

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ  
ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ



# 6<sup>ο</sup> ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ

ΥΠΟ ΤΗΝ ΑΙΓΙΔΑ ΤΟΥ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ  
ΚΑΙ ΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΤΟΥ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ

## ΠΡΑΚΤΙΚΑ

### ΤΟΜΟΣ Ι

- ΦΥΣΙΚΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ
- ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΩΓΡΑΦΙΑ
- ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

ARISTOTLE UNIVERSITY OF THESSALONIKI  
FACULTY OF SCIENCE  
SCHOOL OF GEOLOGY  
DEPARTMENT OF PHYSICAL AND ENVIRONMENTAL GEOGRAPHY

UNDER THE AEGIS OF THE  
MINISTRY OF CULTURE  
AND THE SUPPORT OF THE  
MINISTRY OF EDUCATION AND RELIGIOUS AFFAIRS



6<sup>th</sup> PAN-HELLENIC GEOGRAPHICAL  
CONFERENCE  
OF THE HELLENIC GEOGRAPHICAL  
SOCIETY



**PROCEEDINGS**  
VOLUME I

- PHYSICAL GEOGRAPHY
- HUMAN GEOGRAPHY
- GEOGRAPHICAL EDUCATION

THESSALONIKI, 3 – 6 OCTOBER 2002

Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΑΛΑΙΟΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΒΕΝΘΟΝΙΚΑ ΤΡΗΜΑΤΟΦΟΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΑΛΑΙΟΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ<sup>1</sup>.

ΔΗΜΙΖΑ<sup>2</sup>, Μ., ΝΤΡΙΝΙΑ, Χ., ΑΝΤΩΝΑΡΑΚΟΥ, Α., ΤΣΑΠΑΡΑΣ, Ν., ΔΕΡΜΙΤΖΑΚΗΣ, Μ.

#### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η στατιστική παλαιοοικολογική επεξεργασία των Βενθονικών Τρηματοφόρων στα ανωπλειοκαινικά ιζήματα της τομής Τσούτσουρας, στην νότια περιοχή της Κεντρικής Κρήτης κατέδειξε την ύπαρξη τριών κύριων συναθροίσεων με βάση την επίδραση της οξυγόνωσης των υδάτων και της αλμυρότητας.

Οι συναθροίσεις *A. beccarii* - Miliolids και *A. planorbis* - Συμφυρματοπαγή αντιπροσωπεύουν σταθερές περιβαλλοντικές συνθήκες με καλές επικοινωνίες στον πυθμένα, ενώ αντίθετα η συνάθροιση *V. bradyana* - *C. carinata* χαρακτηρίζει συνθήκες περιβαλλοντικού stress με μείωση του οξυγόνου και αυξημένη παραγωγικότητα του πυθμένα.

#### ABSTRACT

Benthic foraminifera widespread occurrence, numerical abundance and high fossilization potential rank them among the most powerful biological tools to reconstruct paleoenvironments. Their diversity and composition by suborder sometimes provide a general indication of the past environment, but the benthic taxonomic composition and recognition of faunal assemblages allow more detailed assessments of water depth, intertidal level, salinity, exposure to water turbulence, bottom oxygen concentrations, water temperature and carbon flux.

The distribution of benthic foraminifera group is determined, and an analysis of the data is made in an effort to isolate and identify important relationships between the distribution of organisms studied and the parameters of the physical environment.

Benthic Foraminifera of the Upper Pliocene Tsoutsouras section (southern Crete) are analysed in order to investigate their relationship with paleodepth, sediment grain size and climatic changes. This paper encompasses the first detailed quantitative paleoenvironmental analysis based on benthic foraminifera from this area.

Q-mode analysis revealed the existence of three associations. *A. beccarii*-Miliolids association corresponds to a rather shallow marine environment with vegetation in the neighbourhood. *A. planorbis*-Agglutinants is characterized by a decline in the salinity and the existence of moderate environmental stress which is associated by oxygen depletion and increase of primary productivity. In the upper part of the section *V. bradyana* - *C. carinata* association represents the establishment of a restricted environment with abundant nutrient, where organic matter accumulates and infaunal opportunistic species capable of surviving in stressed conditions dominate.

**ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ:** Βενθονικά Τρηματοφόρα, στατιστική ανάλυση, τομή Τσούτσουρας, Αν. Πλειόκαινο.

**KEY-WORDS:** Benthic Foraminifera, statistical analysis, Tsoutsouras section, Late Pliocene.

#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Τσούτσουρας βρίσκεται στη νοτιοανατολική περιοχή του Ηρακλείου. Στη θέση αυτή εμφανίζονται τρεις λιθοστρωματογραφικοί σχηματισμοί του Νεογενούς: ο σχηματισμός Τεφέλι ηλικίας Κατ. Τορτονίου (Sissingh, 1972; Zachariasse, 1975), σχηματισμός Παράθαμνα ηλικίας Αν. Τορτονίου-Πλειοκαίνου (Zachariasse, 1975) και ο σχηματισμός Τσούτσουρα, ηλικίας Αν. Πλειοκαίνου (Zachariasse, 1975, Georgiades-Dikeoulia & Marcopoulou-Diacantoni, 1979; Markopoulou-Diacantoni & Wuest, 1999), ο οποίος εμφανίζεται κατά μήκος μίας στενής λωρίδας των νότιων

1: APPLICATION OF PALEOECOLOGICAL STATISTICAL METHODS BASED ON BENTHIC FORAMINIFERA FOR THE DETERMINATION OF THE PALEOENVIRONMENTAL CHANGES.

2: Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Ιστ. Γεωλογίας-Παλαιοντολογίας, Πανεπιστημιόπολη, 157 84 Αθήνα.

ακτιών της περιοχής και συνίσταται από μια σειρά, πλούσιων σε απολιθώματα, αμμωδών μαργών, άμμων και κροκαλοπαγών στρωμάτων.

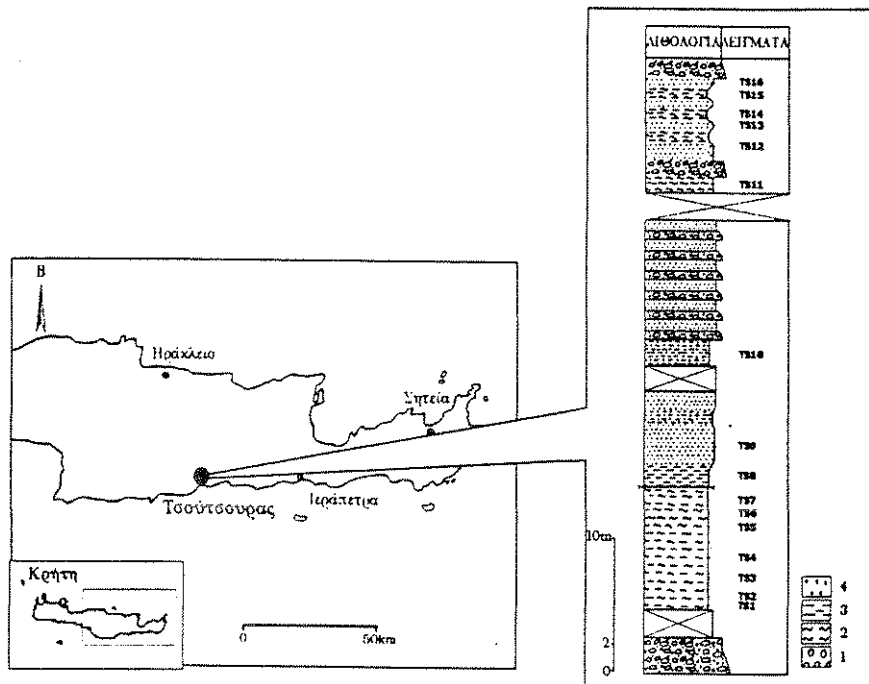
Κύριο στόχο της μελέτης αυτής αποτελεί η οικοστρωματογραφική και παλαιοοικολογική ερμηνεία των ιζημάτων αυτών με βάση μικροπαλαιοντολογικά ποσοτικά δεδομένα. Οι παλαιοοικολογικές στατιστικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται, ασχολούνται με την περιγραφή κύριων χαρακτηριστικών ενός πληθυσμού, χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες που περιέχονται στο δείγμα παρατήρησης. Η συλλογή, οργάνωση, ανάλυση και ερμηνεία των χαρακτηριστικών αυτών αποσκοπεί στη διερεύνηση των περιβαλλοντικών συνθηκών των εκάστοτε οικοσυστημάτων.

#### ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΕΩΣ

Οι παλαιοοικολογικές παρατηρήσεις στην τομή Τσούτσουρας, βασίστηκαν στις συγκεντρώσεις των βενθονικών Τρηματοφόρων, που συλλέχθηκαν από δέκα έξι θέσεις δειγματοληψίας της τομής. Οι θέσεις των δειγμάτων σημειώνονται στην αντίστοιχη λιθοστρωματογραφική στήλη (Εικ. 1).

Το υλικό μελετήθηκε σε μικροσκοπία Leitz, αφού υπέστη κατεργασία με Perydrol, πλύση με χρήση κοσκίνων 63μ και 125μ και διαχωρισμό με τη βοήθεια ενός Otto microsplitter. Για την ποιοτική και ποσοτική ανάλυση των βενθονικών Τρηματοφόρων οι μετρήσεις έγιναν μετά τον διαχωρισμό του υλικού, σε ποσότητες τέτοιες ώστε να περιέχουν τουλάχιστον 200 άτομα. Μετρήσεις ατόμων έγιναν τόσο στα βενθονικά όσο και στα πελαγικά άτομα.

Στη συνέχεια ακολούθησε προσδιορισμός και συστηματική ταξινόμηση των πλαγκτονικών Τρηματοφόρων για τη βιοστρωματογραφική μελέτη και των βενθονικών Τρηματοφόρων για την παλαιοοικολογική ποιοτική και ποσοτική ανάλυση. Σημειώνεται ότι στα δείγματα TS6 και TS9 δεν πραγματοποιήθηκε ποσοτική ανάλυση, λόγω του μικρού ποσοστού εμφανίσεως των βενθονικών Τρηματοφόρων και τη κακή διατήρηση που τα κατέστησε μη προσδιορίσιμα. Συγκεκριμένα η ποσοτική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με την εφαρμογή των ακόλουθων στατιστικών μεθόδων:



Εικ. 1. Λιθοστρωματογραφική στήλη της τομής Τσούτσουρας όπου 1. κροκαλοπαγή, 2. μάργα, 3. άργιλος, 4. ψαμμίτης.

