



Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών  
Σχολή Θετικών Επιστημών  
Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος  
Τομέας Ιστορικής Γεωλογίας-Παλαιοντολογίας

Διπλωματική Εργασία:

**Παλαιοοικολογική ανάλυση Ολοκαινικών ιζημάτων του  
Σαρωνικού κόλπου με τη χρήση των Οστρακωδών.**

Βασίλειος Μπάρτζης  
Α.Μ. :1114201000054

Επιβλέπουσα: Δρ. Θεοδώρα Τσουρού  
Εποπτεύουσα Καθηγήτρια: Χαρίκλεια Ντρίνια

Αθήνα, 2017

## Πίνακας περιεχομένων

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| <u>Εισαγωγή στα Οστρακώδη.....</u>   | <u>3</u>  |
| <u>Σκοπός της εργασίας.....</u>      | <u>9</u>  |
| <u>Υλικά και Μέθοδοι.....</u>        | <u>10</u> |
| <u>Περιοχή μελέτης.....</u>          | <u>10</u> |
| <u>Εργαστηριακή Επεξεργασία.....</u> | <u>11</u> |
| <u>Ποιοτική Ανάλυση.....</u>         | <u>11</u> |
| <u>Ποσοτική Ανάλυση.....</u>         | <u>12</u> |
| <u>Συστηματική ταξινόμηση.....</u>   | <u>13</u> |
| <u>Αποτελέσματα.....</u>             | <u>22</u> |
| <u>Παλαιοοικολογική Ανάλυση.....</u> | <u>24</u> |
| <u>Συμπεράσματα.....</u>             | <u>29</u> |
| <u>Βιβλιογραφικές Αναφορές.....</u>  | <u>30</u> |

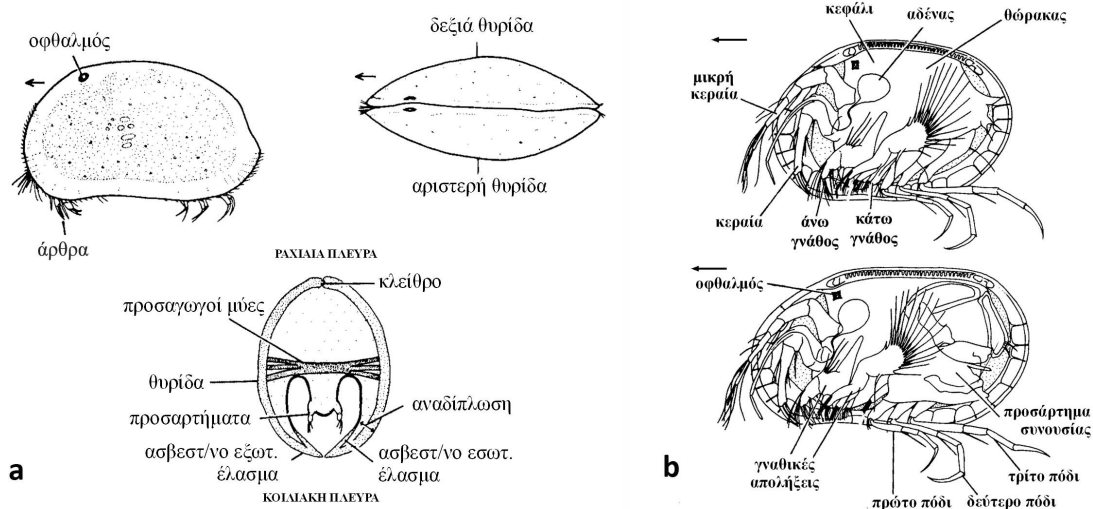
## Εισαγωγή στα Οστρακώδη

Τα Οστρακώδη (Ostracoda) είναι μικρά υδρόβια καρκινοειδή τα οποία ανήκουν στα Αρθρόποδα με μέσο μήκος 0,5-1,5mm και φέρουν ένα δίθυρο ασβεστολιθικό όστρακο το οποίο απολιθώνεται εύκολα. Λόγω του μικρού τους μεγέθους αποτελούν αντικείμενο της Μικροπαλαιοντολογίας. Ουσιαστικά απαντώνται σε όλα τα υδρόβια περιβάλλοντα και στην πλειοψηφία τους είναι βενθονικοί οργανισμοί, ενώ ελάχιστα κολυμπούν ελεύθερα στη θάλασσα.

Για τη συγγραφή αυτού του κεφαλαίου χρησιμοποιήθηκε η εξής βιβλιογραφία: Athesuch, Horne & Wittaker 1989, Horne et al. 2002, Tsourou 2008, Zambetakis-Lekkas et al. 2015.

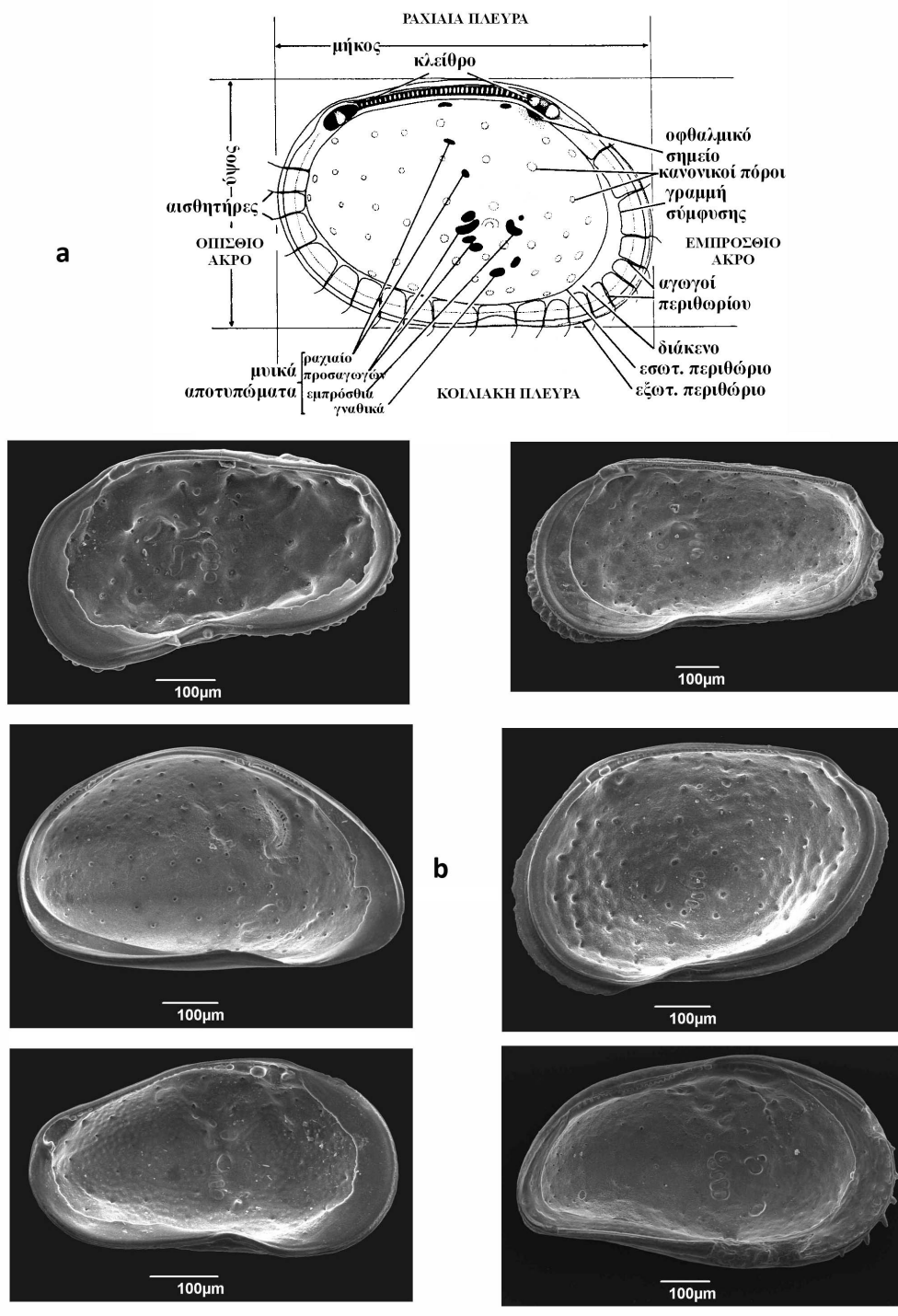
Τα πρώτα οστρακώδη έχουν καταγραφεί σε στρώματα του κατώτερου Καμβρίου, το οποίο σημαίνει πως η παρουσία τους και η εξάπλωσή τους συνεχίζεται για πάνω από 500 εκατομμύρια χρόνια και έκτοτε βρίσκονται απολιθωμένα σε στρώματα όλων των γεωλογικών περιόδων του Φανεροζωικού. Επειδή ο μεγαλύτερος αριθμός των γενών τους απαντάται στο θαλάσσιο χώρο, είναι πιθανό να προέρχονται από θαλάσσια περιβάλλοντα. Έχουν περιγραφεί πάνω από 65.000 απολιθωμένα είδη ενώ υπολογίζεται ότι σήμερα υπάρχουν πάνω από 20.000 είδη, από τα οποία μόνο τα 8.000 έχουν περιγραφεί. Πρώτη φορά αναλύθηκαν το 1758 από τον Linnaeus και το 1776 από τον O.F. Müller. Τα σύγχρονα οστρακώδη κατοικούν σε όλους τους υδρόβιους τύπους περιβαλλόντων.

### Μορφολογία των οστρακωδών



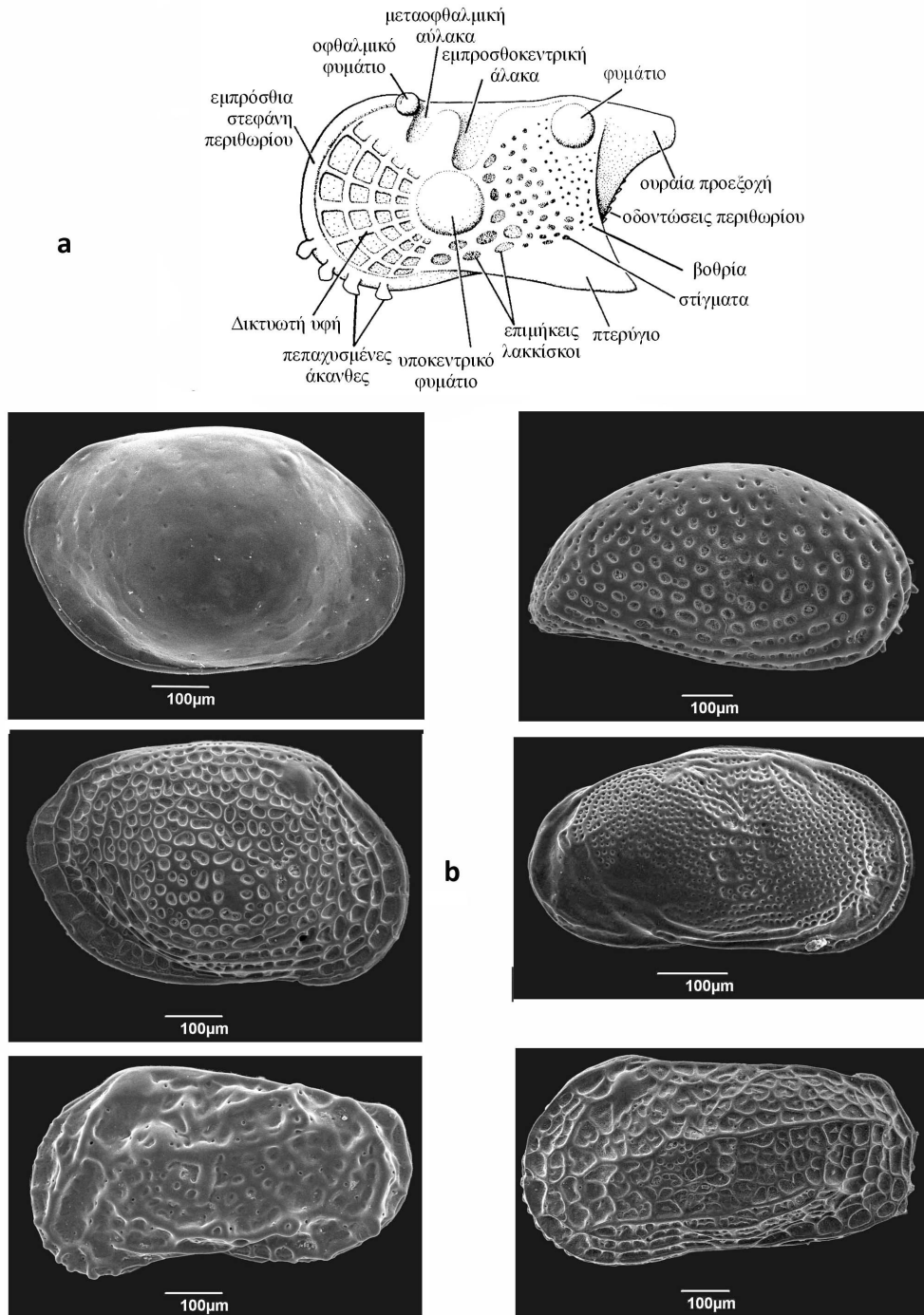
**Εικόνα 1. a.** Μορφολογία του οστράκου. **b.** Εσωτερική όψη όπου διακρίνονται τα μαλακά του μέρη.

