



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ**

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«Υδατοκαλλιέργειες» -
«Παθολογικά Προβλήματα Εκτρεφόμενων Υδρόβιων Οργανισμών»

ΣΕ ΣΥΜΠΡΑΞΗ ΜΕ ΤΟ ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ-ΑΛΙΕΙΑΣ ΤΟΥ Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

**Η ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΚΑΙ Η ΕΤΗΣΙΑ ΑΥΞΗΣΗ ΤΟΥ ΜΥΔΙΟΥ
MYTILUS GALLOPROVINCIALIS (LAMARCK, 1819) ΣΤΟΝ
ΚΟΛΠΟ ΤΗΣ ΚΑΒΑΛΑΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ
ΤΣΟΥΤΣΟΥΛΗ Π. ΔΕΣΠΟΙΝΑ**

**ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ
ΓΑΛΗΝΟΥ – ΜΗΤΣΟΥΔΗ ΣΟΦΙΑ**

ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ 2012



**UNIVERSITY OF THESSALY
SCHOOL OF HEALTH SCIENCES
FACULTY OF VETERINARY MEDICINE**

POSTGRADUATE STUDIES PROGRAM

“Aquaculture” – “Aquatic Animal Health”

***IN COLLABORATION WITH
THE DEPARTMENT OF AQUACULTURE & FISHERIES, TEI OF EPIRUS***

Thesis:

**THE DYNAMICS AND ANNUAL GROWTH OF MUSSEL *MYTILUS
GALLOPROVINCIALIS* (LAMARCK, 1819) IN THE GULF OF KAVALA**

**POSTGRADUATE STUDENT
TSOUTSOULI DESPINA**

**SUPERVISOR
GALINOU- MITSOUDI SOFIA**

HGOUMENITSA 2012

Στην κόρη μου Χρύσα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη εστιάζει στην καταγραφή της παραγωγής του μυδιού *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819), σε μυδοκαλλιέργεια στο Βορειοανατολικό κόλπο Καβάλας (περιοχή Βάσοβας) σε συνδυασμό με διαχειριστικές πρακτικές, περιβαλλοντικές συνθήκες και σύγκρισή της με παραγωγές από τη βόρεια Ελλάδα..

Σκοπός της εργασίας είναι να συμβάλει στη βελτίωση της ποιότητας των μυδιών και τη διατήρηση των επιπέδων παραγωγής των μυδιών στον κόλπο Καβάλας που αποτελεί μια σημαντική θαλάσσια περιοχή της Ελλάδας για την ανάπτυξη της μυδοκαλλιέργειας.

Ο σταθμός δειγματοληψίας ήταν σημείο πάνω στην μυδοκαλλιέργεια. Συνολικά έγιναν 12 δειγματοληψίες σε μηνιαία βάση στο διάστημα από 25/10/2010 έως 21/9/2011. Κάθε μήνα από δύο αρμαθιές, από τρεις θέσεις των αρμαθιών ((θέση ανάρτησης, μέση και ελεύθερο άκρο της αρμαθιάς) λαμβάνονταν κομμάτι μήκους 10 cm και τα μύδια μεταφέρονταν στο εργαστήριο. Επίσης στο πεδίο λαμβάνονταν μετρήσεις διαχείρισης όπως μήκος, βάρος των αρμαθιών, το μήκος του σχοινού ανάρτησης και η απόσταση ανάμεσα στις αρμαθιές. Καταγράφονταν επίσης και η περίοδος τοποθέτησης γόνου/αραιώσης της αρμαθιάς στοιχεία που πληροφορίες που λαμβάνονταν από τον παραγωγό της μονάδας.

Στο εργαστήριο μετρήθηκε το μήκος των μυδιών για μεγέθη > 2 cm, με παχύμετρο ακρίβειας 0,01 cm, καθώς και τα υγρά βάρη ολικό, σώματος και κελύφους μετά από προσεκτική απομάκρυνση του ενδοκελυφικού υγρού. Υπολογίστηκε επίσης ο δείκτης ευρωστίας για το υγρό βάρος και έγιναν οι αλλομετρικές σχέσεις μήκους-βάρους και βαρών χωροχρονικά. . Συσχετίστηκαν μετεωρολογικά στοιχεία, περιβαλλοντικοί παράμετροι, βιολογικά στοιχεία και διαχειριστικές ενέργειες με την ανάπτυξη των μυδιών και τον δείκτη ευρωστίας.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα προκύπτει ότι:

Ο Μάρτιος είναι ο μήνας με τη μεγαλύτερη αύξηση στο μήκος των μυδιών.

Τα υγρά βάρη (σώματος, κελύφους και ολικό) μεταβάλλονται σημαντικά στη διάρκεια του έτους.

Το υγρό βάρος σώματος αυξήθηκε από τον Ιανουάριο ως και τον Μάρτιο εποχή η οποία είναι για τους παραγωγούς να αυξήσουν τις πωλήσεις τους.

Ο δείκτης ευρωστίας CI% για το υγρό βάρος των μυδιών ήταν αρκετά χαμηλός, κάτω από το 50 % στη μεγαλύτερη διάρκεια της μελέτης. Το διάστημα όπου τα μύδια βρίσκονται στην καλύτερη κατάστασή τους βρέθηκε να είναι τους μήνες από τον Φεβρουάριο ως τον Μάρτιο.

Τα μύδια ωριμάζουν από το τέλος του χειμώνα μέχρι αρχές άνοιξης και φαίνεται και από τον δείκτη ευρωστίας CI%. Σε σύγκριση με μονάδες στην Χαλάστρα βρέθηκαν να είναι χαμηλότερης ποιότητας σε όλη τη διάρκεια του έτους ενώ οι μονάδες στον Λουδία δείχνουν ότι τα μύδια τους κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα.

Ο σταθμός δειγματοληψίας διατηρούσε την μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ των αρμαθιών (50 cm) από όλες τις άλλες μονάδες που αναφέρονται στην ελληνική βιβλιογραφία.

Σε όλη τη διάρκεια του έτους ο παραγωγός πραγματοποίησε δύο διαχειριστικές ενέργειες (αραίωση και αρμάθιασμα γόνου), τον Δεκέμβριο και τον Αύγουστο.

ABSTRACT

This study focuses on recording the production of mussels *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819), in mussel culture in the Northeast Gulf of Kavala (range of Vasova) in combination with management practices, environmental conditions and comparison with productions from northern Greece.

The purpose of the paper is to contribute to improving the quality of mussels and maintain production levels of mussels in the Gulf of Kavala, which is an important marine area of Greece for the development of mussel culture.

The sampling station was on the point of mussel culture. Totally 12 samples were made monthly in space from 25/10/2010 to 21/9/2011. Each month two bunches from three positions of bunch (mounting position, the middle and free end of the bunch) were taken a part of length 10 cm and mussels were transported to the laboratory. Also in the field of management take measurements like length, weight of the bunch, the length rope suspension and the distance between bunches. Also records the period of placement of juveniles of the bunch, data information received from the producer of the culture.

In the laboratory measured the length of mussel, size > 2 cm, with a precision caliper 0,01 cm, and the total wet weight, and body shell after careful removal of the liquid. Also the condition index was calculated for wet weight and the allometric relations (length-weight) were found. Meteorological data, environmental parameters, biological data and management practices were correlated with the mussel growth and condition index.

According to the results show that:

The March is the month with the largest increase in the length of mussel. The wet weights (body, shell and total) significantly altered during the year.

The wet body weight increased from January to March period and which is for producers to increase their sales.

The condition index CI% for the wet weight of mussels was quite low, less than 50% for a long time during the study. The space where the mussels are in the

best condition was found to be the months of February and March.

The mussels mature from late winter to early spring and illustrated by the condition index CI% compared with units in Chalastra which- found to be lower quality throughout the year, while the units in Loudias show that the mussels range in the same levels.

The sampling station keeps the largest distance between socks (50 cm) from all other units, mentioned in the Greek literature.

Throughout the year, the producer has two management actions (thinning and installation of spat in December and August.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία διεκπεραιώθηκε στην οικογενειακή επιχείρηση εκτροφής οστράκων στην Καβάλα. Θα ήθελα να ευχαριστήσω πρώτα από όλους τους γονείς μου για την υποστήριξη και βοήθειά τους ώστε να τελειώσει το πειραματικό στάδιο της μελέτης στην μονάδα. Επίσης ευχαριστώ την κα Γαληνού Μητσούδη η οποία έμπρακτα με υποστήριξε και βοήθησε στην ολοκλήρωσή της παρά τις προσωπικές μου δυσκολίες. Τέλος ευχαριστώ τον σύζυγό μου Φασούλα Θοδωρή για την υποστήριξη του στον δύσκολο συνδυασμό μεταπτυχιακών σπουδών και οικογένειας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	
ABSTRACT	
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
1.1 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ <i>MYTILUS</i>	
<i>GALLOPROVINCIALIS</i>	2
1.1.1 ΤΟ ΜΥΔΙ <i>MYTILUS GALLOPROVINCIALIS</i> (LAMARCK, 1819).....	2
1.2.1 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ – ΑΥΞΗΣΗ.....	3
1.3 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ.....	6
1.3.1 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	6
1.3.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	8
1.4 ΜΥΔΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ.....	9
1.4.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΜΥΔΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	9
1.4.2 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ.....	12
1.5 ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΟΛΠΟΥ ΚΑΒΑΛΑΣ.....	13
1.5.1 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ.....	13
1.5.2 ΚΛΙΜΑ ΚΑΒΑΛΑΣ.....	13
1.5.3 ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ, ΣΥΝΘΗΚΗ RAMSAR.....	13
1.5.4 ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΔΡΑΣΕΙΣ.....	14
1.5.5 ΡΥΠΑΝΣΗ.....	14
1.5.6 ΔΥΣΜΕΝΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΣΤΟΝ ΚΟΛΠΟ ΚΑΒΑΛΑΣ.....	15
1.5.7 . ΑΛΛΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ.....	16
1.5.8 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΥΔΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	17
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	20
2.1.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	20
2.1.2 ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	21
2.1.3 ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ.....	21
2.2 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ.....	22

2.2.1 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	23
2.2.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	23
2.2.3 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ.....	23
2.2.5 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΥΛΙΚΟ (ΕΝΗΛΙΚΑ ΜΥΔΙΑ)	24
2.3 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ.....	25
2.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....	27
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	28
3.1 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ- ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΑ.....	28
3.1.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ	28
3.1.2 ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ.....	28
3.1.3 ΟΞΥΓΟΝΟ.....	29
3.1.4 ΔΙΑΦΑΝΕΙΑ.....	30
3.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ.....	31
3.2.1 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ.....	31
3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ	34
3.3.1 ΜΗΚΗ ΚΑΙ ΥΓΡΑ ΒΑΡΗ ΤΩΝ ΜΥΔΙΩΝ	34
3.3.2 ΧΩΡΙΚΗ (ΒΑΘΟΣ) ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΤΙΜΩΝ ΜΗΚΟΥΣ ΚΑΙ ΒΑΡΟΥΣ.....	34
3.3.3 ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΜΕΣΟΥ ΜΗΚΟΥΣ.....	35
3.3.4 ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΩΝ ΜΥΔΙΩΝ.....	36
3.3.5 ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΕΥΡΩΣΤΙΑΣ CΙ%	37
3.3.6 ΑΛΛΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ.....	38
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	42
4.1 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	42
4.1.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΑ.....	42
4.1.2 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ.....	42

4.1.3 ΥΕΤΟΣ ΚΑΙ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ.....	43
4.1.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΝΕΜΟΥ.....	44
4.1.5 ΟΞΥΓΟΝΟ.....	46
4.1.6 ΔΙΑΦΑΝΕΙΑ.....	46
4.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ.....	48
4.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ.....	49
4. 4 ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΤΟΞΙΚΟΥ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΥ.....	54
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	59

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πρόλογος

Ο κόλπος της Καβάλας αποτελεί μία από τις πιο σημαντικές θαλάσσιες περιοχές της Ελλάδας για την ανάπτυξη της μυδοκαλλιέργειας. Το ανατολικό τμήμα του κόλπου εντάσσεται στις υγροτοπικές περιοχές του Νέστου που προστατεύεται από την εθνική/κοινοτική νομοθεσία (Natura 2000, Συνθήκη Ramsar).

Στον κόλπο αυτό φιλοξενούνται πάνω από 10 μονάδες μυδοκαλλιεργειών που αποτελούν μια από τις μεγαλύτερες πηγές παραγωγής εκτρεφόμενων μυδιών της Ελλάδας, μετά από τις μονάδες του Θερμαϊκού Κόλπου. Η μυδοκαλλιέργεια στον κόλπο Καβάλας είναι μια εξελισσόμενη δυναμική δραστηριότητα που προσφέρει στην κοινωνία (εργασία), απασχόληση σε πολλές οικογένειες, χωρίς σε αυτά να περιλαμβάνεται ο αριθμός εκείνων που εργάζονται σε συναφείς εργασίες όπως π.χ. αποφλοιωτήρια, και σε εθνικό επίπεδο (εξαγωγές, συνεργασίες). Ο σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η κατανόηση του μοντέλου που ακολουθεί η ανάπτυξη των εκτρεφόμενων μυδιών σε πλωτές εγκαταστάσεις στην περιοχή της Βάσοβας Καβάλας, σε σχέση με τη διαχείριση και την ποιότητα του περιβάλλοντος. Αφού μελετήθηκαν τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά τους, έγινε αναφορά στις διαχειριστικές πρακτικές που ακολουθούν οι παραγωγοί, σε σύγκριση με στοιχεία από άλλες περιοχές με ανάλογη δραστηριότητα όπως η Χαλάστρα στον Θερμαϊκό κόλπο καθώς και μελέτες προηγούμενων ετών, με σκοπό τη διαμόρφωση πρότασης για τη βελτίωση της παραγωγής ποιοτικά και ποσοτικά και ταυτόχρονα την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

1.1 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*

1.1.1 ΤΟ ΜΥΔΙ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* (LAMARCK, 1819)

Τα είδη του γένους *Mytilus* αποτελούν τα πιο κοινά θαλάσσια δίθυρα μαλάκια και συμβάλλουν σημαντικά στη λειτουργία των παράκτιων οικοσυστημάτων. Η θρεπτική αξία και ο γρήγορος ρυθμός αύξησής τους, τα καθιστούν πολύ καλούς οργανισμούς για καλλιέργεια (Gosling, 1992). Το δίθυρο μαλάκιο *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) γνωστό ως Μεσογειακό μύδι είναι το δίθυρο με τη μεγαλύτερη παραγωγή στην Ελλάδα. Η συστηματική κατάταξη του είδους είναι η εξής:

ΦΥΛΟ: Mollusca

ΚΛΑΣΗ: Bivalvia

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ: Mytilidae

ΓΕΝΟΣ: *Mytilus*

ΕΙΔΟΣ: *Mytilus galloprovincialis*

Το όστρακο του είναι επίμηκες, με υποτριγωνικό σχήμα και αποστρογγυλεμένο στο πίσω άκρο του (Εικ. 1.1).



Εικ.1.1. Το Μεσογειακό μύδι *Mytilus galloprovincialis* (φώτο Θ.Φασούλας).

Το μέγεθος του μυδιού φθάνει ή και ξεπερνά τα 15 cm, η ηλικία ξεπερνά τα 20 έτη (ΑΠΘ, 2000), ενώ το εμπορεύσιμο μέγεθος είναι μεγαλύτερο των 5 cm. Το σώμα του *Mytilus galloprovincialis* περικλείεται από το όστρακο και έχει δίλοβο μανδύα. Ο μανδύας εξωτερικά είναι προσκολλημένος στο εσωτερικό των θυρίδων (Εικ. 1.2). Στο μανδύα βρίσκονται και οι γονάδες. Φέρει δύο ζεύγη βραγχίων, τα οποία είναι τα όργανα αναπνοής των μυδιών και εξυπηρετούν στην λήψη τροφής διότι συμβάλουν στο διαχωρισμό των κατάλληλων, από άποψη μεγέθους, μεριδίων τροφής προωθώντας τα στο στόμα. Επίσης υπάρχει το πόδι με το βύσσο. Στην βάση του μανδύα (περιοχή συνδέσμου - ένωση των θυρίδων), βρίσκεται η σπλαχνική μάζα (Gosling, 2003a).

Επειδή το μύδι είναι διηθηματοφάγο, διηθεί το θαλασσινό νερό με ταχύτητα ανάλογη του μεγέθους του και της θερμοκρασίας του νερού, συγκρατώντας έτσι τα κατάλληλα μερίδια τροφής με διαστάσεις που κυμαίνονται από 1-25 μm, αποβάλλοντας τα υπόλοιπα ως ψευδοκόπρανα (Γαληνού – Μητσούδη, 2003). Τα ψευδοκόπρανα είναι μη αποδεκτή τροφή από άποψη μεγέθους τα οποία, αφού περιβληθούν με βλέννα, αποβάλλονται από τους αιωρηματοφάγους και διηθηματοφάγους οργανισμούς χωρίς να οδηγηθούν στο πεπτικό σύστημα (<http://www.fishbase.org/Glossary>).

Τα μύδια έχουν μεγάλη ικανότητα διήθησης νερού. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ένα μύδι 7 cm φιλτράρει κατά μέσο όρο περίπου 110 λίτρα νερού το εικοσιτετράωρο (Walne, 1979).



Εικ.1.2. Το Μεσογειακό μύδι *Mytilus galloprovincialis* (φώτο Θ.Φασούλας).

Συναντάται σε ρηγά νερά (ως 10 m) όπου υπάρχουν οι καταλληλότερες περιβαλλοντικές συνθήκες για τη διαβίωσή του (Seed & Suchanek, 1992).

1.2.1 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ – ΑΥΞΗΣΗ

Η απόδοση μιας μονάδας συναρτάται άμεσα με τη διάταξη και την έκταση της εγκατάστασης, την τοπογραφία και το ανάγλυφο της θαλάσσιας ζώνης, σε άμεση βέβαια συσχέτιση με τις επικρατούσες υδροδυναμικές, τροφικές και ιζηματολογικές συνθήκες στην περιοχή, καθώς επίσης και με τις φυσικοχημικές και βιολογικές παραμέτρους του θαλάσσιου περιβάλλοντος (Α.Τ.Ε.Ι.Θ, 2007). Άλλοι παράγοντες που μπορούν να μειώσουν την ανάπτυξη είναι η χαμηλή συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου, η «άνθηση» τοξικού φυτοπλαγκτού, τα παράσιτα, οι χειρισμοί των παραγωγών, οι θηρευτές και ο ενδοειδικός ανταγωνισμός (Gosling 2003b).

ΤΡΟΦΗ

Η ικανότητα παραγωγής μιας μυδοκαλλιεργητικής περιοχής σύμφωνα με τους Inglis et al. (2000) εξαρτάται από την ποσότητα του φυτοπλαγκτού και τον ρυθμό που μεταφέρεται από την κίνηση του νερού και συμβάλλει στην εκτροφή των μυδιών. Ο κυριότερος παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη των μυδιών είναι η προμήθεια τροφής που τους παρέχει την απαραίτητη ενέργεια (Hickman 1992, Inglis et al 2000). Το ολικό αιωρούμενο υλικό στην θάλασσα που αποτελείται από το πλαγκτό, τα οργανικά υπολείμματα αποδόμησης-αποσάθρωσης και τα ανόργανα υλικά ιλυώδους μορφής (σηστό) (<http://www.fishbase.org/Glossary>) περιέχει τροφή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα μύδια ανάλογα με την εποχή και το μέγεθος τους (Hickman, 1992). Παράγοντες που επηρεάζουν την διαθεσιμότητα της τροφής των μυδιών στις περιοχές εκτροφής και τον ρυθμό που αυτή προσλαμβάνεται από τα μύδια, είναι αυτοί που αποτελούν τον πυρήνα των μοντέλων για την φέρουσα ικανότητα ενός συστήματος. Η ανάπτυξη των μυδιών φαίνεται ότι συνδυάζεται με την αφθονία του φυτοπλαγκτού και ειδικά για το *Mytilus edulis*, υπάρχει σχέση ανάμεσα στην ανάπτυξη και την συγκέντρωση της χλωροφύλλης-α (Page & Hubbard, 1987). Άρα το φυτοπλαγκτόν είναι περιοριστικός παράγοντας στην ανάπτυξη των μυδιών και όταν αυτό δεν επαρκεί, τα μύδια για να καλύψουν τις ενεργειακές τους ανάγκες αναγκάζονται να εκμεταλλευτούν και άλλες πηγές άνθρακα με τη μορφή του

επαναιωρούμενου ιζήματος (βενθικά βακτήρια, λεπτόκοκκα οργανικά υπολείμματα, ακόμη και ανόργανο άνθρακα). Το οργανικό διαλυμένο υλικό μπορεί επίσης να προσδώσει ενέργεια στα μύδια (Manahan et al., 1983; Siebers & Winkler, 1984).

ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΣΜΟΣ

Η παραγωγικότητα μιας μυδοκαλλιέργειας, η ποιότητα των μυδιών αλλά και η ποιότητα του θαλάσσιου νερού και του βυθού κάτω από τις μυδοκαλλιέργειες συνδέονται άμεσα με την υδροδυναμική κατάσταση του πεδίου μέσα στο οποίο είναι χωροθετημένο το όλο σύστημα της εκτροφής (Α.Τ.Ε.Ι.Θ., 2007). Η έλλειψη τροφής στα μύδια μπορεί να προέρχεται από την αδυναμία μεταφοράς της μέσω των ρευμάτων, τα οποία παρά την σπουδαιότητά τους έχουν τύχει μικρής προσοχής. Τα ρεύματα που έχουν καταγραφεί σε περιοχές εκτροφής είναι από 0,02-0,10 m sec⁻¹ (Hickman, 1992). Η θέση της εγκατάστασης είναι παράγοντας που συμβάλλει στη διαφοροποίηση της ανάπτυξης. Στις εκτροφές στην βορειοδυτική Ισπανία οι σχεδίες που βρίσκονται σε θέσεις πιο κοντά στον ωκεανό παρουσιάζουν καλύτερη παραγωγή από αυτές που είναι σε πιο προστατευμένη θέση (Fuentes et al., 2000).

Θα πρέπει να υπάρχουν ρεύματα ταχύτητας 50 cm sec⁻¹ (Inglis et al 2000) αν και στην πράξη, σε περιοχές μυδοκαλλιέργειας μετρήθηκαν ρεύματα ταχύτητας από 2-10 cm sec⁻¹ (Γαληνού – Μητσούδη, 2003). Ο υψηλός κυματισμός επηρεάζει δυσμενώς την ανάπτυξη, από την άποψη ότι το μύδι σπαταλά ενέργεια για να κρατηθεί προσκολλημένο σε κάποιο υπόστρωμα, αναπτύσσοντας παχύτερο όστρακο και ισχυρότερο βύσσο (Γαληνού – Μητσούδη, 2003).

ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΣ- ΘΗΡΕΥΣΗ

Οι μυδοκαλλιέργειες προσελκύουν θηρευτές (πουλιά, ψάρια, αστερίες και καβούρια) που ενίοτε σε μεγάλες συγκεντρώσεις μπορεί να δημιουργούν πρόβλημα στην παραγωγή (Pryor et al., 1999). Οι εγκαταστάσεις στις μυδοκαλλιέργειες και η ύπαρξη μυδιών σε τόσο πυκνά διαστήματα λειτουργούν ως υπόστρωμα για την ανάπτυξη και διασπορά ανταγωνιστικών ή συμβιοτικών οργανισμών (ασκίδια, μακρόφυτα, άλλα είδη μυδιών) και μπορεί να φτάσουν το 67% της βιομάζας των μυδιών της εκτροφής (Tenore et al., 1982).

