

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΑΙ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΩΝ ΑΥΓΩΝ ΔΙΑΠΑΥΣΗΣ ΤΟΥ ΜΕΣΟΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟΥ ΣΤΟ ΣΑΡΩΝΙΚΟ ΚΟΛΠΟ

Γρηγοράτου Μ.¹, Ζερβουδάκη Σ.²

¹ Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Επιστημών της Θάλασσας, mariagrigoratou1@yahoo.gr

² Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας, Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών, tanya@hcmr.gr

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη εξετάζει την κατανομή και τη συγκέντρωση των αυγών διάπαυσης του μεσοζωοπλαγκτού στο ιζήμα του Σαρωνικού Κόλπου, σε εποχική κλίμακα. Για τη μελέτη της παρουσίας και της κατακόρυφης κατανομής των αυγών διάπαυσης του μεσοζωοπλαγκτού συλλέχθηκε επιφανειακό λεπτό στρώμα ιζήματος (10 cm), το οποίο χωρίστηκε σε τομές ανά 2 cm, ενώ ταυτόχρονα, συλλέχθηκαν δείγματα μεσοζωοπλαγκτού από την στήλη του νερού. Ο διαχωρισμός των αυγών διάπαυσης από το ιζήμα έγινε με τη μέθοδο της σακχαρόζης. Τα αυγά διάπαυσης ταξινομήθηκαν σε 12 μορφότυπους. Συγκρίνοντας την ολική μέση συγκέντρωση των αυγών που βρέθηκαν στα ιζήματα και των δύο σταθμών μελέτης του Σαρωνικού κόλπου για όλες τις εποχές (S1: $1 \cdot 10^6$ αυγά m^{-2} και S16: $2 \cdot 10^5$ αυγά m^{-2}) με άλλα παράκτια εύκρατα περιβάλλοντα, φάνηκε πως ο σταθμός S1 παρουσίασε αρκετά υψηλή συγκέντρωση αυγών, ενώ παρόμοια είναι η αντίστοιχη συγκέντρωση στον σταθμό S16. Επίσης, η οριζόντια και κατακόρυφη κατανομή των αυγών διάπαυσης όπως βρέθηκε στην παρούσα εργασία φαίνεται να συμφωνούν με τα αποτελέσματα προηγούμενων μελετών.

Λέξεις κλειδιά: Κωπήποδα, Κλαδοκεραιωτά, ιζήμα, Αιγαίο Πέλαγος.

DISTRIBUTION OF MESOZOOPLANKTON RESTING EGGS IN THE SARONIC GULF

Grigoratou M.¹, Zervoudaki S.²

¹ Aegean University, Department of Marine Science, Lesvos, mariagrigoratou1@yahoo.gr

² Hellenic Center for Marine Research, Institute of Oceanography, tanya@hcmr.gr

Abstract

The distribution of mesozooplankton resting eggs was studied in bottom sediments of the Saronikos Gulf (Aegean Sea). Sediment core slices of 2 cm height were collected down to 10 cm depths at 2 stations; mesozooplankton samples from the water column were also collected simultaneously. The separation of resting eggs from the sediment was made by the sucrose method. Resting eggs were divided into 12 morpho-types. Comparing the total average concentration of eggs found in the sediments of both stations for all seasons (S1: $1 \cdot 10^6$ eggs m^{-2} and S16: $2 \cdot 10^5$ eggs m^{-2}) with other coastal temperate environments revealed that station S1 had higher concentration of eggs, while similar is the corresponding concentration at the station S16. Also, the horizontal and vertical distribution of resting eggs as found in this study seems to agree with the results of previous studies.

Keywords: Copepods, Cladocerans, sediment, Aegean Sea.

1. Εισαγωγή

Ως διάπαυση ορίζεται η περίοδος καταστολής της αύξησης ή της ανάπτυξης κατά την οποία ο μεταβολισμός μειώνεται πολύ. Συχνά οφείλεται στις εποχικές αλλαγές και καθιστά ικανό τον οργανισμό να επιζήσει κάτω από δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες (Onbé, 1991). Τα

Κωπήποδα των Οικογενειών *Acartiidae*, *Centropagiidae*, *Temoriidae* και *Ponteliidae*, είναι τα μόνα τα οποία παράγουν αυγά διάπαυσης σε παράκτιες περιοχές (Lindley, 1992; Mauchline, 1998). Εκτός από τα Κωπήποδα άλλη ομάδα του μεσοζωοπλαγκτού που παράγει αυγά διάπαυσης είναι τα Κλαδοκεραιωτά (Marcus, 1996).

Η κατανομή και η αφθονία των αυγών διάπαυσης επηρεάζει την εποχική και την υπερετήσια κατανομή των ειδών του μεσοζωοπλαγκτού (Marcus, 1984; Viitasalo, 1992). Επίσης πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι ο ευτροφισμός μέσω της αύξησης των θρεπτικών επηρεάζει σημαντικά την παραγωγή των αυγών διάπαυσης με συνέπεια να παρατηρούνται αλλαγές στον πληθυσμό των ειδών στην στήλη του νερού (Marcus, 2004).