Η μορφολογία των οστρακωδών ποικίλει και δίνει πολύ σημαντικές πληροφορίες για το περιβάλλον. Το σώμα τους περιβάλλεται από δυο ασβεστιτικές θυρίδες και αποτελείται από δύο κύρια μέρη, το κεφάλι και τον θώρακα (Εικόνα 1). Επιπλέον, κάθε άτομο χαρακτηρίζεται από οκτώ ζεύγη άρθρων, τα οποία είναι χρήσιμα όργανα κυρίως για τη θρέψη, την κίνηση καθώς και για την αναπαραγωγή τους. Τα μαλακά τμήματα των ατόμων (Εικόνα 1b) βοηθούν στη συστηματική ταξινόμηση των σύγχρονων ειδών.



**Εικόνα 2.** **a.** Περιγραφή της εσωτερικής όψης του οστράκου. **b.** Εσωτερική όψη ατόμων από τα δείγματα μελέτης, λεπτομέρειες κλείθρων και αποτυπώματα προσαγωγών μυών.

Τα μόνα τμήματα των οστρακωδών με δυνατότητα απολίθωσης είναι τα σκληρά ασβεστολιθικά μέρη των θυρίδων. Ως εκ τούτου αποτελούν το μόνο υλικό από το οποίο μπορούμε να αντλήσουμε πληροφορίες για το περιβάλλον, την παλαιοοικολογία της περιοχής κ.λπ. Συνεπώς, τα απολιθωμένα είδη ταξινομούνται μόνο βάσει των χαρακτηριστικών του ασβεστολιθικού κελύφους και πιο συγκεκριμένα με το σχήμα του οστράκου, το στολισμό που παρουσιάζουν στο όστρακο (Εικόνα 3b), τα αποτυπώματα του προσαγωγού μυός, τη μορφή του κλείθρου (Εικόνα 2b) και του περιθωρίου.



**Εικόνα 3. a.** Περιγραφή της εξωτερικής όψης του οστράκου. **b.** Εξωτερική όψη ατόμων από τα δείγματα μελέτης, όπου διακρίνεται ο διαφορετικός στολισμός.

Οι θυρίδες του οστράκου συνδέονται μεταξύ τους με ένα ραχιαίο κλείθρο, σχηματίζοντας έτσι το όστρακο. Οι μορφές ενός κλείθρου ποικίλουν σημαντικά και χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των οστρακωδών (Πίνακας 1, Εικόνα 1a, Πίνακας 2, Εικόνες 1-4, Πίνακας 3, Εικόνες 2-6). Σε κάποιες οικογένειες δεν παρατηρείται κλείθρο ενώ σε κάποιες άλλες η δομή του δε διακρίνεται καθαρά. Οι κύριοι τύποι ενός κλείθρου μπορούν να διαχωριστούν με βάση τη μορφή του σε δυσοδοντικό, ταξοδοντικό και ετεροδοντικό. Οι τύποι αυτοί μπορούν να υποδιαιρεθούν σε περισσότερους με βάση την ποικιλία των μορφών.

Ένα ακόμα χαρακτηριστικό των οστρακωδών είναι πως συχνά στο εξωτερικό μέρος των θυρίδων τους παρατηρείται έντονος στολισμός, του οποίου η ταξινομική σημασία είναι πολύ μεγάλη. Ο στολισμός αυτός μπορεί να περιλαμβάνει άκανθες, οδοντώσεις, βοθρία (Πίνακας 2, Εικόνα 5a), δικτυωτή υφή κ.α. Πολλές φορές οι άκανθες και οι οδοντώσεις χαρακτηρίζουν το εμπρόσθιο καθώς και το οπίσθιο άκρο, όμως στο οπίσθιο άκρο το μέγεθός τους είναι μικρότερο για να μην εμποδίζεται η κίνηση του οργανισμού.

Επίσης, στην εσωτερική μεριά του κελύφους υπάρχει η δυνατότητα διάκρισης αποτυπωμάτων μαλακών τμημάτων του προσαγωγού μυός (Πίνακας 1, Εικόνα 1b) αλλά και βιοδηλωτικών ιχνών (Πίνακας 3, Εικόνα 1). Τα αποτυπώματα των μαλακών τμημάτων έχουν πολύ μεγάλη σημασία για την μελέτη της λειτουργίας και την ταξινόμηση των οστρακωδών. Ένα από τα πιο σημαντικά όργανα των ατόμων είναι ο προσαγωγός μυς ο οποίος βοηθά τις θυρίδες του οστράκου να κλείνουν και διαπερνά το σώμα τους μένοντας προσκολλημένος στις θυρίδες. Επιπρόσθετα, αισθητήρια όργανα εξέρχονται από τους πόρους οι οποίοι διαπερνούν τις θυρίδες και βρίσκονται διάσπαρτοι στην επιφάνειά τους. Ο αριθμός αλλά και η μορφή των πόρων που βρίσκονται στις θυρίδες ενός οστράκου ποικίλουν, όμως οι κυριότερες μορφές είναι ο απλός ανοιχτός πόρος (Πίνακας 4, Εικόνα 1a) και ο ηθμοειδής πόρος (Πίνακας 2, Εικόνα 6).

## **Οντογένεση**

Τα οστρακώδη είναι πάντα χωρισμένα σε δύο φύλα, όμως δεν αναπαράγονται όλα τους σεξουαλικά. Ο τρόπος με τον οποίο αναπτύσσονται οι προνύμφες τους αναφέρεται ως έκδυση, δηλαδή κάθε φορά που μεγαλώνουν αποβάλλουν το παλιό κέλυφος και δημιουργούν το νέο. Με αυτή τη σύντομη διαδικασία το κέλυφος τους σχεδόν διπλασιάζεται σε μέγεθος και προστίθενται νέα άρθρα. Σε πολλά θηλυκά άτομα παρατηρείται στο πίσω μέρος του οστράκου η ανάπτυξη ενός χώρου επώασης των αυγών τους. Συνολικά στη ζωή τους κέλυφος αλλάζουν 8-9 φορές. Κάποια από αυτά διαθέτουν χρώματα π.χ. κόκκινο, πράσινο κλπ.

Ο στολισμός των νεαρών ατόμων είναι παρόμοιος με αυτόν των ενήλικων αλλά λιγότερο έντονος και παρόλο που μπορεί να ποικίλει ανάλογα με το βαθμό ανάπτυξης του ατόμου στο ίδιο είδος, συνήθως είναι αρκετά σταθερός έτσι ώστε να θεωρείται χαρακτηριστικός του είδους αυτού.

Σταθερός σε όλα τα στάδια της οντογένεσης των οστρακωδών παραμένει ο λόγος του μήκους προς το λόγο του ύψους μίας συγκεκριμένης θυρίδας. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται εφικτή η διάκριση διαφόρων σταδίων ανάπτυξης του ίδιου είδους.

### **Διατροφή**

Η διατροφή τους περιέχει μια εκτεταμένη ποικιλία τροφικών συστημάτων. Πολλά από αυτά τρέφονται με μικρά ζώα όπως π.χ. άλλα μικρά καρκινοειδή ή ανελλίδες. Μερικά είδη τρέφονται με αποσυντεθειμένους ζωικούς ή φυτικούς οργανισμούς ενώ κάποια άλλα τρέφονται με ιζήματα πυθμένα.

### **Περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την κατανομή των οστρακωδών**

Πολλοί είναι οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την κατανομή των οστρακωδών. Οι κυριότεροι από αυτούς είναι: α) το βάθος, β) η αλμυρότητα, γ) τα ιζήματα του πυθμένα και γενικότερα το είδος του υποστρώματος και δ) η θερμοκρασία των υδάτων. Γενικότερα, το είδος του υποστρώματος και η αλμυρότητα αποτελούν τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την κατανομή των οστρακωδών στα παράκτια οικοσυστήματα.

α) Ότι αφορά στο βάθος, τα σύγχρονα οστρακώδη εντοπίζονται σε όλα τα θαλάσσια περιβάλλοντα από ρηχά παράκτια έως και βάθη 3000 μέτρων, όμως τα περισσότερα από αυτά εντοπίζονται σε παράκτια και ρηχά περιβάλλοντα. Σε παλαιοοικολογικές μελέτες η διάκριση συγκεντρώσεων μεταξύ ρηχής θάλασσας και παράκτιου περιβάλλοντος είναι ιδιαίτερα δύσκολη διότι πολλές άδειες θυρίδες διασκορπίζονται από φυσικές διεργασίες με αποτέλεσμα οι συγκεντρώσεις να επικαλύπτονται. Η διάκριση των συγκεντρώσεων των οστρακωδών παράκτιας έως ρηχής θάλασσας από αυτά που ζουν σε γλυκά και πιο βαθιά ύδατα επιτυγχάνεται με τα δομικά τους χαρακτηριστικά π.χ. έντονος στολισμός, διακλαδιζόμενοι αγωγοί περιθωρίου. Ουσιαστικά με την αλλαγή του βάθους επηρεάζεται το είδος του υποστρώματος και τα ιζήματα του πυθμένα, δηλαδή με την αύξηση του βάθους οι κόκκοι στα ιζήματα μειώνονται καθώς και η ανάπτυξη της χλωρίδας λόγω εξασθένησης του φωτός.

β) Οι αλλαγές που πραγματοποιούνται στην αλμυρότητα ενός περιβάλλοντος ανοιχτής θάλασσας δεν είναι τόσο μεγάλες ώστε να μπορέσουν να επηρεάσουν σημαντικά τα θαλάσσια οστρακώδη. Αντίθετα σε ένα ρηχό παράκτιο περιβάλλον η αλλαγή στην αλμυρότητα θα αποτελούσε καθοριστικό παράγοντα στην εμφάνιση των οστρακωδών.

γ) Με την αύξηση του βάθους μεταβάλλεται το μέγεθος των κόκκων των ιζημάτων και επηρεάζεται το υπόστρωμα, το οποίο με τη σειρά του ελέγχει την κατανομή των οστρακωδών ενώ σε κάποιες περιπτώσεις επηρεάζει ακόμα και τη διακόσμηση των θυρίδων τους. Η κοκκομετρική τάξη των ιζημάτων του πυθμένα επηρεάζει τόσο τη σύσταση των συγκεντρώσεων των ατόμων όσο και την αφθονία τους. Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν πως το μέγεθος των κόκκων αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τη δομή του πληθυσμού, την πυκνότητα και την κατανομή των

οστρακωδών και καταλήγουν πως τα πλέον ευνοϊκά περιβάλλοντα για την ανάπτυξη των συγκεντρώσεων των ατόμων είναι οι λεπτόκοκκες άμμοι με υψηλά ποσοστά ιλύος και αργίλου και τα υποστρώματα με φυτοκάλυψη. Από τις μελέτες που έχουν γίνει μέχρι σήμερα προκύπτει πως υπάρχουν συγκεκριμένα είδη οστρακωδών που προτιμούν τις επιφυτικές κατοικίες. Η προτίμηση αυτή καθιστά τα είδη αυτά πολύ σημαντικούς παλαιοοικολογικούς δείκτες, οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό αλλαγών στην υποθαλάσσια βλάστηση και την ανασύσταση της εξάπλωσης των φυτών στο παρελθόν.

δ) Τα οστρακώδη εντοπίζονται σε ύδατα όλων των θερμοκρασιακών διακυμάνσεων. Μερικά είδη ευδοκιμούν σε θερμά ύδατα ενώ κάποια άλλα σε ψυχρότερα. Τα περισσότερα είδη εντοπίζονται σε θερμά τροπικά ύδατα σε αντίθεση με τα ψυχρότερα ύδατα στα οποία βρίσκονται λιγότερα είδη. Γενικά ο αριθμός των ειδών των οστρακωδών αυξάνεται όσο πλησιάζουμε την τροπική ζώνη στην οποία μεγιστοποιείται. Όμως ο αριθμός των ατόμων κάθε είδους στην περιοχή εξαρτάται και από την παραγωγικότητα του περιβάλλοντος. Ορισμένα είδη οστρακωδών εξαπλώνονται σε πολύ θερμά ύδατα π.χ. το είδος *Herpetocypris* έχει βρεθεί σε θερμή πηγή με μέση θερμοκρασία 40-46 °C. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί πως ο ρυθμός ανάπτυξης των οστρακωδών επιταχύνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Τέλος η ποσότητα της θερμότητας που προσφέρεται σε ένα βιότοπο επηρεάζει και άλλους παράγοντες όπως είναι η βλάστηση, η παροχή τροφής, το είδος των ιζημάτων του πυθμένα κ.α.

Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό των οστρακωδών είναι η ευαισθησία τους στις αλλαγές των περιβαλλοντικών συνθηκών. Με βάση τις γνώσεις μας για τα σύγχρονα είδη γίνεται εύκολα αντιληπτό πως πολλά είδη έχουν καλά καθορισμένα οικολογικά όρια, το οποίο συνεπάγεται πως οποιαδήποτε αλλαγή στις συγκεντρώσεις των απολιθωμένων ατόμων αντικατοπτρίζει αλλαγές στις περιβαλλοντικές συνθήκες. Συνεπώς η αφθονία των ατόμων σε συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες δίνει σημαντικές πληροφορίες γι' αυτές.

### **Εφαρμογές της μελέτης των Οστρακωδών**

Τα οστρακώδη χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε σύνθετες γεωλογικές και περιβαλλοντικές έρευνες, καθώς παρουσιάζουν πολλές φορές επιπλέον πλεονεκτήματα ως βιολογικοί δείκτες. Αρχικά, παρουσιάζουν ευαισθησία σε μια σειρά μεταβλητών, όπως η σύσταση του νερού και ο τύπος του υποστρώματος. Στη συνέχεια, τα όστρακά των ατόμων μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ισοτοπικές και γεωχημικές αναλύσεις και επειδή η έκκριση του οστράκου είναι μια ταχεία διαδικασία, τα αποτελέσματα τους αντικατοπτρίζουν τις συνθήκες του νερού εκείνη τη δεδομένη στιγμή. Τέλος, τα οστρακώδη συχνά διατηρούνται σε περιβάλλοντα τέτοια που κανένας άλλος σημαντικός βιολογικός δείκτης δεν διατηρείται, όπως για παράδειγμα σε αλκαλικά περιβάλλοντα, όπου ακόμη και τα πυριτικά κελύφη τείνουν να διαλυθούν.

Τα οστρακώδη λόγω της ποικιλομορφίας τους καθώς και της ευρείας εξάπλωσής τους σε στρώματα όλων των γεωλογικών περιόδων, είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι

βιοστρωματογραφικοί δείκτες, δηλαδή βοηθούν στη σχετική χρονολόγηση των ιζημάτων, ειδικά στις περιπτώσεις όπου άλλα χαρακτηριστικά μικροαπολιθώματα απουσιάζουν.

Η βασική εφαρμογή των οστρακωδών όμως αφορά οικολογικές και περιβαλλοντικές αναλύσεις. Η μεγάλη διαφοροποίησή τους, η ευρεία κατανομή τους σε όλα τα είδη υδρόβιων περιβαλλόντων καθώς και η ποικιλομορφία τους, τα καθιστά πολύτιμους παλαιοπεριβαλλοντικούς δείκτες. Μελετώντας την κατανομή και τη σύνθεση των πανίδων που απαντώνται στα ιζήματα μιας περιοχής είμαστε σε θέση να παρουσιάσουμε αναλυτικά την περιβαλλοντική καθώς και την παλαιογεωγραφική εξέλιξη της περιοχής.

Επιπλέον, οι ασβεστιτικές θυρίδες των ατόμων είναι κατάλληλες για γεωχημικές αναλύσεις σταθερών ισοτόπων και ιχνοστοιχείων, κάτι το οποίο τα καθιστά και πολύτιμους παλαιοκλιματικούς δείκτες.

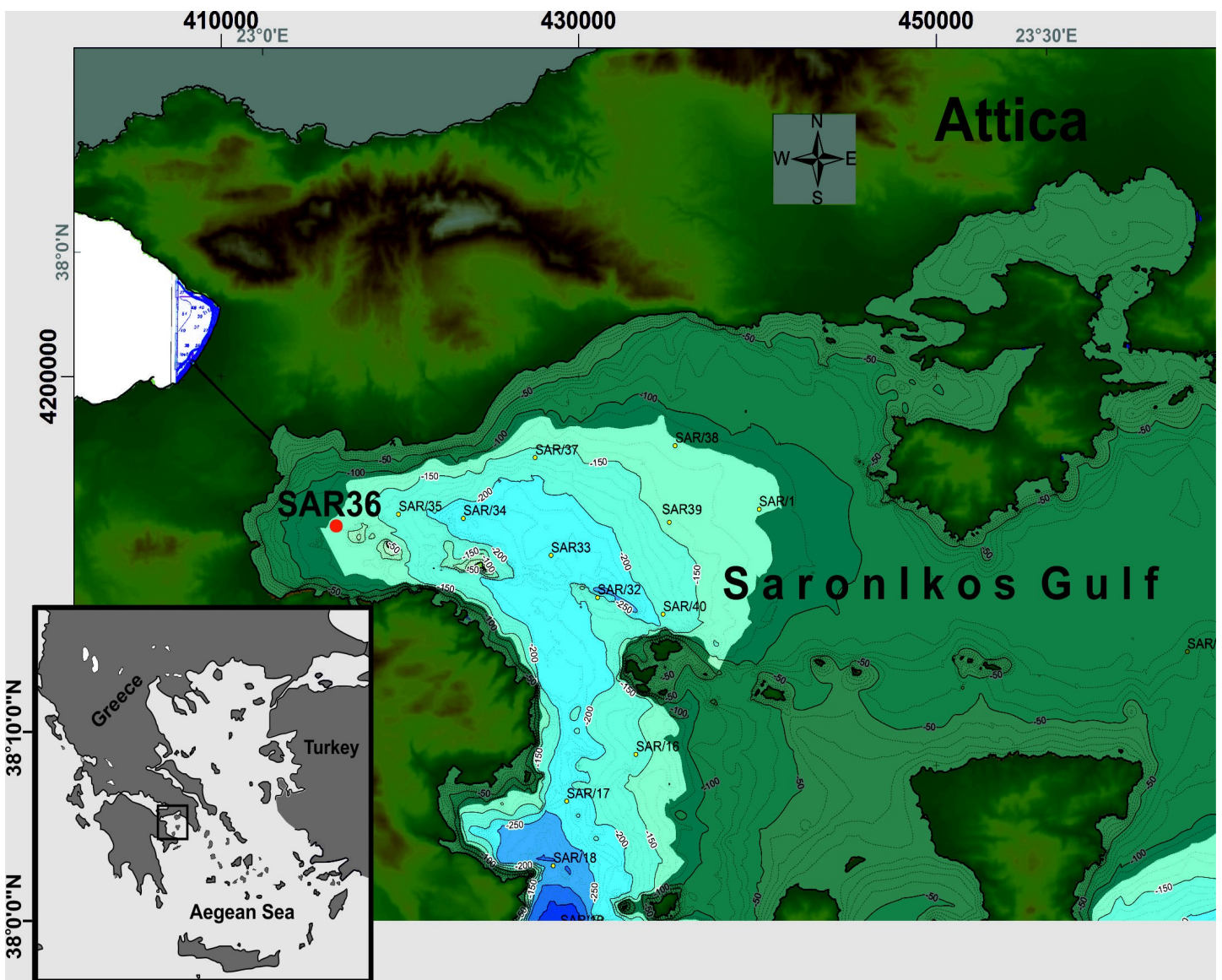
## **Σκοπός της εργασίας**

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η προσπάθεια ανασύστασης του παλαιοπεριβάλλοντος και της παλαιοοικολογίας της υπό μελέτη περιοχής. Για την επίτευξη του στόχου αυτού επεξεργάστηκε η μικροπανίδα της περιοχής αυτής και πιο συγκεκριμένα η ομάδα των Οστρακωδών τα οποία απαντώνται σε όλα τα θαλάσσια περιβάλλοντα.

# Υλικά και Μέθοδοι

## Περιοχή μελέτης

Για τις ανάγκες αυτής της εργασίας επεξεργάστηκαν 14 δείγματα του πυρήνα βαρύτητας SAR 36 ο οποίος συλλέχθηκε σε βάθος 235 cm από την περιοχή του Σαρωνικού κόλπου. Η ακριβής θέση του πυρήνα φαίνεται στο χάρτη που ακολουθεί.



## Εργαστηριακή Επεξεργασία

Για το σκοπό της εργασίας επεξεργάστηκαν 14 δείγματα από το κατώτερο βάθος του πυρήνα SAR 36 και πιο συγκεκριμένα από τα βάθη 233cm-193cm.

Αρχικά, ζυγίστηκαν 8gr από το κάθε δείγμα σε ζυγό ακριβείας. Για να επιτευχθεί η διάλυση των πετρωμάτων, αυτά αρχικά τοποθετήθηκαν σε ποτήρια ζέσεως με νερό και στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε το λουτρό υπερήχων για 2-3 λεπτά, με προσοχή για την αποφυγή σπασίματος των θυρίδων των οστρακωδών.

Στη συνέχεια το υλικό πλύθηκε πολύ καλά πάνω σε κόσκινο διαμετρήματος 125 $\mu$ m(0,125mm) μέσα στο οποίο αδειάσαμε το διαλυμένο δείγμα με προσοχή. Το ποτήρι ζέσεως ξεπλύθηκε καλά με απιονισμένο νερό και τα νερά πλύσης κατέληξαν και αυτά στο κόσκινο.

Επιπροσθέτως με τη βοήθεια τρεχούμενου νερού από το κάθε δείγμα αφαιρέθηκε το λεπτόκοκκο υλικό (>125 $\mu$ m). Το υλικό που παρέμεινε στο κόσκινο μετά την πλύση μεταφέρθηκε με προσοχή και με τη βοήθεια νερού σε διηθητικό χαρτί για αποστράγγιση. Το διηθητικό χαρτί τοποθετήθηκε σε φούρνο, στους 60°C μέχρι να επιτευχθεί η πλήρης ξήρανή του, για περίπου 24 ώρες.

Μετά από κάθε πλύσιμο δείγματος το κόσκινο, το ποτήρι ζέσεως, το χωνί και η κωνική φιάλη ξεπλένονταν με αρκετό νερό για την αποφυγή μόλυνσης των επόμενων δειγμάτων. Μετά από την ξήρανή τους τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε ξεχωριστά πλαστικά φιαλίδια.

## Μικροπαλαιοντολογική Ανάλυση

### Ποιοτική Ανάλυση

Κάθε δείγμα επεξεργάστηκε ξεχωριστά με τη βοήθεια στερεοσκοπικού μικροσκοπίου (Leica MZ16) με σκοπό τη μελέτη αντιπροσωπευτικού κλάσματος για τη συλλογή συγκεκριμένου αριθμού οστρακωδών καθώς και τον προσδιορισμό τους σε επίπεδο γένους και όπου ήταν εφικτό σε επίπεδο είδους με τη βοήθεια κατάλληλης βιβλιογραφίας. Αρχικά από κάθε δείγμα έπρεπε να συλλεχθούν και να επικολληθούν σε κυψελίδα με αριθμημένα τετράγωνα (charman) περίπου 200 οστρακώδη.

Όταν το δείγμα ήταν πλούσιο χρησιμοποιήθηκε μικρο-διαχωριστής ιζήματος (microsplitter) διαιρώντας το δείγμα σε ισοβαρή τμήματα, όπου το κάθε τμήμα αποτελούσε αντιπροσωπευτικό δείγμα του συνόλου του δείγματος. Σε ελάχιστες περιπτώσεις πραγματοποιήθηκε η επεξεργασία ολόκληρου του δείγματος.

Η επεξεργασία του δείγματος γινόταν ως εξής: σε μαύρο τετραγωνισμένο δισκίο ριχνόταν μικρή ποσότητα του δείγματος. Με τη βοήθεια ενός ελαφρώς βρεγμένου

πινέλου γινόταν η συλλογή των οστρακωδών σε διαφορετικές αριθμημένες κυψελίδες (champan).

Μετά τη συλλογή ακολούθησε ο προσδιορισμός των οστρακωδών σε επίπεδο γένους/είδους ο οποίος πραγματοποιήθηκε υπό προσπίπτων φως ενώ η παρατήρηση των μυϊκών τους αποτυπωμάτων, του περιθωρίου καθώς και της περαιτέρω μελέτης των θυρίδων τους πραγματοποιήθηκε υπό διερχόμενο φως ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σαρώσεως (SEM). Το μοντέλο του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σαρώσεως είναι Jeol JSM 6360 και η τοποθεσία του είναι στον Τομέα Ιστορικής Γεωλογίας-Παλαιοντολογίας, τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Επίσης γινόταν και η καταγραφή λεπτομερειών (π.χ. ακριβής αριθμός οστρακωδών, αριθμός ολόκληρων οστράκων) για το κάθε δείγμα.

