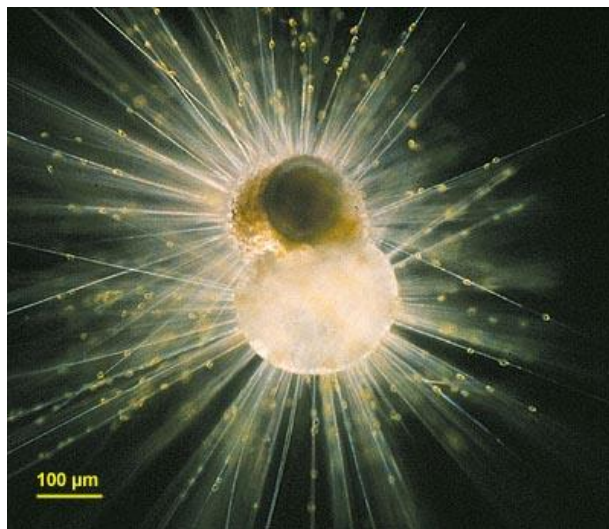




ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΒΕΝΘΙΚΩΝ ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΩΝ ΣΤΗΝ
ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΙΚΙΝΟΥ –ΦΟΛΕΓΑΝΔΡΟΥ (Ν. ΚΥΚΛΑΔΕΣ)**



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΧΡΗΣΤΟΣ ΚΑΤΣΟΥΠΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΧΑΣΙΩΤΗΣ ΘΩΜΑΣ

ΜΥΤΙΛΗΝΗ, 2013

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΒΕΝΘΙΚΩΝ ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΩΝ ΣΤΗΝ
ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΙΚΙΝΟΥ –ΦΟΛΕΓΑΝΔΡΟΥ (Ν. ΚΥΚΛΑΔΕΣ)**

Τριμελής εξεταστική επιτροπή:

Χασιώτης Θωμάς, Επίκουρος Καθηγητής (Επιβλέπων)

Βελεγράκης Αντώνης, Καθηγητής

Κουτσούμπας Δρόσος, Αναπλ. Καθηγητής

Ευχαριστίες

Πρώτα από όλους θα ήθελα ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή αυτής της εργασίας Δρ. Χασιώτη Θωμά για το αμείωτο ενδιαφέρον και την υπομονή που υπέδειξε μέχρι την ολοκλήρωση της.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Τσιρίδη Λάζαρο για την πολύτιμη βοήθεια σχετικά με την μεθοδολογία και την αναγνώριση των τρηματοφόρων.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω την Σπίνου Μυρτώ για τη χορήγηση των δεδομένων των κοκκομετρικών αναλύσεων καθώς και τον Ευαγγελόπουλο Αθανάσιο για την πολύτιμη βοήθειά του για την κατανόηση της μεθοδολογίας της στατιστικής ανάλυσης.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής κ. Α. Βελεγράκη και Δρ. Κουτσούμπα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή

- 1.1. Γενικά για τα τρηματοφόρα
- 1.2. Τα Βενθικά Τρηματοφόρα
- 1.3. Ανατομικά χαρακτηριστικά βενθικών τρηματοφόρων
- 1.4. Τα σύγχρονα (Αρτίγονα) βενθικά τρηματοφόρα
- 1.5. Σκοπός της εργασίας

2. Περιοχή Μελέτης

3. Μεθοδολογία

- 3.1. Εργασίες πεδίου
- 3.2. Εργαστηριακή ανάλυση
- 3.3. Διαχωρισμός των δειγμάτων και καταμέτρηση
- 3.4. Στατιστική Επεξεργασία των αποτελεσμάτων

4. Αποτελέσματα

- 4.1. Στατιστικά- Περιγραφικά στοιχεία
- 4.2. Πολυδιάστατη στατιστική ανάλυση

5. Συζήτηση - Συμπεράσματα

6. Βιβλιογραφία

7. Παράρτημα

1. Εισαγωγή

1.1. Γενικά για τα τρηματοφόρα

Τα τρηματοφόρα είναι μονοκύτταροι οργανισμοί και αποτελούν τάξη της ομοταξίας των Ριζοπόδων της συνομοταξίας των Πρωτόζωων. Βρίσκονται σε όλα τα θαλάσσια περιβάλλοντα και ο τρόπος ζωής τους μπορεί να είναι πελαγικός ή βενθικός. Ο μεγάλος αριθμός των ειδών των τρηματοφόρων, καθώς και η αφθονία εμφανίσεως τους στα διάφορα ιζήματα τα καθιστούν ως μία από τις πλέον σημαντικές ομάδες μικροαπολιθωμάτων (Κουκουσιούρα, 2005).

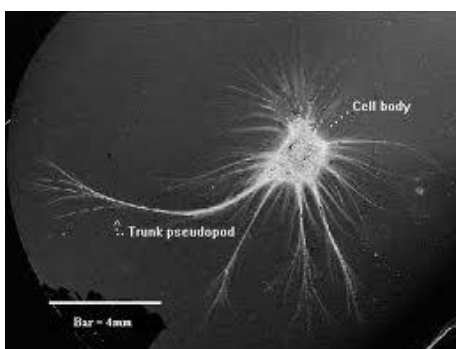
Το όνομα τρηματοφόρα (foraminifera) προέρχεται από τη λέξη τρήμα (foramen) που σημαίνει οπή και προκύπτει από τα τρήματα που φέρουν στο τοίχωμα του κελύφους και από τα οποία εξέρχονται τα ψευδοπόδια. Πολλά είδη τρηματοφόρων περιγράφηκαν από τον Linne πριν γίνει γνωστή η φύση τους. Το δεύτερο μισό του 18ου αιώνα τα περισσότερα τρηματοφόρα περιγράφηκαν ως κεφαλόποδα και ειδικότερα ως *Nautilus*. Μόνο αργότερα, με την παρατήρηση του Dujardin το 1835 ότι πρόκειται για μονοκύτταρους οργανισμούς, έπαψαν να θεωρούνται πολυκύτταρα κεφαλόποδα.

Η ιστορία της μελέτης των τρηματοφόρων ξεκινάει από πολύ νωρίς. Η πρώτη τους αναφορά γίνεται από τον Ηρόδοτο, ο οποίος παρατήρησε ότι οι ασβεστόλιθοι από τους οποίους ήταν κατασκευασμένες οι πυραμίδες της Αιγύπτου περιείχαν τα μεγάλα βενθικά τρηματοφόρα *Nummulites*.

Ο d' Orbigny το 1826 παρουσίασε την πρώτη συστηματική ταξινόμηση των τρηματοφόρων και τα τοποθέτησε στα κεφαλόποδα. Αργότερα, ο Dujardin αναγνώρισε τα τρηματοφόρα ως αμοιβαδοειδή πρωτόζωα. Τις παρατηρήσεις αυτές πραγματοποίησε σε πολύ μεγάλο αριθμό σύγχρονων τρηματοφόρων ρηχών υδάτων (*Triloculina*, *Elphidium*, *Ammonia*, *Peneroplis*), τα οποία συνέλλεξε από φύκη στη Μεσόγειο.

Η βασική καινοτομία της έρευνας του Dujardin ήταν η παρατήρηση των ψευδοποδίων που φέρουν όλα τα τρηματοφόρα (Εικ. 1). Σήμερα είναι γνωστό ότι τα ψευδοπόδια εξασφαλίζουν στα τρηματοφόρα πολλές ζωτικές λειτουργίες. Είναι χρήσιμα όχι μόνο για την κίνηση και την προσκόλληση, αλλά και για την περισυλλογή της τροφής, την κατασκευή του κελύφους, την προστασία και για

κάποιες αναπαραγωγικές λειτουργίες. Ουσιαστικά αποτελούν το μηχανισμό με τον οποίο τα τρηματοφόρα αντιδρούν με το περιβάλλον τους.

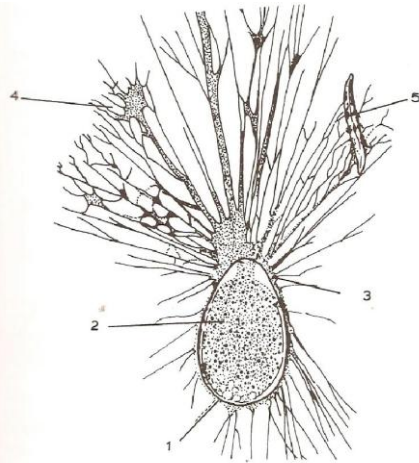


Εικ. 1.: Το τρηματοφόρο *Astrammima rara* στο μικροσκόπιο.

Η πρώτη επιστημονική ωκεανογραφική αποστολή για τη συλλογή ιζημάτων ωκεάνιου πυθμένα, η διάσημη έρευνα του 1872 HMS Challenger Cruise, απέφερε τόσα πολλά δείγματα τρηματοφόρων, έτσι ώστε οι ειδικοί ερευνητές μελετούσαν αυτό το υλικό μέχρι το 1880. Η μελέτη των τρηματοφόρων συνεχίστηκε τον 20ο αιώνα με ερευνητές όπως ο Cushman στις Η.Π.Α. και ο Subbotina στη Ρωσία, οι οποίοι καθιέρωσαν τη χρήση τους ως βιοστρωματογραφικούς δείκτες. Αργότερα, ο Boli το 1990 πραγματοποίησε ιδιαίτερα πρωτοποριακές μελέτες που αφορούν στη συστηματική ταξινόμηση των τρηματοφόρων.

Τα τρηματοφόρα είναι οργανισμοί μονοκύτταροι, οι οποίοι φέρουν εξωτερικά μονοθάλαμο ή πολυθάλαμο κέλυφος (Δερμιτζάκης και Δικαιούλια, 1993). Αυτό γεμίζει με μάζα πρωτοπλάσματος, στο εσωτερικό του οποίου υπάρχει πυρήνας. Το πρωτόπλασμα διακρίνεται σε εξώπλασμα και ενδόπλασμα. Από το πρωτόπλασμα σχηματίζονται ριζόποδα, δηλαδή δισχιδή ή αναστομούμενα ψευδοπόδια (Εικ. 2), που εξέρχονται από το κέλυφος δια μέσου του στοματικού ανοίγματος.

Ο πυρήνας γενικά είναι στρογγυλός και αποτελείται από την πυρηνική μεμβράνη, τον πυρηνικό χυμό, τα χρωμοσώματα και τους πυρηνίσκους που είναι τα σωματίδια που περιέχουν το RNA. Στο κύτταρο υπάρχουν ακόμη τα σωματίδια Golgi, τα μιτοχόνδρια, τα ριβοσώματα και οι φυσαλίδες. Το πρωτόπλασμα είναι γενικά άχρωμο και περιέχει μικρές ποσότητες χρωστικής ουσίας, στοιχεία σιδήρου, καφέ και κόκκινες αποθέσεις λιπαρού υλικού, καφέ στοιχεία εκκρίσεως και πράσινες κηλίδες που οφείλονται στην παρουσία συμβιωτικών φυκών που ζουν μέσα στο κέλυφος των τρηματοφόρων.



Εικ.:2 Αρτίγονο τρηματοφόρο. Η μαύρη γραμμή (1) δείχνει το τοίχωμα του κελύφους, στο εσωτερικό του οποίου υπάρχει το πρωτόπλασμα (2), το οποίο το περιβάλλει (3). Τα ψευδοπόδια (4) έχουν συλλάβει ένα Διάτομο (5) (από Δερμιτζάκης και Δικαιούλια, 1993).

Τα ψευδοπόδια είναι προεκβολές του πρωτοπλάσματος και μάλιστα του εξωπλάσματος και μπορεί να συστέλλονται, να είναι κοκκώδη, ινώδη ή να αναστομώνονται σε δίκτυο.

Αυτά χρησιμεύουν:

- (α) για την προσκόλληση του ζώου,
- (β) για την πρόσληψη της τροφής, η οποία και αποτελείται από φυτικά ζωοσπόρια, κωπήποδα, διάτομα κ.λ.π.,
- (γ) για την κίνηση και μετακίνηση του ζώου,
- (δ) για την κατασκευή του κελύφους.

Τα ψευδοπόδια σχηματίζονται, αυξάνουν και συγκεντρώνονται στην περιοχή όπου θα σχηματιστεί ο νέος θάλαμος. Προσλαμβάνουν διάφορα θραύσματα ή συμφύσματα από το περιβάλλον και έτσι με την έκκριση συνδετικής ή συγκολλητικής ύλης σχηματίζουν ένα νέο μεγαλύτερο σύμφυρμα που σιγά-σιγά παίρνει τη μορφή νέων θαλάμων. Τα ψευδοπόδια τότε αποσύρονται και στη θέση τους παραμένει ο νέος θάλαμος. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η εκλεκτική ικανότητα, την οποία παρουσιάζουν μερικά είδη τρηματοφόρων, κατά τη συλλογή συμφυρμάτων ορισμένης συστάσεως, μεγέθους ή χρώματος. Είδη π.χ. του γένους *Rhabdamina* συλλέγουν αποκλειστικά κόκκους άμμου, ενώ είδη του γένους *Marsipella*, αν και ζουν στο ίδιο περιβάλλον, συλλέγουν κόκκους άμμου, αλλά συγχρόνως και βελόνες σπόγγων.

Γενικά τα τρηματοφόρα έχουν μικρό μέγεθος που φτάνει τα μερικά μικρά

(μm), αλλά κάποιοι αντιπρόσωποι τους έχουν παρουσιάσει γιγαντιαίες μορφές.

Το σύνθετο κέλυφος των τρηματοφόρων σε συνδυασμό με το διαμερισματοποιημένο κυτταρόπλασμα, τους αναδεικνύει ως περισσότερο “εξελιγμένους” οργανισμούς. Παρόλο που πρόκειται για μονοκύτταρους οργανισμούς, υιοθετούν σχεδόν όλους τους τρόπους ζωής που παρουσιάζονται από τους πολυκύτταρους οργανισμούς.

1.2. Τα βενθικά τρηματοφόρα

Τα βενθικά τρηματοφόρα κατατάσσονται σε μερικούς από τους σημαντικότερους οργανισμούς, που συνθέτουν τις σύγχρονες και απολιθωμένες βενθικές βιοκοινωνίες. Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα τους είναι ότι απαντώνται σε μία μεγάλη ποικιλία θαλάσσιων περιβαλλόντων. Κύρια χαρακτηριστικά τους όπως το ανθρακικό κέλυφος, το μικρό μέγεθος, η ευρεία κατανομή και οι μικροί αναπαραγωγικοί κύκλοι που τα διακρίνουν, τα καθιστούν πολύ χρήσιμα εργαλεία, σε διάφορα πεδία μελέτης των φυσικών και περιβαλλοντικών επιστημών (Κουκουσιούρα, 2005).

