

1.5. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ Π.Ο.Α.Υ.

1.5.1. Καθορισμός περιοχών επιρροής.

Η ανάπτυξη των ιχθυοκαλλιεργειών που επιτεύχθηκε κατά τα τελευταία χρόνια στον Ελληνικό χώρο ήταν θεαματική, με αποτέλεσμα η χώρα μας να καταλαμβάνει σήμερα την πρώτη θέση στη Μεσόγειο. Η ανάπτυξη αυτή, που έγινε μέσω μιας πολιτικής εθνικών και κοινοτικών κινήτρων, είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγής των θαλάσσιων μεσογειακών ιχθύων.

Η αλματώδης ανάπτυξη της υδατοκαλλιέργειας, σε συνδυασμό με την ταυτόχρονη αύξηση της ζήτησης των παράκτιων περιοχών για άλλες χρήσεις (πολεοδομική ανάπτυξη, τουρισμό, βιομηχανία) και την αυξανόμενη ευαισθησία του πληθυσμού στα θέματα προστασίας περιβάλλοντος, είχε σαν αποτέλεσμα την αναπόφευκτη σύγκρουση μεταξύ των διάφορων δραστηριοτήτων στις παράκτιες περιοχές, την προσέλκυση σημαντικού ερευνητικού δυναμικού στην μελέτη των επιπτώσεων αυτών, αλλά και την ενεργοποίηση από την πολιτεία, της σχετικής νομοθεσίας για τον καθορισμό των Περιοχών Οργανωμένης Ανάπτυξης Υδατοκαλλιεργειών (Π.Ο.Α.Υ.).

Στην περιοχή όπου προτείνεται ο καθορισμός των ζωνών της προτεινόμενης Π.Ο.Α.Υ. στην περιοχή των Διαποριών νήσων Σαρωνικού κόλπου, Σαλαμίνας και της ευρύτερης περιοχής, για την ανάπτυξη των θαλάσσιων υδατοκαλλιεργειών και με γνώμονα τα προαναφερθέντα, έχουν ληφθεί υπ' όψιν τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της παράκτιας και παραλιακής ζώνης, οι υδροβιολογικές και οικολογικές παράμετροι, οι περιβαλλοντικές παράμετροι, οι υπάρχουσες και σχεδιαζόμενες χρήσεις των περιοχών αυτών, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι όποιες επιπτώσεις στο παράκτιο και θαλάσσιο οικοσύστημα, όχι μόνον από την εγκατάσταση και λειτουργία των μονάδων υδατοκαλλιέργειας, αλλά και αθροιστικά με τις επιπτώσεις που προκύπτουν από άλλες υπάρχουσες ή και σχεδιαζόμενες χρήσεις.

Όσον αφορά στην λειτουργία των πλωτών μονάδων εντός των προτεινόμενων ζωνών, η περιοχή που επηρεάζεται για την καλλιέργεια ψαριών εστιάζεται στα 25 έως 100 m περιμετρικά των ιχθυοκλωβών.

Οι χερσαίες εγκαταστάσεις υποστήριξης (ιχθυογεννητικοί σταθμοί, συσκευαστήρια, αποθήκες κ.λπ.), κατασκευάζονται πάνω από τη γραμμή της παραλίας και επηρεάζουν κύρια με την όποια πιθανή οπτική ρύπανση προκαλεί ένα κτίριο και μόνο στην άμεση χερσαία έκταση όπου κατασκευάζονται.

Οι απαιτούμενες για την εξυπηρέτηση των πλωτών μονάδων, μη μόνιμες παράκτιες χερσαίες εγκαταστάσεις (στην προτεινόμενη ζώνη παραχώρησης εντός αιγιαλού), είναι ελαφρού τύπου, κατασκευάζονται δε και λειτουργούν σύμφωνα με την σχετική κείμενη νομοθεσία, με αποτέλεσμα να ελαχιστοποιείται η όποια περιβαλλοντική και οικολογική επίπτωση.

1.5.2. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την λειτουργία της Π.Ο.Α.Υ.

1.5.2.1. Γενικά

Οι υδατοκαλλιέργειες αλληλεπιδρούν άμεσα ή έμμεσα με διάφορες γεωχημικές διεργασίες στο θαλάσσιο περιβάλλον (Karakassis 1998), λαμβάνουν κυρίως χώρα σε έκταση 100 m περιμετρικά των κλωβών όπως ήδη αναφέρθηκε, ενώ ταυτόχρονα εμφανίζονται να επιδρούν στο περιβάλλον σε διάφορες χωρικές και χρονικές κλίμακες (Silvert 1992). Μερικές επιπτώσεις έχουν μελετηθεί και καταγραφεί εκτενώς στην επιστημονική βιβλιογραφία, ενώ άλλες είναι λίγο ή ελάχιστα καταγεγραμμένες. Η χωρική κλίμακα επίδρασης ποικίλλει και εξαρτάται από τα τοπογραφικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής, την περιβαλλοντική συμπεριφορά και την ικανότητα διασποράς των συνδεόμενων ρυπαντών, καθώς και από την κινητικότητα της βιοκοινωνίας που επηρεάζεται.

Μερικές από αυτές τις επιδράσεις ελαχιστοποιούνται, ή ακόμη και αποφεύγονται, υιοθετώντας εναλλακτικές μορφές διαχείρισης, βελτιωμένη τεχνολογία ή άλλα μέτρα αντιμετώπισης (π.χ. εφαρμογή πιο αποτελεσματικών μεθόδων προς αποφυγή αποδράσεων των ψαριών, χρήση εμβολίων για την πρόληψη ασθενειών, ελαχιστοποίηση διαφυγής τροφής κ.τλ.).

1.5.2.2. Οι επιπτώσεις της ιχθυοκαλλιεργητικής δραστηριότητας στο περιβάλλον

Την τελευταία δεκαετία στην Ελλάδα, σχετικά με τις επιπτώσεις στο περιβάλλον από την λειτουργία των πλωτών μονάδων υδατοκαλλιέργειας, έχουν εκπονηθεί ερευνητικά προγράμματα, όπως, δύο για λογαριασμό του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. (από το ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.), τα οποία αφορούσαν εκτός των άλλων και τις λειτουργούσες μονάδες, στις περιοχές του Παγασητικού Κόλπου και του Κόλπου Καλλονής Ν. Λέσβου, ενώ **άλλο ερευνητικό πρόγραμμα της Γ.Γ.Ε.Τ (από το Ι.ΘΑ.ΒΙ.Κ.)** - 'Αλληλεπίδραση Υδατοκαλλιεργειών και Περιβάλλοντος' που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του ΕΠΕΤ II (1998) -, αφορούσε τις λειτουργούσες μονάδες στις περιοχές Σουνίου και Κεφαλονιάς, στις οποίες μελετήθηκαν όλες οι απαιτούμενες οικολογικές και φυσικοχημικές παράμετροι, που επηρεάζουν το θαλάσσιο περιβάλλον από τις ιχθυοκαλλιέργειες και ιδιαίτερα οι αλλαγές στη σύσταση του πυθμένα και η ποιοτική – ποσοτική σύνθεση των βενθικών οργανισμών.

Από τις ανωτέρω μελέτες διαπιστώθηκε ότι, οι όποιες οικολογικές αλλοιώσεις παρατηρήθηκαν, είναι αναστρέψιμες και το μέγεθος της ζώνης μεταβολής στον πυθμένα είναι σε απόσταση έως 100 m από την περίμετρο των κλωβών στην οποία καταγράφεται η παρουσία ζώνης βιολογικά ενεργής, με μεγάλη βιολογική ποικιλομορφία, όπου οι βιολογικές διεργασίες είναι ισόρροπες και ενεργές.

Επίσης στη χώρα έχει γίνει σημαντική προσπάθεια και πρόοδος στην πιο εξειδικευμένη έρευνα για τις επιπτώσεις των υδατοκαλλιεργειών στο περιβάλλον. Μια σειρά από τέτοια ερευνητικά έργα με εθνική ή/και ευρωπαϊκή χρηματοδότηση έχουν ασχοληθεί με συμπληρωματικές όψεις του προβλήματος σε μία ποικιλία διαφορετικών συνθηκών και θέσεων, με αποτέλεσμα σημαντική πρόοδο στην κατανόηση των σχετικών οικολογικών διεργασιών. Έλληνες και άλλοι ευρωπαίοι επιστήμονες έχουν πραγματοποιήσει δειγματοληψίες σε περισσότερες από 15 περιοχές, όπου λειτουργούν ιχθυοτροφεία σε

παράκτιες περιοχές της Ελλάδας με αποτέλεσμα να προκύψει ένας μεγάλος αριθμός εργασιών και αρκετά ερευνητικά προγράμματα (όπως π.χ. **AQUAENV, το οποίο έχει χρηματοδοτηθεί από τη ΓΓΕΤ, του Υπ. Ανάπτυξης**), σχετικά με τις επιπτώσεις των ιχθυοκαλλιεργειών σε χημικές παραμέτρους της στήλης του νερού και σε παράσιτα, στη συγκέντρωση θρεπτικών και στο πλαγκτόν, σε λιβάδια μακροφύτων, στο βένθος, στο ίζημα και στα ψάρια.

Μεγάλο μέρος από τα αποτελέσματα των μελετών αυτών έχουν δημοσιευτεί σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά, έχουν παρουσιαστεί σε διεθνή συνέδρια αλλά έχουν επίσης κοινοποιηθεί στα ενδιαφερόμενα μέρη, όπως οι αρμόδιες εθνικές και τοπικές αρχές, ενώσεις παραγωγών, μελετητές και μη κυβερνητικές οργανώσεις που ασχολούνται με το περιβάλλον, ώστε να αυξηθεί η χρήση της επιστημονικής πληροφορίας στα πλαίσια του ορθολογικού σχεδιασμού των παράκτιων δραστηριοτήτων.