Ο προσδιορισμός των ατόμων πραγματοποιήθηκε με βάση την περιγραφή των χαρακτηριστικών του οστράκου και πιο συγκεκριμένα βάσει των αποτυπωμάτων του προσαγωγού μυός, του εξωτερικού στολισμού, του εσωτερικού ελάσματος και τέλος του ραχιαίου κλείθρου.

Τέλος αξίζει να σημειωθεί πως στα υπό μελέτη δείγματα βρέθηκαν νεαρά άτομα καθώς και ολόκληρα όστρακα τα οποία αντικατοπτρίζουν ένα χαμηλής ενέργειας περιβάλλον με ελάχιστη μεταφορά ατόμων.

## **Ποσοτική Ανάλυση**

Μετά τον προσδιορισμό των οστρακωδών ανά γένος, πραγματοποιήθηκε η καταμέτρησή των θυρίδων τους. Όσα οστρακώδη βρέθηκαν ολόκληρα, μετρήθηκαν ως 2 θυρίδες. Σκοπός της ανάλυσης αυτής είναι ο προσδιορισμός των σχετικών συχνοτήτων των ειδών και γενών. Με τη βοήθεια του προγράμματος Past3.exe (Hammer et al. 2002) υπολογίστηκαν οι δείκτες των τιμών ποικιλότητας Shannon Wiener ( $H'$ ) και Simpson  $D'$ , ο δείκτης επικράτησης  $D$  καθώς και ο δείκτης αφθονίας Menhinick (Πίνακας 8). Με τη χρήση του προγράμματος Excel κατασκευάστηκαν διαγράμματα με τους παραπάνω δείκτες καθώς και διαγράμματα κατανομής των taxa (Εικόνα 5 a και b). Τα διαγράμματα αυτά δημιουργήθηκαν με βάση τις σχετικές συχνότητες των κυριότερων ειδών και γενών ατόμων στα δείγματα μελέτης.

## Συστηματική ταξινόμηση

Στην παρούσα εργασία η συστηματική ταξινόμηση των ατόμων πραγματοποιήθηκε με βάση το ταξινομικό σχήμα που προτάθηκε από τους Horne *et al.* (2002) Εικόνα 4.

Η συστηματική ταξινόμηση των ειδών των οστρακωδών πραγματοποιήθηκε με την περιγραφή των χαρακτηριστικών του ασβεστολιθικού οστράκου, και πιο συγκεκριμένα με τη βοήθεια του ραχιαίου κλείθρου, του εξωτερικού στολισμού, των αποτυπωμάτων του προσαγωγού μυός καθώς και του εσωτερικού ελάσματος. Τα απολιθωμένα taxa συνήθως ταξινομούνται μόνο βάσει των χαρακτηριστικών του ασβεστολιθικού οστράκου.

Παρακάτω ακολουθούν τα taxa που προσδιορίστηκαν στα υπό μελέτη δείγματα. Οι προσδιορισμοί σε επίπεδο γένους πραγματοποιήθηκαν από την εξής βιβλιογραφία: Bonaduce *et. al.*, 1975, Athersuch, Horne & Whittaker 1989, Tsourou 2008

Με τη χρήση της παραπάνω βιβλιογραφίας αναγνωρίστηκαν 9 γένη και 10 είδη.

Ομοταξία: **Ostracoda**

Υφομοταξία: **Podocopa**

Τάξη: **Podocopida**

Υποτάξη: **Cytherocopina**

Υπεροικογένεια: **Cytheroidea**

Οικογένεια: **Cytherideidae**

Γένος: **Cytheridea** Bosquet, 1852

***Cytheridea neapolitana* Kolmann**

(Πίνακας 1, εικ. 1-4)

*Cytheridea neapolitana* n. sp. Kollman , 1960, p. 152, pl.17:figs 7-10, text figs,3a-c

Bonaduce *et. al.*, 1975, *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, vol. 40, p. 60, pl. 34: figs. 6-7

Tsourou *et al.*, 2015, *Micropaleontology*, vol. 61, nos. 1-2, pl.1: fig. 2

Οικογένεια: **Loxoconchidae**

Γένος: **Loxoconcha** Sars, 1866

***Loxoconcha* sp.1**

(Πίνακας 2, εικ. 3-6)

## ΟΜΟΤΑΞΙΑ OSTRACODA

### Υφομοταξία Myodocopa

#### Τάξη Myodocopida

##### Υποτάξη Myodocopina

###### Υπεροικογένεια Cypridinoidea

Οικογένεια Cypridinidae

###### Υπεροικογένεια Cylindroleberidoidea

Οικογένεια Cylindroleberididae

###### Υπεροικογένεια Sarsielloidea

Οικογένειες Philomedidae, Rutidermatidae, Sarsiellidae

#### Τάξη Halocyprida

##### Υποτάξη Halocypridina

###### Υπεροικογένεια Thaumatoocypridoidea

Οικογένεια Thaumatoocyprididae

###### Υπεροικογένεια Halocypridoidea

Οικογένεια Halocyprididae

##### Υποτάξη Cladocopina

###### Υπεροικογένεια Cladocopoidea

Οικογένεια Polycopidae

### Υφομοταξία Podocopa

#### Τάξη Platycopida

##### Υποτάξη Platycopina

###### Υπεροικογένεια Cytherelloidea

Οικογένεια Cytherellidae

#### Τάξη Podocopida

##### Υποτάξη Cytherocopina

###### Υπεροικογένεια Cytheroidea

Οικογένειες Bythocytheridae, Cobanocytheridae, Cimeocytheridae, Cushmanideidae, Cytherettidae, Cytheridae, Cytherideidae, Cytheromatidae, Cytheruridae, Entocytheridae, Eucytheridae, Hemicytheridae, Kliellidae, Krithidae, Leptocytheridae, Limnocytheridae, Loxoconchidae, Microcytheridae, Neocytherideidae, Paracytherideidae, Paradoxostomatidae, Parvocytheridae, Pectocytheridae, Psammocytheridae, Schizocytheridae, Trachyleberididae, Xestoleberididae.

###### Υπεροικογένεια Terrestricytheroidea

Οικογένεια Terrestricytheridae.

##### Υποτάξη Bairdiocopina

###### Υπεροικογένεια Bairdioidea

Οικογένειες Bairdiidae, Bythocyprididae, Pussellidae.

##### Υποτάξη Cypridocopina

###### Υπεροικογένεια Macrocypridoidea

Οικογένεια Macrocyprididae

###### Υπεροικογένεια Pontocypridoidea

Οικογένεια Pontocyprididae

###### Υπεροικογένεια Cypridoidea

Οικογένειες Candonidae, Cyprididae, Dyocyprididae and Notodromadidae

##### Υποτάξη Darwinulocopina

###### Υπεροικογένεια Darwinuloidea

Οικογένεια Darwinulidae

##### Υποτάξη Sigilliocopina

###### Υπεροικογένεια Sigillioidea

Οικογένεια Saipanettidae

#### Τάξη Palaeocopida

##### Υποτάξη Kirkbyocopina

###### Υπεροικογένεια Puncioidea

Γένος *Manawa*

Εικόνα 4. Συστηματική ταξινόμηση των Οστρακωδών κατά Horne et al. 2002.

***Loxoconcha* sp.2**

(Πίνακας 1, εικ. 5-6, Πίνακας 2, εικ. 1-2)

Γένος: ***Palmoconcha* Swain & Gilby, 1981**

***Palmoconcha* sp.**

(Πίνακας 5, εικ. 3-4)

Γένος: ***Sagmatocythere* Athersuch, 1976**

***Sagmatocythere* sp.**

(Πίνακας 5, εικ. 1-2)

Οικογένεια: **Xestoleberididae**

Γένος: ***Xestoleberis* Sars, 1966**

***Xestoleberis decipiens* Müller**

(Πίνακας 3, εικ. 1-4)

*Xestoleberis decipiens* n. sp. Müller, 1894, p.337, pl.25: fig.10; pl.26: figs 4, 8.

*Xestoleberis decipiens* Müller, Tsourou 2008, PhD Thesis, p.137, pl.1: fig1,2

*Xestoleberis decipiens* Bonaduce et. al., 1975, Pubbl. Staz. Zool. Napoli, vol. 40, p.337, pl. 25: fig. 40, pl. 26: fig4.

Οικογένεια: **Leptocytheridea**

Γένος: ***Leptocythere* Sars, 1925**

***Leptocythere* spp.**

(Πίνακας 3, εικ. 5-8)

Γένος: ***Callistocythere* Ruggieri, 1953**

***Callistocythere crispata* Brady**

(Πίνακας 4, εικ. 5-8)

*Cythere crispata* n.sp. Brady 1868, p.221, pl. 14, figs:14-15

*Callistocythere crispata* (Brady) Tsourou 2012 Internat. Rev. Hydrobiol, p. 282, pl. 2, fig:1

Οικογένεια: **Trachyleberididae**

Γένος: ***Hiltermanicythere* Bassiouni, 1970**

***Hiltermannicythere rubra* Müller**

(Πίνακας 4, εικ. 1-4)

*Cythereis rubra* n. sp. Müller, 1884, Fauna Flora Golf. Neapel, 21, p.372, pl. 28:fig. 21, 26, pl.31 :fig. 2,3

*Hiltermannicythere rubra* (Müller) Tsourou 2008, p.141, pl. 5, fig. 1,2

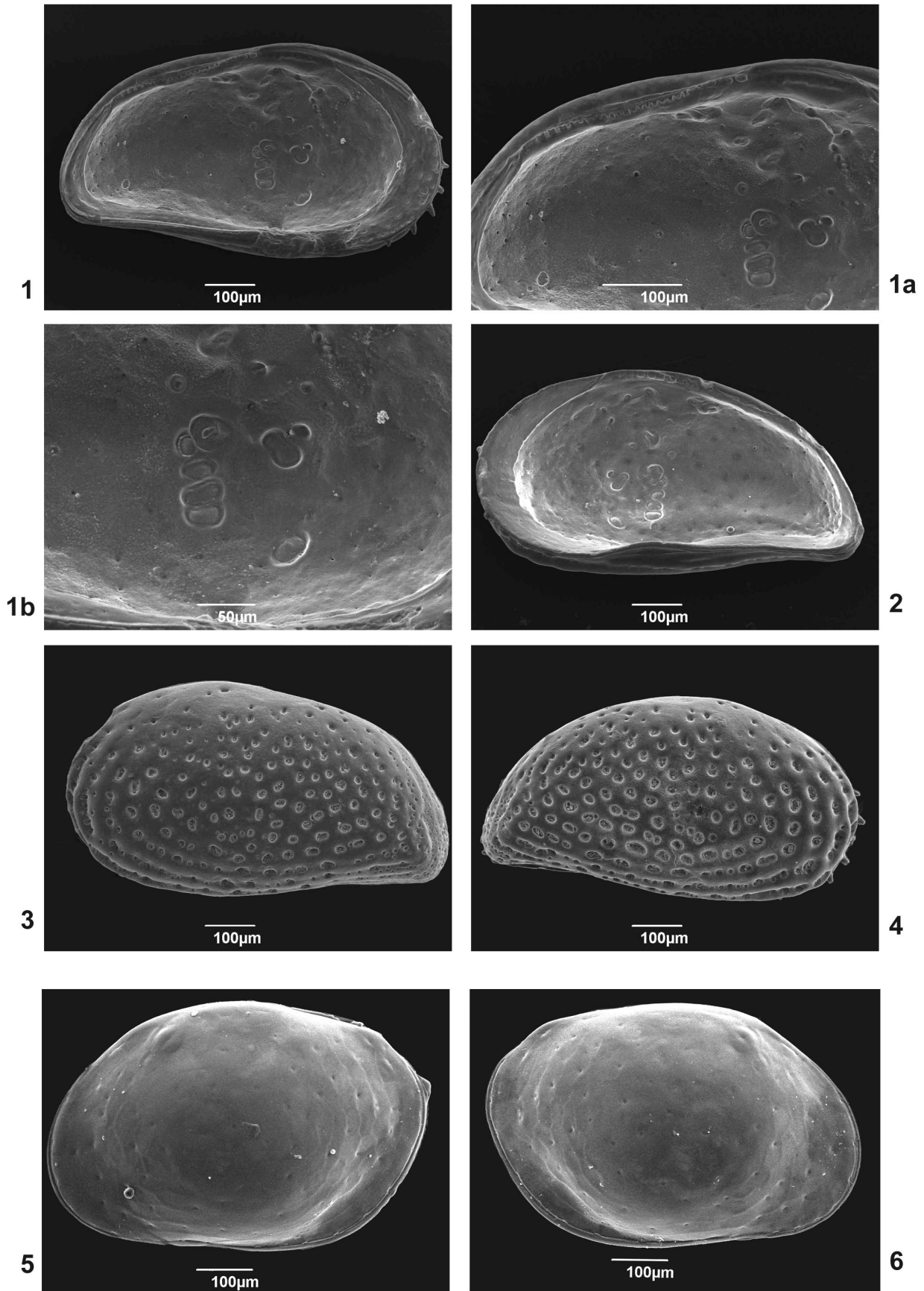
*Hiltermannicythere rubra* (Müller) Tsourou 2012 Internat. Rev. Hydrobiol, p. 281, pl. 1, fig:2

