

**ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ ΤΗΣ ΓΙΑΛΟΒΑΣ
(ΝΔ/ΚΗ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ)¹**

ΜΠΟΥΖΟΣ Δ.², ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΟΣ Ν.³ & ΑΒΡΑΜΙΔΗΣ Π.⁴

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας είναι ένα εντελώς αβαθές παράκτιο οικοσύστημα στο κόλπο του Ναυαρίνου. Οι κοκκομετρικοί χαρακτήρες των ιζημάτων του πυθμένα είναι: $Md=2,2\emptyset-7,4\emptyset$, $Mz=2,15\emptyset-7,48\emptyset$, $\sigma_I=3,05-5,16$, $S_{KI}=0,47-(-0,34)$, $K_G=0,81-2,56$. Το $CaCO_3$ είναι 20,54%-55,96% και ο οργανικός άνθρακας 1,45%-5,9% και είναι και τα δύο κυρίως κλαστικής προέλευσης. Ο πολύ φτωχός βαθμός ταξινόμησης δείχνει αποθέσεις πλημμυρών και επειδή παραμένει σταθερός για ένα ευρύ φάσμα τιμών του αριθμητικού μέσου δηλώνει επίσης και ένα περιβάλλον ήσυχων υδάτων. Το υδραυλικό καθεστώς του πυθμένα χαρακτηρίζεται από μία ζώνη απόθεσης, μία ζώνη διάβρωσης και μια ζώνη που τείνει να κινηθεί είτε σε κατεύθυνση διάβρωσης είτε σε απόθεση.

ABSTRACT

The Gialova lagoon is located in the southwestern end of Peloponnese and it's a very shallow coastal marine ecosystem in the Navarino bay. Human activities as the large scale reclamation and the diversion of the Xerolagados river during the mid-1950s, have caused environmental impacts on the ecosystem. The purpose of this study is to understand the spatial pattern of sediment accumulation, which is an important factor for restoration of the Gialova ecosystem. Surface sediments from the sea floor were taken on a grid of 27 stations all over the lagoon. Based on grain-size analyses of the samples, most of the lagoon area is covered by sandy mud sediments.

The relatively coarse-grained sediments (sand > 40%) are of limited distribution and occupy narrow belts near the marshes, along the barrier island and near the old Xerolagados river mouth. The statistical grain-size parameters, median (Md), graphic mean size (Mz), inclusive graphic standard deviation (σ_I), inclusive graphic skewness (S_{ki}) and graphic kurtosis (K_G) were calculated for all samples. The Md varies between 2,2 \emptyset and 7,4 \emptyset and the average Md is 5,55 \emptyset . The Mz varies considerably and ranges among 2 \emptyset -3 \emptyset in the fine sand, 4 \emptyset -5 \emptyset in the coarse silt, 5 \emptyset -6 \emptyset in the medium silt, and 6 \emptyset -7 \emptyset in the fine silt class.

The majority of the samples in the study area are extremely poorly sorted. The sediments that occur in the vicinity of the inlet, in the lagoon center and in a small area behind the eastern end of the barrier island are very poorly sorted. The skewness values of the lagoonal bottom sediments vary considerably. 50% of the samples have near-symmetrical nature, 30% are fine-skewed, 4% are strongly fine-skewed and 8% are strongly coarse-skewed. The spatial distribution of the skewness values exhibits three zones. The first zone is a narrow strip along the barrier island corresponding to positively and very positively skewed values. The second zone is a narrow strip also, parallel to the previous zone, showing negatively and very negatively skewed values. The third zone occupies the rest portion of the lagoonal bottom showing near-symmetrical values (central land and northern part of the lagoon). The Kurtosis values show wide fluctuation and vary from platykurtic to very leptokurtic. However, only in the northern part of the lagoonal bottom the sediments are mesokurtic. The calcium carbonate content was found to vary between 20,54% and 55,96% by weight (on the average 38,48%). The content of organic carbon averages 3,4% (1,45% - 5,9%) and increases slightly to the eastern part of the lagoon.

1: SEDIMENTOLOGICAL OBSERVATIONS IN THE LAGOON OF GIALOVA (SW PELOPONNESE)

2: Υποψήφιος διδάκτορας Πανεπιστημίου Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας, 26105 Ρίο Πάτρα

3: Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας, 26105 Ρίο Πάτρα

4: Μεταδιδακτορικός Ερευνητής, Παν/μιο Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας, 26105 Ρίο Πάτρα

The sorting is relatively constant over much wider range of mean grain sizes as shown by a scatter plot diagram of M_z versus σ_1 . This evidence suggests a calm condition "quiet water" environment for the bottom of the lagoon. In the northern part of the lagoon, the normal curves indicate a single-source area which is the Xerolagados river drainage system. However, the extremely poorly sorted values of the lagoonal bottom sediments implies that during floods the river suspension was brought into the lagoon and laid down without further sorting. The amount of $CaCO_3$ and organic-C did not show any relationship with the grain size, the amount of the clay fraction and any specific morphological area of the lagoon. There isn't any relationship between the percentage of $CaCO_3$ and organic-C, also. So, the content of $CaCO_3$ and organic-C occur chiefly in the form of clastic grains. This supports that the lagoonal sediments originated by Xerolagados river floods. The high portion of the sand fraction near the inlet was an incursion of terrigenous longshore current material coming from the Xerias delta. The zone with negative skewness is produced by a winnowing action representing a non-depositional or erosional area. The zone with positive skewness represents an area dominated by deposition of finer material, which is the product of the winnowing mechanism. The zone with near-symmetrical curves indicate a region in a state of flux. So, the "relict" sediments of the lagoon show a gradually increase of the amount of energy from the sheltered lagoonal area to barrier island.

