

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
«Διαχείριση χερσαίων και θαλάσσιων βιολογικών πόρων»

“Προσέγγιση του oligοτροφικού βενθικού συστήματος της βαθύαλης ζώνης του Κρητικού Πελάγους με τη χρήση ημιποσοτικού δειγματολήπτη Anchor dredge”

Αμπαρτζάκη Ευγενία
Μεταπτυχιακή διατριβή
Ηράκλειο, 2002

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- 1.1 Ιστορική αναδρομή και προβληματισμοί όσον αφορά τη σχέση του ανθρώπου με τη θάλασσα.
- 1.2 Η γέννηση της Ωκεανογραφίας.
 - ❖ Πιθανές αιτίες που οδήγησαν τον άνθρωπο σε τέτοιου τύπου αναζητήσεις.
 - ❖ Σταθμοί και παραδόσεις στην ανάπτυξη της Ωκεανογραφίας.
- 1.3 Το χτες και το σήμερα στην Ευρωπαϊκή Θάλασσα έρευνα.
- 1.4 Μεσόγειος
 - ❖ Τα γενικά χαρακτηριστικά της Μεσογείου.
 - ❖ Το υδρολογικό καθεστώς της Μεσογείου.
 - ❖ Η παραγωγικότητα της Μεσογείου.
- 1.5 Αιτιολόγηση της επιλογής του συγκεκριμένου χώρου μελέτης και της συγκεκριμένης ομάδας οργανισμών.
- 1.6 Τα χαρακτηριστικά του Κρητικού Πελάγους.
 - ❖ Η κυκλοφορία των υδάτων του.
 - ❖ Πρωτογενής παραγωγικότητα.
 - ❖ Ο τύπος ιζημάτων του Κρητικού Πελάγους.
 - ❖ Ο πυθμένας του Κρητικού Πελάγους.
- 1.7 Σύντομη παρουσίαση της βιολογίας και της οικολογίας των κυρίαρχων μακροπανιδικών ομάδων του βένθους που εντοπίστηκαν στην παρούσα εργασία.
- 1.8 Στόχοι της παρούσας εργασίας.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

- 2.1 Στρατηγική δειγματοληψίας.
 - ❖ Επιλογή του σταθμού των 500 m στα πλαίσια της επαναληψιμότητας.
- 2.2 Διαδικασία δειγματοληψίας.
 - ❖ Μέσο διεκπεραίωσης των δειγματοληψιών.
 - ❖ Περιγραφή δειγματολήπτη.
 - ❖ Προβλήματα όσον αφορά τη χρήση του δειγματολήπτη Anchor dredge. Πηγές σφαλμάτων κατά το σχεδιασμό της δειγματοληψίας.
- 2.3 Τεχνικές πεδίου
- 2.4 Εργαστηριακές τεχνικές.
 - ❖ Διαχωρισμός - Στερέωση του δείγματος.
 - ❖ Διαλογή των οργανισμών.
 - ❖ Προσδιορισμοί.
- 2.5 Ανάλυση δεδομένων.
 - ❖ Μετασχηματισμός των δεδομένων.
 - ❖ Τρόποι επεξεργασίας.
- I. Ανάλυση ποικιλότητας.
 - α. Δείκτης Shannon (H')
 - β. Δείκτης Margalef (d)
 - γ. Δείκτης Pielou's (J')
- II. Πολυμεταβλητή ανάλυση.
 - α. Κατάταξη (Cluster analysis)
 - β. Διευθέτηση (MDS)

- III Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των μεθόδων που χρησιμοποιήσαμε.
- IV Προσδιορισμός των χαρακτηριστικών ειδών με το λογισμικό SIMPER.
- V Σύνθεση βιοτικών και αβιοτικών παραμέτρων με το λογισμικό BIO- ENV.
- VI Λογισμικό.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

- 3.1 Η χημική δομή της υδάτινης στήλης.
- 3.2 Βαθυμετρική κατανομή των παραμέτρων του ιζήματος.
 - 3.2.1 Περιβαλλοντικοί παράμετροι.
 - I. Οξειδοαναγωγικό δυναμικό.
 - II. Κοκκομετρική σύσταση.
 - III. Θερμοκρασία ιζήματος.
 - IV. Σωματιδιακός οργανικός άνθρακας.
 - V. Χλωροπλαστικές χρωστικές.
 - VI. ATP
 - 3.2.2 Περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης. Πανιδικές παράμετροι. Γενική παρουσίαση των κυρίαρχων βενθικών taxa και των επικρατέστερων ειδών.
 - ❖ Δείκτες ποικιλότητας
 - ❖ Κυρίαρχα είδη στα πλαίσια κάθε ομάδας οργανισμών.
 - I. Πολύχαιτα
 - II. Καρκινοειδή
 - III. Μαλάκια
 - IV. Σωληνοειδή
 - V. Εχινόδερμα
 - VI. Διάφορα
 - ❖ Συνολικές παρατηρήσεις επί της αφθονίας και της ποικιλότητας.
 - 3.2.3 Τροφικοί τύποι
- 3.3 Πολυμεταβλητή ανάλυση
- 3.4 SIMPER
- 3.5 BIOENV

4 Συζήτηση

- 4.1 Δυναμική των βενθικών οργανισμών.
 - ❖ Εποχιακές μεταβολές.
 - ❖ Πρότυπο κατανομής της μακροπανίδας συναρτήσει του βάθους.
- 4.2 Τα χαρακτηριστικά της μεσοπελαγικής ζώνης που επηρεάζουν την τροφοδοσία του βένθους.
- 4.3 Πανιδικές παράμετροι
 - I. Ανάλυση πανιδικών παραμέτρων
- 4.4 Παράγοντες που καθορίζουν την πανιδική σύνθεση.
- 4.5 Ποικιλότητα
- 4.6 Συνολικές παρατηρήσεις επί της πανίδας
- 4.7 Πανιδικά ευρήματα και βιογεωγραφικές παρατηρήσεις

5. Συμπεράσματα

6. Περίληψη

7. Βιβλιογραφία

8. Παράρτημα

1. Ιστορικά δεδομένα για το σχηματισμό της Μεσογείου.
 - 1.1 Η γεωλογία και η παλαιοντολογία της Μεσογείου.
 - 1.2 Παλαιογεωγραφική εξέλιξη της Μεσογείου.
 - 1.3 Η κρίση αλμυρότητας (αλατότητας) του Μεσσηνίου.
 - 1.4 Βιοστρωματογραφία της Μεσογείου.
 - 1.5 Παλαιοκλιματολογία της Μεσογείου.
 - 1.6 Η πορεία κίνησης των υδάτινων μαζών της Μεσογείου.
 - 1.7 Η Μεσόγειος και οι κλιματικές μεταβολές.
 - 1.8 Το κυκλοφοριακό καθεστώς των νερών της Μεσογείου.
2. Πίνακας 1. Τα καταγεγραμμένα είδη και οι πληθυσμοί τους.
3. Πίνακας 2. Τα είδη ανά ομάδα οργανισμών και οι οικογένειες στις οποίες ανήκουν.
4. Πίνακας 3. Τα αποτελέσματα του λογισμικού SIMPER.

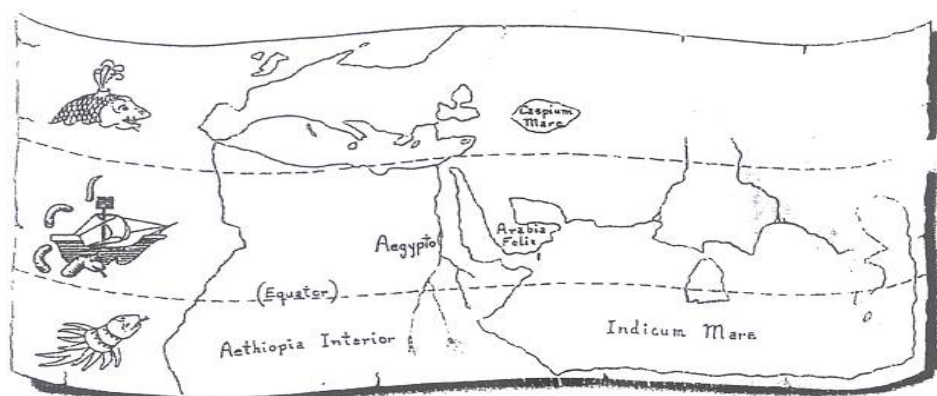
Η «άνοιξη» του ανθρώπινου νου θα πρέπει να προηγείται της «άνοιξης» του πλανήτη. Ένα ανοιξιιάτικο μυαλό είναι αυτό που νοιάζεται, που μεριμνά και που μοιράζεται. Αυτές είναι και οι απαραίτητες προϋποθέσεις για την παντοτινή διατήρηση της βιολογικής ποικιλότητας

M. S. Swaminathan

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ιστορική αναδρομή και προβληματισμοί όσον αφορά τη σχέση του ανθρώπου με τη θάλασσα.

Η σχέση του ανθρώπου με τη θάλασσα αρχίζει από τα πρώτα χρόνια της εμφάνισής του στη γη. Η επίδραση της στον ανθρώπινο πολιτισμό, ο οποίος άρχισε να αναπτύσσεται κατά μήκος των παράκτιων περιοχών από τους προϊστορικούς χρόνους, ήταν και παραμένει ακόμη σημαντική. Οι θάλασσες ανέκαθεν προσέλκυαν το ενδιαφέρον του ανθρώπου. Τα μυστικά που κρύβονταν κάτω από τη σχεδόν πάντοτε ταραγμένη επιφάνειά τους τον προκαλούσαν να τις εξερευνήσει, ενώ παράλληλα του πρόσφεραν τη δυνατότητα εξασφάλισης τροφής και δρόμων προς νέους τόπους. Το αχανές της έκτασης των ωκεανών ερέθιζε την φαντασία του και παράλληλα, οι ιδιαίτερα δυσχερείς και αντίξοες συνθήκες που κυριαρχούσαν εκεί έκαναν την κατάκτησή τους πραγματικό ανδραγάθημα. Παλαιότερα, οι άνθρωποι πίστευαν ότι ο πλανήτης μας ήταν επίπεδος, όπως φαίνεται στο χάρτη που ακολουθεί, και ότι το ταξίδι πέρα από τον ορίζοντα θα κατέληγε μέσα στα ανοιχτά στόματα των θαλάσσιων τεράτων. Οι σειρήνες και τα κακά πνεύματα παγίδευαν τους ναυτικούς στην κόλαση.



Εικόνα 1. Οι χαρτογράφοι του 15ου αιώνα, επηρεασμένοι έντονα από τη γεωγραφία του Πτολεμαίου (2^{ος} αιώνας μ.Χ.), θεωρούσαν ότι η γη είναι επίπεδη. Αξιοσημείωτο είναι ότι, σύμφωνα με αυτό το χάρτη, είναι αδύνατο να φτάσει κανείς στην Ινδία πλέοντας γύρω από την Αφρική, αφού ο Ινδικός Ωκεανός ήταν μία κλειστή θάλασσα (Peter Castro & Michael E. Huber, 1999).

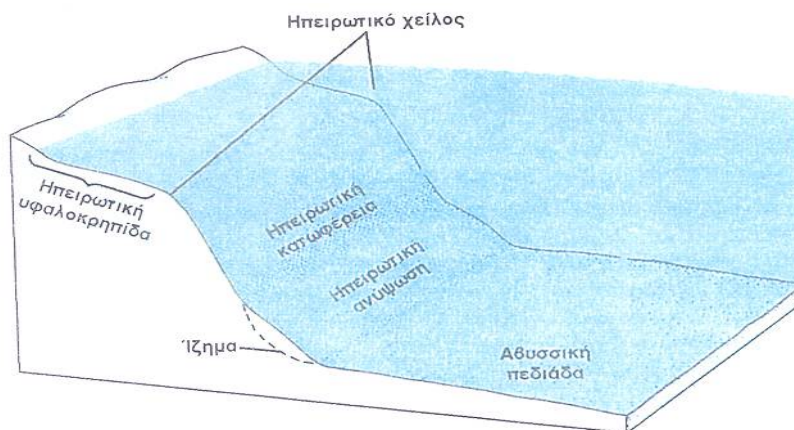
Σήμερα, πέρα απ' όλα αυτά, γνωρίζουμε την τεράστια σημασία που έχει η θάλασσα για τη ζωή σε ολόκληρο τον πλανήτη και ειδικότερα για τον άνθρωπο: αποτελεί πολλαπλά σημαντική «πηγή ζωής» για τη Γη μας.

Αντιλαμβανόμαστε ότι η θάλασσα παρουσιάζει αντικειμενικές δυσκολίες στη μελέτη και την εξερεύνησή της, προοδευτικά πάντως το πέπλο μυστηρίου που την καλύπτει αποσύρεται ολοένα και περισσότερο, για να αποκαλύψει το μεγαλείο ενός αεικίνητου, πολυσύνθετου «οργανισμού».

Η φυσική ιστορία των θαλάσσιων οργανισμών μετρά περισσότερες από δύο χιλιετίες ζωής. Ήδη στον Αριστοτέλη βρίσκουμε μία συστηματική κατάταξη των οργανισμών, στην οποία περιλαμβάνονται και πολλοί θαλάσσιοι οργανισμοί. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι ο Αριστοτέλης έζησε τον τέταρτο π.Χ. αιώνα, ωστόσο πολλές από τις περιγραφές του έχουν μεγάλη αξία μέχρι και σήμερα. Ο Αριστοτέλης

έκανε και άλλες παρατηρήσεις, όπως για παράδειγμα αναγνώρισε ότι τα βράγχια αποτελούν την αναπνευστική συσκευή των ψαριών. Παρόλα αυτά, η θαλάσσια οικολογία αλλά και γενικότερα η οικολογία αποκτούν υπόσταση μόλις στα τέλη του 19^{ου} αιώνα.

Στον ένα αιώνα αυτό ζωής που μετρά η θαλάσσια επιστήμη και ο ιδιαίτερος κλάδος της, η θαλάσσια οικολογία, η έρευνα των παρακτίων οικοσυστημάτων κατέχει το μεγαλύτερο μέρος, παράγοντας έναν τεράστιο όγκο επιστημονικής πληροφορίας για τη δομή και τη δυναμική τόσο της στήλης του νερού, όσο και του υποστρώματος. Τι εννοούμε όμως όταν κάνουμε λόγο για παράκτια οικοσυστήματα και ποια είναι η εννοιολογική τους διάκριση από τα βαθιά οικοσυστήματα; Αυτό αποτελεί ένα ερώτημα άμεσης σημασίας για να αντιληφθούμε το περιεχόμενο του κειμένου που ακολουθεί. Τα παράκτια οικοσυστήματα σε μία ευρεία θεώρηση, συνιστούν τη στενή ζώνη μεταξύ των χερσαίων περιοχών και των ανοικτών θαλασσών ή ωκεανών. Από γεωλογικής και βιολογικής άποψης αποτελούν τμήματα της ηπειρωτικής γης από τα σημεία όπου φτάνει η επίδραση της θάλασσας μέχρι τα όρια της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας. Ενώ ως «βαθιά νερά» πολύ γενικά ορίζεται το κομμάτι εκείνο της θάλασσας, που βρίσκεται πέρα από τα παράλια των ηπείρων. Κατ' ουσία όμως, τα νερά κάτω από την επιπελαγική ζώνη μπορούν να διαιρεθούν στη μεσοπελαγική ζώνη, όπου υπάρχει κάποιο φως αλλά όχι αρκετό για πρωτογενή παραγωγή και στη βαθιά θάλασσα, όπου δεν υπάρχει καθόλου φως. Η μεσοπελαγική ζώνη εκτείνεται από τα 200 μέτρα μέχρι τα 1000 μέτρα βάθος περίπου.



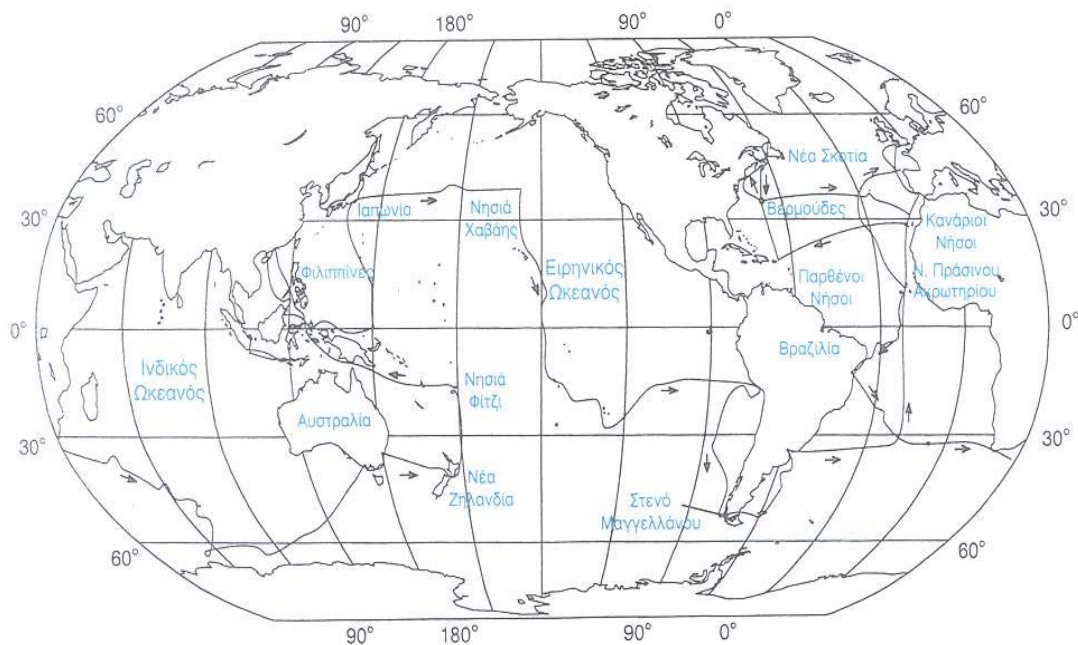
Εικόνα 2. Ένα “τυπικό” ηπειρωτικό κράσπεδο αποτελείται από μία ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα, μία ηπειρωτική κατώφλεια και μία ηπειρωτική ανύψωση. Από τη μεριά της θάλασσας, μετά την ηπειρωτική ανύψωση, βρίσκεται ο θαλάσσιος βυθός, ή η αβυσσική πεδιάδα. Αυτά τα βασικά χαρακτηριστικά ποικίλλουν αξιοσημείωτα από περιοχή σε περιοχή (Peter Castro & Michael E. Huber, 1999).

1.2 Η γέννηση της Ωκεανογραφίας.

Στις αρχές του 19^{ου} αιώνα τοποθετείται και η γέννηση της Ωκεανογραφίας, όταν ο Edward Forbes (1840-1850) ίδρυσε την Dredging Committee και άρχισε μία συστηματική έρευνα του βενθικού οικοσυστήματος περισσότερο όμως με φυσιοδιφικό χαρακτήρα. Ερεύνησε κυρίως το βυθό γύρω από την πατρίδα του, την Αγγλία, αλλά και το Αιγαίο Πέλαγος και άλλες περιοχές. Ήταν ο πρώτος που ουσιαστικά ασχολήθηκε με το Αιγαίο Πέλαγος και ο οποίος το 1841 και το 1842 με τη χρήση δράγας κατάφερε να πάρει δείγματα μέχρι το βάθος των 238 μέτρων. Επίσης ήταν ο πρώτος που διατύπωσε την άποψη ότι οι οργανισμοί λιγοστεύουν και γίνονται μικρότεροι μετά το βάθος των 180 μέτρων καθώς και το ότι η ζωή

απουσιάζει ή είναι αρκετά ελαττωμένη μετά το βάθος των 550 μέτρων γνωστή και ως αζωϊκή θεωρία. Ο Forbes πέθανε πρόωρα το 1854 σε ηλικία μόλις 39 ετών, αλλά ήταν από τους πιο σημαντικούς θαλάσσιους βιολόγους για την εποχή του. Ανακάλυψε πολλούς άγνωστους οργανισμούς και διαπίστωσε ότι η σύνθεση των οργανισμών του θαλάσσιου πυθμένα είναι διαφορετική σε διαφορετικά βάθη. Η σημαντικότερη συμβολή του όμως είναι ότι διέγειρε το ενδιαφέρον για τη μελέτη των βενθικών οργανισμών.

Πολλοί σύγχρονοι και μεταγενέστεροι του Forbes, ειδικά από τη Βρετανία, τη Γερμανία, τη Σκαδιναβία και τη Γαλλία, συνέχισαν τις μελέτες του. Αν και τα πλοία τους ήταν φτωχά εξοπλισμένα και τα ταξίδια τους μικρά, οι μελέτες τους έδωσαν πολλά ενδιαφέροντα αποτελέσματα. Στην πραγματικότητα θεωρήθηκαν τόσο επιτυχημένα, που το 1872 Βρετανοί επιστήμονες κατόρθωσαν να πείσουν την κυβέρνησή τους να χρηματοδοτήσει την πρώτη μεγάλη ωκεανογραφική εξερεύνηση με αρχηγό της επιστημονικής ομάδας τον Charles Thompson. Το Βρετανικό ναυτικό εξόπλισε κατάλληλα ένα μικρό πολεμικό πλοίο, έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για έρευνα. Το πλοίο ονομαζόταν HMS Challenger. Το Δεκέμβριο του 1872 το Challenger απέπλευσε. Στη διάρκεια των τριάντι χρόνων που ακολούθησαν, το Challenger και το πλήρωμά του ταξίδεψαν σε όλο τον κόσμο, μαζεύοντας δείγματα και συγκεντρώνοντας πληροφορίες. Η πορεία που διέγραψε φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 3. Η πορεία του HMS Challenger (Peter Castro & Michael E. Huber, 1999).

Τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν ήταν τελικά πάρα πολλά. Αφότου τελείωσε η επιχείρηση, πέρασαν 19 χρόνια για να δημοσιευτούν τα αποτελέσματα της έρευνας, τα οποία και περιλαμβάνονται σε 50 ογκώδεις τόμους (Peter Castro & Michael E. Huber, 1999). Η επιχείρηση Challenger απέδωσε περισσότερες γνώσεις για τον ωκεανό, από όσες είχαν αποκτηθεί σε όλη την ανθρώπινη ιστορία.

Η χρονική περίοδος επέλευσης του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου, επηρέασε πολύ την ανάπτυξη της Θαλάσσιας Βιολογίας. Μια νέα τεχνολογία, η ηχοβολιστική (sonar = sound navigator ranging) αναπτύχθηκε σε ανταπόκριση των αναγκών του υποβρυχίου πολέμου. Η λειτουργία των ηχοβολιστικών συσκευών είχε ως βάση το «άκουσμα» στη θάλασσα. Ο ωκεανός, που μέχρι τότε είχε θεωρηθεί ως σιωπηλό βασίλειο, ξαφνικά βρέθηκε να είναι γεμάτος ήχους, που προέρχονταν κυρίως από ζώα. Η γνώση για τα ζώα αυτά δεν ήταν πια περιστασιακή επιδίωξη μερικών ενδιαφερόμενων θαλασσιών βιολόγων, αλλά θέμα εθνικής σημασίας.

Στα χρόνια που ακολούθησαν αμέσως μετά τον πόλεμο, έγινε και η τελειοποίηση των πρώτων πραγματικά πρακτικών συσκευών αυτόνομης κατάδυσης.

❖ **Τι ήταν αυτό όμως που ώθησε τον άνθρωπο να ζητήσει να γνωρίσει τον «κόσμο» που βρισκόταν πέρα από το οπτικό του πεδίο και το άμεσο ενδιαφέρον του;**

Κύρια αιτία θα πρέπει να θεωρηθεί η τάση του ανθρώπου να αναγνωρίζει τον εαυτό του ως αυτεξούσιο διαχειριστή του κόσμου, συλλογιστική που τον ωθεί στην ατέρμονη αναζήτηση και κατάκτηση του αγνώστου. Η αδυναμία λοιπόν προσέγγισης των βαθιών νερών είχε κεντρίσει τη φαντασία του ανθρώπου, που τα είχε συσχετίσει με τέρατα μέσα από θρύλους και παραδόσεις.

Άλλος ένας λόγος που ωθούσε τους ανθρώπους προς τα βαθιά νερά ήταν η κοινοτυπία της εικόνας της θάλασσας στην καθημερινή του ζωή, κυρίως για τους κατοίκους της παράκτιας ζώνης. Συνέβαλε επίσης και η ψευδαίσθηση ότι κατείχε το μέχρι τότε γνωστό κόσμο γεγονός που τον ώθησε στην αναζήτηση πληροφοριών για μη οικονομικά παραγωγικά συστήματα.

❖ **Σταθμοί και παραδόσεις στην ανάπτυξη της Ωκεανογραφίας.**

Ο Wust το 1964 διέκρινε τέσσερις εποχές σταθμούς στην ανάπτυξη της Ωκεανογραφίας:

- Την εξερευνητική περίοδο ή περίοδο των μεγάλων εξερευνητικών αποστολών από το 1873 έως το 1913.
- Την περίοδο ανάπτυξης της έρευνας σε εθνικό επίπεδο από το 1925 έως το 1940.
- Την περίοδο εφαρμογής νέων μεθόδων και τεχνολογιών μεταξύ του 1947 και του 1956.
- Την περίοδο ανάπτυξης της διεθνούς συνεργασίας από το 1957 έως και σήμερα.

Αντίθετα, ο Mills το 1983 παρατηρεί ότι είναι πολύ νωρίς να διακρίνουμε φάσεις - εποχές σε μία τόσο πρόσφατη σε ανάπτυξη επιστήμη, όπως είναι η Ωκεανογραφία, για την οποία αγνοούμε γενικά τους παράγοντες που δημιούργησαν τη δυναμική της ιστορικής της εξέλιξης.

Οι βενθικοί οργανισμοί, αφενός μεν λόγω της οικονομικής τους σημασίας και αφετέρου λόγω της σχετικής ευκολίας στη λήψη δειγμάτων από τα αλιευτικά σκάφη με τις τράτες βυθού, συνετέλεσαν στο χρονικό προβάδισμά της βενθικής έρευνας σε σχέση με την αντίστοιχη πλαγκτονική.

Κατά τον McINTOSH έχουν δημιουργηθεί δύο παραδόσεις στην έρευνα του βένθους: η πρώτη κατάγεται από τον E. Forbes και χρησιμοποιεί ως βασικό δειγματοληπτικό εργαλείο τη δράγα με διάφορες παραλλαγές. Εξετάζει την ποιοτική σύσταση και τη σχετική συμμετοχή των διαφόρων ταξινομικών ομάδων στη σύνθεση της πανίδας. Η δεύτερη κατάγεται από τον C.G.J. Petersen και χρησιμοποιεί την αρπάγη και αντιμετωπίζει τις βενθικές κοινότητες ως στατιστικές μονάδες. Η διαφορά

έγκειται στο ότι τα αποτελέσματα της μελέτης του C.G.J. Petersen ήταν τα πρώτα που είχαν εφηρμοσμένο στόχο, δηλαδή την εκτίμηση της διαθέσιμης τροφής για την ιχθυοπανίδα στα αλιευτικά πεδία των ακτών της Δανίας.

1.3 Το χτες και το σήμερα στην Ευρωπαϊκή θάλασσα έρευνα.

Η ανάπτυξη της θαλάσσιας έρευνας στη Μεσόγειο ξεκινά από τα τέλη του περασμένου αιώνα και εστιάζεται κυρίως στη περιοχή των μεσογειακών γαλλικών ακτών. Η μελέτη ιδιαίτερα των θαλάσσιων βενθικών πληθυσμών έχει μακρά παράδοση στο χώρο αναφοράς και οι πρώτες περιγραφές προέρχονται από τον Marion (1887) και αφορούν το κόλπο της Μασσαλίας (Σιακαβάρα, 1994).

Η εικόνα του σήμερα έναν αιώνα μετά, όσον αφορά τη θαλάσσια οικολογία, δείχνει να έχει συμπληρώσει τον κύκλο της στη δυτική Ευρώπη, ενώ αντίθετα στις χώρες της ανατολικής Μεσογείου, στις οποίες ανήκει και η Ελλάδα η ολοκλήρωση αυτή διαφαίνεται ότι είναι ο στόχος του άμεσου μέλλοντος.

1.4 Μεσόγειος

Η Μεσόγειος αποτελεί μία θαλάσσια περιοχή ιδιαίτερου ενδιαφέροντος. Ο Margalef το 1985 την περιέγραψε λέγοντας ότι *«πρόκειται για ένα εξαιρετικά σύνθετο υπόλειμμα ενός πολύ δυναμικού παρελθόντος, το οποίο θα παραμείνει ενεργό για πολύ χρόνο, τόσο γεωλογικά, όσο και από την άποψη των ανθρώπων που την απαρτίζουν»*.

Η Μεσόγειος κατέχει μία μοναδική θέση ως πεδίο έρευνας στο θαλάσσιο και όχι μόνο χώρο, αφενός μεν λόγω του εξαιρετικά πολύπλοκου γεωλογικού παρελθόντος* της, με τις διαδοχικές αυξομειώσεις της στάθμης των υδάτων της, τις κρίσεις αλατότητας, τις γεωλογικές ανακατατάξεις και την επικοινωνία αρχικά με τον Ινδικό και μετά με τον Ατλαντικό Ωκεανό, αλλά και λόγω του ανοίγματος της διώρυγας του Σουέζ.

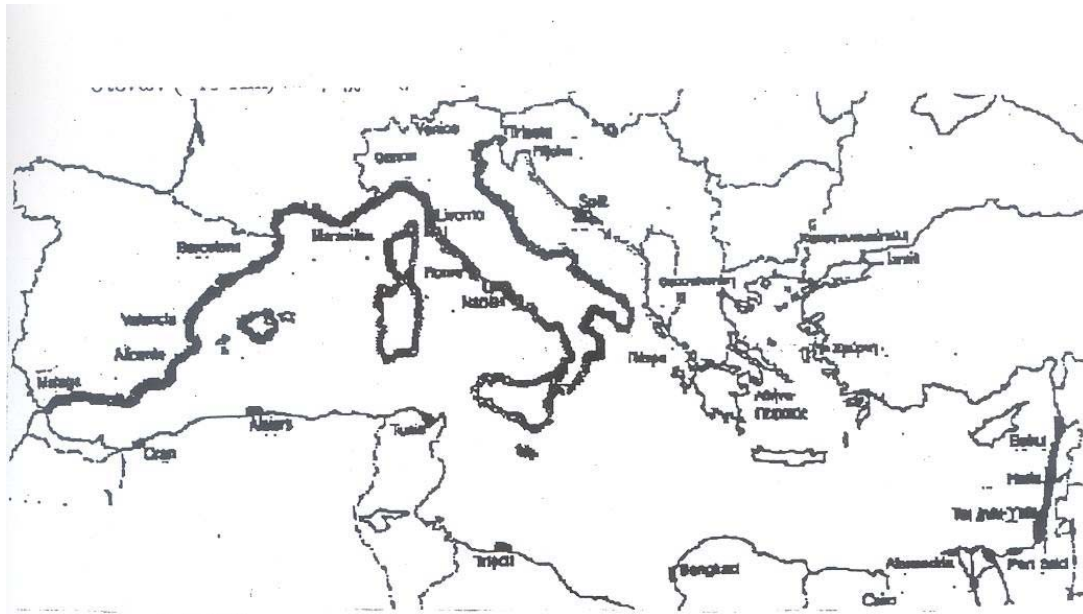
Αξίζει να αναφερθεί ότι δεν είναι λίγοι αυτοί που υποστηρίζουν ότι η Μεσόγειος έχει τροποποιηθεί όσο κανένας άλλος χώρος, ενώ κάποιοι άλλοι κάνουν λόγο για ανυπαρξία φυσικού περιβάλλοντος. Συσχετίζουν δηλαδή το υπάρχων οικοσύστημα, κυρίως όσο αφορά το χερσαίο κομμάτι και όχι μόνο, με τη δράση του ανθρώπου που στο συγκεκριμένο χώρο ήταν εξαιρετικά έντονη (Μυλωνάς, 2000).

Η πρώτη σημαντική ωκεανογραφική έρευνα στην περιοχή έλαβε χώρα το 1912 με τη δανική εξερευνητική αποστολή Nielsen. Στις επόμενες δεκαετίες και μέχρι τα τέλη αυτής του '70 ένας αριθμός από ευρείας κλίμακας ή τοπικές αποστολές οδήγησαν στην σημαντική αύξηση των γνώσεών μας για τη Μεσόγειο, ειδικά κατά τις δεκαετίες του '80 και του '90.

* (υπάρχουν αναλυτικά στοιχεία στο Παράρτητα)

❖ Τα γενικά χαρακτηριστικά της Μεσογείου.

Η Μεσόγειος είναι μία βαθιά, πρακτικά χωρίς παλίρροιες, θάλασσα με μία επιφάνεια 2.965.000 Km². Είναι ημίκλειστη και επικοινωνεί με τον υπόλοιπο ωκεανό μέσω των στενών (~15 Km) και ρηχών (βάθος ~ 250 -400 m) Στενών του Γιβρατάλ (Φυτιανός 1996).



Εικόνα 4. Η μακροσκοπική εικόνα της Μεσογείου.

Αποτελεί μία μικρογραφία ωκεανού. Στη μεγαλύτερη έκταση της έχει βάθος πάνω από 200 m. Το μέσο βάθος της είναι 1650 μέτρα υπάρχουν όμως και αρκετές βαθιές λεκάνες (>3000 m). Το βαθύτερο σημείο της βρίσκεται νοτιοδυτικά της Πελοποννήσου και είναι 5093 μέτρα (Φυτιανός, 1996).

Διακρίνεται στην Ανατολική και τη Δυτική Μεσόγειο, που διαχωρίζονται με τα σχετικά ρηχά στενά (βάθος 1000 m) ανάμεσα στη Σικελία και την Τυνησία. Παρουσιάζουν διαφορές όσον αφορά τη χλωρίδα και την πανίδα, δείχνοντας έτσι ένα βαθμό απομόνωσης – διαχωρισμού αυτών των περιοχών. Το Αιγαίο και η Αδριατική αποτελούν ημίκλειστες προεκτάσεις από το κυρίως σώμα της Μεσογείου.

❖ Το υδρολογικό καθεστώς της Μεσογείου.

Ο ΚΙΟΡΤΣΙΣ αποδίδει τα εξής χαρακτηριστικά στη Μεσόγειο:

- Αρνητικό ισοζύγιο ύδατος. Η εξάτμιση είναι τρεις φορές μεγαλύτερη από τις εισροές λόγω βροχοπτώσεων και η διαφορά καλύπτεται από την είσοδο νερού του Ατλαντικού από το Γιβρατάλ. Αποτελεί δηλαδή μία «λεκάνη συγκέντρωσης».
- Θερμοκρασιακή στρωμάτωση.

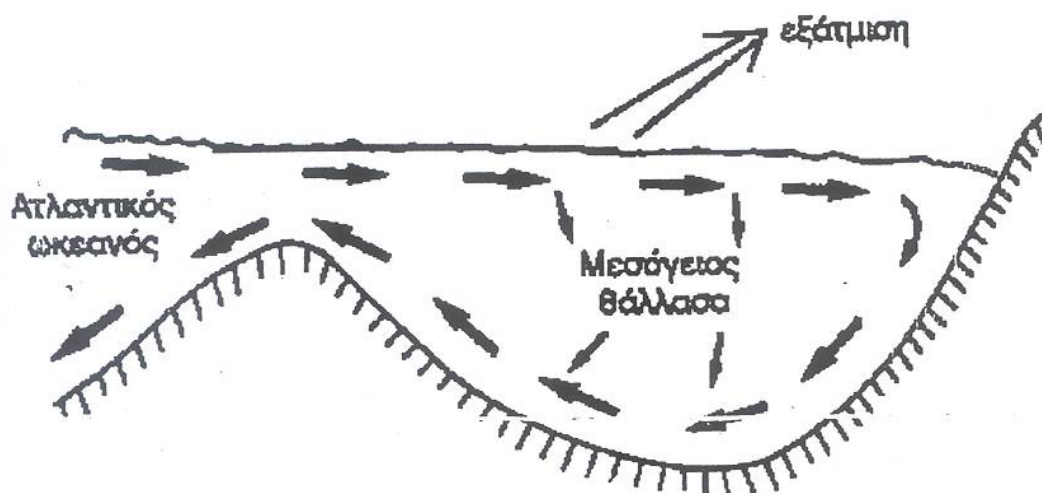
Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των νερών της Μεσογείου είναι η θερμοκρασιακή τους στρωμάτωση, που εκφράζεται με τη δημιουργία του εποχιακού θερμοκλινούς. Το θερμοκλινές υφίσταται κατά τους θερμούς μήνες του έτους, δηλαδή για τη Μεσόγειο από Απρίλιο έως Οκτώβριο. Το βάθος διείσδυσης του θερμοκλινούς είναι αντιστρόφως ανάλογο του πλάτους διακύμανσης της επιφανειακής θερμοκρασίας (Καρακάσης, 1991). Επίσης, το βάθος διείσδυσης σχετίζεται με την ένταση των ανέμων, που σημαίνει ότι δυνατοί άνεμοι μειώνουν την κλίση του θερμοκλινούς και συγχρόνως το τοποθετούν βαθύτερα στη στήλη του νερού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το εποχιακό θερμοκλινές να συναντάται σε διάφορα βάθη στις διάφορες υποπεριοχές της Μεσογείου, κατά μέσο όρο όμως γύρω στα 50 μέτρα. Σε βάθος γύρω στα 400

μέτρα εντοπίζεται ένα άλλο θερμοκρασιακό όριο για την Ανατολική Μεσόγειο, μετά το οποίο η θερμοκρασία παραμένει σταθερά στους 13,5 με 13,7 °C.

- Έλλειψη παλίρροιας.
- Υψηλή σχετικά αλατότητα, που στα παράλια της Μικράς Ασίας φτάνει το 39 ‰.
- Κλιματική διαβάθμιση από Βορρά (εύκρατο κλίμα) προς Νότο (υποτροπικό κλίμα).
- Διαβάθμιση στην έλλειψη θρεπτικών από τη Δύση προς την Ανατολή.
- Μειωμένη ποικιλότητα κατά γεωγραφικό μήκος με πολλές περιφερειακές ιδιομορφίες.

Πέρα όμως από τα παραπάνω, θα μπορούσε κάποιος να προσδώσει και άλλα χαρακτηριστικά στο συγκεκριμένο χώρο όπως:

- Τη διαφάνεια των υδάτων της, φαινόμενο ιδιαίτερα έντονο στην Ανατολική λεκάνη της Μεσογείου, που επιτρέπει τη διείσδυση του φωτός σε μεγαλύτερα βάθη.
- Λόγω της επικοινωνίας με τον Ατλαντικό μέσω των Στενών του Γιβραλτάρ, έχει εδραιωθεί μία δυναμική ισορροπία μεταξύ των δύο στιβάδων ροής στα Στενά. Τα χαμηλής αλατότητας νερά του Ατλαντικού μπαίνουν στην Μεσόγειο επιφανειακά, όπου μετασχηματίζονται μέσω της εξάτμισης σε αλμυρότερα και πυκνότερα, βυθίζονται σε ένα ενδιάμεσο βάθος και επιστρέφουν στο Γιβραλτάρ απ' όπου βγαίνουν στον Ατλαντικό. Λαμβάνει χώρα δηλαδή «λιμνοθαλάσσιου τύπου» κυκλοφορία.



Εικόνα 5. Η μορφή της κυκλοφορίας των υδάτων της Μεσογείου (Φυτιανός, 1996).

❖ Η παραγωγικότητα της Μεσογείου.

Το περιβάλλον της Μεσογείου από πλευράς παραγωγικότητας χαρακτηρίζεται ως ολιγοτροφικό, έννοια δανεισμένη μάλλον από τη λιμνολογία. Στο συγκεκριμένο οικοσύστημα όμως αντιστοιχεί στη μειωμένη συγκέντρωση θρεπτικών αλάτων και κατά συνέπεια σε μειωμένη πρωτογενή παραγωγικότητα. Αυτό θα πρέπει να οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην απουσία μεγάλων εστιών ανάβλυσης, που εμπλουτίζουν την εύφωτη ζώνη με θρεπτικά περιεχόμενα από τις βαθύτερες ζώνες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα θρεπτικά άλατα στην περιοχή αυτή να είναι αποκλειστικά σχεδόν χερσογενούς προέλευσης και οι συγκεντρώσεις τους να είναι

σχετικά αυξημένες, κυρίως γύρω από τις εκβολές των μεγάλων ποταμών και στην παράκτια ζώνη. Η Μεσόγειος λοιπόν θεωρείται γενικά μία θάλασσα φτωχή. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι αφθονία και βιοποικιλότητα σπάνια συμβαδίζουν. Έτσι, η φτώχεια σε βιομάζα Μεσόγειος είναι μια από τις πλουσιότερες σε αριθμό ειδών θάλασσες. Αξίζει να αναφέρουμε ότι η Μεσόγειος που αποτελεί μόλις το 1% της επιφάνειας του παγκόσμιου ωκεανού, φιλοξενεί το 12% της θαλάσσιας πανίδας και χλωρίδας (Παναγιωτίδης, 2000). Ο συγκεκριμένος χώρος αποτελεί βιογεωγραφικό σταυροδρόμι ανάμεσα στον Ατλαντικό και τον Ινδοειρηνικό. Το πανιδικό και το χλωριδικό της φάσμα περιλαμβάνει είδη της εύκρατης ζώνης, αλλά και των ψυχρών θαλασσών (αρκτικής προέλευσης), καθώς και των τροπικών. Δε λείπουν βέβαια και τα κοσμοπολίτικα είδη.

Η θαλάσσια χλωρίδα κυριαρχείται από τα ροδοφύκη και τα φαιοφύκη, ενώ σε μικρότερο βαθμό διαθέτει κυανοφύκη και χλωροφύκη, ενώ τα αγγειόσπερμα (ανώτερα) φυτά έχουν πολύ μικρή συμμετοχή στη θαλάσσια χλωρίδα, είναι όμως, σημαντικά για τη θαλάσσια βλάστηση, λόγω της έκτασης και του οικολογικού ρόλου των υποθαλάσσιων λιβαδιών που σχηματίζουν σε παράκτιες περιοχές (παραδείγματος χάρη τα υποθαλάσσια λιβάδια της ποσειδωνίας (*Posidonia oceanica*), στις ακτές της Μεσογείου) (Παναγιωτίδης, 2000).

Παρά τις προσπάθειες που κατά καιρούς έχουν γίνει για την όσο το δυνατόν πληρέστερη μελέτη της πανίδας των βαθιών θαλασσών της Μεσογείου αυτή εξακολουθεί να παρουσιάζεται ιδιαίτερα φτωχή σε βάθη μεγαλύτερα των 200 μέτρων. Εμφανίζει επίσης μία δραστική μείωση στον αριθμό των βαθύβιων ειδών όσο προχωράμε προς τα ανατολικά δηλαδή από 97% στην δυτική λεκάνη γίνεται 20% στην ανατολική. Συνολικά όμως όσον αφορά την πανίδα της Μεσογείου το 25% ζει σε βάθη μεγαλύτερα των 50 μέτρων, το 10% σε βάθη μεγαλύτερα των 200 μέτρων, το 2,5% πέρα από τα 500 μέτρα και λιγότερο από το 1% μετά τα 2000 μέτρα. Συγκεκριμένα για τα ενδημικά είδη το 7% ζούν βαθύτερα των 200 μέτρων, το 3% πέρα από τα 500 μέτρα και μόλις το 1% πέρα από τα 1000 μέτρα.

Η υπόθεση ότι ο φώσφορος είναι ο κύριος περιοριστικός παράγοντας στην Ανατολική Μεσόγειο, έχει υποστηριχθεί αρχικά από τους Krom *et. al.* το 1991 ενώ έχει τεκμηριωθεί αργότερα και από άλλους ερευνητές (Krom *et. al.* 1992, Ignatiades 1992, 1998, Tselepidis *et. al.* 1993, Tselepidis & Eleftheriou, 1993, Tselepidis *et. al.*, 2000). Χαρακτηριστικό είναι ότι στις περισσότερες από αυτές τις μελέτες, η συγκέντρωση του φωσφόρου ήταν συνήθως μικρότερη από την ικανότητα ανίχνευσης της αναλυτικής μεθόδου που χρησιμοποιήθηκε. Επιπλέον, σε περιοχές όπως είναι το Κρητικό Πέλαγος, η έλλειψη θρεπτικών είναι ακόμη πιο έντονη μία και δεν υπάρχει η δυνατότητα της χερσαίας τροφοδοσίας του συστήματος, όπως για παράδειγμα συμβαίνει στη Βόρεια Ελλάδα όπου εκβάλλουν ποταμοί (Λαμπαδαρίου, 2001).

Κατά τον Margalef (1985) σημαντική αιτία για τον ολιγοτροφισμό αποτελεί και η σχέση της ποσότητας ύδατος που ανταλλάσσεται με τον Ατλαντικό ωκεανό με την ποσότητα που χάνεται λόγω εξάτμισης. Η σχέση αυτή υπολογίζεται σε 70 προς 1 και έχει ως συνέπεια την «αραίωση» των υδάτων της Μεσογείου καθώς, όπως σημειώνει ο Tchernia (1980), το επιφανειακό νερό που εισέρχεται από τον Ατλαντικό είναι μικρής πυκνότητας και περιεκτικότητας σε άλατα, ενώ το υποεπιφανειακό νερό που εξέρχεται από το Γιβραλτάρ είναι βαρύτερο και περιέχει μεγαλύτερη συγκέντρωση αλάτων.