Οικογένεια: **Paradoxostomatidae**

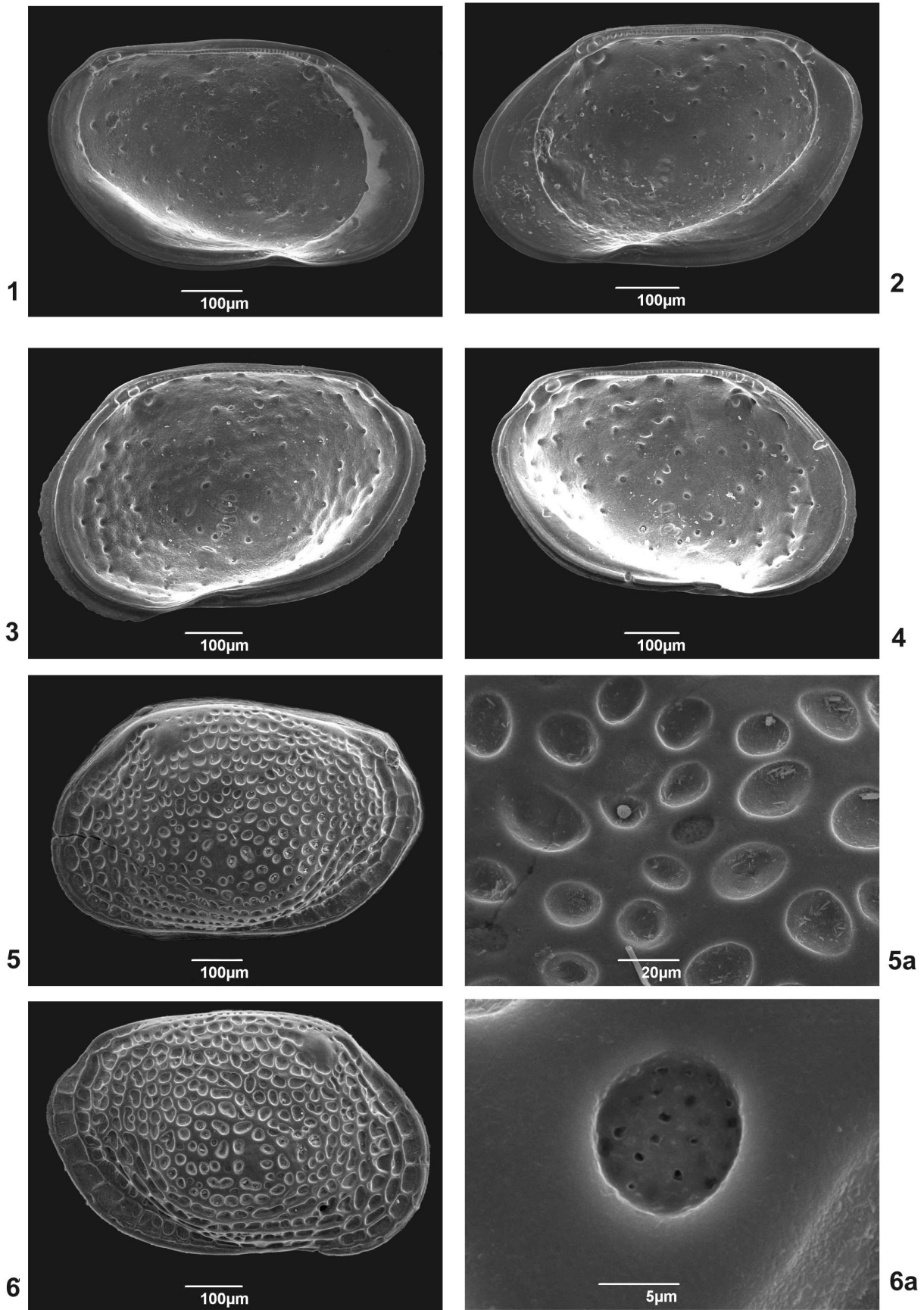
Γένος: ***Paradoxostoma* Fischer, 1855**

***Paradoxostoma* sp.**

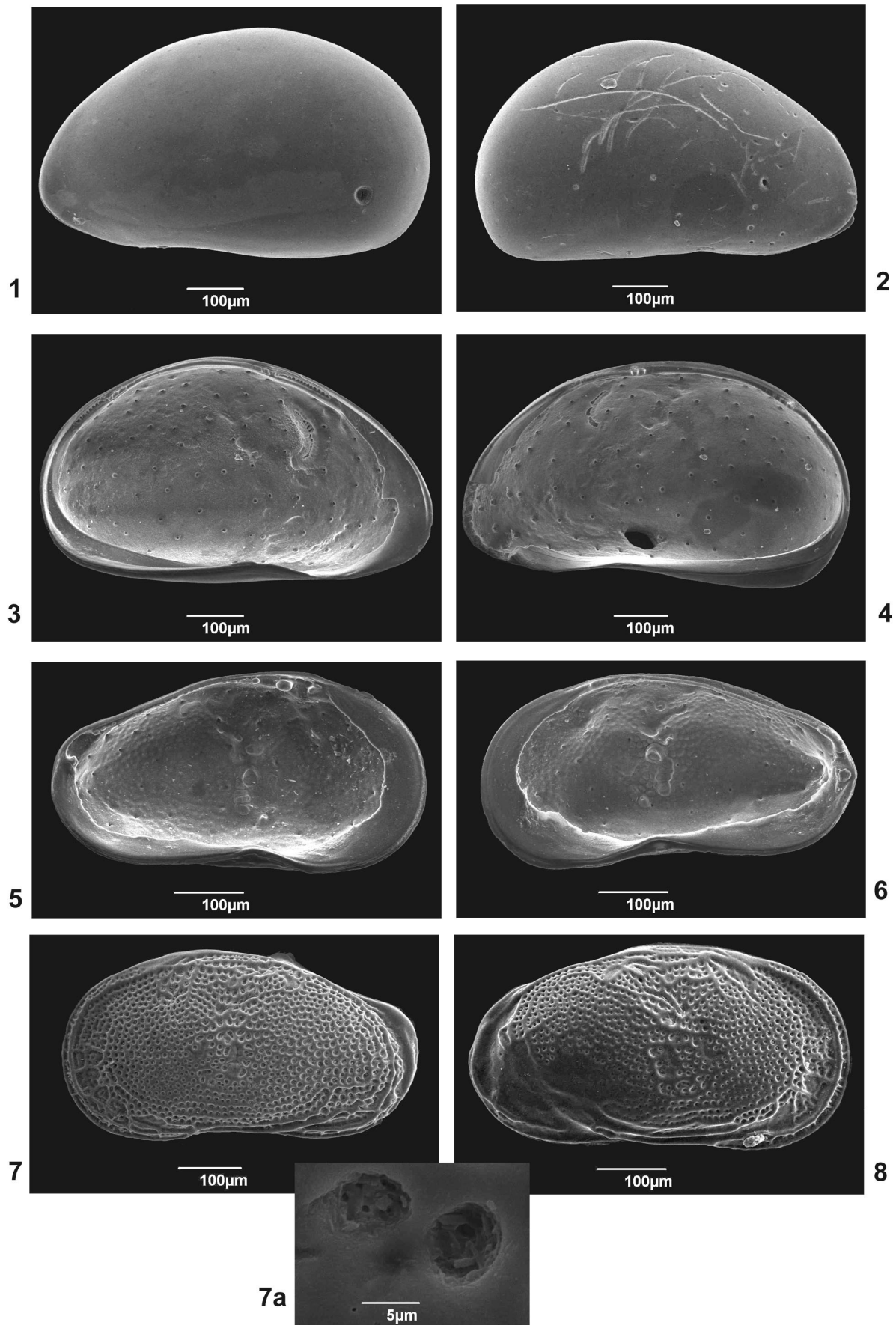
(Πίνακας 5, εικ. 5)



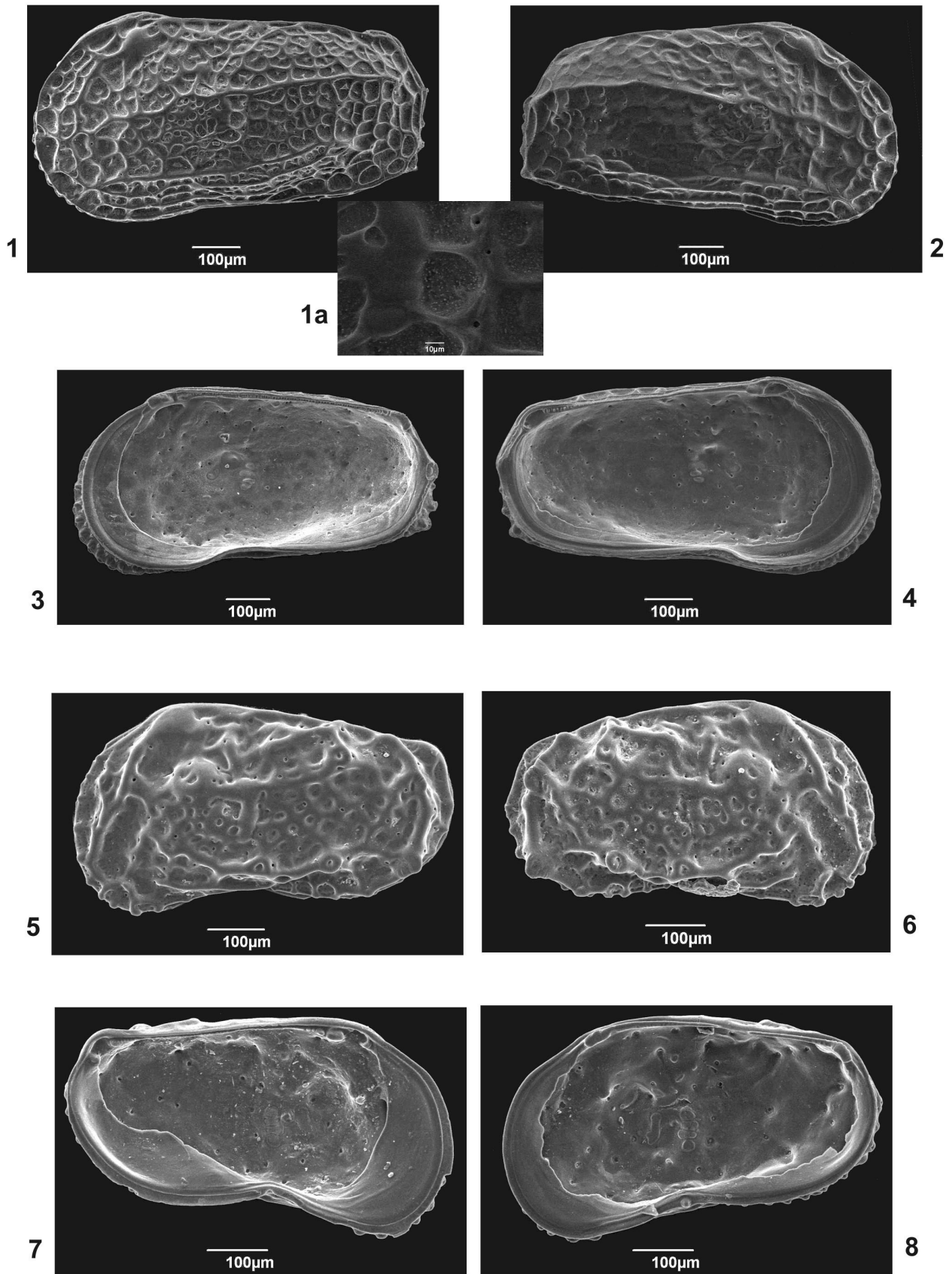
**Πίνακας 1.** 1. *Cytheridea neapolitana*, αριστερή θυρίδα, εσωτερική όψη. 1a. λεπτομέρεια της 1 όπου βλέπουμε το κλείθρο. 1b. λεπτομέρεια της 1, μυικό αποτύπωμα προσαγωγού μυός. 2. *Cytheridea neapolitana*, δεξιά θυρίδα, εσωτερική όψη. 3. *Cytheridea neapolitana*, αριστερή θυρίδα, εξωτερική όψη. 4. *Cytheridea neapolitana*, δεξιά θυρίδα, εξωτερική όψη. 5. *Loxoconcha* sp.2, αριστερή θυρίδα, εξωτερική όψη. 6. *Loxoconcha* sp.2, δεξιά θυρίδα, εξωτερική όψη.



