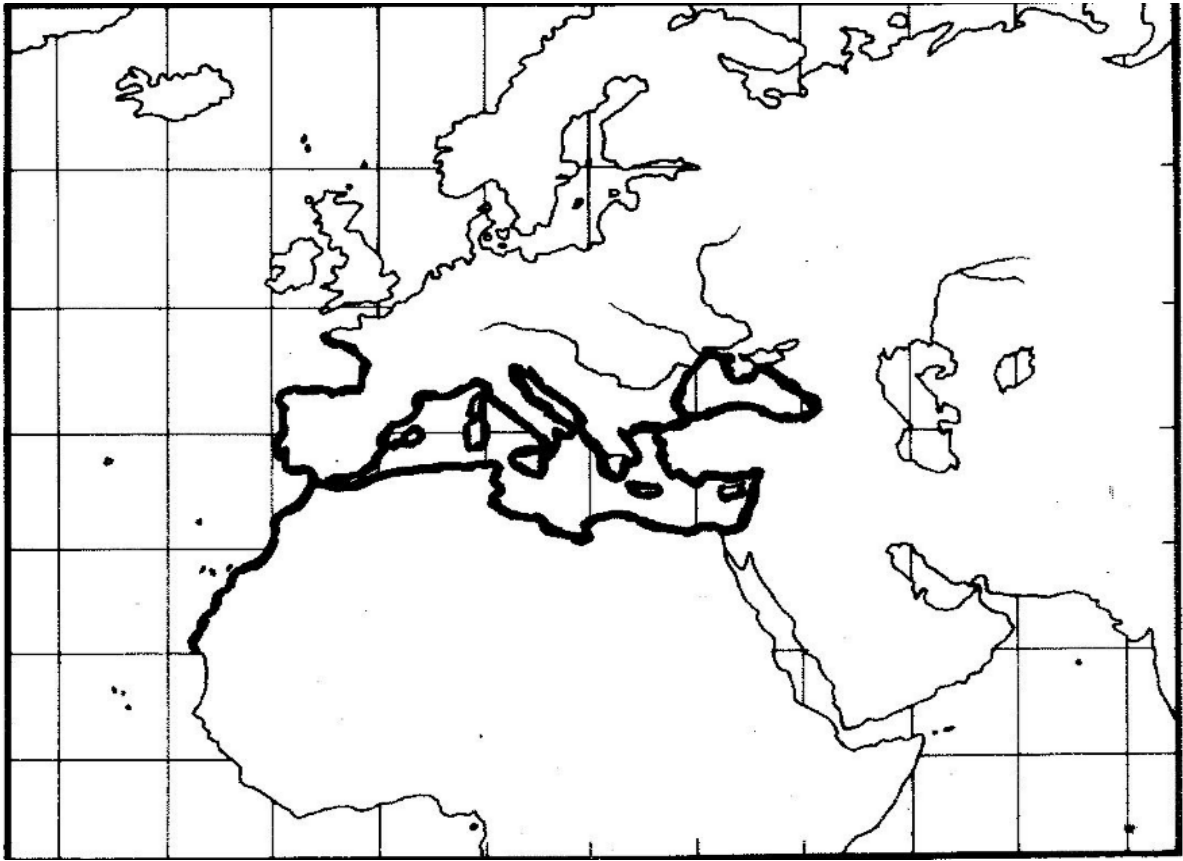
cm, ενώ το βάθος της φωλιάς μέχρι το σημείο που σχηματίζει το σχήμα U μπορεί να φτάσει τα 4-44 cm. Το συνολικό βάθος είναι 4-82cm, ο όγκος της φωλιάς 0,3-523 cm<sup>3</sup> και η επιφάνεια 4,8-1080 cm<sup>2</sup>. Το τείχος της φωλιάς είναι μαλακό και καλά οξυγονωμένο.



**Σχήμα 1** : Όπου a,c,d ,e βλέπουμε διάφορες φωλιές , στο b το βαθύτερο στρώμα της φωλιάς, mo η είσοδος στην φωλιά και fu η δευτερεύον είσοδο της φωλιάς.  
(Dworscak 2006)

Ανωμαλίες στο τείχος υπάρχουν εξαιτίας των κοπράνων των *U. pusilla*, από τα υπολείμματα των φυκιών καθώς και από συνδέσεις φωλιών με άλλα μικρότερα ζώα. Δεν υπάρχει προσανατολισμός μέσα στις φωλιές και επικαλύπτουν η μια την άλλη σε υψηλές πυκνότητες, αλλά ποτέ δεν συνδέονται μεταξύ τους. Κάθε φωλιά κατοικείται από ένα μόνο άτομο του είδους.





Εικόνα 1: Χώρες εξάπλωσης του *U. Pussila* ([www.glaucus.org.uk](http://www.glaucus.org.uk))



**Εικόνα 2:** Το δεκάποδο *Urogebia pusilla* ([http://www.soline.si/park/fauna/shrimp\\_mud](http://www.soline.si/park/fauna/shrimp_mud))

## 1.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑ ΣΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΖΩΩΝ

Η ύπαρξη ζώων με αμφίπλευρη συμμετρία - αντικατοπτρικά άκρα και όργανα σηματοδοτεί ένα κρίσιμο βήμα στην ιστορία της ζωής πάνω στη Γη. Τα πρώτα πολυκύτταρα ζώα δεν ήταν αμφίπλευρα συμμετρικά. Ήταν ασύμμετροι υδρόβιοι σβόλοι - οι σπόγγοι - που φίλτραραν τα σωματίδια τροφής με τη βοήθεια των ρευμάτων που δημιουργούσαν στο νερό. Πρωτόγονα ζώα, λίγο πιο σύνθετα από τους σπόγγους, είναι και τα κνιδόζωα, δηλαδή τα υδρόβια που έχουν αξονική συμμετρία. Τα ζώα αυτά διαθέτουν εξειδικευμένα κύτταρα που τσιμπούν και χάρη στα οποία μπορούν να ακινητοποιήσουν το θήραμά τους. Όλα τα υπόλοιπα ζώα ανήκουν στα αμφίπλευρα, από τους σκώληκες ως τον άνθρωπο. Σε κάποια φάση του βίου τους, όλα τα αμφίπλευρα εμφανίζουν όχι μόνο την κρίσιμη συμμετρία της αριστερής με τη δεξιά πλευρά, αλλά και σώμα με πολλά στρώματα κυττάρων που συνήθως διαθέτει στόμα, έντερο και πρωκτό.

Μέχρι πριν από μερικά έτη, τα παλαιότερα απολιθώματα αμφίπλευρων ζώων που γνώριζαν οι επιστήμονες είχαν ηλικία 555 εκατομμυρίων ετών, αν και η πλειοψηφία των ζώων αυτών κάνει την εμφάνισή της λίγο αργότερα, σε μια έκρηξη «εφευρετικότητας» της Φύσης, γνωστή ως Κάμβρια έκρηξη, πριν από 542 εκατομμύρια έτη. Η έλλειψη παλαιότερων απολιθωμάτων έκανε αδύνατο τον έλεγχο των επιστημονικών υποθέσεων για τους λόγους που οδήγησαν σε αυτή την έκρηξη (ή ακόμα κι αν συνέβη πράγματι, ή εμφανίζεται ως έκρηξη επειδή τα αρχαιότερα ζώα δεν άφησαν εμφανή ίχνη με μορφή απολιθωμάτων) (Πάπυρους Λαρούς Μπριτάνικα 1987 12 τομ. 103 σελ).

Οι έρευνες της δεκαετίας του 1990 οδήγησαν το 2002 στην ανακάλυψη από τους (Τζουν Γιουάν Τσεν, Ντ. Μπότζερ και Κ. Ντόρνμπος 2002), νέων ευρημάτων που άλλαξαν την εικόνα. Τα απολιθώματα του ζώου *Vernanimalkula* (το παλιότερο απολιθωμένο ζώο με αμφίπλευρη συμμετρία που ανακαλύφθηκε μέχρι σήμερα), που βρέθηκαν στην επαρχία Γκουιτζού της Κίνας, σημαίνουν ότι η εμφάνιση των πρώτων πραγματικά πολύπλοκων ζώων έγινε 50 εκατομμύρια έτη πριν την Κάμβρια έκρηξη (Πάπυρους Λαρούς Μπριτάνικα 1987 12 τομ 103 σελ).

Οι άμεσοι πρόγονοι και απόγονοι της *Vernanimalkula* δεν έχουν βρεθεί ακόμα, ωστόσο αυτά τα μικροσκοπικά απολιθώματα αποκάλυψαν ένα κρίσιμο βήμα στην πορεία της βιολογικής εξέλιξης: τα αμφίπλευρα είχαν την ικανότητα να σχηματίζουν σύνθετα σώματα

πριν μπορέσουν να αναπτύξουν σώματα μεγάλου μεγέθους. Οι επιστήμονες κάνουν διάφορες υποθέσεις για τους λόγους που οδήγησαν στα μεγάλα σώματα. Η πιο πιθανή εξήγηση είναι η δραστική αύξηση της συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου στο θαλασσινό νερό: η ύπαρξη περισσότερου οξυγόνου για αναπνοή διευκολύνει την ανάπτυξη ζώων μεγαλύτερου μεγέθους.

Συχνά ατελής ή κατά προσέγγιση, η συμμετρία των οργανισμών αλλοιώνεται από τις συχνές εξατομικευμένες ή ειδικές ανωμαλίες.

Διακρίνονται:

- 1) Οι σφαιρικοί οργανισμοί ή όργανα πολύ απλοί που επιπλέουν ή συστρέφονται στο νερό ή στον αέρα (σπόρια αυγά, Ακτινόζωα)
- 2) Οι εδραίοι οργανισμοί με επίπεδη επέκταση (λειχήνες, μυκήλλια Μυκήτων)
- 3) Οι εδραίοι οργανισμοί με αξονική και κάθετη επέκταση όπως τα δέντρα και η πλειονότητα των χερσόβιων ποωδών φυτών.
- 4) Οι οργανισμοί με ανάπτυξη σπειροειδή (Μαλάκια, Γαστερόποδα).
- 5) Οι οργανισμοί που μετακινούνται γρήγορα, στους οποίους κατεύθυνση της κίνησης συνεχώς σταθερή καθορίζεται πάντοτε μια μορφολογική διαφορά μεταξύ ενός μπροστινού και ενός πίσω τμήματος (χέλια φίδια).
- 6) Οι μεταμερισμένοι οργανισμοί και όργανα, δηλαδή εκείνη που σχηματίζονται από μια ακολουθία παρόμοιων στοιχείων (Μυριάποδα, Δακτυλιοσκώληκες).
- 7) Οι ασύμμετροι οργανισμοί. Πρόκειται συχνά για το σύνολο του <βασικού τμήματος> ενός όντος σχηματισμένου από πολυάριθμα παρόμοια στοιχεία (δέντρο Σπόγγος). Κάθε στοιχείο είναι τελείως συμμετρικό αλλά τα στοιχεία διατάσσονται άτακτα.