Θα πρέπει επίσης να επισημανθεί ότι το σύστημα της Μεσογείου είναι ένα σύστημα σύνθετο, που δεν κυριαρχείται από ένα μικρό αριθμό ειδών αλλά από μία μεγάλη ποικιλία οργανισμών που έχουν αναπτύξει ένα πολύπλοκο πλέγμα αλληλοεξαρτήσεων. Ακόμη πρόκειται για ένα σύστημα που έχει εξελιχθεί σε σχετικά

ομοιογενείς συνθήκες στο χρόνο, μια που το εύρος των περιβαλλοντικών διακυμάνσεων στον οικολογικό χρόνο είναι πολύ μικρότερο από εκείνο των βορείων περιοχών. Είναι λογικό λοιπόν να περιμένει κανείς ότι το συγκεκριμένο σύστημα «απαιτεί» σταθερότητα και δεν αντέχει εύκολα την διατάραξη δηλαδή την απομάκρυνση από την κατάσταση ισορροπίας (Καρακάσης, 1991).

Η μειωμένη πρωτογενής παραγωγικότητα λοιπόν δεν μπορεί παρά να αντανακλάται και στο σύνολο του τροφικού πλέγματος δίνοντας μικρότερες τιμές βιομάζας για το σύνολο των καταναλωτών οργανισμών. Στη Μεσόγειο, η πελαγική τροφική αλυσίδα πιστεύετε πως μπορεί να πάρει δύο διαφορετικές μορφές. Η πρώτη μορφή, είναι η «κλασσική» τροφική αλυσίδα, η οποία παρατηρείται κυρίως κατά τις περιόδους του χειμώνα και τις άνοιξης και στην οποία κυρίαρχοι φυτοπλαγκτονικοί οργανισμοί είναι τα διάτομα. Ενώ το καλοκαίρι και το φθινόπωρο έχουμε την δημιουργία του λεγόμενου **μικροβιακού βρόγχου** στον οποίο και εγκλωβίζετε μεγάλη ποσότητα οργανικής ύλης και αυτή αποτελεί τη δεύτερη μορφή της τροφικής αλυσίδας (Πίττα, 2000).

1.5 Γιατί επιλέχθηκε ως δειγματοληπτικός χώρος το Κρητικό πέλαγος και ως αντικείμενο μελέτης οι βενθικοί οργανισμοί.

Η Ανατολική Μεσόγειος είναι ένα άγνωστο από πλευράς θαλάσσιας έρευνας ακόμη κομμάτι. Μέχρι στιγμής το σύνολο της προσπάθειας έχει επικεντρωθεί στο δυτικό κομμάτι της. Τα τελευταία χρόνια όμως σημαντικές προσπάθειες λαμβάνουν χώρα στο συγκεκριμένο πεδίο και πλειάδα πληροφοριών βλέπουν το φως της δημοσιότητας. Ενδεικτικά αναφέρουμε κάποιες από αυτές οι οποίες είτε αναφέρονται κατά αποκλειστικότητα στο συγκεκριμένο χώρο είτε εν μέρει Καρακάσης 1991- Τσελεπίδης, 1992 – Tselepidis & Eleftheriou, 1992 - Eleftheriou & Smith, 1993- Ελευθερίου κ.α' - Eleftheriou *et. al.*, 1994, Ντούνας – Παπαδοπούλου, 1993 κ.α'. Ταυτόχρονα εξάγει το ενδιαφέρον κάποιου να ασχοληθεί με το συγκεκριμένο πεδίο μία που πρόκειται για ένα ερευνητικό πεδίο εξαιρετικά αμφιλεγόμενο.

Επιπρόσθετα οι δυσκολίες που συνοδεύουν την συγκεκριμένη ενέργεια όπως για παράδειγμα η έλλειψη βιβλιογραφικών αναφορών κάνουν την ενασχόληση με την Ανατολική Μεσόγειο πλέον ενδιαφέρουσα.

Η επιλογή του Κρητικού Πελάγους για τη μελέτη του βενθικού του οικοσυστήματος έγινε υπό την λογική του ότι αυτό μπορεί να θεωρηθεί σαν ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα του ολιγοτροφικού βενθικού οικοσυστήματος της Ανατολικής Μεσογείου, παρά το γεγονός ότι ο Por (1989) επισημαίνει ότι η Ανατολική Μεσόγειος παρουσιάζει τέτοια ετερογένεια, ώστε δεν είναι συνετό να χαρακτηρίζεται ως ενιαία περιοχή.

Παρ'όλα αυτά, η Κρήτη παρουσιάζει ενδιαφέρον τόσο γιατί αποτελεί το σημείο που χωρίζει ή ενώνει το Αιγαίο από ή με τη Θάλασσα της Λεβαντίνης, όσο και γιατί δεν παρουσιάζει ακραία χαρακτηριστικά, όπως για παράδειγμα έντονη ρύπανση που να την κάνουν να αποκλίνει από ό,τι θα περίμενε κανείς να αποτελεί την «μέση κατάσταση» του οικοσυστήματος της Ανατολικής Μεσογείου.

Σημαντικό ρόλο στην επιλογή της συγκεκριμένης διατομής έπαιξε και η γειτνίασή της με τις εγκαταστάσεις του Ινστιτούτου Θαλάσσιας Βιολογίας Κρήτης, αλλά και με το Πανεπιστήμιο Κρήτης.

Η επιλογή της συγκεκριμένης ομάδας οργανισμών στηρίχθηκε στο γεγονός ότι το 98% των ειδών, εάν εξαιρεθούν οι μικροοργανισμοί, που είναι σήμερα γνωστό ότι υπάρχουν στα παράκτια οικοσυστήματα και στην ανοικτή θάλασσα, είναι βενθικά. Η μελέτη λοιπόν αυτής της ομάδας μας παρέχει σημαντικές πληροφορίες για

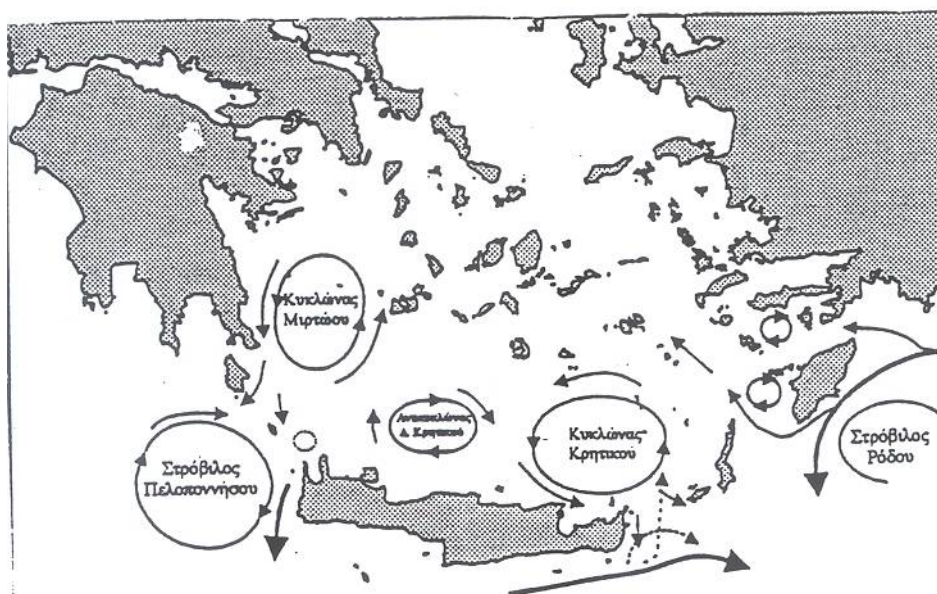
το σύνολο του συγκεκριμένου χώρου αναφοράς και σφαιρική αντίληψη της κατάστασης του οικοσυστήματος.

1.6 Τα χαρακτηριστικά του Κρητικού Πελάγους.

❖ Η κυκλοφορία των υδάτων του.

Στο Αιγαίο, υπάρχουν τρεις λεκάνες. Στο βόρειο τμήμα του υπάρχει η λεκάνη του όρους Άθως με μέγιστο βάθος 1500 μέτρα. Στο κεντρικό Αιγαίο υπάρχει η λεκάνη της Χίου με μέγιστο βάθος 1100 μέτρα και τέλος η λεκάνη του Κρητικού Πελάγους. Το Κρητικό πέλαγος αποτελεί την τελευταία και μεγαλύτερη λεκάνη του Αιγαίου Πελάγους με βάθη που φτάνουν τα 2500 μέτρα. Οι τρεις λεκάνες του Αιγαίου επικοινωνούν μεταξύ τους και οι υδάτινες μάζες τους βρίσκονται σε μία ατέρμονη κίνηση.

Η λεκάνη του Κρητικού παίζει σημαντικό ρόλο στην όλη κυκλοφορία της Ανατολικής Μεσογείου, μια και αποτελεί σημείο, όπου σχηματίζονται ενδιάμεσα (Georgoroulos *et. al.* 1989) ή και βαθιά νερά (Roether *et. al.* 1996) (Λαμπαδαρίου, 2001). Η κυκλοφορία των υδάτων στο Κρητικό πέλαγος εικονίζεται στο γράφημα που ακολουθεί, από όπου φαίνεται και παραστατικά ότι ρυθμίζεται κυρίως από την παρουσία δύο στρόβιλων, του Πελοποννησιακού και αυτού της Ρόδου, ενός κυκλώνα, που καταλαμβάνει την κεντρική και ανατολική λεκάνη και ενός αντικυκλώνα που αναπτύσσεται στην κεντρική δυτική λεκάνη.



Εικόνα 6. Χάρτης κυκλοφορίας των επιφανειακών υδάτων στο Αιγαίο Πέλαγος (τροποποιημένο από Theocharis *et. al.*, 1993) .

Οι δύο αυτοί στρόβιλοι έχουν μόνιμο χαρακτήρα, ενώ παρουσιάζουν συνήθως μεγαλύτερη έκταση κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και η δράση τους εκτείνεται σε βάθος μεγαλύτερο των 400 μέτρων (Λαμπαδαρίου, 2001). Η συνδυασμένη δράση τους έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργείται ένα ρεύμα εκροής νερών του Αιγαίου από τη νοτιοανατολική πλευρά της Κρήτης. Υπάρχει επίσης ένας μόνιμος κυκλώνας, ο κυκλώνας του Μυρτώου και δυτικού Κρητικού Πελάγους. Ο κυκλώνας αυτός, σε συνδυασμό με τον αντικυκλώνα που βρίσκεται Νότια της Πελοποννήσου, έχει ως

αποτελεσμα να δημιουργείται ένα ισχυρό ρεύμα εκροής από το Αιγαίο προς τη λεκάνη της Λεβαντίνης (Λαμπαδαρίου, 2001).

Τα στενά της Κρήτης εμφανίζουν ταχύτητες επιφανειακών ρευμάτων που φτάνουν τα 20 cm/sec ενώ στα βαθύτερα θαλάσσια στρώματα των 500 και των 700 μέτρων παρατηρούνται ταχύτητες πολύ χαμηλές (3-5 cm/sec) έως σχεδόν μηδενικές.

❖ Η πρωτογενής παραγωγικότητα.

Στο Κρητικό Πέλαγος, μελέτες γύρω από τη δομή των φυτοπλαγκτονικών οργανισμών έχουν δείξει πως υπάρχει κυριαρχία διατόμων, κυρίως κατά το Μάρτιο και τον Απρίλιο. Πράγματι, σε συμφωνία με την υπόθεση της «κλασσικής» τροφικής αλυσίδας, υπάρχει αυξημένη ροή οργανικού άνθρακα όταν κυριαρχούν τα διάτομα. Έχει βρεθεί πως η ολική ροή μάζας προς τον πυθμένα του Κρητικού είναι πολύ μεγαλύτερη κατά την περίοδο του Μαρτίου-Απριλίου (Λαμπαδαρίου, 2001). Κύριος περιοριστικός παράγοντας όπως έχει ήδη αναφερθεί είναι ο φώσφορος. Ο λόγος N:P στο Κρητικό Πέλαγος είναι γύρω στο 24:7, ο λόγος αυτός σ' ένα «υγιές» οικοσύστημα είναι 16:1 και μόνο αυτή η απλή αντιπαράθεση των τιμών αποδεικνύει το ότι ο φώσφορος λειτουργεί σαν περιοριστικός παράγοντας στην πρωτογενή παραγωγικότητα στο εν λόγω οικοσύστημα.

Συνολικά όμως το Κρητικό Πέλαγος είναι από τις «φτωχότερες» περιοχές της ανατολικής Μεσογείου με μέση ετήσια ροή μάζας στο πυθμένα της τάξης των 209 mg/m²/ημέρα, έναντι 1379,42 mg/m²/ημέρα στο βόρειο Αιγαίο (Λαμπαδαρίου, 2001). Τέλος, έχει υποστηριχθεί πως το Κρητικό Πέλαγος, κατά το μεγαλύτερο διάστημα του έτους κυριαρχείται από μικρά φυτοπλαγκτονικά κύτταρα, καθώς και από ένα καλά εγκατεστημένο μικροβιακό βρόγχο, ο οποίος είναι υπεύθυνος για τη μειωμένη ροή ενέργειας προς τον πυθμένα (Thingstad & Rassoulzadegan 1995, Wassmann *et al.* 2000).

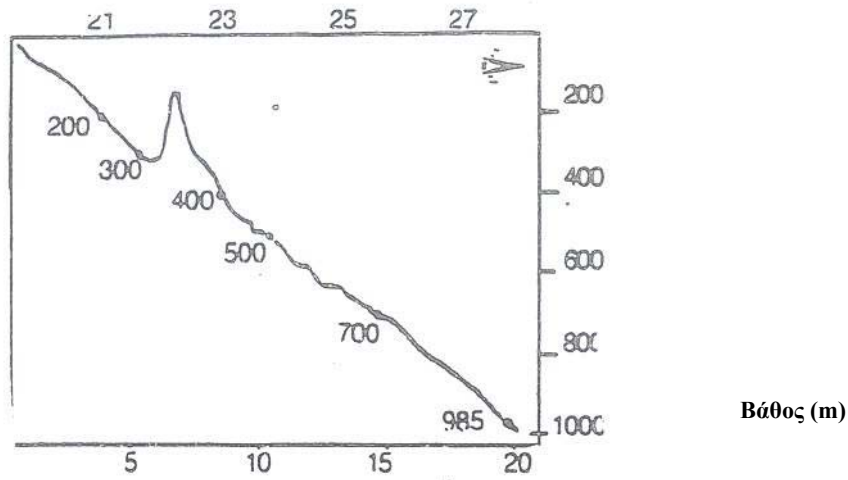
Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι το σύνολο σχεδόν των δειγμάτων που έχουν επεξεργαστεί στην παρούσα εργασία έχουν ληφθεί κατά την περίοδο του καλοκαιριού και του φθινοπώρου, περιόδους που αντιστοιχούν στη δεύτερη μορφή της τροφικής αλυσίδας (μικροβιακός βρόγχος).

❖ Ο τύπος ιζημάτων του Κρητικού Πελάγους.

Τα βιογενή ιζήματα αποτελούν τον κύριο τύπο ιζημάτων του Κρητικού Πελάγους, με το ανθρακικό ασβέστιο να κυμαίνεται μεταξύ του 30 και του 70 %. Αποτελούνται από τρηματοφόρα τόσο πελαγικά όσο και βενθικά, κοκκολιθοφόρα και πτεροφόρα (Emelyanov, 1972).

❖ Ο πυθμένας του Κρητικού.

Το προφίλ της φυσιογνωμίας του πυθμένα του Κρητικού πελάγους η οποία και εμφανίζεται στο σχήμα που ακολουθεί έχει ως εξής:



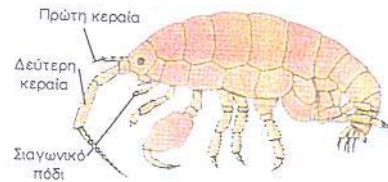
Απόσταση από την ακτή (ναυτικά μίλια)

Εικόνα 7. Η φυσιογνωμία του πυθμένα του Κρητικού Πελάγους.

Η μετάβαση μέχρι το βάθος των 200 μέτρων γίνεται ομαλά, στην ισοβαθή των 200 μέτρων περιλαμβάνεται και η νήσος Ντία. Στην περιοχή αμέσως μετά τη νήσο Ντία εμφανίζεται μία απότομη ανύψωση του πυθμένα σε βάθος μεταξύ των 330 και των 400 μέτρων, με αποτέλεσμα τη δημιουργία μίας μικρής υποθαλάσσιας κοιλάδας. Μετά τα 400 m το προφίλ φαίνεται να ομαλοποιείται.

1.7 Σύντομη παρουσίαση της βιολογίας και της οικολογίας των κυρίαρχων μακροπανιδικών ομάδων του βένθους που εντοπίστηκαν στην παρούσα εργασία.

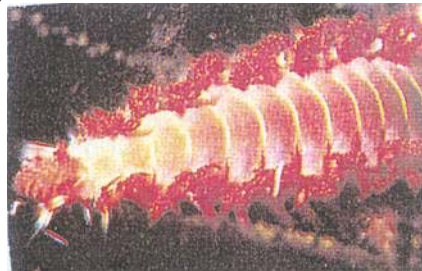
Οι κύριες ταξινομικές ομάδες που αναγνωρίστηκαν κατά την ανάλυση των δειγμάτων ήταν τα Καρκινοειδή, οι Πολύχαιτοι, τα Μαλάκια (Δίθυρα, Γαστερόποδα και Πολυπλακοφόρα) και τα Σωληνοειδή. Η φυλογενετική τους κατάταξη έχει ως εξής:



Φύλο
Αρθρόποδα
Υποφύλο
Καρκινοειδή,

Εικόνα 8. Η μορφή ενός αντιπροσώπου του υποφύλου των Καρκινοειδών (Peter Castro & Michael E. Huber, 1999)

Φύλο Δακτυλιοσκώληκες



Κλάση
Πολύχαιτοι
Φύλο
Μαλάκια

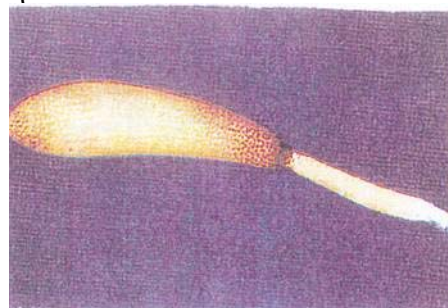
Εικόνα 9. Η μορφή ενός αντιπροσώπου της κλάσης των Πολυχαιτών (Peter Castro & Michael E. Huber, 1999).

Κλάση
Δίθυρα
Σκαφόποδα
Πολυπλακοφόρα



Εικόνα 10. Η μορφή ενός εκπροσώπου της κλάσης των Πολυπλακοφόρων (Peter Castro & Michael E. Huber, 1999).

Φύλο Σωληνοειδή



Εικόνα 11. Η μορφή ενός εκπροσώπου του φύλου των Σωληνοειδών (Lunn Margulis and Karlene V. Schwartz, 1998)

Φύλο Εχινόδερμα



Εικόνα 12. Η μορφή ενός εκπροσώπου του φύλου των Εχινόδερμων (Λαζαρίδου, 1992)

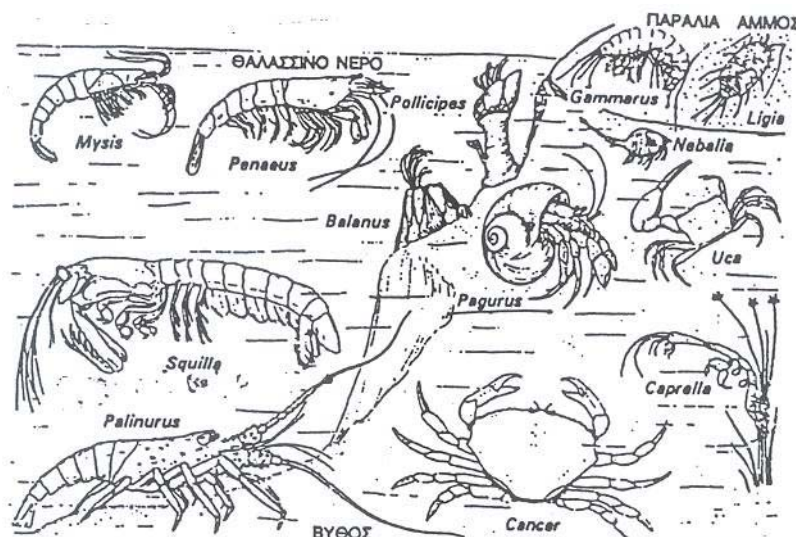
Οι **Πολύχαιτοι** είναι Δακτυλιοσκόληκες με πολλά μεταμερή τα οποία εμφανίζουν ειδικές προεκβολές της επιδερμίδας, τα παραπόδια, τα οποία φέρουν θυσάνους και σμήριγγες. Τα περισσότερα είδη είναι γονοχωριστικά με απλό γοναδικό αγωγό (Fauchald, 1977). Η κλάση των Πολυχαιτών είναι μία αρχαία ομάδα σκουληκιών (Day, 1967) η οποία περιλαμβάνει περισσότερα από 8000 είδη (Fauchald, 1977). Κατανέμονται σε όλους τους τύπους του θαλάσσιου οικοσυστήματος, όμως η μεγάλη πλειοψηφία τους είναι βενθικοί οργανισμοί και μόνο 50 είδη είναι πλαγκτονικά (Day, 1967). Τα περισσότερα είδη Πολυχαιτών ζουν ελεύθερα, υπάρχουν όμως και κάποια είδη τα οποία αναπτύσσουν σχέσεις ομοσιτισμού με άλλους οργανισμούς όπως για παράδειγμα με Σπόγγους, Μαλάκια, Κνιδόζωα, Εχινόδερματα, Ψάρια και άλλα Πολύχαιτα (Barnes, 1974).

Τα είδη των Πολυχαιτών χρησιμοποιούν πολλές διαφορετικές πηγές τροφής και παρουσιάζουν σχεδόν όλους τους δυνατούς τρόπους τροφοληψίας. Υπάρχουν είδη παμφάγα, φυτοφάγα, αρπακτικά, σαρκοφάγα, σαπροφάγα, αιωρηματοφάγα και ιζηματοφάγα (Fauchald & Jumars, 1979). Κυρίως όμως είναι σαρκοφάγα (Λαζαρίδου, 1992)

Οι Πολύχαιτοι θεωρούνται η κυρίαρχη ταξινομική ομάδα του μακροβένθους σε συναθροίσεις μαλακού υποστρώματος σε όλα τα βάθη (Day, 1967). Σύμφωνα με τους Fauchald & Jumars, (1979), οι Πολύχαιτοι ανήκουν στην κατηγορία των πιο

συχνών και αφθόνων θαλάσσιων μεταζώων σε βενθικά περιβάλλοντα και αποτελούν μία από τις πιο άφθονες σε είδη ομάδες.

Η κατασκευή όλων των εξαρτημάτων των **Καρκινοειδών** είναι διχαλωτή. Ο διαχωρισμός του σώματος σε τμήματα είχε ως αποτέλεσμα το σχηματισμό εξωσκελετού στον κεφαλοθώρακα, εμπλουτισμένου με άλατα ασβεστίου. Έχουν σημαντικό αριθμό εξαρτημάτων για την επιτέλεση διαφόρων λειτουργιών. Εμφανίζουν το φαινόμενο της έκδυσης.



Εικόνα 13. Χαρακτηριστικές μορφές Καρκινοειδών (Λαζαρίδου, 1992).

Τα περισσότερα είναι γονοχωριστικά, υπάρχουν ωστόσο και κάποια ισόποδα τα οποία είναι παράσιτα, καθώς και μερικά άλλα από άλλες ομάδες που είναι ερμαφρόδιτα ή εμφανίζουν υπολειμματικό ερμαφροδιτισμό.

Είναι ωτόκα σχεδόν όλα φέρουν τα αυγά τους κολλημένα επάνω τους ή συχνά μέσα σε θήκες επώασης ή πάνω στα πλεοπόδια τους. Η ανάπτυξη είναι σπάνια άμεση στις περισσότερες περιπτώσεις υπάρχει μάλιστα προνύμφη ελεύθερη που υφίστανται απλές ή σύνθετες διαδοχικές μεταμορφώσεις παράλληλα με τις εκδήσεις (Λαζαρίδου, 1992).

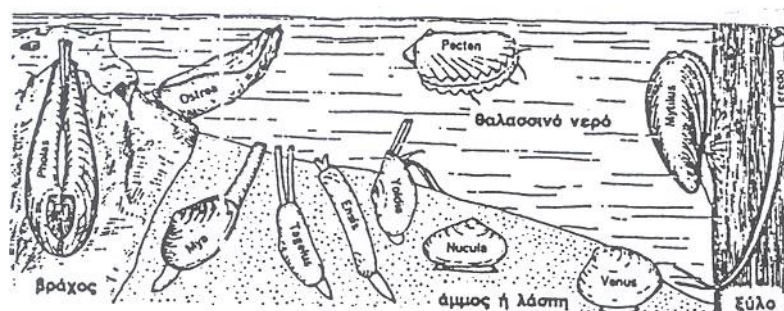
Τα **Μαλάκια** ονομάστηκαν έτσι για πρώτη φορά από τον «πρώτο συστηματικό» τον Αριστοτέλη. Ο Πλίνιος (23-79 π.Χ.) αντικατέστησε τον όρο «Μαλάκια» με τον όρο Mollia (που σημαίνει μαλακό σώμα), από τον οποίο πιθανολογούμε ότι προέρχεται ο σημερινός όρος Mollusca. Τα Μαλάκια αποτελούν το δεύτερο μεγαλύτερο φύλο του Ζωϊκού Βασιλείου μετά τα Αρθρόποδα. Το φύλο αυτό περιλαμβάνει 110000 είδη με πιο κοινά τα Γαστερόποδα, τα οποία υπολογίζονται σε 90000 είδη (Castro & Huber, 1992). Έχουν αμφιπλευροσυμμετρικό, μη μεταμερές, μαλακό σώμα που προστατεύεται τις περισσότερες φορές από όστρακο (97% ανθρακικό ασβέστιο). Το σώμα καλύπτεται από ένα μανδύα, ο οποίος εκκρίνει το περίοστρακο και το όστρακο. Ο μυϊκός πόδας αποτελεί το κινητήριο όργανο τους. Τα περισσότερα Μαλάκια έχουν καλά ανεπτυγμένο κεφάλι με μάτια και άλλα αισθητήρια όργανα. Ένα αξιοσημείωτο χαρακτηριστικό στα Μαλάκια είναι το ζύστρο, το οποίο χρησιμεύει για την αφαίρεση της τροφής από οποιαδήποτε επιφάνεια. Το ζύστρο απουσιάζει από τα Δίθυρα και τα Σκαφόποδα. Η ποικιλότητα

των Μαλακίων στη θάλασσα είναι πολύ μεγάλη. Ο αριθμός των ειδών που έχουν μέχρι στιγμής αναφερθεί στη Μεσόγειο ανέρχεται σε 1800 είδη.

Τα **Δίθυρα** ζουν στη θάλασσα, στα υφάλμυρα ή και στα γλυκά νερά. Χώνονται μέσα στην άμμο με τη βοήθεια του ποδιού, ή κολυμπούν ελεύθερα με το άνοιγμα και το κλείσιμο των θυρίδων τους, ή ζουν προσκολλημένα ή, τέλος, τρυπούν και χώνονται μέσα σε ξύλα ή πέτρες. Είναι μικροφάγα. Το κέλυφος τους αποτελείται από δύο θυρίδες ίσες ή άνισες, που συνδέονται μεταξύ τους τις περισσότερες φορές με μία συνδετική ταινία, τον ελαστικό σύνδεσμο. Τα περισσότερα Δίθυρα είναι γονοχωριστικά, αλλά υπάρχουν και κάποια που είναι ερμαφρόδιτα.

Τα **Σκαφόποδα** ζουν μισοχωμένα στην άμμο ή στη λάσπη της θάλασσας. Το κέλυφός τους είναι σωληνοειδές, ελαφρά καμπύλο, με τα δύο άκρα ανοιχτά. Είναι μικροφάγα. Είναι ζώα γονοχωριστικά.

Τα **Πολυπλακοφόρα** είναι ζώα αποκλειστικά θαλάσσια, ζούν σε όλα τα κλίματα και σε όλα τα βάθη έως 4000 μέτρα. Εμφανίζουν αμφίπλευρη συμμετρία. Το κέλυφος τους αποτελείται από 8 ασβεστιτικές πλάκες που επιτρέπουν τη σφαιροποίηση του σώματος του ζώου. Αποφεύγουν το πολύ φως, κινούνται πολύ λίγο εκτός εάν ενοχληθούν και τρέφονται κυρίως από φύκη και διάτομα. Είναι γονοχωριστικά και η ανάπτυξη τους είναι έμμεση.



Εικόνα 14. Κάποιες ενδεικτικές μορφές διθύρων και σκαφοπόδων (Λαζαρίδου, 1992).

Τα **Σωληνοειδή (Σιπούγκουλα)**, ζουν με τα μαλακά μη μεταμερισμένα σώματά τους, χωμένα μέσα σε ιλυώδεις βυθούς, μέσα σε άδεια όστρακα ή σε τρύπες βράχων και κοραλλιών. Χαρακτηριστικό τέτοιο είδος των νερών μας είναι το *Aspidosiphon muelleri* που κατοικεί μέσα στα άδεια κελύφη των γαστερόποδων.

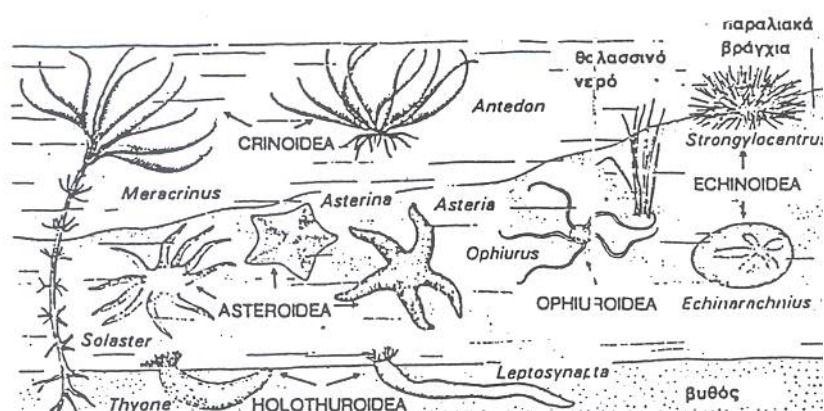
Το μακρύ πρόσθιο τμήμα τους φέρει το στόμα και μία τούφα από μικρούς λοβούς ή διακλαδισμένες κεραιές. Αυτά μπορούν να αποσύρονται μέσα στο σώμα, και τότε το Σωληνοειδές αποκτά συμπαγές σχήμα, που μοιάζει με μεγάλο φιστίκι. Περίπου 150 είδη είναι γνωστά, όλα ιζηματοφάγα που εμφανίζουν διασπορά μέχρι τα 7000 μέτρα βάθος (Lunn Margulis & Karlene V. Schwartz). Ενώ υπάρχουν αναφορές που εμφανίζουν 300 καταγεγραμμένα είδη (Λαζαρίδου, 1992).

Τα Σωληνοειδή εμφανίζουν το φαινόμενο της εστίασης σε συγκεκριμένα σημεία του πληθυσμού τους (pachiness).

Ως επί το πλείστον είναι ζώα γονοχωριστικά. Μόνο το είδος *Nephasoma minutum* είναι μονοχωριστικό. Ενώ τα είδη του γένους *Aspidosiphon* μπορούν να αναπαραχθούν και μη σεξουαλικά (asexually). Η γονιμοποίηση λαμβάνει χώρα στο νερό. Τα ζώα αυτά εμφανίζουν δύο κύρια αναπτυξιακά μονοπάτια ανάλογα με το

είδος κάποια δίνουν κατευθείαν ενήλικα άτομα αλλά τα περισσότερα περνούν από το στάδιο της τροχοφόρου προνύμφης.

Όλα τα **Εχινόδερμα** είναι θαλάσσιοι οργανισμοί. Είναι ζώα ελεύθερα ή προσκολλημένα που βρίσκονται σε όλα τα βάθη και σε όλα τα κλίματα. Σήμερα είναι γνωστά περί τα 6000 αρτίγωνα είδη. Το σώμα των ωρίμων ατόμων είναι δευτερογενώς ακτινοσυμμετρικό συνήθως πεντακτινοσυμμετρικό.



Εικόνα 15. Κάποιες ενδεικτικές μορφές Εχινόδερμων (Λαζαρίδου, 1992).

1.8 Στόχοι της παρούσας εργασίας.

Στο Κρητικό Πέλαγος έχει γίνει τα τελευταία χρόνια μία εντατική προσπάθεια περιγραφής των διαφόρων συστατικών του βενθικού οικοσυστήματος, με έμφαση στη μακροπανίδα και τη μεγαπανίδα. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια κάνουν δειλά - δειλά την εμφάνισή τους σημαντικές δουλειές αναφορικά με την μειοπανίδα του συγκεκριμένου χώρου.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι:

- 1) Η ποιοτική και η ποσοτική εκτίμηση (αριθμός ατόμων) της μακροπανίδας στην επιλεγμένη διατομή (DH) του Κρητικού Πελάγους.
- 2) Ο εντοπισμός των σημαντικότερων περιβαλλοντικών διαβαθμίσεων, που φαίνεται να καθορίζουν την κατανομή αυτής της ομάδας οργανισμών στο χώρο.
- 3) Η αναζήτηση των πιθανών σχέσεων ανταγωνισμού ή μη μεταξύ των ειδών που συνθέτουν κάθε φορά την οικολογική εικόνα ενός σταθμού.

2. ΥΛΙΚΑ – ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Στρατηγική δειγματοληψίας.

Ο δειγματολήπτης που χρησιμοποιήθηκε ήταν Anchor dredge και το βάθος διείσδυσης του στο υπόστρωμα ήταν περίπου 10 εκατοστά, λόγω της φύσης του συγκεκριμένου δειγματοληπτικού πεδίου. Θεωρούμε το βάθος αυτό περίπου σταθερό. Η στρατηγική δειγματοληψίας που ακολουθήθηκε για την συλλογή των δειγμάτων ήταν αυτή της κατά μήκος διατομής, λόγω της βαθυμετρικής διαβάθμισης των διαφόρων μεταβλητών (Tselerides, 1992) που μας ενδιαφέρουν. Πραγματοποιήθηκαν τέσσερεις δειγματοληψίες: τον Απρίλιο, τον Ιούνιο, τον Αύγουστο και το Νοέμβριο του 1989. Η διατομή (DH) του Κρητικού Πελάγους που επιλέχθηκε αποτελούνταν συνολικά από τρεις σταθμούς σε βάθη 200m, 500m, 700m από τη δειγματοληψία του Απριλίου και από ένα σταθμό σε βάθος 500m για τις δειγματοληψίες των υπολοίπων μηνών.

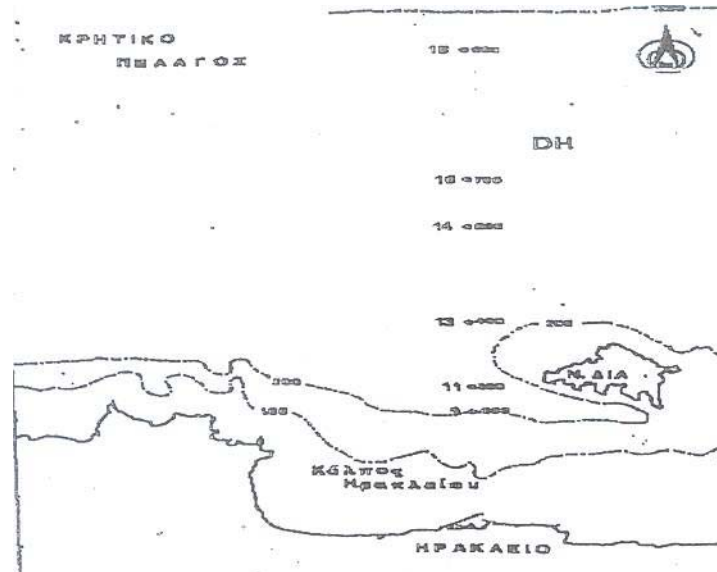
Κωδικός σταθμού	Βάθος σε m	Εποχή	Συντομογραφία σταθμών
3DH3-9	200	Απρίλιος	200A
3DH3-14	500	Απρίλιος	500A
3DH3-16	700	Απρίλιος	700A
4DH3-14	500	Ιούνιος	500I
5DH3-14	500	Αύγουστος	500AY
6DH3-14	500	Νοέμβριος	500N

Πίνακας 1. Αναλυτικά τα βάθη και οι εποχές δειγματοληψίας.

Σταθμοί	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος
3DH3-9	35 ⁰ 25,00	25 ⁰ 09,00
3DH3-14	35 ⁰ 30,40	25 ⁰ 09,00
3DH3-16	35 ⁰ 34,90	25 ⁰ 09,00
4DH3-14	35 ⁰ 30,40	25 ⁰ 09,00
5DH3-14	35 ⁰ 30,40	25 ⁰ 09,00
6DH3-14	35 ⁰ 30,40	25 ⁰ 09,00

Πίνακας 2. Αναλυτικά τα γεωγραφικά μήκη και πλάτη των σημείων δειγματοληψίας.

Η διατομή του Κρητικού Πελάγους έχει κατεύθυνση από βορρά προς νότο και μήκος 14 ναυτικά μίλια ενώ απέχει 4 ναυτικά μίλια από την ξηρά. Σε παράλληλη θέση με την επιλεγμένη διατομή και σε απόσταση περίπου 11 μιλίων από τη μέση του Κρητικού κόλπου βρίσκεται η νήσος Ντία.



Εικόνα 16. Η διατομή DH που επιλέχθηκε.

Ο όγκος του ιζήματος που συλλέχθηκε σε καθεμία από τις παραπάνω δειγματοληπτικές προσπάθειες αναλυτικά φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί. Με βάση αυτό, και με γνώμονα τα τεχνικά χαρακτηριστικά του δειγματολήπτη μας, έγινε η αναγωγή των δεδομένων σε αριθμό ζώνων ανά τετραγωνικό εκατοστό και όχι σε αριθμό ατόμων ανά μονάδα όγκου ιζήματος. Δηλαδή τα δείγματα μας ουσιαστικά αντιμετωπίστηκαν σαν να ήταν ποσοτικά.

$$\text{Όγκος} = \text{επιφάνεια} \cdot \text{ύψος}$$

Η διαφορά που παρατηρείται στο συλλεγόμενο κάθε φορά όγκο ιζήματος από το δειγματοληπτικό εργαλείο σχετίζεται με τη φύση του πυθμένα στη συγκεκριμένη γραμμή δράσης, καθώς και με τον παράγοντα της τύχης που στην μελέτη των βαθιών θαλασσών κατέχει πρωταρχικό ρόλο. Δηλαδή, την πιθανότητα να κλείσει το στόμιο του μέσου πλήρως, ή μάλλον καλύτερα μερικώς, από κάτι που θα προσκολληθεί από τον πυθμένα π.χ. μεγάλες πέτρες.

Σταθμοί	Όγκος ιζήματος
3DH3-9	120
3DH3-14	120
3DH3-16	120
4DH3-14	80
5DH3-14	97
6DH3-14	100

Πίνακας 3. Ο όγκος ιζήματος που συλλέχθηκε σε κάθε δειγματοληπτική προσπάθεια.

❖ Επιλογή του σταθμού των 500 m στα πλαίσια της επαναληψιμότητας.

Η επιλογή της επαναληψιμότητας στο σταθμό των 500 μέτρων συσχετίζεται με το γεγονός ότι οι σχετικά υψηλές θερμοκρασίες των υδάτων κάτω από τα 300 μέτρα βάθος εμποδίζουν τον εγκλιματισμό της πλειονότητας των ατλαντικών βαθύβιων ειδών, γι' αυτό και τα περισσότερα βαθύβια είδη στη Μεσόγειο είναι ευρύοικα και η βαθυμετρική τους κατανομή εκτείνεται μέχρι τα 500 μέτρα. Σημαντικό ρόλο στην επιλογή του συγκεκριμένου βάθους έπαιξε και το γεωγραφικό προφίλ του πυθμένα, σχετιζόμενο με τη φύση της κυκλοφορίας των υδάτων, που ενδεχομένως να δημιουργούν αποθέσεις θρεπτικού υλικού στην εν λόγω περιοχή. Ανεξάρτητα όμως του γεωλογικού προφίλ, εκτιμάται ότι μέχρι το βάθος αυτό φτάνει ικανοποιητική ποσότητα θρεπτικών στοιχείων, έτσι ώστε να μπορεί να υποστηρίξει μια πλήρη ολιγοτροφική κοινωνία οργανισμών. Αποτελεί δηλαδή μία ουσιαστικά τυπική εικόνα. Επίσης, όπως είδαμε και παραπάνω, μετά τα 400 μέτρα βάθος αρχίζει η δράση των δύο μόνιμων στροβίλων του Κρητικού, άρα κατ' ουσία στα βάθη αυτά πραγματοποιείται ανάδευση του νερού και κατ' επέκταση του ιζήματος. Μπορεί λοιπόν να εικάσει κανείς ότι αυτή η ανάδευση μάλλον ευνοεί την πρωτογενή παραγωγικότητα, μια που ίσως να γίνεται και επανατροφοδότηση της στήλης του νερού με θρεπτικά και κυρίως φώσφορο. Επίσης, από το συγκεκριμένο βάθος ξεκινάει ουσιαστικά το βαθύαλο οικοσύστημα. Αποτελεί δηλαδή μία ενδιάμεση ζώνη πριν την απόλυτα βαθιά θάλασσα. Επιπρόσθετα, στο εν λόγω βάθος στην περιοχή δειγματοληψίας δεν πραγματοποιείται καμία ανθρωπογενής δραστηριότητα, πρόκειται δηλαδή για ένα αδιατάρακτο σύστημα.

2.2 Διαδικασία δειγματοληψίας.

❖ Μέσο διεκπεραίωσης των δειγματοληψιών.

Για την πραγματοποίηση των δειγματοληψιών χρησιμοποιήθηκε το ένα από τα δύο μεγάλα ερευνητικά σκάφη που διαθέτει η χώρα, το «Φιλία». Το σκάφος αυτό ανήκει στο Ινστιτούτο Θαλάσσιας Βιολογίας Κρήτης.

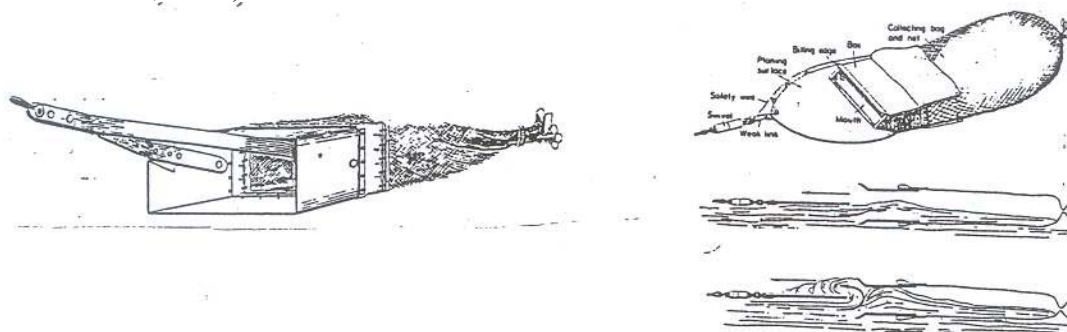


Εικόνα 17. Το ερευνητικό σκάφος «Φιλία»

Το «Φιλία» έχει μήκος 26 μέτρα, πλάτος 7,15 μέτρα και βύθισμα 2,6 μέτρα. Φέρει μηχανή Man 450 SHP και έχει δυναμικότητα πέρα από το πλήρωμά του να φιλοξενήσει 6 επιστήμονες.

❖ Περιγραφή δειγματολήπτη.

Ο Anchor dredge θεωρείται ημιποσοτικός δειγματολήπτης, με γνωστό βάθος εισχώρησης μέσα στο ιζήμα. Αποτελείται όπως φαίνεται και από την εικόνα που ακολουθεί, από ένα σάκο κατασκευασμένο από караβόπανο, που υποστηρίζεται από ένα νάυλον δίχτυ των 2,5 cm. Το στόμιό του είναι κατασκευασμένο κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να εμποδίζεται η εισχώρηση του πολύ βαθιά μέσα στο ιζήμα. Αυτό τον καθιστά ικανό να καλύψει τα δέκα πρώτα επιφανειακά εκατοστά του ιζήματος για μία περιοχή μέχρι 1,3 m², σε άριστες συνθήκες με μηδενική αστοχία (A. Eleftheriou and N.A Holme, 1984).



Εικόνα 18. Η εικόνα ενός τυπικού δειγματολήπτη Anchor dredge βαθιάς θάλασσας (A. Eleftheriou and N.A Holme, 1984).

❖ Προβλήματα όσον αφορά τη χρήση του δειγματολήπτη Anchor dredge. Πηγές σφαλμάτων κατά το σχεδιασμό της δειγματοληψίας.