Πολυάριθμες μελέτες έχουν τεκμηριώσει τη χρησιμότητα των βενθικών τρηματοφόρων στην καταγραφή σύγχρονων περιβαλλόντων αλλά και παλαιο-περιβαλλόντων (Kuhnt et al., 2007; Abu-Zied et al., 2007 κ.α.).

Οι διαφορετικές παράμετροι του θαλασσινού νερού οδηγούν σε διαφορετικούς τρόπους ζωής τα διάφορα γένη (Duchemin et al., 2005). Τα βενθικά τρηματοφόρα έχουν χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της παλαιοστάθμης της θάλασσας και μάλιστα με μέσο εύρος σφάλματος $\pm 5\text{cm}$ (Southall et al., 2006). Όλα τα παραπάνω δηλώνουν την ικανότητα τους να χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση διαφορετικών παλαιοπεριβαλλοντικών φάσεων (Meric et al., 2007).

Η κατανομή των βενθικών τρηματοφόρων είναι ισχυρώς συνδεδεμένη με πλήθος παραγόντων, όπως με την κοκκομετρική σύσταση του πυθμένα (Pascual, et al., 2008), τις υδροδυναμικές συνθήκες (Schröder-Adams et al., 2008) την ποιότητα του πυθμένα, τη φυτοκάλυψη (Langer et al, 1998), την αλατότητα, τις ροές θρεπτικών και οργανικού άνθρακα (Bergin et al., 2006).

1.3. Ανατομικά χαρακτηριστικά βενθικών τρηματοφόρων

Το κέλυφος των τρηματοφόρων είναι ενδοσκελετικός σχηματισμός, δηλαδή εκκρίνεται από το ίδιο το ζώο εξ ολοκλήρου ή κατασκευάζεται από εξωγενή υλικά, που προσλαμβάνει το ζώο με τα ψευδοπόδια και τα οποία με συνδετική ύλη, που εκκρίνεται από το ζώο, συνενώνονται μεταξύ τους. Η σύσταση του τοιχώματος του κελύφους μπορεί να είναι οργανική, πυριτική, αραγωνιτική, συμφυρματοπαγής, και ασβεστολιθική. Το οργανικό τοίχωμα είναι λεπτό και αποτελείται από πρωτεΐνες ή ψευδοχιτίνη, η οποία σπάνια απολιθώνεται. Τα κελύφη από άμορφο πυρίτιο γενικότερα σπανίζουν, ενώ περιορισμένος είναι και ο αριθμός των ειδών που επιλέγουν αραγωνιτικό τοίχωμα για το κέλυφος τους. Τα περισσότερα απολιθωμένα τρηματοφόρα φέρουν συμφυρματοπαγές και ασβεστολιθικό τοίχωμα κελύφους (Τριανταφύλλου και Δήμιζα, 2012, Μικροπαλαιοντολογία και Γεωπεριβάλλον). Οι παρακάτω πληροφορίες σχετικά με τη φύση και τη δομή των κελυφών, τη συναρμογή και τους μορφολογικούς χαρακτήρες του κελύφους προέρχονται από τους Δερμιτζάκη και Δικαιούλια (1993).

i. Φύση του κελύφους

Η αρχική φύση του κελύφους είναι χιτινώδης, αποτελείται από τεκτίνη και αυτή δίνει γένεση στη συνέχεια σε κελύφη ασβεστολιθικά, συμφυρματοπαγή ή ψαμμικά, πυριτικά, αραγωνιτικά.

(α) Χιτινώδες κέλυφος: Είναι το αρχαιότερο και πλέον πρωτόγονο κέλυφος από το οποίο προέρχονται όλα τα άλλα.

(β) Συμφυρματοπαγές ή ψαμμικό κέλυφος: Σε πρωτόγονες μορφές γύρω από το χιτινώδες κέλυφος κολλούν αναρίθμητα ξένα σωματίδια, όπως π.χ. κόκκοι άμμου, βελόνες σπόγγων κ.λ.π., και έτσι ενισχύεται η ανθεκτικότητα του κελύφους. Η συγκόλληση των ξένων σωματιδίων γίνεται με συγκολλητική ύλη, η οποία εκκρίνεται από το ίδιο το ζώο.

(γ) Ασβεστολιθικό κέλυφος: Τα περισσότερα από τα απολιθωμένα τρηματοφόρα έχουν κέλυφος ασβεστολιθικό. Αυτό σχηματίζεται με τη μετατροπή του συμφυρματοπαγούς κελύφους, όταν τόσο τα συμφύσματα όσο και η συγκολλητική ύλη αποτελούνται από ασβεστολιθικό υλικό. Τα ζώντα σε αβαθή θερμά νερά τρηματοφόρα έχουν κέλυφος ασβεστολιθικό παχύ (π.χ. οικογένεια Miliolidae) γιατί το περιβάλλον που ζουν είναι πλούσιο σε ανθρακικό ασβέστιο.

(δ) Πυριτικό κέλυφος: Τρηματοφόρα με πυριτικό κέλυφος σπανίζουν, εκτός

από περιπτώσεις πυριτιώσεως, η οποία λαβαίνει χώρα κατά την απολίθωση. Το τοίχωμα του πυριτικού κελύφους αποτελείται από διοξείδιο του πυριτίου.

(ε) Αραγωνιτικό κέλυφος: Τρηματοφόρα με αραγωνιτικό κέλυφος σπανίζουν, γιατί ο αραγωνίτης είναι ασταθής και αντικαθίσταται εύκολα από ασβεστίτη.

ii. Δομή του κελύφους

Το ασβεστολιθικό κέλυφος των τρηματοφόρων με βάση την δομή του διακρίνεται σε αδιάτρητο ή πορσελανώδες, διάτρητο ή υαλώδες και κυψελώδες ή μικροκοκκώδες.

(α) Αδιάτρητο ή πορσελανώδες κέλυφος: Το τοίχωμα του κελύφους αυτού στερείται οπών και φέρει στοματικό άνοιγμα, από το οποίο εξέρχονται τα ψευδοπόδια. Τα περισσότερα από τα τρηματοφόρα με αδιάτρητο κέλυφος είναι θαλάσσια. Το αδιάτρητο τοίχωμα του κελύφους σε προσπίπτον φώς εμφανίζεται αδιαφανές λευκό και πορσελανώδες.

(β) Διάτρητο ή υαλώδες κέλυφος: Το τοίχωμα του κελύφους αυτού εμφανίζεται με οπές και σε προσπίπτον φώς διαφανές και υαλώδες. Οι οπές χρησιμεύουν για την έξοδο των ψευδοποδίων και το μέγεθος τους ποικίλει.

(γ) Μικροκοκκώδες ή κυψελώδες κέλυφος: Η μικροκοκκώδης δομή σπανίζει σε κελύφη τρηματοφόρων. Το μικροκοκκώδες τοίχωμα αποτελείται από ένα εξωτερικό λεπτό ασβεστολιθικό αδιάτρητο στρώμα, πάνω στο οποίο εσωτερικά εφαρμόζεται μια σειρά λεπτών ελασματοειδών διαφραγμάτων που σχηματίζει μικρούς θαλαμίσκους, οι οποίοι δίνουν στο κέλυφος μορφή κυψέλης.

iii. Συναρμογή του κελύφους

Το κέλυφος μπορεί να είναι:

(α) Μονοθάλαμο: Αποτελείται από ένα θάλαμο και ένα στοματικό άνοιγμα. Ο θάλαμος μπορεί να είναι σφαιρικός, ωοειδής ή σαν φιάλη ή και περιελιγμένος. Το μονοθάλαμο κέλυφος είναι ο πιο πρωτόγονος τύπος.

(β) Πολυθάλαμο: Αυτό αποτελείται από δύο ή περισσότερους θαλάμους, οι οποίοι επικοινωνούν μεταξύ τους με ένα ή περισσότερα στοματικά ανοίγματα. Ο αρχικός θάλαμος, η πρωτοκόγχη στην περίπτωση του διθάλαμου κελύφους ακολουθείται από ένα δεύτερο θάλαμο συνήθως σχήματος σωληνοειδούς. Ανάλογα με τον τρόπο συνδέσεως των θαλάμων το κέλυφος διακρίνεται σε:

1. **Μονόσειρο**, οι θάλαμοι είναι τοποθετημένοι ένας μετά τον άλλον ή σε ευθεία σειρά.
2. **Δίσειρο**, οι θάλαμοι είναι διατεταγμένοι σε δύο σειρές και εναλλάσσονται.
3. **Τρίσειρο**, οι θάλαμοι είναι διατεταγμένοι σε τρεις σειρές. Διατάσσονται τρεις θάλαμοι σε γωνία 120°
4. **Πολύσειρο**, κέλυφος με πολυάριθμους θαλάμους διατεταγμένους σε περισσότερες από τρεις σειρές.
5. **Συνδυασμός τριών σταδίων (τρίσειρο, δίσειρο, μονόσειρο), ή των δύο σταδίων (δίσειρο, μονόσειρο)**, το κέλυφος αρχικά είναι τρίσειρο και τελικά μονόσειρο, ή αρχικά το κέλυφος είναι δίσειρο και μετά γίνεται μονόσειρο.
6. **Επιπεδοσπειροειδές**, κέλυφος περιελιγμένο σε ένα επίπεδο. Η ραχιαία και κοιλιακή όψη είναι ίδιες.
7. **Τροχοειδές ή τροχοσπειροειδές**, κέλυφος είναι περιελιγμένο σε πολλά επίπεδα γύρω από ένα άξονα. Το κέλυφος έχει μία όψη ανελιγμένη, όπου φαίνονται όλοι οι ελιγμοί και την άλλη ενειλιγμένη, όπου ο τελευταίος ελιγμός καλύπτει τους προηγούμενους.
8. **Αγαθιστεγές**, Οι θάλαμοι περιελίσσονται σε πολλά διαφορετικά επίπεδα.

iv. Μορφολογικοί χαρακτήρες του κελύφους.

Οι μορφολογικοί χαρακτήρες του κελύφους είναι:

Πρωτοκόγχη: ο αρχικός θάλαμος του κελύφους.

Θάλαμος: το τμήμα του κελύφους το οποίο περιλαμβάνεται μεταξύ δύο εσωτερικών διαφραγμάτων.

Διάφραγμα ή διαχωριστική επιφάνεια: το τμήμα του τοιχώματος του κελύφους, το οποίο βρίσκεται εσωτερικά από αυτό και διαχωρίζει μεταξύ τους δύο θαλάμους. Με τα διαφράγματα το κέλυφος διαιρείται σε θαλάμους.

Γραμμές ραφών ή ραφές: οι γραμμές, όπου τα διαφράγματα τέμνουν την εξωτερική επιφάνεια του κελύφους. Διακρίνονται τα εξής είδη γραμμών ραφών:

1..Ανυψωμένες, 2. Πεπιεσμένες, 3. Πεπαχυσμένες, 4. Επίπεδες, 5. Ευθείες, 6.Καμπύλες, 7. Μαιανδρικές, 8. Σιγμοειδείς. Οι γραμμές ραφών αποτελούν χρήσιμο εργαλείο για τον προσδιορισμό του είδους.

Ραχιαία ή σπειροειδής όψη: Η ανελιγμένη όψη, όπου διακρίνονται όλοι οι ελιγμοί.

Κοιλιακή ή ομφαλική όψη: Η ανειλιγμένη όψη, όπου ο τελευταίος ελιγμός καλύπτει τους προηγούμενους.

Μετωπική ή διαφραγματική επιφάνεια: Η εξωτερική διαφραγματική επιφάνεια του τελευταίου θαλάμου, όπου συνήθως υπάρχει το στοματικό άνοιγμα.

Ομφαλός: Είναι μία βύθιση ή ανύψωση στο διάστημα μεταξύ των εσωτερικών τοιχωμάτων των θαλάμων στην ομφαλική όψη ενός και του ίδιου ελιγμού.

Στοματικό άνοιγμα ή απλώς άνοιγμα: Μία ή περισσότερες οπές από τις οποίες εξέρχεται το πρωτόπλασμα με μορφή ψευδοποδίων.

1.4. Τα σύγχρονα (Αρτίγονα) βενθικά τρηματοφόρα

Τα σύγχρονα βενθικά τρηματοφόρα ζουν σε διάφορα βάθη του πυθμένα των θαλασσών. Ζουν στους πυθμένες, ελεύθερα ή προσκολλημένα σε φύκη, κοράλλια ή άλλους οργανισμούς. Υπάρχουν άτομα που ζουν σε κενά κελύφη μεγαλύτερων τρηματοφόρων ή σωλήνες πολυχαίτων σκωλήκων, όπου βρίσκονται απολιθωμένα. Όλα τα τρηματοφόρα κατά το αρχικό στάδιο της ζωής τους ζουν ελεύθερα και κατόπιν δύνανται να προσκολληθούν. Άλλα ζουν μόνο εποχιακά προσκολλημένα και τον υπόλοιπο χρόνο ελεύθερα. Υπάρχουν είδη τρηματοφόρων τα οποία ζουν σαν παράσιτα σε άλλα τρηματοφόρα.

Στα ελεύθερα κινούμενα τρηματοφόρα με τα ψευδοπόδια τους, η ταχύτητα κινήσεως εξαρτάται από το μέγεθος, το σχήμα του κελύφους και την ηλικία των ατόμων. Τα νεαρής ηλικίας άτομα κινούνται ταχύτερα. Έχει υπολογιστεί στο γένος *Izidia* ότι η ταχύτητα μετακινήσεως τους είναι 1 mm το λεπτό.

Το βάθος στο οποίο ζουν, εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Οι παράγοντες αυτοί είναι:

- (α) φυσικοί, δηλαδή θερμοκρασία, ποσότητα φωτός, θολότητα νερού,
- (β) χημικοί, δηλαδή αλμυρότητα, αλκαλικότητα και
- (γ) βιολογικοί όπως διατροφή, συμβίωση κ.λ.π.