Στη βιολογία τα ζώα και τα φυτά διακρίνονται με βάση ένα σύστημα που εμπεριέχει τη συμμετρία. Σύμφωνα με αυτό ορίζονται τέσσερις τύποι συμμετρίας:

- (α) Ακτινωτή ή ακτινική συμμετρία. Διαθέτει πολλά επίπεδα συμμετρίας που διέρχονται από έναν κοινό κατακόρυφο άξονα στη συμμετρία αυτή ανήκουν μέδουσες, αστερίες κ.α.
- (β) Αμφίπλευρη συμμετρία. Χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη ενός μόνου επιπέδου συμμετρίας, το οποίο διέρχεται από τον επιμήκη άξονα του σώματος και το χωρίζει σε δύο συμμετρικά ήμισυ. Στη συμμετρία αυτή ανήκουν τα θηλαστικά ανάμεσα σε αυτά και ο άνθρωπος, τα πτηνά και τα ψάρια.
- (γ) Σειριακή συμμετρία, όπως αυτή των σκωλήκων.

(δ) Ασυμμετρία. Σε αυτό το είδος απουσιάζει οπουδήποτε επίπεδο συμμετρίας.

Χαρακτηριστική είναι η ασυμμετρία των μονοκύτταρων πρωτόζωων *paramecium*.

Στην επιστήμη δεν υπάρχει καμία απολύτως διαφορά μεταξύ αριστερού και δεξιού, όπως υπάρχει ανάμεσα στο αρσενικό και το θηλυκό, πέραν του γεγονότος ότι το ένα έχει εκλεγεί αυθαίρετα να λέγεται αριστερό ή δεξιό επειδή βρίσκεται στην αντίθετη πλευρά από το άλλο, δεξί ή αριστερό αντίστοιχα. Στο χώρο όταν μιλάμε για αριστερό ή δεξιό αναφερόμαστε σε προσανατολισμό μιας βίδας. Στροφή προς τα αριστερά εννοούμε ότι η φορά προς την οποία στρέφεται μαζί με την διεύθυνση της από τα κάτω προς πάνω σχηματίζει μια αριστερόστροφη βίδα. Γενικότερα, η φύση πουθενά δεν έχει δείξει να προτιμάει το δεξιό εις βάρος του αριστερού ούτε το αντίστροφο.

Η τελική, πάντως, διαπίστωση είναι ότι στην οργάνωση της φύσης κυριαρχεί η συμμετρία του δεξιού με το αριστερό, αν και δεν περιμένουμε να την δείχνει τέλεια κάθε πράγμα στη φύση. Είναι εύλογη η απορία εάν υπάρχει κάποια αιτία για αυτό. Μια τέτοια αιτία υπάρχει και πρέπει να είναι ότι η πιθανότερη μορφή ισορροπίας μάλλον είναι η συμμετρική. Δηλαδή από όλες τις συνθήκες που καθορίζουν μια κατάσταση ισορροπίας, η συμμετρία των συνθηκών αντανακλάται στην κατάσταση ισορροπίας. Για παράδειγμα η γη θα ήταν τελείως σφαιρική εάν δεν περιστρεφόταν γύρω από τον άξονα της, πράγμα που την πλαταίνει στους πόλους, αλλά η συμμετρία της (περιστροφική) διατηρείται. Αυτό που συνήθως έχει ανάγκη εξήγησης δεν είναι η ύπαρξη και διατήρηση της συμμετρίας, που αναμένεται, αλλά το λεγόμενο σπάσιμο της συμμετρίας, δηλαδή την απόκλιση από αυτήν, όπως στο παράδειγμα της γης που εμφανίζεται στην άνιση κατανομή στεριάς θάλασσας.

Τέλος, ακόμη και εάν υπάρχουν παράγοντες στην εξέλιξη που τείνουν να διαφοροποιήσουν το δεξιό από το αριστερό, πιθανότατα εξουδετερώνονται από το πλεονέκτημα που αντλεί το ζώο από τον αμφίπλευρο σχηματισμό των οργάνων κίνησης του και των άκρων: εάν δεν ήταν συμμετρικά σχηματισμένα, τότε η κίνηση του θα ήταν τύπου κοχλία αντί για ευθύγραμμη. Έτσι, εξηγείται γιατί τα άκρα μας είναι περισσότερο συμμετρικά από τα εσωτερικά μας όργανα

Τα πιο εντυπωσιακά παραδείγματα συμμετρίας στην ανόργανη φύση είναι οι κρύσταλλοι. Στην κρυσταλλική κατάσταση της ύλης τα άτομα ταλαντώνονται γύρω

από θέσεις ισορροπίας, οι οποίες σχηματίζουν στο χώρο ένα καθορισμένο κανονικό σχήμα. Όλες οι κλάσεις κρυστάλλων διαιρούνται σε έξι συστήματα, με βάση το μήκος των αξόνων και τις υπόλοιπες λεπτομέρειες των συμμετριών τους. Στη φυσική, ένα σύστημα θεωρείται συμμετρικό εάν παραμείνει αμετάβλητο όταν υπόκειται σε διαδικασίες όπως κατοπτρική αντιστροφή, αντιστροφή της διεύθυνσης του χρόνου και μετασχηματισμό του χωροχρόνου. Πολλά φυσικά συστήματα υπακούουν σε τέτοιου είδους συμμετρίες, με τις οποίες σχετίζονται οι νόμοι διατήρησης της φυσικής. Η σχέση αυτή έχει μια ιδιαίτερη σημασία στη φυσική των σωματιδίων, όπου παρατηρούνται συγκεκριμένες συμμετρίες, που λέγονται εσωτερικές. Τέτοιες συμμετρίες υπάρχουν στο χώρο της μαθηματικής σκέψης και στηρίζουν τη διατήρηση τέτοιων ποσοτήτων όπως το φορτίο, η ισότητα, το πλήθος των βαρυονίων και λεπτόνιων, και η ολική ασυνήθιστη κατάσταση όταν συγκεκριμένα σωματίδια αντικαθίστανται μεταξύ τους. Στη σύγχρονη θεωρητική φυσική, πάντως, τέτοιες συμμετρίες είναι γνωστές μόνο κατά προσέγγιση, εκτός όμως από τα βαρυόνια και τα λεπτόνια, όπου παραβιάζονται κατά τα πειράματα με αυτά. Όταν οι εσωτερικές συμμετρίες δεν λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο, αλλά αντιθέτως μπορούν να διαφέρουν σε κάθε σημείο του χωροχρόνου, αποκαλούνται συμμετρίες gauge. Οι θεωρητικοί φυσικοί ελπίζουν ότι θα καταφέρουν να μειώσουν όλες τις συμμετρίες σε συμμετρίες gauge στην προσπάθειά τους να αναπτύξουν μια μεγάλη ενοποιητική θεωρία (Θεωρία των Πάντων), η οποία θα ενσωματώνει όλες της θεμελιώδεις λειτουργίες και ιδιότητες της ύλης (Πάπυρους Λαρούς Μπριτάνικα 1987 58 τομ. 89 σελ, users.sch.gr)

### 1.2.1. ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ

Η αντιστοιχία των οργάνων ή των τμημάτων αρθρωτών και μη του σώματος ως προς έναν άξονα ή ένα επίπεδο είναι η συμμετρία. Ακόμα γεωμετρική συμμετρία σημαίνει συμμετρία κάτω από μια υπο-ομάδα της Ευκλείδειας ομάδας των ισομετριών σε δύο ή τρεις διαστάσεις στον ευκλείδειο χώρο. Στον τρισδιάστατο ευκλείδειο χώρο υπάρχουν τρία είδη συμμετρίας η σφαιρική συμμετρία, η αξονική συμμετρία και η κατοπτρική συμμετρία. Συγκεκριμένα, η συμμετρία αναφέρεται σε αντιστοιχία σωματικών μελών σε μέγεθος, σχήμα και σχετική θέση σε αντίθετες θέσεις μιας διαχωριστικής γραμμής ή κατανεμημένης γύρω από ένα συγκεκριμένο σημείο ή άξονα. Δύο σημεία είναι συμμετρικά ως προς μια ευθεία (άξονα), όταν αυτά βρίσκονται πάνω στην ίδια ευθεία και οι αποστάσεις τους από την ευθεία συμμετρίας είναι ίσες. Αυτό είναι η συμμετρία ως προς άξονα. Όταν το κέντρο συμμετρίας σχήματος ονομάζεται ένα σημείο  $O$ , γύρω από το οποίο αν περιστραφεί το σχήμα κατά  $180^{\circ}$  συμπίπτει με το αρχικό, τότε έχουμε συμμετρία ως προς το σημείο. Με εξαίρεση την ακτινωτή συμμετρία η εξωτερική μορφή έχει μικρή μόνον σχέση με την εσωτερική ανατομία αφού ζώα με πολύ διαφορετική ανατομική κατασκευή μπορεί να έχουν τον ίδιο τύπο ασυμμετρίας. Οι οργανισμοί και τα διάφορα όργανα τους εμφανίζουν γενικά διάφορα στοιχεία συμμετρίας άλλα μεν από αυτά συνδέονται με την προέλευση τους, άλλα δε με τον τρόπο ζωής τους. Ενώ η εξέλιξη μιας φυλογενετικής σειράς επιφέρει συχνά την απώλεια των στοιχείων συμμετρίας, ποτέ δεν της προσθέτουν στο σύνολο, εκτός από κάποιο συγκεκριμένο και ιδιαίτερο όργανο. Στη Βιολογία με τον όρο αμφίπλευρη συμμετρία, χαρακτηρίζεται γενικά η δομή εκείνη σώματος ζώου που μπορεί να αποτελείται από κεφάλι και κορμό (όχι απαραίτητα), αλλά που όμως όλα τα όργανα του σώματός τους είναι έτσι κατανεμημένα κατά τρόπο ώστε, με μια τομή ακριβώς στη μέση, κατά το διάμηκες, από τη ράχη, (ραχιαία επιφάνεια), μέχρι την κοιλιά (κάτω επιφάνεια), να χωρίζεται το σώμα σε δύο σχεδόν όμοια μέρη, το δεξιό και το αριστερό. Τα περισσότερα ανώτερα ασπόνδυλα όπως π.χ. τα αρθρόποδα, οι ανελίδες καθώς και όλα τα σπονδυλωτά παρουσιάζουν αμφίπλευρη συμμετρία (Swaddle *et al.* 1994, Simmons *et al.* 1995, <http://el.wikipedia.org/wiki/>).