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ

Στις περιοχές μυδοκαλλιέργειας οι εγκαταστάσεις ποικίλλουν ως προς τη θέση, το μέγεθος και την απόσταση των μονάδων μεταξύ τους, το μήκος και την απόσταση των πλωτών γραμμών μεταξύ τους και μεταξύ των αρμαθιών, στοιχεία που είναι πολύ σημαντικά για την ποιότητα και ποσότητα της παραγωγής αλλά και την ποιότητα του περιβάλλοντος των μυδοκαλλιεργειών τόσο στη στήλη του νερού όσο και στο βυθό (Α.Τ.Ε.Ι.Θ., 2007). Η πυκνότητα των εγκαταστάσεων εφόσον αυτή είναι μεγάλη, επηρεάζει την ανάπτυξη και επιμηκύνει τον χρόνο που χρειάζεται η παραγωγή να φτάσει σε εμπορεύσιμο μέγεθος (Fuentes et al., 2000). Η πυκνότητα εκτροφής μειώνει τον ρυθμό ανάπτυξης σε κάποια είδη όπως το *M. edulis*. Φάνηκε ότι ο γόνος που συγκεντρώνεται σε εγκατεστημένα μύδια ηλικίας ενός έτους, είχε την μισή ανάπτυξη από τον γόνο που εγκαταστάθηκε σε γυμνό βραχώδες υπόστρωμα (Seed, 1969). Η σχέση ανάπτυξης - πυκνότητας ακολουθεί το πρότυπο του κάθε είδους στην φύση και διαφέρει από είδος σε είδος. Η πυκνότητα μπορεί να προκαλέσει έλλειψη τροφής και η διαχείριση αυτού του παράγοντα από τον παραγωγό μπορεί να αυξήσει την παραγωγή. Σε ότι αφορά στις εκτροφές τύπου longline η μεταβολή της απόστασης ανάμεσα στις αρμαθιές και του αριθμού των σχοινιών ανάρτησης σε μια συγκεκριμένη περιοχή, επιδρά στην ανάπτυξη των μυδιών της περιοχής αυτής (Rosenberg & Loo, 1983).

1.3 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ

1.3.1 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Ως περιοχές διαχείρισης οστράκων νοούνται οι θαλάσσιες περιοχές όπου υπάρχουν φυσικοί πληθυσμοί εμπορεύσιμων ειδών οστράκων σε εκμεταλλεύσιμες ποσότητες καθώς και οι περιοχές όπου υπάρχει δυνατότητα ανάπτυξης οστρακοκαλλιεργειών. Οι περιοχές παραγωγής οστράκων εκμεταλλεύονται από οστρακαλιείς και οστρακοκαλλιεργητές. Την πολιτική της διαχείρισης καθορίζουν και ασκούν αρμόδιες υπηρεσίες σε τοπικό και εθνικό επίπεδο, όπως είναι οι Νομαρχίες, οι Περιφέρειες και τα Υπουργεία). Η ελληνική παραγωγή μυδιών άρχισε να αυξάνει από τις αρχές της δεκαετίας του 1990, δηλαδή μια εικοσαετία αργότερα από ότι στην Ευρώπη. Η παραγωγή της μυδοκαλλιέργειας στην Ελλάδα προέρχεται από τις περιοχές-νομούς:

_ Αλεξανδρούπολης,

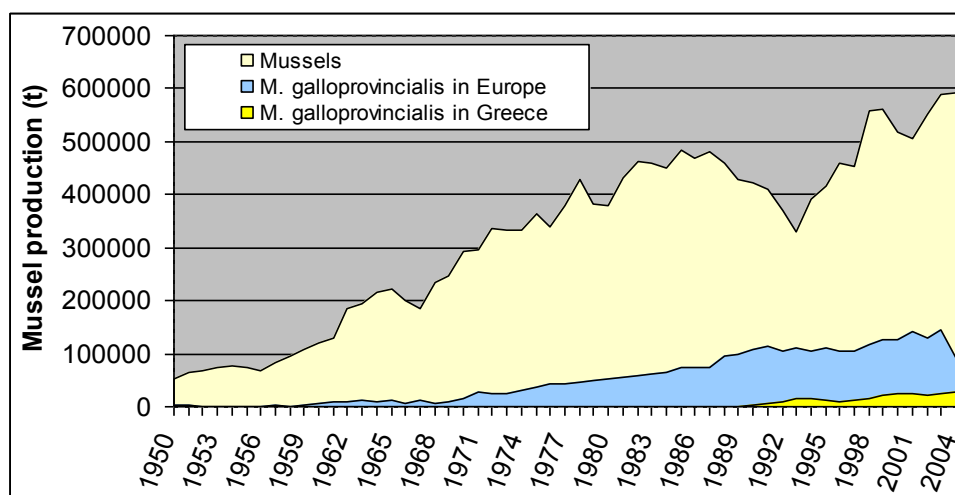
- _ Ξάνθης (Πόρτο -Λάγος),
- _ Καβάλας,
- _ Σερρών,
- _ Θεσσαλονίκης:
- A) Αξιού –Λουδία –Αλιάκμονα (ΒΔ Θερμαϊκός με πλωτό και πασσαλωτό σύστημα, που χωρίζεται διοικητικά στην περιοχή Αξιού-Λουδία (Κύμινια-Μάλγαρα, περιοχή νομού Θεσσαλονίκης και Λουδία – Αλιάκμονα (Κλειδί, περιοχή νομού Ημαθίας)
- B) ΒΑ περιοχή κόλπου Θεσσαλονίκης (Χαλάστρα, Νομός Θεσσαλονίκης- με πλωτό και πασσαλωτό σύστημα)
- Γ) Α. Θερμαϊκός κόλπος (όρια νομού Θεσσαλονίκης – με πλωτό σύστημα)
 - _ νομός Ημαθίας,
 - _ περιοχή νομού Πιερίας (Κίτρος- Μακρύγιαλος, Δ. Θερμαϊκός, Νομός Πιερίας) μόνο πλωτό σύστημα,
 - _ περιοχή νομού Θεσπρωτίας (Ηγουμενίτσα),
 - _ περιοχή νομού Πρέβεζας,
 - _ Μαλλιακός κόλπος,
 - _ Εύβοιας Β. Ευβοϊκός
 - _ Αττικής
 - _ Λέσβου

Στις περιοχές μυδοκαλλιέργειας οι εγκαταστάσεις ποικίλλουν ως προς τη θέση, το μέγεθος, και την απόσταση των μονάδων μεταξύ τους, το μήκος και την απόσταση των πλωτών γραμμών μεταξύ τους και μεταξύ των αρμαθιών, στοιχεία που είναι πολύ σημαντικά για την ποιότητα και ποσότητα της παραγωγής αλλά και την ποιότητα του περιβάλλοντος, των μυδοκαλλιεργειών τόσο στη στήλη του νερού όσο και στο βυθό. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της διαχειριστικής μελέτης του ΕΚΘΕ (2001), η υφιστάμενη κατάσταση προτείνεται να αλλάξει, προκειμένου να μπορέσουν οι μονάδες να λειτουργούν στα πλαίσια της αειφορίας και της βιωσιμότητας των καλλιεργειών, αφού ήδη το περιβάλλον φαίνεται να μην υποστηρίζει την παραγωγή από τις υφιστάμενες το 2001 εγκαταστάσεις. Η αναγκαιότητα ίδρυσης «Περιοχών Οργανωμένης Ανάπτυξης Υδατοκαλλιεργειών» (Π.Ο.Α.Υ.) ως περιοχών συγκέντρωσης των υδατοκαλλιεργητικών μονάδων προκύπτει και από τις διατάξεις του Νόμου 2742/1999 <<χωροταξικός σχεδιασμός και αειφόρος ανάπτυξη και άλλες διατάξεις>>. Οι Π.Ο.Α.Υ. αποτελούν Περιοχές Οργανωμένης Ανάπτυξης

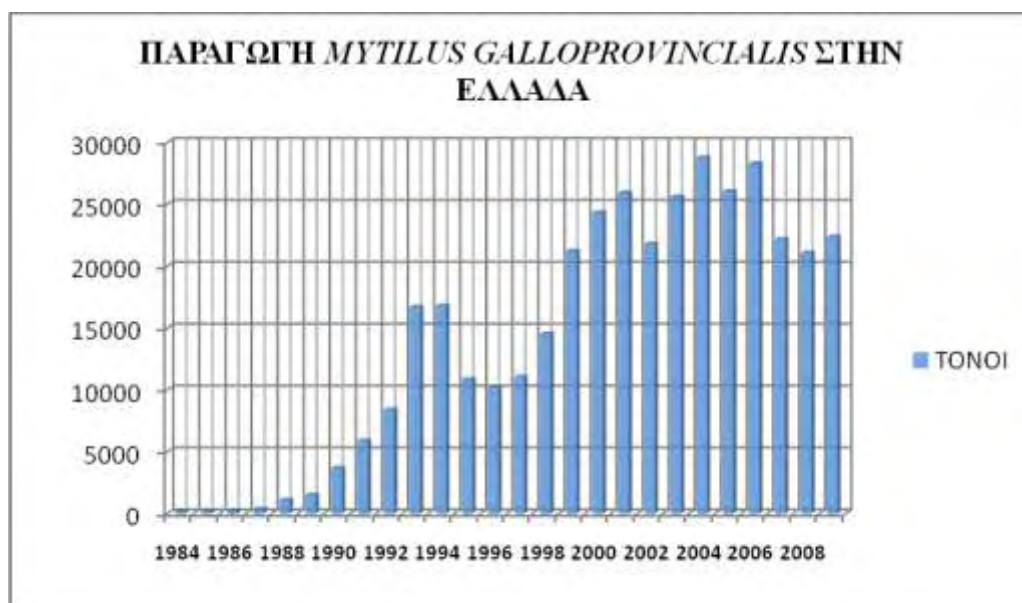
Παραγωγικών Δραστηριοτήτων (Π.Ο.Α.Π.Δ.). σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, ως Π.Ο.Α.Π.Δ. χαρακτηρίζονται θαλάσσιες και χερσαίες περιοχές που είναι πρόσφορες σύμφωνα με τις κατευθύνσεις του χωροταξικού σχεδιασμού για την ανάπτυξη παραγωγικών και επιχειρηματικών δραστηριοτήτων του πρωτογενούς, δευτερογενούς ή τριτογενούς τομέα, καθώς και δραστηριοτήτων ή επιχειρηματικών πρωτοβουλιών πειραματικού χαρακτήρα. Η ίδρυση των Π.Ο.Α.Υ. έγινε για να εξασφαλιστεί η βέλτιστη παραγωγή ποιοτικά και ποσοτικά και να ελαχιστοποιηθούν παράλληλα οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, λόγω του ότι θα πρέπει να υπάρχει κατάλληλη χωροθέτηση των μυδοκαλλιεργειών. Η μυδοκαλλιέργεια είναι μια σημαντική δραστηριότητα του πρωτογενούς τομέα και έτσι αποκτά μεγάλο επιχειρησιακό ενδιαφέρον, λόγω των περιβαλλοντικών, οικονομικών, κοινωνικών και τεχνολογικών συνιστωσών της.

1.3.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Από τους 95.000 t της Ευρωπαϊκής παραγωγής μεσογειακού μυδιού (*Mytilus galloprovincialis*), οι 30.000 t μυδιών αποτελούν την Ελληνική παραγωγή (Εικ.1.4). Το 80-90% της παραγωγής αυτής εξάγεται, κυρίως, στην Ιταλία.



Εικ. 1.3. Ευρωπαϊκή παραγωγή μυδιών, συνολικά και για τα δύο είδη (*Mytilus galloprovincialis* & *Mytilus edulis*), Ευρωπαϊκή παραγωγή και η Ελληνική παραγωγή του είδους *M. galloprovincialis* (Πηγή δεδομένων: FAO Fishery Statistic από Α.Τ.Ε.Ι.Θ., 2007).



Εικ. 1.4. Η Ευρωπαϊκή και Ελληνική παραγωγή μυδιών του είδους *Mytilus galloprovincialis* (Πηγή δεδομένων: Eurostat (2012)).

Η Ελληνική παραγωγή μυδιών άρχισε να αυξάνει από τις αρχές της δεκαετίας του 1990, δηλαδή μια εικοσαετία αργότερα από ότι στην Ευρώπη (Α.Τ.Ε.Ι.Θ., 2007). Στην περίοδο 2000-2006 παρουσίασε το μέγιστο της δυνατότητάς της (μέχρι 28.000t) και στη συνέχεια φαίνεται να σταθεροποιήθηκε στους 22.000t ετησίως.

1.4 ΜΥΔΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

1.4.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΜΥΔΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η μυδοκαλλιέργεια είναι μια μη εντατική μορφή εκτροφής που στηρίζεται στις φυσικές διαδικασίες για την προμήθεια γόνου και τροφής (Inglis et al., 2000) αν και η εθνική περιβαλλοντική νομοθεσία την εντάσσει στις εντατικές μορφές. Η επιλογή της μεθόδου εκτροφής ανά τον κόσμο αντανακλά τις παραδοσιακές τεχνικές, την διαθεσιμότητα και καταλληλότητα των θέσεων που υπάρχουν για την εγκατάσταση και τη διαθεσιμότητα του γόνου. Σήμερα τα συστήματα εκτροφής που χρησιμοποιούνται είναι τα εξής:

Πασσαλωτό (pole)

Είναι η πιο παλιά μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε στην Ευρώπη έχοντας την καταγωγή της στη Γαλλία. Συνίσταται στη βύθιση πασσάλων από υλικά όπως βελανιδιά, πεύκο ακόμη και αλουμίνιο, μήκους 4-7 m και διαμέτρου 25-30 cm στον

πυθμένα της θάλασσας στη μεσοπαραλιακή ζώνη, έτσι ώστε τα 2-3 m να είναι πάνω από τον πυθμένα. Η απόσταση μεταξύ τους είναι 25-50 cm, ανάλογα αν χρησιμεύουν στη συλλογή γόνου ή εκτροφή αντίστοιχα και σχηματίζουν σειρές έως και 250 πασσάλων. Για τη συλλογή του γόνου οι πάσσαλοι τοποθετούνται στις αρχές του χρόνου. Στη νοτιοδυτική ακτή της Γαλλίας δημιουργούν θέσεις εγκατάστασης του γόνου με πασσάλους και σχοινιά τοποθετημένα οριζόντια σε μεταλλικά πλαίσια το Μάιο – Ιούνιο. Τον Ιούλιο ο γόνος αρμαθιάζεται σε κυλινδρικά δίχτυα 3-5 m μήκους που δένονται γύρω από τον πάσσαλο. Τα μύδια σε κάποιες περιπτώσεις χρειάζονται αραίωση κατά την διάρκεια του καλοκαιριού (Spencer, 2002).



Εικ.1.5 Πασσαλωτό σύστημα μυδοκαλλιέργειας στην περιοχή του Θερμαϊκού κόλπου (www.ellinikiaktofylaki.blogspot.com).

Πλωτό σύστημα (longline)

Η μέθοδος αυτή είναι πιο κατάλληλη από τις σχεδίες σε εκτεθειμένες θέσεις, αν και απαντώνται μαζί με τις σχεδίες σε προστατευμένες περιοχές (Spencer, 2002) (Εικ. 1.6).



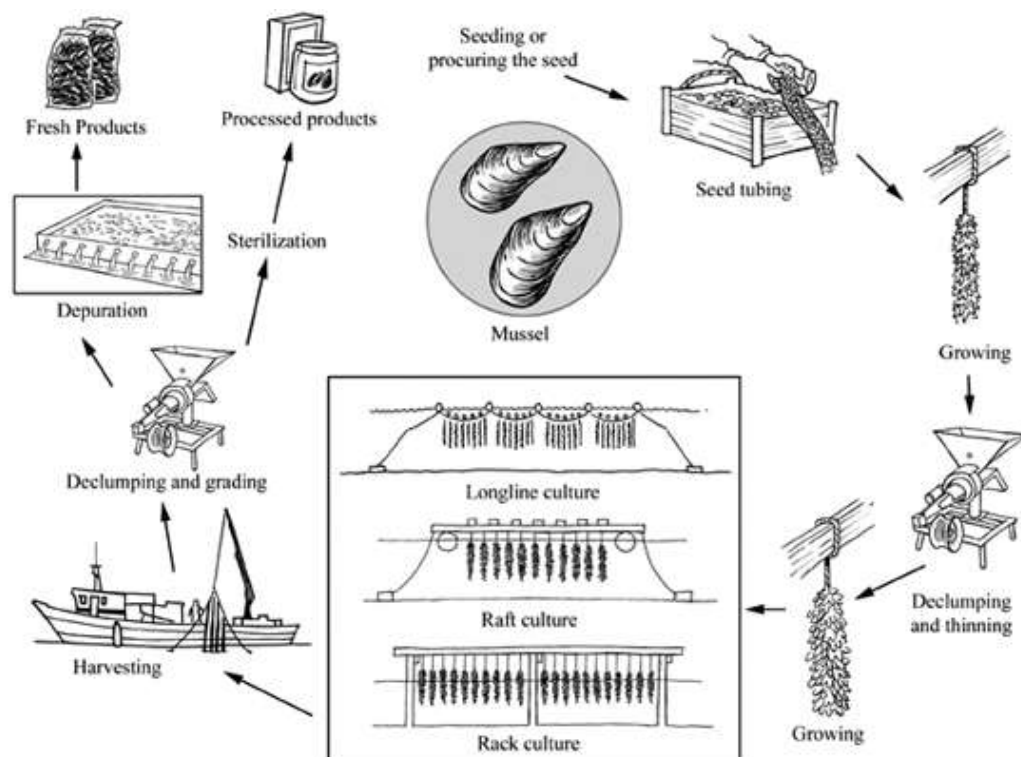
Εικ.1.6. Μονάδα μυδοκαλλιέργειας με σύστημα μακριάς γραμμής (longline)
(<http://www.dfompo.gc.ca/aquaculture/multimedia/fig9.jpg>).

Το σύστημα αυτό είναι προσαρμογή της μεθόδου που αναπτύχθηκε στην Ιαπωνία για την εκτροφή των στρειδιών και χτενιών. Αποτελείται από ένα σχοινί από πολυπροπυλένιο που επιπλέει στην επιφάνεια ή 1,5-3 m κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας με την βοήθεια πλωτήρων, από όπου κρέμονται σχοινιά με μύδια τοποθετημένα σε απόσταση 50 cm μεταξύ τους. Σε κάποιες περιπτώσεις, όταν υπάρχουν ισχυρά ρεύματα, τοποθετούνται βαρίδια στα σχοινιά για να διατηρούνται κάθετα. Ο αριθμός και το μέγεθος των πλωτήρων εξαρτάται από το βάρος που πρόκειται να σηκώσουν (π.χ. ένα σχοινί μήκους 200 m και διαμέτρου 18-30 mm στηρίζεται σε 25-30 πλωτήρες που έχουν απόσταση μεταξύ τους 0,5-1,5 m). Τα κάθετα σχοινιά είναι μήκους 4-6 m και διαμέτρου 14-18 mm. Τοποθετούνται κατά μήκος των σχοινιών ξύλινες σφήνες μήκους 25 mm κάθε 25-40 cm, για να εμποδίσουν τα μύδια να «χυθούν» πρακτική που ακολουθείται και στις σχεδίες (Spencer, 2002). Σε μερικές χώρες χρησιμοποιούν το σύστημα αυτό βυθισμένο για να αποφύγουν τον άνεμο και την κυματική δράση (Γαλλία), αλλά και το πάγωμα της θάλασσας (Καναδάς). Η Γαλλία παράγει 30.000 t έτος⁻¹ (1993) στις εκτεθειμένες ακτές του Ατλαντικού και της Μεσογείου (Spencer, 2002). Στη Μεσόγειο χρησιμοποιούν το σύστημα κρεμαστού πάρκου που αποτελείται από μεταλλικούς δοκούς με ξύλινα οριζόντια δοκάρια στο πάνω μέρος από όπου κρέμονται τα σχοινιά (Gosling, 2003b).

Στην Ελλάδα εκτρέφεται το *M. galloprovincialis* και φθάνει το εμπορεύσιμο μήκος (μεγαλύτερο των 5 cm) σε χρονικό διάστημα μικρότερο από 12 μήνες (ΑΠΘ, 2000). Τα συστήματα εκτροφής που χρησιμοποιούνται είναι το πασσαλωτό και το πλωτό.

1.4.2 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Η διαδικασία της καλλιέργειας ξεκινά με τη συλλογή του γόνου με ειδικούς γονοσυλλέκτες τους μήνες Δεκέμβριο – Φεβρουάριο. Σε περιοχές με έντονη παρουσία μυδιών τοποθετούνται σχοινιά σε κάθετες ή οριζόντιες δοκούς όπου τοποθετούνται τα μικρά μύδια από μόνα τους. Στη συνέχεια τους μήνες Απρίλιο – Μάιο γίνεται η τοποθέτηση του γόνου και ακολουθεί η πάχυνση, με τη τοποθέτησή του σε κυλινδρικά δίχτυα (αρμαθίες) που κρέμονται από τις αιωρούμενες καλλιέργειες. Κατά τη διάρκεια της πάχυνσης γίνονται διαλογές με την απομάκρυνση των μεγαλύτερων ατόμων και την τοποθέτηση τους σε νέες αρμαθίες (Σωφρονίδης κ.α 2008).



Εικ. 1.7 Παραγωγική διαδικασία μυδιών (www.fao.org).

1.5 ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΟΛΠΟΥ ΚΑΒΑΛΑΣ

1.5.1 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Ο κόλπος της Καβάλας αποτελεί τη δεύτερη σε μέγεθος ημίκλειστη λεκάνη του Θρακικού Πελάγους, μετά το Στρυμονικό κόλπο, η οποία επικοινωνεί με το ανοικτό Βόρειο Αιγαίο ανατολικά μέσω του διαύλου της Θάσου και δυτικά μέσω της θαλάσσιας λεκάνης της Θάσου, καλύπτοντας συνολική έκταση 264×10^6 τ.μ και έχοντας συνολικό μήκος ακτογραμμής 62.800 μ. Με δεδομένο ότι η κυκλοφορία των υδάτινων μαζών στο Βόρειο Αιγαίο Πέλαγος είναι κυκλωνική, η είσοδος του νερού στον κόλπο Καβάλας γίνεται κυρίως από το διάυλο Θάσου και η έξοδός τους από τη θαλάσσια λεκάνη Θάσου, δημιουργώντας μια συνεχή ροή που συμβάλλει στην ανανέωση των υδάτων του κόλπου Καβάλας (Συλταίος κ.α 2004).

1.5.2 ΚΛΙΜΑ ΚΑΒΑΛΑΣ

Το κλίμα της Καβάλας είναι αντίστοιχο με το κλίμα των περιοχών που βρίσκονται στα γεωγραφικά πλάτη του Β. ημισφαιρίου και ως εκ τούτου είναι έντονη η παρουσία ανταγωνιστικών και αντίθετων αέριων μαζών. Χαρακτηρίζεται γενικά ως Μεσογειακό με ήπιους χειμώνες και ξηρό καλοκαίρι. Η διεύθυνση των ανέμων είναι νότιο – ανατολική. Η μέση θερμοκρασία στην ατμόσφαιρα κυμαίνεται από 3,9 °C τον χειμώνα και 24,7°C το καλοκαίρι. Η μέση ετήσια υγρασία είναι 71%. Το ύψος των βροχοπτώσεων ανέρχεται στα 700 mm (www.diocles.civil.duth.gr).

1.5.3 ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ, ΣΥΝΘΗΚΗ RAMSAR.

Στη Βόρεια Ελλάδα υπάρχει μεγάλος αριθμός υγροτόπων που είναι είτε διεθνούς αξίας και προστατεύονται από τη συνθήκη Ramsar, είτε εθνικής αξίας που προστατεύονται από εθνική νομοθεσία ή από το δίκτυο Natura 2000. Το Δέλτα του Νέστου αποτελεί έναν από τους 11 ελληνικούς υγρότοπους διεθνούς σημασίας σύμφωνα με τη συνθήκη RAMSAR και είναι σημαντικό για την ιχθυοπανίδα. Η έκταση του δέλτα ξεπερνάει τα 550.000 στρέμματα τα οποία χωρίζονται σε τρεις ζώνες :

- Ζώνη Α. Ζώνη απόλυτης προστασίας (δεν επιτρέπεται καμιά δραστηριότητα).

- Ζώνη Β. Ζώνη υψηλής προστασίας (επιτρέπονται μόνο μερικές δραστηριότητες).
- Ζώνη Γ. Ευρύτερη περιοχή Νέστου.