Κελύφη σύγχρονων βενθικών τρηματοφόρων παρατηρήθηκαν σε παράκτιες άμμους από τον 17ο αιώνα. Μία ασυνήθιστα πρόιμη ανακάλυψη παρουσιάζεται από τον van Leeuwenhoek, ο οποίος το 1700 περιέγραψε το κέλυφος των τρηματοφόρων ως «όχι μεγαλύτερο από ένα κόκκο άμμου». Τα κελύφη αυτά τα μελέτησε ως μαλακά μέρη γαρίδων και τα περιέγραψε ως «πολύ μικρά σπειροειδή κελύφη» τα οποία

εξαιτίας της κυκλικότητας τους, τα ονόμασε «μικρούς κοχλίες».

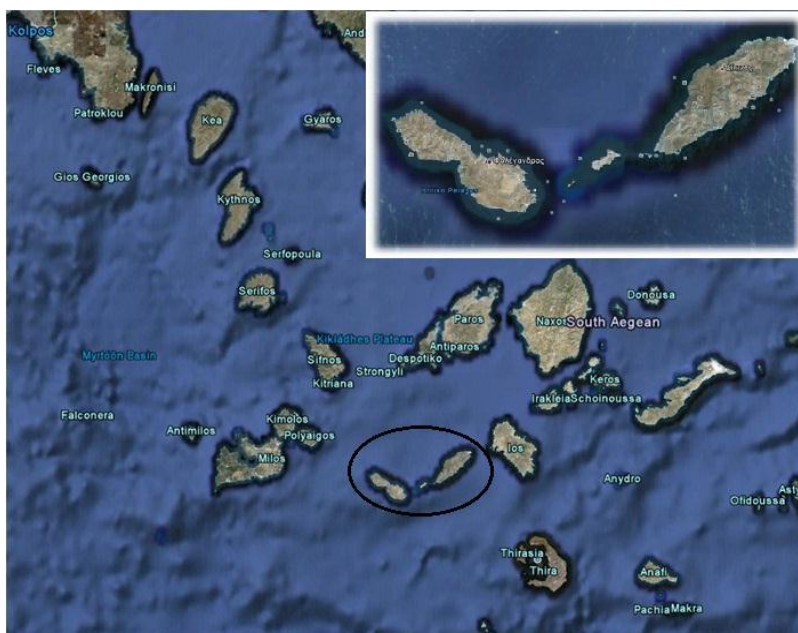
Είναι γνωστό ότι τα βενθικά τρηματοφόρα βρίσκονται σε αφθονία στα σύγχρονα και παλαιότερα ιζήματα. Το 1826 ο d'Orbigny περιέγραψε 68 γένη και υπολόγισε ότι υπάρχουν 1000 είδη σύγχρονων τρηματοφόρων. Στη συστηματική τους οι Loeblich & Tappan το 1987 περιγράφουν 878 γένη σύγχρονων τρηματοφόρων. Σήμερα ο αριθμός των υπαρχόντων ειδών υπολογίζεται στα 10000, ποσοστό που αντιπροσωπεύει περίπου το ένα όγδοο του υπολογιζόμενου αριθμού των σύγχρονων ειδών στη συνομοταξία των πρωτόζωων. Την πλειονότητα των σύγχρονων τρηματοφόρων αποτελούν τα βενθικά, καθώς υπάρχουν μόνο 40-50 σύγχρονα πλαγκτονικά είδη.

1.5. Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη του πληθυσμού των τρηματοφόρων σε επίπεδο γένους στο νότιο τμήμα της θαλάσσιας περιοχής μεταξύ Σικίνου – Φολεγάνδρου, περιοχή στην οποία δεν έχει πραγματοποιηθεί προηγουμένως καμία παρόμοια μελέτη. Επιπλέον, μέσω της μελέτης της σύστασης του πληθυσμού των τρηματοφόρων γίνεται μια προσπάθεια συσχέτισης των διαφοροποιήσεων του πληθυσμού τους με τις περιβαλλοντικές συνθήκες και με την ύπαρξη υβωμάτων κοραλλιογενούς προέλευσης που υπάρχουν στην περιοχή, καθώς και έλεγχος των μεταβολών του πληθυσμού ανάλογα με την κατακόρυφη θέση τους σε κάθε σημείο δειγματοληψίας που δηλώνουν πιθανές περιβαλλοντικές αλλαγές λόγω της διαφορετικής περιόδου απόθεσης κάθε στρώματος.

2. Περιοχή μελέτης

Το πλατό των Κυκλάδων είναι μια περίπλοκη μορφολογικά πλατφόρμα, το μέγιστο βάθος της οποίας δε ξεπερνά τα 300 μέτρα. Αναπτύσσεται στο κεντρικό τμήμα του Αιγαίου και εκτείνεται προς τα νότια, χωρίζοντας το σχετικά ρηχό κεντρικό Αιγαίο πέλαγος (400-800μέτρα) από το βαθύ νότιο Αιγαίο (1550-2500 μέτρα στο Κρητικό πέλαγος). Περιορίζεται από το Μυρτώο πέλαγος από τα δυτικά, από το Κρητικό πέλαγος στα νότια και από την ευρύτερη λεκάνη της Χίου στα Βόρεια και Ανατολικά. Η περιοχή μελέτης Σικίνου – Φολεγάνδρου (Εικ. 3) βρίσκεται στο νότιο τμήμα της Αττικο-Κυκλαδικής γεωτεκτονικής ζώνης, η οποία περιλαμβάνει 3 ενότητες: την περιοχή της Αττικής, τις βόρειες Κυκλάδες και τις νότιες Κυκλάδες.



Εικ. 3.: Περιοχή μελέτης Σικίνου – Φολεγάνδρου (δορυφορική φωτογραφία - google earth).

Η ενότητα των νότιων Κυκλάδων συνίσταται από (α) το κρυσταλλικό υπόβαθρο με γνεύσιους, αμφιβολίτες και σχιστόλιθους του Παλαιοζωικού, (β) ένα στρώμα σχιστόλιθων Περμο-Τριαδικής ηλικίας, (γ) μία ανθρακική σειρά Άνω Τριαδικής-Κρητιδικής ηλικίας και (δ) μία σειρά μεταφλύσχη του Τριτογενούς (Μουντράκης, 1985). Η πιο πρόσφατη φάση μεταμόρφωσης έλαβε χώρα από το Ηώκαινο έως το μέσο Μειόκαινο, ενώ η μεταλλική ιζηματογένεση άρχισε κατά το Μέσο Μειόκαινο. Η σύσταση των πετρωμάτων της Σικίνου αποτελείται από γνεύσιους, αμφιβολίτες, μάρμαρα και κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους. Η

Ένα κύριο χαρακτηριστικό στην περιοχή μελέτης είναι πως σε βάθη μεγαλύτερα των 70 m εμφανίζεται ένα μικρό-μέσο ανάγλυφο στις απεικονίσεις συστημάτων ακουστικής διασκόπισης που αποδίδεται στην παρουσία βιογενών σχηματισμών. Οι σχηματισμοί αυτοί εμφανίζουν μεγαλύτερη πυκνότητα και πιο έντονο ανάγλυφο στο Ανατολικό και Βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης (Παπακώστα Φ., κ.α., 2012). Όπως έχει προταθεί από τους Georgiadis et al. (2009) μπορεί να έχουν ποικίλα μεγέθη και μορφές και μπορούν να χαρακτηριστούν ως “βιογενή οικοδομήματα” (biogenic buildings) λόγω της αυξημένης παρουσίας κοραλλιογενών μακροφυκών (της οικογένειας *Corallinaceae*). Η παραγωγή σκελετού από ανθρακικό ασβέστιο γίνονται η βάση του υφάλου όπου αναπτύσσεται καλύπτοντας σχεδόν εξολοκλήρου το υπόστρωμα και δημιουργώντας αποικίες. Κάποιοι οργανισμοί πεθαίνουν και νέοι δημιουργούνται πάνω τους. Τα κοραλλιογενή μακροφύκη έχουν πολύ μικρό ρυθμό ανάπτυξης. Σύμφωνα με τους Sartoretto et al. (1996) στη Δυτική Μεσόγειο αναπτύσσονται από 0,006 έως 0,83mm/yr. Ραδιοχρονολόγηση τους δείχνει ότι η ηλικία των σχηματισμών σχετίζεται θετικά με το βάθος. Οι αποικίες που αναγνωρίστηκαν στη βορειοδυτική Μεσόγειο στα 52m βάθος χρονολογούνται στα 8500 yr B.P. (Sartoretto et al, 1996). Οι σημαντικότερες περιβαλλοντικές συνθήκες που παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη τους είναι το φως, η θερμοκρασία, η αλατότητα, τα θρεπτικά συστατικά και οι υδροδυναμικές συνθήκες (Ballesteros, 2006).

3. Μεθοδολογία

3.1. Εργασίες πεδίου

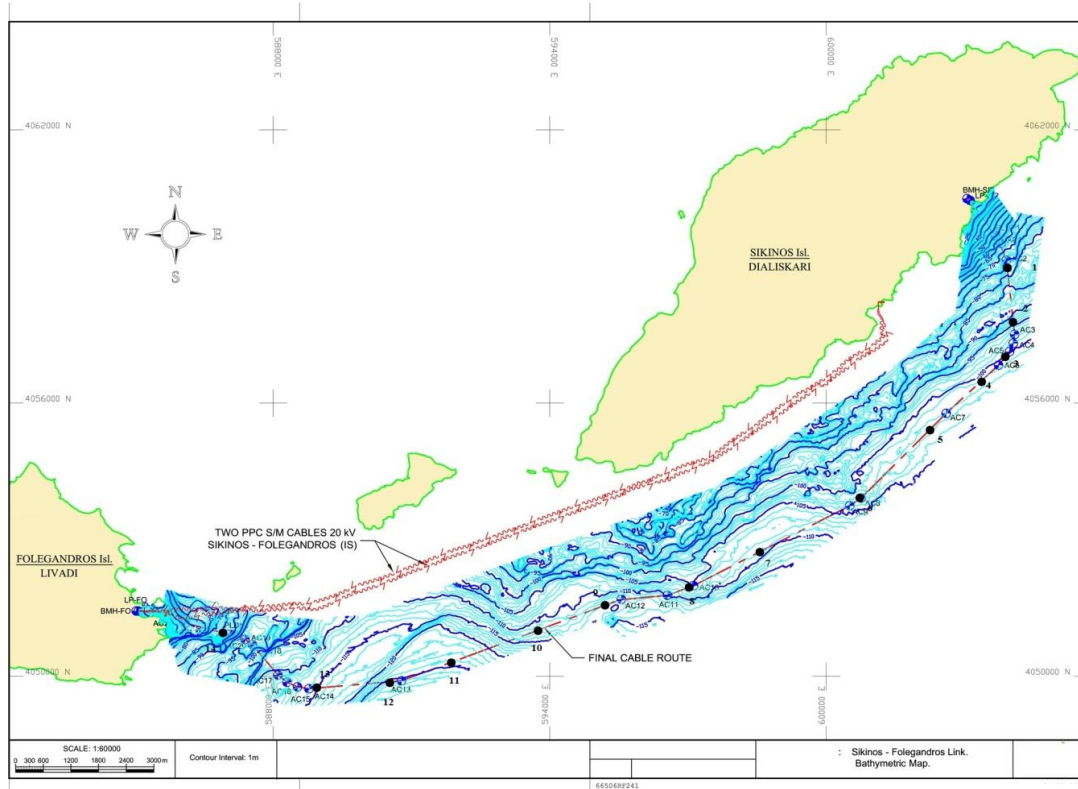
Τα δείγματα που αναλύθηκαν στη συγκεκριμένη εργασία συλλέχθηκαν (α) με πυρηνολήπτη βαρύτητας (gravity corer) και (β) με αρπάγη (grab) στις θέσεις όπου δεν ήταν δυνατή η συλλογή πυρήνων λόγω αδρομερούς σύστασης ιζημάτων και του σκληρού υποστρώματος, κατά τη διάρκεια ερευνητικού προγράμματος του Παν/μιου Αιγαίου το 2010 στη θαλάσσια περιοχή μεταξύ Σικίνου και Φολεγάνδρου (Hasiotis, 2010).

Οι θέσεις των δειγμάτων επιλέχθηκαν σε συγκεκριμένες τοποθεσίες με βάση την προκαταρκτική ερμηνεία γεωφυσικών δεδομένων από πολυδεσμικού ηχοβολιστή, ηχοβολιστή πλευρικής σάρωσης, συχνότητας λειτουργίας 325kHz και τομογράφο υποδομής πυθμένα 3.5 kHz. Ο προσδιορισμός της θέσης του σκάφους κατά τη διάρκεια όλων των εργασιών πεδίου πραγματοποιούνταν με διαφορικό δορυφορικό σύστημα (DGPS) της TRIMBLE 4700.

Για τις περισσότερες θέσεις δειγματοληψίας επιλέχθηκαν σημεία στα οποία πάνω από το ακουστικό υπόβαθρο υπήρχε ένα λεπτό στρώμα ιζημάτων, ενώ έγινε και μια επιτυχημένη προσπάθεια λήψης πυρήνα (πυρήνας SF 01) σε τοποθεσία όπου στην ευρύτερη περιοχή υπάρχουν μικρού ανάγλυφου βιογενείς σχηματισμοί.

Συνολικά επιχειρήθηκαν δειγματοληψίες σε 14 θέσεις. Το μήκος μόνο δυο πυρήνων (SF01 και SF12) έφτασε και ξεπέρασε τα 40cm, ενώ το μήκος επτά πυρήνων (SF03, SF06, SF07, SF08, SF09, SF10, SF14) κυμαινόταν μεταξύ 10cm και 30cm. Πέντε δείγματα (SF2, SF4, SF5, SF11, SF13) λήφθηκαν με την χρήση αρπάγης καθώς στις συγκεκριμένες τοποθεσίες δεν ήταν αποτελεσματική η χρήση πυρηνολήπτη (πάχος ιζημάτων μικρότερο των 10cm ή σκληρό υπόστρωμα που καθιστά αδύνατη τη χρήση πυρηνολήπτη).

Οι θέσεις δειγματοληψίας αναπτύσσονται κατά μήκος μιας τομής μεταξύ Σικίνου και Φολεγάνδρου (Εικ. 5) με διεύθυνση, γενικά, από βορειοανατολικά προς νοτιοδυτικά. Στον πίνακα του παραρτήματος φαίνονται οι φωτογραφίες των δειγμάτων και η θέση τους πάνω στις τομογραφίες τύπου 3.5 kHz.



Εικ. 5.: Χάρτης της περιοχής μελέτης στον οποίο απεικονίζονται τα σημεία δειγματοληψίας.