Στην παρούσα μελέτη γίνεται για πρώτη φορά εκτίμηση της συγκέντρωσης των αυγών διάπαυσης των Κωπήποδων και των Κλαδοκεραιωτών στο ιζήμα του Σαρωνικού Κόλπου και συσχέτιση αυτών με την αφθονία των οργανισμών στην κολώνα του νερού.

2. Μεθοδολογία

Τέσσερις εποχικές δειγματοληψίες του ιζήματος έλαβαν χώρα, σε 2 σταθμούς του Σαρωνικού Κόλπου: S1, S16 (Εικ. 1). Ο πρώτος (S1) στην Ελευσίνα, περιοχή με προβλήματα ευτροφισμού και ρύπανσης και ο δεύτερος (S16) στον εξωτερικό Σαρωνικό (σταθμός αναφοράς). Το βάθος των σταθμών S1 και S16 είναι 25 m και 92 m αντίστοιχα.

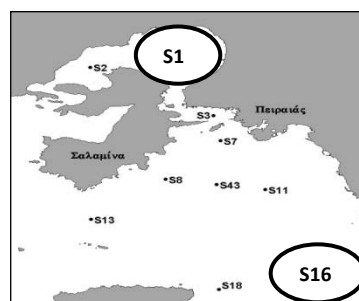
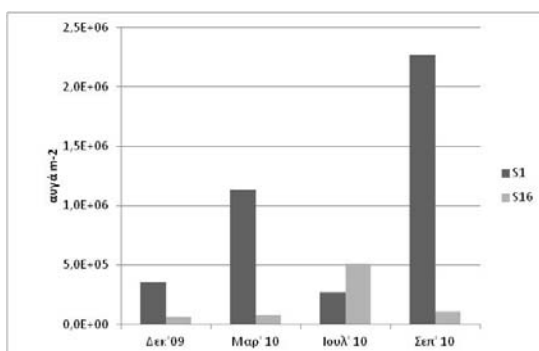
Για τη μελέτη της παρουσίας και της καταγραφής των αυγών διάπαυσης ζωοπλαγκτού συλλέχθηκε το επιφανειακό λεπτό στρώμα του ιζήματος, βάθους 10 cm, το οποίο και μελετήθηκε σε τομές ανά 2 cm για τη διερεύνηση της κατακόρυφης κατανομής τους στο ιζήμα (0-2, 2-4, 4-6, 6-8 και 8-10 cm στην αρχή και τέλος των δειγματοληψιών, το Δεκέμβριο 2009 και Σεπτέμβριο 2010 καθώς και 0-2, 2-4, 4-6 cm το Μάρτιο και Ιούλιο 2010). Τα δείγματα αποθηκεύτηκαν στο σκοτάδι στους 4°C.

Ο διαχωρισμός των αυγών διάπαυσης από το ιζήμα έγινε με τη μέθοδο της σακχαρόζης (Onbé, 1978), σύμφωνα με την οποία παρασκευάζεται διάλυμα σακχαρόζης 1:1 (1000 ml απιονισμένο νερό με προσθήκη 1000 g λευκής κρυσταλλικής ζάχαρης και το δείγμα αναμειγνύεται με αυτήν). Το διάλυμα μοιράζεται με βοήθεια σύριγγας σε σωλήνες φυγοκέντρου χωρητικότητας 50 ml και ακολουθεί φυγοκέντρωση στις 3000 rpm για 5 min. Έτσι, τα αυγά ενώνονται με τους κόκκους της σακχαρόζης και απομονώνονται από το ιζήμα. Με μικροπιπέτα συλλέγεται το υπερκείμενο διάλυμα από κάθε σωλήνα. Το δείγμα φιλτράρεται ακόμα μια φορά σε κόσκινο διαμέτρου 40 μm και στη συνέχεια χωρίζεται σε υποδείγματα και παρατηρείται στο στερεοσκόπιο. Ακολουθεί καταμέτρηση των αυγών διάπαυσης των ομάδων του ζωοπλαγκτού που παράγουν αυγά διάπαυσης (Κωπήποδα και Κλαδοκεραιωτά) όπως και των αυγών που έχουν εκκολαφθεί (άδεια αυγά). Κατόπιν φωτογραφίζονται με την βοήθεια συστήματος ανάλυσης εικόνας (Image Pro plus).

Παράλληλα, δείγματα μεσοζωοπλαγκτού στους ίδιους σταθμούς συλλέχθηκαν με τη χρήση διχτυού 200 μm τύπου WP2, με σκοπό τη μελέτη της σύνθεσης του στην στήλη του νερού.