Επιπλέον, η εκπόνηση και τα αποτελέσματα της μελέτης με τίτλο **«Επίδραση των ιχθυοκαλλιεργειών στο θαλάσσιο περιβάλλον και προσαρμογή του παραγωγικού δυναμικού στα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά των θαλάσσιων οικοσυστημάτων»** η οποία εκπονήθηκε από το **Εργαστήριο Θαλάσσιας Οικολογίας του τμήματος Βιολογίας του Πανεπιστημίου Κρήτης στα πλαίσια του Ε.Π.ΑΛ. 2000 – 2006**, οδήγησαν σε νέες θεσμικές προτάσεις, μετά από συνεργασία των συναρμόδιων Υπηρεσιών, για την ορθολογικότερη διαχείριση της παράκτιας ζώνης καθώς και την παρακολούθηση της επίδρασης στο περιβάλλον των λειτουργουσών μονάδων.

1.5.2.3. Οι επιπτώσεις από τον σχεδιασμό της Π.Ο.Α.Υ. στο περιβάλλον

Για τον σχεδιασμό της προτεινόμενης Π.Ο.Α.Υ. και την λειτουργία της λήφθηκαν υπ' όψιν τα προαναφερθέντα ερευνητικά αποτελέσματα, τα αξιολογημένα (από την επιστημονική μας ομάδα) στοιχεία των μονάδων που λειτουργούν στην περιοχή μελέτης καθώς και από δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν για τους σκοπούς της μελέτης στην εν λόγω περιοχή έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι επιπτώσεις στα βιοτικά ή αβιοτικά χαρακτηριστικά στις προτεινόμενες ζώνες της Π.Ο.Α.Υ. ή στις άμεσες επηρεαζόμενες από αυτές περιοχές και συγκεκριμένα:

- Για την λειτουργία εντός της Π.Ο.Α.Υ., των πάρκων εκτροφής των καλλιεργούμενων υδρόβιων οργανισμών, δεν απαιτείται και δεν προβλέπεται η οποιαδήποτε επέμβαση, στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του θαλάσσιου οικοσυστήματος, με αποτέλεσμα να μην αναμένονται επιπτώσεις από αυτά στη θερμοκρασία, την αλατότητα, το pH, το οξυγόνο κ.λπ.
- Δεν αναμένονται επιπτώσεις στα τοπικά ρεύματα, διότι οι πλωτές εγκαταστάσεις στα πάρκα εκτροφής τοποθετούνται μόνον προς την κατεύθυνση των ρευμάτων ώστε να διασφαλίζεται η απρόσκοπτη λειτουργία τους, προϋπόθεση αναγκαία για την συνεχή ανανέωση της μάζας του νερού και των φυσικοχημικών παραμέτρων της, που διαπερνά το σύνολο των πλωτών εγκαταστάσεων και των εκτρεφόμενων οργανισμών.
- Δεν αναμένονται μη αναστρέψιμες επιπτώσεις από την λειτουργία των πάρκων εκτροφής εντός των ζωνών της Π.Ο.Α.Υ., στον πυθμένα τους καθώς και στους

βενθικούς οργανισμούς του οικοσυστήματος. Σχετικά με τις επιπτώσεις στον πυθμένα επισημαίνεται ότι αυτές καταγράφονται σύμφωνα και με τις προαναφερθείσες μελέτες, την περίοδο έντονης διάθεσης ιχθυοτροφών στους εκτρεφόμενους οργανισμούς, από τον Απρίλιο έως τον Οκτώβριο κάθε έτους. Για τους υπόλοιπους μήνες αντίθετα καταγράφονται διαδικασίες αποικοδόμησης της οργανικής ρύπανσης που καθιζάνει στο θαλάσσιο πυθμένα, από τις λειτουργούσες μονάδες, ενώ κατά τη διάρκεια του έτους δεν καταγράφεται μη αναστρέψιμη οικολογική αλλοίωση, ως προς την ποσοτική - ποιοτική σύνθεση των βενθικών οργανισμών της περιοχής.

- Η ανωτέρω **φυσική** διεργασία (αποικοδόμηση), έχει ως αποτέλεσμα την αναστροφή των επιπτώσεων στο θαλάσσιο οικοσύστημα της περιοχής και συγκεκριμένα στο οικοσύστημα του πυθμένα.
- Οι ζώνες της Π.Ο.Α.Υ. οριοθετούνται έτσι ώστε να ικανοποιείται η κρίσιμη παράμετρος βαθυμετρία (βάσει και της κείμενης νομοθεσίας), πέραν της ισοβαθούς των 18 m.
- Δεν ενέχεται κίνδυνος ρύπανσης της θαλάσσιας περιοχής γιατί για το σχεδιασμό των ζωνών έχουν ληφθεί υπ' όψη οι φυσικοχημικές παράμετροι της περιοχής, ώστε το ρυπαντικό φορτίο των αποβλήτων να διαλύεται στη στήλη του νερού και να μην συσσωρεύεται γύρω από τις ζώνες, συντελώντας έτσι στον περιορισμό του επιπέδου των θρεπτικών αλάτων.
- Για το σχεδιασμό της Π.Ο.Α.Υ. έχουν ληφθεί υπ' όψη όλες οι σύγχρονες μέθοδοι καλλιέργειας και συνδυασμένων καλλιεργειών που εφαρμόζονται με επιτυχία διεθνώς, για τον περιορισμό του επιπέδου των θρεπτικών που θα απελευθερώνονται στη θαλάσσια περιοχή των ζωνών¹.
- Δεν θα επέλθει μείωση του αριθμού οποιωνδήποτε σπάνιων ή υπό εξαφάνιση ειδών φυτών, διότι στη θέση των προτεινόμενων ζωνών δεν υπάρχει τέτοια βλάστηση.
- Δεν αναμένονται επιπτώσεις στο υδάτινο περιβάλλον από τη λειτουργία των χερσαίων υποστηρικτικών εγκαταστάσεων της προτεινόμενης Π.Ο.Α.Υ., καθώς οι εγκαταστάσεις αυτές λειτουργούν σε χερσαίες εκτάσεις ενώ η διάθεση των υγρών αποβλήτων τους, γίνεται μετά από επεξεργασία μέσω των ενδεδειγμένων σύγχρονων και αποτελεσματικών συστημάτων επεξεργασίας και διάθεσης υγρών αποβλήτων.
- Η λειτουργία της Π.Ο.Α.Υ. δεν θα προκαλέσει επιπτώσεις στο **πλαγκτόν**.

Στο σημείο αυτό αναφέρουμε ότι αποτελέσματα του προγράμματος AQUAENV (Pitta et al, 1999) έδειξαν ότι οι πλαγκτονικές κοινότητες κοντά στα ιχθυοτροφεία δεν είναι σημαντικά διαφορετικές από εκείνες στις αντίστοιχες περιοχές ελέγχου είτε ποσοτικά (αφθονία) είτε ποιοτικά (ποικιλότητα, σύνθεση βιοκοινοτήτων σε είδη). Επίσης, πειράματα στα πλαίσια του προγράμματος MedVeg (Effects of nutrient release from Mediterranean fish farms on benthic vegetation in coastal ecosystem) έχουν δείξει ότι υπάρχει σημαντική επίπτωση της βόσκησης του μικροζωοπλαγκτού στα κύτταρα του φυτοπλαγκτού που έτσι εμποδίζει την ακμή

¹ Βλέπε και <http://www.fao.org/3/a-i1092e/i1092e02a.pdf>

(bloom) του φυτοπλαγκτού παρά την σταθερή παροχή θρεπτικών από τα ιχθυοτροφεία.

- Δεν θα επέλθει αλλαγή στην ποικιλία των ειδών ή στον αριθμό ψαριών και θαλασσινών, διότι τα εκτρεφόμενα είδη είναι ενδημικά και πιθανές διαφυγές τους στο θαλάσσιο περιβάλλον δεν πρόκειται να επηρεάσουν τη βιοποικιλότητα της περιοχής. Επίσης, στην περιοχή που σχεδιάστηκαν οι ζώνες δεν υπάρχουν μοναδικά, σπάνια ή υπό εξαφάνιση είδη οργανισμών.

Ειδικότερα:

α) Η λειτουργία της Π.Ο.Α.Υ. δεν θα προκαλέσει σημαντικές επιπτώσεις στην **βενθική πανίδα**.

Οι επιπτώσεις της καθίζησης σωματιδιακού υλικού (προϊόντα μεταβολισμού και απώλειες τροφής) στους βενθικούς οργανισμούς που διερευνήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος AQUAENV έδειξε αλλαγές στις βενθικές κοινότητες κάτω από τους ιχθυοκλωβούς (Karakassis et al, 2000). **Εν τούτοις, η περιοχή μειωμένης ποικιλότητας της βενθικής μακροπανίδας δεν ξεπερνούσε τα 25 μέτρα από την περίμετρο των κλωβών.**

Έρευνες για αλλαγές σε μεγαλύτερες χωρικές κλίμακες από την παρουσία ζωνών **ιχθυοκαλλιέργειας** στα πλαίσια του προγράμματος AQCESS **δεν έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την αφθονία, βιομάζα ή την διάρθρωση σε τροφικούς τύπους των οργανισμών της μακροπανίδας.**

Επιπλέον, σύμφωνα με την βιβλιογραφία, οι Karakassis et al. (1999, 2000) αναφέρουν τιμές συνολικής αφθονίας που κυμαίνονται από 900-7.400 άτομα/m² και βιομάζας μεταξύ 0,5 και 55mg/m², με έντονη εποχική και χωρική διακύμανση. Οι ίδιοι συγγραφείς αναφέρουν ότι η επίδραση των ιχθυοκαλλιεργειών στην βενθική μακροπανίδα αφορά περισσότερο στη σύνθεση της βιοκοινωνίας ενώ στο επίπεδο της συνολικής αφθονίας και βιομάζας η διαφοροποίηση εξαρτάται από την περιοχή, την απόσταση από τους κλωβούς και τον τύπο του υποστρώματος.