Γενικά, αποτελείται από αγροτική γη με λιμνοθάλασσες με υφάλμυρο νερό, που χωρίζονται από τη θάλασσα με στενές αμμώδεις λωρίδες. Ο ποταμός Νέστος έχει μέση ετήσια παροχή $88 \text{ m}^3/\text{s}$ και αποτελεί τη μόνη πηγή τροφοδοσίας σε γλυκό νερό για τον κόλπο της Καβάλας. Σύμφωνα με στοιχεία αεροφωτογραφιών πριν την λειτουργία των υδροηλεκτρικών φραγμάτων, ο ποταμός προκαλούσε σημαντική αύξηση της θολερότητας του νερού στην παράκτια περιοχή των εκβολών του λόγω σημαντικής προσφοράς ιζημάτων. Η κατασκευή των υδροηλεκτρικών φραγμάτων το 1997 έχει μειώσει την παροχή γλυκού νερού στον κόλπο, ενώ οι αυξημένες συγκεντρώσεις αιωρούμενων στερεών από το ποτάμι αποτελούν σοβαρό κίνδυνο για τη διατάραξη του παράκτιου οικοσυστήματος (Συλαίος κ.α 2004).

1.5.4 ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΔΡΑΣΕΙΣ.

Η παράκτια ζώνη του κόλπου της Καβάλας χαρακτηρίζεται από ένα πλήθος ανθρώπινων δραστηριοτήτων οι οποίες καλύπτουν τους τομείς της βιομηχανίας, της αλιείας, του τουρισμού και των ιχθυοκαλλιεργειών. Ένας όγκος απορροών από τα οικιακά και βιομηχανικά λύματα που εκχύνονται άμεσα στον υδάτινο αποδέκτη καθώς και η διασυννοριακά μεταφερόμενη ρύπανση της Μαύρης Θάλασσας και του ποταμού Νέστου, συμβάλλουν στον εμπλουτισμό της παράκτιας ζώνης του κόλπου Καβάλας με διάφορες ρυπογόνες ουσίες.

1.5.5 ΡΥΠΑΝΣΗ

Η Καβάλα με πληθυσμό 70.000 περίπου κατοίκων αποτελεί τη σημαντικότερη πηγή των αστικών αποβλήτων που καταλήγουν στον κόλπο. Ανατολικά της πόλης βρίσκονται οι εγκαταστάσεις του βιολογικού καθαρισμού ο οποίος έχει τη δυνατότητα επεξεργασίας μεγάλου όγκου υγρών αποβλήτων. Οι βιομηχανικές εγκαταστάσεις που λειτουργούν στο Ν. Καβάλας εστιάζονται στα ανατολικά της πόλης. Εκεί λειτουργεί η Βιομηχανία Φωσφορικών Λιπασμάτων (ΒΦΛ), μια χημική βιομηχανία η οποία κατεργάζεται μεγάλες ποσότητες φωσφόρου. Στα Ανατολικά της πόλης υπάρχουν επίσης δεξαμενές αποθήκευσης πετρελαίου. Όσο αφορά την

γεωργική ρύπανση, οι αγροτικές δραστηριότητες στην παράκτια ζώνη απαντώνται στο μεγαλύτερο μέρος τους στην πεδιάδα του Νέστου με αποτέλεσμα ένα μέρος από τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται στις καλλιέργειες να καταλήγουν με τις εκκλύσεις από τη βροχή και την άρδευση στη θάλασσα μέσω του εκτεταμένου δικτύου αρδευτικών καναλιών και τάφρων της πεδιάδας της περιοχής της Χρυσούπολης (Συλαίος κ.α 2004).

1.5.6 ΔΥΣΜΕΝΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΣΤΟΝ ΚΟΛΠΟ ΚΑΒΑΛΑΣ

Τη χρονική περίοδο από 17/2/2010 μέχρι 26/5/2010 έγινε αντιληπτή η δημιουργία στο Βόρειο Αιγαίο ενός ευρείας κλίμακας επεισοδίου σχηματισμού κολλωδών μακρο- συσσωματωμάτων (πολυσακχαρίτες ή βλέννη). Πρόκειται για απρόβλεπτο στο χώρο και στο χρόνο συμβάν, το οποίο τα τελευταία χρόνια δημιουργεί προβλήματα στους αλιείς και στους υδατοκαλλιεργητές, γιατί ενώ στην αρχή σχηματίζεται στην επιφάνεια της θάλασσας, στη συνέχεια εξαιτίας της αρνητικής πλευστότητας κατακάθεται στο βυθό, με αποτέλεσμα να προσκολλάται στα αλιευτικά εργαλεία και να εμποδίζει τη χρήση τους. Το συμβάν πρέπει να οφείλεται στην πληθυσμιακή έκρηξη φυτοπλαγκτού, κατά κύριο λόγο διατόμων (γέννη *Chaetoceras*, *Coscinodiscus*, *Thalassiosira*, *Skeletonema*, *Pseudo-nitzschia*, *Cyclotella*) και δινομαστιγωτών (γέννη *Gonyaulax*, *Prorocentrum*). Σύμφωνα με εργασία των Nikolaidis (2008), η δημιουργία των μακρο- συσσωματωμάτων θα πρέπει κυρίως να αποδοθεί στην παρουσία του είδους *Gonyaulax hyaline*, το οποίο βρέθηκε σε όλα τα δείγματα που εξετάστηκαν, χωρίς ωστόσο να είναι πάντα το κυρίαρχο είδος. Γενικά τα αίτια των επεισοδίων της δημιουργίας των κολλωδών μακρο-συσσωματωμάτων δεν είναι μέχρι σήμερα απόλυτα κατανοητά στο Β. Αιγαίο. (ΙΝΑΛΕ, 2010)



Εικ. 1.8. Έκρηξη φυτοπλαγκτού στο Β.Αιγαίο (www.k-typos.gr).

1.5.7 . ΑΛΛΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

α) Το φυτοπλαγκτό είναι σημαντική τροφή για τα δίθυρα. Ο κόλπος της Καβάλας, λόγω της εισροής γλυκών νερών από τα ποτάμια και τις αγροτικές αποπλύσεις χαρακτηρίζεται ως υψηλά μεσότροφος το χειμώνα και την άνοιξη (SoHelMe 2005). Η ευρύτερη περιοχή των μυδοκαλλιεργειών παρουσιάζει υψηλές συγκεντρώσεις φυτοπλαγκτικής βιομάζας και στηρίζει μια μεγάλη παραγωγή μυδιών. Συγκεκριμένα, στις μονάδες πλωτών συστημάτων εμφανίζονται μέγιστες τιμές «άνθησης» φυτοπλαγκτού σε αντίθεση με τα πασσαλωτά, όπου η συγκέντρωση χλωροφύλλης δεν εμφανίζει έντονες διακυμάνσεις στη διάρκεια του έτους (ΙΝΑΛΕ 2010).

β) Μη φυτοπλαγκτικό αιωρούμενο οργανικό υλικό .

Εκτός από το φυτοπλαγκτό, τα μύδια χρησιμοποιούν για τροφή και μη φυτοπλαγκτικό αιωρούμενο οργανικό υλικό που είναι μέρος του σωματιδιακού οργανικού υλικού (POM) και βρέθηκε να είναι >70 % του αιωρούμενου οργανικού υλικού, εκτός από τις περιόδους της εμφάνισης των μέγιστων του φυτοπλαγκτού, οπότε τα ποσοστά κυμαίνονται από 35 - 55 % (ΕΚΘΕ, 2001).

γ) Επιβλαβείς ανθήσεις φυτοπλαγκτού.

Οι ανθήσεις φυκών (algal blooms) είναι φυσικά φαινόμενα, ήδη γνωστά από παλαιότερων χρόνων, που δημιουργούνται σε παράκτια νερά και λίμνες εξαιτίας της μαζικής ανάπτυξης συγκεκριμένων μονοκύτταρων, κυρίως, φωτοσυνθετικών οργανισμών (φυτοπλαγκτό). Αν και το φυτοπλαγκτό διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην τροφική αλυσίδα των υδάτινων οικοσυστημάτων, καθώς αποτελεί τροφή για πληθώρα οργανισμών (ζωοπλαγκτό, δίθυρα μαλάκια, καρκινοειδή, προνύμφες ψαριών), η μαζική αύξησή του μπορεί να αποβεί επιβλαβής για το υδάτινο φυσικό περιβάλλον και τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Τα συγκεκριμένα φαινόμενα χαρακτηρίζονται διεθνώς ως **Harmful Algal Blooms (HAB's)**, “επιβλαβείς ανθήσεις φυκών”

Ανάλογα με τα συμπτώματα δηλητηρίασης, που εκφράζουν τη δομή και τη δράση των τοξινών, διακρίνονται πέντε τύποι συνδρόμων :

η διαρροϊκού τύπου δηλητηρίαση (Diarrhetic Shellfish Poisoning, DSP),

η παραλυτικού τύπου δηλητηρίαση (Paralytic Shellfish Poisoning, PSP),

η αμνησιακού τύπου δηλητηρίαση (Amnesic Shellfish Poisoning, ASP),

η νευροτοξικού τύπου δηλητηρίαση (Neurotoxic Shellfish Poisoning, NSP).

(Κουκάρας 2004).

1.5.8 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΥΔΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Μία από τις αρνητικές επιπτώσεις της μυδοκαλλιέργειας, είναι η υποβάθμιση του περιβάλλοντος και η δυσμενής επίδρασή της στην οικολογική ισορροπία της θαλάσσιας περιοχής, που οφείλεται σε πολλούς λόγους όπως στη μη-τήρηση των περιβαλλοντικών όρων λειτουργίας των μονάδων και τον κορεσμό της θαλάσσιας περιοχής σε μονάδες μυδοκαλλιέργειας, η λειτουργία των οποίων έχει άμεση σχέση με τη βιολογία του είδους και τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά του υδάτινου μέσου εκτροφής. Στις τουριστικές περιοχές, οι κάτοικοι δεν θέλουν την ανάπτυξη των μονάδων, υποστηρίζοντας ότι προκαλούν υποβάθμιση του νερού, οπτική ρύπανση και εμπόδιο σε άλλες δραστηριότητες όπως αλιεία και κολύμβηση (Σωφρονίδης κ.α 2008).

Η ύπαρξη αρκετών αιωρούμενων στερεών, αυξάνει στα μαλάκια το ρυθμό της διήθησής τους, οπότε με αυτό τον τρόπο ξοδεύεται ενέργεια, χωρίς να τους παρέχεται η ανάλογη τροφή σε θρεπτική αξία από τα αιωρούμενα αυτά στερεά. Τελικά

απενεργοποιείται ο μηχανισμός διήθησής τους, ενώ η παρουσία μεγάλων συγκεντρώσεων από αιωρούμενα στερεά είναι πιθανό να ελαττώνει ακόμη και το βαθμό προσκόλλησης των προνυμφικών τους σταδίων σε κάθε στερεό υπόστρωμα.

Οι καλλιέργειες οστράκων αποδείχτηκε ότι μεταβάλλουν τους φυσικούς ρυθμούς μετακίνησης και ανανέωσης των υδάτινων μαζών, όπως και την ταχύτητα και το ρυθμό καθίζησης – ιζηματοποίησης ουσιών και αιωρούμενων στερεών.

Η ικανότητα διήθησης των μυδιών είναι τέτοια που η παραγωγή περιττωμάτων και άλλων διαλυμένων στερεών ουσιών είναι σημαντική. Σύμφωνα με τον Figueras (1989), μπορεί ένα μύδι να φιλτράρει 2-5 κιλά νερό την ώρα. Επομένως μια αρμαθιά με μύδια μπορεί να φτάσει να φιλτράρει έως και 90 τόνους νερό ημερησίως, ενώ μια πλωτή εξέδρα καλλιέργειας μυδιών έως και 70.000 τόνους ημερησίως. Η κατακράτηση φυτοπλαγκτού είναι 35-40 % και έτσι μια μονάδα συγκρατεί περίπου 180 τόνους οργανικής ύλης ημερησίως από τους οποίους οι 100 επιστρέφουν στην θάλασσα. Εκτιμήσεις αυτής της ποσότητας περιττωμάτων έχουν γίνει από Ιάπωνες ερευνητές (Arakawa et al. 1971) που απέδειξαν ότι από 420.000 καλλιεργούμενα όστρακα μπορεί να αποδοθούν στο περιβάλλον περιττώματα 16 τόνων μέσα σε 9 μήνες, ενώ μπορεί να αποδοθεί έως και 1 κιλό οργανικός άνθρακας ανά m² ανά έτος. Οι εναποθέσεις αυτές ενισχύουν τη βακτηριακή αποικοδόμηση του αποβλήτου με παράλληλη μείωση του οξυγόνου και αύξηση της ποσότητας του υδρόθειου που δημιουργεί προβλήματα τοξικότητας (Κουσουρήs κ.α. 1995).

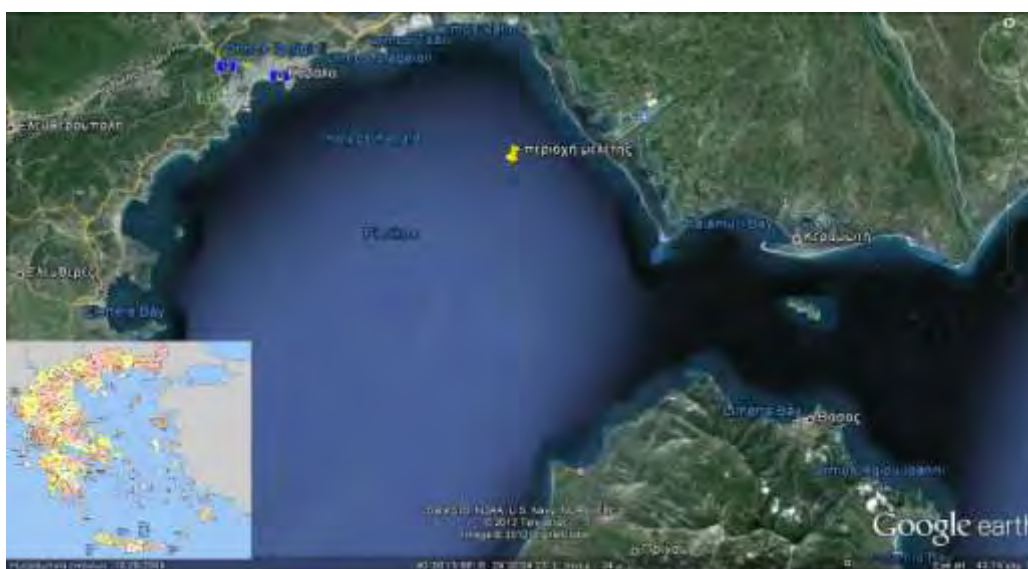
Η αύξηση εγκαταστάσεων μυδοκαλλιέργειας έχει ως επακόλουθο και την αύξηση επιβιοτών (παράσιτα για τους μυδοκαλλιεργητές). Πολλά είδη π.χ. φυκών, πλατυελμύνθων, πολυχαίτων, εχινόδερμων, δεκαπόδων- καρκινοειδών, βρυοζών, ασκιδίων κ.α., χρησιμοποιούν τις μυδοκαλλιέργειες και την επιφάνεια των οστράκων των εκτρεφόμενων μυδιών ως επιφάνεια εγκατάστασής τους. Οι ρύποι που προκαλούνται από την εκτροφή μυδιών είναι μεγάλου όγκου. Τέτοιοι είναι τα χρησιμοποιημένα νάιλον δίχτυα καλλιέργειας μυδιών, υπολείμματα διχτυών αλιείας, κελύφη νεκρών μυδιών ή άλλων ασπόνδυλων, μάζες φυκών, μάζες θαλάσσιων ζωικών οργανισμών που ανασύρονται μαζί με τις αρμαθιές μυδιών και διάφορα άλλα υπολείμματα που χρησιμοποιούνται στην μονάδα. Αυτοί οι ρύποι αποτίθενται στην παράκτια ζώνη αδιάκριτα συνήθως με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ρυπαρές περιοχές και εστίες μόλυνσης από την οργανική αποσύνθεση, δυσοσμία, αλλοίωση τοπίου (Τέντσος Γ. Κτηνιατρική Υπηρεσία Καβάλας, προσωπ.επικ.). Επίσης μια μυδοκαλλιέργεια όπως και άλλου είδους υδατοκαλλιέργειας προκαλεί αλλαγή στην

αισθητική του τοπίου, κυρίως οπτική ρύπανση. Αυτή η επίπτωση όμως δεν υφίσταται όταν είναι εγκατεστημένη σε περιοχές οστρακοκαλλιεργειών (Αγγελίδης 2005).

2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο ΒΑ κόλπο Καβάλας στην περιοχή Βάσοβας όπου υπάρχει εγκατεστημένη πλωτή μυδοκαλλιέργεια από το 2000 (Εικ.2.1). Η Βάσοβα είναι η περιοχή που βρίσκεται νότια του αεροδρομίου της Χρυσούπολης και είναι οργανικό τμήμα του Δέλτα του Νέστου, που εκβάλλει στα ανατολικά της Κεραμωτής. Χαρακτηρίζεται από ένα πλήθος ανθρώπινων δραστηριοτήτων όπως η βιομηχανία, η αλιεία, ο τουρισμός και οι υδατοκαλλιέργειες. Σε κοντινή απόσταση από την περιοχή εδρεύει το αεροδρόμιο Χρυσουπόλεως και η Βιομηχανία Φωσφορικών Λιπασμάτων, δυτικά της μονάδας.



Εικ.2.1 Χάρτης σταθμού δειγματοληψίας (Google Earth).

2.1.2 ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η παρούσα εργασία ξεκίνησε τον Οκτώβριο του 2010 και ολοκληρώθηκε τον Σεπτέμβριο του 2011. Οι δειγματοληψίες διενεργήθηκαν με το ειδικό μυδοκαλλιεργητικό σκάφος «ΜΑΡΙΑ» (ΝΘ 917) μήκους 10 μ. (Εικ. 2.2) σε μηνιαία βάση και πραγματοποιήθηκαν συνολικά 12 πλόες με χρονική διαφορά μεταξύ των δειγματοληψιών ± 2 εβδομάδες.



Εικ. 2.2 Το σκάφος που διενεργήθηκαν οι δειγματοληψίες.

2.1.3 ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

Για τις ανάγκες της μελέτης αυτής χρησιμοποιήθηκε υλικό από την μοναδική μυδοκαλλιέργεια του ΒΑ κόλπου της Καβάλας. Η μονάδα είναι αδειοδοτημένη και

ελέγχεται από αρμόδιες υπηρεσίες του Νομού με κωδικό αριθμό στην άδεια ίδρυσης και λειτουργίας της. Το βάθος στην περιοχή της μονάδας είναι 21 m. Τα δείγματα λαμβάνονταν τις πρωινές ώρες της μέρας. Υπήρχε συνδυασμός δειματοληψίας με συγκομιδή μυδιών για πώληση ή με άλλες διαχειριστικές ενέργειες.

Από την μυδοκαλλιέργεια που αποτέλεσε και τον σταθμό δειματοληψίας, μετά την ανύψωση της γραμμής παραγωγής (Εικ. 2.3) συλλέγονταν δείγματα από δύο αρμαθίες και από τρεις θέσεις σε κάθε αρμαθιά (αρχή, μέση και τέλος). Οι θέσεις σε κάθε αρμαθιά αντιστοιχούν σε βάθη από την επιφάνεια της θάλασσας της μεν αρχής 3m, της μέσης 5m και του τέλους 7m.



Εικ. 2.3. Ανάρτηση της κεντρικής γραμμής (μάννα), για τη συλλογή αρμαθιών και πραγματοποίηση των απαραίτητων μετρήσεων.

2.2 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

Κατά τη διάρκεια των εργασιών στο πεδίο και σε όλη τη διάρκειά της, καταγράφηκαν και συγκεντρώθηκαν τα ακόλουθα στοιχεία :

2.2.1 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Καταγράφηκαν οπτικά τα τρέχοντα μετεωρολογικά στοιχεία όπως ηλιοφάνεια, κυματισμός, άνεμος και τυχόν ρύπανση της περιοχής από διάφορα οργανικά σωματίδια ή άλλους ρυπαντές.

2.2.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Από τον σταθμό μελέτης και σε κάθε δειγματοληψία λαμβάνονταν παράμετροι διαχείρισης που θεωρήθηκε ότι σχετίζονται με το αντικείμενο της έρευνας. Έτσι, μετρήθηκαν η απόσταση μεταξύ των αρμαθιών, το μήκος του σχοινιού για την ανάρτηση των αρμαθιών (Εικ.2.3), το μήκος δυο αρμαθιών από τις οποίες θα ακολουθούσε η συλλογή δειγμάτων και το βάρος τους. Καταγράφηκε επίσης και η περίοδος τοποθέτησης/αραιώσης της αρμαθιάς από τους μυδοκαλλιεργητές (Εικ.2.4).

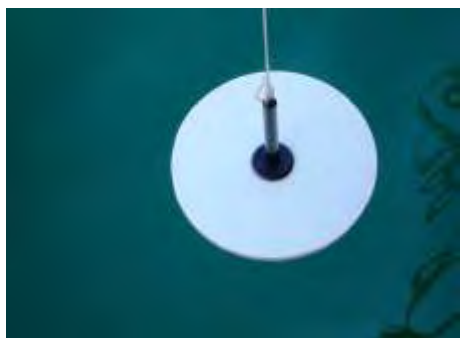


Εικ. 2.4. Αρμαθιές πριν τη συλλογή του βιολογικού υλικού.

2.2.3 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Με τη βοήθεια του δίσκου του Secchi, μετρήθηκε η διαφάνεια του νερού, η αλατότητα στην επιφάνεια και στα 5 m και στα 7 m με φορητό αλατόμετρο τύπου (YSI 63) ,η θερμοκρασία του νερού στην επιφάνεια και ενδεικτικά στα 5 m και 7m με

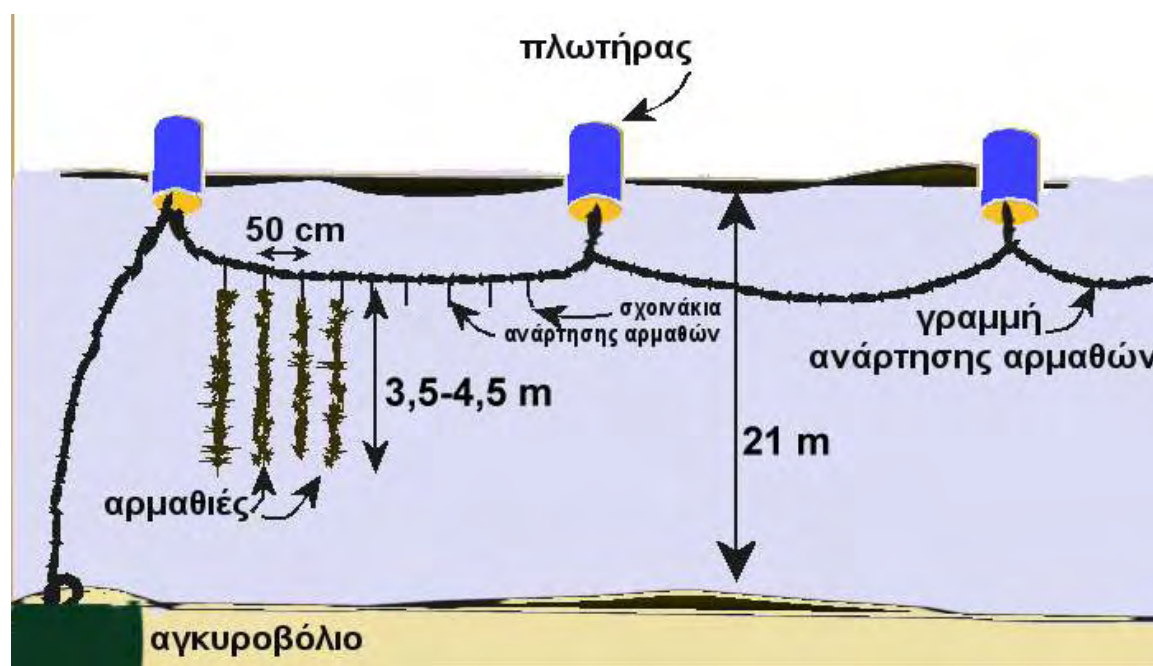
θερμόμετρο υδραργύρου και το διαλυμένο οξυγόνο με ηλεκτρονικό οξυγονόμετρο τύπου WTW οxi 197.