From the above mentioned it is clear that for the restoration of the Gialova lagoon, the Xerolagados river floods and the distribution of the hydraulic energy must be taken into account.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: Λιμνοθάλασσα, Ιζηματολογία, Θαλάσσια Γεωλογία, Περιβαλλοντική Γεωλογία, ΝΔ/κή Πελοπόννησος, Ολόκαινο, Ιστολογικοί παράμετροι.

KEYWORDS: Lagoon, Sedimentology, Marine Geology, Environmental Geology, SW Peloponnesus, Holocene, Textural parameters.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας απαντά στο ΝΔ/κό άκρο της Πελοποννήσου, βόρεια του κόλπου του Ναυαρίνου και έχει έκταση περίπου 2.000 εκτάρια (Σχ.1). Πριν από το 1950 στο μέσο περίπου του βόρειου περιθωρίου της λιμνοθάλασσας είχε τις εκβολές του ο χειμάρρος Εηρολάγκαδος (σήμερα παραμένει το απονεκρωμένο κανάλι του). Ο χειμάρρος αυτός εκφόρτιζε στη λιμνοθάλασσα λεπτόκοκκο υλικό (άμμο, πηλό και άργιλο) επειδή διασχίζει στην ορεινή πορεία του, Πλειο-Πλειστοκαινικά και Πλειστοκαινικά ιζήματα αντίστοιχου ιστολογικού χαρακτήρα καθώς και λεπτόκοκκα ιζήματα Ολοκαινικής ηλικίας στο χαμηλό πεδίο του. Ανατολικά του περιθωρίου της λιμνοθάλασσας απαντούσαν οι πηγές του Τυφλομούτη που εκφόρτιζαν γλυκό νερό στην λιμνοθάλασσα καθώς και έλη του ποταμού Γιαννούζαγα. Στη δεκαετία του '50 με αποστραγγιστικά έργα διοχέτευσαν το φορτίο του χειμάρρου Εηρολάγκαδου στον όρμο της Βοΐδοκοιλιάς και τα νερά των πηγών με την αύλακα Τυφλομούτη απευθείας στο κόλπο του Ναυαρίνου και περιόρισαν την έκταση της λιμνοθάλασσας. Στα μέσα της δεκαετίας του '80 δημιουργήθηκε μόνιμος τεχνητός διάυλος στο φραγματικό νησί που περιορίζει τη λιμνοθάλασσα από τον κόλπο του Ναυαρίνου στα πλαίσια εγκαταστάσεων ιχθυοκαλλιέργειας. Σύμφωνα μάλιστα με τους Μπούζο και Κοντόπουλο (1998) τα παράκτια ρεύματα μεταφέρουν από ανατολικά, στη θέση του διαύλου, άμμο με κοκκομετρικό χαρακτήρα που πλησιάζει πολύ σε μια κανονική κατανομή. Όμως η διάνοιξη του διαύλου και η στέρηση των γλυκών νερών του χειμάρρου Εηρολάγκαδου και των πηγών του Τυφλομούτη (ανατολικά της λιμνοθάλασσας), οδήγησε σε υπερβολική αύξηση της αλατότητας στα επόμενα λίγα χρόνια, δημιουργώντας αρνητικές συνθήκες για τη ζωή στον υδροβιότοπο της Γιάλοβας.

Οι ανθρώπινες λοιπόν παρεμβάσεις μετά το '50 προκάλεσαν ένα σύνολο αλλαγών στους ιζηματολογικούς και ωκεανογραφικούς χαρακτήρες της λιμνοθάλασσας. Η μελέτη της αποκατάστασης του υδροβιότοπου θα πρέπει να περιλαμβάνει και τις δύο αυτές κατηγορίες χαρακτήρων. Ο σκοπός της εργασίας αυτής είναι να μελετηθούν οι ιζηματολογικοί χαρακτήρες της λιμνοθάλασσας και το υδραυλικό καθεστώς της που αποτελούν ρυθμιστικούς παράγοντες κατανομής των αβιοτικών παραμέτρων και των ζώντων οργανισμών.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στα πλαίσια της ιζηματολογικής αναγνώρισης της λιμνοθάλασσας πραγματοποιήθηκε επιφανειακή δειγματοληψία 27 δειγμάτων από τον πυθμένα της σε προκαθορισμένες θέσεις. Έτσι δημιουργήθηκε ένα πλέγμα συντεταγμένων, σημείων συλλογής δειγμάτων, οι θέσεις των οποίων προσδιορίστηκαν με τη βοήθεια φορητού "G.P.S." (Γεωγραφικό σύστημα προσδιορισμού θέσης), με μεγάλη ακρίβεια (ως 5μ.). Στις αντίστοιχες θέσεις έγιναν μετρήσεις του βάθους, με κατάλληλα διαμορφωμένη μετρητική κορδέλα.

Τα δείγματα που συλλέχθηκαν μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο αφού τους έγινε έκπλυση, ακολούθησε η κοκκομετρική τους ανάλυση (κόσκινα, πιπέττα). Ο υπολογισμός των στατιστικών παραμέτρων έγινε σύμφωνα με τους Folk & Ward (1957). Επίσης έγινε ποσοτική ανάλυση του CaCO₃ και του οργανικού-C.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. ΒΥΘΟΜΕΤΡΙΑ

Όπως φαίνεται στον χάρτη του Σχ.2α, η λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας είναι μια εντελώς ρηχή λιμνοθάλασσα με ένα μέγιστο βάθος 0,80 m και ένα μέσο βάθος 0,66 m. Τα μεγαλύτερα βάθη σημειώνονται στα κεντρικά τμήματα της λιμνοθάλασσας δηλαδή στον άξονα που παράγεται από τις θέσεις δειγματοληψίας 9,19 και στον άξονα που ορίζεται από τις θέσεις δειγματοληψίας 19, 24. Επιπλέον στο βόρειο περιθώριο η μείωση του βάθους γίνεται σχετικώς βαθμιαία ενώ αντιθέτως πίσω από το φραγματικό νησί το βάθος φαίνεται να μειώνεται περισσότερο απότομα.