Ποιοτικά ή ποσοτικά τα δεδομένα του Anchor dredge; Αυτό είναι ένα ερώτημα που έχει ταλανίσει αρκετούς επιστήμονες στο χώρο της θαλάσσιας έρευνας. Ωστόσο υπάρχει ένα σύνολο παραγόντων που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά την επιλογή του συγκεκριμένου εργαλείου, όπως τα εξής:

- ◆ Δεν είναι εύκολο να εκτιμήσει κανείς το χρόνο που το εργαλείο βρίσκεται στον πυθμένα, λόγω του ότι αυτό εξακολουθεί να κάνει σύρση ακόμη και όταν έχει αρχίσει το «κάλεσμά» του στην επιφάνεια. Πέραν τούτου όμως, η φύση του είναι τέτοια που δεν μπορεί κανείς να εκτιμήσει πόση ώρα «δούλεψε» κανονικά, διότι αυτός είναι ένας παράγοντας που σχετίζεται άμεσα με τη φύση του πυθμένα και άρα με το σύνολο της ποικιλομορφίας που αυτός μπορεί να παρουσιάζει.
- ◆ Επίσης, το σύνολο της πανίδας που συλλέγεται αντιστοιχεί ουσιαστικά μόνο στην πανίδα της επιφάνειας του ιζήματος και σε πολύ μικρό ποσοστό των οργανισμών που ζουν βαθύτερα μέσα σε αυτό (Mason *et. al.* 1979, A. Eleftheriou and N.A. Holme, 1984).
- ◆ Επίσης, δεν είναι εύκολο να εκτιμηθεί η απόσταση που ο δειγματολήπτης έχει διανύσει, λόγω της πιθανότητας των γλιστρημάτων που σύμφωνα με τους A. Eleftheriou and N.A. Holme, μπορεί να οδηγήσει σε σφάλμα της τάξης του 40%.

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι γενικά στη βαθιά θάλασσα, σε ορισμένες περιπτώσεις συνίσταται ή και απαιτείται η χρήση περισσότερων του ενός δειγματοληπτών. Συχνά το πεδίο εργασίας και οι κλιματολογικές συνθήκες δημιουργούν σοβαρά προβλήματα. Ο χρόνος σε όλες τις προσπάθειες ήταν πάντα ο ίδιος, άρα η ποσότητα του ιζήματος που κάθε φορά εισχωρούσε στο δειγματολήπτη δε σχετίζεται με τη διάρκεια της προσπάθειας, αλλά με τη φύση του υποστρώματος που το εργαλείο συναντούσε, με τη φυσιογνωμία του βυθού, καθώς και με τον παράγοντα της τύχης όπως έχουμε ήδη επισημάνει. Θα πρέπει επίσης να

επισημάνουμε ότι η ανάλυση δειγμάτων από τον ίδιο χώρο ανάλογα με τον δειγματολήπτη που χρησιμοποιείται κάθε φορά μπορεί να δώσει μεγάλες διαφορές στις τιμές τις αφθονίας της μελετούμενης ομάδας.

Επίσης, η μελέτη της εποχικής δυναμικής μέσα στο χρονικό διάστημα ενός μονάχα έτους δεν μπορεί παρά να προσεγγίσει απλά την κατάσταση, πόσο μάλλον όταν το σύνολο των δειγμάτων δεν αντιστοιχεί, ή μάλλον καλύτερα δεν μπορεί να καλύψει το σύνολο των εποχών ενός έτους. Σε αυτή την περίπτωση, οποιαδήποτε αναφορά σε εποχικότητα θα πρέπει να γίνεται μονάχα αναφορικά και με πολύ μεγάλη προσοχή.

2.3 Τεχνικές πεδίου

Επάνω στο πλοίο τα δείγματα ξεπλένονταν σε κόσκινα διαμέτρου 0,5 mm αποσκοπώντας στην έκπλυση μεγάλου ποσοστού του κλάσματος ιλύος – αργίλου περιέχεται στα ιζήματα της περιοχής. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι μία σχετική έκπλυση λάμβανε χώρα και κατά την πορεία του δειγματολήπτη από το βυθό μέχρι την επιφάνεια.

Οι εργασίες πεδίου ολοκληρώνονταν με την τοποθέτηση των δειγμάτων σε πλαστικά δοχεία και την προσθήκη διαλύματος φορμόλης – θαλασσινού νερού 10% κατά όγκο.

2.4 Εργαστηριακές τεχνικές.

❖ Διαχωρισμός – Στερέωση του δείγματος.

Για το διαχωρισμό ιζήματος – μακροπανίδας χρησιμοποιήθηκε κόσκινο ανοίγματος 0,5 mm. Αυτό κρίθηκε αναγκαίο, γιατί από μελέτες (Reish, 1959) έχει δείχθει ότι με τέτοιο άνοιγμα συλλέγεται το 67,7 % των ατόμων έναντι του 22,5 % με κόσκινο ανοίγματος 1 mm (Tselepidis, 1992, Karakasis, 1991). Η χρήση του συγκεκριμένου κοσκίνου υπαγορεύεται και από το φαινόμενο του «νανισμού» που χαρακτηρίζει τη βενθική πανίδα της Ανατολικής Μεσογείου (Peres & Ricard, 1958).

Μετά το κοσκίνισμα, το δείγμα με τα αδρότερα μέρη του ιζήματος και την πανίδα συντηρήθηκε σε διάλυμα φορμόλης 10 %, που αραιώθηκε με θαλασσινό νερό. Το συγκεκριμένο συντηρητικό και η συγκέντρωση συνιστώνται από πολλούς ερευνητές (Fauchald, 1977, Eleftheriou & Holme, 1984), για στερέωση των ιστών στους περισσότερους οργανισμούς. Το κύριο πρόβλημα που προέκυψε ήταν η μείωση του pH, που είχε ως αποτέλεσμα τη διάλυση ή τη λέπτυνση των ασβεστολιθικών τμημάτων κάποιων οργανισμών, για παράδειγμα των Διθύρων.

❖ Διαλογή των οργανισμών.

Στο δείγμα προστέθηκε rose Bengal σε ποσότητα που αναλογούσε σε 1gr / lt περίπου. Το δείγμα παρέμενε σε αυτή τη χρωστική για δύο τουλάχιστον εικοσιτετράωρα, ώστε να χρωστούν επαρκώς οι ζωικοί οργανισμοί. Στη συνέχεια γινόταν έκπλυση του δείγματος με νερό. Αρχικά μικρή ποσότητα δείγματος τοποθετήτω σε κανάτα χωρητικότητας 1 λίτρου με πόμα, στην οποία και γινόταν η ανάδευση χειρωνακτικά για το διαχωρισμό του ελαφρότερου και του βαρύτερου κλάσματος. Κατόπιν, το υπερκείμενο στρώμα νερού οδηγήτω στο επιλεγμένο κόσκινο για την απομάκρυνση του υγρού μέσου και την συγκέντρωση των οργανισμών. Στη συνέχεια, το περιεχόμενο από το κόσκινο μεταφερόταν σε ένα δίσκο για περαιτέρω διαλογή με τη βοήθεια μεγεθυντικού φακού. Η διαδικασία αυτή

επαναλαμβανόταν για περισσότερες της μίας φορές, έτσι ώστε να είμαστε σίγουροι για τη συλλογή του συνόλου των ατόμων.

❖ Προσδιορισμοί.

Ο προσδιορισμός των ζώων έγινε με τη χρήση στερεοσκοπίου και μικροσκοπίου, γεγονός που επιβαλλόταν λόγω του μεγέθους τους.

Οι προσδιορισμοί έφτασαν μέχρι το επίπεδο που ήταν εφικτό. Ανασταλτικό ρόλο, όσον αφορά την αναγνώριση κάποιων ατόμων μέχρι το επίπεδο του είδους έπαιζε αφενός μεν το μέγεθός τους και αφετέρου η κατάσταση τους.

Δεν προσδιορίστηκαν τα συγκεντρωμένα άτομα των Νηματωδών και των Τρηματοφόρων, λόγω της ταξινομικής τους ένταξης στη μειοπανίδα. Δεν προσδιορίστηκαν επίσης οι Νημερτίνοι, και αυτό γιατί ο προσδιορισμός τους γίνεται μόνο όσο είναι ζωντανοί, και τα Μυσιδώδη, γιατί επρόκειτο για ένα αριθμό νεαρών ατόμων, που δεν ήταν σε ιδιαίτερα καλή κατάσταση.

Μία άλλη ομάδα που δεν αναγνωρίστηκε είναι τα Οστακώδη, ομάδα ιδιαίτερα άφθονη στην μεσοπελαγική ζώνη. Ανήκουν στο φύλο των Καρκινοειδών. Έχουν ένα χαρακτηριστικό όστρακο ή οστράκιο, που τους δίνει τη μορφή μικρών Διθύρων με εξαρτήματα.

Δεν αναγνωρίστηκαν επίσης τα Χαιτόγναθα, που αποτελούν σημαντικούς θηρευτές των νερών αυτών. Πολλές φορές βρίσκονται σε μεγάλους αριθμούς μέσα στο πλαγκτόν, ενώ τρέφονται με διάτομα, Κωπήποδα κ.λ.π., που τα συλλαμβάνουν με τις κινούμενες χιτινώδεις σμήριγγες ή άγκιστρα που βρίσκονται δεξιά και αριστερά από το στόμα τους.

Τα Πολυπλακοφόρα ήταν μία μικρή πληθυσμιακά ομάδα, τα άτομα της οποίας επίσης δεν αναγνωρίστηκαν. Το σώμα τους καλύπτεται με κέλυφος που αποτελείται από 8 ασβεστιτικές πλάκες, που επιτρέπουν την σφαιροποίηση του σώματος.

Για τον προσδιορισμό των ζώων χρησιμοποιήθηκαν ένα σύνολο ταξινομικών συγγραμμάτων και αρκετές εργασίες. Αξίζει να επισημάνει κανείς τα προβλήματα που συναντάει στην προσπάθεια αναζήτησης βιβλιογραφίας αποκλειστικά για τα είδη της Ανατολικής Μεσογείου.

2.5 Ανάλυση δεδομένων.

«Η ωριμότητα μίας επιστήμης συναρτάται με το βαθμό μαθηματικοποίησής της», ισχυρίζονται κάποιοι.

Ο ισχυρισμός αυτός φαίνεται να επαληθεύεται, στο πεδίο τουλάχιστον της οικολογίας με τη γενική έννοια του όρου, δηλαδή τόσο στη χερσαία όσο και στη θαλάσσια οικολογία, όπου μέσα σε έναν περίπου αιώνα περάσαμε από την περιγραφική - φυσιολογική οικολογία, αρχικά σε απλά και αργότερα σε συνθετότερα μοντέλα. Τα σύνθετα αυτά μοντέλα είναι σίγουρα δυσνόητα, χωρίς ταυτόχρονα να είναι πάντα επιτυχημένα.

Τα οικολογικά δεδομένα παρουσιάζουν ιδιομορφίες, που κάνουν απαραίτητη τη χρήση ειδικών μαθηματικών τεχνικών, οι οποίες αποκλίνουν σημαντικά από την κλασσική στατιστική.

❖ **Μετασχηματισμός των δεδομένων.**

Η επεξεργασία των δεδομένων έλαβε χώρα μετά την αναγωγή τους ανά τετραγωνικό μέτρο, δηλαδή αντιμετωπίστηκαν ουσιαστικά σαν ποσοτικά δείγματα και το μετασχηματισμό τους με την βοήθεια της τετραγωνική ρίζας. Ο μετασχηματισμός αυτός επιλέχθηκε λόγω του μικρού αριθμού ατόμων ανά είδος. Ο μετασχηματισμός των δεδομένων γίνεται επιτακτικός, λόγω της βασικής αρχής της στατιστικής ότι η διακύμανση είναι ανάλογη του μέσου (K.R. Clarke & R.M. Warwick, κεφάλαιο 9). Ο μετασχηματισμός λειτουργεί συμπιέζοντας κατά κάποιο τρόπο τα δεδομένα, με την ταυτόχρονη διατήρηση των διαφορών στα μεγέθη. Άρα, όσο πιο ισχυρός είναι ο μετασχηματισμός, τόσο μεγαλύτερο βάρος αποκτούν τα σπάνια είδη.

❖ **Τρόποι επεξεργασίας.**

I. Ανάλυση ποικιλότητας.

«Μολονότι η ποικιλότητα είναι ένα από τα κεντρικά θέματα της οικολογίας, υπάρχει ασυμφωνία για το πώς πρέπει να μετράται», Magurran 1988. (Λαμπαδαρίου, 2001).

Η ποικιλότητα μίας βιοκοινωνίας καθορίζεται από δύο στοιχεία: α) τον αριθμό των ειδών και β) τη σχετική αφθονία τους, δηλαδή την κατανομή του συνολικού αριθμού των ατόμων ανάμεσα στα είδη της συγκεκριμένης βιοκοινωνίας. Στατιστικά αυτό καλείται βαθμός ισομερούς κατανομής. Στην οικολογία, οι περισσότερες μελέτες ταυτοποιούν την ποικιλότητα με τον αριθμό των ειδών. Όμως ο αριθμός των ειδών από μόνος του, δεν μπορεί να περιγράψει ικανοποιητικά τη δομή της κάθε βιοκοινωνίας, μια που ο αριθμός των ατόμων μέσα σε κάθε είδος διαφέρει. Αυτός ήταν και ο λόγος που ώθησε στην ανάπτυξη δεικτών, οι οποίοι λαμβάνουν υπ' όψιν τους και το βαθμό της ισομερούς κατανομής.

Συνολικά, στη θαλάσσια οικολογία χρησιμοποιείται σήμερα μια πληθώρα δεικτών ποικιλότητας, από τους οποίους άλλοι δίνουν μεγαλύτερο βάρος στον αριθμό των ειδών και άλλοι στο βαθμό της ισομερούς κατανομής. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα να προκύπτουν πολλές φορές διαφορές στις κατατάξεις των δειγμάτων, ανάλογα με το δείκτη που χρησιμοποιείται.

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν τρεις δείκτες και των δύο κατηγοριών. Οι δύο από αυτούς δίνουν μεγαλύτερη βαρύτητα στον αριθμό των ειδών και είναι οι Shannon (H'), Margalef (d) και ένας τρίτος δείκτης ο Pielou's (J') ο οποίος δίνει μεγαλύτερο βάρος στο βαθμό της ισομερούς κατανομής. Οι δείκτες αυτοί θα αναλυθούν παρακάτω.

α. Ο δείκτης Shannon (H').

Ο δείκτης αυτός έχει χρησιμοποιηθεί περισσότερο από όλους τους άλλους στην ανάλυση των βιοκοινωνιών. Η κατώτερη τιμή που μπορεί να πάρει είναι μηδέν, όταν όλα τα άτομα ανήκουν σε ένα και μοναδικό είδος. Αντίθετα, δεν έχει μέγιστη τιμή, εκτός από τη θεωρητική και μόνο περίπτωση, όπου όλα τα είδη έχουν ακριβώς τον ίδιο αριθμό ατόμων.

Ο δείκτης Shannon (H') υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i)(\log_2 p_i)$$

όπου: s είναι ο αριθμός των ειδών των δειγμάτων και p_i η σχετική πυκνότητα του είδους i.

Ο δείκτης αυτός προϋποθέτει ότι τα άτομα του δείγματος συλλέγονται τυχαία από πολύ μεγάλους (άπειρους) πληθυσμούς και ότι όλα τα είδη της βιοκοινωνίας αντιπροσωπεύονται. Επειδή όμως κάτι τέτοιο είναι αδύνατον, ενώ συνήθως ο αριθμός των ατόμων στο δείγμα είναι μικρότερος του πραγματικού, ο δείκτης περικλείει υποκειμενική εκτίμηση. Επηρεάζεται πολύ από το μέγεθος του δείγματος.

β. Ο δείκτης Margalef (d).

Ο δείκτης αυτός είναι επίσης από τους πλέον χρησιμοποιούμενους στη θαλάσσια οικολογία και εκφράζει τον αριθμό των ειδών στο δείγμα. Αν και λαμβάνει υπόψη του το μέγεθος του δείγματος, επηρεάζεται αρκετά από αυτό με αποτέλεσμα να παρουσιάζει και αυτός τα ίδια προβλήματα με το δείκτη Shannon (H'). Ο δείκτης Margalef (d) υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$d = (S-1) / (\ln(N))$$

όπου: S είναι ο αριθμός των ειδών του δείγματος και N είναι ο αριθμός των ατόμων του δείγματος.

γ. Ο δείκτης της ισομερούς κατανομής Pielou's (J').

Οι δείκτες ισομερούς κατανομής περιγράφουν πώς κατανέμονται τα άτομα ανάμεσα στα είδη. Ένας τρόπος να εκτιμήσουμε το μέγεθος αυτό είναι χρησιμοποιώντας το δείκτη Shannon (H') και υπολογίζοντας το λόγο της παρατηρούμενης ποικιλότητας προς τη θεωρητική μέγιστη τιμή H_{max} , η οποία όπως προαναφέραμε επιτυγχάνεται όταν όλα τα είδη της βιοκοινωνίας μας έχουν ακριβώς τον ίδιο αριθμό ατόμων. Παρατηρούμε δηλαδή ότι στους υπολογισμούς συμμετέχει και ο αριθμός των ειδών που έχουμε στο δείγμα μας, ο δείκτης αυτός εξαρτάται επίσης από το μέγεθος του δείγματος. Ένα άλλο μειονέκτημα του δείκτη αυτού είναι πως είναι πολύ ευαίσθητος στις αλλαγές του αριθμού (πρόσθεση- αφαίρεση) των πολύ σπάνιων ειδών του δείγματος. Ο δείκτης Pielou's (J') υπολογίζεται ως εξής:

$$J = H' / H_{max} = H' / \log_2 S$$

Όπου H' είναι ο δείκτης ποικιλότητας του Shannon χρησιμοποιώντας \log_2 .

II. Πολυμεταβλητή ανάλυση.

Τα πανιδικά δεδομένα έχουν τη μορφή πολυδιάστατων μεταβλητών. Για παράδειγμα, η εύρεση ενός ζώου αντικατοπτρίζει ουσιαστικά ένα σύνολο παραμέτρων που αφορούν το δειγματοληπτικό πεδίο όπως τη δυναμική του οικοσυστήματος, τις διατροφικές σχέσεις, τη θερμοκρασία κτλ. Η κατανοητή απεικόνιση τους λοιπόν απαιτεί τη μαθηματική του επεξεργασία. Τέτοιες μαθηματικές επεξεργασίες είναι η **κατάταξη (classification)**, η οποία οδηγεί στην

απεικόνιση με τη μορφή του δενδρογράμματος και η **διευθέτηση (ordination)**, που οδηγεί σε δυσδιάστατη απεικόνιση καρτεσιανών συντεταγμένων.

Για κάθε μία από αυτές τις κατηγορίες έχουν προταθεί ανά διαστήματα πολλές και ποικίλες εκδοχές, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει ένας απόλυτα παραδεκτός τρόπος επεξεργασίας.

Οι περισσότερες από αυτές τις τεχνικές βασίζονται στον υπολογισμό της ομοιότητας με κάποιο τρόπο των δεδομένων αφθονίας ανάμεσα σε διαφορετικά δείγματα. Η ομοιότητα αυτή υπολογίζεται συνήθως με την κατασκευή κάποιας μήτρας ομοιότητας, στην οποία συμπεριλαμβάνονται όλα τα υπό εξέταση δείγματα. Στο παρελθόν έχουν χρησιμοποιηθεί διάφοροι δείκτες ομοιότητας, ο πιο πολυχρησιμοποιημένος όμως και μάλλον ο πιο κατάλληλος για θαλάσσια δεδομένα είναι ο **δείκτης ομοιότητας Bray-Curtis**, ο οποίος υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$\delta_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^S |Y_{ij} - Y_{ik}|}{\sum_{i=1}^S (Y_{ij} + Y_{ik})}$$

όπου: Y_{ij} : η αφθονία του είδους i στο δείγμα j
 Y_{ik} : η αφθονία του είδους i στο δείγμα k
 S : ο συνολικός αριθμός ειδών
 δ_{jk} = η ανομοιότητα μεταξύ των δειγμάτων j και k αθροισμένη για όλα τα S είδη
 $1 - \delta_{jk}$ = ορίζεται ως η ομοιότητα μεταξύ των δειγμάτων j και k

Συνήθως οι τεχνικές αυτές, εκτός από την ομοιότητα υπολογίζουν ταυτόχρονα και την ανομοιότητα μεταξύ των δειγμάτων, η οποία είναι ακριβώς το αντίθετο. Δηλώνει δηλαδή κατά πόσο δυο ή περισσότερα δείγματα διαφέρουν μεταξύ τους με βάση τη δομή της βιοκοινωνίας τους. Οι ανομοιότητες αυτές μετατρέπονται στη συνέχεια σε αποστάσεις και χρησιμοποιούνται συνήθως σε διαγράμματα δύο διαστάσεων, απεικονίζοντας έτσι το πόσο κοντά ή μακριά βρίσκονται τα διάφορα δείγματα μεταξύ τους. Έτσι, δείγματα με μεγάλη ανομοιότητα θα βρίσκονται πολύ απομακρυσμένα πάνω στο διάγραμμα, ενώ δείγματα με μικρή ή μηδενική ανομοιότητα θα βρίσκονται σχεδόν δίπλα το ένα στο άλλο.

α. Κατάταξη (Cluster analysis)

Η κατάταξη χρησιμοποιεί τη μήτρα ομοιότητας για να κατατάξει τα δείγματα σε ομάδες έτσι ώστε σε κάθε ομάδα να συνυπάρχουν τα δείγματα με τη μεγαλύτερη ομοιότητα. Το αποτέλεσμα της μεθόδου είναι ένα διάγραμμα (δενδρόγραμμα) όπου ο άξονας X αντιπροσωπεύει το βαθμό ομοιότητας μεταξύ των ομάδων και στον άξονα Y απεικονίζεται ένας πλήρης κατάλογος με όλα τα δείγματα τα οποία συμμετέχουν στην ανάλυση.

β. Διευθέτηση (MDS)

Η διευθέτηση σε γενικές γραμμές δημιουργεί ένα διάγραμμα όπου απεικονίζονται τα δείγματα μας σε ένα καθορισμένο αριθμό διαστάσεων συνήθως

δύο. Ο αλγόριθμος MDS θεωρείται σήμερα μια από τις πιο χρήσιμες τεχνικές διευθέτησης που υπάρχουν. Βασίζεται σε μία σχετικά απλή ιδέα και το πεδίο εφαρμογών του είναι ευρύ. Τα βήματα που ακολουθούνται σε γενικές γραμμές από τον συγκεκριμένο αλγόριθμο είναι τα εξής: αρχικά τοποθετούνται όλα τα δείγματα πάνω στο δυσδιάστατο διάγραμμα σε τυχαίες θέσεις. Στη συνέχεια ακολουθεί μια μη γραμμική παλινδρόμηση ανάμεσα στις αποστάσεις που υπάρχουν ανάμεσα στα σημεία και τις ανομοιότητες τους. Ακολουθούν δοκιμές και αλλαγές των αρχικών τυχαίων σημείων, μέχρι να βρεθεί η καλύτερη δυνατή παλινδρόμηση. Το πόσο πετυχημένη είναι τελικά η απεικόνιση των σημείων μετράται με ένα μέγεθος, το οποίο ονομάζεται stress. Για να είναι πετυχημένη μία απεικόνιση, πρέπει η τιμή του stress να είναι σχετικά μικρή. Δηλαδή τιμή stress $< 0,05$ δίνει μία σχεδόν άριστη απεικόνιση των δεδομένων, χωρίς την παραμικρή πιθανότητα παρερμηνείας. Στην περίπτωση μας οι τιμές stress ήταν πάντα μικρότερες αυτού του ορίου. Στα πλαίσια της επεξεργασία των δικών μας δειγμάτων τόσο για την κατασκευή του δενδρογράμματος, όσο και για την κατασκευή του διαγράμματος MDS, χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης ομοιότητας Bray-Curtis.

III. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των μεθόδων που χρησιμοποιήσαμε.

Ακολουθεί μία συνοπτική παρουσίαση των κυριότερων πλεονεκτημάτων αλλά και μειονεκτημάτων για κάθε μία από τις μεθόδους που χρησιμοποιήσαμε:

- Η κατάταξη για παράδειγμα έχει το πλεονέκτημα να διακρίνει ομάδες δειγμάτων και να δίνει μία εύκολα αντιληπτή εικόνα των ομάδων αυτών. Το σχήμα το οποίο προκύπτει σε γενικές γραμμές δεν επηρεάζεται σημαντικά από την προσθήκη ή την αφαίρεση δειγμάτων, δεν επηρεάζεται δηλαδή από δείγματα σε ακραίες συνθήκες. Μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι το ότι ο χρήστης του προγράμματος θα πρέπει να αποφασίσει μόνος του σε ποιο επίπεδο θα πρέπει να τραβήξει την διαχωριστική γραμμή διάκρισης των ομάδων, επίσης η σειρά των ομάδων δεν αντιπροσωπεύει αναγκαστικά μία διαβάθμιση και τέλος το αποτέλεσμα της λειτουργίας του είναι αναγκαστικά ο σχηματισμός ομάδων ανεξάρτητα του πόσο σημαντική είναι η διαφορά μεταξύ τους.
- Το MDS είναι η μέθοδος διευθέτησης που δίνει την πιστότερη απεικόνιση της διάταξης των δειγμάτων σε δύο διαστάσεις. Το σημαντικότερο μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι δεν παρέχει άξονες με τις ιδιοτιμές τους, κατάλληλους για σύγκριση με τις περιβαλλοντικές παραμέτρους. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στις διαδοχικές δοκιμές και συγκρίσεις των αποστάσεων μεταξύ των δειγμάτων. Έτσι οι άξονες που παρέχει κατά κάποιο τρόπο είναι αυθαίρετοι και το δισδιάστατο σχήμα που προκύπτει μπορεί να περιστραφεί κατά οποιαδήποτε γωνία. Επίσης συχνά η απεικόνιση των δειγμάτων μέσω αυτής της μεθόδου υποφέρει από το φαινόμενο του «πετάλου», horsehoe effect, δηλαδή μία στρέβλωση κατά την οποία τα δείγματα που αντιστοιχούν στα άκρα της διαβάθμισης πλησιάζουν μεταξύ τους, μεταφορικά μπορούμε να πούμε ότι λυγίζουν σχηματίζοντας κάτι σαν πέταλο.
- Επίσης όσον αφορά τη χρήση του δείκτη ομοιότητας Bray-Curtis, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι θεωρείται ο πλέον αξιόπιστος για τη σύγκριση ποσοτικών δειγμάτων. Υπάρχει στο σημείο αυτό λοιπόν μία αυθαιρεσία στη χρήση του, μία που τα δικά μας δείγματα είναι ημιποσοτικά. Η επιλογή αυτή στηρίχθηκε στο ότι ο δείκτης αυτός είναι ο πλέον πολυχρησιμοποιημένος μεταξύ των διαφόρων δεικτών ομοιότητας, που ανά διαστήματα έχουν προταθεί αλλά και

χρησιμοποιηθεί, και στο γεγονός ότι είναι γενικά αποδεκτός ως ο πλέον κατάλληλος για θαλάσσια δεδομένα.

IV. Προσδιορισμός των χαρακτηριστικών ειδών με το λογισμικό SIMPER.

Για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών ειδών χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό SIMPER. Η μέθοδος αυτή, υπολογίζει τη συμμετοχή του κάθε είδους χωριστά στη συνολική μέση ανομοιότητα που υπάρχει μεταξύ δύο ομάδων δειγμάτων καθώς και τη συμμετοχή του κάθε είδους στη συνολική ομοιότητα που υπάρχει σε κάθε ομάδα. Με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνονται δυο πράγματα, αφενός χαρακτηρίζονται τα είδη στα οποία οφείλεται ο διαχωρισμός των δειγμάτων σε διακριτές ομάδες και αφετέρου μπορούμε να ξεχωρίσουμε ποια είναι εκείνα τα είδη τα οποία είναι τυπικά στην κάθε ομάδα με την έννοια της μεγάλης συμμετοχής τους στη συνολική ομοιότητα μέσα στην ομάδα.

V. Σύνδεση βιοτικών και αβιοτικών παραμέτρων με το λογισμικό BIO-ENV

Το λογισμικό αυτό εξετάζει εάν υπάρχουν σχέσεις ανάμεσα στα πανιδικά δεδομένα μιας βιοκοινωνίας και στους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Πρόκειται για μία σχετικά απλή μέθοδο η οποία όμως τα τελευταία χρόνια έχει φανεί ιδιαίτερα αποτελεσματική σε θαλάσσια δεδομένα. Αρχικά τα δύο σύνολα των βιοτικών και των αβιοτικών δεδομένων δέχονται ανεξάρτητους χειρισμούς για παράδειγμα μετασχηματισμούς δεδομένων. Στη συνέχεια υπολογίζονται ανεξάρτητα οι μήτρες ομοιότητας τόσο των βιοτικών όσο και των αβιοτικών δεδομένων. Για τα βιοτικά δεδομένα όπως έχει αναφερθεί ήδη χρησιμοποιείται συνήθως ο δείκτης Bray- Curtis ενώ οι αποστάσεις των αβιοτικών παραμέτρων υπολογίζονται γεωμετρικά (Ευκλείδειες αποστάσεις). Η μήτρα ομοιότητας των βιοτικών δεδομένων υπολογίζεται μονάχα μία φορά ενώ η μήτρα των αβιοτικών υπολογίζεται περισσότερες φορές. Για την ακρίβεια υπολογίζεται όσοι ακριβώς είναι και οι πιθανοί συνδυασμοί των παραμέτρων και για κάθε επίπεδο πολυπλοκότητας (δηλαδή αρχικά κατασκευάζονται μήτρες με όλους τους πιθανούς συνδυασμούς 2 παραγόντων, μετά με 3 κτλ). Κατά τη διαδικασία αυτή υπολογίζεται ένας συντελεστής σχέτισης (ρ_w) ανάμεσα στη μήτρα των βιοτικών παραμέτρων και τη μήτρα των αβιοτικών παραμέτρων που κατασκευάζεται κάθε φορά. Με αυτήν τη διαδικασία επιλέγεται τελικά ένα υποσύνολο από τις περιβαλλοντικές παραμέτρους το οποίο δίνει τη μεγαλύτερη συσχέτιση με τη μήτρα των βιοτικών δεδομένων. Αυτό το υποσύνολο είναι και εκείνο το οποίο εξηγεί καλύτερα τη συγκεκριμένη δομή της βιοκοινωνίας. Το μεγάλο πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι δεν συνδέεται άμεσα με τη μέθοδο διευθέτησης που επιλέγεται. Το γεγονός αυτό επιτρέπει τη χρήση ανεξάρτητα τεχνικής απεικόνισης των πανιδικών δεδομένων όπως είναι για παράδειγμα η μέθοδος MDS η οποία είναι από τις πλέον ευέλικτες και η οποία χρησιμοποιήθηκε και σε αυτή την εργασία. Η μέθοδος αυτή επίσης παρουσιάζει μεγάλη ευελιξία μία που επιτρέπει ουσιαστικά την εφαρμογή διαφορετικών μεθόδων μέτρησης των ανομοιοτήτων ανάμεσα στα δείγματα ανάλογα με την περίπτωση. Από την άλλη το μεγάλο της μειονέκτημα είναι πως στην αρκετά συνηθισμένη περίπτωση που κάποιες από τις περιβαλλοντικές παραμέτρους συσχετίζονται μεταξύ τους θα πρέπει αυτές να εξαιρεθούν από την ανάλυση.

VI. Λογισμικό

Για την κατάταξη, τη διευθέτηση MDS, το SIMPER και το BIO-ENV χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο Primer (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research), που αναπτύχθηκε στο Plymouth Marine Laboratory της Αγγλίας και αποσκοπεί στη μελέτη της δομής των κοινωνιών και συστήνεται να χρησιμοποιηθεί από «οικολόγους» που δε διαθέτουν σημαντικό στατιστικό υπόβαθρο. Με το ίδιο στατιστικό πακέτο υπολογίσθηκαν επίσης και οι δείκτες ομοιότητας.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Οι αριθμοί των ατόμων καθώς και των ειδών των οργανισμών είναι συνάρτηση του τόπου στον οποίο βρισκόμαστε, δηλαδή της ιδιαίτερης φύσης του ενδιαίτηματος. Κάθε περιβάλλον έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που καθορίζουν ποιους οργανισμούς ζουν σε αυτό. Η φύση της ζωής σε ένα συγκεκριμένο ενδιαίτημα, καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από το μη ζωντανό, το αβιοτικό τμήμα του περιβάλλοντος, δηλαδή τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του. Κάθε περιβάλλον έχει διαφορετικές απαιτήσεις, στις οποίες οι οργανισμοί θα πρέπει να προσαρμοστούν. Για να μπορέσουμε να σχηματίσουμε μία ολοκληρωμένη εικόνα κάθε φορά του χώρου στον οποίο πραγματοποιείται μία δειγματοληψία δεν αρκεί η καταγραφή του αριθμού των ειδών και της αφθονίας τους απλά χωρίς καμία συσχέτιση με τα χαρακτηριστικά της στήλης του νερού ή και του ιζήματος.

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι τα αποτελέσματα που αφορούν τόσο τη χημική δομή της στήλης του Κρητικού Πελάγους, όσο και τις περιβαλλοντικές παραμέτρους του ιζήματος που παρουσιάζονται παρακάτω προέρχονται από ερευνητικές δραστηριότητες του Ινστιτούτου Θαλάσσιας Βιολογίας Κρήτης και η συλλογή αυτών των πληροφοριών έχει γίνει βιβλιογραφικά, γι' αυτό το λόγο θα αναφερθούν συνοπτικά.

3.1 Η χημική δομή της υδάτινης στήλης του Κρητικού Πελάγους.

❖ Θερμοκρασία

Η εποχιακή διαστρωμάτωση της υδάτινης μάζας ξεκινάει το Μάιο και λαμβάνει τη μέγιστη τιμή της κατά το μήνα Αύγουστο, ενώ καταρρέει πλήρως το Μάρτιο. Η ισχυρή θερινή διαστρωμάτωση και η κάθετη ανάμειξη του Μαρτίου αποτελούν κυρίαρχα χαρακτηριστικά του συστήματος (Tselepides 1992, CINCS, 2000). Σε ετήσια βάση, η διακύμανση της θερμοκρασίας σε βάθη μεγαλύτερα των 200 μέτρων είναι πολύ μικρή και κυμαίνεται από 14,2 °C έως 14,5 °C. Αντίθετα στο επιφανειακό στρώμα κυμαίνεται από 14,5 °C έως 24,8 °C (Tselepides 1992, Tselepides & Eleftheriou 1992, CINCS 2000).

❖ Αλατότητα

Η αλατότητα σε εποχιακή βάση κυμαίνεται μεταξύ 38,6 και 39,5 psu στα επιφανειακά στρώματα. Σε μεγαλύτερα βάθη η διακύμανση είναι μικρότερη, 38,8 με 39,0 psu. Η μέγιστη επιφανειακή τιμή την περίοδο λήψης των δειγμάτων καταγράφηκε τον Αύγουστο στο σταθμό των 500 μέτρων και ήταν 39,559 psu (Tselepides 1992, Tselepides & Eleftheriou 1992, CINCS, 2000).

❖ Οξυγόνο

Η στήλη του νερού είναι καλά οξυγονωμένη σε όλους τους σταθμούς. Το επιφανειακό στρώμα, δηλαδή μέχρι το βάθος των 20 μέτρων παρουσιάζει συγκεντρώσεις από 5,8 έως 8,8 ml/Lt. Σε μεγαλύτερα βάθη η τιμή του οξυγόνου κινείται μεταξύ των 3,51 και των 5,7 ml/Lt (Tselepidis 1992, CINCS,2000).

❖ Θρεπτικά άλατα.

Τα φωσφορικά άλατα εμφανίζονται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις ανεξαρτήτως εποχής. Τα νιτρώδη άλατα εμφανίζουν επίσης μικρές συγκεντρώσεις με εξαίρεση την περίοδο της έντονης διαστρωμάτωσης, όπου παρουσιάζονται ελαφρώς αυξημένες συγκεντρώσεις κάτω από το θερμοκλινές σε βάθος περίπου 70 με 100 μέτρα. Τα επίπεδα των νιτρικών αλάτων την περίοδο της έντονης διαστρωμάτωσης εμφανίζουν εξαιρετικά χαμηλές τιμές στην εύρωτη ζώνη ενώ αυξάνουν δραματικά από τα εκατό μέτρα βάθος και μετά. Από τη συσχέτιση των μετρήσεων των φωσφορικών και των νιτρικών αλάτων προκύπτει ότι ο λόγος N/P για το Κρητικό Πέλαγος είναι 24,68 (Tselepidis 1992). Σε γενικές γραμμές όμως ο λόγος αυτός δείχνει να κυμαίνεται μεταξύ 20,2 και 25,9 (CINCS,2000). Οι συγκεντρώσεις της αμμωνίας κυμάνθηκαν σε σχετικά υψηλά επίπεδα, παρουσιάζοντας μικρό εύρος τιμών στην πλειοψηφία των μετρήσεων. Μέγιστες τιμές στη συγκέντρωση της αμμωνίας εμφανίστηκαν την περίοδο της έντονης θερινής διαστρωμάτωσης, δηλαδή τον Αύγουστο, ακριβώς επί και πάνω από το μέγιστο της χλωροφύλλης α, καθώς και στα βαθύτερα στρώματα. Τα πυριτικά άλατα εμφανίζονται σε ψηλές σχετικά συγκεντρώσεις ακολουθώντας το πρότυπο κατανομής της αμμωνίας στα επιφανειακά στρώματα, ενώ στα βαθύτερα ακολουθούν την κατανομή των νιτρικών αλάτων όπου και εμφανίζουν τις μέγιστες των συγκεντρώσεών τους (Tselepidis 1992, CINCS,2000).

Γενικά, οι βαθύτεροι σταθμοί των 500 και των 700 μέτρων είναι αντιπροσωπευτικότεροι του ολιγοτροφικού ανοικτού πελαγικού οικοσυστήματος, ενώ ο σταθμός των 200 μέτρων εμφανίζει περισσότερο παράκτιο χαρακτήρα.

❖ Χλωροφύλλη α – Φαιοχρωστικές

Τα εποχιακά προφίλ της κάθετης κατανομής της χλωροφύλλης α στους σταθμούς των 200 και των 500 μέτρων παρουσιάζουν ένα πολύ χαρακτηριστικό βαθύ μέγιστο την περίοδο της έντονης θερινής διαστρωμάτωσης σε βάθος από 70 έως 100 μέτρα. Το φαινόμενο αυτό γίνεται εντονότερο στο βαθύτερο σταθμό των 500 μέτρων, δηλαδή όσο απομακρυνόμαστε από την ακτή και αυξάνει ο ολιγοτροφικός χαρακτήρας του συστήματος (Tselepidis 1992). Ουσιαστικά λαμβάνει χώρα μείωση της φωτοσύνθεσης με την αύξηση του βάθους, η οποία και αντανακλάται στις μετρούμενες τιμές της χλωροφύλλης α.

Οι τιμές της χλωροφύλλης α γενικά κυμάνθηκαν από σχεδόν μηδενικές, σε στρώματα βάθους μεγαλύτερα των 200 μέτρων έως 1,031 $\mu\text{g} / \text{lt}$ στην περιοχή (70 – 100 μέτρα) του μέγιστου της (Tselepidis 1992).

Θα έπρεπε να επισημάνουμε ότι βαθύτερα των 200 μέτρων οι τιμές της χλωροφύλλης α είναι σχεδόν μη ανιχνεύσιμες. Μόνο το Μάρτιο, που η κάθετη ομογενοποίηση της στήλης του νερού φθάνει τα 400 έως 500 μέτρα, ανιχνεύονται στα βαθύτερα στρώματα τιμές ελαφρώς μεγαλύτερες (0,07 – 0,13 $\mu\text{g} / \text{lt}$) από ό,τι συνήθως (0,02 – 0,10 $\mu\text{g} / \text{lt}$) (Tselepidis 1992).

Αναφορικά με τη κατανομή των φαιοχρωστικών, παρατηρούμε ότι ιδιαίτερα το Μάιο και τον Αύγουστο εμφανίζεται ένα εξαιρετικά έντονο μέγιστο στο ίδιο βάθος που έχουμε και την ανάπτυξη της χλωροφύλλης α.

❖ Σωματιδιακός Οργανικός Άνθρακας (POC)

Ο POC αποτελεί μία συντηρητική παράμετρο. Σχετικά μεγάλες συγκεντρώσεις σωματιδιακού οργανικού άνθρακα καταγράφηκαν κοντά στην επιφάνεια των σταθμών των 200 και των 500 μέτρων βάθος. Οι τιμές του μειώθηκαν συναρτήσει του βάθους, αλλά και πάλι διατηρήθηκαν σχετικά υψηλές σε όλη τη στήλη νερού και σε όλες τις εποχές. Το μέγιστο της κατανομής του POC φαίνεται να ακολουθεί αυτό της χλωροφύλλης α. Οι πλειοψηφία των τιμών που μετρήθηκαν κυμάνθηκε από 90 έως 150 $\mu\text{g} / \text{lt}$ (Tselepidis 1992).

❖ ATP

Τα δεδομένα του ATP προέρχονται από τις δειγματοληψίες του Αυγούστου. Όλοι οι σταθμοί παρουσίασαν σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις. Το μέγιστό του εμφανίζεται σε βάθος 50 με 70 μέτρα ακριβώς πάνω από το μέγιστο του POC και της χλωροφύλλης α. Στο επιφανειακό στρώμα (0-20 μέτρα) η μέση τιμή του ήταν 126 ng / lt , στο επόμενο στρώμα νερού (50-100 μέτρα) η μέση τιμή του ήταν 223 ng / lt , ενώ σε βάθος μεγαλύτερο των 200 μέτρων οι τιμές του ATP πέφτουν απότομα και η μέση τιμή του αγγίζει τα 48 ng / lt (Tselepidis 1992).

Στη συνέχεια οι τιμές του ATP πολλαπλασιάστηκαν με το 250 για να υπολογιστεί το ισοδύναμο σε άνθρακα. Το ισοδύναμο αυτό εκφράζει τον «ζωντανό» άνθρακα που περιέχεται στο POC. Οι τιμές που προέκυψαν είχαν ως εξής: στο επιφανειακό στρώμα το ποσοστό του ζωντανού άνθρακα κυμαίνεται από 12 έως 61%, στο στρώμα του μεγίστου από 40 έως 74% και στα βαθύτερα στρώματα πέφτει σε πολύ χαμηλά ποσοστά μικρότερα του 10% (Tselepidis 1992).

Σταθμοί	Βάθος (m)	ATP (ng/lt)	ATP-C($\mu\text{g}/\text{lt}$)	POC($\mu\text{g}/\text{lt}$)	ATP-C (%)
200 m	0	113	28	93	30
200 m	20	117	29	95	31
200 m	50	163	41	100	41
200 m	70	266	66	90	74
200 m	100	150	38	103	37
200 m	200	144	36	63	57
500 m	0	68	17	83	20
500 m	20	163	41	156	26
500 m	50	350	88	121	72
500 m	70	285	71	135	53
500 m	100	290	73	126	58
500 m	200	92	23	118	20
500 m	300	28	7	69	10
500 m	500	21	5	91	6

Πίνακας 4. Συγκεντρώσεις των POC, ATP και ATPC, καθώς και το ποσοστό (%) του POC που καταλαμβάνει το ATPC (A.Tselepidis, 1992).

3.2 Βαθυμετρική κατανομή των παραμέτρων του ιζήματος.

3.2 .1 Περιβαλλοντικές παράμετροι.

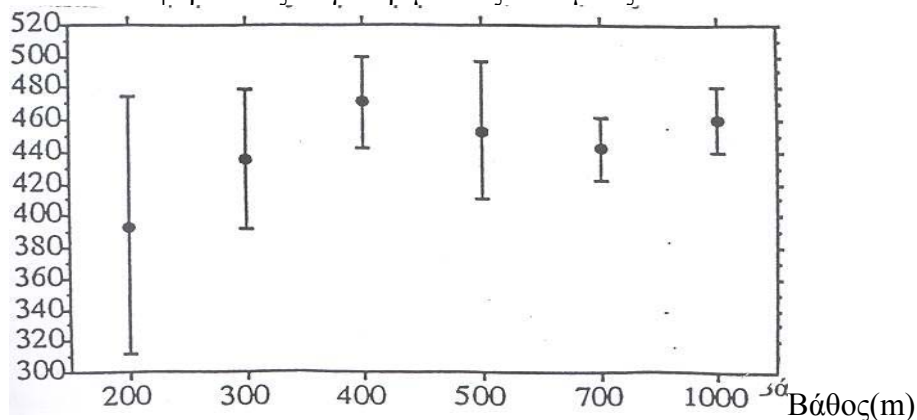
I. Οξειδοαναγωγικό δυναμικό (Eh)

Όπως είναι γνωστό, οι μετρήσεις του Eh έχουν μικρή επαναληψιμότητα, λόγω ύπαρξης μικροπεριβαλλόντων αποσυντιθέμενου υλικού ή σωλήνων από μεγάλα ζώα της ενδοπανίδας, και έτσι μπορεί η ένδειξη του αγωγιμόμετρου να παρουσιάζει διακύμανση από 10 έως 20 mV στο ίδιο δείγμα. Παρά το γεγονός αυτό, οι τιμές του εξακολουθούν να αποτελούν μια καλή ένδειξη όσον αφορά το οξειδοαναγωγικό καθεστώς του ιζήματος.

Οι τιμές του Eh στο ιζήμα καθορίζονται κυρίως από τέσσερις παράγοντες την ποσότητα της οργανικής ύλης η οποία βρίσκεται σε διαδικασία αποσύνθεσης, από το βαθμό της οξυγόνωσης του, από την ένταση της βιοανάδευσης που λαμβάνει χώρα σε αυτό καθώς και από το δίκτυο των στοών που κατασκευάζουν διάφοροι βενθικοί οργανισμοί συντείνοντας έτσι στην καλύτερη οξυγόνωση των υποεπιφανειακών στρωμάτων.