Εικ.2.5. Δίσκος του Secchi κατά την πόντιση

2.2.5 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΥΛΙΚΟ (ΕΝΗΛΙΚΑ ΜΥΔΙΑ)

Τα δείγματα μυδιών προέρχονταν από δύο γειτονικές αρμαθιές και από τρεις θέσεις των αρμαθιών (3m, 5m, 7m) δηλαδή από την αρχή της αρμαθιάς που βρισκόταν περίπου σε βάθος 4 m (βύθισμα «μάννας» + σκοινί ανάρτησης) την μέση της αρμαθιάς και το τέλος της αρμαθιάς στα 7 m περίπου



Εικ.2.6. Επεξεργασμένη εικόνα από σχηματική απεικόνιση πλωτού μυδοτροφείου

Από κάθε θέση συλλέγονταν τα μύδια από μήκος 10 cm της αρμαθιάς. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε πλαστικές σακούλες και συντηρήθηκαν σε φορμόλη 7 % στη συνέχεια μεταφέρονταν στο εργαστήριο για περαιτέρω επεξεργασία (Εικ. 2.7).

2.3 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Στο εργαστήριο μελετήθηκαν μόνο τα ενήλικα μύδια. Ενήλικα μύδια γενικά, είναι εκείνα που το μήκος τους είναι >2 cm και συνήθως αποτελεί για τους ερευνητές το οριακό μέγεθος της διάστασης του μήκους για τη διάκριση του γόνου από τα ενήλικα άτομα (Gosling, 1992).



Εικ.2.7 Δείγμα (τμήμα αρμαθιάς) (φώτο Φαντίδου 2008).

Για την συλλογή των μυδιών προς μελέτη (ενήλικα), το κάθε δείγμα ξεχωριστά, ξεπλύθηκε στο νερό με σκοπό να απομακρυνθεί το περίσσιο οργανικό υλικό, ο γόνος και άλλοι οργανισμοί όπως οι επιβιότες (φύκη, ασκίδια, σπόγγοι), συμβιότες (καβούρια, αμφίποδα, πλατυέλμινθες, γαστερόποδα) και κελύφη μυδιών. Επίσης για κάθε δείγμα μετρήθηκε ο συνολικός αριθμός ατόμων. Στην συνέχεια, σε αυτά τα μύδια μετρήθηκε με τη βοήθεια παχύμετρου ακρίβειας 0,01 cm το μήκος (L) (Εικ 2.8.).



Εικ.2.8. Μέτρηση του μήκους του κελύφους των μυδιών του δείγματος (φώτο Φαντίδου 2008).

Μετά από την μέτρηση του μήκους ελήφθησαν και οι τιμές των ολικών βαρών σε ζυγό ακριβείας 0,001 g. Πιο συγκεκριμένα, ζυγίστηκε το υγρό βάρος του οστράκου αφού αφαιρέθηκαν ο βύσσος και το ενδοκελυφικό υγρό (Εικ.2.9). Ακολούθησε διαχωρισμός του σώματος από το όστρακο και ζύγιση κελύφους και σώματος (Εικ.2.10).



Εικόνα 2.9 Ζύγιση χωριστά του υγρού βάρους του σώματος (επάνω) και του οστράκου (κάτω) (φώτο Φαντίδου 2008).



Εικ.2.10. Διαχωρισμός του σώματος από το κέλυφος. (φώτο Φαντίδου 2007)

2.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

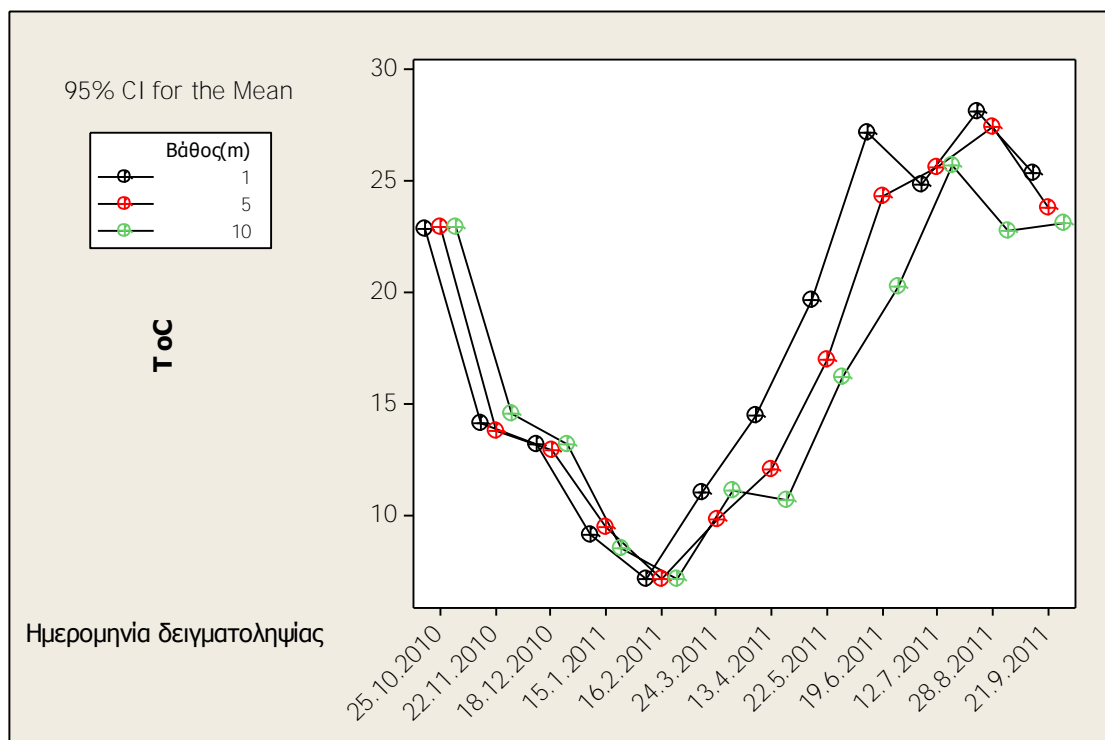
Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων βασίστηκε στον Πετρίδη (2000) και χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα MINITAB 15. Επίσης, ορισμένα έγιναν με το πρόγραμμα Excel 2003.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ- ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΑ

3.1.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ

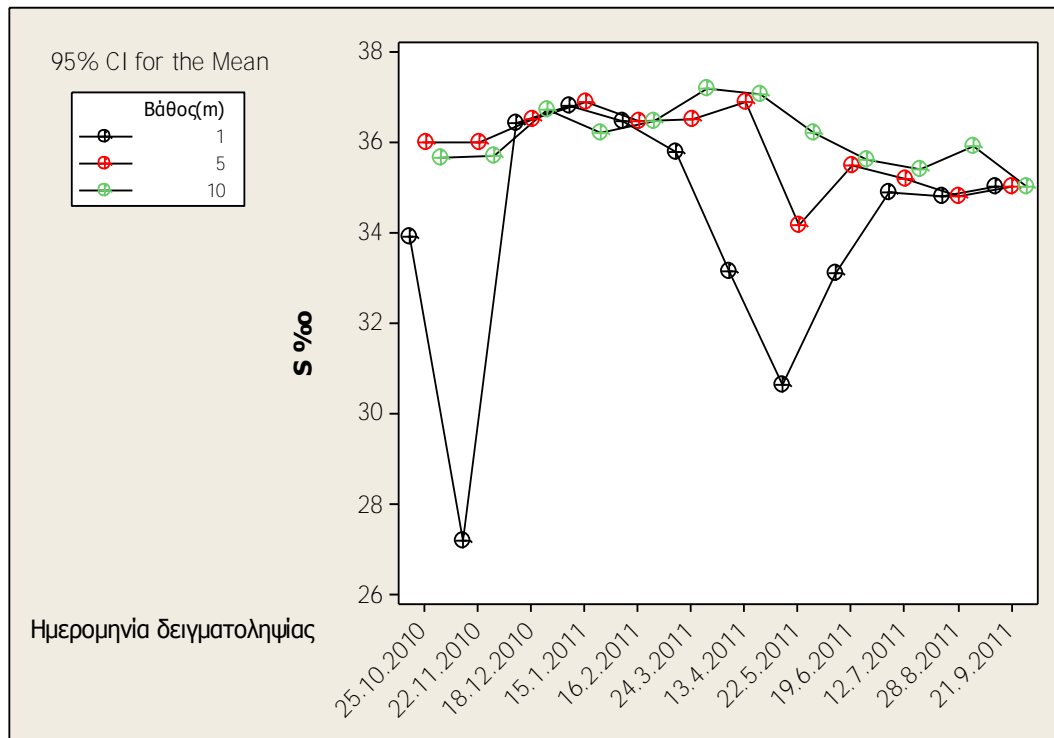
Η θερμοκρασία στην περιοχή μελέτης παρουσίασε εποχική μεταβολή με αυξημένες τιμές στη θερινή περίοδο και χαμηλές τη χειμερινή. Η μεγαλύτερη θερμοκρασία νερού παρατηρήθηκε τον Αύγουστο του 2011 (28,1 °C) σε βάθος 1 m και η μικρότερη τον Φεβρουάριο του ίδιου χρόνου (7 °C) (Εικ. 3.1).



Εικ. 3.1. Μηνιαία μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού σε βάθη 1 m, 5 m και 7 m στην περιοχή μελέτης.

3.1.2 Αλατότητα

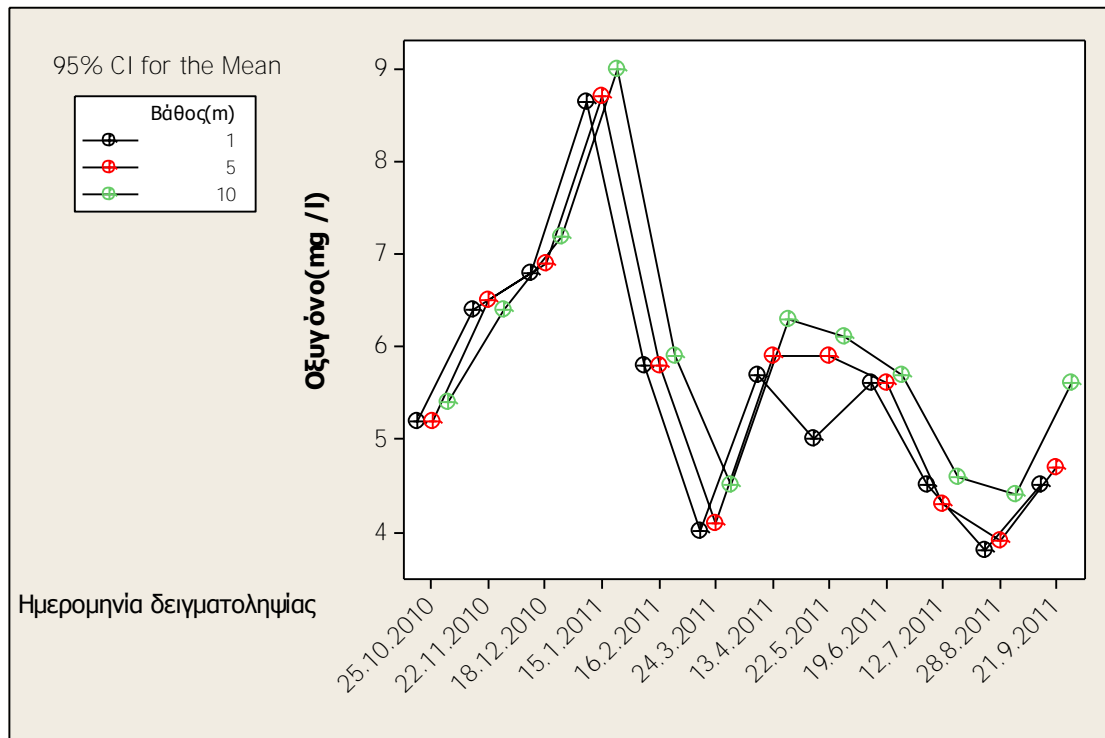
Η εποχιακή διακύμανση της αλατότητας ακολουθεί σχεδόν σταθερό πρότυπο στα βαθύτερα νερά και προς την επιφάνεια εμφανίζει χαμηλότερες τιμές (Εικ. 3.2). Πιο συγκεκριμένα, στα 7 m βάθος το εύρος των τιμών της αλατότητας ήταν μικρό σε ετήσια βάση και κυμάνθηκε γύρω στους 34-35 ‰. Στα 5 m οι τιμές της από τον Ιανουάριο έως και τον Μάρτιο κυμάνθηκαν από 36-37 ‰ με χαμηλότερη τιμή να σημειώνεται το Μάιο 2011 (35 ‰). Οι μεγαλύτερες διακυμάνσεις στα επιφανειακά νερά καταγράφηκαν το Νοέμβριο του 2010 (27,2 ‰) που ήταν και η χαμηλότερη τιμή κατά τη διάρκεια της μελέτης.



Εικ 3.2.. Εποχιακή διακύμανση της αλατότητας σε βάθη 1 m- 5m και 10 m, στον σταθμό δειγματοληψίας.

3.1.3 ΟΞΥΓΟΝΟ

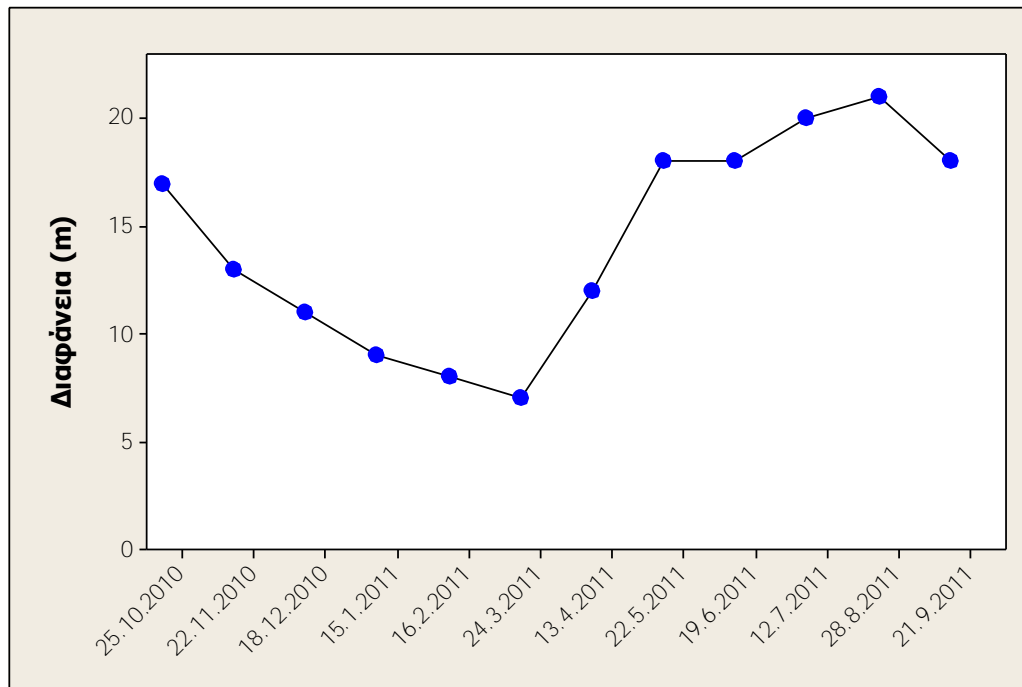
Ο μέσος όρος των επιπέδων του διαλυμένου στο νερό οξυγόνου (DO_2) στον σταθμό δειγματοληψίας στα 5 m που βρίσκεται ο κύριος κορμός των μυδιών, ήταν 5,71 mg /l από τον Οκτώβριο του 2010 ως και τον Σεπτέμβριο του 2011 που διήρησε το πειραματικό στάδιο. Η μεγαλύτερη τιμή καταγράφηκε τον Ιανουάριο με τιμή 9,0 mg/l σε βάθος 7 m ενώ η μικρότερη καταγράφηκε τον Αύγουστο σε βάθος 1 m (3,8 mg/l)



Εικ 3.3.. Εποχιακή διακύμανση του οξυγόνου σε βάθη 1 m- 5 m και 7m, στον σταθμό δειγματοληψίας.

3.1.4 ΔΙΑΦΑΝΕΙΑ

Η διαφάνεια των νερών αυξομειώθηκε στη διάρκεια του έτους. Τον Μάρτιο του 2011 σημειώθηκε η μικρότερη τιμή διαφάνειας των νερών της περιοχής δειγματοληψίας (7 m), ενώ τον Αύγουστο του ίδιου έτους η διαφάνεια αυξήθηκε περισσότερο από τα 21 m βάθος που ήταν ο πυθμένας της θάλασσας.

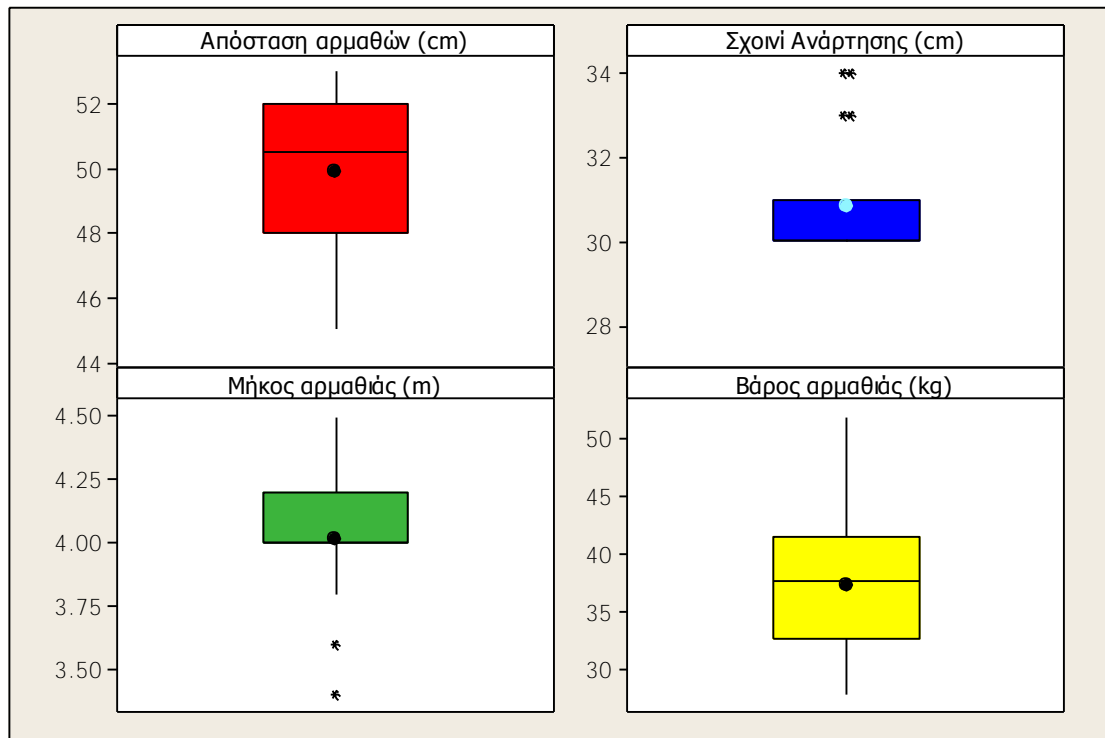


Εικ 3.4.. Η εποχιακή διακύμανση της διαφάνειας στην περιοχή μελέτης.

3.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ

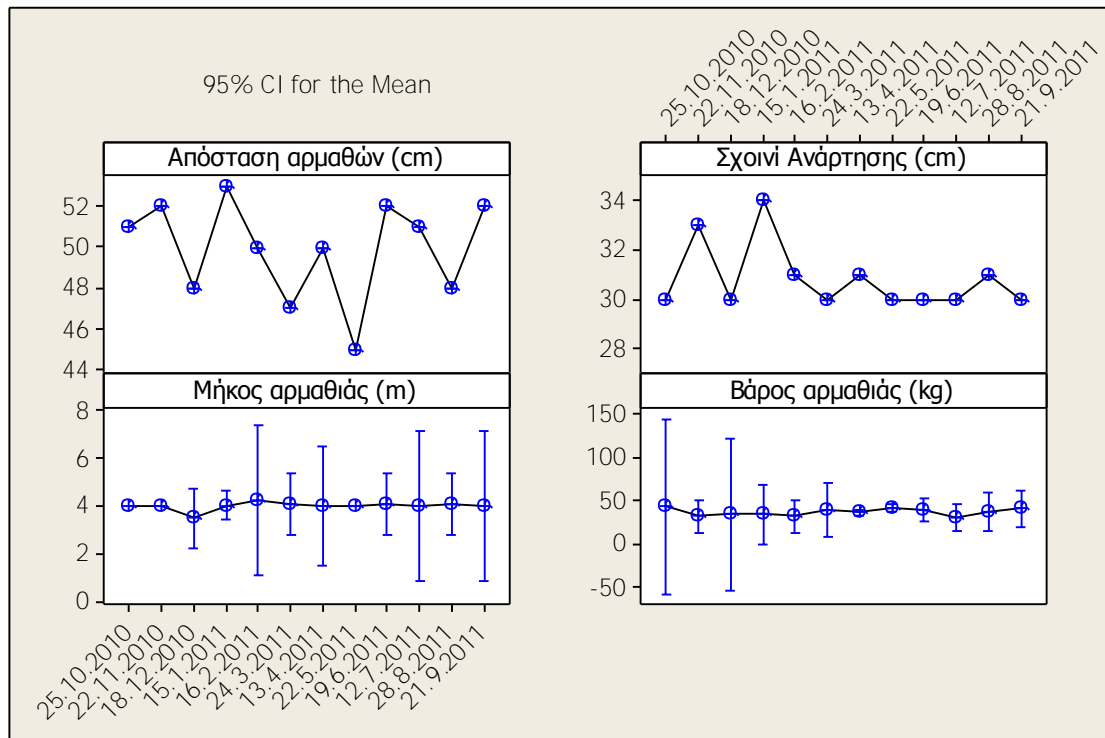
3.2.1 Διαχειριστικές παράμετροι .

Από τις μετρήσεις που εντάσσονται στην εκτίμηση του τρόπου διαχείρισης της μονάδας δηλαδή των μέσων της απόστασης, του μήκους και του βάρους των αρμαθιών καθώς και του μήκους του σχοινιού ανάρτησης των αρμαθιών, στον σταθμό δειγματοληψίας προέκυψε η εικόνα 3.5 .



Εικ 3.5 .Θηκόγραμμα των μέσων μετρήσεων της απόστασης, του μήκους και του βάρους των αρμαθιών καθώς και του μήκους του σχοινοῦ ανάρτησης των αρμαθιών. Οι αστερίσκοι δηλώνουν τις ακραίες τιμές, οι τελείες το μέσο όρο των τιμών, η οριζόντια γραμμή στα ορθογώνια τη διάμεσο και το ορθογώνιο το 50% των τιμών.

Η χρονική μεταβολή των παραμέτρων της διαχείρισης της μονάδας παρουσιάζεται στην εικόνα 3.6.