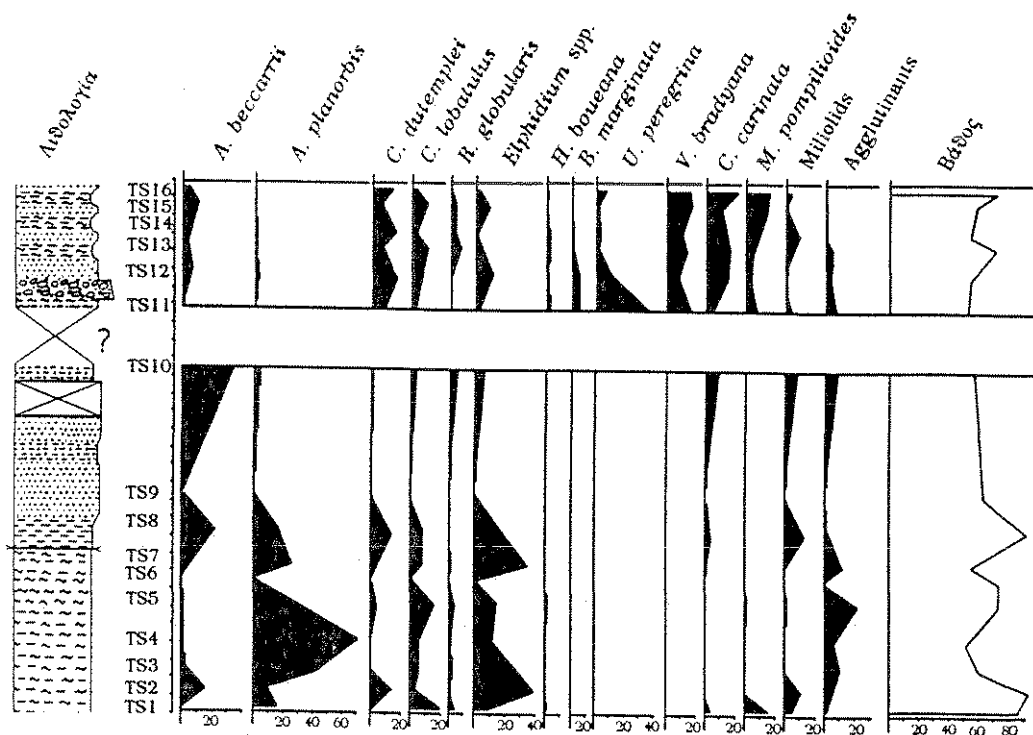
#### Αναλογία πλαγκτονικών-βενθονικών Τρηματοφόρων

Γενικά, η αναλογία πλαγκτονικών-βενθονικών Τρηματοφόρων έχει συσχετιστεί με τρεις περιβαλλοντικούς παράγοντες: το βάθος, την παροχή οργανικού υλικού καθώς και την επιλεκτική διάλυση των ανθρακικών (Grimsdale & van Morkhoven, 1955, Lutze, 1980, Zachariasse, 1978). Επιπλέον, η γενική σχέση μεταξύ του βάθους και της θαλάσσιας παραγωγικότητας η οποία εκφράζεται με τον τύπο:  $\%P = P / (P + B) \times 100$  (όπου

Agglutinants	<i>Gavelinopsis praegeri</i> (HER.-AL. & EAR.)
<i>Ammonia beccarii</i> (LINNAEUS)	<i>Glandulina laevigata</i> D' ORBIGNY
<i>Ammonia tepida</i> (CUSHMAN)	<i>Globobulimina pyrula</i> (D' ORBIGNY)
<i>Asterigerinata planorbis</i> (D' ORBIGNY)	<i>Guttulina communis</i> (D' ORBIGNY)
<i>Bolivina alata</i> SEGUENZA	<i>Gyroidinoides soldanii</i> (D' ORBIGNY)
<i>Bolivina catanensis</i> SEGUENZA	<i>Hanzawaia boueana</i> (D' ORBIGNY)
<i>Bolivina pseudoplicata</i> HER.-AL. & EAR.	<i>Lenticulina orbicularis</i> (D' ORBIGNY)
<i>Bolivina spathulata</i> WILLIAMSON	Miliolids
<i>Bolivina</i> spp.	<i>Melonis pompilioides</i> (FICHTEL & MOLL)
<i>Bulimina aculeata</i> D' ORBIGNY	<i>Neoconorbina</i> spp.
<i>Bulimina costata</i> D' ORBIGNY	<i>Nodosaria scalaris</i> (BATSCH)
<i>Bulimina elongata</i> D' ORBIGNY	<i>Nodasaria</i> spp.
<i>Bulimina marginata</i> D' ORBIGNY	<i>Nonion boueanum</i> (D' ORBIGNY)
<i>Bulimina</i> spp.	<i>Nonion depressulum</i> (WALKER & JACOB)
<i>Cancris auriculus</i> (FICHTEL & MOLL)	<i>Nonionella atlantica</i> CUSHMAN
<i>Cassidulina carinata</i> SILVESTRI	<i>Oolina laevigata</i> D' ORBIGNY
<i>Cibicides dutemplei</i> (D' ORBIGNY)	<i>Oridorsalis umbonatus</i> (RESS)
<i>Cibicides lobatulus</i> (WALKER & JACOB)	<i>Planorbulina mediterranensis</i> D' ORBIGNY
<i>Cibicides refulgens</i> MONTFORT	<i>Planulina ariminensis</i> D' ORBIGNY
<i>Discorbis pattelliformis</i> V. BELLEN	<i>Pullenia bulloides</i> (D' ORBIGNY)
<i>Discorbis</i> spp.	<i>Reusella spinulosa</i> (REUSS)
<i>Elphidium aculeatum</i> (D' ORBIGNY)	<i>Rosalina globularis</i> D' ORBIGNY
<i>Elphidium advenum</i> (CUSHMAN)	<i>Siphonina reticulata</i> (CZJZEK)
<i>Elphidium crispum</i> (LINNAEUS)	<i>Trifarina carinata</i> (CZJZEK)
<i>Elphidium fichtellianum</i> (D' ORBIGNY)	<i>Uvigerina mediterranensis</i> D' ORBIGNY
<i>Elphidium macellum</i> (FICHTEL & MOLL)	<i>Uvigerina peregrina</i> (CUSHMAN)
<i>Elphidium</i> spp.	<i>Valvulineria bradyana</i> FORMASINI
<i>Fursenkoina acuta</i> (D' ORBIGNY)	<i>Virgulina schreiberiana</i> CZJZEK