3.2. ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

3.2.1. Λιθολογικοί Τύποι

Με βάση το % ποσοστό σε άμμο, πηλό και άργιλο (Πίνακας 1) και με την χρήση του τριγώνου ονοματολογίας κατά Folk (1974) προσδιορίστηκε ο λιθολογικός τύπος των ιζημάτων του πυθμένα της λιμνοθάλασσας (Σχ.1). Ο λιθολογικός αυτός τύπος για το σύνολο των ιζημάτων είναι η αμμώδης ιλύς. Εξαιρέση αποτελούν τα δείγματα των θέσεων δειγματοληψίας 3,4,6 και 26 που χαρακτηρίζονται ως ιλυώδεις άμμοι. Η ποσοτική χωρική κατανομή του κλάσματος της άμμου (Σχ.2β) δείχνει ότι:

- α. Πίσω ακριβώς από το φραγματικό νησί και από τη θέση του παλαιού αντλιοστασίου μέχρι και το δυτικό άκρο του φραγμού, σε μια στενή ζώνη, το ποσοστό της άμμου ξεπερνά το 40%.
- β. Μια επίσης στενή ζώνη, παράλληλη προς την προηγούμενη που ξεκινά όμως από το παλιό στόμιο του χειμάρρου Ξηρολάγκαδου και φθάνει στο κέντρο του δυτικού περιθωρίου της λιμνοθάλασσας έχει ομοίως υψηλά ποσοστά άμμου και
- γ. Οι θέσεις δειγματοληψίας 23, 24, 26 με ποσοστά άμμου πάνω από 40% ορίζουν επίσης μια ακόμη ανάλογη με τις προηγούμενες ζώνη σε τμήμα του ανατολικού περιθωρίου της λιμνοθάλασσας και πίσω από το φραγμό.

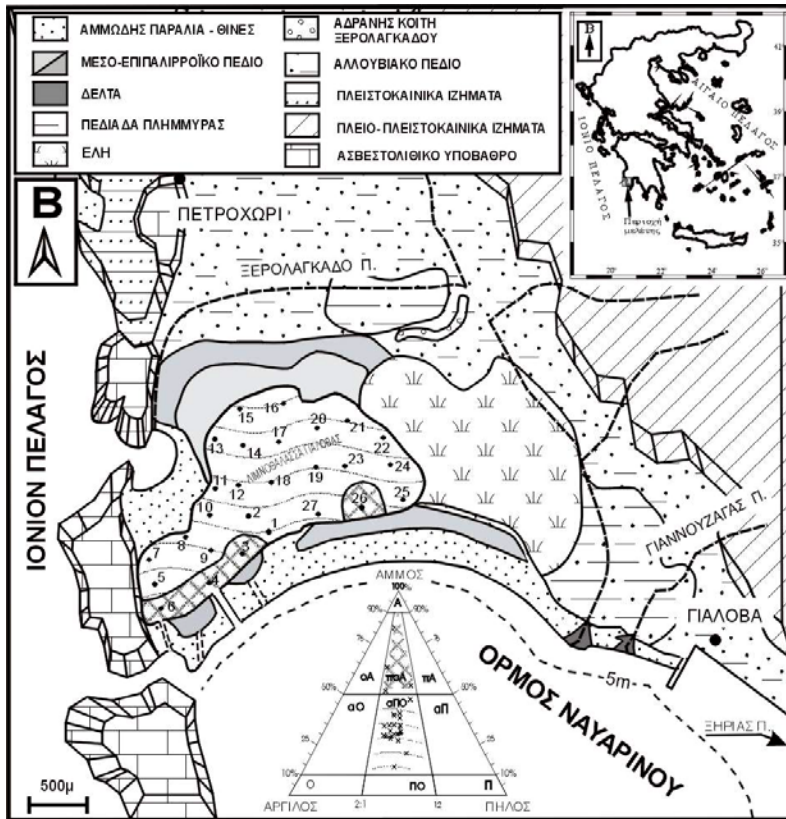
3.2.2. Διάμεσος (Md)

Οι τιμές της διαμέσου κυμαίνονται μεταξύ 2,20Ø και 7,40Ø. Η μέση τιμή της διαμέτρου είναι 5,55Ø (Πίνακας 1).

3.2.3. Αριθμητικός Μέσος (Mz)

Το Σχ.2δ δείχνει ότι ο αριθμητικός μέσος ποικίλει σε ένα βαθμό. Το πλέον λεπτόκοκκο υλικό με ένα Mz>7Ø (πολύ λεπτόκοκκος πηλός) απαντά στην ανατολική πλευρά της λιμνοθάλασσας, δίπλα στο ελώδες περιβάλλον και πίσω ακριβώς από το φραγματικό νησί. Αντίθετα το πλέον χονδρόκοκκο υλικό με ένα Mz<4 (λεπτόκοκκη έως πολύ λεπτόκοκκη άμμος) βρίσκεται δίπλα από τον τεχνητό και τους παλιούς διαύλους. Ακριβώς στην έξοδο του τεχνητού διαύλου στο εσωτερικό της λιμνοθάλασσας και πίσω ακριβώς από το φραγματικό νησί και δίπλα στον ασβεστολιθικό όγκο σημειώνεται η παρουσία ιζημάτων με ένα Mz από 4Ø μέχρι 5Ø (χονδρόκοκκος πηλός). Αντίθετα στα περιθώρια της λιμνοθάλασσας ακριβώς απέναντι από την προηγούμενη έξοδο και δίπλα στον ασβεστολιθικό όγκο το Mz είναι από 5Ø μέχρι 6Ø (μέτρια χονδρόκοκκος πηλός), ενώ δίπλα ακριβώς της ως άνω περιοχής το Mz είναι από 6Ø μέχρι 7Ø (λεπτόκοκκος πηλός). Προς το κέντρο της λιμνοθάλασσας το Mz είναι από 5Ø μέχρι 6Ø (μέτρια χονδρόκοκκος πηλός), ενώ στο βόρειο και ανατολικό τμήμα της δίπλα στο έλος και στο σύστημα αποστράγγισης εναλλάσσονται

ζώνες με τιμές Mz που εμπίπτουν στις κλάσεις χονδρόκοκκου πηλού (4 \emptyset - 5 \emptyset), μέτρια χονδρόκοκκου πηλού (5 \emptyset - 6 \emptyset) και λεπτόκοκκου πηλού (6 \emptyset - 7 \emptyset).