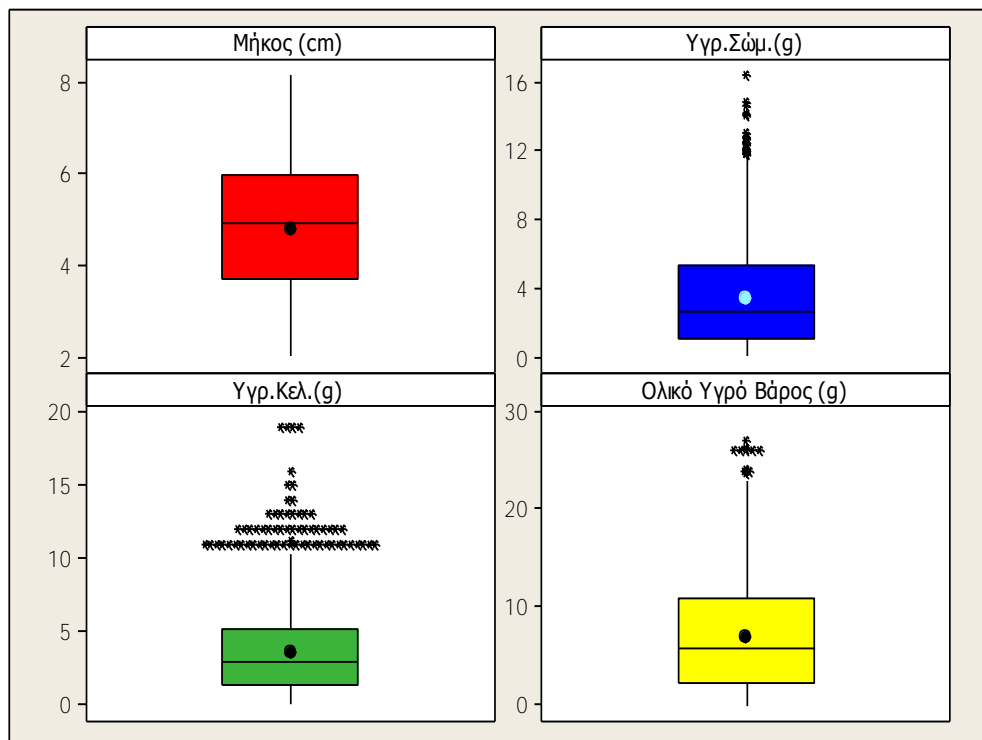
Εικ.3.6. Πάνω αριστερά: χρονική μεταβολή της μέσης απόστασης ανάμεσα στις αρμαθιές. Πάνω δεξιά: η χρονική μεταβολή του μέσου μήκους του σχοινοῦ ανάρτησης των αρμαθιών. Κάτω αριστερά: χρονική μεταβολή του μέσου μήκους αρμαθιών. Κάτω δεξιά: χρονική μεταβολή του μέσου βάρους των αρμαθιών στους σταθμούς δειγματοληψίας. CI: 95 % όρια εμπιστοσύνης των μέσων τιμών.

Η απόσταση μεταξύ των αρμαθιών βρέθηκε να είναι πάντα μεγαλύτερη από 45 cm. Συγκεκριμένα, ο σταθμός δειγματοληψίας είχε μέση απόσταση ανάμεσα στις αρμαθιές 49,9 cm. Τον Ιανουάριο η απόσταση αυτή ήταν 53 cm ενώ το Μάιο βρέθηκε να είναι 45 cm. Το μήκος του σχοινοῦ ανάρτησης σε όλες τις δειγματοληψίες βρέθηκε να είναι 30 cm. Το μήκος των αρμαθιών του σταθμού δειγματοληψίας ήταν 4,0 m και κατά την διάρκεια του πειράματος δεν υπήρχαν σημαντικές αλλαγές (ANOVA, $P=0,285$). Η μέση τιμή του βάρους των αρμαθιών ήταν 37,4 kg, με μέγιστη τιμή τον Οκτώβριο (52 kg) και ελάχιστη τον Ιούλιο (29,7 kg). Το βάρος της αρμαθιάς δεν παρουσίαζε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μηνών δειγματοληψίας.

3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ

3.3.1 Μήκη και υγρά βάρη των μυδιών

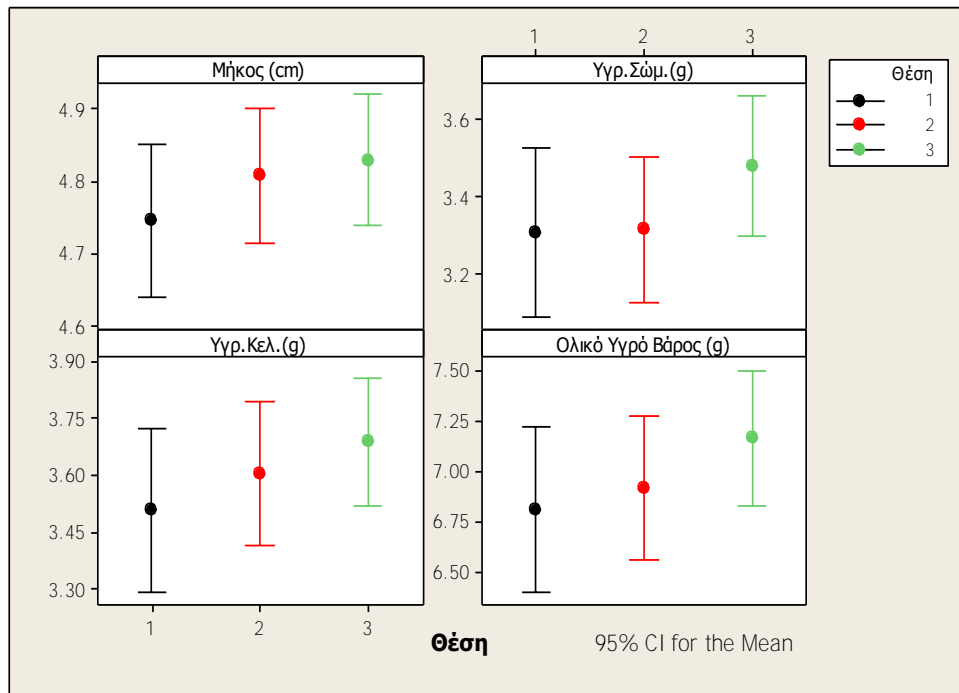
Το μέσο μήκος των μυδιών, και τα μέσα υγρά βάρη σώματος, κελύφους και ολικό παρουσιάζονται στην εικόνα 3.7.



Εικ.3.7 Θηκόγραμμα (box plot) για το 50 % των τιμών (ορθογώνιο), με εμφάνιση του μέσου όρου (●), της διαμέσου (οριζόντια γραμμή στο θηκόγραμμα) και των ακραίων τιμών (*) των βιολογικών στοιχείων.

3.3.2 Χωρική (βάθος) μεταβολή των μέσων τιμών μήκους και βάρους

Τα μήκη και τα βάρη των μυδιών της περιοχής μελέτης δεν διαφέρουν στατιστικά στα διάφορα βάθη εκτροφής. Ωστόσο, οι μέσες τιμές του μέσου μήκους και μέσων υγρών βαρών των μυδιών φαίνεται να είναι λίγο μεγαλύτερες σε απόλυτη τιμή, στο κάτω άκρο της αρμαθιάς (θέση 3, Εικ 3.8)

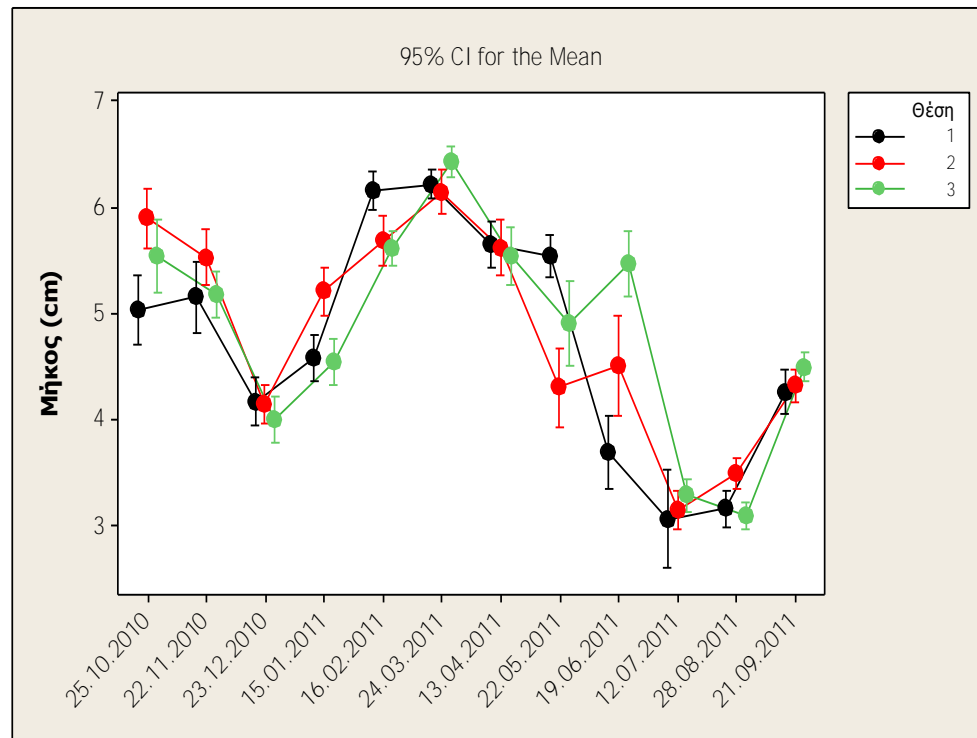


Εικ.3.8 Κατά βάθος μεταβολή των μέσων τιμών του μήκους, και του υγρού βάρους σώματος, κελύφους και ολικού των μυδιών στο σταθμό μελέτης.

3.3.3 Χωροχρονική μεταβολή του μέσου μήκους

Το μέσο μήκος των μυδιών μεταβάλλεται σημαντικά στη διάρκεια του έτους. Υψηλές τιμές καταγράφονται το φθινόπωρο και την άνοιξη ενώ χαμηλές το χειμώνα και ιδιαίτερα το καλοκαίρι. Το μέσο μήκος των μυδιών είναι μεγαλύτερο κατά τον μήνα Μάρτιο στην θέση 3 που αντιστοιχεί στα 7 m της μονάδας. Υψηλότερες τιμές στο πάνω μέρος της αρμαθιάς (θέση 1), παρατηρούνται μόνο το Φεβρουάριο και το Μάιο.

Οι μικρότερες τιμές μήκους καταγράφηκαν τον Ιούλιο και τον Αύγουστο σχεδόν σε όλο το μήκος της αρμαθιάς (εκτός της θέσης 2, σε όλες τις άλλες θέσεις).

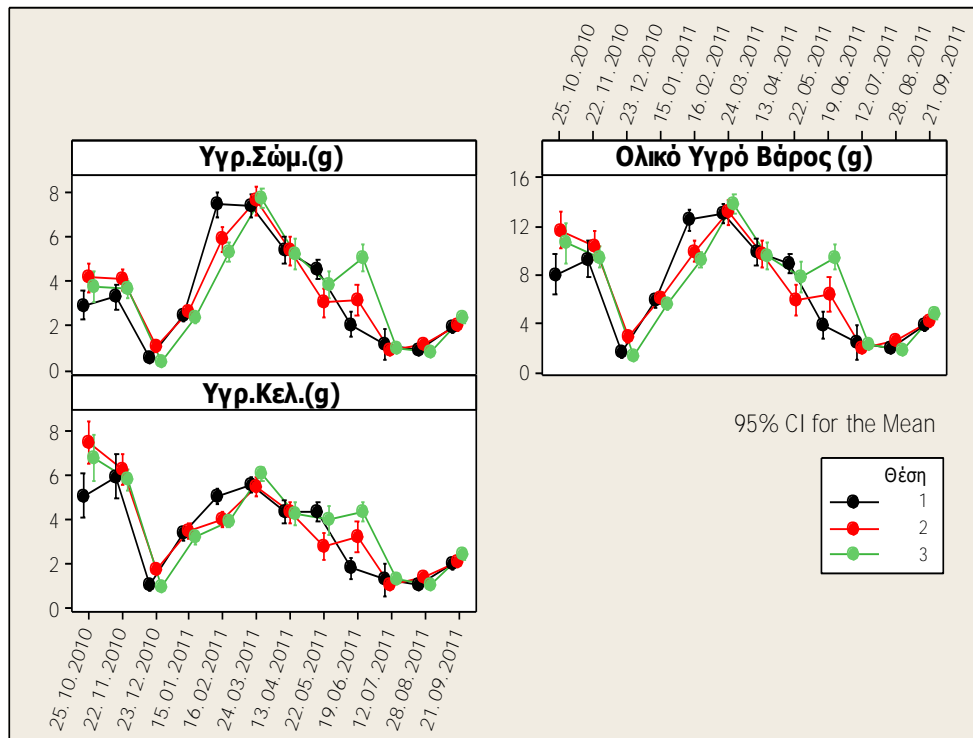


Εικ.3.9 Χρονική μεταβολή του μήκους του μυδιού σε σχέση με το βάθος καλλιέργειας στον σταθμό δειγματοληψίας. CI: 95% όρια εμπιστοσύνης του μέσου.

3.3.4 Χωροχρονική μεταβολή του βάρους των μυδιών

Όλα τα υγρά βάρη (σώματος, οστράκου και ολικό) μεταβάλλονται σημαντικά στη διάρκεια του έτους. Γενικά υψηλές τιμές καταγράφονται το φθινόπωρο και την άνοιξη ενώ χαμηλές, το καλοκαίρι και ιδιαίτερα το χειμώνα. Επίσης, σημαντικές διαφορές παρατηρούνται και μεταξύ των βαθών αν και όχι συχνά.

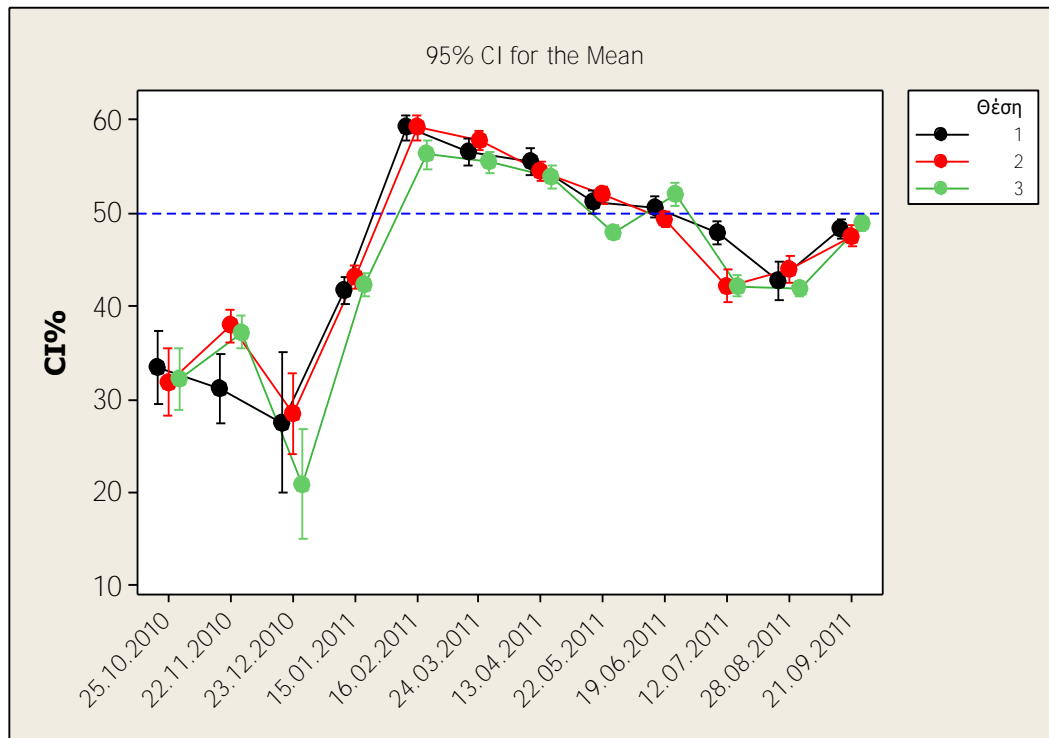
Πιο συγκεκριμένα, όλα τα μέσα υγρά βάρη των μυδιών είναι μεγαλύτερα στη θέση 1 της αρμαθιάς μόνο κατά το τέλος του χειμώνα (Φεβρουάριο) και μεγαλύτερες τιμές παρατηρήθηκαν στη θέση 3 μόνο αρχές καλοκαιριού (Ιούνιο).



Εικ. 3.10 Χωροχρονική μεταβολή του υγρού βάρους σώματος, του υγρού κελύφους και του ολικού υγρού βάρους. CI : 95% όρια εμπιστοσύνης του μέσου.

3.3.5 Χωροχρονική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας CI% (Condition Index)

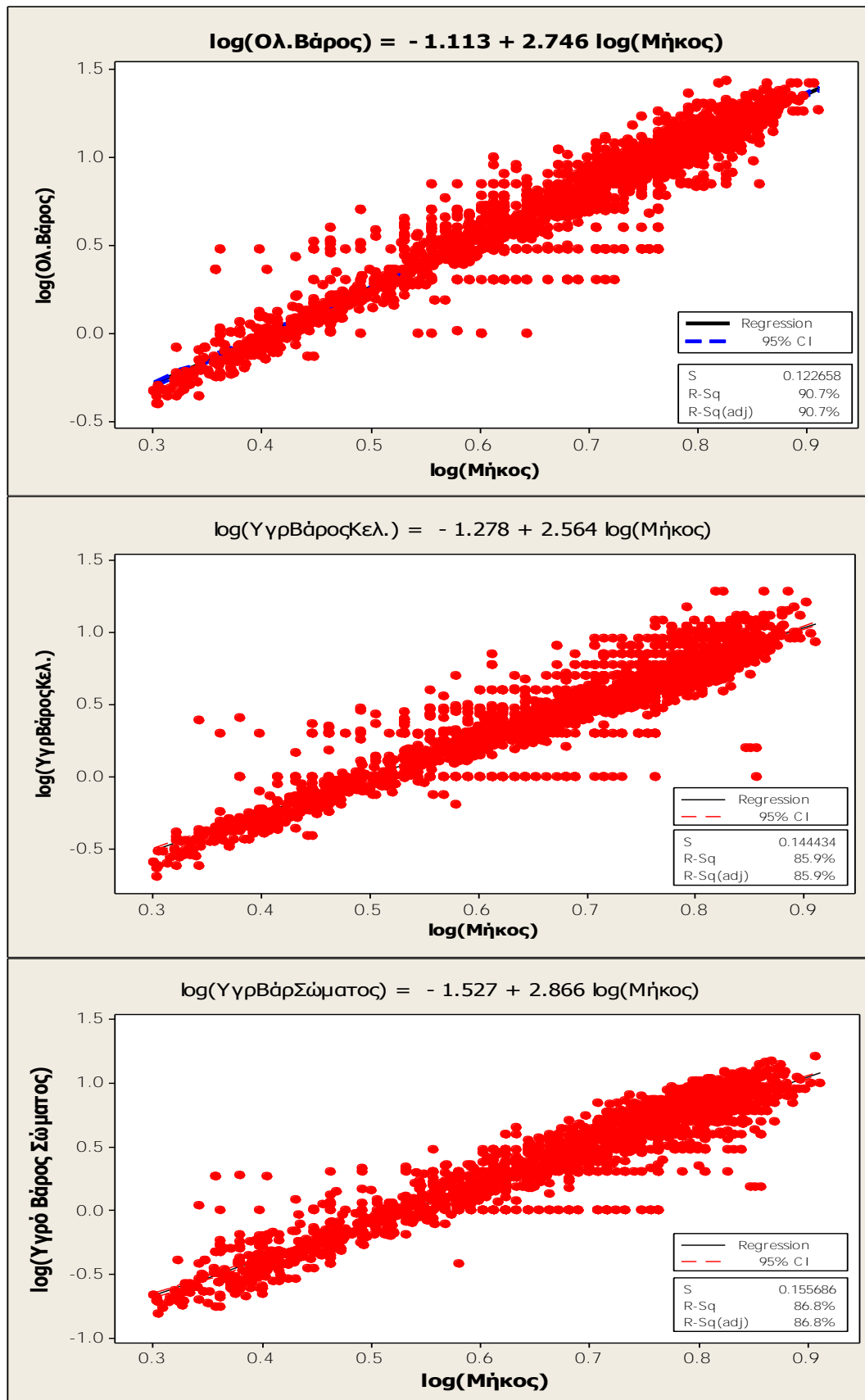
Ο δείκτης ευρωστίας CI % για το υγρό βάρος των μυδιών ήταν σύμφωνα με τα αποτελέσματα, αρκετά χαμηλός δηλαδή κάτω από 50 % στη μεγαλύτερη διάρκεια της μελέτης. Το διάστημα όπου τα μύδια βρίσκονται σε καλύτερη κατάσταση, υψηλός δείκτης ευρωστίας, είναι κυρίως τους μήνες Φεβρουάριο μέχρι και Ιούνιο, και ακολουθεί η περίοδος του καλοκαιριού ενώ τους υπόλοιπους μήνες ο δείκτης ευρωστίας παίρνει τις χαμηλότερες τιμές του.



Εικ.3.11 Μέσες τιμές του δείκτη ευρωστίας CI% υγρών βαρών στον σταθμό δειγματοληψίας. CI: 95 % .όρια εμπιστοσύνης του μέσου όρου. Μέση τιμή =44,9 ±13,6 %.

3.3.6 Αλλομετρικές σχέσεις

Οι γενικές αλλομετρικές σχέσεις μεταξύ μήκους και βάρους των μυδιών είναι όλες ισχυρές με πολύ υψηλούς συντελεστές προσδιορισμού (85,9 – 90,7 %) (Πίν.1). Αναλυτικά, οι γραμμικές παλινδρομήσεις παρουσιάζονται και στην εικόνα 3.12.. Η σχέση μήκους – υγρού βάρους κελύφους είναι η πιο ισχυρή με συντελεστή προσδιορισμού $R^2=90,7\%$ και παρουσιάζεται στην εικόνα 3.12.



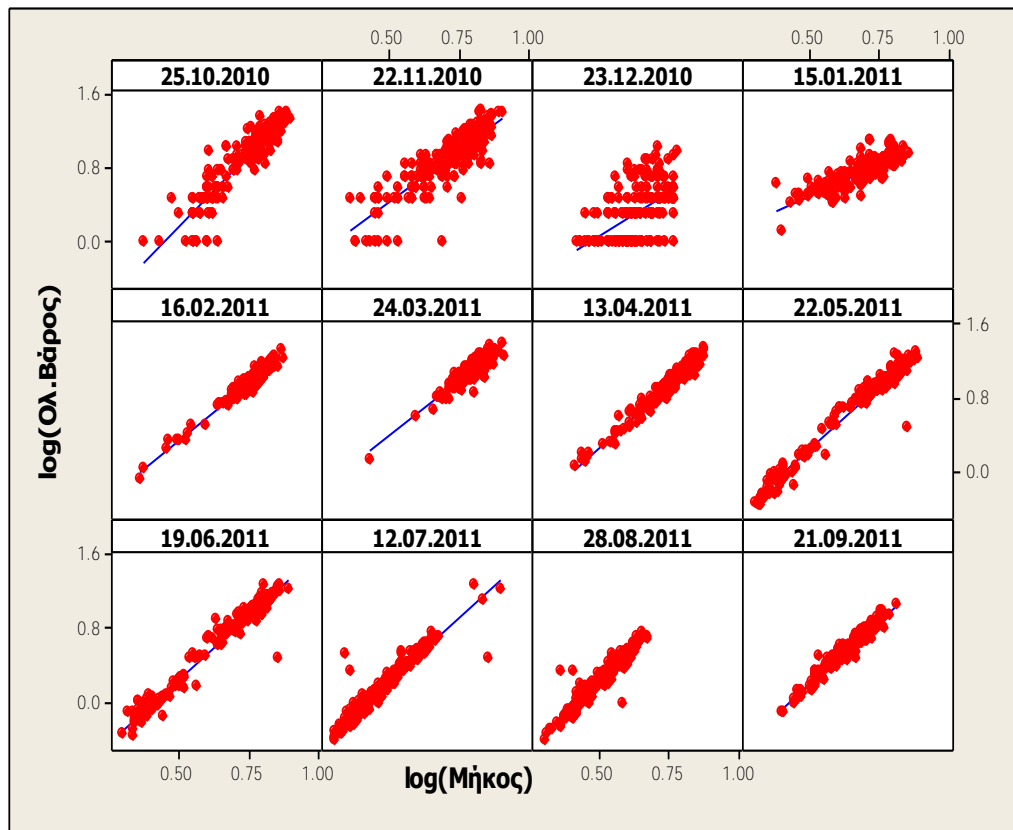
Εικ. 3.12 Γενικές γραμμικές παλινδρομήσεις των αλλομετρικών σχέσεων του μήκους με τα υγρά βάρη των μυδιών του σταθμού μελέτης. Επάνω :Μήκος – ολικό υγρό βάρος. Μέση : Μήκος- υγρό βάρος κελύφους. Κάτω: Μήκος- υγρό βάρος σώματος.

Σύμφωνα με τον πίνακα 1, στην ετήσια μελέτη που πραγματοποιήθηκε, οι ανά μήνα γραμμικές παλινδρομήσεις του μήκους των μυδιών και του ολικού υγρού βάρους τους είναι για όλους σχεδόν τους μήνες (εκτός του Δεκεμβρίου) ισχυρές, με σχετικά πολύ υψηλούς συντελεστές προσδιορισμού (68,4 - 96,6 %).