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται διάφορα χαρακτηριστικά των 27 επιφανειακών και υποεπιφανειακών δειγμάτων που αναλύθηκαν, καθώς και η κοκκομετρική τους σύσταση. Παρατηρείται ότι τα ιζήματα έχουν σχετικά παρόμοια ποσοστά μεταξύ των κοκκομετρικών τάξεων που προσδιορίστηκαν στα δείγματα. Η επικρατούσα κοκκομετρική τάξη είναι αυτή της άμμου. Μικρές διαφορές παρατηρούνται στα επιφανειακά με τα υποεπιφανειακά δείγματα με τα πρώτα να είναι ελαφρώς πιο λεπτόκοκκα από τα δεύτερα. Επίσης, ελαφρά πιο αδρομερές από τα υπόλοιπα δείγματα είναι το SF 11, που βρίσκεται μεταξύ των 2 νησιών πλησίον του βαθύτερου σημείου της ζώνης έρευνας, πιθανόν λόγω δράσης ισχυρότερων ρευμάτων στην περιοχή αυτή.

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά των σταθμών δειγματοληψίας.

Δείγμα	Βάθος Θάλασσας (m)	Συντεταγμένες (UTM)		Ψηφίδες (%)	Άμμος (%)	Πηλός (%)	Άργιλος (%)
SF 1-1	76	872236,5	4066753,0	10,61	59,40	19,87	10,12
SF 1-2				11,97	55,65	25,72	6,66
SF 1-3				4,98	61,44	26,26	7,32
SF 1-5				16,09	53,52	23,79	6,60
SF 1-6				13,74	57,66	21,01	7,59
SF 1-7				13,60	59,86	19,97	6,56
SF 2				92.5	872391,5	4065581,5	3,51
SF 3	100	872304,1	4064820,2	4,74	70,76	20,24	4,26
SF 5	102.5	870710,6	4063164,0	1,98	88,10	6,01	3,91
SF 6	102.5	869218,8	4061556,1	2,64	75,44	16,92	4,99
SF 7-1	109	867127,6	4060337,3	1,64	76,16	18,67	3,52
SF 7-2				1,63	79,50	15,59	3,28
SF 7-3				4,44	88,02	6,10	1,44
SF 8	105	865632,1	4059519,0	7,50	66,42	18,61	7,47
SF 9	114	863754,5	4059032,4	1,13	81,30	15,13	2,43
SF 10-1	112	862146,7	4058379,9	2,48	73,73	16,86	6,93
SF 10-2				4,54	54,36	27,79	13,31
SF 10-3				12,61	64,33	17,97	5,09
SF 11	124.5	860390,0	4057650,6	2,35	90,74	5,80	1,11
SF 12-1	125.5	859145,5	4057203,9	2,28	82,66	13,01	2,05
SF 12-2				7,44	72,42	16,88	3,25
SF 12-3				10,93	73,23	12,88	2,96
SF 12-4				17,28	78,67	3,50	0,56
SF 13	115	857536,2	4057013,3	2,71	94,97	2,00	0,32
SF 14-1	76.5	855519,7	4058155,6	13,87	74,94	9,81	1,39
SF 14-2				13,89	67,98	14,19	3,94
SF 14-3				30,73	53,15	11,45	4,66

3.2. Εργαστηριακή ανάλυση

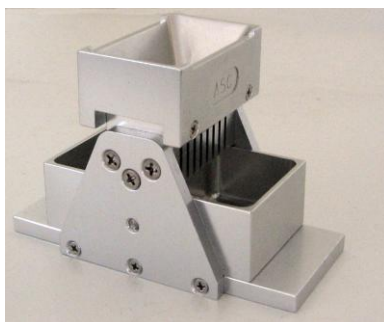
Οι περισσότερες οικολογικές μελέτες για τρηματοφόρα βασίζονται στην επεξεργασία των σύγχρονων ιζημάτων με κόσκινα 63μm. Είναι όμως δυνατό να χρησιμοποιηθούν και άλλα μεγέθη κοσκίων στην περίπτωση που το δείγμα περιέχει πολλά μικρά νεαρά άτομα τρηματοφόρων με συχνότερα χρησιμοποιούμενο σε πλήθος μελετών αυτό των 125μm. Ο αριθμός των ατόμων αλλά και των ειδών μειώνεται όσο το άνοιγμα του κόσκινου αυξάνεται και αυτό μπορεί να οδηγήσει σε

απώλεια πληροφορίας, ιδιαίτερα σε περιβάλλοντα της βαθιάς θάλασσας (Murray, 2006).

Στην παρούσα εργασία περίπου 50gr από κάθε δείγμα κοσκινίστηκε με υγρό κοσκίνισμα σε κόσκινο διαμέτρου 63 μ m. Το συγκρατούμενο υλικό τοποθετήθηκε σε πορσελάνινα τριβλία και αφέθηκε προς ξήρανση σε θερμοκρασία δωματίου. Πρέπει να τονιστεί η σημασία του καθαρισμού του κόσκινου τόσο με τη χρήση υπέρηχων όσο και με συμβατικές μεθόδους, όπως το πλύσιμο στο χέρι. Η “σχολαστικότητα” αυτή απέτρεψε την πιθανή “επιμόλυνση” των δειγμάτων και βελτίωσε την αποτελεσματικότητα του κόσκινου (Murray, 2006).

3.3. Διαχωρισμός των δειγμάτων και καταμέτρηση

Τα υγρά δείγματα δύναται να διαχωριστούν με τη χρήση διάφορων συσκευών και μεθόδων. Τα ξηρά δείγματα μπορούν να επιμεριστούν με ειδικού τύπου διαχωριστή ιζημάτων (sediment splitter) (Εικ. 6).



Εικ 6.: Διαχωριστής ιζήματος (sediment splitter) για μικροπαλαιοντολογικές και περιβαλλοντικές εφαρμογές.

Σε κάθε δείγμα της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκε διαχωρισμός με τη χρήση Microsplitter με τελικό σκοπό την παρουσία στο τελικό προς εξέταση δείγμα ενός αντιπροσωπευτικού αριθμού ατόμων (περίπου 300 ατόμων).

Η συλλογή των τρηματοφόρων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση διοφθάλμιου στερεοσκοπίου και τα άτομα τοποθετήθηκαν σε microslides. Μετά το πέρας της διαδικασίας συλλογής τα άτομα από κάθε δείγμα αναγνωρίστηκαν, κάτω από το διοφθάλμιο στερεοσκόπιο, ως προς γένος και καταμετρήθηκαν.

Πολλοί ερευνητές χρησιμοποιούν τον ολικό αριθμό ατόμων (νεκρών και ζωντανών) στην εξαγωγή των αποτελεσμάτων και των συμπερασμάτων τους (Debeday et al., 2005 κ.α.). Στην παρούσα εργασία όμως κάτι τέτοιο δεν ήταν δυνατό

να γίνει διότι τα δείγματα από την στιγμή της συλλογής τους και έπειτα δεν συντηρήθηκαν ούτε έγινε προσθήκη Rose Bengal ή αιθανόλης ώστε να μπορεί να γίνει διαχωρισμός των ζωντανών και των νεκρών ατόμων.

Η αναγνώριση και ταυτοποίηση των ειδών έγινε με την βοήθεια των ακόλουθων βιβλίων και δημοσιευμάτων:

- Δερμιτζάκης, Μ.Δ., Τριανταφύλλου, Μ.Β., Γαλουκά, Σ.Φ., 1993 «Κλείδα προσδιορισμού των κυριότερων γενών των τρηματοφόρων»
- Sgarrella, F. & Zei, M.M., 1993
- «*Benthic Foraminifera of the Gulf of Naples (Italy): Systematics and Autoecology*»
- Robert Wynn Jones, 1994 «*The Challenger Foraminifera*»
- Cinerman, F. & Langer, M.R., 1991 «*Mediterranean Foraminifera*»
- Loeblich and Tappan, 1988 «*Foraminifera! Genera and their Classification*»

3.4. Στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων

Για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν πολυμεταβλητές μέθοδοι. Πολυμεταβλητή ανάλυση είναι η ανάλυση πολλών μεταβλητών, όπως η αφθονία των ειδών (ή γενών) και περιβαλλοντικοί παράγοντες, οι οποίοι μπορεί να έχουν μετρηθεί σε διαφορετικές θέσεις ή στιγμές. Έτσι γίνεται δυνατή η ταυτόχρονη ανάλυση πολλών εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν οι εξής μέθοδοι:

- *Cluster Analysis*. Αυτή χρησιμοποιεί ένα πίνακα συντελεστών ομοιότητας, οι οποίοι υπολογίζονται μεταξύ κάθε ζευγαριού των δειγμάτων και δημιουργούν ένα δενδρόγραμμα ομοιότητας.
- *Non-Metric Multidimensional Scaling (MDS)*. Η ανάλυση αυτή χρησιμοποιεί τον πίνακα ομοιότητας που περιγράφηκε παραπάνω και τοποθετεί τα δείγματα σε ένα δισδιάστατο “χάρτη” όπου οι αποστάσεις μεταξύ των σταθμών αντιπροσωπεύουν το ποσοστό ομοιότητας. Η επιτυχία της μεθόδου καθορίζεται από ένα συντελεστή τάσης (stress coefficient). Ιδανικές τιμές του συντελεστή τάσης είναι <0.1 .

Η πολυμεταβλητή στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του λογισμικού Primer 6.

4. Αποτελέσματα

Από την εργαστηριακή ανάλυση των 27 δειγμάτων (επιφανειακών και υποεπιφανειακών) αναγνωρίστηκαν συνολικά 11.950 άτομα, τα οποία βρέθηκε ότι ανήκουν σε 29 γένη τρηματοφόρων. Από αυτά τρία γένη αντιστοιχούν σε πλαγκτονικά τρηματοφόρα (*Globigerina*, *Neogloboquadrina*, *Orbulina*,) και 26 γένη σε βενθικά τρηματοφόρα (*Elphidium*, *Neoconorbina*, *Cibicides*, *Rosalina*, *Rotalia*, *Haynesina*, *Spiroloculina*, *Adelosina*, *Quinqueloculina*, *Pyrgo*, *Textularia*, *Brizalina*, *Triloculina*, *Miniacina*, *Ammonia*, *Stomatorbina*, *Lagena*, *Planorbulina*, *Ammodiscus*, *Eponides*, *Asterigerina*, *Reussella*, *Biloculinella*, *Lachanella*, *Bolivina*, *Siphotextularia*). Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται ο αριθμός του κάθε γένους ανά δείγμα καθώς και πληροφορίες σχετικά με το πλήθος των τρηματοφόρων και τον αριθμό επιμερισμού τους σε κάθε δείγμα. Όπως φαίνεται από τον πίνακα 2 είναι χαρακτηριστικός ο μεγάλος αριθμός επιμερισμών που πραγματοποιήθηκε, καθώς και ο ολικός αριθμός των ατόμων σε κάθε δείγμα. Στον πίνακα 3 παρουσιάζονται τα ποσοστά επί τις εκατό κάθε γένους ανά δείγμα.

Πίνακας 2. Πίνακας στον οποίο φαίνονται: το βάθος δειγματοληψίας από την επιφάνεια του πυθμένα (μόνο για τα δείγματα πυρήνων), το ξηρό βάρος του ολικού δείγματος, ο αριθμός των επιμερισμών, ο αριθμός των τρηματοφόρων στο επιμερισμένο κλάσμα του δείγματος, ο αριθμός των ατόμων στο συνολικό δείγμα, η πυκνότητα ατόμων ανά γραμμάριο δείγματος και ο πλούτος γενών σε κάθε δείγμα..

<i>Δείγμα</i>	<i>Βάθος Δείγματος (cm)</i>	<i>Ξηρό Βάρος (gr)</i>	<i>Αριθ. Επιμερ.</i>	<i>Αριθμός Ατόμων</i>	<i>Ολικός Αριθμός Ατόμων</i>	<i>Πυκνότητα (n/gr)</i>	<i>Πλούτος γενών</i>
SF 1-1	02 έως 06	26,62	3	685	5480	205,9	23
SF 1-2	18 έως 22	25,78	6	659	42176	1636,0	21
SF 1-3	27 έως 30	25,14	7	497	63616	2530,5	23
SF 1-5	30 έως 40	29,67	7	617	78976	2661,8	22
SF 1-6	50 έως 54	30,41	7	706	90368	2971,7	24
SF 1-7	68 έως 72	31,2	7	532	68096	2182,6	21
SF 2		41,07	8	924	236544	5759,5	23
SF 3		36,19	8	498	127488	3522,7	19
SF 5		42,67	8	491	125696	2945,8	21
SF 6		33,76	8	493	126208	3738,4	23
SF 7-1	00 έως 04	29,62	8	655	167680	5661,0	23
SF 7-2	09 έως 12	31,22	9	425	217600	6969,9	23
SF 7-3	19 έως 22	44,89	9	313	160256	3570,0	21
SF 8		30,98	9	443	226816	7321,4	21
SF 9		35,61	10	460	471040	13227,7	21
SF 10-1	00 έως 04	27,38	8	436	111616	4076,6	21
SF 10-2	14 έως 18	21,95	9	314	160768	7324,3	22
SF 10-3	24 έως 29	29,53	10	242	247808	8391,7	20
SF 11		44,75	10	388	397312	8878,5	23
SF 12-1	00 έως 05	40,84	10	340	348160	8525,0	20
SF 12-2	10 έως 13	38,36	11	267	546816	14254,8	20
SF 12-3	20 έως 24	41,04	11	301	616448	15020,7	23
SF 12-4	35 έως 40	44,78	10	221	226304	5053,7	22
SF 13		47,66	10	266	272384	5715,1	19
SF 14-1	00 έως 05	42,29	10	247	252928	5980,8	22
SF 14-2	08 έως 12	39,69	9	320	163840	4128,0	22
SF 14-3	16 έως 20	40,33	10	210	215040	5332,0	20

Πίνακας 3. (συνέχεια): Το ποσοστό % εμφάνισης κάθε γένους ανά δείγμα.