Σχήμα 1. Γεωλογικός χάρτης της περιοχής γύρω από τη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας και κατανομή των λιθολογικών τύπων μέσα στη λιμνοθάλασσα με το διάγραμμα του Folk(1974).

Fig.1. Geological map of the area around the Gialova lagoon and the lithological type distribution in the lagoon with the diagram of Folk(1974).

3.2.4. Βαθμός ταξινόμησης (σ_T)

Το Σχ.2ε δείχνει ότι ο βαθμός ταξινόμησης σχεδόν σε όλα τα ιζήματα του πυθμένα της λιμνοθάλασσας είναι άκρως άσχημος ($\sigma_T > 4,00\emptyset$). Εξάιρεση αποτελεί μια μικρή περιοχή στο κέντρο της λιμνοθάλασσας με βαθμό ταξινόμησης πολύ άσχημο ($\sigma_T = 2,00\emptyset - 4,00\emptyset$). Επίσης πολύ άσχημο βαθμό ταξινόμησης έχουν τόσο τα ιζήματα δίπλα στο έλος και ακριβώς πίσω από το φραγματικό νησί όσο και αυτά που απαντούν στην έξοδο του τεχνητού διαύλου προς το εσωτερικό της λιμνοθάλασσας. Μια σύγκριση των σχημάτων 2δ και 2ε δείχνει ότι τα ιζήματα με Mz στην κατηγορία του μέτριου χονδρόκοκκου πηλού (5 \emptyset - 6 \emptyset) έχουν πάντοτε άκρως άσχημο βαθμό ταξινόμησης.

3.2.5. Ασυμμετρία (S_{KI})

Η ασυμμετρία των αναλυθέντων δειγμάτων κατέχει ένα ευρύ φάσμα τιμών. Το 50% των δειγμάτων έχει σχεδόν κανονική ασυμμετρία (-0,1 - 0,1), το 30% έχει αρνητική ασυμμετρία [(-0,30) - (-0,1)], το 4% έχει πολύ αρνητική ασυμμετρία [(-1) - (-0,30)], το 8% έχει θετική ασυμμετρία (0,1 - 0,3) και το υπόλοιπο 8% έχει πολύ θετική ασυμμετρία (0,3 - 1,0). Όμως η πλειοψηφία των δειγμάτων (80%) δείχνουν σχεδόν κανονική και αρνητική ασυμμετρία (Πίνακας 1).

Η κατανομή των τιμών της ασυμμετρίας στο Σχ.2στ δείχνει την παρουσία τριών μάλλον διακριτών ζωνών:

- Μια στενή επιμήκης ζώνη με τιμές θετικές και πολύ θετικής ασυμμετρίας πίσω ακριβώς από το φραγματικό νησί και σε όλο σχεδόν το μήκος του. Εξάιρεση αποτελεί η θέση, δίπλα από το παλαιό αντλιοστάσιο όπου σημειώνεται μια σχεδόν κανονική ασυμμετρία και η θέση στο εντελώς ανατολικό άκρο του φραγμού δίπλα στο έλος και τις αποστραγγιστικές αύλακες όπου η ασυμμετρία είναι αρνητική.
- Μια επίσης στενή επιμήκης ζώνη πίσω ακριβώς από την πρώτη και προς τα βόρεια αυτής με κυρίως αρνητική ασυμμετρία (η θέση 22 δείχνει πολύ αρνητική ασυμμετρία). Εξάιρεση αποτελούν οι θέσεις 8 και 24 στα δύο αντίθετα άκρα της ζώνης και
- Μια ζώνη που καλύπτει τόσο το υπόλοιπο κεντρικό τμήμα της λιμνοθάλασσας όσο και το βόρειο τμήμα της με τιμές σχεδόν κανονικής ασυμμετρίας.

3.2.6. Κύρτωση (K_G)

Η κύρτωση των αναλυθέντων δειγμάτων κατέχει ένα ευρύ φάσμα τιμών. Το 37% των δειγμάτων ανήκουν στις πλατύκυρτες καμπύλες (0,67 - 0,90) το 45% στις μεσόκυρτες καμπύλες (0,90 - 1,11), το 8% στις λεπτόκυρτες καμπύλες (1,11 - 1,50) και το 11% στις πολύ λεπτόκυρτες καμπύλες (1,50 - 3,00) (Πίνακας 1). Όμως, η πλειοψηφία των δειγμάτων (82%) ανήκουν στις πλατύκυρτες και μεσόκυρτες καμπύλες. Στο Σχ.2ζ δίνεται η χωρική κατανομή των τιμών της κύρτωσης (K_G). Σύμφωνα με αυτήν, το βόρειο τμήμα της λιμνοθάλασσας διαπιστώνεται η παρουσία μόνο μεσόκυρτων καμπυλών ενώ στην υπόλοιπη λιμνοθάλασσα υπάρχει μια ποικιλία των τιμών της κύρτωσης.