Πίνακας 1

Τα δεδομένα από τις καμπύλες σχετικής αφθονίας των ειδών (Εικ. 2) δείχνουν ότι μια μεταβολή στη σύσταση της βενθονικής πανίδας έλαβε χώρα με τον χρόνο η οποία επιβεβαιώνεται με τα αποτελέσματα της ανάλυσης Q-mode.



Εικ. 2. Διαγράμματα συχνότητας των κυριότερων ειδών της τομής Τσοΰττισουρας, καθώς και διάγραμμα μεταβολής του βάθους.

με τους Kaminski et al. (1995) υποδεικνύουν την ύπαρξη ενδιάμεσων οξυγονωμένων συνθηκών, ενώ σε συνδυασμό με την απουσία των Miliolids εκφράζουν μείωση της αλμυρότητας. Το αυξημένο ποσοστό των ειδών του γένους *Elphidium* υποδεικνύει ένα περιβάλλον σχετικά χαμηλής αλμυρότητας όπου επικρατεί η ταχεία ιζηματογένεση (Murray, 1973; Boltovskoy & Wright, 1976).

Μια σημαντική αλλαγή όσον αφορά στις περιβαλλοντικές συνθήκες παρατηρείται στη Συνάθροιση *Valvulineria bradyana* - *Cassidulina carinata*. Η συνάθροιση αυτή χαρακτηρίζεται κυρίως από το υψηλό ποσοστό του είδους *V. bradyana* το οποίο αποτελεί χαρακτηριστικό είδος που αντέχει στο περιβαλλοντικό stress συνηθέστερο σε αβαθή ύδατα (Rupp, 1986). Επιπλέον, το χαμηλό ποσοστό των επιφυτικών ειδών υποδεικνύει διατάραξη της υποθαλάσσιας βλάστησης ενώ η έντονη παρουσία ειδών όπως η *C. carinata* φανερώνει συνθήκες χαμηλής οξυγονώσεως. Το γεγονός αυτό σχετίζεται κάλλιστα με μεγάλη παραγωγικότητα του πυθμένα, η οποία επισημαίνεται και από την πληθώρα των πλαγκτονικών Τρηματοφόρων και το σχετικά υψηλό λόγο P/B.

Ωστόσο η σχετική αφθονία που παρουσιάζουν κάποια είδη που δεν ανέχονται συνθήκες περιβαλλοντικού stress όπως τα *C. dutemplei* και *Hanzawaia boueana* πιθανόν να οφείλεται στην προσφορά και απόθεση αδρομερέστερου υλικού. Έτσι η φύση του υποβάθρου φαίνεται να ανταγωνίζεται το περιβαλλοντικό stress στην ανάπτυξη της βενθονικής πανίδας. Επιπλέον, η συνάθροιση αυτή χαρακτηρίζεται από υψηλό ποσοστό μεταφερμένων αβαθών Τρηματοφόρων (*C. lobatulus*), γεγονός που υποδεικνύει την ύπαρξη χαμηλής πυκνότητας τουρβιδιτικών ρευμάτων.