β) Η λειτουργία της Π.Ο.Α.Υ. δεν θα προκαλέσει επιπτώσεις στους **άγριους ιχθυοπληθυσμούς**.

Οι επιπτώσεις στα άγρια ιχθυοαποθέματα από την λειτουργία μονάδων υδατοκαλλιέργειας ερευνήθηκαν στα πλαίσια του ερευνητικού έργου AQCESS (Aquaculture and Coastal, Economic and Social Sustainability). Η έρευνα περιελάμβανε πειραματική αλιεία με τράτα βυθού (3 περιοχές επί δύο εποχές) σε αλιευτικά πεδία κοντά και μακριά από ζώνες ιχθυοκαλλιεργειών, σύγκριση αλιευμάτων πριν και μετά την εγκατάσταση των ζωνών, υδρακουστική μελέτη σε μεγάλες χωρικές κλίμακες, υποβρύχιες έρευνες με χρήση ROV (τηλεκατευθυνόμενο υποβρύχιο όχημα) και αναλύσεις χρονοσειρών εμπορικών δεδομένων εκφορτώσεων αλιευμάτων σε ιχθυόσκαλες σε πέντε διαφορετικές περιοχές (με και χωρίς επιπτώσεις ιχθυοτροφείων). Τα αποτελέσματα του έργου (Machias et al 2003, 2004ab) έδειξαν καθαρά ότι **η παρουσία ζωνών ιχθυοκαλλιεργειών επάγει υψηλότερη αφθονία, βιομάζα (περίπου διπλάσια) καθώς και μεγαλύτερη ποικιλότητα σε ενδιάμεσες χωρικές κλίμακες (1-20km) με θετικές επιπτώσεις στην τοπική αλιεία.**

γ) Η λειτουργία της Π.Ο.Α.Υ. δεν θα προκαλέσει επιπτώσεις στην **βιοποικιλότητα**.

Μολονότι μερικά είδη επηρεάζονται άμεσα και γενικά η ποικιλότητα κάτω από τους ιχθυοκλωβούς μειώνεται, δεν είναι βέβαιο ότι η βιοποικιλότητα βρίσκεται σε κίνδυνο λόγω των υδατοκαλλιεργειών. Σύμφωνα με τον Margalef (1997), υπάρχει σημαντική διαφορά ανάμεσα στην βιοποικιλότητα (δηλ. τον συνολικό αριθμό των διαθέσιμων ειδών ή γονότυπων σε μια περιοχή) και της οικολογικής ποικιλότητας ή οικοποικιλότητας που μπορεί να προσεγγιστεί μέσω δειγματοληψίας τοπικών βιολογικών κοινοτήτων. Με αυτή την έννοια, τοπικές αλλαγές στην δομή των βιοκοινοτήτων που αφορούν μερικές δεκάδες ή εκατοντάδες τετραγωνικά μέτρα δεν μπορεί να θεωρηθούν ως υποβάθμιση της βιοποικιλότητας. Αντίθετα, κίνδυνοι για την βιοποικιλότητα προκύπτουν όταν ένας ειδικός τύπος ενδιαιτήματος (σπάνιο, ενδημικό ή υποστηρικτικό ενός απειλούμενου είδους ή ενδιαίτημα-κλειδί που υποστηρίζει την ζωή της ευρύτερης περιοχής) υποβαθμίζεται έντονα σε μεγάλες χωρικές κλίμακες ή όταν πληθυσμοί ειδών κ-επιλογής (δηλαδή μεγαλόσωμα είδη με μικρούς ρυθμούς αναπαραγωγής) μειώνονται κάτω από το κρίσιμο όριο βιωσιμότητας.

Οι πλέον τεκμηριωμένες επιπτώσεις αφορούν τα μακροπανιδικά ασπόνδυλα στην ζώνη κάτω και πολύ κοντά στους ιχθυοκλωβούς. Οι οργανισμοί αυτοί είναι οικολογικά σημαντικοί αλλά είναι εξαιρετικά απίθανο να εξαφανιστούν ή έστω να επηρεαστούν οι πληθυσμοί τους σημαντικά σε μεγάλες χωρικές κλίμακες. Τα πιθανά προβλήματα επίπτωσης των ιχθυοκαλλιεργειών στην βιοποικιλότητα θα ήταν η υποβάθμιση των λειμώνων των θαλάσσιων φανερογάμων και δη της *Posidonia oceanica*.

Τόσο οι πλωτές όσο και οι χερσαίες εγκαταστάσεις της ΠΟΑΥ δεν επηρεάζουν κατά οποιονδήποτε τρόπο τους υφιστάμενους βιότοπους.

Ο προτεινόμενος σχεδιασμός και η λειτουργία της Π.Ο.Α.Υ., καθώς και η εφαρμογή μέτρων αντιμετώπισης και προστασίας του περιβάλλοντος, της βιοποικιλότητας, της χλωρίδας, της πανίδας και της ορνιθοπανίδας, σε συνδυασμό με την ορθή περιβαλλοντική διαχείριση των μονάδων στα πλαίσια της Θεωρίας της Αειφόρου Ανάπτυξης, διασφαλίζουν την **αποφυγή ή ελαχιστοποίηση όποιας απώλειας σημαντικών εκτάσεων βασικών οικοτόπων ή όποιας σημαντικής αύξησης στον κερματισμό των οικοτόπων.**

Αντίστοιχα, **αλληλεπιδράσεις με είδη ενδιαφέροντος διατήρησης στην περιοχή θα ελαχιστοποιούνται** μέσω κατάλληλων μέτρων, π.χ. τακτική προστασία των ιχθυοκλωβών με αντιαρπακτικούς διχτυοκλωβούς. Λόγω της φύσης των προτεινόμενων δραστηριοτήτων καθώς και των μέτρων αντιμετώπισης που θα εφαρμοστούν για την πρόληψη και αντιμετώπιση των επιπτώσεων, δεν αναμένεται παρεμβολή στην ισορροπία, κατανομή και πυκνότητα των βασικών ειδών ή μείωση του πληθυσμού των ειδών ή πληθυσμών παγκοσμίου ενδιαφέροντος διατήρησης.

*Διευκρινίζεται επιπρόσθετα ότι στις θέσεις όπου προτείνεται να οριοθετηθούν οι ζώνες της Π.Ο.Α.Υ., όπως προκύπτει και από την ανάλυση των στοιχείων του φυσικού περιβάλλοντος, δεν εντοπίστηκαν λιβάδια *Posidonia oceanica* στις προτεινόμενες ζώνες της Π.Ο.Α.Υ.*

1.5.3. Επιπτώσεις από την λειτουργία των ζωνών υδατοκαλλιέργειας

Οι σημαντικότερες επιπτώσεις που αναμένονται από την λειτουργία των μονάδων υδατοκαλλιέργειας, σχετίζονται κυρίως με τα προϊόντα μεταβολισμού των ψαριών και τις απώλειες τροφών (υγρά απόβλητα) και τα στερεά απόβλητα (κύρια απορρίμματα) που προκύπτουν από τις δραστηριότητες της υδατοκαλλιέργειας.

1.5.3.1. Υγρά Απόβλητα – Υδάτινη Επιβάρυνση

Οι ιχθυοκαλλιέργειες απελευθερώνουν στη στήλη του νερού άζωτο και φωσφόρο σε διαλυμένη μορφή. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, στο oligοτροφικό περιβάλλον της Μεσογείου καταγράφηκαν ελάχιστες επιδράσεις στη στήλη του νερού και στο πλαγκτόν κοντά σε ιχθυοτροφεία (Pitta et al. 1999).

Επίσης, η μελέτη που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του εθνικού προγράμματος ΕΠΕΤ II έδειξε πως η απελευθέρωση διαλυμένων αποβλήτων (κυρίως αμμωνιακά και φωσφορικά) από ιχθυοτροφεία έχει ελάχιστη επίδραση στη συγκέντρωση θρεπτικών και δεν επιδρά στις συγκεντρώσεις της χλωροφύλλης-α ή του σωματιδιακού οργανικού άνθρακα της στήλης του νερού κοντά σε ιχθυοτροφεία (Pitta et. al, 1999).

Η απόρριψη υγρών αποβλήτων αφορά: i) τα προϊόντα μεταβολισμού των ψαριών και ii) τις απώλειες των ιχθυοτροφών.

Το **ρυπαντικό φορτίο** αποτελείται από **θρεπτικά άλατα** (κυρίως άζωτο και φώσφορος) που προέρχονται από τα προϊόντα μεταβολισμού των ψαριών και από τις απώλειες της τροφής.

Τα **θρεπτικά συστατικά** που απελευθερώνονται, από πλωτές μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας (κυρίως άζωτο και φωσφόρος) είναι σε δύο μορφές:

(α) **σωματιδιακή: πλεονάζουσα τροφή και περιττώματα των καλλιεργούμενων ψαριών.** Το μεγαλύτερο μέρος του σωματιδιακού οργανικού υλικού καθιζάνει σε μικρές σχετικά αποστάσεις από τους κλωβούς. Τα μεγαλύτερα σωματίδια καθιζάνουν εντός της περιμέτρου των κλωβών ενώ τα μικρότερα μπορεί να εναποτεθούν σε αποστάσεις μέχρι και 25-30 μέτρα από την περίμετρο των κλωβών (Καρακάσης, 2004).

(β) **διαλυτή φάση: πρόκειται για ιόντα αμμωνίου (NH₄) και ορθοφωσφορικά (PO₄) που αποβάλλονται από το απεκκριτικό και από τα βράγχια των ψαριών.**

Εκτιμώντας την συνολική ρύπανση που προκαλείται από τα ούρα και τα κόπρανα των ψαριών καθώς και την ιχθυοτροφή που χάνεται, μπορούμε αντικειμενικά να διατυπώσουμε ότι τα απόβλητα προϊόντα μεταβολισμού ενός ενήλικου ανθρώπου ανά 24ωρο, ισοδυναμούν με τη ρύπανση που προκαλείται από 8 τόνους ψαριών (Παπαναστασίου, 1988).