Η κάθετη κατανομή του Eh στο ιζήμα παρουσιάζει μία πολύ χαρακτηριστική εικόνα. Ο σταθμός των 200 μέτρων εμφανίζει αξιοσημείωτη μείωση του οξειδοαναγωγικού δυναμικού με το βάθος εισχώρησης στο ιζήμα, γεγονός που αποδεικνύει την ύπαρξη στρώσεων ασυνέχειας σε βάθος 2-4, 4-6 και 8-10 cm αντίστοιχα. Στους βαθύτερους σταθμούς των 500 και των 700 μέτρων η εικόνα τροποποιείται. Το Eh παραμένει σταθερό και μάλιστα σε υψηλές τιμές, δηλαδή 359-506 mV, ανεξάρτητα του βάθους εισχώρησης στο ιζήμα. Οι επιφανειακές τιμές (0 cm) του Eh παρουσίασαν τη μεγαλύτερη διακύμανσή τους στο σταθμό των 200 μέτρων με τιμές μεταξύ 287 και 451 mV. Στο βαθύτερο σταθμό των 700 μέτρων η διακύμανση ήταν σημαντικά μικρότερη. Καταλήγουμε λοιπόν στο συμπέρασμα ότι ο βαθμός της οργανικής φόρτισης στα 200 μέτρα βάθος παρουσιάζει τη μεγαλύτερη εποχική διακύμανση ενώ ο σταθμός των 700 μέτρων τη μικρότερη (Tselupidis 1992).

Από την παραπάνω περιγραφή οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι το ισοζύγιο των παραπάνω τεσσάρων παραγόντων που επηρεάζουν τις τιμές του οξειδοαναγωγικού δυναμικού, στο επίπεδο του Κρητικού Πελάγους δημιουργεί καλύτερες συνθήκες οξυγόνωσης στις βαθύτερες από ότι στις ρηχότερες περιοχές του τουλάχιστον όσο αναφορά τους συγκεκριμένους σταθμούς.



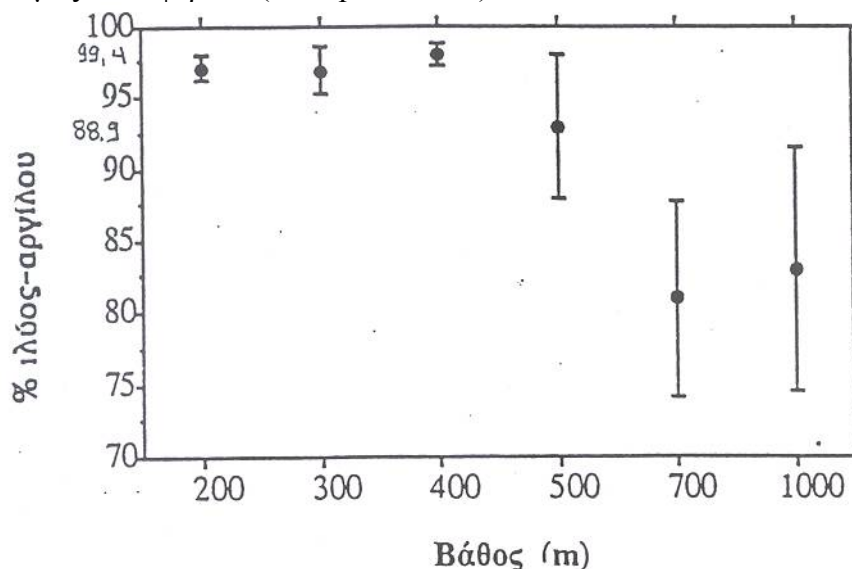
Eh (mV)
στα 0 cm

Εικόνα 19. Διάγραμμα μέσου και τυπικού σφάλματος των επιφανειακών τιμών (0 cm) του Eh για όλους τους σταθμούς του Κρητικού Πελάγους (Α.Τσελεπίδης, 1992).

II Κοκκομετρική σύσταση

Όπως είναι γνωστό, η σύσταση του ιζήματος καθορίζεται από ένα σύνθετο πλέγμα φυσικών αλλά και βιολογικών διεργασιών με κυριότερη εκείνη που προκαλείται από συνθήκες έντονου υδροδυναμισμού. Η κυματική δράση κοντά στις ακτές και η δράση ισχυρών ρευμάτων έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της μέσης διαμέτρου των κόκκων ή την μείωση του ποσοστού ιλύος αργίλου. Η παρουσία βιογενών θρυμμάτων που είναι κυρίως ασβεστολιθικά κελύφη διθύρων, προκαλούν αύξηση της τιμής της μέσης διαμέτρου των κόκκων. Σύμφωνα με τους Singer & Anderson (1984) η διάβρωση του υποστρώματος δεν εξαρτάται μόνο από την ταχύτητα των ρευμάτων αλλά σε πολύ μεγάλο βαθμό από την βιολογική ανάδευση που προκαλείται από βενθικούς οργανισμούς και μειώνει τη συνοχή του υποστρώματος. Έτσι το ιζήμα δεν καθορίζει μόνο την πανιδική σύσταση αλλά σε μεγάλο βαθμό καθορίζεται και από αυτήν. Η επίδραση της ενέργειας από την κυματική δράση και άρα η απόπλυση των εδαφών εξασθενεί με το βάθος.

Η κοκκομετρική ανάλυση της σύστασης του ιζήματος στο σύνολο σχεδόν των σταθμών δειγματοληψίας φανέρωσε την ολοκληρωτική κυριαρχία του κλάσματος ιλύος-αργίλου. Η μέση τιμή του ποσοστού ιλύος αργίλου στους σταθμούς των 200 και των 500 μέτρων κυμάνθηκε μεταξύ του 88,9% και του 99,4%, ενώ ο σταθμός των 700 μέτρων παρουσίασε μικρότερο ποσοστό που κυμάνθηκε μεταξύ του 70,3% και του 90,4% αλλά μεγαλύτερο εύρος τιμών, διότι στη λεκάνη της περιοχής αυτής έχουμε την εμφάνιση της Λιθοφαιστειακής άμμου, που αποτελείται κυρίως από λίθους και στάχτες ηφαιστειακής προέλευσης με αποτέλεσμα να μειώνεται το ποσοστό του κλάσματος ιλύος αργίλου. Παρατηρούμε ότι παρουσιάζεται σημαντική διακύμανση των τιμών του κλάσματος στους σταθμούς των 500 και των 700 μέτρων που μας ενδιαφέρουν (Tselepidis 1992).



Εικόνα 20. Διάγραμμα μέσου και τυπικού σφάλματος της βαθμωτικής κατανομής του ποσοστού ιλύος - αργίλου για τη επιλεγμένη διατομή DH του Κρητικού Πελάγους (Α. Τσελεπίδης, 1992).

III Θερμοκρασία ιζήματος

Η διακύμανση των θερμοκρασιών του ιζήματος ήταν σχετικά μικρή. Συνολικά οι τιμές που μετρήθηκαν κατά μήκος της διατομής σε εποχιακή βάση ήταν από 13,4⁰ C έως 15,1⁰ C. Οι σταθμοί των 200 και των 500 μέτρων παρουσίασαν εύρος τιμών

μεταξύ του 14 °C και του 15,1 °C. Ο βαθύτερος σταθμός των 700 μέτρων κυμάνθηκε από 13,4 °C έως 14,3 °C. Η τάση που παρουσιάζουν οι μέσες τιμές συναρτήσει του βάθους είναι ελαφρά πτωτική. Δηλαδή από 14,6 °C στα 200 μέτρα πάμε στο 14,3 °C στα 500 μέτρα και στο 14,1 °C στα 700 μέτρα (Tselepides 1992). Παρά το γεγονός αυτό, οι τιμές της θερμοκρασίας του ιζήματος δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι παρουσιάζουν σημαντικές από οικολογικής άποψης αυξομειώσεις στα βάθη των σταθμών δειγματοληψίας.

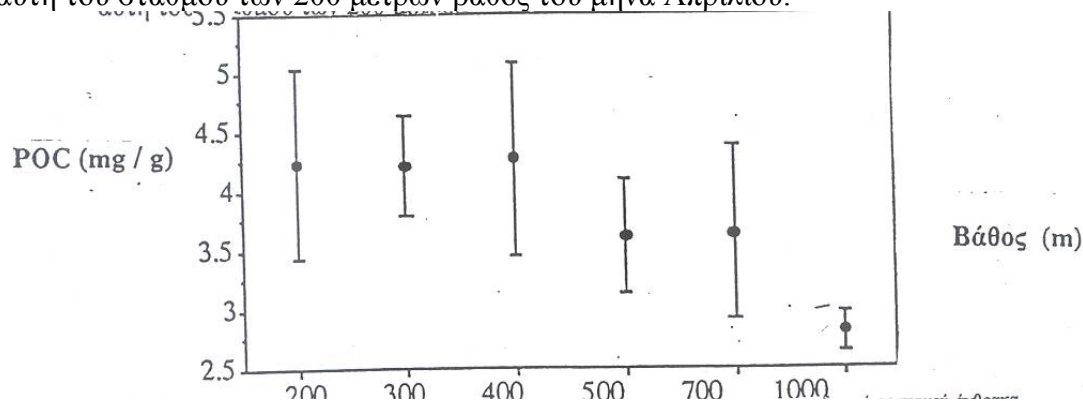
IV Σωματιδιακός Οργανικός Άνθρακας

Η μέτρηση του POC δίνει μια συνολική εικόνα όσον αφορά τη ζωντανή αλλά και τη νεκρή οργανική ύλη, βιομάζα και τριπτόν. Η κατανομή του σωματιδιακού οργανικού άνθρακα στα επιφανειακά ιζήματα δηλαδή από 0 έως 2 cm των σταθμών μας δεν φαίνεται να είναι μονότονη αλλά παρουσιάζει μία γενική τάση μείωσης με το βάθος. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι οι διαδικασίες που καθορίζουν τις συγκεντρώσεις του οργανικού άνθρακα είναι ουσιαστικά δυο, από τη μια η παραγωγικότητα πρωτογενή και δευτερογενή που μαζί με τα φερτά υλικά συσσωρεύει οργανική ύλη στο βυθό και από την άλλη ο υδροδυναμισμός που την απομακρύνει. Στις βαθύτερες περιοχές ο οργανικός άνθρακας προέρχεται κυρίως από τη καθίζηση οργανικών τεμαχιδίων από τη στήλη του νερού και από μεταφορά υπολειμμάτων φυτικής και ζωικής προέλευσης από τις ρηχότερες περιοχές.

Από τη μέχρι σήμερα σχηματισμένη εικόνα οι συγκεντρώσεις του οργανικού άνθρακα δείχνουν να μειώνονται σε συνάρτηση με την αύξηση της απόστασης του δειγματοληπτικού σταθμού από την ακτή και την πρωτογενή παραγωγικότητα παρά με την αύξηση του βάθους (Καρακάσης, 1991).

Αναλυτικά οι μέσες τιμές που προκύπτουν έχουν ως εξής: 4,25 mg/g στα 200 μέτρα, 3,62 mg/g στα 500 μέτρα και 3,64 mg/g στα 700 μέτρα (Tselepides 1992).

Στο επίπεδο των σταθμών στους οποίους η παρούσα εργασία αναφέρεται η εικόνα που εμφανίζουν οι τιμές δεν είναι σταθερή. Δηλαδή ενώ αρχικά περιμένει κανείς ότι αυτές θα ακολουθήσουν πτωτική πορεία τα αποτελέσματα δεν επαληθεύουν το παραπάνω ισχυρισμό. Αναλυτικά στο σταθμό των πεντακοσίων μέτρων τον Ιούνιο εμφανίζεται η μικρότερη τιμή του οργανικού άνθρακα που αγγίζει το 2,99 mg/gr, στο ίδιο βάθος τις επόμενες εποχές του Αυγούστου και του Νοεμβρίου η τιμή της συγκεκριμένης παραμέτρου παρουσιάζει σταθερή αύξηση με κορύφωση στο σταθμό των 700 μέτρων βάθος όπου φτάνει το 4,81 mg/gr τιμή που ταυτίζεται με αυτή του σταθμού των 200 μέτρων βάθος του μήνα Απριλίου.



Εικόνα 21. Διάγραμμα μέσου και τυπικού σφάλματος των επιφανειακών τιμών (0 cm) του σωματιδιακού οργανικού άνθρακα (POC) για όλους τους βαθμετρικούς σταθμούς του Κρητικού Πελάγους (Α. Τσελεπίδης, 1992).

V Χλωροπλαστικές χρωστικές

Ο προσδιορισμός της χλωροφύλλης α και των φαιοχρωστικών, δηλαδή της φαιοφυτίνης και της φαιοφορβίνης στο ίζημα μπορεί να μας δώσει μία καλή εκτίμηση όσον αφορά τη φυτική βιομάζα και τη γενική παραγωγικότητα μίας περιοχής. Η μέτρηση της χλωροφύλλης α είναι μία διαδικασία που απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, διότι η χλωροφύλλη είναι πολύ ευαίσθητη και μετατρέπεται εύκολα με την επίδραση του φωτός ή με τις αλλαγές στη τιμή του PH σε φαιοχρωστικές.

Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης α στην επιφάνεια των ιζημάτων παρουσιάζει ομοίως μία σαφή πτώση συναρτήσει του βάθους. Οι μέσες τιμές που προκύπτουν έχουν ως εξής: 0,131 μg/g στα 200 μέτρα, 0,022 μg/g στα 500 μέτρα και 0,016 μg/g στα 700 μέτρα (Tselepidis 1992).

Τη δυναμική της χλωροφύλλης α ακολουθεί και η συγκέντρωση των φαιοχρωστικών και εδώ οι μέσες τιμές που προκύπτουν έχουν ως εξής: 4,603 μg/g στα 200 μέτρα, 1,29 μg/g στα 500 μέτρα και 0,738 μg/g στα 700 μέτρα. Εντοπίζουμε ότι η δυναμική τους είναι φθίνουσα αλλά οι αριθμητικές τιμές τους είναι πολύ μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες της χλωροφύλλης α (Tselepidis 1992).

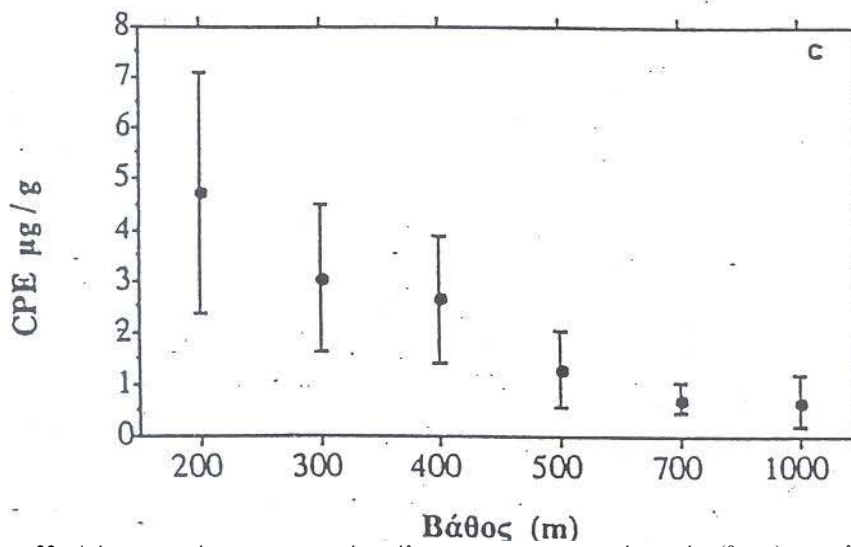
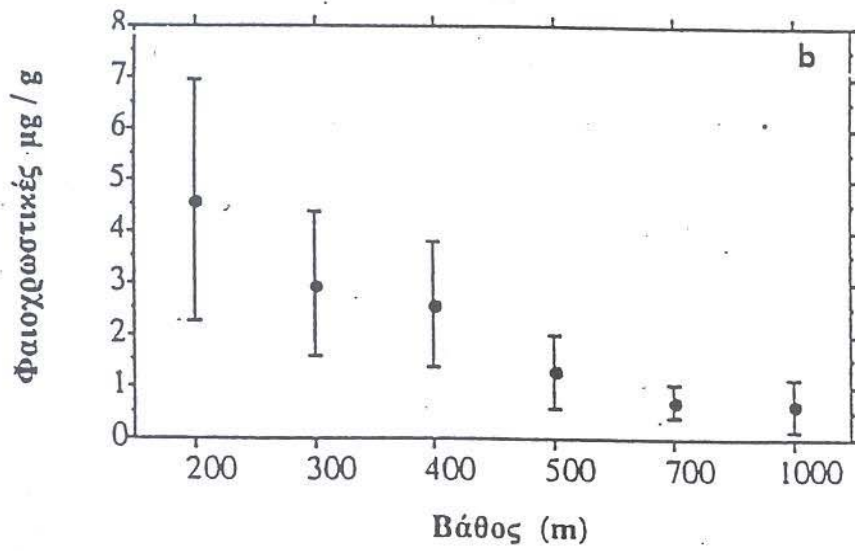
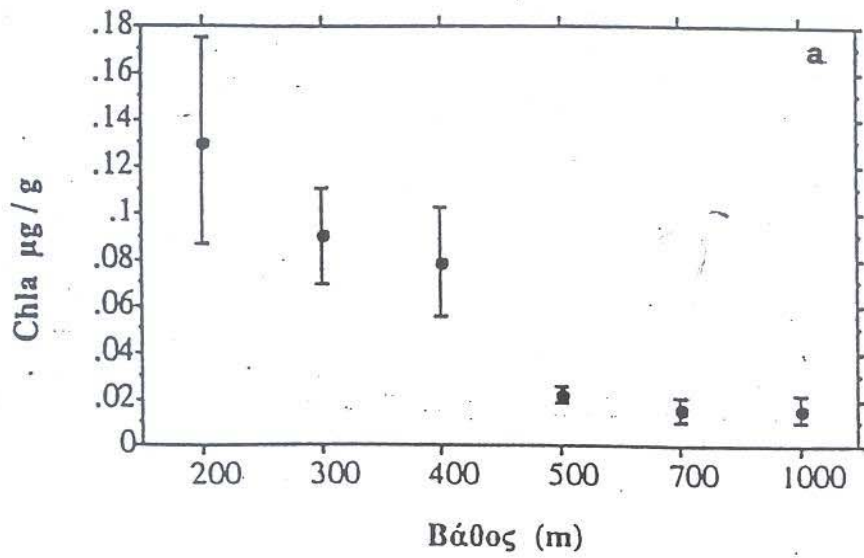
Το CPE (chloroplastic pigments equivalent), δηλαδή το ισοδύναμο χλωροπλαστικών χρωστικών ορίζεται ως το άθροισμα των συγκεντρώσεων της χλωροφύλλης α και των φαιοχρωστικών και χρησιμοποιείται σαν δείκτης της έντασης της πρωτογενούς παραγωγικότητας σε μία περιοχή. Αποτελεί μία ένδειξη παλαιότερης και νεότερης φυτικής βιομάζας.

Όπως είναι αναμενόμενο λοιπόν, το CPE στα δείγματα μας ακολουθεί το πρότυπο κατανομής των φαιοχρωστικών, δηλαδή φθίνει με το βάθος. Οι μέσες τιμές που παίρνουμε έχουν ως εξής: 4,734 μg/g στα 200 μέτρα, 1,312 μg/g στα 500 μέτρα και 0,755 μg/g στα 700 μέτρα (Tselepidis 1992).

Για την ερμηνεία της κατανομής της χλωροφύλλης με το βάθος θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα εξής:

- I. Το μεγαλύτερο μέρος της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης που μετρήθηκε στους βαθύτερους σταθμούς μεταφέρεται από τα ρηγά όπου παράγεται *in situ* από επιβενθικά μονοκύτταρα φύκη (κυρίως διάτομα) ή καθιζάνει από την στήλη του νερού (φυτοπλαγκτόν).
- II. Η διαφάνεια των νερών στην Ανατολική Μεσόγειο επιτρέπει την διείσδυση του φωτός σε μεγαλύτερα βάθη. Εντούτοις όσο μειώνεται το φως και οι συγκεντρώσεις θρεπτικών αλάτων τόσο λιγοστεύουν και οι φυτικοί οργανισμοί που είναι σε θέση να διατηρηθούν και να αναπτυχθούν στις συνθήκες αυτές.

Ανεξάρτητα από την εικόνα των μέσων τιμών που σαφέστατα είναι και η πλέον αντιπροσωπευτική όσον αφορά την περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης σε μεμονωμένο επίπεδο σταθμών παρουσιάζεται το εξής φαινόμενο: τόσο η χλωροφύλλη α όσο και οι φαιοχρωστικές αλλά και το ισοδύναμο χλωροπλαστικών χρωστικών κατά συνέπεια αποκλείουν από την περιγραφείσα παραπάνω εικόνα των μέσων τιμών και παρουσιάζουν μία σημαντική αύξηση των τιμών τους στο σταθμό των 500 μέτρων την περίοδο του Ιουνίου και του Αυγούστου. Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί σε παρασυρθέντα φυτοπλαγκτονικά κύτταρα από ρηχότερες περιοχές μέσω της ενέργειας του υδροδυναμισμού αλλά και στο φαινόμενο της καθίζησης.



Εικόνα 22. Διάγραμμα μέσου και τυπικού σφάλματος των επιφανειακών τιμών (0 cm) της χλωροφύλλης *a* (a), των φαιοχρωστικών (b), και του CPE (c) για όλους τους βαθμετρικούς σταθμούς του Κρητικού Πελάγους (Α. Τσελεπίδης, 1992).

VI ATP

Η μέτρηση της συγκέντρωσης της τριφωσφορικής αδενοσίνης αποτελεί μία χρήσιμη μέθοδο για την εκτίμηση της μικροβιακής βιομάζας (Καρακάσης, 1991).

Πριν προβούμε στη παρουσίαση των δεδομένων από τις μετρήσεις του ATP θα πρέπει να αναφερθούμε στην προβληματική και στην επιφυλακτικότητα που αναπτύσσει ο αναλυτής των εν λόγω μετρήσεων. Ο οποίος και αναφέρεται σε δυσκολίες που είχαν να κάνουν με την επιμόλυνση των δειγμάτων, την αργοπορία εξαγωγής του ATP λόγω των πολυήμερων ταξιδιών, τη μικρή και εξαιρετικά μεταβλητή ποσότητα ATP στα ιζήματα καθώς και τη περιορισμένη ευαισθησία της μεθόδου όταν πρόκειται για ανίχνευση πολύ μικρών ποσοτήτων.

Για να αντιληφθούμε την αγωνία του αρκεί να αναφέρουμε ότι η μακροχρόνια αποθήκευση δειγμάτων για τη μέτρηση ATP μπορεί να επιφέρει απώλειες έως 50% στις τιμές των αποτελεσμάτων.

Η βαθυμετρική κατανομή του ATP στο επιφανειακό ίζημα έχει την εξής εικόνα: οι εποχιακές μεταβολές που παρατηρούνται είναι σχετικά έντονες ιδιαίτερα στο σταθμό των 200 μέτρων παρά το γεγονός ότι η μέση τιμή παρουσιάζει μία σχετική σταθερότητα και αντιστοιχεί σε 32,67 ng/g. Στους βαθύτερους σταθμούς των 500 και των 700 μέτρων παρατηρείται πτωτική τάση στις μέσες τιμές τους δηλαδή 21,67 ng/g έναντι 17,00 ng/g (Tselepidis 1992).

Από τις μεμονωμένες τιμές που αντιστοιχούν στους σταθμούς που αναλύονται παραπάνω παρατηρεί κανείς ότι την περίοδο του Ιουνίου στο σταθμό των 500 μέτρων εμφανίζεται μία τιμή εννέα φορές μεγαλύτερη από αυτή που είχε καταγραφεί της προηγούμενη φορά στο ίδιο βάθος κατόπιν παρουσιάζεται μία σημαντική πτώση τον Αύγουστο και πάλι μια πάρα πολύ μεγάλη συγκριτικά τιμή τον Νοέμβριο. Αντιλαμβανόμαστε λοιπόν ότι το περιβάλλον εμφανίζει πολύ μεγάλη ετερογένεια ως προς την συγκεκριμένη παράμετρο, αυτό είναι λογικό εάν λάβει κανείς υπόψη του ότι η κατανομή των βακτηριδίων στο ίζημα είναι η πλέον τυπική μορφή της συναθροιστικής κατανομής. Ίσως λοιπόν για την παράμετρο αυτή μία ακριβής μέτρηση να απαιτεί μεγαλύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια.

Ο συνολικός πίνακας των αναλυτικών τιμών που αντιστοιχούν στα βάθη και τις εποχές που πανδικά αναλύονται παρακάτω έχει ως εξής:

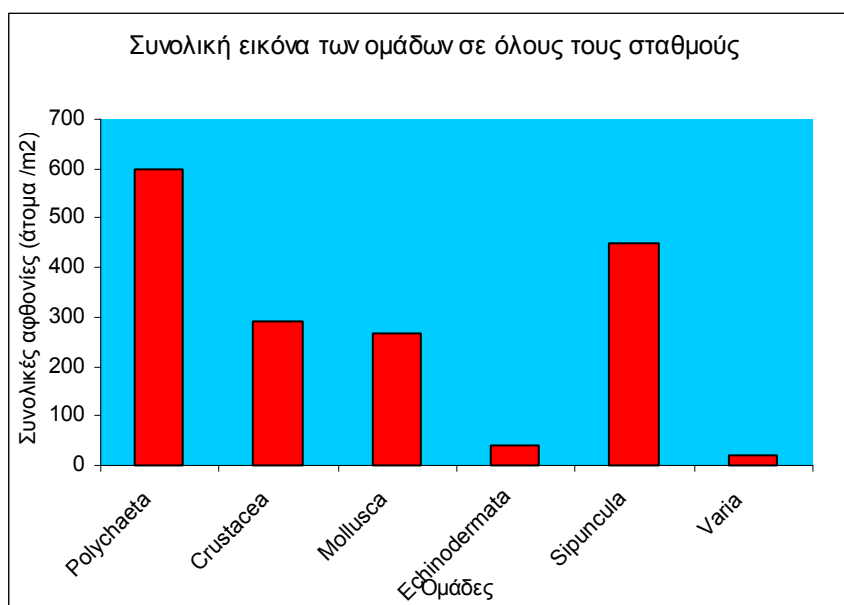
Σταθμοί	Οργ. C (mg/g)	Χλωρ. A (μg/g)	Φαιοχρ. (μg/g)	CPE (μg/g)	Χλ. A/CPE	ATP (ng/g)	Θερ. I _c (C)	Eh επιφ. (mV)	% Ιλ. Αρ.
200A	4,81	0,192	8,21	8,402	0,023	20	14,2	287	97,6
500A	3,85	0,019	0,95	0,969	0,02	4	14,1	450	98,6
500I	2,99	0,022	2,11	2,132	0,01	36	14,4	428	88,9
500AY	3,21	0,025	2,22	2,245	0,011	24	14,7	467	89,7
500N	3,93	0,028	0,84	0,868	0,032	43	17,2	418	90,8
700A	4,81	0,018	0,81	0,828	0,022	8	13,9	468	83,3

Πίνακας 5. Η αναλυτικές τιμές διαφόρων περιβαλλοντικών παραμέτρων (Τσελεπίδης, 1992).

3.2.2 Περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης. Πανιδικές παράμετροι. Γενική παρουσίαση των κυρίαρχων ομάδων και των επικρατέστερων ειδών.

Κρίνεται σκόπιμο να πραγματοποιηθεί μία αναλυτική περιγραφή των πανιδικών παραμέτρων του οικοσυστήματος, που καταγράφηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας και αφορούν το Κρητικό πέλαγος, ή ορθότερα, το τμήμα του εκείνο στο οποίο εστιάστηκε η δειγματοληπτική προσπάθεια. Πριν προβούμε στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων μας θεωρούμε αναγκαίο να διευκρινισθούν κάποιες έννοιες, όπως αυτή του είδους και του φύλου ή της ομάδας. Έτσι λοιπόν, ορίζεται πως είδος είναι ένας πληθυσμός οργανισμών που έχουν κοινά χαρακτηριστικά, μπορούν να ζευγαρώσουν μεταξύ τους για να αναπαραχθούν και είναι γενετικά απομονωμένοι από άλλους πληθυσμούς. Φύλο ή ομάδα καλείται το σύνολο των ζωικών οργανισμών που χαρακτηρίζονται από το ίδιο σχέδιο δομικής και λειτουργικής οργάνωσης.

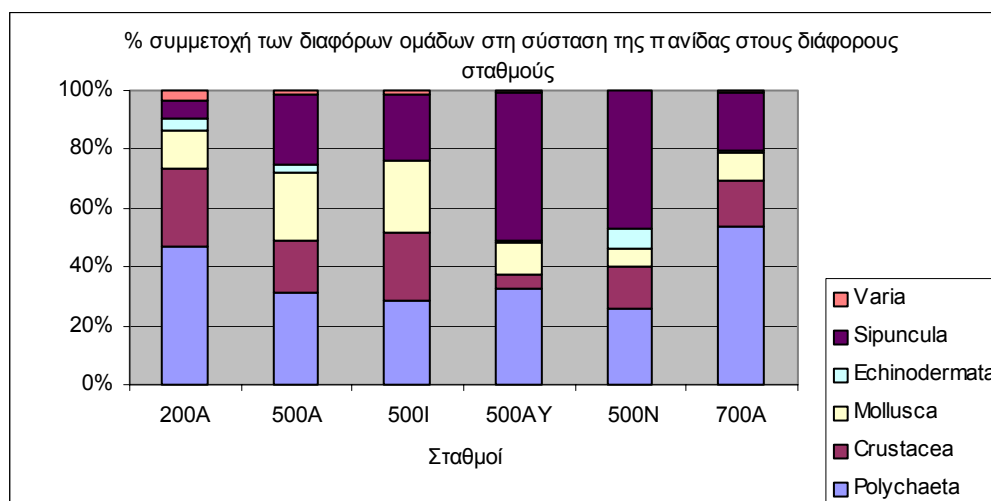
Η εικόνα της σύστασης της πανίδας στο σύνολο των σταθμών φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



Εικόνα 22. Οι κυρίαρχες ομάδες και οι συνολικές παρουσίες τους σε όλους τους σταθμούς.

Εντοπίζουμε μία πληθυσμιακή υπεροχή των Πολυχαίτων. Όμως σε σημαντικούς αριθμούς καταγράφονται και τα Καρκινοειδή, δηλαδή Αμφίποδα, Ισόποδα, Δεκάποδα αλλά και τα Μαλάκια. Τα Εχινόδερμα φαίνεται να μειονεκτούν σημαντικά, ενώ άξια λόγου είναι η έξαρση των Σωληνοειδών που τα κατατάσσει στη δεύτερη από πλευράς αφθονίας θέση μεταξύ του συνόλου των ομάδων και των σταθμών.

Αναλυτικά η επί της εκατό σύσταση της πανίδας σε όλους τους σταθμούς είχε την εξής εικόνα:



Εικόνα 23. Η επί της εκατό σύσταση της πανίδας σε καθένα από τους σταθμούς της δειγματοληψίας.

Παρατηρούμε ότι στο σταθμό των 200 μέτρων, που αντιστοιχεί στο μήνα Απρίλιο, η κυρίαρχη ομάδα με ποσοστό που πλησιάζει το 50% είναι τα Πολύχαιτα. Ακολουθούν τα Καρκινοειδή με ποσοστό περίπου 30% και τα Μαλάκια με ποσοστό κοντά στο 14%. Τα Σωληνοειδή σε αυτό το βάθος δεν εμφανίζουν επικράτεια και οριακά αγγίζουν το 7%. Τα Εχινόδερμα είναι υπαρκτά, αλλά μόλις που φτάνουν το 4%.

Στα 500 μέτρα βάθος το ίδιο χρονικό διάστημα η εικόνα της πανίδας εμφανίζει σημαντική διαφοροποίηση. Δηλαδή ναι μεν η υπεροχή των Πολυχαίτων δεν αναιρείται, αλλά κάνουν δυναμικά την εμφάνισή τους σημαντικοί πληθυσμοί κυρίως Μαλακίων και Σωληνοειδών, με παρεμφερές ποσοστό συμμετοχής επί του συνόλου της πανίδας, της τάξης του 23-24 %. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι η αύξηση που παρατηρείται στους δύο αυτούς πληθυσμούς δεν είναι της ίδιας τάξης μεγέθους. Ο πληθυσμός των Σωληνοειδών περίπου εξαπλασιάστηκε. Παρατηρείται επίσης αύξηση και στους πληθυσμούς των Καρκινοειδών αλλά και των Εχινόδερμων, παρά το γεγονός ότι η πληθυσμιακή υποτέλεια των τελευταίων δεν αναιρείται.

Στο αντίστοιχο βάθος τον Ιούνιο, ο πληθυσμός των Πολυχαίτων δε φαίνεται να έχει τροποποιηθεί ιδιαίτερα ενώ τα Μαλάκια και τα Καρκινοειδή παρουσιάζουν και πάλι μια τάση αύξησης. Αντίθετα, τα Εχινόδερμα σχεδόν εξαφανίζονται. Λέμε ότι σχεδόν εξαφανίζονται παρά το γεγονός ότι δεν έχει καταγραφεί κανένα άτομο στο σύνολο όλου του πληθυσμού γιατί αφενός μεν λόγω του μεγέθους τους και αφετέρου λόγω της φύσης τους (εξαιρετικά εύθραυστα), ενδέχεται να μην κατέστη δυνατόν να εντοπιστούν.

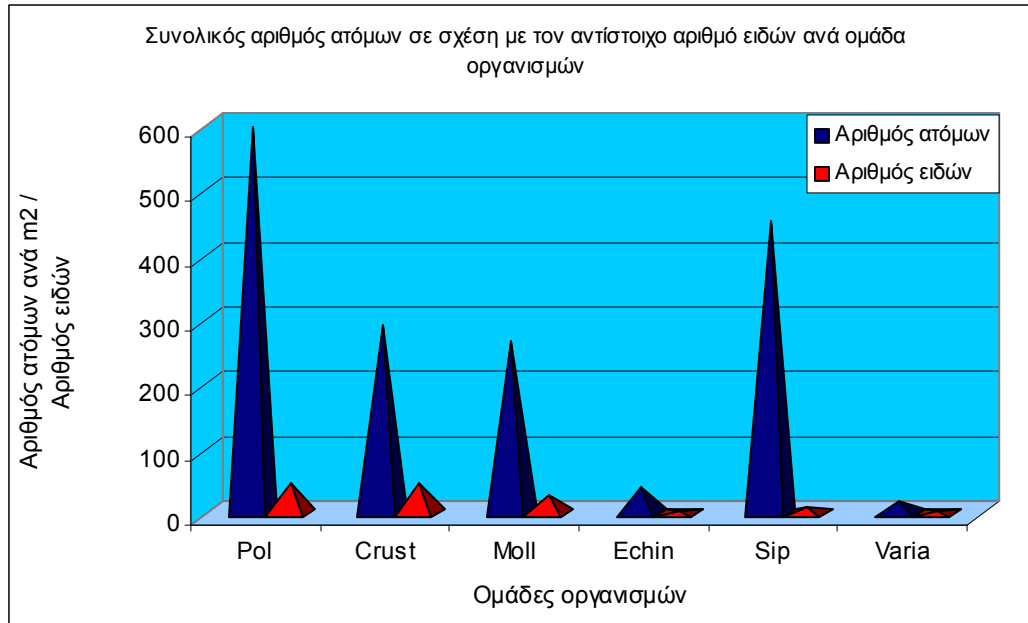
Στον ίδιο σταθμό των 500 μέτρων τον Αύγουστο η κυριαρχία των Σωληνοειδών είναι αδιαμφισβήτητη, ενώ αντίθετα όλες οι υπόλοιπες ομάδες εμφανίζουν σημαντική πληθυσμιακή μείωση.

Η εικόνα δεν τροποποιείται ιδιαίτερα ούτε και το Νοέμβριο στο ίδιο βάθος με μόνη εξαίρεση την αύξηση του αριθμού των Εχινόδερμων που φτάνει σε ποσοστό 7% επί του συνολικού πληθυσμού του εν λόγω σταθμού.

Στο βαθύτερο σταθμό των 700 μέτρων τα Πολύχαιτα εμφανίζουν και πάλι κυριαρχία τα Σωληνοειδή μειώνονται ναι μεν αλλά εξακολουθούν στο σύνολο του

σταθμού να εμφανίζουν πληθυσμιακή υπεροχή έναντι των υπολοίπων ομάδων Καρκινοειδών, Μαλακίων και Εχινόδερων.

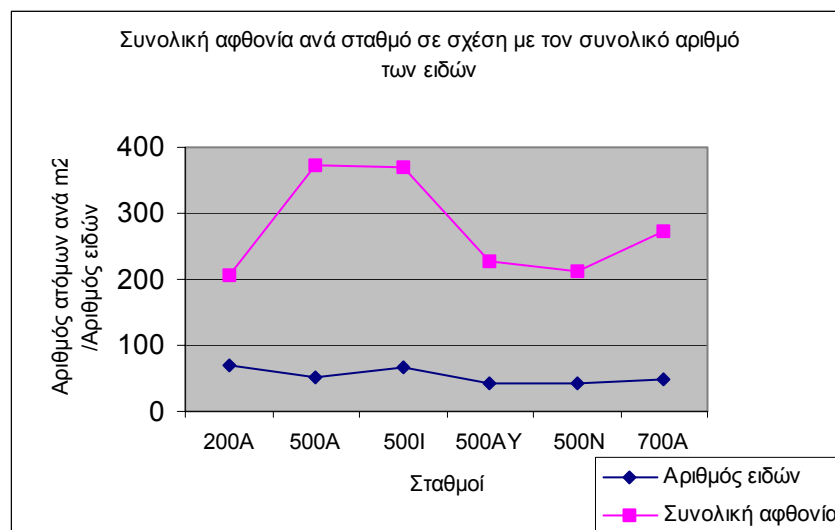
Ο αριθμός των ειδών σε κάθε σταθμό δεν φαίνεται να σχετίζεται αναλογικά με τον αριθμό των ατόμων του. Πριν προβούμε όμως στην αναλυτική περιγραφή του αριθμού των ατόμων ανά σταθμό και σε σύγκριση αυτού με τον αντίστοιχο αριθμό ειδών κρίνεται σκόπιμο να γίνει μια παρουσίαση του συνολικού αριθμού των ειδών που αντιστοιχεί σε κάθε κύριο βενθικό ταξον.



Εικόνα 24. Συγκριτική παρουσίαση της συνολικής αφθονίας και του συνολικού αριθμού των ειδών ανά κύρια βενθικά taxa.

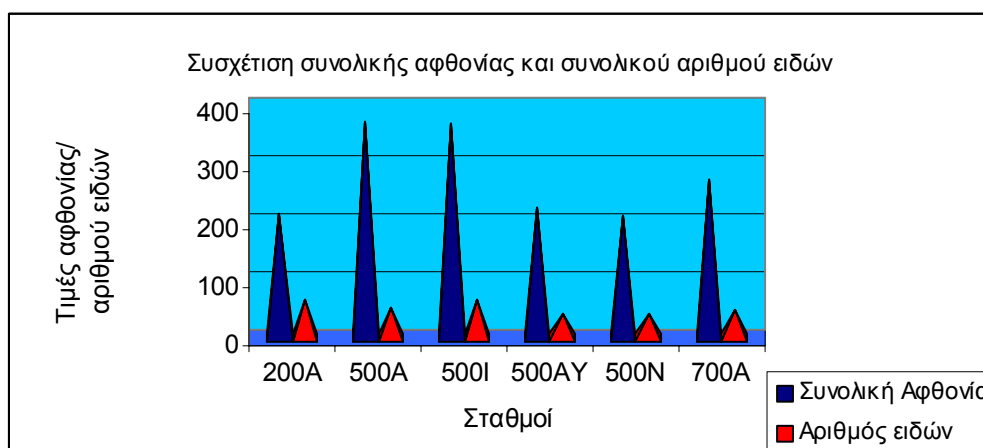
Ο συνολικός αριθμός ειδών των κύριων βενθικών ταξον στο σύνολο όλων των σταθμών είναι 132. Το μεγαλύτερο αριθμό ειδών εμφανίζει η ομάδα των Καρκινοειδών με 48 είδη, έναντι των 45 ειδών από τα οποία απαρτίζεται η ομάδα των Πολυχαίτων. Ακολουθούν τα Μαλάκια με 27 είδη τα Σωληνοειδή με 9 και τέλος τα Εχινόδερα με 3 μόνο είδη.

Η αναλογική παρουσίαση της αφθονίας (άτομα / m²) σε σχέση με τον αριθμό των ειδών για κάθε σταθμό φαίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



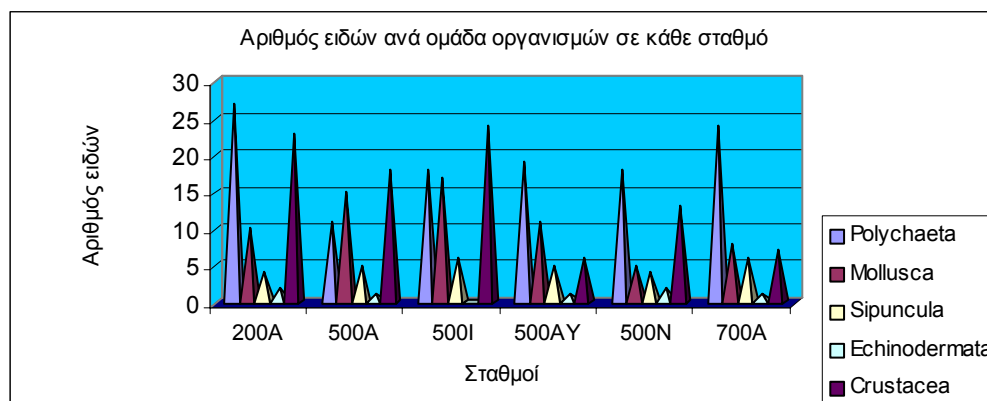
Εικόνα 25. Συσχέτιση της αφθονίας κάθε σταθμού με τον συνολικό αριθμό των καταγεγραμμένων ειδών.

Ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών εντοπίζεται στο σταθμό των 200 μέτρων τον Απρίλιο και στο σταθμό των 500 μέτρων τον Ιούνιο με 66 είδη, ενώ ο σταθμός με το μικρότερο αριθμό ειδών είναι αυτός του Νοεμβρίου, των 500 μέτρων, με 42 είδη. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι ο σταθμός των 200 μέτρων του Απριλίου παρουσιάζει παραπλήσια εικόνα από πλευράς αριθμού ειδών και μόνο με το σταθμό των 500 μέτρων του Ιουνίου και όχι σε σχέση με την κοινή παρουσία ειδών ή την απουσία κάποιων άλλων.



Εικόνα 26. Σύγκριση αφθονίας με το συνολικό αριθμό ειδών ανά σταθμό.

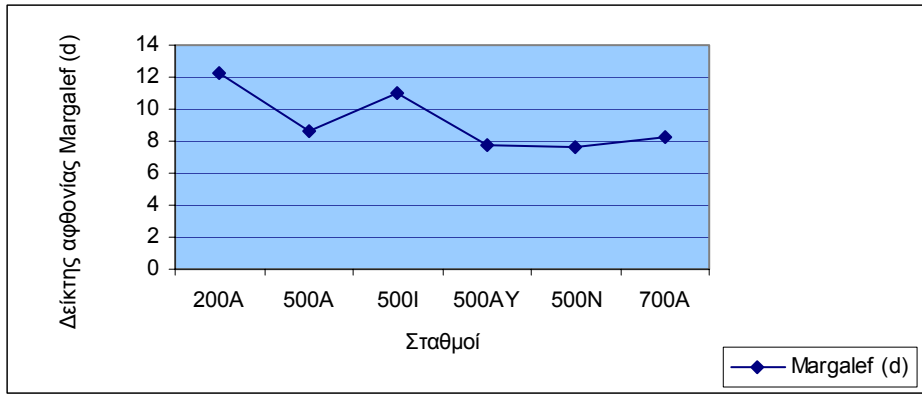
Η σύνθεση από πλευράς αριθμού ειδών για κάθε κύριο βενθικό taxon ανά σταθμό φαίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Εικόνα 27. Παρουσίαση της κατανομής του συνολικού αριθμού των ειδών ανά σταθμό στα κύρια βενθικά taxon.

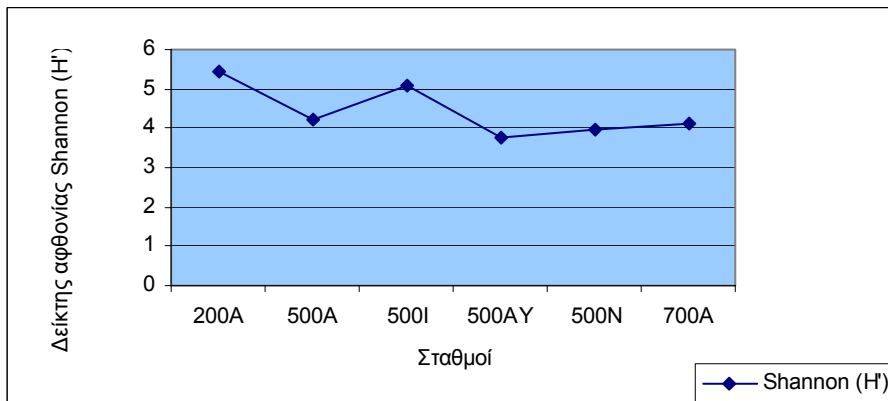
❖ Δείκτες ποικιλότητας

Ο δείκτης αφθονίας Margalef (d) λαμβάνει τη μέγιστη τιμή του τον Απρίλιο στο σταθμό των 200 μέτρων, παρουσιάζει διακύμανση της τιμής του στους σταθμούς των 500 μέτρων από 7,661 έως 10,99, ενώ η τιμή που εμφανίζει στα 700 μέτρα βάθος τον Απρίλιο είναι παρεμφερής αυτής των 500 μέτρων του Αυγούστου, του Νοεμβρίου και του Απριλίου.