Η κυμαινόμενη ασυμμετρία είναι ένα πρότυπο αμφίπλευρης διακύμανσης της διαφοράς της δεξιάς από την αριστερή πλευρά ενός δείγματος ατόμων, στο οποίο ο μέσος όρος είναι

ίσος με μηδέν και η διακύμανση ακολουθεί κανονική κατανομή γύρω από αυτόν το μέσο όρο. Σε μια κανονική κατανομή, η διάταξη των τιμών της γύρω από το μέσο είναι συμμετρική και οι τρεις τιμές θέσης του μέσου της διάμεσου και της επικρατούσας τιμής συμπίπτουν. Σε περίπτωση μη συμμετρικών κατανομών η διάταξη των τιμών περί το μέσο είναι ασύμμετρη και οι τιμές θέσης διαφοροποιούνται η μια της άλλης. Στις ασύμμετρες κατανομές, η εκτροπή μπορεί να εμφανίζεται είτε από τη δεξιά πλευρά είτε από την αριστερή. Στη πρώτη περίπτωση η ασυμμετρία ονομάζεται θετική και η κατανομή θετικά ασύμμετρη ενώ στην δεύτερη ονομάζεται αρνητική και η κατανομή αρνητική ασύμμετρη.

Αν μέση τιμή = διάμεσο = επικρατούσα η κατανομή είναι συμμετρική.

Αν μέση τιμή > διάμεσο > επικρατούσα η κατανομή είναι θετική ασύμμετρη.

Αν μέση τιμή < διάμεσο < επικρατούσα η κατανομή είναι αρνητική ασύμμετρη.

Οι τύποι ασυμμετρίας, οι οποίες πολλές φορές ταυτίζονται με την κυμαινόμενη ασυμμετρία, είναι η κατευθυντήρια ασυμμετρία και η αντισυμμετρία. Η κυμαινόμενη ασυμμετρία είναι το αποτέλεσμα της διακύμανσης της διαφοράς μεταξύ των δύο πλευρών (Swaddle *et al.* 1994, Simmons *et al.* 1995). Η κατευθυντήρια ασυμμετρία είναι το αποτέλεσμα της διακοπής της δεξιάς-αριστερής συμμετρίας σε έναν πληθυσμό οργανισμών (Swaddle *et al.* 1994, Simmons *et al.* 1995).

Η κατευθυντήρια ασυμμετρία είναι γενικά ένα πρότυπο αμφίπλευρης διακύμανσης σε ένα δείγμα ατόμων, όπου υπάρχει στατιστικά σημαντική διακύμανση μεταξύ των δύο πλευρών ενός οργάνου, με τάση η μεγαλύτερη πλευρά να είναι η ίδια για την πλειοψηφία των ατόμων (Mal *et al.* 2002). Εξακριβώνεται με τη βοήθεια στατιστικών ελέγχων για την απόκλιση τη μέσης διαφοράς L-R από το μηδέν. Στο συγκεκριμένο τύπο ασυμμετρίας, η γενετική βάση είναι σημαντική καθώς μπορεί να προβλεφθεί ποια πλευρά θα είναι μεγαλύτερη. Το μη συμμετρικό που είναι σε μια κατεύθυνση από όλα τα άτομα είναι η κατευθυντήρια συμμετρία. Είναι πιθανό να υπάρχει και αναπτυξιακή αστάθεια επιπρόσθετα με την κατευθυντήρια ασυμμετρία, με αποτέλεσμα να επηρεάζεται ο τελικός βαθμός ασυμμετρίας (Mal *et al.* 2002).



### 1.2.2. Η ΚΥΜΑΙΝΟΜΕΝΗ ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ

Η κυμαινόμενη ασυμμετρία μετρά το τυχαίο από το τέλειο διμερές ή ακτινωτό συμμετρικό μορφολογικό γνωρίσματα σε μια ομάδα οργανισμών (Swaddle et al. 1994, Simmons *et al.* 1995).

Η κυμαινόμενη ασυμμετρία είναι ένα πρότυπο αμφίπλευρης διακύμανσης της διαφοράς της δεξιάς από την αριστερή πλευρά ενός δείγματος ατόμων, στο οποίο ο μέσος όρος είναι ίσος με μηδέν και η διακύμανση ακολουθεί κανονική κατανομή γύρω από αυτόν το μέσο όρο. Καθώς το πρότυπο ανάπτυξης και για τις δύο πλευρές του οργάνου (π.χ. δύο πλευρές, αριστερή (L) και δεξιά (R) από το κεντρικό νεύρο ενός φύλλου) είναι ακριβώς το ίδιο, δηλαδή το συγκεκριμένο γνώρισμα είναι το αποτέλεσμα ενός κοινού αναπτυξιακού γενετικού μηχανισμού και επίσης, οι δύο πλευρές αναπτύσσονται κατά το ίδιο χρονικό διάστημα και κάτω από τις ίδιες περιβαλλοντικές συνθήκες, η ασυμμετρία που προκύπτει είναι προϊόν τυχαίων διαταραχών στη μορφογένεση, λόγω διαταραχών στην εσωτερική κυτταρική ανάπτυξη ή μεταβολών των περιβαλλοντικών συνθηκών. Τα άτομα ενός πληθυσμού μπορεί να διαφέρουν στην τάση τους να εμφανίσουν κυμαινόμενη ασυμμετρία για τουλάχιστον τρεις λόγους: α) μπορεί να διαφέρουν στην ικανότητά τους να ανταπεξέρχονται σε διάφορους τύπους ενόχλησης, β) μπορεί να διαφέρουν στο βαθμό έκθεσης τους σε διάφορες ενοχλήσεις και γ) μπορεί να παρουσιάζουν διαφορές στις αυξητικές τους παραμέτρους (Maynou & Sarda 1996).

Η χρήση της κυμαινόμενης ασυμμετρίας ως εμπειρικό μέτρο είναι ευρέως διαδεδομένη και χρησιμοποιημένη στην οικολογία. Σε ένα έγγραφο του Swadder (1994) παρέχεται ένας χρήσιμος οδηγός για τον κατάλληλο προσδιορισμό της ποσότητας και της ανάλυσης της διακύμανσης στα στοιχεία ασυμμετρίας.

Στις διάφορες περιβαλλοντικές μελέτες της οικολογίας όπου μετράμε αλατότητα, pH, οξυγόνο ένας καλός δείκτης για να μας βοηθήσει στις μελέτες είναι η κυμαινόμενη ασυμμετρία επειδή μας παράσχει πληροφορίες από όλο τον πληθυσμό που εργαζόμαστε (Mal *et al.* 2002).

Οι κυμαινόμενες ασυμμετρίες που προκύπτουν λόγω περιβαλλοντικής πίεσης που επιβάλλεται στα άτομα κατά τη διάρκεια της πορείας της ανάπτυξής τους. Η περιβαλλοντική πίεση προκλήθηκε μέσω των δυσμενών βιοτικών ή αβιοτικών παραγόντων, ενοχλεί τους

ομοιοστατικούς μηχανισμούς που καθορίζει τη δυνατότητα ενός ατόμου στην ίδια ανάπτυξη από κάθε πλευρά του σώματος. Οι τιμές της κυμαινόμενης ασυμμετρίας στα μορφολογικά γνωρίσματα προβλέπονται έτσι να είναι μεγαλύτερες στα φτωχά περιβάλλοντα. .

Εντούτοις, ετερογένεια από την πηγή θα μπορούσε να συγχύσει την ερμηνεία για τα σχέδια της κυμαινόμενης ασυμμετρίας όσον αφορά το μέγεθος του γνωρίσματος.

Πληθυσμοί από καλούς βιότοπους περιέχουν άτομα με μεγάλα και συμμετρικά γνωρίσματα ενώ εκείνοι από τους φτωχούς βιότοπους περιέχουν τα άτομα με μικρά συμμετρικά γνωρίσματα. Κατά συνέπεια, αρνητική σχέση στους πληθυσμούς θα ήταν προφανής χωρίς το γνώρισμα αντιπροσωπεύει ένα δίκαιο σήμα στην ποιότητα.

### 1.3.3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΥΡΕΣΗΣ ΤΗΣ ΚΥΜΑΙΝΟΜΕΝΗΣ ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

Οι κυμαινόμενες ασυμμετρίες που οφείλονται στη διακύμανση απορρέουν από την ανικανότητα των ατόμων να υποβληθούν σε ολόδια ανάπτυξη ενός αμφίπλευρου χαρακτηριστικού στις δυο πλευρές του σώματος. Έχει διαπιστωθεί εδώ και καιρό ότι υπάρχει μια αρνητική συσχέτιση ανάμεσα σε αποτελέσματα ασυμμετρία όσο αφορά την υγεία. Πρόσφατα στην οικολογία ιδιαίτερα σε μελέτες της σεξουαλικής επιλογής των οργανισμών υπήρξε μια αύξηση του ενδιαφέροντος στη μελέτη της ασυμμετρίας που οφείλονται στη διακύμανση και σαν μέτρα της ποιότητας του ατόμου αλλά και σαν δείκτες της δύναμης και της κατεύθυνσης της επιλογής. Όμως η πιο κατάλληλη μέθοδος ανάλυσης της κυμαινόμενης ασυμμετρίας που οφείλεται στην διακύμανση είναι αμφιλεγόμενη (Simmons *et al.* 1995).

Μπορεί να υπάρχουν μεγάλες διαφορές σε έννοιες της κυμαινόμενης ασυμμετρίας που οφείλονται στη διακύμανση σε διαφορετικούς πληθυσμούς του ίδιου είδους. Οι συγκρίσεις μεταξύ των πληθυσμών μπορεί να είναι ουσιαστικού ενδιαφέροντος, αλλά οι επιστήμονες της οικολογίας ενδιαφέρονται για την απόκλιση μέσα στον πληθυσμό ως ένα αποτέλεσμα διαφορών στις συνθήκες ή ως ένα αντικείμενο για επιλογή συντρόφου για αναπαραγωγή. Για παράδειγμα, ο Μόλλερ ανέφερε δεδομένα της ασυμμετρίας που οφείλεται στη διακύμανση από 517 αρσενικά barn swallows από τη Δανία. Από τις 18 διαφορετικές αποικίες που μελέτησε ο Μόλλερ τα δεδομένα του έχουν διάρκεια ζωής αρκετά χρόνια, έτσι οι συμμετρικές αποκλίσεις του ατόμου μέσα στο χρόνο και από περιοχή σε περιοχή συγχέονται (Simmons *et al.* 1995).