Στην βιβλιογραφία (Καρακάσης, 2004) έχουν μετρηθεί τα ποσοστά του χορηγούμενου αζώτου και φωσφόρου, που απελευθερώνονται στο περιβάλλον από την ιχθυοκαλλιέργεια.

Σε όλες τις περιπτώσεις η ποσότητα των θρεπτικών που ανακτώνται μέσω της συγκομιδής είναι μικρότερη από το 1/3 της ποσότητας, που χορηγείται μέσω της ιχθυοτροφής, αλλά υπάρχει σημαντική μεταβλητότητα στις εκτιμήσεις του ποσοστού της διαλυτής φάσης των απωλειών στο περιβάλλον. Η μεταβλητότητα αυτή πιθανόν αντανακλά τοπικές συνθήκες (όπως π.χ. θερμοκρασία και διαθεσιμότητα οξυγόνου) ενώ η μεταβλητότητα ως προς το ποσοστό της συγκομιδής αντανακλά τόσο βιολογικούς παράγοντες σχετικούς με το είδος όσο και το επίπεδο και την ποιότητα διαχείρισης.

Για τον υπολογισμό του φορτίου από την θαλάσσια ιχθυοκαλλιέργεια χρησιμοποιούνται οι παρακάτω αριθμοί:

- Η περιεκτικότητα της τροφής σε άζωτο ίση με 8%
- Η περιεκτικότητα της τροφής σε φωσφόρο θεωρήθηκε με 1,2%
- συντελεστής μετατρεψιμότητας (FCR) δηλαδή ο λόγος της παραγόμενης βιομάζας προς το βάρος της χορηγηθείσης τροφής στις πλωτές μονάδες υδατοκαλλιέργειας ίσος με 1,8:1.

1.5.3.2. Σωματιδιακή φάση

Η πλέον διαδεδομένη και ευρύτατα καταγεγραμμένη επίδραση των ιχθυοκαλλιεργειών είναι ο βενθικός εμπλουτισμός κάτω από τους κλωβούς. Συχνά, η συσσώρευση αχρησιμοποίητης τροφής και περιττωμάτων οδηγούν σε σχηματισμό ιζήματος κάτω από τους κλωβούς. Έχει καταγραφεί από αρκετούς συγγραφείς η παρουσία ενός χαλαρού και κροκιδώδους μαύρου ιζήματος κάτω από τους ιχθυοκλωβούς, που κοινώς αποκαλείται ίζημα ιχθυοκαλλιέργειας (Holmer 1991). Το ίζημα αυτό είναι συχνά ανοξικό (χαμηλές τιμές δυναμικού οξειδοαναγωγής), παρουσιάζει υψηλές συγκεντρώσεις άνθρακα, αζωτούχων και φωσφορικών ενώσεων και φυτοχρωστικών. Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις στις επιδράσεις αυτές ανάλογα με τη βαθυμετρία της περιοχής, το μέγεθος του ιχθυοτροφείου και τον τύπο του υποστρώματος, με τα αδρά υποστρώματα σε βαθιές περιοχές με έντονο υδροδυναμισμό να εμφανίζουν σημαντικά μικρότερο βαθμό συσσώρευσης αποβλήτων. Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι η ζώνη του βυθού που επηρεάζεται, εκτείνεται σε απόσταση από τα όρια των κλωβών που δεν ξεπερνά τα 10-25 μέτρα (Καρακάσης et al., 2007).

Η βιβλιογραφία αναφέρει ότι, σε μονάδες που μελετήθηκαν βρέθηκε ότι η αναλογία C/N στο ίζημα ήταν αυξημένη, κάτι που δείχνει ότι το οργανικό υλικό, που εναποτίθεται, αποσυντίθεται πλήρως. Επιπλέον, αναφέρεται ότι οι ρυθμοί ιζηματογένεσης γύρω από τις μονάδες (σε ακτίνα 100 μέτρων) ήταν μόνο το 0,2% αυτών που μετρήθηκαν κάτω από τους κλωβούς, κάτι που δείχνει ότι **η οργανική ρύπανση υπάρχει μόνο όταν τα ρεύματα δεν είναι ισχυρά και όταν τα βάθη είναι μικρά (κάτω των νομίμως επιτρεπτών) αλλά ακόμα και τότε περιορίζεται μέσα στην μισθωμένη θαλάσσια έκταση**. Ωστόσο, δεν υπήρχε καμία επίδραση στο ίζημα σε ακτίνα 250 μέτρων από τις μονάδες, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις η ιζηματογένεση στην περιοχή ήταν μικρότερη από την κανονική (Aure, J., Ervik, A.S., Johannessen, P.J. and Ordemann, T., 1988.). Επίσης έχειδειχθεί ότι η ζώνη του βυθού που δέχεται τις

επιπτώσεις δεν ξεπερνά σε απόσταση τα 10-25 μέτρα από το όριο των κλωβών. Έρευνα για τις επιπτώσεις ζωνών υδατοκαλλιέργειών στα γεωχημικά χαρακτηριστικά του βυθού σε μέσες χωρικές κλίμακες (πρόγραμμα AQCESS) έδειξε ότι δεν υφίστανται στατιστικά σημαντικές αλλαγές (ούτε καν μικρές) σε αποστάσεις 1-10 χλμ.

Πρέπει να επισημάνουμε ότι ακόμα και στην περίπτωση ρηχών, ιλυωδών περιοχών, τα σημάδια υποβάθμισης του περιβάλλοντος κάτω από τους κλωβούς υπόκεινται σε σημαντικές εποχιακές αλλαγές και είναι λιγότερο σοβαρά το χειμώνα (μικρότερη παροχή τροφής, μεγαλύτερη επαναιώρηση και οξυγόνωση του ιζήματος).

Σύμφωνα με την μελέτη που αναφέρθηκε και προηγουμένως στα πλαίσια του ΕΠΕΤ II, αλλά και από άλλα στοιχεία βιβλιογραφίας, παρατηρείται διπλασιασμός των συγκεντρώσεων οργανικού υλικού για ιλυώδεις βυθούς, ενώ σημαντικά υψηλότερα επίπεδα αύξησης του οργανικού υλικού (τετραπλασιασμός) έχουν αναφερθεί για αμμώδεις βυθούς. Διευκρινίζεται ωστόσο, ότι σε καμία από τις περιοχές μελέτης, ακόμα και κάτω από τους ιχθυοκλωβούς, δεν εντοπίστηκε αζωική ζώνη, ούτε βαρέως ρυπασμένη ζώνη όπως αυτή έχει οριστεί από τους Pearson & Rosenberg (1978).

Επίσης, φαίνεται ότι υπάρχει μια διακύμανση στο πάχος του ιζήματος της υδατοκαλλιέργειας κατά την διάρκεια του έτους κάτω από τους κλωβούς, γεγονός που σχετίζεται με τα επίπεδα χορηγούμενης τροφής, η οποία έχει επίσης ανάλογη εποχιακή μεταβολή. Οι χαμηλότερες τιμές στο πάχος του ιζήματος που παρατηρούνται συνήθως κατά τον μήνα Φεβρουάριο, δείχνουν ότι μια περιορισμένη σε έκταση διαδικασία ανάκαμψης πραγματοποιείται κατά την χειμερινή περίοδο εξ' αιτίας της μειωμένης παροχής τροφής και παράλληλα της αυξημένης δυνατότητας ανοργανοποίησης κατά τον χειμώνα. Επίσης, τα ισχυρά ανεμογενή ρεύματα της περιόδου αυτής, μπορεί να ευθύνονται για την ανατάραξη του ιζήματος, απομακρύνοντας έτσι μέρος του συσσωρευμένου υλικού (ΕΠΕΤ II, 1998).

1.5.3.3. Διαλυτή φάση

Γενικά στοιχεία

Σε αρκετές περιπτώσεις μονάδων υδατοκαλλιέργειών, έχει παρατηρηθεί ότι πέραν των ιόντων αμμωνίου, η συγκέντρωση των υπόλοιπων θρεπτικών αλάτων που προέρχονται από την ιχθυοκαλλιέργεια, δεν υπερβαίνει την δυνατότητα του συστήματος να απορροφήσει την επαγομένη διατάραξη. Αυτό, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης του ΕΠΕΤ II, φαίνεται να ισχύει και για τα φωσφορικά άλατα, που είναι μια από τις κύριες μορφές διαλυτών ουσιών που προέρχονται από τις υδατοκαλλιέργειες (Holby & Hall 1991). Είναι ιδιαίτερα σημαντικό ότι ούτε η χλωροφύλλη-α ούτε ο οργανικός άνθρακας, που θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως οι πιο σχετικές παράμετροι για την ανίχνευση του ευτροφισμού, δεν φάνηκε να επηρεάζονται σημαντικά από την απελευθέρωση θρεπτικών από την υδατοκαλλιέργεια. Επιπλέον, βρέθηκε πως εξαιτίας των χαρακτηριστικών διασποράς που χαρακτηρίζει τις θέσεις εγκατάστασης των ιχθυοτροφείων, η οποιαδήποτε αύξηση στις συγκεντρώσεις θρεπτικών είναι χρονικά περιορισμένη και ακολουθεί ένα ενδοημερήσιο πρότυπο (Karakassis et.al, 2001).

Η αναντιστοιχία μεταξύ εμπλουτισμού σε θρεπτικά και έλλειψης σημαντικής αύξησης της χλωροφύλλης μπορεί να αποδοθεί στην περιορισμένη χρησιμοποίηση τους λόγω ταχείας διάχυσης, έτσι ώστε το φυτοπλαγκτόν να μην έχει την δυνατότητα να

«κεφαλοποιήσει» την υψηλή παραγωγή θρεπτικών όπως έχει επίσης επισημανθεί από τους Gowen et al (1983).