#### Βάθος απόθεσης - Ποικιλότητα

Οι τιμές της αναλογίας πλαγκτονικών προς βενθονικά τρηματοφόρα κυμαίνονται μεταξύ 0,1-0,3, γεγονός που υποδηλώνει ότι η ιζηματογένεση έλαβε χώρα σε ένα ιδιαίτερα ρηχό περιβάλλον (55-65 μ.) χαρακτηριστικό της μέσης νηριτικής ζώνης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το σχετικά αυξημένο ποσοστό των πλαγκτονικών Τρηματοφόρων στα δείγματα TS1, TS2, TS8, TS13 και TS16 μπορεί να οφείλεται σε μια αύξηση της παροχής οργανικού υλικού (Zachariasse et al., 1990; Zijderveld et al., 1991) ή σε μια έλλειψη εισροής χερσογενούς κλαστικού υλικού.

Ο υπολογιζόμενος δείκτης ποικιλότητας H(S) (Πίνακας 2) παραμένει σχετικά σταθερός με μικρής κλίμακας διακυμάνσεις, που υποδεικνύουν ένα σχετικά σταθερό θαλάσσιο περιβάλλον. Εξαιρέση αποτελεί το δείγμα TS4, όπου η χαμηλή του τιμή (<2) σε συνδυασμό με την χαμηλή τιμή που παρουσιάζει ο δείκτης Fischer-a (<5), υποδηλώνει ένα υφάλμυρο περιθωριακό περιβάλλον, με υψηλή επικράτηση του είδους *G. praegeri*, ενώ με χαμηλότερο ποσοστό υπάρχουν είδη του γένους *Elphidium*, Συμφυρματοπαγή καθώς και η *A. planorbis*. Σύμφωνα με τους Murray (1973) και Boltovskoy & Wright (1976) αυτά θεωρούνται ως τα σημαντικότερα μέλη της ζωντανής πανίδας των υφάλμυρων λιμνοθαλασσών, όπου ζουν προσκολλημένα στη θαλάσσια χλωρίδα, ενώ ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό τους είναι ότι συνήθως δείχνουν προτίμηση σε περιοχές με κινούμενα ύδατα και ταχεία ιζηματογένεση.

	TS1	TS2	TS3	TS4	TS5	TS7	TS8	TS10	TS11	TS12	TS13	TS14	TS15	TS16
<b>Τακα</b>	29	15	18	18	17	10	14	21	20	29	24	19	27	22
<b>Ατομα</b>	174	93	111	180	72	73	58	118	180	181	147	108	182	187
<b>Επικράτηση</b>	0,10	0,19	0,23	0,49	0,14	0,21	0,12	0,15	0,16	0,08	0,09	0,09	0,09	0,12
<b>H(S)</b>	2,69	2,07	2,05	1,34	2,33	1,87	2,32	2,48	2,28	2,82	2,70	2,57	2,66	2,43
<b>Fischer-a</b>	9,94	5,06	6,09	4,98	7,02	3,13	5,86	7,43	5,76	9,75	8,14	6,68	8,77	6,48

Πίνακας 2

#### **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Η στατιστική παλαιοοικολογική επεξεργασία των Βενθονικών Τρηματοφόρων σε ιζήματα του Αν. Πλειοκαίνου από την περιοχή του Τσούτσουρα της νότιας περιοχής στην Κεντρική Κρήτη κατέδειξε ότι η διάταξη των βενθονικών κοινοτήτων, στην εξεταζόμενη περιοχή, αντικατοπτρίζει διακυμάνσεις της αλμυρότητας, όσο και αυξομειώσεις του οξυγόνου και μεταβολές της πρωτογενούς αλμυρότητας. Πιο συγκεκριμένα:

- [13]Lutze, G. F. (1980) -Depth distribution of benthic foraminifera on the continental margin of NW Africa. *Meteor. Forsch. Ergebn.*, C. 32:31-80, Stuttgart.
- [14]Marcopoulou-Diacantoni, A. & Wuest, J. (1999) -Les bryozoaires du Pliocene superieur de Crete (Formation de Tsoutsouros, Province de Monofatsiou, SA d' Heraklion). *Revue Paleobiol.*, vol. 18(2):547-576, Genenve.
- [15]Margalef, R. (1968) -Perspectives in Ecological Theory, Univ. of Chicago Press, ps 111, Chicago.
- [16]Morkhoven, van F. P. C. M., Berggren, W. A., Edwards, A. S. (1986) -Cenozoic cosmopolitan deep-water benthic Foraminifera. *Centres de Recherches-Exploration Production Elf Aquitaine*, 11:423.
- [17]Murray, J. W. (1963) -Ecological experiments on Foraminiferida. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, vol. 43:631-642.
- [18]Murray, J. W. (1973) -Distribution and ecology of living benthic foraminifera. Crane, Russak & Co., ps 274, New York.
- [19]Murray, J. W. (1991) -Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera. Longman, Harlow, Essex, ps 397.
- [20]Phleger, F. B. (1964) -Foraminifera ecology and marine geology. *Mar. Geol.*, vol 1:16-43, Elsevier.
- [21]Phleger, F.B. & A. Soutar, 1973. Production of benthic foraminifera, northwest Gulf of Mexico. Part II, Foraminifera species. *Geological Society of America Memoir*, 46, 1-64.
- [22]Rio, D., Sprovieri, R., Stefano, E. di & Raffi, I. (1984) -*Globorotalia truncatulinoides* (d' Orbigny) in the Mediterranean upper Pliocene geologic record. *Micropal.*, vol. 30(2):121-137.
- [23]Rupp C. (1986) -Palaeoecologie der Foraminiferen in der Sandschalerzone (Badenien, Miozan) des Wiener Beckens. *Beitr. Palaont. Osterr.*, vol. 12:1-180, taf. 41, Wien.
- [24]Sissingh, W. (1972) -Late Cenozoic ostracoda of the south Aegean island arc. *Utrecht Micropaleontological Bull.*, vol. 6, ps 187.
- [25]Spaak, P. (1983) -Accuracy in correlation and ecological aspects of the planktonic foraminiferal zonation of the Mediterranean Pliocene. *Utr. Micropal. Bull.*, vol. 28:1-160.
- [26]Zachariasse, W. J. (1975) -Planktonic foraminiferal biostatigraphy of the Late Neogene of Crete (Greece). *Utrecht Micropaleontol. Bull.*, vol. 11:143.
- [27]Zachariasse, W. J. (1978) -Planktonic foraminifera. *Utr. Micr. Bull.*, vol 17:177-240, Utrecht.
- [28]Zachariasse, W.J., Gudjonsson, L., Hilgen, F.J., Langereis, C.G., Lourens, L.J., Verhallen, P.J.J.M. & Zilderneld, J.D.A. (1990). Late Gauss to early Matuyama invasions of *Neoglobobadrina atlantica* in the Mediterranean and associated record of climatic change. *Paleoceanography*, vol. 5: 239-252.
- [29]Zwaan, G. J. van der, Jorissen, F. J. & Stigter, H. C. de (1990) -The depth dependancy of planktonic / benthic foraminiferal ratios : Constraints and applications. *Marine Geology*, vol. 95:1-16, Elsevier.
- [30]Zijdereld, J.D.A., Langereis, C.G., Hilgen, F.J., Verhallen, D.J.J.M. & Zachariasse, W.J. (1991). Integrated magnetostratigraphy and biostratigraphy of the upper Pliocene - lower Pleistocene from the Monte Singa and Crotona areas in southern Calabria (Italy). *Earth Planet. Sci. Lett.*, vol 107 :697-714.