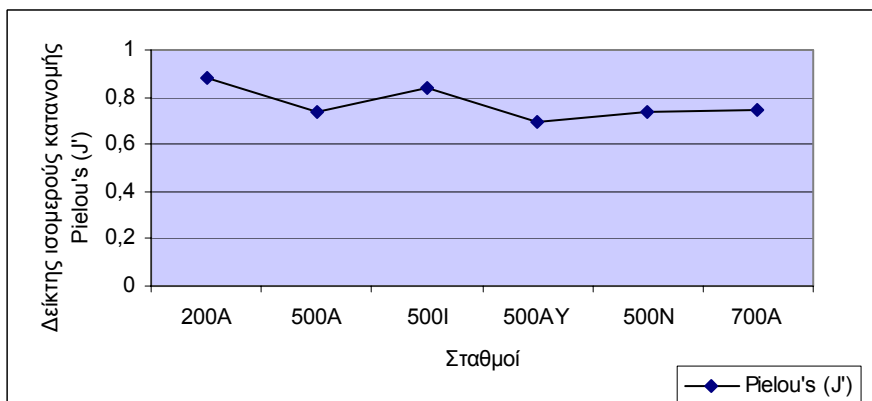
Εικόνα 28. Δείκτης αφθονίας Margalef (d).

Ο δείκτης αφθονίας Shannon (H') εμφανίζει παραπλήσια εικόνα με αυτή το δείκτη Margalef (d).



Εικόνα 29. Δείκτης αφθονίας Shannon (H').

Ο δείκτης ισομερούς κατανομής Pielou's (J') ομοίως λαμβάνει τη μέγιστη τιμή του στο σταθμό των 200 μέτρων τον Απρίλιο και τη μικρότερη στο σταθμό των 500 μέτρων το μήνα Αύγουστο.



Εικόνα 30. Δείκτης ισομερούς κατανομής Pielou's (J').

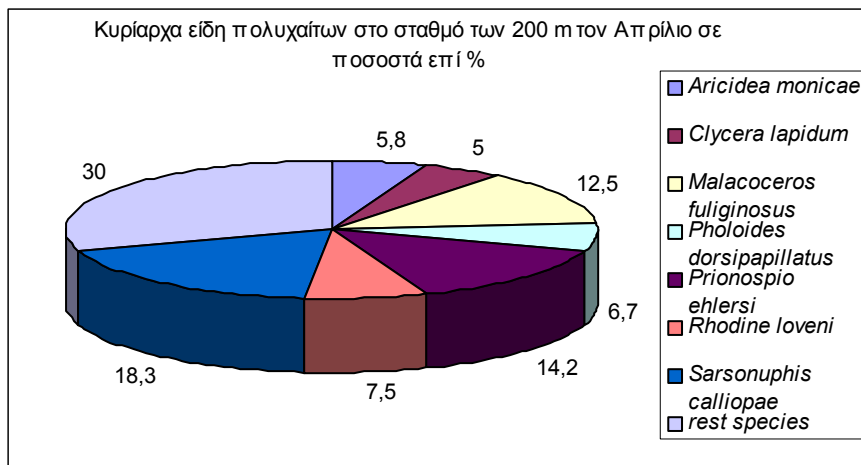
❖ Κυρίαρχα είδη στα πλαίσια κάθε κύριου βενθικού taxon ανά σταθμό δειγματοληψίας.

Αναλυτικά και περιγραφικά ανά σταθμό τα κυρίαρχα είδη και τα ποσοστά της επικράτησής τους, έναντι όλων των υπολοίπων ειδών του ίδιου σταθμού ανά κατηγορία οργανισμών φαίνονται στα διαγράμματα που ακολουθούν. Πριν την παρουσίαση των διαγραμμάτων αυτών θα πρέπει να προσδιορίσουμε τον τρόπο με τον οποίο αυτά κατασκευάστηκαν. Λόγω: α) της φύσης του συγκεκριμένου χώρου εργασίας, του Κρητικού πελάγους, με τις γνωστές ιδιαιτερότητες του περιβάλλοντός του, και με κυρίαρχες τις ακραίες συνθήκες oligotροφισμού, που οδηγούν σε μεγάλο αριθμό ειδών με μικρές τιμές αφθονίας, και β) της προσπάθειας εντοπισμού των πληθυσμιακά κυρίαρχων ειδών για να επιτευχθεί μια παραστατική εικόνα της υφιστάμενης κατάστασης ανά σταθμό, ορίσαμε ότι τα είδη εκείνα που παρουσιάζουν αφθονία πάνω από 5 άτομα / m² μέσα στον ίδιο σταθμό είναι κυρίαρχα.

Η επιλογή μας αυτή υποστηρίζεται και από τον ορισμό των επικρατούντων ειδών, «Dominant species». Ως γνωστόν οικολογική κυριαρχία (ecological dominance) είναι η κατάσταση κατά την οποία σε κοινότητες ή σε μέρος αυτών, ένα είδος (ή περισσότερα) μέσο της αφθονίας του, ή της καλύψεως του ή του μεγέθους του ασκεί σοβαρή επίδραση ή έλεγχο πάνω στις συνθήκες διαβίωσης γειτονικών ειδών.

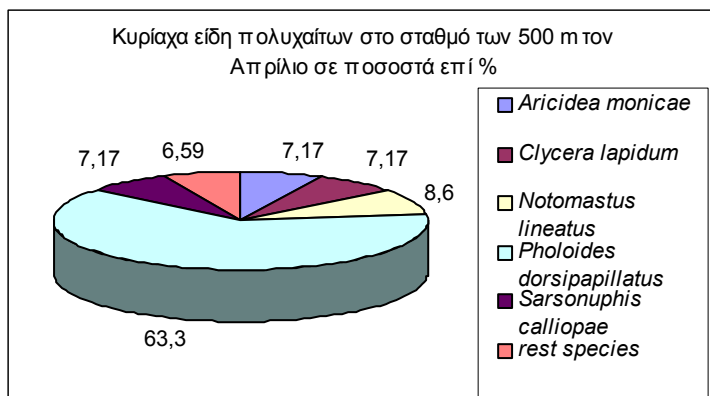
Τα διαγράμματα που ακολουθούν αποτελούν την εικόνα της υφιστάμενης κατάστασης.

I. Πολύχαιτα



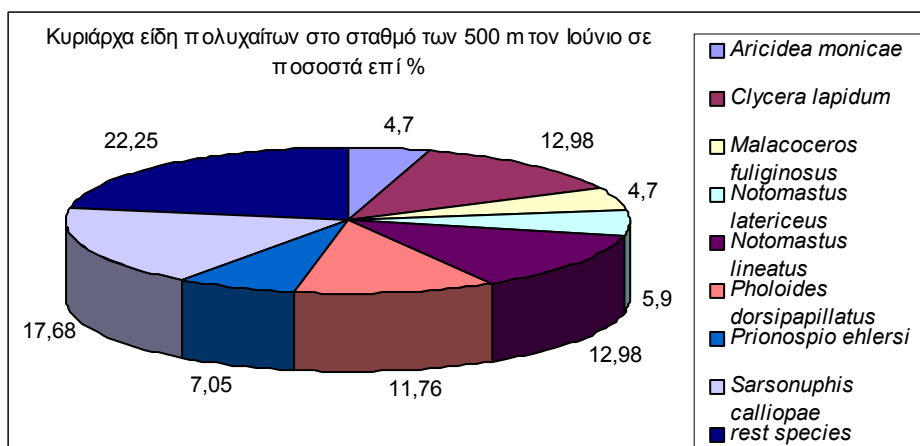
Εικόνα 31. Τα κυρίαρχα είδη του taxon των Πολυχαίτων στα 200 μέτρα βάθος τον Απρίλιο.

Ανάμεσα στα κυρίαρχα είδη το *Sarsonuphis calliopae* της Onuphidae το *Prionospio ehlersi* της οικογένειας Spionidae και το είδος *Malacoceros fuliginosus* της οικογένειας Spionidae φαίνεται να υπερέχουν σημαντικά.



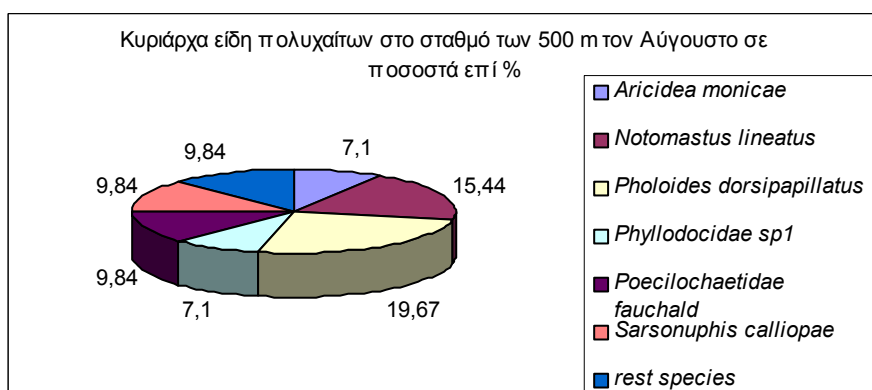
Εικόνα 32. Τα κυρίαρχα είδη του taxon των Πολυχαίτων στα 500 μέτρα βάθος τον Απρίλιο.

Στα 500 μέτρα τον Απρίλιο η επικράτηση του *Pholoides dorsipapillatus* της οικογένειας Pholoididae είναι ξεκάθαρη.



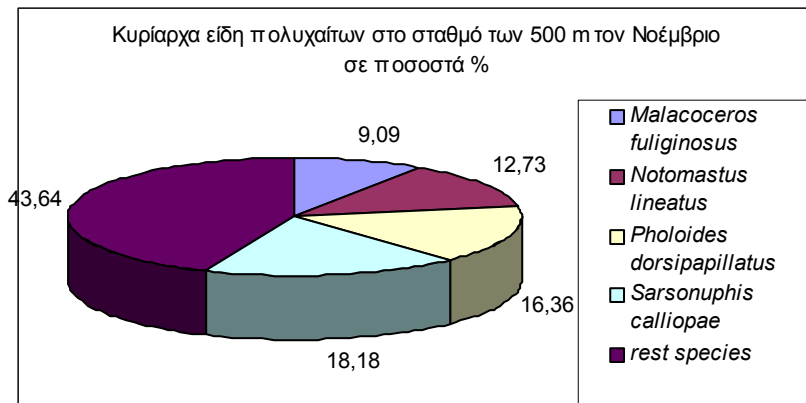
Εικόνα 33. Τα κυρίαρχα είδη του taxon των Πολυχαίτων στα 500 μέτρα βάθος τον Ιούνιο.

Στο σταθμό του Ιουνίου το είδος *Sarsonuphis calliopae* της οικογένειας Onuphidae παρουσιάζει μία ελαφριά υπεροχή ενώ επίσης τα είδη *Clycera lapidum*, *Notomastus lineatus*, *Pholoides dorsipapillatus* των οικογενειών Glyceridae, Capitellidae, Pholoididae αντίστοιχα εμφανίζουν σημαντική παρουσία.



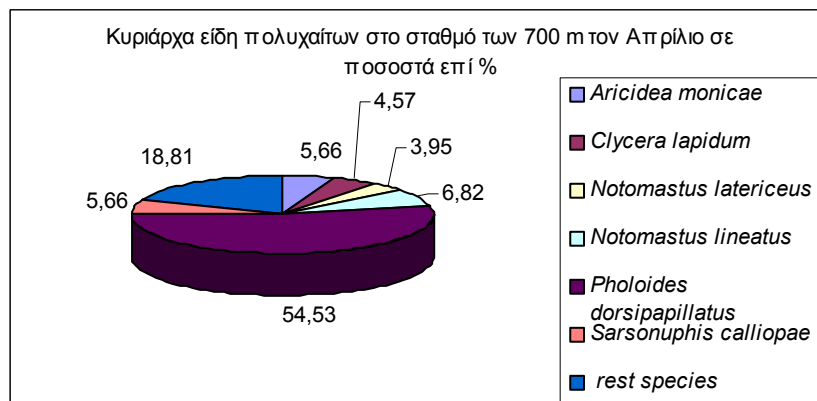
Εικόνα 34. Τα κυρίαρχα είδη του taxon των Πολυχαίτων στα 500 μέτρα βάθος τον Αύγουστο.

Στο σταθμό αυτό δύο είναι τα είδη των πολυχαίτων που δείχνουν να υπερισχύουν ξεκάθαρα το *Pholoides dorsipapillatus* της οικογένειας Pholoididae και το *Notomastus lineatus* της οικογένειας Capitellidae.



Εικόνα 35. Τα κυρίαρχα είδη του taxon των Πολυχαίτων στα 500 μέτρα βάθος τον Νοέμβριο.

Στο σταθμό του Νοεμβρίου τα είδη που και πάλι έχουν δυναμική παρουσία είναι τα είδη *Sarsonuphis calliopa*, *Pholoides dorsipapillatus* και *Notomastus lineatus* των οικογενειών Onuphidae, Pholoididae και Capitellidae.



Εικόνα 36. Τα κυρίαρχα είδη του taxon των Πολυχαίτων στα 700 μέτρα βάθος τον Απρίλιο.

Στο βαθύτερο σταθμό των 700 μέτρων η κυριαρχία του είδους *Pholoides dorsipapillatus* της οικογένειας Pholoididae είναι αδιαμφισβήτητη.

Εντοπίζουμε λοιπόν ότι υπάρχουν είδη που συνολικά εμφανίζουν επικράτεια σε κάποιο βαθμό στο σύνολο όλων των σταθμών αυτά έχουν ως εξής:

- *Pholoides dorsipapillatus*
- *Sarsonuphis calliopa*
- *Notomastus lineatus*

Οι επικρατέστερες οικογένειες στο taxon των Πολυχαίτων ανά βάθος δειγματοληψίας έχουν ως εξής:

Οικογένειες	Απρίλιος 200 m
Paraonidae	5,8
Spionidae	26,7
Pholoididae	6,7
Maldanidae	7,5
Onuphidae	20

Πίνακας 6. Η αφθονία (άτομα ανά m²) των 5 επικρατέστερων οικογενειών της κλάσης των Πολυχαίτων για το σταθμό των 200 μέτρων βάθος τον Απρίλιο.

Οικογένειες	Απρίλιος	Ιούνιος	Αύγουστος	Νοέμβριος
Paraonidae	8,3	5	5,2	4
Glyceridae	9,1	15,1	3,1	2
Capitellidae	12,5	20,1	14,4	8
Pholoididae	73,3	12,5	14,4	9
Onuphidae	8,3	18,8	10,3	11

Πίνακας 7. Η αφθονία (άτομα ανά m²) των 5 επικρατέστερων οικογενειών με κοινή παρουσία, της κλάσης των Πολυχαίτων για κάθε μήνα στο σταθμό των 500 μέτρων βάθος.

Οικογένειες	Απρίλιος 700 m
Paraonidae	8,3
Glyceridae	11,9
Pholoididae	80
Capitellidae	15,8
Onuphidae	8,3

Πίνακας 8. Η αφθονία (άτομα ανά m²) των 5 επικρατέστερων οικογενειών της κλάσης των Πολυχαίτων για το σταθμό των 700 μέτρων βάθος τον Απρίλιο.

Κοινή παρουσία σε όλα τα βάθη εμφανίζει:

1. Η οικογένεια Paraonidae η οποία λαμβάνει τις υψηλότερες τιμές αφθονίας της το μήνα Απρίλιο ενώ ταυτόχρονα παρουσιάζει πληθυσμιακή αύξηση με την αύξηση του βάθους της δειγματοληπτικής προσπάθειας. Οι Πολύχαιτοι αυτής της οικογένειας κατατάσσονται στην κατηγορία των υποεπιφανειακών ιζηματοφάγων οργανισμών (Fauchald & Jumars, 1979).
2. Η οικογένεια Pholoididae η οποία παρουσιάζει σταθερή αύξηση του πληθυσμού της με το βάθος και ομοίως τις μέγιστες τιμές της αφθονίας της, της εμφανίζει το μήνα Απρίλιο. Οι Πολύχαιτοι αυτής της οικογένειας κατατάσσονται στην κατηγορία των σαρκοφάγων οργανισμών (Fauchald & Jumars, 1979).
3. Η οικογένεια Onuphidae, ο πληθυσμός της οποίας μειώνεται συναρτήσει του βάθους και η οποία εμφανίζει τη μεγαλύτερη τιμή αφθονίας στο σταθμό των 200 μέτρων του Απριλίου ενώ σημαντική παρουσία επιδεικνύει και τον Ιούνιο στα 500 μέτρα βάθος. Η οικογένεια αυτή περιλαμβάνει τόσο σαρκοφάγα όσο και ιζηματοφάγα είδη (Fauchald & Jumars, 1979).

II. Καρκινοειδή

Τα καρκινοειδή ήταν μία σημαντική ομάδα από την πλευρά της εκπροσώπησης σε είδη στο σύνολο των σταθμών σε όλους τους μήνες δειγματοληψίας.

Το εύρος των τιμών της αφθονίας τους κυμάνθηκε από 11,3 άτομα/ m² το μήνα Αύγουστο στο σταθμό των 500 μέτρων, μέχρι 85 άτομα/ m² το μήνα Ιούνιο ομοίως στο σταθμό των 500 μέτρων.

Τα Αμφίποδα αποτέλεσαν την κυρίαρχη ομάδα μεταξύ των Καρκινοειδών σε όλους τους μήνες, τόσο από πλευράς αφθονίας όσο και από πλευράς αριθμού ειδών. Από τον Πίνακα 9 προκύπτει ότι καταλαμβάνουν πάνω από το 46% της αφθονίας των Καρκινοειδών σε όλους τους μήνες, ενώ υπάρχουν δειγματοληπτικοί σταθμοί που η αφθονία τους φτάνει το 94 % όπως στο σταθμό των 700 μέτρων του Απριλίου. Περιλαμβάνουν είδη που τρέφονται με ίζημα καθώς και είδη που αποξέουν την επιφάνεια των νεκρών φυτικών και ζωικών οργανισμών (Barnes, 1987).

Ομάδες Καρκινοειδών/ Σταθμοί	200A	500A	500I	500AY	500N	700A
Αμφίποδα	48,5	61,17	64,70	46,02	82,76	94
Ισόποδα	11,81	25,04	13,29	8,85	6,89	0
Κούμωδη-Ταναϊδώδη	30,86	4,95	0	0	0	0
Δεκάποδα	8,81	8,69	22,12	46,02	10,34	5,99

Πίνακας 9. Εκατοστιαία αναλογία του αριθμού των ατόμων των ταξινομικών ομάδων που αποτελούν τα Καρκινοειδή για όλους τους σταθμούς.

Είδη/ Σταθμοί	200A	500A	500I	500AY	500N	700A
Αμφίποδα	13	9	17	3	10	5
Ισόποδα	3	3	2	1	2	0
Κούμωδη-Ταναϊδώδη	3	3	0	0	0	0
Δεκάποδα	4	3	5	2	1	2

Πίνακας 10. Αριθμός ειδών αναλυτικά ανά σταθμό για κάθε μία από τις ομάδες των Καρκινοειδών σε όλους τους σταθμούς.

Τα Αμφίποδα εμφανίζουν επίσης υπεροχή και στον αριθμό των ειδών που καταγράφησαν στους διάφορους σταθμούς δειγματοληψίας.

Ομάδες Καρκινοειδών/ Σταθμοί	200A	500A	500I	500AY	500N	700A
Αμφίποδα	27,5	40,8	55,0	5,2	24,0	39,2
Ισόποδα	6,7	16,7	11,3	1,0	2,0	0,0
Κούμωδη-Ταναϊδώδη	17,5	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Δεκάποδα	5	5,8	18,8	5,2	3	2,5
Σύνολο	56,7	66,7	85	11,3	29	41,7

Πίνακας 11. Συνολική αφθονία (άτομα / m²) των Καρκινοειδών στο σύνολο όλων των σταθμών ανά ομάδα.

Από την παρατήρηση των τιμών της αφθονίας για τους σταθμούς των 500 μέτρων βάθος για τους οποίους και έχουμε μία κάποια επαναληψιμότητα προκύπτει ότι ο πληθυσμός των Αμφιπόδων υπόκειται μάλλον «εποχιακές» διακυμάνσεις. Οι διαφορές αφορούν τους πληθυσμούς του Αυγούστου και του Νοεμβρίου σε σχέση με αυτούς του Απριλίου και του Ιουνίου. Είναι επίσης πιθανό η εμφάνιση των νεαρών

ατόμων να λαμβάνει χώρα την άνοιξη και το καλοκαίρι. Θήρευση, ανεπιτυχή εγκατάσταση των νεαρών ατόμων και ιδιαιτερότητες του κύκλου ζωής τους όπως ενδεχομένως η ύπαρξη διαδοχικών γενεών κατά τη διάρκεια του έτους αποτελούν μία πιθανή αιτία για τις μειωμένες τιμές αφθονίας κατά το μήνα Αύγουστο και Νοέμβριο. Άξια λόγου είναι επίσης η παρουσία των Αμφιπόδων στο βάθος των 700 μέτρων.

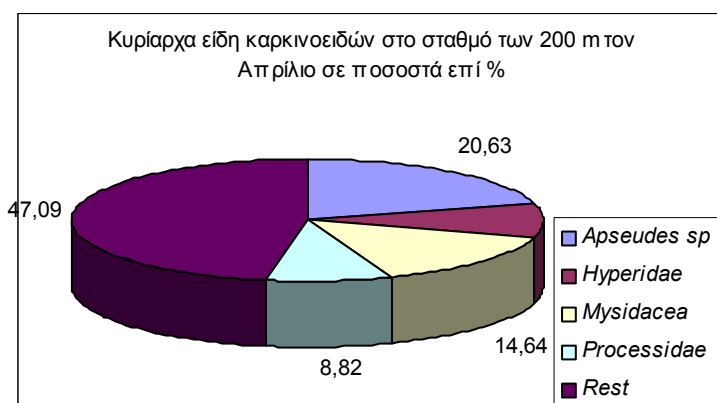
Τα Κουμώδη και τα Ταϊναδώδη κατατάσσονται στους διηθηματοφάγους οργανισμούς (Barnes, 1987). Η αφθονία τους στους σταθμούς δειγματοληψίας μας παρουσιάζει το εξής οξύμωρο, ενώ στο σταθμό των 200 μέτρων τον Απρίλιο οι ταξινομικές αυτές ομάδες αποτελούν τη δεύτερη κατά σειρά ομάδα σε ποσοστό επικράτησης επί της εκατό στο σύνολο των Καρκινοειδών μετά τα Αμφίποδα στη συνέχεια στο βαθύτερο σταθμό του ίδιου μήνα η αφθονία τους μειώνεται πάρα πολύ και κατόπιν εξαφανίζονται σε όλους τους υπόλοιπους σταθμούς.

Όσον αφορά τα Δεκάποδα η μέγιστη τιμή αφθονίας τους εμφανίστηκε τον Ιούνιο στα 500 μέτρα βάθος με 18,8 άτομα / m² ενώ τη μικρότερη τιμή την εμφάνισαν το μήνα Απρίλιο στο σταθμό των 700 μέτρων 5 άτομα / m². Από τη συγκριτική παρατήρηση των σταθμών με βάθος 500 μέτρα το μόνο που θα μπορούσε να επισημάνει κανείς είναι ότι παρατηρείται μία ελαφρά αύξηση των τιμών της αφθονίας τους καλοκαιρινούς μήνες. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι κατά την ανάλυση των δειγμάτων μας καταγράφηκαν κάποια Δεκάποδα (καβούρια) της οικογένειας Leucossidae τα οποία βρισκόντουσαν σε φάση αναπαραγωγής δηλαδή τα θηλυκά τους άτομα έφεραν τα γονιμοποιημένα αυγά στα πλεοπόδια. Αξίζει να επισημάνουμε ότι τόσο τα άτομα που κατεγράφησαν τον Απρίλιο όσο και τα άτομα που κατεγράφησαν τον Αύγουστο και τον Νοέμβριο ήταν όλα θηλυκά και έφεραν γονιμοποιημένα αυγά γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η ομάδα αυτή είτε έχει μακρύ χρόνο ωρίμανσης των αυγών της πριν αυτά αφεθούν στο υγρό στοιχείο είτε εμφανίζει διαδοχικές γενεές στα πλαίσια ενός έτους. Περιλαμβάνουν σαρκοφάγα, ιζηματοφάγα, διηθηματοφάγα αλλά και σαπροφάγα είδη.

Τα Ισόποδα εμφανίζουν πολύ μικρό αριθμό ειδών στο σύνολο όλων των σταθμών και περιορισμένες τιμές αφθονίας. Εμφανίζουν τη μέγιστη τιμή αφθονίας τους το μήνα Απρίλιο στα 500 μέτρα με 16,7 άτομα/ m² ενώ στο βαθύτερο σταθμό των 700 μέτρων εξαφανίζονται εντελώς.

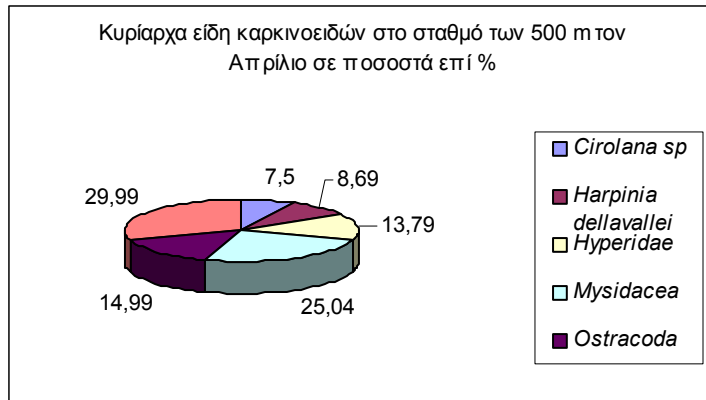
Συνολικά, οι διακυμάνσεις των τιμών της αφθονίας των Καρκινοειδών επηρεάζονται αφενός από την ασταθή παρουσία και αναλογία επικράτησης των Μυσιδωδών, των Οστρακωδών και των Ισοπόδων και αφετέρου από τον κύκλο ζωής των Αμφιπόδων.

Τα κυρίαρχα είδη σε κάθε σταθμό εμφανίζονται στα διαγράμματα που ακολουθούν.



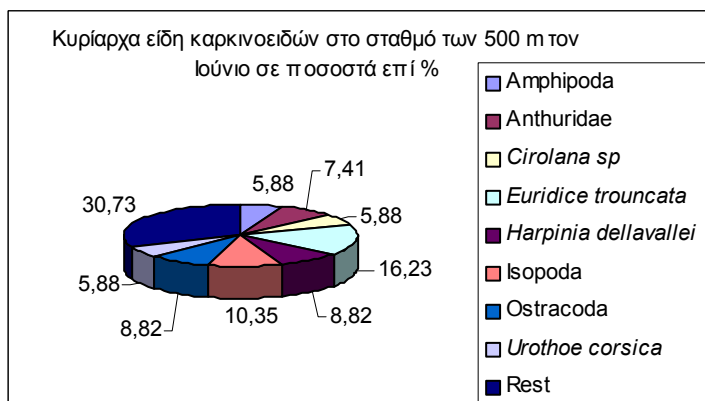
Εικόνα 37. Κυρίαρχα είδη Καρκινοειδών στο σταθμό των 200 μέτρων τον Απρίλιο.

Στο σταθμό αυτό υπεροχή εμφανίζουν άτομα του γένους *Apseudes* της οικογένειας *Arpseudidae* τα όποια δεν μπόρεσαν να προσδιοριστούν μέχρι το επίπεδο του είδους. Σημαντική ήταν ωστόσο και η παρουσία των Μυσιδωδών.



Εικόνα 38. Κυρίαρχα είδη Καρκινοειδών στο σταθμό των 500 μέτρων τον Απρίλιο.

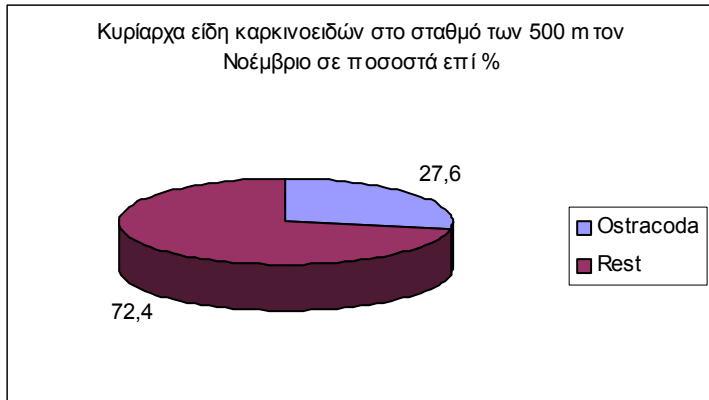
Στον επόμενο σταθμό του ίδιου μήνα η υπεροχή των Μυσιδωδών δεν φαίνεται να αναιρείται μόνο που τώρα κάνουν την εμφάνισή τους και άτομα της οικογένειας *Hyperidae* καθώς και Οστρακώδη.



Εικόνα 39. Κυρίαρχα είδη Καρκινοειδών στο σταθμό των 500 μέτρων τον Ιούνιο.

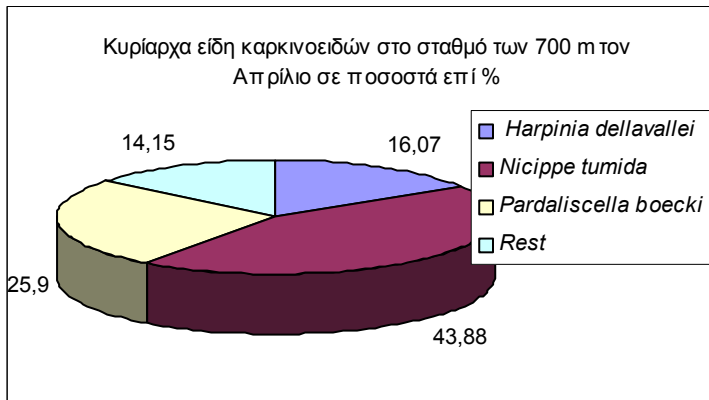
Στο σταθμό των 500 μέτρων βάθος στις αρχές του καλοκαιριού σημαντική υπεροχή εμφανίζει το Ισόποδο *Euridice trouncata* της οικογένειας *Cirolanidae* και ένα ακόμη Ισόποδο που όμως δεν προσδιορίστηκε σε επίπεδο είδους. Στον αντίστοιχο σταθμό του Αυγούστου κανένα είδος καρκινοειδούς δεν εμφάνισε τάση υπεροχής και συνολικά οι αφθονίες τους κυμάνθηκαν σε σχετικά χαμηλά επίπεδα.

Η εικόνα του σταθμού των 500 μέτρων βάθος του Νοεμβρίου δεν διαφοροποιείται ιδιαίτερα από αυτή του Αυγούστου με μόνη εξαίρεση το πληθυσμό των Οστρακωδών.



Εικόνα 40. Κυρίαρχα είδη Καρκινοειδών στο σταθμό των 500 μέτρων τον Νοέμβριο.

Στο βαθύτερο σταθμό τα Μυσιδώδη και τα Οστρακώδη φαίνεται και πάλι να κυριαρχούν.



Εικόνα 41. Κυρίαρχα είδη Καρκινοειδών στο σταθμό των 700 μέτρων τον Απρίλιο.

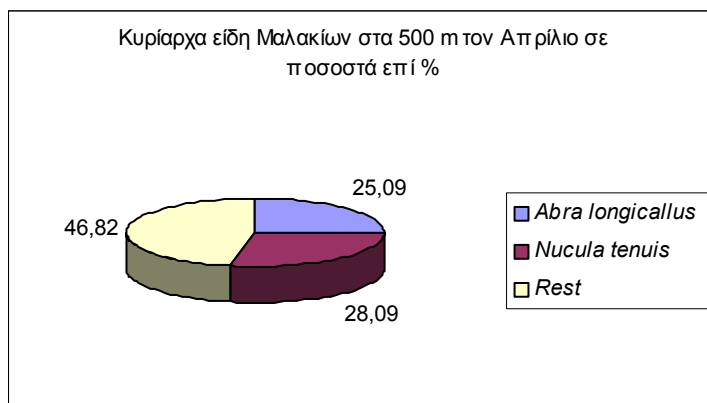
Παρατηρούμε λοιπόν ότι υπάρχουν είδη ή ευρύτερες ομάδες που εμφανίζουν συνολικά επικράτεια στη πλειοψηφία των σταθμών. Αυτά αναλυτικά έχουν ως εξής:

- Mysidacea
- Ostracoda
- *Harpinia dellavallei*, Phoxocephalidae

III. Μαλάκια

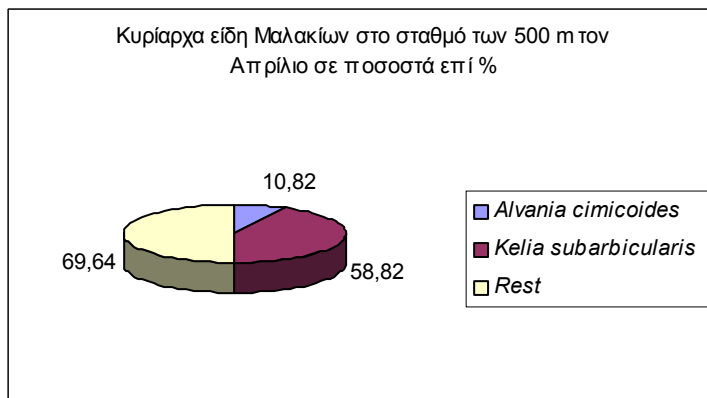
Είναι μία σημαντική ομάδα τόσο από πλευράς αφθονίας όσο και από πλευράς αριθμού ειδών. Τη μεγαλύτερη τιμή αφθονίας εμφάνισε η ομάδα αυτή το μήνα Ιούνιο στα 500 μέτρα βάθος και ήταν 91,3 άτομα / m² ενώ η μικρότερη τιμή παρουσιάστηκε το μήνα Νοέμβριο με 13 άτομα / m². Παρομοίως το μεγαλύτερο αριθμό ειδών παρουσίασε το μήνα Ιούνιο με 17 είδη και το μικρότερο το μήνα Νοέμβριο με 5 μόνο είδη. Τα Δίθυρα ήταν η επικρατέστερη ομάδα με υψηλούς αριθμούς ατόμων σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας. Οι μεγάλοι αριθμοί των ατόμων αποδίδονται σε εκτεταμένες αναπαραγωγικές περιόδους, που χαρακτηρίζουν αρκετές από της οικογένειες της κλάσης αυτής (Masse & Guerin, 1978). Σύμφωνα με τον Barnes (1987), τα δίθυρα περιλαμβάνουν ιζηματοφάγα και διηθηματοφάγα είδη.

Τα κυρίαρχα είδη αυτής της ομάδας ανά σταθμό έχουν ως εξής:



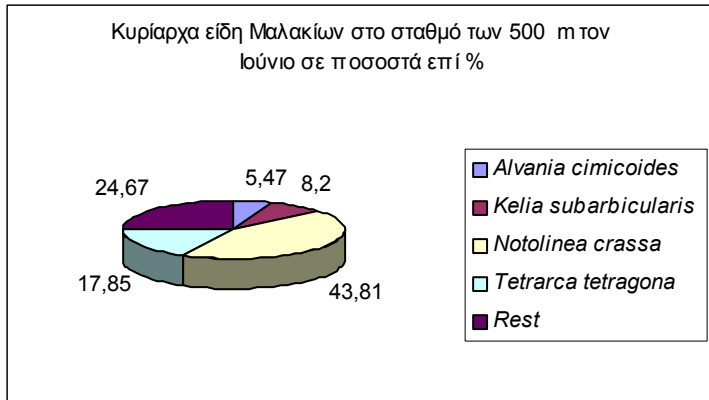
Εικόνα 42. Κυρίαρχα είδη Μαλακίων στο σταθμό των 200 μέτρων τον Απρίλιο.

Στο ρηχότερο σταθμό το είδος *Nucula tenuis* της οικογένειας Nuculidae εμφανίζει σημαντική υπεροχή έναντι όλων των άλλων ειδών του σταθμού και ένα μικρό προβάδισμα έναντι του είδους *Abra longicallus* της οικογένειας Semelidae.



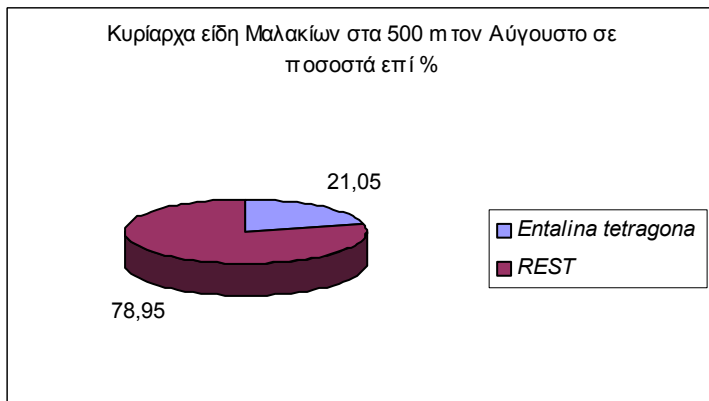
Εικόνα 43. Κυρίαρχα είδη Μαλακίων στο σταθμό των 500 μέτρων τον Απρίλιο.

Στο βαθύτερο σταθμό του ίδιου μήνα η υπεροχή του είδους *Kelia subarbcularis* της οικογένειας Kelliidae είναι ξεκάθαρη.



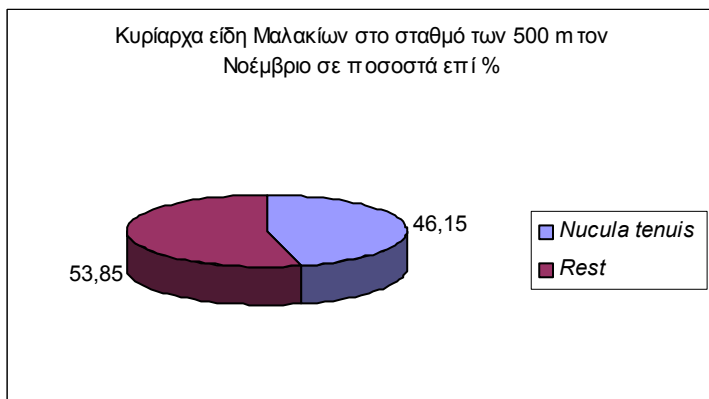
Εικόνα 44. Κυρίαρχα είδη Μαλακίων στο σταθμό των 500 μέτρων τον Ιούνιο.

Στον αντίστοιχο σταθμό την περίοδο του Ιουνίου η υπεροχή του είδους *Notolinea crassa* της οικογένειας Limidae είναι συντριπτική.



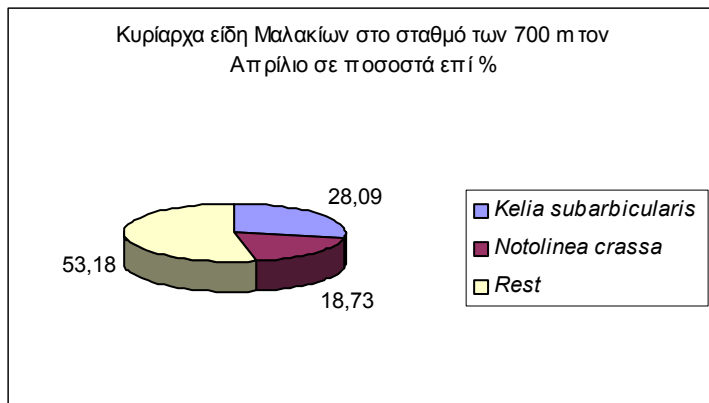
Εικόνα 45. Κυρίαρχα είδη Μαλακίων στο σταθμό των 500 μέτρων τον Αύγουστο.

Τον Αύγουστο σημαντική παρουσία εμφανίζει μόνο το είδος *Entalina tetragona* της οικογένειας Siphonodentaliidae.



Εικόνα 46. Κυρίαρχα είδη Μαλακίων στο σταθμό των 500 μέτρων τον Νοέμβριο.

Το Νοέμβριο το είδος *Nucula tenuis* της οικογένειας Nuculidae φτάνει σε ποσοστό κοντά στο 50%. Υποσκελίζοντας όλα τα άλλα είδη.



Εικόνα 47. Κυρίαρχα είδη Μαλακίων στο σταθμό των 700 μέτρων τον Απρίλιο.

Στο βαθύτερο σταθμό κάνει και πάλι την εμφάνιση του το είδος *Kelia subarbicularis* της οικογένειας Kelliidae με ποσοστό κοντά στο 30% του συνολικού πληθυσμού του σταθμού όσον αφορά τα είδη των μαλακίων.

Συνολικά λοιπόν σε αυτή την ομάδα τα είδη που φαίνεται να επικρατούν ή τουλάχιστον εμφανίζουν επαναληπτικά επικράτεια σε κάποιο βαθμό στην πλειονότητα των σταθμών είναι τα εξής:

- *Kelia subarbicularis*, Kelliidae
- *Nucula tenuis*, Nuculidae
- *Alvania cimicoides*, Hydrobiidae
- *Notolinea crassa*, Limidae

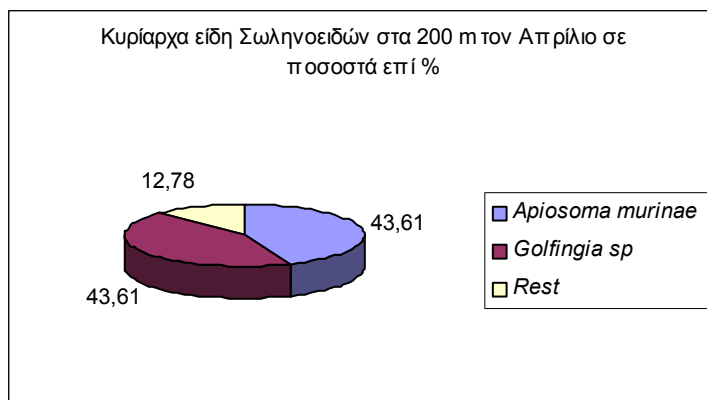
IV. Σωληνοειδή

Τα Σωληνοειδή υπήρξαν μία από τις πολυπληθέστερες ταξινομικές ομάδες της μακροπανίδας κυρίως στους βαθύτερους σταθμούς των 500 και των 700 μέτρων. Η αφθονία τους έλαβε τη μέγιστη τιμή της το μήνα Αύγουστο με 112,4 άτομα / m² και την ελάχιστη τιμή της το μήνα Απρίλιο στο σταθμό των 200 μέτρων με 13,3 άτομα/m². Κυρίαρχο εμφανίζεται το είδος *Apionsoma murinae* της οικογένειας Phascolosomatidae.

Τα Σωληνοειδή κατατάσσονται αποκλειστικά στους ιζηματοφάγους οργανισμούς (Barnes, 1987). Σήμερα από τα 20 είδη Σωληνοειδών για τα οποία υπάρχουν πληροφορίες για το κύκλο ζωής τους, τα 17 από αυτά απελευθερώνουν πελαγικές λάρβες με εκτεταμένη πελαγική φάση που διαρκεί από 3 έως 8 μήνες (Rice, 1986 & Monographs on Marine Sciences, No 2).

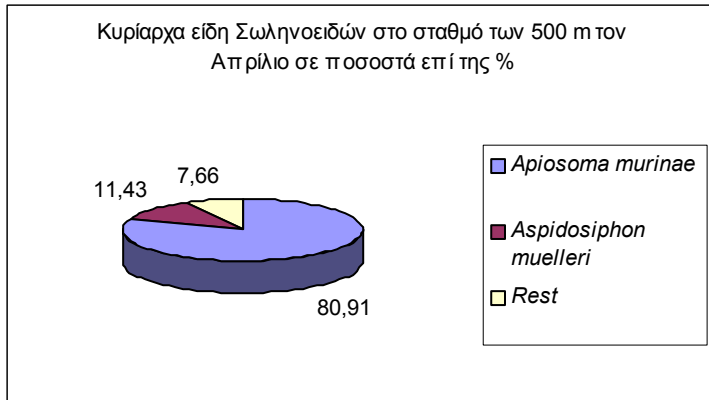
Από την ανάλυση των δειγμάτων που προέκυψαν από την παρούσα δειγματοληπτική προσπάθεια παρατηρήθηκαν υψηλές τιμές αφθονίας κατά τους μήνες Απρίλιο, Ιούνιο, Αύγουστο και Νοέμβριο για τους σταθμούς των 500 μέτρων. Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στην περίοδο εγκατάστασης νεαρών ατόμων η οποία φαίνεται να έχει μεγάλη διάρκεια και να λαμβάνει χώρα κυρίως κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι. Θα μπορούσαμε επιπρόσθετα να ισχυριστούμε ότι ο πληθυσμός του Νοεμβρίου ενδεχομένως να απαρτίζεται από ωριμότερα άτομα έναντι νεαρών.

Αναλυτικά τα κυρίαρχα είδη ανά σταθμό είχαν ως εξής:



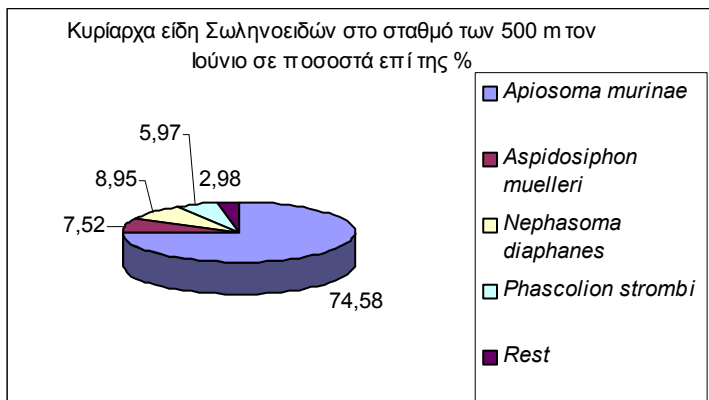
Εικόνα 48. Κυρίαρχα είδη Σωληνοειδών στο σταθμό των 200 μέτρων τον Απρίλιο.