Η τοπική αύξηση των θρεπτικών είναι σημαντική μόνο όταν επιφέρει μη αποδεκτή αύξηση της πρωτογενούς παραγωγής και επομένως είναι ανάγκη να υπάρχουν κριτήρια που να προσδιορίζουν το 'μη αποδεκτό'. Μια από τις πλέον εύκολα ανιχνεύσιμες και μεγάλης διάρκειας περιβαλλοντικές αλλαγές, λόγω αύξησης της παροχής του άνθρακα είναι η υποβάθμιση των συνθηκών στο ίζημα (Heip 1995) που μπορούν να οδηγήσουν σε ανοξία και αζωικές ζώνες (Pearson & Rosenberg 1978). Επομένως ένα κριτήριο για τα επίπεδα της πρωτογενούς παραγωγής πέρα από τα οποία υπάρχουν ευδιάκριτες δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον, μπορεί να βασιστεί στη δυνατότητα του βενθικού μεταβολισμού να αντεπεξέλθει στην αυξημένη καθίζηση λόγω υπερβολικής πρωτογενούς παραγωγικότητας.

Ένα τέτοιο ενδεχόμενο δεν κρίνεται πιθανό από την δημιουργία της Π.Ο.Α.Υ., αφού θα ληφθεί μια σειρά μέτρων (βλ κεφ.1.7) για την λειτουργία των ζωνών της Π.Ο.Α.Υ.

Ο Σαρωνικός κόλπος περικλείεται από τις ακτές της Αττικής και της Πελοποννήσου, ενώ το νότιο όριό της αποτελεί η νοητή γραμμή Ν. Πόρου – Σουνίου (22 ν.μ.). Στο βόρειο τμήμα του κόλπου ξεχωρίζει ο κόλπος της Ελευσίνας, ημίκλειστος και ρηχός, που επικοινωνεί με τον κυρίως Σαρωνικό κόλπο μέσω του διαύλου του Κερατσινίου βάθους 12 μέτρων και του δυτικού διαύλου βάθους 8 μέτρων. Η νοητή γραμμή Σαλαμίνας-Αίγινας (6 ν.μ.) και Αίγινας-Χερσονήσου Μεθάνων (4 ν.μ.) διακρίνει τη Δυτική από την Ανατολική λεκάνη. Η τελευταία διακρίνεται από τη νοητή γραμμή Φλεβών-Αίγινας (10 ν.μ.) στον Εσωτερικό και Εξωτερικό Σαρωνικό. Ο Εξωτερικός Σαρωνικός βρίσκεται σε άμεση επικοινωνία με το Ν. Αιγαίο πέλαγος.

Σύμφωνα με τον Καλόσακα (2000), η εικόνα της κυκλοφορίας των θαλασσιών μαζών του Σαρωνικού κόλπου στη Δυτική λεκάνη και πάνω από το θερμοκλινές (βάθος 20 Μ) είναι αντικυκλωνική και το νερό κινείται κατά τη διεύθυνση των δεικτών του ρολογιού με είσοδο νερού από τη δίοδο Μεθάνων-Αίγινας και βόρεια ροή κοντά στη δυτική ακτή και νότια ροή κοντά στη περιοχή της διόδου Σαλαμίνας-Αίγινας. Κατόπιν ένα τμήμα της ροής αυτής διοχετεύεται πιθανότατα νότια-νοτιανατολικά και εξέρχεται από τη δίοδο Αίγινας-Φλεβών, ενώ ένα άλλο διοχετεύεται στον Εσωτερικό Σαρωνικό. Ο αντικυκλώνας αυτός παρουσιάζει μεταβλητότητα στην έντασή του και τείνει ακόμα να επεκταθεί προς τα ανατολικά, επηρεάζοντας όλο και περισσότερο την περιοχή μεταξύ Σαλαμίνας και Αίγινας. Η κυκλοφορία στην Δυτική λεκάνη κάτω από το θερμοκλινές (βάθος 60 Μ) εμφανίζεται αντίστροφη απ' ότι πάνω απ' το θερμοκλινές. Το νερό κινείται κυκλωνικά και ένα μέρος αυτού εξέρχεται από τη δίοδο Αίγινας-Μεθάνων δεδομένου ότι η μορφολογία του πυθμένα δυτικά από την Αίγινα με βάθη που δεν ξεπερνούν τα ~50 μέτρα το εμποδίζει να κινηθεί σε κλειστή τροχιά (Καλόσακας, 2000).

Η κυκλοφορία στον Εσωτερικό Σαρωνικό είναι κυκλωνική και χαρακτηρίζεται από σχηματισμούς μικρότερης έντασης σε σχέση με τον αντικυκλώνα στην Δυτική λεκάνη (Καλόσακας, 2000). Υπάρχουν πιθανότατα δύο κυκλωνικοί σχηματισμοί εκ των οποίων ο ένας καταλαμβάνει το κεντρικό και νότιο τμήμα ενώ ο άλλος το βόρειο τμήμα που εκτείνεται ανατολικά από τη Σαλαμίνα και νότια από την Ψυτάλλεια. Ο συνδυασμός των ανωτέρω συστημάτων κυκλοφορίας έχει σαν αποτέλεσμα το νερό πάνω από το θερμοκλινές από την περιοχή της Ψυτάλλειας να μεταφέρεται προς τη δίοδο Σαλαμίνας-Αίγινας και από εκεί είτε να επαναφέρεται στον Εσωτερικό Σαρωνικό είτε

να εκβάλλει νότια κοντά στο βορειανατολικό άκρο της Αίγινας. Το νερό κάτω από το θερμοκλινές ωστόσο, αφού μεταφερθεί στην περιοχή μεταξύ Σαλαμίνας και Αίγινας, είναι δυνατόν αντί να επανέλθει στον Εσωτερικό Σαρωνικό να εισχωρήσει στην κυκλοφορία της Δυτικής λεκάνης και να περιφέρεται κυκλωνικά μέσα σε αυτή. Η ροή που από τη Δυτική λεκάνη διοχετεύεται στον Εσωτερικό Σαρωνικό, μέσω της διόδου Σαλαμίνας-Αίγινας, εμφανίζεται να τροφοδοτεί τον κυκλωνικό σχηματισμό που βρίσκεται στο βόρειο τμήμα του Εσωτερικού Σαρωνικού (Καλόσακας, 2000).

Γενικά με βόρειους ανέμους στον Εσωτερικό Σαρωνικό εμφανίζεται κυκλωνική κυκλοφορία και το χειμώνα και το καλοκαίρι (Καλόσακας, 2000). Η εικόνα αυτή είναι σε συμφωνία με τις παρατηρήσεις του Hopkins (1980). Αντίθετα οι Λασκαράτος & Αναγνωστάκης (1988), ενώ με βόρειους ανέμους παρατηρούν το χειμώνα στον Εσωτερικό Σαρωνικό ένα κύριο κυκλωνικό στρόβιλο, το καλοκαίρι (με μελέτεια) παρατηρούν έναν αντικυκλώνα τον οποίο επίσης παρατηρούν καθ' όλη τη διάρκεια του έτους όταν επικρατούν νότιοι άνεμοι (Καλόσακας, 2000). Σύμφωνα με τις παρατηρήσεις τους, κατά το καλοκαίρι οι βόρειοι και οι νότιοι άνεμοι προκαλούν τον ίδιο τύπο κυκλοφορίας (αντικυκλωνική) στον Εσωτερικό Σαρωνικό ενώ με βορειοδυτικούς ανέμους μία πιο σύνθετη εικόνα. Στην επιφάνεια (20 μ.) σχηματίζεται ένας αντικυκλώνας στο νοτιανατολικό τμήμα του Εσωτερικού Σαρωνικού και ένας κυκλώνας στο βόρειο και δυτικό τμήμα, ενώ στα βαθύτερα στρώματα (40 & 60 μ.) ο κυκλώνας σταδιακά περιορίζεται και κυριαρχεί ο αντικυκλώνας (Καλόσακας, 2000). Η επικράτηση του αντικυκλώνα που παρατηρείται είναι σε γενική συμφωνία με τον Hopkins (1980) ο οποίος υποστηρίζει ότι με βορειοδυτικούς ανέμους επικρατεί αντικυκλωνική κυκλοφορία στον Εσωτερικό Σαρωνικό.

Ευρύτερη περιοχή μελέτης

Επιπλέον, όπως έχει αναφερθεί και στο Κεφάλαιο 3.2., στην περιοχή της μελέτης το εύρος των φυσικοχημικών παραμέτρων είναι κατάλληλο για την εκτροφή των ψαριών, την επαρκή ανανέωση των νερών και ως εκ τούτου διασφαλίζεται η ελαχιστοποίηση των επιδράσεων στο περιβάλλον.

Περιοχή μελέτης

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι σύμφωνα με έκθεση αποτελεσμάτων καταγραφής θαλασσίων ρευμάτων από το Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Μεσολογίου (νυν ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, Εργαστήριο Γεωλογίας Υδάτινων Συστημάτων, στην περιοχή εγκατάστασης και λειτουργίας των πλωτών μονάδων, η μέση ταχύτητα των ρευμάτων κυμαίνεται από 3,5 cm/sec μέχρι 15,24 cm/sec, ενώ τοπικά εντοπίζεται και μέτρηση ταχύτητας 2,25 cm/sec. Τα ρεύματα που μετρήθηκαν χαρακτηρίζουν την περιοχή τοπικά ως κλειστό κόλπο (όπου η ταχύτητα των θαλασσίων ρευμάτων είναι κάτω των 3 cm/sec), ως ανοικτό κόλπο (όπου η ταχύτητα των θαλασσίων ρευμάτων είναι μεταξύ 3-5 cm/s), πολύ εκτεθειμένη (όπου η ταχύτητα των θαλασσίων ρευμάτων είναι μεταξύ 5-10 cm/s) και ως ταχείας ροής (όπου η ταχύτητα των θαλασσίων ρευμάτων είναι μεγαλύτερη από 10 cm/s), σύμφωνα με την υπ' αριθμ. 121570/1866/12-6-2009 Κοινή Εγκύκλιο. Περίπου το 57% των μετρήσεων ταχύτητας θαλασσίων ρευμάτων αντιστοιχεί σε περιοχές πολύ εκτεθειμένες και περιοχές ταχείας ροής.