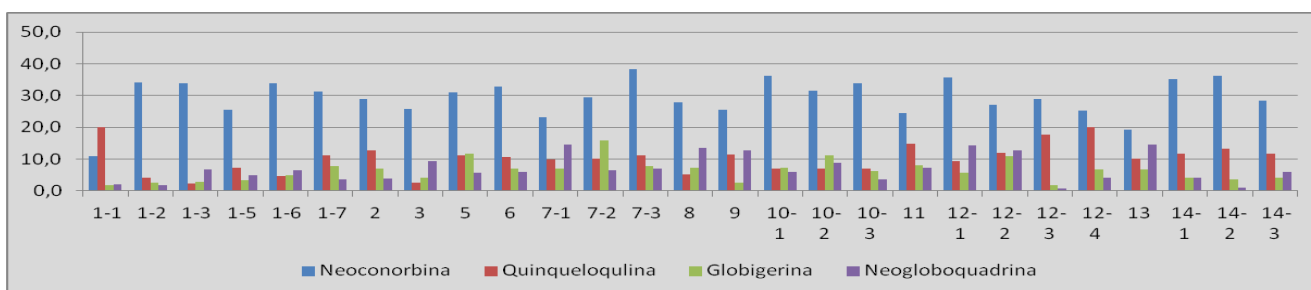
ΓΕΝΟΣ	9	10-1	10-2	10-3	11	12-1	12-2	12-3	12-4	13	14-1	14-2	14-3
<i>Elphidium</i>	6,7	3,2	1,6	0,8	0,5	4,1	3,7	2,7	4,1	2,6	2,5	2,0	1,0
<i>Neoconorbina</i>	25,4	36,2	31,5	33,9	24,5	35,6	27,0	28,9	25,3	19,2	35,1	36,3	28,3
<i>Cibicides</i>	2,8	4,8	4,8	5,8	7,0	5,9	3,0	2,3	4,1	4,9	5,4	9,0	9,1
<i>Rosalina</i>	2,2	2,8	4,8	5,0	3,6	3,8	5,2	5,0	2,7	1,9	7,1	7,7	9,6
<i>Rotalia</i>	3,7	1,4	1,6	1,7	3,1	2,1	2,2	2,3	4,1	2,6	2,5	2,7	3,5
<i>Haynesina</i>	7,8	3,2	2,9	5,8	1,5	2,4	5,2	4,3	4,1	4,1	3,8	4,3	2,5
<i>Spiroloculina</i>	0,9	0,5	1,0	0,8	0,8	0,0	0,7	1,3	2,3	0,8	1,3	1,0	0,0
<i>Adelosina</i>	3,0	3,7	2,5	4,5	6,2	2,9	3,7	7,3	3,6	1,9	10,5	8,0	5,6
<i>Quinqueloquolina</i>	11,3	7,1	7,0	7,0	14,7	9,4	12,0	17,6	19,9	10,2	11,7	13,3	11,6
<i>Pyrgo</i>	0,2	0,5	0,3	0,0	0,3	0,6	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Textularia</i>	3,0	5,5	2,5	5,0	6,2	2,9	1,5	4,0	1,8	7,9	2,9	2,0	3,0
<i>Brizalina</i>	6,3	8,9	6,1	4,1	4,1	3,5	4,1	2,0	4,1	9,0	3,2	6,3	5,7
<i>Orbulina</i>	1,3	0,0	1,3	2,1	0,5	0,6	0,7	0,7	0,9	0,0	1,7	1,0	1,5
<i>Triloculina</i>	1,1	0,2	1,0	3,3	1,0	0,6	1,9	2,3	1,8	1,1	1,3	1,0	1,0
<i>Miniacina</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
<i>Ammonia</i>	2,2	0,7	1,6	3,7	1,3	2,1	0,4	4,0	0,9	6,8	0,0	0,0	0,0
<i>Stomatorbina</i>	1,5	2,3	1,9	1,7	1,0	0,6	0,0	2,7	1,4	0,8	1,3	1,0	1,5
<i>Lagena</i>	0,4	0,5	1,0	0,8	0,8	0,0	0,7	1,3	0,9	0,0	0,4	0,0	0,5
<i>Planorbulina</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	1,0	0,9	0,0	0,4	0,7	1,0
<i>Ammodiscus</i>	2,0	2,5	2,9	2,1	1,8	0,9	2,2	0,7	1,8	1,5	0,8	1,7	5,6
<i>Globigerina</i>	2,6	7,3	11,1	6,2	8,0	5,6	10,9	1,7	6,8	6,8	4,2	3,7	4,0
<i>Neogloboquadrina</i>	12,6	6,0	8,9	3,7	7,2	14,4	12,7	0,7	4,1	14,7	4,2	1,0	6,1
<i>Eponides</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Asterigerina</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Reussella</i>	0,0	0,9	2,2	2,1	2,1	0,6	0,7	3,0	1,4	1,5	0,8	0,7	0,0
<i>Biloculinella</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	1,0	2,5
<i>Lachanella</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Bolivina</i>	2,8	1,8	1,6	0,0	3,6	1,5	1,1	3,0	3,2	1,9	0,8	1,7	2,0
<i>Siphotextularia</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

4.1 Στατιστικά- περιγραφικά στοιχεία

Συνολικά στους σταθμούς δειγματοληψίας αναγνωρίστηκαν 29 γένη βενθικών και πλαγκτονικών τρηματοφόρων. Ο πλούτος των γενών ανά δείγμα κυμαίνεται από 19 έως 24. Μεγαλύτερο πλούτο παρουσιάζει το δείγμα SF 1-6 (24 γένη) και μικρότερο πλούτο τα δείγματα SF 3 και SF 13 (19 γένη). Η πυκνότητα των δειγμάτων σε τρηματοφόρα υπολογίστηκε από τα ολικά περιεχόμενα άτομα σε κάθε δείγμα προς το ξηρό βάρος του δείγματος. Είναι χαρακτηριστικό ότι σε 3 δείγματα (SF 9, SF 12-2 και SF 12-3) η πυκνότητα είναι υπερδιπλάσια από τον μ.ο. (5837 άτομα) και είναι ακόμη μεγαλύτερη και από 13000 άτομα ανά γραμμάριο δείγματος. Τη μεγαλύτερη πυκνότητα εμφανίζει το δείγμα SF 12-3 (15020 άτομα ανά γραμμάριο δείγματος), ενώ τη μικρότερη εμφανίζει το SF 1-1 (206 άτομα ανά γραμμάριο δείγματος).

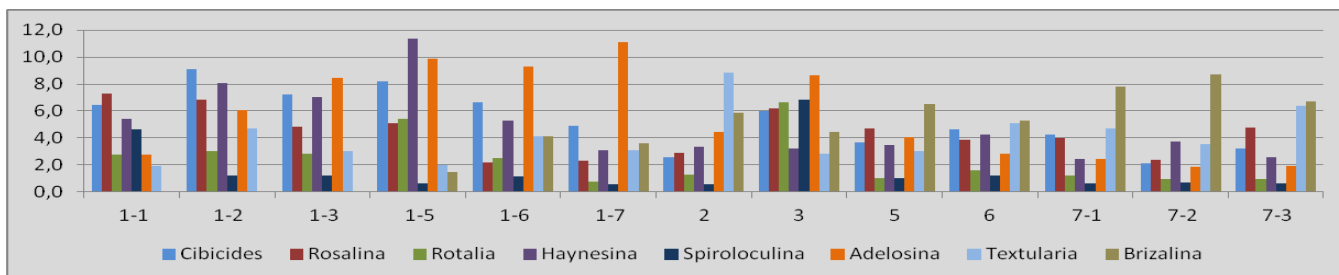
Ορισμένα γένη φαίνεται να κυριαρχούν σε όλα σχεδόν τα δείγματα (*Neoconorbina*, *Quinqueloquolina*, *Globigerina*, *Neogloboquadrina*) (Εικ. 7). Τα γένη

αυτά παρ' όλο που δεν ξεπερνούν σε ποσοστό το 20% (εκτός του γένους *Neoconorbina*, το οποίο σε κάποια δείγματα ξεπερνάει το 35%) μπορούμε να τα θεωρήσουμε κυρίαρχα καθώς έχουν τουλάχιστον σε 4 δείγματα ποσοστά μεγαλύτερα από 10%. Από τα τέσσερα αυτά γένη η *Globigerina* και η *Neogloboquadrina* αφορούν σε πλανκτονικά τρηματοφόρα και τα υπόλοιπα δύο σε βενθικά. Στο γράφημα της εικόνας 7 παρατηρείται ότι τα μεγαλύτερα ποσοστά σε όλα τα δείγματα (εκτός του SF 1-1) εμφανίζονται στο γένος *Neoconorbina* και το γένος με το δεύτερο μεγαλύτερο ποσοστό σε κάθε δείγμα απέχει από το γένος *Neoconorbina* τουλάχιστον 5 εκατοστιαίες μονάδες. Σε αρκετά δείγματα φαίνεται ότι το δεύτερο μεγαλύτερο ποσοστό το εμφανίζει το γένος *Quinqueloquulina*, με ποσοστά υψηλότερα στα δείγματα προς την πλευρά της Φολέγανδρου.

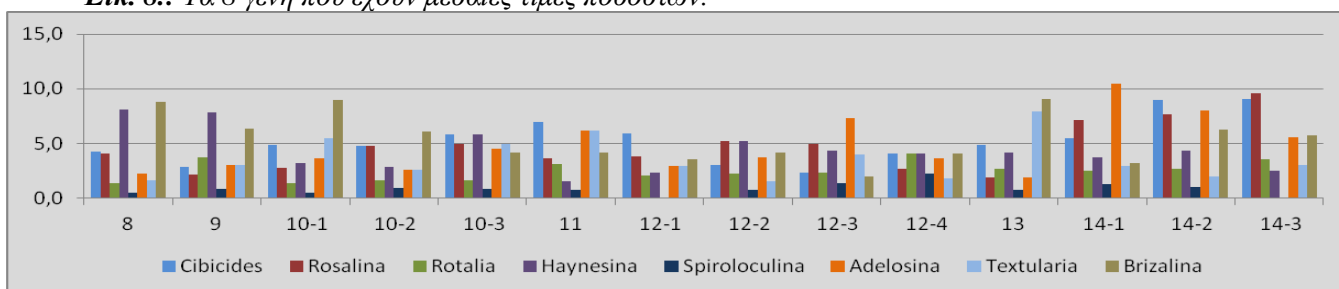


Εικ. 7.: Τα 4 κυρίαρχα γένη με ποσοστά >10%

Στο γράφημα της Εικόνας 8 παρατηρείται πως 8 γένη (*Rosalina*, *Rotalia*, *Adolesina*, *Cibicides*, *Haynesina*, *Spiroloculina*, *Textularia*, *Brizalina*) εμφανίζουν τιμές ποσοστών που σχεδόν σε όλα τα δείγματα παραμένουν πάνω από 2-3% και δεν ξεπερνούν το 10% , εκτός των γενών *Haynesina*, *Adelosina* και *Brizalina*, τα οποία εμφανίζουν και τα μεγαλύτερα ποσοστά συγκριτικά με τα υπόλοιπα 5 γένη. Επίσης, φαίνεται πως το γένος *Brizalina* εμφανίζει μεγαλύτερα ποσοστά στα δείγματα που συλλέχθηκαν από την περιοχή Νότια και Δυτικά της Σίκινου.

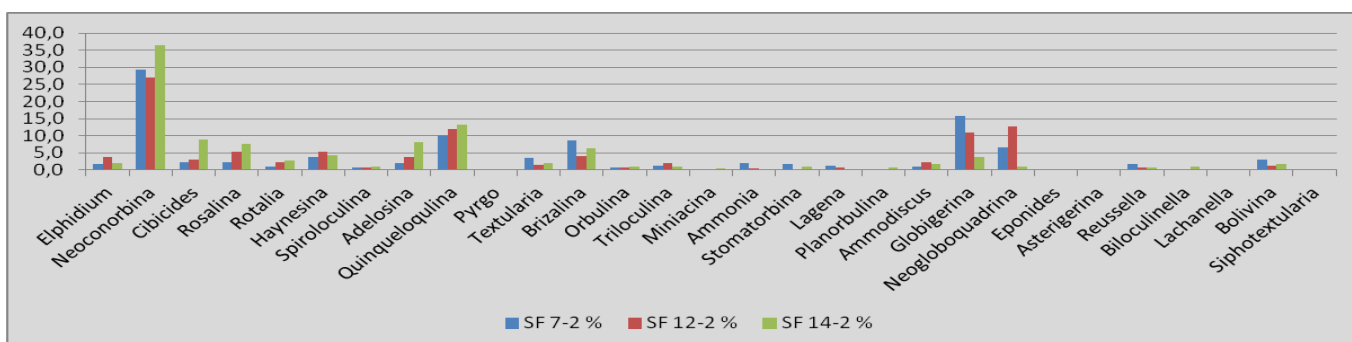


Εικ. 8.: Τα 8 γένη που έχουν μεσαίες τιμές ποσοστών.



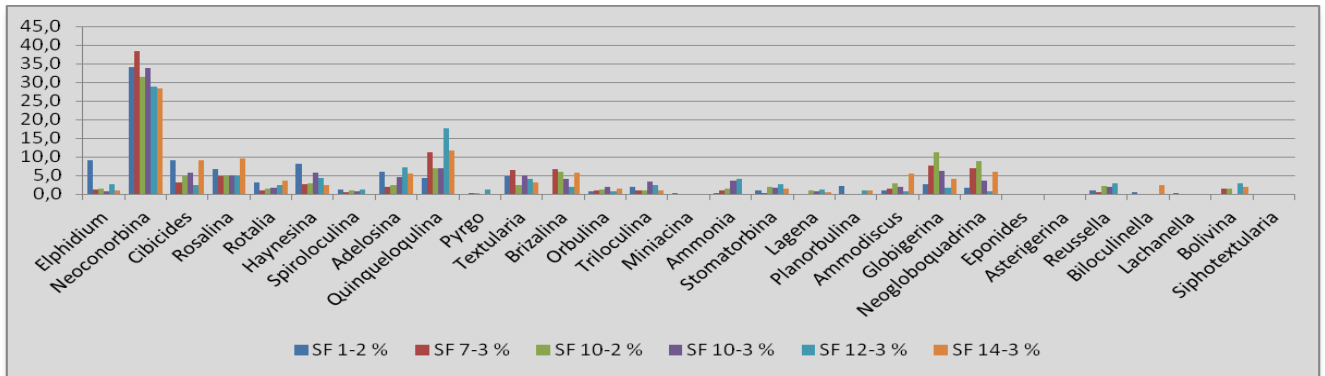
Εικ. 8. (συνέχεια): Τα 8 γένη που έχουν μεσαίες τιμές ποσοστών.