Στο ρηχότερο σταθμό των 200 μέτρων βάθος τα είδη *Apiosoma murinae* και *Golfingia sp* των οικογενειών Phascolosomatidae, Golfingiidae αντίστοιχα παρουσιάζουν ισοεπικράτεια, ενώ η παρουσία τους φαίνεται να λειτουργεί καταλυτικά εμποδίζοντας την ανάπτυξη άλλων ειδών.



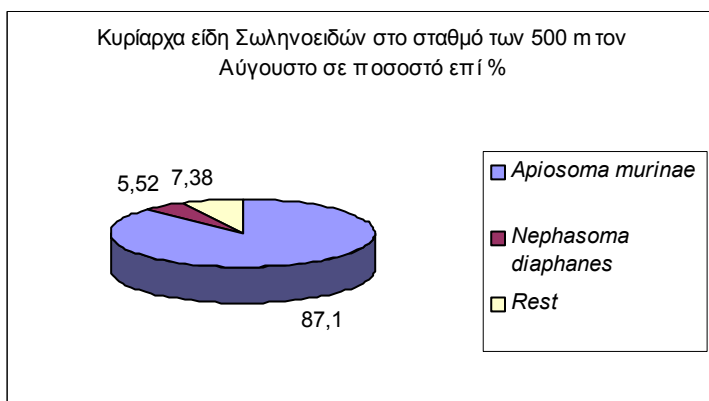
Εικόνα 49. Κυρίαρχα είδη Σωληνοειδών στο σταθμό των 500 μέτρων τον Απρίλιο.

Στον επόμενο σταθμό των 500 μέτρων του ίδιου μήνα αρχίζει να διαφαίνεται η απόλυτη κυριαρχία του είδους *Apiosoma murinae* εικόνα που θα επαναληφθεί και στους επόμενους σταθμούς.



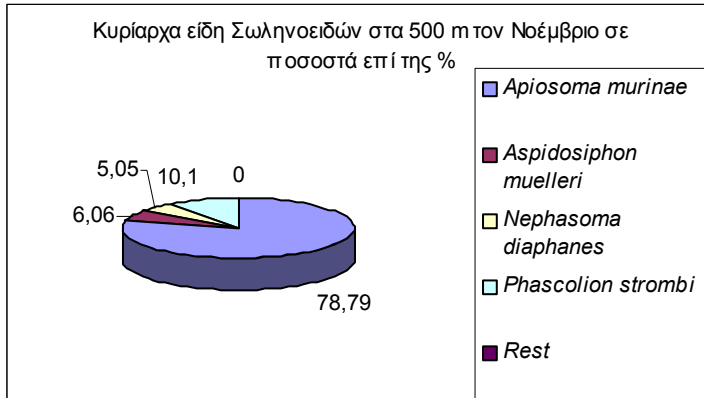
Εικόνα 50. Κυρίαρχα είδη Σωληνοειδών στο σταθμό των 500 μέτρων τον Ιούνιο.

Η πληθυσμιακή επικράτηση του είδους που προαναφέραμε είναι κάτι που επιβεβαιώνεται και σε αυτό το σταθμό.



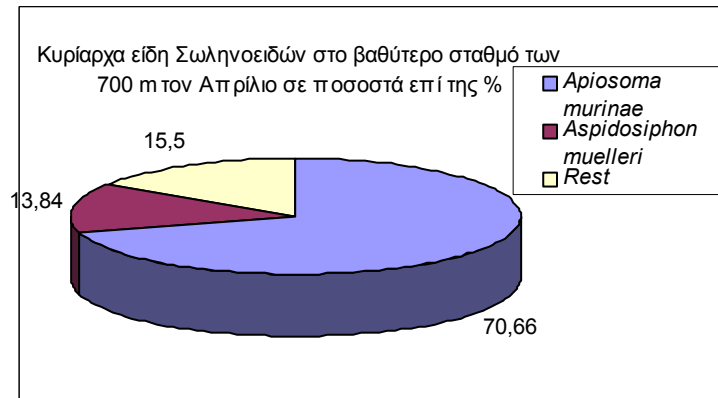
Εικόνα 51. Κυρίαρχα είδη Σωληνοειδών στο σταθμό των 500 μέτρων τον Αύγουστο.

Και σε αυτό το σταθμό η εικόνα που περιγράψαμε παραπάνω παραμένει σταθερή.



Εικόνα 52. Κυρίαρχα είδη Σωληνοειδών στο σταθμό των 500 μέτρων τον Νοέμβριο.

Σε αυτό το σταθμό όλα τα είδη των Σωληνοειδών παρουσιάζουν μία συνολική αύξηση στην αφθονία τους το είδος *Apiosoma murinae* όμως υπερσκελίζει όλα τα υπόλοιπα.



Εικόνα 53. Κυρίαρχα είδη Σωληνοειδών στο σταθμό των 700 μέτρων τον Απρίλιο.

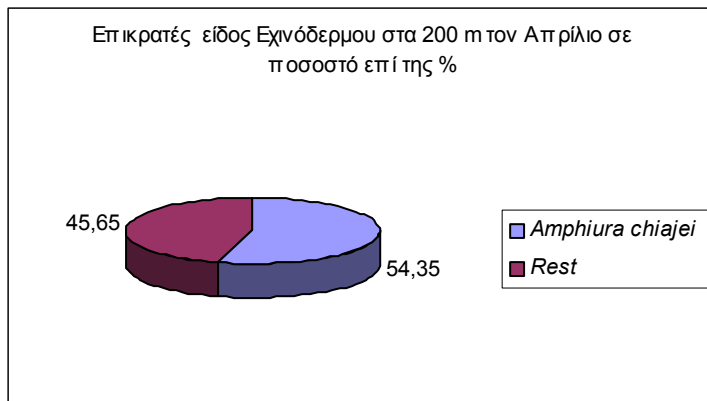
Όπως παρατηρούμε ούτε σε αυτό το σταθμό αναιρείται η επικράτηση του είδους *Apiosoma murinae*.

Συγκεντρωτικά εντοπίζουμε ότι τα είδη που επαναλαμβάνονται όσον αφορά την κυριαρχία επί της συγκεκριμένης ομάδας έχουν ως εξής:

- *Apiosoma murinae*, Phascolosomatidae
- *Aspidosiphon muelleri*, Aspidosiphonidae

V. Εχινόδερμα

Η μεγαλύτερη τιμή αφθονίας στη κλάση αυτή εντοπίζεται το μήνα Νοέμβριο με 15 άτομα/ m² και η μικρότερη το μήνα Ιούνιο με 0 άτομα/ m². Η κλάση αυτή εμφανίζει πολύ μικρό αριθμό ειδών στα πλαίσια όλων των σταθμών δειγματοληψίας ενώ κυρίαρχη είναι η οικογένεια *Amphiuridae*. Τα εχινόδερμα που εντοπίστηκαν στην παρούσα εργασία περιλαμβάνουν ιζηματοφάγους οργανισμούς.

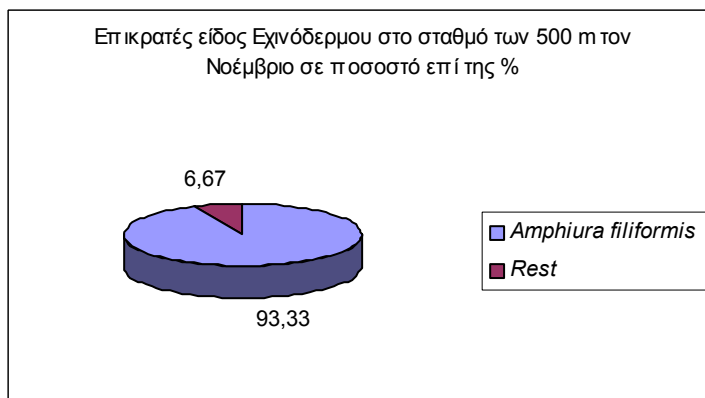


Εικόνα 54. Κυρίαρχα είδη Εχινόδερμων στο σταθμό των 700 μέτρων τον Απρίλιο.

Παρά τον πολύ μικρό αριθμό ειδών που παρουσιάζει η ομάδα των Εχινόδερμων ανεξάρτητα εποχής και βάθους, κάποια από τα είδη της εμφανίζουν τάση υπεροχής έναντι των υπολοίπων ειδών στο επίπεδο κάθε σταθμού. Έτσι στο σταθμό των 200 μέτρων τον Απρίλιο το είδος *Amphiura chiajei* της οικογένειας *Amphiuridae* φτάνει σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50% επί του συνολικού πληθυσμού της ομάδας.

Στο βαθύτερο σταθμό του ίδιου μήνα το είδος *Amphiura filiformis* της οικογένειας *Amphiuridae* εμφανίζει απόλυτη κυριαρχία, καθώς αποτελεί το 100% του πληθυσμού των Εχινόδερμων του σταθμού.

Στον αντίστοιχο σταθμό του Ιουνίου δεν καταγράφηκε κανένα άτομο αυτής της ομάδας. Επίσης σε ανάλογο βάθος τον Αύγουστο η ομάδα των Εχινόδερμων και δεν απουσιάζει παντελώς αλλά εμφανίζει εξαιρετικά μικρούς πληθυσμούς χωρίς καμία ιδιαίτερη τάση επικράτησης από κανένα είδος.



Εικόνα 55. Κυρίαρχα είδη Εχινόδερμων στο σταθμό των 500 μέτρων τον Νοέμβριο.

Το Νοέμβριο κάνει και πάλι την εμφάνιση του το είδος *Amphiura filiformis* με πληθυσμιακή υπεροχή που λίγο απέχει από το 100%.

Ο βαθύτερος σταθμός των 700 μέτρων τον Απρίλιο παρουσιάζει εικόνα παρεμφερή με αυτή του Αυγούστου στα 500 μέτρα βάθος, δηλαδή είδη Εχινόδερμων είναι υπαρκτά αλλά σε πληθυσμούς εξαιρετικά μικρούς.

Συνολικά σε αυτή την ομάδα επικράτηση εμφανίζουν είδη της οικογένειας Amphiuroidae, δηλαδή

- *Amphiura chiajei*
- *Amphiura filiformis*

VI. Διάφορα

Στην ομάδα αυτή η μεγαλύτερη τιμή αφθονίας εμφανίζεται το μήνα Απρίλιο στο σταθμό των 200 μέτρων και η μικρότερη το μήνα Νοέμβριο. Κυρίαρχη ταξινομική ομάδα είναι αυτή των Νεμερτίνων στο σύνολο όλων των σταθμών. Οι Νεμερτίνοι είναι τυπικοί σαρκοφάγοι οργανισμοί (Barnes, 1987).

❖ Συνολικές παρατηρήσεις επί της αφθονίας και της ποικιλότητας.

Υπήρξαν είδη με κοινή παρουσία σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας. Αναλυτικά αυτά είχαν ως εξής:

Πολύχαιτα	<i>Aricidae monicae</i> , Paraonidae <i>Chloeia venusta</i> , Amphinomidae <i>Glycera lapidum</i> , Glyceridae <i>Pholoides dorsipapillatus</i> , Pholoididae <i>Sarsonuphis calliopa</i> , Onuphidae
Καρκινοειδή	<i>Pardaliscella boeckii</i> , Pardaliscidae
Μαλάκια	<i>Tetrasia tetragona</i> , Arcidae
Σωληνοειδή	<i>Apiosoma murinae</i> , Phascolosomatidae <i>Nephasoma diaphanes</i> , Golfingiidae
Εχινόδερμα	Κανένα είδος

Ορμώμενος κανείς από την σταθερή παρουσία των παραπάνω ειδών θα μπορούσε να ισχυριστεί ότι πρόκειται για μάλλον ευρύοικα είδη με σημαντική παρουσία στα νερά μας.

Η εικόνα που προκύπτει από την ανάλυση της συγκεκριμένης δειγματοληπτικής προσπάθειας δεν ακολουθεί το «αναμενόμενο» εάν μπορεί να επικαλεστεί κάποιος τη χρήση της έννοιας αυτής πρότυπο κατανομής. Δηλαδή πέρα από την εμφάνιση συγκεκριμένων τροφικών τύπων στα διάφορα βάθη, δεν παρατηρείται συνολικά μείωση του αριθμού των ατόμων ανά m² όπως θα περίμενες κανείς, και μάλιστα τα είδη εκείνα που εν τάχη θα εξέλιπαν να είναι είδη διηθηματοφάγα και είδη υποεπιφανειακά ιζηματοφάγα. Θεωρώντας λοιπόν ένα μέσο όρο για τα αποτελέσματα των σταθμών των 500 μέτρων έτσι ώστε να καταστεί δυνατή η σύγκριση σε επίπεδο αύξησης βάθους, παρατηρούμε τα παρακάτω:

- Η αφθονία των Πολυχαίτων παρουσιάζει μείωση κατά την μετάβαση της από τα 200 μέτρα στα 500 μέτρα ενώ αυξάνει στα 700 μέτρα υπερσκελίζοντας και την τιμή των 200 μέτρων.
- Τα Καρκινοειδή εμφανίζουν έξαρση στο σταθμό των 200 μέτρων και από εκεί και πέρα η αφθονία τους μπορεί να ισχυριστεί κανείς ότι σταθεροποιείται.
- Τα Μαλάκια δίνουν τη μεγαλύτερη τιμή της αφθονίας τους στο βάθος των 500 μέτρων. Σε συνολικό επίπεδο ο πληθυσμός τους δεν φαίνεται να επιδέχεται σοβαρή επίδραση από το βάθος, θα έλεγε κανείς ότι εμφανίζουν μία σταθερή παρουσία στα πλαίσια όλων των σταθμών.
- Τα Σωληνοειδή αυξάνουν με την αύξηση του βατούς μεταξύ 200 και 500 μέτρων και κατόπιν φθίνουν ξανά στα 700 μέτρα, διατηρώντας όμως πολύ μεγαλύτερο πληθυσμό από αυτό του ρηχού σταθμού.
- Τα Εχινόδερμα και η ομάδα των διαφόρων φαίνεται να μειώνεται συναρτήσει του βάθους.
- Ο αριθμός των ειδών για τα Πολύχαιτα ακολουθεί πάνω κάτω την εικόνα της αφθονίας παρά το γεγονός ότι ο ρηχότερος σταθμός δείχνει μία ελαφριά υπεροχή.
- Στα Καρκινοειδή με την αύξηση του βάθους παρουσιάζουν μείωση του αριθμού των ειδών τους παρά το γεγονός των σταθερών τιμών αφθονίας.
- Στα Μαλάκια τα είδη ακολουθούν την αφθονία.
- Τα Σωληνοειδή, τα Εχινόδερμα και η ομάδα των Διαφόρων επιδεικνύουν σταθερό και εξαιρετικά μικρό αριθμό ειδών σε όλα τα βάθη.

3.2.3 Τροφικοί τύποι.

Η κατάταξη των ειδών σε τροφικούς τύπους βασίστηκε αποκλειστικά σε πληροφορίες που συλλέχθηκαν από την βιβλιογραφία, δεν ήταν όμως πάντοτε δυνατόν να ανεβρεθούν στοιχεία για τις τροφικές συνήθειες όλων των ειδών. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι πληροφορίες για τις τροφικές συνήθειες αφορούν ευρύτερα τάξα και κυρίως οικογένειες ή τάξεις. Τα αποτελέσματα αυτής της ενότητας, όπως γίνεται στις περισσότερες εργασίες που αφορούν τροφικούς τύπους, είναι μόνο σε γενικές γραμμές αξιόπιστα και αποσκοπούν στο σχηματισμό μίας πολύ γενικής εικόνας.

Ακόμη υπάρχει το πρόβλημα της διάκρισης των ειδών σε τροφικούς ομάδες δεδομένου ότι η ομαδοποίηση είναι ως ένα βαθμό αυθαίρετη γιατί οι τροφικές συνήθειες είναι παρόμοιες μόνο στα πολύ στενά πλαίσια μίας ταξινομικής ομάδας (γένος ή οικογένεια) και αυτό όχι πάντοτε. Κατά γενική ομολογία, οι τροφικοί θόκοι ειδών που ανήκουν στην ίδια οικογένεια ή ακόμη και στο ίδιο γένος διαφοροποιούνται, με αποτέλεσμα η κατηγοριοποίηση που βασίζεται σε βιβλιογραφικές αναφορές να αποκλίνει λίγο έως πολύ από την πραγματικότητα. Έτσι προτιμήσαμε την κατάταξη σε τροφικούς τύπους που δίνουν οι Fauchald & Jumars (1979) για την ομάδα των Πολυχαίτων δηλαδή τη διάκριση τους σε διηθηματοφάγους, επιφανειακούς ιζηματοφάγους, υποεπιφανειακούς ιζηματοφάγους και σαρκοφάγους, επειδή η ομάδα αυτή ήταν η πολυπληθέστερη στο σύνολο όλων των σταθμών.

Στη συνέχεια οι επιφανειακοί και οι υποεπιφανειακοί ιζηματοφάγοι ομαδοποιήθηκαν στους ιζηματοφάγους.

Στην ανάλυση αυτή των τροφικών τύπων επιλέχθηκαν να συμμετάσχουν μόνο εκείνοι οι σταθμοί που ανήκουν στην ίδια χρονική περίοδο για αν μπορούσαμε να συσχετίσουμε το βάθος με τις διατροφικές επιλογές. Οι σταθμοί λοιπόν που αναλύθηκαν ήταν αυτοί του Απριλίου των 200, των 500 και των 700 μέτρων.

Στο σταθμό των 200 μέτρων οι ιζηματοφάγοι οργανισμοί κυριαρχούν ακολουθούνται από τους σαρκοφάγους τους οποίους ακολουθούν με πολύ μικρά ποσοστά οι διηθηματοφάγοι. Αξίζει να επισημάνουμε ότι οι σαρκοφάγοι οργανισμοί εμφανίζουν σημαντική παρουσία η οποία και προσεγγίζει το 40% περίπου σε αυτό το βάθος.

Στα 500 μέτρα η επικράτηση των σαρκοφάγων με ποσοστό που αγγίζει περίπου το 80% είναι αδιαμφισβήτητη. Επιπρόσθετα στο βαθύτερο σταθμό των 700 μέτρων η παραπάνω εικόνα επαναλαμβάνεται με τους σαρκοφάγους να αποτελούν και πάλι το 70% του συνολικού πληθυσμού.

Στην επιλεγμένη διατομή η κατανομή των διαφόρων τροφικών τύπων δείχνει να σχετίζεται με τη διαθέσιμη ποσότητα οργανικής ύλης στο ίζημα.

Ταυτόχρονα και σε αυτή την προσέγγιση το σύστημα εμφανίζει μία διπολικότητα δηλαδή από τη μία ο ρηχός σταθμός των 200 μέτρων και από την άλλη οι βαθύτεροι σταθμοί των 500 και των 700 μέτρων.

Η διπολικότητα αυτή ενδεχομένως να σχετίζεται με το γεγονός ότι με την αύξηση του βάθους γίνεται σταδιακή μετάβαση του οικοσυστήματος σε ολοένα και πιο ολιγοτροφικό καθεστώς, παράγοντας που δείχνει να οδηγεί στην αύξηση των σαρκοφάγων ειδών.

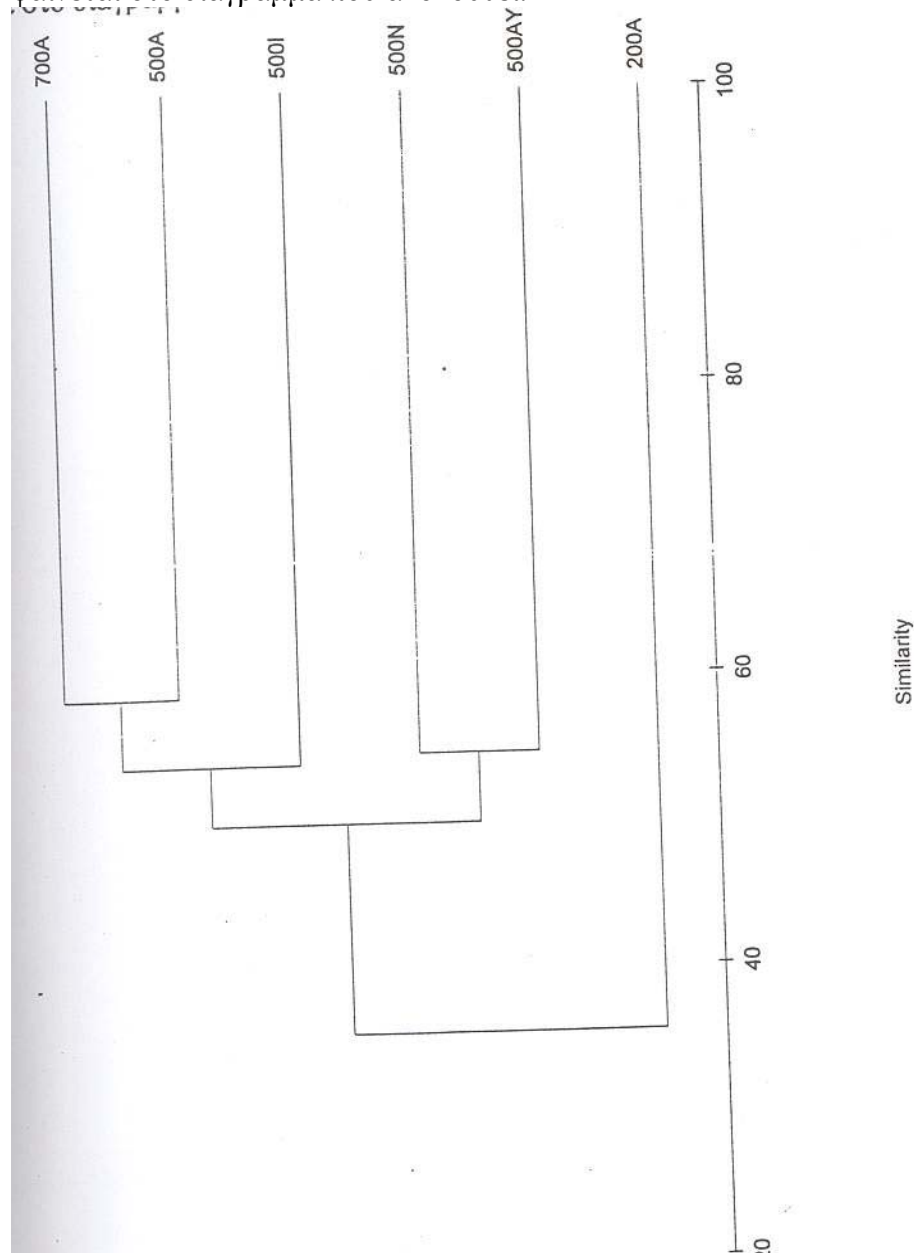
3.3 Πολυμεταβλητή Ανάλυση.

Με βάση το δενδρόγραμμα πανιδικής ομοιότητας μεταξύ του συνόλου των σταθμών δειγματοληψίας διακρίνονται δύο ομάδες σταθμών:

- I. Στην ομάδα αυτή περιλαμβάνεται ο σταθμός των 200 μέτρων, με ιλυο-αργιλώδες υπόστρωμα σε ποσοστό 97,6 %.
- II. Στην ομάδα αυτή περιλαμβάνονται πέντε σταθμοί, τέσσερις σε βάθος 500 μέτρων και ένας σε βάθος 700 μέτρων.

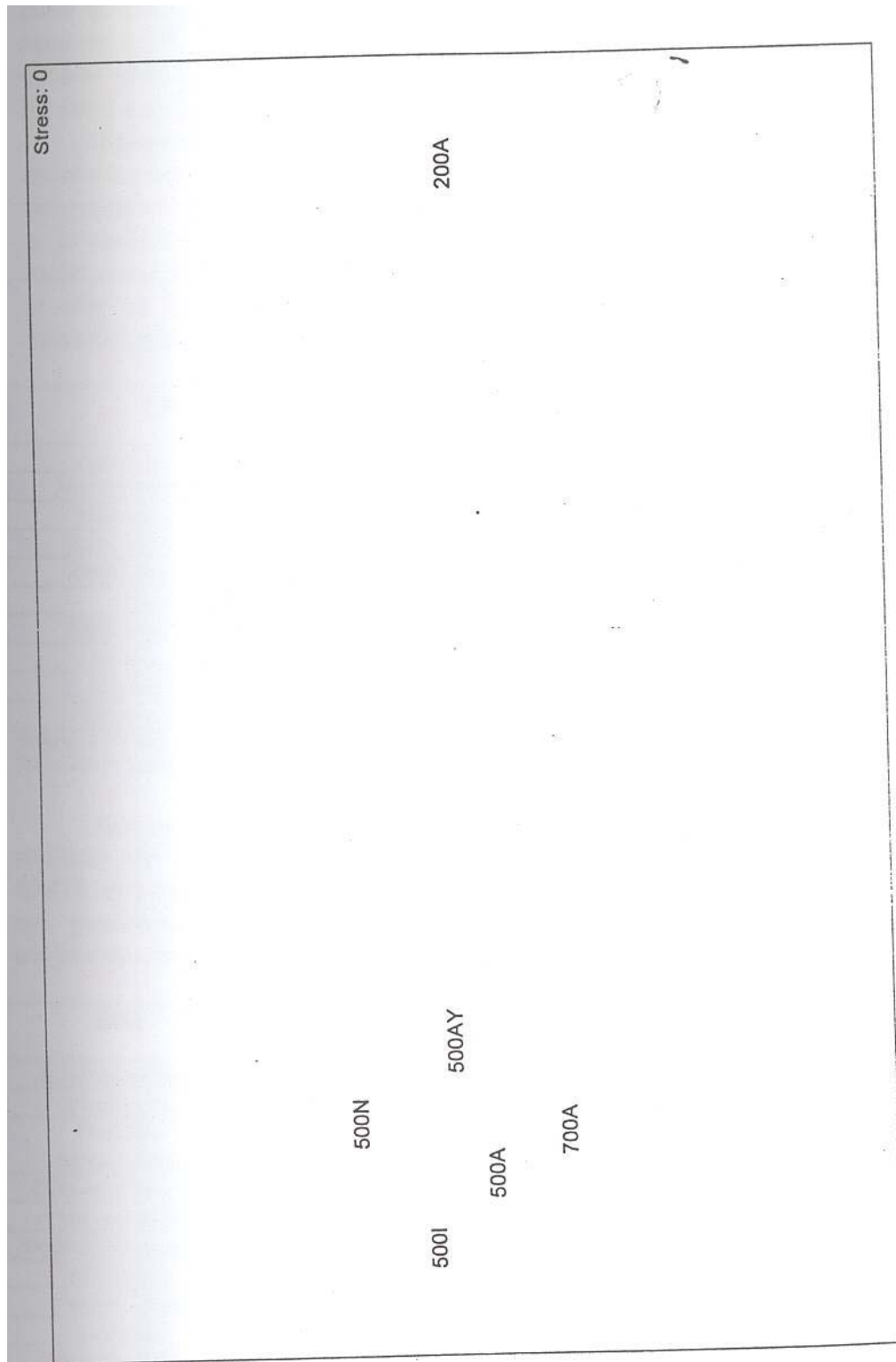
Η γενική εικόνα που προκύπτει από το δενδρόγραμμα έχει ως εξής: η βασική ομαδοποίηση των σταθμών γίνεται με βάση την βαθυμετρία. Δηλαδή οι βαθύτεροι σταθμοί τείνουν να παρουσιάζουν πανιδική σύνθεση παρόμοια.

Η μέθοδος κατάταξης με βάση την αφθονία των ειδών έδωσε το δενδρόγραμμα πανιδικής ομοιότητας με τη χρήση του δείκτη Bray-Curtis που φαίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Εικόνα 56. Δενδρόγραμμα πανιδικής ομοιότητας για το σύνολο των σταθμών δειγματοληψίας με τη χρήση του δείκτη Bray-Curtis.

Μέσο της χρήσης του προγράμματος MDS προκύπτουν και πάλι δύο ομάδες σταθμών η μία είναι αυτή του ρηχού σταθμού των 200 μέτρων βάθος και η άλλη είναι αυτή που περιλαμβάνει το σύνολο των σταθμών με βάθη 500 και 700 μέτρα.



Εικόνα 57. Διάγραμμα διευσθέτησης με τη μέθοδο MDS.

3.4 Simper

Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω σημαντικό ρόλο στην διάκριση των δύο ομάδων σταθμών φαίνεται να παίζει το Σωληνοειδές *Apionsoma murinae* το οποίο με βάση τα αποτελέσματα του προγράμματος Simper εμφανίζεται να συνεισφέρει σε ποσοστό 4,45%, που είναι και το σημαντικότερο ποσοστό στην διάκριση αυτών των ομάδων (αναλυτικά τα αποτελέσματα του προγράμματος Simper εμφανίζονται στο Πίνακα 3 του Παρατήματος).

Επιπρόσθετα από τα αποτελέσματα του παραπάνω προγράμματος (Simper), προκύπτει ότι υπάρχει ένα σύνολο ειδών που λειτουργούν αθροιστικά και συνεισφέρουν σε ποσοστό 58,4% στην ομαδοποίηση των σταθμών των 500 μέτρων με το σταθμό των 700 μέτρων. Η μέση ομοιότητα μεταξύ των σταθμών αυτής της ομάδας είναι 52,19%, στην οποία παρατηρούμε ότι συνεισφέρουν ουσιαστικά μόνο 10 είδη με κυρίαρχο και πάλι το Σωληνοειδές *Apionsoma murinae*. Ωστόσο σημαντική είναι και η παρουσία του Πολύχαιτου *Pholoides dorsipapillatus*.

Είδη	Μέση Αφθονία	Συνεισφορά	Αθροιστική Συνεισφορά
<i>Apionsoma murinae</i>	69,6	14,92	14,92
<i>Pholoides dorsipapillatus</i>	37,8	7,71	22,63
<i>Notomastus lineatus</i>	10,4	5,93	28,56
<i>Sarsonuphis calliopae</i>	10,4	5,58	34,14
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	6,8	4,6	38,74
<i>Ostracoda</i>	7,8	4,51	43,26
<i>Nephasoma diaphanes</i>	5,4	4,2	47,46
<i>Aricidea monicae</i>	5,8	4,16	51,62
<i>Clycera lapidum</i>	6,8	3,71	55,33
<i>Tetrarca tetragona</i>	5,4	3,07	58,4

Πίνακας 12. Τα δέκα πιο χαρακτηριστικά είδη, ανάλογα με το ποσοστό της συνεισφοράς τους στο δείκτη ομοιότητας Bray-Curtis για τη βαθυμετρική ομάδα των 500 και των 700 μέτρων.

Από τη χρήση του ίδιου προγράμματος προέκυψε ότι μεταξύ των δύο ομάδων σταθμών των «ρηχών» και των «βαθιών», υπάρχει ανομοιότητα της τάξης του 63,41% που οφείλεται στην ύπαρξη ή και στην απουσία κάποιων ειδών. Τα δέκα πιο χαρακτηριστικά είδη, ανάλογα με το ποσοστό συνεισφοράς στους στην ανομοιότητα των δύο ομάδων εμφανίζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Είδη	Μέση Αφθονία	Συνεισφορά	Αθροιστική Συνεισφορά
<i>Apiosoma murinae</i>	6	4,45	4,45
<i>Apseudes sp.</i>	12	2,64	7,09
<i>Pholoides dorsipapillatus</i>	7	2,18	9,27
<i>Kelia subarbicularis</i>	0	2,10	11,37
<i>Prionospio ehlersi</i>	14	2,07	13,44
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	0	1,95	15,39
<i>Golfingia sp.</i>	6	1,87	17,26
<i>Rhodine loveni</i>	8	1,72	18,97
<i>Processidae</i>	5	1,70	20,68
<i>Apseudes elezae</i>	5	1,70	22,38

Πίνακας 13. Τα δέκα πιο χαρακτηριστικά είδη, ανάλογα με το ποσοστό της συνεισφοράς τους στη μέση ανομοιότητα μεταξύ των ομάδων των 200 μέτρων και των 500 και 700 μέτρων.

Εντοπίζουμε ότι ουσιαστικά το είδος εκείνο το οποίο συνεισφέρει σημαντικά στην απομάκρυνση των δύο ομάδων σταθμών είναι το Σωληνοειδές *Apiosoma*

murinae, το οποίο και έχει τη μεγαλύτερη συνεισφορά στην ομοιότητα μεταξύ των βαθύτερων σταθμών.

3.5 BIOENV

Αρχικά εξαιρέθηκαν οι αβιοτικές εκείνες παράμετροι οι οποίες συσχετίζονται σε κάποιο βαθμό μεταξύ τους. Έτσι λοιπόν από το σύνολο των περιβαλλοντικών παραμέτρων χρησιμοποιήθηκαν τελικά ο οργανικός C, η χλωροφύλλη α, το οξειδοαναγωγικό δυναμικό του ιζήματος, το % ποσοστό ιλύος – αργίλου και η τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP) διαδοχικά.

Επιλέξαμε και τις πέντε προαναφερόμενες μεταβλητές και το πρόγραμμα έδωσε το μεγαλύτερο συντελεστή συσχέτισης στην χλωροφύλλη α με τιμή 0,846 με τη σύνθεση της πανίδας στα διάφορα βάθη.

Κατόπιν εξαιρέσαμε το ATP και λάβαμε ξανά το ίδιο αποτέλεσμα. Ακολουθήσαμε την ίδια στρατηγική αφαιρώντας αυτή τη φορά το Eh και το αποτέλεσμα παρέμεινε αμετάλλακτο.

Καταλήγουμε λοιπόν στο συμπέρασμα ότι ο παράγοντας εκείνος που εξηγεί καλύτερα τη συγκεκριμένη δομή της βιοκοινωνίας των σταθμών δειγματοληψίας στα διάφορα βάθη είναι η χλωροφύλλη α.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η αρχική πεποίθηση της αζωικής θεωρείας καταρύπεται και με τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας. Το γεγονός της ύπαρξης ζώης στο πυθμένα του Κρητικού αντανάκλα την εισροή οργανικής ύλης.

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης εργασίας θέτουν ένα πολύ σημαντικό ερώτημα που έχει να κάνει με το πιο είναι τελικά το πλέον “αφιλόξενο” περιβάλλον το ρηχό, εκείνο του σταθμού των 200 μέτρων ή εκείνο των σταθμών των 500 και των 700 μέτρων, το επονομαζόμενο βαθύ.

Στα πλαίσια αυτής της συζήτησης θα προσπαθήσουμε να δώσουμε απαντήσεις στο παραπάνω ερώτημα, διευκρινίζοντας κάποιες έννοιες και συσχετίζοντας τα αποτελέσματα μας με τα χαρακτηριστικά της υπερκείμενης στήλης του νερού καθώς και με τα χημικά και όχι μόνο χαρακτηριστικά του ιζήματος. Θα αποπειραθούμε επίσης να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα μας που τα αποτελέσματα όλων εργασιών που έχουν λάβει χώρα στο ίδιο ή και σε παρεμφερή δειγματοληπτικά πεδία.

Στα γενικότερα πλαίσια προσέγγισης του προβλήματος θα αναφέρουμε ενδεικτικά κάποια πράγματα για τη δυναμική των βενθικών οργανισμών για να σχηματίζουμε μία εικόνα και να μπορέσουμε να αντιληφθούμε αυτά που θα αναφερθούν παρακάτω στα πλαίσια της επεξήγησης της υφιστάμενης κατάστασης. Επίσης θα γίνει αναφορά και στα χαρακτηριστικά της μεσοπελαγικής ζώνης που επηρεάζουν την τροφοδοσία του βένθους

4.1 Δυναμική των βενθικών οργανισμών.

❖ Εποχιακές μεταβολές.

Οι πληθυσμιακές διακυμάνσεις φυτών και ζώων ανάλογα με την εποχή του χρόνου είναι ο κανόνας στη φύση και τις περισσότερες φορές είναι εύκολα προβλέψιμες. Στους βενθικούς πληθυσμούς ωστόσο, οι εποχιακές διακυμάνσεις είναι σε γενικές γραμμές περισσότερο προβλέψιμες στα παράκτια συστήματα, παρά στα μεγάλα βάθη. Από τους διάφορους αβιοτικούς παράγοντες που μπορεί να παίζουν σημαντικό ρόλο στη δημιουργία των εποχιακών διακυμάνσεων, ίσως στην πρώτη γραμμή να βρίσκονται η θερμοκρασία και η διαθεσιμότητα της τροφής. Ωστόσο, είναι εξαιρετικά δύσκολο να δώσει κανείς βαρύτητα στο έναν ή τον άλλον παράγοντα στα πλαίσια μία έρευνας, μία και σχετίζονται άμεσα μεταξύ τους. Το πρόβλημα γίνεται εντονότερο στα βαθιά νερά, όπου η θερμοκρασία σε γενικές γραμμές διατηρείται σε σταθερά επίπεδα. Το πρόβλημα τότε μετατοπίζεται και πάλι στα ρηχά, μια και ο πυθμένας σχετίζεται άμεσα, ανεξάρτητα της απόστασης του από την επιφανειακή ζώνη με αυτή.

❖ Πρότυπο κατανομής της μακροπανίδας συναρτήσει του βάθους.

Είναι γνωστό ότι οι αφθονίες των βενθικών οργανισμών στα στενά όρια μίας γεωγραφικής περιοχής μειώνονται συναρτήσει του βάθους, χωρίς αυτό όμως να αποτελεί κανόνα. Ο παραπάνω κανόνας έχει βρεθεί ότι ισχύει για το σύνολο όλων των οργανισμών της πανίδας, άρα και για τη μακροπανίδα (Rowe 1971, Rowe *et. al.* 1974) που μας ενδιαφέρει.

Οι βενθικοί οργανισμοί δείχνουν επίσης να έχουν διαφορετική κάθετη κατανομή μέσα στο ίζημα. Η αφθονία τους είναι μεγαλύτερη στα πρώτα εκατοστά του ιζήματος γεγονός που ενδεχομένως να οφείλεται στον αερισμό, δηλαδή στο βαθμό διεύδυσης

του οξυγόνου μέσα στο ίζημα, στην παρουσία βιογενών δομών, όπως είναι για παράδειγμα τα ορύγματα από μεγαλύτερους οργανισμούς, στην παρουσία σωματιδίων τροφής βαθύτερα μέσα στο ίζημα και τέλος στη μείωση του διαθέσιμου χώρου, εξαιτίας της συμπίκνωσης του ιζήματος (Λαμπαδαρίου, 2001).

Υπάρχουν ωστόσο και εποχιακές αλλά και ημερήσιες μεταβολές της κάθετης κατανομής των μακροπανιδικών βενθικών οργανισμών μέσα στο ίζημα, γεγονός που οφείλεται κατά κύριο λόγο στη θερμοκρασία. Δηλαδή, το καλοκαίρι οι περισσότεροι οργανισμοί βρίσκονται συγκεντρωμένοι στην επιφάνεια του ιζήματος ενώ το χειμώνα μεταναστεύουν πιο βαθιά μέσα στο ίζημα.

4.2 Τα χαρακτηριστικά της μεσοπελαγικής ζώνης που επηρεάζουν την τροφοδοσία του βένθους.

Εξαιτίας της εξάρτησης για τροφή από την επιφανειακή παραγωγή, η ζωή είναι λιγότερο άφθονη κάτω από την εύρωτη ζώνη, σε σύγκριση με το εύρωτο επιφανειακό στρώμα. Τα περισσότερα μερίδια τροφής τρώγονται πριν βυθιστούν σε βαθύτερα νερά. Το μεγαλύτερο μέρος της τροφής που παράγεται στην επιπελαγική ζώνη καταναλώνεται εκεί, και έτσι μόνο το 20% περίπου φτάνει στη μεσοπελαγική. Αυτό σημαίνει ότι στη μεσοπελαγική ζώνη υπάρχει μία μόνιμη ανεπάρκεια τροφής. Με τη μείωση της τροφικής παροχής, οι πελαγικοί οργανισμοί γίνονται όλο και πιο σπάνιοι στα μεγαλύτερα βάθη. Υπάρχουν σε γενικές γραμμές 5 έως 10 φορές λιγότεροι οργανισμοί στα 500 m για παράδειγμα, από ό,τι στην επιφάνεια.

Οι σβόλοι περιττωμάτων των επιπελαγικών Κωπηπόδων και άλλων επιφανειακών οργανισμών που βόσκουν, είναι ένα σημαντικό μέρος των οργανικών θρυμμάτων που αποτελούν τροφή για τους διηθηματοφάγους οργανισμούς της μεσοπελαγικής ζώνης. Τα απεκκρίματα αυτά βυθίζονται με πολύ μεγαλύτερη ταχύτητα από ένα φυτοπλαγκτονικό κύτταρο και έτσι έχουν περισσότερες πιθανότητες να μη φαγωθούν στην επιπελαγική, αλλά να φαγωθούν στη μεσοπελαγική ζώνη.

Όπως είναι φυσικό, η ανεπάρκεια τροφής είναι μέγιστης σημασίας στο βυθό των «βαθιών» νερών. Οι βενθικοί οργανισμοί όμως έχουν ένα μεγάλο πλεονέκτημα σε σχέση με τους πελαγικούς. Στη στήλη του νερού, τα μερίδια της τροφής που δε γίνονται αμέσως αντιληπτά και δεν τρώγονται, βυθίζονται και χάνονται. Όταν όμως η τροφή φτάσει στο βυθό, παραμένει εκεί μέχρι να βρεθεί από κάποιους οργανισμούς. Επίσης, η «βροχή» της οργανικής ύλης προς το βυθό είναι στην πραγματικότητα πολύ περιορισμένη. Πολύ λίγη τροφή είναι διαθέσιμη για τη βενθική κοινότητα. Πολύ μεγάλο μέρος του υλικού που φτάνει στο βυθό εξάλλου, όπως για παράδειγμα τα χιτινικά υπολείμματα των Καρκινοειδών, δεν πέπτονται άμεσα από τους οργανισμούς που ζουν εκεί, θα πρέπει να δραστηριοποιηθούν και κάποια βακτήρια.

4.3 Πανιδικές Παράμετροι

I. Ανάλυση πανιδικών παραμέτρων.

Από την παρατήρηση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης της πανιδικής σύστασης και της πληθυσμιακής πυκνότητας ανά m^2 προκύπτει ότι η ομάδα των Πολυχαίτων μεταξύ του σταθμού των 200 μέτρων τον Απρίλιο και των 500 μέτρων του ίδιου μήνα παρουσιάζει αύξηση στη τιμή της αφθονίας της παρά το γεγονός ότι ο αριθμός των ειδών τους κατά την μετάβαση αυτή μειώνεται πάρα πολύ, δηλαδή από

27 είδη στο ρηχότερο σταθμό οδηγούμαστε σε 11 μόνο είδη στο βαθύτερο. Την όλη διαφορά στην πυκνότητα την κάνει το είδος *Pholoides dorsipapillatus* της οικογένειας Pholoididae, που μέσα σε 300 μέτρα περίπου εντεκαπλασιάζει τον πληθυσμό του. Το είδος αυτό εμφανίζει χαρακτηριστική παρουσία στο βαθύβιο οικοσύστημα του Κρητικού πελάγους (Τσελεπίδης, 1992, Tselepidis and Eleftheriou, 1992, Καρακάσης, 1991, Tselepidis *et a*, 2000, CINCS,2000). Το Πολύχαιτο αυτό είναι ένα τυπικό σαρκοφάγο που ενδεχομένως μέσω της θήρευσης και του σχετικά μεγάλου πληθυσμιακού μεγέθους που εμφανίζει στα 500 και τα 700 μέτρα του Απριλίου, να δημιουργεί μία μορφή διατάραξης λόγω του ανταγωνισμού που θα εμφανίζει με τα άλλα σαρκοφάγα είδη αλλά και λόγω της πίεσης που θα ασκεί στα είδη από τα οποία τρέφεται.

Στο ίδιο βάθος τον Ιούνιο, τον Αύγουστο και το Νοέμβριο το είδος αυτό μειώνεται εξαιρετικά. Φαίνεται λοιπόν ότι η επικράτηση στα συγκεκριμένα βάθη σχετίζεται άμεσα με την περίοδο της δειγματοληπτικής προσπάθειας. Ενδεχομένως λοιπόν το στάσιμο του θερμοκλινούς, που έχει λάβει χώρα λίγο νωρίτερα, και η ανατροφοδότηση του συστήματος με θρεπτικά να ευνοούν την ανάπτυξη του συγκεκριμένου είδους, που δείχνει μάλλον να μπορεί να εγκλιματισθεί καλύτερα στις νέες συνθήκες. Θα πρέπει επίσης να επισημάνουμε ότι τον Απρίλιο κυριαρχούν τα διάτομα δηλαδή έχουμε την επικράτηση της κλασικής τροφικής αλυσίδας, αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη ροή οργανικού άνθρακα προς τον πυθμένα.

Επίσης, ενδεχομένως η συγκεκριμένη χρονική περίοδος να ταυτίζεται πάνω κάτω χρονικά με τη στρατολόγηση νέων ατόμων στο πληθυσμό τους και τη μετακίνησή τους προς τα βαθύτερα με την ενηλικίωση. Η υπόθεση αυτή φαίνεται να επαληθεύεται και λόγω του μικρού μεγέθους των ατόμων που εντοπίστηκαν. Αυτό αναφέρεται με κάθε επιφύλαξη λόγω του φαινομένου του νανισμού που εμφανίζουν οι πληθυσμοί της Ανατολικής Μεσογείου.