3.2.7. Ανθρακικό ασβέστιο ($CaCO_3$)

Η συμμετοχή του ανθρακικού ασβεστίου ($CaCO_3$) στα επιφανειακά ιζήματα του πυθμένα της λιμνοθάλασσας κυμαίνεται από 20,54% μέχρι 55,96% ενώ η μέση τιμή είναι 38,48% (Πίνακας 1). Επίσης η τιμή του $CaCO_3$ παρουσιάζει έντονες διακυμάνσεις από τη θέση 16 μέχρι τη θέση 27 δηλαδή στη μισή περίπου λιμνοθάλασσα, ενώ το μεγαλύτερο μέρος της λιμνοθάλασσας εμφανίζει ποσοστά του $CaCO_3$ μεγαλύτερα του 38%. Στο Σχ.2γ που δίνεται η κατανομή του $CaCO_3$ σε όλη την έκταση του πυθμένα της λιμνοθάλασσας, οι χαμηλότερες τιμές απαντούν στις θέσεις 3 και 4 δίπλα από την έξοδο του τεχνητού και των παλιών διαύλων, στη θέση 25 στο ανατολικό άκρο του φραγμού και πίσω από αυτόν και στη θέση 8 στα περιθώρια της λιμνοθάλασσας ακριβώς απέναντι του τεχνητού διαύλου. Η μικροσκοπική εξέταση του κλάσματος της άμμου έδειξε ότι από το 0,50 μέχρι και το 20 σημειώνεται η συμμετοχή σκελετικών θραυσμάτων κυρίως μαλακίων μέχρι και το 90%. Μετά το 20 απουσιάζουν τα σκελετικά αυτά θραύσματα. Το κλάσμα της άμμου στο βόρειο και ανατολικό τμήμα της λιμνοθάλασσας έχει ελάχιστα από τα προηγούμενα σκελετικά θραύσματα (δείγματα 14-27).

3.2.8. Οργανικός άνθρακας

Το ποσοστό του οργανικού άνθρακα των αναλυθέντων δειγμάτων κατά μέσον όρο είναι 3,4% και κυμαίνεται από 1,45% μέχρι και 5,9% (Πίνακας 1). Το ανατολικό τμήμα της λιμνοθάλασσας (δείγμα 19-27) με μέσο όρο 3,8% φαίνεται να έχει υψηλότερη συγκέντρωση οργανικού άνθρακα από το υπόλοιπο τμήμα της που έχει μέσον όρο 3,2%. Η διαφορά αυτή είναι στατιστικώς σημαντική για πιθανότητα 10%.

4. Συζήτηση – Συμπεράσματα

Ο βαθμός ταξινόμησης (σ_T) των ιζημάτων του πυθμένα της λιμνοθάλασσας παραμένει σχετικά σταθερός όπως αυτό φαίνεται στην χωρική κατανομή των τιμών σ_T (Σχ.2ε) και από τη σύγκριση των χωρικών κατανομών των M_z και σ_T (Σχ.2δ και 2ε). Σύμφωνα με τον Buller & Mcmanus (1972) αυτό δηλώνει ένα «quiet-water» περιβάλλον με ασθενή ρεύματα και κυματική δράση. Το περιβάλλον αυτό παράγει κοκκομετρικές καμπύλες με φτωχό βαθμό ταξινόμησης. Στο βόρειο τμήμα της λιμνοθάλασσας, οι καμπύλες της κοκκομετρικής κατανομής δείχνουν σχεδόν κανονική ασυμμετρία και συγχρόνως είναι μεσόκυρτες (Σχ.2στ, 2ζ). Έτσι, η περιοχή αυτή έχει ιζήματα που έχουν προέλθει από μια πηγή τροφοδοσίας (Folk, 1974). Η πηγή αυτή, προέρχεται από τον ποταμό Ήρολάγκαδο αλλά μετά την εκτροπή του στομίου του το βόρειο τμήμα της λιμνοθάλασσας έπαυσε ουσιαστικά να δέχεται ιζήματα και τα ιζήματα του τμήματος αυτού μετετράπησαν σ' ένα είδος ιζημάτων τύπου «relict» διατηρώντας την κοκκομετρική τους κατανομή. Βεβαίως η παρουσία σχετικά καλού βαθμού ταξινόμησης, όπως θα περίμενε κανείς να έχουν τα ιζήματα αυτά, ως ποτάμια, δεν συμβαίνει, επειδή έχουν μεταφερθεί ως ποτάμιο αιώρημα στη διάρκεια πλημμυρών και αποτέθηκαν χωρίς παραπέρα επεξεργασία (Kukal, 1971).

Επιπλέον οι ζώνες με εναλλασσόμενες τιμές M_z στην ίδια περιοχή δηλώνουν την μετατόπιση στο χρόνο της άλλοτε εκβολής του Ήρολάγκαδου στο βόρειο περιθώριο της λιμνοθάλασσας. Η χωρική κατανομή της ασυμμετρίας δείχνει την ύπαρξη μιας ζώνης με αρνητική ασυμμετρία παράλληλα προς τον μεγάλο άξονα της λιμνοθάλασσας (Σχ.2στ). Η αρνητική αυτή ασυμμετρία προκύπτει από μια διαδικασία «λυχνίσματος» (Winnowing process) η οποία απομακρύνει λεπτό υλικό από ιζήματα του ενός τύπου (ιζήματα Ήρολάγκαδου) (Duane, 1964 Valia & Cameron, 1977). Η διαδικασία αυτή διευκολύνεται από την επαναιώρηση (resuspension) η οποία συμβαίνει με την δράση των ανέμων στην αβαθή αυτή λιμνοθάλασσα. Το λεπτό υλικό που απομακρύνεται αποτίθεται εκ νέου σε μια ζώνη πίσω ακριβώς από τον φραγμό που όπως