Προκειμένου να διαπιστωθεί αν υπάρχει κάποια συσχέτιση και όμοια σύσταση των δειγμάτων SF 7-2, SF 12-2 και SF 14-2 (δείγματα τα οποία βρίσκονται σε βάθος περίπου $11 \pm 2\text{cm}$ κάτω από την επιφάνεια του πυθμένα) δημιουργήθηκε το παρακάτω γράφημα της εικόνας 9. Παρατηρείται ότι και τα 3 δείγματα δεν δείχνουν να έχουν μεγάλες διαφορές στα ποσοστά των πληθυσμών τους, γεγονός που επιβεβαιώνεται παρακάτω και από το γράφημα της ιεραρχικής ομαδοποίησης (Εικ. 12).

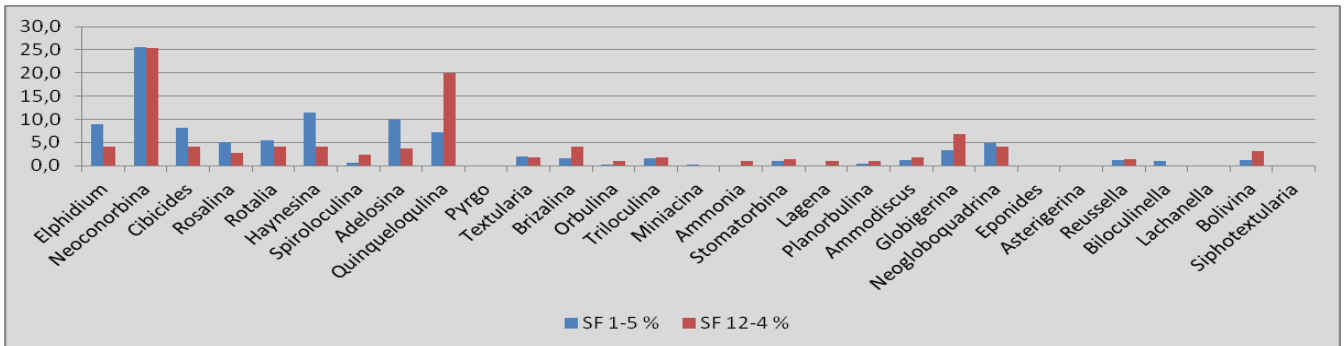


Εικ. 9.: Τα ποσοστά % όλων των γενών, των δειγμάτων SF 7-2, SF 12-2 και SF 14-2 σε μέσο βάθος $11 \pm 2\text{cm}$.

Τις ίδιες παρατηρήσεις μπορούμε να κάνουμε (α) για τα δείγματα SF 1-2, SF 7-3, SF 10-2, SF 10-3, SF 12-3 και SF 14-3 που βρίσκονται σε βάθος περίπου 20 ± 2 cm κάτω από την επιφάνεια του πυθμένα (Εικ. 10) και (β) για τα δείγματα SF 1-5 και SF 12-4 που βρίσκονται σε βάθος περίπου 35cm κάτω από την επιφάνεια του πυθμένα (Εικ. 11).



Εικ. 10.: Τα ποσοστά % όλων των γενών, των δειγμάτων SF 1-2, SF 7-3, SF 10-2, SF 10-3, SF 12-3 και SF 14-3 (βάθος δειγμάτων 20 ± 2 cm).



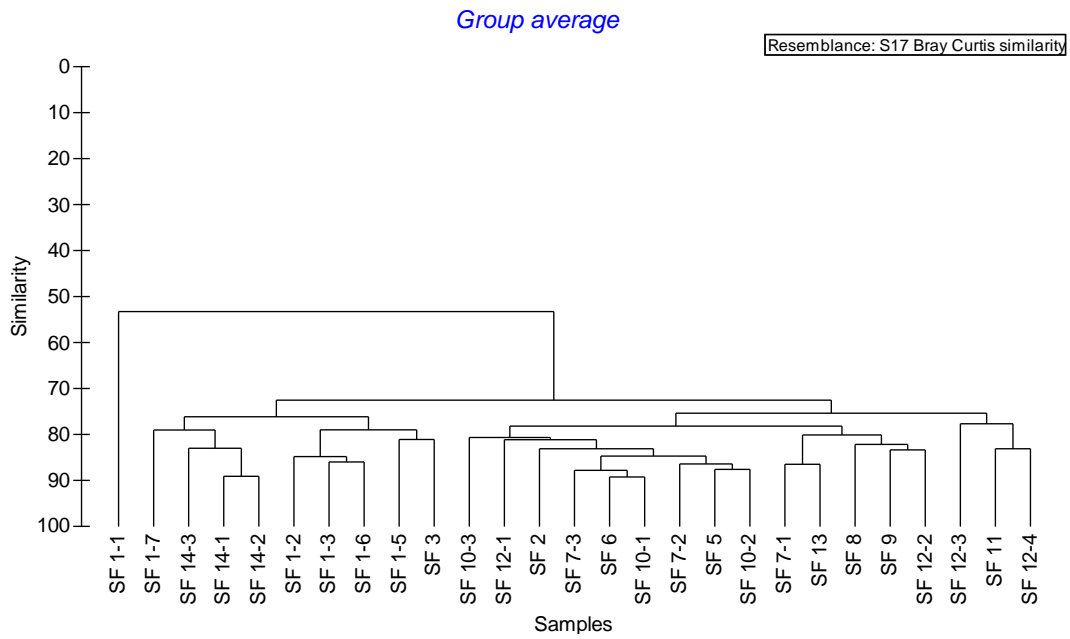
Εικ. 11.: Τα ποσοστά % όλων των γενών, των δειγμάτων SF 1-5 και SF 12-4 (σε βάθος 35cm).

Από τον πίνακα συντελεστών συσχέτισης (Παράρτημα) φαίνεται ότι το γένος *Neosonorbina* που αποτελεί το κυρίαρχο γένος με τα υψηλότερα ποσοστά εμφάνισης στα δείγματα δεν συσχετίζεται με κανένα από τα υπόλοιπα γένη. Καλή συσχέτιση παρουσιάζει μόνο με την κοκκομετρική τάξη του πηλού (0.68). Όσον αφορά στα πλανκτονικά τρηματοφόρα *Globigerina* και *Neogloboquadrina*, αυτά εμφανίζουν καλή συσχέτιση μεταξύ τους (0.73) και μέτρια με τις κοκκομετρικές τάξεις του πηλού και της αργίλου (0.52 – 0.66). Η καλή συσχέτιση των πλανκτονικών με ορισμένα

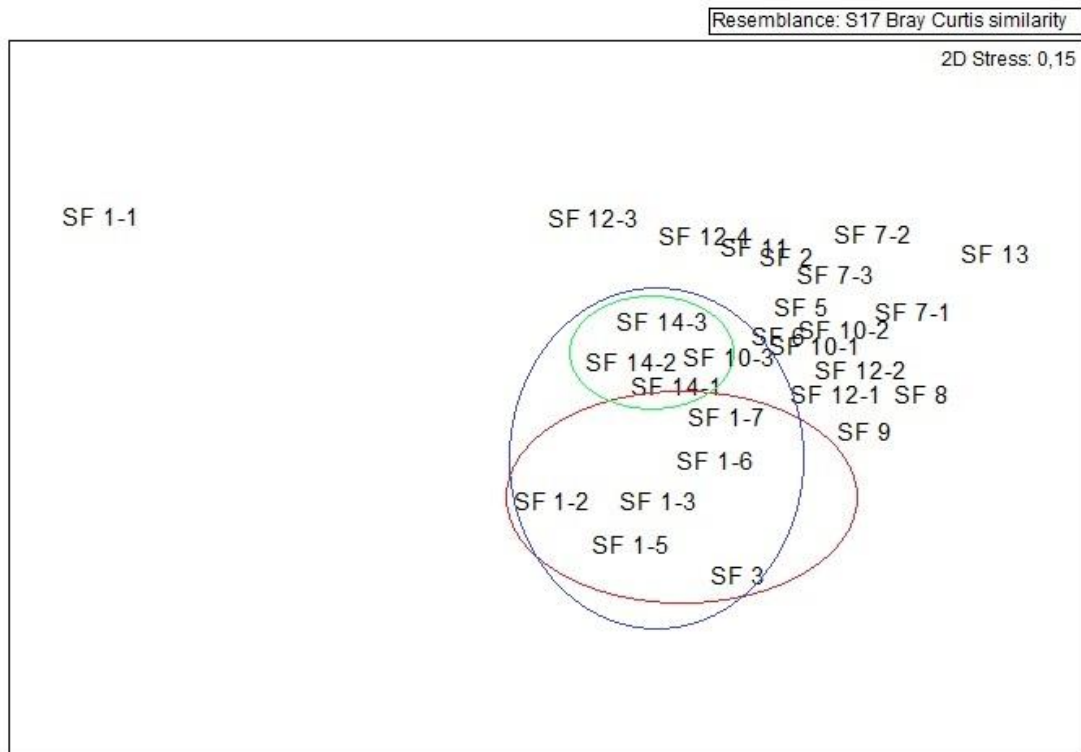
βενθικά τρηματοφόρα, όπως είναι φυσικό, δεν αξιολογήθηκε. Στην ομάδα των γενών με μεσαίες τιμές ποσοστών, 4 γένη *Cibicides*, *Rosalina*, *Haynesina* και *Adelosina* εμφανίζουν καλά ποσοστά συσχέτισης μεταξύ τους (0.84-0.74). Το γένος *Elphidium* που κυριαρχεί στο δείγμα SF 1-1 εμφανίζει υψηλά ποσοστά συσχέτισης (>0.7) με τα γένη *Cibicides*, *Haynesina* και *Adelosina* καθώς και με την άργιλο. Τα 3 αυτά γένη εμφανίζουν σχετικά καλή συσχέτιση με το γένος *Textularia* που και αυτό ανήκει στη 2^η ομάδα τρηματοφόρων σύμφωνα με το ποσοστό συμμετοχής τους στα δείγματα. Αρκετά καλή συσχέτιση εμφανίζουν και τα γένη *Orbulina* και *Triloculina* με το γένος *Stomatorbina*. Επιπλέον τα γένη *Stomatorbina*, *Ammodiscus*, *Reussella* και *Bolivina* έχουν καλές συσχετίσεις μεταξύ τους. Τέλος, καλές συσχετίσεις εμφανίζουν τα γένη *Cibicides*, *Rosalina*, *Haynesina*, και *Adelosina* με την άργιλο και σχετικά μικρότερες με τις ψηφίδες.

4.2. Πολυδιάστατη στατιστική ανάλυση

Από την ιεραρχική ομαδοποίηση (Εικ. 12) και το χάρτη της πολυδιάστατης διευθέτησης (Εικ. 13) διακρίνεται εύκολα ότι όλα τα δείγματα δείχνουν να έχουν κοινά χαρακτηριστικά πληθυσμών, εκτός του επιφανειακού δείγματος SF 1-1, το οποίο φαίνεται να είναι μεμονωμένο και διαφορετικό από τα υπόλοιπα, καθώς η σύσταση του πληθυσμού των τρηματοφόρων διαφοροποιείται αρκετά από την σύσταση των υπολοίπων δειγμάτων. Το ποσοστό ομοιότητας των δειγμάτων (εκτός του SF 1-1) ξεπερνά γενικά το 75%. Επιπλέον, στο χάρτη πολυδιάστατης διευθέτησης παρατηρείται η ομαδοποίηση των δειγμάτων των πυρήνων SF 1 (εκτός του SF 1-1) και SF 14, αν και είναι προφανής η διάκριση δύο υποομάδων που αφορούν χωριστά τα υποδείγματα (α) του πυρήνα SF 1 και του επιφανειακού δείγματος SF 3 και (β) του πυρήνα SF 14.



Εικ. 12.: Δενδρόγραμμα όλων των δειγμάτων ως προς το επί τις εκατό ποσοστό εμφάνισης των γενών (ιεραρχική ομαδοποίηση).



Εικ. 13.: Χάρτης της πολυδιάστατης διευθέτησης για όλα τα δείγματα.

5. Συζήτηση - Συμπεράσματα

Από τη μελέτη του πληθυσμού των τρηματοφόρων στα επιφανειακά και υποεπιφανειακά δείγματα της θαλάσσιας περιοχής μεταξύ Σίκινου – Φολέγανδρου αναγνωρίστηκαν συνολικά 29 γένη τρηματοφόρων με τον πλούτο των γενών σε κάθε δείγμα να κυμαίνεται από 19 έως 24 γένη.

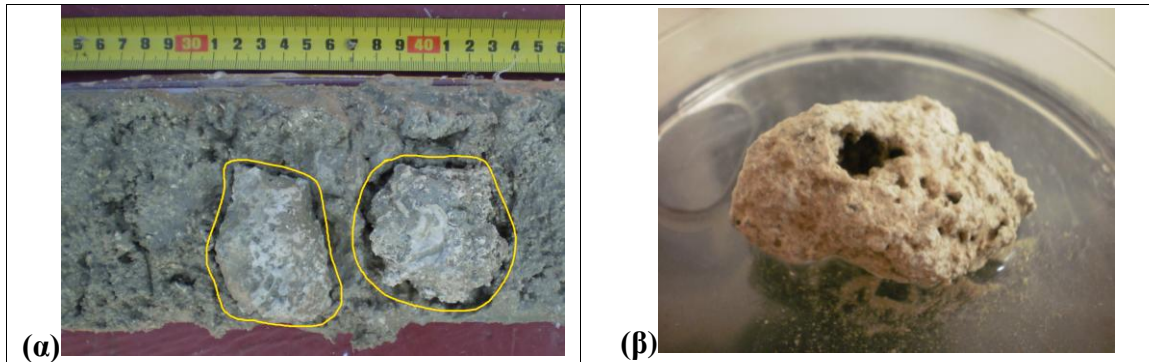
Ο μεγαλύτερος πλούτος γενών εμφανίζεται στο δείγμα SF 1-6 (24 γένη, δείγμα σε βάθος 50 έως 54 cm από τον πυθμένα) και η μεγαλύτερη πυκνότητα πληθυσμού εμφανίζεται στο δείγμα SF 12-3 (15020,7 άτομα ανά γραμμάριο δείγματος, δείγμα σε βάθος 20 έως 24 cm από τον πυθμένα).

Σε κανένα δείγμα δεν εμφανίστηκε κυρίαρχο είδος που να εμφανίζει ποσοστό μεγαλύτερο του 50% της αφθονίας. Ωστόσο το γένος *Neoconorbina* είναι αυτό που έχει το μεγαλύτερο ποσοστό αφθονίας σε όλα τα δείγματα (πέρα του δείγματος SF 1-1) με μέγιστο ποσοστό αφθονίας 38,3% στο δείγμα SF 7-3. Στο δείγμα SF 1-1 το μεγαλύτερο ποσοστό αφθονίας 20,9% εμφανίζει το γένος *Elphidium*, ενώ και η *Quinqueloquina* παρουσιάζει ποσοστό μεγαλύτερο του 20%.

Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει στον πυρήνα SF-1, ο οποίος συλλέχθηκε δίπλα ακριβώς από ένα βιογενή σχηματισμό και είναι ο μεγαλύτερος σε μήκος (72cm) από όλους τους πυρήνες στην περιοχή έρευνας. Οι βιογενείς σχηματισμοί μελετήθηκαν από την Παπακώστα, κ.α, (2012), οι οποίοι έδειξαν ότι καταλαμβάνουν σημαντικό τμήμα της περιοχής μελέτης και αναπτύσσονται κυρίως μεταξύ 70 και 95m βάθους. Η κατανομή των βιογενών σχηματισμών δεν είναι ομοιογενής σε όλη την περιοχή, αναπτύσσονται πολύ πιο εκτεταμένα και με μεγαλύτερη πυκνότητα προς τη Σίκινο. Όσον αφορά στο χρονικό πλαίσιο δημιουργίας των βιογενών σχηματισμών, αυτοί, σύμφωνα με το βάθος εμφάνισής τους, την άνοδο της στάθμης της θάλασσας (Bard et al., 1990) και την Παπακώστα κ.α. (2012), άρχισαν να αναπτύσσονται πριν περίπου 14000 χρόνια. Τα είδη που συνθέτουν τις πρώτες αποικίες πιθανόν δεν ήταν ακριβώς ίδια αφού τότε, λόγω της χαμηλής στάθμης της θάλασσας οι συνθήκες ήταν διαφορετικές. Ωστόσο, κάτι τέτοιο δεν φαίνεται να ισχύει για τους πληθυσμούς των τρηματοφόρων καθώς από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας παρατηρούμε ότι οι πληθυσμοί αυτών δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφοροποιήσεις σε σχέση με τα πρότυπα κατανομής των βενθικών τρηματοφόρων.

Στο επιφανειακό δείγμα SF 1-1 είναι χαρακτηριστική η απουσία του γένους *Neocoenobina*, που αποτελεί το κυρίαρχο γένος στη ζώνη έρευνας, ενώ σε μεγαλύτερα ποσοστά (~20%) εμφανίζονται τα γένη *Elphidium* και *Quinqueloculina*. Κατά μήκος του πυρήνα συλλέχθηκαν 7 δείγματα προς ανάλυση, από τα οποία το SF 1-4, σε βάθος 30 έως 40cm (Εικ. 14) αντιστοιχεί σε δύο βιογενή συσσωματώματα μεγέθους έως 4x5cm. Πρέπει να σημειωθεί ότι μικρότερου μεγέθους βιογενή συσσωματώματα διακρίθηκαν σε όλο το μήκος του πυρήνα. Στα συσσωματώματα αυτά, μετά από προσεκτική εργαστηριακή ανάλυση αναγνωρίστηκαν (δεν ήταν όμως δυνατό λόγω της συγκόλλησης τους να καταμετρηθούν) οργανισμοί που ανήκουν στα ακόλουθα γένη: *Lithophyllum*, *Lithothamnion*, *Mesophyllum*, *Neogoniolithon*, *Spongites* και *Phymatolithon*. Ακριβώς τα ίδια γένη διαπιστώθηκαν και από τον Betzler et al., (2011) σε συσσωματώματα που εντοπίστηκαν σε παρόμοια και μεγαλύτερα βάθη κάτω από τον πυθμένα, σε πυρήνες από παρόμοιους βιογενείς σχηματισμούς που λήφθηκαν σε αντίστοιχα βάθη θάλασσας σε περιοχές της δυτικής Μεσογείου (Alboran Ridge, Bay of Oran, Mallorca shelf). Στη Μεσόγειο, με βάση την επάρκεια φωτός οι βιογενείς σχηματισμοί χωρίζονται σε αυτούς που αναπτύσσονται σε βάθη μέχρι των 50m και σε αυτούς που αναπτύσσονται σε βάθη μεγαλύτερα των 50m. Ενδεικτικά είδη της δεύτερης κατηγορίας που αφορά μεγάλα βάθη (ή μείωση του εισερχόμενου φωτός) είναι τα *Lophelia pertusa*, *Madrepora oculata*, *Lithophyllum frondosum*, *Neogoniolithon mamillosum*, *Peyssonnelia rosamarina* (Ballesteros, 2006). Είναι προφανές, ότι κάποια από τα γένη τα οποία βρέθηκαν στο δείγμα SF 1-4 (*Lithophyllum*, *Neogoniolithon*) αναφέρονται ως γένη ενδεικτικών ειδών των βιογενών σχηματισμών της Μεσογείου για βάθη μεγαλύτερα των 50m (Ballesteros, 2006). Κατ' αυτό τον τρόπο επιβεβαιώνεται ότι την περίοδο κατά την οποία αποτέθηκαν τα ιζήματα του δείγματος SF 1-4 το βάθος της θάλασσας στην συγκεκριμένη τοποθεσία ήταν μεγαλύτερο των 50m.

Επίσης, ο Lykousis (2001) αναφέρει την ύπαρξη βιογενών οργανισμών που ανήκουν στα γένη *Lithothamnion* και *Phymatolithon* στα επιφανειακά ιζήματα των Κυκλάδων, τα οποία μαζί με θραύσματα κοραλλιών (*Dendrophyllia*) και διθύρων (πχ. *Calliostoma*, *Caecum trachea*) δηλώνουν συνθήκες σύγχρονης ασβεστιτικής ιζηματογένεσης (Volakis and Anagnostou, 1993).



Εικ. 14.: Φωτογραφίες του δείγματος SF 1-4 (α) όπως βρέθηκε στη δειγματοληψία, (β) στο εργαστήριο.

Επιπλέον, από τον έλεγχο της σύστασης και των ποσοστών των πληθυσμών των δειγμάτων σε βάθη 11 ± 2 , 20 ± 2 και 35cm κάτω από τον πυθμένα, δεν διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις γεγονός που υποδηλώνει σχετικά παρόμοιες περιβαλλοντικές συνθήκες κατά τη διάρκεια απόθεσης ιζημάτων.

Η ανάλυση των δεδομένων με τις μεθόδους της ιεραρχικής ομαδοποίησης (Cluster Analysis) και της πολυδιάστατης διευθέτησης (MDS) οδήγησε στην ομαδοποίηση κάποιων δειγμάτων και στη σαφή διαφοροποίηση του δείγματος SF 1-1. Οι δύο κύριες ομαδοποιήσεις αφορούν στα υποδείγματα του πυρήνα SF 1 και του πυρήνα SF 14 (Εικ. 13). Οι θέσεις από όπου προέρχονται οι πυρήνες SF 1 και SF 14 είναι (α) τα πλησιέστερα σημεία προς τη Σίκινο και τη Φολέγανδρο, αντίστοιχα, (β) το βάθος θάλασσας και στις δύο θέσεις είναι 76m και τέλος (γ) η θέση SF 1 βρίσκεται ακριβώς δίπλα σε ένα βιογενή σχηματισμό, ενώ η θέση SF 14 στην ευρύτερη περιοχή όπου αναπτύσσονται χαμηλού αναγλύφου παρόμοιοι σχηματισμοί (Hasiotis, 2010). Συνεπώς, οι ομοιότητες και οι ομαδοποιήσεις στη σύσταση του πληθυσμού των τρηματοφόρων είναι πιθανό να οφείλονται στο ότι τα σημεία δειγματοληψίας βρίσκονται σε σχεδόν παρόμοιο περιβάλλον.

6. Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση

- Alve, E., 1990. Variations in estuarine foraminiferal biofacies with diminishing oxygen conditions in rammensfjord, SE Norway. In Hemleben, C., Kaminski, M. A., Kuhnt, W., and Scott, D. B. (eds.), *Paleoecology, Biostratigraphy, Paleoceanography and Taxonomy of Agglutinated Foraminifera*, NATO ASI series C. Mathematical and Physical Sciences, 327: 661–694.
- Anagnostou, C., Richter, K., Riedel, D. and Trapp, T., 1998. Recent sediments in the south Cyclades marine area, Aegean Sea. *Bulletin of the Geological Society of Greece*, v. XXXII/2: 193-203.
- Balata, D., 2005. Variability of Mediterranean coralligenous assemblages subject to local variation in sediment deposition.
- Ballesteros, E., 2003. The coralligenous in the Mediterranean Sea: Definition of the coralligenous assemblage in the Mediterranean, its main builders, its richness and key role in benthic ecology as well as its threats. RAC/SPA- Regional Activity Centre for Specially Protected Areas.
- Ballesteros, E., 2006. Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 44: 123-195.
- Bernhard, J.M., 2000. Distinguishing live from dead foraminifera: methods review and proper applications. *Micropaleontology*, 28: 5-17.
- Betzler C., Braga C. J., Jaramillo-Vogel D., Romers, M., Hubscher, C., Schmiedl, G. and Lindhorst, S., 2011. Late Pleistocene and Holocene cool-water carbonates of the Western Mediterranean Sea. *Sedimentology*, 58: 643–669.
- Casellato S. & Stefanon A. 2008. Coralligenous habitat in the northern Adriatic Sea: an overview.
- Cinerman, F. and Langer, M.R., 1991. *Mediterranean foraminifera*. Slovenska Akademika, Ljubljana.
- Donnici, S., Serandrei Barbero, R., 2002. The benthic foraminiferal communities of the northern Adriatic continental shelf. *Marine Micropaleontology*, 44: 93–123.
- Gianluca Marino, Eelco J. Rohling, Francesca Sangiorgi, Angela Hayes, James L. Casford, Andre´ F. Lotter, Michal Kucera, Henk Brinkhuis. 2009. Early and

middle Holocene in the Aegean Sea: interplay between high and low latitude climate variability.

- Georgiadis M., Papatheodorou G., Tzanatos E., Geraga M, Ramfos A., Koutsikopoulos C., Ferentinos G., 2009. Coralligene formations in the eastern Mediterranean Sea: Morphology, distribution, mapping and relation to fisheries in the southern Aegean Sea (Greece) based on high-resolution acoustics. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 368, 44-58.
- Hasiotis, T., 2010. Geohazards assessment and burial feasibility of submarine fiber optic cables in the north Cyclades, between Attiki and Kea Isl. and south Cyclades, between the islands Ios-Sikinos and Folegandros. Technical report submitted to Akti Engineering.
- I.G.M.E., 1989. Seismotectonic map of Greece with seismogeological data.
- Jorissen, F.J., 1999. Benthic foraminiferal microhabitats below the sediment-water surface. In: Sen Gupta, B.K. (Ed.), *Modern Foraminifera*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 161–179.
- Laborel, J., 1987. Marine biogenic construction in the Mediterranean: A review. *sci.rep.port-Cros natrl. Park. Fr.* 13: 97-126.
- Loeblich, A.R. and Tappan, H., 1988. *Foraminiferal genera and their classification*. New York: Van Nostrand Reinhold, vols 1 & 2.
- Rosso, A. & Sanfilippo, R., 2009. The contribution of bryozoans and serpuloids to coralligenous concretions from SE Sicily.
- Sartoretto, S., Verlaque, M. and Laborel, J., 1996. Ages of settlement and accumulation rate of submarine “Coralligene” (-10 to -60 m) of the northwestern Mediterranean Sea; relation to Holocene rise in sea level.
- Triantaphyllou, M.V., Tsourou, T., Koukousioura, O. & Dermitzakis, M.D., 2005. Foraminiferal and ostracod ecological patterns in coastal environments of SE Andros Island (Middle Aegean Sea, Greece). *Revue de Micropaleontologie*, 48 (4): 279-302.
- Volakis, S. and Anagnostou, C., 1993. Modern sedimentation at the North part of the Cyclades Plateau. *Proceedings of the Fourth National Symposium of Oceanography and Fisheries*, pp. 101-104.

Ελληνόγλωσση

Δερμιτζάκης, Μ.Δ., Τριανταφύλλου, Μ.Β., Γαλουκά, Σ.Φ., 1993. Κλείδα προσδιορισμού των κυριοτέρων γενών των τρηματοφόρων. Εκδόσεις Γ. Γκέλμπεσης, Αθήνα.

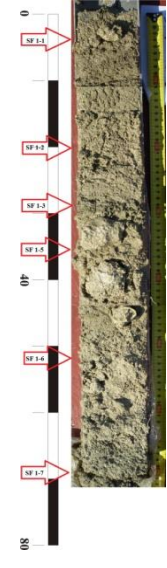
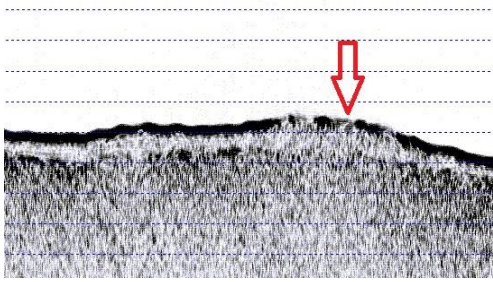

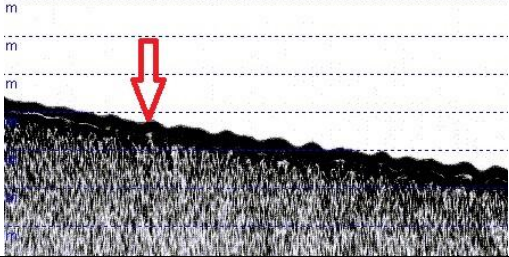

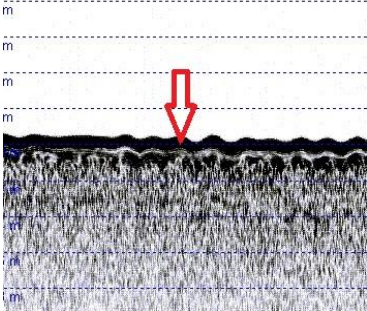

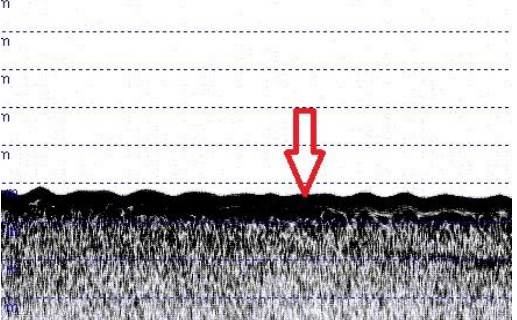
Δερμιτζάκης, Μ.Δ. και Γεωργιάδου-Δικαιούλια, Ε., 1993. Εισαγωγή στη θαλάσσια μικροπαλαιοντολογία. Εκδόσεις: Γ. Γκέλμπεσης, Αθήνα.