3. Αποτελέσματα

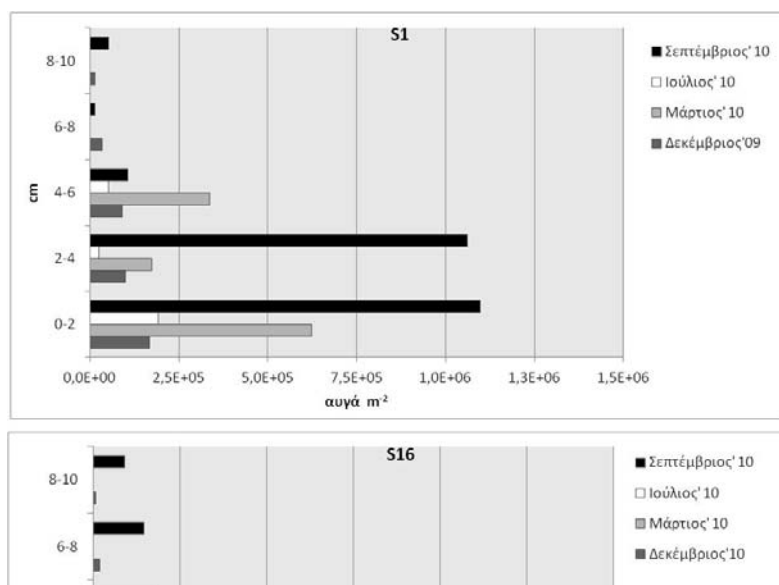
Αυγά Κωπήποδων και Κλαδοκεραιωτών βρέθηκαν και στους δύο σταθμούς μελέτης (S1 και S16) του Σαρωνικού Κόλπου, ενώ η συγκέντρωσή τους διέφερε ανάλογα με την εποχή και το σταθμό (Εικ. 1). Η μεγαλύτερη συγκέντρωση αυγών σε βάθος ιζήματος 0-6 cm βρέθηκε στο



σταθμό S1 το Σεπτέμβριο ($2,3 \times 10^6$ αυγά m^{-2}), ενώ η μικρότερη σημειώθηκε στο σταθμό S16 το Δεκέμβριο ($5,9 \times 10^4$ αυγά m^{-2}).

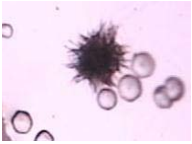



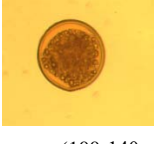

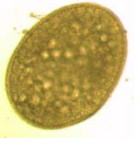

Εικ. 1. Ολική συγκέντρωση αυγών διάπauσης ανά μονάδα επιφάνειας (αυγά m^{-2}) σε τομή ιζήματος 0-6 cm στους σταθμούς S1 και S16 του Σαρωνικού κόλπου (χάρτης δεξιά).

Η κατακόρυφη κατανομή των αυγών στην τομή του ιζήματος 0-6 cm δεν ακολουθούσε το ίδιο πρότυπο στους δύο σταθμούς κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών (Εικ. 2). Ο σταθμός S1 παρουσίασε τις υψηλότερες συγκεντρώσεις αυγών στην επιφάνεια του ιζήματος (0-2 cm), ενώ ο σταθμός S16 σημείωσε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στα ενδιάμεσα στρώματα 2-4 και 4-6 cm. Γενικά και οι δύο σταθμοί παρουσίασαν χαμηλές συγκεντρώσεις αυγών στα βαθύτερα στρώματα του ιζήματος. Εξαιτίας του γεγονότος πως οι δειγματοληψίες ιζήματος για τους μήνες Μάρτιο και Απρίλιο έγιναν μέχρι τα 6 cm, δεν είναι δυνατή η σύγκριση των βαθύτερων στρωμάτων αυτών των μηνών με τις δειγματοληψίες του Δεκεμβρίου και Σεπτεμβρίου. Όσον αφορά την κατακόρυφη εποχική κατανομή των αυγών στο ιζήμα, ο σταθμός S1 παρουσίασε τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις αυγών στο επιφανειακό στρώμα 0-2 cm το Σεπτέμβριο και Μάρτιο. Αντίθετα, οι μικρότερες τιμές καταγράφηκαν στο στρώμα 8-10 cm το Δεκέμβριο και 6-8 cm το Σεπτέμβριο. Ο σταθμός S16 παρουσίασε τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις αυγών στα στρώματα 2-4 και 4-6 cm τον Ιούλιο. Η μικρότερη συγκέντρωση βρέθηκε στο στρώμα 8-10 cm το Δεκέμβριο.