Πίνακας.1 Χαρακτηριστικά της μεταβολής των μηνιαίων στοιχείων των αλλομετρικών σχέσεων μήκους μυδιών και ολικού υγρού βάρους από τη σχέση $\text{Log}(\text{Ολικό Υγρό Βάρος})=a+b[\text{Log}(\text{Μήκος})]$. N: αριθμός ατόμων, R^2 (%): συντελεστής προσδιορισμού, P: πιθανότητα ισχύος της γραμμικής παλινδρόμησης από την εφαρμογή ANOVA.

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	N	a	b	R² (%)	P
25.10.2010	188	-145	3.20	84.4	0,000
22.11.2010	248	- 0.681	2.25	74.0	0,000
23.12.2010	208	- 0.878	1.88	30.7	0,000
15.1.2011	215	- 0.206	1.41	68.4	0,000
16.2.2011	202	- 0.891	2.48	93.9	0,000
24.3.2011	216	- 0.769	2.36	84.4	0,000
13.4.2011	186	- 1.06	2.69	95.7	0,000
22.5.2011	197	- 1.12	2.75	96.6	0,000
19.6.2011	185	- 1.13	2.75	96.3	0,000
12.7.2011	183	- 1.13	2.75	89.6	0,000
28.8.2011	209	- 1.23	2.95	91.4	0,000
21.9.2011	223	- 1.17	2.78	94.4	0,000

Η εικόνα των μηνιαίων αλλομετρικών σχέσεων μήκους ολικού υγρού βάρους εμφανίζεται στην εικόνα 3.13.



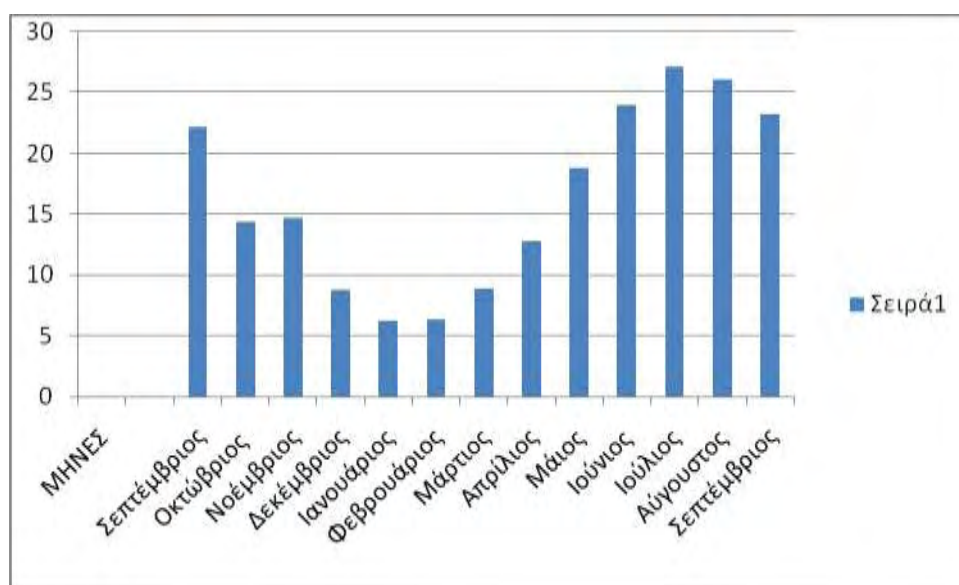
Εικ.3.13 Χρονική μεταβολή των γραμμικών παλινδρομήσεων του ολικού υγρού βάρους του μυδιού σε σχέση με το μήκος του κατά τη διάρκεια της μελέτης.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

4.1.1 Θερμοκρασία αέρα

Κατά την περίοδο μελέτης, η θερμοκρασία του νερού της θάλασσας όπως αναμενόταν, σχετιζόταν με τις τιμές της θερμοκρασίας του αέρα (Εικ. 4.1). Τον Ιούλιο και τον Αύγουστο παρατηρήθηκαν μεγάλες τιμές θερμοκρασίας στην επιφάνεια όπως και στη στήλη του νερού σε όλα τα βάθη (Εικ. 3.1), ενώ τον Ιανουάριο και τον Φεβρουάριο καταγράφηκαν οι χαμηλότερες από όλη τη διάρκεια του έτους.



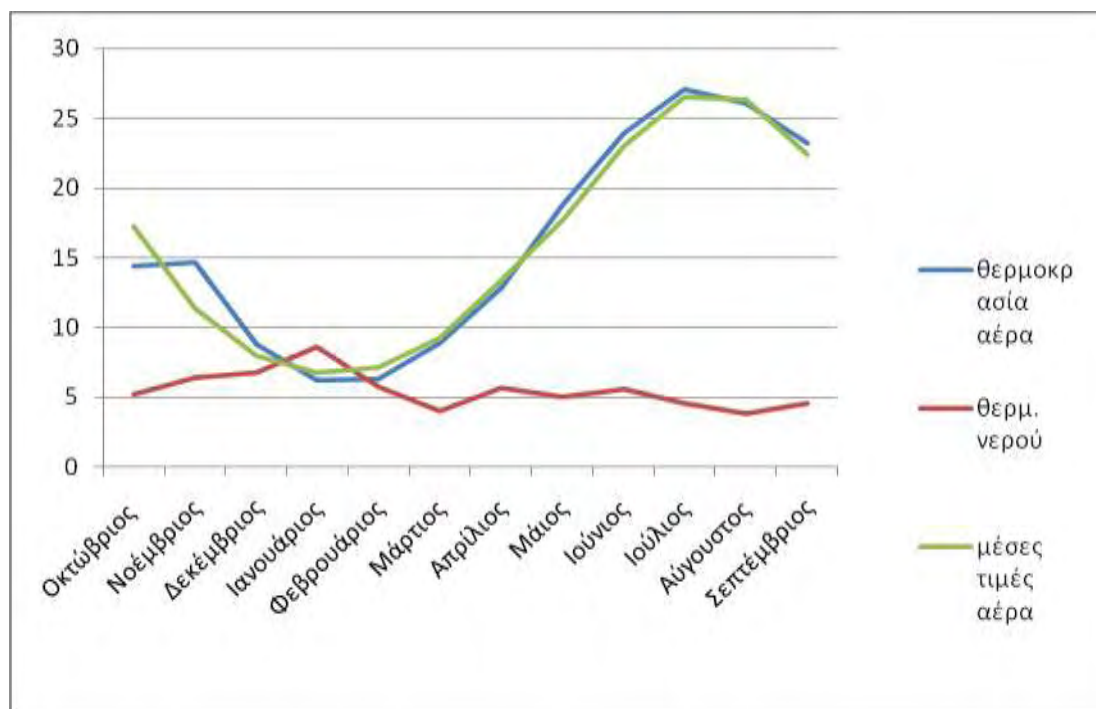
Εικ.4.1 Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες αέρα (°C) στην περιοχή της Καβάλας την περίοδο δειγματοληψίας (2010-2011) (Πηγή : ΕΜΥ).

4.1.2 Θερμοκρασία νερού

Οι μεγαλύτερες θερμοκρασίες νερού στην περιοχή μελέτης παρατηρήθηκαν τον Αύγουστο (28,1°C) και οι μικρότερες τιμές αυτών τον Ιανουάριο (7 °C). Σε σύγκριση με παλαιότερες μελέτες στον κόλπο της Χαλάστρας που πραγματοποιήθηκαν το 2007 (Φαντίδου 2008) και το 2008 (Τσιάρας 2011), ήταν στα ίδια επίπεδα, ενώ η μελέτη του ΕΚΘΕ το 2000 έδειξε υψηλότερες ελάχιστες αλλά χαμηλότερες μέγιστες θερμοκρασίες στο νερό.

Πίνακας 2 Εύρος των μέγιστων και ελάχιστων τιμών της θερμοκρασίας του νερού σε ελληνικές μυδοκαλλιεργητικές περιοχές εκτροφής μυδιών.

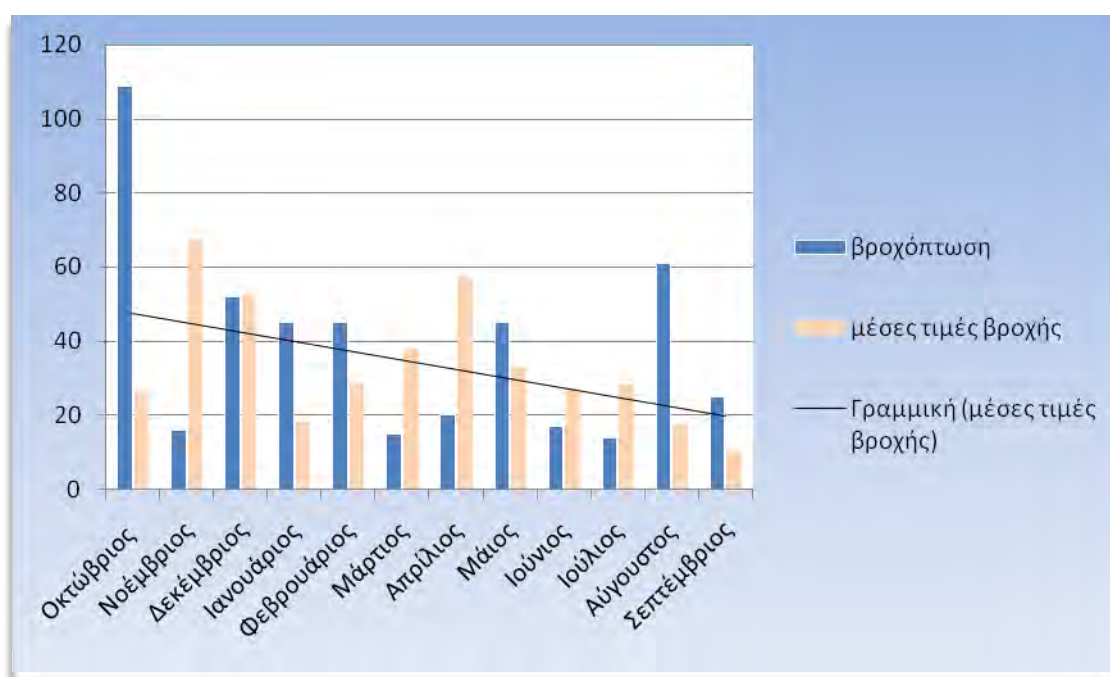
Περιοχή	Χρονική περίοδος	Εύρος μέσων τιμών Θερμοκρασίας	Βιβλιογραφική Αναφορά
Χαλάστρα	2000	13,5-26,0	ΕΚΘΕ, 2001
Λουδίας	2004-2005	7,2-28,0	Αντωνοπούλου, 2009
Χαλάστρα	2006-2007	7,0-27,0	Φαντίδου, 2008
Χαλάστρα	2008-2009	9,0-28,0	Τσιάρας, 2011
Καβάλα	2010-2011	7,0-28,1	Παρούσα έρευνα



Εικ. 4.2 Σύγκριση μέσων μηνιαίων τιμών θερμοκρασίας νερού με θερμοκρασίες αέρα και με μέσες μηνιαίες τιμές ατμόσφαιρας στην Καβάλα.

4.1.3 Υετός και αλατότητα

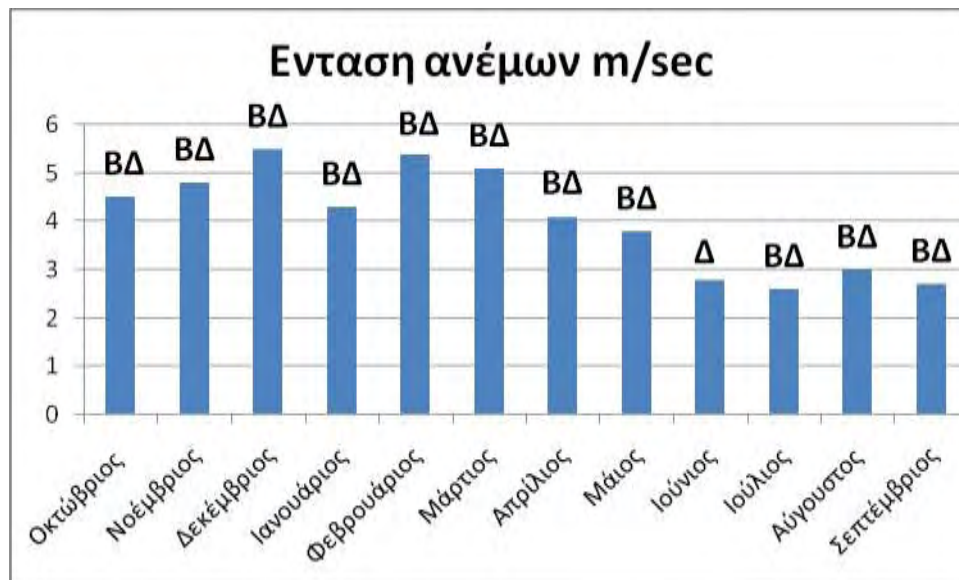
Η αλατότητα είχε μικρή διακύμανση σε όλη την διάρκεια της δειγματοληψίας, κυμαινόταν από 36 ως 37‰ με σημαντικές εξαιρέσεις το μήνα Νοέμβριο του 2011 (27,2 ‰) και το Μάιο του 2011 (30,7‰). Σύμφωνα με μελέτη του ΑΤΕΙΘ στον Θερμαϊκό κόλπο το 2007, η αλατότητα βρέθηκε να είναι στις ίδιες τιμές (36 - 37‰) και με μόνη διαφορά τον Απρίλιο (32,5 ‰). Όπως στην περίπτωση του Θερμαϊκού κόλπου, έτσι και στην περίπτωση της περιοχής Βάσοβας του ΒΑ κόλπου της Καβάλας, υπάρχουν εισροές γλυκών υδάτων κυρίως από τον ποταμό Νέστο όπως και αποστραγγίσεις. Στην ίδια περιοχή τα έτη 1995-1996 πραγματοποιήθηκε έρευνα σε φυσικοχημικούς παράγοντες και έδειξε αρκετά χαμηλή αλατότητα (32‰) τον Ιούνιο στα 5 m λόγω της επίδρασης γλυκών νερών των ποταμών (Somarakis et al 2001). Σύμφωνα και με την εικόνα. 4.3 η συνολική βροχόπτωση κατά την περίοδο έρευνας θεωρείται υψηλή (www.emy.gr). Η αλατότητα φάνηκε να επηρεάζεται άμεσα από την βροχόπτωση αλλά και κυρίως από τις εισροές γλυκών υδάτων στην θάλασσα.



Εικ.4.3 Ετήσιο ύψος βροχής κατά την περίοδο δειγματοληψίας, και μέσες τιμές βροχής στην περιοχή της Καβάλας.

4.1.4 Επίδραση ανέμου

Επικρατέστεροι άνεμοι σε συχνότητα, για την περίοδο των δειγματοληψιών, ήταν των βορειοδυτικών διευθύνσεων με συντριπτικό ποσοστό (92%), ενώ το υπόλοιπο ποσοστό κατέχει ο Δυτικός άνεμος όπως καταγράφεται στην εικ. 4.4.



Εικ. 4.4 Ένταση ανέμων στους μήνες δειγματοληψίας.

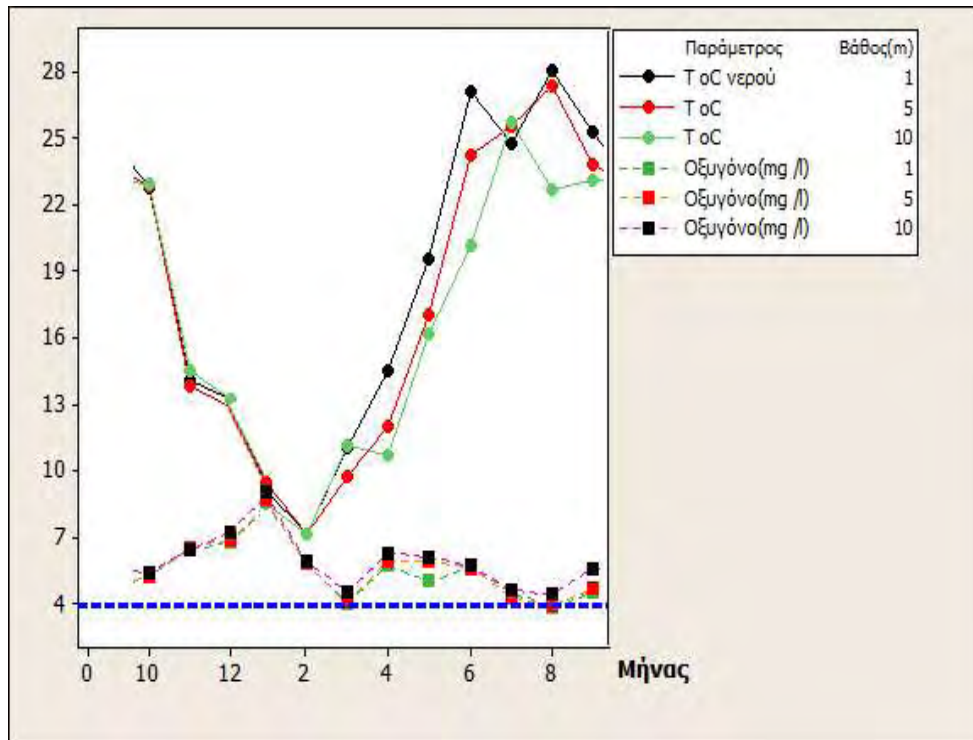
Η ένταση των ανέμων ήταν όλο τον χρόνο χαμηλή με μόνη εξαίρεση τους μήνες Δεκέμβριο και Φεβρουάριο με 5,5 m/sec και 5,4 m/sec αντίστοιχα. Χαμηλότερες εντάσεις παρατηρήθηκαν τον Ιούλιο με 2,7 m/sec ενώ η μέση τιμή βρέθηκε να είναι 4,05 m/sec. Σύμφωνα με τα στοιχεία αυτά, η περίοδος μελέτης μπορεί να θεωρηθεί περίοδος ασθενών ανέμων που έχει ως αποτέλεσμα ασθενή επιφανειακά (ανεμογενή) ρεύματα στην μονάδα.



Εικ. 4.5 Ανεμορρόμβιο Καβάλας για την περίοδο 1959-1997.

4.1.5 Οξυγόνο

Οι τιμές οξυγόνου αυξάνονταν με το βάθος με μέση τιμή τα 5,7 mg/l, στα 5 m. και φαίνεται να επηρεάζεται αντιστρόφως ανάλογα από την θερμοκρασία (9 °C) (Εικ. 4.6), Παρά το γεγονός της μη ύπαρξης άλλης μονάδας εκτροφής οστράκων στη συγκεκριμένη περιοχή και του μεγάλου βάθους της, παρατηρήθηκαν φαινόμενα αρχόμενης υποξείας (2-4 mg/l) όπως στην περίπτωση της Χαλάστρας που σημειώθηκε οριακή τιμή οξυγόνου 2,85 mg/l τον Φεβρουάριο του 2007 και αυτό λόγω του μεγάλου αριθμού μονάδων μυδοκαλλιέργειας και η πυκνότητα των αρμαθιών τους παρεμπόδιζαν τα ρεύματα στην περιοχή (Φαντίδου, 2007). Το γεγονός της υποξείας στον ΒΑ κόλπο της Καβάλας πιθανόν να επηρεάζει την ποιότητα των μυδιών αφού την περίοδο που καταγράφεται η αρχόμενη υποξεία, ο δείκτης ευρωστίας των μυδιών σημειώνει μείωση κατά 10 %.

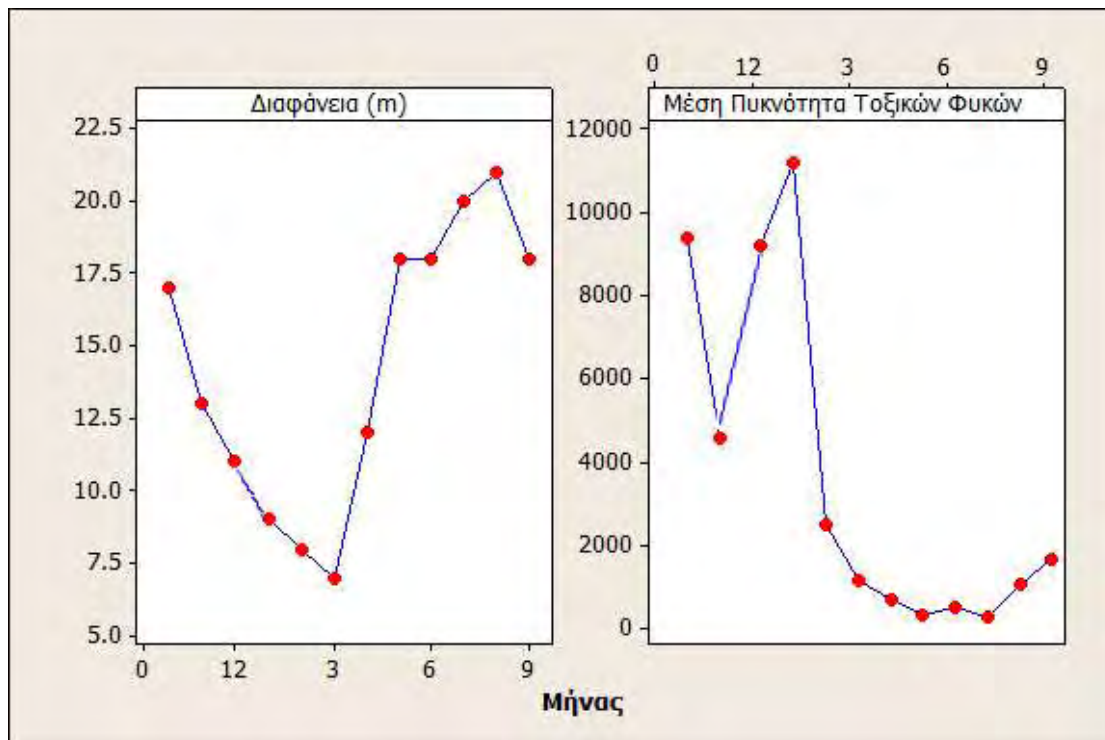


Εικ. 4.6 Μεταβολή διαλυμένου οξυγόνου του νερού ανάλογα την θερμοκρασία ανά βάθος.(η μπλε γραμμή δηλώνει το όριο υποξείας που είναι 2-4 mg/l).