προαναφέρθηκε χαρακτηρίζεται από υψηλή σχετική συγκέντρωση του κλάσματος της άμμου, παράγοντας έτσι ιζημάτα με θετική ασυμμετρία (Spencer, 1963 Duane, 1964 Friedman, 1967 Valia & Cameron, 1977). Στη ζώνη αυτή η σχετική αύξηση της συγκέντρωσης του κλάσματος της άμμου οφείλεται στην εισαγωγή και πρόσθεση στο παρελθόν άμμου από τους παλιούς διαύλους. Εισαγωγή άμμου συμβαίνει και σήμερα από τον τεχνητό δίαυλο όμως σε πολύ περιορισμένη έκταση λόγω της συγκράτησής της στους τεχνητούς θυροφραγμούς (απουσιάζει εντελώς ένα δέλτα πλήμμης). Είναι προφανές με βάση τα παραπάνω ό,τι η λιμνοθάλασσα παρά το γεγονός ότι ήταν ένα περιβάλλον χαμηλής ενέργειας, χαρακτηριζότο από μια ζώνη σχετικώς χαμηλής ενέργειας και από μια ζώνη σχετικώς υψηλής ενέργειας. Στη ζώνη σχετικής χαμηλής ενέργειας η αρνητική ασυμμετρία απουσιάζει διότι για να υπάρξει η ασυμμετρία αυτή απαιτείται η διαδικασία του «λυσχνίσματος» να συμβαίνει συνεχώς και όχι σε τμήμα του χρόνου (Duane, 1964 - Valia & Cameron, 1977). Πράγματι στους θερμινούς μήνες μεγάλο τμήμα της ζώνης αυτής είτε στέγνωνε, όπως και σήμερα, είτε καθίστατο εντελώς αβαθής και μάλιστα πολύ νωρίτερα. Έτσι η ζώνη αυτή είναι μια ζώνη σε ρευστή κατάσταση από υδραυλικής άποψης έτοιμη να δεχθεί διάβρωση ή απόθεση

Πίνακας 1: Οι στατιστικοί παράμετροι, το επί % ποσοστό σε άμμο-πηλό-άργιλο και το % ποσοστό του CaCO₃, οργανικού άνθρακα (C) των επιφανειακών ιζημάτων της λιμνοθάλασσας της Γιάλοβας.

Table 1: Statistical parameters, percentage of sand-silt-clay and percentage of CaCO₃, organic carbon (C) of the surficial sediments of the Gialova lagoon.

ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΘΟΣ	ΑΜΜΟΣ%	ΠΗΛΟΣ%	ΑΡΓΙΛΟΣ%	ΛΙΘ/ΓΙΑ	Md	Mz	σ ₁ ⁽¹⁾	SK1 ⁽²⁾	KG ⁽³⁾	C%	CaCO ₃ %
ya1	0,70	41,88	26,73	31,38	αΠΟ	5,50	5,58	4,61	0,04	0,81	3,00	39,98
ya2	0,75	31,44	42,20	26,36	αΠΟ	5,80	5,28	4,51	-0,13	1,11	3,32	41,77
ya3	0,60	83,04	7,54	9,42	ποΑ	2,20	2,15	3,05	0,17	2,56	1,45	26,08
ya4	0,65	56,21	28,08	15,71	ποΑ	3,80	4,75	3,13	0,47	1,89	2,20	22,49
ya5	0,75	37,09	35,57	27,33	αΠΟ	5,70	5,30	4,83	-0,11	0,98	4,45	37,97
ya6	0,45	51,13	20,06	28,81	ποΑ	3,90	4,83	4,88	0,22	0,89	2,49	34,99
ya7	0,65	31,05	35,13	33,83	αΠΟ	6,35	5,87	5,11	-0,16	0,98	3,65	38,55
ya8	0,60	35,98	28,42	35,60	αΠΟ	6,50	6,27	4,63	-0,08	0,83	3,85	28,10
ya9	0,80	31,61	30,74	37,65	αΠΟ	6,70	6,23	4,87	-0,13	0,90	4,16	38,15
ya10	0,75	35,82	34,31	29,87	αΠΟ	6,00	5,57	4,88	-0,13	0,87	3,55	44,50
ya11	0,75	41,57	31,13	27,30	αΠΟ	5,40	5,23	4,74	-0,04	0,87	2,90	45,91
ya12	0,55	40,26	27,14	32,60	αΠΟ	5,80	5,55	5,02	-0,08	0,82	2,70	40,41
ya13	0,60	35,32	36,85	27,83	αΠΟ	5,50	5,32	4,73	-0,06	1,00	3,60	38,16
ya14	0,70	28,92	38,40	32,68	αΠΟ	6,20	6,63	5,16	0,01	1,01	3,42	39,03
ya15	0,60	27,00	41,15	31,85	αΠΟ	6,30	5,98	4,52	-0,07	1,05	3,40	34,21
ya16	0,50	28,93	38,40	32,67	αΠΟ	6,20	6,07	4,73	-0,05	0,94	2,26	35,43
ya17	0,75	44,89	30,10	25,01	αΠΟ	5,00	4,70	5,00	-0,08	0,96	3,40	47,34
ya18	0,75	20,16	46,84	33,00	αΠΟ	6,20	6,55	3,90	0,07	1,36	3,72	38,75
ya19	0,80	36,71	31,15	32,15	αΠΟ	6,20	5,90	4,78	-0,09	0,89	3,10	46,71
ya20	0,60	30,11	34,50	35,38	αΠΟ	5,80	5,77	4,98	-0,04	0,92	3,88	33,02
ya21	0,50	33,70	40,81	25,49	αΠΟ	5,70	5,57	4,82	-0,03	0,92	3,60	45,31
ya22	0,40	33,11	34,99	31,90	αΠΟ	6,50	5,27	4,61	-0,34	0,93	5,90	32,04
ya23	0,75	44,05	24,92	31,03	αΠΟ	5,75	5,25	4,83	-0,12	0,83	2,65	55,96
ya24	0,80	46,66	33,11	20,23	αΠΟ	4,50	4,10	4,89	-0,07	0,86	4,15	45,51
ya25	0,70	13,55	45,84	40,61	αΠΟ	7,40	7,48	3,64	-0,11	1,95	5,90	20,54
ya26	0,75	65,00	13,15	21,85	ποΑ	2,40	4,00	4,61	0,46	0,85	1,74	47,62
ya27	0,70	35,70	29,91	34,39	αΠΟ	6,45	5,88	4,55	-0,16	1,00	3,3	40,46