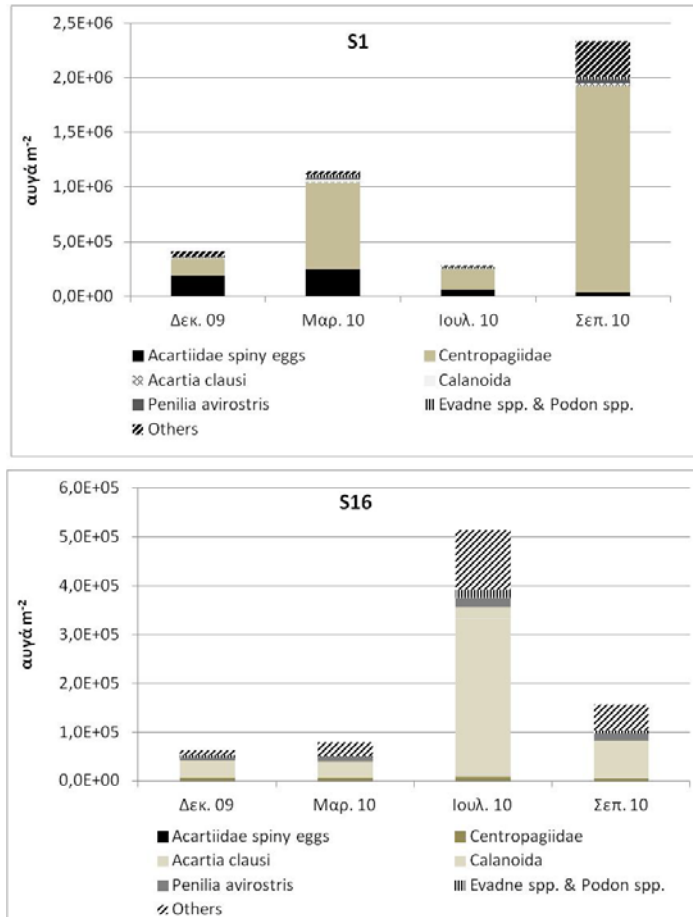
Εικ. 2: Κατακόρυφη κατανομή της ολικής συγκέντρωσης των αυγών διάπαυσης ανά μονάδα επιφάνειας (αυγά m⁻²) σε βάθος ιζήματος 0-10 cm στους σταθμούς S1 και S16 του Σαρωνικού κόλπου.

Τα αυγά διάπαυσης που βρέθηκαν στα ιζήματα των σταθμών μελέτης του Σαρωνικού κόλπου ταξινομήθηκαν σε 12 μορφότυπους. Μερικοί από τους σημαντικούς μορφότυπους παρουσιάζονται στην Εικόνα 3. Μεταξύ αυτών τα αυγά των Κοπηπόδων: *Centropagiidae* (*C. typicus* και *C. ponticus*), τα ακανθωτά αυγά των *Acartiidae* (*P. latisetosa*, *A. adriatica*, *A. italica* και *A. tonsa*), τα αυγά των *Calanoida* (*Labidocera wollastoni* και *Pontella mediterranea*), του *Acartia clausi* καθώς επίσης των Κλαδοκεραιωτών: *Evadne* spp., *Podon* spp. και του *Penilia avirostris*, αποτέλεσαν τις πιο σημαντικές ομάδες αυγών που βρέθηκαν σε όλες τις δειγματοληπτικές περιόδους, ενώ η παρουσία τους διαφοροποιήθηκε μεταξύ των σταθμών μελέτης (Εικ. 4). Στο σταθμό S1 σημαντική ήταν η παρουσία των αυγών *Centropagiidae* η συγκέντρωση των οποίων κυμάνθηκε μεταξύ $1,5 \cdot 10^5$ (Δεκέμβριος) και $1,9 \cdot 10^6$ αυγά m⁻² (Σεπτέμβριος). Ακολούθησαν τα ακανθωτά αυγά των *Acartiidae* τα οποία παρουσίασαν σημαντικές συγκεντρώσεις κυρίως τους μήνες Δεκέμβριο και Μάρτιο με συγκεντρώσεις $1,9 \cdot 10^5$ και $2,4 \cdot 10^5$ αυγά m⁻² αντίστοιχα. Στο σταθμό S16 σημαντική ήταν η παρουσία των αυγών του *Acartia clausi* σε όλες τις περιόδους και ιδιαίτερα τον Ιούλιο. Η συγκέντρωση των αυγών του είδους κυμάνθηκε από $2,4 \cdot 10^4$ (Μάρτιος) ως $3,2 \cdot 10^5$ (Ιούλιος) αυγά m⁻². Οι συγκεντρώσεις των υπόλοιπων αυγών κυμανθήκαν σε χαμηλότερα επίπεδα (Εικ. 4).

 <i>Centropagiidae</i> (80 μm)	 <i>Acartiidae</i> spiny eggs (60-70 μm)	 <i>Acartia clausi</i> (80 μm)
 <i>Calanoida</i> (120-140 μm)	 Άγνωστα (100-140 μm)	 <i>Podon</i> spp. (160-190 μm)
 <i>Penilia avirostris</i> (240-280 μm)	 Άδειο αυγό Κλαδοκεραιωτού	

Εικ. 3: Εικόνες των κυριότερων αυγών διάπauσης που βρέθηκαν στα ιζήματα του Σαρωνικού κόλπου.