4.1.6 Διαφάνεια

Η διαφάνεια του νερού γενικά επηρεάζεται από την παρουσία αιωρούμενου υλικού (ανόργανου και οργανικού, ζωντανού ή νεκρού) στη στήλη του νερού. Στο σταθμό μελέτης μειωμένη διαφάνεια σημειώθηκε στην περίοδο τέλος χειμώνα μέχρι αρχές άνοιξης που συμπίπτει με αυξημένη πυκνότητα του τοξικού φυτοπλαγκτού (αμνησιακές βιοτοξίνες) (Εικ.4.13). Η Καβάλα έχει τα περισσότερα φωσφορικά άλατα από άλλες θάλασσες της Ελλάδας, αρκετά πυριτικά και νιτρικά. Χαρακτηρίζεται ως ανώτερη μεσοτροφική και πλησιάζει την ευτροφική κατάσταση (SoHelMe 2005). Μικρό ρόλο παίζει και η διαχείριση του παραγωγού, ο οποίος κατά την επεξεργασία των μυδιών για πώληση ή την αραίωσή τους, ρίχνει τα υπολείμματα όπως τα κελύφη τους στη θάλασσα με αποτέλεσμα να προκαλεί πρόσκαιρη μείωση της διαύγειας. Τον Αύγουστο που παρατηρήθηκε η μέγιστη διαύγεια (21 m) όσο ακριβώς είναι και το βάθος της μονάδας, φαίνεται να σχετίζεται με μειωμένες ποσότητες φυτοπλαγκτού όπως συμβαίνει με το τοξικό φυτοπλαγκτό (Εικ. 4.7). Το γεγονός μπορεί να οφείλεται σε στρωμάτωση των νερών η οποία θεωρείται ότι δεν επιτρέπει τη ροή θρεπτικών αλάτων (Bardach et al., 1972), τείνει να δημιουργείται

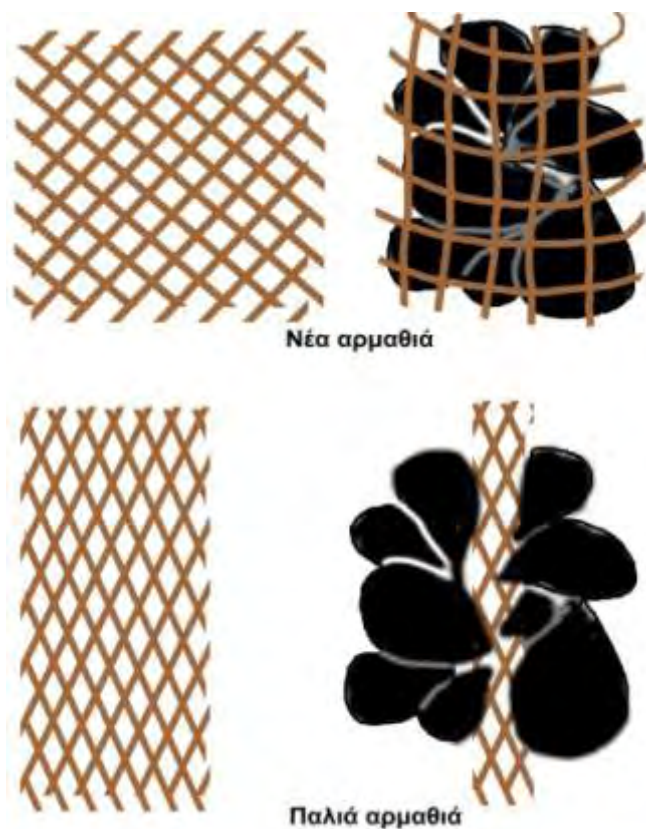
τον Μάρτιο και μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη ποσότητα τροφής για τα μύδια, με αποτέλεσμα τα μύδια να έχουν μικρότερη αύξηση την περίοδο αυτή. Πράγματι το μήκος από τον Φεβρουάριο ως και τον Μάρτιο γενικά δεν αυξήθηκε, ενώ την ίδια εικόνα έδωσε και το βάρος σώματος, ο δε δείκτης ευρωστίας CI % μειώθηκε.



Εικ. 4.7 Συσχέτιση διαφάνειας με την μέση πυκνότητα τοξικών φυκών στην περιοχή μελέτης.

4.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ

Η εξέλιξη της μυδοκαλλιέργειας στην Καβάλα, εκτός των περιβαλλοντικών επιδράσεων επηρεάζεται και από τη διαχείριση του καλλιεργητή. Στα αποτελέσματα (Εικ. 3.6) φαίνεται ότι το μήκος της αρμαθιάς, είναι πάντα 4,0 m επειδή σταθερά ο παραγωγός επιλέγει να χρησιμοποιεί αυτό το μήκος δίχτυο για τις αρμαθιές του. Αμέσως μετά το αρμάθιασμα (Δεκέμβριος), το δίχτυ της νέας αρμαθιάς έχει μικρότερο μήκος επειδή αγκαλιάζοντας τα μύδια, ανοίγει το μάτι του δίχτυο, μειώνοντας το μήκος του (Εικ. 4.8 επάνω). Σταδιακά, τα μύδια περνούν από τα μάτια του δίχτυο και λαμβάνουν την οριστική τους θέση στην αρμαθιά (τα μύδια διατάσσονται περιμετρικά του δίχτυο). Αυτή η κινητικότητα των μυδιών οδηγεί το δίχτυ από την περιφέρεια της αρμαθιάς να περνάει στο εσωτερικό της τεντωμένο ως άξονας της αρμαθιάς, όπως συμβαίνει το Φεβρουάριο (4,5 m) (Εικ. 4.8 κάτω).



Εικ. 4.8 Σχηματική απεικόνιση κατάστασης διχτυού αρμαθιάς και θέσης μυδιών στο δίχτυ. Επάνω: νέα αρμαθιά. Κάτω: παλιά αρμαθιά αμέσως μετά την αραίωση.

Το μήκος του σχοινιού ανάρτησης είναι ίδιο σε κάθε αρμαθιά με μέση τιμή τα 30 cm σε όλη τη διάρκεια της μελέτης και όλες οι αρμαθιές έχουν το ίδιο μήκος ανά χρονική στιγμή. Στη στήλη του νερού όμως υπάρχει διαφοροποίηση της θέσης της αρμαθιάς που οφείλεται στο βάρος των αρμαθιών και την επακόλουθη προσέγγιση των πλωτήρων μεταξύ τους ανάλογα με το βάρος των αρμαθιών. Αυτό που έχει μεγάλη σημασία στην διαχείριση είναι η απόσταση αρμαθιών που βρέθηκε να είναι πάνω από 50 cm όριο το οποίο τίθεται από την άδεια λειτουργίας της μονάδας. Η μοναδική εξαίρεση (45 cm) είναι τον μήνα Μάιο που είναι αποτέλεσμα έλλειψης χώρου στο κεντρικό σχοινί (μάνα). Σύμφωνα με την μελέτη του 2007 στον Θερμαϊκό κόλπο (Φαντίδου 2008), η απόσταση ήταν κάτω από 45 cm με τιμές ακόμη και 31 cm στον σταθμό δειγματοληψίας. Αποτέλεσμα της μικρής απόστασης είναι η μικρή ικανότητα του περιβάλλοντος να θρέψει τα μύδια λόγω του συνωστισμού τους στην στήλη του νερού, την παρεμπόδιση της κίνησης των ρευμάτων που ανανεώνουν την ποσότητα της τροφής με συνέπεια να μην γίνεται επιτυχώς η θρέψη τους. Σημειωτέον ότι η συγκεκριμένη μονάδα είναι η

μοναδική που διατηρεί αυτό το όριο (50 cm) από όλες τις άλλες που αναφέρονται μέχρι στιγμής στην ελληνική βιβλιογραφία (ΑΤΕΙΘ 2007, Τσιάρας 2011, Αντωνοπούλου 2009, ΕΚΘΕ 2000).

Το βάρος της αρμαθιάς κυμάνθηκε από 29,7 kg τον μήνα Ιούνιο ως και 52 kg τον Οκτώβριο λόγω του ότι σημαντικό ρόλο παίζει το ολικό υγρό βάρος σώματος όπου υψηλές τιμές καταγράφονται το φθινόπωρο και την άνοιξη ενώ χαμηλές το καλοκαίρι. Η μέση τιμή ήταν 37,5 kg σε αντίθεση με την Χαλάστρα (28 kg) με σταθερό μήκος αρμαθιάς τα 4,0 m.

4.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ

Τα μύδια που έχουν μήκος μεγαλύτερο από 2 cm, θεωρούνται ενήλικα μύδια (Gosling, 1992). Το μέσο μήκος των μυδιών μεταβάλλεται σημαντικά στη διάρκεια του έτους. Το μήκος σε σχέση με τα τρία βάθη δεν φέρετε να έχει σημαντικές διαφορές, με εξαίρεση τον μήνα Ιούνιο όπου όσο αυξάνεται το βάθος, αναλογικά αυξάνεται και το μήκος. Ο Μάρτιος είναι ο μήνας που παρατηρήθηκε μεγάλη αύξηση στο μήκος των μυδιών ως αποτέλεσμα της διαθέσιμης τροφής την προηγούμενη περίοδο και τη συμβολή των αραιώσεων που πραγματοποιήθηκαν τους μήνες Νοέμβριο και Δεκέμβριο. Η μέση τιμή του μήκους ήταν 4,7 cm, τιμή στην οποία συμφωνεί και η μελέτη της Φαντίδου το 2007 (4,8 cm) για την Χαλάστρα, ενώ ίδια μελέτη το 2004-2005 από την Αντωνοπούλου (2009) έδειξε μέση τιμή τα 5,52 cm για τον Λουδία. Στο μέσο μήκος μυδιών αρχίζει να υπάρχει αύξηση από τον Ιανουάριο ως τον Απρίλιο περίοδος που είναι πιο πρώιμη σε σχέση με την Χαλάστρα, όπου η αύξηση παρατηρήθηκε από τον Απρίλιο ως αρχές καλοκαιριού (Τσιάρας 2011). Ο Φεβρουάριος και ο Μάιος είναι οι μήνες οι οποίοι έχουν και τα μεγαλύτερα μήκη μυδιών τα οποία είναι σημαντικά μεγαλύτερα στο επάνω μέρος της αρμαθιάς, ενώ τον Ιούνιο το κάτω μέρος της αρμαθιάς (βαθύτερα) και σε μικρότερο βάθος (3 m). Η ενδιάμεση θέση εμφάνιζε και αυτή μεγαλύτερα μύδια τον Οκτώβριο. Τα υγρά βάρη (σώματος, οστράκου και ολικό) μεταβάλλονται σημαντικά στη διάρκεια του έτους. Το βάρος σώματος είχε διαφορά ανάμεσα στα τρία βάθη όπως ακριβώς και το μήκος. Γενικά αυξήθηκε από τον Ιανουάριο ως τον Μάρτιο. Φαίνεται ότι τον Ιούνιο τα βαθύτερα στρώματα προσφέρουν καλύτερες συνθήκες διαβίωσης (θερμοκρασία), αφού την ίδια περίοδο στα ανώτερα στρώματα η θερμοκρασία αγγίζει τα όρια θνησιμότητας, ενώ το Μάιο το οξυγόνο ήταν αρκετά μειωμένο. Τον Ιούνιο επίσης η αλατότητα είχε στα επιφανειακά νερά μεγάλες διακυμάνσεις ενώ ήταν πιο σταθερή στα βαθύτερα νερά και επομένως δεν πιάστηκαν και από αυτή την παράμετρο τα

εκτρεφόμενα μύδια. Τέλος χειμώνα και αρχές άνοιξης είναι η εποχή για τους παραγωγούς να αυξήσουν τις πωλήσεις τους και να ανέβει η κατανάλωσή τους επειδή τα μύδια τότε είναι μεγαλύτερα και βαρύτερα. Το μέσο βάρος σώματος βρέθηκε να είναι 3,3 g σε αντίθεση με μύδια του Θερμαϊκού κόλπου (4,0 g) το 2007 και 5,11 το 2004 σύμφωνα με την Αντωνοπούλου (2009). Το βάρος κελύφους είχε μέση τιμή 3,6 g με υψηλές τιμές στο βάθος 3 (10_m), τιμή παρόμοια με των οστράκων της Χαλάστρας (3,1 g) και χαμηλή σε σχέση με των καλλιεργειών των εκβολών του Λουδία (5,68 g). Το κέλυφος του οστράκου είναι βαρύτερο τους μήνες Οκτωβρίου και Νοεμβρίου και από εκεί και πέρα παρουσιάζει μείωση με έμφαση το Δεκέμβριο όπου γίνεται περισσότερο εύθραυστο, με αποτέλεσμα να σπάει κατά την διαχείρισή του. Αυτό μπορεί να συμβεί στα όστρακα λόγω της μη ασβεστοποίησής τους που είναι απόρροια της αύξησης του CO₂ και μείωσης του pH στο περιβάλλον. Το ολικό υγρό με μέση τιμή 7,54 g στην Καβάλα είναι μικρότερο με το αντίστοιχο της Χαλάστρας σύμφωνα με την έρευνα του ΑΤΕΙΘ το 2006 (8,11 g) (ΑΤΕΙΘ 2007) και του 2004 στον Λουδία (10,8 g) (Αντωνοπούλου 2009).

Οι ισχυρές αλλομετρικές σχέσεις που είχαν συντελεστή προσδιορισμού (R^2 %), πάνω από το 80 % μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τους υπολογισμούς των παραμέτρων των διαστάσεων και των βαρών ευκολύνοντας τους ερευνητές στο έργο τους.

Ο δείκτης ευρωστίας CI % για το υγρό βάρος των μυδιών ήταν αρκετά χαμηλός στην περίοδο του χειμώνα. Έτσι οι μήνες που προσφέρονται για εμπορία του μυδιού άρα και κατανάλωση, σύμφωνα με τον δείκτη, είναι από τον Φεβρουάριο ως και τον Ιούνιο κυρίως χωρίς να αγνοείται και η περίοδος του καλοκαιριού. Ο μήνας με την χαμηλότερη ποιότητα βρέθηκε να είναι ο Δεκέμβριος. Αυτό που επηρεάζει τον δείκτη ευρωστίας είναι η διαθεσιμότητα τροφής που προσλαμβάνουν οι οργανισμοί (φυτοπλαγκτόν), η ωοτοκία που πραγματοποιείται τον χειμώνα με τα μύδια να αφήνουν το γεννητικό τους υλικό στο νερό, έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του βάρους της σάρκας (Gosling, 2003b). Τον Σεπτέμβριο παρατηρείται μια αύξηση του δείκτη ευρωστίας πιθανόν λόγω της ανάπτυξης των γονάδων. Περιβαλλοντικοί παράγοντες συντελούν κι αυτοί στην μείωση του δείκτη όπως τον Αύγουστο που η θερμοκρασία νερού φτάνει τους 28,1°C και τον Ιανουάριο με απότομη πτώση της στους 7 °C. Επίσης, οι ανταγωνιστές των μυδιών όπως οι επιβιότες, πιέζουν τον οργανισμό να αναπτυχθεί και να τραφεί σωστά στην αρμαθιά. Τέλος, οι διαχειριστικές ενέργειες που πραγματοποιεί ο παραγωγός όλο τον

χρόνο με τις αραιώσεις και την τοποθέτηση του γόνου, λειτουργεί επιβαρυντικά στον δείκτη ευρωστίας σύμφωνα με τον πίνακα 3.

Πιν.3. Βιολογικός και διαχειριστικός κύκλος μυδιών με περιβαλλοντικά στοιχεία.

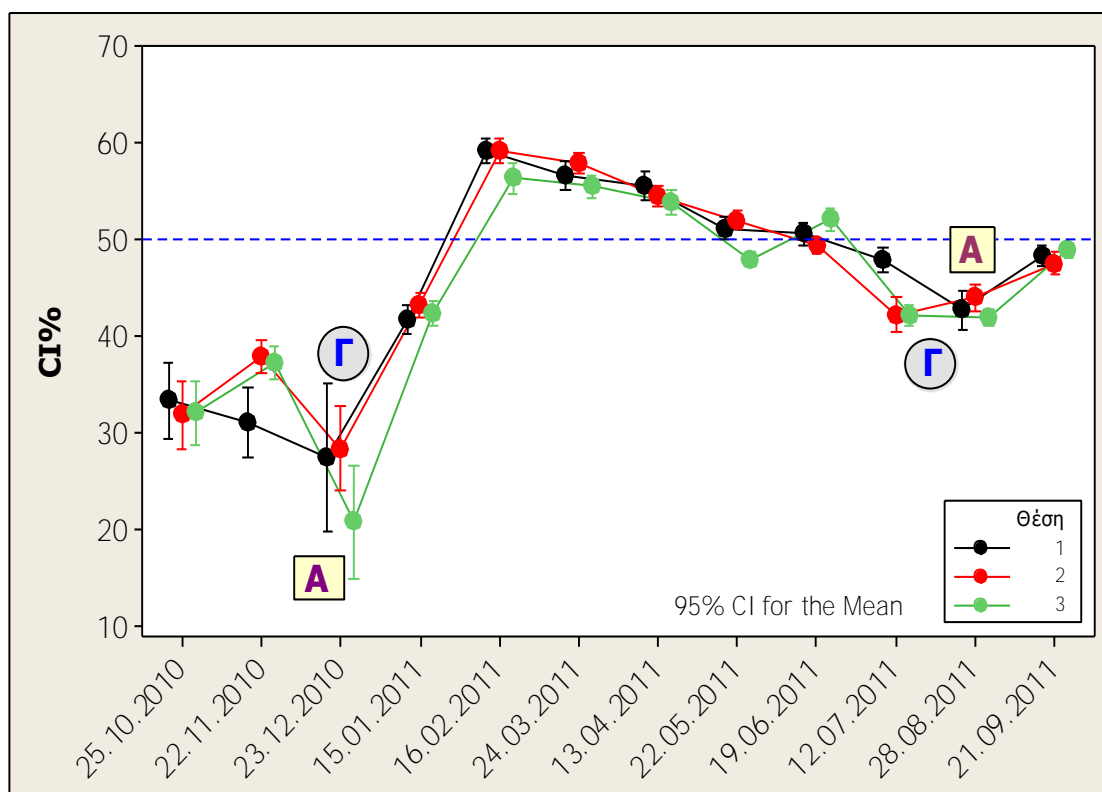
Μήνας	Βιολογική κατάσταση	Περιβαλλοντικά	Διαχείριση	Δείκτης ευρωστίας
Ιανουάριος	Ωοτοκία	T °C: 9 S‰: 36,8 Διαφάνεια m: 9 DO: 8,7 mg/l		< 50%
Φεβρουάριος	Νυμφικές μορφές & εγκατάσταση	T °C: 7 S‰: 36,4 Διαφάνεια: 8 DO:5,8 mg/l		> 50%
Μάρτιος	Νυμφικές μορφές & εγκατάσταση	T °C: 11 S‰: 35,8 Διαφάνεια m: 7 DO:4,0 mg/l		> 50%
Απρίλιος	Αύξηση	T °C: 15 S‰: 33,1 Διαφάνεια m: 12 DO:5,7 mg/l		> 50%
Μάιος	Αύξηση	T °C: 20 S‰: 30,7 Διαφάνεια m: 18 DO: 5,0 mg/l		> 50%
Ιούνιος	Αύξηση	T °C: 27 S‰: 33,1 Διαφάνεια m: 18 DO:5,6 mg/l		>50%
Ιούλιος	Αύξηση	T °C: 25 S‰: 34,9 Διαφάνεια m: 20 DO: 4,5 mg/l		<50%
Αύγουστος	Αύξηση	T °C: 28 S‰: 34,8 Διαφάνεια m: 21 DO: 3,8 mg/l	Αραίωση & Αρμάθιασμα γόνου	<50%
Σεπτέμβριος	Ωοτοκία	T °C: 25 S‰: 35,0		<50%

		Διαφάνεια m: 18 DO:4,5 mg/l		
Οκτώβριος	Ωοτοκία	T °C: 23 S‰: 33,9 Διαφάνεια m:17 DO:5,2 mg/l		< 50%
Νοέμβριος	Νυμφικές μορφές & εγκατάσταση	T °C: 14 S‰: 27,2 Διαφάνεια m: 13 DO:6,4 mg/l		<50%
Δεκέμβριος	Νυμφικές μορφές & εγκατάσταση	T °C: 13 S‰: 36,4 Διαφάνεια m: 11 DO:6,8 mg/l	Αραιώση & Αρμάθιασμα γόνου	< 50%

Ο δείκτης ευρωστίας των μυδιών της Καβάλας φαίνεται να είναι μεγαλύτερος από την μελέτη που πραγματοποιήθηκε στις εκβολές του Λουδία το 2004 από την Αντωνοπούλου (2009), σε ποσοστό 30-40% εκτός από την άνοιξη που φτάνει το 50 %. Στην Χαλάστρα δεν υπήρχε το ίδιο αποτέλεσμα, αφού ο δείκτης ήταν πάνω από 50% με μέσο όρο το 53,2 % σε τρεις σταθμούς δειγματοληψίας στην μελέτη του 2007 από την Φαντίδου (2008). Σύμφωνα με την εικόνα 4.9 ο παραγωγός της μονάδας πραγματοποίησε δύο αραιώσεις και δύο αρμαθιάσματα γόνου σε όλη τη διάρκεια του έτους δειγματοληψίας. Η πρώτη έγινε τον Δεκέμβριο που φαίνεται χαμηλός ο δείκτης και η δεύτερη τους μήνες Ιούνιο – Αύγουστο με δείκτη να ξεπερνάει το 40 %. Στην περιοχή της Χαλάστρας οι αραιώσεις είναι περισσότερες και γίνονται σύμφωνα με την Αντωνοπούλου (2009) τον Σεπτέμβριο, τον Δεκέμβριο και τον Φεβρουάριο, ενώ η τοποθέτηση γόνου γίνεται δύο φορές, τον Ιούνιο και τον Σεπτέμβριο. Στον Λουδία γίνονται ανά έτος τέσσερις αραιώσεις, τον μήνα Σεπτέμβριο, τον Ιανουάριο, τον Φεβρουάριο και τον Μάρτιο, με τοποθέτηση γόνου τους μήνες Ιούνιο και Σεπτέμβριο. Οι επιπλέον αραιώσεις που εφαρμόζονται στην περιοχή του Λουδία, μειώνουν τελικά, την παραγωγή μέχρι και περισσότερο από 50 % σε σχέση με την παραγωγή στην Καβάλα και την Χαλάστρα σε μεγάλο διάστημα του χειμώνα και της άνοιξης.

Πιν. 4 Διαχειριστικές ενέργειες (αραιώσεις και δείκτης ευρωστίας σε κύριες μυδοκαλλιεργητικές περιοχές της Ελλάδας.

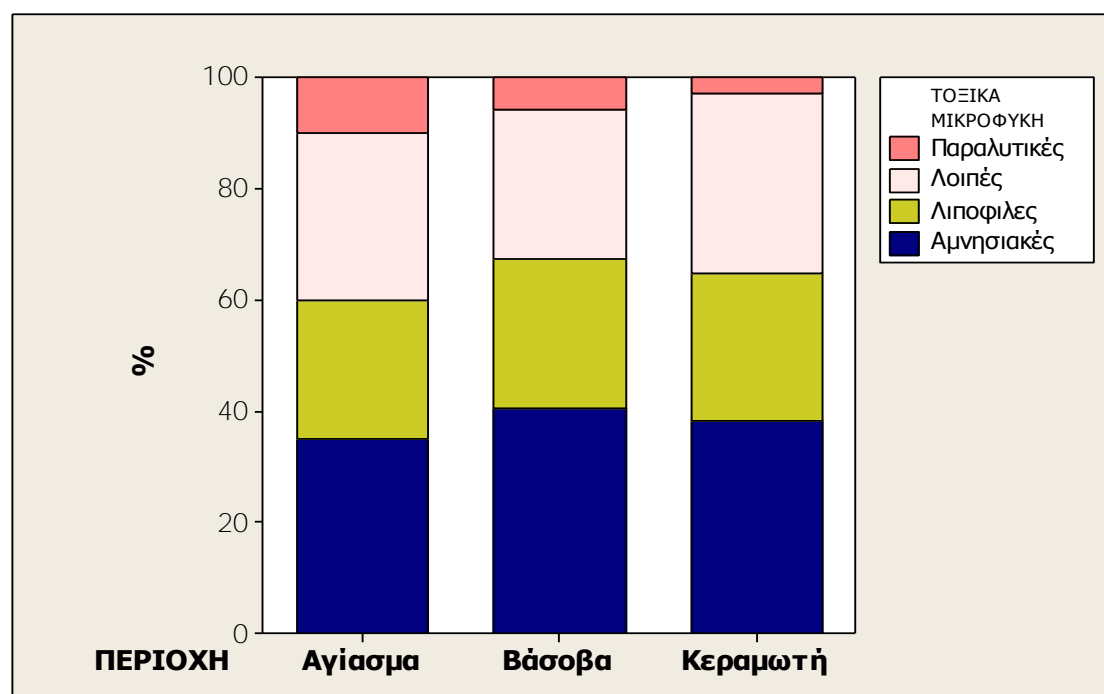
ΠΕΡΙΟΧΗ	Δείκτης ευρωστίας	Αραιώσεις	Βιβλιογραφία
Χαλάστρα	53,2	3	ΑΤΕΙΘ, 2007
Λουδίας	30-40	5	Αντωνοπούλου, 2009
Καβάλα	44,9	2	Παρούσα εργασία



Εικ. 4.9 Μέσες τιμές του δείκτη ευρωστίας CI% υγρών βαρών στον σταθμό δειγματοληψίας με σημεία αναφοράς τις αραιώσεις και την τοποθέτηση γόνου. CI: όρια εμπιστοσύνης 95 %.