σ₁⁽¹⁾: <0,35φ πολύ καλή ταξινόμηση, 0,35φ-0,50φ καλή ταξιν., 0,50φ-0,71φ μετρια καλή ταξιν., 0,71φ-1,00φ μέτρια ταξιν., 1,00φ-2,00φ πτωχή ταξιν., 2,00φ-4,00φ πάρα πολύ πτωχή ταξιν., >4,00φ άκρως πολύ πτωχή ταξιν.

SK1⁽²⁾: (+)1,00-(+)0,30 πολύ θετική ασυμμετρία, (+)0,30-(+)0,10 θετική ασυμ., (+)0,10-(-)0,10 σχεδόν κανονική ασυμ., (-)0,10-(-)0,30 αρνητική ασυμ., (-)0,30-(-)1,00 πολύ αρνητική ασυμ.

KG⁽³⁾: <0,67 πολύ πλατύκυρτη, 0,67-0,90 πλατύκυρτη, 0,90-1,11 μεσόκυρτη, 1,11-1,50 λεπτόκυρτη, 1,50-3,00, πολύ λεπτόκυρτη, >3,00 πάρα πολύ λεπτόκυρτη

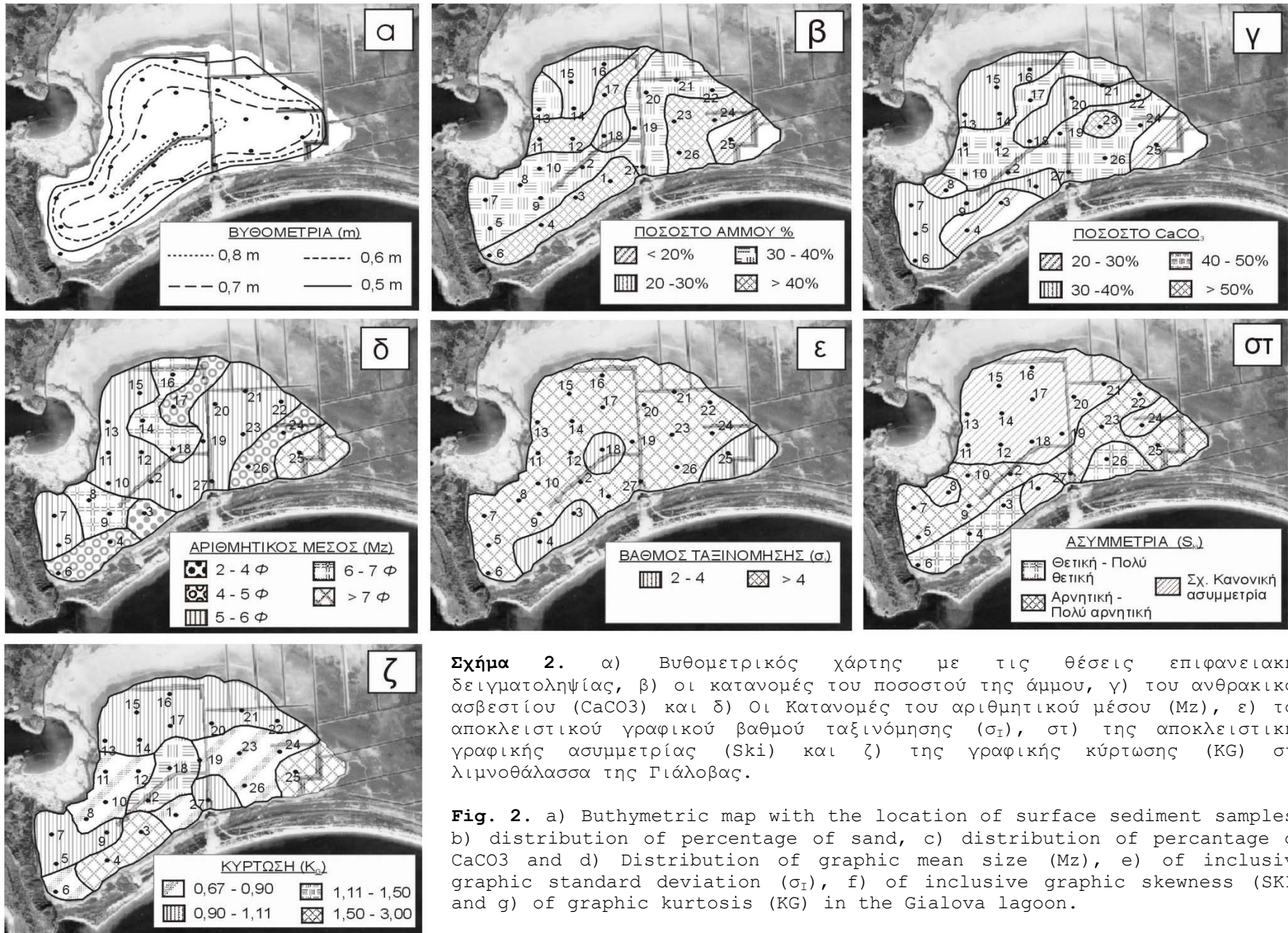
Η ζώνη σχετικώς υψηλής ενέργειας χαρακτηρίζεται από μια υποζώνη διάβρωσης ή μη απόθεσης (αρνητική ασυμμετρία) και μια υποζώνη απόθεσης (θετική ασυμμετρία). Το ανατολικό τμήμα της λιμνοθάλασσας χαρακτηρίζεται από σχετικώς υψηλή συγκέντρωση οργανικού άνθρακα σε σχέση με το υπόλοιπο τμήμα αυτής. Η ποσοτική αυτή παρουσία του οργανικού άνθρακα δεν φαίνεται να συσχετίζεται ούτε με την ποσοτική παρουσία του αργιλικού κλάσματος ούτε με την ποσοτική παρουσία του CaCO_3 . Επομένως, η γειτνίαση με την ελώδη ζώνη μπορεί να δικαιολογήσει την μεταφορά και απόθεση κλαστικού οργανικού υλικού στο ανατολικό τμήμα της λιμνοθάλασσας και την γρήγορη ταφή του υλικού προς αποφυγή της οξειδωσής του (η γρήγορη ταφή εξασφαλίζονταν με τις πλημμυρικές συνθήκες του Ξηρολάγκαδου).