Οι συγκεντρώσεις των γεμάτων και άδειων αυγών για τους κυρίαρχους μορφότυπους που βρέθηκαν στους σταθμούς S1 και S16 του Εσωτερικού Σαρωνικού σε ιζήματα τομής 0-10 και 0-6 cm, παρουσιάζονται στους Πίνακες 1 και 2. Στο σταθμό S1 (Πίν. 1), τα άδεια αυγά των *Acartiidae* και *Centropagiidae* ήταν περισσότερα από τα αντίστοιχα γεμάτα, κι αυτό παρατηρήθηκε σε όλες τις περιόδους δειγματοληψίας. Τα γεμάτα αυγά των *Calanoida* βρέθηκαν κυρίως τους μήνες Δεκέμβριο και Ιούλιο, ενώ το Σεπτέμβριο μετρήθηκαν μόνο άδεια αυγά. Τα αυγά του *A. clausi* βρέθηκαν κυρίως τους μήνες Μάρτιο, Ιούλιο και Σεπτέμβριο και στην πλειοψηφία τους ήταν γεμάτα. Περισσότερα γεμάτα αυγά σημειώθηκαν και για το Κλαδοκεραιωτό *Penilia avirostris* (είδος που επικρατεί τους θερινούς μήνες), με τις μεγαλύτερες τιμές το Σεπτέμβριο. Για το Κλαδοκεραιωτό *Podon* spp., που επικρατεί στην στήλη του νερού κυρίως τους κρύους μήνες, τα άδεια αυγά ήταν περισσότερα το Δεκέμβριο και Μάρτιο, ενώ το Σεπτέμβριο βρέθηκαν περισσότερα γεμάτα αυγά. Σε όλες τις περιόδους δειγματοληψίας, τα γεμάτα αυγά του Κλαδοκεραιωτού *Evadne* spp. ήταν περισσότερα από τα αντίστοιχα άδεια. Τέλος, τα αυγά τα οποία δεν έχουν ταξινομηθεί (άγνωστα) παρουσίασαν διακύμανση στην παρουσία των άδειων και γεμάτων στις διαφορετικές περιόδους, ενώ χαρακτηριστικός είναι ο μεγάλος αριθμός άδειων αυγών (278618 αυγά m⁻²) του μορφότυπου 100 μm με άκανθες, που βρέθηκαν το Σεπτέμβριο.



Εικ. 4: Κατανομή της συγκέντρωσης των αυγών διάπαυσης ανά μονάδα επιφάνειας (αυγά m^{-2}) των κυριότερων ομάδων Κοπηπόδων και Κλαδοκεραιωτών σε τομή ιζήματος 0-6 cm στους σταθμούς S1 και S16 του Σαρωνικού κόλπου.

Στο σταθμό S16 (Πίνακας 2), τα άδεια αυγά των *Acartiidae* και *Centropagiidae*, όπως και στον προηγούμενο σταθμό, ήταν περισσότερα από τα αντίστοιχα γεμάτα, κι αυτό παρατηρήθηκε σε όλες τις περιόδους δειγματοληψίας. Τα γεμάτα αυγά των *Calanoida* ήταν περισσότερα το Δεκέμβριο, ενώ στους υπόλοιπους μήνες επικρατούσαν κυρίως τα άδεια αυγά. Τα αυγά του *Acartia clausi* βρέθηκαν σε όλες τις δειγματοληψίες και στην πλειοψηφία τους ήταν γεμάτα. Αξιοσημείωτη είναι η μεγάλη συγκέντρωση των γεμάτων αυγών του *A. clausi* το μήνα Ιούλιο. Περισσότερα γεμάτα αυγά σημειώθηκαν και για το Κλαδοκεραιωτό *Penilia avirostris* το Δεκέμβριο και Μάρτιο, ενώ στις υπόλοιπες δειγματοληψίες οι συγκεντρώσεις των γεμάτων και άδειων αυγών του είδους ήταν παρόμοια. Τα Κλαδοκεραιωτά *Podon spp.* και *Evadne spp.* παρουσίασαν μεγάλες συγκεντρώσεις άδειων αυγών κυρίως τον Ιούλιο και Σεπτέμβριο. Τέλος, τα άγνωστα αυγά παρουσίασαν διακύμανση στην παρουσία των άδειων και γεμάτων στις

διαφορετικές περιόδους, ενώ υψηλές συγκεντρώσεις παρουσίασε σε αυτόν τον σταθμό ο μορφότυπος 100 μm λείο τον Ιούλιο.

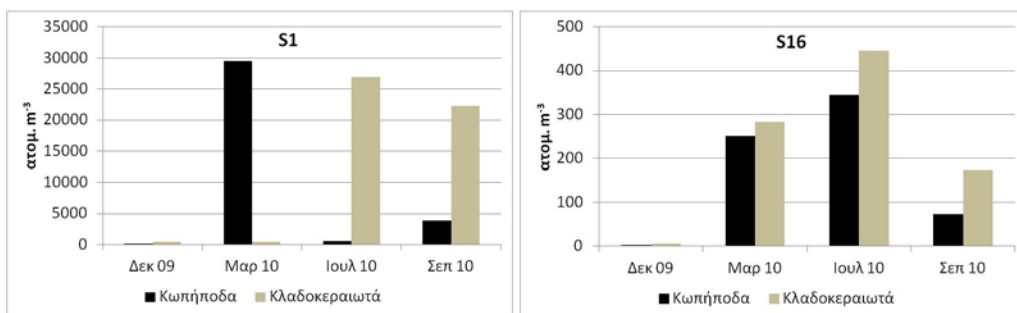
Η ολική αφθονία των Κωπηπόδων και των Κλαδοκεραιωτών που παράγουν αυγά διάπauσης, στην στήλη του νερού για τις ίδιες περιόδους των δειγματοληψιών (Εικ. 5), ήταν αρκετά μεγαλύτερη στο σταθμό S1 σε σύγκριση με το σταθμό S16, γεγονός που συμφωνεί με τις ευρισκόμενες συγκεντρώσεις των αυγών στους δύο σταθμούς. Η αφθονία των Κωπηπόδων και Κλαδοκεραιωτών ήταν χαμηλή και στους δύο σταθμούς το Δεκέμβριο. Στο σταθμό S1, τα Κωπήποδα που παράγουν αυγά διάπauσης επικρατούσαν το Μάρτιο, ενώ τα Κλαδοκεραιωτα επικρατούσαν τον Ιούλιο και Σεπτέμβριο. Στο σταθμό S16, οι αφθονίες των Κωπηπόδων και Κλαδοκεραιωτών ήταν παρόμοιες το Μάρτιο και Ιούλιο, ενώ το Σεπτέμβριο η αφθονία των Κλαδοκεραιωτών ήταν σχεδόν διπλάσια από εκείνη των Κωπηπόδων.