4. 4 ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΤΟΞΙΚΟΥ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΥ

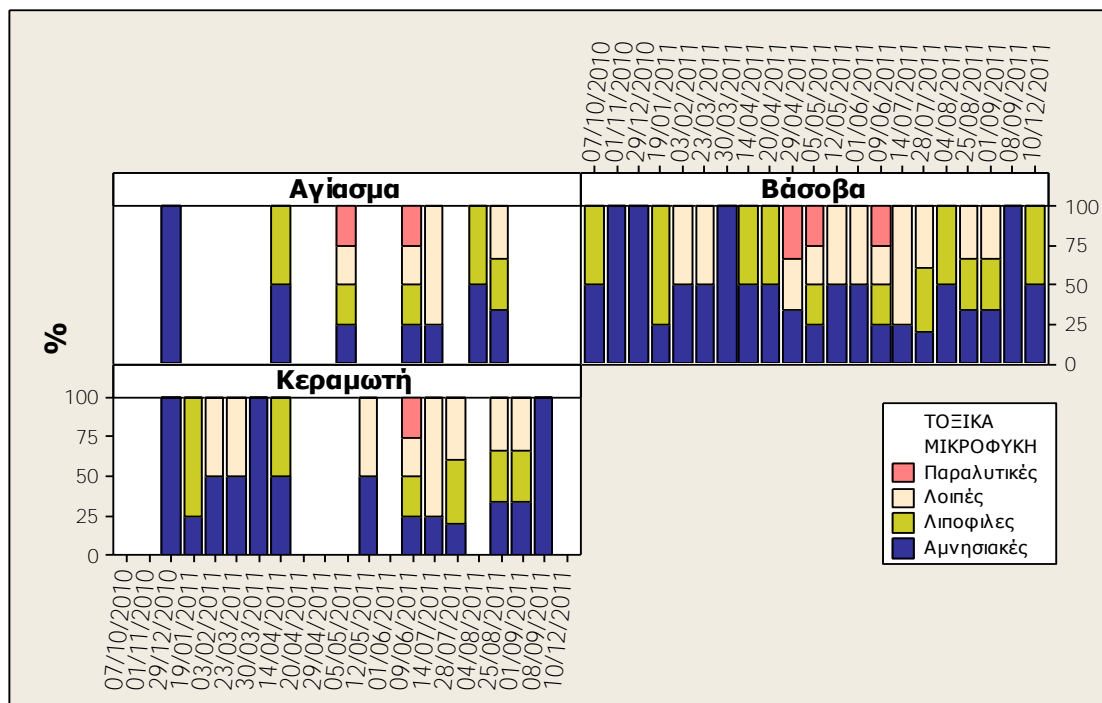
Κατά τη διάρκεια μελέτης στην περιοχή, διενεργήθηκαν δειγματοληψίες φυτοπλαγκτού από την Διεύθυνση Κτηνιατρικής Καβάλας με σκοπό την ανίχνευση βιοτοξινών για την προστασία του καταναλωτή. Οι κατηγορίες που κατατάσσει η αρμόδια Κτηνιατρική Υπηρεσία τις βιοτοξίνες είναι τέσσερις :οι παραλυτικές, οι αμνησιακές, οι λιπόφιλες και διάφορες άλλες. Στην εικόνα 4.7 παρουσιάζεται η συχνότητα εμφάνισής τους σε τρία σημεία της ευρύτερης περιοχής, με τις αμνησιακές βιοτοξίνες να βρίσκονται σε μεγαλύτερο ποσοστό και να ακολουθούν οι λιπόφιλες. Η περιοχή με τα μεγαλύτερα ποσοστά εμφάνισης τοξικού φυτοπλαγκτού είναι η Βάσοβα που βρίσκεται και η μονάδα μελέτης.



Εικ.4.10 Συχνότητα καταγραφής των κατηγοριών των βιοτοξινών που μπορεί να παράξει η παρουσία τοξικού φυτοπλαγκτού, στις λιμνοθάλασσες της περιοχής μελέτης (Πηγή πρωτογενών δεδομένων Διεύθυνση Κτηνιατρικής Καβάλας).

Στην εικόνα 4.11 απεικονίζεται η χρονική εμφάνιση του τοξικού φυτοπλαγκτού ανά περιοχή, σύμφωνα με τα δεδομένα. Η περιοχή της Βάσοβας που υπάγεται και η μονάδα καλλιέργειας διαθέτει ολοκληρωμένη σειρά στοιχείων. Σύμφωνα με την εικόνα 4.10, η Βάσοβα εμφανίζει τις μεγαλύτερες τιμές πυκνοτήτων τοξικού φυτοπλαγκτού σε σχέση με την Κεραμωτή και το Αγίασμα το οποίο δεν περιέχει μονάδες μυδοκαλλιέργειας. Συχνότερες είναι οι αμνησιακές και επίμονες στο χρόνο

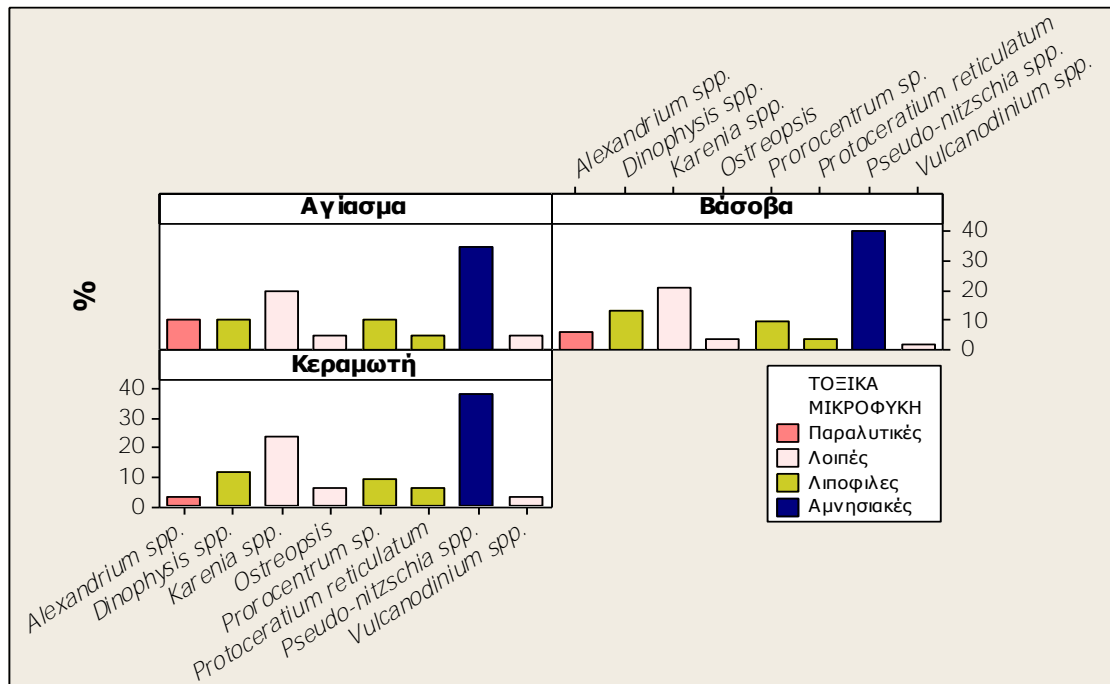
βιοτοξίνες και βρίσκονται σε μεγάλο ποσοστό ενώ σε ορισμένους μήνες της ετήσιας δειγματοληψίας κυριαρχούν μόνο αυτές. Πιο σπάνιες είναι οι παραλυτικές τοξίνες σε όλους τους σταθμούς μελέτης και έχουν χρόνο εμφάνισης τους μήνες Απρίλιο, Μάιο και Ιούνιο και στις τρεις περιοχές.



Εικ. 4.11 Χρονική μεταβολή της συχνότητας των κατηγοριών των βιοτοξινών στις λιμνοθάλασσες της περιοχής μελέτης (Πηγή πρωτογενών δεδομένων Διεύθυνση Κτηνιατρικής Καβάλας).

Το είδος *Pseudo-nitzschia* spp. εμφανίζεται πιο συχνά από όλα τα άλλα είδη σε όλους τους σταθμούς (Εικ.4.12) αλλά σε πυκνότητες κάτω του ορίου επιφυλακής και δεν χρειάστηκε να τεθούν απαγορεύσεις στη διακίνηση των μυδιών. Το είδος *Pseudo-nitzschia* spp. μπορεί να παράξει τοξίνες που επιδρούν είτε στο νευρικό, είτε στο γαστρεντερικό σύστημα.

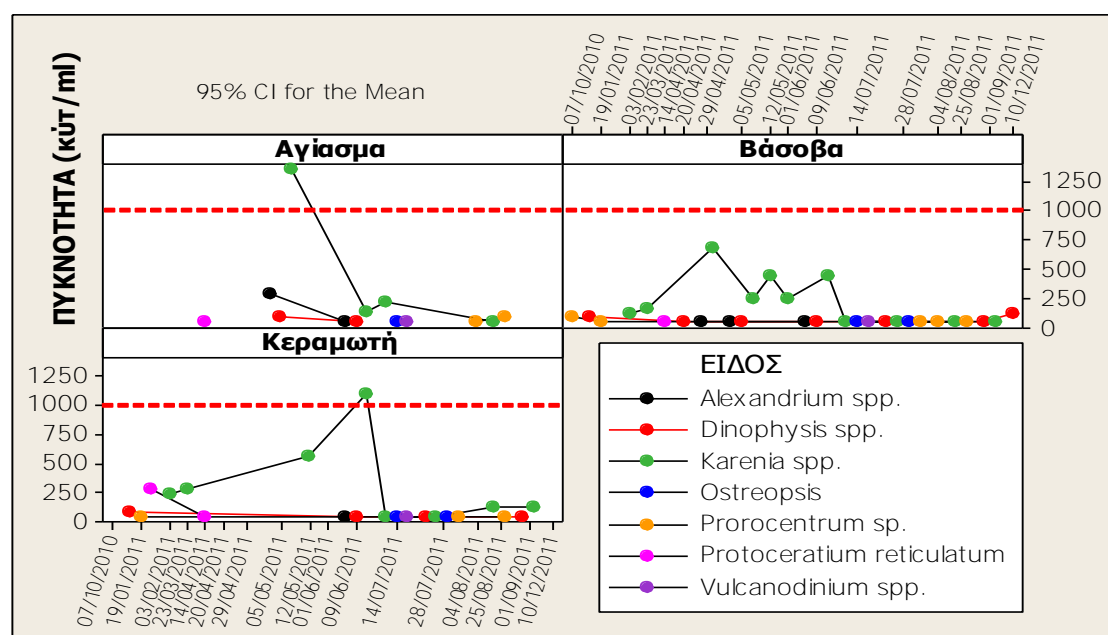
Όλα τα άλλα είδη είναι λιγότερο συχνά και πάντα βρέθηκαν οι πυκνότητές τους να είναι κάτω από τα όρια επιφυλακής (Εικ.4.11).

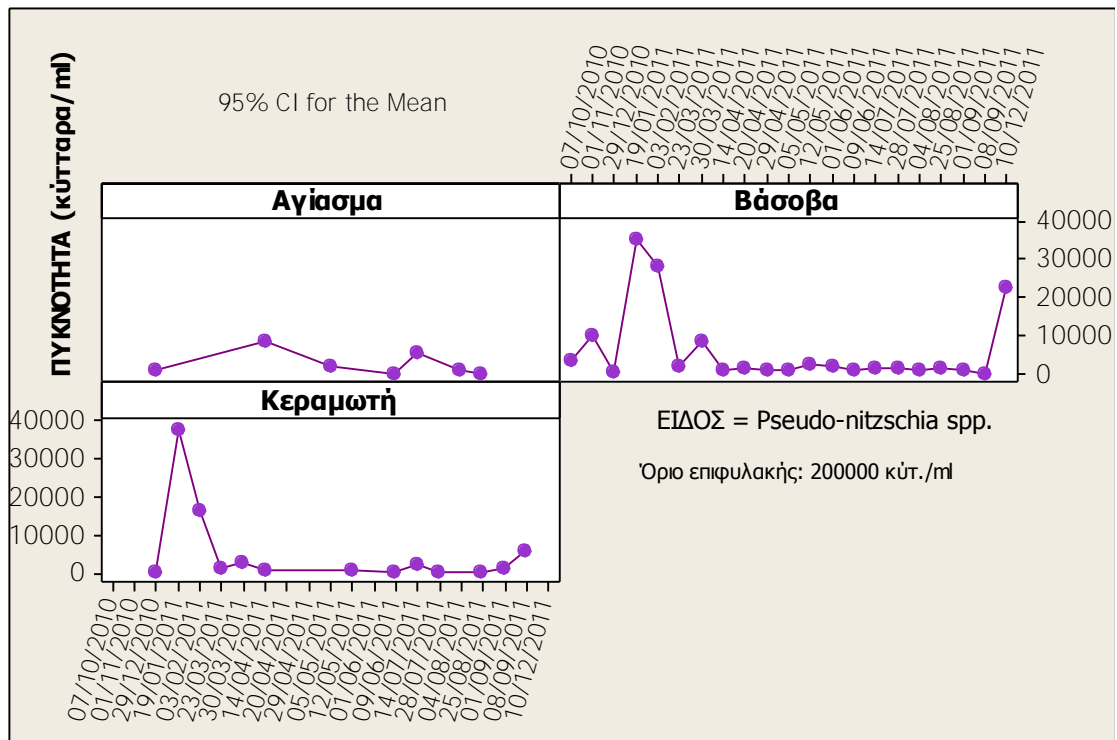


Εικ. 4.12 Συχνότητα εμφάνισης ειδών τοξικών φυκών στις λιμνοθάλασσες της περιοχής μελέτης (Πηγή πρωτογενών δεδομένων Διεύθυνση Κτηνιατρικής Καβάλας).

Πιν.5 Πυκνότητα τοξικών μικροφυκών και τα όρια επιφυλακής τους.

ΕΙΔΟΣ	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (κυτ. / ml) ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ	MINIMUM	MAXIMUM	ΟΡΙΑ ΕΠΙΦΥΛΑΚΗΣ
<i>Alexandrium</i> spp.	82.0	40.0	280.0	>1.000
<i>Dinophysis</i> spp.	57.54	40.00	120.00	>1.000
<i>Karenia</i> spp.	293.8	44.0	1360.0	-
<i>Ostreopsis</i>	44.000	44.000	44.000	-
<i>Prorocentrum</i> sp.	51.10	40.00	87.00	>1.000
<i>Protoceratium</i> <i>reticulatum</i>	88.0	40.0	280.0	>1.000
<i>Pseudo-</i> <i>nitzschia</i> spp.	5143	44	37840	>200.000





Εικ 4.13. Επάνω, χωροχρονική μεταβολή στις πυκνότητες εν δυνάμει τοξικών ειδών φυτοπλαγκτού στην ευρύτερη περιοχή μελέτης με τη στικτή γραμμή να επισημαίνει τα όρια επιφυλακής και λήψης μέτρων. Κάτω, χωροχρονική μεταβολή στις πυκνότητες μόνο του είδους *Pseudonitzschia* spp.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Arakawa, K.Y., Kusuki, Y., & Kamigaki M. , (1971) Studies on biodeposition in oyster beds. Economic density for oyster culture, *Venus*, 30 (3) : 113-128.
- Bardach, J.E., Ryther, J.H. and McLarney, W.O. (1972) In: *Aquaculture*, Wiley, New York p. 868.
- Figueras, A.J. (1989) Mussel culture in Spain and France. *World Aquaculture*, **20** (4), 8-17.
- Fuentes, J., Gregorio, V., Giraldez, R. & Molares, J. (2000) Within-raft variability of the growth rate of mussels, *Mytilus galloprovincialis*, cultivated in the Ria de Arousa (NW Spain). *Aquaculture*, **189**, 39-52.
- Gosling Elizabeth, 1992. Population and community ecology of Mytilus. In: *The mussel, Mytilus: Ecology, physiology, genetics and culture*. Elsevier, Amsterdam, 3: 53-80.
- Gosling E. (2003a) An introduction to Bivalves. In: *Bivalve Molluscs: Biology, Ecology and Culture*. Blackwell, Oxford, **1**, 1-6.
- Gosling E. (2003d) Bivalve Growth. In: *Bivalve Molluscs: Biology, Ecology and Culture*. Blackwell, Oxford, **6**, 169-200.
- Hickman, R.W. (1992) Mussel cultivation. In: *The mussel, Mytilus: Ecology, physiology, genetics and culture*. E. M. Gosling (ed), Elsevier, Amsterdam, **10**, pp 465-504.
- Inglis G.J., Hayden B.J. & Ross A.H. (2000). An overview of factors affecting the carrying capacity of coastal embayments for mussel culture. Client Report: CHC00/69, Project No. MFE00505, Ministry for Environment, 31 pp.
- Manahan, D. T., Wright, S. J., Stephens, G. C. (1983) Simultaneous determination of net uptake of 16 amino acids by a marine bivalve. *Am. J. Physiology.*, **244**, 832-838.
- Page, H. M. & Hubbard, D. M. (1987) Temporal and spatial patterns of growth in mussels *Mytilus edulis* on an offshore platform: relationships to water temperature and food availability. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **111**, 159-79.

- Pryor, M., Parsons, G. J., Couturier, C. (1999) Temporal patterns of larval and post-set distributions of the blue mussel (*Mytilus edulis*/ *M. trossulus*) and the starfish (*Asterias vulgaris*) on New Foundland mussel culture sites. *Journal of Shellfish Research*, **18**, 311.
- Rosenberg, R. and Loo, L. O. (1983) Energy flow in a *Mytilus edulis* culture in western Sweden. *Aquaculture*, **35**, 151-167.
- Seed R. & Suchanek, T. H. (1992). Population and community ecology of *Mytilus edulis*. In: *The mussel Mytilus: Ecology, physiology, genetics and culture*. E. M. Gosling, (ed), *Elsevier*, Amsterdam, pp. 87-169.
- Seed, R. (1969) The ecology of *Mytilus edulis* L. (Lamellibranchiata) on exposed rocky shores. I. Breeding and settlement. *Oecologia*, **3**, 227-316.
- Siebers, D. & Winker, A. (1984) Amino acid uptake by mussels, *Mytilus edulis*, from natural sea water in a flow through system. *Helgolander Wiss. Meeresunters.*, **38**, 189-199.
- Somarakis S., Drakopoulos P., Filippou V. (2001) Distribution and abundance of larval fish in the northern Aegean Sea—eastern Mediterranean—in relation to early summer oceanographic conditions. *Journal of plankton research*. Volume 24. Issue 4. Oxford journal. p.p 339-358.
- SoHelME. (2005). State of the Hellenic Marine Environment. E. Papathanasiou & A. Zenetos (eds), HCMR Publ., 360 pp.
- Spencer, B.E. (2002) Mussel cultivation. In: *Molluscan Shellfish Farming*. pp.147-165. Blackwell, Oxford.
- Tenore, K. R., Boyer, L. F., Cal, R. M., Corral, J., Garcia-Fernandez, C., Gonzalez, N., Gonzales-Gurrianan, E., Hanson, R. B., Krom, M., Lopez-Jamar, E., McClain, J., Pamatmat, M. M., Perez, A., Rhoads, D. C., de Santiago, G., Tietjen, J., Westrich, J., Windom, H. L. (1982) Coastal upwelling in the Rias Bajas, N.W. Spain, Contrasting benthic regimes of the Rias de Arosa and de Muros. *Journal of Marine Research*, **40**, 701-772.
- Walne, P.R. (1979) Culture of bivalve mollusks, 50 years of experience at Conway. Fishing News Books Ltd, Farnham.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αγγελίδης Παναγιώτης (2005). Μελέτη Περιβαλλοντικών επιπτώσεων τύπου Β Περία σελ.20.
- Αντωνοπούλου Αννεζίνα (2009). Παραγωγικότητα πλωτών μυδοκαλλιεργειών του είδους *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819), στο ΒΔ Θερμαϊκό κόλπο στις εκβολές του ποταμού Λουδία. Αλεξάνδρειο τεχνολογικό εκπαιδευτικό ίδρυμα Θεσσαλονίκης παράρτημα Ν. Μουδανιών Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας & Υδατοκαλλιεργειών. Πτυχιακή εργασία Νέα Μουδανιά, σελ 75
- Α. Τ. Ε. Ι. Θ. (2007) Κυκλοφορία του νερού σε Περιοχές Οργανωμένης Ανάπτυξης Υδατοκαλλιεργειών/μυδοκαλλιεργειών (ΠΟΑΥ) και Διαχειριστικές Παρεμβάσεις Χωροταξικής και Περιβαλλοντικής Βελτίωσης. Επιστ. Υπεύθ. Δρ. Α. Μωρίκη, Θεσ/νικη, Ενδιάμεση Έκθεση, σελ. 164.
- ΑΠΘ. (2000). Χαρτογράφηση και γεννητική ταυτοποίηση των φυσικών πληθυσμών μυδιών του είδους *Mytilus galloprovincialis* στους κόλπους της Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού. Α' ενδιάμεση τεχνική έκθεση για την ΝΑΘ, Δ/ση Αλιείας. Επιστημονικός υπεύθυνος Δρ. Σκούρας Ζ. και Δρ. Χιντήρογλου Χ., σελ. 45.
- Γαληνού-Μητσούδη Σοφία. (2003). Σημειώσεις Εκτροφής οστράκων, σελ.109.
- Ε.Κ.Θ.Ε. (2001). Διαχειριστική Μελέτη των Ζωνών Παραγωγής Μυδιών των Κόλπων Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού. Τελική Τεχνική Έκθεση για ΝΑΘ, Δ/ση αλιείας. Επιστημονικός υπεύθυνος Δρ. Παπαθανασίου Ε., σελ. 147.
- ΙΝΑΛΕ (2010). Εμφάνιση κολλωδών μακρο-συσσωματωμάτων στις ακτές του Β. Αιγαίου. Καβάλα σελ. 1
- Κουκάρας Κ. (2004). Χωρο-χρονικές μεταβολές επιβλαβών ανθήσεων ειδών του γένους *Dinophysis Ehrenberg* στο Θερμαϊκό κόλπο. ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ. Τμήμα Βιολογίας της Σχολής Θετικών Επιστημών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Θεσσαλονίκη. Σελ. 168
- Κουσούρης Θ., Φώτης Γ., Κονίδης Α. (1995) Περιβάλλον και υδατοκαλλιέργεια. Η αμφίδρομη σχέση των επιπτώσεων. Αγροτική τράπεζα της Ελλάδος Α.Ε, Αθήνα, σελ. 187.

Πετρίδης Δ. (2000) Εφαρμοσμένη Στατιστική (με έμφαση στην επιστήμη των τροφίμων). Όμηρος Εκδοτική, Θεσσαλονίκη, 517 σελίδες.

Συλαίος Γ., Σταμάτης Ν., Καμίδης Ν., Μάρκου Δ. (2004). Παρακολούθηση ποιότητας νερού και ιζήματος στον κόλπο της Καβάλας. Καβάλα σελ. 3.

Σωφρονίδης Κ., Κούκδα Ε. (2008). Οι υδατοκαλλιέργειες στην περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης. Διεύθυνση Γεωργικής Ανάπτυξης, Καβάλα, σελ. 121.

Τσιάρας Σ.(2011). Συγκριτική μελέτη διαχείρισης και ποιότητας παραγωγής μυδιών *Mytilus galloprovincialis* σε διαφορετικά βάθη και συστήματα καλλιέργειας στο ΒΔ κόλπο Θεσσαλονίκης. Αλεξάνδρειο τεχνολογικό εκπαιδευτικό ίδρυμα Θεσσαλονίκης παράρτημα Ν. Μουδανιών Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας & Υδατοκαλλιεργειών. Πτυχιακή εργασία Νέα Μουδανιά, σελ.50

Φαντίδου Ε. (2008). Διαχείριση και παραγωγή μυδιών του *Mytilus galloprovincialis* σε πλωτές καλλιέργειες του Β.Δ. κόλπου Θεσ/νίκης. Διπλωματική εργασία Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Καρδίτσα σελ.117

ΠΗΓΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ :

www.diocles.civil.duth.gr

www.fao.org

<http://www.fishbase.org/Glossary>

<http://eur-lex.europa.eu>

www.eurostat.eu (δεν βρέθηκαν στο κείμενο)

www.ellinikiaktofylaki.blogspot.com

<http://www.dfompo.gc.ca/aquaculture/multimedia/fig9.jpg>

www.k-typos.gr

www.Google Earth.com

www.emy.gr