Συμπερασματικά, σύμφωνα με όσα ανωτέρω αναφέρονται, στην θέση όπου προτείνεται η οριοθέτηση των ζωνών της Π.Ο.Α.Υ. υπάρχει επαρκής ανανέωση υδάτων, η οποία, σε συνδυασμό με τα ικανοποιητικά βάθη, θα επιφέρει διαρκή αραίωση των διαλυτών αποβλήτων και θα εμποδίζει την δημιουργία στάσιμου ύδατος ακόμα και εντός των κλωβών των μονάδων υδατοκαλλιέργειας.

1.5.3.4. Ημερήσιες διακυμάνσεις θρεπτικών αλάτων στην στήλη του νερού

Η διαδικασία ταΐσματος που εφαρμόζεται συχνότερα στις μονάδες ιχθυοκαλλιέργειών στην Ελλάδα, συνίσταται στην χορήγηση του μεγαλύτερου μέρους της τροφής κατά τις πρωινές ώρες (08:00-09:00), ενώ ολοκληρώνεται μέχρι τις πρώτες μεσημβρινές (14:00). Αυτού του είδους η πρακτική όμως, μπορεί να συμβάλλει υπό κατάλληλες συνθήκες, στην δημιουργία συνθηκών που επηρεάζουν αρνητικά την ποιότητα του νερού, λόγω της απελευθέρωσης μεγάλων ποσοτήτων διαλυμένων ουσιών (προϊόντα μεταβολισμού) σε μικρά χρονικά διαστήματα και σε μικρό όγκο νερού. Σε ολιγοτροφικές περιοχές όπως η Μεσόγειος, όπου ο φώσφορος κατά κύριο λόγο αλλά και το άζωτο αποτελούν τους περιοριστικούς παράγοντες της πρωτογενούς παραγωγής (Krom et al., 1991), η απέκκριση μεγάλων ποσοτήτων αμμωνίας και φωσφορικών ιόντων μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της φυτοπλακτονικής βιομάζας (bloom).

Εκτός από την έμμεση όμως αυτή επίδραση, μερικά από τα προϊόντα μεταβολισμού, όπως η αμμωνία και τα νιτρώδη, έχουν και άμεση επίδραση στο καλλιεργούμενο απόθεμα, καθώς σε μεγάλες συγκεντρώσεις είναι τοξικά, ενώ και σε μικρές ακόμη συγκεντρώσεις είναι δυνατόν να προκαλέσουν stress στον εκτρεφόμενο ιχθυοπληθυσμό, με αποτέλεσμα την μείωση της παραγωγής και υποβάθμιση του προϊόντος.

Σε γενικές γραμμές, τόσο ο φώσφορος όσο και η αμμωνία εμφανίζουν έντονη ημερήσια διακύμανση στις μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας. Οι μέγιστες συγκεντρώσεις παρατηρούνται κατά τις μεσημβρινές ώρες κατά τις οποίες ολοκληρώνεται η διαδικασία πέψης των ψαριών άρα μεγιστοποιείται η συκέντρωση των προϊόντων μεταβολισμού που αποβάλλονται στο περιβάλλον. Έχει βρεθεί επίσης, ότι η χρονική διάρκεια και η ένταση του φαινομένου αυτού εξαρτάται από τον υδροδυναμισμό της εκάστοτε περιοχής και κυρίως από την ταχύτητα ανανέωσης του νερού μέσα στους κλωβούς.

Εντούτοις, από τις μετρήσεις χλωροφύλλης, χλωροπλαστικών χρωστικών και σωματιδιακού οργανικού άνθρακα και αζώτου που πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια της μελέτης του ΕΠΕΤ II, δεν φαίνεται να υπάρχει αντίστοιχη αύξηση στη φυτοπλακτονική βιομάζα. Φαίνεται ότι η χρονικά περιορισμένη αύξηση της συγκέντρωσης αμμωνιακών και φωσφορικών ιόντων δεν επαρκεί για την αξιοποίηση τους από το φυτοπλακτόν, όπως έχει επίσης αναφερθεί από τον Gowen (1994).

Σύμφωνα με τον ορισμό που δίνει η Ευρωπαϊκή Ένωση (OJEC L-135, σ.40-52, 30 Μαΐου 1991) ευτροφισμός 'είναι ο εμπλουτισμός του νερού με θρεπτικά, κυρίως ενώσεις του αζώτου και/ή φωσφόρου, που προκαλεί αυξημένη ανάπτυξη φυκών και ανωτέρων μορφών φυτικής ζωής, έτσι ώστε να προκαλείται ανεπιθύμητη διατάραξη στην ποιότητα του νερού και στην ισορροπία των οργανισμών, που ζουν σε αυτό'. Από τον ανωτέρω ορισμό προκύπτει ότι δεν αρκεί απλώς και μόνο η διάθεση θρεπτικών για να στοιχειοθετηθεί περίπτωση ευτροφισμού, αλλά πρέπει η διάθεση αυτή να γίνεται σε

τέτοια έκταση, ώστε να παράγονται μετρήσιμες επιπτώσεις (π.χ. αύξηση φυκών) και μάλιστα δυσμενείς.

Παρ' όλο που η πρόκληση ευτροφισμού μέσα στους κλωβούς δεν είναι πιθανή, οι άμεσες επιδράσεις από την υδατοκαλλιεργητική δραστηριότητα, μπορεί να αποδειχθούν κρίσιμες. Κατά τις μεσημβρινές ώρες, η υψηλή συγκέντρωση αμμωνίας (ως συνέπεια του μεταβολισμού της τροφής από τον εκτρεφόμενο ιχθυοπληθυσμό) σε συνδυασμό με τα μειωμένα επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου (αφ' ενός λόγω της υψηλής θερμοκρασίας του νερού και αφ' ετέρου λόγω της διεργασίας της πέψης) είναι δυνατόν να επηρεάσει αρνητικά την απόδοση των μονάδων. Το φαινόμενο αυτό εντείνεται σε κλωβούς που βρίσκονται στο εσωτερικό των συστοιχιών, όπου η ταχύτητα ανανέωσης του νερού είναι μικρότερη.

Με βάση δειγματοληψίες που διενεργήθηκαν στην περιοχή για τους σκοπούς της παρούσας μελέτης, οι μετρούμενες συγκεντρώσεις Chl-a σε επιφανειακά νερά (4M βάθος) ανά θέση δειγματοληψίας τον Ιούλιο του 2015, έδειξε ότι οι συγκεντρώσεις της χλωροφύλλης α κυμαίνονται από 0,04-0,46mg.m⁻³ (μέση τιμή 0,18 mg.m⁻³).

Τα παραπάνω αποτελέσματα κατατάσσουν τα ύδατα της περιοχής μελέτης από ολιγοτροφικά έως κατώτερα μεσοτροφικά (ανάλογα με τον χρησιμοποιούμενο δείκτη), ενώ οι περισσότεροι δείκτες τα κατατάσσουν στα ολιγοτροφικά ύδατα, υψηλής ποιότητας (ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, 2015).

Ειδικότερα:

❖ Οργανικός εμπλουτισμός

Ο οργανικός εμπλουτισμός μίας περιοχής, συνήθως αποτέλεσμα της απελευθέρωσης υγρών αποβλήτων (αποχέτευση των λυμάτων) από τον άνθρωπο, είναι σήμερα ο συχνότερα συναντώμενος τύπος θαλάσσιας ρύπανσης (Gray, 1981) και λαμβάνοντας υπ' όψη την συνεχώς αυξανόμενη συγκέντρωση πληθυσμού στις παράκτιες περιοχές, χαρακτηρίζεται σαν η σημαντικότερη απειλή για το θαλάσσιο περιβάλλον παγκοσμίως (McIntyre, 1995).

Το Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD) είναι χρήσιμο για προσδιορισμό οργανικού φορτίου σε αγωγούς διάθεσης λυμάτων και δεν αφορά προσδιορισμό οργανικού υλικού που καθιζάνει από τους ιχθυοκλωβούς.

Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι στην Ελβετία, για βιομηχανικά απόβλητα που απελευθερώνονται στο περιβάλλον, τα όρια COD είναι 200-1000 mg O₂/l, ενώ η Ευρωπαϊκή Οδηγία για τα αστικά απόβλητα προβλέπει το όριο των 125 mg O₂/l, ενώ οι τιμές που αναφέρονται σε περιοχές λειτουργίας μονάδων υδατοκαλλιέργειας έχουν βρεθεί μικρότερες από 28 mg O₂/l, πράγμα αναμενόμενο αφού το οργανικό υλικό έχει ήδη υποστεί διάλυση. Επίσης, διαπιστώνεται σύμφωνα με μετρήσεις, ότι οι τιμές του COD στις περιοχές με ιχθυοκαλλιέργειες, είναι πρακτικά ίδιες με εκείνες που προσδιορίζονται σε σταθμούς όπου δεν υπάρχει ιχθυοκαλλιέργεια (Καρακάσης, 2008).

➤ **Επίδραση της δραστηριότητας των ιχθυοτροφείων στην ποιότητα του θαλασσινού νερού, αναφορικά με τα πρότυπα των νερών κολύμβησης**

Η ανεύρεση μικροοργανισμών όπως τα κολοβακτηρίδια σε μια περιοχή, έχει άμεση σχέση με ανθρώπινα απόβλητα και ουδέποτε είναι αποτέλεσμα προερχόμενο από την εκτροφή των ψαριών.