Πίνακας 1: Συγκεντρώσεις των γεμάτων και άδειων αυγών διάπauσης (αυγά m^{-2}) για τους κυρίαρχους μορφότυπους που βρέθηκαν στο σταθμό S1 του Σαρωνικού κόλπου σε ίζημα βάθους 0-10 και 0-6cm.

Διάμετρος Αυγού	Περιγραφή	Δεκέμβριος 2009		Μάρτιος 2010		Ιούλιος 2010		Σεπτέμβριος 2010	
		άδεια	γεμάτα	άδεια	γεμάτα	άδεια	γεμάτα	άδεια	γεμάτα
60-70 μm	με άκανθες	181250	6250	237500	3947	53289	329	28289	
80 μm	με άκανθες	147368	5592	774342	19079	189474	3289	1813487	76316
120-140 μm	με άκανθες		658				658	329	
80 μm	λείο			1974	17105	658	3289	13487	16776
160-190 μm	λείο	5592	4934	9868	9539	3618	2303	4276	10855
240-280 μm	λείο		2632	3289	8553	329	987	13158	16447
200-240 μm	λείο	658	3618	3947	4934		1645	3618	12500
100 μm	με άκανθες	40789	1316	23026	329	1974	329	278618	15789
220 μm	με άκανθες								
100 μm	λείο	1316						4934	15789
120 μm	λείο	329	1974	3289	9539	2961	2632	2632	2632
140 μm	λείο			1974	2303		987	329	658
		377303	26974	1059211	75329	252303	16447	2163158	167763

Πίνακας 2: Συγκεντρώσεις των γεμάτων και άδειων αυγών διάπauσης (αυγά m^{-2}) για τους κυρίαρχους μορφότυπους που βρέθηκαν στο σταθμό S16 του Σαρωνικού κόλπου σε ίζημα βάθους 0-10 και 0-6 cm.

Σταθμός S16	Διάμετρος Αυγού	Περιγραφή	Δεκέμβριος 2009		Μάρτιος 2010		Ιούλιος 2010		Σεπτέμβριος 2010	
			άδεια	γεμάτα	άδεια	γεμάτα	άδεια	γεμάτα	άδεια	γεμάτα
<i>Acartiidae</i>	60-70 μm	με άκανθες			329				658	
<i>Centropagidae</i>	80 μm	με άκανθες	8224		7895		6579	3289	4276	329
<i>Calanoida</i>	120-140 μm	με άκανθες	329	5263	6908	2303	16447	6579	15789	3947
<i>Acartia clausi</i>	80 μm	λείο	2632	18092	1645	22039	46053	276316	12171	45395
<i>Podon</i> spp.	160-190 μm	λείο	658	658	658	987	3289		4605	658
<i>Penilia avirostris</i>	240-280 μm	λείο	1645	5921	3289	5263	9868	9868	7566	7237
<i>Evadne</i> spp.	200-240 μm	λείο	329	329	329		13158		987	
Άγνωστα	100 μm	με άκανθες	658						987	
	220 μm	με άκανθες								329
	100 μm	λείο	3289	3618	6250	7237	16447	69079	9211	23355
	120 μm	λείο	2632	5592	5263	4605	29605		11842	5263
	140 μm	λείο	658	658	1974	329	6579		1974	987
Σύνολο			7237	9868	13487	12171	52632	69079	24013	29934



Εικ. 5: Ολική αφθονία Κωπήπόδων που παράγουν αυγά διάπαυσης και Κλαδοκεραιωτών στους σταθμούς S1 και S16 του Σαρωνικού κόλπου

Τα είδη των Κωπήπόδων και Κλαδοκεραιωτών που παράγουν αυγά διάπαυσης και επικρατούσαν στην στήλη του νερού στους δύο σταθμούς μελέτης για όλες τις εξεταζόμενες περιόδους φαίνονται στον Πίνακα 3. Τον Μάρτιο σημαντική ήταν η παρουσία του *Acartia clausi* στο σταθμό S1 (29412 ατομ. m⁻³), ενώ στον ίδιο σταθμό το Σεπτέμβριο κυριαρχούσαν το Κωπήποδο *Centropages typicus* (3834 ατομ. m⁻³) και το Κλαδοκεραιωτό *Penilia avirostris* (20654 ατομ. m⁻³). Το τελευταίο είδος ήταν κυρίαρχο και το μήνα Ιούλιο (23137 ατομ. m⁻³), μαζί με το *Evadne* spp. (3834 ατομ. m⁻³). Παρόμοια κατανομή παρουσίασαν τα είδη και στο σταθμό S16 με σημαντικά χαμηλότερες τιμές αφθονίας και με τη διαφορά ότι το *C. typicus* βρέθηκε περισσότερο άφθονο τον Ιούλιο.