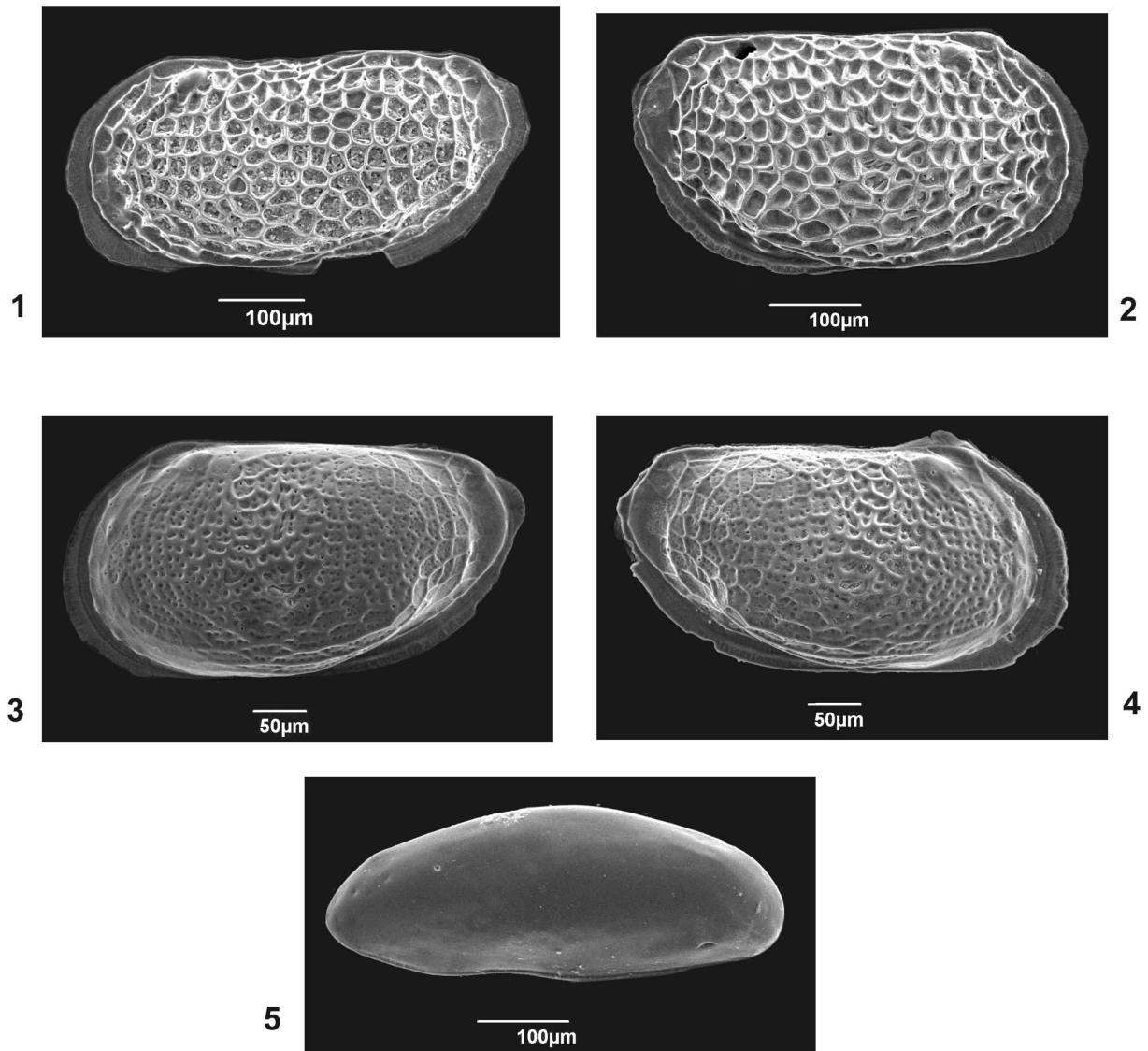
**Πίνακας 2.** 1. *Loxoconcha* sp.2, αριστερή θυρίδα, εσωτερική όψη, 2. *Loxoconcha* sp.2, δεξιά θυρίδα, εσωτερική όψη. 3. *Loxoconcha* sp.1, δεξιά θυρίδα, εσωτερική όψη. 4. *Loxoconcha* sp.1, αριστερή θυρίδα, εσωτερική όψη. 5. *Loxoconcha* sp.1, αριστερή θυρίδα, εξωτερική όψη. 5a. λεπτομέρεια επιφάνειας της 5, ηθμοειδής πόρος και βοθρία. 6. *Loxoconcha* sp.1, δεξιά θυρίδα, εξωτερική όψη. 6a. λεπτομέρεια της 6, ηθμοειδής πόρος.



**Πίνακας 3.** 1. *Xestoleberis decipiens*, αριστερή θυρίδα, εξωτερική όψη. 2. *Xestoleberis decipiens*, δεξιά θυρίδα, εξωτερική όψη. 3. *Xestoleberis decipiens*, αριστερή θυρίδα, εσωτερική όψη. 4. *Xestoleberis decipiens*, δεξιά θυρίδα, εσωτερική όψη. 5. *Leptocythere* spp., αριστερή θυρίδα, εσωτερική όψη. 6. *Leptocythere* spp., δεξιά θυρίδα, εσωτερική όψη. 7. *Leptocythere* spp., αριστερή θυρίδα, εξωτερική όψη. 7a. λεπτομέρεια της 7, ημοιοειδείς πόροι. 8. *Leptocythere* spp., δεξιά θυρίδα, εξωτερική όψη.



**Πίνακας 4.** **1.** *Hiltermannicythere rubra*, αριστερή θυρίδα, εξωτερική όψη. **1a.** λεπτομέρεια στολισμού της 1 και απλός ανοιχτός πόρος. **2.** *Hiltermannicythere rubra*, δεξιά θυρίδα, εξωτερική όψη. **3.** *Hiltermannicythere rubra*, δεξιά θυρίδα, εσωτερική όψη. **4.** *Hiltermannicythere rubra*, αριστερή θυρίδα, εσωτερική όψη. **5.** *Callistocythere crispata*, αριστερή θυρίδα, εξωτερική όψη. **6.** *Callistocythere crispata*, δεξιά θυρίδα, εξωτερική όψη. **7.** *Callistocythere crispata*, αριστερή θυρίδα, εσωτερική όψη. **8.** *Callistocythere crispata*, δεξιά θυρίδα, εσωτερική όψη.



**Πίνακας 5.** 1. *Sagmatocythere* sp., αριστερή θυρίδα, εξωτερική όψη. 2. *Sagmatocythere* sp., δεξιά θυρίδα, εξωτερική όψη. 3. *Palmoconcha* sp, αριστερή θυρίδα, εξωτερική όψη. 4. *Palmoconcha* sp, δεξιά θυρίδα, εξωτερική όψη. 5. *Paradoxostoma* sp., εξωτερική όψη.

## Αποτελέσματα

Από τα διαγράμματα κατανομής των taxa (Εικόνα 5a) κατά μήκος του πυρήνα SAR36 προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα: Παρατηρώντας τα διαγράμματα βλέπουμε πως τα είδη *Xestoleberis decipiens*, *Callistocythere crispata* και *Leptocythere* spp. έχουν τα μεγαλύτερα ποσοστά στα δείγματα, επομένως αποτελούν το κύριο συστατικό των συναθροίσεων των οστρακωδών.

Πιο αναλυτικά παρατηρούμε πως το *X. decipiens* στα δείγματα 14-6 η παρουσία του είδους αυτού είναι σταθερή με κάποιες αυξομειώσεις και ποσοστά εμφάνισης από 20-35%, στο δείγμα 5 παρατηρείται η υψηλότερη τιμή των δειγμάτων (72%) ενώ στο αμέσως επόμενο δείγμα (4) παρουσιάζεται η χαμηλότερη τιμή τους (15%). Τέλος στα δείγματα 3-1 κρατά σχετικά σταθερές τις τιμές του (40-45%) με μια μικρή πτώση προς το δείγμα 3.

Όσον αφορά το είδος *C. crispata* παρατηρούμε πως στα δείγματα 14-6 η παρουσία του είναι σταθερή με μικρές αυξομειώσεις και ποσοστά από 30-45%, στο δείγμα 5 παρατηρείται η χαμηλότερη τιμή του (15%) ενώ στο δείγμα 4 εμφανίζεται η υψηλότερη τιμή του (70%). Τέλος στο δείγμα 3 το ποσοστό εμφάνισης μειώνεται (43%) και στα δείγματα 2 και 1 οι τιμές των ατόμων είναι πολύ χαμηλές (περίπου 15%) και συμπίπτουν με το ποσοστό εμφάνισης του δείγματος 5.

Όσον αφορά τα *Leptocythere* spp. παρατηρούμε ότι στα δείγματα 14-6 παρόλο που η εμφάνισή τους είναι σταθερή (με εξαίρεση το δείγμα 9 στο οποίο απουσιάζουν) οι τιμές τους κυμαίνονται μεταξύ 0-13%, ενώ στα δείγματα 5-1 η εμφάνισή τους αποκτά μια καθοδική πορεία με ποσοστά από 0-23%.

Τα είδη αυτά συνοδεύονται στις συναθροίσεις των οστρακωδών από τα είδη *Loxococoncha* sp.1, *Loxococoncha* sp.2 και *Hiltermannicythere rubra*.

Στο διάγραμμα του είδους *Loxococoncha* sp.1 παρατηρούμε πως στα δείγματα 14-12 τα ποσοστά εμφάνισης τους είναι σχετικά χαμηλά (περίπου 5%) ενώ στα δείγματα 11-7 παρουσιάζονται τα υψηλότερα ποσοστά τους (10-25%). Στα δείγματα 6-4 η συμμετοχή τους είναι περίπου 5% και τέλος στα δείγματα 3-1 η παρουσία τους είναι σχεδόν αμελητέα.

Στο είδος *Loxococoncha* sp.2 παρατηρούμε πως από το δείγμα 14 έως και το δείγμα 5 η παρουσία τους παραμένει σταθερή με χαμηλά ποσοστά εμφάνισης (έως 2%). Στη συνέχεια στα δείγματα 5-3 η παρουσία τους είναι αμελητέα (0-1%) και τέλος στα δείγματα 2 και 1 παρουσιάζονται οι υψηλότερες εμφανίσεις του είδους αυτού (6-10%).

Στο διάγραμμα του είδους *H. rubra* γενικά παρατηρούνται πολλές αυξομειώσεις στα ποσοστά εμφάνισης, το οποίο συνεπάγεται πως η παρουσία του στα δείγματα που μελετήθηκαν δεν είναι σταθερή.

Τέλος σε μικρότερο ποσοστό συναντάμε στα δείγματα τα είδη *Cytheridea neapolitana* και *Paradoxostoma* sp.

Παρατηρώντας το διάγραμμα κατανομής του είδους *Paradoxostoma* sp., διακρίνουμε πως στα δείγματα 14-5 η παρουσία του είναι σταθερή με τιμές 2-6%, στο δείγμα 4 απουσιάζει και στα δείγματα 3-1 το ποσοστό εμφάνισής του είναι χαμηλό (2-3%).

Στο διάγραμμα του είδους *C. neapolitana* παρατηρούμε ότι στα δείγματα 14-7 η εμφάνιση τους δεν είναι σταθερή με συμμετοχή κάτω από 1,5%, στα δείγματα 6-4 η συμμετοχή τους είναι σχεδόν μηδενική και τέλος στα δείγματα 3-1 συναντάται η μεγαλύτερη εμφάνιση τους (2,5%).

Εκτός από τα διαγράμματα κατανομής των taxa κατασκευάστηκαν διαγράμματα, με το πρόγραμμα *past.exe* (Hammer et al. 2001), με τους δείκτες ποικιλότητας (Εικόνα 5b). Τόσο στα διαγράμματα των δεικτών ποικιλότητας Shannon-Wiener και Fischer όσο και σε αυτά του δείκτη αφθονίας Menhinick και του αριθμού των taxa είναι φανερό ότι οι δείκτες αυτοί εμφανίζουν τις χαμηλότερες τιμές τους στα δείγματα 5-3 ενώ σε όλα τα υπόλοιπα δεν διαφοροποιούνται ιδιαίτερα. Αντίστροφα, ο δείκτης επικράτησης πλησιάζει σε αυτά τα δείγματα το 0,6 ενώ στα υπόλοιπα είναι ιδιαίτερα χαμηλός.

Με βάση όλα τα παραπάνω μπορούμε να διακρίνουμε τα δείγματα που επεξεργάστηκαν (14-1) σε 2 συναθροίσεις, με μικρή διαφορά μεταξύ τους, όπου η πρώτη απαντάται στα δείγματα 14-6 και η δεύτερη στα δείγματα 3-1.