Βέβαια, για τον ισχυρισμό αυτό μπορεί να υπάρξει ισχυρός αντίλογος. Τα νέο στρατολογημένα άτομα εισάγουν αυξημένο ανταγωνισμό στο σύστημα όχι μόνο μεταξύ ειδών αλλά και μεταξύ των ατόμων του ίδιου είδους άρα ουσιαστικά αποτελούν μία μορφή βιολογικής διατάραξης, που στο βαθύτερο σταθμό των 700 μέτρων φαίνεται να λειτουργεί ωθώντας το σύστημα σε υψηλότερο επίπεδο βιολογικής ποικιλότητας από το αναμενόμενο.

Ωστόσο, επειδή εμείς προσπαθούμε να ανιχνεύσουμε τις βιολογικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ειδών σε σχέση με τις μεταβαλλόμενες συνθήκες του περιβάλλοντος θα πρέπει να δεχθούμε ότι ο ανταγωνισμός λόγω στρατολόγησης έχει μεγαλύτερη ένταση μεταξύ διαφορετικών ειδών παρά μεταξύ των ατόμων του ίδιου είδους. Αυτό όμως δεν είναι πολύ πιθανό γιατί οι οικολογικές απαιτήσεις ταυτίζονται στα πλαίσια του είδους, ενώ μεταξύ ειδών υπάρχει θεωρητικά μικρότερη επικάλυψη των απαιτήσεων αυτών. Η τελευταία αυτή επισήμανση φαίνεται στα δείγματα μας τουλάχιστον, να έχει κάποια αλήθεια. Δηλαδή, στις υπόλοιπες δειγματοληπτικές προσπάθειες που έλαβαν χώρα σε διαφορετικά χρονικά πεδία με διαφορετικές συνθήκες περιβάλλοντος κάθε φορά, η επικράτηση του παραπάνω είδους φαίνεται να καταρρέει, χωρίς αυτό να εξαφανίζεται από τον πληθυσμό και ταυτόχρονα να κάνουν την εμφάνισή τους άλλα είδη με τις ίδιες τροφικές προτιμήσεις σε μεγαλύτερους πληθυσμούς όπως για παράδειγμα το είδος *Sarsonuphis calliorae* της οικογένειας Onuphidae.

Στην ομάδα των Μαλακίων η διακύμανση τόσο των τιμών της αφθονίας, όσο και του αριθμού των ειδών εμφανίζει μία «ακρότητα» τον Απρίλιο και τον Ιούνιο στα 500 μέτρα, που όμως οφείλεται αποκλειστικά στην παρουσία δύο μόνο ειδών, στο *Kelia subarbicularis* της οικογένειας Kelliidae και στο *Notolinea crassa* της

οικογένειας Limidae αντίστοιχα. Το είδος *Notolinea crassa* εμφανίζει σταθερή παρουσία στο συγκεκριμένο δειγματοληπτικό πεδίο όπως αποδεικνύεται από δουλείες που έχουν γίνει στον ίδιο χώρο (Τσελεπίδης, 1992, Tselepides and Eleftheriou, 1992, Tselepides *et al.*, 2000, CINCS, 2000). Στο σημείο αυτό θα πρέπει να επισημάνουμε ότι η ομάδα αυτή είναι και η πλέον ευπαθής και υπό αμφισβήτηση λόγω της φύσης των μελών της, δηλαδή την «αδυναμία» των οστράκων τους η οποία σε συνδυασμό με την μακροχρόνια παραμονή των δειγμάτων σε διάλυμα φορμόλης που δρα λειαιίνοντας (αποδυναμώνοντας) τα και την απειρία του αναλυτή προσδίδουν αθροιστικά μεγάλη πιθανότητα σφάλματος όσον αφορά την σωστή καταμέτρηση των ατόμων.

Στους βαθύτερους σταθμούς (500-700 μέτρα) παρατηρείται επικράτηση των Σωληνοειδών. Στους σταθμούς αυτούς δεν μπορούμε να φανταστούμε κάποια φυσική διατάραξη, άρα και πάλι οδηγούμαστε στο συμπέρασμα της στρατολόγησης νέων ατόμων. Λόγω των διατροφικών τους προτιμήσεων, καθώς και του μεγάλου μεγέθους, του πληθυσμού τους φαίνεται ότι λειτουργούν ανασταλτικά, ή μάλλον καλύτερα περιοριστικά, στην εγκαθίδρυση μεγάλων πληθυσμών άλλων ειδών με τις ίδιες τροφικές απαιτήσεις. Λόγω του ότι η παρουσία τους λειτουργεί σε ένα βαθμό σαν μία μορφή βιολογικής διατάραξης καθώς και το γεγονός ότι εμφανίζουν σταθερά σημαντική παρουσία ανεξάρτητα της εποχής ανάπτυξης των δειγματοληπτικής προσπάθειας αποτελεί ίσως μία αιτιολόγηση με βάση τη θεωρία της βιολογικής διαταραχής, του υψηλού αριθμού ειδών που απαντώνται στους βαθύτερους σταθμούς των 500 και των 700 μέτρων καθώς και της μεγάλης πληθυσμιακής πυκνότητας ανά τετραγωνικό μέτρα που παρατηρείται σε αυτούς. Η αντίδραση μίας βιοκοινωνίας σε μία μη καταστροφική διατάραξη, πολύ πιθανόν να είναι μία αλλαγή στο βαθμό της ισομερούς κατανομής των ειδών της, καθώς ορισμένα είδη μάλλον θα ωφεληθούν και θα ευδοκιμήσουν, ενώ άλλα θα περιέλθουν σε δυσμενείς συνθήκες.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να επισημάνουμε ότι η παρουσία των Σωληνοειδών έχει ίσως το μεγαλύτερο μέρος ευθύνης για την υφιστάμενη κατάσταση αφενός μεν λόγω του τροφικού τους τύπου (επιφανειακοί ιζηματοφάγοι) που έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργούν ανάδευση του ιζήματος και πιθανή ανατροφοδότηση της υπερκείμενης στήλης του νερού με θρεπτικά στοιχεία, ενώ ταυτόχρονα η βιολογία τους που τα ωθεί να δημιουργούν στοές προκαλεί ταχεία ενσωμάτωση της οργανικής ύλης στο ίζημα. Οι Rice *et al.* (1986) βρήκαν ότι η μικροβιακή δραστηριότητα, μέσα και κάτω από τα θρύμματα των μακροσυσσωμάτων, είναι μεγαλύτερη από ότι στα φυσιολογικά ιζήματα. Οι Thiel *et al.* (1988-89) ανακάλυψαν ότι ο αριθμός των βακτηρίων στο ίζημα είναι σημαντικά μεγαλύτερος μετά την απόθεση της οργανικής ύλης από ότι πριν. Ακόμη, αναφέρουν ότι η αυξημένη συγκέντρωση ενδοπανιδικών βακτηρίων οφείλεται στη ταχεία ενσωμάτωση της οργανικής ύλης στο ίζημα, που πιθανόν να προκαλείται από τις δραστηριότητες των Σωληνοειδών που όπως αναφέραμε και παραπάνω έχουν την συνήθεια να κατασκευάζουν στοές (Romero-Wetzel, 1987). Τα βακτήρια αυτά με τη σειρά τους αποτελούν τροφή για άλλους οργανισμούς ιζηματοφάγους οργανισμούς γεγονός που ενδεχομένως να μπορεί να εξηγήσει την αυξημένη ποικιλότητα των βαθύτερων σταθμών και κυρίως του Ιουνίου, του Αυγούστου και του Νοεμβρίου.

Πρόσφατες μελέτες (Yayanos *et al.* 1981, Sibuet *et al.* 1982, Deming & Colwell 1982, 1985, Deming 1985, 1986, Jannasch & Wirsen 1984, Meadows & Tail, 1985) τονίζουν την σπουδαιότητα των πλούσιων σε οργανική ύλη μικροπεριβαλλόντων (ζωοπλαγκτονικά και βενθικά περιτώματα, στοές διαφόρων οργανισμών, αποσυντιθέμενα πτώματα ασπονδύλων και εντερικά περιεχόμενα), όπου εμφανίζεται έντονη μικροβιακή δραστηριότητα (Τσελεπίδης, 1992).

Στα Καρκινοειδή η εικόνα είναι μάλλον πιο ομαλή με μόνη εξαίρεση τους σταθμούς των 500 μέτρων του Αυγούστου και του Νοεμβρίου. Και σε αυτή την ομάδα οργανισμών θα πρέπει να συνυπολογίσουμε την ευπαθή φύση των μελών της καθώς και όσα προλαλήσαμε για την ομάδα των μαλακίων.

Στην ομάδα αυτή κατεγράφησαν και κάποια είδη Αμφιπόδων εξαιρετικά σπάνια στα νερά μας με βάση τις βιβλιογραφικές αναφορές που χρησιμοποιήθηκαν στην προσπάθεια αναγνώρισης τους. Αναλυτικά αυτά έχουν ως εξής: το είδος *Bruzelia typica* της οικογένειας Synopiidae όπου στην βιβλιογραφία εμφανίζεται ως εξαιρετικά σπάνιο στα νερά μας ωστόσο έχει εντοπιστεί ξανά στην περιοχή μελέτης δηλαδή στην επιλεγμένη διατομή DH του Κρητικού Πελάγους (Τσελεπίδης, 1992), το είδος *Prachynella mediterranea* της οικογένειας Lysianassidae το οποίο χαρακτηρίζεται ως εξαιρετικά σπάνιο ενώ στις βιβλιογραφικές αναφορές που στηριχθήκαμε για να πραγματοποιήσουμε τις αναγνώσεις σε αυτή την ομάδα οργανισμών επισημαινόταν ότι από το είδος αυτό έχει βρεθεί ένα άτομο μόνο μέχρι στιγμής στην ευρύτερη περιοχή δειγματοληψίας και τέλος το είδος *Lepidepcreum subclypeatum*, ομοίως της οικογένειας Lysianassidae που η παρουσίας του καταγράφεται για πρώτη φορά στα νερά μας.

Όσον αφορά τα Εχινόδερμα, είναι η ασθενέστερη ομάδα με το μικρότερο αριθμό ειδών αποτέλεσμα μάλλον αναμενόμενο για το συγκεκριμένο δειγματοληπτικό πεδίο αλλά και για τη φύση του δειγματοληπτικού εργαλείου που χρησιμοποιήθηκε. Στην ομάδα αυτή των οργανισμών έχει παρατηρηθεί ξεκάθαρα η ύπαρξη εποχιακής αναπαραγωγής (Tyler, 1988, Harrison, 1988) (Τσελεπίδης, 1992). Πέραν τούτου όμως που αιτιολογεί εν μέρει την εντελώς περιορισμένη παρουσία της ομάδας αυτής, η εικόνα που παίρνουμε από την πληθυσμιακή πυκνότητα στα διάφορα βάθη και σταθμούς είναι μάλλον αντιφατική, γεγονός το οποίο ενδεχομένως να μπορεί να αποδοθεί σε παράγοντες που έχουν αναλυθεί παραπάνω για κάποιες άλλες ομάδες οργανισμών, όπως αυτή των Μαλακίων και των Καρκινοειδών. Παρόλα αυτά τα είδη που εντοπίστηκαν έχουν κοινή παρουσία στο συγκεκριμένο χώρο (Τσελεπίδης 1992, Καρακάσης 1991, Ακουμιανάκη 1997, Tselepidis and Eleftheriou, 1992, Tselepidis *et al*, 2000, CINCS, 2000).

Συνολικά, από τα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα ότι υπάρχουν τόσες εναλλακτικές καταστάσεις για μία βιοκοινωνία, ώστε η «τυπική μορφή της» εάν μπορεί να υπάρξει δόκιμος τέτοιος όρος παύει να υπάρχει.

4.4 Παράγοντες που καθορίζουν την πανιδική σύνθεση.

Από όλες τις μαθηματικές τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας, φαίνεται να προκύπτει το συμπέρασμα ότι το βάθος λειτουργεί καταλυτικά στη διαμόρφωση της πανιδικής σύστασης των σταθμών δειγματοληψίας. Το συμπέρασμα αυτό εξάγεται από ένα πλήθος εργασιών στις οποίες η δειγματοληψία περιλαμβάνει σταθμούς από ένα εύρος βαθών όπως για παράδειγμα Τσελεπίδης 1992, Καρακάσης 1991, Ζενέτου 1989, CINCS 2000. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η ζώνωση του βενθικού οικοσυστήματος εξαρτάται από το συνδυασμό βάθους και απόστασης από την ακτή. Ισχύει επίσης ότι το βάθος συσχετίζεται έντονα με πλήθος περιβαλλοντικών παραμέτρων, αν λοιπόν δεν προκύπτει για ένα εύρος βαθών που να μπορεί να υποστηρίξει την επίδραση της υδροστατικής πίεσης και θα πρέπει να αναζητήσουμε τους λοιπούς εκείνους παράγοντες που μεταβάλλονται συναρτήσει του βάθους.

Η υπόθεση ότι η ποσότητα της χλωροφύλλης *a* είναι ο κύριος περιοριστικός παράγων που καθορίζει την πανιδική κατανομή παρά το γεγονός ότι φαίνεται αρκετά

βάσιμη και εν μέρει επαληθεύεται στα δείγματα μας (δενδρόγραμμα, διάγραμμα MDS, αποτελέσματα BIOENV) μάλλον δεν λειτουργεί μεμονωμένα και ανεξάρτητα. Αυτό πιστοποιείται από την εξής παρατήρηση την οποία κάνουμε για το σταθμό των 500 μέτρων του Ιουνίου όπου με τιμή για την χλωροφύλλη α 0,022 μg/gr εμφανίζεται αριθμός ειδών παραπλήσιος του σταθμού των 200 μέτρων με τιμές χλωροφύλλης α 0,192 μg/gr και πολύ μεγαλύτερη τιμή αφθονίας. Ο παραπάνω προβληματισμός ενισχύεται και από την τιμή των δεικτών ποικιλότητας Shannon Margalef, οι οποίοι σχετίζονται με τον αριθμό των ειδών και που παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες τιμές τους στους σταθμούς και στα βάθη αυτά, καθώς και από τις τιμές του δείκτη ποικιλότητας Pielou's, που και αυτός παίρνει τις δύο μέγιστες τιμές του στο σταθμό των 200 του Απριλίου και των 500 μέτρων του Ιουνίου. Επειδή όμως ο δείκτης αυτός εξαρτάται κυρίως από το βαθμό της ισομερούς κατανομής των ατόμων του πληθυσμού μεταξύ των ειδών, προκύπτει και μία ακόμη πληροφορία ότι δηλαδή οι σταθμοί αυτοί παρουσιάζουν και τη μεγαλύτερη ομοιογένεια.

Η παραπάνω παρατήρηση όσον αφορά την χλωροφύλλη α ενδεχομένως να οφείλεται στο γεγονός ότι η δειγματοληψία του Ιουνίου βρίσκεται χρονικά πολύ κοντά στην έκρηξη του φυτοπλαγκτού που προμηθεύει ένα πολύ μεγάλο μέρος της συνολικής ετήσιας πρωτογενούς παραγωγής. Έτσι, το βάθος λειτουργεί μάλλον σαν μεσολαβητής στην έκφραση της σχέσης της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης α με την πανιδική σύνθεση.

Ο οργανικός άνθρακας παρέχει επίσης μία εκτίμηση για τη διαθέσιμη τροφή για τους βενθικούς οργανισμούς η χρησιμοποίηση του όμως είναι δυνατή με την προϋπόθεση ότι υπάρχουν σε επάρκεια και όλα τα υπόλοιπα στοιχεία όπως ο φώσφορος αλλά κυρίως το άζωτο για την οικοδόμηση κυττάρων, πρωτεϊνών κλπ., αλλιώς ο άνθρακας αυτός δεν είναι διαθέσιμος ούτε για την βακτηριακή δραστηριότητα. Τέτοιου είδους άνθρακας (μη διαθέσιμος) πρέπει να θεωρηθεί ο άνθρακας που μετράται στα υποεπιφανειακά στρώματα του ιζήματος καθώς και μεγάλο μέρος του οργανικού άνθρακα στους βαθύτερους σταθμούς (Καρακάσης, 1991).

Στα δείγματα μας οι τιμές οργανικού άνθρακα παρουσιάζουν τις υψηλότερες τιμές τους την περίοδο του Απριλίου, ωστόσο σε συνολικό επίπεδο παραμένουν στα ίδια επίπεδα.

Οι χλωροφυλλούχες χρωστικές όπως έχει ήδη αναφερθεί είναι καλύτερος δείκτης από τον οργανικό άνθρακα για τη διαθέσιμη τροφή. Η κατανάλωση φυτικών κυττάρων από τους βενθικούς οργανισμούς γίνεται με μεγάλη επάρκεια, κάτι που δεν συμβαίνει όμως με το τριπτόν το οποίο μέχρι να φτάσει στο βυθό έχει χάσει τα διαλυτά οργανικά και διάφορα άλλα συστατικά του καθώς περνά από διάφορους πεπτικούς σωλήνες κατά την διάρκεια της κίνησης του στην στήλη του νερού, καταλήγοντας κατά συνέπεια να αποτελείται κυρίως από σκελετικές και άλλες δύσκολα αποικοδομήσιμες ουσίες.

Απαιτείται λοιπόν, η βακτηριακή δράση για να γίνει το τριπτόν διαθέσιμο για του βενθικούς οργανισμούς. Η βακτηριακή δραστηριότητα ελέγχεται από το Άζωτο και από την παρουσία οξυγόνου. Ωστόσο, η αναλογία του N προς το οξυγόνο είναι πολύ μικρή ενώ ταυτόχρονα σημαντική ποσότητα αζώτου είναι δεσμευμένη στην διαλελυμένη οργανική ύλη άρα δεν είναι διαθέσιμο. Ενώ αντίθετα το ίζημα είναι καλά οξυγονωμένο. Στα δείγματα μας οι τιμές των φαιοχρωστικών παρουσιάζουν σημαντική πτωτική τάση με την αύξηση του βάθους. Σε αναλυτικότερο επίπεδο αξιοσημείωτο είναι το γεγονός των «υψηλών» τιμών τους στο βάθος των 500 μέτρων κατά τους μήνες Ιούνιο και Αύγουστο.

Η σύσταση του ιζήματος είναι πραγματικά ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες μετά την διαθέσιμη τροφή στον καθορισμό της πανιδικής σύνθεσης. Οι τιμές του ποσοστού ιλύος και της μέσης διαμέτρου των κόκκων του ιζήματος κάθε σταθμού δειγματοληψίας, δεδομένου των ιδιαίτερα μικρών ρυθμών ιζηματοπόθεσης που επικρατούν στο Κρητικό Πέλαγος, θα πρέπει να είναι πρακτικά σταθερός για όλα τα δείγματα και όλες τις εποχές του έτους, άρα οι μετρήσεις αυτές μπορούν να θεωρηθούν ως πιο φερέγγυες από τις αντίστοιχες της χλωροφύλλης α. Παρόλα αυτά όμως ούτε οι τιμές του κλάσματος ιλύος – αργίλου εμφανίζουν τέτοιες διακυμάνσεις που να μπορούν να δικαιολογήσουν την αφθονία και την ποικιλότητα των βαθύτερων σταθμών.

Οι ιζηματοφάγοι οργανισμοί φαίνεται να κυριαρχούν στο ιλυώδες υπόστρωμα του σταθμού των 200 μέτρων της Κρήτης. Αυτό ίσως να οφείλεται στη μικρότερη ένταση των ρευμάτων που επικρατούν στην περιοχή και που έχουν ως αποτέλεσμα να αφήνουν να καθιζάνει τροφή διαθέσιμη για τους ιζηματοφάγους οργανισμούς. Οι σαρκοφάγοι οργανισμοί κάνουν σημαντικότερη την εμφάνιση τους στα βαθύτερα στρώματα. Ωστόσο κυρίως λόγω της παρουσίας των Σωληνοειδών σε συνολικό επίπεδο οι ιζηματοφάγοι δεν υπολείπονται σημαντικά ενώ εμφανίζουν σταθερή παρουσία.

Τέλος, οι διηθηματοφάγοι εμφανίζουν μικρότερες παρουσίες λόγω της ανυπαρξίας ισχυρών ανέμων και μεγάλων συγκεντρώσεων αιωρούμενων οργανικών σωματιδίων γεγονός που ασφαλώς και συνδέεται με τον oligοτροφικό χαρακτήρα της περιοχής.

4.5 Ποικιλότητα.

Η υψηλού βαθμού ποικιλότητα που βρέθηκε στο βένθος της βαθιάς θάλασσας (Hessler and Sanders) αποτελεί ένα από τα πιο ενδιαφέροντα και απρόσμενα των πρόσφατων οικολογικών ανακαλύψεων. Πολλές θεωρίες έχουν διατυπωθεί για να εξηγήσουν τις διαφορές στις τιμές της ποικιλότητας που παρατηρούνται στα διάφορα οικοσυστήματα. Ένα μεγάλο μέρος από αυτές αφορά την εξήγηση της αυξημένης ποικιλότητας στη βαθιά θάλασσα. Ο προβληματισμός του πώς ένα τόσο αφιλόξενο περιβάλλον μπορεί να υποστηρίζει τόσο μεγάλο αριθμό ειδών, ήταν ένα από τα πρώτα ερωτήματα που ταλάνισαν τους θαλάσσιους βιολόγους. Πλήθος παραγόντων έχουν κατά καιρούς προταθεί ως υπεύθυνοι για την αύξηση της ποικιλότητας, όπως ο **χρόνος, η ετερογένεια του χώρου, ο ανταγωνισμός, η θήρευση, η κλιματική σταθερότητα, η αυξημένη παραγωγικότητα, η μειωμένη παραγωγικότητα, η σταθερότητα στο χρόνο, οι ρυθμοί αύξησης – διατάραξης κ.τ.λ.**, ενώ ταυτόχρονα ένα πλήθος υποθέσεων έχουν αναπτυχθεί για να εξηγήσουν την αύξηση της ποικιλότητας με το βάθος.

Συνοπτικά και εξελικτικά στην πορεία του χρόνου αυτές έχουν ως εξής:

❖ Η θεωρία της σταθερότητας του χρόνου.

Η γενικά θετική σχέση μεταξύ της ποικιλότητας των ειδών και της περιβαλλοντικής σταθερότητας στη διάσταση του γεωλογικού χρόνου σε ένα μεγάλο αριθμό θαλασσιών και υδάτινων ενδιαιτημάτων οδήγησε τον Sanders (1968,1969,1977,1979) να διατυπώσει την θεωρία της σταθερότητας του χρόνου. Ουσιαστικά, η θεωρία υποστηρίζει ότι η προβλεψιμότητα του φυσικού περιβάλλοντος επιτρέπει στις βιολογικές αλληλεπιδράσεις να σταθεροποιηθούν και αυτό κάνει δυνατή τη **διαποίκιση** μέσω της εξειδίκευσης στις διαθέσιμες πηγές.

Στον εξελικτικό χρόνο, η συνεχιζόμενη σταθερότητα οδηγεί στη δημιουργία κοινωνιών υψηλής ποικιλότητας και «βιολογικού βολέματος». Οδήγησε δηλαδή στη μεγάλη εξειδίκευση ειδών τα οποία κάτω από άλλες συνθήκες ανταγωνίζονται μεταξύ τους για την ίδια πηγή τροφής. Αντιθέτως, όταν οι φυσικές παράμετροι είναι απρόβλεπτες, ο πρωταρχικός παράγοντας επιλογής θεωρείτο το φυσιολογικό στρες αυτό καθαυτό. Αυτό ευνοεί την προσαρμογή σε ένα μεγάλο εύρος φυσικών συνθηκών και εμποδίζει τις ακριβείς ανταγωνιστικές αλληλεπιδράσεις, που πιστευόταν ότι μεσουρανούσαν στην υψηλή ποικιλότητα. Άρα ευνοούνται οργανισμοί που είναι προσαρμοσμένοι σε ένα ευρύτερο φάσμα φυσικών συνθηκών. Αποτέλεσμα αυτού είναι να αποκλείονται είδη που στηρίζουν την ύπαρξή τους στην εξειδίκευση και στις λεπτές ανταγωνιστικές αλληλεπιδράσεις. **Ο Sanders (1968) υποστήριξε τελικά ότι ο μακρύς γεωλογικός χρόνος και η ασυνήθιστη σταθερότητα της βαθιάς θάλασσας ήταν σε τελική ανάλυση υπεύθυνες για την υψηλή ποικιλότητα που βρίσκεται εκεί.** Καθώς η βαθιά θάλασσα είναι τόσο φτωχή σε θρεπτικά, η παραγωγικότητα θεωρείτο ότι είχε μόνο δευτερεύοντα ρόλο στην εξέλιξη της ποικιλότητας, εκτός σε εξαιρετικές περιπτώσεις όπου υπερβολικά υψηλή παραγωγή προκαλεί ανοξικές συνθήκες και μαζική θνησιμότητα.

❖ Η θεωρία της βιολογικής διατάραξης.

Μία εναλλακτική υπόθεση αναπτύχθηκε από τους Dayton και Hessler (1972). Παρά το γεγονός ότι αποδέχονται ότι η σταθερότητα είναι τελικά ο ουσιαστικός παράγοντας που επιτρέπει την ανάπτυξη της υψηλής ποικιλότητας, ισχυρίζονται ότι η φαινομενική χρονική και χωρική ομοιογένεια του περιβάλλοντος των βαθιών θαλασσών θα περιορίσει σημαντικά τη δυνατότητα για ανταγωνιστική σχέση μεταξύ των ειδών. Σε αντιδιαστολή, προτείνουν ότι η υψηλή ποικιλότητα ίσως να καθορίζεται από εκτεταμένες βιολογικές διαταράξεις στη μορφή της «καλλιέργειας» από μεγάλα επιβενθικά ασπόνδυλα και ψάρια, τα οποία μπορούν να καταπραύνουν τον ανταγωνισμό μεταξύ των μακροπανιδικών ειδών που αποτελούν θηράματα. Η μακροπανίδα με την σειρά της ίσως να καλλιεργεί μικρότερη μειοπανίδα που καλλιεργεί μικροπανίδα και έτσι υποδανλίζεται η ποικιλότητα περίπου κατά τον ίδιο τρόπο που την οραματίστηκε ο Paine (1966) με την υπόθεση της θήρευσης. Οι Dayton και Hessler (1972), υποστήριξαν ότι οι οργανισμοί των βαθιών νερών σε γενικές γραμμές έχουν ευρύ διαιτολόγιο.

Σε γενικές γραμμές θα ευνοούνται μεγάλοι κινούμενοι «καλλιεργητές» όπως τα ψάρια και τα δεκάποδα, λόγω της σπανιότητας αλλά και της σημαντικότητας των τεμαχιδίων της τροφής και των σημαντικά μεγάλων patches, από είδη θηράματα. Τα λιγότερο κινητικά μεγάλα επιβενθικά ασπόνδυλα όπως για παράδειγμα τα ολοθούρια πιθανώς να πέπτουν όχι μόνο ίζημα, αλλά και τους μικρούς κατοίκους του. Ανάμεσα στη μακροπανίδα σε γενικές γραμμές τα αποτελέσματα από το μειωμένο ανταγωνισμό σχετίζονται με την έντονη θήρευση από τη μεγαπανίδα και το πλεονέκτημα της κατανάλωσης οποιασδήποτε τροφής κατάλληλου μεγέθους, που βρίσκεται σε ένα εξαιρετικά περιορισμένο από πλευράς φαγητού περιβάλλον. Σε κάποιο βαθμό χωρίς αμφιβολία υπάρχει εξειδίκευση στον τύπο του φαγητού, αλλά η τροφική αλυσίδα ήταν αναμενόμενο να είναι πολύπλοκη με μεγάλο αριθμό επιμέρους διασταυρώσεων.

❖ **Η θεωρία της ταυτόχρονης έλλειψης ισορροπίας ή της εξειδίκευσης των μικροβιοτόπων.**

Οι Grassle και Sanders το 1973 σε απάντηση των Dayton και Hessler (1972), επισήμαναν ότι οι δημογραφικοί παράμετροι και η ιστορία της ζωής αποτελούν τακτική πολλών ειδών της βαθιάς θάλασσας (χαμηλή γονιμότητα, αργοί ρυθμοί ανάπτυξης και στρατολόγησης νέων ατόμων και χαμηλή πυκνότητα). Αυτό δε θα τους επέτρεπε να διατηρήσουν μεγάλους πληθυσμούς λόγω της θήρευσης, ιδιαίτερα των χωρίς διακρίσεις ειδών που προτάθηκαν από τους Dayton και Hessler (1972). Οι Grassle και Sanders επιβεβαιώνουν τη δράση του ανταγωνισμού ως τον κυρίαρχο μηχανισμό που καθορίζει το μέγεθος του πληθυσμού και διατηρεί την ποικιλότητα αλλά επισημαίνουν ότι η διάκριση των θώκων μπορεί να είναι πολυδιάστατη, περιλαμβάνοντας μεγάλο αριθμό βιοτικών, φυσικών και προσωρινών διαφορών και δεν είναι απαραίτητο να επικεντρώνεται μεμονωμένα στις παραμέτρους του διαιτολογίου που επισημάνθηκαν από τους Dayton και Hessler (1972). Η ασυνήθιστη φυσική σταθερότητα του περιβάλλοντων ίσως να επιτρέπει την εξειδίκευση μικροπεριβαλλόντων σε μία εξαιρετικά μικρή κλίμακα, όμως τοπικές διαταραχές, προκαλούμενες για παράδειγμα από το περιστασιακό πέσιμο νεκρής ύλης, οδηγούν στη δημιουργία ενός μωσαϊκού από διαδοχικές φάσεις που είναι χρονικά εκτός φάσης η μία με την άλλη. Η συμμετοχή της φύσης του οικοτόπου μπορεί να περιλαμβάνει τη προσαρμογή σε μία δεδομένη κατάσταση διαδοχή έτσι ώστε η ποικιλότητα να μπορεί να διατηρηθεί, εν μέρει από τις ταυτόχρονες ελλείψεις ισορροπίας (Richerson et al., 1970). Η πρόσφατη ανακάλυψη και χρήση του Box-corer, για την μέτρηση της διασποράς των ειδών έχει σημαντικά αυξήσει τις γνώσεις μας για το πόσο σημαντική μπορεί να είναι η διαίρεση για την διατήρηση της ποικιλότητας στη βαθιά θάλασσα. Σημαντική patchiness έχει εντοπιστεί στα μέλη κάποιων τάξεα στην χωρική κλίμακα που κυμαίνεται από μερικά εκατοστά μέχρι 100 km.

Ο Gray (1974) θεωρεί γενικά ότι η ποικιλότητα αυξάνει με το βάθος μέχρι ένα μέγιστο, που το τοποθετεί μεταξύ 1000 και 3000 μέτρων.

❖ **Η θεωρία της θήρευσης του ανταγωνισμού και της παραγωγικότητας.**

Λίγα στοιχεία είναι διαθέσιμα που να καταδεικνύουν το ρόλο του ανταγωνισμού και της θήρευσης στη δομή των κοινωνιών που βαθιού βένθους. Χρησιμοποιώντας συγκριτικά στοιχεία ο Rex (1976a) υποστήριξε ότι και οι δύο μηχανισμοί είναι σημαντικοί αλλά η σχετική συνεισφορά τους ποικίλει ανάλογα με το βάθος και εξαρτάται από το ρυθμό και την σταθερότητα της παραγωγής.

❖ **Η θεωρία της δυναμικής ισορροπία ή θεωρία της δυναμικής και ετερογενούς κατανομής.**

Η συζήτηση και η αντιπαράθεση που ακολούθησε τη διατύπωση όλων αυτών των θεωριών, είχε ως αποτέλεσμα στο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα του αιώνα που μας πέρασε, να κυριαρχεί ανάμεσα στους οικολόγους η πεποίθηση, πως η βασική αρχή με την οποία καθορίζεται η δομή μίας βιοκοινωνίας είναι η Αρχή της Ισορροπίας. Η αρχή αυτή προβλέπει πως κάτω από κανονικές συνθήκες τα είδη μίας βιοκοινωνίας βρίσκονται σε κατάσταση δυναμικής και ανταγωνιστικής ισορροπίας. Μία τέτοια «ισορροπιμένη» βιοκοινωνία έχει μεγαλύτερη ποικιλότητα από άλλες που βρίσκονται κάτω από την επίδραση κάποιας διατάραξης και κάθε νέα διατάραξη προκαλεί μείωση της ποικιλότητας (Λαμπαδαρίου,2001).

Τις τελευταίες όμως δύο δεκαετίες ήρθαν στο φως αρκετές περιπτώσεις όπου η Αρχή της Ισορροπίας δεν ήταν σε θέση να εξηγήσει τα παρατηρούμενα πρότυπα ποικιλότητας. Αποτέλεσμα αυτού ήταν να αναπτυχθεί μία νέα αρχή, η Αρχή της Αστάθειας, η οποία σιγά σιγά άρχισε να κερδίζει έδαφος ανάμεσα στους οικολόγους. Επακόλουθο της αρχής αυτής είναι πως η ικανότητα πρόβλεψης της ποικιλότητας μίας βιοκοινωνίας, με βάση τις συνθήκες του περιβάλλοντος, είναι πολύ μικρή, μία και αυτές είναι κατά κάποιο τρόπο απρόβλεπτες (Λαμπαδαρίου,2001).

Μία πολύ σημαντική εργασία, που οδήγησε στην εγκατάλειψη της Αρχής της Ισορροπίας και την υιοθέτηση της αρχής της Αστάθειας ήταν αυτή του Connell (1978), ο οποίος προσπάθησε να ελέγξει ποια από τις δύο υποθέσεις ισχύει, χρησιμοποιώντας δεδομένα από δύο διαφορετικά περιβάλλοντα, τα οποία είχαν μεγάλη ποικιλότητα ειδών (τροπικά δάση και κοραλλιογενείς υφάλους). Ο Connell ονόμασε την θεωρία του, Θεωρία της Ενδιάμεσης Διατάραξης. Η θεωρία αυτή υποστηρίζει πως περιβάλλοντα με μεγάλη σταθερότητα όπως και περιβάλλοντα με μεγάλο βαθμό διατάραξης, έχουν πάντα μικρότερη ποικιλότητα, ενώ αντίθετα περιβάλλοντα όπου υπάρχουν διαταράξεις μικρότερου μεγέθους αλλά και μικρότερης συχνότητας έχουν μεγαλύτερη ποικιλότητα. Η βασική ιδέα της θεωρίας είναι πως η ύπαρξη αυτών των «μετριών» διαταράξεων σε ένα περιβάλλον, δεν είναι αρκετές ώστε να δημιουργηθεί ισχυρή κυριαρχία κάποιων πολύ ανθεκτικών ειδών. Από την άλλη, εμποδίζουν ουσιαστικά την ανταγωνιστική εκτόπιση η οποία δεν προλαβαίνει να δράσει, επιτρέποντας έτσι σε ανταγωνιστικά είδη να συνυπάρχουν (Λαμπαδαρίου,2001).

4.6 Συνολικές παρατηρήσεις επί της πανίδας.

Η κυριαρχία των Σωληνοειδών δεν αποτελεί χαρακτηριστικό μόνο των δειγμάτων μας αλλά φαίνεται να είναι χαρακτηριστικό του Ν. Αιγαίου (Ζενέτου, 1989). Η κατάσταση αυτή ενδεχομένως να μπορεί να αποδοθεί είτε σε ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα που έχουν τα εν λόγω είδη σε συνθήκες oligοτροφισμού είτε στην τάση μετάβασης του οικοσυστήματος προς τα αντίστοιχα τροπικά. Ο υποτροπικός χαρακτήρας της Ανατολικής Μεσογείου δηλώνεται από τον Petersen (1985) που θεωρεί το μοντέλο ροής της ενέργειας παρόμοιο με αυτό των τροπικών θαλασσών, αλλά και από τους Ελευθερίου κ.α. (1990), που σημειώνουν ότι από μελέτες σε ρηχότερους σταθμούς της Κρήτης με βάση την αναλογία Ροδοφυκών προς Φαιοφύκη (R/P) η γλωρίδα μπορεί να χαρακτηριστεί υποτροπική- τροπική.

Μεγάλες πυκνότητες Σωληνοειδών αναφέρθηκαν πρόσφατα από τους Saiz-Salinas & Villafranca-Urchequi (1990) στη θάλασσα του Αλμποράν σε γεωγραφικά πλάτη παρόμοια με αυτά της Κρήτης (33° έως 37° Βόρειο) και σε βάθη 115-1739 m (Καρακάσης,1991). Εικάζουμε λοιπόν ότι εκτός από το είδος *Aspidosiphon muelleri* που φαίνεται να έχει ευρεία εξάπλωση σε όλη τη Μεσόγειο τα υπόλοιπα Σωληνοειδή εντάσσονται σε ένα είδος βαθύβιας θερμοφιλής πανίδας με καταγωγή από την περιοχή της Μαυριτανίας ή της Σενεγάλης, που εγκαταστάθηκαν στη Μεσόγειο μέσω του Γιβρατάλ. Η διάδοση τους ενδεχομένως να διευκολύνεται από το ιδιαίτερα μεγάλης χρονικής διάρκειας προνυμφικό τους στάδιο (3-8 μήνες κατά τον Rice 1981 στον Barnes 1987). Ίσως κατά αυτόν τον τρόπο να δικαιολογείται η σταθερή παρουσία μεγάλων πληθυσμιακών μεγεθών από αυτήν την ομάδα σε όλους τους σταθμούς και σε όλα τα βάθη πάνω από τα 200 μέτρα ανεξαρτήτως εποχής.

Η πλειονότητα των ατόμων που βρέθηκαν στη διατομή DH του Κρητικού ήταν μικρού μεγέθους. Η παρατήρηση αυτή είναι κοινή και σε άλλες εργασίες και

ήταν αυτή που οδήγησε στη διατύπωση της θεωρίας του «νανισμού της πανίδας της Ανατολικής Μεσογείου». Το βέβαιο είναι ότι δεν πρόκειται για κάποιου είδους γενετική τροποποίηση, γιατί υπάρχει σποραδική εμφάνιση και αρκετά μεγάλωσμων ατόμων, από είδη που συνήθως είναι εξαιρετικά μικρά. Οι δύο βασικοί παράγοντες στους οποίους αποδίδεται το μικρό μέγεθος των ατόμων είναι η θερμοκρασία και η τροφή, διότι η υψηλή θερμοκρασία προκαλεί ταχεία γενετική ωρίμανση, και επομένως μικρότερο σωματικό μέγεθος. Υπάρχει επίσης η άποψη ότι οι συνθήκες υπερπληθυσμού οδηγούν σε μικρά μεγέθη, λόγω του ανταγωνισμού για την τροφή (Καρακάσης, 1991).

4.7 Πανιδικά ευρήματα και βιογεωγραφικές παρατηρήσεις.

Σχετικά με την καταγωγή της πανίδας της Μεσογείου έχουν διατυπωθεί κατά καιρούς διάφορες απόψεις εκ των οποίων οι δύο κυρίαρχες είναι αυτή του Ekman (1967) και αυτή του Por (1978). Ο Ekman υποστηρίζει ότι τα πανιδικά στοιχεία που καταγράφονται σήμερα στην Μεσόγειο οφείλονται κατά κύριο λόγο στους αρχαίους πληθυσμούς της θάλασσας της Τηθύος δηλαδή αίρουν από εκεί την καταγωγή του ενώ ο Por ισχυρίζεται ότι πρόκειται για Αντλαντική πανίδα των δυτικών ακτών της Αφρικής που επανεποίκησε την Μεσόγειο μετά τις δραματικές αυξομειώσεις της στάθμης των υδάτων της κατά το Μειόκαινο και το Πλειοστόκαινο. Ένα από τα βασικά επιχειρήματα του Por είναι η «πενία» σε αριθμό ειδών της Ανατολικής Μεσογείου, πράγμα που κατά την γνώμη του υποδηλώνει μία κατεύθυνση διάχυσης των ειδών από την δύση προς την ανατολή. Επίσης η κοινή έλλειψη ειδών τόσο από την Ανατολική όσο και από τη Δυτική Μεσόγειο με μόνη εξαίρεση τους Λεσσεψιανούς μετανάστες, αποτελεί επίσης ένα από τα βασικά επιχειρήματα του.

Η εικόνα αυτή δεν είναι βέβαιο ότι ισχύει ή ορθότερα έχει ένα σημαντικό ποσοστό ανακρίβειας διότι:

- Η Ανατολική Μεσόγειος έχει υποστεί υποπολλαπλάσια δειγματοληπτική προσπάθεια από την αντίστοιχη Δυτική. Άρα η σύγκριση των καταλόγων του συνολικού αριθμού ειδών για της δύο αυτές περιοχές ουσιαστικά είναι ημιτελής για την Ανατολική Μεσόγειο η άποψη αυτή πιστοποιείται από την συνεχή ανακάλυψη νέων ειδών στο κομμάτι αυτό.
- Υπάρχουν είδη στην Ανατολική Μεσόγειο που δεν εντοπίζονται στην Δυτική.
- Δεν θα πρέπει επίσης να λησμονούμε το σημαντικό μεθοδολογικό πρόβλημα που αφορά την αξιοπιστία των δεδομένων από την Ανατολική Μεσόγειο στην οποία ο προσδιορισμός των ειδών της κατά κύριο λόγο γίνεται με βάση τη βιβλιογραφία που αφορά είτε την Δυτική Μεσόγειο είτε τον Αντλαντικό Ωκεανό.

Πάντως ανεξάρτητα από τα παραπάνω όλοι οι συγγραφείς συμφωνούν ότι ένα μεγάλο μέρος της σημερινής πανίδας της Μεσογείου έχει εισέλθει από τον Αντλαντικό, ενδεχομένως μάλιστα με τον τρόπο που περιγράφουν οι Mars (1963) και Ruggieri (1967), δηλαδή με διαδοχικές εισβολές θερμόφιλης και ψυχρόφιλης πανίδας ανάλογα με την ροή των ρευμάτων εισόδου – εξόδου από το Γιβρατάλ (Καρακάσης, 1991).

Η έρευνα στην Ανατολική Μεσόγειο με την ανακάλυψη νέων ειδών ή νέων καταγραφών έχει πολλά να προσφέρει στην αποκάλυψη της ζωογραφικής εικόνας της Μεσογείου τόσο ως προς το παρελθόν της όσο και ως προς την σημερινή κατάσταση με έμφαση στη Λεσσεψιανή μετανάστευση.

Ποια είναι όμως τα είδη εκείνα που καλούνται Λεσσεψιανοί μετανάστες;

Λεσσεψιανούς μετανάστες χαρακτήρισε ο Por το 1969 τα είδη εκείνα της Κόκκινης Θάλασσας τα οποία μεταναστεύουν στην Ανατολική Μεσόγειο μεσώ του καναλιού του Σουέζ σε ετήσια βάση.

Στην πανίδα της παρούσας εργασίας δεν ευρέθη κανένα είδος από αυτά που ο Por χαρακτηρίζει ως υψηλής πιθανότητας Λεσσεψιανοί μετανάστες πολύ μικρές επιφυλάξεις διατηρούνται για ένα άτομο της οικογένειας Syllidae και του γένους Syllis που δεν μπορέσαμε να προσδιορίσουμε παρά το γεγονός ότι το είδος εκείνο στο οποίο αναφέρεται ο Por είναι το *Syllis exilis* που εμφανίζει διασπορά στις ακτές του Ισραήλ. Ενώ από τα είδη που χαρακτηρίζονται ως χαμηλής πιθανότητας Λεσσεψιανοί μετανάστες ευρέθηκαν τα εξής: το *Eunice vittata* που είναι συνώνυμο του *Eunice indica* και το *Rhodine loveni*. Υπάρχει επίσης η πιθανότητα κάποιο από τα άτομα *Apseudes sp* που αναγνωρίστηκαν μέχρι το επίπεδο του γένους να ανήκει στο είδος *Apseudes intermedius* που επίσης εντοπίζεται στις ακτές του Ισραήλ και στην Αλεξάνδρια.

Παρατηρούμε λοιπόν πως παρά το γεγονός ότι εντοπίστηκε ένας αριθμός μεταναστών ωστόσο το ποσοστό τους επί του συνολικού πληθυσμού αλλά και σε σχέση με τον αριθμό των μεταναστών που περιγράφει ο Por εξακολουθεί να παραμένει εντυπωσιακά μικρό.

Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί είτε στα ανταγωνιστικά μειονεκτήματα που τα είδη αυτά εμφανίζουν σε σχέση με την αυτόχθονα πανίδα και την αδυναμία τους να εγκαταστήσουν μεγάλους πληθυσμούς, είτε στους χαμηλούς ρυθμούς διάχυσης των μεταναστών που συνδυάζονται με την παρεμπόδιση της διάδοσης από την κατεύθυνση των ρευμάτων.