Πίνακας 3. Αφθονίες των κυριότερων ειδών (ατομ. m⁻³) που παράγουν αυγά διάπαυσης στους σταθμούς S1 και S16 στο Σαρωνικό κόλπο.

Αφθονία	Δεκέμβριος 2009		Μάρτιος 2010		Ιούλιος 2010		Σεπτέμβριος 2010	
	S1	S16	S1	S16	S1	S16	S1	S16
Κοπήποδα								
<i>Acartia clausi</i>	9	2	29412	235	131	333		
<i>Centropages typicus</i>			147			6	3834	
<i>C. ponticus</i>					436			
<i>Temora stylifera</i>	4	2		16		6		73
Κλαδοκεραιωτά								
<i>Evadne</i> spp.	13	2	98	16	3834	100	1612	64
<i>Penilia avirostris</i>	4	5	392	267	23137	345	20654	111
<i>Podon</i> spp.	31							

4. Συζήτηση

Συγκρίνοντας την ολική μέση συγκέντρωση των αυγών (γεμάτα και άδεια) που βρέθηκαν στα ιζήματα και των δύο σταθμών μελέτης του Σαρωνικού κόλπου για όλες τις εποχές (S1: $1 \cdot 10^6$ αυγά m⁻² και S16: $2 \cdot 10^5$ αυγά m⁻²) με άλλα παράκτια εύκρατα περιβάλλοντα, φάνηκε πως ο σταθμός S1 παρουσίασε αρκετά υψηλή συγκέντρωση αυγών. Αντίθετα, η αντίστοιχη συγκέντρωση στον σταθμό S16 ήταν παρόμοια με εκείνη που έχει βρεθεί στη Βόρεια Καλιφόρνια ($\sim 1,2 \cdot 10^5$ αυγά m⁻² Marcus, 1995) και υψηλότερη από εκείνες που έχουν αναφερθεί στις παράκτιες περιοχές της Αδριατικής και του Ιονίου ($20-1120 \cdot 10^3$ αυγά m⁻² Belmonte *et al.*, 1995; Rubino *et al.*, 2000) καθώς επίσης και του Θερμαϊκού κόλπου ($980-16000$ αυγά m⁻² Siokou-Frangou *et al.*, 2005).

Γενικά, η συγκέντρωση των αυγών διάπαυσης σε μονάδες επιφάνειας μειώνεται σε σχέση με την απόσταση από την ακτή και το βάθος της περιοχής (Marcus, 1995; Rubino *et al.*, 2000). Αυτό βρέθηκε και στην παρούσα μελέτη, όπου ο σταθμός S16 λόγω του μεγαλύτερου βάθους του παρουσίασε λιγότερα αυγά διάπαυσης από τον ρηχότερο σταθμό S1. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την παρουσία των αυγών διάπαυσης στο ίζημα είναι και η σύσταση του. Έχει βρεθεί ότι ιζήματα με μεγαλύτερο ποσοστό λάσπης (>90%) φέρουν μεγαλύτερη συγκέντρωση αυγών διάπαυσης (Marcus, 1996). Το γεγονός αυτό έρχεται σε συμφωνία με την παρούσα μελέτη όπου σύμφωνα με τη βιβλιογραφία ο σταθμός S1 χαρακτηρίζεται από ίζημα με ποσοστό λάσπης >90% σε σύγκριση με το σταθμό S16 όπου το αντίστοιχο ποσοστό είναι αρκετά χαμηλό (~10%) (Συμπουρα και συν. 2004). Επίσης, η κατακόρυφη κατανομή των αυγών στο ίζημα έχει ερευνηθεί και σε άλλες μελέτες (Marcus *et al.*, 1994; Viitasalo and Katajiiisto, 1994; Belmonte *et al.*, 1995). Οι μελέτες αυτές έχουν δείξει ότι η κατακόρυφη κατανομή των αυγών διάπαυσης στο ίζημα εξαρτάται κυρίως από τη δομή του ιζήματος (καλά στρωματοποιημένο ή αναμειγμένο), ενώ η επιφάνεια των ιζημάτων συχνά επηρεάζεται από βιοτικούς (βενθικοί οργανισμοί) και/ή αβιοτικούς παράγοντες (τύρβωση και επαναιώρηση) (Giangrande *et al.*, 2002).