Στην πρώτη συνάθροιση η παρουσία των ειδών *X. decipiens* και *C. crispata* είναι σταθερή και κυμαίνεται μεταξύ 30 και 40%. Τα *Leptocythere* spp. παρόλο που έχουν σταθερή εμφάνιση στα δείγματα, η συμμετοχή τους δεν ξεπερνά το ποσοστό 12%. Το είδος *Loxiconcha* sp.1 συμμετέχει στα δείγματα με ποσοστά από 5-25% ενώ το είδος *L. sp.2* παρόλο που έχει σταθερή παρουσία, η εμφάνισή του δε ξεπερνά το 3%. Παρόμοια πορεία με του *Loxiconcha* sp.2 παρουσιάζει το είδος *C. neapolitana* με σχεδόν μηδενική συμμετοχή. Τέλος το είδος *Paradoxostoma* sp. στα δείγματα 14-6 παρουσιάζει αυξομειώσεις στην εμφάνισή του.

Στην δεύτερη συνάθροιση παρατηρούμε πως το είδος *X. decipiens* έχει ακριβώς αντίθετη πορεία από το είδος *C. crispata* όπου το πρώτο έχει ανοδική πορεία με ποσοστό που ξεκινά από 40% και καταλήγει 50% ενώ το δεύτερο έχει καθοδική πορεία, η οποία ξεκινά με 45% στο δείγμα 3 και στο δείγμα 1 εμφανίζεται με ποσοστό 15%. Τα είδη *Leptocythere* spp. παρουσιάζουν μια πορεία παρόμοια με αυτή του είδους *X. decipiens*, δηλαδή μια ανοδική πορεία προς το δείγμα 1 με ποσοστό του δείγματος αυτού 23%. Η εμφάνιση του *Loxiconcha* sp.1 στη συνάθροιση αυτή είναι αμελητέα, αντίθετα με την εμφάνιση του *Loxiconcha* sp.2 που ενώ στο δείγμα 3 απουσιάζει, στα δείγματα 2 και 1 η εμφάνισή του αγγίζει περίπου το 10%. Ανάλογη πορεία με του *Loxiconcha* sp.2 παρουσιάζουν τα είδη *C. neapolitana* και *Paradoxostoma* sp.

Οι αλλαγές που παρατηρούνται στα διαγράμματα των *X. decipiens*, *C. crispata*, *Loxiconcha* sp.1, *Loxiconcha* sp.2, *C. neapolitana* και *Leptocythere* spp. δείχνουν

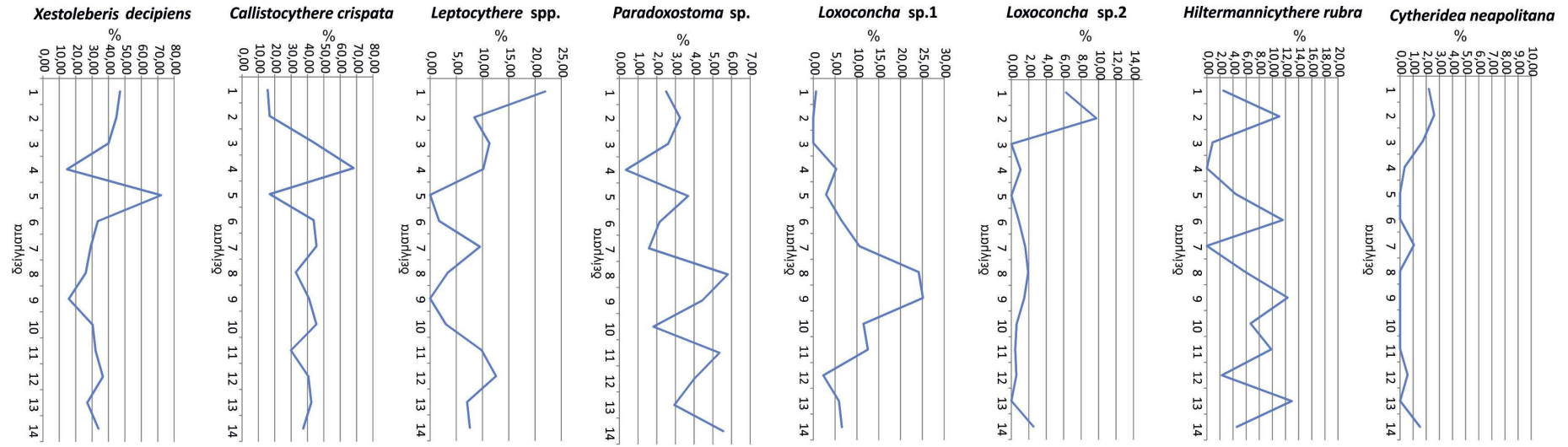
πως υπάρχει μια αλλαγή στο περιβάλλον η οποία όμως δεν είναι έντονη και αυτό συμπεραίνεται από το γεγονός ότι οι πανίδες δεν αλλάζουν σημαντικά.

## Παλαιοοικολογική Ανάλυση

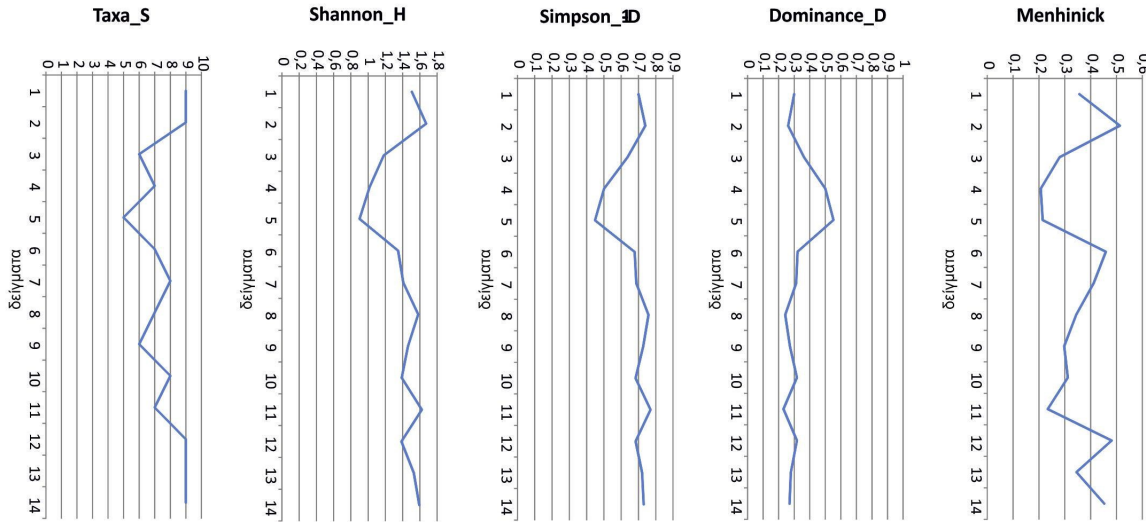
Τα οστρακώδη που επεξεργάστηκαν κατανέμονται σε 2 συναθροίσεις οι οποίες δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους. Τα κυριότερα taxa στα δείγματα που μελετήθηκαν είναι το *Xestoleberis decipiens*, *Callistocythere crispata* και *Leptocythere* spp. που συνοδεύονται από τα *Paradoxostoma* spp. και *Loxococoncha* spp. Το *X. decipiens* συναντάται σε αβαθή περιβάλλοντα παράκτιας ζώνης κάτω από 50μ. (Yassini 1979, Tsapralis 1981, Hajjaji et al. 1998, Guernet 2003), ενώ αφθονεί σε επιφυτικές συγκεντρώσεις οστρακωδών (Ruiz et al. 2004, Tsourou 2008). Πολύ συχνά εντοπίζεται σε συναθροίσεις μαζί με είδη *Paradoxostoma* spp. και πολλά είδη *Loxococoncha* spp. τα οποία αφθονούν σε αβαθές περιβάλλον κάτω από 50μ (Yassini 1979, Tsapralis 1981, Hajjaji et al. 1998, Guernet 2003) και αποτελούν την κύρια πανίδα οστρακωδών σε ρηχά θαλάσσια παράκτια περιβάλλοντα που προτιμούν φύκια, αντέχοντας έτσι τις διακυμάνσεις της αλμυρότητας (Athersuch 1976, 1979 Tsourou 2008).

Το είδος *Callistocythere crispata* έχει μικρή συμμετοχή σε συναθροίσεις οστρακωδών στα ιζήματα του πυθμένα από βάθη 28 έως 80μ. και αφθονεί σε αβαθές παράκτιο περιβάλλον κάτω από 50μ. μαζί με τα taxa *Loxococoncha* spp., *Xestoleberis* spp. και *Leptocythere* spp. (Yassini 1979, Tsapralis 1981, Hajjaji et al. 1998, Guernet 2003). Τα *Leptocythere* spp. είναι θαλάσσια είδη που αντέχουν σε χαμηλότερες αλμυρότητες η είναι πολυύαλα (Mazzini et al. 1999, Ciampo 2003) και τα περισσότερα προτιμούν υποστρώματα λεπτόκοκκης άμμου (Bonaduce et al. 1975). Σε μικρότερο ποσοστό συναντήθηκαν τα είδη *Hiltermannicythere rubra* που χαρακτηρίζουν πηλώδες υπόστρωμα σε βάθη μεγαλύτερα από 40-60μ. (Tsourou 2008) και εντοπίζονται σε θαλάσσιες συναθροίσεις μαζί με τα *Cytheridea neapolitana*, το οποίο που αφθονεί στην υποπαράκτια ζώνη (Yassini 1979, Tsapralis 1981, Hajjaji et al. 1998, Guernet 2003). και *Leptocythere* spp. σε βάθη λίγων εκατοστών έως και μερικών μέτρων, περίπου 50μ. (Guernet et al. 2003).

Συνεπώς, οι συναθροίσεις αυτές αντιστοιχούν σε ένα ρηχό παράκτιο περιβάλλον χαμηλής ενέργειας με φύκη, του οποίου το βάθος δεν ξεπερνά τα 50μ. και η αλλαγή που παρατηρείται μετά τα δείγματα 5 και 4 δείχνει πως η φυτοκάλυψη του περιβάλλοντος μειώθηκε.



a



b

Εικόνα 5. a. Διαγράμματα κατανομής των taxa ανά δείγμα μελέτης. b. Διαγράμματα των δεικτών ποικιλότητας.

| sampling depth                  | 200-201<br>cm | 203-204<br>cm | 206-207<br>cm | 209-210<br>cm | 212-213<br>cm | 214-215<br>cm | 216-217<br>cm | 218-219<br>cm | 221-222<br>cm | 223-224<br>cm | 225-226<br>cm | 228-229<br>cm | 230-231<br>cm | 232-233<br>cm |
|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| samples                         | 1             | 2             | 3             | 4             | 5             | 6             | 7             | 8             | 9             | 10            | 11            | 12            | 13            | 14            |
| <i>Cytheridea</i>               | 14            | 8             | 8             | 4             | 0             | 0             | 4             | 0             | 0             | 0             | 0             | 2             | 0             | 6             |
| <i>Loxoconcha</i> sp.1          | 4             | 0             | 0             | 60            | 16            | 15            | 40            | 100           | 102           | 76            | 112           | 8             | 40            | 26            |
| <i>Loxoconcha</i> sp.2          | 40            | 30            | 0             | 12            | 0             | 2             | 6             | 8             | 6             | 4             | 4             | 2             | 0             | 10            |
| <i>Xestoleberis</i>             | 300           | 138           | 184           | 168           | 392           | 78            | 110           | 108           | 64            | 200           | 288           | 128           | 184           | 134           |
| <i>Leptocythere</i> spp         | 140           | 26            | 52            | 116           | 0             | 4             | 36            | 14            | 0             | 20            | 88            | 44            | 48            | 30            |
| <i>Hiltermannicythere rubra</i> | 16            | 34            | 4             | 0             | 24            | 27            | 0             | 24            | 50            | 44            | 88            | 8             | 88            | 18            |
| <i>Callistocythere crispata</i> | 100           | 52            | 200           | 780           | 92            | 102           | 172           | 136           | 166           | 300           | 268           | 142           | 288           | 148           |
| <i>Paradoxostoma</i>            | 16            | 10            | 12            | 4             | 20            | 5             | 6             | 24            | 18            | 12            | 48            | 14            | 20            | 22            |
| <i>Palmoconcha</i>              | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 4             | 0             | 0             | 0             | 0             | 2             | 4             | 2             |
| <i>Sagmatocythere</i>           | 0             | 8             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| <i>Pterygocythereis</i> sp.     | 8             | 2             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 4             | 0             |
| <i>Henryhowella</i>             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 4             | 0             |
| <i>Semicytherura</i>            | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 4             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| <b>ΣΥΝΟΛΟ</b>                   | 638           | 308           | 460           | 1144          | 544           | 233           | 378           | 414           | 406           | 660           | 896           | 350           | 680           | 396           |