Το λάθος στη μέτρηση συνήθως κατανέμεται στο μηδέν. Έτσι επειδή οι κυμαινόμενες ασυμμετρίες που οφείλονται στη διακύμανση είναι γενικά πολύ μικρές σχετικά με το μέγεθος των χαρακτηριστικών που μετρούνται οι μετρήσεις πρέπει να επαναληφθούν σε ξεχωριστές πραγματικές ασυμμετρίες. Η κατάλληλη ανάλυση είναι ένα συνδυασμένο μοντέλο ANOVA.

Η απόλυτη κυμαινόμενη ασυμμετρία έχει μια χαρακτηριστική ημί-κανονική κατανομή. Αν και οι υποθέσεις της κανονικότητας και της ομοιογένειας των αποκλίσεων για τα στατιστικά μπορεί να παραβιαστούν, τα t-tests και η ANOVA και η γραμμική παλινδρόμηση συχνά χρησιμοποιούνται. Τα υπόλοιπα της ανάλυσης από την παλινδρόμηση μπορεί να αποδειχθούν ότι είναι κατανομημένα κανονικά αλλά μπορεί και όχι ενώ στην ANOVA και στα t-tests ποτέ δε θα γίνει αυτό. Οι μετασχηματισμοί δυο παραμέτρων από τη μορφή  $(Y+\lambda 2)^{\lambda 1}$  είναι συχνά βολικοί

για να κάνουμε κανονικά ασύμμετρα θετικά δεδομένα που περιέχουν μηδενικά (Tagun *et al.* 2002).

Η αποτυχία να βρεθεί μια αρνητική σχέση μεταξύ της κυμαινόμενης ασυμμετρίας και του μεγέθους γνωρίσματος μπορεί να μην συγχέεται με την ετερογενή πηγή με τον ίδιο τρόπο αλλά είναι δύσκολο να φανταστεί κάποιος πώς οι περιβαλλοντικές πιέσεις μέσα στους πληθυσμούς θα μπορούσαν να επηρεάσουν τα μορφολογικά γνωρίσματα χωρίς εύρεση των διαφορών μεταξύ των πληθυσμών. Εάν μια αρνητική σχέση μεταξύ της κυμαινόμενης ασυμμετρίας και του μεγέθους προκύπτει επειδή εξαρτώνται ή λόγω επιλογής βιωσιμότητας, τα θηλυκά έχουν έναν αξιόπιστο δείκτη για την αρσενική ποιότητα όταν δίνουν προσοχή και στο μέγεθος και στη συμμετρία (Tagun *et al.* 2002).

Είναι αναγκαίο να βεβαιωθούμε ότι 1) συγκεκριμένες ομάδες ατόμων δεν εξαιρούνται από τις μετρήσεις λόγω προκαταλημμένων δειγμάτων 2) οι μετρήσεις είναι επαναλαμβανόμενες με το συνδυασμένο μοντέλο ANOVA 3) οι ασυμμετρίες προσδιορίζονται σωστά σαν ασυμμετρίες που οφείλονται στη διακύμανση χρησιμοποιώντας κανονική πιθανότητα 4) πρέπει να δοθεί προσοχή στα στατιστικά πορίσματα των δεδομένων για τη διαδικασία ανάπτυξης όταν ποσοτικοποιούνται τα μέτρα της ασυμμετρίας που οφείλονται στη διακύμανση 5) οι υποθέσεις των παραμετρικών αναλύσεων εκπληρώνονται πριν τις εφαρμοσμένες παραμετρικές αναλύσεις.

**Σκοπός στην παρούσα μελέτη** είναι η σύγκριση της κυμαινόμενης και κατευθυνόμενης ασυμμετρίας των δαγκανών του *U. pusilla* μεταξύ δύο γειτονικών περιοχών του λιμνοθαλάσσιου συμπλέγματος Μεσολογγίου Αιτωλικού. Η πρώτη περιοχή είναι η Ανατολική Κλείσοβα (Μπούκα) η οποία χαρακτηρίζεται από σχετικά χαμηλές τιμές αλατότητας λόγω της εισροής γλυκού νερού από τον βιολογικό σταθμό και τα αρδευτικά κανάλια της πόλης και καταλήγει στη θάλασσα. Η δεύτερη είναι μια κλειστή παράκτια λιμνοθάλασσα, η Μπαμπακούλα (Τιτιμπίλι) με πολύ ρηγά νερά και υψηλές τιμές αλατότητας που επικοινωνεί με την θάλασσα μέσω διαύλου και στην οποία πραγματοποιείται συνεχιζόμενη αλιεία του *Urogebia pussila* από ντόπιους αλιείς.

## 2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1. ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΕΣ ΚΛΕΙΣΟΒΑΣ ΚΑΙ ΜΠΑΜΠΑΚΟΥΛΑΣ

Η λιμνοθάλασσα της Κλείσοβας βρίσκεται δίπλα από την πόλη του Μεσολογγίου. Γεωγραφικά τοποθετείται στο ανατολικό άκρο του συνόλου της λιμνοθάλασσας και έχει έκταση περίπου 21.000 στρέμματα και βάθος που κυμαίνεται από 0,2 -0,7m. Ένας επιμήκης λούρος (νησίδα φυσικής προσχωματικής προέλευσης) χωρίζει τα νερά της λιμνοθάλασσας από τον Πατραϊκό κόλπο και η επικοινωνία γίνεται από τρία στόμια πλάτους περί τα 15 μέτρα. Στα τέλη της δεκαετίας του 60 η λιμνοθάλασσα της Κλείσοβας διαχωρίζεται τεχνικά σε δύο μέρη, την Δυτική Κλείσοβα (περίπου 19.000 στρέμματα) και την Ανατολική Κλείσοβα (Μπούκα) (περίπου 6000 στρέμματα). Ο λόγος για τον οποίο διαχωρίστηκε η ενιαία λιμνοθάλασσα ήταν να διευκολύνει τη μεταφορά προς τη θάλασσα των εκροών των επεξεργασμένων οικιακών αποβλήτων της πόλης του Μεσολογγίου.

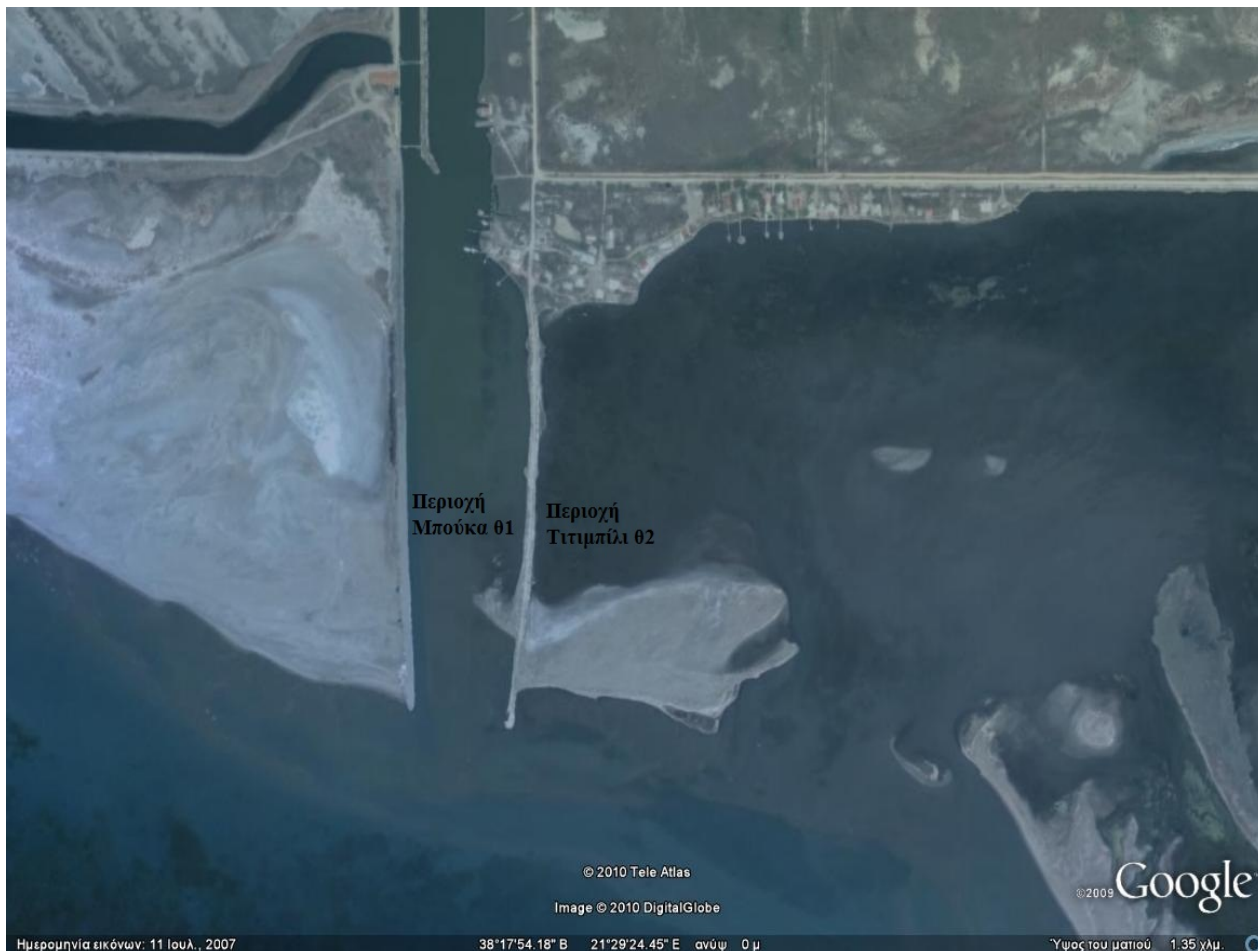
Η λιμνοθάλασσα της Μπαμπακούλας (Τιτιμπίλι) έχει δημιουργηθεί από τις εκβολές του Ευήνου ποταμού. Είναι το ανατολικότερο τμήμα της λιμνοθάλασσας του Μεσολογγίου. Η επικοινωνία γίνεται από ένα στόμιο περίπου μήκους 304 μέτρων.

### 2.2. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Οι δειγματοληψίες του δεκάποδου καρκινοειδούς *Urogebia pusilla* πραγματοποιήθηκαν από 14/7/2008 έως και 16/7/2009 ανά τακτά διαστήματα σε δύο θέσεις δειγματοληψίας στο νοτιοανατολικό τμήμα της λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου (Εικόνα 3). Η θέση 2 λιμνοθάλασσα της Μπαμπακούλας (περιοχή Τιτιμπίλι) βρίσκεται σε μια παράκτια, ρηχή περιοχή με περιορισμένη επικοινωνία με τη θάλασσα. Το βάθος στο σημείο δειγματοληψίας ήταν 40 cm. Η θέση 1 βρίσκεται στο διάυλο επικοινωνίας της λιμνοθάλασσας Α. Κλείσοβας (περιοχή Μπούκα) με βάθος επίσης 40 cm.