Ο τελευταίος αυτός ισχυρισμός φαίνεται να επαληθεύεται διότι η Κρήτη βρίσκεται στην διαδρομή του ρεύματος που κινείται προς τα ανατολικά αλλά δεν δέχεται την επίδραση των ρευμάτων της Λεβαντίνης σε αντίθεση με την Ρόδο η οποία βρίσκεται στην πορεία των ρευμάτων που κινούνται βορειοδυτικά από την περιοχή της Λεβαντίνης και σε αυτή έχουν καταγραφεί στα πλαίσια διαφόρων εργασιών αρκετοί Λεσσεψιανοί μετανάστες.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Το δειγματοληπτικό μας πεδίο (Κρητικό πέλαγος) αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα oligοτροφικού συστήματος.
- Με τη χρήση ημιποσοτικού δειγματολήπτη Anchor dredge συγκεντρώθηκε μία σειρά δειγμάτων από τα οποία ασχοληθήκαμε με τη βενθική μακροπανίδα.
- Στα πλαίσια της δειγματοληψίας επιλέχθηκε η λογική της κατά μήκος διατομής λόγω της βαθυμετρικής μεταβολής των χημικών παραμέτρων τόσο της στήλης του νερού όσο και του ιζήματος.
- Κυρίαρχο φαινόμενο της στήλης του νερού είναι η διαστρωμάτωση που παρουσιάζει εποχικά και η οποία καλείται θερμοκλινές. Η διαστρωμάτωση αυτή αίρει την αρχή της το Μάιο, λαμβάνει τη μέγιστη τιμή της τον Αύγουστο, καταρρέει μερικώς τον Νοέμβριο ενώ η πλήρης ανάμιξη λαμβάνει χώρα το Μάρτιο φτάνοντας τα 400 μέτρα βάθος.
- Στα βάθη που μελετήσαμε η διακύμανση της θερμοκρασίας στη στήλη του νερού δεν παρουσιάζει σημαντικές μεταβολές. Ενώ η παρουσία επαρκούς ποσότητας οξυγόνου είναι κάτι που επαναλαμβάνεται σε όλα τα βάθη.
- Η αλατότητα διατηρείται σε όλη τη στήλη σε υψηλές τιμές γεγονός αναμενόμενο λόγω της γεωγραφίας του χώρου.
- Ο ισχυρισμός ότι ο φώσφορος αποτελεί τον κύριο περιοριστικό παράγοντα στην πρωτογενή παραγωγή των οικοσυστημάτων της Μεσογείου επαληθεύεται και σε αυτό το δειγματοληπτικό πεδίο με το λόγο N:P να κυμαίνεται γύρω στο 24:7.
- Η μειωμένη πρωτογενής παραγωγικότητα λοιπόν δεν μπορεί παρά να αντανακλάται και στο σύνολο του τροφικού πλέγματος δίνοντας μικρότερες τιμές βιομάζας για το σύνολο των καταναλωτών οργανισμών. Στη Μεσόγειο, η πελαγική τροφική αλυσίδα πιστεύεται πως μπορεί να πάρει δύο διαφορετικές μορφές. Η πρώτη μορφή, είναι η «κλασσική» τροφική αλυσίδα, η οποία παρατηρείται κυρίως κατά τις περιόδους του χειμώνα και τις άνοιξης και στην οποία κυρίαρχοι φυτοπλαγκτονικοί οργανισμοί είναι τα Διάτομα. Ενώ το καλοκαίρι και το φθινόπωρο έχουμε την δημιουργία του λεγόμενου **μικροβιακού βρόγχου** στον οποίο και εγκλωβίζετε μεγάλη ποσότητα οργανικής ύλης και αυτή αποτελεί τη δεύτερη μορφή της τροφικής αλυσίδας.
- Η κάθετη κατανομή της χλωροφύλλης α και των φαιοχρωστικών στην στήλη του νερού χαρακτηρίζεται από το βαθυμέγιστο που παρουσιάζουν την περίοδο της έντονης διαστρωμάτωσης στους σταθμούς των 200 και των 500 μέτρων εντονότερα όμως στο σταθμό των 500 μέτρων και σε βάθος από 70 έως 100 μέτρα.
- Οι τιμές του POC μειώθηκαν σε συνάρτηση με την αύξηση του βάρους αλλά και πάλι διατηρήθηκαν σε σχετικά υψηλές τιμές σε όλη τη στήλη του νερού.
- Οι τιμές του ATP εμφανίζουν ένα μέγιστο σε βάθος 50 έως 70 μέτρα πάνω από το μέγιστο του POC και της χλωροφύλλης α. Στο ίδιο βάθος των 50-70 μέτρων οι τιμές του ζωντανού άνθρακα που περιέχεται στον POC κυμάνθηκαν μεταξύ 40-74% ποσοστό που επιβεβαιώνει τη δράση του μικροβιακού βρόγχου.
- Οι επιφανειακές τιμές (0 cm) του Eh παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη διακύμανση τους στο σταθμό των 200 μέτρων με τιμές μεταξύ 287 και 451 mV, στα 700 μέτρα η διακύμανση είναι σημαντικά μικρότερη γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο βαθμός της οργανικής φόρτισης στα 200 μέτρα παρουσιάζει τη μεγαλύτερη εποχική διακύμανση και ο 700 μέτρα τη μικρότερη.

- Στο ιζήμα η διακύμανση των τιμών της θερμοκρασίας του σε όλα τα βάθη δεν μπορεί να θεωρηθεί οικολογικά σημαντική. Το οξυγόνο εμφανίζει σημαντική παρουσία και εδώ.
- Η κοκκομετρική σύσταση του ιζήματος δείχνει την ολοκληρωτική κυριαρχία του κλάσματος ιλύος – αργίλου με τιμές μεταξύ 88,9 και 99,4 % για τους σταθμούς των 200 και των 500 μέτρων και 70,3 έως 90,4 για το σταθμό των 700 μέτρων.
- Η κατανομή του POC στα επιφανειακά ιζήματα (0-2 cm) δεν είναι μονότονη και δείχνει μάλλον να μειώνεται με την αύξηση του βάθους.
- Η χλωροφύλλη α και οι φαιοχρωστικές φθίνουν με την αύξηση του βάθους.
- Η βαθυμετρική κατανομή του ATP στα επιφανειακά ιζήματα εμφανίζει έντονες εποχιακές μεταβολές κυρίως στα 200 μέτρα παρά το ότι η μέση τιμή παρουσιάζει μία σχετική σταθερότητα και αντιστοιχεί σε 32,67 ng/g. Οι μέσες τιμές των βαθύτερων σταθμών εμφανίζουν τάση μείωσης δηλαδή από 21,67 σε 17 ng/g.
- Από την ανάλυση των δειγμάτων καταγράφηκαν συνολικά 132 είδη. Σε αριθμό ειδών κυριαρχεί η ομάδα των Καρκινοειδών με 48 είδη, ακολουθούν τα Πολύχαιτα με 45 είδη, τα Μαλάκια με 27, τα Σωληνοειδή με 9 και τα Εχινόδερμα με 3 μόνο είδη.
- Ο μέγιστος αριθμός ειδών εντοπίζεται στα 200 μέτρα τον Απρίλιο και στα 500 μέτρα τον Ιούνιο (69 είδη). Ο μικρότερος αριθμός εμφανίζεται τον Νοέμβριο με 42 μόνο είδη.
- Σε όλες τις περιοχές και σε όλα τα βάθη η ομάδα που κάθε φορά κυριαρχεί στην σύσταση της πανίδας εναλλάσσεται μεταξύ των Πολυχαιτών και των Σωληνοειδών.
- Οι επικρατέστερες οικογένειες Πολυχαιτών σε όλα τα βάθη ήταν οι Paraonidae, Pholoididae και Onuphidae.
- Ιδιαίτερα χαρακτηριστική είναι η διπολική βαθυμετρική κατανομή των τροφικών τύπων των Πολυχαιτών με το ρηχό σταθμό να κυριαρχείται από ιζηματοφάγα και τα μεγαλύτερα βάθη από σαρκοφάγα είδη.
- Στο taxa των Καρκινοειδών κυριαρχούν τα Αμφίποδα και σε αυτό των Μαλακίων τα δίθυρα.
- Τα Σωληνοειδή αποτελούν μία πολύ σημαντική ομάδα από πλευράς αφθονίας κυρίως στους βαθύτερους σταθμούς. Αξιοσημείωτη είναι η παρουσία του είδους *Apionsoma murinae*.
- Στο ρηχό σταθμό το είδος των Εχινόδερμων που επικρατεί είναι το *Amphiura chiajei* ενώ στα μεγαλύτερα βάθη είναι το *Amphiura filiformis*.

Τα είδη με κοινή παρουσία σε όλα τα βάθη και σε όλους τους σταθμούς ήταν τα εξής:

	<i>Aricidae monicae</i> , Paraonidae
	<i>Chloeia venusta</i> , Amphinomidae
Πολύχαιτα	<i>Glycera lapidum</i> , Glyceridae
	<i>Pholoides dorsipapillatus</i> , Pholoididae
	<i>Sarsonuphis calliopae</i> , Onuphidae
Καρκινοειδή	<i>Pardaliscella boeckii</i> , Pardaliscidae
Μαλάκια	<i>Tetrarca tetragona</i> , Arcidae
Σωληνοειδή	<i>Apiosoma murinae</i> , Phascolosomatidae
	<i>Nephasoma diaphanes</i> , Golfingiidae
Εχινόδερμα	Κανένα είδος

- Από τη μαθηματική επεξεργασία των δειγμάτων έγινε ξεκάθαρη η διαφοροποίηση του σταθμού των 200 μέτρων από τους βαθύτερους.
- Στο σχηματισμό των παραπάνω ομάδων σημαντικό ρόλο φαίνεται να παίζει το Σωληνοειδές *Arionsotha murinae*, το οποίο και συνεισφέρει σε ποσοστό 4,45% στη διάκριση του ρηχού σταθμού από τους βαθύτερους.
- Από τη χρήση του προγράμματος BIOENV πρόεκυψε επίσης ότι ο παράγοντας εκείνος που μπορεί να εξηγήσει καλύτερα τη δομή των βιοκοινωνιών στα διάφορα βάθη είναι η χλωροφύλλη α.

6. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η σχέση του ανθρώπου με τη θάλασσα αρχίζει από τα πρώτα χρόνια της εμφάνισης του πάνω στη γη. Ενώ η φυσική ιστορία των θαλασσιών οργανισμών μετρά περισσότερο από δύο χιλιετίες ζωής. Ήδη τον τέταρτο π.Χ. αιώνα πρώτος ο Αριστοτέλης αποπειράθηκε μια πρώτη συστηματική κατάταξη των οργανισμών. Παρά το μακρύ χρόνο που έχει διανύσει η επιστήμη της θαλάσσιας βιολογίας το ενδιαφέρον της ακόμη εστιάζεται στα παράκτια συστήματα. Η προσπάθεια του ανθρώπου να γνωρίσει τον κόσμο των βαθιών θαλασσών είναι κάτι πολύ πρόσφατο.

Το δειγματοληπτικό πεδίο της παρούσας εργασίας επικεντρώνεται στην Ανατολική Μεσόγειο και συγκεκριμένα στο Κρητικό Πέλαγος. Η επιλογή του συγκεκριμένου χώρου πέρα από την εγγύτητα της με το Πανεπιστήμιο Κρήτης και το Ινστιτούτο Θαλάσσιας Βιολογίας Κρήτης πραγματοποιήθηκε λόγω του ότι αποτελεί ένα χώρο εξαιρετικού ενδιαφέροντος. Το ενδιαφέρον αυτό πηγάζει κυρίως από την «άγνοια» του συγκεκριμένου πεδίου συγκρινόμενο με άλλες περιοχές π.χ. Δυτική Μεσόγειος αλλά και από το γεγονός ότι αποτελεί ένα εξαιρετικά αμφιλεγόμενο περιβάλλον.

Η παρούσα εργασία επικεντρώθηκε στην μελέτη της μεσοπελαγικής ζώνης δηλαδή περιλαμβάνει βάθη από τα 200 μέτρα μέχρι τα 700 μέτρα.

Επιλέχθηκε η λογική της ευθείας διατομής η οποία είχε κατεύθυνση από βορρά προς νότιο και μήκος 14 ναυτικά μίλια ενώ απείχε 4 ναυτικά μίλια από την ξηρά. Σε παράλληλη θέση με την επιλεγμένη διατομή και σε απόσταση περίπου 11 μιλίων από τη μέση του Κρητικού κόλπου που βρίσκεται η νήσος Ντία.

Τα δείγματα πάρθηκαν με τη βοήθεια ημιποσοτικού δειγματολήπτη Anchor dredge και η προσοχή μας εστιάστηκε στην αναγνώριση και την κατάταξη των βενθικών μακροπανιδικών οργανισμών καθώς και των σχέσεων που υπάρχουν μεταξύ τους, αλλά και τη συσχέτιση τους με τις φυσικοχημικές παραμέτρους του Κρητικού Πελάγους.

Δείγματα πάρθηκαν τον Απρίλιο από τα 200, 500, 700 μέτρα βάθος και τους μήνες Ιούνιο, Αύγουστο και Νοέμβριο από τα 500 μέτρα βάθος.

Συνολικά από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψαν τα εξής: η ομάδα των Πολυχαίτων εμφανίζει τη μεγαλύτερη αφθονία, ακολουθούν τα Σωληνοειδή, τα Καρκινοειδή, τα Μαλάκια και τελευταία τα Εχινόδερμα στο σύνολο όλων των σταθμών. Ο συνολικός αριθμός ειδών που καταγράφηκε ήταν 132. Από αυτά το μεγαλύτερο αριθμό ειδών εμφανίζει η ομάδα των Καρκινοειδών με 48 είδη, έναντι των 45 ειδών από τα οποία απαρτίζεται η ομάδα των Πολυχαίτων. Ακολουθούν τα Μαλάκια με 27 είδη, τα Σωληνοειδή με 9 είδη και τέλος τα Εχινόδερμα με 3 μόνο είδη.

Ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών εντοπίζεται στο σταθμό των 200 μέτρων τον Απρίλιο και στο σταθμό των 500 μέτρων τον Ιούνιο με 69 είδη, ενώ ο σταθμός με το μικρότερο αριθμό ειδών είναι αυτός του Νοεμβρίου των 500 μέτρων βάθος με 42 είδη.

Επισημαίνεται ότι στα πλαίσια των σταθμών που εξετάστηκαν εντοπίστηκαν και αναγνωρίστηκαν κάποια είδη κυρίως Καρκινοειδών που με βάση τις βιβλιογραφικές αναφορές για το συγκεκριμένο πεδίο χαρακτηρίζονται ως εξαιρετικά σπάνια για τα «νερά» του Κρητικού Πελάγους αλλά και για την Ανατολική Μεσόγειο γενικότερα. Τέτοια είναι τα είδη των ΑΜφιπόδων *Bruzelia typica*, *Prachynella mediterranea*, *Lepidepcreum subchypeatum*.

Καταλυτικά στη σύνθεση των κοινοτήτων φαίνεται να λειτουργεί χλωροφύλλη α. με βάση τα αποτελέσματα του προγράμματος BIOENV.

Από τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων προκύπτει η διάκριση δύο ομάδων αυτής του σταθμού των 200 μέτρων και αυτή των βαθύτερων σταθμών (500-700 m). Από τη χρήση του προγράμματος SIMPER αυτό αποδίδεται κατά πρώτο λόγο στην ύπαρξη του Σωληνοειδούς *Ariosoma murinae* στους βαθύτερους σταθμούς το οποίο και συνεισφέρει σε ποσοστό 4,45% στη διάκριση των παραπάνω δύο ομάδων.

Σημαντικό ρόλο φαίνεται να παίζει και η περίοδος της δειγματοληψία η οποία αφενός μεν περιλαμβάνει το σύνολο των σταδίων σχηματισμού και κατάρρευσης του θερμοκλινούς, που αποτελεί παράγοντα που σχετίζεται άμεσα με την παροχή τροφής στα βαθύτερα στρώματα και αφετέρου σχετίζεται με την εγκαθίδρυση νέων ατόμων στους πληθυσμούς κάποιων ειδών.

Abstract

The relationship between man and sea starts from the very first years of his appearance on earth. The physical natural history of sea organisms, though, counts more than two millenniums of existence. At 4th century BC, Aristotle was the first one who attempted a first systematic classification of those organisms. Despite the very long time that the sea biology science has gone through, its interest is still focused on the coastal systems. Man's attempt to know the deep underwater world is very recent.

The sampling field of the present project is focused on the East Mediterranean, and more specifically, on Cretan Sea. The choice of this particular area, apart from its closeness to the Cretan University and the Cretan Institute of Sea Biology, was made because of the fact that it is an area of great interest. This interest mainly stems from the "ignorance" on this particular field, when this is compared with areas like West Mediterranean, as well as from the fact that it is a quite controversial environment.

This project was focused on the study of benthos in depths from 200 m to 700 m.

The "concept" of straight cross section was chosen which spread from north to south and it had a length of 14 nautical miles while it was 4 nautical miles away from the land. The Dia island lies in a parallel position with this chosen section and within distance of about 11 miles from the middle of the Cretan Gulf.

The samples were taken with the aid of a "half-quantity" sampler called Anchor dredge and our attention was focused on the identification and classification of the macrofaunic benthic organisms and the bond between them as well as on their relation to the physico-chemical parameters of the Cretan Sea.

In April, samples were taken at 200, 500, 700 m depth while in June, August and November at 500 m.

By this overall analysis, we came up with these conclusions: the Polychaeta group presents the greatest abundance followed by the Sipuncula, the Crustacea, the Mollusca and the Echinodermata in the totality of the stations. The total number of species which was recorded was 132. Out of these, the Crustacea which consist of 48 species seem to have the greatest number compared with the Polychaeta which consist of 45 species. Then, we have the Mollusca with 27 species, the Sipuncula with 9 species and lastly the Echinodermata with only 3 species.

The greatest number of species is located to the 200 m station in April and to the 500 m station in June with 69 species, while the station of the smallest number of species is that of November with 42 species and a depth of 500 m.

Within the bounds of the recorded stations some species especially of Crustacea were located and identified, which are characterized as extremely rare for the "waters" of Cretan Sea and the East Mediterranean in general, based on the bibliographical references on this specific field. Those are the amphipods species called *Bruzelia typical*, *Prachynella mediterranea*, *Lepidepectreum subclypeatum*.

Chlorophyll seems to be instrumental in the synthesis of those communities, based on the results of the BIOENV.

Out of the statistic elaboration of the results, we come up with the distinction of two groups, the one of the 200 m station and the other of the deeper stations (500-700m). According to the use of the SIMPER programme, this is mainly due to the existence of the Sipunculo called *Apiosoma murinae* in the deeper stations which also contributes 4.45% to the distinction of these earlier mentioned groups.

Moreover, the time when the sample taking was carried out is important. On the one hand, this period, involves the totality of the formation and breakdown phase

of thermoclines, which is a factor directly related to the supply of food in the deeper stratum and on the other, it is related to the entrance of new organisms to the populations of some of the species.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Pancucci – Papadopoulou M. A. Murina G. V. V & Zenetos A., 1999. The phylum sipuncula in the Mediterranean sea. Εθνικό κέντρο θαλασσιών ερευνών (ΕΚΘΕ).

Atti della societa Toscana di scienze naturali memorie, A. Castelli – Censimento dei Policheti dei Mari Italiani: Paraonidae Cerruti, 1909. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem. Serie B, 94 (1987).

Αρβαντιδης, Χ., 1994. Συστηματική και βιονομική μελέτη των μακροβενθικών Πολυχαίτων του Βορείου Αιγαίου. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Barnes, R. D., 1987. Invertebrate Zoology. Saunders College Publishing Philadelphia.

Benson R. H. Testing the Messinian salinity crisis biodynamically: an introduction, Pal.Pal.Pal, 20, 1976, pages 3-11.

Brendon D. S. O' Connor, 1987. The Glyceridae (Polychaeta) of the North Atlantic and Mediterranean with descriptions of two new species. Department of Zoology University College, Galway, Ireland.

C. Arvanitidis, D. Koutsoubas, C. Dounas and A. Eleftheriou, IMBC, Department of Technology and Management of the Marine Environment. Annelid fauna of the Mediterranean lagoon (Gialova Lagoon, South-west Greece): community structure in a severely fluctuating environment. Journal of the Marine Biological Association of the united Kingdom, 1999.

C. Arvanitidis, D. Koutsoubas, C. Dounas and A. Eleftheriou, 1999. Annelid fauna of a Mediterranean lagoon (Gialova Lagoon, south- west Greece): community structure in a severely fluctuating environment. IMBC, Department of Techonology and Management of the Marine Environment, Heraklion, Grete, Greece. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom.

C. Dounas & A. Koukouras, 1989. Some observations on the possible synonymy of *Eunice vittata* (Delle Chiaje, 1825) and *E. indica* Kinberg, 1865 (Annelida, Polychaeta). Cah. Biol. Mar 30, pages 227-234.

C. Dounas and A. Koukouras, IMBC Iraklion Greece, Department of zoology, university of Thessaloniki. Some odservations on the possible synonymy of *Eunice vittata* (Delle Chiaje, 1825) and *E. indica* Kinberg, 1865 (Annelida, Polychaeta). Cah. Biol. Mar (1989, 30: 227-234.

Clark, R., B., & Haderlie, E., C., 1960. The distribution of *Nephtys cirrosa* and *N. hombergi* on the South-Western Coasts of England and Wales. J. An.. Ecol., 19: 117-147.

Castelli, A., 1985. Paraonidae (Annelida, Polychaeta) des fonds meubles

infralittorales des cotes Toscane. Cah. Biol. Mar., 26: 267-279.

Castelli, A., 1988. Censimento dei policheti dei mari Italiani: Paraonidae Cerruti, 1909. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem., 94: 319-340.

Cantone, G., 1990. Censimento dei Policheti dei Mari Italiani: Poecilochaetidae Hannerz, 1956. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem., 96: 23-29.

Cappacioni – Azzati, R., 1985. *Mediomastus fragilis* in the west coast of Mediterranean Sea. Invest. Pesq., 49(1):47-53.

Day, J. A., 1967. A Monograph on the Polychaeta of Southern Africa (Part 1. Errantia). Trustees of the British Museum (Natural History).

Day, J. A., 1967. A Monograph on the Polychaeta of Southern Africa (Part 2. Sedentaria). Trustees of the British Museum (Natural History).

De Gallande, D., 1970. Une Polychete Terebellidae nouvelle des cotes de Provence, *Pista mediterranea* n. sp. - Tethys, 2(2): 443-448.

De Paiva, P.C., 1993. Trophic Structure of a Self Polychaete taxocoenosis in Southern Brazil. Cah. Biol. Mar., 35: 39-55.

Douglas, P., & Wilson, D., SC., 1958. The Polychaete *Magelona alleni* n.sp. and a re-assessment of *Magelona cincta* Ehlers. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 37: 617-626.

Douglas, P., & Wilson, D., SC., 1959. The Polychaete *Magelona filiformis* sp. nov. and notes on other species of *Magelona*. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 38: 547-556.

Edward B. Cutler, 1994. The sipuncula their systematics, biology and evolution.

Ekman, S., 1967. Zoogeography of the Sea. Sidwick & Jackson, London.

Eletheriou, A., & Basford, D.J., 1989. The macrobenthic infauna of the offshore northern North Sea. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 69: 123-143.

Eletheriou, A., & Holme, N., A., 1984. Macrofauna techniques. In: Methods for the study of the Marine Benthos. N., A., Holme & A., D., McIntyre (eds), Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 140-217.

Ewing, R., M., 1982. A Partial revision of the Genus *Notomastus* (Polychaeta: Capitellidae) with a description of a new species from the Gulf of Mexico. Proc. Biol. Soc. Wash., 95 (2): 232-237.

F. Javier Jorres- Gavila et. al.. Sevilla, Septiembre 1989, El genero *notomastus* sars, 1851 (Polychaeta, Capitellidae) en la Peninsula iberica. Dpto de Biologia Animal, Celular, Genetica y Parasitologia Fac. C. Biologicas, Valencia.

F. Javier Jorres- Gavila, Romana Cappacioni- Azzati, Santiago Villora- Moreno.

Sevilla, 1989, El genero *Notomastus* sars, 1951 (Polychaeta, Capitellidae) En la Peninsula Iberica.

F. Pleijel. Polychaeta Phyllodocidae. Marine invertebrates of Scandinavia numbers.

F.D. Por in collaboration with Ch. Dimentman. The Legacy of Tethys. An aquatic Biogeography of the Levant.

F.D.Por. Lessepsian Migration. The influx of the Red Sea Biota into the Mediterranean by the way of the Suez Canal.

Fauchald K. and Jumars, P., 1979. The diet of worms: a study of Polychaete feeding guilds. *Oceanography Marine Biology Annu. Rev.*, 17.

Fauchald, K., 1977. The Polychaeta Worms. Definitions and Keys to the Orders, Families and Genera. Natural History Museum of Los Angeles County.

Fauvel, P., 1923. Faune de France: 5. Polychetes Sedentaires, Office Central de Faunistique, Paris.

Field, J.G., Clarke, K.R., & WARWICK, R.M., 1982. A practical strategy for analysing multispecies distributions patterns. . *Marine Ecology-Progress Series*, 8: 37-52.

Fauchald, K., 1963. *Nephtyidae* (Polychaeta) from Norwegian waters. *Sarsia*, 13:1-32.

Fitzhugh, K., 1989. A systematic revision of the Sabellidae-Caobangiidae-Sabellongidae complex (Annelida:Polychaeta). *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 192: 1-104.

Gambi, M. C., Giangrande, A., & Fresi, E., 1982. Gruppi trofici dei Policheti de fondo mobile: un esempio alla foce del Tevere. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, 50: 202-207.

Gambi, M.C., & Giangrande, A., 1985. Caratterizzazione e distribuzione delle categorie trofiche dei Policheti nei fondi mobili del Golfo di Salerno. *Oebalia*, 11: 223-240.

Gaston, G.R., 1987. Benthic Polychaeta of the Middle Atlantic Bight: feeding and distribution. *Marine Ecology-Progress Series*, 36: 251-262.

Giangrande, A., 1992. The genus *Chone* (Polychaeta, Sabellidae) in the Mediterranean Sea with description of *C. longiseta* n. sp. *Boll. Zool.* 59: 517-529.

Giangrande, A., 1994. The genus *Demonax* (Polychaeta, Sabellidae) in the Mediterranean Sea, with description of *D. Tommasi* n. sp. *Boll. Zool.*, 61: 229-233.

Glemarec, M., 1966a. *Paraonidae* de Bretagne. Description de *Paradoneis armata* nov. sp. *Vie Milieu*, 17(2-A): 1045-1052.

Gray, J.S. & Pearson, T.H., 1982. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. I. Comparative methodology. *Marine Ecology-Progress Series*, 9, 111-119.

Gray, J.S., 1981. The ecology of marine sediments. An introduction to the structure and function of benthic communities. *Cambridge Studies in Modern Biology*: 2. Cambridge University Press, 185 pp.

Gray *et. al.*, 1988. Analysis of community attributes of the benthic macrofauna of Frierfjord/Langensundfjord and in a mesocosm experiment. *Marine Ecology-Progress Series*, 46: 151-165.

Greiser, N., & Faubel, A., 1988. Biotic factors. In: Introduction to the study of meiofauna. R.P. Higgins & H. Thiel (eds), Smithsonian Institution Press, Washington DC, 79-114.

Gravina, M.F. & Somaschini, A., 1988. New record of *Mediomastus fragilis* Rasmusen, 1973 for the Italian fauna and notes on the genus *Mediomastus* Hartman, 1944 (Polychaeta, Capitellidae). *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.*, 95: 59-67.

Gravina, M.F. & Somaschini, A., 1990. Censimento dei Policheti dei Mari Italiani: Capitellidae Grube, 1862. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.*, 97: 259-285.

Guille, A., 1970. Bionomie benthique du plateau continental de la côte Catalane Française. II. Les communautés de la macrofaune. *Vie Milieu*, 21: 149-280.

Gambi, M.C. & Giangrande, A., 1988. Record of the genus *Progoniada* (Polychaeta: Goniadidae) in the Mediterranean Sea. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.*, 95: 147-154.

Giangrande, A., 1990a. Censimento dei Policheti dei Mari Italiani: Sabellidae Malmgren, 1867. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem.*, 96: 153-189.

Holme and A.B. McIntyre. *Methods for the study of Marine Benthos*.

J. D. Gage & P.A. Tyler, 1991. *Deep sea Biology: A natural history of organisms at the deep- sea floor*. Cambridge University Press.

J. D. George, 2000. *Polychaetes: British Amphinomida, Spintherida & Eunicida* Department of Zoology. British Museum (Natural History), London.

J. M. Ramos, 1976. *Annales de l'institut Oceanographique, Lumbrineridae (Polychetes Errantes) de Mediterranee*.

J.D. George, Department of zoology, British Museum & G. Hartmann- Schroder, Zoologisches Institut und Zoologisches Museum. *Polychaetes: British Amphinomida spintherida and Eunicida*.

Jou. Zool. Lond, (1976) 180, 195-209. A review of the genus *Capitella* (Polychaeta Capitellidae).

Journal Zoology London (1976) 180. A review of the genus *Capitella* (Polychaeta Capitellidae), pages 195-209.

K. Fauchald, 1992. Review of the types of *Palola* (Eunicidae: Polychaeta). Journal of Natural History 26, pages 1177-1225.

K. Fauchald. Department of Invertebrate Zoology, Natural Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington D.C. 20560, USA. Review of the types of *Palola* (Eunicidae: Polychaeta). Journal of Natural History, 1992, 26, 1177-1225.

K.R. Clarke & R.M. Warwick, 1997. Change in Marine Communities. An approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory.

Kiortsis, V., 1985. Mediterranean Marine Ecosystems: Establishment of zooplanktonic communities in transitional and partly isolated areas. In: Mediterranean Marine Ecosystems. M., Moraitou-Apostolopoulou & V. Kiortsis (eds), Plenum Press, N. Y., pp. 377-386.

Knox, C.A., 1977. The role of polychaetes in benthic soft-bottom communities. In Essays on Polychaetous Annelids in memory of Dr. Olga Hartman. D.J. Reish and K. Fauchald (eds), pp. 547-604. Allan Hancock Foundation.

Kristian Fauchald, 1976. Definitions and keys to the orders, families and genera.

Kristian Fauchald, May 1976. The polychaete wormw, definitionw and the keyw to the orders, families and genera.

Lucien Laubier & Jeanete Ramos, 1973. Paraonidae (Polychetes sedentaires) de Mediterranee. Bulletin du Museum National d' Histoire Naturelle.

Lynn Margulis and Karlene V. Schwartz foreword by Stephen Jay Gould, 1998. Five kingdoms, an illustrated Guide to the phyla of life on Earth.

Lardicci, C., 1990. Censimento dei Policheti dei Mari Italiani: Spionidae Grube, 1850. Atti Soc. Tosc. Sc.Nat. Mem., 96: 121-152.

Laubier, L. & Ramos, J.M., 1974a. Paraonidae (Polychetessedentaires) de Mediterranee. Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris, Ser. 3 (zool.), 168(113): 1097-1148.

M. E. Petersen. A Review of the Northern European species of *Pholoe* Johnston (Polychaeta: Pholoidae), Zoological Museum University of Copenhagen.

M. H. Pettibone, 1989. Revision of the Aphroditoid Polychaetes of the family Acoetidae Kinberg and Reestablishment of *Acoetes* Audouin and Milne- Edwards, 1932 and *Euarche* Ehlers, 1887. Smithsonian institution press Washington, Smithsonian contributions to Zoology. Number 464.

M. H. Pettibone, 1992. Contribution to the Polychaete family Pholoidae.

Smithsonian institution press Washington, Smithsonian contributions to Zoology. Number 464.

M. Nechama, Ben- Eliahu & Dieter Fiege. Polychaeta of the family "Acoetidae (=Polyodontidae) from the Levant and the Central Mediterranean with a discription of a new species of Eupanthalis.

M. Nechama, Ben Eliahu and Dieter Fiege. Polychaetes of the family "Acoetidae (Polyodontidae)" from the Levant and the Central Mediterranean with a discription of a new species of Eupanthalis.

Mackie, A., S., Y., 1991. *Paradoneis eliasoni* sp. nov. (Polychaeta: Paraonidae) from Northern European Waters, with a redescription of *Paradoneis lyra* (Southern, 1914). *Ophelia Suppl.*, 5: 147-155.

Mary .E. Petersen, 1998. Printed in Great Britain, *Pholoe* (Polychaeta: Pholoidae) from northern Europe: A Key and notes on the nearshore species. *Journal Marine Biology Ass*,78, pages 1373-1376.

Mary E. Petersen Zoological Museum, University of Copenhagen. Printed in Great Britain, *Pholoe* (Polychaeta: Pholoidae) from northern Europe: A key and notes on the nearshore species. *J. Mar. Biology. Ass. UK* (1998), 78, 1373-1376.

Michael. A.Rex. Geographic patterns of species diversity in the deep- sea benthos.

Monographs on marine sciences, No 2 pages 11-13.

Mortensen T.,1977. Echinoderms of the british isles.

N.A Holme and A.B. Mclhtyre. Methods for the study of marine benthos.

Nancy J. Maclolek, 1984. A revision of the genus *Prionospio* Malmgren with special emphasis on species from the Atlantic Ocean, and new records of species belonging to the genera *Apoprionospio* Foster and *Paraprionospio* Gaullery (Polychaeta, Annelida, Spionidae).

P. Fauvel, 1923. Faune de France 5. Polychetes Errantes.

P. Fauvel, 1927. Faune de France 16. Polychetes Sedentaires.

Pancucci- Papadopoulou M.A., Murina G.V.V., Zenetos A. The phulum Sipuncula in the Mediterranean sea, National center for marine research, Athens, 1999.

Parapar, J., Besteiro, C. and Urgorri, V., 1993. Primera cita de *Ampharete finmarchica* (Sars, 1865) (Polychaeta: Ampharetidae) en el Litoral de la península Ibérica. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 9(2): 367-372.

Parapar, J., O'Connor, B., Urgorri, V., & Besteiro, C., 1993. Primera cita de *Glyceridae dayi* O' Connor, 1987 (Polychaeta, Glyceridae) en las costas ibericas. *Bo. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Sec. Biol.*, 90 (1-4): 43-46.

Patrick Gillet, 1990. Note sur les Annelides Polychetes de Banc D' Arguin (Mauritanie) et Description de *Marphysa Mauritanica* N. sp. Beaufortia, Institute of taxonomic Zoology University of Amsterdam, vol 40.

Patrick Gillet. Beaufortia, Institute of taxonomic zoology university of Amsterdam, 1990, vol 40, no 4, Note sur les Annelides Polychetes de Banc D' Arguin (Mauritanie) et Description de *Marphysa Mauritanica* N.sp.

Peres J.M., 1967. The Mediterranean benthos. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. Vol. 5, pp. 449-533.

Peter Castro & Michael E. Huber, Marine biology, 1999. University studio press. Επιμέλεια Ελληνικής έκδοσης Θανάσης Κούκουρας & Ελένη Βουτσιαδου, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Pettibone, M., H., 1965. Two new species of Aricidea (Polychaeta, Paraonidae) from Virginia and Florida, and redescription of *Aricidea fragilis* Webster. Proceedings of the Biological Society of Washington, 78: 127-140.

Pierre Fauvel, 1923. Faune de France 5, Polychetes Errantes.

Pierre Fauvel, 1927. Faune de France 16, Polychetes Sedentaires.

Por, F.D., 1978. Lesseptian migration-the influx of Red Sea Biota into the Mediterranean by way of the Suez Canal. Ecological Studies vol. 23, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, pp. 288.

Rice, M.E., 1986. Larvae adrift: patterns and problems in life histories of sipunculans. Amer. Zool., 21: 605-619.

Rowe Gilbert. Deep sea Biology. The sea Volume 8.

Rupert Riedl. Fauna & Flora del Mar Mediterraneo.

Ramos, J.M., 1976a. Lumbrineridae (Polychetes Errantes) de Mediterranee. Ann. Inst. Oceanogr., 52(1): 103-137.

Sandro Ruffo, 1998. The Amphipoda of the Mediterranean. Memoires De' l Institut oceanographique fondation Albert J er , Prince de Monaco. Part I, II, III, IV.

Sara, M., 1985. Consequences in the Mediterranean Ecosystems. In: Mediterranean Marine Ecosystems. M., Moraitou-Apostolopoulou & V. Kiortsis (eds), Plenum Press, N. Y., pp. 1-18.

Sirbert Rowe, 1983. Deep sea Biology. The sea, Volume 8.

Strelzon, V.E., 1979. Polychaete worms of the family Paraonidae Cerruti, 1909 (Polychaeta Sedentaria). Amerind Publishing, New Delhi, 212 pp.

Stefanidou, D. & Voultsiadou - Koukoura, E., 1994. An account of our knowledge on the Amphipod Fauna of the Aegean Sea. *Crustaceana*, 68(5): 597-617.

Torleif Holthe, 1986. *Polychaeta Terebellomorpha*, Norwegian University press.

Tortonese E., 1999. *Echinodermata*.

Tselepides et. al., 2000. Macrobenthic community structure over the continental margin of Crete (South Aegean Sea NE Mediterranean)

Warren, L., M., 1979. *Mediomastus fragilis* Rasmussen (Polychaeta: Capitellidae), a species newly recorded from British Waters. *J. mar. biol. Ass. U. K.* 59: 757-760.

Warwick, R.M., & Clarke, K.R., 1991. A comparison of some methods for analysing changes in benthic community structure. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 71: 225-244.

Warren, L.M., 1976. A review of the genus *Capitella* (Polychaeta Capitellidae). *J. Zool.*, 180:195-209.

Α. Λασκαράτος – Ν. Καλτσουνίδης, 1998. Εισαγωγή στη Φυσική Ωκεανογραφία. Τομέας Φυσικών Εφαρμογών. Τμήμα Φυσικό. Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Αικατερίνη Σιακαβάρα, 1994. Οικολογική μελέτη του μακροβενθικού συστήματος του κόλπου Αγ. Πελαγίας (Κρήτη). Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Κρήτης. Τμήμα Βιολογίας.

Ακουμιανάκη Ιωάννα, 1997. Εποχιακή μεταβλητότητα της αφθονίας και βιομάζας της μακροβενθικής βιοκοινωνίας του μαλακού υποστρώματος της ανώτερης περιπαραλιακής ζώνης στον κόλπο Ηρακλείου. Μεταπτυχιακή Διατριβή.

Αλέκος Λασκαράτος. Ένας γοητευτικός ωκεανός υπό κλίμακα.

Αναστάσιος Τσελεπίδης, 1992. Οικολογική μελέτη του βαθύαλου οικοσυστήματος του Αιγαίου Πελάγους. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Κρήτης Τμήμα Βιολογίας.

Blake, J.A. & J.D. Kudenov, 1978. The Spionidae (Polychaeta) from Southeastern Australia and adjacent areas with a revision of the genera. *Mem. Nat. Mus. Vic.*, 39: 171-280.

Brusca, R. C. and Brusca, G.J., 1990. *Invertebrates*. Sinauer Associates, Inc.

Bhaud, M. & Amouroux, J.M., 1973. Sur la presence d'individus adultes de *Spiochaetopterus costarum* (Annelide Polychete) dans la region de Banyuls-sur-Mer. *Vie Milieu*, 23(2A): 371-373.

Bianchi, C.N., 1981. Policheti Serpuloidei. Guideper il riconoscimento delle specie animali delle acque langunari e costiereitaliane. C.N.R., Roma, ser. AQ/1/96, 5:1-187.

Eleftheriou, A. & Holme, N. A., 1984. Macrofauna techniques. In: "Methods for the study of Marine Benthos" (Holme, N.A. and McIntyre, A.D., eds-2nd edition. pp. 140-217. Blackwell Scientific Publications.

Ewing, R.M., 1984. Generic revision of *Mastobranchus* and *Peresiella* (Polychaeta: Capitellidae) with descriptions of two new species from the gulf of Mexico and Atlantic Ocean. Proc. Biol. Soc. Wash., 97(4): 792-800.

Ζενέτου, Α., 1989. Επισκόπηση της βενθικής πανίδας στο κεντρικό Αιγαίο Πέλαγος (Κυκλάδες-Σαρωνικός). Τελική έκθεση. Ε.Κ.Θ.Ε., 106 σελ.

Zibrowius, H., 1968a. Etude morphologique, systematique et ecologique des Serpulidae (Annelida Polychaeta) de la region de Marseille. Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume, 43(59): 81-252.

Zibrowius, H., 1971a. Les especes Mediterraneennes du genre Hydroides (Polychaeta Serpulidae). Remarques sur le preten du polymorphisme de Hydroides uncinata. Tethys, 2(3): 691-746.

Hutchings, P. & Rainer, S., 1981. Designation of a neotype of *Capitella filiformis* Claparede, 1864, type species of the genus *Heteromastus* (Polychaeta: Capitellidae). Rec. Austr. Mus., 34(4): 373-380.

Harmelin, J.G., 1968. Note sur trois Capitellidae (Annelides Polychetes) recoltees en mediterranee avec description d'un nouveau genre: *Peresiella*. Rec. Tav. St. Mar. Endoume, 35(51): 43-105.

Hartley, J.P., 1981. The family Paraonidae (Polychaeta) in British waters: a new species and new records with a key to species. J. mar. biol. Ass. U.K., 61:133-149.

Holthe, T., 1986a. Polychaeta Terebellomorpha. Marine Invertebrates of Scandinavia, Univ. Oslo, 7: 1-195.

Ιωάννης Καρακάσης, 1991. Συμβολή στη μελέτη του βενθικού οικοσυστήματος της Υφαλοκρηπίδας της Κρήτης. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Κρήτης Τμήμα Βιολογίας.

Κώστας Φυτιανός, 1996. Η ρύπανση των θαλασσών.

Λαζαρίδου Μ., 1992. Γενική Ζωολογία.

Λαμπαδαρίου Νικόλαος, 2001. Μελέτη του μειοβενθικού οικοσυστήματος του Αιγαίου με ιδιαίτερη έμφαση στους νηματώδεις. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Κρήτης Τμήμα Βιολογίας.

Μ. Μοδινός, Η οικογεωγραφία της Μεσογείου.

Mills, E.L., 1975. Benthic organisms and the structure of marine ecosystems. J. Fish. Res. Bd. Can., 32: 1657-1663.

Ντούνας, Κ., Παπαδοπούλου, Ν., 1993. Ωκεανογραφική και περιβαλλοντική μελέτη της θαλάσσιας περιοχής του κόλπου του Ηρακλείου. Ινστιτούτο Θαλάσσιας Βιολογίας Κρήτης.

O'Connor, B.D.S., 1987. The Glyceridae (Polychaeta) of the North Atlantic and Mediterranean, with descriptions of two new species. *J. Nat. Hist.*, 21: 167-189.

Papadopoulou, K.-N., Dounas, C. and Smith, C.J., 1994. Distributional patterns and taxonomic notes in Lumbrineridae from Crete (S. Aegean, Eastern Mediterranean). In: J.C. Dauvin, L. Laubier, D.J. Reish (Eds), *Actes de la 4eme Conference internationale des Polychetes. Mem. Mus. natn. nat.*, 162: 259-268.

Peres, J.M., 1967. The Mediterranean benthos. *Oceanogr. mar. Biol. Annu. Rev.*, 5: 449-533.

Por, F.D., 1989. *The Legacy of Tethys: An aquatic biogeography of the Levant.* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Psarra, S., Tselepides, A., Ignatiades, L. and Dafnomili, E., 1997. Primary production estimates in the oligotrophic Cretan Sea. In: *Proceedings of the 5th Hellenic Symposium on Oceanography and Fisheries, I Oceanography*: 225-228.

Pettibone, M., H., 1992b. Contribution to the Polychaete Family Pholoididae Kinberg. *Smithsonian Contr.Zool.*, 532: 1-24.

Pettibone, M., H., 1989. Revision of the Aphroditoid Polychaetes of the Family Acoetidae Kinberg (= Polyodontidae Augener) and Reestablishment of Acoetes Audouin and Milne-Edwards, 1832, and Euarche Ehlers, 1887. *Smithsonian Contr. Zool.*, 464: 1-138.

Pilato, G. & Cantone, G., 1976. Nuove specie di Poecilochaetus e considerazioni sulla famiglia dei Poecilochaetidae (Annelida, Polychaeta). *Animalia*, 3(1/3): 29-63.

Σεβαστού Κατερίνα, 1999. Μελέτη της δομής και διανομής των ταξοκοινωνιών των Πολυχαίτων στην περιοχή εξόδου του υποθαλάσσιου αγωγού λυμάτων της πόλης του Ηρακλείου. Μεταπτυχιακή διατριβή.

Tselepides, A. and Eleftheriou, A., 1992. South Aegean (Eastern Mediterranean) continental slope benthos: Macroinfaunal-environmental relationships. *Deep Sea Food Chains and the Global Carbon Cycle.* Rowe, G.T., Pariente, V., eds. Dordrecht Netherlands and Kluwer Academic Publishers, 360:139-156.

Tselepides, A., Duineveld, G., Danovaro, R., Chronis, G. and Wassmann, P., 1996. Does pelagic-benthic coupling occur in the Cretan Sea? In: "CINCS: Pelagic - Benthic Coupling in the Oligotrophic Cretan Sea. Final Report" Ed. by Tselepides, A., Papadopoulou, K.-N. and Polychronaki, T. pp. 227-229.

Tselepides, A., Papadopoulou, K.N., Podaras, D., Plaiti, W., Koutsoubas, D. and

Pantazoglou, F., 1997β. Macrobenthic community structure in the Cretan Sea. In: Proceedings of the 5th Hellenic Symposium on Oceanography and Fisheries, Vol. I Oceanography: 233-236.

Tselepides, A., Polychronaki, T., Dafnomili, E., Plaiti, W. and Zivanovic, S., 1997α. Distribution of nutrients, chloroplastic pigments, POC, PON and ATP in the Cretan Sea (NE Mediterranean): seasonal and interannual variability. In: Proceedings of the 5th Hellenic Symposium on Oceanography and Fisheries, Vol. I Oceanography: 189-192.

Tebble, N. & Chambers, S., 1982. Polychaetes from Scottish waters. Part 1. Family Polynoidae. Edinburgh, Royal Scottish Museum. 73pp.

Tores-Gavilla, F.J., Capaccioni-Azzati, R. & Villora-Moreno, S., 1989. El genero *Notomastus* Sars, 1851 (Polychaeta, Capitellidae) en la peninsula Iberica. Act. IX Jorn., Sevilla, pp. 20-28.

Τσελεπίδης, Α., 1992. Οικολογική μελέτη του βαθύαλου οικοσυστήματος του Αιγαίου Πελάγους. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Κρήτης.