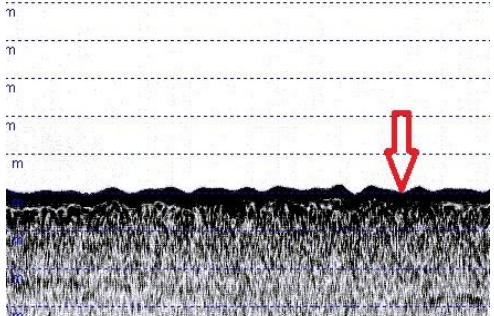

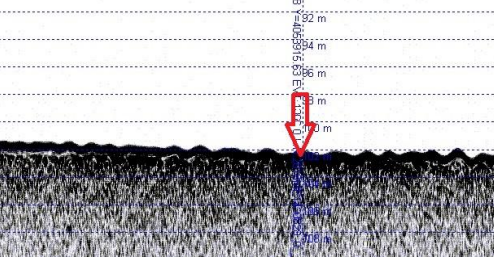

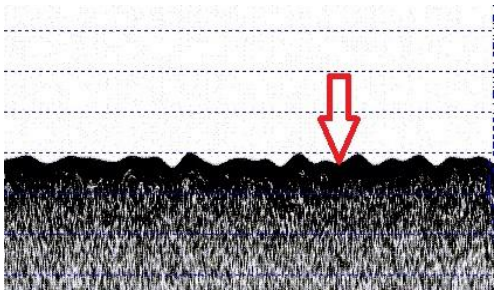

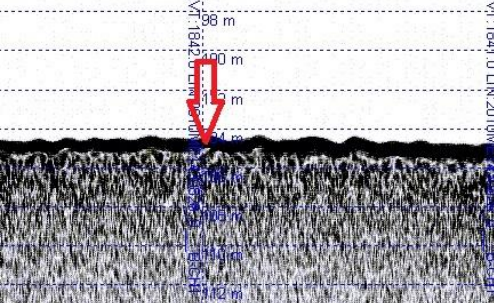

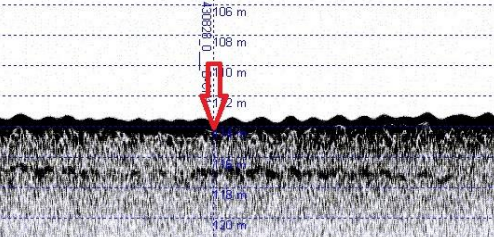
Παπακώστα Φ., Χασιώτης Θ. & Παλαιοκρασσάς Α., 2012. Βιογενείς σχηματισμοί στην περιοχή Σικίνου – Φολεγάνδρου. Πρακτικά 10^{ου} Πανελληνίου Συμπόσιου Ωκεανογραφίας και Αλιείας, 7-11 Μαΐου, Ίδρυμα Ευγενίδου, Αθήνα, σελ 41.

Τριανταφύλλου και Δήμιζα, 2012. Μικροπαλαιοντολογία και Γεωπεριβάλλον. Εκδόσεις “Ιων”, σελ. 168.

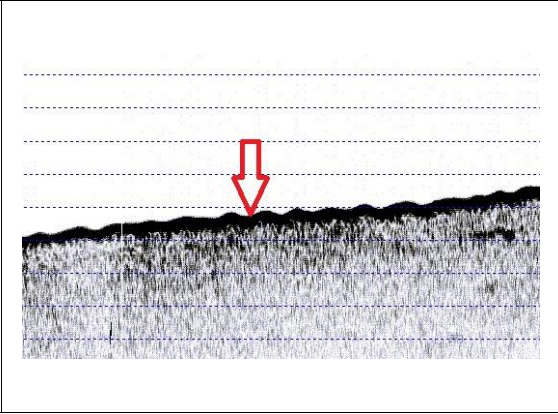
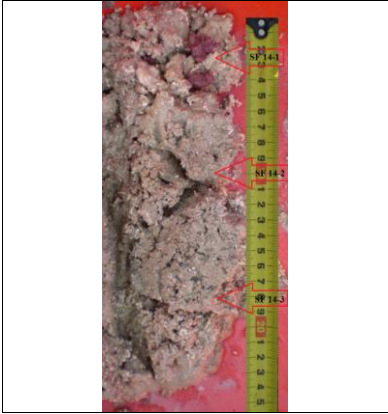
7. Παράρτημα

Πίνακας 1. Φωτογραφίες των πυρήνων και των δειγμάτων και τμήμα της τομογραφίας στο σημείο δειγματοληψίας

		<i>SF 1</i>
		<i>SF 2</i>
		<i>SF 3</i>
		<i>SF 4</i>

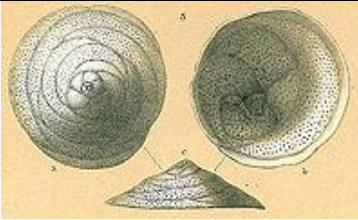


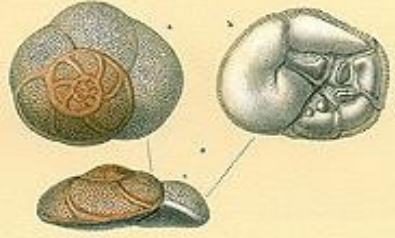

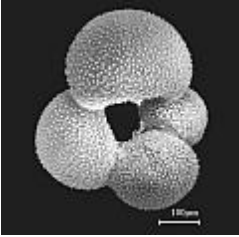





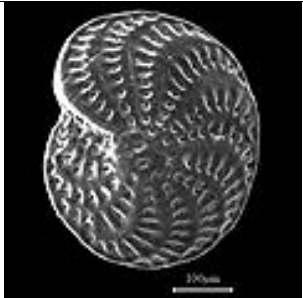


		<p><i>SF 5</i></p>
		<p><i>SF 6</i></p>
		<p><i>SF 7</i></p>
		<p><i>SF 8</i></p>
		<p><i>SF 9</i></p>

		<p><i>SF 10</i></p>
		<p><i>SF 11</i></p>
		<p><i>SF 12</i></p>
		<p><i>SF 13</i></p>



SF 14

Πίνακας 2. Φωτογραφίες ειδών που ανήκουν στα γένη με τα μεγαλύτερα ποσοστά

 <p><i>Neoconorbina terquemi</i></p>	 <p><i>Cibicides sp.</i></p>	
 <p><i>Quineloculina costata</i></p>	 <p><i>Rosalina bradyi</i></p>	 <p><i>Rotalia canui</i></p>
 <p><i>Globigerina bulloides</i></p>	 <p><i>Brizalina alata</i></p>	 <p><i>Adelosina ferrusaci</i></p>
 <p><i>Neogloboquadrina continuosa</i></p>	 <p><i>Textularia agglutinans</i></p>	 <p><i>Spiriloquolina tenuiseptata</i></p>
 <p><i>Elphidium crispum</i></p>	 <p><i>Haynesina depressula</i></p>	 <p><i>Triloculina tricarinata</i></p>

Πίνακας 2. Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των γενών που παρατηρήθηκαν στην περιοχή Σίκινου – Φολέγανδρου (στην επόμενη σελίδα).

	<i>Elphidium</i>	<i>Neoconorbina</i>	<i>Cibicides</i>	<i>Rosalina</i>	<i>Rotalia</i>	<i>Haynesina</i>	<i>Spiroloculina</i>	<i>Adelosina</i>	<i>Quinqueoquolina</i>	<i>Pyrgo</i>	<i>Textularia</i>	<i>Brizalina</i>	<i>Orbulina</i>	<i>Triloculina</i>	<i>Miniacina</i>	<i>Ammonia</i>	<i>Stomatorbina</i>	<i>Lagena</i>	<i>Planorbina</i>	<i>Ammodiscus</i>	<i>Globigerina</i>	<i>Neogloboquadrina</i>	<i>Eponides</i>	<i>Asterigerina</i>	<i>Reussella</i>	<i>Biloculinella</i>	<i>Lachanella</i>	<i>Bolivina</i>	<i>Siphotextularia</i>	gravel (%)	sand (%)	silt (%)	clay (%)	
<i>Elphidium</i>																																		
<i>Neoconorbina</i>	26,2																																	
<i>Cibicides</i>	71,8	30,4																																
<i>Rosalina</i>	66,2	26,8	84,1																															
<i>Rotalia</i>	60,0	15,3	61,8	64,9																														
<i>Haynesina</i>	72,9	26,9	78,9	75,6	63,2																													
<i>Spiroloculina</i>	39,7	8,0	36,7	41,5	62,4	37,5																												
<i>Adelosina</i>	72,6	29,9	79,4	76,2	62,3	73,7	36,0																											
<i>Quinqueoquolina</i>	53,9	49,9	60,3	57,3	35,9	53,4	18,6	56,8																										
<i>Pyrgo</i>	10,3	1,8	9,5	10,9	19,5	10,9	29,0	9,7	5,0																									
<i>Textularia</i>	58,6	23,0	70,0	68,8	62,5	69,7	37,6	65,6	53,7	12,9																								
<i>Brizalina</i>	54,3	28,2	67,3	66,4	51,7	66,7	28,6	59,2	60,7	9,7	72,7																							
<i>Orbulina</i>	30,9	6,4	31,0	35,0	51,8	34,9	61,4	30,2	17,3	28,9	36,7	25,0																						
<i>Triloculina</i>	36,3	7,9	37,5	42,1	61,1	42,0	63,9	38,1	21,2	28,1	47,7	34,5	61,5																					
<i>Miniacina</i>	5,1	0,9	4,7	5,4	9,8	5,4	18,7	4,8	2,4	19,0	6,4	3,0	19,0	13,3																				
<i>Ammonia</i>	33,6	9,1	38,1	41,0	52,8	43,7	48,3	37,1	24,1	28,4	52,3	38,1	50,3	58,3	14,0																			
<i>Stomatorbina</i>	36,8	7,8	36,6	41,6	58,3	41,5	61,7	37,6	20,9	35,5	47,1	35,2	67,1	68,2	19,0	56,7																		
<i>Lagena</i>	19,0	3,5	18,0	20,6	34,5	20,5	51,5	18,4	9,7	55,7	24,1	18,5	48,3	51,2	13,7	46,2	54,3																	
<i>Planorbina</i>	17,1	3,1	15,9	18,2	31,5	18,1	43,8	16,2	8,5	29,9	20,3	8,8	51,0	42,6	33,1	28,3	41,3	41,7																
<i>Ammodiscus</i>	43,7	11,4	50,4	55,6	67,0	52,0	51,5	50,1	29,6	22,5	56,8	49,6	57,8	66,4	10,1	50,3	69,3	42,6	28,6															
<i>Globigerina</i>	54,1	35,2	67,7	62,6	49,4	63,2	27,0	59,7	69,5	8,0	69,7	77,1	24,6	31,8	3,9	33,3	31,0	15,4	12,9	42,6														
<i>Neogloboquadrina</i>	54,9	38,3	66,3	60,2	47,2	62,9	26,8	58,7	64,1	6,7	61,4	72,7	22,6	28,0	3,6	29,8	27,5	13,4	11,1	40,0	73,4													
<i>Eponides</i>	0,2	0,0	0,1	0,2	0,3	0,2	0,6	0,1	0,1	2,8	0,2	0,0	0,8	0,6	5,7	0,5	0,6	1,4	1,6	0,4	0,1	0,1												
<i>Asterigerina</i>	0,5	0,1	0,4	0,5	0,9	0,5	1,8	0,4	0,2	8,1	0,6	0,0	2,3	1,8	16,2	1,6	1,8	1,4	4,8	0,4	0,4	0,3	50,0											
<i>Reussella</i>	36,2	8,1	37,4	42,9	54,7	41,4	52,6	38,2	21,7	31,9	49,2	35,7	57,6	66,3	12,4	59,0	71,3	51,6	34,0	69,0	31,8	28,2	0,0	0,0										
<i>Biloculinella</i>	10,2	2,1	11,4	13,1	21,0	13,0	23,1	11,6	6,0	0,0	15,4	11,5	34,6	26,6	25,0	5,6	37,2	11,5	31,6	28,7	9,7	8,7	0,0	0,0	25,1									
<i>Lachanella</i>	0,3	0,1	0,3	0,3	0,6	0,3	1,2	0,3	0,1	0,0	0,4	0,0	1,5	1,2	11,1	1,0	1,2	0,0	3,2	0,8	0,2	0,2	0,0	0,0	1,2	4,5								
<i>Bolivina</i>	45,7	11,2	47,8	53,1	66,0	52,6	49,9	49,0	29,0	24,8	60,4	50,6	47,7	60,7	8,7	57,8	67,7	43,3	24,7	71,3	41,9	37,4	0,0	0,0	68,1	24,5	0,0							
<i>Siphotextularia</i>	1,5	0,3	1,4	1,6	3,0	1,6	5,9	1,4	0,7	0,0	1,9	0,0	7,4	5,9	9,1	3,1	4,8	7,9	15,0	4,1	1,2	1,1	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	4,2						
gravel (%)	57,6	43,1	64,4	63,7	42,2	61,3	24,3	66,7	63,7	6,2	44,8	46,6	21,0	25,8	3,0	24,7	25,2	12,0	10,5	34,9	51,1	46,2	0,1	0,3	25,4	7,5	0,2	30,4	0,9					
sand (%)	12,7	58,2	13,7	11,9	6,6	12,0	3,3	13,4	25,0	0,7	10,1	12,6	2,7	3,3	0,4	3,8	3,3	1,4	1,3	4,8	16,1	17,7	0,0	0,0	3,4	0,9	0,0	4,7	0,1	20,5				
silt (%)	46,9	67,5	49,1	45,4	26,7	44,5	14,6	49,6	64,8	3,3	37,0	44,4	11,7	14,5	1,6	14,5	14,3	6,5	5,7	20,6	51,6	56,4	0,0	0,1	14,9	4,0	0,1	20,2	0,5	57,4	35,5			
clay (%)	69,7	27,0	75,8	72,1	56,2	75,6	35,9	69,4	51,6	10,9	63,3	62,0	34,0	39,3	5,4	36,9	39,7	20,0	17,6	50,9	65,5	59,3	0,2	0,5	38,2	13,0	0,3	46,1	1,6	57,4	12,0	45,6		