Σε κάθε σταθμό και ημερομηνία δειγματοληψίας πραγματοποιήθηκε συλλογή των οργανισμών από τρία σημεία (σύνολο 51: 2 θέσεις x 9 ημερομηνίες x 2 -3 σημεία). Σε κάθε σημείο δειγματοληψίας οριοθετήθηκε η περιοχή με μεταλλικό κυκλικό δικτυωτό πλέγμα εμβαδού 0,7 m<sup>2</sup>, ύψους 60 cm και άνοιγμα ματιού 2 mm. Σε κάθε οριοθετημένη περιοχή

αναμοχλεύθηκε ο πυθμένας σε βάθος 40 cm, με αποτέλεσμα την έξοδο των ατόμων του είδους στην επιφάνεια όπου και συλλέχθηκαν με τη χρήση απόχης και κόσκινου με άνοιγμα ματιού 2 mm. Η διαδικασία επαναλαμβανόταν μέχρι την συλλογή όλων των ατόμων από την οριοθετημένη περιοχή. Σε κάθε δειγματοληψία γινόταν μέτρηση και της αλατότητα του νερού.



**Εικόνα 3:** Θέσεις δειγματοληψίας του δεκάποδου *U. Pusilla* όπου Θ1 είναι η περιοχή και Μπούκα η Θ2 η περιοχή Τιτιμπίλι των λ/θ Κλείσοβα και Μπαμπακούλα στο Μεσολόγγι.

Οι μετρήσεις των δαγκανών έγιναν σύμφωνα με την μεθοδολογία που παραθέτει στη εργασία για τις γαρίδες ο Linda. (Linda *et al.* 1996). Ο Linda για να μελετήσει διάφορα μορφομετρικά χαρακτηριστικά από τις γαρίδες είχε πάρει με τυχαία σειρά διαφορετικά φύλα και μεγέθη γαρίδων στα οποία μέτρησε τα τμήματα των δαγκανών. Τις δαγκάνες τις τοποθέτησε έτσι ώστε να είναι ανοιχτές και κάθετες στη γωνία θέασης. Έπειτα τις φωτογράφησε με ψηφιακή μηχανή όπου ήταν συνδεδεμένη με μικροσκόπιο όπου τα ψηφιοποιούσε ώστε να τα

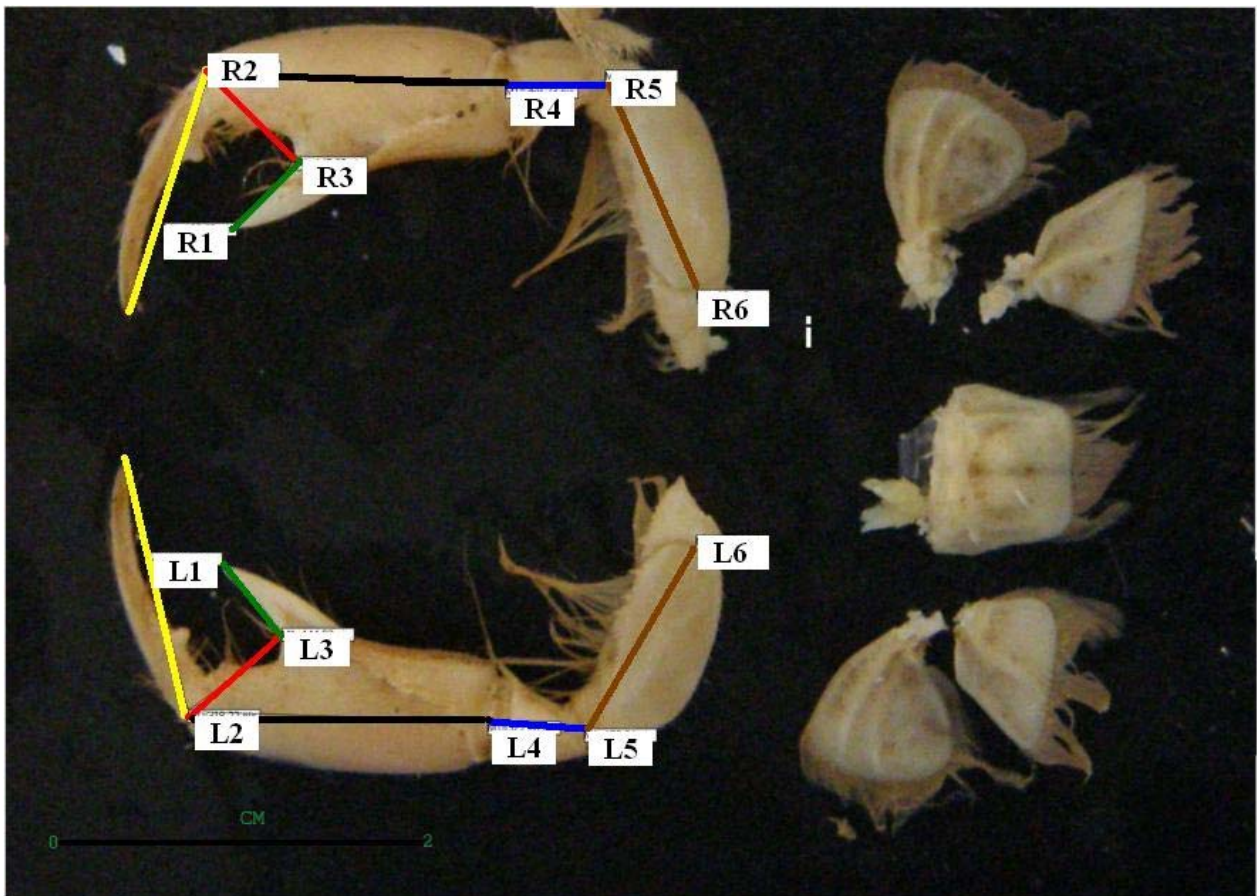
αναλύσει στο ψηφιακό πρόγραμματος MacMeasureII. Για να μετρηθούν και να μελετηθούν τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των δαγκανών χρησιμοποιήθηκαν δείγματα από τις δειγματοληψίες με ημερομηνία 27/3/2009, 16/7/2009, 9/4/2009. Από την δειγματοληψία της 27/3/2009 χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 40 άτομα από τα οποία τα 20 είναι από την περιοχή Τιτιμπίλι και 20 από την Μπούκα. Από την 16/7/2009 πήραμε συνολικά 32 άτομα από τα οποία τα 16 από την περιοχή Τιτιμπίλι και 16 από την Μπούκα. Από την δειγματοληψία της 9/4/2009 χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 40 άτομα από τα οποία τα 20 είναι από την περιοχή Τιτιμπίλι και τα 20 από την Μπούκα. Έτσι συνολικά μελετήθηκαν 112 άτομα. Από κάθε περιοχή πήραμε ίδιο αριθμό θηλυκών και αρσενικών ατόμων τα οποία επιλέχτηκαν τυχαία μέσα από τα δοχεία με τα δείγματα. Από όλα τα άτομα, αφαιρέθηκαν οι δαγκάνες με νυστέρι και το τέλος με την βοήθεια βελόνας. Έπειτα τοποθετήθηκαν πάνω σε μαύρη βάση με κολλημένη λεύκη κλίμακα μήκους 4,70 cm. Όλα φωτογραφήθηκαν με κάμερα Olympus digital (model:SP-55OUZ). Αυτή η εργασία επαναλήφθηκε για κάθε άτομο ξεχωριστά μέχρι να φωτογραφηθούν όλα (Εικόνα 4).



**Εικόνα 4:** Άτομο *U. pusilla* κατά την διάρκεια της φωτογράφισης

Τελειώνοντας την διεργασία της φωτογράφισης πήραμε τις φωτογραφίες και με το πρόγραμμα tpsdig μοιρηmet λήφθηκαν 6 μετρήσεις για κάθε δαγκάνα (Εικόνα 5). Αυτά τα δεδομένα αποθηκεύτηκαν και περάστηκαν σε λογιστικό φύλλο (Microsoft Excel) όπου αρχειοθετήθηκαν και στη συνέχεια έγινε επεξεργασία των στατιστικών δεδομένων με το STATGRAPHICS Plus 5.0 . Τα άτομα για τα οποία ολοκληρώθηκε η επεξεργασία έχουν κρατηθεί μέσα σε μπουκάλια που περιέχουν αλκοόλη 90% τα οποία είναι κρατημένα στο Τ.Ε.Ι Μεσολογγίου τμήμα Υδατοκαλλιεργειών και Αλιευτικής Διαχείρισης.





**Εικόνα 5:** Οι έξι μετρήσεις των δαγκανών με το πρόγραμμα tpsdig morphmet όπου L είναι οι αριστερές όπου R είναι οι δεξιές. Η πρώτη μέτρηση είναι με κίτρινο χρώμα, η δεύτερη με κόκκινο, η τρίτη με πράσινο, η τέταρτη με μαύρο, η πέμπτη με μπλε και η έκτη με καφέ.

### Στατιστική ανάλυση

Για να βρούμε τις διαφορές στα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των δαγκανών που εξετάστηκαν χρησιμοποιήθηκε ο στατιστικός έλεγχος t-test αυτό το αποτέλεσμα άμα είναι μεγαλύτερο από το επίπεδο σημαντικότητας τότε όπου εμφανίζεται 1 για κάθε τμήμα της δαγκάνας κάθε ομάδα σημαίνει πως υπάρχει συμμετρική διαφορά, ενώ όπου εμφανίζετε 0 σημαίνει πως δεν έχουμε συμμετρικές διαφορές. Ακόμα χρησιμοποιήσαμε τον μέση τιμή την τυπική απόκλιση και την διακύμανση όπου δουλεύτηκαν μέσα στο λογιστικό φύλλο excel.