**Πίνακας 6.** Απόλυτες περιεκτικότητες των ατόμων των οστρακωδών ανά δείγμα μελέτης.

| sampling depth<br>samples       | 200-201<br>cm | 203-204<br>cm | 206-207<br>cm | 209-210<br>cm | 212-213<br>cm | 214-215<br>cm | 216-217<br>cm | 218-219<br>cm | 221-222<br>cm | 223-224<br>cm | 225-226<br>cm | 228-229<br>cm | 230-231<br>cm | 232-233<br>cm |
|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                 | 1             | 2             | 3             | 4             | 5             | 6             | 7             | 8             | 9             | 10            | 11            | 12            | 13            | 14            |
| <i>Cytheridea</i>               | 2,19          | 2,60          | 1,74          | 0,35          | 0,00          | 0,00          | 1,06          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,57          | 0,00          | 1,52          |
| <i>Loxoconcha sp.1</i>          | 0,63          | 0,00          | 0,00          | 5,24          | 2,94          | 6,44          | 10,58         | 24,15         | 25,12         | 11,52         | 12,50         | 2,29          | 5,88          | 6,57          |
| <i>Loxoconcha sp.2</i>          | 6,27          | 9,74          | 0,00          | 1,05          | 0,00          | 0,86          | 1,59          | 1,93          | 1,48          | 0,61          | 0,45          | 0,57          | 0,00          | 2,53          |
| <i>Xestoleberis</i>             | 47,02         | 44,81         | 40,00         | 14,69         | 72,06         | 33,48         | 29,10         | 26,09         | 15,76         | 30,30         | 32,14         | 36,57         | 27,06         | 33,84         |
| <i>Leptocythere spp</i>         | 21,94         | 8,44          | 11,30         | 10,14         | 0,00          | 1,72          | 9,52          | 3,38          | 0,00          | 3,03          | 9,82          | 12,57         | 7,06          | 7,58          |
| <i>Hiltermannicythere rubra</i> | 2,51          | 11,04         | 0,87          | 0,00          | 4,41          | 11,59         | 0,00          | 5,80          | 12,32         | 6,67          | 9,82          | 2,29          | 12,94         | 4,55          |
| <i>Callistocythere crispata</i> | 15,67         | 16,88         | 43,48         | 68,18         | 16,91         | 43,78         | 45,50         | 32,85         | 40,89         | 45,45         | 29,91         | 40,57         | 42,35         | 37,37         |
| <i>Paradoxostoma</i>            | 2,51          | 3,25          | 2,61          | 0,35          | 3,68          | 2,15          | 1,59          | 5,80          | 4,43          | 1,82          | 5,36          | 4,00          | 2,94          | 5,56          |
| <i>Palmoconcha</i>              | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 1,06          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,57          | 0,59          | 0,51          |
| <i>Sagmatocythere</i>           | 0,00          | 2,60          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <i>Pterygocythereis sp.</i>     | 1,25          | 0,65          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,59          | 0,00          |
| <i>Henryhowella</i>             | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,59          | 0,00          |
| <i>Semicytherura</i>            | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,61          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| <b>ΣΥΝΟΛΟ</b>                   | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           |

Πίνακας 7. Σχετικές συχνότητες των ατόμων των οστρακωδών ανά δείγμα μελέτης.

| <b>sampling depth</b> | <b>samples</b> | <b>Taxa_S</b> | <b>Shannon_H</b> | <b>Simpson_1-D</b> | <b>Dominance_D</b> | <b>Menhinick</b> |
|-----------------------|----------------|---------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| <b>200-201 cm</b>     | <b>1</b>       | 9             | 1,507            | 0,7003             | 0,2997             | 0,3563           |
| <b>203-204 cm</b>     | <b>2</b>       | 9             | 1,672            | 0,7395             | 0,2605             | 0,5128           |
| <b>206-207 cm</b>     | <b>3</b>       | 6             | 1,182            | 0,6371             | 0,3629             | 0,2798           |
| <b>209-210 cm</b>     | <b>4</b>       | 7             | 1,017            | 0,5004             | 0,4996             | 0,207            |
| <b>212-213 cm</b>     | <b>5</b>       | 5             | 0,8995           | 0,448              | 0,552              | 0,2144           |
| <b>214-215 cm</b>     | <b>6</b>       | 7             | 1,347            | 0,6779             | 0,3221             | 0,4586           |
| <b>216-217 cm</b>     | <b>7</b>       | 8             | 1,407            | 0,6873             | 0,3127             | 0,4115           |
| <b>218-219 cm</b>     | <b>8</b>       | 7             | 1,58             | 0,7575             | 0,2425             | 0,344            |
| <b>221-222 cm</b>     | <b>9</b>       | 6             | 1,462            | 0,7275             | 0,2725             | 0,2978           |
| <b>223-224 cm</b>     | <b>10</b>      | 8             | 1,39             | 0,6825             | 0,3175             | 0,3114           |
| <b>225-226 cm</b>     | <b>11</b>      | 7             | 1,623            | 0,7694             | 0,2306             | 0,2339           |
| <b>228-229 cm</b>     | <b>12</b>      | 9             | 1,385            | 0,6831             | 0,3169             | 0,4811           |
| <b>230-231 cm</b>     | <b>13</b>      | 9             | 1,53             | 0,7212             | 0,2788             | 0,3451           |
| <b>232-233 cm</b>     | <b>14</b>      | 9             | 1,593            | 0,7297             | 0,2703             | 0,4523           |

**Πίνακας 8.** Δείκτες ποικιλότητας των ατόμων ανά δείγμα μελέτης.

## Συμπεράσματα

Από την Μικροπαλαιοντολογική επεξεργασία Ολοκαινικών ιζημάτων του πυρήνα SAR36 από το Σαρωνικό κόλπο στα δείγματα 14-1 της περιοχής αυτής αναγνωρίστηκαν 9 γένη και 10 είδη Οστρακωδών. Πιο συγκεκριμένα τα οστρακώδη της πανίδας αυτής αποτελούνται από τα εξής άτομα: *Cytheridea neapolitana*, *Loxococoncha* sp.1, *Loxococoncha* sp.2, *Palmoconcha* sp., *Sagmatocythere* sp., *Xestoleberis decipiens*, *Leptocythere* spp., *Callistocythere crispata*, *Hiltermannicythere rubra* και *Paradoxostoma* sp. Από τα taxa που αναφέρθηκαν τις πιο μεγάλες εμφανίσεις στα δείγματα είχαν τα *X. Decipiens*, *C. crispata* και *Leptocythere* spp. τα οποία συνοδεύονται από τα *Paradoxostoma* spp. και *Loxococoncha* spp. διαμορφώνοντας έτσι μια συνάθροιση ατόμων που απαντάται σε αβαθές θαλάσσιο περιβάλλον κάτω από 50μ., αφθονεί σε επιφυτικές συγκεντώσεις και έχει μεγάλη αντοχή στις διακυμάνσεις της αλμυρότητας.

Σε μικρότερο ποσοστό στα δείγματα που επεξεργάστηκαν εμφανίζονται τα taxa *H. rubra*, *C. neapolitana* και τα *Leptocythere* spp. Τα δύο πρώτα είδη αφθονούν στην υποπαράκτια ζώνη σε βάθη μεγαλύτερα από 40-60μ. και χαρακτηρίζονται από πηλώδες υπόστρωμα.

Επιπρόσθετα στα δείγματα 5 και 4 παρατηρείται μια μικρή διαταραχή στις πανίδες του πυρήνα, επηρεάζοντας το περιβάλλον αλλά όχι σημαντικά.

Τέλος η ύπαρξη νεαρών ατόμων καθώς και ολόκληρων οστράκων στα δείγματα αντανακλούν σε ένα περιβάλλον χαμηλής ενέργειας στο οποίο υπήρξε ελάχιστη μεταφορά ατόμων.

Συνοψίζοντας, οι συναθροίσεις των οστρακωδών στα δείγματα που μελετήθηκαν αντικατοπτρίζουν ένα αβαθές θαλάσσιο περιβάλλον με φύκη το οποίο βρίσκεται σε βάθος μικρότερο από 50μ. όπου μετά τα δείγματα 5 και 4 η φυτοκάλυψή του μειώνεται.

## Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Athersuch, J. (1976).** The genus *Xestoleberis* with particular reference to Recent Mediterranean species. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 40, 282-343.
- Athersuch J. (1979).** The ecology and distribution of the littoral ostracods of Cyprus. *Journal of Natural History*, 13: 135-160.
- Athersuch, J., Horne, D.J. & J. E. Whittaker (1989).** Marine and brackish water Ostracods (Superfamilies Cypridacea and Cytheracea). Synopses of the British Fauna (New Series), 43, 343p.
- Bonaduce, G., Ciampo, G. & M. Masoli (1975).** Distribution of Ostracoda in the Adriatic Sea. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 40 suppl.: 1-304.
- Ciampo, G., 2003.** Reconstruction of Late Pleistocene–Holocene palaeobathymetries from Ostracoda on the Tyrrhenian continental shelf. *Geobios*, 36: 1–11.
- Cronin, T.M., Holmes, C.W., Brewster-Wingrad, S., Ishman, S.E., Dowsett, H.J., Keyser, D. & N. Waibel (2001).** Historical trends in epiphytal ostracodes from Florida Bay: Implications for seagrass and macro-benthic algal variability. *Bulletins of American Paleontology*, 361: 159-181.
- Guernet, C., Lemeille, F., Sorel, D., Bourdillon, C., Berge-Thierry C. & M. Manakou (2003).** Les ostracodes et le Quaternaire d'Aigion (golfe de Corinth, Grèce), *Rev. Micropaleontol.* 46: 73–93.
- Hajjaji, M., Bodergat, A.-M., Moissette, P., Prieur, A. & Rio, M., 1998.** Signification écologique des associations d'ostracodes de la coupe de Kritika (Pliocène supérieur, Rhodes, Grèce). *Revue de Micropaléontologie*, 41(3): 211-233.
- Hammer, O., Harper, D.A.T. & P.D. Ryan (2001).** Past Palaeontological statistics software, Package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*.
- Horne, D.J. (1980).** Recent Ostracoda from the Severn Estuary and Bristol Channel. Phd thesis, Department of Geology, Bristol University, UK, 320p.
- Horne, D.J. (1982).** The vertical distribution of phytal ostracods in the intertidal zone at Gore Point, Bristol Channel, U.K. *J. Micropaleontol.*, 1: 71-84.
- Horne, D. J., Cohen, A. & K. Martens (2002).** Taxonomy, morphology and biology of Quaternary and living Ostracoda. In Holmes, J. A. & A. R. Chivas (eds), *The Ostracoda: Applications in Quaternary research*, AGU Geophysical Monograph Series, 131: 5-36.
- Mazzini I., Anadon, P., Barbieri, M., Castorina, F., Ferreli, L., Gliozzi, E., Mola, M. & E. Vittori (1999).** Late Quaternary sea-level changes along the

Tyrrhenian coast near Orbetello (Tuscany, Central Italy): paleoenvironmental reconstruction using ostracods. *Marine Micropaleontology*, 37: 289–311.

**Müller, G.W., 1894.** Die Ostracoden des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte. *Zoologische Station zu Neapel. Fauna und Flora des Golfes von Neapel*. Monographie, 31: 1–404.

**Τσαπραλής, Β. (1981).** Συμβολή στη μελέτη του Πλειστοκαίνου της Ζακύνθου. *Διδακτορική διατριβή*, Πανεπιστήμιο Πατρών.

**Tsourou, Th., (2008).** The Study of Recent Ostracod Faunas in the Coastal Environments of Andros Island related to Late Cenozoic Assemblages from Central Aegean Sea. Ph.D. Thesis, National and Kapodistrian University of Athens, Athens, 135 pp.

**Tsourou, Th., Drinia, H. & G. Anastasakis (2015).** Ostracod assemblages from Holocene middle shelf deposits of southern Evoikos Gulf (central Aegean Sea, Greece) and their palaeoenvironmental implications. *Micropaleontology*, 61(1-2): 85-99.

**Tsourou, Th., Drinia, H., Antonarakou, A. & V. Lianou (2012).** A rich ostracod fauna from Cape Kalogeras (Zakynthos Island, Greece). *10th Pan-Hellenic Symposium of Oceanography & Fishery*.

**Yassini, I. (1979).** The littoral system ostracodes from the Bay of Bou-Ismaïl, Algiers, Algeria. *Revista Española de Micropaleontología*, 11: 353–416.

**Ζαμπετάκη Λέκκα, Α., Αντωνάρακου, Α., Ντρίνια, Χ., Τσουρού, Θ., Di Stefano, Α., Baldassini, Ν., 2015.** *Η μικροπαλαιοντολογία και οι εφαρμογές της*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα:Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/3435>.