Η ελάχιστη παρουσία έως και απουσία σκελετικών στοιχείων από μαλάκια στο κλάσμα της άμμου που παρατηρήθηκε στο μεγαλύτερο τμήμα της λιμνοθάλασσας υποδηλώνει τόσο την γειτνίαση του τμήματος αυτού με το άλλοτε στόμιο του χειμάρρου Ξηρολάγκαδου όσο και την αρνητική δράση των πλημμυρών του στη διαβίωση μαλακίων. Συγχρόνως η χωρική ποσοτική κατανομή του CaCO_3 δεν φαίνεται να σχετίζεται ούτε με το κοκκομετρικό μέγεθος ούτε με την παρουσία ή απουσία οργανικού υλικού στο κλάσμα της άμμου. Έτσι η κατανομή του CaCO_3 σχετίζεται με το φορτίο σε κλαστικούς κόκκους ασβεστίτη του Ξηρολάγκαδου και τον τρόπο κατανομής αυτού στη διάρκεια πλημμυρών. Η μικρή ποσοτική παρουσία του CaCO_3 δίπλα από τον ενεργό-τεχνητό δίαυλο παρά την παρουσία σκελετικού υλικού στο αδρομερές κλάσμα της άμμου, οφείλεται στο ότι η άμμος που εισέρχονταν στο παρελθόν αλλά και τώρα από τους διαύλους, ήταν χαλαζιακή. Η χαλαζιακή αυτή σύσταση αντανakλά τη σύσταση της άμμου των εκβολών του ποταμού Ξηριά με φλυσική λεκάνη αποστράγγισης.

Είναι προφανές από τα παραπάνω ότι κάθε προσπάθεια αποκατάστασης του υδροβιότοπου της Γιάλοβας, θα πρέπει να λάβει σοβαρά υπόψη τα πλημμυρικά γεγονότα του ποταμού Ξηρολάγκαδου, που στέρησαν από τη λιμνοθάλασσα οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις και την χωρική κατανομή της ενέργειας στο παρελθόν και δεν αρκεί η ελεγχόμενη προσφορά γλυκού νερού για τη μείωση της αλμυρότητας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Buller A.T. and Mcmanus A.T. 1972. Simple metric sedimentary statistics used to recognize different environments, *Sedimentology*, V18, p.1-21.
- [2] Duane, D.B.1964. Significance of skewness in recent sediments, Western Pamlico Sound,, North Carolina: *Jour. Sed. Petr.*, V.34, p. 864-874.
- [3] Folk, R. L. 1974. Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill, Austin Texas, 182 p.p.
- [4] Folk, R.L. and Ward, W.S. 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters, *Jour. Sed. Petr.*, 27(1), p. 3-26.
- [5] Friedman, C.M. 1967. Dynamic Processes and Statistical Parameters compared for Size Frequency Distribution of Beach and River sands, *Jour. Sed. Petr.*, V 37, p.327-354.
- [6] Kukal, Z. (1971). *Geology of Recent Sediments*, Prague, 490 p.p.
- [7] Μπούζος, Δ. και Κοντόπουλος, Ν. 1998. Ιζηματολογικοί χαρακτήρες και καθορισμός της διεύθυνσης της μεταφοράς των ιζημάτων κατά μήκος της ακτής στους φραγμούς Γιάλοβας και Κοτυχίου της Δ/κής Πελοποννήσου, 8^ο Διεθνές Συνέδριο *E.G.E.*, V. XXXII(2), pp. 267-275.
- [8] Spencer, D.W. 1963. The interpretation of grain - size distribution curves of clastic sentiments, *Jour. Sed. Petr.*, V. 33, p. 180-190.
- [9] Valia., H.S. and Cameron, B. 1977. Skewness as a paleoenvironmental indicator, *Jour. Sed. Petr.*, V.47, p. 784-793.



Σχήμα 2. α) Βυθομετρικός χάρτης με τις θέσεις επιφανειακής δειγματοληψίας, β) οι κατανομές του ποσοστού της άμμου, γ) του ανθρακικού ασβεστίου ($CaCO_3$) και δ) Οι Κατανομές του αριθμητικού μέσου (Mz), ε) του αποκλειστικού γραφικού βαθμού ταξινόμησης (σ_I), στ) της αποκλειστικής γραφικής ασυμμετρίας (SKI) και ζ) της γραφικής κύρτωσης (KG) στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας.

Fig. 2. a) Buthymetric map with the location of surface sediment samples, b) distribution of percentage of sand, c) distribution of percentage of $CaCO_3$ and d) Distribution of graphic mean size (Mz), e) of inclusive graphic standard deviation (σ_I), f) of inclusive graphic skewness (SKI) and g) of graphic kurtosis (KG) in the Gialova lagoon.