### 3.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Το δείγμα που εξετάσθηκε αποτελείται από 112 άτομα και είναι χωρισμένο σε 56 θηλυκά και 56 αρσενικά. Το μεγαλύτερο σε μήκος αρσενικό που βρέθηκε στην Μπούκα είναι με 47,5 mm ενώ το αντίστοιχο για την Τιτιμπίλι είναι 41,5 mm. Το μικρότερο σε μήκος αρσενικό στην Μπούκα είναι 22,9 mm ενώ για την Τιτιμπίλι 21,4 mm. Για τα θηλυκά της Μπούκας είχαμε 18 mm ελάχιστο και 47,5 mm μέγιστο μήκος ενώ για την Τιτιμπίλι 21,3 mm ελάχιστο και 40,4 mm μέγιστο μήκος. Για την Μπούκα τα αρσενικά είχαν 37,21 mm μέσο ολικό μήκος και τα θηλυκά 37 mm αντίστοιχα. Στην Τιτιμπίλι είχαμε για τα αρσενικά 33,3 mm μέσο ολικό μήκος και για τα θηλυκά 33,6 mm. Τα αποτελέσματα παρατίθενται στον Πίνακα 1.

**Πίνακας 1:** Στατιστικά στοιχεία δείγματος (Μέσο ολικό μήκος (Mean mm), τυπική απόκλιση (SD mm) και ελάχιστο (Min mm) και μέγιστο (Max mm) ολικό μήκος) ανά περιοχή και φύλο του δεκάποδου *Urogebia pusilla*.

	Μπούκα			Τιτιμπίλι		
	Mean	SD	Min-Max	Mean	SD	Min-Max
<b>F</b>	37,00	5,20	18,00-47,50	33,60	4,67	21,30-40,40
<b>M</b>	37,21	4,70	22,90-47,50	33,30	4,78	21,40-41,40

Κάθε 28 άτομα έχουν χωριστεί σε 4 ομάδες ανάλογα το φύλο και την περιοχή τους Τιτιμπίλι αρσενικά, θηλυκά και Μπούκα αρσενικά, θηλυκά (MF=Μπούκα θηλυκό, MM=Μπούκα αρσενικό, TF=Τιτιμπίλι θηλυκό και TM=Τιτιμπίλι αρσενικό). Κάθε οριζόντια γραμμή του πίνακα αντιστοιχεί σε μία μέτρηση (στο σύνολο 6) της κάθε δαγκάνας αριστερής (L) και δεξιάς (R). Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την μέση τιμή (mm) και την τυπική απόκλιση (mm) των μετρήσεων των δύο δαγκανών. Όπως βλέπουμε τα αρσενικά της Μπούκας έχουν μεγαλύτερη μέση τιμή από τα αρσενικά της Τιτιμπίλι εκτός από την έκτη μέτρηση της αριστερής δαγκάνας. Τα θηλυκά της Τιτιμπίλις έχουν μεγαλύτερη μέση τιμή από τα θηλυκά της Μπούκας εκτός από την πρώτη αριστερή μέτρηση της αριστερής δαγκάνας.

**Πίνακας 2:** Μέση τιμή (Mean mm) και την τυπική απόκλιση (SD mm) των μετρήσεων από τα τμήματα των δαγκανών.

	Μπούκας				Τιτιμπίλι			
	Θηλυκά (MF)		Αρσενικά (MM)		Θηλυκά (TF)		Αρσενικά (TM)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
L1	3,64	0,62	6,04	1,45	3,5	0,51	5,25	1,46
L2	1,0	0,27	2,79	0,96	1,0	0,47	2,29	0,81
L3	0,36	0,49	1,71	0,81	0,39	0,57	1,57	0,84
L4	4,96	0,74	7,89	1,66	5,11	0,69	7,0	1,47
L5	2,04	0,19	2,64	0,56	2,14	0,36	2,5	0,51
L6	5,61	0,88	6,64	0,82	6,18	0,55	6,68	0,99
R1	3,57	0,69	6,32	1,54	3,71	0,66	5,46	1,43
R2	0,96	0,33	2,46	0,92	1,04	0,43	2,04	0,88
R3	0,61	0,57	2,14	0,80	0,64	0,56	1,79	0,79
R4	4,86	0,65	7,68	1,66	5,14	0,76	6,93	1,63
R5	2,0	0,27	2,5	0,58	2,07	0,26	2,43	0,50
R6	5,57	0,63	6,64	0,83	5,96	0,64	6,39	0,99

Για να μπορέσουμε να απαντήσουμε στο ερώτημα της κυμαινόμενης ασυμμετρίας μετρήσαμε την διαφορά της αριστερής με την δεξιά δαγκάνα στο ίδιο άτομο ανά περιοχή και φύλο βγάζοντας την μέση τιμή (mm) και την τυπική απόκλιση (mm) (Πίνακας 3). Στον πίνακα 3 που μας δείχνει την τυπική απόκλιση (SD mm) της κυμαινόμενης ασυμμετρίας από την διαφορά των τμημάτων της αριστερής με τη δεξιά δαγκάνας. Στην πρώτη διαφορά των τμημάτων παρατηρούμε ότι στην περιοχή Τιτιμπίλι τα θηλυκά έχουμε μεγάλη τυπική απόκλιση σε σύγκριση με τις άλλες τιμές άρα και μεγάλη διασπορά σε σύγκριση με τα άλλα αποτελέσματα της πρώτης διαφοράς. Συνεχίζοντας για την δεύτερη διαφορά τμημάτων τα αρσενικά της Μπούκας έχουν μεγάλη διασπορά στη τιμή τους. Το τρίτο τμήμα της δαγκάνας έχει μεγάλη τυπική απόκλιση στα αρσενικά και θηλυκά της περιοχής Μπούκας όπως και το ίδιο συμβαίνει και στο τέταρτο τμήμα αντίστοιχα με αποτέλεσμα μεγάλη διασπορά. Στη πέμπτη διαφορά των τμημάτων της δαγκάνας η τιμή που ξεφεύγει είναι στα θηλυκά της Τιτιμπίλι. Τέλος στην έκτη

διαφορά του τμήματος της δαγκάνας οι τιμές των θηλυκών και στην περιοχή της Μπούκας και της Τιτιμπίλι έχουν μεγάλη τυπική απόκλιση από τις άλλες. Οι ασυμμετρικές τιμές των διαφορών των τμημάτων της αριστερής από την δεξιά δαγκάνας που οφείλονται στη διακύμανση αποπτεύουν στην κυμενόμενη ασυμμετρία άρα στην μεγάλη διασπορά που έχουν τα αποτελέσματα της διακύμανσης. Τα αποτελέσματα της διακύμανσης είναι στον πίνακα 4.

**Πίνακα 3:** Τα αποτελέσματα για την κυμαινόμενη ασυμμετρία οι μέσες τιμές (Mean mm), και οι τυπικές απόκλιση (SD mm) από τη διαφορά της αριστερής με τη δεξιά δαγκάνας

	Μπούκα				Τιτιμπίλι			
	Θηλυκά (MF)		Αρσενικά (MM)		Θηλυκά (TF)		Αρσενικά (TM)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
L1-R1	-0,32	2,74	-1,03	2,97	-0,77	3,43	-1,08	2,11
L2-R2	1,19	1,40	2,18	1,60	0,93	1,19	1,97	1,11
L3-R3	-1,21	1,85	-1,92	1,71	-1,01	1,36	-2,51	1,20
L4-R4	-0,07	2,15	1,06	3,02	-0,10	1,58	0,44	1,55
L5-R5	1,01	1,80	1,05	1,93	0,45	2,23	0,81	2,03
L6-R6	0,54	4,09	-0,52	2,23	0,47	3,19	1,40	2,69

**Πίνακας 4:** Τα αποτελέσματα για την κυμαινόμενη ασυμμετρία της διακύμανσης (VAR mm) από την διαφορά της αριστερής με τη δεξιά δαγκάνα.

	Μπούκα		Τιτιμίλι	
	Θηλυκά (MF)	Αρσενικά (MM)	Θηλυκά (TF)	Αρσενικά (TM)
	VAR	VAR	VAR	VAR
L1-R1	7,50	8,80	11,78	4,45
L2-R2	1,95	2,56	1,42	1,24
L3-R3	3,41	2,91	1,86	1,45
L4-R4	4,62	9,14	2,39	2,50
L5-R5	3,72	3,23	4,12	4,96
L6-R6	16,74	4,99	9,70	7,21

Υπάρχει μεγάλη διακύμανση στην πρώτη διαφορά των τόσο της Μπούκας και της Τιτιμίλις. Επίσης στην τέταρτη διαφορά υπάρχει μεγάλη διακύμανση στα αρσενικά της Μπούκας ενώ στην έκτη διαφορά έχουμε μεγάλη διακύμανση στα θηλυκά της Μπούκας και της Τιτιμίλις και στα αρσενικά της Τιτιμίλις.

Πάνω στις διαφορές της αριστερής με την δεξιά δαγκάνα εκτελέσαμε το T-test θέλοντας να δούμε πόσο η ίδια η ασυμμετρία είναι κατευθυνόμενη.

Στο πίνακα 5 φαίνονται τα αποτελέσματα από το T-test. από τις διαφορές της αριστερής με τη δεξιά δαγκάνα στο ίδιο άτομο ανά περιοχή και φύλο. Όπου βλέπουμε 1 υπόθεση της ισότητας απορρίπτετε άρα υπάρχει στατιστική διαφορά ενώ το 0 υποδηλώνει ότι δεν έχουμε διαφορά. Παρατηρήθηκε ότι τα θηλυκά και τα αρσενικά της περιοχής Μπούκας στην πρώτη, τέταρτη και έκτη διαφορά των τμημάτων της δαγκάνας δεν έχουν στατιστική διαφορά ενώ στην δεύτερη, τρίτη και πέμπτη υπάρχει στατιστική διαφορά. Στην περιοχή Τιτιμίλι η τέταρτη και η πέμπτη διαφορά των τμημάτων της δαγκάνας δεν είχε στατιστική διαφορά στα αρσενικά και θηλυκά καθώς και στην πρώτη και έκτη διαφορά των θηλυκών μόνο. Εκεί που είχαμε στατιστική διαφορά ήταν στην δεύτερη και τρίτη διαφορά των τμημάτων θηλάκων και αρσενικών αλλά και μόνο τα αρσενικά της πρώτης και έκτης διαφοράς των τμημάτων είχαν αντίστοιχα στατιστική διαφορά.