Η επίδραση της δραστηριότητας των μελετηθέντων ιχθυοτροφείων ως προς την ποιότητα του θαλασσινού νερού, και την υποβάθμισή του σε σχέση με τα πρότυπα των νερών κολύμβησης ήταν ελάχιστη. Οι τιμές των ολικών κολοβακτηριοειδών, της *E. coli* και των κοπρανώδων στρεπτόκοκκων κυμάνθηκαν κάτω από τα καθοριζόμενα όρια της ΚΥΑ 46399/1352/86 (ΦΕΚ 438Β/3.7.86), που αναφέρονται στα πρότυπα ποιότητας νερών για κολύμβηση, ενώ δεν ανιχνεύθηκαν σαλμονέλες.

Εξ' άλλων, όπως αναφέρεται και στην βιβλιογραφία:

Οι μικροβιολογικές παράμετροι (total and faecal coliforms) αποτελούν δείκτες επιβάρυνσης από θερμόαιμα ζώα (κυρίως θηλαστικά) τα οποία δεν έχουν καμία σχέση με το απεκκριτικό σύστημα των ψαριών, τα οποία είναι ποικιλόθερμα σπονδυλόζωα. Άλλωστε, ο λόγος που οι συγκεκριμένες παράμετροι χρησιμοποιούνται ως δείκτες για τα νερά κολύμβησης είναι ακριβώς ότι η ύπαρξή τους υποδηλώνει διάθεση λυμάτων από τη χέρσο (ή πλοία), δηλαδή όχι από θαλάσσιους οργανισμούς (Καρακάσης, 2008).

Τα ψάρια, που είναι ψυχρόαιμα, δεν παράγουν κολοβακτηρίδια –μια και αυτά υπάρχουν μόνο στο πεπτικό σύστημα των ανθρώπων και των ομοιόθερμων ζώων (Καθηγητής Ν.Σ. Μάργαρης, Τμήμα Περιβάλλοντος Πανεπιστήμιο Αιγαίου, ΓΝΩΜΑΤΕΥΣΗ, 2008).

Στη θάλασσα απαντά ένας πολύ περιορισμένος αριθμός γενών μικροβίων σε μικρές ποσότητες, που αντιπροσωπεύεται από είδη που δεν απαντούν στον άνθρωπο και τα αγροτικά ζώα.

Τα ψάρια δεν είναι η αιτία μόλυνσης της θάλασσας με παθογόνα για τον άνθρωπο και τα αγροτικά ζώα, μικρόβια (Παπαναστασίου, 1988).

1.5.3.5. Συνεκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Εκτιμάται ότι συνολικά για την Μεσόγειο, επί της συνολικής ανθρωπογενούς εισροής θρεπτικών, η οφειλόμενη στις υδατοκαλλιέργειες αύξηση είναι 0,3% έως 1,0% για το άζωτο και 0,4% έως 1,4% για τον φωσφόρο.

Για την Ελλάδα, την βασική παραγωγό χώρα τσιπούρας και λαβρακιού, οι αριθμοί αυτοί αυξάνονται σε 1,9% έως 7,7% για το άζωτο και σε 2,9% έως 10,4% για τον φωσφόρο.

Χρειάζεται εν τούτοις να διευκρινιστεί ότι η αύξηση ως προς την συνολική συγκέντρωση θρεπτικών, είναι κατά πολύ μικρότερη, καθώς στην συνολική εισροή δεν συνυπολογίζονται οι 'φυσικές' εισροές των ποταμών ούτε τα υπάρχοντα φυσικά φορτία θρεπτικών στα θαλασσινά νερά (ΕΠΕΤ II, 1998).

Επιπλέον, στην περιοχή μελέτης της προτεινόμενης Π.Ο.Α.Υ. και συγκεκριμένα στην περιοχή λειτουργίας των μονάδων ιχθυοκαλλιέργειας, δεν υφίστανται άλλες χρήσεις που να έρχονται σε αντίθεση με την υδατοκαλλιέργεια ή που να παρακωλύει η ίδια η δραστηριότητα της υδατοκαλλιέργειας. Στις χερσαίες περιοχές όπου προτείνονται οι συνοδές εγκαταστάσεις, δεν αναμένεται επιβάρυνση του φυσικού οικοσυστήματος και του τοπίου, αφού οι προτεινόμενες θα είναι μη μόνιμου τύπου ή/και μικρής κλίμακας και ο σχεδιασμός τους θα είναι τέτοιος ώστε οι προτεινόμενες εγκαταστάσεις να είναι ενταγμένες στο φυσικό περιβάλλον.

Συμπερασματικά:

Δεν αναμένεται σημαντική μεταβολή από την λειτουργία των ζωνών της Π.Ο.Α.Υ. στην ποιότητα του νερού και μάλιστα τέτοια που να εμποδίζει άλλες χρήσεις του παράκτιου χώρου.

Εξ' άλλου σε περίπτωση που συμβεί κάτι τέτοιο, τα εκτρεφόμενα ψάρια θα είναι τα πρώτα που θα επηρεαστούν, αφού πρόκειται για ευαίσθητους οικολογικά οργανισμούς.

Διευκρινίζεται ότι δεν έχει αναφερθεί περιστατικό υποβάθμισης της ποιότητας νερού από υδατοκαλλιεργητική δραστηριότητα σε θαλάσσιο περιβάλλον σε κανένα μέρος του κόσμου, όταν γίνεται με σωστή πρακτική.

Η αδυναμία εντοπισμού σημαντικών επιπτώσεων στην ποιότητα του νερού από την απελευθέρωση θρεπτικών εξηγείται με διάφορες υποθέσεις (Καρακάσης, 2004):

- Οι θέσεις εγκατάστασης των υδατοκαλλιεργειών είναι ειδικά επιλεγμένες ώστε να υπάρχει επαρκής ανανέωση των υδάτων. Αυτό γίνεται όχι τόσο για λόγους περιβαλλοντικής ευαισθησίας, όσο για την εξασφάλιση της επαρκούς οξυγόνωσης που είναι αναγκαία για το καλλιεργούμενο απόθεμα. Αντίθετα, αν η θέση εγκατάστασης ήταν σε περιοχή με τόσο μικρό ρυθμό ανανέωσης ώστε να δημιουργούνται ακμές (blooms) φυτοπλαγκτού, οι διακυμάνσεις του οξυγόνου θα επέφεραν οικονομική καταστροφή στην επιχείρηση.
- Το πλεόνασμα των θρεπτικών από τις υδατοκαλλιέργειες δεν αρκεί για να δημιουργήσει μεταβολή στο τροφικό καθεστώς των περιοχών αυτών λόγω ανυπαρξίας άλλου περιοριστικού παράγοντα στα θαλάσσια οικοσυστήματα. Από μελέτες στην Ανατολική Μεσόγειο, στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου CYCLOPS (2000-2003) προκύπτει ότι η διάθεση φωσφόρου δεν ήταν αρκετή για την δημιουργία επιπλέον φυτοπλαγκτονικής βιομάζας.
- Υπάρχει πληθώρα στοιχείων που αποδεικνύουν ότι η παραγόμενη ενέργεια λόγω της απελευθέρωσης των θρεπτικών διοχετεύεται ταχέως στα ανώτερα τροφικά επίπεδα και δεν συσσωρεύεται στα κατώτερα επίπεδα του τροφικού πλέγματος (Καρακάσης, 2004). Τέτοια περίπτωση εικάζεται ότι είναι και η αύξηση των αλιευτικών πόρων σε μέσες αποστάσεις από τους κλωβούς ιχθυοκαλλιέργειας

στην Εύβοια (Machias et al 2003, 2004α, 2004β).

1.5.3.6. Στερεά Απόβλητα – Ιλύες – Τοξικά Απόβλητα – Απορρίμματα

Τα νεκρά ιχθύδια συλλέγονται σε ειδικούς σάκους θνησιμότητας που διαθέτουν όλοι οι διχτυοκλωβοί με τη βοήθεια των δυτών. Τα νεκρά ιχθύδια που θα προκύπτουν λόγω φυσιολογικής θνησιμότητας, θα απομακρύνονται από τις εγκαταστάσεις με υγειονομικά αποδεκτό τρόπο και εν συνεχεία θα ακολουθείται η διαδικασία διάθεσής τους, σύμφωνα με τον Κανονισμό ΕΚ 1069/09.

Ιλύες και τοξικά απόβλητα δεν προκύπτουν από την δραστηριότητα των μονάδων (εκτροφή ζώων υδρόβιων οργανισμών). Για την λειτουργία των εγκαταστάσεων στις χερσαίες ζώνες θα προβλεφθούν συστήματα επεξεργασίας και διάθεσης αποβλήτων και στην περίπτωση δημιουργίας ιλύος, αυτή θα απομακρύνεται από τις εγκαταστάσεις με υγειονομικό τρόπο τακτικά, προς τα τελικά σημεία διάθεσής της.