Εκτός από τα πρώτα εκατοστά του ιζήματος που επηρεάζονται από τους παραπάνω παράγοντες τα βαθύτερα στρώματα του ιζήματος (>6 cm) φιλοξενούν γενικά λιγότερα αυγά διάπαυσης (Marcus *et al.*, 1994; Hairston *et al.*, 1995). Η οριζόντια και κατακόρυφη κατανομή των αυγών διάπαυσης όπως βρέθηκε στην παρούσα εργασία φαίνεται να συμφωνεί με τα αποτελέσματα των προηγούμενων μελετών.

Στο σταθμό S1 σημειώθηκε αύξηση των άδειων αυγών το Μάρτιο και κυρίως το Σεπτέμβριο και σε συνδυασμό με τις υψηλές αφθονίες των Κωπηπόδων και Κλαδοκεραιωτών που παρατηρήθηκαν στους αντίστοιχους μήνες, η αύξηση αυτή των άδειων αυγών θα πρέπει να οφείλεται κυρίως στην εκκόλαψη τους και στον εμπλουτισμό της στήλης του νερού. Στο σταθμό S16 οι αναλογίες των γεμάτων και άδειων αυγών που βρέθηκαν στο σταθμό S16 ήταν παρόμοια σε όλες τις περιόδους και η κατανομή τους ακολουθεί εκείνη της αφθονίας των Κωπηπόδων και Κλαδοκεραιωτών στην στήλη του νερού. Εντούτοις, πολλοί από τους μορφότυπους των αυγών που βρέθηκαν στο ιζήμα δεν συμβαδίζουν με τα κυρίαρχα είδη που καταγράφηκαν στην στήλη του νερού. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο αριθμός των πλαγκτονικών οργανισμών είναι στιγμιότυπα (snap-shots) στο χρόνο και οι αφθονίες τους μεταβάλλονται σημαντικά ακόμα και κατά τη διάρκεια μίας ημέρας. Αντίθετα, τα αυγά στο ιζήμα αντιπροσωπεύουν μία πιο ολοκληρωμένη εικόνα της ετήσιας παραγωγής των αυγών (Siokou-Frangou *et al.*, 2005).

5. Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Belmonte G., P. Castello, MR. Piccinni, S. Quarta, F. Rubino, F. Boero & S. Geraci, 1995. Resting stages in marine sediments off the Italian coasts. In A. Eleftheriou, A. D. Ansell & C. J. Smith (Eds) *Biology and Ecology of shallow coastal waters*. Olsen and Olsen, Fredenborg: 53-58.
- Giangrande, A., Montresor, M., Cavallo, A. & Licciano, M., 2002. Influence of *Nainerislaevigata* (Polychaeta:Orbiniidae) on vertical grain size distribution, and dinoflagellate resting stages in the sediment, *Journal of Sea Research* 47: 97-108.
- Hairston Jr., N.G., Van Brunt, R.A., Kearns, C.M. & Engstrom, D.R., 1995. Age and survivorship of diapausing eggs in a sediment bank, *Ecology* 76 (6): 1706-1711.
- Lindley, J.A., 1992. Resistant eggs of Centropagoidea (Copepoda: Calanoida): a possible preadaptation to colonization of inland waters, *Journal of Crustacean Biology* 12: 368-371.
- Marcus N., 1996. Ecological and evolutionary significance of resting eggs in marine copepods: past, present and future studies, *Hydrobiologia* 320: 141-152.
- Marcus, N.H., 1995. Seasonal study of planktonic copepods and their benthic resting eggs in northern California coastal waters, *Marine Biology* 123: 459-465.
- Marcus, N.H., Lutz, R., Burnets, W. & Cable, P., 1994. Age, viability and vertical distribution of zooplankton resting eggs from an anoxic basin: evidence of an egg bank, *Limnology and Oceanography* 39: 154-158.
- Mauchline, J., 1998. The biology of calanoid copepods, *Advances in Marine Biology* 33: 710.
- Rubino F., G. Belmonte, AM. Miglietta, S. Geraci & F. Boero, 2000. Resting stages of plankton in recent North Adriatic Sediments. *P.S.Z.N, Marine Ecology*, 21: 263-286.
- Siokou-Frangou, S. Zervoudaki, V. Kambouroglou & G. Belmonte, 2005. Distribution of mesozooplankton resting eggs in seabottom sediments of Thermaikos gulf (NW Aegean Sea, Greece) and possible effects of sediment resuspension. *Continental Shelf Research* 25: 2597-2608.
- Συμπούρα Ν., Γ. Αρβανιτάκης, Α. Ζενέτου & Μ.Α. Ρανκούτσι-Παπαδοπούλου (2004). Μακροζωοβένθος: Δομή και Σύνθεση Βιοκοινωνιών. Στην Τελική Έκθεση του Προγ. «Παρακολούθηση οικοσυστήματος του Σαρωνικού Κόλπου υπο την επίδραση της εκβολής των λυμάτων της Ψυττάλειας 2000-2004» ΕΛΚΕΘΕ.
- Vitaisalo, M. & Katajisto, T., 1994. Mesozooplankton resting eggs in the Baltic Sea: identification and vertical distribution in laminated and mixed sediments, *Marine Biology* 120: 455-465.