**Πίνακα 5 :** Τα αποτελέσματα από το T-test (mm) για την κατευθυνόμενη ασυμμετρία από τη διαφορά της αριστερής με τη δεξιά δαγκάνας

	Μπούκα				Τιτιμπύλι			
	Θηλυκά (MF)		Αρσενικά (MM)		Θηλυκά (TF)		Αρσενικά (TM)	
	T-test	Sig>=0,05	T-test	Sig>=0,05	T-test	Sig>=0,05	T-test	Sig>=0,05
L1-R2	0,62	0	1,83	0	1,18	0	2,71	1
L2-R2	4,5	1	7,21	1	4,15	1	9,38	1
L3-R3	3,46	1	5,97	1	3,91	1	11,04	1
L4-R4	0,17	0	1,85	0	0,35	0	1,48	0
L5-R5	2,78	1	3,1	1	1,17	0	1,94	0
L6-R6	0,67	0	1,28	0	0,8	0	2,75	1

#### 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα έρευνα συλλέχθηκαν από το είδος *Urogebia pusilla* άτομα και από τα δυο φύλα από τις περιοχές Τιτιμπίλι και Μπούκα. Αυτό που εξετάστηκε ήταν η ύπαρξη κυμαινόμενης και κατευθυνόμενης συμμετρίας ανάμεσα στη δεξιά και αριστερή δαγκάνα με παράγοντα το φύλο και τις δύο περιοχές. Με βάση τα δεδομένα που έχουν παρθεί υπάρχει αμφίπλευρη συμμετρία.

Στον πίνακα 1 έχω παραθέσει το ολικό μήκος το μέγιστο αλλά και το ελάχιστο που βρέθηκε από τα άτομα τα οποία συλλέχθηκαν και μελετήθηκαν. Ο ίδιος ο Dworcsak μας δίνει ότι βρήκε αρσενικά με ελάχιστο μήκος 22 mm και μέγιστο να φτάνει τα 55 mm. Όσο αφορά τα θηλυκά, ξεκινούσαν τα μικρότερα να είναι 18 mm και το μέγιστο να φτάνει στα 46 mm (Dworcsak 1987). Στο (Κενρεκιδίς *et al.* 1997) βρίσκουμε αναφορές στο ότι το μικρότερο θηλυκό να έχει συνολικό μέσο μήκος 39 mm ενώ το μέγιστο 82 mm και στα αρσενικά το μέγιστο να φτάνει τα 106 mm. Αντίστοιχα εμείς βρήκαμε να έχουμε θηλυκά 33,6 mm μέσο μήκος στην Τιτιμπίλι και 37 mm στην Μπούκα, ενώ τα αρσενικά να είναι 33,3 mm στην Τιτιμπίλι και 37,21 mm στην Μπούκα. Κοιτώντας και το μεγαλύτερο σε μήκος αρσενικό που βρέθηκε στην Μπούκα να είναι με 47,5 mm ενώ το αντίστοιχο για την Τιτιμπίλι είναι 41,5 mm και το μικρότερο σε μήκος αρσενικό στην Μπούκα είναι 22,9 mm ενώ για την Τιτιμπίλι 21,4 mm, για τα θηλυκά να έχουμε στη Μπούκα 18 mm ελάχιστο και 47,5 mm μέγιστο μήκος ενώ για την Τιτιμπίλι 21,3 mm ελάχιστο και 40,4 mm μέγιστο μήκος. Συγκρίνοντας τα δεδομένα του Dworcsak στα θηλυκά έχουμε παρόμοια δείγματα ενώ στα αρσενικά ενώ έχουμε ελάχιστο μήκος σχεδόν ίδιο στο μέγιστο έχουμε διαφορές. Αντίθετα με του Κενρεκιδίς έχουμε μεγάλες διαφορές στα δείγματα μας αφού ξεπερνούσαν κατά πολύ τα δικά μου. Φαίνεται στον Έβρο όπου συνδέεται ανοιχτά με τον Αιγαίο η περιοχή δειγματοληψίας είναι καλά προστατευμένη από τη δράση των κυμάτων κοντά στη θάλασσα, αλλά επηρεάζεται άμεσα, όλο το χρόνο, από το νερό του ποταμού το οποίο είναι φυσικά εκτραπεί προς αυτή την κατεύθυνση υπό την επίδραση του φαινομένου Coriolis έτσι δίνουν την δυνατότητα στα *Urogebia pusilla* να αναπτυχθούν καλύτερα και για αυτό να έχουμε τόση μεγάλη διαφορά τα δείγματα μας.

Παρατηρώντας τον πίνακα 2 όπου έχουμε τις μέσης τιμές και τις τυπικές αποκλίσεις διακρίνουμε τα αρσενικά της περιοχής Μπούκα έχουν πιο μεγάλα τμήματα δαγκανών από την

περιοχή Τιτιμπίλι ενώ τα θηλυκά της Τιτιμπίλις έχουν μεγαλύτερη από της Μπούκας .

Τα αποτελέσματα της κυμαινόμενης ασυμμετρίας δηλαδή η διαφορά των αριστερών τμημάτων με τα αντίστοιχα των δεξιών παραθέτονται στον πίνακα 3 με τα αποτελέσματα των μέσων τιμών και της τυπικής απόκλισης. Οι διαφορές των τμημάτων από τα αρσενικά από την περιοχή της Μπούκας εκτός της έκτης μέτρησης της διαφοράς έχουν μεγαλύτερες μέσης τιμές από τα αντίστοιχα της Τιτιμπίλις άρα υπάρχει ασυμμετρία ανάμεσα στις αριστερές και δεξιές δαγκάνες. Στα θηλυκά της Μπούκας εκτός της πρώτης και της τέταρτης διαφοράς όλες οι άλλες είναι μεγαλύτερες από τα αντίστοιχα της Τιτιμπίλις. Άρα τα θηλυκά της Μπούκας έχουν μεγαλύτερες διαφορές οι δαγκάνες τους σε σχέση με τα θηλυκά της Τιτιμπίλις. Ακόμα βλέποντας την κάθε διαφορά των δαγκανών τμηματικά παρατηρούμε ότι στη πρώτη διαφορά όλα τα τμήματα έχουν κατεύθυνση προς τα δεξιά το ίδιο και με όλα τα τμήματα της τρίτης διαφοράς (L-R) μας βγάζει μείων τις μέσης τιμές. Αντίθετα όλα τα τμήματα της δεύτερης και πέμπτης μέτρησης έχουν φορά προς τα αριστερά αφού βγάζουμε όλες τις μέσης τιμές συν. Διφορούμενες είναι στην τέταρτη και έκτη διαφορά αντίστοιχα. Στην τέταρτη τα θηλυκά και των δύο περιοχών έχουν κλίση προς τα δεξιά ενώ τα αρσενικά και των δύο περιοχών έχουν κλίση προς τα αριστερά. Στην έκτη μέτρηση μόνο τα αρσενικά της Μπούκας έχουν κλίση προς τα δεξιά όλα τα έχουν προς τα αριστερά. Η τυπική απόκλιση και η διακύμανση μας δίνουν μεγάλη διασπορά για το πρώτο τμήμα των διαφορών έχουμε στη Τιτιμπίλι στα θηλυκά, στο δεύτερο στα θηλυκά της Μπούκας, στο τρίτο και στο τέταρτο στα αρσενικά και θηλυκά της περιοχής Μπούκας, για το πέμπτο στα αρσενικά της Τιτιμπίλι και για το έκτο στη Μπούκα και στη Τιτιμπίλι. Έτσι μπορούμε να βγάλουμε το συμπέρασμα σε αυτά τα τμήματα των δαγκανών που η διασπορά είναι μεγάλη υπάρχουν τιμές οι οποίες απέχουν πολύ από την μέση τιμή. Με αυτό τον τρόπο παρουσιάζοντας τη λεγόμενη κυμαινόμενη ασυμμετρία, γεγονός που οφείλεται στο οξειδωτικό στρες. Ο Lida στις δικές του μετρήσεις μας παραθέτει ότι οι δεξιές δαγκάνες αναπτύχθηκαν περισσότερο σε σχέση με το μήκος τους από ότι οι αριστερές δαγκάνες και είχε σαν αποτέλεσμα των αρσενικών οι δεξιές δαγκάνες να μεγάλωσαν μέχρι 30% περισσότερο από ότι των θηλυκών (Linda *et al.* 1996). Ακόμη τα δεξιά τμήματα της δαγκάνας των αρσενικών έχουν δείξει σημαντική θετική αλλομετρία σχετικά με τα αριστερά τους. Επίσης οι δεξιές δαγκάνες διέφεραν μεταξύ των φύλων με άλλους τρόπους. Εκτός από το γεγονός ότι ήταν γενικά πολύ πιο μεγάλες, η εγκοπή στα αρσενικά ήταν βαθύτερη και λιγότερο οξεία στη βάση της και έδειξε πιο καλά ανεπτυγμένα τμήματα κατά μήκος του σώματος



των ατόμων, κατά συνέπεια τα ώριμα αρσενικά είχαν ένα μεγαλύτερο άνοιγμα στη διχάλα των δαγκανών. Ακριβώς το ίδιο παρατηρούμε και στα αρσενικά των δύο περιοχών Μπούκας Τιτιμπίλι σε σύγκριση με τα θηλυκά.

Πολλές μελέτες δείχνουν ότι η κληρονομικότητα της κυμαινόμενης ασυμμετρίας είναι πολύ χαμηλή, παρόλα αυτά έχουν παρουσιαστεί και αντίθετα αποτελέσματα, γεγονός που σημαίνει ότι το εύρος της προσθετικής γενετικής διακύμανσης μεταξύ των διαφορετικών χαρακτηριστικών είναι αβέβαιο (Simmons *et al.* 1995). Οι Moller & Shykoff (1999) υπογράμμισαν τη δυσκολία που υπάρχει στο διαχωρισμό των γενετικών από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες που οδηγούν στην ασυμμετρία, ιδιαίτερα όταν οι διακυμάνσεις των περιβαλλοντικών συνθηκών δεν είναι πειραματικά ελεγχόμενες. Επίσης, έχει συζητηθεί το κατά πόσον η κατευθυνόμενη ασυμμετρία μπορούν να αντανακλούν την ύπαρξη ιδιαίτερα αυξημένης κυμαινόμενης ασυμμετρίας (Simmons *et al.* 1995). Δηλαδή αν ένας οργανισμός υπόκειται σε τέτοια πίεση η οποία μπορεί να οδηγήσει σε μία μετάβαση από την κυμαινόμενη ασυμμετρία στους δύο άλλους τύπους (Simmons *et al.* 1995). Από την άλλη πλευρά, οι τύποι ασυμμετρίας η κυμαινόμενη ασυμμετρία και η κατευθυνόμενη ασυμμετρία ίσως να αποτελούν τμήματα μιας διαδοχικής σειράς και όχι διαφορετικές μορφές και να αναπαριστούν την ικανότητα ενός ατόμου να ακολουθεί ένα σταθερό αναπτυξιακό μονοπάτι (Simmons *et al.* 1995). Οι μετρήσεις της δεξιάς πλευράς ενός χαρακτηριστικού τείνουν να είναι ελαφρά αλλά σταθερά διαφορετικές από αυτές της αριστερής πλευράς.