Τα στερεά απορρίμματα που προκύπτουν προέρχονται από την συσκευασία ιχθυοτροφών, τη συσκευασία των τελικών προϊόντων, τα απορρίμματα του προσωπικού, τα οποία θα συλλέγονται σε ειδικούς κάδους και θα απομακρύνονται με ευθύνη του οικείου Ο.Τ.Α. κατά τρόπο υγειονομικά αποδεκτό και θα διατίθενται σε εγκεκριμένους από την Υγειονομική Υπηρεσία χώρους διάθεσης στερεών αποβλήτων της περιοχής.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ (στα ελληνικά)

- Αργυρού, Ι., 1994. Συστήματα εκτροφής θαλασσινών ψαριών σε περιοχές ανοιχτής θάλασσας. Αλιευτικά Νέα, 156: 72-87.
- Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών, Ινστιτούτο Θαλασσίων Βιολογικών Πόρων, 2006. Διερεύνηση Ευτροφικών Συνθηκών Κόλπου Αργοστολίου Κεφαλληνίας σε σχέση με τις ιχθυοκαλλιεργητικές δραστηριότητες.
- ΕΠΕΤ II, 1998. Αλληλεπίδραση Υδατοκαλλιεργειών και Θαλάσσιου Περιβάλλοντος – Τεχνική Έκθεση.
- Καλόσακας Δημήτριος, 2000. Οι επιπτώσεις της ναυσιπλοΐας στο θαλάσσιο περιβάλλον του Σαρωνικού κόλπου υπό το πρίσμα των σύγχρονων μεθόδων ολοκληρωμένης διαχείρισης των παράκτιων ζωνών. Μεταπτυχιακή εργασία για την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος Εξειδίκευσης στο επιστημονικό πεδίο της Ναυτικής και Θαλάσσιας Τεχνολογίας και Επιστήμης στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. 60 σελίδες
- Καρακάσης, Ι., Τσαπάκης, Ε. και Zivanovic, S., 1997. Εξέλιξη στο χώρο και στο χρόνο της ποιότητας του ιζήματος στην περιοχή τριών μονάδων υδατοκαλλιέργειας. Πρακτικά 5ου Πανελ. Συμπ. Ωκεαν, & Αλιείας, 1997, Τόμος II, σελ:211 – 214.
- Καρακάσης, Ι., Σεβαστού, Κ., Κουτσικόπουλος, Κ., 2007. Επίδραση των ιχθυοκαλλιεργειών στο θαλάσσιο περιβάλλον και προσαρμογή του

παραγωγικού δυναμικού στα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά των θαλασσίων οικοσυστημάτων. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Εργαστήριο Θαλάσσιας Οικολογίας.

- Καρακάσης, Ι., 2004. Μελέτη επιπτώσεων ζώνης ιχθυοκαλλιέργειών στον Όρμο Βουρλιάς Αργολικού Κόλπου. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας, Εργαστήριο Θαλάσσιας Οικολογίας.
- Μάργαρης, Ν., 1989. Εκτιμήσεις της α' φάσης της μελέτης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από εντατικές υδατοκαλλιέργειες. Αλιευτικά Νέα (1989).
- Μάργαρης, Ν., 1997. Υδατοκαλλιέργειες και περιβάλλον, Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Παπαναστασίου Δ., 1988. Αλιευτικά Νέα (1988).

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ (στα αγγλικά)

- Argyrou, I.N., Stergiou, K.I., 1994. Developmental trends and aquaculture perspectives in Greece. Journal of Applied Ichthyology, 10, p. 379-388.
- Belias, C.V., Bikas, V.G., Dassenakis, M.J., Scoullos, M.J., 2003. Environmental impacts of coastal aquaculture in Eastern Mediterranean Bays. The case of Astakos Gulf, Greece. Environ Sci. Pollut. Res., 10:287-295.
- Ballestrazzi, R., Lanari, D., D'Agaro, E., Mion, A., 1994. The effect of dietary protein level and source on growth, body composition, total ammonia and reactive phosphate excretion of growing sea bass (*Dicentrarchus labrax*). Aquaculture, 127: 197-206.
- Cromeý, C.J., Nickell, T.D., Black, K.D., 2000, DEPOMOD. A model for predicting the effects of solids deposition from mariculture to the benthos. Oban Scotland, ISBN 0-9529089-1-3. 120 pp.
- Dosdat, A., Servais, E., Metailler, R., Huelvan, C., Desbruyeres, E., 1996. Comparison of nitrogenous losses in five teleost fish species. Aquaculture 141: 107-127.
- Dempster, T., Sanchez-Jerez, P., Bayle-Sempere, J.T., Gimenez-Casaldueiro, F., Valle, C., 2002. Attraction of wild fish to sea-cage fish farms in the south-western Mediterranean Sea: spatial and short-term temporal variability. Marine Ecology Progress Series 242, 237-252.
- Dimitriou, E., Katselis, G., Moutopoulos, D., Akovitiotis C., C. Koutsikopoulos (2007). Possible influence of reared gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) on wild stocks in the area of the Messolonghi lagoon (Ionian Sea, Greece). Aquaculture Research, 38:398-408.
- Folke, C., Kautsky, N., 1989. The role of ecosystems for a sustainable development of aquaculture. Ambio 18: 234-243.

- Gowen, R.J., Bradbury, N.B., 1987. The ecological impact of salmonid farming in coastal waters: a review. *Oceanogr Mar Biol Annu Rev* 25: 563-575.
- Hall, P.O.J., Holby, O., Kollberg, S., Samuelsson, M.O., 1992. Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. IV. Nitrogen. *Mar Ecol Prog Ser* 89: 81-91.
- Holby, O., Hall, P.O.J., 1991. Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. II. Phosphorus. *Mar Ecol Prog Ser* 70: 263-272.
- HOPKINS T. S., 1980. “Remarks on the Depressives Capacity of the Saronikos Gulf in the Context of the Mediterranean Basin Systems”, Prepared for Presentation at the U.S./Greek Working Conference on Oceanography Related to Environmental Problems, Aegina, Greece, July 1980, September 1980.
- Kaushik, S.J., 1998. Nutritional bioenergetics and estimation of waste production in non-salmonids. *Aquat. Living Resour* 11: 211-217.
- Karakassis, I., Eleftheriou, A., 1997. The continental shelf of Crete: structure of macrobenthic communities, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 160: 185-196.
- Karakassis, I., Hatziyanni, E., 2000. Benthic disturbances due to fish farming analyzed under different levels of taxonomic resolution. *Mar Eco Prog Ser* 184: 205-218.
- Karakassis, I., Tsapakis, M., Hatziyanni, E., Seasonal variability in sediment profiles beneath fish farm cages in the Mediterranean. *Mar Ecol Prog Ser* 162: 243-252.
- Karakassis, I., Tsapakis, M., Hatziyanni, E., Papadopoulou, K.N., Plaiti W., 2000. Impact of cage farming of fish on the seabed in three Mediterranean coastal areas. *ICES J mar sci* 57: 1462-1471.
- Karakassis, I., Tsapakis, M., Hatziyanni, E., Pitta, P., 2001. Diel variation of nutrients and chlorophyll in sea bream and sea bass cages in the Mediterranean. *Fresenius Environ. Bull.* 10: 278-283.
- Karakassis, I., Tsapakis, M., Smith, C.J., Rumohr, H., 2002. Fish farming in the Mediterranean studied through sediment profiling imagery. *Mar Ecol Prog Ser* 227: 125-133.
- Katselis G., Koukou K., Moutopoulos D. (2010). Yield per recruit and spawning stock biomass models for the management of four Mugilidae species in Mesolonghi –Aitoliko lagoon (W. Greece). *Int Aquat Res* 2: 155-162
- Krom, M.D., Porter, C., Gordin, H., 1985. Nutrient budget of a marine fish pond in Eilat, Israel. *Aquaculture* 179: 351-364.

- Lanari, D., Poli, B.M., Ballestrazzi, R., Lupi, P., D'Agaro, E., Mecatti, M., 1999. The effects of dietary fat and NFE levels of growing European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). Growth rate, body and fillet composition, carcass traits and nutrient retention efficiency. *Aquaculture* 179: 351-364.
- Lemarie, G., Martin, J.L.M., Dutto, G., Garidou, C., 1998. Nitrogenous and phosphorous waste production in a flow-through land-based farm of European sea bream *Sparus aurata* culture using a nutritional approach. *Aquat Living Resour* 11: 265-268.
- Luspatsch, I., Kissil, G.W., 1998. Predicting aquaculture waste from gilthead seabream *Sparus aurata* culture using a nutritional approach. *Aquat. Living Resour.* 11:265-268.
- Machias, A., Karakassis, I., Labropoulou, R., Somarakis, S., Papadopoulou, K.N., Papaconstantinou, C., 2004a. Changes in wild fish assemblages after the establishment of a fish farming zone in oligotrophic marine ecosystems. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.* 60:771-779.
- Machias, A., Karakassis, I., Giannoulaki, M., Papadopoulou, K.N., Smith, C.J., Somarakis, S., 2004b. Response of demersal fish communities to the presence of fish farms. *Mar Ecol Prog Ser.* 288:241-250.
- Machias, A., Somarakis, S., Karakassis, I., Neofytou, C., Maravelias, X., Pantazis, P., Koutsoubas, D., Papadopoulou, K.N., Smith, C.J., 2003. Fish landing changes since the onset of aquaculture: two case studies. *Abstracts 7th Hellenic Symposium Oceanography & Fisheries, Iraklion.* (ISSN 1107-6534):203.
- Margalef, R. (1997). Our Biosphere. In: Kinne, O. (ed.) *Excellence in ecology*, Book 10. Ecology Institute, Oldendorf/Luhe.
- Papoutsoglou, S., Costello, M.J., Stamou, E., Tziha, G., 1996. Environmental conditions at sea-cages and ectoparasites on farmed European sea-bass *Dicentrarchus labrax* (L.) and gilt-head sea-bream *Sparus aurata* (L.), at two farms in Greece. *Aquaculture Res* 27:25-34.
- Pearson, T.H., Rosenberg, R., 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr Mar Biol Annu Rev* 16: 229-311.
- Porter, C.B., Krom, M.D., Robins, M.G., Brickell, L., Davidson, A., 1987. Ammonia excretion and total N budget for gilthead seabream (*Sparus aurata*) and its effect on water quality conditions. *Aquaculture* 66:287-297.
- Wallin, M., Haakanson, L., 1991. Nutrient loading models for estimating the environmental effects of marine fish farms. In Makinen, Tt., (ed), *Marine Aquaculture and Environment*. Nordic Council of Ministers, Copenhagen, p 9-23.