Θέλοντας να δούμε κατά πόσο η ασυμμετρία είναι και κατευθυνόμενη εκτελέσαμε το T-test πίνακας 5. Το 1 μας υποδηλώνει ότι υπάρχει συμμετρική διαφορά και όπου 0 δεν έχουμε. Η κατευθυντήρια ασυμμετρία είναι γενικά ένα πρότυπο αμφίπλευρης διακύμανσης σε ένα δείγμα ατόμων έτσι υπάρχει στατιστικά σημαντική διακύμανση μεταξύ των δύο δαγκανών. Στο συγκεκριμένο τύπο ασυμμετρίας, η γενετική βάση είναι σημαντική καθώς μπορεί να προβλεφθεί ποια πλευρά θα είναι μεγαλύτερη, έτσι στην πρώτη και έκτη διαφορά των τμημάτων φαίνεται μόνο στα αρσενικά της Τιτιμπίλις, για τα δεύτερο και τρίτο τμήμα φάνεται παντού ενώ στο πέμπτο μόνο στην περιοχή Μπούκα. Σύμφωνα με τον Swadder (1994), όταν ένα γνώρισμα παρουσιάζει κατευθυνόμενη ασυμμετρία, ένα ποσοστό της μεταξύ των δύο πλευρών διακύμανσης μπορεί να έχει συγκεκριμένη γενετική βάση, οπότε δεν οφείλεται αποκλειστικά

στην αναπτυξιακή αστάθεια. Σε έρευνες που έχουν γίνει σε σπονδυλωτούς οργανισμούς, ένας σημαντικός αριθμός γονιδίων φαίνεται να εκφράζονται μόνο στη μία πλευρά του σώματος κατά τη διάρκεια συγκεκριμένων περιόδων στα πρώτα στάδια της εμβρυογένεσης. Πολλά από αυτά τα γονίδια που εκφράζονται ασύμμετρα είναι διακριτοί παράγοντες και ρυθμιστικά γονίδια, τα οποία δεν ελέγχουν μόνο τα μορφογενετικά γεγονότα που παράγουν δραματικά έντονες ασυμμετρίες στα εσωτερικά όργανα, αλλά επίσης διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των δομών που επιφανειακά τουλάχιστον μοιάζουν συμμετρικά (Mal *et al.* 2002). Η υπόθεση σχετικά με την προέλευση της ευρέως διαδεδομένης κατευθυντήριας ασυμμετρίας πρέπει να ελεγχθεί πειραματικά. Είναι ξεκάθαρο, παρόλα αυτά, ότι οι μορφολογικές δομές στη δεξιά και στην αριστερή πλευρά πιθανότατα δεν είναι αντίγραφα που αναπτύσσονται κάτω από ακριβώς ίδιες συνθήκες (Mal *et al.* 2002).

Οι κύριες δαγκάνες των Thalassinidae εκθέτουν μια εντοπωσιακή ποικιλία σε μεγέθη και σε μορφές (Linda *et al.* 1996). Έτσι και στο *Urogebia pusilla* όπου τα αρσενικά και τα θηλυκά έχουν στατιστική διαφορά. Κοιτάζοντας τον πίνακα 3 παρατηρούμε ότι τα αρσενικά έχουν μεγαλύτερες δαγκάνες από τα θηλυκά αλλά και η δεξιά δαγκάνα των αρσενικών να είναι λίγο μεγαλύτερη από την αριστερή τους. Παρόμοια αποτελέσματα μας παραθέτουν οι Lida *et al.* (1966) στις γαρίδες και στα καβούρια όσο αφορά τις δεξιές και αριστερές τους δαγκάνες. Σαν αποτέλεσμα αυτού τα αρσενικά είχαν καλύτερη ανάπτυξη δαγκανών σε σύγκριση με τα θηλυκά. Η ιδιαίτερη μορφή αυτής της ανάπτυξης των δαγκανών δείχνει ότι το αρσενικό χρησιμοποιεί για κάποιας μορφή μάχης όπως κατά τη διάρκεια του ζευγαρώματος που το αποτέλεσμα έχει μεγάλη σημασία στην φύση και την διαβίωση αν και μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις δαγκάνες και στην κατασκευή φωλιών ώστε να μπορούν να προφυλάσσονται από τους διάφορους θηρευτές τους εκεί καταλήγουν και οι (Linda *et al.* 1996 & Candisani *et al.* 2001). Αυτό είναι δυνατόν να οφείλεται στην βιολογία του οργανισμού αλλά και στην μοναδικότητα του κάθε ατόμου που υπάρχει στη φύση.

Το φυσικό περιβάλλον στο οποίο ζουν όμως δηλαδή οι περιοχές Μπούκα Τιτιμίλι μας έδειξαν ότι επηρεάζουν την ανάπτυξη των οργανισμών άρα και την ανάπτυξη και την διαφορά των δαγκανών. Φαίνεται ότι η επίδραση της θερμοκρασία, η σύσταση του ιζήματος και η αλατότητα αυτών των δύο περιοχών καθιστά επαρκεί τις βιολογικές τους αλλαγές και αναπτύξεις με αποτέλεσμα οι δαγκάνες να έχουν συμμετρική διαφορά.

## Επίλογος

Με τον απλό τρόπο που έχουμε περιγράψει μπορέσαμε να μελετήσουμε τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των δαγκανών από το *Urogebia pusilla*. Συμπερασματικά το αποτέλεσμα δεν μου έκανε εντύπωση γιατί το ίδιο και εγώ πίστευα και ανέμενα. Από την ίδια την πτυχιακή μπόρεσα να αποκομίσω ότι με την βοήθεια της στατιστικής μπορούμε να ερμηνεύσουμε και να μελετήσουμε πράγματα πάνω στην φύση στην βιολογία. Ακόμα και οι ίδιες οι δειγματοληψίες ήταν ένα ευχάριστο γεγονός που μου αρέσουν ιδιαίτερα. Έτσι ο συνδυασμός και των δυο μαζί μας έδωσε αυτό το αποτέλεσμα

## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Antonina dos Santos and Jose Paula. 2003. Redescription of the larval stages of *Upogebia pusilla* (Petagna, 1792) (Thalassinidea, Upogebiidae) from laboratory reared material. *Invertebrate Reproduction and Development.*, 43(1) : 83-90.
- Coelho Vania Rodrigues, Cooper Roland Arthur and Rodrigues Sergio de Almeida. 2000. Burrow morphology and behavior of the mud shrimp *Upogebia omissa* (Decapoda: Thalassinidea: Upogebiidae). *Marine. Ecology.*, 200: 229-240.
- Candisani C. Luciano, Sumida Y. G. Paulo and Pires-Vanin Ana Maria. 2001. Burrow morphology and mating behavior of the thalassinidean shrimp *Upogebia noronhensis*. *J. Mar. Biol. Ass U.K.* 81:1-5
- Dworschak Peter C. 1981. The pumping rates of the burrowing shrimp *Upogebia pusilla* (Petagna) (Decapoda : Thalassinidea). *Biol. Ecol.*, 52: 25-35.
- Dworschak Peter C. 1983. The biology of *Upogebia pusilla* (Petagna) (Decapoda, Thalassinidea) I. The Burrows. *Marine. Ecology.*, 4(1): 19-43.
- Dworschak Peter C. 1987. Feeding behavior of *Upogebia pusilla* and *Callianassa tyrrhena* (Crustacea, Decapoda, Thalassinidea). *Inv. Pesq.*, 51(1): 421-429.
- Dworschak Peter C. 1987. The biology of *Upogebia pusilla* (Petagna) (Decapoda, Thalassinidea) II. Environments and Zonation. *Marine. Ecology.*, 8(4): 337-358.
- Dworschak Peter C. 1988. The biology of *Upogebia pusilla* (Petagna) (Decapoda, Thalassinidea) III. Growth and Production. *Marine. Ecology.*, 9(1): 51-77.
- Dworschak Peter C. 2001. The burrows of *Callianassa tyrrhena* (Petagna 1792) (Decapoda: Thalassinidea). *Marine. Ecology.*, 22(1-2): 155-166.
- Dworschak Peter C., Koller H. and Aded-Navandi D. 2006. Burrow structure, burrowing and feeding behavior of *Corallianassa longiventris* and *Pestrella tyrrhena* (Crustacea, Thalassinidea, Callianassidae). *Marine. Biology.*, 148: 1369-1382.
- Kevrekidis T., Gouvis N. and Koukouras A. 1997. Population dynamics, reproduction and growth of *Upogebia pusilla* (Decapoda, Thalassinidea) in the Evros delta (North Aegean sea). *Crustaceana.*, 70(7).

- Linda V. Labadie and Palmer A. R. 1996. Pronounced heterochely in the ghost shrimp, *Neotrypaea californiensis* (Decapoda : Thalassinidea : Callinassidae) : allometry, inferred function and development. *J. Zool., Lond.* 240: 659-675
- Maynou Francesc and Sarda Francesc. 1997. *Nephrops norvegicus* population and morphometrical characteristics in relation to substrate heterogeneity. *Fisheries Research.*, 30: 139-149.
- Mal Tarun K., Uveges Joseph L. and Turk Katherine W. 2002. Fluctuating asymmetry as an ecological indicator of heavy metal stress in *Lythrum salicaria*. *Ecological Indicators.*, 1:189-195.
- Swaddle John P., Witter Mark S. and Cuthill Innes C. 1994. The analysis of fluctuating asymmetry. *Anim. Behav.*, 48: 986-989.
- Simmons L.W., Tomkins J.L. and Manning J.T. 1995. Sampling bias and fluctuating asymmetry. *Anim. Behav.*, 49: 1697-1699.
- Ράμφορ Α., Μιγκλής Γ., Δημητριάδης Γ., Αβραμίδης Π., Κατσέλης Γ. 2010. Στοιχεία βιολογίας του δεκάποδου *UPOGEBIA PUSILLA* (PETAGNA, 1792) στην παράκτια ζώνη του λιμνοθαλάσσιου συμπλέγματος Μεσολογγίου-Αιτωλικού
- Πάπυρος Λαρούς Μπριτάνικα 1987 12 τομ. 103-05 σελ. , 58 τομ. 89σελ.
- [www.elsevier.com/locate/ecolind](http://www.elsevier.com/locate/ecolind)
- <http://nlbif.eti.uva.nl/bis/lobsters.php?menuentry=soorten&id=78>
- <http://fr.wikipedia.org/wiki/Upogebia>
- <http://www.glaucus.org.uk/Axius.htm>
- [users.sch.gr/popiardv/webquest/wp-content/.../symmetry\\_chap1.pdf](http://users.sch.gr/popiardv/webquest/wp-content/.../symmetry_chap1.pdf)
- <http://el.wikipedia.org/wiki/>